

平成19年度「魅力ある大学院教育」イニシアティブ

先端基礎科学開拓研究者育成プログラム  
-地域先端研究施設との連携による開かれた教育-

岡山大学大学院自然科学研究科  
先端基礎科学専攻(物理学・数学・地球科学)

平成19年度報告書

## 概要

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1. 魅力ある大学院教育                 | 1   |
| 2. 博士前期課程への取組み               | 4   |
| 2. 1 先端基礎科学概論                | 5   |
| 2. 2 放射光科学コース                | 6   |
| 2. 3 量子宇宙科学コース               | 8   |
| 2. 4 環境地球科学コース               | 10  |
| 3. 博士後期課程への取組み               | 12  |
| 3. 1 SPring-8連携講座放射光構造学特論    | 12  |
| 3. 2 研究者育成プログラム              | 13  |
| 3. 3 アドバイザリーボード円卓会議報告書       | 25  |
| 4. 実習報告                      | 36  |
| 4. 1 先端放射光科学実習               | 36  |
| 4. 2 SPring-8実習              | 37  |
| 4. 3 HiSOR実習                 | 74  |
| 4. 4 先端宇宙素粒子実習               | 87  |
| 4. 5 先端基礎科学プログラミング実習         | 95  |
| 5. シンポジウム・報告会                | 97  |
| 5. 1 中間成果報告会                 | 97  |
| 5. 2 国際若手シンポジウム2007          | 103 |
| 5. 3 放射光物質科学研究と大学院教育国際シンポジウム | 113 |
| 5. 4 成果報告会                   | 146 |
| 6. 学生活動報告                    | 159 |
| 6. 1 武者修行報告                  | 159 |
| 6. 2 学会発表報告                  | 164 |
| 6. 3 TA報告                    | 250 |
| 7. 担当教員報告                    | 265 |



# 1. 魅力ある大学院教育

魅力ある大学院教育イニシアティブ：先端基礎科学開拓研究者育成プログラム  
-地域先端研究施設との連携による開かれた教育- の2年目を終えるにあたり

取組担当者：原田 勲

“先端基礎科学専攻が平成18年度の「魅力ある大学院教育イニシアティブ」へ応募した課題「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム -地域先端研究施設との連携による開かれた教育-」が採択された”と自然科学研究科事務部より知らせを受けたのが、一昨年の6月、私が丁度 **Stanford University** で開かれていたX線吸収微細構造国際会議（XAFS）に出席中のことであった。2回目の応募でやっと採択された喜びもつかの間、それ以後多くの方々に実に多大なお世話になった。何せこの事業はその名”イニシアティブ”が示すとおり、大学院の教育に新しい制度・仕掛けを導入しようとするもので、申請計画書にはあれこれ書いたものの、いざ始まると先の見えない日々が続くこととなった。でも世の中捨てたものではない。私達スタッフの努力は勿論であるが、学外を含め多くの人たちが大変な努力をいとわず協力して下さった。いちいち名前は挙げないが、ここに心から深謝する。

私たちの新しい大学院教育は既に2年間実施された。その間、色々な欠点が露呈したり、一方思わぬ成果を得たりもした。この時点で、もう一度原点に戻って考えるのも大切なことであろう。

私たちは大学院教育の実質化を図ることにより、先端基礎科学の開拓とそれを推進できる研究者の育成を目指す新しい大学院教育プログラムを実行し、その中で、学部専門・大学院博士前期課程・後期課程教育の体系化を図るとともに、先端基礎科学の徹底教育と地域先端科学施設（SPring-8、HiSOR、KAMIOKANDE、高知コア）を積極的に利用した現場体験型教育による技術開拓者育成と、現代の先端科学水準を更に切り開く自立型開拓研究者育成を目指し、以下のようなことを実施すると宣言した。以下各項目について検証しよう：

1. 学部専門・博士前期課程の実質6年一貫教育カリキュラムの整備：  
博士前期課程のコアカリキュラムを整備し、学部専門教育との整合性を高めた。また、進んだ学部生にも大学院の授業が受けられるよう、その垣根を取り払った。私達の主張は、全学の措置として実行され、現在定着しつつある。
2. 講義、実習、研究のバランスよい配置と、地域先端施設での実習：  
講義、実習、研究を組み合わせた新しい”教育スパイラル”を提案・実行し、学生にも好評を得ている。特に SPring-8 はこの事業に積極的に参加戴き、私達が初期に目論んだ

以上の成果を挙げたと評価している。特に注目されたのは、最先端施設での企業との連携によるインターンシップで、私達がこのプログラムで売り物にしてきた”現場体験型教育”の実践である。なお、この”現場体験型教育”という言葉は、審査委員会の審査結果の概要に使用された言葉であるが、私達の目指す方向を端的に示す言葉として多用させていただいている。

3. 国際若手シンポジウム開催：

毎年 1 回開催され、外国人を含む助教、院生などの若手が組織・運営から講演まで自分達で行ったものであり、彼らにとって大変有意義であったと総括している。

4. 海外・国内先端科学施設での武者修行の奨励：

海外での学会出席を含めて多くの院生が“外国”を経験した。この経験はすぐに効果として現れるものではないが、明らかに彼らの将来に影響を及ぼすものと評価している。

5. 博士号取得指導の標準化・透明化のための、アドバイザーボードの設置とそれを実質化する研究者育成カルテの作成：

外国人委員を含めたアドバイザーボードの設置は、委員選択から会議召集まで主査に任せそんなに容易ではない。それでも、かなりの先生方がその趣旨を理解してご協力して頂いた。博士後期課程学生の指導は、大学院として最も大事な部分であり、今後さらにその指導方法や制度の改善を期さねばならないと思っている。

6. 事業実施状況のホームページ公開：

プログラム採択後、直ちにホームページが公開され、研究者育成カルテのなど私達の事業の開示と情報の発信のため有効に活用された。

その他、学生の学会派遣、英語教育や自然科学概論創設など、様々な改善がなされたこのプログラムも平成 19 年度末で文部科学省の財政支援が閉じる。しかしながら、私たちがこの 2 年間に行ってきた事業の中で、とても大切な思想を培ってきたと思っている。“大学院生の教育とは何か”、“彼らをその気にさせる教育とは”などに対する答えが私たち教員の間になんとか形成されつつあることはとても大事なことである。私達の事業には、特別な予算を伴わない部分もたくさんあるし、大切な事業には次の文部科学省予算への応募や学内予算への応募などの道もある。一度打ち立てた大学院教育への新しい歩みをより確かにし、若い世代の育成に私たちも貢献できるよう願っている。

最後になったが、このようなプログラムの実現は、申すまでも無く多くの人たち、多くの組織の協力なしには到底実現できない。特に JASRI や HiSOR の方々が果たされた役割には頭が下がる。表題のとおり、私たちはこれまでに無い新しい教育を目指した。それは一方

では慣習に無いことをやろうとするもので、多方面に多大のご苦勞を強いたことを私たちも認識しており、時間的余裕を持って物事に当たる必要性を痛感しているところである。

#### 平成 18 年度のイニシアティブ事業について

- ・ 国際若手シンポジウム 2006  
平成 18 年 12 月 11 日 コラボレーション棟 4 階 共同研究室
- ・ ワークショップ「高輝度放射光を用いた物性研究の最前線」  
平成 18 年 12 月 22・23 日 理学部棟 1 階 大会議室
- ・ 学生活動
  - 学会等派遣 34 件
  - 武者修行 3 件
  - 論文掲載 2 件
  - TA 採用 14 件
  - 他

以上の内容につきましては、平成 18 年度末にまとめました「平成 18 年度報告書」に記載がございます。詳細はそちらをご覧ください。

## 2. 博士前期課程への取組み

博士前期課程においては、後期課程での「自立した先端基礎科学研究者育成」へつながる教育とともに、修士課程を終えて社会に出る学生にも意義がある教育が必要という観点より「先端施設の産業利用を推進できる人材の育成」も視野に入れた大学院教育を目指しています。具体的には、「基礎科学の体系的な教育」と「先端基礎科学を習得するコースワークの充実」のため、以下のような教育プログラムを導入しました。

### 「放射光科学コース」「量子宇宙科学コース」「環境地球科学コース」の整備

3つの核となるコースを整備し、各コースにおいて、入門⇒専門講義⇒先端研究施設での実習という流れの大学院授業科目を整備・開講しました。各コースの教育内容については、後ほど詳細な報告があります。

### 「先端基礎科学概論」の開講

専攻を構成する数学・物理学・地球科学の考え方を学び相互理解を深めるとともに、「魅力ある大学院教育」イニシアティブの理念を学生に理解してもらうために新規開講しました。講義内容については次節に報告があります。

### 学部＋修士課程の実質的6年一貫教育：学部と大学院の相互履修制度

平成19年度より、学部と大学院の相互履修が可能となる制度が岡山大学で始まりしました。イニシアティブ事業からの働きかけも実現に寄与しています。学部生が大学院授業科目を履修する場合には、指導教員と科目担当教員の承認を得て履修願書を提出すると大学院授業の受講が認められ、単位認定は大学院進学後に行なわれることとなります。これは実質的6年一貫教育の実現のための基盤となります。今後、学部と大学院の相互履修を生かしたカリキュラム整備と履修指導を進めていきます。

### 語学力やプレゼンテーション能力の育成

ネイティブ教師による「科学英語」を大学院授業科目として開講しています。また、「数理物理科学ゼミナール」をM1合同ゼミの形式で実施し論文紹介や研究発表を院生が交代で行なうなど、プレゼンテーションや質疑応答の能力の向上を目指す取組も大学院授業科目の中で行っています。

### 修士論文研究における組織的な研究指導体制

修士論文研究について中間発表会（ポスター発表形式）を行い、院生が幅広く助言を受ける場を設けています。また、自然科学研究科の取組みとして、各年度に修士論文研究の「研究指導計画書」を作成しています。計画書は、院生自らが作成の研究計画、および指導教員の研究指導計画を記入・提出し、専攻長が確認する制度です。

この他、岡山大学のFDの取組みとして、学生による授業アンケート、教員相互の講義ピアレビューを大学院授業科目においても実施しています。

## 2. 1 先端基礎科学概論

大学院教育イニシアティブでの実習科目等の紹介、数理物理科学専攻、地球科学専攻および先端基礎科学専攻の教育内容の紹介を意図して、新たに先端基礎科学概論を開講した。その概要は以下の通りである。

4/18 野上 由夫 ガイダンス 先端基礎概論とは

4/25 廣川 真男 数学と基礎科学

微分積分学の一般化された二項定理を中心に、数学の基本的な定理が、物理に現われる基本的事実の中でどのような役割をしているかについて、幾つかの具体的な事実と計算をすることで紹介した。

5/9 横谷 尚睦 放射光吸収実験と物性研究

放射光の特徴の一つであるエネルギー可変性を利用した吸収分光実験についてその原理、実験装置、得られるデータ（吸収端微細構造と広域吸収端微細構造）、さらにはデータから得られる知見（電子構造、局所構造）について解説を行った。光電子分光については、原理を説明した後、最新の研究例について解説を行った。

5/16 原田 勲 大学院教育改革イニシアティブの目指すところ

プログラム全般について目的や具体的な事業に至った経緯をまず学生諸君に十分理解させた。特に「開かれた教育・研究指導」をテーマに行う様々な事業、地域先端研究施設での企業とのインターンシップ実習やアドバイザーボードによる博士研究指導などについての意義を話し、それらの事業が実りあるものになるよう説明した。

5/23 東 英男 大学と企業に於ける知的財産

企業研究や、日本の製造業が置かれている世界的な状況の解説、知的財産に関連する会社の取り組み例などを紹介した。

5/30 奈良岡 浩 先端地球環境科学と国際統合深海掘削計画(IODP)

地球環境進化における生命活動の役割を生命の誕生や深層生物圏から二酸化炭素の大気中での増加までを、アストロバイロロジー研究の視点も交えて議論した。統合国際深海掘削計画（IODP）や最先端地球科学研究施設高知コアセンター）で行われる先端地球科学実習の内容を紹介した。

6/6 池田 直 放射光回折実験のフロンティア

最近、進展著しい共鳴散乱、磁気散乱などについて解説し、SPring-8でおこなわれる先端放射光科学実習について紹介した。

6/13 作田 誠 スーパーカミオカンデとニュートリノ実験

神岡地下実験で、超新星爆発によるニュートリノ検出に成功し、ニュートリノ天文学を確立した経緯、スーパーカミオカンデ実験でのニュートリノの質量の発見、太陽ニュートリノ振動の発見にくわえ、カムランド実験も太陽ニュートリノ問題の決着をつけ、地球ニュートリノ検出という成果を上げた。これらのニュートリノ実験と関連する実習について紹介した。

## 2.2 放射光科学コース

いわゆる第三世代の放射光施設「SPring-8」が岡山からすぐの西播磨地区に建設されて十年が過ぎた。当初の期待を上回るペースで、優れた特性を生かした先端的な研究が行われ、日本の科学技術の推進役としての役割を果たして来ている。本プログラムの実施母体である先端基礎科学講座においても、多くの教官が SPring-8 を利用するようになってきており、放射光を利用して Nature, Science などをはじめとする優れた研究成果が発表されてきている。

一方、ここ数年、国策的な重視もあり、放射光の産業利用を活性化が促進され、この5年間で4倍、全体の20%まで増加しつつある。これらの学術研究および応用研究の進展は当然の事ながら放射光を利用できる人材の需要を著しく高める。その一方で SPring-8 を積極的に利用した放射光人材育成プログラムは、夏の学校等の短期的なものを除き、これまでほとんど存在しなかった。

岡山大学自然科学研究科においては、2004年に大学院重点化が行なわれた。そこでは、基礎から応用まで広範囲の知識や経験をもち、先端科学技術の担い手となり、現在社会の諸問題を解決できる人材の育成を目指し、新たに4専攻の設置がされた。その中でも、先端科学技術のフロンティアを担うために必須である先端科学と基礎科学の両方の教育を担当する先端基礎科学専攻を重要視し、研究科全体の参謀本部とも位置づけている。その中枢には、数学物理学地球科学系の基礎三講座に加え、先端科学のなかでもとりわけ重要な放射光関連講座、放射光科学講座と SPring-8 との連携講座を戦略的に設置した。これは放射光の持つ優れた性能やポテンシャルを積極的に教育に生かし、放射光科学の経験者を社会に送り出すという意図に基づいている。これら放射光関連講座の教授、准教授陣には、SPring-8 の施設経験者などが多く含まれ、放射光関連の教育に役立てている。

本プログラムにおいても、放射光科学教育は「開かれた教育」を実施するための重要な柱の一つである。岡山から最近接であり世界最大の放射光施設 SPring-8 とともに積極的に連携し、企業との放射光インターンシップをコアとした特色ある開かれた先端的な教育を行っている。また、相補的に、中規模ではあるが最先端である近接する放射光施設 HiSOR も岡山大学専用ビームラインを活用し、光電子分光法という電子の状態観測の決定版を学生に教授するという特色ある実習をおこなっている。

放射光科学コースでは、コースの概要を、入門科目である、先端基礎科学概論において教授する。さらに、コアカリキュラムである「放射光科学特論」において、大学院レベルでの放射光科学について、特に放射光を用いた物質科学・固体電子論の観点から詳しく教授している。これらの予備知識をもった大学院生に対して、先端放射光科学実習を実施している。これは、基礎的な実習内容である、「HiSOR 実習」から始めるので、放射光未経験者にも充分に入門できる内容になっている。その後、放射光を用いて最先端の研究を行っている企業研究者による実習が SPring-8 で行なわれる。平行して、放射光物理学、放射光物性学などの講義が開講され、院生の理解を深めるのに役立っている。

2008年11月より、順次4班が、本イニシアティブ授業に係わる放射光実習授業のために SPring-8 入りした。住友金属工業株式会社総合技術研究所グループとはハウスシック症候群予防の為に環境上も重要な高性能光触媒について、吸収端微細構造測定を行った。

また旭化成株式会社基盤技術研究所グループとは、有機機能性薄膜評価実験をおこなった。出光興産中央研究所グループとは、液晶ディスプレイに重要な役割を果たす透明電極の金属廻りの局所構造を調べる事を目的とした。学生は試料調整から実際の測定、そしてそのデータ処理を実際に体験した。企業研究の重要性とそこに横たわる物性科学の課題が、開発現場の生の声として、修士課程学生に直接的に語られた作業は学生にとって強い印象となって残った。

この実習指導においては、本学の教員のみならず、関連する企業研究者の皆さまと高輝度光科学研究センターのスタッフから、献身的で熱心なご指導を賜る事ができた。すべてのスタッフに、岡山大学の教育という範疇を越え、次世代の研究者のタマゴ達を上手に育てたいという強い熱意が存在していた。このことは、本教育プログラムの趣旨である次世代の先端研究者の育成という問題意識が、所属を越えすべての研究者に普遍的に共有できることを証明している。

## 2. 3 量子宇宙科学コース

### 1. 教育目標

量子宇宙科学コースでは、理学部附属量子宇宙センターとの連携の他、国内外の大型先端研究施設を利用することで、最先端の素粒子検出技術を学習し、国際性豊かな人材育成、最先端研究者育成を目指します。

### 2. 履修モデル

#### (1) 先端宇宙素粒子実習

講義名 先端宇宙素粒子実習

英文名 Advanced Experimental Training Course for Astro-Particle Physics

単位 1 単位

担当教官 作田 誠 (宇宙物理学実験)

開講時期

2008 年 2 月 7-8 日 (木金) : 岡大物理学科での素粒子検出器製作と回路調整、  
2008 年 2 月 13-15 日 (水木金) 東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子観測施設  
相手機関指導教員 塩澤 真人 (東大宇宙線研 准教授)、  
関谷 洋之 (東大宇宙線研 助教)

概要：神岡地下実験は 1981 年頃、小柴昌俊(当時東大教授)により始められた。氏は 1987 年の超新星爆発によるニュートリノ検出に世界で初めて成功し、ニュートリノ天文学を確立した業績により 2002 年ノーベル物理学賞を受賞した。その後継のスーパーカミオカンデ実験では、ニュートリノの質量の発見 (1998 年) という 20 世紀後半の大発見や太陽ニュートリノ振動の発見という大きな成果を生み出した。旧カミオカンデ実験跡に建設された東北大学のカムランド実験も原子炉ニュートリノを使い太陽ニュートリノ問題の最終決着や、世界で初めての地球ニュートリノ検出という成果を上げた。他にも重力波観測実験、暗黒物質実験、2 重ベータ崩壊実験等の世界の最先端の実験がこの地下実験所に在る。このような別分野の研究を見学することで視野を広める。それと同時に、宇宙線などのバックグラウンドの届かない地下環境で素粒子検出の実習を行なう。去年の実習の改善として、今回は、シンチレーションカウンタを一段増やすことで 3 重同時測定を行い、偶然のバックグラウンドを極力減らし、かつ定量化することを目指した。偶然の同時計測等も評価した。



## 実習内容

## 1) 岡大実習

- \* 放射線検出器（シンチレータ）の性能の実習
- \* 宇宙線検出用シンチレータ組み立て
- \* 同時計測、偶然の同時計測確率の計算
- \* データ収集と回路のテスト
- \* 神岡へ装置搬出

## 2) 神岡実習

- \* 宇宙線とは（講義）
- \* 神岡施設で行なわれている実験：重力波検出実験、暗黒物質検出実験、2重ベータ崩壊実験、スーパーカミオカンデ実験、カムランド実験の解説
- \* 施設見学
- \* 坑内での放射性同位元素からのバックグランド測定
- \* 地上、坑内、坑道での宇宙線測定、計算との比較

## (2) 先端基礎科学プログラミング実習

講義名 先端基礎科学プログラミング実習

英文名 Advanced Object-oriented Programming Course for Physics

単位 1 単位

担当教官 田中 礼三郎

開講時期 2007 年 8 月 1-3 日（水・木・金）

講師 文部科学省高エネルギー加速器研究機構・計算科学センター・教授  
佐々木節先生

概要：C++は、科学計算のみならず産業でも使われ、最もよく使われる商用のオブジェクト指向プログラミング言語である。その初歩から実際のプログラミングまで講義・実習を行う。良いプログラミングを書くにはどうしたらよいかということをテーマに3日間の講義を行う。期待通りに正しく動作していること、機能拡張性に優れていること、保守性に優れていること、他の人に理解しやすいことの全てが同時に満たされている必要がある。ソフトウェアの設計の方法論ひとつであるオブジェクト指向分析・設計について講じた後、いかに実装するかをC++言語を用いて、実習を交えながら学ぶ。

## 2. 4 環境地球科学コース

### 1. 教育目標

環境地球科学コースでは、地球科学における国内外の最先端地球科学研究施設（高知コアセンターなど）を利用し、高度な地球環境科学の知識、技術、及び協調性を持つ学生の育成につとめるとともに、国際的な共同研究プログラム（統合国際深海掘削計画，IODP など）に参加することによって、国際的視野を持った最先端地球科学における開拓研究者の養成を目標とする。

### 2. 履修モデル

- 1) 1 年次：資源地球科学、地球惑星鉱物科学、岩石学特論、地質学原論、地震統計学、実験地球物性学、長周期地震学、放射光高压地球科学、有機宇宙地球化学、地球化学反応論、地殻物質反応論、大気水圏科学特論から 4 科目。他専攻科目 2 単位。および地球科学ゼミナール 4 単位、地球科学特別研究 5 単位
- 2) 2 年次：先端地球科学実習 1 単位。および地球科学ゼミナール 4 単位、地球科学特別研究 5 単位

### 最先端地球科学研究への学生参加による 開拓研究者育成プログラム

1. 統合国際深海掘削計画 (IODP) への継続的な乗船（「ちきゅう」など）による地球科学研究への寄与と国際的研究視野の獲得
2. 最先端研究施設（高知コアセンター）を利用した先端地球科学における実習と共同研究
3. 高度な地球環境科学の知識と技術、および協調性を持った人材養成と研究者・技術者の輩出



## 実習科目「先端地球科学実習」の概要

「環境地球科学コース」の実習科目として地球科学専攻から提供され、集中で行われる1単位の授業である。

### <授業計画>

最先端の地球科学研究において、通常の大学院の授業では学ぶことのできない実習を、岡山大学に近接した学外の最先端研究施設において学ぶ。現在、統合国際深海掘削計画(IODP)などの国際プロジェクト研究が進められているが、そのような国際的な場面で活躍する人材を育成するための実習を行う。

実習として、高知コアセンターで開催される海洋堆積物のコア解析スクールに平成18年度、平成19年度に参加した。コア研究にとって必須である岩相記載やスミアスライド観察、非破壊計測などの専門的な実習を行い、さらにより高度な堆積物中の炭酸塩の炭素・酸素同位体比分析やストロンチウム同位体比分析、または有機分子の炭素同位体比分析を学ぶ。実習の報告書・報告会などで評価する。実習授業を履修するための条件は特にならないが、基礎的な科学分野の基礎的知識と実習に対する熱意があることが必要である。

### ・イニシアティブ教育におけるコア解析スクールへの参加状況と特徴・問題点

平成18年9月19日～22日に開催された第4回コア解析スクールに2名、平成19年3月10日～13日の第5回コア解析スクールに1名、平成20年3月15日～18日の第6回コア解析スクールに1名、3月19日～21日の同位体分析コースに1名、2年間に合計5名の学生が参加し、実習に取り組んだ。

高知コアセンターにおけるコア解析スクールの特徴として、充実した最先端の施設と講師陣が挙げられる。また、実習は合宿形式で朝から深夜まで徹底指導され、基礎から発表まで広い範囲を身につけることができる。さらに大きな特徴として、全国の十数大学から数十名、社会人や外国からの参加者も数名あるため、幅広い参加者と実習・討論を通じて交流することが挙げられる。イニシアティブ教育の目的に掲げられた武者修行的な体験の場となった。

問題点として、実習時期が3月であったため、前期課程1年次の学生の就職活動と重なり、履修者がたいへん少なかったことがある。履修登録者は両年度ともに4名であったが、登録者の履修者はいなかった。今後、大学院入学が決定している4年生の履修を積極的に進めるとともに、高知コアセンター以外の先端施設での実習も検討すべきである。

## 3. 博士後期課程への取組み

### 3. 1 SPring8 連携講座放射光構造学特論

博士後期課程先端基礎科学専攻では、SPring-8 において X 線領域の放射光の特徴を生かした構造物性や電子状態について世界最先端の研究を展開している研究者を客員教授として招き連携講座（X 線先端物理学）を解説している。本年度は、日本原子力研究開発機構の稲見俊哉先生による放射光構造学特論が平成 20 年 1 月 21-23 日の 3 日間に集中講義の形式で行われた。

講義では、SPring-8 の紹介に始まり、X 線磁気散乱と X 線共鳴散乱の基礎、ATS(Anisotropy of the tensor of susceptibility)散乱と軌道秩序、X 線による非弾性散乱それぞれの項目に対して測定原理および測定例について、測定装置も含めて、詳細な説明がなされた。X 線磁気散乱と X 線共鳴散乱の基礎では、電子と電磁波のハミルトニアンから出発して、非共鳴の磁気散乱、共鳴磁気散乱、共鳴散乱（ATS）を導きだし、それらの散乱課程の特徴が解説された。ATS 散乱と軌道秩序の講義では、共鳴散乱の特徴である ATS 散乱について軌道秩序の観測実験と絡めて解説がなされた。X 線による非弾性散乱の講義では近年盛んになってきている放射光 X 線利用の非弾性散乱実験について、フォノンの測定を目的とした高分解能実験や電子励起の測定を目的とした共鳴非弾性散乱実験、さらには、核共鳴散乱によるフォノンの測定がどのように実現され、どのような測定がなされているかについて紹介された。

講義参加者からは、「放射光 X 線を用いたいくつかの散乱実験について、それぞれの特徴を理解することができ大変有意義でした。特に X 線という非常に高いエネルギーの光を使って、フォノンという高々数十 meV のエネルギースケールの素励起が観測できるのは驚きです。機会があれば現在自分が研究している物質のフォノン分散も測定してみたいです」等の感想が寄せられた。

## 3. 2 研究者育成プログラム

博士後期課程学生、および博士後期課程進学を目指す博士前期課程学生に対しては、「開かれた組織的院生指導」と「自立した研究者の育成」をめざす教育・研究指導プログラムを実施しています。これは、大学院生の研究指導の過程を透明化して複数教員の助言を生かした組織的な研究指導の体制を築き、学位取得の標準化(標準年限内での学位取得)を確実にするとともに、自立した研究者を育成することをめざすものです。

このため、「放射光科学コース」などの各コースの教育プログラムに加え、先端基礎科学専攻全体を対象に、次のような制度を実施しています。

- (1). アドバイザリーボード
- (2). 研究者育成カルテ
- (3). 国内外の武者修行支援
- (4). 研究成果発表(学会参加・論文発表)の支援
- (5). TA採用
- (6). 「先端基礎科学国際若手シンポジウム」開催

それぞれの活動の詳細については、以下に順に報告していきます。この他、自然科学研究科の制度として博士後期課程の学生を対象に「学生奨励研究費」があります。これは、研究計画などの申請書を提出し選考の上、年間 35 万円の運営交付金の研究費を配分するものです。

なお、我々の「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業が始まって以降に日本学術振興会の特別研究員へ採用された学生は、平成 19 年度 DC1 の採用が 2 名(堀、俣野)、平成 20 年度 DC2 の採用内定が 2 名(金子、高橋)です。この点からも、先端基礎科学専攻の博士後期課程の学生の研究について、対外的な評価においても成果が出ていると言えます。

### (1). 「アドバイザリーボード」

博士後期課程学生の研究指導においては「開かれた組織的院生指導」を実現する体制として「アドバイザリーボード」制度を実施しています。各学生に対してのアドバイザリーボード委員は、指導教員 1 名、副指導教員 2 名に、さらに 2 人のボード委員を加えて 5 名の委員構成とするのが基本で、このメンバーで後期課程進学から学位取得まで継続的な指導と助言を行うこととしています。学内の若手教員(助手も含む)や学外者(シニアや海外研究者も可能)にアドバイザリーボードに加わっていただくよう奨励しました。アドバイザリーボードに加わる若手教員にとっては、博士後期課程の学生の研究指導に携わることで、大学院教育(研究指導)のFDを兼ね、大学教員としての研究指導能力向上が期待されます。「研究者育成カルテ」(詳細は後述)の電子カルテ・システムを活用することにより、海外を含む学外の研究者にもアドバイザリーボード委員に加わっていただくことが可能となりました。実際に、海外の研究者にアドバイザリーボード委員をお願いしている例は多数あります。このうち、海外からの留学生の場合には、母国の研究者にアドバイザリー委員に加わっていただくことにより、母国との研究の結びつきを深めるという利点もあります。

アドバイザーボード委員による指導は次のように行われます。大学院生は、各年度の初めに研究計画を指導教員と打ち合わせのうえ立案します。この研究計画、および、研究経過を定期的に研究者育成カルテに記録します。同時に指導教員も指導の記録を定期的に研究者育成カルテに記録します。アドバイザーボード委員はこの研究者育成カルテの記録を閲覧することにより、大学院生の研究の進捗状況や指導教員の研究指導の状況を把握し、定期的に大学院生・指導教員へ必要な助言を行います。この制度により、大学院生

の自立的な研究推進とともに、研究指導の過程を透明化し、複数指導教員の助言も生かした組織的な研究指導の体制が築かれます。大学院生および指導教員にとって、定期的に研究および指導の進捗状況を報告しチェックを受けることにより、研究計画や指導方法の妥当性を再確認することができます。

また、各年度にアドバイザーボード委員の「円卓会議」を開き、ボード委員の前で大学院生が研究成果や研究の進捗状況を報告することにより、直接助言を受ける機会を持つことも奨励しています。この際に、可能な限り、学外のアドバイザー委員も岡山大学へお招きするようにしました。その時のボード委員会の「円卓会議報告書」を、次節に掲載しています。

このようなアドバイザーボード制度による組織的な院生指導の体制により、大学院生の研究が停滞することを防ぎ、標準年限で確実に学位取得することを目指しています。教員の立場からは、他の教員の研究指導の現場に立ち会うことにより、自身の学生に対する研究指導方法を見直し向上させる、いわば、研究指導についてのFDとして意義があります。

## (2)．「研究者育成カルテ」

我々のイニシアティブ事業の、ひとつの特徴が「研究者育成カルテ」の電子カルテ・システムの導入です。これは、博士後期課程のそれぞれの大学院生について、各年度の研究計画と経過報告、成果(論文、講演)、それに研究指導の記録などを電子データ化し、Webにて内部公開を行うシステムです。この電子カルテのシステムは大学院生への研究指導について、アドバイザーボード委員による助言を容易にするとともに、専攻内の教員が大学院生の研究の状況を確認できる開かれた研究指導体制を整備するためのものです。また、学生が自立的に研究計画をたてて研究を遂行することを助ける目的もあります。このようなWebシステムを採用することにより、学内の教員だけでなく

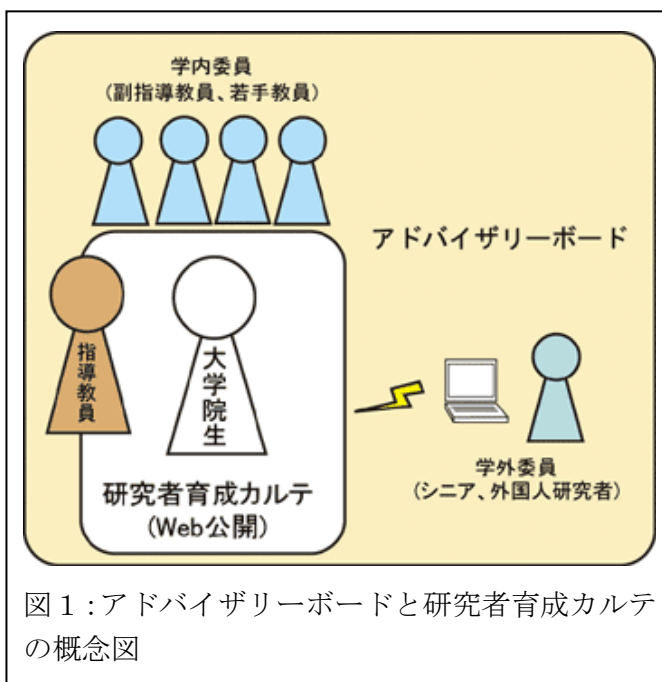


図1：アドバイザーボードと研究者育成カルテの概念図





岡山大学大学院自然科学研究科 先端基礎科学専攻(物理学・数学・地球科学)

Division of Frontier and Fundamental Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, OKAYAMA University

研究者育成カルテ 登録システム  
Young Scientist Development Record

検索 Search

ご覧になりたい学生名をクリックするとカルテが見えます。複数語での検索は出来ません。一単語ごとに検索して下さい。

検索は学生名・教員名・カルテ内容で行います。  
検索内容を入力せずに検索すると全てのカルテが表示されます。

| 学生番号<br>Student number | 課程<br>Course | 進学年度<br>Year of enrollment | 氏名<br>Name                   | 指導教員<br>Supervisor     | 副指導教員<br>Advisor                                     | ボード委員(若手)<br>Junior Board committee | ボード委員<br>Board committee |
|------------------------|--------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 51417101               | 博士後期課程       | 2005                       | 山本 健一郎<br>Kenichiro Yamamoto | 野上 由夫<br>Yoshio Nogami | 小林 達生<br>Tatsuo Kobayashi<br>大嶋 孝吉<br>Kokichi Oshima | 川崎 慎司<br>Shinji Kawasaki            | 野尻 浩之<br>Hiroyuki Nojiri |
| 51417103               | 博士後期課程       | 2005                       | 藤原 秀昭<br>Yoshiaki Fujiwara   | 原田 勲<br>Isao Harada    | 野上 由夫<br>Yoshio Nogami<br>岡田 耕三<br>Kozo Okada        | 西山 由弘<br>Yoshihiro Nishiyama        | 坂井 徹<br>Toru Sakai       |

図2：研究者育成カルテの内部公開用ページの入り口。

## 研究計画と研究経過報告 Research plan and Research progress report

## 研究計画

## (A) 量子渦を含んだ状態での励起状態の BCS-BEC クロスオーバー領域における量子渦の集団振動

フェルミ系、ボーズ系両系において、またそのクロスオーバー領域において、準粒子励起（一粒子励起）を取り込んだ微視的理論による集団運動の解析を行う。これはRPA (Random Phase Approximation: 乱雑位相近似)という線形応答理論の一つの方法を用いる。

BEC 側では量子渦のケルビンモード（螺旋振動モード）と呼ばれる励起モードが確認されている。これは、外からの摂動に対する量子渦の振動が、ローレンツ力を受けて螺旋状に振動するものである。この BEC 側で得られている渦のケルビンモード（螺旋振動モード）が BCS ではどうなるのかなど、量子渦コア内の準粒子励起といった局所的な情報も取り入れた上で注目したい。BCS 側では個別励起（一粒子励起）と集団励起（Cooper 対の励起）とが区別されるのに対し、BEC 側では個別励起と集団励起（凝縮体の励起）が一致する。この違いが BCS-BEC クロスオーバー領域でどうなるのかということは分かっておらず、物理的に非常に興味深い問題である。実際の研究では BEC 側の集団励起状態はいくつか研究があるが、BCS 側からユニタリ極限まではよくわかっていない。また、この問題は、高温超伝導体等の電子系においても分かっているため量子渦の集団励起構造の解析を行うことにより、これらの系にフィードバックできるのではないかと期待される。

これまでの研究では、BdG 方程式を用いて渦状態の静的性質について、準粒子励起を含めて詳細に調べてきた。BdG方程式は、 $k_F^{-1}$  ( $k_F$  はフェルミ波数)の微視的スケールで系の内部状態を知ることのできる強力な方程式である。これは大規模行列の固有値問題であり、数値計算には工夫が必要である。これまで、この大規模行列の対角化にランチョス法と呼ばれる方法を用い、計算の高速化を実現した。この方法は容易にクロスオーバー領域にも適用することができるため、申請者は計算方法のノウハウを身につけていると言える。BdG 方程式で得られた平衡状態に対する知見をもとに、更にRPAを導入することにより、励起モードの数値解析を行う。

## (B) スピン自由度を解放した BEC 系での集団励起

申請者の最終目的は、スピン自由度を解放した BEC 系で、かつダイポール相互作用を含む場合の系の集団励起を理解することである。ここでは、その基礎となる研究として「スピン相互作用」と「ダイポール相互作用」を含んだ系の励起状態について別々に研究する。

## (B1) ダイポール相互作用なしのスピン BEC の集団励起:

スピン自由度を解放し、かつダイポール相互作用を含んだ系の集団励起の研究を目指し、まずは、ダイポール相互作用なしのスピン BEC の集団励起を計算する。ここでは、スピン自由度を解放して計算を行う。この励起モードは基底状態からの線形揺らぎの解析をすることによって実現する。まず GP 方程式を用い基底状態への波動関数を得る。これに線形揺らぎの効果を考慮し BdG 方程式を得ることができるため、得られる BdG 方程式を用いて励起モードを解析する。ここでもランチョス法を適用し計算の高速化を図る。この系ではスピンを解放しているため、波動関数がスピノルで書かれる多成分を持つ。よって、多成分の波動関数に関する連立方程式を解くこととなる。

この系では、密度揺らぎに加えてスピン揺らぎが系の集団励起および渦生成等に関係してくると思われる。

## (B2) ダイポール相互作用する BEC の量子渦の集団励起:

次に、スピン偏極した系に注目することにする。この系での、量子渦の動的性質について調べていく。具体的には、(B1)と同様に GP 方程式より基底状態の波動関数を得た後、摂動による応答を線形の範囲で解析する。ここで (B1)と区別されるのは、長距離かつ異方的な相互作用であるダイポール相互作用を考慮する点である。これは、数値計算的には非常に大きな計算になるため、ランチョス法に加え、数値計算スキームをさらに改良する必要がある。大変チャレンジングな問題である。数値計算スキームを改良して、ダイポール相互作用を含む系の、

- ・渦生成に関連する表面振動モードとその不安定性
- ・渦糸振動モード（ケルビンモード：螺旋振動モード）

等の研究を行う。  
また、渦糸振動モードについて付け加えると、量子渦がない系において偏極方向への分散関係がロトン型をとるという研究結果があり大変興味深い。これが量子渦の入った系においてはどのようなものかということは研究がなされていない。

図3．研究者育成カルテにおける研究計画の記載例（内部公開用）

学外者にもアドバイザーボード委員を依頼して、大学院生の研究の進展を継続的に見守り助言していただく体制を設けることが可能となりました。

前年度は職員手作りのソフトウェアによる簡易の試行版で運用しましたが、本格的に実施するためにはしっかりしたシステムが必要とのことで、試行版の経験をもとに仕様を決め、株式会社アイアットOECに2,625,000円でシステムのソフトウェア作成を発注しました。この新システムによる「研究者育成カルテ」の運用は、平成19年3月末より開始しました。この電子カルテのシステムについて以下に紹介していきます。

まずは学内公開されている閲覧用ページから見ていきます。閲覧用ページへはイニシアティブのホームページより入ることができます。その最初のページは図2のようになっています。博士後期課程の学生の一覧が、指導教員などの情報とともにリストアップされています。このリストの名前の部分をクリックすると、それぞれの学生が入力した「研究計画と研究経過報告」と「研究業績(論文、講演、受賞、TA・RAの実績など)」を閲覧

**研究業績(論文、講演、受賞、TA・RAの実績など)**  
**Research Achievements (article, presentation, receiving prize, TA / RA)**

**研究業績**

[paper]

- 1) M. Takahashi, T. Mizushima, M. Ichioka, and K. Machida, "Vortex-Core Structure in Neutral Fermion Super fluids with Population imbalance", Physical Review Letters 97, 180407 (2006).
- 2) M. Takahashi, M. Mizushima, K. Machida, and M. Ichioka, "Visibility of Vortex Core in Fermionic Superfluid with Population Imbalance", Journal of Low Temperature Physics, in press (2006).
- 3) M. Takahashi, Sankalpa Ghosh, T. Mizushima, and K. Machida, "Spinor dipolar Bose-Einstein condensates; Classical spin approach", Physical Review Letters 98, 260403 (2007).
- 4) 高橋雅裕, "粒子数インバランス下の中性フェルミ超流動体における量子渦の研究", Bussei Kenkyu (Kyoto) 88 (2007), 592.
- 5) M. Takahashi, Sankalpa Ghosh, T. Mizushima, and K. Machida, "Spinor dipolar Bose-Einstein condensates approaching from classical spin limit", Journal of the Korean Physical Society, in press (2007).

[presentaion]

- 1) 高橋雅裕<sup>1</sup>, 町田一成<sup>1</sup>, 鳴海康雄<sup>2</sup>, 勝又紘一<sup>3</sup>, 下村晋<sup>4</sup>, 田畑吉計<sup>5</sup>, 田中良和<sup>3</sup>,  
<sup>1</sup> 岡山大学院自然, <sup>2</sup> 東大物性研, <sup>3</sup> Spring-8/理研, <sup>4</sup> 慶大理工, <sup>5</sup> 阪大院理,  
 "スピンパイルス系 CuGeO<sub>3</sub> の不整合波数の温度変化の測定とその理論的解釈",  
 日本物理学会2005年秋季大会, 21pPSB-11, 同志社大学キャンパス(京田辺市) 2005 年 9 月 19-22 日
- 2) M. Takahashi, T. Mizushima, K. Machida, and M. Ichioka, "Visibility of Vortex Core in Fermionic Superfluid with Population Imbalance", International Symposium on Quantum Fluids and Solids (QFS2006), 京都大学百周年時計台記念館(京都市) 2006 年 8 月 1-6 日 (poster)

(中略)

[award]

- 1) 「理学部長賞」受賞, 岡山大学大学院自然科学研究科, 2007 年 3 月
- 2) 「修士論文発表会最優秀賞」受賞, 岡山大学大学院自然科学研究科, 2007 年 3 月
- 3) 「AAPPS Poster Award: Springer Prize for the Best Presentation at APPC10」受賞, APPC10, 2007 年 8 月

[TA/RA]

2005 年度 TA  
 2006 年度 TA  
 2007 年度 TA

図4. 研究者育成カルテにおける研究業績の記載例(内部公開用)



することが出来ます。その一例を図3と図4に示します。これらの情報を教員相互で閲覧することにより、それぞれの大学院生の研究の進展状況を複数教員が確認することが可能となります。海外からの留学生の場合や、外国人のアドバイザリーボード委員にも助言をいただきたい場合には、これらの情報を英語で入力しています。

次いで、研究者育成カルテの入力ページについて説明をします。入力ページの入口は図5のようになっています。ここへは、パスワードによる制限により、当該院生、指導教員、アドバイザリーボード委員のみが入ることが可能です。ここでは、ログインした者がアクセス可能な大学院生の名前のリストが表示され、「編集」ボタンで入力のページへ、「参照」ボタンで閲覧・印刷のページへ移動します。編集は図6のような画面で、大学院生はここで「研究計画と研究経過報告」と「研究業績」を入力します。これらのページは「研究指導記録」や「ボード委員のコメント」の入力・閲覧の役割も果たしています。指導教員は「研究指導記録」欄に定期的に指導の記録を記載しアドバイザリーボード委員が閲覧します。ボード委員も必要に応じてコメントを書き込みます。これらの情報は一般公開になじまない事があるので、関係者のみアクセスが可能ということにしています。学生が記入する研究計画についても、秘匿の必要がある場合は、一般公開しない「研究指導記録」欄に記入することとしています。

なお、研究者育成カルテの電子カルテ・システムの考え方については、岡山大学内のFD研究会などで紹介する機会もありましたが、共感される先生方が多くおられました。これにより、先端基礎科学専攻以外においても導入が検討されるようになりました。自然科学研究科においては平成19年度より、博士後期課程にアカデミック・カウンセリング・システムが導入されました。これは各年度のセメスター毎に記入する紙面のカルテですが、各セメスターの初めに大学院生が正指導教員と打つ合わせのもと研究計画を作成してカルテに記載し、セメスターの終了時にその研究成果をまた記載するというものです。研究計画と成果をカルテに記載した際には、副指導教員の確認を受けることと

岡山大学大学院自然科学研究科 先端基礎科学専攻(物理学・数学・地球科学)  
Division of Frontier and Fundamental Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, OKAYAMA University

ようこそ  
町田 一成  
(Kazushige Machida)さん

カルテ一覧  
Student's Record List

ヘルプ  
Help

ログアウト  
Logout

・2007/03/14 岡 雅俊さんが追加しました。 / Masatoshi Oka has updated the record.  
・2007/03/16 市岡 優典さんが追加しました。 / Masanori Ichioka has updated the record.  
・2007/06/12 市岡 優典さんが編集しました。 / Masanori Ichioka has updated the record.  
・2008/02/25 鄭 国慶さんが追加しました。 / Guo-qing Zheng has updated the record.  
・2007/11/29 俣野 和明さんが追加しました。 / Kazuaki Matano has updated the record.  
・2007/11/16 朝山 邦輔さんが追加しました。 / Kunisuke Asayama has updated the record.  
・2007/11/29 俣野 和明さんが編集しました。 / Kazuaki Matano has updated the record.

カルテ一覧 Student's Record List

| 学生番号<br>Student number | 氏名<br>Name                  | 主指導教員<br>Supervisor        | 操作<br>Operation             |                             |                               |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 51418101               | 岡 雅俊<br>Masatoshi Oka       | 市岡 優典<br>Masanori Ichioka  | <a href="#">参照<br/>View</a> | <a href="#">編集<br/>Edit</a> | --                            |
| 51419103               | 俣野 和明<br>Kazuaki Matano     | 鄭 国慶<br>Guo-qing Zheng     | <a href="#">参照<br/>View</a> | <a href="#">編集<br/>Edit</a> | --                            |
| 51419105               | 高橋 雅裕<br>Masahiro Takahashi | 町田 一成<br>Kazushige Machida | <a href="#">参照<br/>View</a> | <a href="#">編集<br/>Edit</a> | <a href="#">削除<br/>Delete</a> |

図5. 研究者育成カルテの入力ページの入り口(関係者のみにアクセス制限)

しており、大学院生への研究指導の透明化・標準化を目的としています。先端基礎科学専攻においては、「研究者育成カルテ」がこのアカデミック・カウンセリング・システムを兼ねることとなっています。

「研究者育成カルテ」の運用についての課題は、やはり、関係者に定期的にきちんとした内容の事項を入力してもらう点にあります。ついつい更新が滞りがちになってしまう傾向がありますので、カルテの記入状況をチェックする担当者をおき、カルテ記入を忘れている人・不十分な人に対して、記入を促すような措置が必要になります。自然科学研究科のアカデミック・カウンセリングがセメスター毎ですので、少なくともこれに

研究計画と研究経過報告
Research plan and Research progress report

2007/05/09 学生 Student  
高橋 雅裕 (Masahiro Takahashi)

修正 Revision

削除 Deletion

(A) 量子渦を含んだ状態での励起状態の BCS-BEC クロスオーバー領域における量子渦の集団振動フェルミ系、ボーズ系両系において、またそのクロスオーバー領域において、準粒子励起（一粒子励起）を取り込んだ微視的理論による集団運動の解析を行う。これはRPA (Random Phase Approximation: 乱雑位相近似)という線形応答理論の一つの方法を用いる。

BEC 側では量子渦のケルビンモード（螺旋振動モード）と呼ばれる励起モードが確認されている。これは、外からの摂動に対する量子渦の振動が、ローレンツ力を受けて螺旋状に振動するものである。このBEC 側で得られている渦のケルビンモード（螺旋振動モード）が BCS ではどうなるのかなど、量子渦コア内の準粒子励起といった局所的な情報も取り入れた上で注目したい。BCS 側では個別励起（一粒子励起）と集団励起（Cooper 対の励起）とが区別されるのに対し、BEC 側では個別励起と集団励起（凝縮体の

研究指導記録
Advisory record

2007/10/18 主指導教員 Supervisor  
町田 一成 (Kazushige Machida)

修正 Revision

削除 Deletion

追加 Addition

高橋君はここまで、順調に修士論文以来の仕事をつなげてきた。それをもとにして数編の原著論文を書いた。博士課程に入ってから、現在の dipole gas の研究を出来る所まで延ばす、一方で、今後3年間にわたって研究するに値するテーマを探ることを行っている。博士課程に入って半年の現在、先が少し見えた地点に達した。

2008/02/13 主指導教員 Supervisor  
町田 一成 (Kazushige Machida)

修正 Revision

削除 Deletion

研究業績(論文、講演、受賞、TA・RAの実績など)  
Research Achievements (article, presentation, receiving prize, TA / RA)

2007/05/22 学生 Student  
高橋 雅裕 (Masahiro Takahashi)

修正 Revision

削除 Deletion

[paper]

1) M. Takahashi, T. Mizushima, M. Ichioka, and K. Machida, "Vortex-Core Structure in Neutral Fermion Super fluids with Population imbalance", Physical Review Letters 97, 180407 (2006).

2) M. Takahashi, M. Mizushima, K. Machida, and M. Ichioka, "Visibility of Vortex Core in Fermionic Superfluid with Population Imbalance", Journal of Low Temperature Physics, in press (2006).

3) M. Takahashi, Sankalpa Ghosh, T. Mizushima, and K. Machida, "Spinor dipolar Bose-Einstein condensates: Classical spin approach", Physical Review Letters 98, 260403 (2007).

コメント
Comments from board committee

図 6. 研究者育成カルテにおける研究指導記録などの入力用ページ

18

あわせての研究者育成カルテの記入は行なうようにしています。「研究者育成カルテ」は研究指導の透明化・標準化のために有効な手法ではありますが、それを十分に生かしていけるかどうかは、やはり、記入する大学院生・指導教員・アドバイザー・ボード委員によるきちんとした記入とその活用にかかっています。

### (3) 「国内外の武者修行支援」

本プログラムでは、自立型開拓研究者育成を目指して、国内外の先端科学研究施設で実験・理論研究を自ら計画し実行する「武者修行」を奨励しています。武者修行は、異なった分野を含めた人的交流や将来世界で活躍するための社交性、語学力、国際感覚を養うこともめざしています。そのため、博士後期課程、および博士後期課程に進学予定の博士前期課程学生を対象に研究計画等を記載した申請書を受付けて選考し、武者修行として学外研究機関への派遣を経済的に支援する事業を行なっています。派遣後には報告書を提出します。今年度は以下の5例を実施しました。

武者修行については受入機関との調整が難しかったり、大学院生の研究の進捗状況から都合が合わなかったりして、申請が必ずしも多くないという現状はありますが、派遣された学生にとっては、自身の研究の発展に寄与するだけでなく、人的交流や国際感覚養成の面からも成果があったようです。本書に派遣学生の成果報告書も掲載しています。

資料：武者修行の平成19年度実施分

| 氏名                               | 学年 | 派遣先、派遣期間                                                | 研究課題                        |
|----------------------------------|----|---------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 岡林 裕介                            | M2 | 京都大学理学研究科<br>7/22 - 9/9                                 | 原子を利用したニュートリノ質量と質量型の測定について  |
| 美馬 覚                             | D1 | 欧州原子核研究機構<br>9/3～10/25                                  | 世界最先端加速器による質量起源の解明          |
| 高橋 雅裕                            | D1 | University of Rochester (USA)<br>11/12-12/8             | 中性原子気体の渦の理論研究               |
| 尾古 崇昌                            | D1 | Universite de Cergy -Pontoise<br>(フランス), 2008. 1/10～2/5 | 一次元量子スピン系における量子現象:エンタングルメント |
| Mohammad Amir<br>Hossain Bhuiyan | D1 | University of Dhaka (バングラデシュ), 2008. 2/11～3/14          | ジャムナ河における第四紀地質と地形           |

### (4) 研究成果発表の支援：学会参加支援

この支援事業では、十分な研究成果をあげた学生を対象に選考の上で学会への派遣を行い、交通費と宿泊費の経費を援助しています。派遣学生には自身の発表以外のコミュニケーション・情報収集も積極的に行うよう指導し、派遣後には発表を含めた学会での活動内容について、学生および指導教員から報告書を提出してもらいます。

学会派遣の目的は単に研究成果の発表に留まらず、成果を効果的に聴衆に伝えるプレゼンテーション能力や外部研究者とのコミュニケーションを十分に活用できる能力の養成も目的としています。これらの能力は、博士後期課程へ進む研究者志望の学生に限

らず、博士前期課程を卒業し産業界等で活躍する者にとっても不可欠な能力なので、学会等派遣は博士前期課程の学生も含めて実施しています。大学院の課程においても「ゼミナール」の授業や修士論文・博士論文の中間発表会等でプレゼンテーション能力を育成する機会を設けていますが、学会など学術研究の最先端の場で実践を積むことも重要な機会となっています。

本事業の成果としては、大学院生自身による学会等での発表の数が格段に増えました。これに伴い、発表のプレゼンテーションも上手になり、大学院生自身の研究の進展にも良い刺激をもたらしているようです。修士論文発表会においても、学会等での発表に経験を生かし堂々とした発表をする学生が多く見られ、教員としても、とても意義があったと感じています。また、学会や国際会議でのポスター優秀賞の受賞として、今年度は次の3件がありました。

- ・ 第25回日本有機地球科学会シンポジウム 最優秀ポスター賞  
(D1 金子雅紀, 2007年7月, 金沢)
- ・ The 10th Asia Pacific Physics Conference ポスター優秀賞  
(D1 高橋雅裕, 2007年8月, 韓国)
- ・ Yamada Conference LXI The 8th International Conference on Spectroscopies in Novel Superconductors ポスター優秀賞  
(M2 岡崎宏之, 2007年8月, 仙台)

このうちの2件(金子, 高橋)は、イニシアティブ事業の学会等派遣による援助で参加したものです。このように、対外的にも大学院生の研究・発表が評価されています。

なお、本事業への補助金についての岡山大学の支出の規定により、大学院生の学会派遣・武者修行派遣・実習派遣についての経費援助は「旅費」扱いできないということになっています。このため、経費の実費負担という形式で学生への援助を行っています。このため、手続きが煩雑ですが、領収書の提出により個々の参加費用を算出して交通費と宿泊費の経費の支払いを行っています。

#### 資料：学会派遣支援の平成19年度実施分

| 氏名               | 学年 | 学会名, 期間                                                                                 | 講演タイトル                                                                                                                                        |
|------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| タムハリ サムエル<br>ホアチ | D3 | 日本地球惑星科学連合 2007 年大会 (千葉)<br>5/19 - 24                                                   | Geochemistry and tectonic setting of gabbroic and pyro- xenitic rocks from the southern Ashanti                                               |
| 西村 佳恵            | M1 | Kobe International School of Planetary<br>Science 2007 (神戸), 7/16 - 20                  | Amino acid distributions of various carbonaceous<br>chondrites                                                                                |
| 金子 雅紀            | D1 | 日本有機地球化学シンポジウム (金沢)<br>7/26 - 27                                                        | 北東太平洋 Cascadia Margin における堆積物中の CNS<br>元素および脂質バイオマーカーの同位体的特徴                                                                                  |
| 新開 宏             | M1 | 日本有機地球化学シンポジウム (金沢)<br>7/26 - 27                                                        | 海洋ガスハイドレード域の掘削堆積物中の炭化水素<br>バイオマーカー                                                                                                            |
| 宮崎 寛             | D3 | International Conference on Vacuum<br>Ultraviolet Radiation Physics (ドイツ)<br>7/29 - 8/3 | Theoretical study of a valence transition in Eu<br>compounds induced by high magnetic fields by means<br>of the x-ray absorption spectroscopy |

|       |     |                                                  |                                                                                            |
|-------|-----|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 堤 康雅  | M 2 | 物性若手夏の学校（和歌山）， 8/6 - 10                          | $^3\text{HeA}$ 相での特殊な渦糸構造                                                                  |
| 鈴木 健太 | M 1 | 物性若手夏の学校（和歌山）， 8/6 - 10                          | フェッシュュバツハ共鳴近傍でのフェルミ超流動体における高次量子化渦                                                          |
| 高橋 雅裕 | D 1 | Asia Pacific Physics Conference（韓国）<br>8/20 - 25 | Spinor dipolar Bose-Einstein condensates<br>approaching from classical spin limit          |
| 宮崎 寛  | D 3 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | Eu 化合物における価数転移と L 吸収端スペクトルの理論                                                              |
| 尾古 昌崇 | D 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 一般化されたスピンドラダーにおけるエンタングルメント<br>ーギャップレス相での考察ー                                                |
| 俣野 和明 | D 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 単結晶 $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ における NMR III                       |
| 堤 康雅  | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | p 波超伝導体の特殊な渦糸構造                                                                            |
| 草野 江里 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot 1.3\text{H}_2\text{O}$ の高圧下 $^{59}\text{Co}$ -NQR による研究 III |
| 片山 功多 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | $\text{PrO}_8\text{S}_4\text{Sb}_{12}$ の圧力下 Sb-NQR による研究 III                               |
| 石田 啓介 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | $\text{C}_{60}\text{TDAE}$ 高圧相の構造測定                                                        |
| 増田 義久 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 周期振動磁場下のガーネット薄膜における非周期磁化過程                                                                 |
| 岡崎 宏之 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 高濃度ホウ素ドーブダイヤモンドの軟 X 線光電子分光                                                                 |
| 佐藤 晴一 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 原子を利用したニュートリノ対生成の基礎研究                                                                      |
| 田平 景輔 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | $\text{SmO}_8\text{S}_4\text{Sb}_{12}$ における高圧下磁化、比熱測定                                      |
| 後藤 大輔 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | B ドーブダイヤモンドの基本光学特性 II                                                                      |
| 神達 昌宏 | M 2 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 空間反転対称性の無い超伝導体 $\text{Li}_2(\text{Pt}_x, \text{Pd}_{1-x})_3\text{B}$ の NMR による研究           |
| 難波 優輔 | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | ウラン金属間化合物の光電子分光の理論                                                                         |
| 佐藤 俊介 | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 超伝導体の Cantilever 法による微小トルク測定                                                               |
| 吉田 力矢 | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ の軟 X 線光電子分光及び電子線発光分光                                      |
| 佐伯 邦成 | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | $\text{TiO}_2(001)$ 基板上に作製した $\text{VO}_2$ 薄膜における金属ー絶縁体転移の膜厚依存性                            |
| 田嶋 光俊 | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | ホランダイト型マンガン酸化物 $(\text{NH}_4)_x\text{Mn}_8\text{O}_{16}$ の電子状態                             |
| 入江 祐太 | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | スクッテルダイト化合物における NQR による電荷揺らぎの観測                                                            |
| 高橋 徹  | M 1 | 日本物理学会 年次大会（札幌）， 9/21-24                         | 原子遷移に伴うニュートリノ対生成における宇宙背景ニュートリノの影響                                                          |
| 吉澤 毅  | D 1 | 日本数学会 秋季総合分科会（仙台）<br>9/21 - 24                   | 局所コホモロジー加群の一般化とその消滅について<br>II                                                              |

|        |     |                                                                                                     |                                                                                                    |
|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 池田 祥一郎 | D 3 | 日本気象学会 秋季大会 (札幌)<br>10/14 - 16                                                                      | 春から梅雨期の中国大陸上の前線帯北方の水蒸気量の季節的变化と大規模場について                                                             |
| 重田 祥範  | D 1 | 日本気象学会 秋季大会 (札幌)<br>10/14 - 16                                                                      | ①季節変化に伴うヒートアイランド強度の時空間的特徴 ②都市域のヒートアイランド現象が植物季節に与える影響                                               |
| 長屋 守   | M 2 | 日本地震学会 秋季大会 (仙台)<br>10/24 - 26                                                                      | Ps 変換波から推定される西南日本の地殻の異方性                                                                           |
| 赤澤 宏和  | M 2 | 日本地震学会 秋季大会 (仙台)<br>10/24 - 10/26                                                                   | P 波レシーバ関数によって推定された西南日本の最上部マントル異方性                                                                  |
| 高橋 雅裕  | D 1 | International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials (岐阜), 10/29 - 11/1 | Spontaneous Spin Textures in Dipolar Bose-Einstein Condensates: Approach from Classical Spin Limit |
| 堤 康雅   | M 2 | International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials (岐阜), 10/29 - 11/1 | The unconventional vortex structure in p-wave superfluid                                           |
| 鈴木 健太  | M 1 | International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials (岐阜), 10/29 - 11/1 | Giant Vortices in Fermi Gases near Feshbach Resonance; Cases with and without Population Imbalance |
| 山本 健一郎 | D 3 | The 8th Conference of the Asian Crystallographic Association (台北)<br>11/4 - 11/8                    | GENERALIZED METHOD OF STRUCTURE ANALYSIS FOR MICRO IMPERFECT CRYSTALS USING SR.                    |
| 重田 祥範  | D 1 | 日本生気象学会大会 (名古屋)<br>11/24 - 11/25                                                                    | 都市の高温化がソメイヨシノの開花日に与える影響 -岡山市を例として-                                                                 |
| 金子 雅紀  | D 1 | AGU Fall Meeting (USA)<br>12/9 - 12/16                                                              | Origins of sedimentary organic matter at the northern Cascadia margin                              |
| 金子 雅紀  | D 1 | 第6回地球システム・地球進化ニューイヤースクール 2007 年度古海洋学シンポジウム (東京), 1/5 - 1/8                                          | メタンハイドレート濃集域の堆積物深部における微生物バイオマーカーの同位体比と堆積環境                                                         |
| 新開 宏   | M 1 | 第6回地球システム・地球進化ニューイヤースクール 2007 年度古海洋学シンポジウム (東京), 1/5 - 1/8                                          | 日本海の氷期-間氷期堆積物におけるアルケノンの炭素・水素同位体比変化                                                                 |
| 吉田 力矢  | M 1 | 第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (滋賀), 1/12 - 1/14                                                       | 光電子分光による $\text{Li}_2(\text{Pd}_x\text{Pt}_{1-x})_3\text{B}$ の電子状態研究                               |
| 前田 多恵  | M 1 | 平成 19 年度日本数学会中国・四国支部例会 (山口), 1/27                                                                   | フックス群の commensurability と固定点集合との関係について                                                             |
| 吉田 力矢  | M 1 | American Physical Society, March Meeting (USA), 3/9-16                                              | Photoemission spectroscopy on the system of noncentrosymmetric lithium ternary borides             |
| 山本 健一郎 | D 3 | 日本物理学会 年次大会 (大阪), 3/22-26                                                                           | $\theta - (\text{BEDT-TTF})_2\text{RbZn}(\text{SCN})_4$ の超急冷相での変調構造                                |

|       |     |                                |                                                                              |
|-------|-----|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 高橋 雅裕 | D 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | F=1 スピナーBEC における量子渦状態の安定性及び集団励起モード                                           |
| 尾古 昌崇 | D 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | Eu 化合物の磁場誘起価数転移における XMCD の理論                                                 |
| 俣野 和明 | D 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 単結晶 $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ における NMR 測定IV        |
| 堀 彰宏  | D 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 多孔性配位高分子 Cu-CHD に吸着した酸素分子の磁性と構造                                              |
| 堤 康雅  | M 2 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 微小円筒容器中での $^3\text{He}$ -A 相の texture 構造                                     |
| 田平 景輔 | M 2 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | $\text{SmOs}_4\text{Sb}_{12}$ における圧力下の異常な秩序状態                                |
| 岡崎 宏之 | M 2 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 高濃度ホウ素ドーパダイヤモンドの高分解能光電子分光: 金属-絶縁体転移前後の電子状態                                   |
| 佐伯 邦成 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | $\text{VO}_2$ 薄膜の角度分解光電子分光                                                   |
| 鈴木 健太 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | フェッシュバハ共鳴点近傍におけるフェルミ原子気体の高次量子化渦                                              |
| 柿沼 光之 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | $\beta''$ -(BEDT-TTF) $_2\text{AuBr}_2$ の低温超格子測定                             |
| 吉田 力矢 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 空間反転対称性のない超伝導体 $\text{Mg}_{10}\text{Ir}_{19}\text{B}_{16}$ のレーザー光電子分光        |
| 眞鍋 博紀 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 強磁性体 $\text{CeTiGe}_3$ の圧力効果                                                 |
| 戸田 洋平 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | $\text{CePtZn}$ の圧力効果                                                        |
| 原田 翔太 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 空間反転対称性が破れた $\text{Li}_2(\text{Pd}_{1-x}\text{Pt}_x)_3\text{B}$ の NMR 法による研究 |
| 田原 圭介 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | 空間反転対称性の破れた超伝導体 $\text{Mg}_{10}\text{Ir}_{19}\text{B}_{16}$ の NMR による研究      |
| 島田 健史 | M 1 | 日本物理学会 年次大会(大阪), 3/22-26       | $\text{Li}_x\text{CoO}_2$ ( $x=0, 0.12$ ) の $^{59}\text{Co}$ -NMR/NQR による研究  |
| 前田 多恵 | D 2 | 日本数学会 年次大会(大阪), 3/22-26        | フックス群の commensurability と固定点集合との関係について                                       |
| 岡崎 宏之 | M 2 | 応用物理学関係連合講演会 (千葉)<br>3/27-3/30 | 高分解能軟X線光電子分光による高濃度リンドーパダイヤモンドの電子構造                                           |

## (5). TA 採用

将来の研究指導者としての能力育成のための教育経験を積んでもらう目的で、博士後期課程の学生、および博士後期課程進学予定の博士前期課程学生から希望者を TA として採用し、実習補助など修士課程や学部教育の充実に寄与してもらっています。TA の活動内容については、「将来の研究指導者としての能力育成」が目的であることをふまえ、公募時に申請者のそれぞれに適した活動内容の計画および必要時間数を申請者学生自身に記入して申請書を提出してもらい選考しました。本書に TA の報告書も掲載しています。

今年度の採用期間は、平成 19 年 6 月 1 日～平成 20 年 2 月 8 日で、博士課程進学予定者は後期からの採用です。TA の勤務時間については、自然科学研究科の規定（週 1

0 時間程度を上限とし、R A と兼ねる場合の勤務時間は、T A とあわせて週 3 0 時間未満とすること) の制約があります。イニシアティブ事業補助金の大学への配分時期の都合上、4 月からでなく 6 月からスタートしたことで、前期授業には途中から寄与するという形になりました。

資料：平成 1 9 年度 T A 採用者

| 氏名             | 学年 | 指導教員  | 科目                   |
|----------------|----|-------|----------------------|
| 宮崎寛            | D3 | 原田勲   | 統計力学Ⅰ, 統計力学演習Ⅱ       |
| 池田祥一郎          | D3 | 塚本修   | 地球科学特別研究             |
| 藤原芳昭           | D3 | 原田勲   | 量子力学演習Ⅰ, Ⅱ           |
| 前田多恵           | D2 | 松崎克彦  | 数学情報課題研究             |
| 飯間圭一郎          | D2 | 吉野雄二  | 数理物理科学ゼミナール (数学系)    |
| 尾古昌崇           | D1 | 原田勲   | 量子力学演習Ⅰ, Ⅱ           |
| 美馬寛            | D1 | 田中礼三郎 | 電磁気学Ⅲ, 課題研究          |
| 高橋雅裕           | D1 | 町田一成  | 統計力学Ⅱ, 統計力学演習Ⅰ, 課題研究 |
| 吉澤毅            | D1 | 吉野雄二  | 数理物理科学特別研究           |
| 金子雅紀           | D1 | 奈良岡浩  | 課題研究, 地球科学特別研究       |
| Towhida Rashid | D1 | 鈴木茂之  | 地質学原論                |
| 重田祥範           | D1 | 塚本修   | 地球科学特別研究             |
| 幸田康成           | M2 | 吉村太彦  | 情報物理学課題研究            |
| 佐藤晴一           | M2 | 吉村太彦  | 情報物理学課題研究            |
| 岡崎宏之           | M2 | 横谷尚睦  | 物理数学Ⅰ                |

## (6)．「先端基礎科学国際若手シンポジウム」開催

研究者としての国際性（語学力、国際経験）と幅広い視野の育成のため、博士後期課程学生、博士研究員、若手教員、および外国人研究者による英語でのシンポジウムを毎年開催することにしてしています。企画も助手と大学院生など若手を中心になって行います。若手研究者にとっては、国際会議において英語で口頭発表する機会がなかなか得られないのが実情なので、この若手シンポジウムは、若手研究者にとって英語による口頭発表・質疑応答を行う貴重な経験となります。これにより、英語での発表とコミュニケーションの重要性を改めて認識し、将来、外国での研究活動や国際会議など国際的に通用する研究者へと育っていくようにと願っています。

今年度は 12 月 14 日に開催しました。詳細は、別項の報告に譲りますが、国内に滞在する外国人若手研究者 3 名を招待講演者に招き、講演・議論ともに充実した内容であったと思います。招待講演者のうち、2 名は学外からお招きし、1 名は日本学術振興会外国人特別研究員として先端基礎科学専攻に滞在している若手研究者に参加を依頼しました。



### 3.3 アドバイザリーボード円卓会議報告書

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式1

平成19年 8 月 9 日

イニシアティブ実施委員長 殿

主指導教員 野上 由夫 印

副指導教員 大嶋 孝吉 印

副指導教員 小林 達生 印

アドバイザーボード 野尻 浩之 印

アドバイザーボード 川崎 慎司 印

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |            |          |     |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|-------|
| 専 攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51417101 | 氏 名 | 山本健一郎 |
| <p>発表題目：<br/>放射光X線回折を用いた電荷秩序に対する外的条件の影響の研究</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |            |          |     |       |
| <p>発表要旨：トポロジカル結晶に対し、新たな手法による平均構造解析および歪み解析について報告し、同物質での電荷密度波形成の報告をおこなった。トポロジカル結晶は曲がっているため、通常の単結晶法による構造解析が不可能になる。平均構造を解析するために方位を平均化する2軸回転カメラを用い、さらに試料の回転の影響を低減するためにバタフライ型部分のみをイメージングプレートで積分する方法について発表した。これは、すべての方位が不完全配向した結晶に対し適用可能である。また、トポロジカル結晶では、その形状に由来する特徴的な歪みが結晶内に存在する事を明らかにした。また、2種類の電荷密度波形成について放射光での初めての観測に成功した。</p> <p>また高電流状態でサイリスタ効果が観測されている有機伝導体 <math>\theta</math>-(BEDT-TTF)<math>2\text{CsZn}(\text{SCN})_4</math> において、パルス電流を印加した状態で電荷変調からの散漫散乱とブラッグ反射の時間変化を観測し、この物質では電流印加に伴い、2倍周期の電荷秩序のみが融解していること、またその融解に伴って巨大な体積変化が生じていることを明らかにした。</p> |                     |            |          |     |       |
| <p>評価できる点：<br/>特殊な形状の通常的手法では測定困難な微結晶に対し、放射光施設をうまく活用し、工夫した実験手法により、結晶構造解析、歪み解析、電荷密度波観測など、学問的に新しい知見を得ている。方位が不完全な配向である結晶（一般の多結晶）に適用可能な平均構造解析方法を考案している。電流を印加した状態での回折信号の2次元検出器による時分割測定など、放射光を用いたチャレンジングな測定にトライし実験結果を得ている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |            |          |     |       |
| <p>今後改善すべき点：<br/>実験内容が広範囲になり、それぞれの実験について考察や議論がやや散漫になっている。自分の研究で何がコアになるか良く検討し、取捨選択を含め取りまとめをおこなうべきである。またプレゼンテーションもやや稚拙であるので、その点についても改善を求める。博士修了までの時間がきわめて限られているので、上記について改善の必要性を強く自覚し、急ピッチでの対応が必要である。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |            |          |     |       |

開催時間：8月9日14時00分～20時05分

開催場所：コラボ棟共同研究室

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式2

平成19年 8月 9日

イニシアティブ実施委員長 殿

アドバイザーボード 野尻 浩之 印

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |            |          |     |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|----------|-----|-------|
| 専攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 先端基礎科学専攻<br>(物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51417101 | 氏 名 | 山本健一郎 |
| 発表題目：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |            |          |     |       |
| 放射光X線回折を用いた電荷秩序に対する外的条件の影響の研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |            |          |     |       |
| コメント：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |            |          |     |       |
| <p>1. 学位取得にむけた実験などの進行状況に関して</p> <p>学位論文にむけた研究の現状に関して、論文の素材となる個々の実験結果ならびにそれに至る過程における本人の貢献度を考慮すれば、概ね基本的な素材はそろっており、この点で学位論文を執筆する環境は整っていると評価される。しかしながら、現状ではこれらの素材が本人の中で十分に整理されて、個々の結果の価値や客観的な到達点が十分に身に付いているとは納得できなかった。このような現状に照らせば、今後の学位論文取得に向けた計画を再度検討し、学位論文に入れるべき課題を取捨選択した上で、学位取得の前提となる学術論文の執筆をまず行う事で、研究を進める上で必用となる一動機—実験提案—開発—実験—検証—考察—意味づけといった過程を、教育的な配慮をもちかつ十分な余裕をもって行わせることで、本人の身につけさせる必用があると思われる。</p> <p>2. テーマの明確化と題目の検討について</p> <p>今回の発表を聞いて判然としなかったが、博士課程を通した研究の主題がどこにあるのか、あるいは本人がなにを主題と考え、さらにいえばなにに知的興味を抱き意欲をもっているのか、あるいはこれらの事が明瞭でないまま実験作業をこなしているのに過ぎないのか、この点に関してきちんと見極めて適切な指導を行う必用がある。博士課程で行った研究をもりだくさんに入れて努力を強調するのもよいが、それも本人が異なった課題をさばけてはじめて可能である。学位論文で要求されるのは、小さくても良いので、光るもの—独創性とアイデアのある結果であり、現在得られている結果にもっと自信をもって絞り込むことが望まれる。この点からは、曖昧で意味を取りがたい現在の題目の再検討が必用であろう。</p> <p>3. 研究の客観的評価に関して</p> <p>研究を客観的に評価する事はプロの研究者でも容易な事ではない。今回の発表を聞くと、導入部における物理的な問題—課題の提示、それに対する現状の認識（他の実験や結果の客観的評価）、自らのアイデアの提示、実験結果の客観的な意味づけ、といった事がはなはだ不十分で、発表自体がある種の独白に終始している。これが単に未消化によるものなのか、それとも研究の客観的評価あるいは自らに対する評価の仕方が未熟な事によるものなのか、今回は判別できなかった。この点は、本人の今後のキャリアに関わる事柄であるので、十分に分析して丁寧な指導を行い、本人の今後のキャリア形成も含めて十分に相談し、検討する必要があると感じた。</p> |                    |            |          |     |       |

開催時間：8月9日 14時00分～20時05分

開催場所：コラボレーション棟共同研究室

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式1

平成19年11月13日

イニシアティブ実施委員長 殿

|           |       |   |
|-----------|-------|---|
| 主指導教員     | 鄭 国慶  | 印 |
| 副指導教員     | 町田 一成 | 印 |
| 副指導教員     | 横谷 尚睦 | 印 |
| アドバイザーボード | 朝山 邦輔 | 印 |
| アドバイザーボード |       | 印 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |            |          |     |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|-------|
| 専 攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51419103 | 氏 名 | 俣野 和明 |
| <p>発表題目：</p> <p>Na<sub>x</sub>CoO<sub>2</sub>超伝導体のNMRによる研究</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |            |          |     |       |
| <p>発表要旨：</p> <p>現在研究しているコバルト酸化物超伝導体Na<sub>x</sub>CoO<sub>2</sub>yH<sub>2</sub>O（超伝導転移点T<sub>c</sub>～5K）のこれまでのNMR研究の概略について紹介した。この物質は、銅酸化物高温超伝導体との比較から近年注目されている物質である。T<sub>c</sub>以下で超伝導緩和率が温度の3乗に比例することがわかった。これは、ギャップ関数にラインノードがあることを示している。一方、単結晶における測定では、a,c軸方向ともに、ナイトシフトが減少した。これはクーパー対の対称性がシングレットであることを示している。以上のことから、この超伝導体の対称性はd波に一致することがわかった。</p> <p>次いで、現在取り組んでいる研究の途中経過を報告し、ボード委員の意見をうかがった。</p> |                     |            |          |     |       |
| <p>評価できる点：</p> <p>この系は複数のグループより研究が行われているが、他に先駆けてd波超伝導を決定したことは大いに評価される。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |            |          |     |       |
| <p>今後改善すべき点：</p> <p>現在までは指導教員の指導の下に重要な結果を得ているが、今後はさらに自主的に研究を進めていくことを期待したい。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |            |          |     |       |

開催時間：11月13日 14時00分～16時30分

開催場所：コラボ棟3階セミナー室

# イニシアティブアドバイザリーボード 円卓会議報告書 様式2

平成19年11月13日

イニシアティブ実施委員長 殿

アドバイザリーボード 朝山 邦輔 印

|                                                                                                                                                    |                     |            |          |     |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|-------|
| 専 攻                                                                                                                                                | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51419103 | 氏 名 | 俣野 和明 |
| 発表題目：<br><br>$\text{Na}_x\text{CoO}_2$ 超伝導体のNMRによる研究                                                                                               |                     |            |          |     |       |
| コメント：<br>評価できる点：<br>この系は複数のグループより研究が行われているが、他に先駆けて d 波超伝導を決定したことは大いに評価される。<br><br>今後改善すべき点：<br>現在までは指導教員の下に重要な結果を得ているが、今後はさらに自主的に研究を進めていくことを期待したい。 |                     |            |          |     |       |

開催時間：11月13日 14時00分～16時30分

開催場所：コラボレーション棟3F セミナー室

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式1

平成 19年 11月 19日

イニシアティブ実施委員長 殿

主指導教員 柴田 次夫 印

副指導教員 加瀬 克雄 印

副指導教員 千葉 仁 印

アドバイザーボード Daniel K. Asiedu 印 *D. Asiedu*

アドバイザーボード 中村 大輔 (病気休職中) 印

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |            |          |     |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|-----------------------|
| 専攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 先端基礎科学専攻<br>(地球科学系) | 学 生<br>番 号 | 51417107 | 氏 名 | Dampare Samuel Boakye |
| <p>発表題目 :</p> <p>Petrology and geochemistry of Paleoproterozoic mafic-ultramafic bodies and associated volcanic rocks in the southern part of the Ashanti greenstone belt, Ghana</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |            |          |     |                       |
| <p>発表要旨 :</p> <p>The southern Ashanti greenstone belt of Ghana forms part of the Paleoproterozoic (Birimian; ~2.1 Ga) terrane of the Leo-Man shield of the West African craton (WAC). Volcano-plutonic rocks from the belt have been studied petrologically, mineralogically, geochemically and isotopically with the aim of inferring the tectonic setting in which they were formed, and also contribute meaningfully to the debate on the geodynamic significance of the Birimian magmatism in WAC.</p> <p>The Sm-Nd isotopic compositions and the trace element geochemical signatures of the metavolcanic rocks, the granitoids and the ultramafic-mafic rocks from the southern Ashanti greenstone belt confirm the juvenile character of the Birimian crust as well as implicate a recycled Archean material component in the genesis of some of the rocks.</p> <p>The data, together with field relationships of the studied rocks, show that they were derived through suprasubduction-related magmatism during the Paleoproterozoic.</p> |                     |            |          |     |                       |
| <p>評価できる点 :</p> <p>The work he has done during the current school year 2007-2008 is quite satisfactory. He carried out electron microprobe analyses on minerals, and Sr and Nd isotope analyses. On the basis of the results derived from these analyses, he revealed the petrological and geochemical signature of the meta-igneous rocks from the Ashanti greenstone belts. This is an invaluable contribution to our understanding of the tectonic setting in which the Birimian magmatism took place. He presented a part of these results at the 2007 JGU annual meeting, and is also going to present at West African Exploration Workshop (Burkina Faso) in November. His research results were well-received by fellow geologists attending the JGU meeting.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |            |          |     |                       |
| <p>今後改善すべき点 :</p> <p>As his Ph.D. study is approaching its closing stages, we expect him to devote continuing efforts toward its successful completion, and thus to submit a well-written Ph.D. dissertation before the deadline. We also expect him to publish more papers in peer-review journals on the results he obtained during the course of his Ph.D. study in years ahead.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |            |          |     |                       |

開催時間 : 11月16日 9時00分~12時00分

開催場所 : 理学部地球科学科第1ゼミナール室

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式 2

平成 19年 11月 19日

イニシアティブ実施委員長 殿

アドバイザーボード Daniel K. Asiedu 印 *DaAsiedu*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |            |          |     |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|-----------------------|
| 専 攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51417107 | 氏 名 | Dampare Samuel Boakye |
| 発表題目：<br>Petrology and geochemistry of Paleoproterozoic mafic-ultramafic bodies and associated volcanic rocks in the southern part of the Ashanti greenstone belt, Ghana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |            |          |     |                       |
| コメント：<br><p>The Ashanti greenstone belt of Ghana forms part of the Paleoproterozoic (Birimian; ~2.1Ga) terrane of the Leo-Man shield of the West African craton. Despite its importance in the appraisal of crustal growth of continents in the Earth's history, the Birimian magmatism has been surrounded with controversies, particularly with regards to its geodynamic setting. Two main models have been emerged in recent years: plume versus arc-related magmatism.</p> <p>The southern portion of the Paleoproterozoic Ashanti greenstone belt is characterized by volcanic lobes, which are made up of basaltic flows, andesitic lavas and pyroclastic rocks, and is intruded by granitoid suites and ultramafic-mafic rocks. Only limited literature exists on the geochemistry of the metavolcanic rocks and the ultramafic-mafic rocks. Isotopic data on the rocks are scarce, and the available data are mostly on the granitoids.</p> <p>In order to resolve these problems, Mr. Dampare carried out geochemical and Nd isotope analyses on the metavolcanics (basalt, basaltic andesite, and andesite), mafic to ultramafic rocks (gabbro, pyroxenite, and peridotite) and granitoids from the southern Ashanti greenstone belt of Ghana. On the basis of these data, he inferred the tectonic setting in which they were formed. The arguments he made were rational and well-founded on the data presented.</p> <p>He concluded that the studied rocks from the Ashanti greenstone belt were not plume-generated, but were derived through suprasubduction-related magmatism during the Paleoproterozoic. This contribution would be an important addition to our understanding of the Birimian magmatism.</p> <p>Mr. Dampare's work output has been very satisfactory and is certainly on course to graduate in 2008.</p> |                     |            |          |     |                       |

開催時間：11月16日 9時00分～12時00分

開催場所：理学部地球科学科第1ゼミナール室

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式1

平成20年2月7日

イニシアティブ実施委員長 殿

|           |             |   |
|-----------|-------------|---|
| 主指導教員     | 原田 勲        | 印 |
| 副指導教員     | 大嶋 孝吉       | 印 |
| 副指導教員     | 小林 達生       | 印 |
| アドバイザーボード | H,J Mikeska | 印 |
| アドバイザーボード | 西山 由弘       | 印 |

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |            |          |     |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|------|
| 専 攻                                                                                                                                                                                                                                             | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51417104 | 氏 名 | 宮崎 寛 |
| <p>発表題目：</p> <p>異方的ハルデン鎖における磁場誘起相転移とその磁場角度依存性</p>                                                                                                                                                                                               |                     |            |          |     |      |
| <p>発表要旨：</p> <p>宮崎寛君が行った研究について、約45分間英語でのプレゼンテーションを行った。</p> <p>1) <math>S=2</math>スピン鎖における<math>1/2</math>飽和磁化プラトーの出現についての理論的考察</p> <p>2) Eu化合物における磁場誘起価数とX線吸収スペクトル</p> <p>3) 1次元<math>S=1</math>スピン鎖NDMAPにおける高磁場相転移</p> <p>特に、3について詳しく解説した。</p> |                     |            |          |     |      |
| <p>評価できる点：</p> <p>多くの仕事をそれぞれのレベルでこなしており、十分博士に足る仕事を行った。特にコンスタン<br/>トに学会（国際会議を含む）に発表し、多くの実験家とも議論している。</p>                                                                                                                                         |                     |            |          |     |      |
| <p>今後改善すべき点：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アドバイザーに外国人がいるので、少なくともabstractは英文で書くべきである。</li> <li>・研究の結果と実験結果との整合性と、更に改善すべき点を明確にすること。</li> <li>・1次転移の取扱が十分でない。</li> </ul>                                                             |                     |            |          |     |      |

開催時間：2月7日 10時00分～12時00分

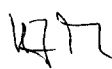
開催場所：コラボ棟共同研究室



# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式 2

平成20年 2 月 7 日

イニシアティブ実施委員長 殿

アドバイザーボード H.J. Mikeska 印 

|     |                     |            |          |     |                  |
|-----|---------------------|------------|----------|-----|------------------|
| 専 攻 | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51417104 | 氏 名 | Hiroshi Miyazaki |
|-----|---------------------|------------|----------|-----|------------------|

発表題目：

Field-induced phase transitions of the anisotropic Haldane compound, NDMAP

コメント：

In this thesis the quantum phase diagram of the antiferromagnetic anisotropic  $S=1$  (Haldane) chain in an external magnetic field is investigated using different theoretical approaches. This is a problem of actual interest both theoretically (in the context of quantum fluctuations and quantum phase transitions) and experimentally (related to experiments on the 1D magnet NDMAP). Miyazaki-san presents a convincing description of the effects which the two different chain systems existing in NDMAP in combination with the single ion anisotropies have on spin order and phase transition lines. In particular we now understand the so far unexplained phase transition at high fields as a transition where reordering of the magnetic momenta forming the sublattice magnetization occurs. In addition, the low energy excitations are calculated from an effective field theory and are shown to result in a consistent picture.

The thesis solves a puzzle which existed for many years. Also, it demonstrates that the author is able to learn and to apply important new theoretical methods, both numerical (DMRG) and analytical (effective field theory). The presentation of the essential points (behaviour of the magnetic moments with strength and direction of external field) is very clear. There are some points which could have been added (e.g. a discussion of the first order character of the transition using the free energy) but it is plausible that this could be hardly expected in the limited time.

Supplementing the calculations related to the  $S=1$  chain, Miyazaki-san did research on magnetization plateaus in the anisotropic  $S=2$  chain and on the valence transition in Eu. The corresponding results also document Miyazaki-san's ability to do high quality independent research.

The thesis work of Miyazaki-san certainly fulfils all criteria for obtaining the doctor degree which I am aware of.

開催時間：2月7日 10時00分～12時00分

開催場所：コラボ棟共同研究室

# イニシアティブアドバイザーボード 円卓会議報告書 様式1

平成20年 2月 27日

イニシアティブ実施委員長 殿

主指導教員 大嶋 孝吉 印  
副指導教員 跡部 紘三 印  
副指導教員 \_\_\_\_\_ 印  
アドバイザーボード 栗田 高明 印  
アドバイザーボード \_\_\_\_\_ 印

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |            |          |     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|----------|-----|----------------|
| 専 攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 先端基礎科学専攻<br>( 物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51419101 | 氏 名 | ラハマン アブ ジャイエット |
| <p>発表題目：<br/>Optical Vibronic Spectra in Reactor Neutron Irradiated <math>\alpha</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |            |          |     |                |
| <p>発表要旨：<br/> <math>\alpha</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (アルミナ) は、三方晶コランダム構造を持ち、電気的絶縁性ととともに、高い透明性と硬度を持つため、実用上の需要が多い物質である。原子炉中性子照射による研究は、生じる欠陥と物性の関係を調べる点で基本的で、先端的原子炉開発への応用上の重要性も持っている。<br/>         本研究は、京セラ社から供給された、純度の高いアルミナ試料を使用し、京都大学原子炉での中性子照射で生じた格子欠陥を対象として、吸収および発光スペクトルを光学的に測定し解析することを目的としている。格子欠陥のエネルギー構造と光学的なバンドとの対応関係を議論する必要がある。理論的な取り扱いには K.H. Lee &amp; J.H. Crawford の提案した酸素欠損から生じる F (2 電子), F<sup>+</sup> (1 電子) センターのエネルギースキームを出発点とする。これらは 4.8eV, 6.1eV の吸収バンドを構成している。実験的には、中性子照射した試料を、焼鈍し、吸収スペクトルや発光スペクトルの変化を追跡する。実際に室温から 10K までの低温測定により、励起や発光スペクトルの温度変化を調べた。これまでに、238nm 光源の励起により、360nm 付近にシャープな構造をもつ発光ピークを見出した。このような構造はフォノンとのかかわりが期待されスペクトルの温度変化から照射試料の Debye 温度が決定できると思われるが、他の測定手法（たとえば比熱）との関係が興味深く、照射試料の物性的な評価につながる可能性がある。今後光吸収測定や ESR 吸収測定などの手法を検討して、これらのスペクトル構造の起源を明らかにしたい。</p> |                     |            |          |     |                |
| <p>評価できる点：<br/>         まだ、1年目であるが、実際に中性子照射実験や光学スペクトル測定実験に参加し、具体的データ収集を行っている。また物質の理解に必要な理論的な学習を地道に行っている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |            |          |     |                |
| <p>今後改善すべき点：<br/>         研究している物質の、基本的な解析手法を身につけ、研究対象の物理的な内容をマクロな物性的視点だけでなくミクロな量子力学的側面から理解すること。研究物質の実用的な可能性も研究の重要な動機付けとなるので、意識して研究することが望まれる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |            |          |     |                |

開催時間：2月22日 14時00分～16時00分

開催場所：コラボ棟 3F セミナー室

# イニシアティブアドバイザリーボード 円卓会議報告書 様式2

平成20年 2月29日

イニシアティブ実施委員長 殿

アドバイザリーボード 栗田 高明 印

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |            |          |     |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|----------|-----|----------------|
| 専攻                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 先端基礎科学専攻<br>(物理学系) | 学 生<br>番 号 | 51419101 | 氏 名 | ラハマン アブ ジャイエット |
| 発表題目：<br>Optical Vibronic Spectra in Reactor Neutron Irradiated $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |            |          |     |                |
| コメント：<br><p>ラハマン アブ ジャイエットさんは、博士課程の研究テーマとして、中性子照射された酸化アルミニウムの格子欠陥の生成とその発光機構について、研究を進められている。また京都大学原子炉実験所で行われている共同利用実験にも積極的に参加され、さらに照射された試料について、岡山大学教育学部の蛍光測定装置を用いて、精力的に実験を行い、新しい実験結果もいくつか出ており、学会等で発表されている点は評価したい。</p> <p>しかしながら、現在までに研究を行った経験が浅いせいか、照射実験時の実験環境の理解や光学的測定で得られた実験データの物理的解釈や先行研究との比較検討等、未熟な点が散見される。今後、これらの理解に必要な理論的な取り組みや、得られた新しい結果を別の視点から検証するための手法等を計画し、扱う材料や物質の深い理解、必要な解析手法を身に付け、今後も研究に邁進していただきたい。</p> |                    |            |          |     |                |

開催時間：2月22日 14時00分～16時00分

開催場所：コラボレーション棟 3F セミナー室

## 4. 実習報告

### 4. 1 先端放射光科学実習



2つの放射光施設 SPring-8、HiSOR は、ともに新幹線、自動車等でわずか1〜2時間の距離に位置している。この地理的な優位性を生かして、岡山大学自然科学研究科先端基礎科学専攻では、教育研究に放射光施設を積極的に生かしている。たとえば、先端基礎科学専攻内には、放射光科学講座、先端 X 線物理学講座があり、放射光施設経験者 7 名を始めとする放射光科学の第一線の研究者を多数擁し、先端的な研究教育活動を担っている。

実習名 先端放射光科学実習

英文名 Advanced Synchrotron Material Science Course

単位 2 単位

担当教官 池田直、野上由夫、横谷尚睦、村岡祐治、平井正明他

開講時期 後期

授業計画 講義 6 コマ、HiSOR 実習 12 コマ、SPring-8 実習 12 コマ、合計 30 コマ

授業概要 将来放射光を利用した研究を行う上で必要な知識と経験を得る事を旨として、放射光に関する講義と先端放射光施設での実習を行う。講義では、放射光の基礎から、企業で行われている最先端の科学研究まで学ぶ。HiSOR における実習では、現代エレクトロニクス of 根幹物質であるシリコンの電子状態を光電子分光と軟 x 線吸収分光測定により観測する。リングな挿入光源が直視で

きる小型リングの特徴を生かして、放射光施設施設の仕組みや放射光施設を使用する時の考え方心構えも合わせて学ぶ。SPring-8 における実習では、JASRI/SPring-8 産業利用支援室のご協力を頂きながら、最先端の物質応用研究を行っている企業との研究に参加し、先端放射光の応用研究、産業界への役割を理解する。また日本の先端企業の活力を感じさせ、企業研究者の意気込み・志を伝え、産業界へのキャリアパスを構築する。

## 4. 2 SPring-8 (財団法人高輝度光科学研究センターJASRI)

高輝度光科学研究センター産業利用支援室と連携し、放射光実習を行っています。この放射光実習は、放射光を用い企業の先端的な研究に院生が参加するもので、放射光インターンシップとしての位置づけが可能である。

平成 19 年 11 月 10 日から 12 日にかけて平成 19 年度第 1 回 SPring-8 実習が行なわれた。7 名の修士一年生が参加した。実験の説明を JASRI/ SPring-8 の佐藤真直氏にして頂き、試料の調整は住友金属株式会社の正木康浩、土井教史、西原克浩各氏の指導を頂いた。試料は高性能光触媒であり、金属廻りの局所構造について BL14B2 で XAFS 実験をおこなった。測定は JASRI/SPring-8 の陰地宏氏ら、解析は佐藤真直氏らにご指導頂いた。光触媒の工業的な重要性などについても詳しい説明があり、学生は強い関心を持ったようである。

平成 19 年 11 月 19 日から 21 日にかけて平成 19 年度第 2 回 SPring-8 実習が行なわれた。今回も志望者が多く数理物理科学専攻 6 名物質生命工学専攻 1 名の修士一年生が参加した。実験の説明とシリコン上薄膜の切断を JASRI/ SPring-8 の広沢氏にして頂き、実験は旭化成工業株式会社の山崎輝昌、名雪健史 各氏および JASRI/SPring-8 の小金沢智之氏らの指導を頂いた。試料は有機薄膜またはシリコン薄膜であり、反射率測定と回折実験について BL46XU で計測をおこなった。測定は JASRI/SPring-8 の主に名雪健史氏ら、解析は広沢一郎氏らにご指導頂いた。薄膜独特の回折実験であり、単結晶とは違う全反射や反射率の振動などから色々な情報が得られる事に、興味を持った学生も多かった。

平成 19 年 12 月 10 日から 12 日にかけて平成 19 年度第 3 回 SPring-8 実習が行なわれ 8 名の修士一年生が参加した。工学部固体化学系や理学部地球科学関連からも参加者があり、実習担当者は大いに勇気づけられた。実験の説明を JASRI/ SPring-8 の広沢一郎氏にして頂き、試料の調整は出光興産株式会社の宇

津野太氏と広沢一郎氏の指導を頂いた。試料は液晶ディスプレイに使用する透明電極であり、金属廻りの局所構造について BL14B2 で吸収および蛍光 XAFS 実験をおこなった。測定は JASRI/SPring-8 の陰地や小金沢智之氏ら、解析は広沢一郎氏らにご指導頂いた。液晶ディスプレイ業界の詳細な実情解説や透明電極の工業的重要性などについても詳しい説明があった。

平成 20 年 1 月 31 日から 2 月 4 日にかけて平成 19 年度第 4 回 SPring-8 実習が行なわれた。今回はアドバンストコースということで、博士課程 3 年の山本健一郎君（先端基礎科学専攻）と博士課程進学希望の柿沼光之君（数理物理科学専攻）が参加した。最近話題になっている、有機非線形素子「有機サイリスタ」の動作原理の究明を目的として、低温で電流を印加した条件で BL02B1 で回折実験をおこなった。測定は JASRI/SPring-8 の伊藤崇芳氏らにご指導頂いた。

壊れやすい有機物の単結晶に低温に冷却する事により巨大非線形伝導が生じ、ブラッグ反射以外にも様々な電荷変調に関連する散乱が観測される事に、学生は強い関心を持った。

## 先端放射光科学実習のための講習会

先端基礎科学開拓研究者育成プログラムの一環として行われた先端放射光科学実習は、放射光を用いて世界的な競争力をもつ製品開発を展開する企業による、放射光研究の実習を行っている。これは放射光インターンシップとしての側面も持つ。この実習に先立ち、該当企業の研究内容を紹介する特別講義を「先端放射光科学実習のための講習会」と題して、11月1日に理学部大会議室で開催した。下記にプログラムを示す。

### 魅力ある大学院教育イニシアティブ 「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」 第二回先端放射光科学実習のための講習会

日時 2007年11月1日(木)12:00-15:45

会場 コラボレーション棟コラボレーション室

司会 実施委員会副委員長 野上 由夫

12:00-12:05 はじめに 野上 由夫

12:05-12:55 ご挨拶

-SPRING-8 産業利用の現状と将来展望-

JASRI/産業利用推進室長 渡辺義夫

12:55-13:45 鉄鋼（関連）材料開発と放射光 X 線分析の活用

住友金属工業株式会社 総合技術研究所 正木 康浩

13:45-13:55 休憩

13:55-14:45 XAFS による透明電極材料の構造解析

出光興産株式会社 中央研究所 宇都野 太

14:45-15:35 微小角入射 X 線による薄膜のキャラクタリゼーション

旭化成株式会社 基盤技術研究所 名雪 健史

15:35-15:45 おわりに 実施委員会委員長 原田 勲

## 第1回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

自然科学研究科 学籍番号 41419111 氏名 石本 祐太郎

11/10 から 11/12 まで大学院教育で SPring-8 に行ってイニシアティブ実習に参加しました。

この二泊三日のうち初日（11/10）に今回の実験 XAFS（X 線吸収微細構造）の説明、これから行われる実験がどうゆうものか、またそれによって何の情報が得られるかを学んで、二日目の測定に使われる試料ペレット作りを行いました。僕はペレット作りを経験した事がなかったのですが、粉末試料を秤量して、メノウ乳鉢で粉末試料を混ぜる作業は、普段の研究室での自分がやっている作業と同じだったので自信をもって作業に取り組めると思っていました。しかし、企業の方の説明を聞いていくうちに、普段の自分が行っている作業の雑な部分というのが浮き彫りになっていき反省する思いでした。普段の僕からするとメノウ乳鉢で混ぜ合わせる作業は、長い時間をかけて丁寧に混ぜ合わせました。そしてペレットの成型はペレットが割れないように細心の注意を払ってペレットを扱いました。ペレット 1 つ作るのにかなりの神経を使い混ぜ合わせる試料の重さ計算とペレットを二個製作して、気がつけば日付がかわっていたのには驚きました。久々にいい緊張感を持って集中して作業に取り組みました。

二日目（11/11）では昨夜みんなが作った複合酸化物系光触媒のペレット試料の XAFS 測定を行うわけですが、測定試料はベース酸化物に対して金属元素量を変化させた物、実用化を狙って加工の違う物、酸化させた物など 24 個の測定試料それを室温測定と幾つかの低温測定を行う予定で、測定回数は 30 回を超えるので XAFS 測定の経験がない僕は一日で終わられるものか疑問に思っていました。実際測定を行ってみると一回の室温測定にかかる時間というものが五分程度で次々と試料を交換できるので、こんなものかと安心しました。ただ自分が作った試料の測定時には、まともな結果が出て来るかどうかヒヤヒヤして待ちました。夜には大方の測定が終わり、最後に測定結果を比較検討することで自分が作った試料が今回こういった目的で測定され、結果がいかに妥当かどうか考察することができ、また SPring-8 や企業の方々から為になる話も聴けて非常に楽しかった。

今回のイニシアティブ実習をおえて一日目の終了時には、こんなにも疲れるものかと正直しんどいと思っていました。二日間おえて三日目の帰るときには達成感と充実感が溢れていました。いい意味で期待を裏切られた気分、このような実習経験というのは機会がそう無いので参加出来て本当に良かったと思いました。

最後になりましたが、今回イニシアティブ実習の機会を設けて頂いた大学の先生方、企業の方々また実験に協力くださった SPring-8 の方々三日間の間にたくさんの方々にお世話になりました。

本当に感謝しています、ありがとうございました。



## 第1回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理科学専攻 学籍番号 41419115 氏名 小松 拓磨

私の研究は、主に学内の装置を使つての物が多く、spring-8 のような放射光施設で実験を行うことは初めてで、二日間を通してとても勉強になりました。今回の実習は私にとってとても貴重な体験になったと思います。そして、この二日間の実習で学んだことは大きく3つあります。

まず一つ目は、今回の実習で使わせていただいたビームラインで行われる、“XAFS”についてです。簡単に言えば、物質の構造を局所的に解析する方法なのですが、今までこのような研究をしたことがなく、非常に興味を持ちました。また、流石と言うべきなのは、その測定の手速、質の高さで、世界レベルの装置を使っているという実感が持てて、とても良かったです。二つ目は、ペレットと呼ばれる今回 XAFS を用いて測定する試料の作成を行ったことです。こちらにも同様に、今まで作ったことがなく、新鮮な気持ちで取り組みました。また、この作成にあたり、参加したメンバーそれぞれが試料の重さ等を計算する所から行い、各人が試料作成を一貫して行うということは、その後の XAFS による測定に対しても意欲が湧き、とても良かったと思います。最後は、この二日間を通して指導、協力をしていただいた、住友金属の方々から得たことです。やはり、普段学内で研究を行っている私たちにとって、会社の方々からの意見はとても貴重なものでした。それは、今回の研究内容に関することから、実際、企業における研究という面まで様々で本当に勉強になりました。さらに、今回作成、測定した試料は、住友金属がこれから商用化に向けた物で、そういった現実に応用されるものを扱っているという点でも興味が持てました。

これらが、今回私がこの二日間を通して学んだことです。今回の実習にあたり、spring-8 に参加するまで、不安の面もありましたが、終わってみれば素晴らしい体験になったと思います。最後に一言加えると、ここまで spring-8 の実習は素晴らしいものと述べてきましたが、一日の作業時間も長く、大変な面もありました。しかし、それらを踏まえた上でも、今回の実習で得られるものは多く、価値のあるものであると思います。また、このイニシアチブは岡山大学の授業の1つであるのと同時に、特色にもなりえるととても良い授業だと思います。これからも、岡山大学の特色ある授業の1つとして、続けていてもらいたいです。

## 第1回 SPring-8 放射光実習において感じたこと

数理解物理学専攻 41419131 鈴木健太

HiSOR で事前に放射光の実験をして、実験も面白いと思っていたが、半年ほどたち、いざ SPring-8 に行くとなったとき、少し参加することに迷いがでた。理由として、HiSOR 実習から時間が経ちそのときの思いが薄くなっていたことや、自身の研究を進めたいという気持ちがあったからだ。また、企業の人がどれくらい本気で相手をしてくれるのかも分からず、あまり期待をしていなかったということもあるかもしれない。しかし、実際に SPring-8 に行くとそこには真剣な企業の方々があった。

今回の実験では複合酸化物光触媒の構成元素の組成比、結晶構造などを変えて、XAFS に効果がどうでるのかというものだった。学生は7人。それぞれに作成するサンプルを3つずつ。皆、1つは同じ配合比で資料を作ったのだが、そのすべてのサンプルの下準備が異なっていた。実際に資料を作っているときはそんなことは知らず、少し雑に作ってしまったのだが。また、資料を作るにあたり、資料の質を計算して求めるといった課題を用意してくれていた。ひととおり説明を聞いて、計算を始めたのだが、分からない点がいくつかでてきた。分からないことを質問したら、受け入れの人もすぐに的確な答えが返ってこなかったのだが、皆でアドバイスをしてくれ、また、後からしっかりと教えてくれ、皆でやろうという気持ちを感じることが出来た。

今回の実習で、他の研究室の人との交流も貴重な体験だったと思う。私は、理論の研究をしているので今回の実験で行うことがほぼ全て初めての経験であった。だから、人に聴いたり、人がやっているのを見たりして実験をしたのだが、実験の研究をしている人たちでも研究室によってそれぞれの専門があり、やり方、考え方があり面白かった。こういった経験は研究室に配属されてからなかったことなので互いにどんなことをやっているのかを知るという点でよかったと思う。

また、特に印象に残ったのは企業の方々の細部まで注意を払い、出来るだけ効率的にやろうとする姿勢だった。資料作成のときについてくれた方は、細かい人らしいのだが、計量から測定資料が出来上がるまでほとんどの作業でアドバイスをいただき、その1つ1つが納得させられるものであった。後で聞いた話なのだが、しっかりとした結果を出すため、もしくは、でなかったときにその理由を考えると全てが正しい加減では原因が分からないからだそうだ。その方は主に測定資料を作る人なのだが、実験を行う1つの作業のスペシャリストとしての責任や誇りのようなものを感じた。

企業だけに限ったことではないのかもしれないが、合成や資料の作成、測定などそれぞれの作業に、それぞれの専門家がいた。実際には自分以外の領域についても知っているので、専門家ではないのだろうが、やはり自分の領域のことになるとすごいと思わせられることが多かった。そして、それぞれが連携して1つの実験を行っている。人間関係が大変だとは言っていたが、これを一つの組織の中で行うのが企業なのだなと思った。

今回の実習は、HiSOR のときとは異なり、より大きな施設を使い、より大きな組織で行われたことにより、実験の一連の流れを感じることが出来た。また、実際に実験を行っているプロがどういったことを考え、実験を行っているのかを知ることができ、研究を進めていく上での手順や心構えみたいなものを教えもらえた。就職をするか、進学するかといった進路に関し考えさせられるものがあった。

最後に、あまり気が進まなかった実習を行った後の感想として、皆で実験することはやはり楽しく、こうした大規模な施設で実験を行い、貴重な経験を得ることができよかった。

## 「第1回 SPring-8 先端放射光実習 燃料電池の XAFS with 住友電気について」

41419123 深石 翼

今回、先端放射光実習という事で 11/10~11/12 の 3 日間の間 Spring-8 の BL14B2 で実習を行いました。BL14B2 は硬 X 線を使った X 線吸収微細構造(XAFS:X-ray Absorption Fine Structure)の実験を行うことが出来、その実験で得られたデータから試料の構造がどのようなになっているかが分かるといった仕組みになっています。今回の実習では、私は複合酸化物光触媒について、その組成比に応じてペレットを作製し、測定するという実験を行いました。

まず、ペレットを作製するという事についてですが、これにはまずペレットの厚さから使用する試料の質量を計算から出さなくてははいけませんでした。計算式は与えられた式を用いたのですが、それにはユニットセルの情報やユニットセル内にいくつの分子が入り込んでいるか等の情報を考慮した上で計算を行わなくてははいけません。そして、計算から得られた情報を基に、電子天秤で試料の質量を測っていきます。また、計算から得られた資料自体の厚さに伴った  $\Delta \mu t$  という値から、ペレットの厚さを稼ぐために混ぜ込む BN の質量もまた計算します。以上のことから、「試料の質量」+「BN の質量」を足し合わせた値がペレットの質量となります。こういったペレット作製を全部で 3 回行いました。

ペレットというのは研究室内で一度経験したことがありましたが、そのときは試料等の必要な計算はしてあり、私はただペレットを形成することだけ行ったので、ペレット作製を一からやれたというのは非常に新鮮でかつ勉強になりました。また、私の研究テーマは主に試料作りとなっているため、おそらく一緒に参加した人たち以上勉強になったと思っています。時間の事や企業の方達に関連することになるので仕方ないと思いますが、今回測定するに当たって用意された試料の粉末をどのような手段で作製したのかという事から、要するに今回用いた試料をすべて自分で用意するという所から実験を行えたらよかったなと思いました。

次に測定に関してですが、今回は BL14B2 での測定だったので、試料のセッティングやらは特別難しいことはありませんでした。ただ、初めて硬 X 線を使用した BL で実験をしたので、そこに関しても非常に勉強になりました。装置の入っている部屋からの退出に関する手順等や試料のセッティング自体の手順等に関しても同様に、非常に勉強になりました。

測定に関して難しいと思ったことは、実験で得られたデータをその場で簡単に解析を行うのですが、その手順を覚えることが難しかったです。元々暗記は得意ではないので、尚更難しかったです。また、得られたデータには振動した曲線が描かれているのですが、その振動にある関数を用いた直線をフィッティングして解析を行うのですが、そのフィッティングは解析する人の感覚で行う、要するに「人によって解析結果が異なる」ので、どれくらい時間をかければよいか、どれくらい厳密に行えばよいか等、色々考えさせられました。

今回の実習に関する感想としては、Spring-8 では実質初めての実験だったので、非常に楽しかったです。また、少なくとも企業に入って研究を行うにしても、こういった雰囲気で行っているかという事は感じる事が出来たと思います。

次に、様々な研究室から実習に参加する人が集まって一緒に実験を行うことは中々無いので、そういった所も楽しかったです。特に、実験系の人と理論系の人が一緒に実験を行うことなんて稀だと思うので、凄く新鮮でした。

## 第1回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理学 専攻 学籍番号 41419126 氏名 山口毅典

今回の先端放射光実習において私は測定データの解析にほとんど携わらなかった代わりに、他のメンバーの誰よりも多くサンプルの準備をすることになりました。その理由は、他のサンプルに比べて、私が担当したサンプルは準備が多少難しく、今回のメンバー中で私だけが、失敗をしてしまったからでした。

実験で失敗をすることはできるだけ避けたいということは当然のことですが、私はこの失敗のおかげで貴重な体験ができたのではないかと考えています。その理由は2つあります。

1 つ目は今回の実習中の 24 時間という限られたマシンタイムで本来ならば、私がしなければならない解析を誰がやってくれたかということです。それをしてくれたのは、今回の実習メンバーの仲間たちでした。限られた時間の中で、迅速に実験を進めなければならない状況で、一人の人間がサンプルの準備と解析を同時進行で行うことは不可能と判断するとすぐに、私のところに来て「俺が解析してしまってもいいかな？」と聞いてくれました。このような非常に迅速かつ柔軟なバックアップがあるということは実験にのみに限らず、様々な場面で仲間が非常に重要であるということがわかる素晴らしい体験だったと思います。

2 つ目は私がサンプル作りでひたすらに乳鉢を擦っていたときの話になります。私は一人で乳鉢を擦っている時に企業の人と雑談をしていました。その内容は、今回の実験に携わっている企業の方はそれぞれどちらの出身で学生のころにどのような研究をされていたかについてでした。そのような事について話すうちに物理学科を出てその技能を産業の世界でどのように生かせるのが、何となくではありますが、見えてきました。この体験はずっと大学の実験室の中で実験しているだけではできず、企業の人との交流があって初めてできる経験です。このように自分たちが今まで培ってきた技能をどのような場面で生かすことができるのかを認識するという体験は就職活動を間近に控え、これからの進路について迷っている私たち修士1年生にとっては非常に重要な体験でした。

以上のような貴重な体験を実験の失敗がきっかけとは言え、できたことは非常に良かったと思います。

## 第1回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理解物理学専攻 学籍番号 41419127 氏名 横田祐輔

私は、'07年11月10日～11月12日の間、SPring8へ先端放射光科学実習に参加しました。今回は、BL14B2で住友金属様、JASRI様の指導のもと、試料の重量計算、ペレット作り、XAFS測定の原理、作った試料のXAFS測定を教えてくださいました。

XAFSに関しては、今まで使ったことがなく、まったく未知だったのですが、分かりやすく教えていただき、測るまではできるようになったと思います(室温ですが)。解析についてはまだまだです。最後に測定結果の簡単な説明をしていただき今回の狙いがわかり、とてもよかったです。また、試料のペレット作りでは、適正重量の計算・秤量・混合・ペレットという段階で作成しました。私は大学で試料ペレット作りの経験があり、企業の方に教えていただいたものとほぼ相違なかったのですが、一つ一つに工夫があり、そしてなによりも試料の扱いが丁寧でした。

この三日間を通して、私は大学で、試料・実験道具の扱い方を見直す必要があると思いました。試料・道具を取り扱うときは必ず手袋をして、試料に触れないようにするという配慮が多分に欠けているということを思い知らされました。また実験後には、道具のメンテナンスを必ずするというのも重要です。そういった地味な作業が私には、欠けていました。このように思えたことが今回一番勉強になったことです。実験者にとって当然のことができていない自分を感じることができました。これからは、この経験を生かしていけるように、実験にとりいれていきたいと思いました。またXAFSに関しても、これを機会に測定に関しては原理などいまいちなところが多くあり、また、得られたグラフからどのようなことが分かるのかなど分からないところが多くあるので勉強して理解していきたいと思います。

このイニシアチブ先端放射光 SPring8 実習では、得るものが多くとても有意義なものだったと思います。SPring8には研究室から何回か行っていたのですがBL14B2は、初めてでとても勉強になりました。また企業の方達と話せたり、また企業で研究している実験と一緒にできたりと滅多にない機会なので、とてもよかったです。大学内で実験をしているばかりでは、自覚できないことが多く発見でき、いい刺激となったので参加してよかったと思います。

## 第1回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理科学専攻 41419128 吉田 力矢

私は平成 19 年度 11 月 10 日から二泊三日の日程で、文部科学省平成 18 年度「魅力ある大学院教育」イニシアティブ：先端基礎科学開拓研究者育成プログラムの一環である先端放射光科学実習に参加した。今回はご協力いただいた住友金属、SPring-8/JASRI の方々を講師に迎え、様々な光触媒サンプルの構造解析を XAFS (X-ray Absorption Fine Structure) という方法を用いて行った。

光触媒は、例えば住宅の壁に塗っておくと汚れがつかない等、様々な生活環境での応用が可能である。しかしながら、光触媒は最も便利な可視光領域で活性なものを作ることが難しく、さらに実用化のためには物の表面に薄く塗られた状態でも十分な機能を示す必要があるため、その開発には困難を要する。住友金属では、光触媒として知られていた  $\text{TiO}_2$  (酸化チタン) ベースに金属元素を添加し複合酸化物とすることでその機能を高めることに成功している。しかしながら、光触媒を製品にするためには更なる機能性の強化が必要であり、添加した金属元素がどのような配位環境で存在しているかという事や、添加した金属元素の量比と構造の関係、低温での挙動、また作り方 (プロセス) の違いにより出来上がったものに構造に変化があるかなど様々な情報が必要になる。XAFS は上に述べたような情報を得るのに非常に適した実験手段であり、しかも SPring-8 のような高輝度硬 X 線を作る事ができる放射光を光源として用いることにより、XAFS の測定時間が大幅に短縮されるため、多くの試料の測定が可能である。

今回の実習の最も重要かつ良かった点は、学生たちが多くのことを自分の目で確かめ、実際に手を動かしながら学ぶ参加型の授業であったことだと考える。XAFS は自身や他の参加者にとって今まで経験したことのない実験であったが、実際のビームラインを使った講師の方々の説明は非常に分かりやすく、放射光の連続スペクトルから様々な分光過程 (スリット、結晶分光器、ミラーなど) や検出過程を経て、データが出てくるまでの一連の流れを具体的にイメージできるようになったことは大きな収穫のひとつである。放射光を使った実験はビームタイム等に制限があり、その機会が非常に少なく、まして今回のように新たな実験手法を学ぶことは大学院生にとって非常にまれなことである。その点においても新たな手法を、しかも実際の企業での製品開発のテーマで実験を行い、サンプルの準備、測定、解析と一連の作業を学生がおこなったことの価値はとても大きく、私も含め、参加者全員が自分自身のキャリアを考える上での参考にもなったと思う。

さらに欲をだして希望を述べるとすれば、データのさらなる解析や議論を行ってみたかったことが挙げられる。今回は日程の関係や企業と連携していたこともあり、EXAFS のデータを解析しただけで、XANES のデータを詳しく解析・議論するようなことはできなかった。企業との連携の中で許される範囲のことはできたと思うし、XAFS のデータをどのようにみればよいかということは初心者が簡単に学べることではないかも知れないが、自分たちがとったデータを実際に詳しく解析や議論したりする機会があればなお良かったと思う。例えば、自分たちが持ち帰っても差し支えがなく、かつ一般に構造等が理解されている参照物質などのデータを取らせてもらい、皆でそのデータについて議論をすることなどができれば理解はさらに深まると思うし、今後の可能性として考えられると思う。

もし今後、放射光施設で同様の実習があったとすれば、私はぜひもう一度参加したいと思う。自身の大学の枠を超えて、初めて出会う人たちと一緒に新たなことを学ぶ機会を得たことに感謝し、そしてもっと様々な測定手法や分野、さらには放射光施設以外の場所でも同様の参加型の授業・実習が増えることを望む。

## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理解物理科学専攻 学籍番号 41419112 氏名 入江 祐太

実習では Si ウェハの反射率測定、サファイア基盤上に成長させた Si の面外及び面内方向の x 線回折測定を行ないました。Si 薄膜の反射率測定では Si ウェハの切り方からデータの解析まで詳しく教えていただきました。Si ウェハを使うのは初めてで、Si ウェハが結晶軸の方向にほとんどまっすぐに割れたときは感動しました。測定では実験ハッチの説明や試料のセットの仕方、アライメントの方法などを教えてもらい、各自で自分の切った試料を測定しました。その結果から膜厚と密度を求めたところ、私の測定した試料は膜厚が 112.9 nm, 密度が 1.50 g/cm<sup>3</sup> でした。

次にサファイアの R 面上に成長させた Si の x 線回折測定を行ないました。この試料は約 900℃ でサファイア上に Si を乗せたもので、温度が下がるとともにサファイアが収縮し、それに伴って Si の ab 面内も収縮、c 軸が伸びたものです。この結晶構造の変化に伴いバンド構造も変化し新たな物性を示します。今回の実習で私たちはサファイア基盤上の Si の面外及び面内方向の x 線回折を行い、格子間隔  $d$  を求め、面外と面内とで比較しました。その結果、面外方向の格子間隔は  $d_c = 1.3598 \text{ \AA}$ 、面内方向は  $d_{ab} = 1.3484 \text{ \AA}$  と求まり c 軸方向が伸びているということが確認できました。

私はこのような x 線回折実験をほとんど行なったことがなかったため、わからないこともあったけれど、ビームライン担当者の方や企業の方にいろいろと教えていただいて大変勉強になりました。特にサファイア基板上に乗せた Si の x 線回折測定では面内と面外とで格子間隔が変化しているのがよくわかりましたが、格子間隔がわずか 0.01 Å 程度違うだけで物性が変化するというのが興味深かったです。

他にも液晶配向膜の話や x 線を用いた解析が企業でどのように使われているのかなど、学校では聞けないような話も聞くことができ素晴らしい実習になったと思います。また企業の方やビームライン担当者の方がとても熱心で楽しそうに実験をされている姿を間近で見ることができ、私もこんな研究者になりたいと思いました。

## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

物質生命工学専攻 43419427 小川 翔

今回の実習ではシリコン上にポリイミドの薄膜を施したもののX線反射率測定を行うということで、まず1日目は測定する試料の切り出しを行いました。練習用のシリコンで、どうきったら上手に切れるかわからなかったのですが、切り方を聞いた時は単結晶だから、ある決まった方向にしか割れないので、その方向に少し切れ目をいれ、手で引っ張り割ると簡単に割れました。きちんと考えれば教わらずに分かるはずだけど、試料の切り出しなど扱う時には、扱う前にその試料の性質をよく考えたほうが良いということがよく分かりました。本番の試料は8個あり、一人一個で、そのうち二つが同じものどうしで、測定を行うと、同じ結果を得たものが同じ試料であるかを判断しようというものでした。本番の試料は大きめに切り出さないといけなく、切れる回数が2~3回ほどしかなく、きれいに切れるかどうか緊張しましたが、全員1回目できれいに切ることができ、安心しました。そして、2日目の測定までに知識を深めてくるということで、宿題が出されました。シリコンはダイヤモンド構造なので、ダイヤモンド構造のX線をあてた時の出現する面、消滅する面はどれかというものでした。ダイヤモンド構造の構造は少し複雑で構造因子からどの面が出現するか、消滅するかというのは僕にとっては難しかったです。2日目から測定を行いました。X線反射率を測定し、その全反射臨界角を測ることで密度、またフリンジとよばれる周期を測ることで膜厚がわかるというものでした。まず試料を試料台に両面テープでつけました。普段の実験では粉末でX線回折を測定しているのですが、その時と違って、薄く長いものをテープでとめると歪んでしまう可能性があるということが分かりました。測定を行うと全反射臨界角はきれいに現れました。またフリンジは最初きれいに現れていたのですが、途中からはきれいなフリンジが得られませんでした。つぎにこの結果のフィッティングを行いました。全反射臨界角はきれいにフィッティングすることができ、膜密度は  $1.5000\text{g/cm}^3$  ということが分かりました。フリンジは途中からきれいな周期になっていないので、表面の粗さ具合を大きくしていくとだんだんフィッティングできていき、表面が粗いということがよく分かりました。フリンジから膜厚が  $183.71\text{nm}$  ということが分かりました。次に行ったのは、シリコン、ZnO、サファイア基板上のシリコン、またそのサファイア基板の4種類で out-plane と in-plane の2方向でX線回折を測定し、ab面とc面の違いを見ました。僕のおこなったのはサファイア基板でした。サファイア基板は作製の過程でab方向が縮み、それに伴ってc面が伸びるので違いが読み取れるはずである。しかしサファイア基板は半価幅が小さく、確実に検出できる方法で測定を行うと75分もかかってしまうというものでした。この時間の間に食事に行ければよかったのですが、食堂は閉まっていて、最初にこの時間に食事にしようとか決めていても、時間がおしてしまっても予定通りにすることは難しいことなんだと聞き実感しました。今回は色々な話が聞けたり、測定を行ったり、考えさせられたりして有意義な実験ができたと思います。企業の方の教えてあげようという熱意がすごく伝わってきました。



## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

物質生命工学専攻 学籍番号 43419446 氏名 菅野達也

SPring-8 には以前にも 2 回ほど実験のために来たことがあったが、詳しくは測定の原理がわからないまま同じ実験の繰り返し、ただ作業をしていただけだったため、あまり楽しくなかった。そのような経験があったことと、実習に関してほとんど事前情報をもっていない状態で参加したため、今回の実習もあまり期待していなかった。しかし、実際に実習に参加したあとの今の感想を言うと、非常に有意義だったと思う。

これまで、私がやっている研究は実験中心で装置の使い方だけ学び、理論は後から少しずつというやり方だった。しかし、今回の実習では装置の使い方だけでなく、測定の原理についても基礎から丁寧に教えてもらえて、今まで曖昧な理解で使っていた X 線回折のことがよくわかった。Bragg 条件、構造因子、消滅則、格子定数などなんとなくはわかっていたが、いつも計算はコンピュータ任せだったので計算方法については曖昧だった。しかし実際に自分の手で計算してみるとより深く理解できた。こういう機会でもないとなかなか勉強することができない。この経験が、測定結果がおかしいなど何かトラブルが起きたときに必ず役に立つと思う。

また、実習で主に使ったサンプルがサファイア R 面基板上に作製した Si 半導体薄膜だったことも私にとっては幸運だった。というのは、私が普段研究しているものがサファイア C 面および R 面基板上に作製した鉄チタン複合酸化物の磁性半導体薄膜だからである。そのおかげで薄膜作製の予備知識（エピタキシャル成長、格子定数のミスマッチなど）があったため、初めにあった企業の方たちの研究成果の説明が理解できて、とても興味をひかれた。その研究の内容はよく覚えている。サファイアは六方晶のコランダム構造、Si は立方晶の面心立方格子と、構造がぜんぜん違うがサファイア単結晶を斜めに切り出した R 面ならば Si (100) の原子の並びとほぼ同じになる。これを利用してサファイア R 面上に Si 薄膜を作製することを考えついた。しかし、サファイアの a 軸長さ、b 軸長さが、Si と比較して約 15% 短いので、うまくエピタキシャル成長させることが難しく、アモルファスになってしまう。いろいろと試行錯誤した結果、成膜温度を 900℃ まで高めるとうまく Si 薄膜が結晶化する。その理由は、温度の上昇に対して Si の格子は小さな増加しかしなのに対して、サファイアの格子は大きく伸びるため、Si とサファイアの ab 軸長さはほぼ同じになる。このため、この状態ならば基板と膜のミスマッチが小さく、エピタキシャル成長させることができ、成膜後に温度を下げるとサファイアの軸が縮むのに引っ張られて結晶格子の歪んだ Si 薄膜ができる。これによって通常の歪んでいない Si 薄膜よりも優れた特性が得られる。このように近い分野の研究結果を知ることは、自分の研究を続けていくためのいい動機付けになる。実際の実験では時間のかかる大変な測定、失敗や苦労の方が多いが、こういううまくいった研究をきくとまた、自分の研究もいつか成功するかもしれないとやる気がでてくるものだ。

測定については、2 種類の測定を行った。一つ目の反射率測定で薄膜の膜厚と密度がわかり、自分の薄膜サンプルにも利用できるかもしれないと思ったのでしっかり測定原理を理解しようとした。X 線強度のフリンジの、振幅の減衰から表面粗さが、振動周期から膜厚が、反射臨界角から密度がわかる。膜厚については、厚さによって光路差が変わるので、反射した光が干渉したときの強めあう部分と弱めあう部分が違うので振動周期が変わる。ということが理解できた。表面粗さと密度については、なんとなくしかわからなかった。いつか必要になったときに勉強しようと思う。2 種類目の out of plane 方向および in plane 方向の X 線回折では、もう前半の実験で測定原理を理解しようとはがんばりすぎた上に、夜遅くになって疲れていたこともあってあまり細かいことは覚えられていない。最後には時間がなくなって in plane 方向の測定はうまくいかないまま終了したが、それもまたいい思い出だ。

実習以外にも、旭化成の方たちの研究の苦労や製造現場での仕事の面白さ、就職して仕事をするときに何が大事なのかという話も聞けて、いい経験になった。参加してよかったと思う。

## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理学専攻

学籍番号 41419116

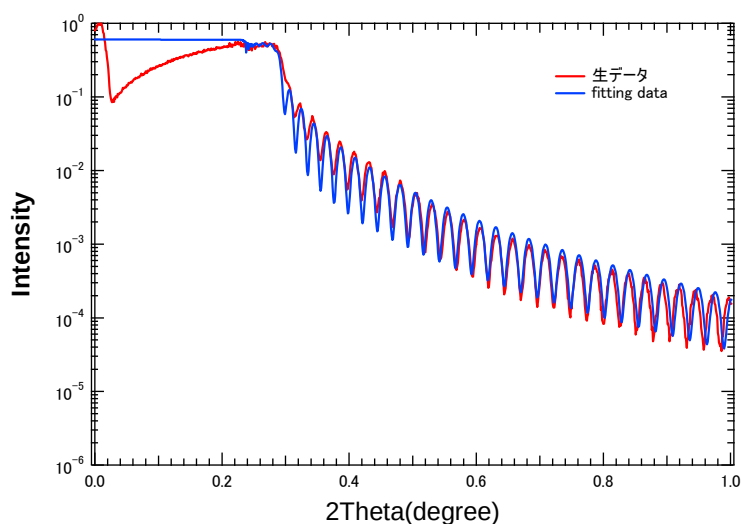
氏名 佐伯 邦成

今回の放射光実習では旭化成の名雪さんや SPring-8 の広澤さんなど現場の技術者の方たちに色々と指導を受けながら実験を行いました。普段、一般の企業がどんな実験装置を使い、どのように実験を行っているのか、また、どのように解析を行っているのか、そして何よりその結果をどのように生かし社会に役立っているのか、など多くのことを学ぶことができ、非常に有意義な実習であったと思います。特に今回は、歪がかかった薄膜の評価、解析という実習などを行い、今、自分が行っている実験とよく似ていたのと、名雪さんや広澤さんは非常に丁寧に教えていただいたこともあり、とてもわかりやすく意味のある楽しい実習を行うことができました。本当に多くのことが得られたと思います。僕の得たものの中で今回最も大きかったものは、企業で行われている実験、解析などの一部に直接触れることができ、それを現在自分が行っていることと重ねることができたことだと思います。今、自分が行っている実験は結局学生という限られた立場、社会人のように利害の生じる立場とは明らかに異なった立場なので、将来自分が研究者となった時にどのように役に立つのかよくわかっていませんでした。正直なところ、今やっている実験や解析や発表などは、企業に入ってするそれとは全く違うだろうと考えていました。しかし、何のために実験をするのか、得られた結果が何を意味するのか、この結果を踏まえこれからどうするのかといった流れ、考え方の中で必ずどこかに、今自分のやっていることと同じようなことが含まれていることを感じました。将来企業に入ることがあるとするならば、そのもの造りの過程の中で今自分が行っている研究は必ず役に立つことがあるということを実感しました。また少ない時間でありましたが、多くの貴重なお話も聞けることができました。技術者として何が最も大切かといった話や、企業では大学とここがこう違うといった話など多くの話から企業の厳しさ、面白さを伺うことができました。そういった話の節々や実験に対する姿勢などから、これから社会に出て行く技術者として必要なことは何なのかということを教えてもらったと思います。特に今回は実習も時間を大幅に超えて行われましたが、予定の時間をオーバーしても途中やめにするのではなく、逆にますます実験にのめりこみ力が入っていくその姿から技術者として最も必要なことはたとえどんな結果でも、どんなトラブルが起こってもいつま

でたっても実験そのものを楽しめることができることだと教えてもらったような気がします。実験については SPring-8 の放射光を利用して反射率測定や X 線回折測定を行ったのですが、SPring-8 は光の強度も強く、装置も整備されているので高精度の結果が得られ、その実験や解析はとても簡単に早くよい結果がでるものだと思っていました。しかし、そういうわけではなく、高精度だからこそ実験は非常に難しくデリケートで結果もなかなか思うようにはいかない、いつも以上に測定に気を使わなければならない、特に SPring-8 では時間が限られているので思うような結果が出ないときには様々な原因を素早く考えなければならないのだということ、高性能なら高性能に見合った考え方をしなければならないということを強く感じました。同時に、ここで感じ、学んだことは今後に生かせる、こういったキャリアを積んでいくことにより、一步一步成長していくのだなとも思いました。

今回の実習は幸運にも自分がこれまでにやってきたことと関係の深い内容の実習でした。そのためかなり理解できましたし、その分とても楽しい実験になりました。名雪さん始め企業の方や SPring-8 の方も熱く、楽しく話してくれて、今後の自分にとってためになる話をたくさん聞くことができました。このような機会を与えてもらえて本当に良かったと思いました、この経験は今後生かせていけると思いました。

#### 反射率測定



フィッティングの結果、①の試料は膜厚 205.7nm 、密度 1.535g/cm<sup>3</sup> であることがわかった。

## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

自然科学研究科 数理物理学専攻

41419119

田嶋 光俊

今回の先端放射光科学実習は、企業の方とともに実験を行うことのできる非常に有意義な機会になりました。

実習内容は、X線反射率測定とX線回折測定。X線反射率測定は一度の測定で膜の厚さや表面・界面の粗さ、密度など、多くの情報を得られる測定手法で、薄膜の評価手法としてしばしば用いられています。現在薄膜技術は、液晶テレビの透明電極や太陽電池など身近な様々なものに応用されていて、それらの製品の評価方法として今回の測定手法は非常に有用な測定手法です。

実際の実習では、Si基板上の有機薄膜のX線反射率測定とZnOのX線回折測定を行いました。X線反射率測定は今まで一度も行ったことがなく、僕にとっては実習で行うにはとても良い題材でした。測定中に出てくる疑問や測定とは直接関係のない質問などにも、企業の方やビームライン担当の方々がその都度親切に教えてくださり、実験と講義を同時に行っているようでした。普段大学で勉強をしているときには理解できないことも、今回のように実習しながら自分の体で体験・実感することで初めて理解できました。逆に、今まで自分がどれだけ理解したつもりでいたのかということを実感させられる良い機会になりました。

また、今回の先端放射光科学実習では、研究におけるテーマ選びやそのテーマに対する問題意識の持ち方は重要だということを学びました。なぜこの研究をするのか。なにがおもしろいのか。研究を行う上でどんな問題があるのか。また、どうすればその問題を解決できるのか。どこに向かっているのかわからない研究と、向かうべきゴールがはっきりとしている研究とではモチベーションも得られる成果も大きく違ってきます。特に企業では、研究にはその意義だけでなく、成果と利益を上げることが重要になります。初めのテーマ選びが上手くできていないと成果が出てても利益に繋がらなかったり、それ以前にプロジェクトとして成立しないということにもなりかねません。そうならないためにもテーマ選び・問題に対する姿勢というのは非常に大切なことだと感じました。

この実習で学んだことを活かし、今後研究を行っていくときにも、ただ実験をこなしていくのではなく、その意図をこれまで以上に深く先まで見据えて取り組んでいこうと思います。また、今回の実習で学んだことはこれからの学生生活だけでなく、就職してからも生きてくると確信しています。

放射光実習は学生が企業の方々の研究を間近感じられる数少ない機会です。企業の第一線で研究をなさっている方々のお話を目の前で、しかも実演付きで聞くことができる機会などそうそうあるものではありません。これからもこのような機会があればぜひ参加したいと思います。

## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

自然科学研究科 数理物理科学専攻 学籍番号 41419133

氏名 難波 優輔

見学などで SPring-8 へ行って蓄積リングの中にあるアンジュレータやその他の装置を見させてもらい、どんなことが行われているのか聞かせてもらったことや SPring-8 で行われた実験結果を見て、コンピュータを使ってそのシミュレーションをすることはあっても理論研究室に所属している関係上 SPring-8 で実際に実験をしたことはありませんでした。

実験をすることについては学生実験でやった室内での実験ぐらいで上述のように SPring-8 のような大型の実験施設での経験がほとんどなく、今回の実習で使われた X 線回折法や試料の作成法など普段の研究生活では使わないような知識が多かったのが不安も多く、戸惑うことも多々ありましたが、今回お世話になった旭化成の人達や SPring-8 の人達の熱心なご指導により無事に実験することができてとても感謝しています。

この実習を通して SPring-8 の放射光を用いた実験はどのようにして行われるのか、限られた時間の中でいかにして実験データを取るのか、食事や睡眠を惜しんで実験データを取るということがどんなに大変なことであるか、より良い実験データをどのようにすればいいのか、思ったような結果が出なかった時の苛立ちや逆に精度のいい実験結果が出た時の喜びなど様々な経験をすることができました。

前回の Hi-SOR 実習も非常にいい経験ではありましたが、あくまで大学での研究の範囲で放射光を用いるための内容だったと思います。しかし、今回は今まで DVD などではしか見ることがなかった大学での研究とは違った企業の産業利用のための研究に実際に触れることができたということは非常に有意義なものでした。

また、今回の実習でご指導してくれた旭化成の人達の中には理論家の方もいらっしゃっていて企業における理論家の仕事の話なども聞くことができました。博士後期課程に進学する予定ですが、その後の進路について参考になるのではないかと思います。

そして今回の実習が終わった後に今後機会と余裕があるならば今回行われた X 線回折法だけではなく、自分の研究に関連した実験を実際に経験することや多くの施設に行ってその他様々な実験を体験することもやってみたいと思いました。

どういう形なのかは今のところ思いつきませんが、今回の経験が今後の研究に生かすことができるように励んでいきたいです。

## 第2回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

自然科学研究科 数理物理科学専攻 学籍番号 41419124 眞鍋博紀

今回の SPring-8 実習で、Si 基板上の薄膜評価、Si などの X 線回折を行いました。はじめての放射光施設での実験、また企業の方との実験ということで、わからないこともたくさんあり大変でしたが、放射光を用いた研究を自分たちの手で行え、また、企業研究というものを知ることができ、とても有意義な実習を行えたと思います。

Si 基板上の薄膜評価では一人一つずつサンプルを用意してもらい、測定に用いるためにサンプルを切断する段階からやらせてもらいました。自分は薄膜のサンプルを扱ったことがないので最初は戸惑いましたが、結晶方向にあわせて切断するととてもきれいに切ることができるとわかったときはとてもうれしかったです。Si を練習としてたくさん切らせてもらえたので、いい経験になりました。

実際 SPring-8 の中に入ると、放射光施設の大きさにまず驚かされました。放射光施設での放射光を用いた実験を行う上での、注意点や気をつけることなど丁寧に教えてもらえたので、よく理解できました。実際の測定も自分たちの手で行いました。薄膜の評価を行うために、サンプルを取り付けて、測定を始めて、たった数分でデータが取り終わったのにとっても驚きました。またそのデータから薄膜の膜厚、密度、汚さなどのその薄膜の特徴がすぐに読み取れるので、すごかったです。

次に、Si の単結晶の X 線回折実験を行いました。そこで放射光の指向性の強さのあまりスペクトルの幅が小さすぎ、ピークが見えてこないということに放射光のすごさを感じました。X 線を用いた実験をいつも行っている友人も驚いており、いつもやっているデータはもっとブロードになると言っていたので、放射光のすごさをあらためて感じました。

今回の SPring-8 実習では企業の方、SPring-8 の方が本当に丁寧に教えてくれたことに感謝しています。いろいろな企業研究の話や放射光を使った実験の話などためになる話をたくさん聞かせてもらいました。なによりも企業の方、SPring-8 の方が本当に楽しそうに実験を行っているというのが最も心に残っています。自分も企業研究にとっても興味がわきましたし、こんなに楽しく仕事ができたらいいなと思いました。貴重な SPring-8 のビームタイムを使わせてもらうこのような機会があり、本当に良かったと思います。

# 先端放射光科学実習についての報告

自然科学研究科数理物理科学専攻 41419125 道内 尊正

2007 年 11 月 23 日

## 1 実習内容

SPRING-8 のビームライン BL46XU で、薄膜構造評価用 X 線回折装置 (リガク製 ATX-G) によって、GIXR (Grazing Incidence X-ray Reflective Technique) による Si 基板上のポリマー薄膜の評価を行った。X 線反射率の解析により、全反射臨界角から薄膜の密度、振動の周期から膜厚を

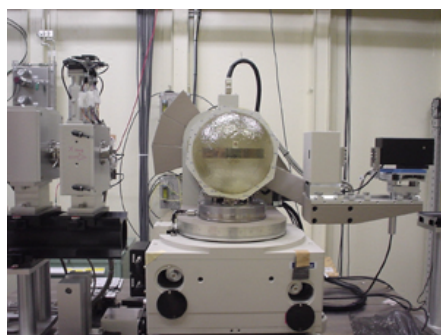


図 1 BL46XU ハッチ内のリガク製薄膜構造評価用 X 線回折装置。薄膜構造評価等が行える。

求めることができた。また、Si 単結晶の構造因子、回折角を計算し、in-plane 反射、out-plane 反射を観測することができた。

## 2 謝辞

今まで薄膜に関する知識はほとんどありませんでしたが、旭化成やビームライン担当者の方の非常に丁寧な指導のおかげで、多くのことを学ぶことができました。薄膜試料の微小角入射 X 線回折や、反射率測定の実験が積めたことは、自分にとって非常に大きな財産となりました。一番印象に残ったのは、指導者の方々が本当に楽しそうに指導して下さいました。指導者の皆さんは、本当に科学が好きなんだなと思いました。特に、廣澤さんの指導が熱心で印象深かったです。研究テーマを選定がもっとも重要であるという有難い教えをいただきました。実習を終えて、自分の研究に対する取り組み方や姿勢が、未熟であることを痛感させられました。自分も放射光を扱う学生の一人として、今後もよりいっそう今回の実習で学んだことを生かして、今後の自分の研究も精進したいと思います。

### 第3回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理学専攻 学籍番号 41419113

氏名 柿沼 光之

今回の実習では、SPring8 の放射光が高輝度でエネルギー可変であることを生かした、XAFS(X 線吸収微細構造)を学んだ。学んだ内容の大まかな概要と、感想を述べる。

#### ・ XAFS

試料に X 線を当て、そのエネルギーと吸収度のスペクトルを見ることにより、構造を解析する方法。

目的の原子が吸収できる X 線波長はその元素ごとに決まっているので、その吸収 X 線のエネルギー(吸収端)も分かる。吸収端は電子の価数によりずれが生じるので、その違いを観測して原子の電子構造などが決定される(XANES)。吸収したエネルギーにより、光電子がその原子を中心として周囲に放出されるが、近接する他の原子により散乱される光電子もあり、散乱されない光電子と干渉を起こし、結果として X 線スペクトルの振動として観測される。これを XAFS 振動といい、これを解析することによって周辺の原子構造を知ることができる(EXAFS、今回はこちら主だった)。XAFS は、XANES と EXAFS の総称である。

#### ・ 試料の調製

XAFS において、極端に小さな強度や強度差は検出器では拾うことができないため、適度な吸収・放出を行うだけの量の試料が必要となる。透過 XAFS のために錠剤状のペレットを用い、それに含むべき試料の濃度を計算して出す。計算には含有物質各々の原子吸収係数と物質の密度または組成比がわかっている必要がある。それを成型に必要な量の BN(窒化硼素、X 線透過性が良い)と混ぜてプレスする。

今回、自分のあまり接することのない XAFS というものに触れ、いろいろと楽しめた。

まず、今回の測定用の試料に当てはまるのだが、XAFS において非晶質である物質の解析が可能であることに興味を持てた。いつも結晶構造を扱っている分、文字通り微細な構造のみから解析が行えるというのが新鮮であった。

また試料の調製は、実際に測定した試料の重量計算は行わなかったが、粉末の秤量・調合など、ここに来て初めてやったことだが、その扱いの繊細さを学ぶことができた。

解析では少し触れる程度に収まってしまい、残念ながら実践的なノウハウにはあまり触れることはできなかった。得たエネルギー・派数から求められた隣接原子との距離と、多くのパラメータから決定される値とのフィッティングを行ったのだが、その過程に解析の難解さを知ることができた。

実験とは離れるが、今回の実習に指導にこられた企業の方、また SPring-8 の方々と接する機会が持て、この分野で働く社会人としての意見を聞けたことはとてもためになった。



### 第3回SPring-8 実習についての感想

地球科学専攻 41419502  
小林恵子

はじめに、先端放射光科学実習に参加した理由は、実家のあるたつの市には播磨科学公園都市があり、SPring-8 という施設の存在は知っていましたが実際に行ったことはなく、地元住民として、大学院生として何か得るのがあるのではないかと思います。参加しました。

放射光実習は HISOR 実習に続き二回目で、前回のような施設であると思い描いていました。しかし、実際目にした SPring-8 の概観・大きさに驚き、その広さゆえ移動するにも一苦労で自転車を使っている人もいました。第一回目の HISOR 実習と違う点は、実習に先駆けて企業の方が興味深い講演を行い、また実習に則した宿題があったこと、日数・実習生共に多いことでした。私は専攻外ということもあり、宿題を解くのも大変でとても苦労しましたが、実習のみんなと一緒に理解できないところを詳細に教わってやっと答えを導くことができました。また、実習中に行われた講義では物理の基本的なことまで質問したにもかかわらず池田先生、野上先生をはじめ、出光興産の宇都野さん、センターの方々に大変丁寧に説明して頂くことで理解を深めることができ、とても感謝しています。

普段研究室で行っている実験・観測では対象が気象現象であり、目に見えるものではないため、少々の戸惑いと、不安がありました。

まず初めに、タブレットを作るため渡された試料を測定し、乳鉢で混ぜ合わせます。このような作業は3年生の化学実験以来で自分の不器用さに少し苛立ってしまいました。次に 20Mpa の圧力で試料を固め、タブレットにしていきます。型から資料を外す際、作ったサンプルが壊れてしまうのではないかと思います。加える力加減がとても難しかったです。無事サンプル作りを終え安堵感にひたってしまったのは言うまでもありません。

2日目、いよいよ作ったサンプルにビームを当てる実験を行いました。実験では、施設の安全講習でハッチでの出入りから教わりました。もし間違ったことをすればすべてのビームラインは止まってしまうため絶対に失敗はできません。計測する人から試料の入れ替えを行い、いよいよ計測です。4つのサンプルのうち自分が作った試料2つ、残りの2つは宇都野さんが持ってきて下さったサンプルです。最初のサンプルはとてのきれいにスペクトルを見ることができましたが、2番目のサンプルは吸収がまったく見られずサンプルミスでした。3・4番目は頂いたサンプルで、3番目のサンプルは反応なし、4番目のサンプルはスペクトルを見ることができました。解析には REXC というソフトを使用し、スペクトルをあわせるため、紛糾しました。あたった試料がよかったのか予想より早めに終わることができました。一連の実験作業で終始丁寧に御指導いただいた、広沢さん、谷口さんに感謝します。広沢さんは実験でみんなの疲れが見えてくると気分を盛り立てるため、いろいろと楽しい話をしてくださり、雰囲気が和んだように思います。また、谷口さんは私と同じ中高出身だったこともあり、地元の話や出身校の話などをして地元を懐かしむことができました。本当にありがとうございます。

余った時間を利用して施設内で行われている地球科学分野の研究を見学に行ったり、またTAの方にお借りした本を読むなどして実習の理解を深めることができました。さらに、現在就職活動中であるため企業の方の率直な意見を頂きたく、宇都野さんと就職や研究についてのお話をすることができました。今後の人生の選択肢を増やすきっかけとなったと思います。

今回の実習を通して、岡山大学大学院生として世界に誇る大型放射光施設を利用させていただき、とても貴重な体験をすることができたと感じます。前回の実習とは違い、企業の方と共同で実験を行い、為になるお話をすることができとても実りあるものになったと感じています。さらに、普段行わないような実験内容であり、共感できる場所、違いに戸惑うことも多くありましたが、とても濃い3日間を過ごすことができたと思います。ありがとうございました。

また地元住民として、このような立派な施設があり、多くの科学技術の発展のために使用されていることを誇り思います。ありがとうございました。

### 第3回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理学専攻 学籍番号 41419117 佐藤俊介

私たちのグループは出光興産様の協力で、ある金属のXAFS測定の実習を行いました。

SPring-8は岡山大学に入学して見学に行ったとき以来で、今回のように実際にビームラインで測定をするというのは初めてだったので、どうやって測定するのか、装置はどんなものがあるのか期待しながら現地に向かいました。実習は一日目に講義と試料の作成、2日目が実際に測定という流れで進み、講義ではXAFSの原理や今回の実験の目的、特に原理に関わる物理の基本的な事柄は物理学科以外の学生が参加していたこともあり、企業の方やビームライン管理者、そして様子を見に来てくださっていた先生方が代わるがわる説明して下さい、あやふやだった知識や事前の予習では把握し切れなかったところを教えてくださいました。

2日目の測定では試料の分量が足りず測定不可能だったりペレットの作り直しだったり悪戦苦闘しましたが、限られた時間で測定を終了できるよう時間配分を考えたり試料を何個も作ったりとまるで自分の普段の実験をしているようでした。疲れはしましたがおかげで形だけの実習ではなくより現実的な体験をすることができました。

「普段研究で放射光を利用しない人たちに放射光を利用した実験とはどんなものか、その入り口だけでも体験して帰ってほしい」と企業の方やビームライン管理者の方がおっしゃっていましたが、その狙いは実習を受けた私たちが言うのも変ですが前述のことから達成できたと思います。その狙いを達成するためにどんな測定をさせるか、どんな予習をさせるかといった前準備に始まり、長時間の座学、ビームラインの詳細な説明、試料作り、測定、解析のサポートと付きっきりでこの実習の間面倒を見ていただきました。

そして放射光測定の経験に加え、企業と大学の研究のスタンスの違いを感じられたことも実習の大きな収穫かなと思います。大学で研究をしていると基礎学問という物理学の性格もあり、一体なんのために研究をしているのかと考えることがよくあるのですがそんな中、企業の方に「企業はその研究は事業になり得るのか？」と目的がはっきりしています。言い換えれば事業にならない研究は全くできません、だから学生である今は勉強をして興味のあることをしっかり研究してください」と実習の最後に言われ、大学で研究をする意義を改めて確認しました。

最後にこの実習に携わった全ての方々に感謝いたします。

## 第3回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

物質生命工学専攻 学籍番号 43419457

氏名 團野瑛章

この度、SPring-8 の実習に参加させて頂き、とてもよい経験をつめたと思います。今回実習で行った実験は、透過型 XAFS で、透明電極に使用されている物質の測定を行いました。私は以前にも、研究室の先輩の実験の手伝いで SPring-8 に行く機会があり、その時に行った実験も XAFS だったのですが、その時は、XAFS という実験でどのようなことがわかるのかはほとんど知らず、ほとんど作業のみの手伝いでした。ですので、XAFS の実験の手順などは知っていたのですが、XAFS の理論やその解析の方法についてはほとんど知りませんでした。今回の実習では XAFS の理論と、実際にどのような試料に適用出来るか、また、どのような時に測定が有効であるか等を学ぶことが出来ました。

今回の実習は 2 泊 3 日で、実習自体は二日間で終わり、一日目は理論の学習と測定する試料の作製を行い、二日目は実際の測定と測定データの解析を行いました。以下にその詳細を書きます。

まず一日目ですが、最初に行ったことは放射光のエネルギー調整の見学でした。蓄積リングからビームラインの実験装置へと放射光が至るまでにどのようにエネルギーが調整されていくかを見せてもらえました。具体的には、偏向磁石を用いて放射光を発生させ、発生した放射光を、モノクロメーターを用いて単色化、すなわちエネルギーを揃え、揃った光を試料に当てるといった感じでした。以前にも SPring-8 に来たことはあったのですが、実際にモノクロメーターを見たのや、モノクロメーターが置いてある部屋の中を見たのは初めてでした。XAFS に使用する X 線は硬 X 線なので、大気中でもあまり減衰しないようなのですが、それでも試料に到達するまでに多少の減衰があるらしく、それを防ぐために、試料台以外の X 線が通過する場所は全て真空に引き、減衰を抑えていました。次に行ったのは、XAFS の理論と、今回測定する試料がどのようなものであるかと、今回行った透過型 XAFS の調整の仕方を教えてもらいました。

XAFS の基本的な理論は、X 線を試料に照射し、透過前後の X 線のエネルギーを測定することで試料中の特定の元素の状態がどのようになっているかがわかるというもので、主に元素の価数や、配位子とどのように結合しているかの測定に用いられており、試料の状態によって透過型、蛍光法など様々な方法が用いられているそうです。XAFS において重要なのは試料の調整であることと、その調整法についてや、透明電極がなぜ透明なのに電気を通すのかと、今回の実験のねらいについても教えてもらいました。特に、今まで XAFS の試料の量は、計算ソフトを使って出していたため、今回どのようにその量が決まっているのかがわかり、大戦勉強になりました。一日目の最後に行ったことは、実際に測定する試料の作製でした。試料の準備は、バインダーと呼ばれる、X 線吸収の小さい窒化硼素と渡されたサンプルを混合し、プレス機を用いてペレット状に成型を行い、出来たペレットをビニールの袋に入れて完成としました。

二日目は、一日中前日に作った試料の測定を行いました。以前 XAFS の測定に来た時には試料を試料台にセットするぐらいしかしなかったのですが、今回はパソコン上で測定の操作も行うことが出来ました。今回測定した試料は、透過型 XAFS で測定出来るぎりぎりの濃度のものが多かったらしく、試料の作り直しや、測定データが解析出来ないといったことがありましたが、実際にデータを解析することができ、解析が難しいことと、かなり任意性があることがわかりました。

今回この実習に参加することで、XAFS の原理以外にも様々なことを学ぶことが出来ました。また、企業の人や職員の人から為になる話や面白い話を聞けたり、普段交流のない理学部の学生と話せたことは非常に良い経験になりました。今後、放射光への知識を深めるとともに、今回の実習で学んだことを自分の実験に活かしていきたいと思います。

### 第3回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理科学専攻 学籍番号 41419121 氏名 戸田洋平

12/10～12/12 の日程で SPring-8 の BL14B2 で実習を受けてきました。In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZnO というアモルファスの物質において ZnO と Zn<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub> のどちらの結晶構造により近いかを見積もる目的で実験を行いました。具体的な測定は、吸収係数と試料の厚さの積  $\mu t$  の X 線エネルギー依存性を測定しました。元素によって吸収端の波長（X 線のエネルギー）は決まっているので吸収元素が特定でき、吸収より高エネルギー側での XAFS 振動を解析することにより、X 線を吸収する原子の周期構造が分かります。検出器（イオンチャンバー）での検出量と XAFS 振動の振幅の大きさを考慮すると、 $\mu t < 4$ , 吸収端前後での吸収変化  $\Delta \mu t > 0.2$  という 2 つの条件が計算で得られました。しかし、この条件を満たそうとすると、試料の厚みが数  $\mu\text{m}$  程度になり取り扱いが困難になるため、吸収の小さい軽元素 BN という試料をバインダーとして混ぜて厚みを調整しました。

まず、試料と BN を混ぜ合わせペレットを作ることから行ないました。大学で行なう研究では粉末試料を扱わないので重量を測るときなど気をつかいました。また圧力をかけて固めた後、どれだけ丈夫なのか不安ながら慎重に扱いました。薄くて丈夫なペレットが形成できたときはそれなりの達成感を感じました。試料を調整する機会は日常の研究ではあまりないので良い経験になったのではないかと感じています。

次に職員の方々と X 線を用いて測定を行ないました。非常に丁寧に指導していただいたおかげですぐに自分で操作できるようになりました。SPring-8 で実験をするのは初めてだったので、自分の操作で SPring-8 の巨大な装置が動くことと純粋に感動しました。

その他で印象に残ったのは、実験の待ち時間に SPring-8 職員の方々と話したことです。職員の方々は、非常に物理に対して情熱的な人ばかりでした。そのときの会話で自分の日頃の研究内容について聞かれたことがあったのですが、実験の面白さを自分が感じているほどうまく伝わらなかったこと、また質問されても答えられないことが心残りでした。質問にうまく答えられなくて恥ずかしいと感じた気持ちはもちろんありますが、それ以上に自分の行なっている研究に対して自分のもつ興味を共感してもらいたいという思いがありました。これがきっかけで自分の研究の勉強をもう一度一からやり直そうと決心しました。

出光から来てくださった方を始め SPring-8 の職員の方々は、私たちの実習を快く引き受けてくださり質問にも丁寧に答えてくださり非常に親切でした。実験の合間の時間には、自分の経験した研究のお話をしてくださりととても充実した実習になったと感じています。そのときの言葉で印象的だったのが、「自分のやっている分野以外の分野もいつか必ず役にたってくる時がくる」という言葉です。経験豊富な職員の方々から聞いたその言葉は重みがありました。大学院でのこれからの研究生活の励みになる実習であったと思います。ありがとうございました。

## 第3回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

物質生命工学専攻 学籍番号 43419468 氏名 原田侑奈

私は SPring-8 における先端放射光科学実習に参加して、まずその大きさに驚いた。前々から話は聞いていたが、実際に見るとやはり迫力があり、圧倒された。このような巨大な施設で、多数の研究者が世界最先端の研究を行っているということに感嘆し、また、彼らといろいろ話をする機会もあり、非常に刺激を受けた。

今回の実習で、放射光が材料測定において重要な役割を果たしていることを知った。透明電極に用いられる材料中の亜鉛の結合状態を知るために、XAFS (X-ray Absorption Fine Structure) という方法で構造解析を行った。XAFS では、着目原子の周辺原子数、種類および原子間距離等の情報が得られる。

SPring-8に行く前に、XAFSとはどんな手法か？ということをしちんと理解してから実習にのぞむべきであった。しかし、普段使用したことのない測定方法であり、あまりなじみのないものであったので、事前に配布された資料に目を通して、今ひとつ理解しがたかった。宿題として測定する試料の調製のための計算が出されたのだが、ある程度 XAFS のことを知っていないと難しいため、だいぶ苦労した。実習では、パラメーター一つ一つが何を表しているのか、ということを教えてもらい、その意味を理解できた。

講義を聴いたり本を読んだりして頭の中だけで考えるよりも、実際に装置を見て、測定をしてみて初めてわかることが多い。こういった実習はそういう点において優れていると思う。今回の測定では、試料を調整し、測定を行ったものの、吸収がうまく測定できないという試料がいくつかあった。その場合、できなかったから、といって測定をあきらめるのではなく、試料を調整しなおして再度測定を行った。強度が足りない、ということで測定する試料の量を多くし、測定時間も増やして測定すると、なんとか解析できるデータが取れた。試料の作り直しという手間はかかったものの、測定中にどのような問題が起こることがあるか、そしてそれにどうやって対応すればよいか、実際やってみないと絶対にわからない例を体験できてよかったと思う。

実習では XAFS のための試料調製から測定、解析までを行った。このうち、解析についてはフィッティングを行う際には経験が必要らしく、どのようにすればうまくいくのかつかみづらかった。さらにある程度構造の予測ができていないと解析は難しい。何回も解析をして作業に慣れなければならないのだが、今回は自分が測定、解析したサンプルは3つだけだったので、その感覚をつかむまでにはいたらなかった。また、解析についてはパソコンに頼る部分が多く、計算過程、理論をあまり理解しないままにしまった。

実習を終えてみて、まだまだ勉強しなければいけないと思うことが多くある。むしろ実習前よりもその必要性を強く感じる。今回は世界有数の放射光施設で実習ができて、よい経験になったと思う。これからも XAFS だけでなく、様々な測定を行わなければならないことがあるかもしれない。今回の実習の経験を生かし、今後の研究の励みにしていきたい。

## 第3回 SPring-8 先端放射光実習に参加して

物質生命工学専攻 学籍番号 43419472 氏名 古谷充章

今回この先端放射光実習に参加して、放射光を用いた実験がどういったものであり、どのようなことが出来るのかといったことが勉強になったと思います。様々な装置や実験を行ったわけではなく、1つの実験だけをしたわけですがビームラインの担当者の方や引率の先生、今回の実習に協力していただいた企業の方にいたるまで熱心にご指導していただけたことで様々な見識を得ることが出来ました。私自身は工学部に所属していることもあり、これからの研究の参考になりそうなことも色々と教えていただけたことも大きかったと思います。今まで身近に感じる事がなかった放射光について、それを用いた実験を行うことでどういったものかを理解することが出来ました。この実習で学んだことを今後の研究生活にも生かせていければと思います。

今回具体的には XAFS の実験を行いました。Sample に放射光のエネルギーを変えながら照射していき、照射する放射光の強度と透過してくる放射光の強度を測定することによりその物質の化学状態や配位する原子の数、結合距離などの情報が得られる測定です。得られる XAFS のスペクトルは2つに分けられ、1つは XANES と呼ばれる吸収端近傍の部分と、もう一方は XANES より高エネルギー側に現れる EXAFS 振動と呼ばれるものです。前者の方からその元素の化学状態(価数など)、後者からは配位数や動径分布がわかります。このような測定は構造解析や結晶構造の決定などに使えるということがわかり大変興味深いものでした。また透過法での測定や蛍光法での測定など、試料の状態などによって同じ実験でも最適な検出方法が異なるということにも驚きました。今回の実習ではペレットの試料調整から XAFS の測定、さらに得られた XAFS のスペクトルから EXAFS 振動の方の解析を行いました。試料調整のペレット作り等はいつもの研究室実験で慣れていたのも特に苦労もなく作製することが出来ました。またいつもの実験のようであり新鮮味はありませんでした。測定は実験ハッチの中で行うのですが、その実験ハッチが物々しく遮蔽されている姿は圧巻でした。XAFS スペクトルの解析では XANES の方はほとんど変化がないということだったので、試しに見てみると確かに変化はあまりありませんでした。EXAFS 振動の解析は、振動抽出に始まり抽出した振動をフーリエ変換し、さらにそのデータを逆フーリエ変換することにより様々な情報を得ることが出来ます。丁寧に説明して下さったので少しずつ上達していったのですが、解析がかなり難しかったことと、組成は企業秘密ということで伏せられていたので完全に解析は出来なかったのが心残りでした。また人によってはうまく測定できない試料が含まれており、苦労している姿が見受けられました。運がなかったといえればそれまでなのですが、全ての sample がダメな人もいたのでそれは少しかわいそうでした。出来れば全員に均等にそのような試料が含まれるようにするなどといった工夫をすれば、もっといい実習になったのではないかと思います。また実習の段取りもその場で決められていたので、もう少し事前に打ち合わせ等していただければ、と思います。そうすることで学生の方も、もっといい勉強になると思います。幸い私の sample は全て順調に測定が終わったため、時間が空いたので Spring-8 の中を探索していました。国の施設ということもあり蓄積リングはかなり大きく自転車でもかなり時間がかかったのが印象的でした。途中で電気代や維持費などの金額を見つけたとき、その金額の莫大な額に唖然としました。また同時に国のお金の使い方的一端が見えたような気がして、少し社会的なものも見えたのが面白かったです。

今回の実習では工学部と理学部の学生が合同で参加していたので、異なる学部同士で話が出来たのも面白かったと思います。いつもは接点がありませんため話すことがない相手と話せる機会が出来るといった意味でも、この実習は大きな意味があったのではないかと考えています。まだまだ改善するところも多い実習ではあると思いますが、様々な体験が出来るのでいい機会ではないかと思います。これから改善されていきより良い環境を学生に提供でき、学生の興味や好奇心を引き出せるような実習になるのではないかと思います。

## 第3回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理科学専攻 学籍番号 41419135

氏名 宮崎 靖子

今回の先端放射光科学実習において大学で勉強していることが、会社でどのように使われているのかを知ることが出来たことが一番の収穫でした。授業ではSPring-8での実験の話は良く聞いていたのですが、いまいち加速器がどんな風にすごいのか、実際どのような研究に役立っているのか、その実験がどんな形で社会に出ているのかイメージしにくかったので、実際企業の方と実験をすることで具体的なイメージがつかむことができました。加速器での実験は自分の生活とはかけ離れた製品を扱っているのだらうと思っていたのですが、家電製品の一部に使われていたりしているのを知り、とても身近なものだったんだなと実感しました。また、化粧品の方たちが来ていたりしたので、実は世の中には加速器で実験されて、実用化されている製品が多いのだらうなと思いました。これからは商品を見るときも、これはSPring-8で実験された物なのかどうなのか考えながら見てみようと思いました。また、地学系の研究者の方たちが来ているのにも驚きました。生物系や、化学、物理系の実験が行われているというのは、授業や一般公開で聞いたり、見たりしていたので知っていたのですが、地学系の実験をやっているのは初めて知りました。どんな内容の実験しているかは詳しく理解できなかったのですが、幅広い研究の分野に使われているのだなと実感し、改めてSPring-8の偉大さが感じられました。

実験に関しては、私は普段、実験は全くしない上に、幼い頃から「不器用」だと言われ続けてきたので、同じグループの人たちや、SPring-8の方に迷惑掛けないかと不安だったのですが、試料のタブレットを作るときも、計測のときも丁寧に手ほどきをしていただいたおかげで、足を引っ張らずに済んだので、一安心でした。また、計測中や試料作成時に、企業の方のお話やSPring-8の方のお仕事の事や、なぜ今の職を選んだか、企業はどのような人材を求めているかなどのお話が聞けて、将来のことについて深く考えさせられました。そしてSPring-8の方に実験中不思議に思ったことや理解できなかったことを聴くと、解かりやすく、且つイメージしやすいように話してくださったり、装置を動かしているときにどの装置が何の役割をしていて何を測っているかなど、実験ハッチの小窓から覗きながら教えていただいたりできて、とても参考になりました。私も誰かに質問されたら、質問者が聞いてよかった、よくわかったと思ってくれるように説明できるようにになりたいと思いました。

そして、今回の実習では工学部の人たちと地球学科の人と一緒に実習をやったため、他の分野の研究のお話や、実験風景や研究内容を聞いたりすることで、いろんな研究分野があることや、自分がいかにのんびり研究を行っているかがわかりました。もっと目標をもって研究をやっていかなければならないと反省しました。

今回の実習で、加速器について学べただけではなく、実験の面白味や、いろんな研究分野の人と交流できたことがとても自分のためになったと思います。

#### 第4回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

先端基礎科学専攻 学籍番号 5 1 4 1 7 1 0 1

山本健一郎

##### (概要)

イニシアティブの支援を受け、平成20年1月31日から2月4日までSPring-8に行って実験をおこなった。実験には岡山大のメンバーの他、早稲田大の寺崎グループと東北大の渡邊氏、JASRI/SPring-8の伊藤氏が参加した。

この課題では、巨大非線形伝導示す有機伝導体  $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>MM(SCN)<sub>4</sub> ( $M$ =Cs,Rb  $M'$ =Zn,Co)において非線形伝導の起源を探索する目的で研究をおこなっている。これまでの研究では  $M$ =Cs の場合に、非線形伝導の観測される20K以下において、伝導軸方向に2倍と3倍の周期を持った2つの電荷秩序が競合し、電場下で2倍の電荷秩序が融解することなどを明らかにしてきた。今回の実験では  $M$ =Rb の試料を一度最低温まで急冷し、2倍の電荷秩序を形成する転移温度付近（転移温度以下）で待つ、という手法によって2つの電荷秩序相を制御することを目指し、2つの電荷秩序の混合状態とそれぞれの電荷秩序が単独で存在する状態を作るための条件を決定した。

実験の準備段階では試料の接触抵抗が高いといった理由などで、4回も試料を交換するということがあったが、回折実験がはじまると順調に進行した。測定したデータはその場で解析をおこない、データをもとに共同実験者らと議論をして次の測定条件を決めてデータをとっていった。

##### (感想)

今回の実験では測定作業をこなしていくことで、実験技術やトラブルに対応する能力が向上したと思う。なかでも、とくに有意義だったと感じたのは、大勢の共同実験者との共同作業により、事前の文献調査や予備実験をもとに、実験手法を考案し、問題を解決していく作業が体験できたことだろう。今回の体験を今後の研究活動に役立てていこうと思う。



## 第4回 SPring-8 先端放射光科学実習に参加して

数理物理科学専攻 学籍番号 41419113

氏名 柿沼 光之

1月31日から2月4日にかけて SPring8 で  $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>RbZn(SCN)<sub>4</sub> (RbZn 塩) を測定した。類似の「有機サイリスタ」 $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>CsZn(SCN)<sub>4</sub> では、低温において電荷秩序による絶縁性を表すが、電流を流すことによって非線形抵抗を示す。その現象の起源は電流が電荷秩序を融解することによるものと考えられているが、まだ確かなことは分かっていない。その起源がどこにあるのかを突き詰めるため、似た性質を持つ RbZn 塩を用いて実験を行うこととなった。

本実験試料である RbZn 塩は冷却をすることにより、200K 付近において絶縁相を示す電荷秩序が成長しはじめるが、その変化よりも早い急冷を行った場合に、低温において非線形抵抗を表す相へと変わる。この状態で、ある温度以上で時間を置くと、通常の絶縁相が成長し始め、徐々に非線形抵抗の相も消えていく。今回の実験は、この変化の電流電圧及び、X 線回折像を定期的に取得して、非線形抵抗の相の変化が構造とどのような関係を持つのか調べた。

今回この実験で自分が主にかかわったことは、試料を実験装置に設置するためにサンプルホルダーに試料をつける作業である。実験は He ガス吹き付け冷却装置による低温電流電圧下での X 線解析が目的なので、1) He ガスにより動かない程度にサンプルホルダーに接着し、2) 電流電圧測定のために接触抵抗が低くなるように試料両端へ金線をつなぐ 3) 入射 X 線及び必要な回折 X 線を金線で切らないように試料を取り付け、4) 金線の間に X 線が当たる試料部分を出来るだけ大きく取る、の四つを注意することになった。1)、3) については予備実験などで慣れていたためさほど問題にはならなかったが、2) については困難だった。金線の接着にはカーボンペーストとその溶媒として琥珀酸ジエチルを用いたが、この溶媒の蒸発速度が極端に遅いのか、または溶媒としてうまく作用していないのか、導体としての接着がなされず、試料の抵抗が満足に測れなかった。そこで他大学の方々のアドバイスをもらい、金線と試料を可能な限り接触させた状態で、新しいカーボンペーストを用いることにより問題を解決できた。4) については、試料の長軸が大きくても 1.5~2.0mm のものが大半であるので、金線をできるだけ端へつけるのだが、確保できる金線間隔はたいいてい 0.5~1.0mm 前後となる。通常の X 線装置の場合、あまり間隔が小さくて X 線を絞ることになると、十分な回折強度を得ることが出来なくなる。本実験試料 RbZn 塩では回折像の微小な変化を見たいため、強度が得られないのは問題となる。だが、SPring8 は高輝度といわれるだけあり、X 線の直径を絞っても強い強度を得ることが出来るため、今の自分の未熟な技術は大いに助けられることとなった。

今回の SPring8 実験では、様々な実験で用いられるノウハウを知ることができ、新しい刺激を受けることとなった。

岡山大学大学院 自然科学研究科  
先端基礎科学専攻(物理・数学・地球科学)

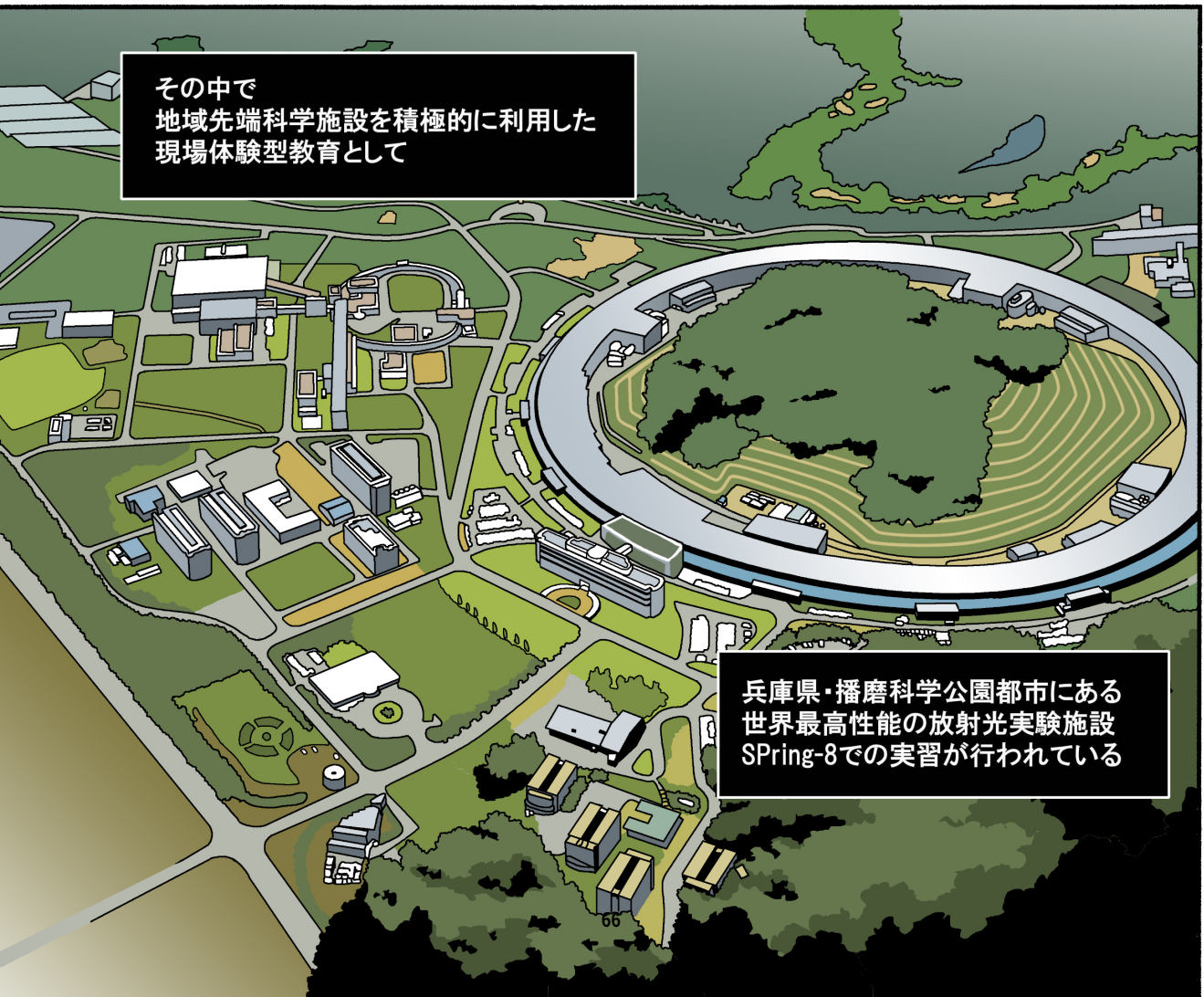


文部科学省  
『魅力ある大学院教育』イニシアティブに採択された  
『先端基礎科学開拓研究者育成プログラム』は

- (1) 放射光科学コース
- (2) 量子宇宙科学コース
- (3) 環境地球科学コース

……の3コースにおいて  
基礎科学の徹底教育をしている

その中で  
地域先端科学施設を積極的に利用した  
現場体験型教育として



兵庫県・播磨科学公園都市にある  
世界最高性能の放射光実験施設  
Spring-8での実習が行われている

2007年11月19日  
～実習前日～

はいっ  
みなさん  
ようこそ  
SPring-8へ！

今回の実習は  
企業などが  
この施設を利用して  
行っていることの一部を

現役の技術者・研究者から  
指導を受けながら  
実際に体験してみよう！

…という  
ものです！

JASRI/ SPring-8  
廣沢一郎先生

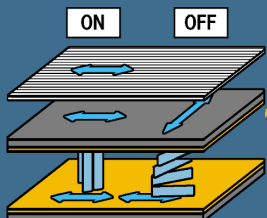
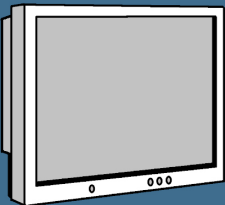
旭化成工業株式会社  
名雪健史先生

さっそく今回の  
実習テーマを  
発表します！

微小角入射X線回折と反射率測定による薄膜試料評価

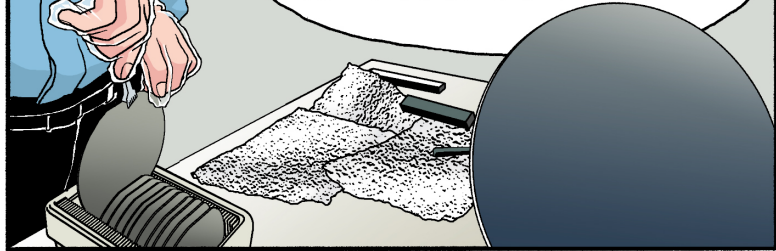


液晶配向膜というのは  
液晶ディスプレイに利用  
されている液晶分子群を  
一定方向に  
配列させるための膜です！



ここに  
液晶配向膜や  
無機薄膜など  
10種類の試料を  
用意しました！

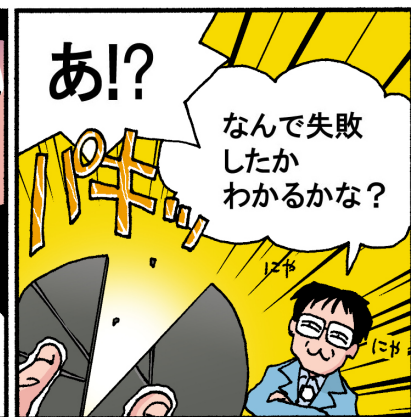
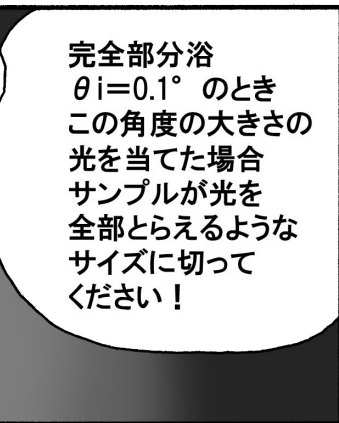
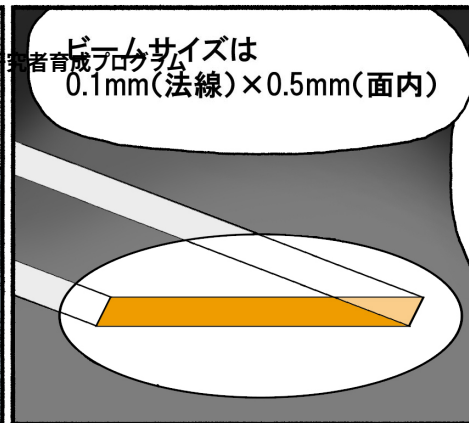
この中から  
反射率測定と回折実験をすることで  
特性が同じ組み合わせのものを  
見つけてもらいます！



…いったい  
どうすればいいんだ？







11月20日  
実習当日！

今日は  
昨日切り出した  
試料を使って  
実習だぞ！

ここからは  
放射線管理区域内  
となります！

事前学習のと趣向ある大学院教育イニシアティブ  
男性は胸部位置に

女性は腹部位置に  
線量計をかならず  
装着してください！

この中で  
禁止されて  
いることが  
みつがある！

飲食・喫煙・化粧！

実習では  
作業内容に  
ついて学ぶ  
だけでなく

こうした施設を  
利用する際の  
安全について

そして  
ルールを守ることが  
学ぶのも大切です！

岡山大学  
野上由夫先生

さあ！  
ここが今回の実習を行う  
ビームライン…

BL46XUだ！



BLが使える時間は  
限られていますから  
さっそく装置の説明をします！

まずは  
「アンジュレータ」  
X線を出す  
挿入光源です！

「モノクロメータ」  
これは分光器  
白色光の中から  
1 Åの波長のみを  
取り出せるよう  
になっています！

「ダウンストリーム  
シャッター」  
X線を出したり  
止めたりする  
部分です！

「ミラー」は  
X線の全反射を  
利用したミラー！

「DSS開けて」  
「閉めて」って  
言います！

そしてこれが  
「回折計」

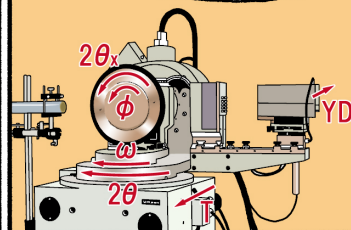
JASRI/ SPring-8  
小金澤智之先生

ここにやってくるX線を  
いきなりそのまま  
使おうとすると  
計測器が飽和するので  
アブソーバを利用して  
X線強度を下げます！

これを  
アッテネータと言って  
操作コマンドでは  
Attとあらわします！

Att=0 は完全閉  
Att=8 全開です！

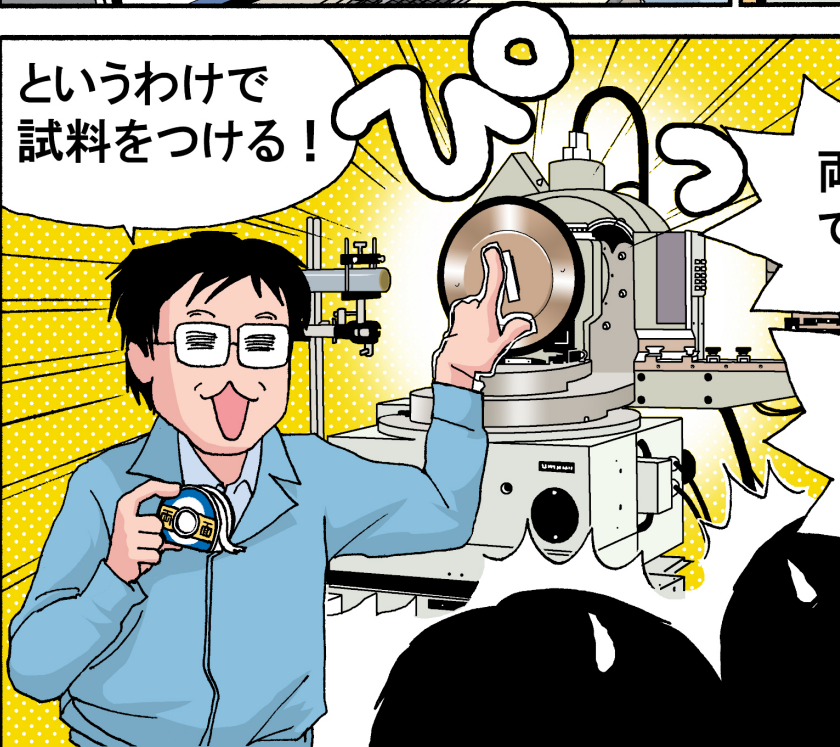
試料をつけるこの台を  
回転させることで  
X線の当たる角度を  
調節します！



というわけで  
試料をつける！

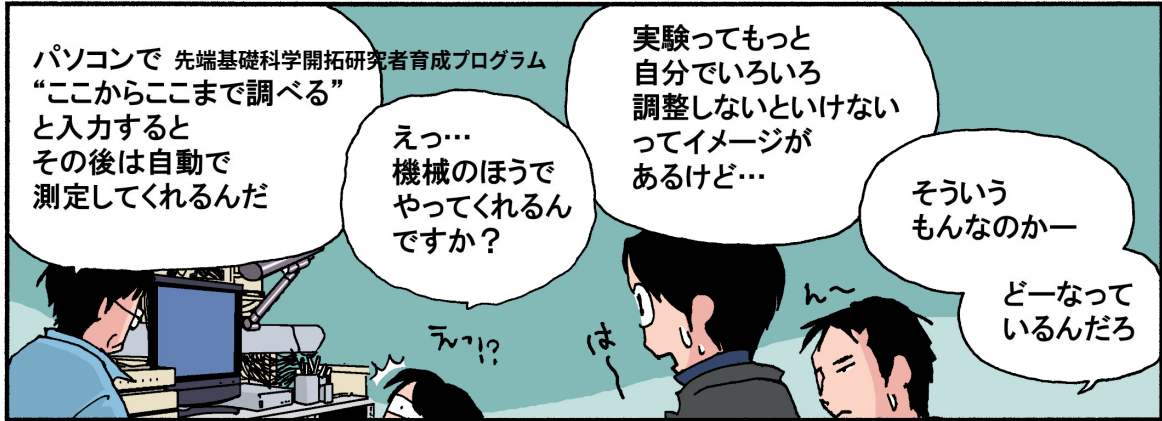
両面テープ  
で…!?

ええっ  
そんなもので  
つけて  
いいんですか！









パソコンで 先端基礎科学開拓研究者育成プログラム  
“ここからここまで調べる”  
と入力すると  
その後は自動で  
測定してくれるんだ

えっ…  
機械のほうで  
してくれるん  
ですか？

実験ってもっと  
自分でいろいろ  
調整しないといけな  
いってイメージが  
あるけど…

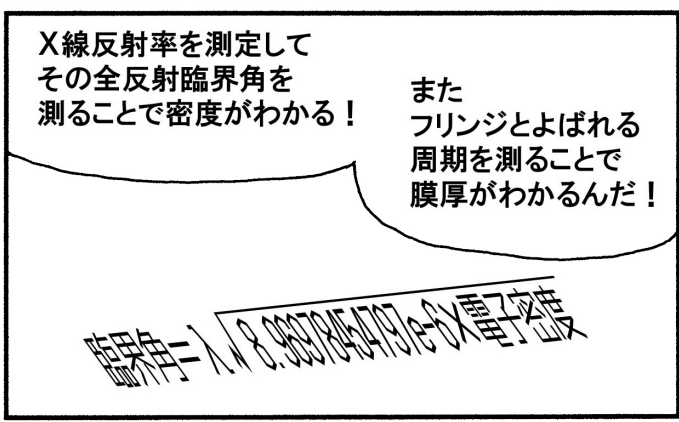
そういう  
もんなのかー

どーなって  
いるんだろ



ヘリウム流入量を  
減らして…  
スキャン開始

あ！  
フリンジきた！



X線反射率を測定して  
その全反射臨界角を  
測ることで密度がわかる！

また  
フリンジとよばれる  
周期を測ることで  
膜厚がわかるんだ！

臨界角 =  $\lambda \sqrt{2(\rho_s - \rho_f)}$  X線電子密度



この測定では  
フリンジを見ることが  
目標なんだ

膜厚が大きいほど  
光路差が大きくなって  
フリンジが短いからね

あ  
終わった



というわけで  
計算すると…

あっ  
膜密度と膜厚が  
わかった！

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 密度          | 1.425 g/cm <sup>3</sup> |
| 膜厚          | 99.24 nm                |
| 表面roughness | 0.42 nm                 |

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 界面自然酸化膜     | 2.198 g/cm <sup>3</sup> |
| 密度          | 1.61 nm                 |
| 膜厚          | 0.34 nm                 |
| 表面roughness |                         |



な……  
なんか結果が  
アッサリと  
出てきてしまっ  
たような…

学生の実験と違って  
求めるデータを  
すぐに出せる  
ようにするのが  
プロが使う装置！  
…ということかな

あれ…  
これ？  
いいの！?



液晶配向膜の  
膜厚や膜の密度が  
液晶配向に  
影響を与える！

その密度を  
どうやって測るかという  
ととてつもなく薄いので  
X線の反射でないと  
測れないんだ！

なぜSPring-8の放射光を  
利用した実験をしたのか  
これでわかったかな？

はあ——

結果が簡単に出了たのは  
SPring-8や旭化成の  
技術者、研究者の方々が  
結果が出せるよう  
よい試料を作成し、  
測定方法を工夫したり  
装置の調整をしてくれて  
いるおかげなんです！

研究を進めて  
新しい発見をするということは  
ひとりでやっていけるものではない！

装置を操る技術者と  
それを利用する研究者の  
相互理解や信頼関係が  
とても大切なんです！

周囲と協力しながら  
実際に目で見て  
手で触れて  
体を動かして  
実験施設を利用する  
方法を学んだ3日間

この経験が  
これからさまざまな形で  
参加者の人生に  
役立っていくことでしょう

### 4. 3 HiSOR(広島大学放射光科学研究センター)

先端放射光科学実習では、最先端の物質科学の研究を通して、放射光を利用した研究を行う上で必要な知識と技術の習得を目的としている。実習は広島大学放射光科学研究センター(HiSOR)とSPring-8の放射光施設で行っている。

HiSORは小型放射光施設であり、蓄積リングとビームラインの様子が一目でわかる点が特徴である。放射光施設の仕組みを理解するには大変良い場所である。この施設に岡山大学は専用のビームラインを持っている。そのラインでは真空紫外線領域のエネルギーを持つ放射光を用いた研究が可能であり、実習ではこのビームラインを使って、現代エレクトロニクスの根幹物質であるシリコンの電子状態を光電子分光と軟X線吸収分光測定により観測する。HiSOR実習では、課題を通して放射光施設の仕組みや放射光施設を使う上での基本的な考え方を身に付けることに主眼を置いている。

実習は実験ホール内の見学からはじまる。蓄積リングやビームラインなどを目前にして放射光施設の仕組みを界面電子物理学部門のスタッフが丁寧に説明する。初めて放射光施設を体験する院生たちは、興味深そうに話を聞いている。見学後、測定試料のセット、装置の原理・使い方の説明、そして、課題へと実習は進む。課題内容はシリコン表面の、清浄化前後での電子状態の観測とその比較である。作業の一つ一つ、また、課題内容をスタッフであるポスドクの脇田さんが丁寧に説明する。院生達も測定の原理や課題の内容を理解しようと真剣である。この実習では、測定で得られたスペクトルデータは皆でその場で議論し解析をしていく形式にしている。院生たちは積極的に質問および議論をして、得られたデータを解釈していく。少人数実習なので、皆が理解できるまでとことん議論できるのがこの実習の良いところである。

実習は1泊2日、朝から夜まで行われ日程的にハードであるが、参加した学生は疲れも見せず、熱心に課題に取り組んでいる。実習2日目の午後からはレポートの作成に時間を充てているが、内容を読むと課題を理解していることが良く分った。2007年度は、物理系以外の学生も参加し、合計9回の実習を行った。最後の2回は、実習に一度参加した学生が実習で得た経験と知識を活かし、自主的に設定した課題を放射光施設において行う先端実習コースである。

以下に各回の実習の概要を記す。

## 第1回実習

平成19年5月15日-16日にかけて本年度HiSOR実習が行われた。今回は、数理物理学専攻以外の学生1名（地球科学専攻）を含む合計4名の修士1年生が参加した。試料準備は脇田氏の指導のもと参加者が行い、その後1日目午後と2日目午前を使って、清浄化前後のSi表面の電子状態を光電子分光と吸収分光で観察した。清浄化表面に対しては低速電子線回折実験も行った。実習生たちは、最初のうちは難しそうな顔も見せていたが、入射時間などを利用して補足説明が行われるなかで実習に対するイメージが得られたようだった。2日目午後にはレポート作成を行った。その後、試料の試料真空槽からの移送を学生が行い、実習を終了した。実習生からは、「おかげで放射光施設に慣れることができました。もっと体を動かすような実習のほうが眠くなくて良いです。」「基本的なことがわかっていないので、もっと勉強してからこの実習に望むべきだと思いました。」などの感想が寄せられた。

## 第2回実習

平成19年5月17日-18日にかけて本年度第2回目のHiSOR実習が行われた。今回は、数理物理学専攻の修士1年生の学生が4名参加した。試料準備は脇田氏の指導のもと参加者が行い、その後1日目午後と2日目午前を使って、清浄化前後のSi表面の電子状態を光電子分光と吸収分光で観察した。清浄化表面に対しては低速電子線回折実験も行った。実習を行いながら、放射光の分光方法や光電子の測定方法などの必要と思われる点に関して、脇田氏がホワイトボードに図示するなど適切な説明により、実習生たちは光電子分光と吸収分光から何が得られるか理解したようである。2日目午後にはレポート作成を行い実習を終了した。実習生からの感想を以下に記す。

- 結晶格子の像を低速電子線回折で見られて感動しました。自分でエネルギーを変えて、像の大きさが変化するのを見られたのも良かったです。エバルト球を用いて、結晶構造が2次元であることを知れたのも、説明が分かりやすくて良かったです。
- FCCやBCCやダイヤモンド構造について、2次元構造の説明から、図や模型を使って説明してくださって分かりやすかった。

- Si の清浄前と清浄後で、明らかなピークの違いが見えて、良かった。また酸素の結合が原因でピークのエネルギーが 4eV 下がっていたという説明も興味深かった。
- 放射光の実験を初めて見ることでよかった。

### 第 3 回実習

今年度第 3 回目の HiSOR 実習が 6 月 12－13 日に行われた。今回は物理学科から 3 名、地球科学科から 1 名の院生が参加した。地球学科からの参加は第 1 回目につき 2 人目である。実習ではこれまで同様、シリコン表面の電子状態の観測を行った。シリコン基板の表面電子状態を表面清浄化前後で測定し変化を観測、その違いの理由を考察するという内容である。測定法としては光電子分光法と X 線吸収法を用いた。

多くの実習生にとっては初めての放射光施設であり、また自分の専門分野でない実習内容のためか、実習一日目はずいぶん戸惑っていたようである。しかし、基本的に同じ内容を繰り返す実習 2 日目には様子が変わり、積極的に質問をするようになった。特に、清浄化表面の LEED パターンの観測や、1 次光と 2 次光を用いた場合のエネルギー分解能の違いについては、実習生同士で活発な議論が行われる光景がみられた。

地球科学科の実習生にとってはおおよそ分野外の実習内容であり、説明にも随分と戸惑いを感じていたようである。しかし、わからないことは他の実習生に尋ねたり、また、実習生同士の議論を聞いたりすることで、理解を深めていたようである。実習生間のコミュニケーションは実習をスムーズに進める上で大きな助けとなった。

今回の実習には物理学科大学院 2 年生の岡崎君が TA として参加した。また、実習 2 日目には、物理学科の野上先生が見学に来られた。特に、野上先生はお忙しい中一日中見学してくださり、また、実習の雰囲気盛り上げて下さった。実習生もよりよい環境で実習が経験できたと思う。

以下に、参加実習生の感想を記す。

- 普段やっている実験とは似てそうで違うところだらけで、新鮮で楽しかった。

- 光電子分光はなじみが薄かったので実習前はちゃんとできるかかなり不安でしたが、先生方が初歩的な質問にも付き合ってくれたので楽しかったです。できれば、簡単でいいので、未知の試料の測定（課題のようなもの）が1つあれば、もっと議論できてよかったかもしれませんでした。
- 放射光についての知識を得られたことや、実験器具に囲まれたことなど、刺激的なことが多く、楽しかった。
- 分野がまったく違うのにもかかわらず、みなさんが丁寧に教えてくださって本当にためになりました。これからいろいろなことに興味が持てそうです。

#### 第4回実習

平成19年6月14-15日にかけて本年度第4回目のHiSOR実習が行われた。今回は、数理物理科学専攻の修士1年生の学生が4名参加した。今回は薄膜物性研究室の修士2年生にTAをお願いした。試料準備はTAの指導のもと参加者が行い、その後1日目午後と2日目午後を使って、清浄化前後のSi表面の電子状態を光電子分光と吸収分光で観察した。清浄化表面に対しては低速電子線回折実験も行った。実習を行いながら、放射光の分光方法や光電子の測定方法などの必要と思われる点に関して、ホワイトボードに図示するなどTAの適切な説明により、実習生たちは光電子分光と吸収分光から何が得られるか理解したようである。今回、2日目午前にマシーントラブルのため放射光が利用できなかったため、急遽、測定の説明とレポート作成の準備を行った。しかし、午後には光が利用できるようになったので、遅れながら所期の測定実験をすべて完了した。その後、レポート作成を行い、実習を終了した。

実習生からの感想を以下に記す。

- 普段使わない放射光施設を使うことができて、興味が沸いた。
- 今まで放射光では構造解析しかしたことがなかったので、新しい測定や講義の内容が新鮮だった。
- 放射光を使った実験は初めてだったが、さまざまな測定が可能であった。とてもすばらしい実験であった。
- 研究として光電子分光の理論的な研究をしているのですが、実験を実際に行うことは新鮮であり、これからの研究に対して有意義なことでした。

## 第5回目

平成19年6月26日-27日にかけて第5回 HiSOR 実習が行われた。今回は、数理物理学専攻の4名の修士1年生が参加した。試料準備を岡崎君の指導のもと参加者が行い、その後1日目午後と2日目午前を使って、清浄化前後の Si 表面の電子状態を光電子分光と吸収分光で観察するとともに、清浄化表面に対しては低速電子線回折実験も行った。今回の参加者の中には放射光や光電子分光測定にある程度習熟している学生がいたので、実習のかなりの部分を学生が自主的に遂行していた。また、通常レポート作成にあてる2日目午後を使い Si 清浄表面に対する角度分解光電子分光測定も行った。角度分解光電子分光を実習で行うのは、HiSOR 実習では初めての試みであり、世界的に見ても珍しいことだと思う。測定の空き時間などを利用して補足説明や学生同士の議論が行われ、これによって放射光を用いた物性測定に対する多くのイメージが得られたようだった。その後、試料を試料真空槽からの移送し、実習を終了した。

実習生からは、「机上での勉強だけでなく、実習という現場に立つことでようやく理解できる事もあるのだと痛感した。また、机上では理解できないことが現場では分かるという事もある事も痛感した。」、「所属している研究室でも光電子分光測定を行うため、光電子分光の理解を深めるために実習に参加することに決めた。本を読んでわかっていると思っていたことであっても、実際に自分の手足を動かし、頭を使い、装置に触れ、測定を進めていくにつれて、今までにはわかったつもりで素通りしていたということに気づき、そこに再び目を向け、しっかりと理解をする良い機会になった。」、「放射光科学に関する丁寧な説明があり良かったと思います。（特に放射光施設に関する内容は非常に勉強になりました。）また、角度分解光電子分光は初めてだったので、今後につながる非常に良い経験だったと思います。」、「データを取るだけでなく、解説をしていただきながらデータ解析の方法（マッピング等も含めて）も勉強する機会があれば良かったです。今回の実験後に、より多くの実験を経験してみたいという気持ちは何倍にも高まりました。」などの感想が寄せられた。

## 第6,7回実習

12/4-5, 6-7 の2回に分けて大学院自然科学研究科（工学部応用化学）高田研の院生が HiSOR 実習を行った。実習内容は鉄酸化物薄膜の光電子分光測定であ

り、博士後期課程向けのものであった。実習前半には院生 3 名のほかに高田研の准教授の藤井先生、後半には院生 3 名に加えて 4 年生が参加した。前半では試料の表面処理を行い、その表面の低速電子線回折 (LEED) 観察、価電子帯スペクトルの測定、共鳴光電子分光測定および角度分解光電子分光測定を行った。後半では、特定の方向のバンド分散を詳細に調べる測定を行った。また、学生は物理を専門としないため、実習中に逆格子の基本的な概念を光電子分光の原理とあわせて説明した。参加者は皆好奇心旺盛で、HiSOR 施設、放射光や岡山大学ビームラインの特徴を熱心に学んでいた。また、馴染みの無い逆格子についても学生は数多く質問し、積極的に知識を吸収していた。実習内容についても、専門的で高度ではあったが、測定内容を質問したり実験の補助をしたりと、各自が自分なりの方法でその理解に努めていたようである。今回の実習では、参加者が実験装置に触れる時間を十分とれなかった点が心残りであるが、その分、実習内容の説明や議論に十分時間が割けたことは良い点であった。以下、参加した院生の感想を記す。

- 今回の放射光実習では SPring-8 や PF に以前いったこともあるため、大体どのようなところに行くのかは想像できていたので、そこまで驚きはなかった。ただ蓄積リング自体が小さく実験ハッチが無いのは新鮮だった。実習の内容では主に LEED と PES の実習であったが、今まであまりふれたことが無い分野なのでとても勉強になった。また普段みることのない装置に触れられたのはよかったと思う。装置自体に余り触れられず作業できなかったのは残念であった。いままで余り逆格子や光電子などの勉強をしていなかったが、今回の実習でその分野の重要性が見えてきた。そういった上でも今回の実習はとても有意義に過ごせたと思う。
- 広島大学という隣の県に放射光施設があるということで、この施設で実際に装置に触れ、勉強することで放射光についての知識をより深めれるのではないかと思い、この実習を行いたいと思いました。SPring-8 実習の後だったので、思っていたよりも小さな施設でした。しかし、ビームラインが小さな間隔でおかれていることに驚きました。また入射電子ビームが電子蓄積リングにほぼ直角に曲げて入射していることにも驚きました。今回の実験は光電子分光によって FeTiO<sub>3</sub> の電子状態の占有準位の情報を得ることができるというものでした。まず LEED を行い表面状態を見ました。

この LEED、光電子分光について理解するために、逆格子ベクトルや  $\Gamma$  点とは何かなどを教えてもらい勉強でき、光電子分光でどのようなことが分かるかを勉強できました。今回の実習では、実験に沿った基礎的なところを勉強でき、知識を深めることが出来ました。

- 今回、大学院の放射光科学実習を受講した動機は自分の研究内容と関係が深いということが最大の理由だ。HiSOR の施設に関しては、SPRING-8 のイメージがあったので、もっと大きなものを想像していたが、実際に実物を見ると思ったよりも小さいという感想を持った。また、実験内容については、FeTiO<sub>3</sub> 薄膜の表面の電子状態を、軟 X 線を用いた LEED や XPS を行うということは予め聞いていた。私は放射光に関する知識があまりないことを自覚していたが、実習のために自分でテキストや本を読んでもなかなか理解できなかった。そのため、実験では測定原理や何を測定しているのかがわからないまま測定をすることになるかもしれないという半分諦めの気持ちがあった。しかし、実際に HiSOR に来てみるとポスドクの脇田さんも理学部の村岡先生もとても親切に基礎的なことから教えて下さって、非常に勉強になったとともに、自身の勉強不足、理解不足を申し訳なく思った。今回のことで、普段もっと頑張っておけばよかったと感じた。帰ったら測定データの解析ができるように、復習をしようと思う。
- 私は、普段岡山大学での実験で X 線を用いて主に XRD で試料を測定している。しかし、X 線自体の性質や、また軟 X 線や他の硬 X 線などを使ったほかの測定法については詳しく知らない。そこで今回の放射光科学実習が実施されることを知り、自分の知識と理解を深めようと思い、今回の実習に参加した。今回実習で取り扱ったのは、光電子分光である。名前を聞いたことはあったが、放射光施設自体が初めてで、原理をきちんと理解し、扱うことが出来るか不安に感じていた。しかし、実際の施設を目にしながら説明を聞き、操作すると、考えていたよりも早く理解できたと思う。また、光電子分光や LEED などでは逆格子の概念が非常に重要であることがわかった。逆格子については大学院の講義で聞いたことがあったが、実際にどういう場面で使われ、役に立つのかを知らなかった。今回の実習でその必要性を痛感し、今までは避けてきた領域だけに、これからも勉強を続けていかなければならないと思った。今後も光電子分光や LEED だけで



なく、放射光を使った測定を行うことがあるかもしれない。今回、光電子分光についての理解は深まり、実に有意義な実習だった。しかし、放射光の装置をきちんと取り扱えるようになるには、まだまだ知識が足りない。今回学んだことを復習するとともに、さらに理解を深め、また周辺の分野なども勉強していきたいと思った。

- 私が今回この実習に参加した動機は、私の研究室の准教授に薦められたということもありますが、一番の理由は、私は SPring-8 以外の放射光施設に行ったことが無く、他の施設がどのようなものかを見てみたいと思ったからです。また、普段あまり触れることの少ない放射光に携われ、尚且つ知るためのよい機会であると思い、実習に参加しました。 HiSOR に来る前は、実験室の真ん中に大きいリングが一つあり、その周りで実験を行っていると考えていたのですが、実際に実験室の中に入ると、リングが思っていたよりも小さく、またリングが半分しかなかったことと、実験室中のビームラインどうしが非常に近くにあったことに驚きました。この度の実習で何を行うかを知ったのが実習の前日であったため、実習で行った光電子分光についてほとんど何の予備知識もなかったので少し不安でした。ですが、先生方の丁寧な御指導のおかげで測定原理から、測定から何がわかるかまでの大筋を理解することが出来ました。特に、今まであまり分からなかったため敬遠していた逆格子についての考え方が、今回説明を受けることでその概念を理解することが出来たと思います。それ以外にも、軟 X 線の性質や、その単色化の方法等、様々な事を学ぶことが出来ました。今回、実習として行った事は先輩の試料の測定の手伝いであり、実際に試料を装置内に入れたり、データを解析したりすることはなかったのですが、どのような目的で測定を行っているのかや、測定の仕方については知ることが出来ました。また、実際に LEED の回折パターンを見たのですが、想像していたよりもはっきりと見えたので驚きました。今私が行っている研究では、光電子分光を使う機会はあまり無いとは感じましたが、今回の実習に参加したことにより、放射光についての基礎的な知識や、どのような場合に光電子分光が有効であるかを知ることが出来たため、非常に有益な実習であったと思います。今後この経験をいかし、後輩や同僚にアドバイスが出来るよう、今回学んだことを復習するとともに、放射光やその実験方法についての知識を深め、役立てていこうと思います。

- このたび Hi-SOR における放射光科学実習に参加させていただいたのは、普段私が岡山大学の無機材料科学研究室において、イルメナイトーヘマタイトをはじめとする鉄 - チタン複合酸化物を広く合成・その電子構造を明らかにし、ひいてはスピントロニクス分野においての活用を目指すという研究を行っているためである。まだ講義などで習った程度の、ほんのさわり程度の知識しか持たない私にとって、実際に電子構造を明らかにするための手法に触れ、使用できるようになるためには必須の実習であると考えた。実際に実習を受けさせていただいて、今回の Hi-SOR で行えるような、軟 X 線をもちいた XPS では、主に薄膜としての金属酸化物の特性が評価されるもので、普段私が作製しているバルク材の段階では、表面の電子構造についてのみ明らかにできるものであることが分かった。しかし、結晶構造・電子構造の評価の仕方、逆格子空間や LEED など、非常に有意義なことを多く学べた上、ひいては他の色々な測定のためにもなりそうな（特に X 線についてや、シンクロトロンなどについての）見聞を広めることができたと思う。今回は実際に自身でサンプルを評価する、ということとはできなかったが、むしろ逆に色々な作業に混乱させられることもなく、わかりやすい説明と、実際に LEED の像の変化などが見られたことなど、非常に勉強になった。測定方法は細かな影響に非常に敏感であり、また実際の測定には長い時間がかかるものだと感じたが、今後私が実際に測定・分析をする際にも、きっとできると感じた。今回はどうもありがとうございました。また私が面白そうな薄膜を作れた際にはぜひよろしくお願い致します。

## 第 8 回実習

平成 20 年 2 月 4 - 5 日に放射光教育の一環として advanced な放射光実習を行った。実習目的は、既に実習経験者のある界面電子物理学部門の田嶋君がこれまでに得た放射光に関する知識、実験技術をさらに深化・発展させること、である。内容は、田嶋君が現在行っている研究テーマ、ホランダイト型マンガン酸化物の電子状態に関するものであり、実習では光電子分光測定を行った。

実習には、M1 の田嶋君、同じ研究室の 4 年生の野網君、非常勤研究員の脇田氏、そして村岡が参加した。初日の 4 日は予め用意した試料を光電子分光装置の試料室に入れ、真空引きをするところまで行った。翌 2 日目、田嶋君自らが

試料を測定チャンバーへ移送し、早速、光電子分光測定を行おうとした。しかし、何故かスペクトルが現われない。原因を追究した結果、チャンネルトロン（光電子シグナル増幅器）に異常があることが分かった。装置の不調に遭遇したが参加者皆で議論して対応策を見出し、何とか午後から測定が実行できるようになった。

まず、価電子帯スペクトルの測定、続いてモリブデン金属を用いてフェルミ準位の決定、チャージアップの影響に関する実験、試料組成の均一性を確認する実験、最後に、入射光エネルギーによるイオン化散乱断面積の違いを利用したスペクトル帰属の実験を行った。

田嶋君は最初に脇田氏から測定の手順や測定ソフトウェアの使い方を教わると、まもなく全て自分ひとりで実験を行えるようになった。測定—解析—試料の位置変え—測定というサイクルを手際よく繰り返し、実習の後半は彼の主導の下で実験が進められた。また、実験途中からは後輩の野網君に測定やスペクトル解析の仕方を指導する姿も見られた。その様子や話しぶりから、今回の実習によりこれまでに得た光電子分光測定の知識、実験技術が定着し、同時に新たな知識も獲得したことをうかがい知る事ができた。1泊2日の実習ではあったが、トラブルへの対応や主体的な実験の実行を経験することで、田嶋君は放射光実験に関する知識・技術を大いに深化しており、掲げていた実習の目的は十分達成できたと思われる。以下に田嶋君の感想を記す。

- 今回は研究員の脇田さんの指導のもと、試料の導入から測定・解析までの光電子分光実験の一通りの作業をほとんど自分自身の手で行った。実験開始直後に一時測定ができなくなるというトラブルに見舞われた。しかし、その原因を検討し様々な対処を行った結果、トラブルを解消することができ測定を行うことが可能になった。その後は脇田さんに助言をいただきながら測定と並行してデータ解析も行い、順調に実験を進めることができた。今回、光電子分光実験の全工程に渡る作業のほとんどを自分自身で行うことで、実験技能の習熟になった。また、実験中にトラブルが生じたことにより、予期せぬ事態への対処法を学ぶことができた。研究室で机に向かっていては決して得られない経験をすることができ、これは今後の自身の研究活動にも活かしていく。

## 第9回実習

前回の HiSOR 実習に続き平成20年2月15－19日に advanced な放射光実習を SPring-8 で行った。今回の参加者は、実習経験のある界面電子物理学部門の田嶋君と吉田君、そして村岡である。田嶋君は前回の HiSOR に引き続いての実習である。また、イニシアティブとは直接関係は無いが、同研究部門4年生の野網君と岩井君も参加した。実習課題には田嶋、吉田両君の研究テーマを選んだ。田嶋、吉田君が研究対象としている試料について光電子分光測定を行い、電子構造のより詳細な知見を得ることが課題内容である。また、自分の研究課題実験を通して、これまでに得た放射光に関する知識、実験技術を深化・発展させることが本実習の目的である。なお、実習に使用したビームラインは BL27SU で、実習は田嶋－吉田の順で行った。

### 1日目(2/15)

田嶋君が銅の台座に Ag ペーストで接着した測定を試料準備室に入れて真空引きをする。しばらく待ったが、測定に適する真空度になかなか達しない。接着に使用した Ag ペーストからガスが出ているのかもしれない。さらに待ったが状況は大きくは改善せず、結局翌朝まで真空度の向上を待つことにした。

### 2日目(2/16)

朝、試料を準備室に入れ真空度を見る。しかし、期待したほど高真空にはならなかったので、試料を取替えて測定をすることにした。田嶋君主導のもと、試料表面の清浄化、その後光電子分光測定を行った。まず、試料の構成元素の内殻準位と価電子帯のスペクトルを測定し、次いで、試料組成の均一性やスペクトルの経時変化が無いことを確認する測定実験をおこなった。測定では光の強度が思ったほど強くないというハプニングがあったが、測定範囲を選ぶなどして S/N 比の良いスペクトルを得る対処をした。田嶋君は測定ソフトウェアの使い方を学ぶと、後は手際よく実験を進めていた。

### 3-4日目(2/17-18)

前日に引き続き田嶋君の試料の実験を行った。試料の化学組成を変えて同内容の測定を行うと、ある組成でスペクトルに変化が現われた。試料内の構成元素の化学状態に変化が生じていることを示している。化学変化の様子を系統的に調べる測定を行い、田嶋君の実験は終了した。実験は田嶋君自身の手際の良さに加えて、吉田君や野網君、岩井君4年生のサポートもあり、順調に進める

事が出来た。次に野網君の測定実験を行った後、吉田君の実験に移った。

吉田君の実験の進め方は見事であった。必要なデータのためにどのような光のエネルギーでどんな測定をしたらよいかを明確にし、自分のたてた実験計画に従って岩井君とともに実験を行い、予想した所要時間で測定を終了した。光のエネルギー強度の問題や低温測定にも柔軟に対応した。吉田君の実験手順の良さをみていると、これまでの HiSOR 実習や以前に今回の装置を使った経験が生きていると感じた。

5 日目 (2/19)

吉田君の実験の後、田嶋君が自分の試料について低温での光電子分光測定を行った。マシンタイムの残り時間は 5 時間と限られていたが手際よく実験を行い、時間内に必要な測定を全て終えることが出来た。

田嶋、吉田両君とも放射光ビームライン、装置の取り扱い、および光電子分光測定への理解が随分と進んでいると感じた。実習を数回経験した成果だと思われる。また、彼等はともに 4 年生への指導も熱心で、自分が得た知識や技術を丁寧に後輩へ伝えていた。その様子から、彼らの放射光実験に関する知識・技術を大いに深化しており、掲げていた実習の目的は十分達成できたと思われる。

イニシアティブによる放射光教育ははじまってまだ 2 年弱である。しかし、放射光を使った実験の出来る人材の育成は着実に進んでおり、さらには、育成した人材がその後輩を教育するという、非常に良い状況になりつつある。この 2 年、放射光実習に携わってきた者としては大変うれしいことである。イニシアティブによる放射光教育のプログラムはこの 3 月で終わりを迎えるが、この事業で生まれた‘人材育成’の芽をさらに大きく成長させるよう努めていくことが、今後の我々スタッフの課題であろう。地道に実習を継続することがイニシアティブ事業を意味のあるものにし、また、放射光を用いた研究者の拡大、視野の広い研究者を育成することにつながるのだということを忘れずにいたい。以下に、実習に参加した院生の感想を記す。

- 本実習では試料の導入や輸送、測定位置の決定、光のエネルギー変更など、一連の作業を自身が手を動かして行った。また実験の指揮なども学生が大きな役割を果たした。使用機会が限られる放射光施設において、今回はビームラインを使用する上での注意点などが非常に勉強になった。また

限られた時間で測定をどのように進めていくかというマネジメントの面においても経験を積むことができた。よって装置を触りながら学ぶことができた本実習は、効果的な学習経験であったと考えている。また下級生とペアを組んで教えながら実験を進めたことで、指導能力を向上させるよい練習になったとも考えている。

## 4. 4 先端宇宙素粒子実習

量子宇宙科学コースでは、先端宇宙素粒子実習を平成20年2月に行った。

2月7～8日に岡山大学にて素粒子検出器の製作と回路調整を行い、13～15日に東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子観測施設にて講義、実験、測定などを行った。

3名の学生が全コースに参加し、原田実施委員長と作田担当教官のほか10名の学生が後半の神岡施設見学に参加した。

# 先端宇宙素粒子実習レポート

41419130 岡本 敦志

平成 20 年 3 月 3 日

## 1 やったこと

シンチレータとライトガイドの接着をしたあと暗幕で包み光電子増倍管とエアコンタクトで、光漏れのチェックを行なった。去年作ったシンチレータと併せて 3 枚のシンチレータで同様に光漏れのチェックを行ない HV カーブを測定した。HV カーブによって決定した HV で地上での宇宙線の強度を測定した。このとき測定した宇宙線の強度は 3 枚のシンチレータのコインシデンスをとった。

3 枚のシンチレータを地下 600m および 1000m に移動してそれぞれ宇宙線の強度を測定し、地上での宇宙線の強度と比較し考察した。このときバックグラウンドを減らすためポリエチレンで遮蔽して測定を行なった。

## 2 実験結果

このときの検出器 1、2、3 の HV はそれぞれ 2150V、2100V、2300V である。Threshold はすべて 30mV である。

| レート (Hz) |      |                                |                               |
|----------|------|--------------------------------|-------------------------------|
|          | 地上   | 地下 1000m                       | 地下 600m                       |
| 1        | 324  | 221                            | 211                           |
| 2        | 363  | 506                            | 367                           |
| 3        | 347  | 196                            | 249                           |
| 1,2      | 34.2 | 1.53                           | 1.32                          |
| 2,3      | 38.5 | 1.82                           | 1.71                          |
| 1,3      | 23.0 | 0.22                           | 0.25                          |
| 1,2,3    | 20.3 | $5.23 \pm 0.29 \times 10^{-3}$ | $7.42 \pm 1.5 \times 10^{-3}$ |



### 3 宇宙線強度の計算

60cm×140cm のシンチレータを面積が同じ円であると仮定して立体角を計算。半径 51.7cm の円形の検出器、検出器 1 と検出器 3 の距離 39cm で計算

$$\Omega = \int \sin \theta d\theta d\phi$$

まず粒子が一番下の検出器の真中を通過すると仮定して立体角の計算を行った。

$$\theta = 0.92(rad), \phi = 2\pi, \Omega_{max} = 2.51(sr)$$

次に粒子が一番下の検出器の端を通過すると仮定して計算を行った。

$$\theta = 0.6(rad), \phi = 2\pi, \Omega_{min} = 1.13(sr)$$

これらの平均をとって 3 枚シンチレータを通過する宇宙線の強度計算を行なった。文献より神岡でのミューオンのフラックスは  $6 \times 10^{-8} cm^{-2} s^{-1} sr^{-1}$  となっている。よってシンチレータ 3 枚を通過するミューオンの強度は  $9.17 \times 10^{-4} s^{-1}$  となる。

### 4 考察

地下で測定したミューオンの強度は地上でのミューオンのレイトの約 4000 分の 1 となった。地下 1000m で測定した結果、計算した宇宙線の強度よりも約 5 倍大きくなった。これはコンクリートの壁から出るガンマ線を検出したときにコンプトン散乱が起こり、とびでた電子が 3 枚のシンチレータを突き抜けたことが考えられる。また、地下 600m で測定した結果は地下 1000m で測定した結果の約 1.4 倍となった。これは地下 1000m から地下 600m になったことによりミューオンの強度が増加したこと、およびコンクリートのないところで測定したのでコンクリートからくるバックグラウンドが減少した効果が考えられる。バックグラウンドを減らすためにはコンクリートの無いところで測定すること、検出器のあいだにもポリエチレンで遮蔽を行なうなどが考えられる。

### 5 感想

神岡にはスーパーカミオカンデ以外にも Xmass や重力波などの研究も行なわれていることを知った。とても大きな検出器を接着するのはむずかしかった。この経験を今後の研究に活かしたい。雪が沢山積もっているのを初めて見た。

## 1.実習内容

### • 見学

• スーパーカミオカンデ、カムランド、重力波実験、暗黒物質探索実験施設を見学させてもらった。どの実験も世界トップレベルのものであり、興味深いものばかりで、現場の雰囲気味わえたのがよかった。

### • 実験

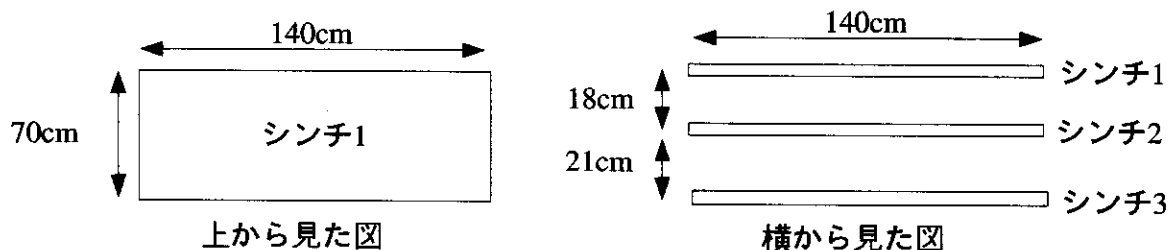
(セットアップ)

縦140cm、横60cmの、厚さ0.5cmのプラスチックシンチレータを三枚用いた。ライトガイドとPMTを取り付け、図の様に地面に水平にならべた。

このセットアップから、シンチ1,2,3を通過する宇宙線の計測数を計算すると、

$$\text{計測数(1/s)} = 7867 \text{ cm}^2 \text{ sr} \times (\text{鉛直方向の宇宙線のフラックス})$$

となった。これは、宇宙線の強度の角度依存性を無視し、立体角をシンチの面積について積分した結果である。



(各PMTにかかる高電圧の決定)

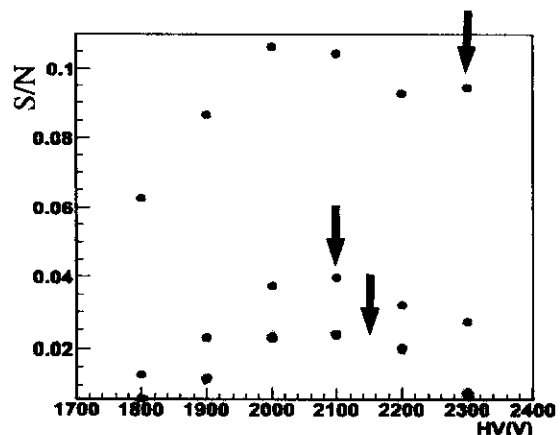
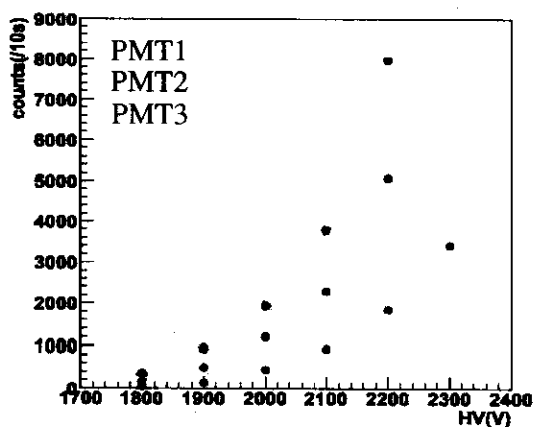
thresholdを3つとも-30mVとし、HVカーブを取ると図1のようになったが、プラトーな領域は解らなかった。シングルカウントと共にコインシデンスも同時に取り、その場ではグラフを描かずに目測で高電圧を決めたが、図2にシグナルとノイズの比をプロットしてみた。シグナルとしては、

$$S = (1,2,3 \text{ のコインシデンス}) - (\text{アクシデンタルコインシデンス})$$

とし、ノイズとして、

$$N = (\text{シングルカウント}) - S$$

とし、S/Nを求めた。これより、PMT1,2にかけた電圧はS/Nが大きくなる場所を選んでいたが、PMT3に関しては少し高くしすぎたかもしれない。



## (研究棟での測定)

コインシデンス1,2,3は18.5Hzであるのに対して、シングルカウントとパルス幅からアクシデンタルなものを見積もると $\sim 10^{-7}$ Hz程度であり、3つシンチレーターのコインシデンスの値は宇宙線ミューオンが通過したものであると思われる。シンチを横向にすると、シングルカウントは増えていて、これはシンチ下部からの光もれを完全に防げなかったためであるが、コインシデンスの値は減少していることがわかる。

地表におけるミューオンのフラックスは、particle physics bookletによると、

$$0.8 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$$

であるから、この値より予想されるコインシデンス1,2,3の計数率は

$$7867 \text{ cm}^2 \text{ sr} \times 0.8 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1} = 62.9 \text{ Hz}$$

である。しかし今回の結果では18.5Hzと、予想よりも少なくなっている。これはおそらく、実験を行った場所が、両脇を山にかこまれた所だったので、検出器の立体角の範囲に山が被っていたためだろうと考えられる。

## (坑内(~1000m)での測定)

地下1000mの地点での測定ではコインシデンスは20000分の1程度まで減少している。環境バックグラウンドを少なくするため周りをポリエチで囲って、そのまま一晩データをためた結果が表の、坑内(ポリエチ)、のデータである。

地下1000mでのミューオンのフラックスは、文献より、 $\sim 6.0 \times 10^{-8} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ であるので、コインシデンス1,2,3の計数率は、

$$7867 \text{ cm}^2 \text{ sr} \times 6 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1} = 4.72 \times 10^{-4} \text{ Hz}$$

と予想される。測定では $5.1 \times 10^{-3}$ Hzであり、一桁大きくなっていた。これは、周りの岩盤からのバックグラウンドであるガンマ線がシンチに入りコンプトン散乱を起こし、その電子が他のシンチを通過したと考えられるが、これを確認するためには、シンチを厚さをもっと厚くしたり、ADCでエネルギーの分布を見てみたりする必要がある。

## (坑道(~600m)での測定)

地下600mの地点で一時間データをためた。計測率は坑内(~1000m)のときとほとんど変わらなかった。地下600mでのミューオンのフラックスは、文献より、 $\sim 2.0 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ であるので、コインシデンス1,2,3の計数率は、

$$7867 \text{ cm}^2 \text{ sr} \times 2 \times 10^{-7} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1} = 1.57 \times 10^{-3} \text{ Hz}$$

と予想される。坑内での測定より、バックグラウンドが $10^{-3}$ Hz程度と見積もるとすると、丁度S/N比が1ぐらいの微妙な測定になった。もう少し統計をためれば、計測数が坑内よりを増加したことを確認できるかも知れない。

|       | 計数率(Hz)         |                 |                       |                 |                                   |                            |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|
|       | 研究棟             | 研究棟 (横)         | 坑内(~1000m)            | 坑内 (横)          | 坑内 (ポリエチ)                         | 坑道(~600m)                  |
| 1     | 343.0 $\pm$ 0.4 | 13516 $\pm$ 3   | 211.8                 | 108 $\pm$ 1     | 217.74 $\pm$ 0.06                 | 211.7 $\pm$ 0.3            |
| 2     | 409.5 $\pm$ 0.5 | 243.0 $\pm$ 0.4 | 436                   | 280 $\pm$ 2     | 498.54 $\pm$ 0.09                 | 367.0 $\pm$ 0.3            |
| 3     | 373.9 $\pm$ 0.5 | 538.4 $\pm$ 0.5 | 253                   | 236 $\pm$ 2     | 192.91 $\pm$ 0.06                 | 250.7 $\pm$ 0.3            |
| 1*2   | 31.9 $\pm$ 0.1  | 15.1 $\pm$ 0.1  | 1.76                  | 1.2 $\pm$ 0.2   | 1.505 $\pm$ 0.002                 | 1.33 $\pm$ 0.02            |
| 2*3   | 36.4 $\pm$ 0.1  | 15.0 $\pm$ 0.1  | 2.32                  | 2.2 $\pm$ 0.2   | 1.794 $\pm$ 0.005                 | 1.72 $\pm$ 0.02            |
| 1*3   | 21.5 $\pm$ 0.1  | 5.68 $\pm$ 0.09 | 0.32                  | 0.10 $\pm$ 0.04 | 0.219 $\pm$ 0.002                 | 0.255 $\pm$ 0.002          |
| 1*2*3 | 18.5 $\pm$ 0.1  | 4.03 $\pm$ 0.04 | $3.13 \times 10^{-3}$ | $< 10^{-2}$     | $(5.1461 \pm 0.3) \times 10^{-3}$ | $(7 \pm 2) \times 10^{-3}$ |

様々な実験状況での計数率

## 2. 全体の感想、改善すべき点など

- 岡大での実習が二日間あったので、ゆっくりと装置の組み立てができたことがよかった。
- 装置を組み立てる手際が悪かったが、一から組み立てる作業は楽しかった。
- HVカーブをもう少し丁寧にとるべきだった。一枚のシンチではおそらく、信号とバックグラウンドの区別が出来ずプラトーな領域は見えないが、複数枚のシンチを用いて、コインシデンスを信号とすれば期待するような曲線がとれると思う。
- 見学の時間が短かったと思う。もう少しゆっくりと見学したかった。(カムランドや二重ベータ崩壊実験など)
- 今回の実習を通して、作田先生、塩澤先生、関谷先生には大変お世話になり、ありがとうございました。

## 先端宇宙素粒子実習レポート

41419134 浜田 祐輔

### 1. 今回の実習について

神岡初日は、神岡施設の見学を行い、研究者の方の説明を伺いながら SK やカムランドなどの実験施設を見学をすることができ、有意義な時間を過ごすことが出来た。鉱山内という条件は、様々なバックグラウンドを減らしてくれるという利点があり、実験環境に適しているという事を認識することが出来た。

実習は、岡山大学で検出器を作成することから始まった。検出器を自分で作ることは、初めての経験であり、よりよい検出器を作るために、自分たちで試行錯誤しながら作ることができ、非常によい経験になったと思う。岡山大学での実習により、神岡での実習時間の確保ができ、またスムーズに計測に入ることができた。実験は、自分たちで考えながら進め、バックグラウンドの理解や計測の有意性等について、先生方から教わりながら実習することができてよかった。

### 2. 実験結果

以下では、シンチレーションを上から、シンチ 1、シンチ 2、シンチ 3 と呼ぶ。岡山大学での検出器の調整により、それぞれの HV を上から順に-2150V,-2100V,-2300V に、ディスクリミネーターの threshold を 30mV に設定した。神岡では、地上・坑内 (地下 1000m)・坑道 (地下 500m)\*<sup>1</sup>での測定を行った。測定結果を表 1 にまとめる。

| coincidence | 地上     | 地上 ( $^{60}\text{Co}$ ) | 坑内 (地下 1000m)                  | 坑道 (地下 500m)                  |
|-------------|--------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1&2         | 31.9Hz | 84.2Hz                  | 1.53Hz                         | 1.33Hz                        |
| 2&3         | 36.4Hz | 47.5Hz                  | 1.82Hz                         | 1.72Hz                        |
| 1&3         | 21.5Hz | 41.4Hz                  | 0.22Hz                         | 0.26Hz                        |
| 1&2&3       | 18.5Hz | 13.7Hz                  | $5.23 \times 10^{-3}\text{Hz}$ | $7.0 \times 10^{-3}\text{Hz}$ |

表 1 測定結果

地上 ( $^{60}\text{Co}$ ) とは、地上にてシンチ 1 の上に  $\text{Co}$  線源を置いて測定した結果である。また、坑内の測定のみポリエチレンにより遮蔽している。

ここで、今回作った検出器の立体角を  $2\text{sr}$  と求めた。地上における宇宙線の強度は、 $1.1 \times 10^2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$  である。したがって、地上で期待される宇宙線は、 $184.8\text{Hz}$  である。また、坑内 (地下 1000m) における宇宙線の強度は、 $6.0 \times 10^{-8} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$  なので、坑内 (地下 1000m) で期待される宇宙線は、 $10^{-3}\text{Hz}$  である。

#### ・地上での測定

地上での測定における宇宙線のレートは、期待されるものの  $\frac{1}{10}$  だった。考えられる原因として、建物の壁による遮蔽、プラスチックシンチレーターの検出効率、周りが山に囲まれているなどが考えられる。

#### ・坑内での測定

期待される宇宙線が、 $10^{-3}\text{Hz}$  であるのに対して、 $5.23 \times 10^{-3}\text{Hz}$  であった。地上での測定から、期待さ

\*1 地下 500m という値は坑内からの距離で予測した深さ

れる量より少なくなるはずなので、今回測定されたものは、岩盤から U,Th などの放射線がほとんどではないかと考えられる。宇宙線が環境バックグラウンドに埋もれているので、環境バックグラウンドを減らすか、信号の中から宇宙線を探しだすために、バックグラウンドを理解するための計測・シミュレーションが必要だと思う。

・坑道での測定

坑道では、坑内より深さがいないために宇宙線の強度は、強くなるはずである。実際にレートは、坑内の 1.5 倍ほどになっている。しかしこの原因として、坑道ではポリエチレンによる遮蔽を行っていないので環境バックグラウンドが増えたと考える。もし岩盤の違いから、坑道で環境バックグラウンドが減っているならば、宇宙線が見え始めているかもしれない。

坑道でも坑内と同じくポリエチレンで遮蔽し、一晚測って統計量をためてみるといいと思う。

### 3. 改善点

今回の実習では、実習をうける人数が 3 人と少なかった。そのため、作成した検出器を L アンクルで設置するときに、人を呼んできて手伝ってもらったり、運ぶ時には先生方に手伝ってもらったりと 3 人では限界があった。運び方に関しても、平らな面において運ぶ、取っ手をつけるなどより安全に運ぶ方法を考えるべきである。また、実習を受けた 3 人は宇宙・素粒子研の人だけで、他分野の人がいないのが少し寂しかったと思う。測定に関しては、シンチレーションの厚さを厚くしたりするなどして、宇宙線とバックグラウンドとの区別をしやすいと思う。

お世話になった先生方、誠にありがとうございました。

## 4.3 先端基礎科学プログラミング実習

昨年度と同様にKEK計算科学センターの佐々木先生に、オブジェクト指向言語によるプログラミングの講義をお願いした。内容は、実習中心で、課題を与えて少人数のグループで議論しながらすすめた。クラスなどプログラミング設計をおこない、その後プログラム実装させた。3日間なので若干時間が足りなかった面はあるが、多くの参加学生にとっては初めての本格的なプログラミング経験であり、新鮮だったようである。反面、予習が足りなかった学生には敷居が高かったかもしれない。次回からは事前の準備に配慮したい。

履修登録者は11名であったが、履修登録しなくても参加可能とアナウンスしたところ、2名の追加参加があった。教科書は昨年度同様無料配布した。  
実習風景写真は、以下を参照して下さい。

[http://fphy.hep.okayama-u.ac.jp/archives/photo/c++\\_enshuu\\_20070801/index.html](http://fphy.hep.okayama-u.ac.jp/archives/photo/c++_enshuu_20070801/index.html)

### 先端基礎科学開拓研究者育成プログラム

後期集中開講 「先端基礎科学プログラミング実習」

講師： 文部科学省高エネルギー加速器研究機構・計算科学センター・教授  
佐々木節先生

期日： 8月1日（水）9：00～8月3日（金）15：00

場所： 理学部情報実習室

TA 1名，受講生 13名

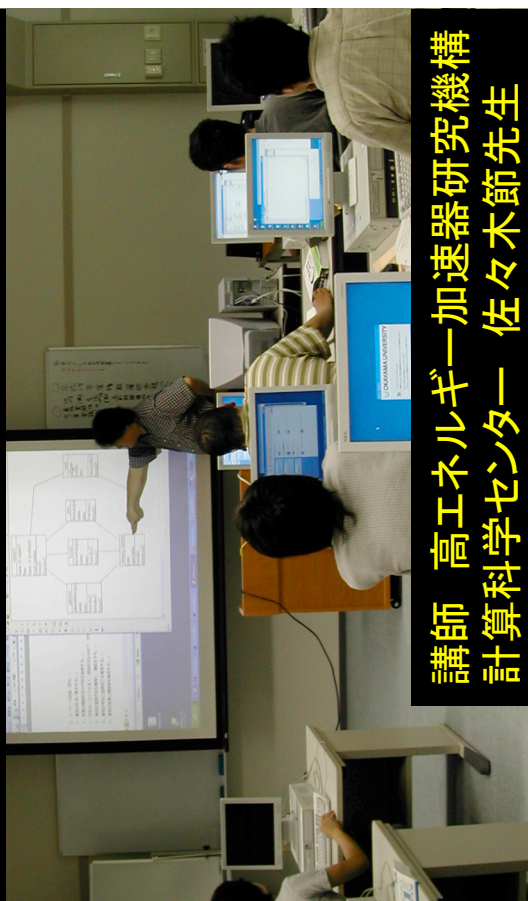
教科書 詳説C++【第2版】大城正典、ソフトバンククリエイティブ

# 先端基礎科学プログラミング実習

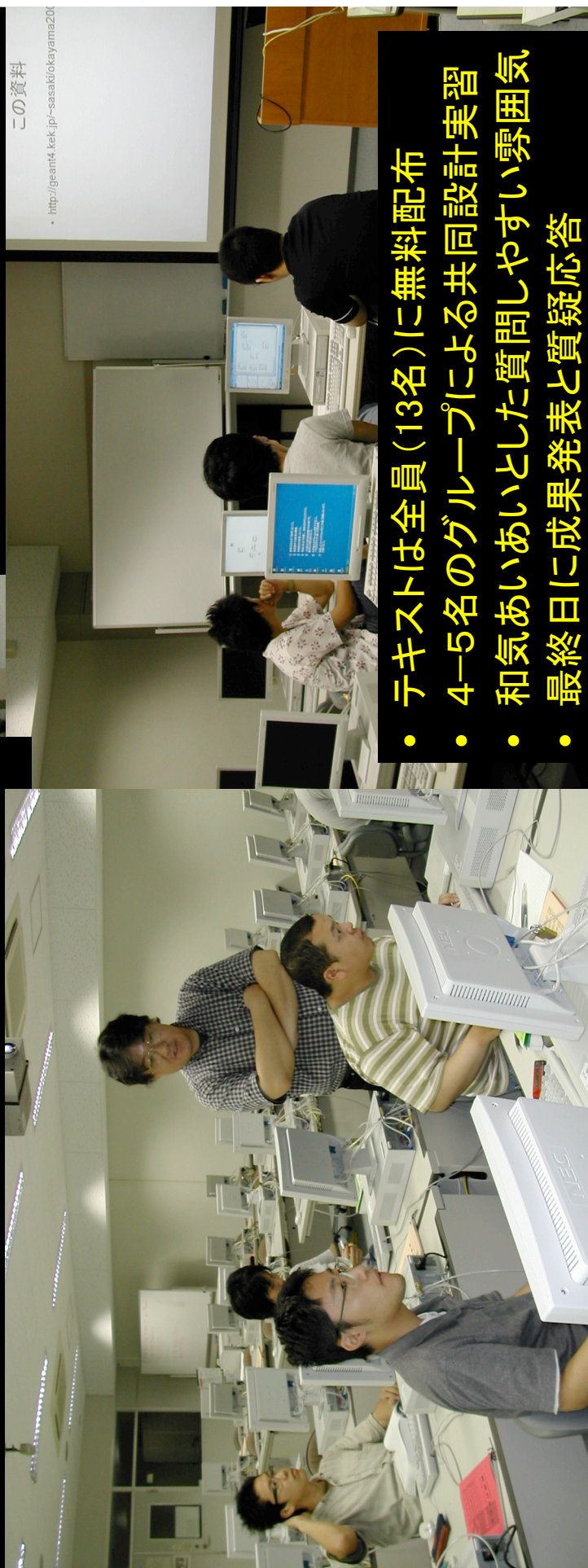
2007年8月1日(水)~8月3日(金) 3日間

オブジェクト指向C++言語の講義

- 1) 計算機アーキテクチャ、プログラミングとは?
- 2) ソフトウェア工学入門、オブジェクト指向
- 3) オブジェクト指向設計の実践  
C++で簡単なプログラムを書く
- 4) GEANT4プログラムの医療分野(放射線ガン治療)への応用等具体例の紹介



講師 高エネルギー加速器研究機構  
計算科学センター 佐々木節先生



この資料

• <http://geant4.kek.jp/~sasaki/okayama2007/>

- テキストは全員(13名)に無料配布
- 4-5名のグループによる共同設計実習
- 和気あいあいとした質問しやすい雰囲気
- 最終日に成果発表と質疑応答



## 5. シンポジウム・報告会

### 5.1 中間成果報告会

「魅力ある大学院教育」イニシアティブ・先端基礎科学開拓研究者育成プログラム  
-地域先端研究施設との連携による開かれた教育-

取組担当者：原田 勲

岡山大学大学院自然科学研究科先端基礎科学専攻では、平成18年7月上記事業が文部科学省に採択されて以来、より実質的な大学院教育を目指して事業を推進してきました。丁度中間期にあたる平成19年4月6日（金）に中間報告会（次ページ、プログラム参照）を開き、関連する分野のエキスパートである外部評価委員2名（次々ページの評価書参照）、ドイツからのアドバイザー1名、SPring8での実習で御協力いただいた企業の方々、神岡や高知コアでの実習を援助くださったスタッフの皆さん、実習を行った院生などに参加戴き、臨場感あふれる総括と私達のプログラムの行く末について活発な議論を行いました。それらの議論は平成19年度の事業に反映され、更なる大学院教育の改善に役立たせました。

本プログラムを貫く理念は、「夢のある教育・研究」、「開かれた教育・研究」に集約され、新時代にふさわしい“イニシアティブ”となる大学院教育のモデルを提案出来たものと信じています。そして、それらの教育は将来の日本を支える先端技術者、更に自立して先端基礎科学を開拓できる研究者への養成と結びつくことを確信しています。

岡山大学「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」中間報告会

平成 19 年 4 月 6 日

開催場所 岡山大学 50 周年記念館 会議室

13:00 開会挨拶 高田研究科長

13:05 挨拶 田中副学長

13:10 来賓挨拶 吉良理事長（高輝度光科学研究センター）

13:15 基調報告（イニシアティブ事業の概要）

カリキュラム，カルテ・ボードシステム，シンポジウムの報告

13:45 他機関の取り組み

首都大東京の試み（仮題）（首都大東京，岡部豊教授）

Fact and fiction about obtaining

a Physics PhD in Germany. (Hannover Uni. Prof. H.-J.Mikeska)

14:15 休憩

14:30 先端研究施設との教育連携

14:30 高知コア実習報告 教員と学生のコメント

14:45 宇宙素粒子実習報告 教員と学生のコメント

15:00 放射光実習報告 教員，学生，企業研究者からコメント

15:40 武者修行報告 教員と学生のコメント

15:55 来年度に向けて

16:15 閉会の辞

<http://www.okayama-u.ac.jp/50kinenkan/kinenkan-index.htm>

## 「先端基礎科学開拓研究者養成プログラム」中間報告に関する評価

(独) 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門  
放射光科学研究ユニット長 水木 純一郎

主要大学の大学院重点化で大学院定員が大幅に増大され、極論すれば大学院に進学したいものは誰でも行ける時代になってきている。この結果、大学院生の質の低下も囁かれている。我々の時代（30年以上前）は、院生側が「求めよ、さらば与えられん」であったが、今は大学側が「与えよ、されど踊らず」かと憂いていたが、本プロジェクトの内容とその恩恵を受けた大学院生の発表を聴き大変感激した。以下、評価できる具体的な点、またこれがさらに多くの実を上げるための注文を箇条書きにする。

### 評価できる点：

- (1) 岡山大学の特長の表現法として、立地条件を生かして国の先端研究施設との連携を試みたこと。国の先端研究施設に対して人材育成（教育）というミッションを負うことの必要性、重要性を説いたこと。
- (2) 企業の研究者との連携を実行したこと。院生がこれまで学んできたこと・学んでいる基礎学問がどのような形で“生きた”世界で必要となっているかを目の当たりにできたであろう。この経験が基礎学問の必要性を感じることにフィードバックされることを期待する。
- (3) (2)に関連し、知的財産権の重要性を講義の形で取り入れていることはすばらしい。今後は、企業のからも講師を招聘して様々な観点から知的財産権の重要性を講義されることも必要であろう。
- (4) 本プロジェクトの主役である恩恵を受けた学生の発表を聴き、プロジェクトが成功の方向に向かっていることを実感した。大学院生時代に海外での発表や研究に触れさせることは計り知れない効果がある。(学生に依るが、本プログラムへの参加は学生の自主性に任せている点、効果が期待できる。)

### 注文する点

- (1) 本プロジェクトで取り入れたプログラムが長く続き、岡山大学の特長として根付くことが必要である。このためには、今後プロジェクトの相手側、例えば SPring-8、カミオカンデ、各企業側からもプログラムの提案を引き出すような働きかけが必要であろう。また、これらの外部機関と共同で新たな外部資金を取りに行く試みも必要であろう。
- (2) 本プロジェクトやこれに基づくプログラムが呼び水となって岡山大学以外からの大学から大学院受験者が増えることを期待したいが、学部専門課程と

大学院の壁をなくした6年一環教育を掲げるとこれを阻むことにならないか。岡山大学の優秀な学生の流出に効果はあるかもしれないが、大学院の正常な在り方として学外からの学生が流入してくることは重要である。

(3) 本プロジェクトに関するホームページの充実を希望する。本プロジェクトの成功を判断するのは、卒業した大学院生が社会に出て様々な形で社会に貢献していることを確認することであろうが、もちろんこれには時間がかかる。このためにもプログラムを続けていくことが必要であるが、1年目でもできることがある。それは、プログラムに参加した大学院生の生の声をホームページに反映させること。現在、ホームページにはこれが見当たらない。これは、(2)で述べた学外からの流入にも効果があるように思われる。

## 評価報告書

岡山大学「魅力ある大学院教育」イニシアティブ  
「先端基礎科学開拓研究者養成プログラム」

平成 19 年 4 月 6 日

報告者：岡部 豊（首都大学東京）

以下に、岡山大学大学院自然科学研究科先端基礎科学専攻で実施している「先端基礎科学開拓研究者要請プログラム」の外部評価委員として平成 18 年度の中間報告に関する所見をまとめる。この教育プログラムは、文部科学省の「魅力ある大学院教育」イニシアティブの事業として平成 18 年度に採択され、原田勲教授を取組担当責任者として、2 年間の計画で実施されている。平成 19 年 4 月 6 日に岡山大学 50 周年記念館会議室で中間報告会が開催され、事業の実施状況の報告があり、報告会終了後、評価委員会が開かれた。外部評価委員として、水木純一郎氏（日本原子力研究開発機構）と私がその任にあたっているが、いずれも中間報告会、評価委員会に出席し、その場でもコメントをした。事業内容についてはホームページで公開されており、平成 18 年度報告書も事前にホームページ上に置いてある pdf ファイルをダウンロードして、中間報告会に参加する際、事前に目を通しておいたことを付け加える。

この教育プログラムの目玉的な位置づけとされているのが、先端研究施設との教育連携で、先端放射光科学実習、先端宇宙素粒子実習、先端地球科学実習からなる。特に先端放射光科学実習は、地の利を活かして、SPRING-8 と広島大学放射光科学研究センターにおける実習が行われた。SPRING-8 における実習はユニークなもので、SPRING-8 のビームラインを利用している企業と協力して実習プログラムを作っている。3 日間の実習で、例えば燃料電池開発などの課題について、その必要性から物性科学における課題まで学ぶと共に、試料調整、実際の測定を体験できるように企画されていた。財団法人高輝度光科学研究センター（JASRI）の産業利用推進室の協力があつたとのことであるが、4 社の企業がどちらかという社会貢献的な役割として教育に協力をしていただいたことは、岡山大学の熱意が伝わったものであつたと思われる。研究機関である SPRING-8 における教育の役割の重要性を認識することにもつながり、岡山大学以外の学生もこのような機会が得られるように発展されることが期待される。JASRI の実務担当者も報告会に来られて、推進される方向であることを示唆されていたが、注目される。企業との大学院教育における連携という観点からみると、大学院レベルのインターンシップが手探りで行われている現状で、参考になる事例を提供していると言えよう。直接的な就職活動とは結びつかないが、広い意味でキャリアパスを広げるといふインターンシップを大学院生側も企業側も受け入れていくか、重要なポイントであると言える。「放射光に重点を置きすぎていることはないですか」との質問を、評価委員会において私もしたし、また多くの機会に質問されるとのことであるが、放射光それ自体を利用した研究あるいは教育を行っているわけではなく、放射光を一つの材料として行っている

との説明であった。多くの理論系の院生が先端放射光科学実習に参加したとのことであるが、これは放射光を材料とした実習に関する **positive** な回答であろう。海洋堆積物コアの解析スクールに参加する先端地球科学実習も密度の濃い実習が行われていた。地球科学以外を専門とする院生にも異分野体験として意義があるろう。

大学院生の武者修行の報告があったが、研究に直接関連する研究機関を訪問していることもあり、十分に成果をあげたと判断される。岡大生のイメージとして、実力はあるがおとなしい、英語は苦手ということを紹介されていたが、このような武者修行で克服することができるのか興味深いところである。研修と結びついた英語プレゼンテーション教育を実施した方がよいか検討をされるとよいと思われる。

研究者育成カルテを作り、専攻内で **web** 公開をしているという試みは評価される。研究計画、研究活動の成果、研究指導記録などを専攻内で公開することは、ともすれば指導教員と大学院生の間の 1 対 1 の関係の中だけで閉じてしまいがちな研究指導を、より透明で公正なものにすることになるろう。副指導教員をはっきりさせていることも評価される。カルテを広く公開することには個人情報保護や研究のアイディアの盗用の防止の観点から問題があるとの指摘であるが、それは当然のことで、専攻内（学外アドバイザーも含む）で、きちんとした研究指導を行うことが大事であろう。**web** システムの本格的運用は平成 19 年度からのことであり期待されるが、他大学の大学院においても参考になるろう。

このイニシアティブ事業の前に、原田教授を代表者とする岡山大学重点プロジェクトが実施された際に行われた議論が、イニシアティブ事業の下地になっているとお聞きした。学内で重点プロジェクトとして準備を行い、それが外部の補助事業に結びつけるという、良い循環になっている。

最後になるが、イニシアティブ事業の 1 年目として、先端研究施設との教育連携など、多くの意欲的試みを行われたことに敬意を表する。これだけのことを行うに際しては、教員スタッフの負担も大きいと推測される。若い教員が多くおられる岡山大学先端基礎科学専攻で、大学院教育プログラムの実施のために、研究のアクティビティーが下がる（？）ことがあつては本末転倒である。負担が集中しないように内部で努力することが必要であろう。このような補助事業の場合、事業が終了した後にはどのようにつなげるかということが常に問題になる。地の利を活かすということは経費負担の面で有利である。**JASRI** をはじめとする関係機関との連携の中で、大学院教育として定着させる方策を 2 年目に検討していただきたい。

私自身は首都大学東京で、平成 17 年度採択の「魅力ある大学院教育」イニシアティブの教育プログラムの取組担当責任者を務めてきた。岡山大学の事業は、大変参考になることが多く、中間報告会に参加させていただいたことに感謝する。

## 5. 2 国際若手シンポジウム2007



**The International Symposium  
for Young Researchers 2007**

「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」

**国際若手シンポジウム 2007**

日時：2007 年 12 月 14 日（金）

会場：コラボ棟 4F 共同研究室

### **program**

10:00 ~ 10:10 Opening talk

Prof. Harada

Chairman : Y. Muraoka

10:10 ~ 10:40

Zhongwen Ouyang (Tohoku University)

「XAS study of insulator-metal transformation in  $\text{Pr}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{MnO}_3$  and XRD study of variant transformation in  $\text{Fe}_3\text{Pt}$  under pulsed magnetic fields」

10:40 ~ 11:00

Akihiro Hori

「Magnetic Properties of molecular oxygen absorbed in micro-porous metal-organic solids」

Chairman : H. Miyazaki

11:00 ~ 11:20

Masataka Oka

「Entanglement in One-dimensional  $S=1/2$  Quantum spin systems」

Chairman : S. Kawasaki

11:20 ~ 11:50

Satyabrata Raj (Tohoku University)

「Metal-Insulator Transition in Sodium Tungsten Bronze,  $\text{Na}_x\text{WO}_3$  : An ARPES Study」

11:50 ~ 12:10

Rikiya Yoshida

「 Synchrotron Photoemission Study on the system of new unconventional superconductor」

12:10 ~ 13:30 Lunch Break

Chairman : T. Mizushima

13:30 ~ 14:00

Tapio Simula

「Bose-Einstein supergas and quantized vortices」

14:00 ~ 14:20

Masahiro Takahashi

「 Spontaneous Spin Textures in Dipolar Interaction dominated Bose- Einstein Condensates」

14:20 ~ 14:50

Hisashi Kotegawa

「Pressure-temperature phase diagram and superconductivity in UIr without inversion symmetry」

14:50 Closing



# XAS study of insulator-metal transformation in $\text{Pr}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{MnO}_3$ and XRD study of variant transformation in $\text{Fe}_3\text{Pt}$ under pulsed magnetic fields

Z.W. Ouyang<sup>A</sup>, Y.H. Matsuda<sup>A</sup>, H. Nojiri<sup>A</sup>, T. Inami<sup>B</sup>, K. Ohwada<sup>B</sup>, M. Tsubota<sup>B</sup>,  
T. Sakon<sup>C</sup>, T. Fukuda<sup>D</sup>, T. Kakeshita<sup>D</sup>, Y. Inada<sup>E</sup>, Y. Niwa<sup>E</sup>, T. Arima<sup>F</sup>

<sup>A</sup> Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai, 870-8577, Japan

<sup>B</sup> Synchrotron Radiation Research Center (SPring-8), Sayo, Hyogo, 679-5148, Japan

<sup>C</sup> Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University, Akita City 010-8502, Japan

<sup>D</sup> Department of Materials Science and Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565-0871, Japan

<sup>E</sup> Photon Factory, High Energy Accelerator Research Organization, Oho, Tsukuba 305-0801, Japan

<sup>F</sup> Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Sendai 980-8577

In the ordered  $\text{Fe}_3\text{Pt}$  alloy, field-induced rearrangement of the variants was observed directly for the first time by pulsed magnetic fields x-ray diffraction. The variants with  $c$ -axis perpendicular to the magnetic field are transformed into variants with  $c$ -axis nearly parallel to the magnetic field. The results demonstrate the crucial importance of microscopic investigation, such as x-ray diffraction analysis, of the martensitic transition. We also found that the magnetic-field-induced strain associated with the rearrangement of the variants occurs even in a very fast sweeping pulsed field of up to  $1.0 \times 10^3 \text{ T/s}$  at 1 T. In  $\text{Pr}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{MnO}_3$ , evolution of the Mn  $K$ -edge x-ray absorption near edge structure under pulsed magnetic field has been investigated for the first time. Very small enhancement of the absorption is detected across the magnetic-field-induced transition from the charge-ordered insulator to ferromagnetic metal at 20 K. The significant correlation between the change in the spectrum and the insulator-metal transition suggests that there is some modification of the electronic state due to the change in the local lattice structure around the Mn ions that is significantly distorted in the charge-ordered phase but nearly recovered in the ferromagnetic metal phase.

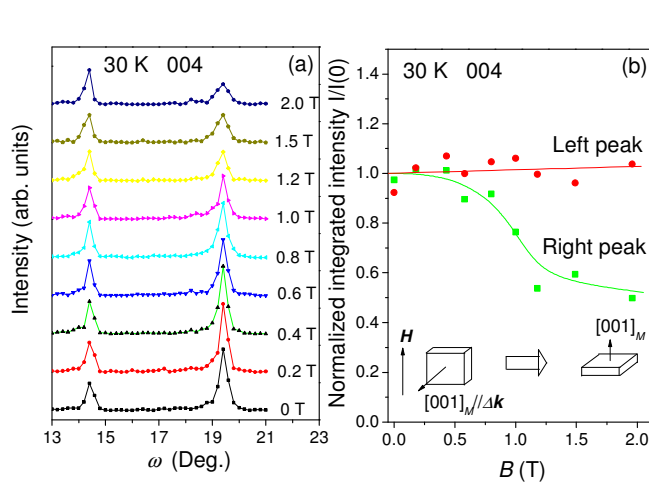


Fig. 1  $H$ -dependence of 400 reflection of  $\text{Fe}_3\text{Pt}$  (30 K)

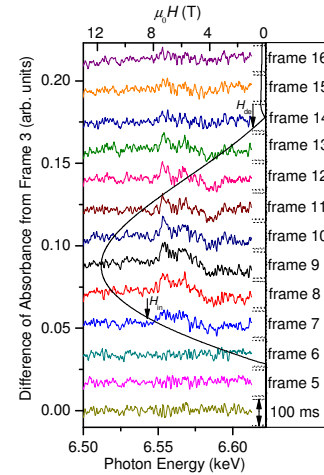


Fig. 2 Difference XANES of  $\text{Pr}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{MnO}_3$  (20 K)

## Magnetic Properties of molecular oxygen adsorbed in micro-porous metal-organic solids

A. Hori, T. Yamaguchi, T. C. Kobayashi, Y. Kubota<sup>1</sup>, A. Matsuo<sup>2</sup>, K. Kindo<sup>2</sup>,  
M. Takata<sup>3</sup>, and S. Kitagawa<sup>4</sup>

*Graduate School of Natural Science and Technology Okayama University*

<sup>1</sup>*Graduate School of Science, Osaka Prefecture University*

<sup>2</sup>*The Institute for Solid State Physics, Tokyo University*

<sup>3</sup>*Harima Institute SPring-8, RIKEN*

<sup>4</sup>*Department of Synthetic Chemistry and Biological Chemistry, Kyoto University*

Investigations have been made on the magnetic properties of O<sub>2</sub> adsorbed in nanochannels of porous metal-organic solids Cu<sub>2</sub>(pzdc)<sub>2</sub>(pyz): pzdc = 2,3-pyrazinedicarboxylate, pyz=pyrazine (CPL-1)[1] and Cu-cyclohexanedicarboxylic acid (Cu-CHD)[2]. The magnetization process of adsorbed O<sub>2</sub> shows the metamagnetic-like behavior in both compounds. We recently proposed “the field-induced molecular-rearrangement mechanism” as an explanation for the metamagnetic-like behavior.

It is widely accepted that the magnetic interaction which O<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> dimer has depends strongly on the intermolecular distance and mutual orientation of molecular axes. It is naturally considered that the stable arrangement of O<sub>2</sub> with saturated magnetic moment in a sufficient high field should be different from the H-geometry with the singlet state, which is stable at zero field.

In this talk, we show our results on the arrangement of O<sub>2</sub> in the nanochannels of CPL-1 and Cu-CHD, and on the magnetic properties of O<sub>2</sub> adsorbed in these compounds.

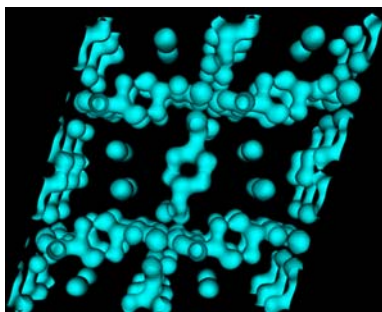


Fig.1: Three-dimensional MEM charge density of CCHD with the adsorption of oxygen.

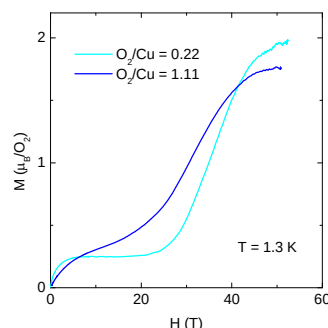


Fig.2: High-field magnetization process of CCHD without and with O<sub>2</sub>.

[1] T. C. Kobayashi *et al.*, Prog. Theor. Phys. Suppl. **159**(2005)271.

[2] W. Mori, T. C. Kobayashi *et al.* Mol. Cryst. Liq. Cryst., **305**(1997)499.

2007.12.14(Fri)

国際若手シンポジウム概要

## Entanglement in One-dimensional S=1/2 Quantum spin systems

*The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University,*

**Masataka Oka**, Hiroshi Miyazaki, Isao Harada

A quantum entanglement is one of the most interesting features of quantum mechanics. It is regarded as a resource for quantum information science, such as quantum computing and quantum cryptography. Recently, it has been recognized that it plays an important role in the study of low-dimensional quantum systems. In this study, we want to get some information about the ground state of one-dimensional quantum spin systems from the entanglement point of view. In order to quantify the entanglement, we adopt the Entanglement Entropy(EE) [1, 2] defined by:

$$S(A) = -\text{Tr}(\rho_A \log_2 \rho_A), \quad (1)$$

where  $\rho_A = \text{Tr}_B |\psi\rangle\langle\psi|$  is the reduced density matrix for partial system  $A$  which contains continuous  $n$  spins. EE describes the entanglement between the partial system  $A$  and the rest system  $B$ , defined as the von Neumann entropy.

Let us consider the S=1/2 XXZ spin chain with nearest-neighbor interaction [3]:

$$\hat{\mathcal{H}} = \sum_i^N J(\hat{S}_i^x \hat{S}_{i+1}^x + \hat{S}_i^y \hat{S}_{i+1}^y + \Delta \hat{S}_i^z \hat{S}_{i+1}^z), \quad (2)$$

which has already studied by using many kinds of theories, for example, the  $\Delta = 0$  XY model [4] and the  $\Delta = 1$  Heisenberg model [5]. Now we obtain the ground state by the numerical exact diagonalization method. Then we calculate the entanglement entropy from the reduced density matrix of the ground state. EE of the ground state obeys a logarithmic scaling law for critical chain for large  $n$  [1]:

$$S(n) = \frac{c_0}{3} + \frac{c}{3} \log_2 n \quad (3)$$

In this presentation, we show the concrete example of the entangled system and confirm this scaling law (Eq.(3)) in order to discuss about quantum phase transitions.

- [1] G. Vidal, J. I. Latorre, E. Rico, and A. Kitaev, *Phys. Rev. Lett.* **90**, ( )
- [ ] . edral, M. B. Plenio, M. A. Rippin, and P. L. Knight, *Phys. Rev. Lett.* **78**, (1 )
- [ ] S. Takeda, K. Kubo, *J. Phys. Soc. Jpn.* **55** 16 1(1 86)
- [4] E. Lieb, T. Schultz, D. Mattis, *Ann. Phys.* **16** 4 (1 61)
- [ ] . A. Bethe, *Z. Phys.* **71** (1 1)

## Metal-Insulator Transition in Sodium Tungsten Bronze, $\text{Na}_x\text{WO}_3$ : An ARPES Study

**S. Raj**

*Dept. of Physics, Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan*

The study of electronic structure of sodium tungsten bronzes,  $\text{Na}_x\text{WO}_3$  has created tremendous interest because of their potential technological and fundamental perspectives. The metal-insulator transition (MIT) observed as a function of  $x$  is one of the most interesting electronic properties in  $\text{Na}_x\text{WO}_3$ . A high metallic conduction is obtained for  $x \geq 0.25$ , while the system undergoes MIT with decreasing  $x$ . The structural evolution of  $\text{Na}_x\text{WO}_3$  is also interesting to study, since it changes from monoclinic, to orthorhombic, to tetragonal, and finally to cubic with increasing  $x$ .

The ARPES spectra taken in both insulating and metallic phases of  $\text{Na}_x\text{WO}_3$ , reveals the origin of MIT in this system.[1] The experimentally determined valence-band structure has been compared with the results of pseudopotential band structure calculation. It is found that in insulating  $\text{Na}_x\text{WO}_3$ , the near  $E_F$  states are localized (Anderson localization) due to the strong disorder caused by the random distribution of  $\text{Na}^+$  ions in  $\text{WO}_3$  lattice. While the presence of an impurity band (level) induced by Na doping is often invoked to explain the insulating state found at low concentrations, there is no signature of impurity band (level) found from our results. Due to this disorder and Anderson localization effect, there is a long-range Coulomb interaction of conduction electrons; as a result soft Coulomb gap arises and the density of states vanishes exactly at  $E_F$ . [2] In the metallic regime, we found that the rigid shift of band structure can explain the metallic  $\text{Na}_x\text{WO}_3$  band structure with respect to Na doping. The linear dispersion of the conduction band at  $E_F$  explains the linear variation of thermodynamic properties including the specific heat and magnetic susceptibility. We observed electron-like Fermi surface (FS) at the  $\Gamma(X)$  point as predicted from band calculation and the FS gradually increases with increasing Na concentration due to W  $5d$   $t_{2g}$  band filling. A rigid shift of the Fermi energy is found to give a qualitatively good description of the Fermi surface.[3]

### References :

- [1] S. Raj *et al.*, Phys. Rev. B **75**, 155116 (2007).
- [2] S. Raj *et al.*, Phys. Rev. Lett. **96**, 147603 (2006).
- [3] S. Raj *et al.*, Phys. Rev. B **72**, 125125 (2005).

# ***Synchrotron Photoemission Study on the system of new unconventional superconductor***

**Rikiya Yoshida<sup>1</sup>**

**Collaborators: H. Okazaki,<sup>1</sup> M. Tajima,<sup>1</sup> T. Muro,<sup>2</sup> I. Hase,<sup>3</sup> K. Okada,<sup>1</sup> H. Takeya,<sup>4</sup>  
K. Hirata,<sup>4</sup> M. Hirai,<sup>1</sup> Y. Muraoka,<sup>1,5</sup> and T. Yokoya<sup>1,5</sup>**

<sup>1</sup>*The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, 3-1-1 Tsushimanaka, Okayama  
700-8530, Japan*

<sup>2</sup>*Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)/SPring-8, 1-1-1 Kouto, Sayo, Hyogo 679-5198, Japan*

<sup>3</sup>*Nanoelectronics Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 1-1-4  
Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305-8568, Japan*

<sup>4</sup>*National Institute for Material Science, 1-2-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-0047, Japan*

<sup>5</sup>*JST, CREST, 3-1-1 Tsushima-naka, Okayama 700-8530, Japan*

While unconventional superconductors have been discussed in the context of, for example, strongly correlated electron systems or the fluctuation of electron spins over the last 2 decades, the recent discoveries of noncentrosymmetric superconductors may exploit a new niche in this field [1]. Some theoretical studies predict that the spin-singlet and spin-triplet states can coexist upon the absence of inversion symmetry [2]. To understand the role of such noncentrosymmetry, studies on transition metal compounds  $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$  and  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  have become intensive recently. Even though these compounds share the same crystal structure of space group  $P4_332$  [3], their superconductive properties are different. While the critical temperature ( $T_c$ ) of  $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$  is 8K [4],  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  shows the  $T_c$  of 2.7K [5].  $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$  is manifested as a spin-singlet superconductor; however,  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  is in the spin-triplet state with line nodes in the gap function, suggested by the results of NMR [6], penetration depth experiments [7], and specific heat experiments [8]. On the other hand, the NMR experiments also imply weak electron correlations in these compounds [6]. While a photoemission experiment supports the same conclusion for  $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$  [9], spectroscopic study on  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  has not been reported. As unconventional superconductivities, for example, in  $\text{UPt}_3$  [10] is thought to originate in strong correlation effects, further studies on the electron correlation in  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  are crucial for the completion of investigations. Thus, we set the purpose of our study to reveal the electronic structure in  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  and in a mixed crystal system  $\text{Li}_2\text{Pd}_{1.5}\text{Pt}_{1.5}\text{B}$  by photoemission spectroscopy.

We prepare polycrystalline samples of  $\text{Li}_2\text{Pd}_{1.5}\text{Pt}_{1.5}\text{B}$  and  $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$  by the arc melting method as described elsewhere [4, 5]. We performed x-ray photoemission spectroscopy at BL27SU of SPring-8 using the monochromized synchrotron radiation of 1300eV with total energy resolution of 260meV.

From the experimental results of core level and valence band spectra, we concluded that electron correlations do not play an important role in the system of  $\text{Li}_2(\text{Pd}_x\text{Pt}_{1-x})_3\text{B}$ . In my talk, I will present the detail of our experimental results and analysis.

## **References**

- [1] E. Bauer *et al.*, Rev. Lett. **92**, 027003 (2004) [2] L.P. Gor'kov and E.I. Rashba, Phys. Rev. Lett. **87**, 037004 (2001); V.M. Edelstein, Sov. Phys.-JETP **68**, 1244 (1989); Phys. Rev. Lett. **75**, 2004 (1995); Phys. Rev. B **67**, 020505 (2003). [3] U. Eibenstein and W. Jung, J. Solid. State Chem. **133**, 21 (1997). [4] K. Togano *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93**, 247004 (2004). [5] P. Badica, T. Kondo, and K. Togano, J. Phys. Soc. Jpn. **74**, 1014 (2005). [6] M. Nishiyama, Y. Inada, and G.-q. Zheng, Phys. Rev. B **71**, 220505 (2005); Phys. Lett. **98**, 047002 (2007). [7] H.Q. Yuan *et al.*, Phys. Rev. Lett. **97**, 017006 (2006). [8] H. Takeya *et al.*, Phys. Rev. B **76**, 104506 (2007). [9] T. Yokoya *et al.*, Phys. Rev. B **71**, 092507 (2005). [10] M. Sigrist and Ueno, Rev. Mod. Phys. **63**, 239 (1991)

## Bose-Einstein supergas and quantized vortices

Tapio Simula

Following the first realization of Bose-Einstein condensation in dilute atomic gases in 1995, a whole new field of physics emerged. The ability to directly manipulate and observe the dynamics of the most fundamental quantity of quantum mechanics, the wave function itself, has attracted far reaching interest in the field of ultra-cold quantum gases world wide. In this talk I will first provide an introduction to the phenomenon of Bose-Einstein condensation and quantized vortices in dilute atomic gases. I will then review some of my previous and present work involving quantized vortex structures in bosonic quantum gases.

# Spontaneous Spin Textures in Dipolar Interaction dominated Bose-Einstein Condensates

Masahiro Takahashi

*Quantum Many-Body Physics Laboratory*

Much attention has been focused on the so called spinor Bose-Einstein Condensates (BEC) since its variety of spin textures and density configurations were theoretically pointed out [1, 2]. The spinor BEC is the multicomponent system due to the internal degrees of freedom, namely hyperfine spins. The spinor BEC is realized in fully optical trap, so the spin direction is not fixed to the magnetic field. Many studies for this system were done and still going on theoretically and experimentally.

Among many studies of this field, one of the newer topics is the so called dipolar spinor BEC in which dipole-dipole interaction is not negligible due to the higher hyperfine spin. The dipole-dipole interaction is anisotropic and long-range interaction compare to usual density-density or spin exchange interactions. Recently BEC of  $^{52}\text{Cr}$  which hyperfine spin  $F = 3$  were achieved in magnetic trap experimentally.

In our study, we further investigated static nature of dipolar spinor BEC which is dominated by dipole-dipole interaction and the spins are fully liberated. We first introduce the classical spin minimal Hamiltonian, which enables us to calculate the stable states with higher hyperfine spins. By solving Gross-Pitaevskii equation, we derive several kinds of spin textures and density profiles in several trap geometries [3]. Moreover, we also compare the energies of each state to discuss stability.

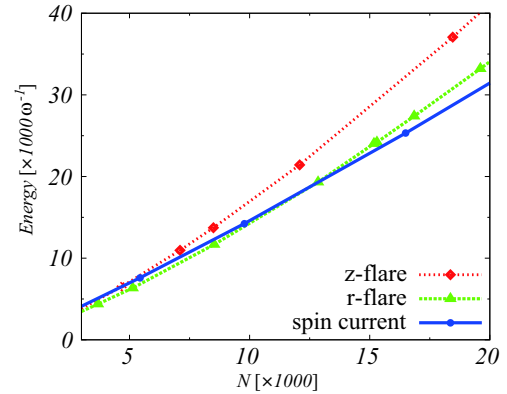
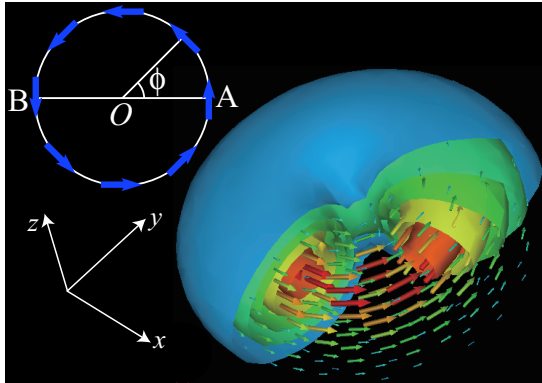


Figure 1: Stereographic view of the so called spin current texture, displaying simultaneously the number and spin densities (left). The normal pancake type density configuration is distorted and at the center the number density is depleted to give a doughnutlike shape. All spins lie in the  $x$ - $y$  plane and rotate around the origin  $O$ . The length of the arrow is proportional to its number density. The right side figure shows competition of energies of each spin texture in function of total number of particle  $N$ . The spin current texture is predominant in higher  $N$  region among three configurations. However the so called r-flare texture is predominant in lower  $N$  region. This is due to the competition of dipolar energy and spin gradient energy.

## References:

- [1] T. Ohmi and K. Machida, J. Phys. Soc. Jpn. **67**, 1822 (1998).
- [2] T. -L. Ho, Phys. Rev. Lett. **81**, 742 (1998).
- [3] M. Takahashi, Sankalpa Ghosh, T. Mizushima, and K. Machida, Phys. Rev. Lett. **98**, 260403 (2007).

# Pressure-temperature phase diagram and superconductivity in UIr without inversion symmetry

Okayama Univ., Kobe Univ.<sup>A</sup>, JAEA<sup>B</sup>, Osaka Univ.<sup>C</sup>

H. Kotegawa, A. Hori, Y. Irie, H. Hidaka, T. C. Kobayashi, T. Akazawa<sup>A</sup>

E. Yamamoto<sup>B</sup>, S. Ikeda<sup>B</sup>, Y. Haga<sup>B</sup>, Y. Onuki<sup>B,C</sup>

UIr is a ferromagnet without inversion symmetry in the crystal structure, and shows superconductivity under pressure of 2.5 – 2.7 GPa. [1] Three kinds of ferromagnetic phases (FM1 – FM3) appear under pressure, and the superconductivity is observed in the vicinity of the critical point of the FM3. [2] However, the residual resistivity along [010] direction increases around 1.5 – 2.5 GPa, suggesting of the pressure-induced 1st order transition, which is likely to be a structural transition, and the accompanied phase separation around 1.5 – 2.5 GPa. At the present stage, we cannot conclude that the superconductivity coexists with the ferromagnetism microscopically.

As shown in Fig. 1, we introduce the pressure-temperature phase diagram obtained by ac-susceptibility using Daphne oil 7373 as a pressure-transmitting medium.[ Recently we found (1) the evidence of the pressure-induced 1st order transition, that is, a clear hysteresis in the temperature dependence of resistivity as shown in Fig. 2, and (2) that the phase diagram depends on the pressure-transmitting medium. We will discuss the relation between the FM3 phase and the superconducting phase.

[1] T. Akazawa et al., JPSJ **73** (2004) 3129.

[2] T. C. Kobayashi et al., JPSJ **76** (2007) 051007.

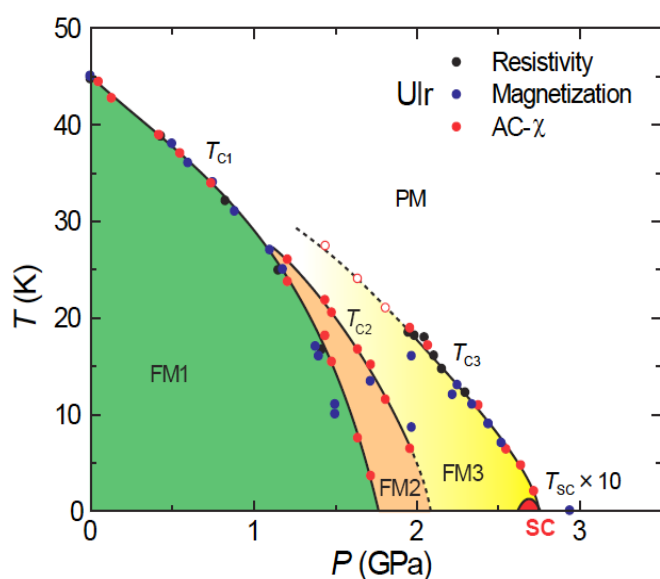


Fig1 : The pressure-temperature phase diagram obtained using Daphne oil 7373 as the pressure-transmitting medium.

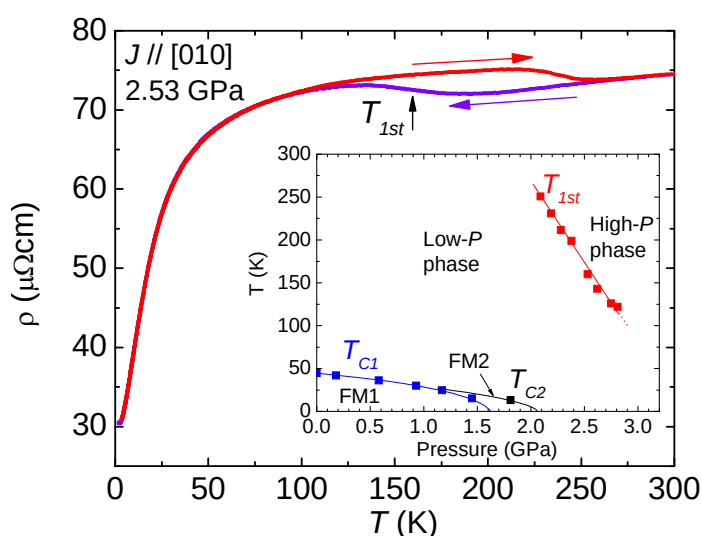


Fig2 : T-dependence of resistivity and the phase diagram obtained using petroleum ether as the pressure-transmitting medium.



## 5. 3 放射光物質科学研究と大学院教育

### 国際シンポジウム

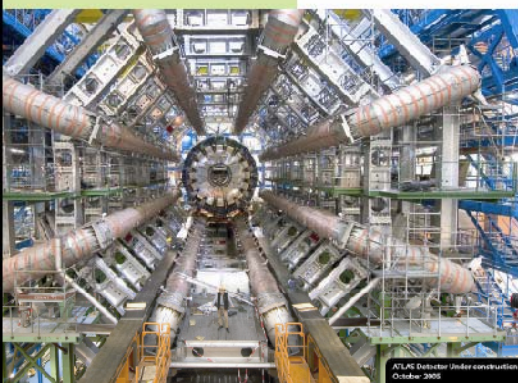
# International Symposium for Science, Technology and Education with Synchrotron Radiation Facility

Initiatives for Attractive Education in Graduate Schools



2007 DEC 21-22 OKAYAMA UNIVERSITY, JAPAN

# Training for Graduate Students at Large Science facility



## Activities of Graduate Students in the New Educational Program of Okayama University (OU)

Our program won a grant for "Initiatives for Attractive Education in Graduate School" from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in 2006. Since then, we have aimed to produce self-motivated researchers through the educational program including on-field training at the regional frontier research center (SPRING-8, HiSOR, KAMIOKANDE and Kochi-Core). The program consists of three educational training courses:

### 1 Synchrotron radiation science course

Synchrotron Radiation Science course consists of lectures and practices, both of which have an introductory step and a specialized step. For example, students can experience the introductory lecture for synchrotron science including SR facility design and/or an applicational use of SR light source at OU. After the lecture, students visit the HiSOR in Hiroshima to make an exercise with HiSOR. Then, they come back to OU and learn the fundamentals of material science including interactions of atoms towards light, XAFS process, diffraction and so on. Also they learn the fundamentals of intellectual property in order to prepare the joint practical training of SR experiments at SPRING-8 with researchers from some companies. In 2006, four Japanese companies, Idemitsu Oil, Sumitomo Material, Asahikasei Chemical and MORESCO joined in our program.

### 2 Quantum space science course

Kamioka Observatory, Institute for Cosmic Ray Research (ICRR), University of Tokyo is one of the world famous observatories for supernova neutrinos, solar neutrinos and atmospheric neutrinos. In the study of the Grand Unified Theories of particles, students will be able to obtain cutting-edge knowledge on elementary particle physics. Visiting Kamioka Observatory, students make a practical training in the tunnel as a master program.

### 3 Environmental earth science course

Kochi Core center is a facility jointly operated by Kochi University and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC). This facility is fully equipped with cutting-edge equipments such as cold storage repositories for drilled core samples. The practical training of this course will require student to conduct study here at this center.



# Program

## December 21 (Friday)

### Remarks Opening

- 12:40-12:45 Isao Harada (Director of Training Program for Pioneers of Frontier and Fundamental Science, Okayama Univ.)  
12:45-13:00 Koji Tanaka (Vice President of Okayama Univ.)

### Session I.

#### Education using Synchrotron Radiation at Okayama University

Chair : Naoshi Ikeda (Okayama Univ.)

- 13:00-13:35 Laboratory Course at HiSOR,  
Takayoshi Yokoya, Kenta Suzuki and Keiko Kobayashi (Okayama Univ.)  
13:35-14:10 Laboratory Course at SPring-8  
Naoshi Ikeda, Yusuke Yokota and Kuninari Sacki (Okayama Univ.)  
14:10-14:20 Comment from SPring-8 Staff, Ichiro Hirokawa (JASRI/SPring-8)  
14:20-14:40 Break

### Session II.

#### Desirable Education viewed from Company

Chair : Naoshi Ikeda (Okayama Univ.)

- 14:40-15:20 Synchrotron Radiation Science course -Personnel training to lead to company activation-,  
Shigeru Yao (Mitsubishi Research Institute, Inc.)  
15:20-15:40 Good Graduate-School Education wished from Company  
Takaiku Yamamoto (Sumitomo Metal Industries, Ltd.)  
15:40-16:00 An Expectation for Education of PHYSICS from a Material Company,  
Hiroaki Nakamura (Idemitsu Kosan Co., Ltd.)

### Session III.

#### Research and Education using Synchrotron Radiation in Japan

Chair : Takayoshi Yokoya (Okayama Univ.)

- 16:00-16:15 How the encapsulated atoms affect the electronic structure of the fullerene cage?  
Shojun Hino (Ehime Univ.)  
16:15-16:30 Research and Graduate-School Education using Synchrotron in Kagawa Univ.  
Shigehiro Kamitori (Life Science Research Center, Kagawa Univ.)  
16:30-16:45 Dynamic Structural Analysis of Heterogeneous Catalysts Using Synchrotron Radiation  
Kazu Okumura (Faculty of Engineering, Tottori Univ.)  
16:45-17:00 Study on syntheses, crystal structures and solid-state properties of linear chain metal  
complexes, Minoru Mitsumi (Graduate School of Material Science, Univ. of Hyogo)  
17:00-17:10 Break

### Session IV.

#### An Example of an Attractive Education in Graduate School

Chair : Isao Harada (Okayama Univ.)

- 17:10-17:40 Education and Training Program of Graduate School of Physics and Chemistry at TMU  
Yutaka Okabe (Tokyo Metropolitan Univ.)  
18:00-19:00 Party with Light Meal and Drink

# December 22 (Saturday)

Session

V.

## Frontiers in Material-Science Research and Education using Synchrotron Radiation in Asia

Chair : Guo-Qing Zheng (Okayama Univ.)

- 8:30-8:50 Synchrotron Radiation Education for Graduate-School at Okayama University  
Naoshi Ikeda (Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama Univ.)
- 8:50-9:10 Plan of G-COE (Global Centers of Excellence) Program in Okayama University: Material-Science Research and International Education using Synchrotron Radiation  
Yoshio Nogami (Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama Univ.)
- 9:10-9:50 Excitations in Molecular Crystals and Gases: an Inelastic X-ray Scattering Study  
Donglai Feng (Department of Physics, Fudan Univ.)
- 9:50-10:30 Status of VUV activity at Pohang Light Source and the Atomic Wire Project  
Han Woong Yeom (Institute of Physics and Applied Physics, Yonsei Univ.)
- 10:30-10:40 Break

Chair : Naoshi Ikeda (Okayama Univ.)

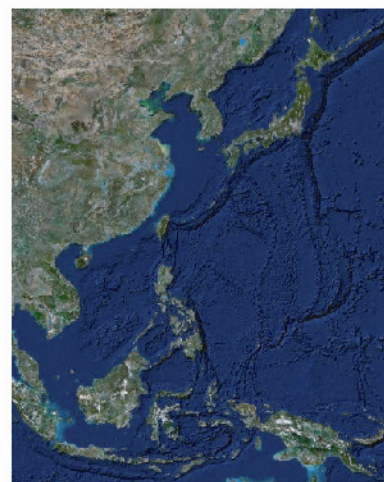
- 10:40-11:30 Molecular Self-Assembly on Surfaces and Molecule-Substrate Interface  
Chen Wei (National Univ. Singapore)
- 11:30-12:00 Construction of an Advanced X-ray Scattering Beamline: Planning and Management  
Chao-hung Du (Department of Physics, Tamkang Univ. )  
NSRRC Educational Program for Graduate Students
- 12:00-12:40 Chia-hung Hsu (NSRRC)

Closing  
Remarks

- 12:40 Summary  
Osamu Shimomura (President of Institute of Material Structure Science, KEK)

## Future of Asian Science, Technology, Industry and Human Resources using Synchrotron Radiation

Synchrotron Radiation Science is one of the most active fields in the frontier Science. In the world, it is known that big three SR facilities, SPring-8, APS and ESRF, possess the high brilliance with insertion devices and are the largest third generation light source. With the growth of the SR Science, it is widely recognized that the SR light is a key for the development of a fundamental physics as well as an industrial innovation. Now, in Asia, a lot of SR facilities such as Pohang Light Source (Korea), Beijing Electron Positron Collider, Shanghai Synchrotron Radiation Facility, National Synchrotron Radiation Laboratory (P. R. China), Taiwan Light Source (Taiwan, R. of China), Helios II (Singapore) and Siam Photon Source (Thailand), have been built or are under construction. Then, we believe that at this stage it is essential to educate and to train students in a program using Synchrotron Radiation cooperatively, gaining potential users of SR as national and international activity. We hope that this symposium offers an occasion to start discussions for the future perspective of graduate-course education and the material-science research using Synchrotron Radiation in Eastern Asia.



## HiSOR 実習の報告

岡山大学大学院自然科学研究科 横谷尚睦 村岡佑治 平井正明 脇田高德  
鈴木健太 小林恵子

HiSOR 実習は、広島大学放射光科学研究センター(HiSOR)に設置された岡山大学専用ビームラインを用いて行っている。HiSOR は小型放射光施設であり、蓄積リングとビームラインの様子が一目でわかる点が特徴である。岡山大学専用ビームラインでは真空紫外線領域のエネルギーを持つ放射光を用いた研究が可能である。実習ではこのビームラインを使って、現代エレクトロニクスの根幹物質であるシリコンの電子状態を光電子分光と軟 X 線吸収分光測定により観測する。HiSOR 実習では、課題を通して放射光施設の仕組みや放射光施設を使う上での基本的な考え方を身に付けることに主眼を置いている。

実習は 1 泊 2 日のスケジュールで行い、平成 18 年度は合計 5 回 18 名、平成 19 年度は合計 7 回計 25 名が参加した。平成 18 年度の参加者は皆、数理物理学専攻（物理系）の院生であったが、平成 19 年度は、数理物理学専攻に加え地球物理学専攻等からの学生も参加した。

実習は実験ホール内の見学からはじまる。蓄積リングやビームラインなどを目前にして放射光施設の仕組みを界面電子物理学のスタッフが丁寧に説明する。初めて放射光施設を体験する院生たちは、興味深そうに話を聞いている。見学後、測定試料のセット、装置の原理・使い方の説明、そして、課題へと実習は進む。課題内容はシリコン表面の、清浄化前後での電子状態の観測とその比較である。作業の一つ一つ、また、課題内容をスタッフであるポスドクの脇田さんが丁寧に説明する。院生達も測定の原理や課題の内容を理解しようと真剣である。この実習では、測定で得られたスペクトルデータは皆でその場で議論し解析をしていく形式にしている。院生たちは積極的に質問および議論をして、得られたデータを解釈していく。少人数実習なので、皆が理解できるまでとことん議論できるのがこの実習の良いところである。

HiSOR 実習の概要を報告の後、数理物理学専攻と地球物理学専攻の参加者が感想を述べる。

### Laboratory Course at HiSOR

Takayoshi Yokoya, Yuji Muraoka, Masaaki Hirai, Takanori Wakita  
Kenta Suzuki, Keiko Kobayashi

A brief introduction of the laboratory course at HiSOR and remarks from students will be made.



# Laboratory Course at HiSOR

**Laboratory course at HiSOR with Okayama Univ. (OU) BL**

**HiSOR : Adjacent Synchrotron Radiation Facility**

**Small synchrotron facility: The workings of SRF can be understood.**

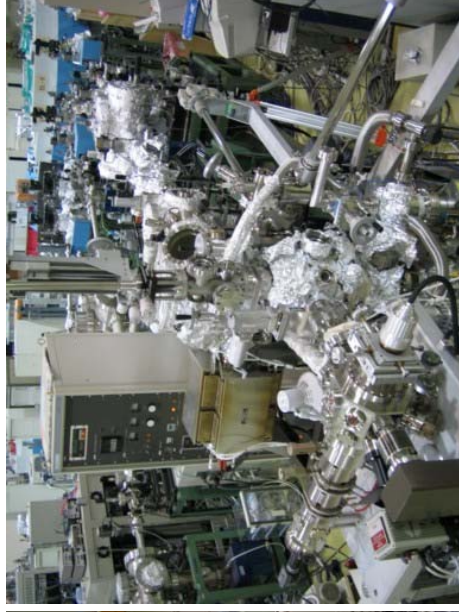
**Vacuum ultraviolet light: A series of experimental methods can be learned.**

**Photoemission spectroscopy(PES) and X-ray absorption spectroscopy(XAS):  
Standard methods for electronic-structure evaluation**

**Information on electronic structure (HiSOR) and crystal structure(Spring-8) is  
essential to understand the physical properties of functional materials.**

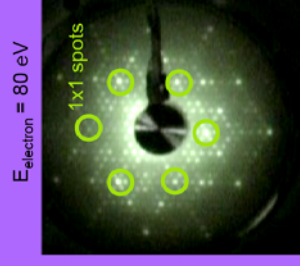


**Bird's eye view of the storage  
ring of HiSOR**



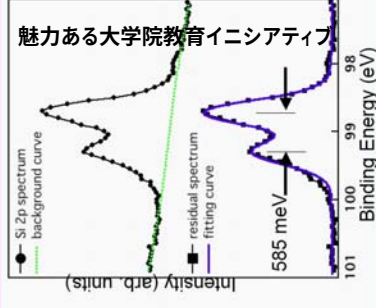
**End-stations of OU BL**

**LEED pattern**



**LEED pattern  
of Si**

**Si 2p ( $h\nu = 110 \text{ eV}$ )**



**Si 2p PES  
spectra**

## SPring-8 施設から

(財) 高輝度光科学研究センター 産業利用推進室 廣沢 一郎

今年度も昨年度に引き続き、岡山大学の「魅力ある大学院教育イニシアティブ先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」の一環であるSPring-8での放射光実習の運営に、施設職員として協力させていただいた。本プログラムは今年度で終了するが、来年度以降も同様な取り組みを続けて行かれることを期待して、実習の運営に関わって感じた事項を記載する。

### ○ 協力企業の選択

本実習にご協力いただいた企業は、産業利用推進室が利用支援を行ってきたユーザーに直接協力をお願いした。協力依頼は、1) 放射光利用が企業の研究開発活動の中に根付き、継続的な放射光利用が行われていること、2) 学会発表などを通じた放射光利用の成果公開を積極的に行っていること の2点を念頭に行った。知的財産の保護に関する事項などで懸念をもつ会社もあったが、お願いをしたすべての企業が実習の趣旨を理解していただき、協力が得られたことから、この選択の方針は不適切ではなかったと考えている。

### ○ 実習日程

実習は12時間程度の放射光の利用実験と前日の午後の試料調製を行った。測定技術修得が目的でないので、適切だったと考える。同じ日程で複数の測定技術が実習できればなおよかった。

### ○ 実習人員、運営人員

本年度の参加学生数は、それぞれの実習について8、9人程度であった。一方、実習指導していただく企業ユーザーさんは1、2人、運営を支援する施設職員は2人で、すべての学生さんに目が届く体制をとることができなかった。「企業の放射光利用実験に関わることを通じて、企業の技術開発活動の一端に触れる」が実習の狙いであるのならば、企業ユーザーさんと学生が話を交わす機会が十分もてるように4、5人が望ましいと考える。

### ○ 実習技術

昨年度は4つの班ごとに、XAFS、粉末X線回折、微小角入射X線散乱、X線反射率測定を実習した。一方、今年度は2班がXAFS（協力企業も2社）、及びX線反射率測定で多様な放射光利用技術を体験していただくことができなかった。しかし、XAFSはどの産業分野においても広く用いられている手法であり、測定技術修得よりむしろ放射光利用を通じて企業の技術開発活動の一端に触れることが目的であるのならば、昨年度よりも今年の方が目的に沿っていたのかも知れない。しかし、測定技術の選択肢が少ないことはやはり、望ましいことではない。測定技術の選択は今後に残された課題である。

## Comment from SPring-8 Staff

### Ichiro Hirose (JASRI/SPring-8)

One day training with synchrotron radiation and sample preparation for half day was suitable to the program. However, number of students of one training group was too much to communicate and discuss with engineers from collaborative private company. Suitable size is considered to be two company engineers, two SPring-8 staff and four or five students. XAFS training was performed by about half of the students in this program. We should supply a chance to select more various experimental techniques, and must consider which techniques are suitable for this program.



## 放射光教育 -企業活性化につながる人材育成-

(株)三菱総合研究所 八尾 滋

いま、企業の技術企画担当者は次に取り組むべき研究開発テーマがどうなるか、ということに非常に気をもんでいる。これまでの企業の研究開発は、既存の技術の延長線上に将来の利益を生み出すプロダクトを、ある程度計画的に予測することが出来ていた。しかし近年は、①利益を産む製品には不連続性を強調したイノベーションが求められること、②市場のグローバル化による不確定要素の拡大と製品の継続時間の短縮化に連動した早急な研究成果の製品化の必須化、などの要因のために、既存の企画では対応が出来なくなっている。一方で、新たな製品の研究開発に必要とされる新規技術は多様化・高度化と高コスト化しており、容易に導入・維持することが非常に困難な状況である。従って、精度の高い選択と集中とともに異種企業間のコラボレーションが求められている。

上記背景の基、企業に求められる研究者の資質も大きく変化している。企業研究は製品イメージに基づいて企画・展開される。従ってこれまでは、①細部まで構成や要素をブレイクダウンし、②自分の専門に合致する部分を仕上げられる深い専門性を求められてきた。しかしながら、今後の製品開発には、多種多様な専門知識を複合的に統合することが求められており、研究者には深い専門性だけでなく、自分の専門がどのような分野に適用できるか、あるいは他の専門分野とどのように係わり複合化できるかに関する広い知識を持つことが求められている。

少数の教官による大学教育は専門分野を深く探求することには適している。しかし、展開の多様性を教育することは不得手である。一方Spring-8は、医薬から機械・建築まで非常に多様な業種の企業が集う場所であり、このことに注目した放射光教育は時節にかなったプログラムである。今後は大学自体も、自身が持つ専門分野がどのような複合化が可能か、またそれによりどのような展開が望めるかを真剣に考察し、逆にそれを先導することが求められると考えられる。

### **Synchrotron Radiation Science course -Personnel training to lead to company activation-**

**Shigeru Yao**

For the company research, it is demanded that unifying much special knowledge compositely. And For the researcher, not only the specialty but also he must know what field the specialty can be applied and what other specialties can unify the own specialty.

SPRING-8 is the place that various companies are gathering and researching. So, the Synchrotron Radiation Science course is very attractive and timely educational course.

## 大学院教育に望むこと

住友工業株式会社 総合技術研究所  
(大阪大学大学院工学研究科 招聘教授)  
山本 高郁

### 1. 序論

企業の欲する人材とは、『仕事への情熱を持って、自ら（の頭で）考えることができる人材』であると言って過言ではない。それはまた各々の人生を生きることと同義であるので、大学でも同等の教育が望まれるが、与えられた時間、経験の積み方からより大学院教育にふさわしいものと考えられます。

そこで、本報では自ら考えるための見方、処し方について、一つの方法論を述べさせていただきます。

### **Good Graduate-School Education wished from Company**

Takaiku Yamamoto

## ものづくり企業から物理学教育への期待

出光興産株式会社 中央研究所 中村 浩昭

### 1. はじめに

企業での研究開発はこの10年で変化した。事業として勝ち抜くための研究へ集中した結果、産学連携、雇用の多様化、新入社員の専門性の多様化及び高学歴化が進んだ。講演では材料メーカーの立場から企業研究と研究者に必要な能力を述べ、大学院教育、特に物理学教育への期待を述べる。

### 2. 企業研究と研究者に求められること

#### (1) 事業を意識する

企業研究の目的は、新商品や新技術を開発し利益を得ることであり、研究者は自分のテーマが将来どのような事業に発展していくのか、あるいは発展させたいのかを理解し、事業への方向を外れないようにステアリングすることが求められる。この点が大学での研究と決定的な相違点である。

#### (2) 異種技術の融合

近年ではデバイスや材料に新しい機能を発現させるため、物理、化学、生物学の融合が急速に進んでいる。例えば、弊社で開発した有機EL材料は化学と物理との融合で誕生した。即ち異なる専門を持つ研究者が互いに協力することでブレークスルーが生まれる。研究者はお互いの専門性をよく理解した上でのコミュニケーションが求められる。

#### (3) 世界有数の技術力

一つの製品を作り上げるためにさまざまな技術が必要になるが、商品の特長を生み出すコア技術は世界で有数である必要がある。その為、個々のメンバーの専門性は非常に高いことが求められ、弊社では若い研究者にはまずスペシャリストとなることを求めている。

### 3. 物理系の大学院教育への期待

- (1) 複雑な時代だからこそ基礎学力が重要である。また、知識とともに現象を数式で一般化して応用展開するという物理学の考え方も身につけてほしい。
- (2) 企業で学生時代と同じテーマで研究することはほとんどないが、学生時代のテーマを完遂し形にして発表するということは成功体験という意味においても重要である。
- (3) 科学は仮説→計画立案→検証という行為の繰り返しである。学生研究を通して身につけたい。

以上

An Expectation for Education of PHYSICS from a material company

Hiroaki Nakamura

In a company, various kinds of ability are necessary for a researcher to lead fundamental researches to business, but he can learn most of them after joining the company. We hope that the students studying physics get basic knowledge and a scientific way of thinking in a graduate school.

## 金属内包フラーレンの光電子分光

愛媛大学大学院理工学研究科 日野 照純

### 1. 序論

籠型炭素分子フラーレンはその内部空間が1nm程度であり内部に種々の原子を取り込むことができる。金属原子が取り込まれた場合、フラーレン分子の高い電子受容性のため、金属原子からフラーレンケージへの電子移動が起こる。取り込まれた原子が1個である場合、フラーレンの内部空間は十分に広いため、内包金属原子とフラーレンケージ間に電子移動以外に大きな相互作用は起こらないと考えられている。しかし、フラーレン内部に複数個の原子が取り込まれた場合には、内包原子同士や内包原子とケージ間に種々の相互作用が生じると予想される。

光電子分光法は直接的に物質の電子状態を観測する手段であるが、そのなかで紫外光電子分光法（UPS）は、価電子帯を直接に観測できることから、内包原子とフラーレンケージとの相互作用を観測する上で非常に有力な研究手段である。

### 2. 単金属原子内包フラーレン

金属原子が1個だけ内包されたフラーレンは圧倒的に $C_{82}$ ケージを持つものが多い。これまでに単離されたフラーレンの対称性は、内包される金属の価数(2価もしくは3価)によって異なっているが、いずれであっても $C_{2v}$ ケージを持つものが単離される。この $C_{2v}$ ケージのフラーレンのUPSは、価電子帯の最上部を除いて、非常によく似ている。これは、内包される金属の種類が異なっているにもかかわらず、フラーレンケージの電子状態は余り大きな変化を受けないことを意味している。価電子帯の最上部は金属からの電子移動量によって微妙な違いが観測される。

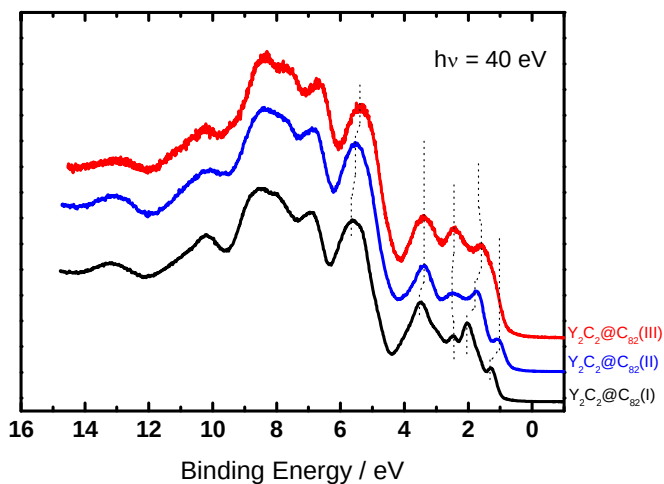
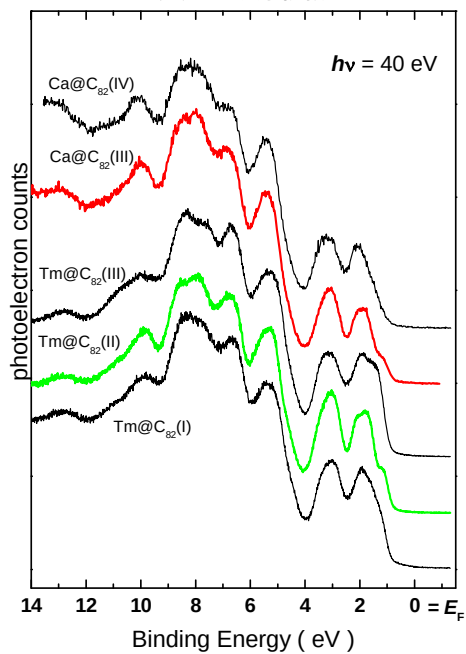
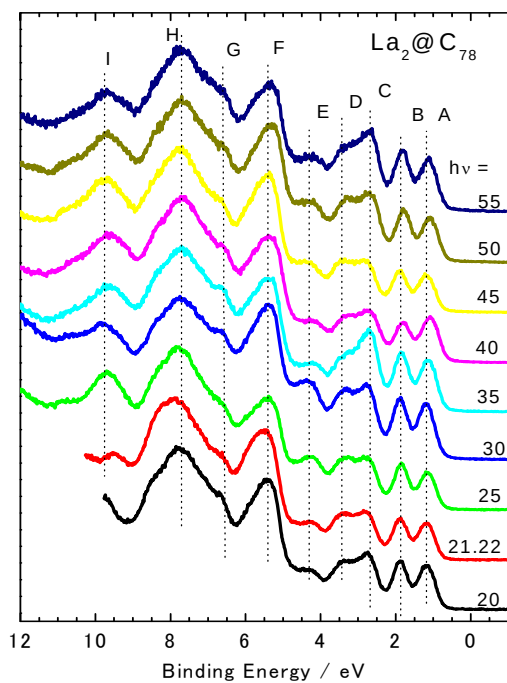
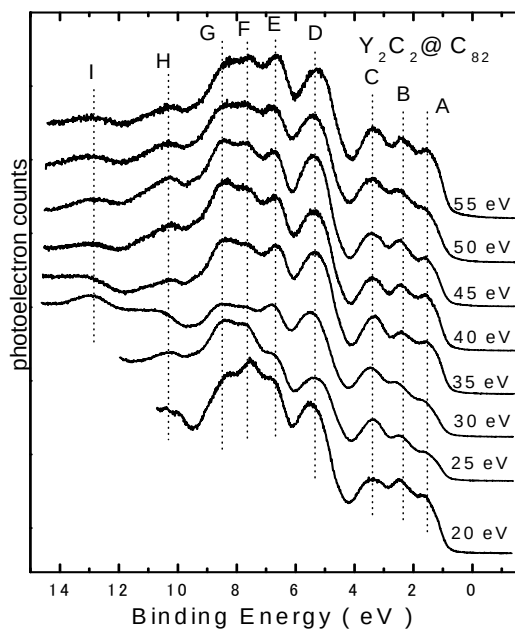
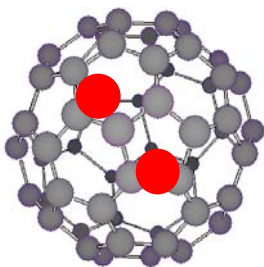
### 3. 複核内包フラーレン

複数個の原子が取り込まれた内包フラーレンでもほとんどの場合、ケージ構造が同じであれば同じ電子状態（UPS）を与える。しかし、Ti原子が内包された形は例外であり、 $Ti_2C_2@C_{78}$ と $La_2@C_{78}$ は同じ構造をとるにもかかわらず、そのUPSは非常に異なっている。この原因を検討するために、LDA-DTF計算を行ったところ、 $Ti_2C_2@C_{78}$ では $La_2@C_{78}$ と異なりHOMO準位に近いMOの分布がフラーレンケージ内へ深く侵入しており、内包されたTi原子とケージを構成する炭素原子間で軌道混成が存在することが判明した。また、Luが内包された一連のフラーレンのUPSでは、Lu4f電子が観測されるが、この準位は内包された原子団により微妙にシフトし、内包原子とケージ間に電子移動量に異差があることが示唆される。

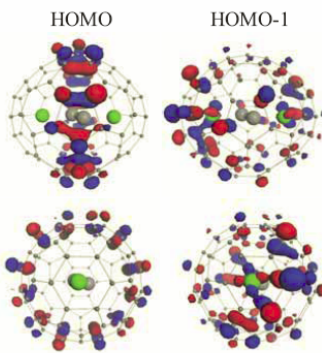
## How the encapsulated atoms affect the electronic structure of the fullerene cage?

Shojun Hino

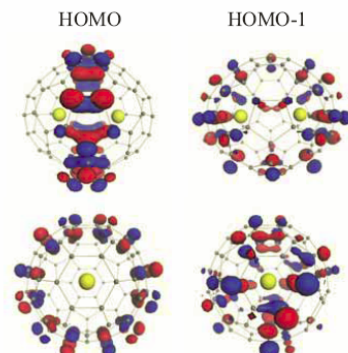
Ultraviolet photoelectron spectra of endohedral fullerenes have been measured and the results are discussed in conjunction with the interaction between entrapped atoms and the fullerene cage. Principally the electronic structure of the cage is governed by the cage structure and entrapped atom(s) does not induce a heavy effect to it.



(a) Ti<sub>2</sub>C<sub>2</sub>@C<sub>78</sub>



(b) La<sub>2</sub>@C<sub>78</sub>



## 香川大学における放射光共同利用実験と大学院教育

香川大学 総合生命科学研究センター 神鳥 成弘

### 1. はじめに

香川大学では、われわれの研究室（総合生命科学研究センター・分子構造解析研究部門）が、タンパク質X線結晶解析を中心とした構造生物学の研究を行っており、放射光施設を最も頻繁に利用している。タンパク質の大量発現・精製・結晶化等の生化学実験を行う装置・スペースは研究室内に確保しているが、X線データ収集のための装置については、その導入・維持のコスト高ゆえ、香川大学では導入できていない。したがって、当研究室では、X線データ収集は、放射光施設の共同利用実験に100%依存している。こうした状況下ではあるが、①高輝度な線源と最新の測定装置で実験できる、②大学院学生が学外の研究者と交流できる、③旅費等を考慮してもコスト的に断然安価である、等、大学院教育も含めて多くの利点がある。問題点としては、①ビームタイムの確保・調整、②学生旅費の確保、があるが、現在の香川大学でのタンパク質X線結晶解析の需要から考えれば、こういった問題点を克服しながらも、放射光施設共同利用実験を積極的に推進していくべきであると考えている。

### 2. 放射光を使用した研究と教育の実際

香川大学では全学を上げ、天然に極微量にしか存在しない「希少糖」について包括的な研究を行っている。当研究室でも、より高効率の希少糖生産に向けた酵素分子設計の指針を得るため、希少糖生産酵素についてX線結晶解析による構造学的研究を展開しており、すでにL-ラムノースイソメラーゼ、およびD-タガトースエピメラーゼの構造を決定している。現在、希少糖研究センターから博士課程大学院学生を受入れて、D-アラビノースイソメラーゼのX線結晶解析に取り組んでいる。X線結晶解析について全く知識がなかった学生でも、放射光施設で実験を積み重ねることにより、6ヶ月程度で、データ収集・構造解析について基本的な知識・技術の習得に至っており、放射光施設における集中した共同利用実験が高い教育効果を上げている。

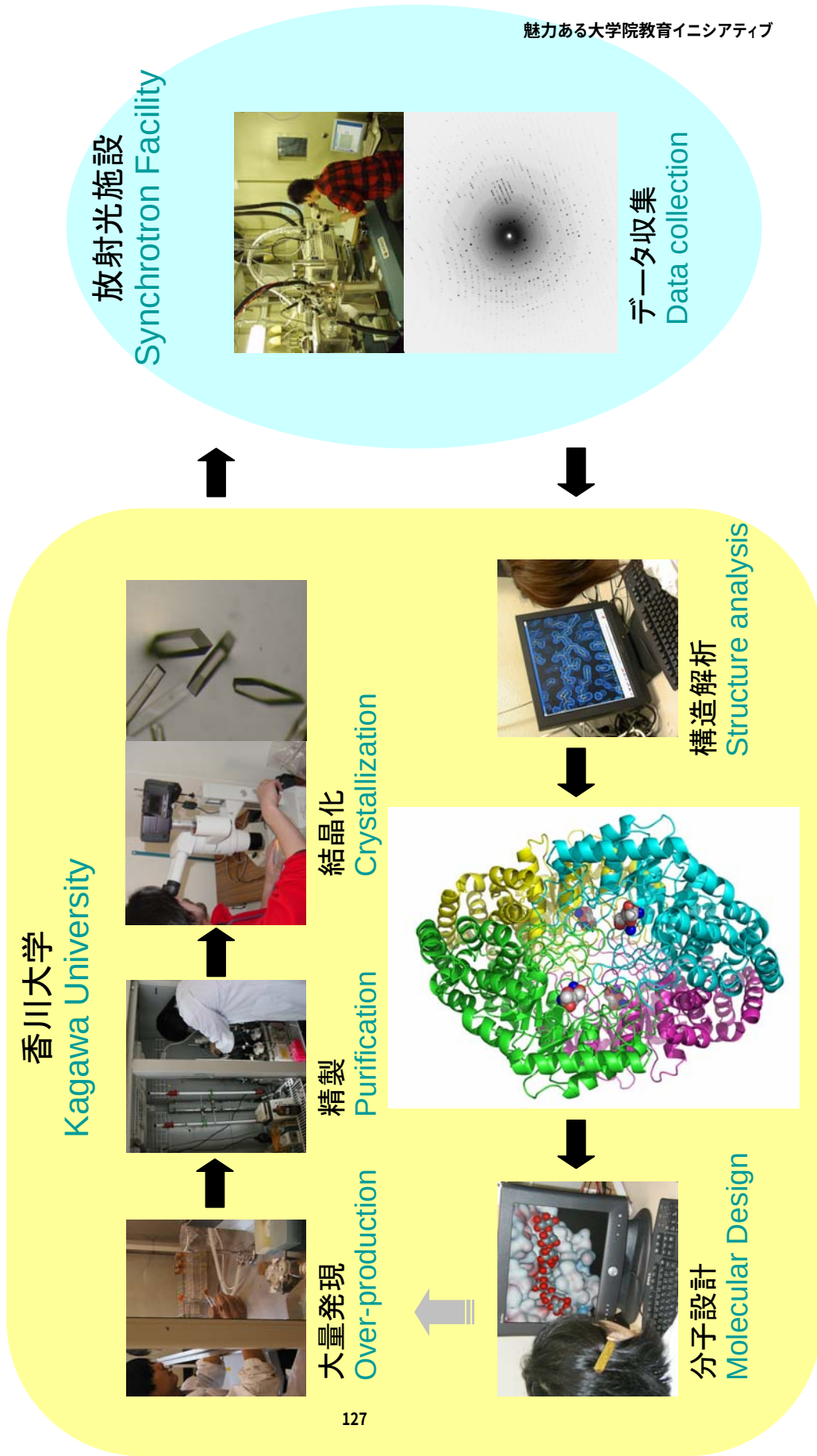
## Research and Graduate-School Education using Synchrotron in Kagawa University

Shigehiro Kamitori

Life Science Research Center, Kagawa University

Our laboratory has focused the structural study of proteins using X-ray crystal analysis. Since we do not have the expensive in-house X-ray diffractometer system, we have collected X-ray data at the synchrotron facility, Photon factory and/or SPring-8. There are many advantages in data collection on the beam line at the synchrotron facility; the excellent experimental conditions, effective graduate-school education and high cost/performance. As a practical example of research and graduate-school education using synchrotron, we report the structural study of the “rare sugar” producing enzymes.

# 香川大学における放射光共同利用実験と大学院教育 Research and Graduate-School Education using Synchrotron in Kagawa University



## 放射光による触媒の動的構造解析

鳥取大学工学部物質工学科 奥村 和

## 1. はじめに

X線吸収スペクトル (XAFS) は気相・液相・固相のいずれにおいても、特定の元素の局所構造を解析することが可能な手法であり、不均一触媒の構造解析には強力な構造解析の手段である。従来のXAFS測定では、1スペクトルの測定には数十分から1時間程度の長時間をかけて行われていたが、最近SPring-8においてDispersive XAFS (DXAFS)やQuick XAFS (QXAFS) 法といった高速測定の手段と排ガス処理設備や配管設備の整備が行われ、これまで困難であった *in situ* 下での測定や、触媒反応中におけるリアルタイムでの構造解析が可能となった。本講演ではゼオライト担体中でPdが動いている様子をQXAFSによって観察することに成功した例を紹介する。

2. *In situ* XAFS によるパラジウム触媒の動的挙動観察

パラジウム触媒は自動車排ガス処理や有機合成反応の触媒として広く利用されているが、その触媒作用は担持する担体の影響を強く受けて変化することが分かっている。特に担体の酸性質がパラジウムの触媒作用を決定する重要な要因であるが、酸性質がどのように作用しているのかは十分に解明されていなかった。そこで酸性質を有するゼオライトを担体としたPdの構造を、*in situ* XAFSにより、さまざまなガス雰囲気下で測定した。測定には錠剤状に成型した試料を石英製セルにセットし、 $H_2$  および  $O_2$  雰囲気下で交互に繰り返して昇温加熱処理をおこないつつ、Pd の構造変化過程をQXAFSによって追跡した。

ZSM-5 やモルデナイトといったゼオライトを担体としたところ、 $H_2$  中での昇温にともなって一旦Pd6 核クラスターを形成したのち、凝集する様子が見られた。さらに凝集したPdに $O_2$ を流通させると、Pd0が分子状に再び分散する様子が観測され、Pdの構造変化はゼオライト担体上で可逆的に進行することが分かった。一方、USYゼオライトを担体とした場合にはPdは複雑な挙動をしていた。すなわち、 $H_2$  中での昇温過程においてPdが1nm程度まで成長したのち、400℃以上でPdがゼオライトの格子と相互作用しながら再分散し、続けて $O_2$ 下で昇温したところPdが一旦凝集したのち、Pd0が分子状に分散した。さらに続けて $H_2$ 下で昇温したところ、安定なPd<sub>4</sub>クラスターが生成していた。このPd<sub>4</sub>クラスターは一度生成すると、さらなる $O_2 \rightarrow H_2$ 処理によって可逆的に生成していた。

以上のように、Pdの構造や動的挙動は酸化・還元雰囲気における熱履歴によって大きく変化し、ゼオライト結晶の格子や、そこに存在する酸点と相互作用しながらPdが凝集・分散している様子が、放射光を利用した *in situ* XAFS 測定によって詳細に観察された。

## Dynamic Structural Analysis of Heterogeneous Catalysts Using Synchrotron Radiation

Kazu Okumura

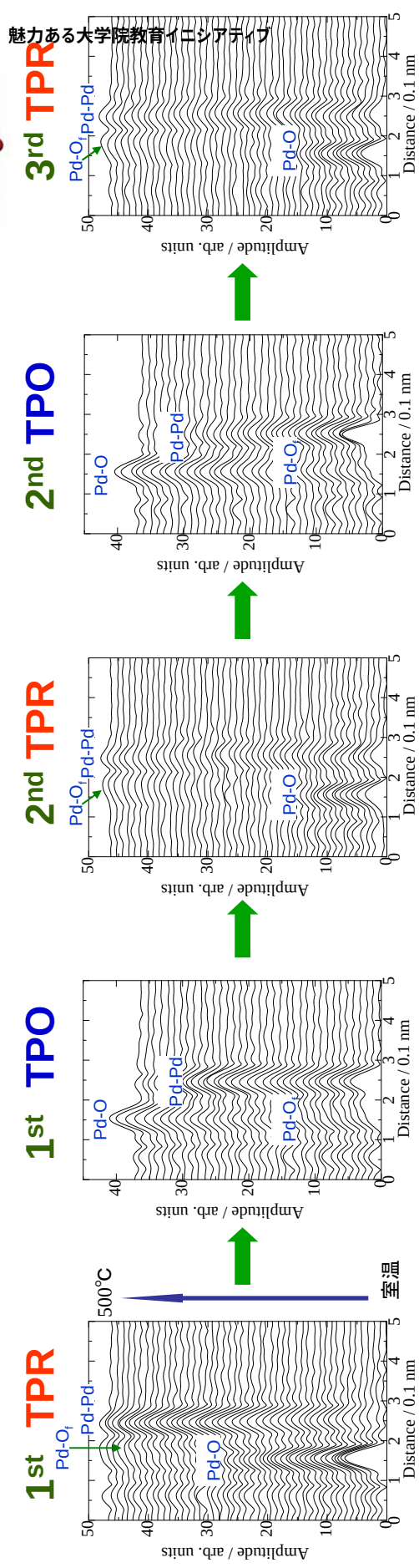
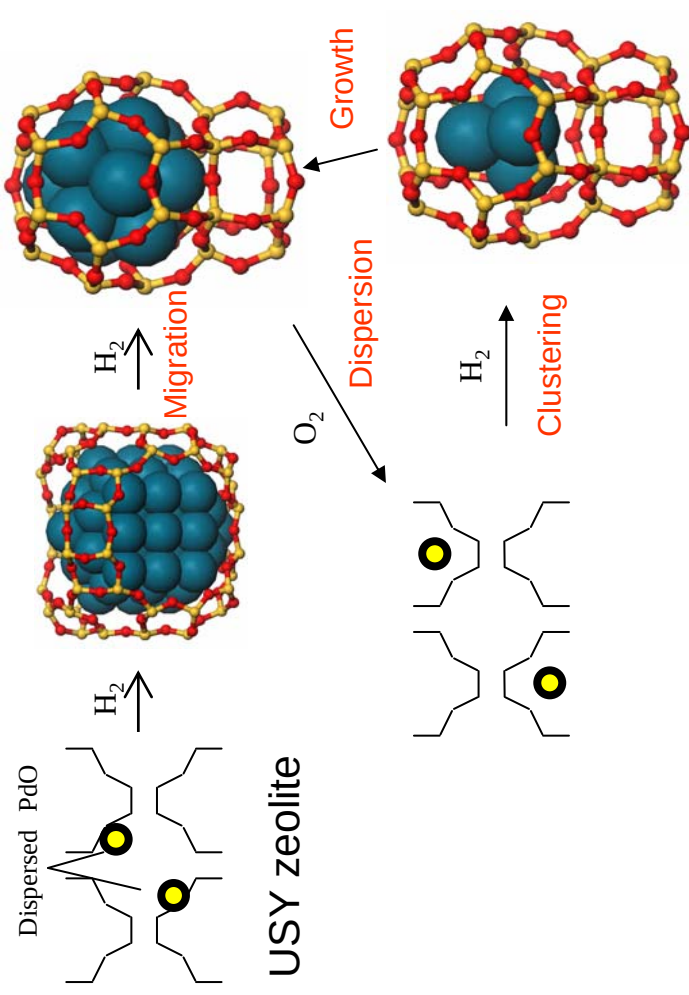
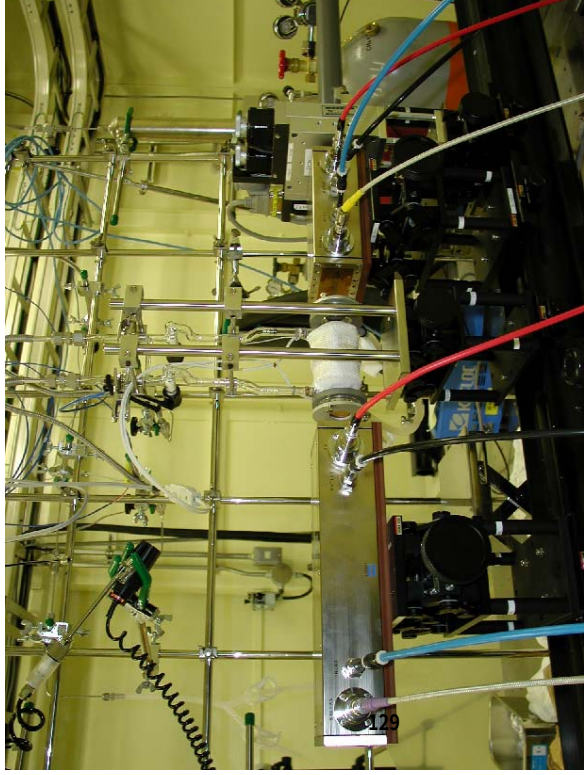
Dynamic Structural change of Pd catalyst induced by the interaction with acid sites of zeolite supports was studied by means of *in situ* XAFS technique. Using this technique, complex behavior of Pd, i.e., migration, dispersion and clustering process of Pd, were successfully observed with high quality.



# Dynamic Structural Analysis of Heterogeneous Catalysts Using Synchrotron Radiation

Dynamic structural change of metal catalyst loaded on zeolites was studied by means of Quick XAFS(QXAFS) technique. In the atmosphere of  $H_2$ , Pd coalesced to form small metal clusters inside the USY zeolite pores, whereas spontaneous dispersion of Pd took place in  $O_2$  to give highly dispersed PdO through the interaction with acid sites.

## QXAFS, SPring-8 BL01B1 (QXAFS)



## 低次元金属錯体の合成と構造・物性相関の研究

兵庫県立大学 大学院物質理学研究科 満身 稔

## 1. 序論

ハロゲン架橋一次元混合原子価複核金属(II,III) 錯体は、電子-格子相互作用と電子相関の競合によって多彩な電子状態をとり、複核構造と形式的な酸化数が +2.5で表される混合原子価状態によって以下に示した多様な原子価秩序状態をとることが可能な一次元電子系として特徴づけられる。

(a) 平均原子価状態:  $-M^{2.5+}-M^{2.5+}-X^{-}-M^{2.5+}-M^{2.5+}-X^{-}$  (b) 電荷分極状態:  $-M^{2+}-M^{3+}-X^{-}-M^{2+}-M^{3+}-X^{-}$

(c) 電荷密度波状態:  $-M^{2+}-M^{2+}-X^{-}-M^{3+}-M^{3+}-X^{-}$  (d) 交互電荷分極状態:  $-M^{2+}-M^{3+}-X^{-}-M^{3+}-M^{2+}-X^{-}$

このような低次元系金属錯体の挙動の本質を解明するためには、配位子の化学修飾によって鎖間相互作用を制御し、一次元電子系としての特徴を明確にすることが重要であると考えられる。本研究では、化学修飾した一連のヨウ素架橋一次元混合原子価複核金属(II,III) 錯体  $[M_2(EtCS_2)_4I]_{\infty}$  ( $M = Pt, Ni$ ) を新規に合成し、それらの結晶構造と物性の相関性を調べる研究を行った。

## 2. 結果と考察

白金錯体  $[Pt_2(EtCS_2)_4I]_{\infty}$  は  $T_{M-I} = 205\text{ K}$  で金属-半導体転移を示すことを明らかにした。SPRING-8 BL02B1ビームラインで行った回折実験から、金属状態では、 $-Pt-Pt-I-$ の2倍周期に相当する散漫散乱が観測され、非常に短いタイムスケールでは一次元鎖内で $-Pt-Pt-I-$ の2倍周期に相当する原子価秩序が存在し、原子価揺動によって金属伝導挙動が現れていることを見出した。さらに、金属状態で架橋ヨウ素原子が大きな振幅で振動していることを見出し、分子振動が金属伝導発現に大きく寄与していることを初めて明らかにした。半導体領域では、散漫散乱が超格子反射へと変化し、超格子反射を含めた結晶構造解析から、基底状態での原子価秩序が交互電荷分極状態  $-Pt^{2+}-Pt^{3+}-I-Pt^{3+}-Pt^{2+}-I-$ であることを明らかにした。

ニッケル錯体  $[Ni_2(EtCS_2)_4I]_{\infty}$  は  $[Pt_2(EtCS_2)_4I]_{\infty}$  と同形の構造を持つにも関わらず、室温での電気伝導率が  $1.8 \times 10^{-3}\text{ S cm}^{-1}$ であり、 $E_a = 197\text{ meV}$ の半導体であった。これは、ニッケルの3d軌道の広がり小さいために電子相関が支配的であることに由来する。磁化率の温度依存性を調べたところ、 $S = 1/2$ の一次元ハイゼンベルグ反強磁性体に特徴的な挙動が観測された ( $|J|/k_B = 1013\text{ K}$ )。さらに、 $T_{SP} = 47\text{ K}$ でスピン・パイエルス (SP) 転移に帰属される磁化率の急激な現象が観測された。SPRING-8 BL02B1ビームラインで行った回折実験から、SP 転移に伴い2倍周期の格子長に対応する超格子反射が観測され、この超格子反射を含めて結晶構造解析を行うことによって、SP 相の原子価秩序が交互電荷分極状態  $-Ni^{2+}-Ni^{3+}-I-Ni^{3+}-Ni^{2+}-I-$ であることを明らかにした。

## Study on Syntheses, Crystal Structures, and Solid-state Properties of Linear Chain Metal Complexes

Minoru Mitsumi

We studied the syntheses, crystal structures, and solid-state properties of one-dimensional iodo-bridged mixed-valence dimetal(II,III) complexes  $[M_2(EtCS_2)_4I]_{\infty}$  ( $M = Pt, Ni$ ). To examine the appearance of a superlattice reflection originating from lattice modulation, synchrotron radiation X-ray diffraction experiments were performed in BL02B1 beamline at SPRING-8. We successfully determined the superstructure of these complexes at low-temperature and revealed that the valence-ordering states of both complexes are alternate charge polarization state (d).

## イニシアティブから大学院GPへー自立する国際的若手育成

首都大学東京 理工学研究科 物理学専攻 岡部 豊

### 1. はじめに

首都大学東京の理工学研究科物理学専攻・分子物質化学専攻は、平成17-18年度に、視野の広い研究者育成のために、「魅力ある大学院教育」イニシアティブのプログラムを実施してきた。その成果をふまえ、さらに発展させる教育プログラムを提案した所、幸いなことに文部科学省の新規事業「大学院教育改革支援プログラム」(大学院GP)に採択された。プログラムの名称は「物理と化学に立脚し自立する国際的若手育成」であり、その新しいプログラムの概要について紹介する。

### 2. 自立する国際的若手育成のために

具体的な実施項目として、1. 大学院生の国際化、2. 大学院生の自立的企画力の養成、3. 企業および社会と連携した大学院教育、4. 専攻を越えた幅広い教育の実施、5. 教育体制の一層の体系化、の5つの目標をめざす各種事業を実施しているが、ここでは特に4大学国際共同大学院プログラムについて触れる。スウェーデンのイエテボリ大学と首都大学東京が中核機関となり、さらに、韓国のソウル国立大学とイギリスのエディンバラ大学を加えた4大学による大学院プログラム "Nanoparticles in Interactive Environments" が STINT(スウェーデン研究・高等教育国際協力財団)の事業として採択され、大学院GPの事業と連携して実施している。STINT事業の本格実施は2008年からであるが、既に本年8月に準備サマースクールがスウェーデンで実施され、本学から4名の大学院生が参加した。数名の講師による講義、いくつかのテーマの実習、大学院生の研究発表など、10日間のスクールで多くのことを吸収すると共に各国の大学院生との交流を深めた。今年度の大学院GPの事業の一つとして、ソウル国立大学と本学の合同セミナーを2008年2月に計画している。ソウルから4名の教員と4-5名の大学院生を招き、両大学教員の講演と大学院生のポスター発表を予定している。

## Education and Training program of graduate school of physics and chemistry at TMU

Yutaka Okabe (Tokyo Metropolitan University)

I briefly describe the graduate school education program for raising young researchers of physics and chemistry, supported by the new MEXT program of "Support Program for Improving Graduate School Education" starting from this year. We are planning various activities to raise young researchers who have the ability to pursue independent and international research activities.

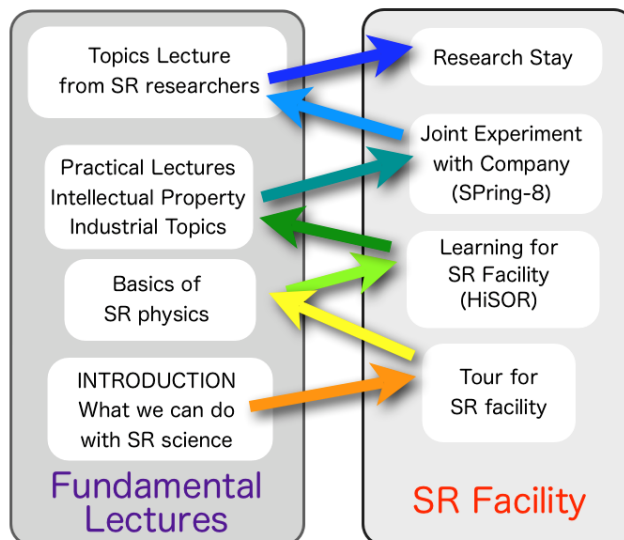
## Synchrotron Graduate-School Education at Okayama University

Naoshi Ikeda, Dept. Phys. Okayama Univ.

In the educational program of Okayama University “Initiatives for Attractive Education in Graduate School”, the training program for master students at synchrotron facility is the central role for the program. In the early stage of the program planning some modern Japanese issues motivated us in designing the program. For example now in Japan, the decreasing of national population, decreasing tendency of high school students who prefer the scientific learning and the global competition of the industry companies are considered to be negative factor for future development of the national activity.

As a member of the educational community, we Okayama University decided to contribute in improving such issues with the development of the high quality master students who understand the modern material science, who knows the modern analyzing technology and who has the wide scientific view points that covers in the range from the quantum mechanics to the industrial topics.

In order to assist the personal growing of such young and smart students we designed some step by step courses consist of lectures and practical trainings. The schematic view of the curses are shown in the figure. At the first stage students learn the introductory lecture for synchrotron science including SR facility design and/or the applicational use of SR light source. After the lecture, students visit the HiSOR synchrotron facility in Hiroshima to make an exercise experiment. The compact design of HiSOR is a good teaching material of the synchrotron facility for such introductory students. Then, they come back to Okayama and learn the fundamental lectures for material science including interactions of atoms towards the light, XAFS process, diffraction and so on. Also they learn the fundamentals of intellectual property in order to prepare the joint practical



A scenery of the experiment at SPring-8. The clear motivation of company SR researchers enhanced the student's learning motivation.

training of SR experiments at SPring-8 with researchers from some companies. After these courses student went to Spring-8 to conduct the joint practice experiment with some company researchers. In 2006, four Japanese companies, Idemitsu Oil, Sumitomo Material, Asahikasei Chemical and MORESCO kindly joined in our practice experiment program at SPring-8. It is noticeable that the clear motivation of company SR researchers enhanced the student's learning motivation.



## 岡山大学における放射光科学の近未来戦略 G-COE 申請案を中心に

岡山大学大学院自然科学研究科 野上由夫

### 1. 過去から現在へ

1997年に理研・原研共同チームによって建設されたSPring-8は、世界中にインパクトを与え続けている。SPring-8の門前総合大学、岡山大学は、放射光重視の姿勢を強力に打ち出し、放射光科学講座や先端X線物理学講座を新設し、野上、池田、横谷、小林、鄭、木村など放射光に関連する40代の新教授を誕生させ、学内で最高額を予算として重点配分されている。その結果、固体物質科学を中心にSPring-8を活用した結果、例えば2005年には4本のNature誌を岡山大学関連論文が飾った。また、2006年より魅力ある大学院教育イニシアティブ「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」に採択され充実した放射光関連科目と特色ある実習プログラムを実施している。

### 2. 産業利用の発展とこれから

年々厳しくなる科学技術競争のなかで、産業界もより高品質の新製品の開発を目指して、放射光の産業利用が著しく増加し、この5年間で4倍、全体の20%まで増加している。この産業利用を更に生かすためには、放射光が物質開発に使える人材の育成が不可欠である。これまで放射光関連の人材育成は、一部の専門研究室が担って来た。しかし、これからのものづくりを考えた時には「放射光の研究者」ではなく「放射光もよく使える研究者」が必要になる。このため、時代のニーズに応える特徴ある物質コースを設置し、対応する分野の研究を強力におこなう。新放射光施設建設ラッシュの東アジアにおいても放射光を使いこなせる人材の需要が高まっている。これらの人材需要を満たすために、岡山大学は、現在の放射光インターンシップを更に拡充し、放射光学生実験や放射光留学生プログラムなど、組織的な放射光教育の努力を継続してゆく。

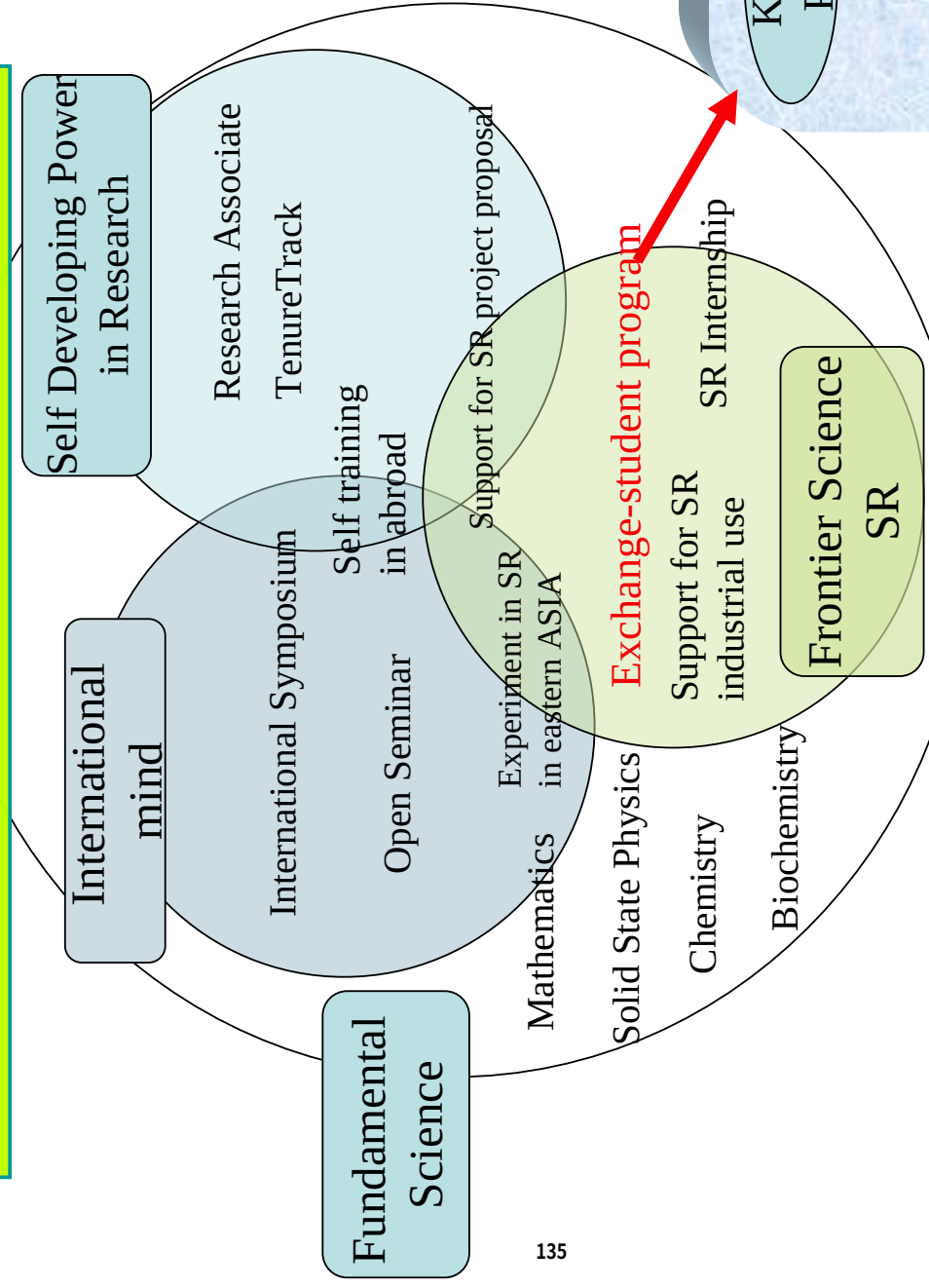
### Plan of G-COE (Global Centers of Excellence) Program in Okayama University: Material-Science Research and International Education using Synchrotron Radiation Okayama University, Yoshio Nogami

In recent five years, industrial use of SPring-8 has been increased and reaches 20% of total usage. To supply human resource to the enterprises, we developed education and training course for SR experiment in our graduate school in two years. We started around ten lectures specific to SR and a practical training course including XPS, powder diffraction, thin film reflection and XAFS using SR.

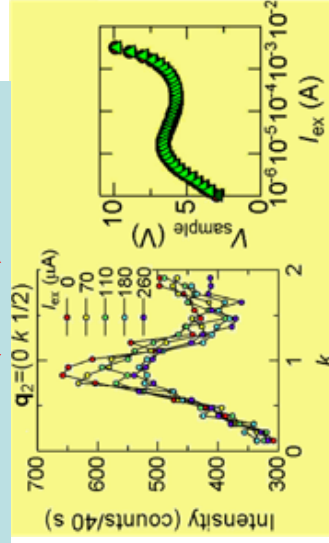
We plan to expand SR education including other educational experiment programs and exchange-student programs to support the operation and usage of recently built SR facilities in eastern ASIA. Now we are activating Material research and Material development using SR in Okayama Univ. and apply many grants including so-called “Global Center of Excellence G-COE” program.



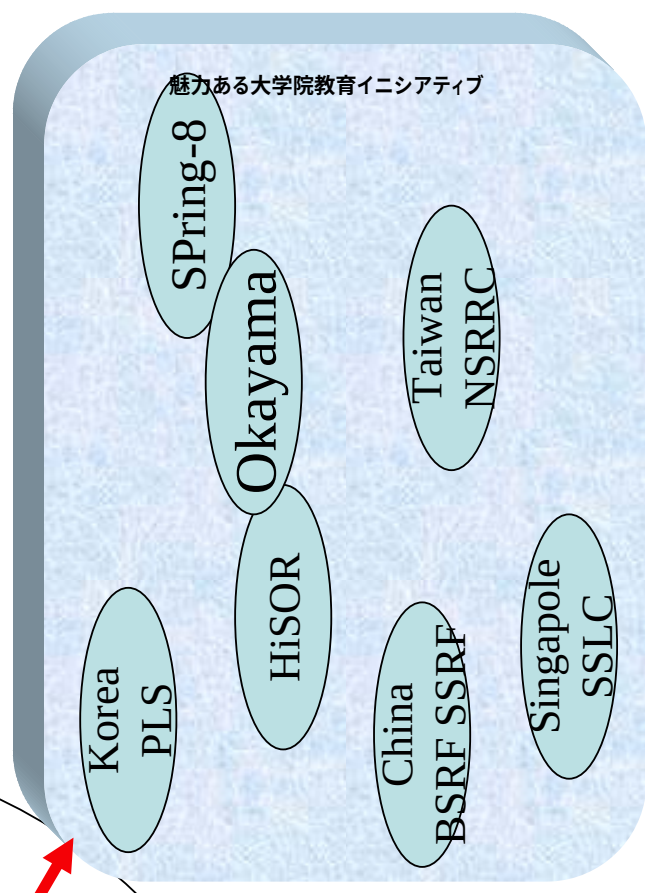
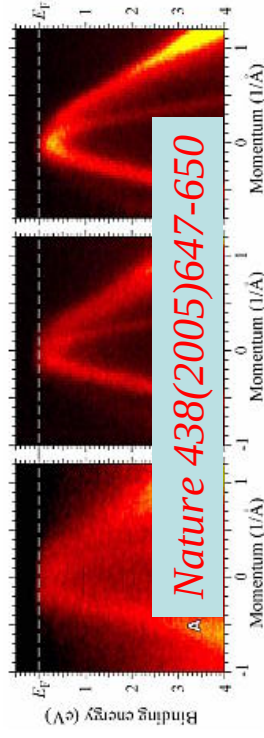
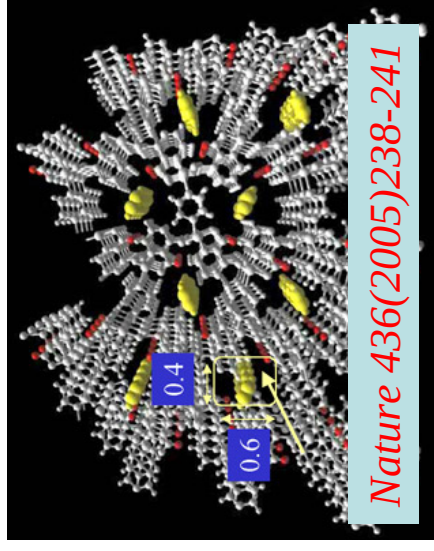
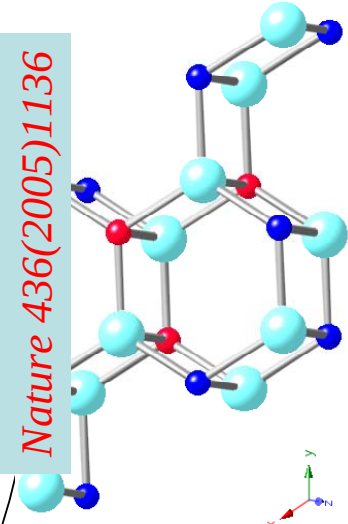
# Education Plan for Material Researcher and Developer using SR



*Nature 437(2005)522-525*



*Nature 436(2005)1136*



## Excitations in Molecular Crystals and Gases: an Inelastic X-ray Scattering Study

Donglai Feng (Fudan University, Shanghai, China)

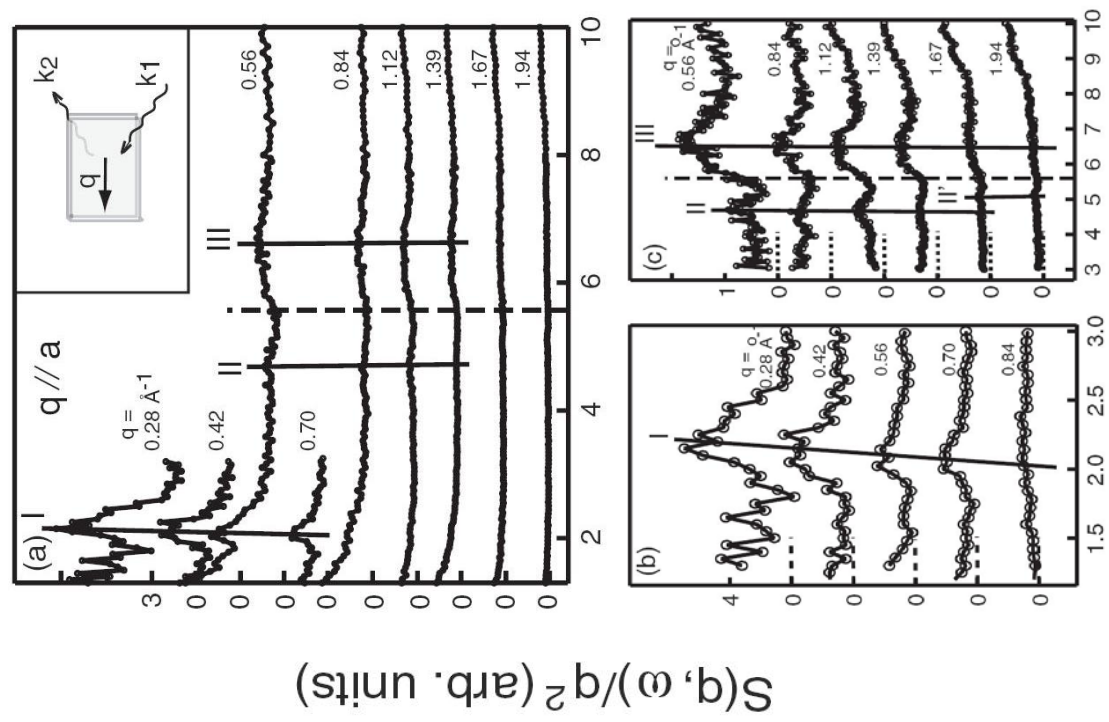
Excitations in molecular crystals and gases were studied by inelastic x-ray scattering (IXS) for the first time. The dynamic dielectric response function is measured over a large momentum transfer region, from which obvious exciton dispersions are observed in organic crystals. In Py-So system, exciton dispersion of 130 meV is obtained for the feature around 2 eV.[1] Semi-empirical quantum chemical calculations reproduce well the momentum dependence of the measured dynamic dielectric responses, and thus unambiguously indicate that the lowest exciton is a Frenkel exciton confined within a fraction of complex molecule.[2] For the C60 system, the feature around 6 eV shows dispersion to lower energy of about 600 meV with the increasing momentum transfer  $q$ . This behavior is contrary to its  $\pi$ -Plasmon assignment suggested before. In the end, IXS spectra in gas phase of He, H<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> are discussed. For Helium, the monopole and dipole transitions are clearly observed in a large momentum transfer range. Furthermore the intensity of the monopole excitation is even stronger than dipole excitation at the high momentum transfer end. While for the diatomic molecule systems, more complex excitation features are observed in the spectra including multiple vibration modes.

[1] K. Yang, L. P. Chen, Y. Q. Cai, N. Hiraoka, S. Li, J. F. Zhao, D. W. Shen, H. F. Song, H. Tian, L. H. Bai, Z. H. Chen, Z. G. Shuai, and D. L. Feng “Inelastic X-Ray Scattering Study of Exciton Properties in an Organic Molecular Crystal” *Phys. Rev. Lett.* 98, 036404 (2007)

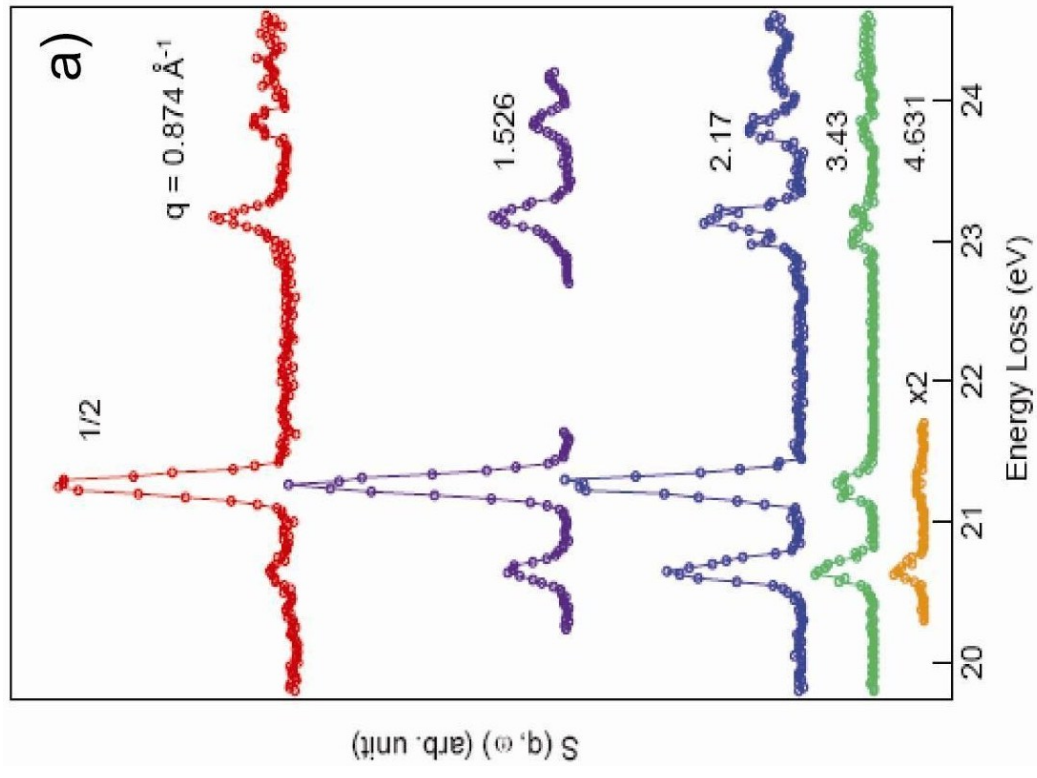
[2] L. P. Chen, Y. P. Yi, Q. K. Li, Z. G. Shuai, K. Yang, D. L. Feng “Theoretical study of inelastic X-ray scattering spectra for organic materials: Molecular excitation coupled with molecular exciton descriptions” *Synthetic Metals* 157, 670-677 (2007)



# IXS spectra of Py-So



# IXS spectra of Helium gas



# Energy Loss (eV)

## Status of VUV activity at Pohang Light Source and the Atomic Wire Project

Han Woong Yeom,

Professor, Institute of Physics of Applied Physics, Yonsei University

Director, Center for Atomic Wires and Layers, KOSEF

In the first half of this talk, I will briefly summarize the current status of Pohang Accelerator Laboratory, which will have its 15th anniversary next year, and the VUV research activities in it. The Laboratory now operates three VUV/soft x-ray undulator beamlines, which focus on soft x-ray scattering/absorption, core-level photoelectron spectroscopy/photoelectron microscopy, angle-resolved photoelectron spectroscopy, respectively.

In the second half, I will review our own research activity on noble surface atomic wire systems based on synchrotron photoelectron spectroscopy and scanning tunneling microscopy/spectroscopy. Well-defined metallic atomic-scale wires can be self-organized on silicon surfaces, which have very interesting electronic structures. Peierls-type 1D phase transitions have been found on these metallic atomic wire systems and the intrinsic and extrinsic fluctuations have been identified in atomic scale.



## Molecular Self-Assembly on Surfaces and Molecule-Substrate Interface

Wei Chen, Andrew Thye Shen Wee

In this talk, I will summarize our recent work on molecular self-assembly on surfaces investigated by low-temperature scanning tunneling microscopy (LT-STM), as well as various topics of molecule-substrate interfaces by synchrotron radiation based PES, RPES and NEXAFS, including interface energy level alignment, interface dipole formation, molecular orientation, ultrafast interfacial charge transfer and surface transfer doping.

For molecular self-assembly on surfaces, I will cover following topics, including:

- (1) Fabrication of various well-ordered  $C_{60}$  superstructures with tunable periodicity and symmetry using dynamic molecular surface nanotemplates;
- (2) Formation of 2D pentacene:PTCDA surface chiral networks on Ag(111);
- (3) C-F...H-C intermolecular interaction induced molecular superstructures.

For molecule-substrate interfaces, I will cover following topics, including:

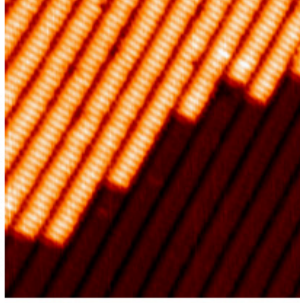
- (1) Molecular orientation at the organic heterojunction interfaces;
- (2) Orientation dependent interfacial charge transfer at the F16CuPc-CuPc interfaces;
- (3) Tuning the hole-injection barrier at the molecule-metal interface using various functionalized aromatic thiols;
- (4) Surface transfer doping of graphene or diamond using F4-TCNQ;
- (5) Ultrafast charge transfer at the molecule-metal substrates using RPES.

# Molecular self-assembly on surfaces and molecule-substrate interfaces

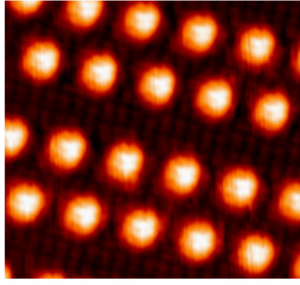
Wei Chen and Andrew Thye Shen Wee

## Tunable $C_{60}$ linear chain arrays

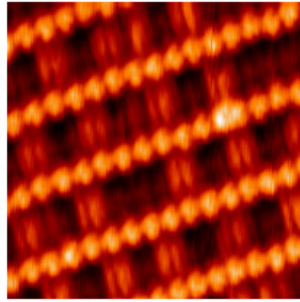
(a) 6T bilayer  
 $30 \times 30 \text{ nm}^2$



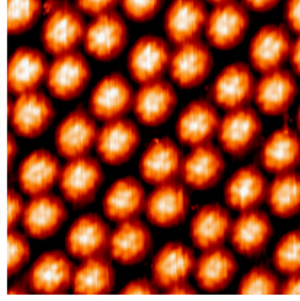
(b)  $C_{60}$  dot arrays  
 $12.5 \times 12 \text{ nm}^2$



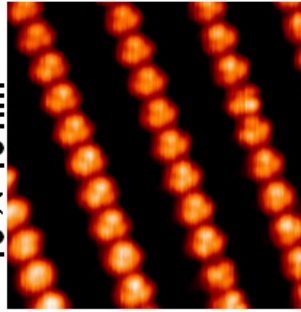
(c)  $C_{60}$ -rail arrays  
 $15 \times 15 \text{ nm}^2$



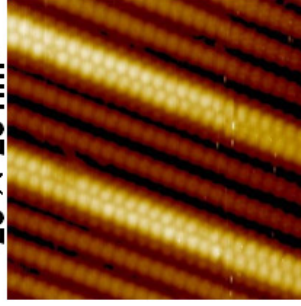
(d)  $C_{60}$ -pair arrays  
 $12 \times 12 \text{ nm}^2$



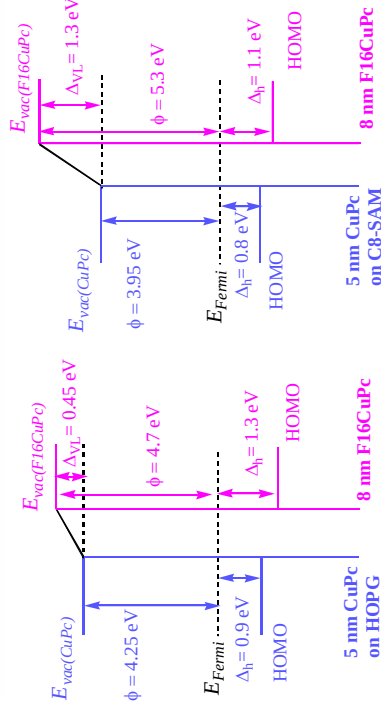
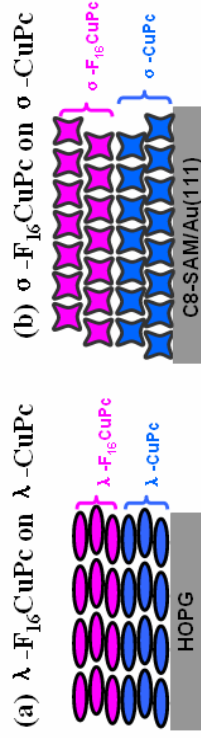
(e) single-chain  $C_{60}$   
 $10 \times 10 \text{ nm}^2$



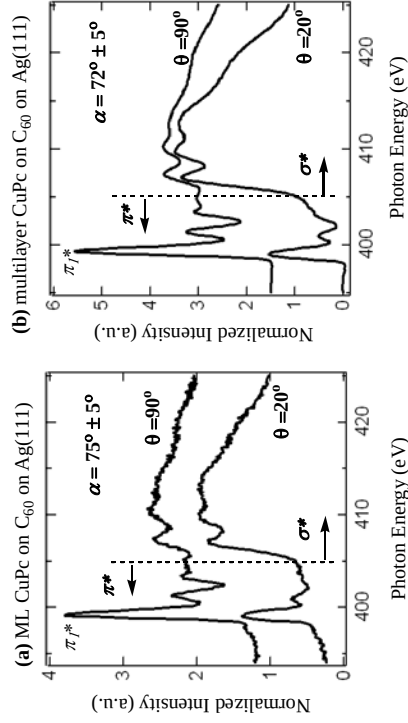
(f) double-chain  $C_{60}$   
 $25 \times 25 \text{ nm}^2$



## Orientation-dependent interfacial charge transfer



## Molecular orientation of CuPc on $C_{60}$



## Construction of an advanced x-ray scattering beamline: planning and management

Chao-hung Du

Department of Physics, Tamakng University, Tamsui 251, Taiwan

X-ray scattering has been approved to be an ideal probe for studying the structure related physical properties of matters including liquid, condensed and solid materials. Especially, with the advanced synchrotron sources, it provides not only the information related to the atomic structures, but also further provides the detailed information of the electronic and magnetic structures. Based on the demands from users in Taiwan, the NSRRC (National Synchrotron Radiation Research Center) decided to build a dedicate beamline for the use of material research using x-ray scattering. This is called a collaborated beamline with users. This beamline is also the first beamline in NSRRC which is planed and managed by users, but the construction work is still relied on the beamline group of NSRRC. In addition to serve users, this beamline will also take the responsibility for the training and educating the new users and students. On this talk, I will present the design and plan of this beamline and share experiences which we have in our department for educating the PhD and master students.

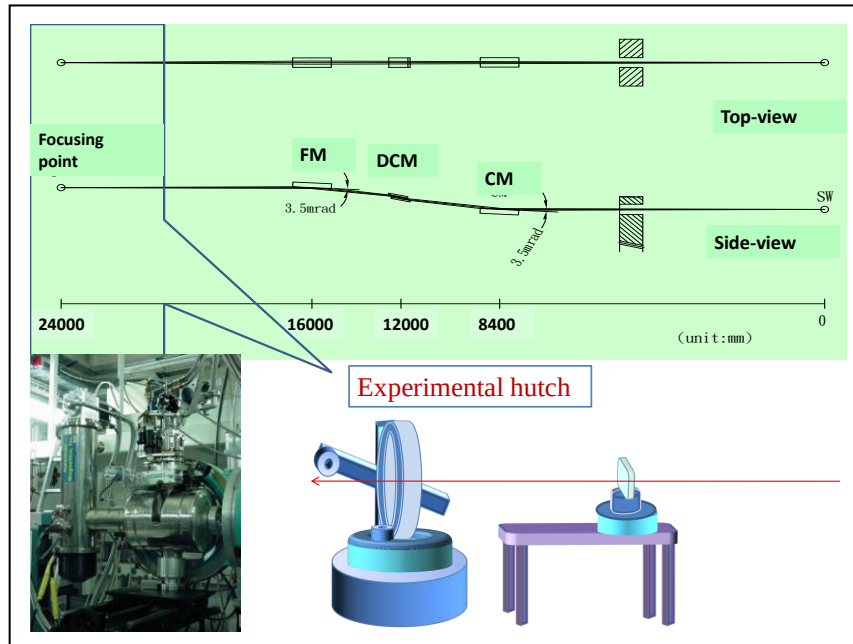


Figure 1: The layout of the beamline BL07. BL07 will be a dedicated beamline for x-ray scattering. The station will be mainly equipped with a 8-circle diffractometer and an optical table which can be used to place a phase plate stage (as shown in the figure) or slits and beam path. The sample environment will include a 4T superconducting magnet and a cryostat (~2 K to 300 K) as shown in the bottom-left.



## NSRRC Educational Program for Graduate Students

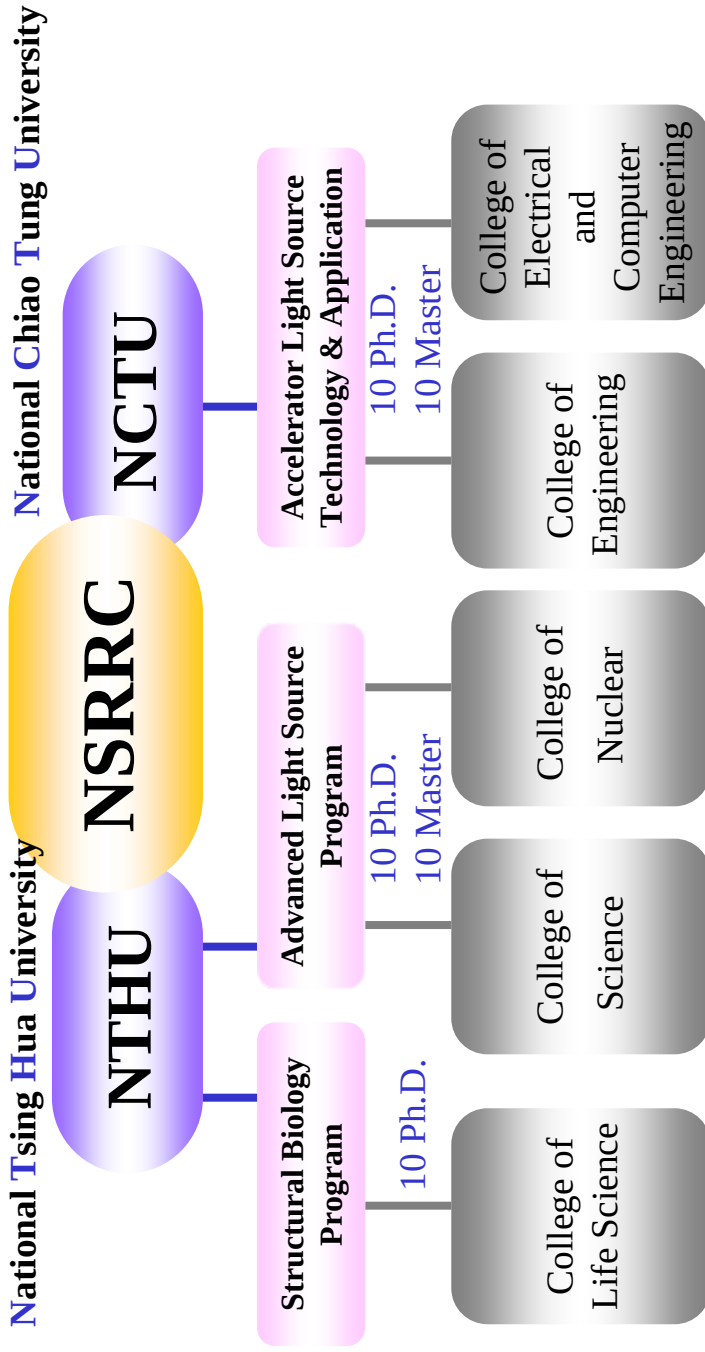
Chia-Hung Hsu

National Synchrotron Radiation Research Center, Hsinchu, Taiwan

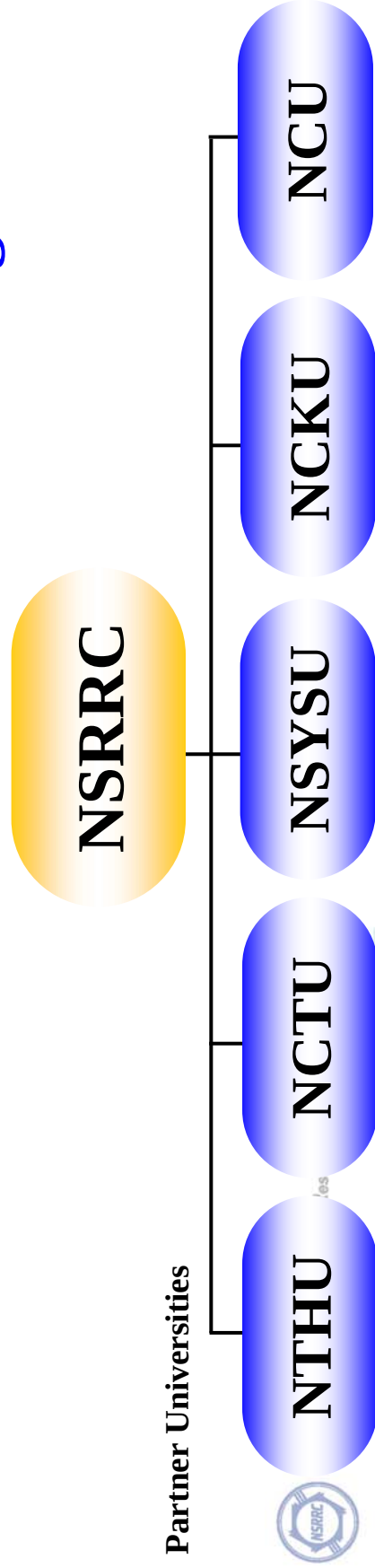
National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) is the only synchrotron-based research facility in Taiwan. Therefore, NSRRC plays a triple role as a national facility, a research institute and an educational organization for synchrotron related researches. We understood the importance of users cultivation, which is the key factor to the success of a facility. Since 1999, NSRRC staffs have regularly offered introductory courses in accelerator physics and applications of synchrotron radiation at physics, chemistry and chemical engineering departments in several universities in Taiwan. However, no systematic curriculum and solid program was established until last year. Prompted by the urgent man power demands upon the construction of the new 3 GeV Taiwan Photon Source (TPS) and the long term development of synchrotron-based research, we initiated the “Science and Technology of Advanced Light Source Program” in National Hsin Hua University, which is right next to our site, this year. We collaborate with the department of physics and department of engineering and system science to offer a graduate program with the emphasis focused on the science and engineering aspect of Synchrotron related research, respectively. Currently, there are nine master students and one Ph.D. student enrolled in this program. Next year, another program “Science and Technology of Accelerator Light Source Program” focused on the applications of synchrotron radiation in materials science, optoelectronics and nano-technology will start in National Chiao Tung University, another neighbor of NSRRC. Furthermore, we establish partnership with five renowned universities in Taiwan, including National Tsing Hua University, National Tsing Hua University, National Chiao Tung University, National Cheng Kung University, National Sun Yat-Sen University, and National Central University, to initiate the NSRRC International Graduate Program (NSRRC IGP). We offer the unique opportunity and fellowship to foreign students to carry out their thesis research at NSRRC and earn their degrees in the topmost universities in Taiwan. The operation and the curriculum design of the educational programs for graduate students will be presented in this talk.



# NSRRC Graduate Programs



# NSRRC International Graduate Program



## 5. 4 成果報告会

魅力ある大学院教育イニシアティブ「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」

岡山大学学内 COE「結晶対称性が破れた電子系に創出する新量子機能」合同成果報告会

3月18日（火） 理学部大会議室

9:30-9:35 はじめに 原田勲（先端基礎科学開拓研究者育成プログラム実施責任者）

9:35-9:40 ご挨拶 千葉学長

第1部 座長 小林達生

9:40-9:55 イニシアティブ事業の説明 市岡優典

9:55-10:35 神岡・プログラミング実習の報告 作田誠 学生

10:35-11:05 放射光実習の報告 池田直

11:05-11:20 学生による SPring-8 実習の報告

11:20-11:35 学生による HiSOR 実習の報告

11:35-11:55 深い思考の基盤となる体験を伴う学習の重要性 寺澤孝文

11:55-13:05 休憩

第2部 座長 神戸高志

13:05-13:20 武者修行の報告 美馬寛

13:20-13:35 武者修行の報告 高橋雅裕

13:35-13:50 武者修行の報告 尾古昌崇

13:50-14:05 武者修行の報告 モハンマド アミール ホセイン ブイヤン

14:05-14:15 休憩

第3部 座長 町田一成

14:15-14:35 結晶対称性が破れた電子系に創出する新量子機能 鄭国慶

14:35-14:55 空間反転対称性のない超伝導体の高分解能光電子分光 横谷尚睦

14:55-15:35 重い電子系超伝導体  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  におけるマルチバンドと対称性  
京大 芝内孝禎

15:35-15:45 休憩

第4部 座長 横谷尚睦

15:45-16:25 物質科学を制す放射光 日本原子力研究開発機構 水木純一郎

16:25-16:45 有機超伝導と対称性の破れ 大嶋孝吉

16:45-17:05 フタロシアニン分子系伝導体の散漫散乱 花咲徳亮

17:05-17:15 休憩

第5部 座長 作田誠

17:15-17:35 放射光を中心とする科学教育と人材育成 野上由夫

17:35-17:55 “科学大好き”な若者を伸ばす教育 原田勲

17:55-18:05 外部評価委員からのコメント 首都大学東京 岡部豊

18:05-18:10 おわりに 鄭国慶（学内 COE 代表）



# 合同成果報告会

魅力ある大学院教育イニシアティブ

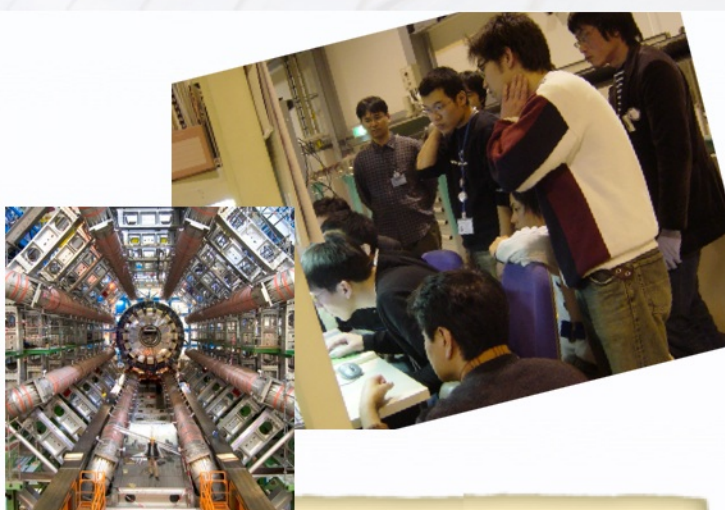
「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」

岡山大学学内COE

「結晶対称性が破れた電子系に創出する  
新量子機能」

理学部大会議室

2008年3月18日 9時30分～18時10分



## プログラム概要

千葉学長よりご挨拶

イニシアティブ事業の説明

神岡・プログラミング実習報告 (学生)

放射光実習の概要

SPring-8, HiSOR実習の報告 (学生)

深い思考の基盤となる体験を伴う学習の重要性

寺澤孝文

武者修行の報告 (博士課程学生ら)

結晶対称性が破れた電子系に創出する新量子機能

空間反転対称性のない超伝導体の高分解能光電子分光

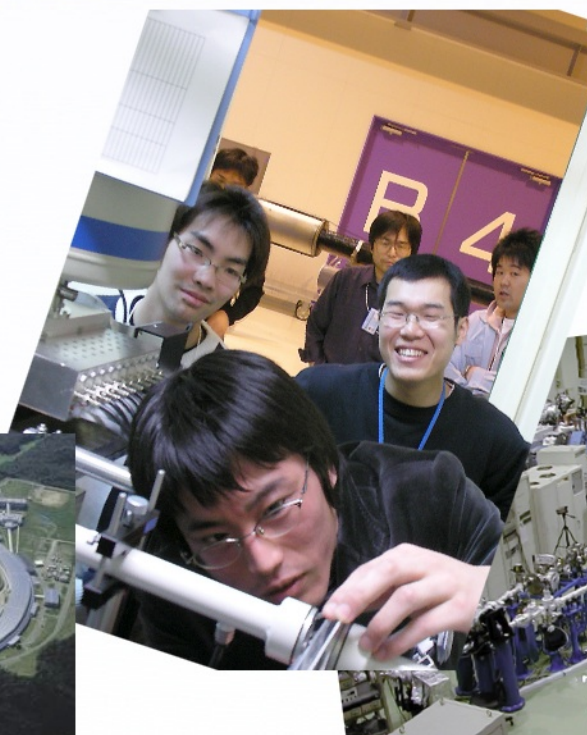
重い電子系超伝導体 $\text{URu}_2\text{Si}_2$ におけるマルチバンドと対称性

京都大学 芝内孝禎

物質 (科学) を制す放射光

日本原子力研究開発機構 水木純一郎

有機超伝導と対称性の破れ



フタロシアニン分子系伝導体の散漫散乱

放射光を中心とする科学教育と人材育成

“科学大好き”な若者を伸ばす教育

外部評価委員からのコメント

首都大学東京 岡部豊





## 先端宇宙素粒子実習

岡山大学大学院自然科学 作田 誠

### 1. 序論

宇宙素粒子実習は、1年目は神岡での3日間の実習であったが、2年目は1年目の短すぎたという反省を踏まえて、以下のように実施した。

- 1) 2月7-8日に、まず、岡山大学の実験室で基本的な素粒子検出器（プラスチックシンチレーションカウンタ）を0から自分の手で製作し、同時計測、偶然の同時計測確率等について実習してもらう。[作田担当]
- 2) 2月13-15日、神岡施設で、宇宙線・ニュートリノ・重力波等の講義、見学を通して、最先端検出技術を学習する。さらに、自分の手で作った検出器を使って、神岡地下施設の地上、坑内、坑道で放射線バックグラウンドの測定や宇宙線の測定を行う。  
[塩澤、関谷（以上2名東大宇宙線研）、作田担当]  
講義（塩澤）：宇宙線とは、神岡施設で行なわれている実験（重力波検出実験、暗黒物質検出実験、2重ベータ崩壊実験、スーパーカミオカンデ実験、カムランド実験）の解説。

### 2. 感想

参加した学生には、認識できなかったかも知れないが、2年目は担当教官からして、大変系統的に同時計測や偶然の同時計測の確率の考察が出来ていたと思う。担当教官が一番面白がって、放射線バックグラウンドのレベルを注視していたと思う。次は、ガンマ線、中性子の区別が出来ると、実際の地下実験にも役立つ情報になる。次の大学院教育プログラムでは、そのような案を考えたい。

## 放射光実習の報告

岡山大学理学部物理学科 池田直

放射光実習は岡山大学での専門講義・企業研究紹介・知財講義などを挟み、HiSOR と SPring-8 で実施された。

HiSOR では広島大学放射光科学研究センターの BL5(岡山大学ビームライン)とそのエンドステーション(光電子分光装置)において 5/15~16, 5/17~18, 6/12~13, 6/14~15, 6/26~27, 12/4~5, 12/6~7, 2/4~5, 3/10~13 に 2 ないし 3 人の班によって実習が行われた。ここでは、放射光施設の仕組みと放射光を用いて研究する上での必須知識、真空技術および表面処理をふくめた一連の電子構造解析手法を学ぶことを目的とした。実習内容は、シリコンについて表面清浄化および軟 X 線吸収分光と光電子分光による電子状態の評価である。HiSOR はストレージリングの見える放射光施設であるため、放射光の仕組みを一目で理解することができ、また専用のビームラインにおいては、そのビームラインを知り尽くしたスタッフが実習全体を通して適切な助言や指導を行うことができる。くわえて、実習の為の教科書を作成するとともに、実習生から出された疑問点に対しては実習生が理解するまで説明する方式で実習をすすめた。これらのことは、これまで放射光を使ったことのなかった実習生に、放射光とそこでの研究のイメージをつかませるのに非常に有効であった。

HiSOR での実習と関連する講義を経た学生は、SPring-8 において企業研究機関との合同実習に参加した。博士前期学生用の実習は 7 名前後の班ごとに 3 回行われた。11/11~11/12 には住友金属工業株式会社総合技術研究所のグループと BL14B2 において光触媒材料の XAFS (X-ray Absorption Fine Structure) 測定による局所構造解析を行った。光触媒機能の基本的な設計理念と局所構造解析で知り得ること、さらに光触媒機能の何が社会的に期待されているかを学んだ。11/20~11/21 は、旭化成株式会社基盤技術研究所のグループと BL46XU で有機導体単結晶薄膜の品質評価を目的とした放射光実験と X 線反射率測定を行った。有機物を用いたトランジスターの開発は現在厳しい競争研究が行われていることと、結晶性や成膜性の品質と期待される性能の関係を学ぶことが出来た。12/10~12/12 は BL14B2 で出光興産株式会社中央研究所のメンバーとともにアモルファス透明電極材料の局所構造解析を学んだ。そもそも透明な物質が何故電気を通すのかという素朴な疑問から始まり、関連する結晶物質と局所構造の関連を知ることの重要性を学んだ。また透明電極材料が現代のディスプレイ機器に多用されていることも知ることが出来た。XAFS 測定も薄膜性能評価実験も現在ユーザーが増えつつある研究課題であるため実験プロトコルの標準化が完成しており、学生などにも入門しやすくなっていることが印象的であった。

学生たちは、見慣れている教員とは違った先輩方が、情熱的に実験方法や研究テーマについて語るという場面に接し、非常に熱心に話を聞き入っていた。また特に物性を専門としない学生も多く含まれているため、かえって学生間で相互によく判る説明をしなければならない場面が多く、とても良いトレーニングになっていた。

## 深い思考の基盤となる体験を伴う学習の重要性

岡山大学教育学部 寺澤孝文

### 1. 「学習には日々の積み重ねが大切だ」は本当か？

従来のテストは、膨大で多様な学習内容からごく一部を抽出してテストを構成し、それに対する成績から学習者の学力を推定する方法を採っている。さらに、学習とテストのインターバルは一切考慮されておらず、一般の期末試験では、一夜漬け的な学習効果を多分に含む、ある時点でのテストの成績で、学習者の学力の評価がなされている。従来のテスト技術では、実力を、正確に、また長期にわたり連続して測定することは不可能であった。それにもかかわらず、一般的に「学習には日々の積み重ねが大切である」と言われ、学習法や学力に対する議論も活発である。すなわち、これまでの教育に関する一般的な信念には、かなり危ういものが含まれるといわざるを得ない。

この状況に対して、我々研究グループは、テストのみならず、膨大な学習内容の一つ一つについて何度もなされる学習イベントの生起を、年単位で、緩やかにまた詳細に制御するスケジューリング原理と、それをコンピュータに実装する技術（マイクロステップ技術）を確立し、日々の学習効果を、長期に連続して測定していくことを可能にした（e. g., 寺澤・太田・吉田, 2007<sup>1)</sup>）。図1は、そのスケジューリング技術を任天堂DS用英単語学習ソフト（寺澤・太田, 2007<sup>2)</sup>）へ導入し、それを大学生と社会人が用いて50日間学習を継続した場合の、個人の成績の変化を示している。この他、高校生の英単語学習、小・中学生の漢字ドリル学習でも同様に、わずかな日々の学習効果が長期にわたって確実に蓄積していく事実が明らかになっている。なお、グラフに表れる学習の積み重ねは、学習者には自覚できないレベルの変化（マイクロステップ）であり、それを個別にフィードバックすることで、学習者の意欲の向上を目指す支援の実用化にむけた研究も進んでいる。学習の効果は自覚できないレベルで確実に積み重なっていくのである。

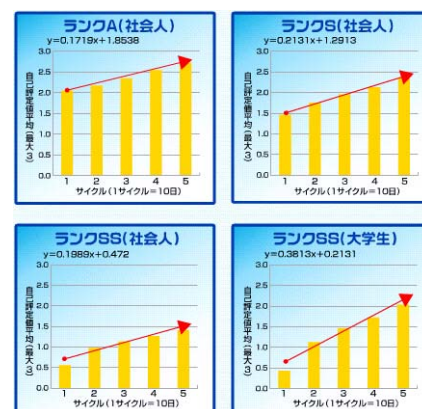


図1 任天堂DSを使った英単語学習の到達度変化の個別データ

### 2. 人は感覚情報を長期に保持する

上記マイクロステップに関する研究は、潜在記憶という研究分野で、わずかな学習の効果が長期に保持される事実が明らかにされたことを受けて始まった研究である。図1の到達度の変化も、単語カードを2回ほど見返すような学習効果が月単位で持続することを明示しているが、さらに潜在記憶の研究では、人間が長期に保持する情報が、感覚的な情報であることを示す実験結果が得られ始めている（寺澤, 2001<sup>3)</sup> 参照）。例えば、最近の研究では、無作為に作成されたメロディを単に聞き流す程度の学習の効果が、数ヶ月、非常に大きな効果として検出される事実が明確になっている（上田・寺澤, 2006<sup>4)</sup>）。人間が非シンボリックな情報を驚くほど長期に保持することは確実な事実である。しばしば、五感を通じた体験を伴う学習が重視されることがあるが、これらの事実は、その論理の前提となる、感覚的な情報を人間が長期に保持することを客観的に示すものといえる。さらにいえば、人間の深い理解や思考の源泉に、言葉では表せない、感覚的な情報が重要な位置を占めることを示唆している。上記、マイクロステップ計測技術も言語的思考を基礎に生まれてきたものではない。つまり、教科書や論文で得られる情報だけでは真に新しい（知見ではなく）思考を生み出すことは難しい可能性があるのである。

引用文献 <sup>1)</sup>マイクロステップ計測法による英単語学習の個人差の測定 風間書房, <sup>2)</sup>THE マイクロステップ技術で覚える英単語 D3Publisher, <sup>3)</sup>記憶と意識 森 敏昭(編著) 認知心理学を語る①: おもしろ記憶のラボラトリー 北大路書房, pp. 101-124, <sup>4)</sup>無作為に作成されたメロディの記憶を人は2ヶ月間保持するのか 日本認知心理学会第4回大会発表論文集, 183.

# 結晶の対称性が破れた電子系に創出する新量子機能

岡山大学理学部物理学科 鄭 国慶

## 1. 序論

平成19年度に岡山大学重点研究プロジェクト「結晶の対称性が破れた電子系に創出する新量子機能」が始動した。本プロジェクトでは大学院自然科学研究科先端基礎科学専攻の教員11名が中心になって、結晶反転対称性の破れに起因する新しいタイプの超伝導体の特性やマルチフェロイク現象を示す材料の量子電磁現象の機構を明らかにし、これまでとは異なる原理に基づく次世代量子デバイス創成の礎を構築することを目指している。

本講演では、プロジェクトの概要及び19年度の実施内容について紹介し、空間反転対称性の破れた超伝導体 $\text{Li}_2(\text{Pd}_{1-x}\text{Pt}_x)_3\text{B}$ 及び $\text{Mg-Ir-B}$ のNMR法による研究成果について報告する。

## 2. 空間反転対称性の破れた超伝導体 $\text{Li}_2(\text{Pd}_{1-x}\text{Pt}_x)_3\text{B}$ 及び $\text{Mg-Ir-B}$ のNMR法による研究

従来の超伝導体はパリティによって、スピン1重項超伝導体かスピン3重項超伝導体のいずれかに分類される。しかし、空間反転対称性が破れると、パリティの非保存によってスピン1重項超伝導とスピン3重項超伝導が混合する。 $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$ と $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ は結晶のa, b, c-軸のどの方向に沿っても空間反転対称性が破れている。NMR測定によって、前者ではスピン1重項超伝導が、後者ではスピン3重項超伝導が支配的であることが明らかになった[1, 2]。 $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ の超伝導転移温度( $T_c$ )は約3 Kであり、スピン3重項超伝導体としてはこれまでの $T_c$ 記録を2倍以上更新した。本講演では混晶系 $\text{Li}_2(\text{Pd}_{1-x}\text{Pt}_x)_3\text{B}$ における超伝導特性の移り変わりについて報告し[3]、スピン軌道相互作用との関係について議論する。また、新しい空間反転対称性のない超伝導体 $\text{Mg-Ir-B}$ のクーパー対称性[4]について報告する。

[1] M. Nishiyama, Y. Inada, and G.-q. Zheng, Phys. Rev. Lett. **98**, 047002 (2007).

[2] M. Nishiyama, Y. Inada, and G.-q. Zheng, Phys. Rev. B **71**, 220505(R) (2005).

[3] 原田翔太、神達昌宏、稲田佳彦、鄭 国慶：日本物理学会2008年春季分科会概要集

[4] 田原圭介 他：日本物理学会2008年春季分科会概要集

## 空間反転対称性のない超伝導体の高分解能光電子分光

岡山大学大学院自然科学研究科 吉田力矢、平井正明、村岡祐治、横谷尚睦

空間反転対称性のない系に起こる超伝導では、クーパー対の波動関数においてスピンスingレットとトリプレットが混成する可能性がある[1]。これは、スピンスingレットかトリプレットの一方しかとり得ない空間反転対称性のある系で起こる超伝導とは異なるため、この新しい超伝導の同定やさらにはそれに起因する特異な超伝導特性を調べるための研究が活発に行われている。我々は、空間反転対称性を持たない超伝導体 $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ および $\text{Mg}_{10}\text{Ir}_{19}\text{B}_{16}$ の電子構造をSPRING-8の高分解能軟X線光電子分光および東京大学物性研究所の超高分解能レーザー光電子分光により研究した。以下に各研究の概要を記す。

### (1) $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ の軟X線光電子分光

比熱やNMR等で測定されている $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ の異常な超伝導特性[2]の起源を理解するために、価電子帯および内殻準位の電子構造をSPRING-8、BL27SUの軟X線光電子分光により研究した。得られた価電子帯スペクトルをバンド計算と、内殻スペクトルをハバードモデルを用いた厳密対角化クラスター計算と比較し、 $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ においては電子相関効果が極めて弱いことを明らかにした。このことは、異常な超伝導特性の起源が、強相関効果に起因するのではなく、スピンスingレットとトリプレットの混合に起因することを示唆している。

### (2) $\text{Mg}_{10}\text{Ir}_{19}\text{B}_{16}$ のレーザー光電子分光

最近発見された空間反転対称性のない超伝導体 $\text{Mg}_{10}\text{Ir}_{19}\text{B}_{16}$  [3]の超伝導ギャップを直接観測するためにレーザー光電子分光測定を行った。超伝導転移温度前後での測定から、転移温度以下で超伝導ギャップが徐々に開いていく様子を直接観測することに成功した。スペクトル解析から、等方的s-波超伝導ギャップが観測結果をうまく説明しないことがわかった。このことは、多重ギャップや他の対称性の可能性を考えることの必要性を示す。

これらの研究は、物質材料研究機構の竹屋浩幸研究員、平田和人グループリーダー、中国科学アカデミーのZ.Li研究員、J.L.Luo教授、産業技術総合研究所の長谷泉研究員、広島大学の小口多美夫教授、東京大学物性研究所の石坂香子助教、辛埴教授、JASRI/SPRING-8の室隆桂之研究員、岡山大学の岡田耕三准教授、鄭国慶教授、岡崎宏之氏、田嶋光俊氏、上西慶氏との共同研究として行われた。ここに感謝する。

### 参考文献

- [1] N. Hayashi and M. Sigrist, Kotaibuturi 41, 631 (2006).
- [2] M. Nishiyama, Y. Inada, and G.-q. Zheng, Phys. Rev. B 71, 220505( R) (2005); M. Nishiyama, Y. Inada, and G.-q. Zheng, Phys. Rev. Lett. 98, 047002 (2007); H.Q. Yuan et al., ibid. 97,017006(2006); H. Takeya et al., Phys. Rev. B 76, 104506 (2007).
- [3] T. Klimczuk et al., Phys. Rev. B 74, 220502(R ) (2006).



## 重い電子系超伝導体 $\text{URu}_2\text{Si}_2$ におけるマルチバンドと対称性

京都大学大学院理学研究科 芝内孝禎

重い電子系の超伝導体である  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  は、17.5 K において「隠れた秩序」とよばれる、その秩序の正体がいまだに明らかになっていない相に転移することで大きな注目を集めてきた。我々はこの隠れた秩序下でおこる超伝導状態が、非常に特異な性質を示すことを最近、磁場中熱・電気輸送特性測定から明らかにしたのでご紹介したい[1, 2]。まず、残留抵抗比が 670 にも達する超純良単結晶試料が最近得られ、極低温で 10 T で 300 を超える巨大な磁気抵抗を示すことがわかった。この結果から、隠れた秩序下では、電子状態が 2 バンドで非常に少数キャリアの補償半金属的であることが結論できる。また、熱伝導度の磁場依存性から、通常は 2 次の相転移である上部臨界磁場が低温で 1 次転移的に振舞い、超伝導状態の方が常伝導状態に比べ熱伝導度が高いという他の超伝導体では見られたことのない新奇な現象を見出した。さらに、熱伝導度の磁場依存性が特異な異方性を示すことから、有効質量の比較的軽いホールバンドは球形に近く超伝導ギャップに線状の節（ラインノード）が存在し、重い電子バンドは異方的でギャップに点状のゼロ点（ポイントノード）が存在することを明らかにし、図 1 に示すようなカイラル  $d$  波の超伝導対称性を提唱した。

また、磁場中電気抵抗率の温度依存性は平均場の超伝導転移温度  $T_c$  では何の異常も示さず、 $T_c$  より低い温度  $T_m$  で鋭い変化を示してゼロになる振る舞いを示すことがわかった。この振る舞いは、高温超伝導体の渦糸格子融解転移と非常に類似しており、重い電子系で初めての結果である。 $\text{URu}_2\text{Si}_2$  では、キャリア数が少ないことと有効質量が重いことから、磁場侵入長が非常に長いため、 $T_c$  が 1.5 K と低いにもかかわらず揺らぎを特徴付けるギンツブルグ数が高温超伝導体並みに大きくなることを期待されるために、極低温での渦糸格子融解転移が観測できたものと考えられる。

これらの結果から、この系の超伝導状態は非常に特異的であり、異方的超伝導研究に新たな 1 ページを加え、非常に興味深い舞台を提供するものと期待できる。

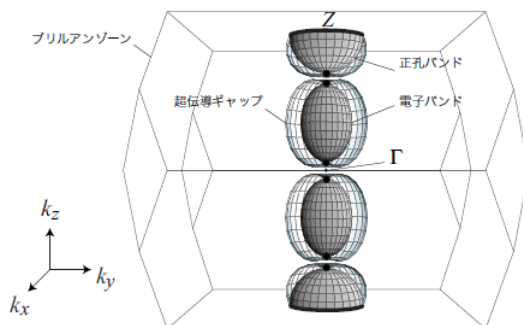


図 1: 磁場中熱・電気輸送特性から示唆される超伝導ギャップ構造の概略図。等方的な有効質量の軽いホールバンドと異方的な重い電子バンドの 2 種類があり、それぞれのキャリア数は同じである。ホールバンドには水平ラインノードが、電子バンドには  $k_z$  方向にポイントノードが存在する。

- [1] Y. Kasahara *et al.*, [Phys. Rev. Lett. \*\*99\*\*, 116402 \(2007\)](#); 笠原裕一, 矢野寛明, 芝内孝禎, 松田祐司, 「隠れた秩序下で起こる重い電子の奇妙な超伝導」, 日本物理学会誌 (発表予定). [2] R. Okazaki *et al.*, [Phys. Rev. Lett. \*\*100\*\*, 037004 \(2008\)](#).

## 物質科学を制す放射光

(独) 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門 水木 純一郎

### 1. はじめに

我々の生活は物質・材料に支えられている。現在の文明社会では、ハイテク・ナノテクノロジーが生活の中に溢れており、これらはすべて物質・材料の研究開発、技術開発の成果である。すなわち、物質・材料開発を抜きにしては我々の生活持続、向上は考えられない。今後もよりよい生活、便利で快適で安全・安心な生活を実現するためには、物質科学・材料科学の進歩に負うところが大きい。研究によって物質の物性や機能を自由に制御できたり、新しく創製することができれば物質科学を制したといえるのではないだろうか。このためには物質の物性や機能の発現機構を解明する必要がある。第三世代大型放射光施設であるSPring-8は、放射光の中でも特に偏向特性、指向性、エネルギー選択性、高輝度性、ビーム安定性に優れており、これらの様々な特性、特長を利用することによって物性・機能発現機構解明が可能であり、これが本講演タイトルの由縁である。

### 2. 構造と電子状態観測の合わせ技

物性や機能は、電子の振る舞い（電子状態）で決定されているといってもいいであろう。その電子状態を規定しているのが電子に働く力、ポテンシャルである。物性研究の基本として構造解析があるのはこのためである。原子の並びが解析されれば色々な近似を使って電子状態を計算することができるが、放射光X線を利用すれば回折・散乱実験で原子の並び、さらに様々な分光実験で電子状態を直接観測することが可能となる。このように放射光を利用すれば物質科学研究に最も重要な情報が実験的に得られるのである。本講演では分光実験の中で電子に働くポテンシャルを観測する実験手法を紹介する。電子や原子を基底状態のままそっとしておいたのでは、それらに働く力、ポテンシャルを観る事はできない。それらを揺すぶってみればそれらに働いている力を感じることが出来る。揺すぶる実験の一つが、X線非弾性散乱である。この方法によって物性物理において最も重要な物理量の一つである電荷密度相関がエネルギー・運動量空間で定量的に議論できるもの（ $\chi(Q, \omega)$ の観測）であり、非常に魅力的な手法である。さらにX線非弾性散乱法には共鳴法と非共鳴法があり、前者では格子振動に関する情報、後者では元素の種類を特定した電子励起に関する情報を観測することができ、両方の方法を利用した超伝導に関する研究を紹介する。<sup>(1-3)</sup> いずれもSPring-8のような第三世代放射光源が利用できるようになり発展してきた手法である。

また、放射光利用の特長として in situ 実験が可能であることが挙げられる。すなわち、「生きた物質・材料」の観察ができる。物質・材料が物性や機能を発揮している状態がそれらの生きた状態であり、その状態をそのまま観測することができれば物性・機能の発現機構に迫ることが期待される。その例として「不老不死の自動車排ガス浄化触媒」がなぜ機能をいつまでも持続することができるのかを解明した時間分解吸収分光実験（DXAFS）を紹介し放射光の魅力・威力を感じていただきたいと考えている。<sup>(4, 5)</sup>

(1) K. Ishii, et al., Phys. Rev. Lett. **94** ('05) 187002, and **94** ('05) 207003.

(2) T. Fukuda, et al., Phys. Rev. **B 71** ('05) 060501(R).

(3) M. Hoesch, et al., Phys. Rev. **B 75** ('07) 140508(R).

(4) Y. Nishihata, et al., Nature **418** ('02) 164.

(5) M. Uenishi, et al., Catalysis Comm. **9** ('08) 311.

## 有機超伝導と対称性の破れ

岡山大学理学部物理学科 大嶋孝吉

### 1. 対称性の破れと超伝導

結晶対称性の破れと超伝導の関係が注目を集めている。有機超伝導の場合、結晶の空間対称性が破れた系の超伝導は知られていないが、結晶構成の基本となる分子の対称性の破れにかかわる超伝導がどのようなものになるかという点は興味深い。さらに磁場下で反転対称性が破れた状態の超伝導の存在 (FFLO状態) は関わりが深い。いっぽう、強磁性と超伝導の共存の問題は対称性の破れとやはり深い関わりがある。しかし、磁性イオンを含まない有機物質で強磁性を示すものは限られている。純粋に有機分子だけからなる場合の強磁性と超伝導共存問題は  $C_{60}$  を含む系の可能性が一番高いと考えられる。このような視点で、分子の対称性が破れた場合の超伝導の問題、強磁場FFLO状態における磁化測定を試み、磁性イオンを含まない有機磁性体などの最近の研究を紹介する。

### 2. 分子の対称性が破れた場合の超伝導

有機超伝導体を生み出す分子の代表例は TMTSF と BEDT-TTF であり、前者は一次元性の強い系を、後者は二次元性の強い超伝導体を生む。また BEDT-TTF 系は 10K 以上の超伝導転移温度を持ち、非常にシンプルなフェルミ面を持つことでも知られ、固体物理の現象を議論するとき魅力的な場を提供する。しかも最近フラストレーションにからんだスピンリキッドで記述されるような振る舞いをもつ系が新たに見出されており磁性と超伝導の関係を議論するには格好の素材である。TMTSF 系は初期には d 対称性をもつ超伝導とされていたが、最近は p 対称性をもつという主張がされている。いっぽう BEDT-TTF 系超伝導は d 対称性を持つことがほぼ確立しているといってよい。これまでの研究で、分子としての反転対称性が破れた、TMTSF と BEDT-TTF の半分からなる分子やその派生分子 (DMET, BETS, DMET-TSeF など) からなる系も超伝導を示すことが知られるようになった。我々の研究でもこのような超伝導体をいくつか発見している。これらの分子からなる系の超伝導がどのような対称性で記述されるのかという点は興味深い。このうち、ある超伝導体は非常に低い圧力下で超伝導転移温度が変化することが最近の研究でわかってきた。[1]

### 3. 強磁性と超伝導

BETS 分子系では磁場により超伝導が現れる現象が注目されている。この場合は鉄を磁性イオンとして含んでいる系である。我々の研究した  $TDAE \cdot C_{60}$  系[2]は磁性イオンを含まなくても強磁性を示す。いっぽうアルカリ原子をドーピングした  $C_{60}$  系は超伝導になる多くの系が知られており、この意味で  $C_{60}$  系は強磁性と超伝導を共存させる可能性が高い系として注目される。

[1] K.Oshima, et al. in preparation.

[2] T. Kambe, K. Kajiyoshi, M. Fujiwara and K. Oshima, Phys. Rev. Lett. 99, 177205 (2007).

## フタロシアニン分子系伝導体の散漫散乱

岡山大学大学院自然科学研究科先端基礎科学専攻 花咲 徳亮

(理学部物理学科)

フタロシアニン分子系伝導体 $\text{TPP}[\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2]_2$  (Pc:phthalocyanine, TPP:tetraphenylphosphonium) は、 $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$  分子が $c$ 軸方向に積層している (図1)。 $\text{Fe}(\text{Pc})(\text{CN})_2$  分子のHOMO (最高被占分子軌道) はPc環状分子に存在し、このHOMOが $c$ 軸方向に1次元伝導バンド (ホールで1/4フィリング) を形成している。また、next HOMOは分子中心にあるFeの $d$ 軌道を反映した分子軌道であり、この軌道に局在スピンの存在している。このように同一分子内に、伝導と磁性を担う部位が共存する事から、両者の間に強い分子内相互作用が期待される。本物質は電気抵抗が増加する低温領域において、局在スピンと伝導電子との相互作用により巨大な負の磁気抵抗が観測される。この巨大磁気抵抗のメカニズムを解明する上で、本物質の低温基底状態を明らかにする事は不可欠であった。

そこで、本物質の電荷自由度に関する知見を得ることを目的として、SPring-8 (BL02B1) で真空カメラを用いた低温X線回折実験を行った。図2に6Kで撮影したX線回折像を示す。図では上下方向が1次元伝導方向 ( $c$ 軸) にほぼ対応する。左右方向に点在するBragg ピーク列の、中間の位置 (矢印の所) で、左右方向に伸びる薄い筋状のdiffuse streakが観測された。この散漫散乱の強度はBragg ピークの強度に比べ5~6桁程小さかった。また電気抵抗

の増加が顕著になる低温領域で散漫散乱強度が増大する (図3)。本物質のHOMOバンドが1/4フィリングである事を考慮すると散漫散乱は $4k_F$ に対応しており、低温の絶縁化は電子相関効果によることが明らかになった。1次元物質においては、最近接間クーロン相互作用により電荷が不均一な状態 (弱い電荷秩序状態) が現れていることが理論的に示唆されており、本物質は電荷不均一状態を基底状態として持つことが考えられる。ただ、図2からも分かるように1次元伝導方向には秩序が成長しているが、これに垂直な方向にはほとんど相関がない。

本物質では巨大負磁気抵抗が観測される。この原因として、磁場による電荷秩序の不安定が考えられる。本研究は、田邊誠、野上由夫、池田直、田島裕之、松田真生、稲辺保の各氏との共同研究である。

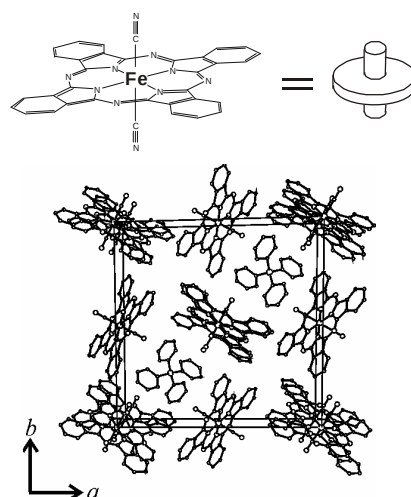


図1 ジシアノ鉄フタロシアニン分子と分子性結晶

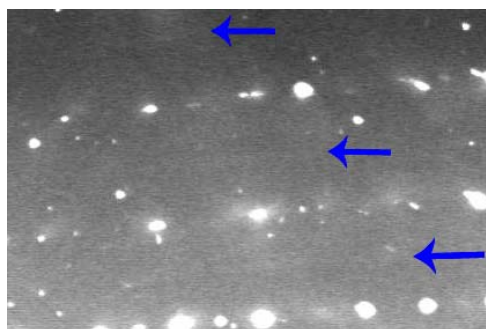


図2 6KでのX線回折像 (矢印の所に散漫散乱)

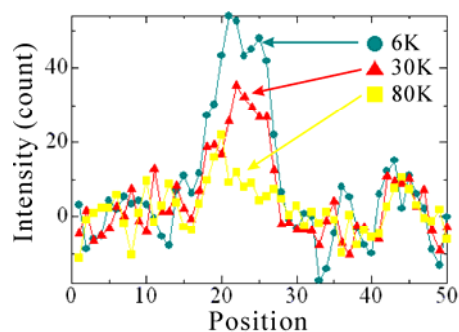


図3 散漫散乱の温度依存性

## 放射光を中心とする科学教育と人材育成

岡山大学大学院自然科学先端基礎科学専攻 野上由夫

## 1. 組織整備 (2005-)

自然科学研究科は2005年に大学院重点化をおこない、基礎から応用までの広範囲をカバーし戦略的かつ機動的に組織できる4大専攻を設置した。特に日進月歩で革新される先端技術の戦略的に対応するため、基礎科学から先端科学までの部分をカバーする先端基礎科学専攻を研究科全体の参謀本部として設置した。先端を開拓するためには基礎科学の十分な理解に裏打ちされた応用力と先端科学の実践経験の両方が必要になる。このような意図から、数学物理学などの基礎学問と、現在最も重要な問題である環境問題・エネルギー問題の基盤を与える地球物理学、先端科学技術の最先端である放射光科学を、先端基礎科学専攻に結集した。特に放射光科学は放射光科学講座と先端X線物理学講座の2講座で、現在SPRING-8経験者とSPRING-8メンバーを7人擁するまでに達している。

## 2. 研究基盤整備 (2004-)

同時に先端基礎科学専攻では積極的に人事刷新をおこない、若手教授の登用を開始した。例えば30-40代の教授任用は十人を数えている。これらの若手教授に学内予算を重点的に配分した結果、放射光科学、物理科学を中心としてNature, Science, Physical Review Lettersなどの一流雑誌に定常的に掲載される研究基盤の構築に成功している。

## 3. 教育基盤整備 (2005-)

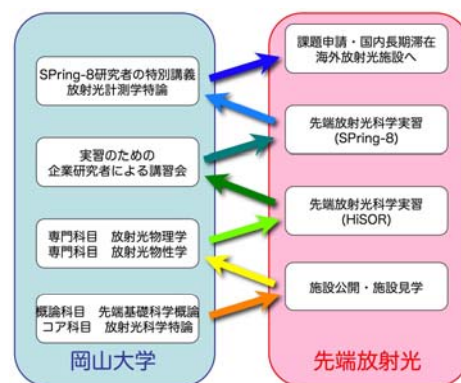
先端基礎科学専攻では、コアカリキュラムとコースワークの重視に基づく教育改革に着手した。基礎科学を伝授する科目をコアカリキュラムとして指定し、日々刻々変化する先端を伝えるため、3人の講師からなるリレー講義をおこない関連のトピックを教授する。

## 4. 魅力ある大学院教育イニシアティブ (2006-)

2006年より開かれた教育をめざし「先端基礎科学研究者育成プログラム」を開始した。その一貫として学内の10以上の放射光関連講義と先端放射光施設での実習を組み合わせ放射光教育の実績を上げている(右図)。

## 5. 今後 (2008-)

2008年4月に2年間(実質1.5年)のイニシアティブが終了する。放射光実習で得た先端科学の知識と放射光科学の経験は継続してHiSOR実習を中心として今後も実施する。イニシアティブでの放射光教育は、受講学生、ご協力を頂いた放射光施設、先端企業のいずれにも大変好評であった。イニシアティブでの放射光教育のジャンプアップを目指し、現在グローバルCOEと大学院教育改革推進プログラム(大学院GP)に申請中である。グローバ



ルCOEでは、1)物質の性質は電子によって決定され、2)放射光が電子のほとんどあらゆる情報を「見る」ことができる、ことを生かし、放射光を用いて物質を評価し、物質の性質の発現理由を究明する。さらに、自然科学研究科の学際的な組織を生かし、バイオに学び、化学によりモノを作り、放射光で評価し、物理で理解し、工学を用いて改良し、企業への製品化につなげる「放射光を羅針盤とした新素材開発教育拠点」の形成を目指している(左図)。また台湾放射光NSRRCなどとも協定を締結し、国際的な放射光教育プログラムの本格的な準備に入っている。



## “科学大好き” な若者を伸ばす教育

岡山大学大学院自然科学研究科 原田 勲

”日本チーム 国際物理オリンピックで初の金メダル“ この様な記事や他の科学オリンピックなどに触発されて、最近科学教育論が盛んになりつつある。これは大変結構な社会現象で、私たち大学人としても何らかの寄与をしたいと思うのは私だけであろうか。でもその前に、新しい教育の目的と意義を議論しないわけには行かないだろう。この教育議論の原則は、また私達の大学院自然科学研究科の教育にも通じるところが多くあることをまず主張しておきたい。

過去何年か、また今もいわゆる落ちこぼれ教育に注意を払ってきた私たち教員は、同様な注意を先端的な学生にも払わねばならないのではないか。私は、過去3年間、高校生の物理全国大会“物理チャレンジ”や国際物理オリンピック派遣にかかわってきて感じた率直な感想である。教育はバラエティーであり、マジョリティをなす生徒たちへの教育、それに追いつけない生徒たちへの教育、卓越した意欲や能力を持つ生徒に行うべき教育がそれぞれ異なるのは当然である。

ここで議論したいのは理数系に卓越した意欲や能力を持つ生徒に行うべき教育についてである。彼らは通常の学校の課程に飽きたらない集団である。そのような生徒たちは、まず動機を持っており、学校の課程に捕らわれないカリキュラムを望んでいる。そのカリキュラムと教材を与えて段階をおった教育を行えば、伸びる素養を自らの力でさらに伸ばすことが可能なのだ。私たちは、魅力ある大学院教育イニシアティブ「先端基礎科学開拓者育成プログラム」の中で“教育スパイラル”を提唱し、実行し、その効果を検証した。動機付けから始まり、基礎科目修得による基礎固め、さらに高度な実習へと続く過程は科学教育の根幹をなす。

これらの原則を基に、私たちは岡山大学に「科学大好き岡山クラブ」を本年4月から立ち上げ、次のような具体的提案を実践に移す：

- ・ 高度で発展的・系統的な学習環境：中・高・大レベルの理科カリキュラム整備
- ・ カリキュラム整備による、1段階ずつ進歩してゆく楽しさを実感させる教育
- ・ 実験を通した動機付け科学教育
- ・ 科学オリンピックなどへ挑戦させ、目を世界に広げる
- ・ WEBを通した日常的な指導や学習への助言
- ・ 教員・社会人・留学生などを巻き込んだ異なる年齢相間の刺激
- ・ 毎週水、土曜日にコンソーシアムでのスクーリング
- ・ 夏、冬休みを活用した講師陣と生徒達の合宿研修

これらを実行する組織は、岡山大学大学院自然科学研究科の「先端科学教育研究推進本部」内の科学啓発部門であり、その部門を兼担する教員などが事業を実行する予定である。

新しい試みの行方は、必ずしもばら色ではない。しかし、“何かをやり始める中で何かが見える”これもまた真実というのが私のつたない人生経験から得た教訓でもある。共にやってみましょう。

## 6. 学生活動報告

### 6. 1 武者修行報告(一部抜粋)



## イニシャティブ「武者修行など支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 申請者氏名：美馬 寛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 研究指導者：田中 礼三郎               |
| 修行研究機関：欧州原子核研究機構                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 期間：9/3 から 10/25 開催市名：ジュネーブ |
| <p>滞在先の欧州原子核研究機構（CERN）では標準理論から予言されるヒッグス粒子や超対称粒子といった標準模型を越える物理の発見を目的にしたLHC加速器が建設されており、その汎用検出器の一つのアトラス検出器も建造の最終段階にある。我々はアトラスの内部飛跡検出器のシリコン半導体検出器のコミッショニングに関わってきた。</p> <p>今回の滞在では、私が開発をおこなったシリコン半導体検出器の動作情報に関するデータベースのインターフェースのアップデート作業を現地の開発者と話し合いつつ、おこなった。また、新たに検出器の検出効率を測定するツールの開発を始めた。このツールは、実際実験が開始されたときに、空乏化電圧の測定のためなどに用いられる。</p> <p>以上の開発を行いつつ、2007年10月28日～11月3日に米国ハワイで開催されたIEEE米国電気電子学会（国際学会）での発表の準備を行った。この発表は、2006年のシリコン半導体検出器の地上での宇宙線テストの解析に寄与したことが認められたものである。</p> <p>このたびの出張で、開発を進めてきたデータベースツールの開発をさらに進めることができ、新たに次につながるツール作成を開始することができた。また、同時に現地でIEEEの発表に関して情報を集めることができた。関連する事柄を充実しながら進めることができ非常に意義深いものとなった。</p> |                            |
| <p>武者修行などにたいする指導者としての評価：</p> <p>武者修行派遣学生は、大阪大学やCERN研究所の研究者と協力して、検出器の重要な運転情報があるデータベースへアクセスするためのツールの開発を行った。インターフェースは実際に検出器のコミッショニングで用いられ、その貢献は関係者が認識している。また滞在期間中に、以前行った地上でのテスト結果についてまとめ、IEEE国際会議でアトラス実験を代表して口頭発表を行った。この会議は検出器関係の国際会議では格式が高く最高峰のものである。通常博士課程の学生が口頭発表することはなく、ほとんどがポストドクまたは研究者である。これまでの派遣学生のアトラス実験内部での貢献が高く評価されていることの証左であり、岡山大学の他の学生の規範となる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |

## イニシアティブ「武者修行など支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 吉田 力矢                                             | 研究指導者：横谷 尚睦 |
| 修行研究機関：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | SPring-8 (Cheiron School 2007) 期間：9/10/07-9/19/07 |             |
| 開催市名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 兵庫県佐用郡佐用町                                         |             |
| 武者修行などにたいする成果と自己評価：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |             |
| <p>私は9月10日から19日までの間、SPring-8で行われたCheiron Summer Schoolに参加した。このサマースクールはアジア・オセアニア各国から参加者を募り、放射光関連した技術や実験手法等について授業・実習を行うもので、実は今回が記念すべき第一回目であった。オーストラリア、タイ、中国、台湾、シンガポール、日本から合計48名の参加者があったが、アジア・オセアニア圏外から日本等の大学に留学している人々も沢山いたため、実際にはとても国際的な環境であった。そのため、授業、休憩時間、実習中とあらゆる場面においてコミュニケーション力が問われた。授業中には質問を行い、休憩時間には自身の研究のことを話し、そしてできるだけ多くの参加者に声をかけるなどして積極的にコミュニケーションを図ることに努めた。特に物理学以外のバックグラウンドを持った人たちに自身の研究の話をするのは、分かりやすく物事を伝える良い勉強になった。今後は英語でプレゼンテーションを行うことにも積極的に挑戦し、自身が目指す研究者として必要なコミュニケーション能力の向上と、幅広い知識の習得や交流に努めたいと考える。</p> <p>授業に関しても放射光を利用している物理、化学、生物、医学、産業利用関連の様々な実験技術等についてとても幅広く学ぶことができ、得た知識はとても貴重であった。また、SPring-8のビームラインを使った実習があり、なかなか普段は使うことができない装置も使うことができた。自分が主に用いている光電子分光以外の実験技術についても、実物を触りながら学ぶことができた経験は大きい。</p> <p>また、各国の放射光施設でビームラインの管理をされている方々や、放射光を使った研究をされている研究者・学生と知り合うことができたのも大きな収穫である。今後の共同研究等に繋がるものと期待している。</p> |                                                   |             |
| 武者修行などにたいする指導者としての評価：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |             |
| <p>非常に国際的な環境にも物怖じせず参加し、放射光科学について幅広く知識を深めることができたようである。特に研究者を目指す吉田君にとって、普段触れることができない実験手法を博士前期過程の早い段階から体験した意義は非常に大きい。また多くの人たちと交流することも積極的に行ったようであり、コミュニケーション力を高める機会も大いに持てたものと考え。よって、今回の吉田君の武者修行が果たした教育的意義は非常に大きい。今後は、今回のサマースクールで得た知識や経験、人脈を生かし、彼が新たな研究課題や実験手法にも挑んでいくことを期待する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |             |

イニシャティブ「武者修行など支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 申請者氏名： 高橋 雅裕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 研究指導者： 町田 一成               |
| 修行研究機関： University of Rochester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 期間： 2007/11/12 – 2007/12/8 |
| 開催市名： Rochester, New York, USA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |
| <p>武者修行などにたいする成果と自己評価：</p> <p>受け入れ研究機関の Bigelow 教授のもとで、Bigelow 氏の研究室、及び量子光学の研究室など、Rochester 大学内の研究室を見て回り、話を聞くことができた。また、自分の研究について、プレゼンテーションを行い、Bigelow 氏の研究室の人及び、周りの関係する研究室の人々に研究内容を説明し、議論を行った。また、この武者修行の最後には、テキサスのライス大学に、Bigelow 氏と共に訪れ、そこでの研究室訪問及び、プレゼンテーションを行い、有意義な議論を行うことができた。</p> <p>Bigelow 氏の研究室では、申請者の研究分野である、Bose-Einstein 凝縮及び、近い分野に位置する原子ガス一般について実験が行われている。申請者は理論の研究室に所属しているため、普段実験室を見ることはめったにないが、今回の武者修行では、細かく実験に関しても内容の説明を受けることができ、とても刺激的であった。特に、最近になって実験が成功した、光子と原子の相互作用による位相のインプリンティングは興味深く、今後の研究に活かすことができると感じている。また、ライス大学では、この分野で先駆的な研究を行っている実験家の Hulet 氏や、理論の Pu 氏に直接会うことができ、有意義な議論が行えた。</p> <p>今回の武者修行では、今後研究活動を行う上でインタラクションが多いと思われる、たくさんの研究者と議論ができた。それらの議論はとても有意義であり、また今後もメールなどを用いて、議論を続けていける。この武者修行によって、そのような研究者間の関係が築けたのは大きな成果だと考える。今後の共同研究などにつながるものと期待する。</p> <p>一方で、議論を行う中、自分の英語力の不十分さを知ることとなった。今後さらに深い議論が行えるよう、語学力を高めることも課題であると感じた。</p> |                            |
| <p>武者修行などにたいする指導者としての評価：</p> <p>現在研究中のスピナー Bose-Einstein 凝縮の実験家である Bigelow 教授と直接に面接し大きな刺激を受けることができたようである。又、彼の実験室を見学し、最新のデータ並びに研究動向を知ることが出来たことも今後の高橋君の博士論文へ向けた研究に資することが大であったと考える。更には Rice 大学で Hulet 教授や Pu 博士との会見できたことも予想外の収穫であった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |

## イニシアティブ「武者修行など支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 申請者氏名：尾古昌崇                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 研究指導者：原田勲              |
| 修行研究機関：Université de Cergy-Pontoise<br>Cergy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 期間：2008/1/10～2/5 開催市名： |
| <p>武者修行などにたいする成果と自己評価：</p> <p>今回のフランス滞在では Cergy-Pontoise 大学の The Hung Diep 教授の研究室に赴き、現在の主題「エンタングルメントと量子スピン系」についてのディスカッション、及び海外の様々な研究者とのコミュニケーションを計り、経験を得ることを主たる目的とし、一ヶ月間同所に滞在した。同研究室では、量子スピン系についての理論的研究が多く行われており、どれも非常に興味を引かれるものであった。滞在一週目は Diep 先生に自分の主題である「エンタングルメント」についての研究を紹介し、簡単なディスカッションを行った。続く二週目は同研究室で行われている3つのテーマ「磁気薄膜フィルムにおけるスピン輸送」、「磁気薄膜フィルムの臨界的振る舞い」、「磁気薄膜フィルムのフラストレーション効果」について紹介していただいた。三週目には Truong 教授も交え、今進めている「エンタングルメントエントロピーと相関長の関係」、「基底状態及び励起状態のエンタングルメント」についてのディスカッションを行い、両氏から多大なアドバイスをいただいた。</p> <p>到着当初は文化や言語の相違に戸惑っていたものの、一ヶ月の期間でフランスでの生活に慣れ、隣人との簡単なフランス語でのコミュニケーションも可能になった。また、大学において他の学生、先生方との英語でのやり取り、そして自ら積極的に発言、会話をし、知人の輪を広げることが出来たことは大きな経験となった。</p> <p>この滞在で得られたものは非常に多く、これからの自分の中で大きな意味をもつと思われる。そして自分の研究について見つめなおすことができ、さらに興味深い研究についての情報収集が出来、実りの多い武者修行となった。</p> |                        |
| <p>武者修行などにたいする指導者としての評価：</p> <p>上記のように、尾古君はフランスにおいて積極的に行動し、色々な方とコミュニケーションを計ったようで、評価している。</p> <p>現在の研究テーマ「エンタングルメントと量子スピン系」の発展を期して武者修行に送り出したが、その点について、議論を行い数々のアドバイスを貰い、いくつか進展があった。研究の世界レベルを知ったこと自体、尾古君の今後の研究生活に確実に良い影響を与えることは間違いない。また、冒頭にも書いたように、異文化との交流に心がけたようで、彼の人生にとって明らかにプラスとなるであろうと評価している。</p> <p>今後とも、この感激を忘れず、研究生活に邁進してくれることを望んでいる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        |

## 6. 2 学会発表報告(一部抜粋)

### イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：ダムパリ サムエル ボアチ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 指導教員氏名：柴田 次夫 |
| 参加学会名： 日本地球惑星科学科学連合 2007 年大会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| 期間： 平成 19 年 5 月 19 日～24 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 開催市名：千葉市     |
| <p>講演の概要：</p> <p>The gabbroic and pyroxenitic rocks from the southern Ashanti greenstone belt of Ghana show LREE enrichment patterns and are characterized by enrichment in LILE relative to HFSE and in LREE relative to HREE, with Th-U and Nb-Ta troughs, positive Sr (and Pb) anomalies and minor to pronounced negative Zr-Hf and Ti anomalies. The rocks are, thus, inferred to be derived from arc-related magmatism during the Paleoproterozoic.</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>I did poster presentation during the session of Petrology, Mineralogy and Resource Geology. The interaction with quite a few people was fruitful. We discussed some of the geochemical plots presented and their implications on the petrogenesis and tectonic setting of the Paleoproterozoic mafic-ultramafic rocks from the southern Ashanti greenstone belt of Ghana. It was suggested that isotopic data be obtained for the rocks to support some of the conclusions arrived at. Although not so many people approached me, their suggestions were useful. The presentation was generally satisfactory.</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>I am a regular member of the Japanese Association of Mineralogists, Petrologists and Economic Geologists(JAMPEG), and I do participate in some of the scientific meetings organized by the association. At the meetings, I attend the oral presentation sessions to have an idea of what other scientists or researchers are working on in my field of study or in related fields, as well as learn about new approaches/techniques in addressing some of the problems encountered in my field of study. Also, I take the opportunity to look at the poster presentations of other workers/researchers and to interact with them on one and one basis.</p> |              |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>学位論文の研究の一部を十分な考察と準備のうえ発表したもので、内容的に高く評価できる成果をあげた。研究対象地域が日本から遠いということもあって、本研究発表が一般研究者の間で高い関心を集めたというわけではないが、同じ専門分野の他機関の研究者からも満足のいく評価が得られており、期待以上の成果をあげたといえる。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価： 学会に参加し研究発表を行うだけでなく、他の研究者とも積極的に交流し最新の研究成果や動向について知見を深めるよう心がけている。新進の研究者として当然のことであるが、十分評価できる内容の活動を行っている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |



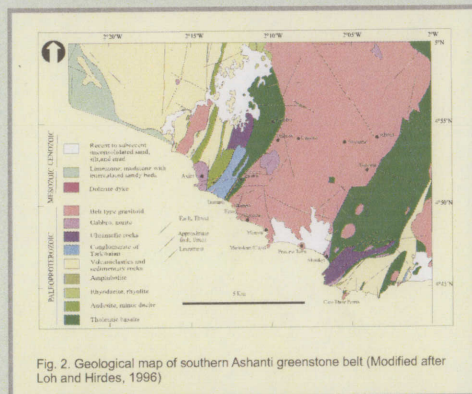
## 1. INTRODUCTION

The Paleoproterozoic (Birimian Supergroup, ~2.1 Ga) greenstone belts form a substantial part of the Leo-Man shield of the West African craton (WAC) (Fig. 1). The tectonic setting in which the Paleoproterozoic juvenile crust of the West African craton was formed has long been contested, with two main models emerging in recent years: plume vs. arc-related magmatism. Most of the models are explained by the volcanic rocks in the greenstone belts, with minor contributions from the sedimentary rocks and granitoids. The associated ultramafic-mafic intrusives have received little attention, though they are crucial for unraveling the geodynamic evolution of the greenstone belts.

Mafic to ultramafic intrusives occur in association with the volcano-sedimentary-granitoid rocks in the Paleoproterozoic southern Ashanti greenstone belt of Ghana (Fig. 2). The largest of these ultramafic-mafic bodies has been interpreted as a Paleoproterozoic supra-subduction zone (SSZ) ophiolite complex (Attoh et al., 2006). The geochemistry of the other mafic to ultramafic rocks is poorly documented.

## Objectives

We present geochemical data on gabbroic and pyroxenitic rocks from the Axiim-Aketaki area of the southern Ashanti greenstone belt of Ghana, and infer the tectonic setting in which they were formed. It is envisaged that the present study will enhance our understanding of the geotectonic setting of the Paleoproterozoic (Birimian) rocks of Ghana, which is contentious.

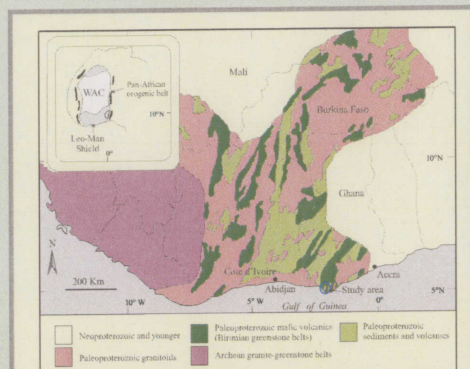
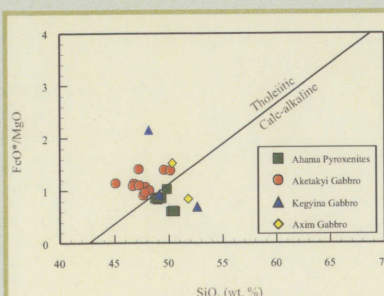


## 2. ANALYTICAL METHODS

Rock samples were obtained from several small mafic to ultramafic bodies (mainly gabbroic and pyroxenitic), outcropping in the Axiim-Aketaki area and studied petrographically. The gabbroic rocks are massive, medium- to coarse-grained, and consist of plagioclase, pyroxene and hornblende. Accessory minerals include apatite, magnetite, ilmenite and sphene. Fine-grained, slightly foliated types occur among the gabbroic rocks, especially those from the Aketaki area.

The pyroxenitic rocks are mostly coarse-grained, dark green and massive, and shows variable signs of serpentinization. They contain pyroxenes which are either partially or completely replaced by actinolite or talc. Accessory phases in the rocks include apatite, magnetite and magnetite. Some varieties contain hornblende and plagioclase; the hornblende is partly replaced by chlorite and epidote, and epidote also occurs as an alteration product of plagioclase.

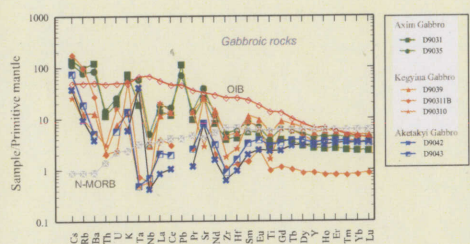
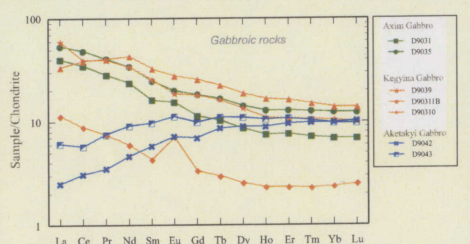
Representative samples were subsequently selected for major and trace elements geochemical studies. Whole rock major element analysis was performed on fused glass discs by automated X-ray fluorescence (XRF) spectrometer at the Okayama University. The precision was better than 1% for all analyzed samples. The trace elements analyses of 13 selected samples were performed at the Activation Laboratories Ltd. (Actlabs), Ontario, Canada, using fusion inductively coupled plasma and inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). Information on analytical accuracy, precision, standards and detection limits are available at the Activation Laboratories Ltd.



## 4. GEOCHEMISTRY

### Major elements

The analyzed gabbroic rocks have major element contents of SiO<sub>2</sub> of 45.1-52.6 wt.%, TiO<sub>2</sub> of 0.21-1.10 wt.%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of 4.43-20.8 wt.%, total iron, as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of 7.42-14.1 wt.%, MnO of 0.13-0.23 wt.%, MgO of 4.88-15.4 wt.%, CaO of 9.06-14.8 wt.%, (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) of 0.83-4.78 wt.%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of 0.03-0.29 wt.%, and Mg numbers (Mg#) of 45-72. The pyroxenites have SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contents of 48.7-50.5 wt.%, 0.54-0.78 wt.%, 9.38-12.1 wt.%, 10.8-12.8 wt.%, 0.17-0.22 wt.%, 10.9-16.5 wt.%, 7.98-12.6 wt.%, 1.30-2.81 wt.% and 0.15-0.22 wt.%, respectively, and low Mg# of 63-74. The mafic-ultramafic rocks demonstrate a sub-alkaline affinity and exhibit a calc-alkaline - tholeiitic character in the FeO\*/MgO vs. SiO<sub>2</sub> (Fig. 3).



### Trace-element compositions

The gabbroic rocks have high Ni and Cr contents of 140-430 ppm and 270-880 ppm, respectively. They show slightly LREE-depleted and -enriched patterns, (La/Sm)<sub>0</sub>=0.43-2.64 and (La/Yb)<sub>0</sub>=0.25-5.76, with minor negative to strong positive Eu anomalies (Eu/Eu\* = 0.94-1.87) in the chondrite-normalized diagram (Fig. 4). On the primitive mantle-normalized, trace element diagram (Fig. 5), the gabbros mostly show enrichment in LILE relative HFSE and in LREE relative to HREE, with Th-U trough, negative Nb, Zr-Hf and Ti anomalies, and spikes in Sr (and Pb).

The pyroxenites have Ni and Cr contents of 170-520 ppm and 630-1580 ppm, and are characterized by enrichment in LILE relative to HFSE and in LREE relative to HREE. They may be classified as Types I and II pyroxenites. The Type I pyroxenites show LREE enrichment patterns with (La/Sm)<sub>0</sub>=1.16-1.70, (La/Yb)<sub>0</sub>=1.94-2.34, minor positive Eu anomalies of 1.09-1.17, minor Ce anomalies of 0.98-1.03 and total REE contents of 28.1-32.8 ppm (Fig. 6). The Type II pyroxenites also show fractionated REE patterns with (La/Sm)<sub>0</sub>=1.20-1.47, (La/Yb)<sub>0</sub>=1.06-2.55, Eu anomalies of 0.99-1.03, significant negative Ce anomalies of 0.58-0.88 and relatively higher total REE contents of 57.1-124 ppm (Fig. 6). The Type I show Th-U and Nb-Ta troughs, positive Sr anomalies and minor negative Zr-Hf and Ti anomalies, whereas the Type II exhibit negative Th anomalies, pronounced negative Nb, Zr-Hf and Ti anomalies, and spikes in Sr (Fig. 7).

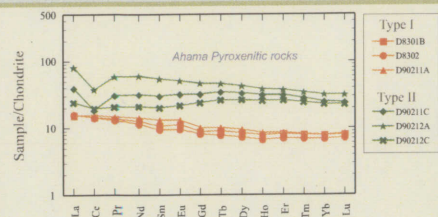


Fig. 6. Chondrite-normalized patterns of the pyroxenitic rocks from the southern Ashanti greenstone belt. Normalization values are from Sun and McDonough (1989).

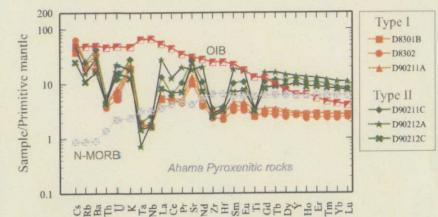


Fig. 7. Primitive mantle-normalized multi-element patterns of the pyroxenitic rocks from the southern Ashanti greenstone belt. OIB and N-MORB are shown for comparison. Mantle-normalization values, OIB and N-MORB are from Sun and McDonough (1989).

## 5. DISCUSSION

### Arc-or plume-related gabbroic and pyroxenitic rocks?

The LILE and LREE enrichment and HFSE depletion in the rocks indicate involvement of subduction-related components in their source region. Some of these signatures could also be exhibited by intracontinental, rift related magmas derived from a subduction-modified lithospheric mantle or reflect inherited features of crustal rocks. Nevertheless, the negative Zr-Hf anomalies are inconsistent with crustal contamination, as crustal materials are enriched in elements such as Th, Pb, Zr, Hf, etc. (see also Fig. 8).

Also, the negative Zr-Hf and Nb (and Ta) anomalies argue against oceanic island basalt (OIB) component in the source region of the rocks, as OIB is enriched in Nb and Ta, and negative Zr-Hf anomalies are not common among intraplate basaltic magmas (Zhou et al., 2002). Thus, the rocks lack OIB signatures, thereby, precluding the plume-related origin. Rather, the geochemical signatures of the gabbroic and the pyroxenitic rocks are similar to those of island arc intrusions (Zhou et al., 2002 and the references therein). The intra-oceanic island arc-backarc setting of the metavolcanic rocks with which the mafic-ultramafic rocks are associated (e.g., Sylvester and Attoh, 1992; Dampare et al., in review) lends support to the subduction-related origin inferred for the mafic-ultramafic rocks in the Ashanti greenstone belt.

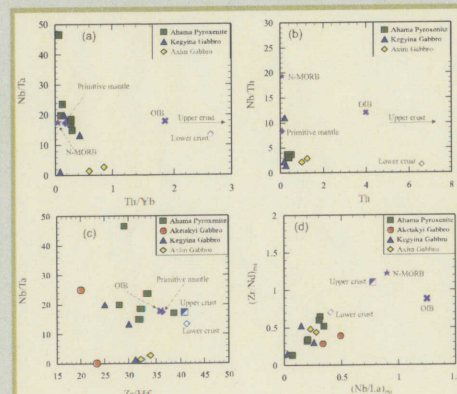


Fig. 8. Trace element ratio plots for the gabbroic and pyroxenitic rocks from the southern Ashanti greenstone belt. N-MORB, OIB and primitive mantle values are from Sun and McDonough (1989). The upper and lower crust values are after Wedepohl (1995).

## 5. CONCLUSION

The gabbroic and pyroxenitic bodies in the Axiim-Aketaki area of the southern Ashanti greenstone belt have a sub-alkaline affinity. They show enrichment in LILE relative HFSE and in LREE relative to HREE, with Th-U trough, negative Nb (and Ta), Zr-Hf and Ti anomalies, and spikes in Sr (and Pb). The geochemical features exhibited by the ultramafic to mafic intrusions resemble those of the associated metavolcanic rocks, which formed in an intra-oceanic island arc-backarc environment (Dampare et al., in review), and those of island arc intrusions (e.g., Zhou et al., 2002), suggesting a subduction zone setting.

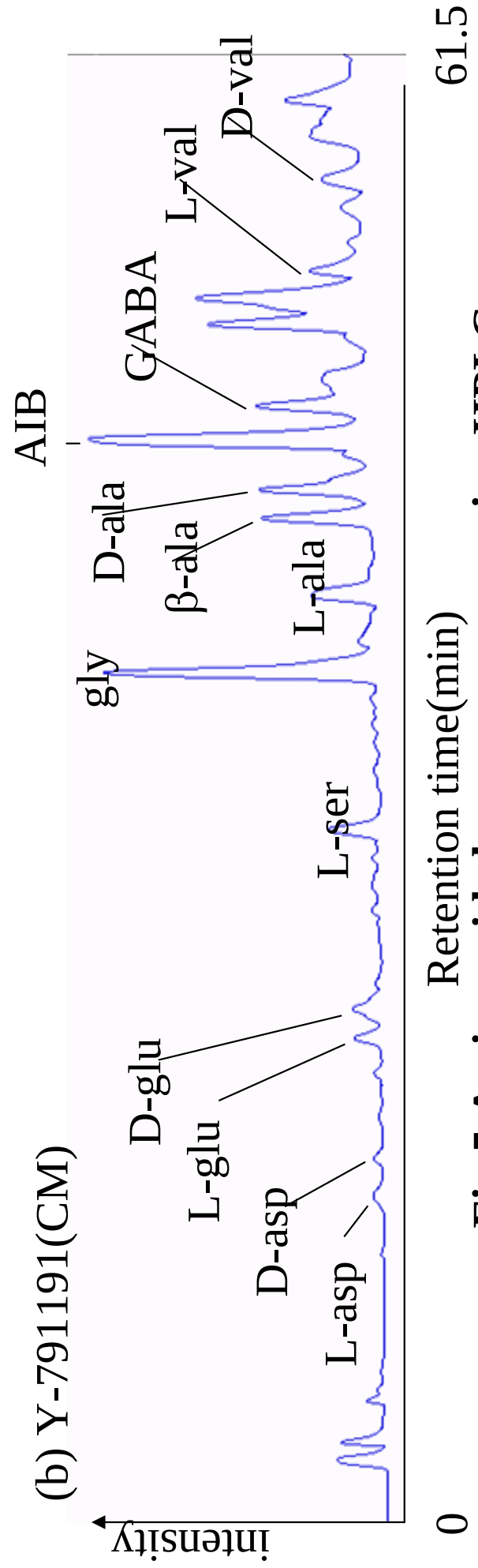
We, therefore, contend that the mafic to ultramafic intrusions in the Axiim-Aketaki area were not generated from plume-related sources but were derived from an arc-related magmatism during the Paleoproterozoic. These intrusions, together with other arc-related rocks in the southern Ashanti greenstone belt, indicate that the Paleoproterozoic event in the Ashanti greenstone belt was subduction-related. This work agrees with the studies that the Birimian belts represent island arc complexes (e.g., Sylvester and Attoh, 1992).



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：西村 佳恵                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 指導教員氏名：奈良岡 浩 |
| 参加学会名： Kobe International School of Planetary Science 2007<br>期間：平成 19 年 7 月 16 日～平成 19 年 7 月 20 日<br>開催市名：神戸市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
| 講演タイトル：Amino acid distributions of various carbonaceous chondrites<br>共著者：奈良岡 浩<br>講演の概要<br>炭素質コンドライトは最も始原的な太陽系物質と考えられており、コンドライトの中でも炭素・水素・酸素・硫黄の含有量が比較的高い。また、隕石中のアミノ酸は初期の地球における化学進化や生命の起源に関して重要である。本研究では、6つの南極産隕石とマーチソン隕石、カルーンダ隕石中に含まれるアミノ酸の同定・定量を HPLC、GC/MS により行い、炭素質コンドライトの種類とアミノ酸の存在量との関係を考察した。また、炭素質コンドライトに含まれるアミノ酸から地球上での汚染度も評価した。<br>学会発表に対する自己評価：<br>ポスターを実際に貼ると文字の大きさが小さいように感じたので、字の大きさには、気を付けた方がいいと思った。また、文章で理解しにくい所は、図するなど分かりやすくする必要がある。また、英語での説明をすることは、日本語に比べて、難しいと感じた。次の発表からは、ポスターを作るだけでなく、発表練習にも、時間をかけた方が良かったと思った。この発表で受けた質問・議論を踏まえて、さらに考察をまとめ、この学会での発表での反省点を、今後の発表に生かしたい。<br>学会活動に対する自己評価：<br>海外からの講師による講義では、隕石について、様々な分野について学ぶことができた。それぞれの炭素質コンドライトの鉱物学的、岩石学的特徴とそれらが母天体上で受けた変質・変成度の程度の違いが、アミノ酸などの有機化合物の出現にどのように関わってくるか、ということが、これからの研究の課題である。また、隕石に関して色々な分野のポスター発表を聞いて、積極的に質問できたことは良かったと思う。海外の研究者や講師の方に対する質問や、議論をすることに対して、積極的になることが今後の課題である。<br>学会発表に対する指導者の評価：<br>本人にとって初めての学会発表を外国人がたくさん出席した会議で行うことができたことは、国際的な研究活動という観点から非常に有意義であった。TOEIC を受験するなど、今まで英語の勉強もしてきたので、英語での討論には役に立ったと思う。今後の学会発表や研究活動を進めていく上で。今回の学会発表は非常に価値のあるものであった。<br>学会活動に対する指導者の評価： 本人は隕石中の有機物をテーマに研究を行っているが、隕石の形成過程などについて、世界の最先端で活躍している研究者から最先端の内容を聴くことができたのは大きな収穫であった。今後の研究活動に大いに役立ててほしい。このような機会を与えてくれた本旅費補助プログラムに感謝する。 |              |





### Fig.5.Amino acid chromatograms using HPLC

(a) Murchison (CM), b) Y-791191(CM)

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：金子 雅紀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 指導教員氏名：奈良岡 浩 |
| 参加学会名：第 25 回日本有機地球化学会<br>期間：2007 年 7 月 25 日～2007 年 7 月 27 日 開催市名：金沢市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
| 講演タイトル：北東太平洋 Cascadia Margin における堆積物中の CNS および脂質バイオマーカーの同位体的特徴<br>共著者：奈良岡 浩、IODP Exp311 scientific party<br>講演の概要<br>カナダ・バンクーバー島沖、Cascadia Margin ガスハイドレート地域における堆積物中の有機物の起源および微生物活動を CNS および脂質バイオマーカーの安定同位体組成を用いて評価した。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>2007 年の 7 月 26 日にポスターにより発表を行い、これまでの研究成果を報告できた。また、発表のコアタイム中は多くの研究者たちと議論を交わし、自分の研究結果に対する理解がさらに深まり、今後の課題になる貴重なアドバイス、意見を得る事が出来た。しかし、より多くの研究者たちと議論するために、より短時間で簡潔に研究成果を話す練習が必要だと感じた。<br>ポスター発表が評価され、最優秀ポスター発表賞の表彰を受けた。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>学会を通して、自らの研究に直接関係するもので、論文などでは得る事が出来ない情報を得る事が出来た。また、過去の地球環境のイベントを理解するための様々な最新の有機地球化学的アプローチ方を学ぶ事が出来た。 |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>過去約 2 年間の研究成果を発表したポスターであり、多くのデータが載っていたために、いろいろな観点から多くの人と議論できる内容であった。その結果が投票による最優秀ポスター発表賞の受賞につながったと思われる。本発表結果をもとにして、国際学術誌に論文を投稿することが今後の課題である。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>2 日間の比較的短いシンポジウムであったが、有機地球化学に関する多岐にわたる最新の研究成果が討議されたので、岡山大学にいただけでは勉強できない多くのことを学ぶことができたと思う。他の口頭発表において、積極的に質問できるようになることが今後の課題である。                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |

## 5. Total ion chromatogram and origins of sedimentary organic matter

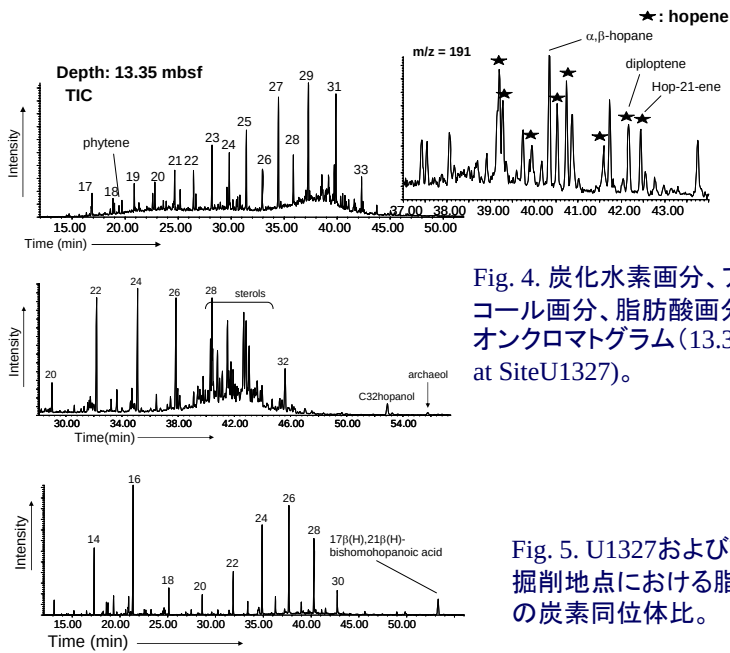


Fig. 4. 炭化水素画分、アルコール画分、脂肪酸画分のイオンクロマトグラム (13.35 mbsf at SiteU1327)。

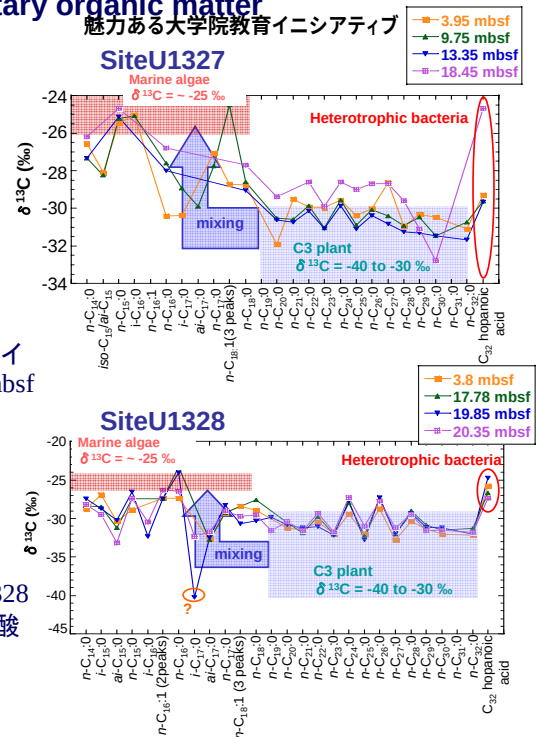


Fig. 5. U1327およびU1328掘削地点における脂肪酸の炭素同位体比。

## 6. Microbial biomarkers

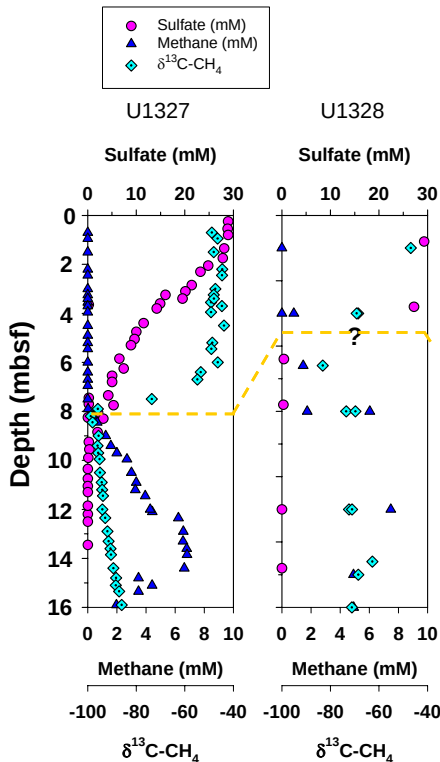
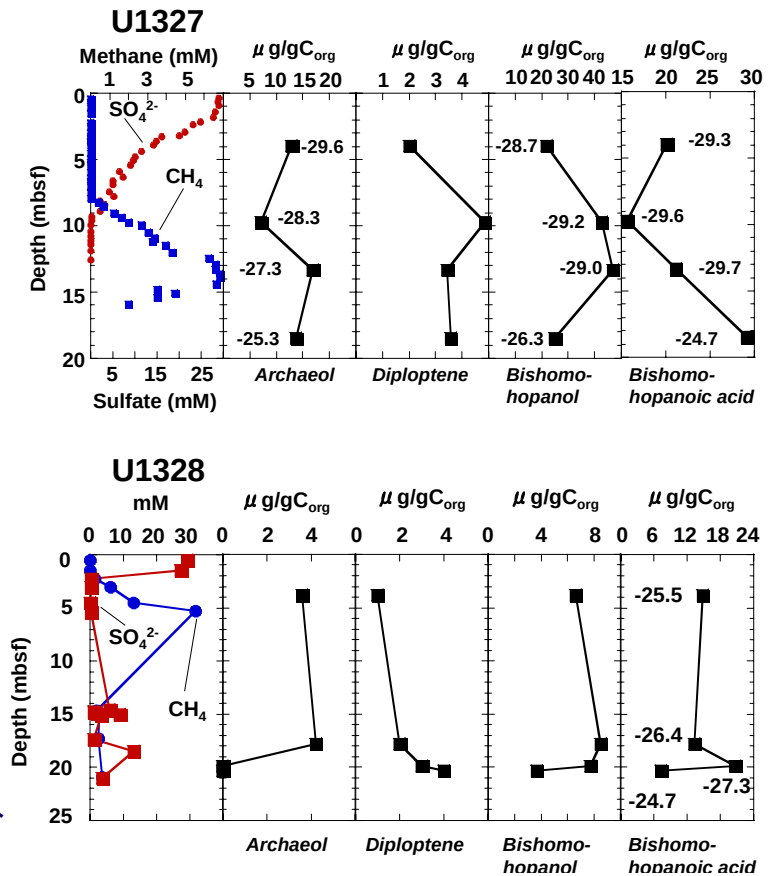


Fig. 6. メタンと硫酸塩濃度とメタンの炭素同位体比の深度分布。(Data from Poulman)



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 申請者氏名： 新開 宏                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 指導教員氏名： 奈良岡 浩 |
| 参加学会名： 日本有機地球化学会金沢シンポジウム 2007                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
| 期間： 7/26~7/27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 開催市名： 石川県金沢市  |
| <p>講演タイトル： 海洋ガスハイドレート域の掘削堆積物中の炭化水素バイオマーカー</p> <p>共著者： 金子雅紀、奈良岡浩(岡山大学)</p> <p>講演の概要</p> <p>カナダ・バンクーバー島沖の海洋ガスハイドレート領域で採取された掘削堆積物に含まれる炭化水素バイオマーカー分析から、ガスハイドレート域の微生物活動と異地性有機物の寄与、及びその深度分布についての考察を行い、ポスターセッションで発表した。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>今回の発表はポスター発表ということで、一時間という限られた時間ではあったが、興味を持ってくれた学会参加者とお互い納得のいくまで議論することができた。その中で、他大学の先生方からの鋭い質問や、私の考えとは違った面からの考えを聞くことができ、知識の幅が広がったように思う。また、学会に参加していた他大学の学生に対して説明を行う時に、思うように説明ができず、理解してもらうのに必要以上の時間を要してしまった。今回の発表の経験を生かし、考察の精度と量を増やすこと、自分の発表内容をよく理解し、より多くの人に自分の研究を理解してもらえるようにプレゼンテーション能力を養うことが今後の課題である。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>今回の学会では、昨年参加した時よりも積極的に他の発表者と議論したり、最新の情報を得ることができた。また、同年代の参加者と議論することで、互いに良い刺激となり、モチベーションを高めることができた。同じ研究分野の知り合いが増えたことも良かったと思う。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>大学院に進学してからの最初の学会出席であり、初めての発表であったにも関わらず、多くの学会参加者と議論をすることができ、非常に有意義であった。特に、研究室以外の同分野の研究者と議論することによって、異なる考えを自分の研究に生かしていくことの重要性を認識してくれたと思う。今後は発表力・討論力をさらに向上させてほしい。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>多くの大学・研究機関・企業から集まった有機地球化学の研究者とこの分野の現状・将来について話し合うことができたのは、今後の本人の研究活動のみならず将来の進路の選択を考える上でも役に立ったと思われる。この学会派遣援助に感謝する。</p> |               |

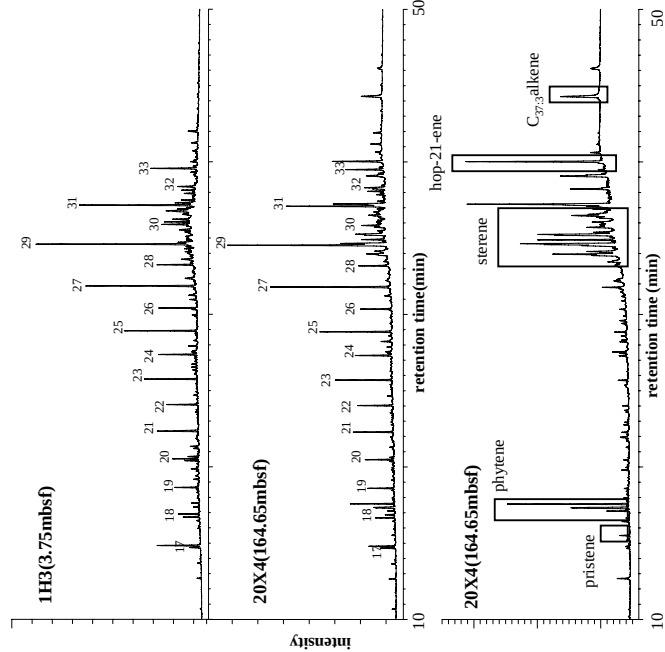


図2 1H3と20X4のhydrocarbon fractionと20X4のunsaturated fractionのガスクロマトグラム

5. 同位体比測定結果

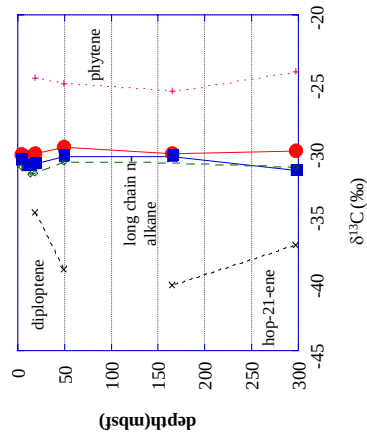


図6 各有機分子のδ<sup>13</sup>C値の深度分布

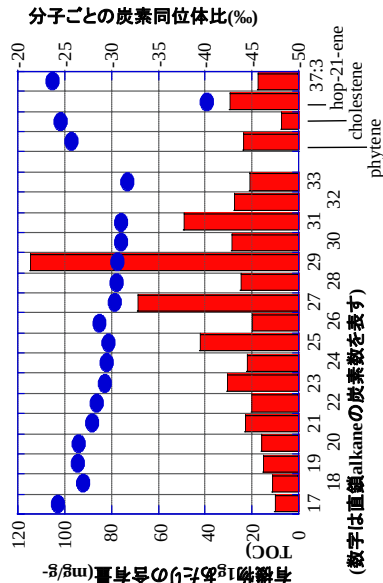


図7 20X4(164.65m)の炭化水素の定量値と同位体組成

全11試料から、大きく分けて2種類のガスクロマトグラムが得られた。1H3(3.75mbsf)、20X4(164.65mbsf)のhydrocarbon fractionと20X4(164.65mbsf)のunsaturated fractionのガスクロマトグラムを図2に示す。1H3(3.75mbsf)～13X6(109.69mbsf)と比べ、20X4(164.65mbsf)～35X2(297.15mbsf)ではphytylene, stereneが多く検出された。石油汚染の寄与を示すといわれているUCM(Unresolved Complex Mixture)はほとんど存在しなかった。

陸上高等植物のワックス由来の直鎖alkaneの存在度はC<sub>30</sub>で極大になり、海洋植物プランクトンや藻類由来直鎖alkaneの存在度はC<sub>17</sub>で極大を持つ(Blumer et al., 1971; Youngblood et al., 1971)。そこで、海洋と陸からの寄与の比率を示す指標として炭素数17、29直鎖alkaneの重量比であるn-C<sub>17</sub>/n-C<sub>29</sub>比がある。この値は陸からの寄与が高いと<0.30の値を持つことが知られている(Jeng et al., 2003)。本研究の堆積物のn-C<sub>17</sub>/n-C<sub>29</sub>比は0.04(2H3: 9.85mbsf)～0.15(9H2: 67.75mbsf)の間で(図3)、値が非常に小さいため、陸起源物質の寄与が非常に大きいことが示唆される。

本研究の堆積物のCPI<sub>23-33</sub>(CPI<sub>23-33</sub>=ΣC<sub>23</sub> to C<sub>33</sub>)/ΣC<sub>23</sub> to C<sub>33</sub>)は2.4(1H3: 3.75mbsf)～4.1(9H2: 67.75mbsf)の間であった(図4)。外洋の表層堆積物ではCPI<sub>13-33</sub>～2.5～4.8の値を持つことが知られている(Naraoka and Ishiwatari, 2000)。表層から深層にむかうと値が大きくなる、或いは小さくなるといった変化は見られず、3.1の値を中心に値が変化していた。

unsaturated fractionにはpristene, phytylene, sterene, hopene, C<sub>37,3</sub>alkeneが主に検出された。phytylene, diploptene, hop-21-eneは全ての試料を通じて検出された。pristeneは9H2(67.75mbsf)以深で、stereneは20X4(164.65mbsf)以深で検出され、C<sub>37,3</sub>alkeneは3H2(18.45mbsf)と9H2(67.75mbsf)～28X3(230.95mbsf)の範囲で検出され、13X6(109.69mbsf)で特に多く検出された。

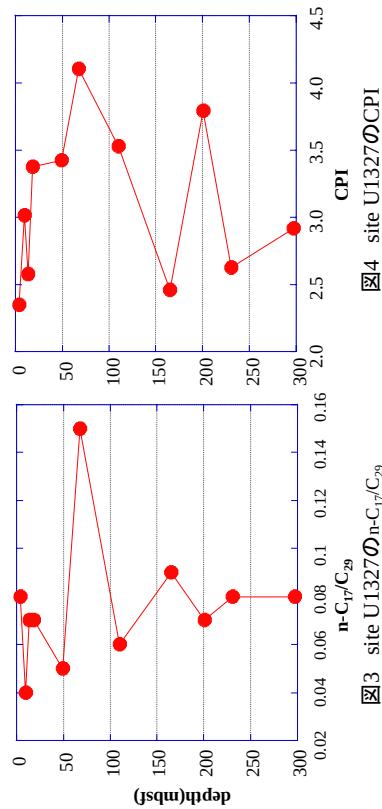


図3 site U1327のn-C<sub>17</sub>/C<sub>29</sub>

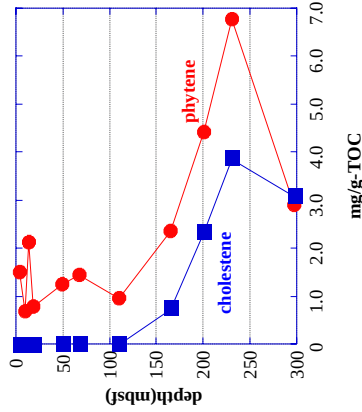


図4 site U1327のCPI

phytylene, cholesterolの深度分布を図5に示す。cholesterolは20X4(164.65mbsf)から検出され始め、同じ深度からphytylene濃度が急激に高くなり始めた。phytylene, cholesterolはphytylene, cholesterolが凝成作用を受けることによって生じることが知られている。よって、13X6(109.69mbsf)～20X4(164.65mbsf)の範囲の深さから脱アルコール反応を起こすような凝成作用によってphytylene, cholesterolが生じたと思われる。

図5 phytylene, cholesterolの濃度の深度分布

各有機分子のδ<sup>13</sup>C値の深度分布を図6に、20X4(164.65m)の炭化水素の定量値と同位体組成を図7に示す。長鎖アルカンの炭素同位体組成は-29.9‰(7H2: 48.90mbsf)～-31.9‰(2H5: 13.35mbsf)の間の値をとった。表層から深層にかけて狭い範囲に値が集中しているため、時代を通して長鎖アルカンの寄与物質は変化していないといえる。また、この値は陸上C3植物の値(-39‰～-30‰)と一致するため、長鎖alkaneは陸起源物質であるといえる。不飽和炭化水素のpristeneは-24.3‰(35X2: 297.15mbsf)、phytyleneは-25.7‰(20X4: 164.65mbsf)～-24.2‰(35X2: 297.15mbsf)、cholesterolは-24.7‰(35X2: 297.15mbsf)～-24.5‰(20X4: 164.65mbsf)の値をとり、海洋藻類由来の値(-25～-23‰)の範囲内であった。diplopteneは、-40.2‰(20X4: 164.65mbsf)～-37.2‰(35X2: 297.15mbsf)の間の値を、hop-21-eneは、-39.0‰(7H2: 48.90mbsf)～-34.7‰(3H2: 18.45mbsf)の間の値をとった。陸起源物質を炭素源とする炭素バクテリア由来のhopanoidであれば-30‰程度の値を持つが、海洋起源物質を炭素源とする炭素バクテリア由来のhopanoidであれば-25‰程度の値を持つが、本研究で検出されたhopanoidはその範囲に当てはまらない値を持つので、このdiploptene, hop-21-eneは化学合成バクテリア由来あるいは化学合成バクテリアと炭素バクテリアのmixtureであると思われる。C<sub>37,3</sub>alkeneは-23.7‰(20X4: 164.65mbsf)の値を持ち、ハプト藻由来の値(-24～-22‰)の範囲内であった。

6. まとめ

1. 陸起源物質の寄与が非常に大きい。
2. 炭化水素画分には、陸上高等植物由来の直鎖長鎖alkane、海洋藻類由来のpristene, phytylene及びsterene, 化学合成バクテリア由来、あるいは化学合成バクテリアと炭素バクテリアのmixture由来のhopene類、ハプト藻由来のC<sub>37,3</sub>alkeneが主に検出され、陸起源物質(炭素数27、29、31の直鎖alkane)が最も多く検出された。
3. 炭化水素画分には古細菌由来のバイオマーカー(crocoetane, PMD)は見られなかった。
4. 109.69～164.65mbsfの範囲で、phytylene, sterolが脱アルコール反応を受けるような凝成作用を受け始めたと思われる。

という考察を得られた。しかしながら、アルコール画分、モノカルボン酸画分の分析を行っていないため、これらの考察の証拠は不十分である。今後、アルコール画分、モノカルボン酸画分を詳細に分析することによって深部での微生物活動や有機物の凝成作用の程度、陸-海洋起源物質の寄与の更なる解明が期待される。

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：宮崎 寛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 指導教員氏名：原田 勲 |
| 参加学会名：The 15th International Conference on Vacuum Ultraviolet Radiation Physics<br>期間：平成 19 年 7 月 29 日 ～ 8 月 3 日      開催市名：Berlin, Germany                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
| 講演タイトル：Theoretical study of a valence transition in Eu compounds induced by high magnetic fields by means of the x-ray absorption spectroscopy<br>共著者：原田 勲<br>講演の概要<br><p>EuNi<sub>2</sub>(SixGe<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub> は価数が 2 価と 3 価の中間の値をとる価数揺動系であり、温度によって価数転移が起こることが知られている。最近、この物質における価数転移現象を調べるために、磁場により転移を引き起こし、それを X 線吸収スペクトルで測定するという実験がなされた。これは、X 線吸収スペクトルの元素・殻選択性を有効に生かした興味深い実験である。本講演では有効モデルを用いて、得られた実験結果を統一的に解釈する。さらに、磁気円二色性の実験からどのようにより詳細な情報を引き出すことができるかを議論する。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>場数を踏んで多少慣れてきたとはいえ、英語での発表はいまだに苦手である。しかしながら、私のたどたどしい英語でも自分の言いたい事が伝わり、まだまだ十分とは言えないが発表を聞きに来てくれた相手と議論することができた。もっと積極的にアピールすることができればより良かったと思う。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>私は本学会への参加に際して、自分の研究内容を発表し、どのような研究が注目され行われているのかを学ぶということに加えて、外国語によるコミュニケーション能力の向上をもうひとつの目的とした。出来るだけ積極的にコミュニケーションをとる様、自分なりに努力したつもりである。今回の派遣は私にとって非常に有意義な経験となった。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>本人も書いているように、ポスター発表での対応は以前に比べて積極的になり、訪問者とのやり取りも良くなった。彼のテーマは、最新のデータを含む発表であり実験研究者にとって興味深いものと判断しているが、VUV会議の中心テーマとは少しずれていたのか、それほど多くの訪問者が無かったことは残念である。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>宮崎君は積極的に研究者との交流を意識した行動をとっていた。特に当地のドイツ語での会話にも挑戦していたのは印象的であり、国際学会に出席することによる効果が見えたので、今回の宮崎君の国際学会出席は有意義であったと判断する。</p> |             |



# Theoretical study of a valence transition in Eu compounds induced by high magnetic fields by means of the x-ray absorption spectroscopy

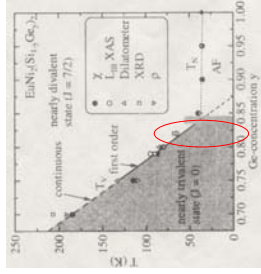
Okayama University; Hiroshi Miyazaki, Isaso Harada

## 1. Valence Transition in Eu Compounds

- valence transition is induced by
- composition
  - **temperature**
  - **magnetic field**
  - pressure

divalent ( $4f^7\bar{L}$ )  
 $\uparrow$  ( $J=7/2$ , 8-fold degenerate)  
 trivalent ( $4f^6$ )  
 $\uparrow$  ( $J=0$ , singlet)

EuNi<sub>2</sub>(Si<sub>1-y</sub>Gey)<sub>2</sub>



Thesis, A. Mitsuda 1999, Kyoto Univ.

## 2. Experimental Results

### Eu L<sub>3</sub>-edge X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)

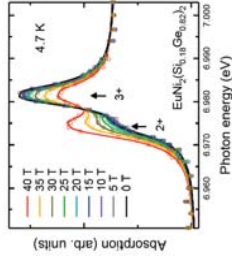
Shell & Atom Selectivity

Double-Peaked Structure

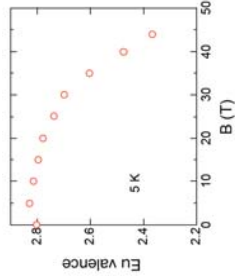
↓

( $2p^5 4f^6 5d^1$ )  
 ( $2p^5 4f^7 \bar{L} 5d^1$ )

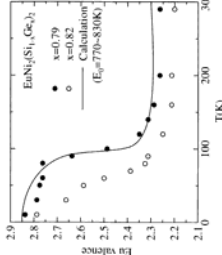
Mean-Valence of Eu



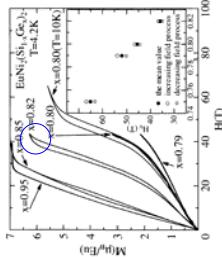
### Field-Induced Transition



### Temperature-Induced Transition



### Magnetization Curve



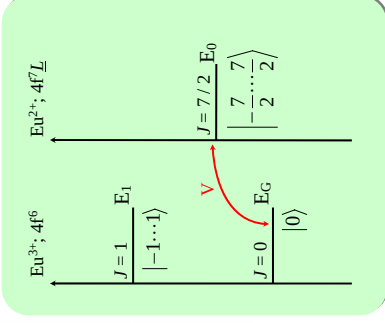
H. Wada et al. J. Phys.: Condens. Matter 9 (1997) 7913

## 3. Model Hamiltonian

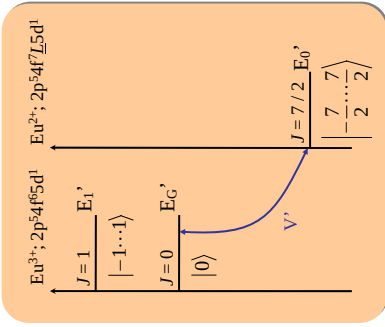
$$\mathcal{H} = E_G |0\rangle \langle 0| + \sum_{J_z=-1}^1 (E_1 - g_3 J_z H) |J_z\rangle \langle J_z| + \sum_{J_z=-7/2}^{7/2} [(E_0 - g_2 J_z H) |J_z\rangle \langle J_z| + V' |0\rangle \langle J_z| + \text{h.c.}]]$$

( $V=40\text{K}$   
 $E_0=110\text{K}$   
 $V'=5000\text{K}$ )

Initial State

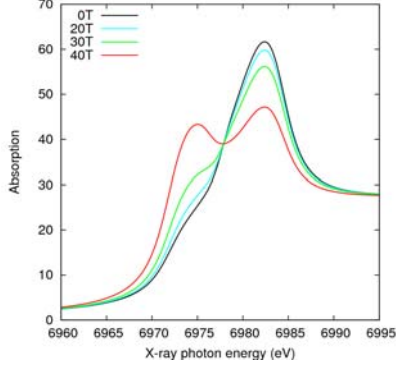


Final State

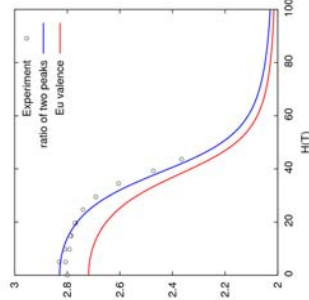


## 4. Results and Discussions

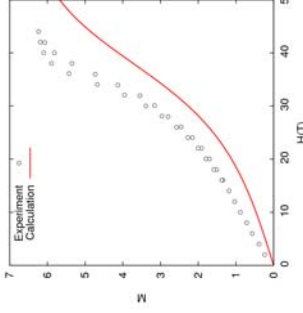
### L<sub>3</sub>-edge XAS



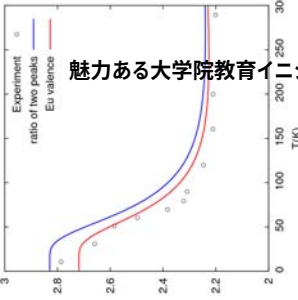
### Field Dependence



### Magnetization Curve



### Temperature Dependence



魅力ある大学院教育イニシアティブ

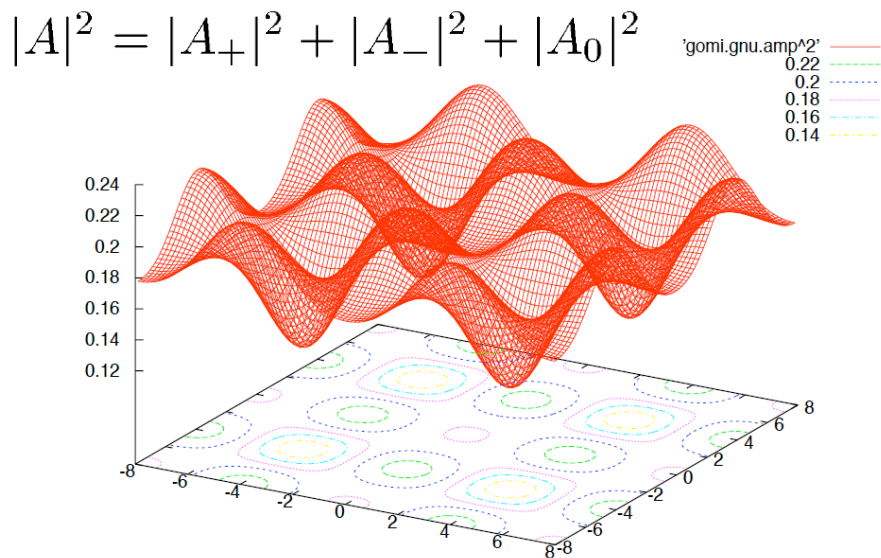
## 5. Summary

- Using an effective Hamiltonian, the magnetic field- and temperature-induced valence transition in the Eu compound is reproduced.
- In this model, the hybridization between  $4f^6$  and  $4f^7\bar{L}$  states is considered not only in the initial state but in the final state.
- We note that we should be careful to determine the Eu valence from the XAS spectra when the final state is hybridized.



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

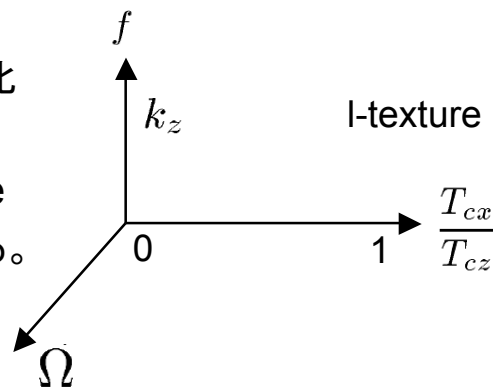
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------|------|
| 申請者氏名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 堤康雅                              | 指導教員氏名： | 町田一成 |
| 参加学会名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 第 52 回物性若手夏の学校                   |         |      |
| 期間：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 平成 19 年 8 月 6 日～平成 19 年 8 月 10 日 | 開催市名：   | 和歌山市 |
| <p>講演タイトル：<math>^3\text{He}</math> A 相での特殊な渦糸構造</p> <p>共著者：市岡優典, 町田一成</p> <p>講演の概要</p> <p><math>^3\text{He}</math> は p 波超流動であるために、9 成分のオーダーパラメーターの自由度を持つ。その多様性によって、通常の超伝導体には見られない、超流動の壊れる特異点を持たない特殊な渦糸構造を形成する。今回の研究では軌道 3 成分のオーダーパラメーターによる 3 成分 GL 方程式を周期境界条件の下で解き、このような特異点を持たない渦糸構造の安定性についての発表を行った。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>今回の発表と同じ分野を研究している聞き手はほとんどいなかった。しかし、ポスター発表であったために説明する時間は十分にあり、どのように発表を行えばわかりやすいのかを理解するのに役立った。また、説明をすることで自身の理解していることも整理することができた。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>夏の学校では、発表だけではなく普段は話を聞くことのできない他大学の先生の講義を聴くことも大きな目的であった。</p> <p>今回発表を行った研究を今後冷却フェルミ原子気体に対する議論へと発展させていく上で、BCS-BEC クロスオーバーに関する講義は、最先端の分野の現状を知ることができ非常に有意義であった。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>修士論文として現在進行中の仕事を途中経過として発表した。研究は着実に進歩しており、この段階での発表は意義のあることであった。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>全国から集まった同年輩の院生と交わることにより相互に啓発しあうことは今後の研究生活上重要なことである。</p> |                                  |         |      |



最小値は最大値の1/2程度でオーダーパラメーターが0となる特異点はない。

## まとめ

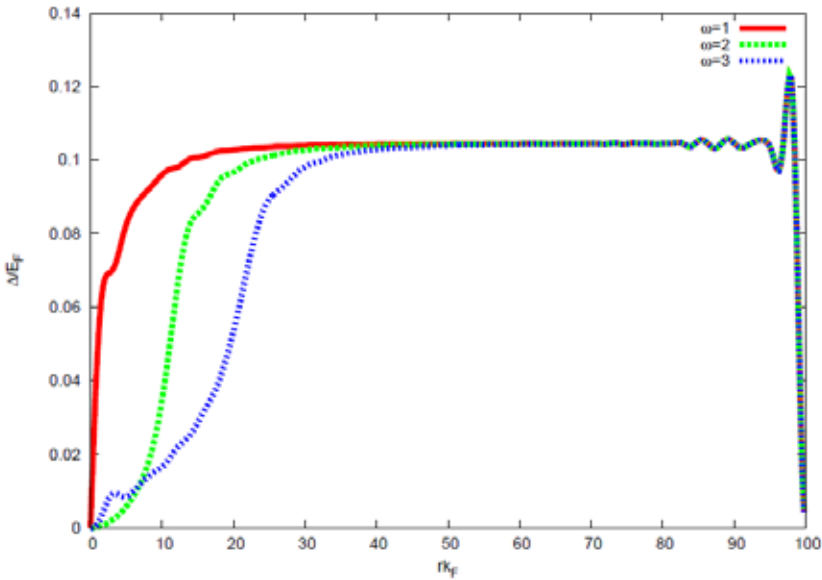
- 等方的な対ポテンシャルの下で以前に研究されている結果を再現することができた。
- 今後は転移温度の比を変化させることで、polar状態とI-textureの安定性を議論する。



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

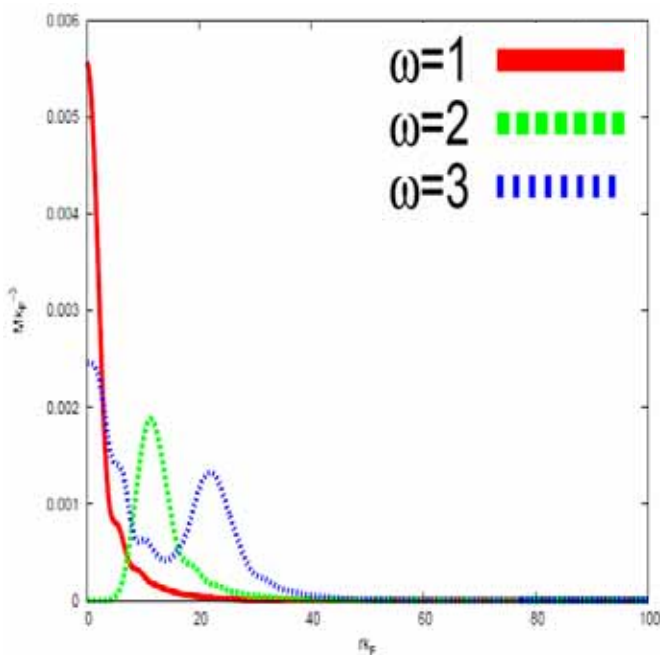
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：鈴木健太                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：町田一成 |
| 参加学会名：第52回物性若手の夏の学校<br>期間：19年8月6日～8月10日<br>開催市名：和歌山                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |
| 講演タイトル：フェッシュバッハ共鳴近傍でのフェルミ超流動体における高次量子化渦<br>共著者：水島健,市岡優,町田一成,<br>講演の概要<br>フェルミ超流動体で高次量子化渦ができているとき,粒子数密度を観測しても渦の存在や,その位置を特定することが難しい.そこで,アップスピンの粒子数とダウンスピンの粒子数を変えることにより,磁化を生じさせ渦を可視化できるということを明らかにした.<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>本研究は自身の卒業研究の延長であり,内容については,人に十分説明できるほど理解していると思っていた.<br>しかし,分野が違う人へ説明する際,どういった系を考えていて,今実験では何をしていて,何が分かっている,何が分かっているなど,基本的な説明が不足している,また,自身も理解していないことが分かった.結果については,分かりやすかったとの評価をもらった.<br>こういった点で,非常に教訓的な発表であった.<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>今回の学会では,物性を研究する様々な若手が集まり,話をすることができた.学外の知り合いもでき,議論も刺激的であり,有意義であった. |             |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>現在,論文としてまとめつつある高次量子化渦の理論計算を夏の学校において発表した.同時に同世代の大学院生と交流し,新たな研究に対する刺激を受けた.<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>研究発表を行うことによって自身の研究を客観的に見る見方を養うことが出来,有意義であった.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |

## 対ポテンシャル



渦度が大きくなるにつれ、立ち上がりが緩やかになっているのが分かる。

## 磁化



渦度に応じて、磁化の出る位置、またそのピークの数に違いが見られる。

この違いから、渦度を判別できると考えられる。

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 申請者氏名： 高橋 雅裕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 指導教員氏名： 町田 一成 |
| 参加学会名： The 10th Asia Pacific Physics Conference (APPC10)<br>期間： 2007/8/21 – 2007/8/24      開催市名： 韓国 ポハン市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| <p>講演タイトル：</p> <p>Spinor dipolar Bose-Einstein condensates approaching from classical spin limit</p> <p>共著者： Sankalpa Ghosh, Takeshi Mizushima, Kazushige Machida</p> <p>講演の概要</p> <p>スピナーダイポール BEC(ボーズ・アインシュタイン凝縮)の定常状態について、スピンの大きいくダイポール相互作用の寄与が大きい系を想定し研究を行った。本講演では、その研究手法と、得られた結果を紹介し、スピンの小さい場合の専攻研究との比較も行いつつ、ポスター発表を行った。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>発表時間は、約 4 時間あったがその間説明をしていない時間はほとんどなかった。多くの人に自分の研究を紹介し、ディスカッションすることを心がけたので、常にポスターの前には人がいて、説明を続けることができた。その中で、興味を持っていただいた人も多く、きちんと自分の研究内容を伝えることができたと思う。</p> <p>また、ポスター賞が設けられており、発表がよかったため、賞を受けることができた。これは、自分にとって自信となる受賞である。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>学会自体は、物理全体を包括する内容であったので、いろいろな分野の発表を聞く機会が多かった。自分の分野の発表だけでなく、他の分野の発表も興味を持って積極的に参加した。</p> |               |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>ここ一年位にわたって遂行した研究のまとめを上記国際会議において共著者の代表として行った。</p> <p>ポスター賞を授与され、その任を十分にはたしたと評価する。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>積極的に外に出て成果を発表することによってみずからをみがき実力を養成することができる。この活動を高く評価したい。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |



# Spinor dipolar Bose-Einstein condensates approaching from classical spin limit

Masahiro Takahashi, Sankalpa Ghosh\*, Takeshi Mizushima, Kazushige Machida

Department of Physics, Okayama University, Okayama 700-8530, Japan

\*Department of Physics, Indian Institute of Technology, Delhi, Hauz Khas, New Delhi 110016, India

## Abstract

We investigate novel spin structure of spinor dipolar Bose-Einstein condensates (BEC's) dominated by strong dipole-dipole (d-d) interaction approaching from classical spin limit model Hamiltonian. The static states found by solving Gross-Pitaevskii (GP) equations, which is derived from the model Hamiltonian, show strong effect of d-d interaction.

Our results ensure in large spin limit. However those are related to the static states derived from smaller spin ( $F = 1$ ) calculation. Our results will explain whole essential nature of the system dominated by d-d interaction.

## Introduction

BEC's with internal degrees of freedom (spin) have been actively studied both theoretically and experimentally. The order parameter of these system is denoted by multi-component spinor. Ohmi and Machida [1] and Ho [2] first suggest that the spin-spin interaction will give much variety to physics.

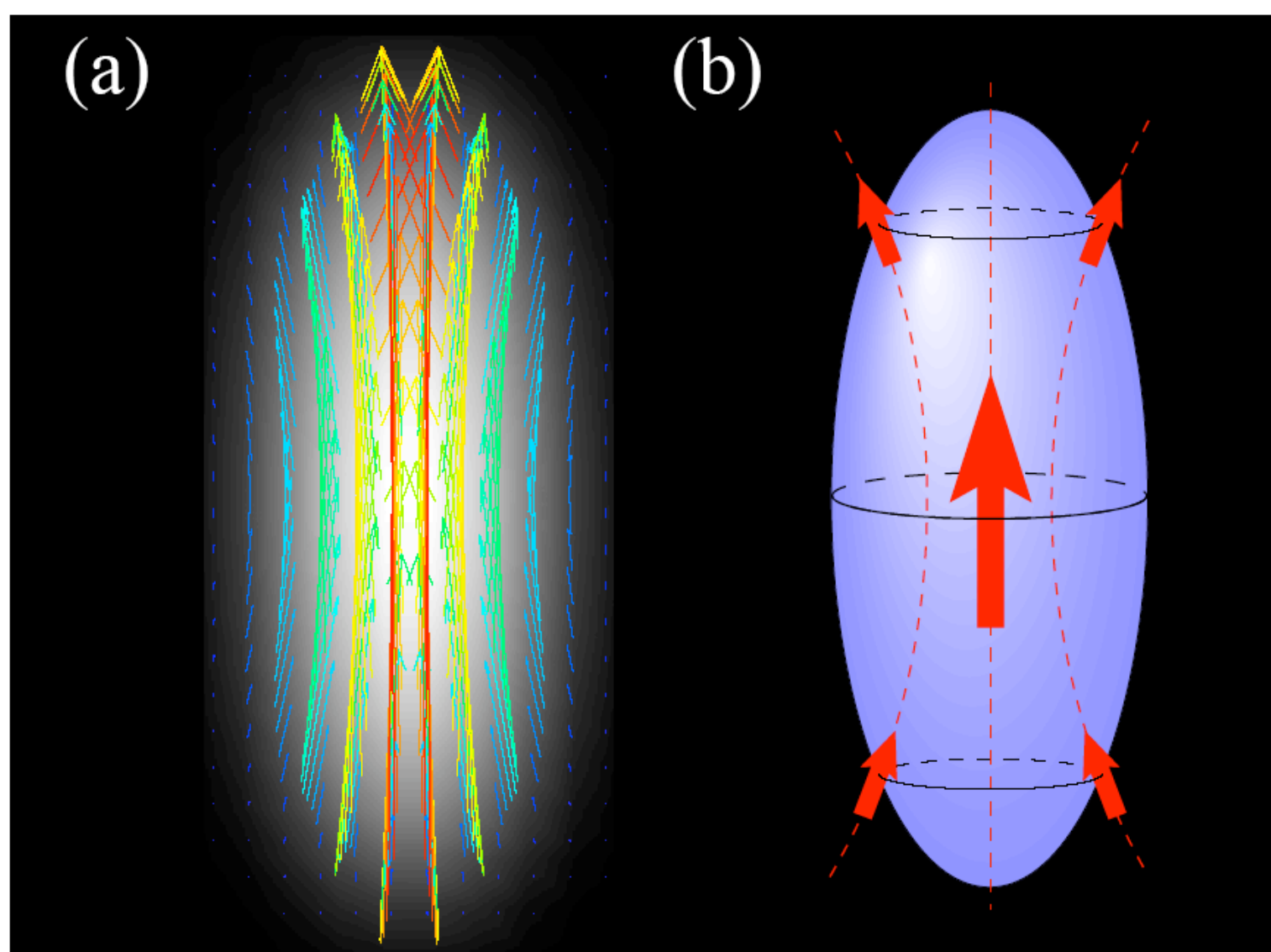
Fully optically trapped BEC with internal degrees of freedom, such as  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{85}\text{Rb}$ ,  $^{87}\text{Rb}$  ( $F = 1, 2$ ), are achieved experimentally. And BEC of larger spin system  $^{52}\text{Cr}$  ( $F = 3$ ) is realized in magnetic trap, in which the spin freedom is killed. In larger spin system, d-d interaction will play an important role. The realization of BEC with larger spin system in full optical trap is expected. And using Feshbach resonance, the spin-spin interaction and d-d interaction can be comparable. Moreover, BEC of heteronuclear molecules with permanent electric dipole moment will be realized.

## Motivation

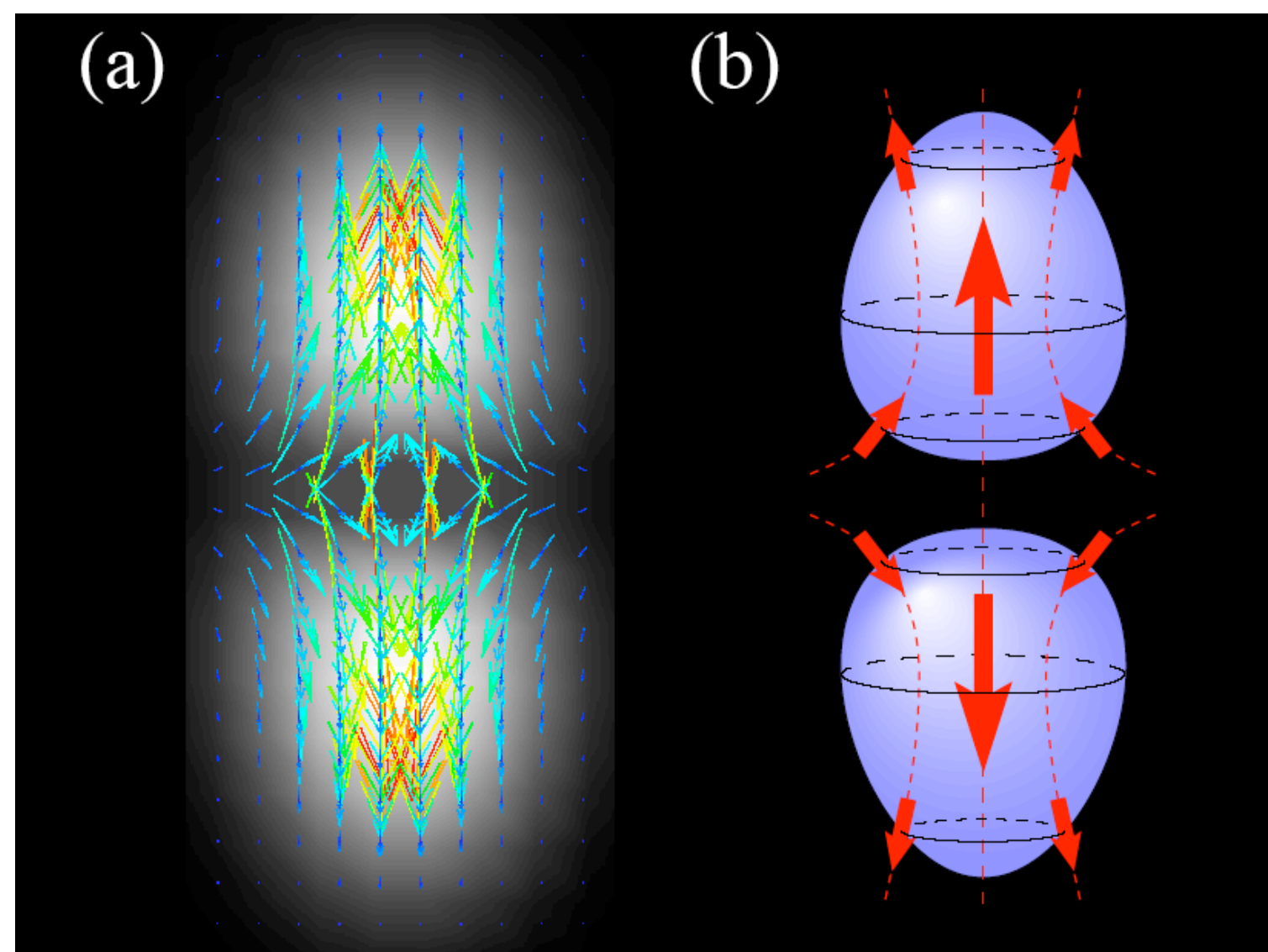
Our motivation in this study is to understand essential nature of spinor dipolar BEC in d-d interaction dominated system. Our classical spin approach will give strong tool for investigating large spin system where usually one has to handle  $2F + 1$  components. On the other hand, we expect our method is valid even for smaller spin system to explain fundamental physical nature of spinor dipolar BEC systems.

## Results

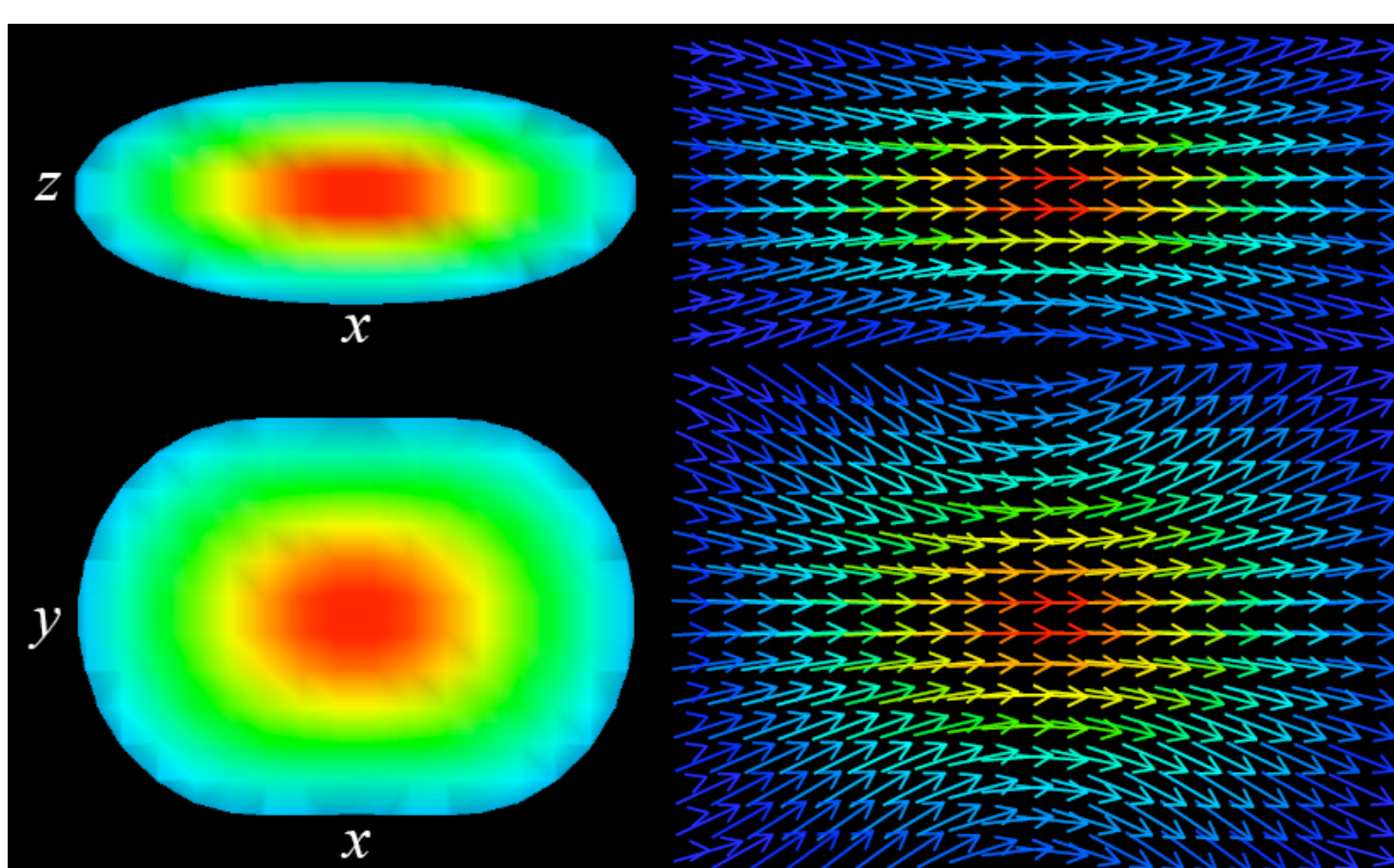
By solving GP equations, we found several static states in different trap geometries. Here we introduce typical spin texture and density configuration to introduce contribution of d-d interaction. We found several novel static states, in which the spin texture and density configuration is strongly coupled [M. Takahashi, Sankalpa Ghosh, T. Mizushima, and K. Machida, Phys. Rev. Lett. **98**, 260403 (2007)]. And also, under arbitral coupling constant ( $g_d = 0.2 g$ ) and trap geometries (pancake type trap potential  $\gamma = 0.2$ ), energy of each states are compared. (Following data are all  $g_d = 0.2 g$ )



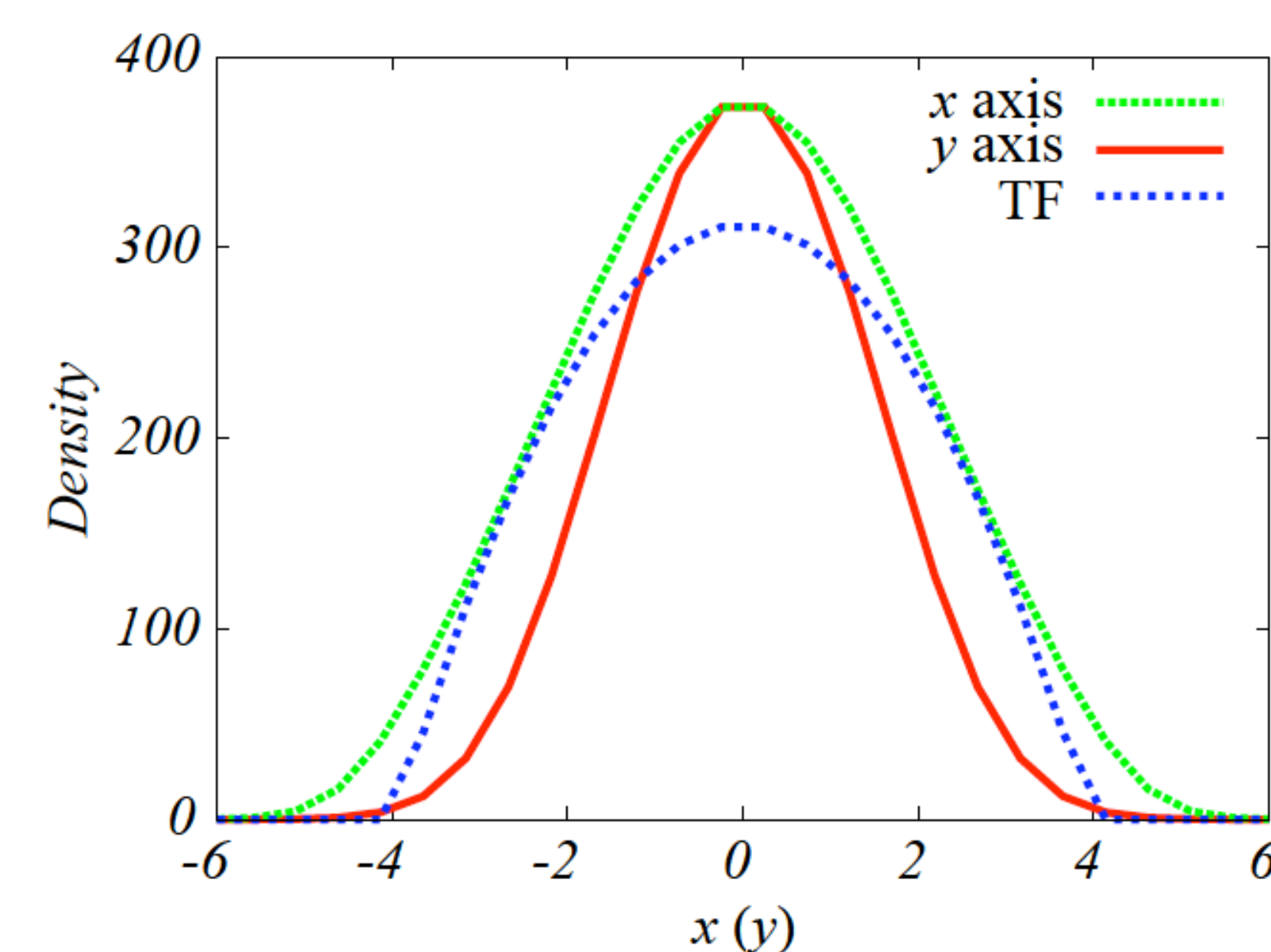
(a) Z-flare texture. (b) schematic figure.  $\gamma = 5.0$ . The spins near the edge are bent. This is understandable by considering anisotropy of d-d interaction as shown above.



(a) Two-z-flare texture. (b) schematic figure.  $\gamma = 5.0$ . At  $z = 0$  plane two oppositely aligned spins meet and the number density is depleted. This avoids energy cost of spin gradient term.



(Left) Density profile of r-flare texture ( $x$ - $z$  and  $x$ - $y$  plane). (Right) corresponding spin texture.  $\gamma = 0.2$ . The spins near the edge are bent like z-flare texture. The system elongate to polarized axis and shorten to perpendicular axis.



Density profiles of r-flare texture at  $x$ - $y$  plane ( $z = 0$ ) and Thomas-Fermi density ( $g_d = 0$ ).  $\gamma = 0.2$ . The density is elongate to the direction of head-to-tail arrangement and shorten to the other direction. The symmetry of density profile is broken.

## Hamiltonian

We introduce following minimal model Hamiltonian.

$$H = \int d^3\mathbf{r}_i \bar{\Psi}^\dagger(\mathbf{r}_i) H_0(\mathbf{r}_i) \bar{\Psi}(\mathbf{r}_i) + \frac{1}{2} g_d \int \int d^3\mathbf{r}_i d^3\mathbf{r}_j V_{dd}(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) |\psi(\mathbf{r}_i)|^2 |\psi(\mathbf{r}_j)|^2$$

$$H_0 = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_i^2 + V_{\text{trap}}(\mathbf{r}_i) - \mu + \frac{g}{2} |\bar{\Psi}(\mathbf{r}_i)|^2$$

$$V_{\text{trap}}(\mathbf{r}) = \frac{1}{2} m \omega^2 \{ \gamma(x^2 + y^2) + z^2 \}$$

$$V_{dd}(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) = \frac{\vec{S}_i \cdot \vec{S}_j - 3(\vec{S}_i \cdot \vec{e}_{ij})(\vec{S}_j \cdot \vec{e}_{ij})}{r_{ij}^3}$$

where,  $\vec{e}_{ij} \equiv (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j)/r_{ij}$ ,  $r_{ij} \equiv |\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|$ .

The order parameter is denoted as  $\bar{\Psi}(\mathbf{r}_i) = \psi(\mathbf{r}_i) \vec{S}_i$ .

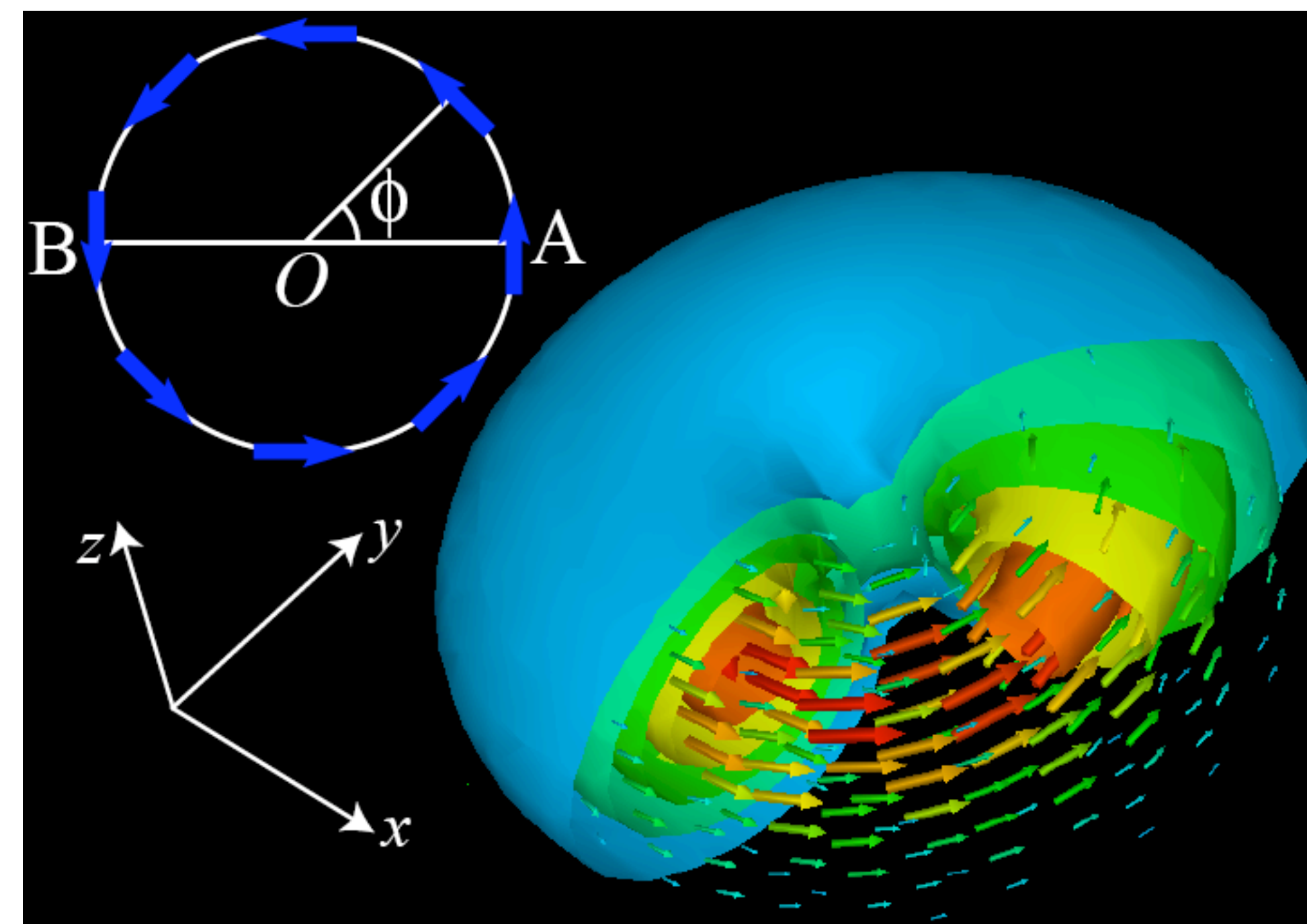
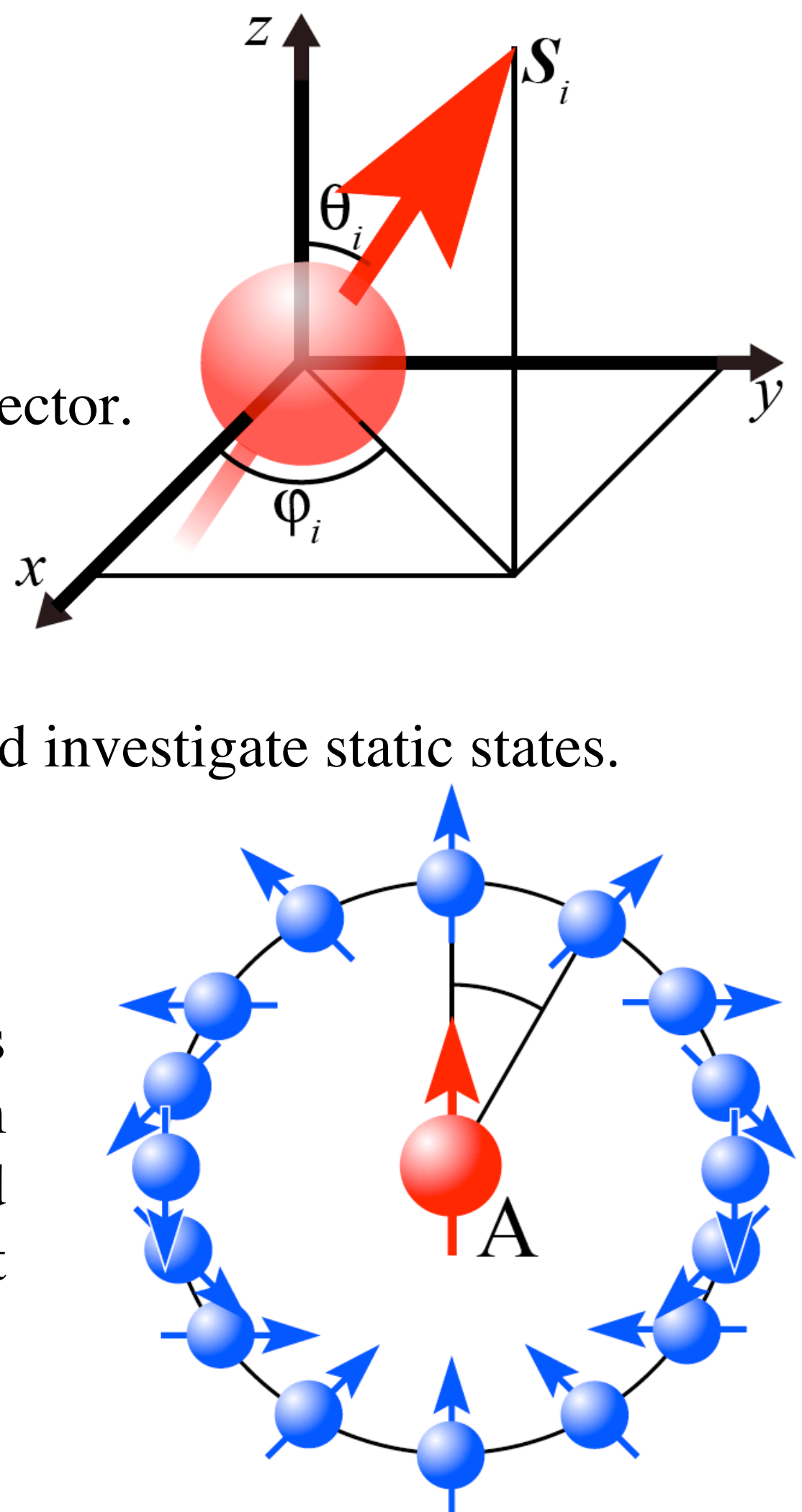
We treat multi-component spinor as a classical spin vector.

$$\vec{S}_i \equiv \vec{S}(\mathbf{r}_i) = \begin{pmatrix} \cos \varphi(\mathbf{r}_i) \sin \theta(\mathbf{r}_i) \\ \sin \varphi(\mathbf{r}_i) \sin \theta(\mathbf{r}_i) \\ \cos \theta(\mathbf{r}_i) \end{pmatrix}$$

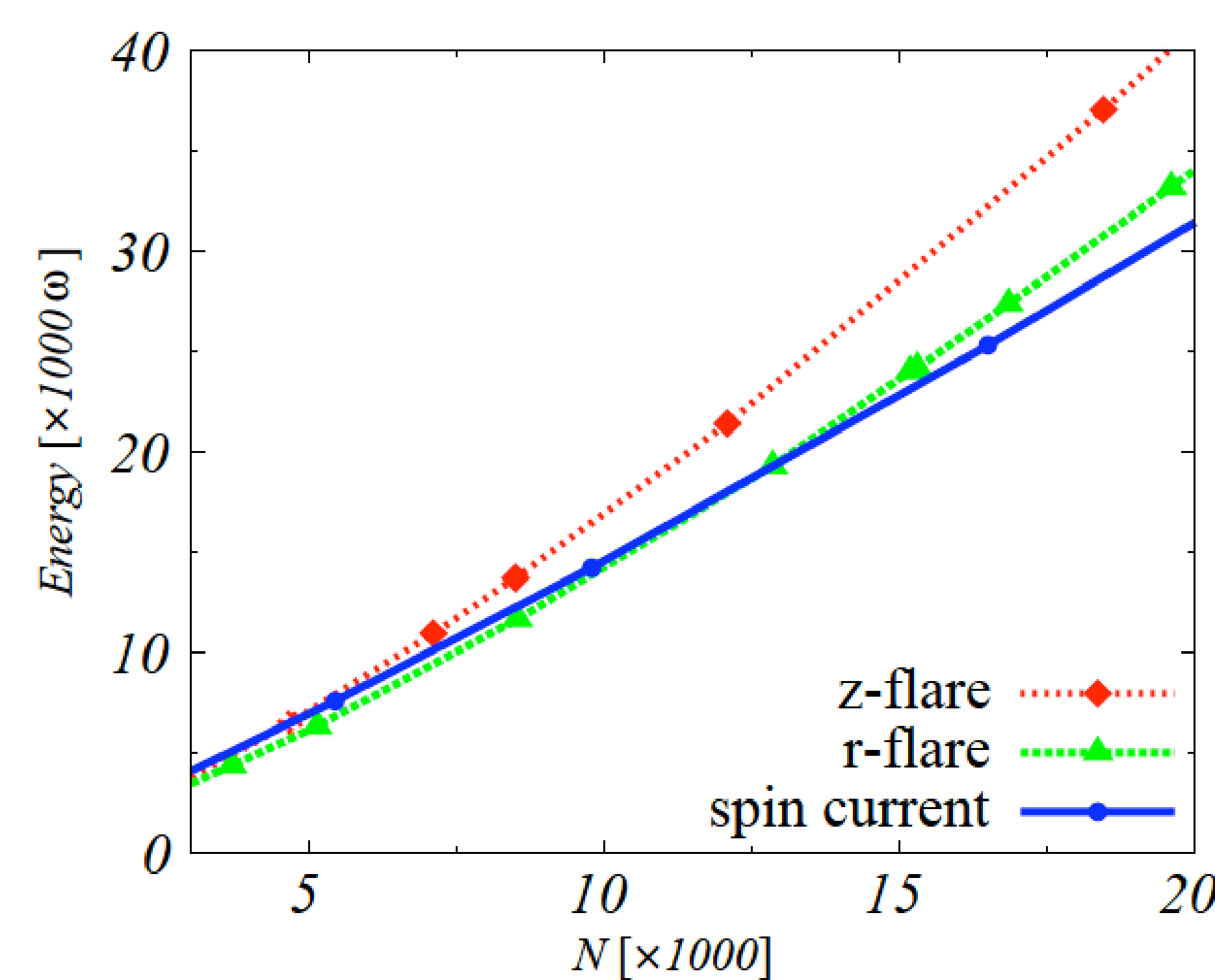
We solve GP equations of  $\psi(\mathbf{r}_i)$ ,  $\theta(\mathbf{r}_i)$ ,  $\varphi(\mathbf{r}_i)$ , and investigate static states.

## Dipole-Dipole Interaction

Here we treat d-d interaction with two spin vectors for simplicity. The figure shows energy minimum arrangement respect to the central spin A. The up and down spins are like to be head-to-tail arrangement and the spins at sides like to be antiparallel.



Spin current texture. Spin texture and density profile are shown together in 3D stereographic view. The left up side schematic figure is shown spin texture of  $x$ - $y$  plane.  $\gamma = 0.2$ . Locally, spins are align head-to-tail texture and globally oriented antiparallel (see A and B inset). At the center  $O$ , density is depleted to avoid energy cost of spin gradient term.



Competition of energies of z-flare, r-flare and spin current texture in function of total number of particle  $N$ .  $\gamma = 0.2$ . The r-flare texture has more advantage for smaller  $N$  (smaller system size), because for small system size, the spin gradient term cost more energy than big system. And for the larger  $N$ , spin current texture has more advantage for opposite reason.

## Conclusions

- We investigate d-d interaction dominated spinor dipole system by approaching classical spin limit and found several novel static states.
- We found the states that spin texture and density profile are strongly coupled.
- Each spin texture and density profile can be explained by d-d interaction and kinetic energy of spins.
- Some of the spin textures are similar to those obtained for small spin study ( $F = 1$ ), so our study will explain fundamental nature of spinor dipolar BEC.
- In future development, we expect that those results are detected experimentally.



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：宮崎 寛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 指導教員氏名：原田 勲 |
| 参加学会名：日本物理学会 第 62 回年次大会<br>期間：9 月 21 日 – 9 月 24 日 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |
| 講演タイトル：Eu 化合物における価数転移と L 吸収端スペクトルの理論<br>共著者：尾古昌崇、原田勲<br>講演の概要<br><p>EuNi<sub>2</sub>(SixGe<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>はEuの価数が2価と3価の中間の値をとる価数揺動系の物質として知られている。近年、この物質において温度・磁場によって誘起される価数転移が注目を集めており、X線吸収スペクトルからこの価数転移を捉えるという研究結果が報告されている。この現象を理論的に解明するために、有効モデルをもちいて、これまでに得られている実験結果を定性的な議論を行う。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>学会での口頭発表においては、興味をもっているテーマやその分野に対する理解度の異なるさまざまな聴衆に対して、しかも限られた時間の中でいかに自分の研究の面白さや得られた結果の重要性を伝えることができるかということが重要である。そのためには、話す内容、話し方、理解を助けるようなスライドなどの工夫が必要である。今回の発表では丁寧に説明しすぎた所があり、少し時間を超過してしまったが、十分に興味をもって聞いてもらったのではないかなと思う。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>今回発表した研究は、これまでに私がやってきた研究とは多少分野の異なる内容であり、その分、より幅広く多くの発表を精力的に聞くことができ、非常に勉強になった。ただし、質問に消極的だった点は反省すべきである。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>発表内容に関しては十分な量と質をもって準備を行うことができおり、プレゼンテーションも落ち着いて行うことができた。総評として、宮崎君の発表は他の一般講演の水準に十分に達していたと判断する。(岡田耕三)</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>宮崎君は今学会ではこれまでの学会での研究発表の流れと異なる研究発表を行ったこともあり、これまで以上に幅広く情報収集を心がけていたように見受けた。学会全体の一般的動向に関しても勉強することができたものと考え、今後の研究活動に活かされることを期待したい。(岡田耕三)</p> |             |

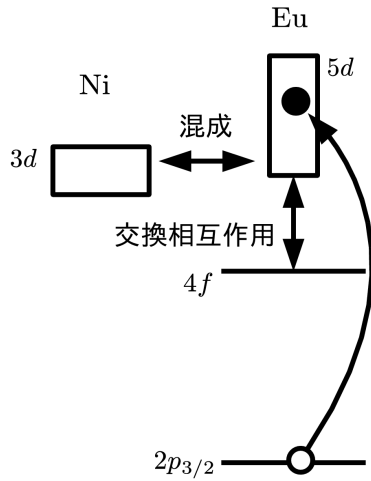


## Eu化合物における価数転移とL吸収端スペクトルの理論

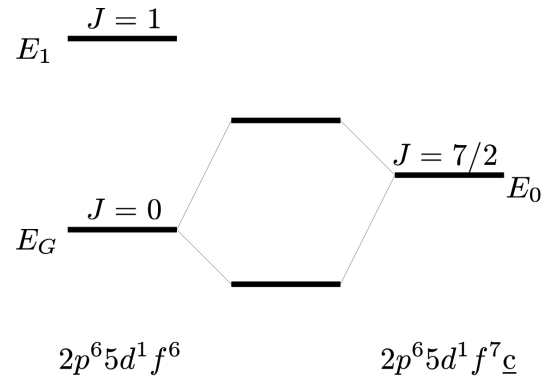
岡山大学自然科学研究科 宮崎 寛、尾古 昌崇、原田 勲

## ● Model Hamiltonian

Ni3d, Eu5d パート

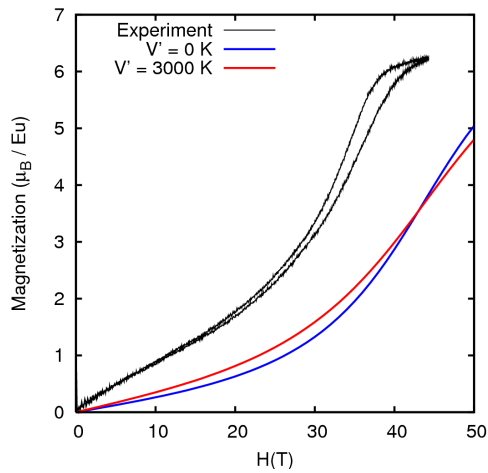


Eu4f パート

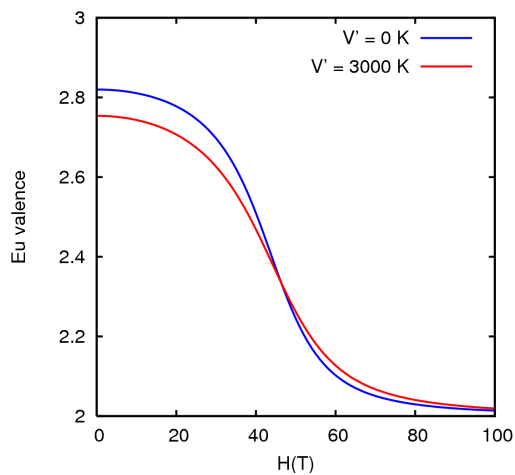


## ● Results

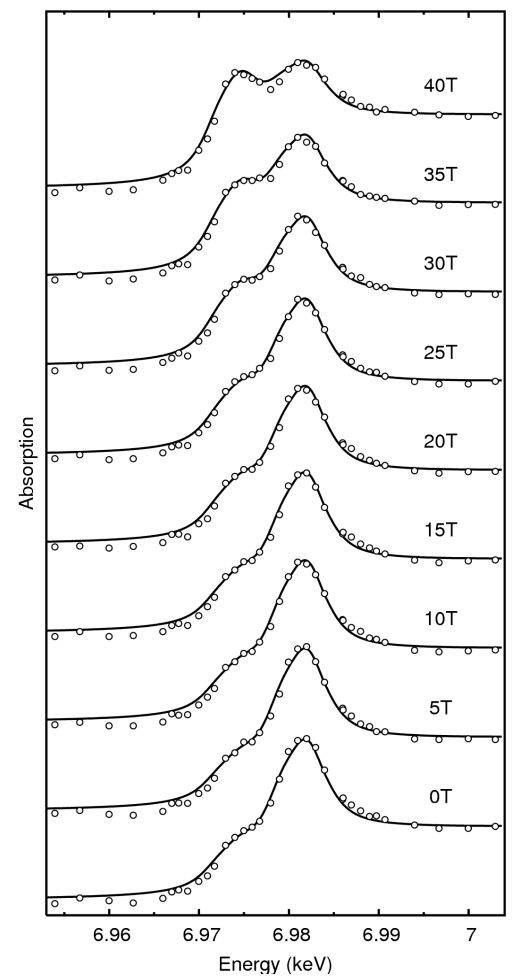
磁化曲線



価数の磁場変化



吸収スペクトル



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 申請者氏名：尾古昌崇                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導教員氏名：原田勲 |
| 参加学会名：日本物理学会第 62 回年次大会<br>期間：9 月 21 日～24 日<br>開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
| 講演タイトル：一般化されたスピンラダーにおけるエンタングルメント～ギャップレス相での考察～<br>共著者：宮崎寛、原田勲<br>講演の概要<br>量子エンタングルメントは量子力学特有の性質であり、そのメジャーの一つであるエンタングルメント・エントロピーは量子状態を特徴づけるものとして様々な量子系の研究に用いられている。今回は $S=1/2$ XXZ スピンラダーの基底状態を求め、主にギャップレス相との関係を議論する。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>今回の学会では最終日 24 日の午後のセッションで発表した<br>最終日であったので準備及び練習は十分に出来た<br>声量に気をつけ、丁寧に発表することを心がけたためか、若干時間を超過したことは反省の一つである<br>また、研究目的や意義を問われる質問に対して明確に伝えることが出来なかったことは次回学会への改善点として挙げられる<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>今回で学会は 3 度目ということで様々な領域の講演を聴くことに慣れ、効率よく活動できた<br>また、エンタングルメントに関する研究をしている学生らとコンタクトを取り、その研究に関するコミュニティが出来、議論できたことは今回の学会活動で最も有意義であった |            |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>発表内容に関しては十分な量と質をもって準備を行うことができおり、プレゼンテーションも落ち着いて行うことができた。<br>総評としては、尾古君の研究発表は他の一般的な学生の発表と比較しても遜色のない発表であったと判断する。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>学会期間中はシンポジウムのセッション、及び領域 3, 11 の一般講演を中心に熱心に聴いていた。現在進行させている研究に関連した情報を収集することだけでなく、学会全体の一般的動向に関しても勉強することができたものとする。                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |

一般化されたスピンラダーにおける  
エンタングルメント  
～ギャップレス相での考察～

岡山大学自然科学研究科  
尾古昌崇、宮崎寛、原田勲

Introduction

- Entanglement Entropy(EE)は量子系を特徴付ける一つの指標として用いられている
- gapless相では、基底状態のEEがトレースアウトによって残したスピンの数に対して対数発散することがわかっている
- 今回は相関関数とEEとの関係からgapless相でのEEの考察を行う

Entanglement entropy

V. Vidral, M. B. Plenio, M. A. Rippin, and P. L. Knight, Phys. Rev. Lett. **78**, 2275 (1997)

2つに分けた部分系同士の量子的相関を表す量

$$S_b = -\text{Tr}(\rho_{B_L} \log_2 \rho_{B_L})$$
$$\rho_{B_L} = \text{Tr}_{\text{rest}} |\psi\rangle\langle\psi|$$

BL

↕

rest

2スピンの場合

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow_A\downarrow_B\rangle - |\downarrow_A\uparrow_B\rangle)$$

↓

$$S_b = 1 \text{ (2スピンの最大値)}$$

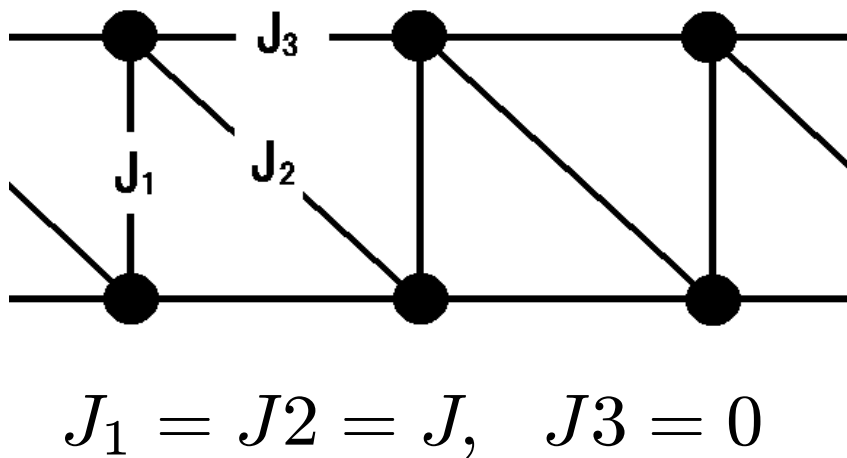
$$\frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow_A\rangle \otimes (|\uparrow_B\rangle + |\downarrow_B\rangle)$$

↓

$$S_b = 0$$

Hamiltonian

S=1/2XXZ スピンラダー



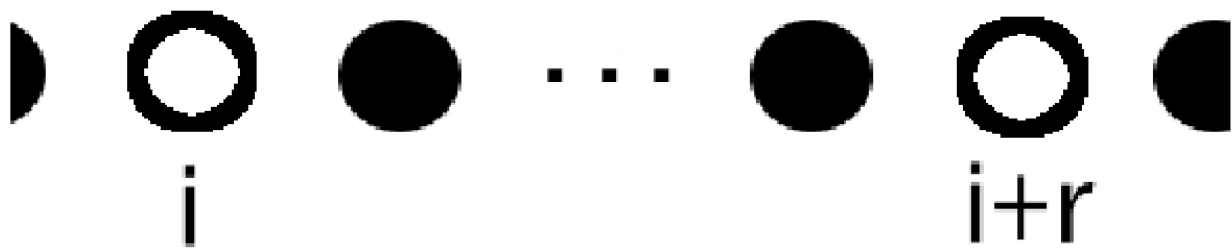
最近接相互作用のみ考慮したハイゼンベルグ模型

$$\hat{H}/J = \sum_{i=1}^n \{S_i^x S_{i+1}^x + S_i^y S_{i+1}^y + \Delta S_i^z S_{i+1}^z\}$$

-1<Δ<1→gapless (SF)  
Δ>1→gapful(Neel)

EE of 2-spins

距離rだけ離れたスピンペアを残してトレースアウト



correlation function :  $g_{i,i+r}^{\alpha\beta} = \langle \sigma_i^\alpha \sigma_{i+r}^\beta \rangle$

reduced density matrix

$$\rho_{i,i+r} = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b & c & 0 \\ 0 & c & b & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a \end{pmatrix}$$

correlation function :  $g_{i,i+r}^{\alpha\beta} = \langle \sigma_i^\alpha \sigma_{i+r}^\beta \rangle = \text{Tr}(\rho_{i,i+r} \sigma_i^\alpha \sigma_{i+r}^\beta)$

$$\sigma_i^x \sigma_{i+r}^x = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma_i^z \sigma_{i+r}^z = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\langle \sigma_i^z \sigma_{i+r}^z \rangle = \text{Tr}(\rho_{i,i+r} \sigma_i^z \sigma_{i+r}^z) = 2(a - b)$$

$$\text{Tr} \rho = 1 \rightarrow 2(a + b) = 1$$

$$\langle \sigma_i^x \sigma_{i+r}^x \rangle = \text{Tr}(\rho_{i,i+r} \sigma_i^x \sigma_{i+r}^x) = 2c$$

$$\rho_{i,i+r} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 + g_{i,i+r}^{zz} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - g_{i,i+r}^{zz} & 2g_{i,i+r}^{xx} & 0 \\ 0 & 2g_{i,i+r}^{xx} & 1 - g_{i,i+r}^{zz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 + g_{i,i+r}^{zz} \end{pmatrix}$$

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

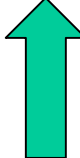
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 申請者氏名：俣野和明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：鄭国慶 |
| 参加学会名：日本物理学会 2007 年秋季大会<br>期間：平成 19 年 9 月 21 日～ 9 月 24 日 開催市名：札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
| <p><b>講演タイトル：</b>単結晶 <math>\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}</math> における NMR 測定Ⅲ</p> <p><b>共著者：</b>草野江理、川崎慎司、鄭国慶、市岡優典、町田一成、D. P. Chen 、C. T. Lin</p> <p><b>講演の概要</b></p> <p><math>\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}</math> の粉末試料において、圧力をかけて NQR 測定を行った、結果この物質の超伝導発現には状態密度とスピン相関が重要であることがわかった。単結晶における NMR 測定では、ナイトシフトの磁場変化が理論からも <math>d</math> 波に一致するということがわかった。常伝導常態においては <math>T_1T</math> がナイトシフトと同じように高温から減少するという結果を得た、これは擬ギャップなのではないかと思われる。</p> <p><b>学会発表に対する自己評価：</b></p> <p><b>良かった点：</b></p> <p>聴衆のほうを向きゆつくりと、話すことができた。</p> <p>時間どおり終わることができた。</p> <p><b>悪かった点：</b></p> <p>質疑応答に対する準備不足。</p> <p>他の超伝導物質に関する勉強不足。</p> <p>悪かった点を今後改善していきたい。</p> <p><b>学会活動に対する自己評価：</b></p> <p>自分の研究にかかわることだけでなく、他の研究発表にも積極的に参加した。</p> <p>最先端の研究に触れることができいい刺激になった。</p> <p><b>学会発表に対する指導者の評価：</b></p> <p>研究のオリジナリティーをしっかりと伝えることができたと思う。</p> <p><b>学会活動に対する指導者の評価：</b></p> <p>関連する研究発表を聞いていた。今後は同業者の発表から“營養”を吸収し、自分の研究計画に生かすよう努力を期待する。</p> |            |

# まとめ

## $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ における圧力効果

- 圧力によって電子状態を制御することができた
- 超伝導には状態密度/スピン相関ともに重要
- 圧力下でも超伝導状態で  $1/T_1$  が  $T^3$  に比例⇒異方的超伝導

## 単結晶 $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

- ナイトシフトの磁場変化  
1.7K、2.5K共に  $\sqrt{H}$  に近い変化  
理論との比較   $d$ -波に一致
- $T_1$  は異方的
- 低温で増大する⇒スピン相関によるもの
- ナイトシフトと同様に高温から減少していく⇒擬ギャップ

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 申請者氏名： 堤 康雅                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 指導教員氏名： 町田 一成 |
| 参加学会名： 日本物理学会第 62 回年次大会<br>期間：2007 年 9 月 21 日～24 日 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |
| 講演タイトル：p 波超伝導体の特殊な渦糸構造<br>共著者：市岡優典，町田一成<br>講演の概要<br>p 波フェルミ原子気体の超流動ではオーダーパラメーターが 9 成分の自由度を持つため、s 波超伝導体とは異なり、特異点を持たない特殊な渦糸構造を形成することが可能となる。この超流動に対して Feshbach 共鳴を用いて Cooper 対に働く相互作用の大きさを変化させるとき、どのような渦糸構造が安定となるかについて発表する。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>今回の学会ではポスター発表を行い、超伝導の研究をしている先生方と議論を行うことができた。その議論で、考えていなかった方向からの着眼点を指摘してもらうことができた。また、原因のわからない計算結果に対して、参考となる文献を教えてもらう機会もあった。これにより、計算結果を説明する足がかりを得ることができ、大きな意義のある発表であったと思う。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>現在研究を行っているフェルミ原子気体や、理論的に密接に関係している $^3\text{He}$ 、超伝導体についての最新の研究成果を聴くことができおおいに勉強になった。また、今後勉強すべきである、これらの分野でよく話題にあがる事柄にどのようなものがあるかを知ることができた。 |               |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br><br>修士論文の一部として現在研究しているテーマについてポスター発表を行い、研究者と意見の交換をした。準備も十分であったので発表もうまくいったと考える。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br><br>今後修士論文をまとめるにあたって関連する研究者と直接に議論したことが十分に役立つと期待する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |



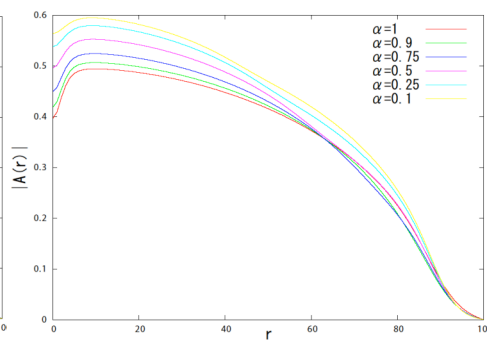
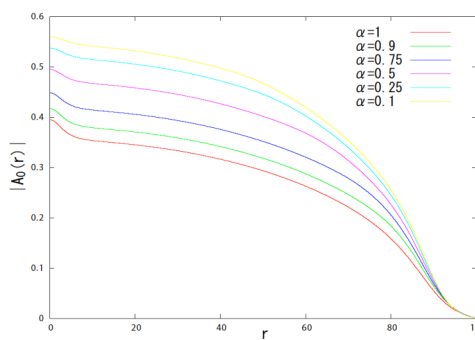
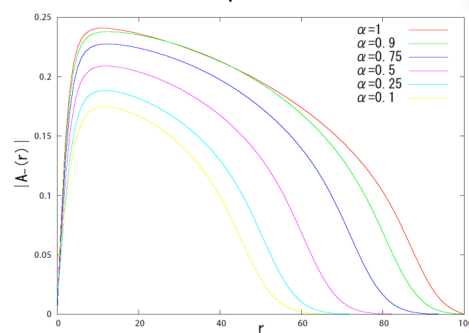
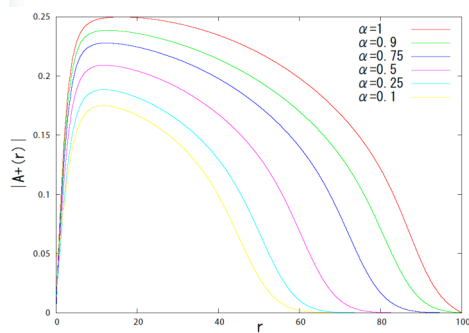
## 計算結果(trap potential : polar core)

$$t = 0.5, \Omega = 0.0001, \Omega_h = 1/90^2 \quad (w_{+1}, w_0, w_{-1}) = (-1, 0, 1)$$

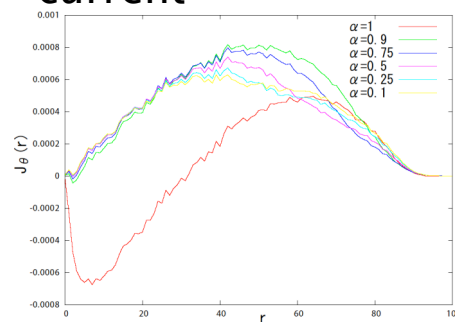
### • オーダーパラメーター

$$A_+ = \frac{1}{\sqrt{2}}(-A_x + iA_y)$$

$$A_- = \frac{1}{\sqrt{2}}(A_x + iA_y)$$



### • current

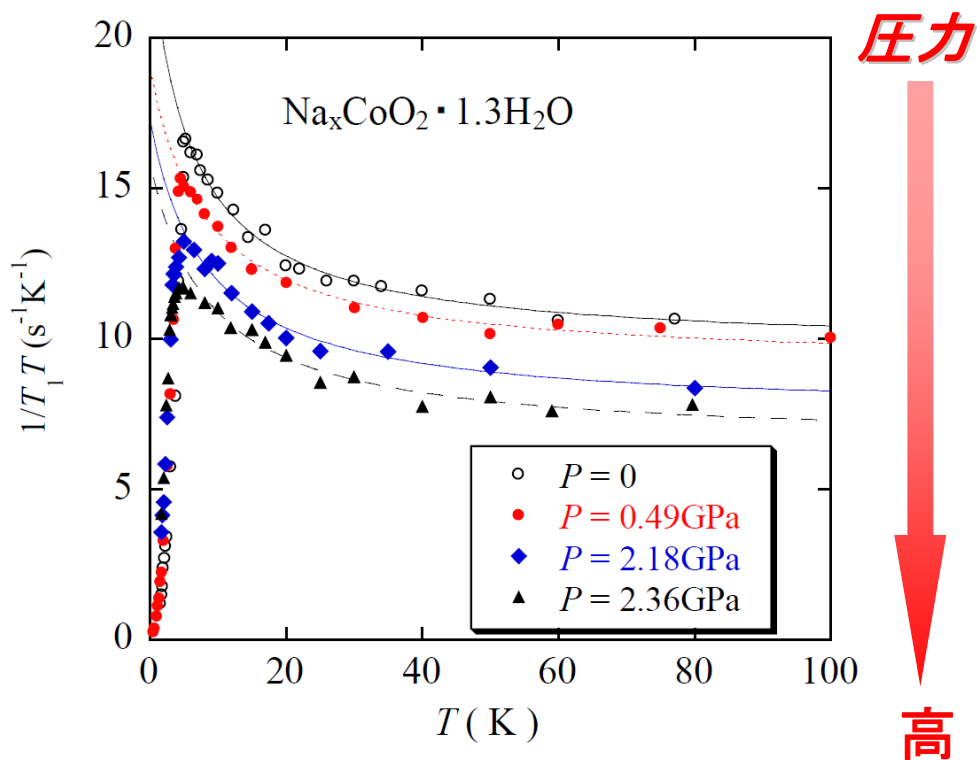
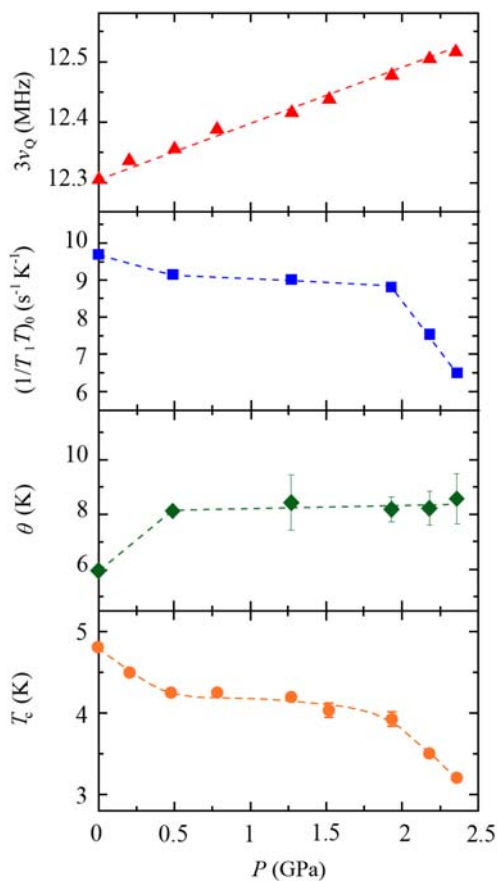


axial coreに比べて1桁小さい

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

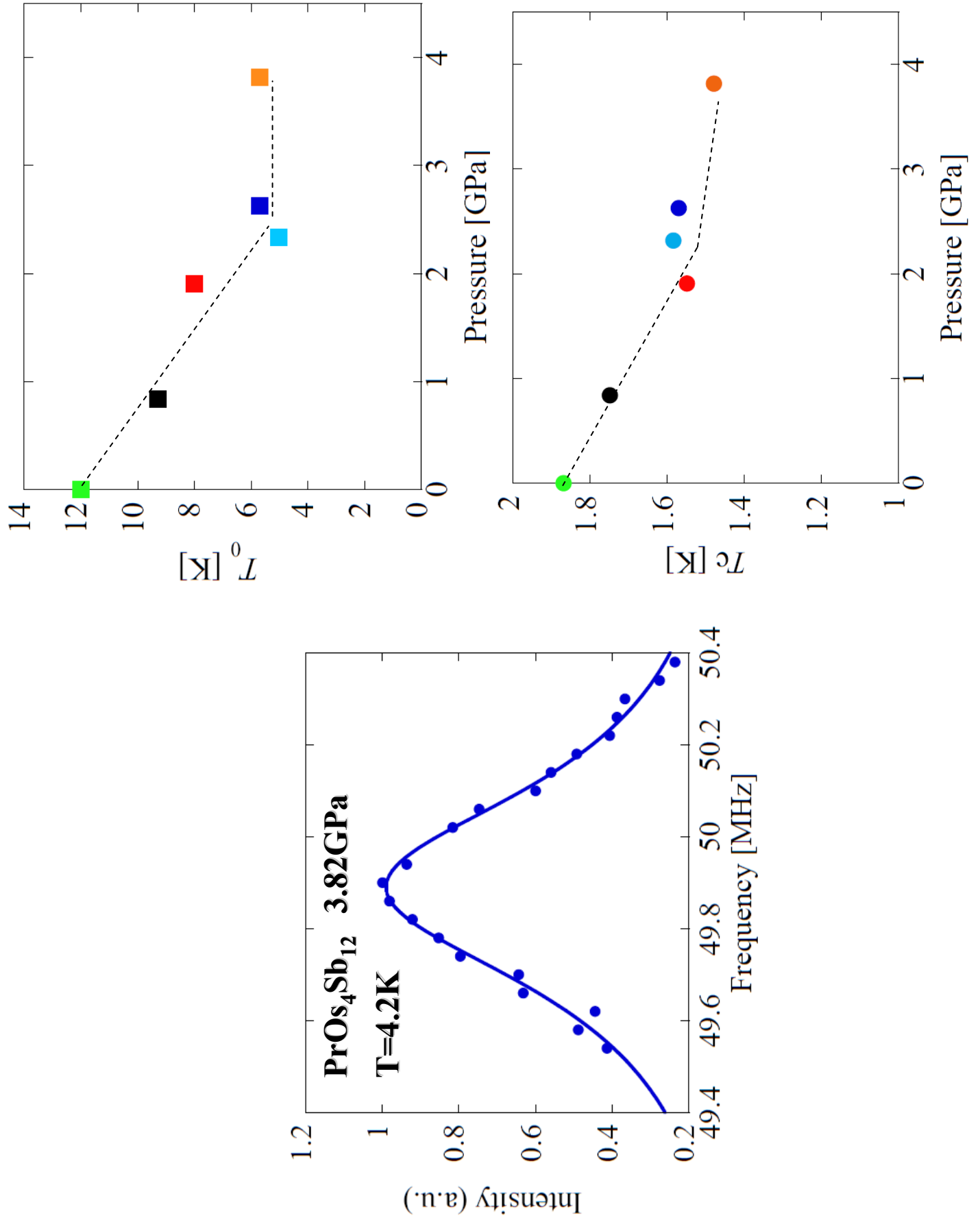
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 申請者氏名：草野 江理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 指導教員氏名：鄭 国慶教授 |
| 参加学会名：日本物理学会 2007 年秋季大会<br>期間：2007 年 9 月 21 日～2007 年 9 月 24 日 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |
| 講演タイトル：Na <sub>x</sub> CoO <sub>2</sub> ・1.3H <sub>2</sub> O の高圧下 <sup>59</sup> Co-NQR による研究Ⅲ<br>共著者：川崎慎司、俣野和明、鄭国慶、J. Cmaidalka, R.L. Meng, C.W. Chu<br>講演の概要<br>Na <sub>x</sub> CoO <sub>2</sub> ・1.3H <sub>2</sub> O の超伝導発現機構を解明する目的で最大の転移温度 T <sub>c</sub> をもつ試料に圧力をかけて NQR 共鳴周波数 ν <sub>Q</sub> 、スピン格子緩和率 1/T <sub>1</sub> の圧力変化を測定した。今回は完成した Na <sub>x</sub> CoO <sub>2</sub> ・1.3H <sub>2</sub> O の圧力相図について報告する。<br>学会発表に対する自己評価：<br>いろいろな人たちがポスター発表を見に来てくれた。私の研究に対する意見や疑問点などを指摘してもらった。自分の研究に対する考察がまだまだ足りていないと反省することが多くあったので、もっと勉強して修士論文を仕上げていきたいと思った。<br>今回の発表では同じ研究をしている人たちと直接話をし、私の話を一研究者として真剣に聞いてもらい自信がついた。とても有意義な時間だった。 |               |
| 学会活動に対する自己評価：<br>自分の分野の研究発表を見て、今までに比べ理解できるようになったと感じ、面白かった。同じ分野の人たちの研究が気になるので次回の学会も見に行きたい。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>積極的に来聴者と議論していた。口頭講演よりも本人にとって有益だったようだ。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
| 学会活動に対する指導者の評価：<br>関連するセッションの発表を聞き、情報収集していた。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |

## 相図



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：片山功多                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 指導教員氏名：川崎慎司 |
| 参加学会名：2007 年日本物理学会年次大会<br>期間：2007 年 9 月 21 日～9 月 24 日                      開催市名：札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |
| 講演タイトル：PrOs <sub>4</sub> Sb <sub>12</sub> の圧力下 Sb-NQR による研究Ⅲ<br>共著者：川崎慎司、西山昌秀、鄭 国慶、小手川恒、小林達生、<br>菅原 仁、菊池大輔、佐藤英行<br>講演の概要<br>充填スクッテルダイト化合物 PrOs <sub>4</sub> Sb <sub>12</sub> は Pr を含む重い電子系化合物として最初の超伝導体である。我々は新たな知見を得るために圧力下での研究を行っている。今回は、ピストンシリンダーでは到達できない 3.82GPa での測定をインデンター式圧力セルを用いて行ない、その結果を発表した。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>たくさんの人に聞きにきてもらい、しっかりと発表できたと思う。色々な人から、意見や助言等をいただき非常に有意義な発表となった。ただもう少し積極的に自分から話しかけてより多くの人と議論できればさらに良い発表となったと思う。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>自分の関連分野だけでなく、興味のある分野も積極的に聞きに行った。また関連分野の人と情報交換することもできたので、今回の学会は自分にとって非常に意味のある学会となった。 |             |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>ポスター会場にて同分野の学生や研究者と積極的に議論し、研究課題の現状の理解が進んだ。発表内容への評価も高かった。<br>また、修士論文に向けての今後の研究の目標設定が出来た。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>本人の研究と直接関係する講演以外も積極的に参加し、最先端の物理に対する理解が深まると同時に、研究に対する多角的な視点が身に付いた。修士論文に向けて本人のモチベーションも大いに向上した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |



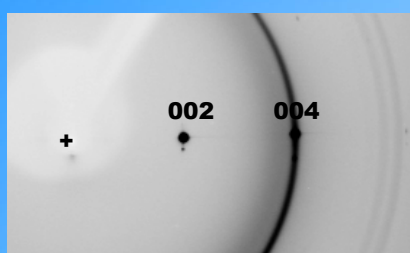
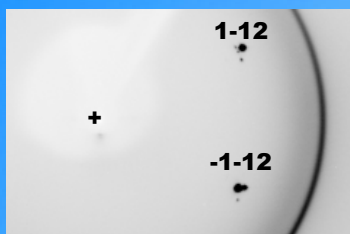
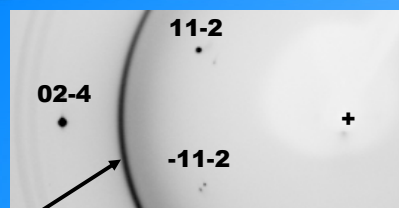
イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：石田 啓介                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 指導教員氏名：大嶋 孝吉 |
| 参加学会名：日本物理学会 第62回年次大会<br>期間：平成19年9月21日 ～ 平成19年9月24日 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
| 講演タイトル：C <sub>60</sub> TDAE 高圧相の構造測定<br>共著者：神戸高志、大嶋孝吉、久保園芳博、中尾朗子<br>講演の概要：<br>C <sub>60</sub> TDAE は高圧下でポリマー化が予想されるがその構造は確定していない。今回、室温で C <sub>60</sub> TDAE 高圧相の放射光を用いた測定を初めて行い、ポリマー化を示唆する結果を得た。また常圧相の構造を拡張して構造モデルを立て、高圧相の構造を解こうと試みた。<br>学会発表に対する自己評価：<br>今回の発表では C <sub>60</sub> TDAE 高圧相について既知の成果から構造解析の現状までを時間内に伝えることができた。また、発表では練習の甲斐もあり要点を押さえて話すことができた。しかし、実験の目的をイントロダクションの最後に入れたので構造測定を行った動機付けが弱くなった。冒頭に明示しておけばよかったと思う。また、実験方法など説明が不十分な箇所もあり知らない人には上手く伝わらなかったと思う。今後改善していきたい。質疑応答では解析結果について構造解析の専門の先生方からの手厳しい質問を頂きましたが、良いアドバイスと受け止め次回の PF での実験に活かしていきたいと思います。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>この学会では今後の研究の参考にするため X 線構造解析や有機物の高圧実験などの講演を中心に聞いた。構造解析には多様な構造モデルが考えられていて、改めて構造計算が難しいものであることを実感した。また有機トランジスタのシンポジウムでは基礎研究の進展やテレビなどへの応用への可能性が聞くことができ大変勉強になった。 |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>発表は落ち着いて、内容をきちんと伝えることができた。内容的にはこれまで研究のない成果を示すことができ、価値があると思うが、実験そのものがまだ回数が少なく様々な専門家の指摘を受けることができた点は有益であった。これらの指摘を次回の実験に生かし成果につなげることが期待される。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>独自にセッションを選び、自分の研究に参考となる発表を選んで聴く様子が見えた。特に高圧化の測定は、初心者がおちいる失敗が多くあるので、物質は違っても関連した発表を聴くことは有意義である。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |

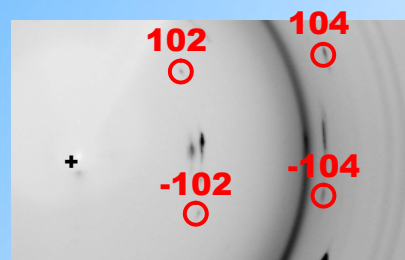


# 常圧相の消滅則を破る反射点(1)

Beによる  
デバイリング



常圧相



高圧相

7

## 高圧相の格子定数(1)

高圧相の空間群をP-1と仮定して格子定数を出す

常圧相の格子定数

| space group | a(Å)  | b(Å)  | c(Å)  | $\beta(^{\circ})$ |
|-------------|-------|-------|-------|-------------------|
| C2/c        | 15.84 | 12.94 | 20.28 | 93.2              |

高圧相の格子定数

| space group | a(Å) | b(Å) | c(Å) | $\alpha(^{\circ})$ | $\beta(^{\circ})$ | $\gamma(^{\circ})$ |
|-------------|------|------|------|--------------------|-------------------|--------------------|
| P-1         | 15.8 | 13.0 | 8.9  | 93.4               | 98.3              | 99.6               |

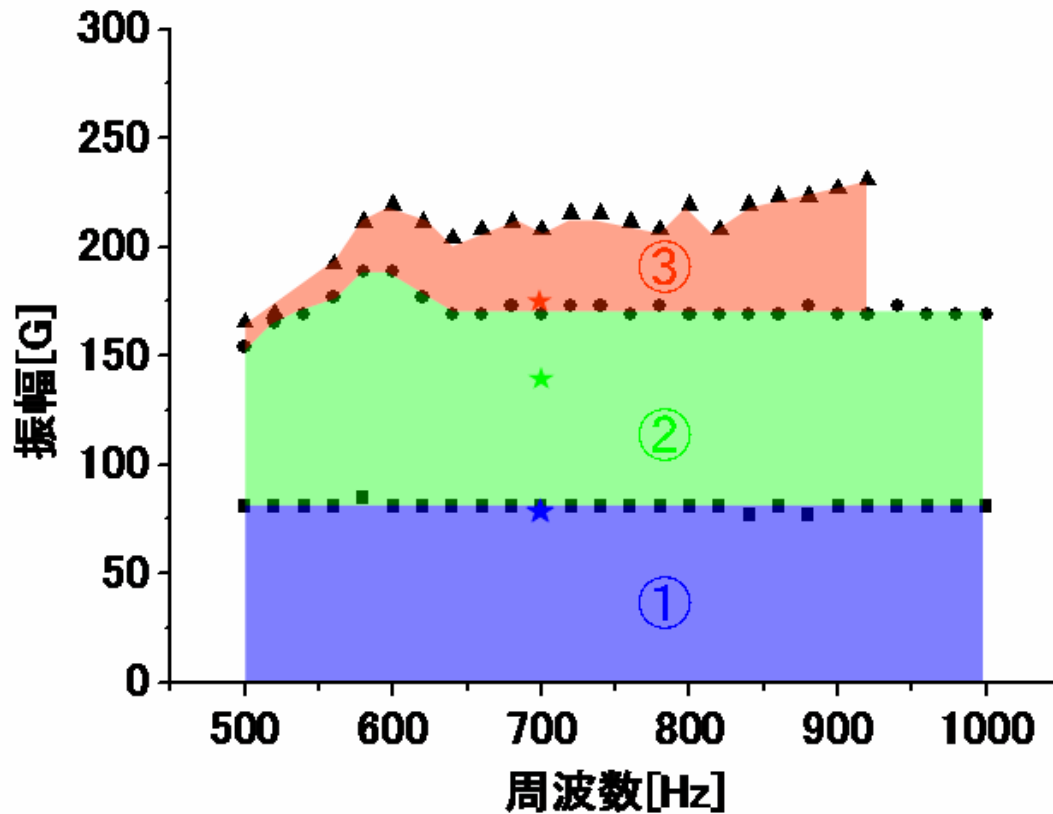


c軸方向がほぼc/2になっている

9

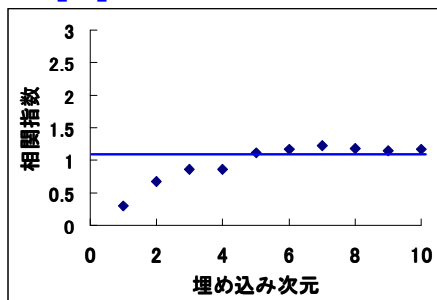
イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：増田義久                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 指導教員氏名：味野道信 |
| <p>参加学会名：日本物理学会 第 62 回年次大会</p> <p>期間：平成 19 年 9 月 21 日 ～ 平成 19 年 9 月 24 日</p> <p>開催市名：北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目 北海道大学札幌キャンパス</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |
| <p>講演タイトル：周期振動磁場下のガーネット薄膜における非周期磁化過程</p> <p>共著者：味野道信</p> <p>講演の概要</p> <p>周期振動磁場下でのガーネット薄膜の磁化過程を偏光顕微鏡で観測をおこなった。磁場の周波数・振幅変化に対し磁化過程の応答が不規則となる領域があった。磁化過程の相図を作成し、非周期的に変化に対するパラメータ領域で得られた信号に対してはカオス的解析を行い報告した。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>前回の発表で理解や把握が不十分であった点を改善し、より踏み込んだ内容で積極的にディスカッションを行うことができた。また要点を絞って重要なポイントを強調することを心がけ、前回より理解しやすい説明ができた点では、目標としていたプレゼンテーション能力の向上を図ることができた。しかし、ディスカッションをする中で考察の不十分だった点、表現の曖昧さや資料の不足で誤解を招きかねない点などを指摘され反省する部分も多かった。資料の重要性を再認識した。全体を通して研究の再考察を進める上でのより広い視野を得ることができた。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>登壇者の発表を多く聴講し、着眼点や研究の進め方などのポイントを自分なりに理解することができた。また、これから自分の研究を進める上でより深い考察が必要であると感じた。先の研究への足掛かりを得ることができ、意義深いものになった。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>ポスターによる発表であり、質問に対して概ね詳しく説明できていた。また、ポスター作成に関しては色分け等の工夫がこらされていた。自分の発表と、他グループを含む今までの研究との繋がりをしっかり理解する事が、より良い発表を行うための課題である。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>他大学との情報交換等も積極的に行っており、概ね良好である。</p> |             |

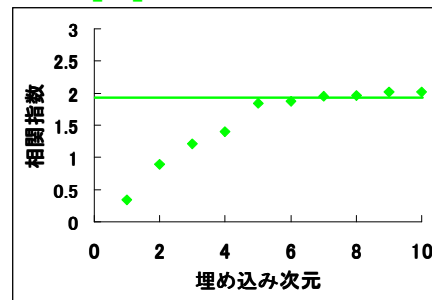


## 相関指数

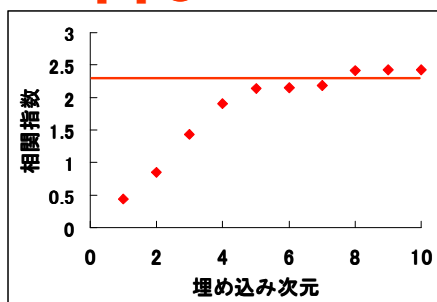
### 1. 80[G]-①



### 2. 140[G]-②



### 3. 175[G]-③



一次元データ数: 10000  
n次元空間内の点: 2000  
埋め込み次元1~10

80[G] :  $\rightarrow 1.1 \pm 0.1$

140[G] :  $\rightarrow 2.0 \pm 0.1$

175[G] :  $\rightarrow 2.4 \pm 0.1$

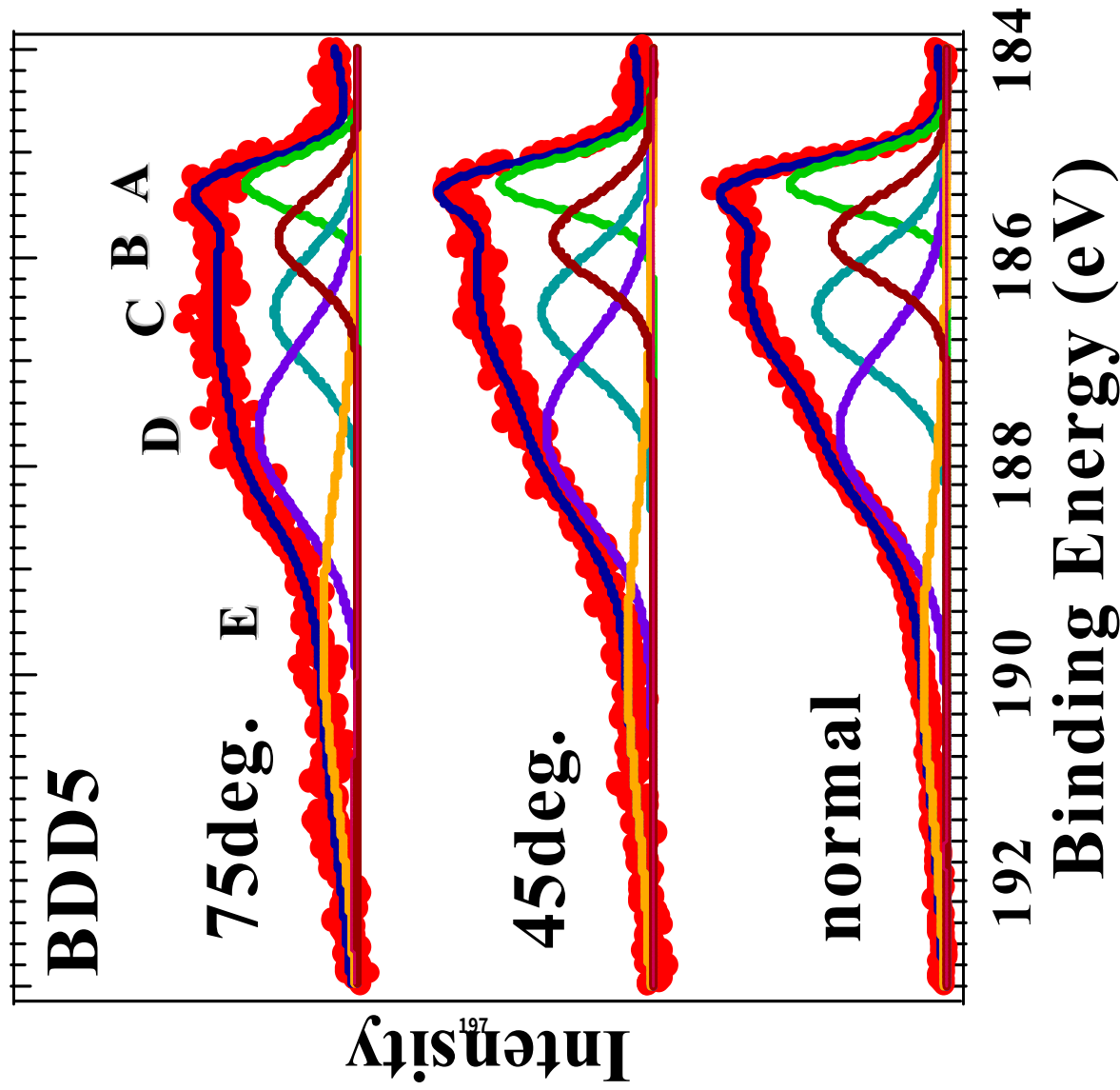
埋め込み次元の増加に対し、相関指数が一定値に漸近  
 $\rightarrow$  決定論的カオス振動

図は磁区応答の変化を表す相図と各領域における相関指数(フラクタル次元)解析の結果. 外部磁場変化に対する磁化応答が①-周期的, ②-不規則, ③-非周期振動であったのに対し、相関次元はすべての領域においてある一定の値に収束した. そのためこれら振動は限られた自由度のカオス的振動であると考えられる.

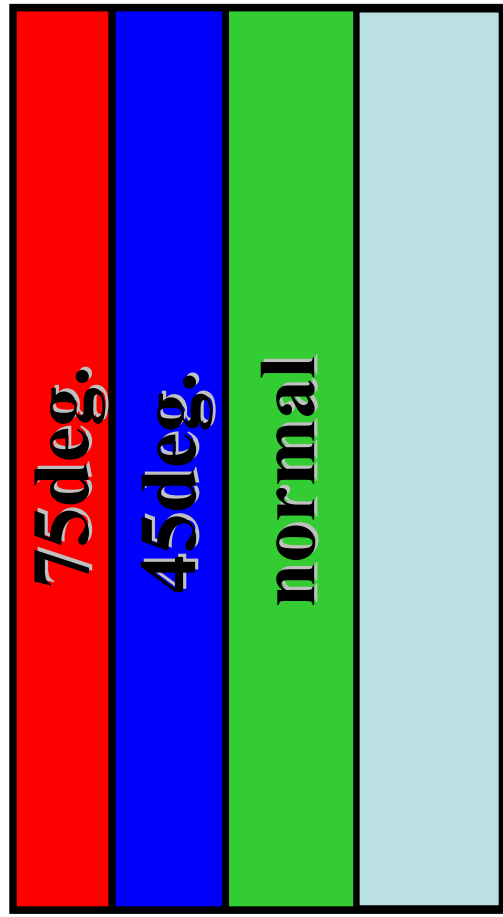
イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：岡崎宏之                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 指導教員氏名：横谷尚睦 |
| 参加学会名：日本物理学会 第 62 回年次大会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |
| 期間：平成 19 年 9/21-9/24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 開催市名：札幌市    |
| <p>講演タイトル：高濃度ホウ素ドーパダイヤモンドの軟 X 線光電子分光</p> <p>共著者：横谷尚睦, 室隆桂之, 中村哲也, 松下智裕, 脇田高德, 村岡祐治, 平井正明, 高野義彦, 石井聡, 入山慎吾, 川原田洋</p> <p>講演の概要</p> <p>高濃度ホウ素超伝導ドーパダイヤモンドの超伝導転移温度はキャリアとしてドーパされているホウ素濃度に必ずしも依存していないことが分かってきた。我々は、ドーパされた硼素の化学サイトについて研究するために、軟 X 線光電子分光により高濃度ホウ素ドーパダイヤモンドのホウ素の内殻スペクトルを測定した。結果から、特定のホウ素の内殻準位のピーク構造と超伝導転移温度とに関連があることを見出した。学会発表では得られた研究結果について詳細に議論する。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>学会発表では 10 分という短い時間の中に今までしてきた研究内容を発表する為に、簡潔にする為の研究内容から話す内容の取捨選択および分かり易い発表にする為の構築を行った。内容の集約能力が大きく向上できた。発表中は、大きな声で堂々発表できた。しかし、質疑応答の時には、先生方のご質問に対してしっかり応答できなかったのが、準備不足であった。今後、しっかり発表準備を行えば、さらにより良いプレゼンテーションをすることができると考える。従って、今回の学会発表は今後の研究生活に繋がる有意義なものを得ることができた。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>ポスターセッションにおける他の研究者とのディスカッションおよびネットワークの構築を行った。さらに、口頭発表中の質疑も行った。これらを通して、今後の研究に繋がる情報や財産を得ることができ、大変有意義な学会活動ができた。</p> |             |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>まだ良く理解されていないダイヤモンドの化学サイトの情報を内殻光電子分光測定で直接的に研究するという内容での発表であった。発表および質疑応答は非常に良くできていた。参加者からの評価も高かった。本支援事業の目的の一つであるプレゼンテーション技術向上の目的は十分に達成されたと考えている。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>関連研究者の発表で活発に質疑を行っていた。また、発表後にも積極的に議論していた。本支援の目的の一つであるコミュニケーション能力の向上への努力が高く評価できる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |

# ホウ素1sのバルク成分、表面成分の分離



測定できる領域



A, B, C, Dがバルクの  
ホウ素1s

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：佐藤 晴一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 指導教員氏名：吉村 太彦 |
| 参加学会名：日本物理学会 第 62 回年次大会<br>期間：2007 年 9 月 21 日～2007 年 9 月 24 日<br>開催市名：札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
| 講演タイトル：原子を利用したニュートリノ対生成の基礎研究 I<br>リドベリ原子を利用した対生成<br>共著者：岡大院自然 <sup>A</sup> 、量宇セ <sup>B</sup> 、京大理 <sup>C</sup><br>大饗千彰 <sup>A</sup> 、岡林裕介 <sup>A</sup> 、幸田康成 <sup>A</sup> 、高橋徹 <sup>A</sup> 、別宮智志 <sup>A</sup> 、若林智章 <sup>A</sup> 、<br>中嶋享 <sup>B</sup> 、福見敦 <sup>B</sup> 、中野逸夫 <sup>A,B</sup> 、吉村太彦 <sup>A,B</sup> 、笹尾登 <sup>C</sup> 、南條創 <sup>C</sup><br>講演の概要：現在量子宇宙研究センターが研究を行っている、原子遷移を用いたニュートリノ対生成の基礎研究(特にリドベリ原子へのマイクロ波照射)について紹介した。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>口頭発表であったので、声は出来るだけ大きく明瞭にすることを意識し、実行することができた。今後の課題としては、質問時のやりとりにおいて、スライド等を使って十分な説明を行うことである。<br>本講演で行った研究は、従来の素粒子物理学の実験手法とは異なるアプローチということもあり、聴衆の興味をひくことができた。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>時間の許す限り、自身の研究と関連するセッションなどを聴講した。研究分野の現状に関する情報が入手でき、また自身の研究の位置付けも再確認することが出来た。またビーム物理領域、素粒子実験領域の若手奨励賞受賞記念講演を聴講した際に、研究内容はもちろんのこと、実験内容、当該人が研究の中で果たした役割を明瞭にすることが大切だと感じた。今後の自分に生かしたい。<br><br>学会発表に対する指導者の評価：<br>外国出張中であつたので、共同研究者であり学会で聴講された、中野教授から評価を得た。<br>“発表内容は、聴衆の注目を惹き、質問がいろいろ出された。これは、内容自身の注目度によるところもあるが、発表者のプレゼンによる点もおおいに あつたと評価する。”<br>学会時前に発表練習を何度も聞いて私自身も色々注文をつけたが、注意深く修正等を行った結果、学会発表を十分に乗り切れるだろうという、感触をもつことができた。内容的には、もう少し深く掘り下げればさらに良かっただろう。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>持ち前の積極性を発揮して同年配の学生との交流にも熱心だったようで、良かった。 |              |

# 原子遷移からのニュートリノ対生成

## 素過程

$$\text{マイクロ波} + |i\rangle \longrightarrow |f\rangle + \nu\bar{\nu}$$

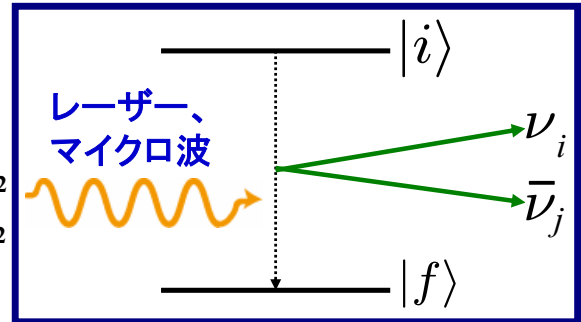
レーザーflux  $\sim 10^{18}$  [個/(mm<sup>2</sup>・sec)] @ 1W/mm<sup>2</sup>

マイクロ波flux  $\sim 10^{24}$  [個/(mm<sup>2</sup>・sec)] @ 1W/mm<sup>2</sup>

電磁過程と区別するために

→ **パリティ非保存量**を測定する必要がある。

(レーザーの偏光状態の差異によるレートの変化)



## ニュートリノスペクトロスコピーの原理[1]

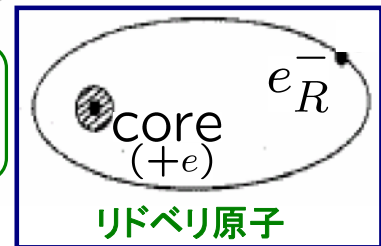
- **同種粒子効果**による反応レートの違いを用いることによってディラック型かマヨラナ型かを区別できる。
- **質量絶対値**はイベントが起こる閾値から、**混合角**はイベントの強度から情報が得られる。

詳細は、  
[22aZB-12]

[1] M. Yoshimura, "Neutrino pair emission from Excited Atoms", Phys. Rev D 75, 113007 (2007)

## 2. リドベリ原子とは？

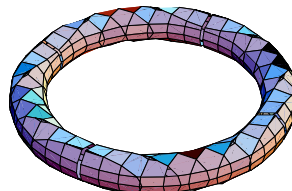
- ・ 最外殻電子の主量子数  $n$  が大きい励起状態
- ・ 水素原子に近い系。



### なぜリドベリ原子を用いるか？

- 対生成反応レートが、低励起原子より大きいと期待される。  
(パラメーター共鳴が関連) → Ref.[1]
  - 無数のエネルギー準位間隔の存在。
  - 電磁遷移の寿命が長い  $\propto 125[\mu\text{s}] \left(\frac{n}{50}\right)^3$  ( $n$ : 主量子数)
- **Circular state** ( $n, \ell=n-1, |m|=n-1$ )  $\propto 313[\text{ms}] \left(\frac{n}{50}\right)^5$

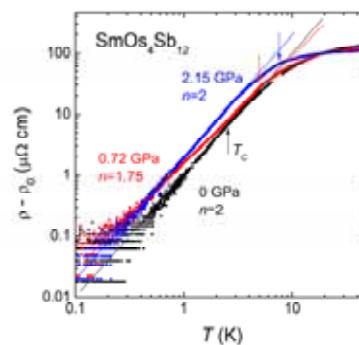
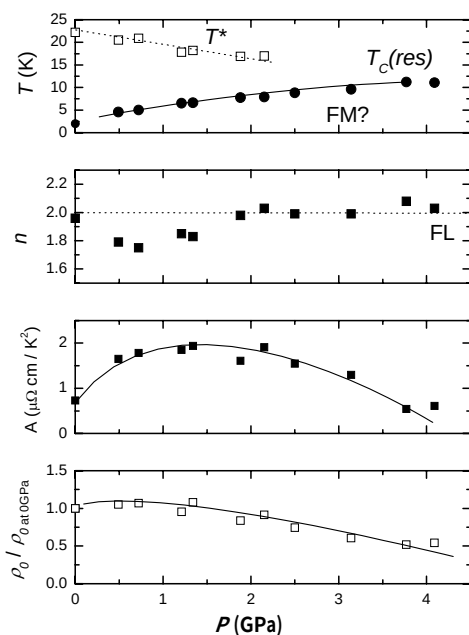
$$(n=10, \ell=9, m=9)$$





イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：田平 景輔                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 指導教員氏名：小林 達生 |
| 参加学会名：日本物理学会第62回年次大会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| 期間：平成19年9月21日～平成19年9月24日 開催市名：札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
| <p>講演の概要</p> <p>SmOs<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub>において高圧下の電気抵抗測定で観測された <math>n</math> や <math>A</math> の異常,NMR でみられた <math>T_2</math> の異常や <math>T_c</math> 以下で信号が消えるといった振舞いを詳しく調べるため高圧下磁化測定を行い,その結果を報告した.常圧では強磁性体的な振舞いが見られたが圧力下では通常の強磁性体とは異なる振舞いをしており,さらに詳しく実験を行う必要がある.</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>概要を提出する段階では磁化と比熱測定の結果を報告することになっていたが比熱の測定が間に合わなかったため,今回の学会では磁化の測定結果のみの報告になってしまった.</p> <p>ポスター発表では,実験に関する質問には正確に答えることができたように思う.また,実験結果のほかに圧力セルに関して興味を持たれた方もおり,それに関しての質問にもきちんと答えられたと思う.しかし理論的な指摘には答えられないこともあり勉強不足を感じた.</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>スクッテルダイト化合物の発表に加えて以前に測定をしたことのある Ce 化合物や Yb 化合物の発表も聞きに行き,自分が行っていない実験についての解析や考察など,勉強になった.これらの物質のポスター発表は自分のポスターの時間帯と重なっていたため,あまり見て回ったり話を聞いたりすることができなかったが圧力セルについてのポスター発表ではいろいろな意見を交換できたので良かったと思う.</p> |              |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>申請者がこの半年に行った, SmOs<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub> の高圧下における磁化測定の成果発表である.発表の内容は十分に練られており, 質の高い発表ができたと評価する.</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>他の研究者の発表を熱心に聞き,議論を行っており, 学会の場を十分に活用できていた.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |



量子臨界点は負の圧力領域にあると予想される

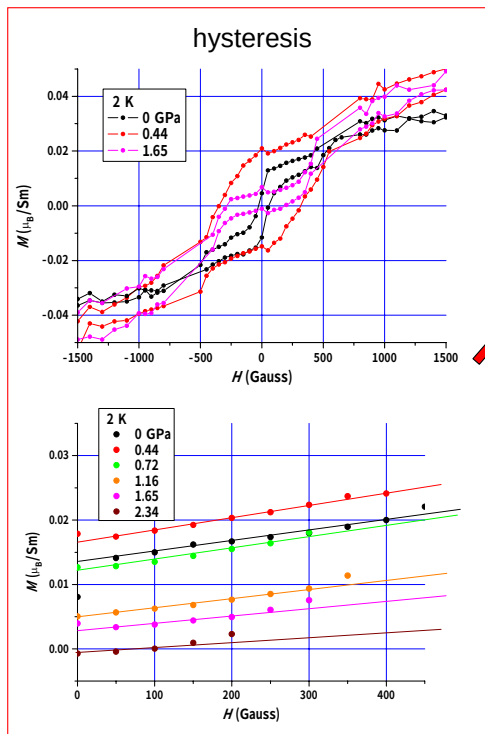


A 値は1 GPa付近でピーク

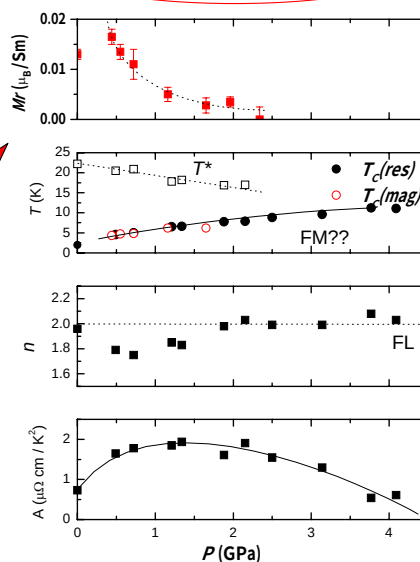
n は0.7 GPa付近でnon-Fermi liquid



これらの振舞いが本質的なものであるかどうかを圧力下での磁化測定で確認する



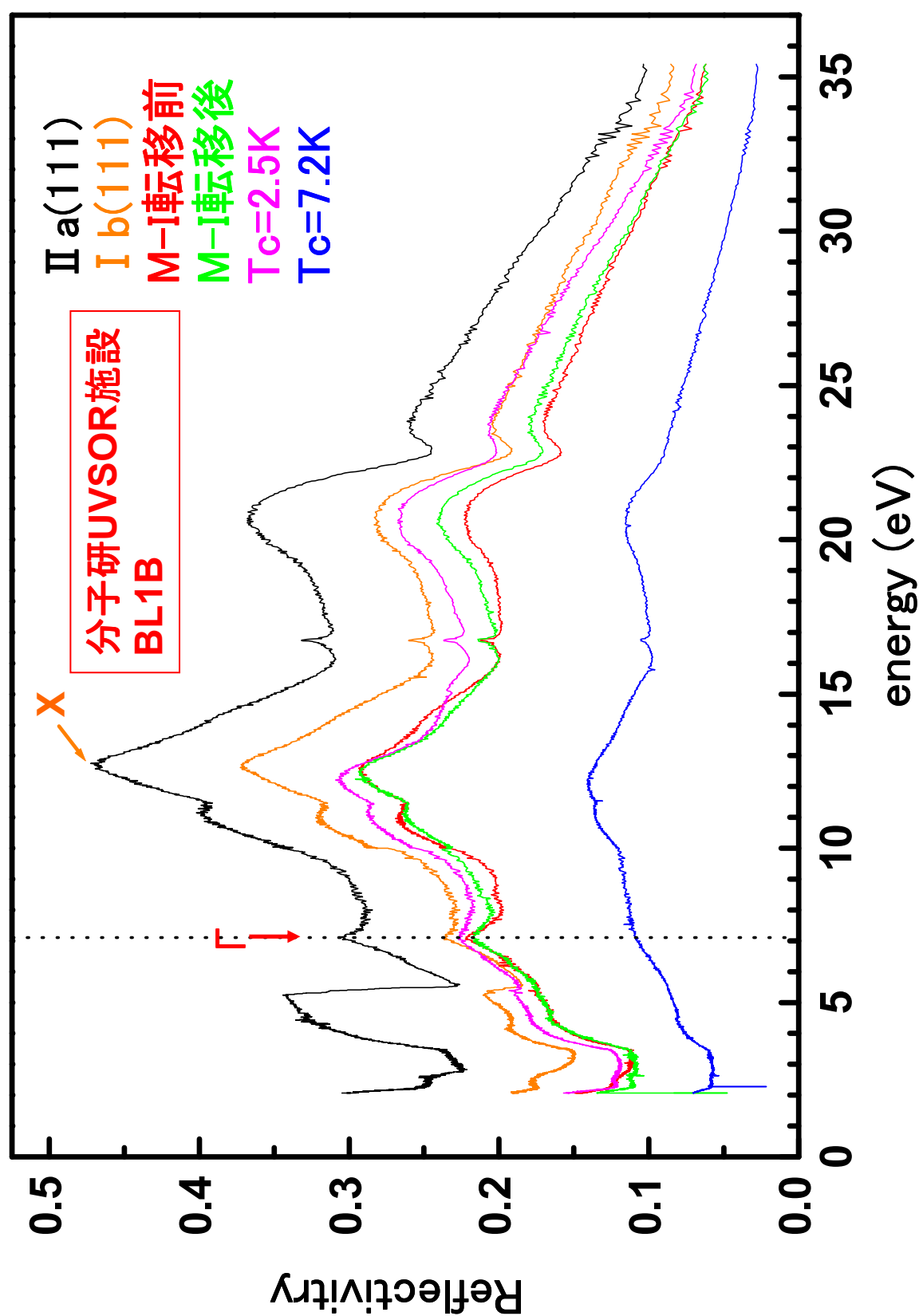
加圧下で残留磁化の減少



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

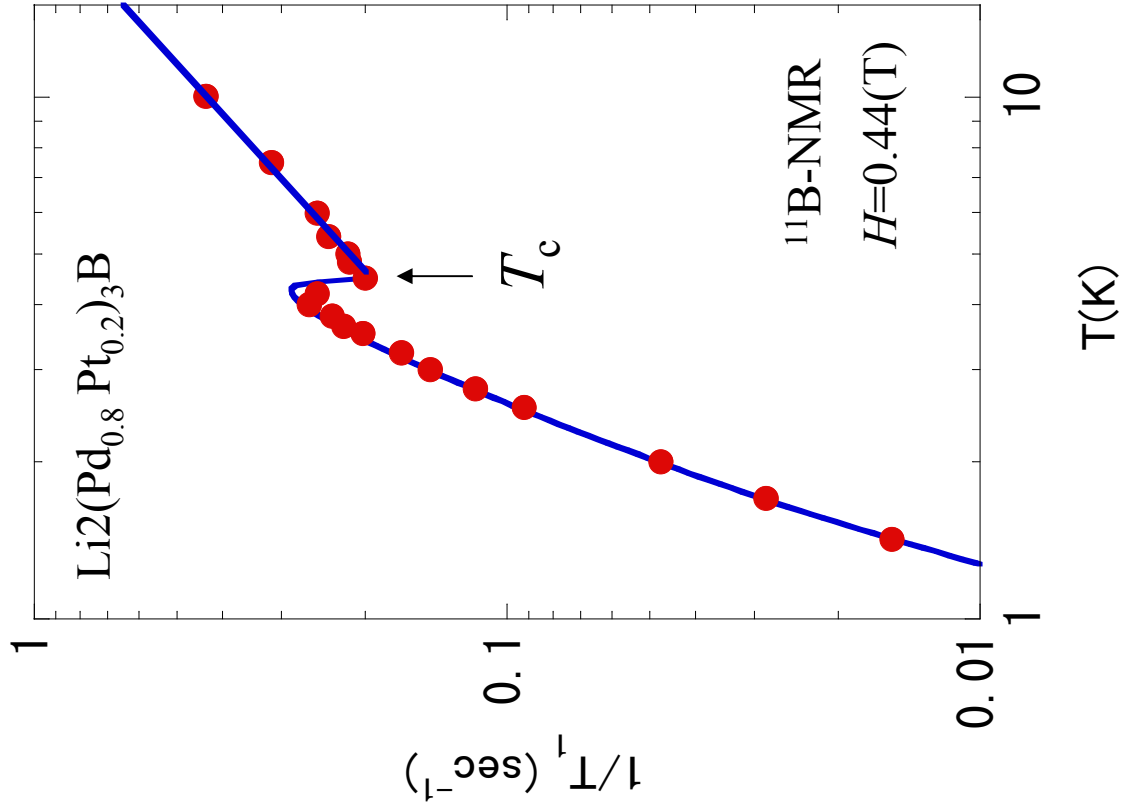
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：後藤 大輔                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 指導教員氏名：池田 直 |
| 参加学会名：日本物理学会第 62 年次大会<br>期間：2007 年 9 月 21 日～9 月 24 日 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| 講演タイトル：B ドープダイヤモンドの基本光学特性Ⅱ<br>共著者：有本収, 入大祐, 片桐毅, 伊藤稔, 池本夕佳, 高野義彦, 入山慎吾, 川原田洋<br>講演の概要<br>ダイヤモンドは 5.47eV のバンドギャップを持つ間接遷移方である。絶縁体であるダイヤモンドにボロンを少量添加すると P 型半導体になるが、濃度を増やしていくと M-I 転移を起こし、さらに高濃度になると超伝導を示す。高濃度試料に対する光電子分光等の実験研究は多くあるものの基本光学特性に関する研究は少ない。今回、分子研 UVSOR 施設の放射光を用いて純粋および数種のボロンドープダイヤモンドに対する真空紫外反射スペクトルを測定した。<br>学会発表に対する自己評価：<br>ポスター発表であったが、自分の主張したかったことがはっきりとできたと思う。また、討論する時間が長く取れたため、自分の気づかなかった意見など多くの貴重な意見をもらうことができた。しかし、細かい部分まで学習できていなかったため、はっきりと答えきれない質問もあったために、指摘を受けた部分などを改善して、この論文をさらによいものにしたいと思う。<br>学会活動に対する自己評価：<br>今回の学会発表で、まだまだ研究を煮詰めていかなければならないことを再確認できた。同じ試料を扱う発表者の人の話を聞いたことなどを参考にし、次につなげて生きたいと思う。 |             |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>彼の発表は多数の注目を集め活発な議論を行っていた。いくつかの事柄については丁寧な説明をしたが、一部返答に困る部分もあり、自分で学ぶべきことを発見していた。十分に学会発表をする価値があったと考えている。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>きちんと準備をしていた。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |

# 室温真空紫外反射スペクトル 垂直入射 (111)面



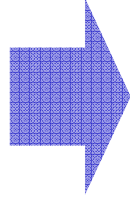
イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：神達 昌宏                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 指導教員氏名：鄭 国慶 |
| 参加学会名：日本物理学会 年次大会<br>期間：2006 年 9/20～9/25 開催市名：札幌（北海道大学）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             |
| <p><b>講演タイトル：</b>空間反転対称性の無い超伝導体 <math>\text{Li}_2(\text{Pt}_x\text{Pd}_{1-x})_3\text{B}</math> の NMR による研究</p> <p><b>共著者：</b>原田翔太、西山昌秀、稲田佳彦、鄭国慶</p> <p><b>講演の概要</b></p> <p>この物質は近年見つかった超伝導体であり、従来とは異なる超伝導発現機構があるのではないかと考えられており、現在注目を集めている。</p> <p>核磁気共鳴（NMR）法を用いて得られた <math>\text{Li}_2(\text{Pt}_x\text{Pd}_{1-x})_3\text{B}</math> における超伝導の対称性およびギャップの特徴を今回の学会にて口頭発表を行った。</p> <p><b>学会発表に対する自己評価：</b></p> <p>発表準備段階では慌てることもあったが、概ね順調に準備が行えた。</p> <p>しかし発表当日は初めての講演だったこともありとても緊張していた。そのため発表後の質問をよく聞き取れず、上手く答えることができない場面もあり、指導教官の助言を頂くことになってしまった。この点は改善したいと痛感した。</p> <p>ただ発表は時間通りにまとめることができ、また伝えたいことは伝えきることができたと思う。</p> <p><b>学会活動に対する自己評価：</b></p> <p>自分の研究分野に関することを中心に、口頭、ポスター、シンポジウムと様々な場所を回った。興味を引く点や、感心する点、時には疑問を持つ発表もあり、とても刺激を受けた。</p> <p>またなにより同じ分野の方と進捗状況や意見などを交換できた点もよかった。</p> <p>今回の学会では様々な研究が日本各地で行われていることを実感することができ、そして今後のモチベーション向上に繋がる収穫を得ることができ、大変有意義な会となった。</p> <p><b>学会発表に対する指導者の評価：</b></p> <p>初めての学会発表としては上々の出来たと思う。自分の仕事と共に先輩の研究もしっかりとアピールできたと思う。</p> <p><b>学会活動に対する指導者の評価：</b></p> <p>関連するセッションの発表を聞いて、有益な学会活動になったと思う。</p> |             |


 $1/T_1$ 


$T_c$ 直下にコヒーレンスピーク

⇨ 以下指数関数的に減少



超伝導ギャップが等方的に開いている

まだs波が支配的

$$2\Delta = 2.64 K_B T_c$$

## イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

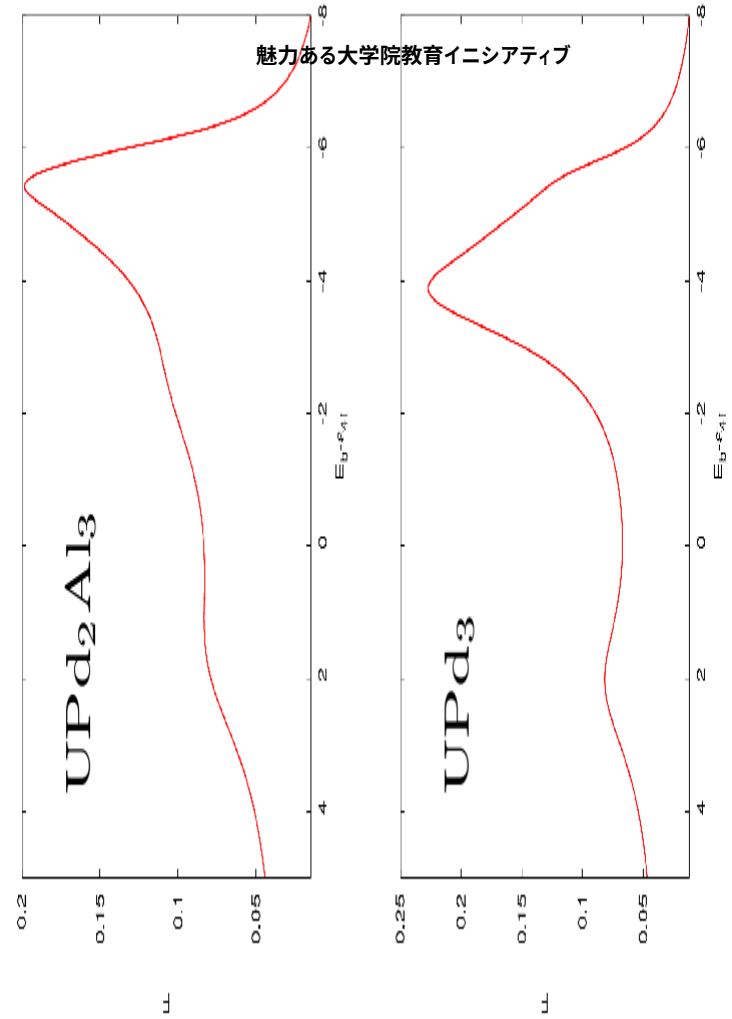
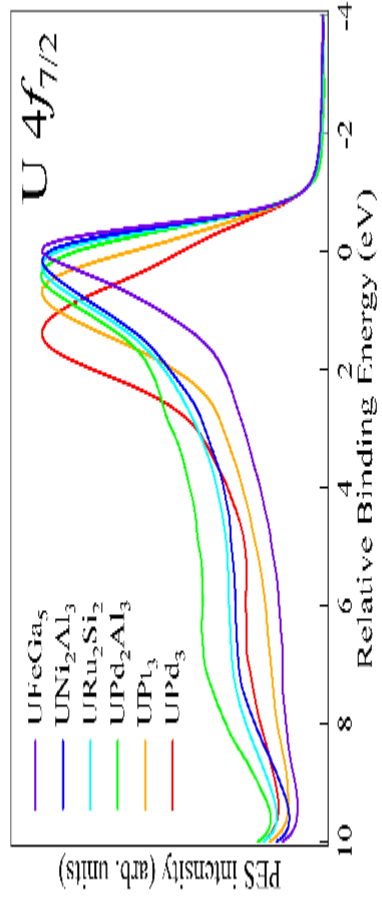
|                                                                                                                                                                             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：難波優輔                                                                                                                                                                  | 指導教員氏名：岡田耕三 |
| 参加学会名：日本物理学会第 62 年次大会                                                                                                                                                       |             |
| 期間：9/21～9/24                                                                                                                                                                | 開催市名：札幌市    |
| 講演タイトル：ウラン金属間化合物の光電子分光の理論                                                                                                                                                   |             |
| 共著者：岡田耕三                                                                                                                                                                    |             |
| 講演の概要                                                                                                                                                                       |             |
| 不純物アンダーソン模型に基づく GS 理論を用いてウラン金属間化合物として UPd <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> , UPd <sub>3</sub> における U 4f-XPS 及び U 5f-XPS の数値計算を行った。                                              |             |
| 混成の強さやバンド形状を変化させることによって求められた計算結果から U 4f-XPS と U 5f-XPS の系統的な変化について議論した。                                                                                                     |             |
| 学会発表に対する自己評価：                                                                                                                                                               |             |
| 多少トラブルはあったが、講演についてはさほど緊張もなく時間内に終わった。                                                                                                                                        |             |
| しかし討論については質問に対して上手く答えることができず、指導教官の力を借りた。                                                                                                                                    |             |
| 次の機会には一人で質問に答えることが課題として残った。                                                                                                                                                 |             |
| 学会活動に対する自己評価：                                                                                                                                                               |             |
| 自分の研究と関係している領域での最新の研究について、関係していない領域の話についても聞くことができ、これからの研究のために有益であり、刺激になりました。                                                                                                |             |
| 学会発表に対する指導者の評価：                                                                                                                                                             |             |
| 発表内容に関しては十分な量と質をもって準備を行うことができおり、プレゼンテーションも落ち着いて行うことができた。専門家との質疑応答に関しては十分であったとまでは言えないが、そもそも M1 学生にはかなり荷が重いことでもあり、今後修練を重ねてもらいたい。総評としては、難波君の発表は他の一般的な学生の学会発表の水準に十分に達していたと判断する。 |             |
| 学会活動に対する指導者の評価：                                                                                                                                                             |             |
| 学会期間中はシンポジウムのセッション、及び領域 5 の一般講演を中心に熱心に聴いていた。現在進めている研究の参考となる情報の収集することだけでなく、学会全体の一般的動向に関しても勉強することができたものと考ええる。                                                                 |             |



# ウラン金属間化合物の 光電子分光の理論

岡山大学自然科学研究科  
難波優輔、岡田耕三

## 計算結果

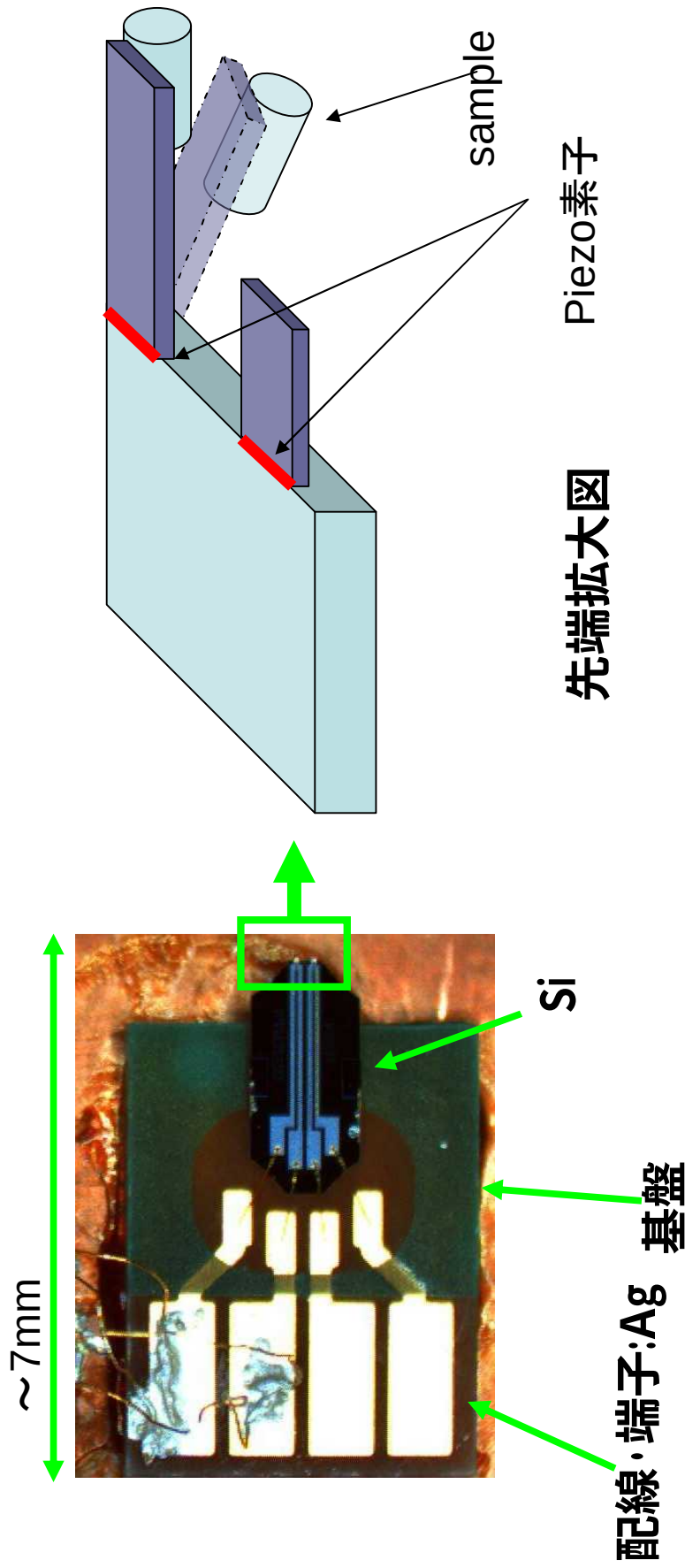


魅力ある大学院教育イニシアティブ

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：佐藤俊介                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 指導教員氏名：大嶋孝吉 |
| 参加学会名：日本物理学会第 62 回年次大会<br>期間：9 月 21 日～9 月 24 日<br>開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |
| 講演タイトル：超伝導体のカンチレバー法による微小トルク測定<br>共著者：神戸高志、梶芳功系兆、大嶋孝吉<br>講演の概要<br>AFM 用カンチレバーを用いた磁気トルク測定の結果を発表し、具体的にはカンチレバーの特性評価、Nb や $\kappa$ - $\text{ET}_2\text{Cu}(\text{NCS})_2$ の磁気トルクの磁場依存性、温度依存性などについて発表した。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>学会での発表は初めてだったが、いかにして他人に自分の研究内容をわずか 10 分のあいだに知ってもらうようにするか、その難しさをプレゼンの資料作成時から質疑応答が終わるまで痛感した。自己評価としては発表中は緊張したものの自分の伝えたかったことは言い切ったと思う、しかし質疑応答では質問に対する的確な回答が必ずしもできなかったためその点は今後の課題である。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>期間中多種多様な人々の発表を聴きに行ったが、発表内容はまさに玉石混合で話し方一つで聴き手の興味が変わってしまうということは今後の自身の発表の仕方においてとても参考になった。また、興味をもっていた分野の最先端の研究内容・研究事情をまとめて聴けたことは、これからの研究計画をたてる上で非常に有益であった。 |             |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>原子レベルの測定ができるカンチレバーをどこまで簡便に、広い温度範囲まで利用できるかということを研究した結果を発表したが、比較的高温まで使用できる点を明らかにし、よく知られていなかった、素子の特性を明らかにできたことが評価できる。<br>発表は初めてであったが、質疑にも、内容の妥当性はともかく、臆することなく答えることができたことは、M1 セミナーなどの経験が生きていると感じられた。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>特に広い分野の発表を聴いているようには見えなかったが、自分の興味をもったセッションに集中して出席して、新たな知識を得ようとしていた点が評価できる。                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |

# piezo-resistive micro-cantilever



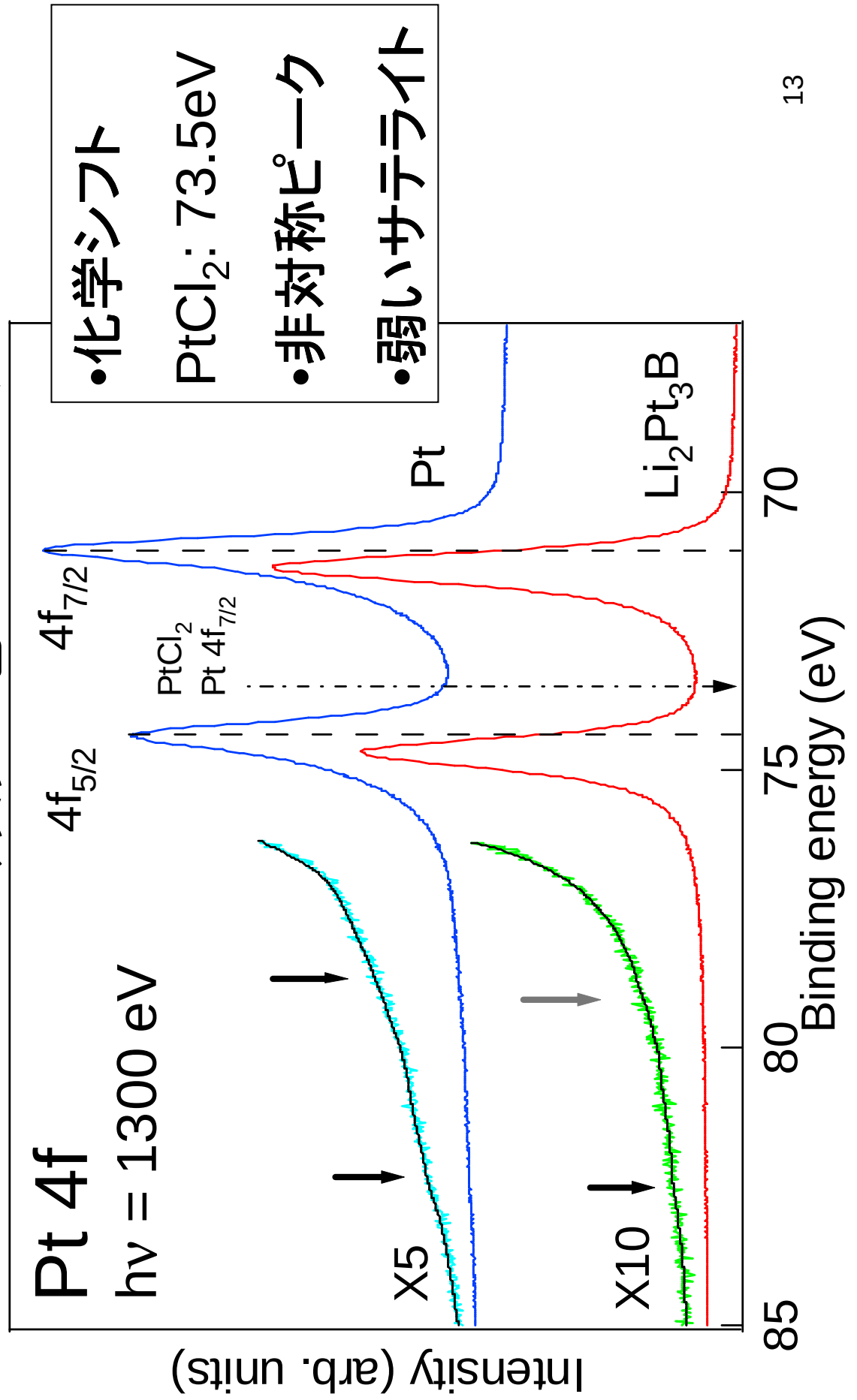
- 測定用と校正用の針を持ち、外部依存性をキャンセルする
- 試料にトルクが加わる→接合部のピエゾ素子の抵抗変化を利用

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：吉田 力矢                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 指導教員氏名：横谷 尚睦 |
| 参加学会名：日本物理学会・第 62 回年次大会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| 期間：9/20/07-9/25/07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 開催市名：北海道札幌市  |
| <p>講演タイトル：Li<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>Bの軟X線光電子分光及び電子線発光分光</p> <p>共著者：岡大院自然<sup>A</sup>、JST-CREST<sup>B</sup>、JASRI/SPRing-8<sup>C</sup>、物材機構<sup>D</sup>、産総研<sup>E</sup><br/>         吉田力矢、岡崎宏之<sup>A</sup>、田嶋光俊<sup>A</sup>、村岡祐治<sup>A,B</sup>、平井正明<sup>A</sup>、<br/>         室隆桂之<sup>C</sup>、竹屋浩幸<sup>D</sup>、平田和人<sup>D</sup>、長谷泉<sup>E</sup>、横谷尚睦<sup>A,B</sup></p> <p>講演の概要：Li<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>BとLi<sub>2</sub>Pd<sub>3</sub>Bは同一の結晶構造を示す超伝導体でありながら、その超伝導特性は異なることが知られている。今回はまだ報告例がないLi<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>Bの軟X線光電子分光による内殻構造及び価電子帯の直接的観測、また電子線発光分光による部分状態密度の観測を行った。観測結果から、Li<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>Bの電子相関に関する情報が得られた。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>今回は初めて全国規模の学会で発表することもあり、発表の事前準備と発表練習に前々から取り組んだが、発表後それらがまだまだ不十分であったと痛感した。特に発表スライドに載せる関連文献の取捨選択の仕方、論理の組み立て方には更なる熟考の用地があったと感じているし、発表練習に関しても自身が充分だと考えていた以上の練習をしておく必要があったと思う。当日の発表に関しては、大きな声で発表すること、話すスピード、聴衆の方に向けて話すなどの発表の基本をできるだけ心がけ、それらの点は満足に達成できたと考えている。次回の学会発表では、今回達成できた事、達成できなかった事を踏まえ、より良い発表にできるように努力したい。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>自身が取り組んでいる試料は新物質ということもあり、関連発表数自体は多くなかったが、その全ての情報を収集でき、また一部の方々と議論をすることができ事は評価できると思う。しかしながら十分な議論は行えず、さらに議論の上で前提となる自身の知識はまだまだ不十分であると痛感し、その点は今後一層の努力を費やす所存である。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>今回吉田君は、空間反転対称性のない超伝導体 Li<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>B が電子相関の弱い物質であると支持する研究結果を口頭発表した。会場での質問にも落ち着いて答えており、その点は初めての発表として十分評価できる。また、直前に同じ物質を研究しているグループの発表があり、自身の発表との関連性をその場で考慮し発表に反映させなければならない状況を経験したのは、プレゼンテーション技術向上の良い訓練になったと考える。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>さまざまなセッションに積極的に参加し、様々な人のプレゼンテーションを見る機会を進んで持ったことは評価でき、本人の参考にもなったと考える。今回は議論をする機会を少ししか持つ事ができなかったようなので、次回以降は更に自身の研究に対して理解を深めた上で質問等も積極的に行い、コミュニケーション力の向上に努めてもらいたい。</p> |              |

# Li<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>B, Pt

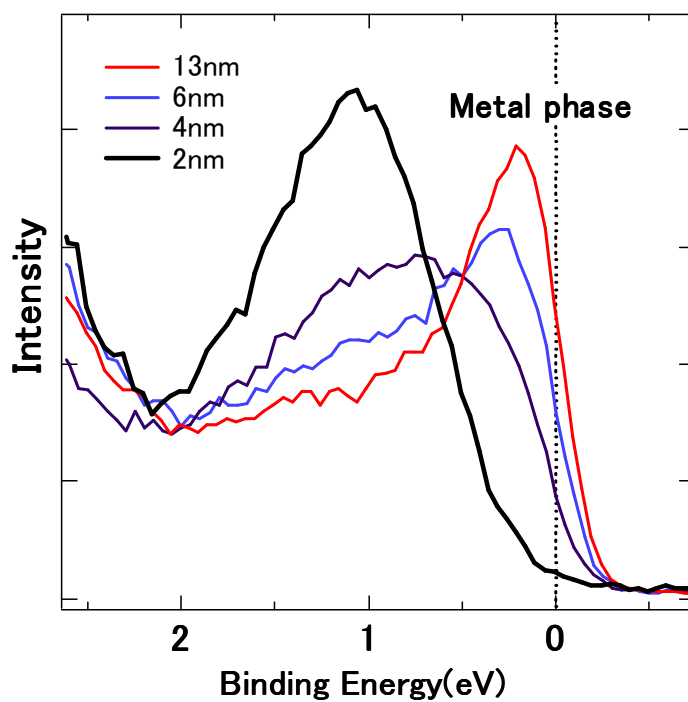
## Pt 4fの内殻光電子スペクトル



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：佐伯 邦成                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 指導教員氏名：村岡 祐治 |
| <p>参加学会名：日本物理学会第 62 回年次大会</p> <p>期間：平成 19 年 9 月 20 日～平成 19 年 9 月 22 日 開催市名：札幌市</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
| <p><b>講演タイトル：</b>TiO<sub>2</sub>(001) 基板上に作製した VO<sub>2</sub> 薄膜における金属－絶縁体転移の膜厚依存性<br/> 共著者：佐伯邦成、村岡祐治、脇田高德、平井正明、横谷尚睦、江口律子、辛埴、仙波泰徳、大橋治彦</p> <p><b>講演の概要</b></p> <p>VO<sub>2</sub> を TiO<sub>2</sub>(001) 基板上に作製すると基板と薄膜の格子定数のミスフィットにより VO<sub>2</sub> の金属－絶縁体転移(MIT)温度に変化が生じる。最近、膜厚を薄くすると MIT が消失し、極薄膜では絶縁体となる実験結果を得た。極薄膜の電子状態を光電子分光測定により調べると、温度変化による VO<sub>2</sub> 絶縁相とは異なる結合エネルギー位置にスペクトルを観測した。このスペクトルの起源について議論する。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>全体としては上手く時間内に発表できたと思います。しかし、注意しなければいけない部分など前もって準備しており、その部分を意識して伝えようと思っていたのですが実際は思っていたより上手く説明できなかったことが今後の課題としてあると思います。また質問に対する受け答えに関しても後から考えるとこういう風に言えばよかったなということが多くあり、質問に対する正確な受け答えはこれからもっと経験をつんでいかなければならないと思いました。しかし事前に考えて準備していた質問も多くあり、それに対しては上手く答えられました。様々な点で今後に向けて非常に良い経験ができたと思います。</p> <p>学会活動に対する自己評価：多くの発表を見聞きし、実験手法や原理など自分の研究のために必要な様々な知識や考え方を学べたことはとてもよかったと思います。また、わからないことも多く、自分の知識に足りないものは何なのか、そのために今、何を勉強すべきかが少しわかりました。この経験を今後に生かしていこうと思いました。</p> |              |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>堂々とした発表であった。事前によく練習した成果であろう。質問を比較的多く受けたが、これは発表内容が聴衆によく伝わった証拠であると思われる。実際、本質をついた質問が多かった。答えられるものにはよい対応をしており、自分なりによく考えて研究を行っていることが分かる態度であった。前回の物理学会に続く発表であったが、本人の成長を感じさせる、よい発表であった。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>関連物質、関連する分野の講演をよく聞き、また、質問や議論により積極的に情報を収集していた。知識や経験をはじめ今後の研究活動に必要な多くのものを得ており、大変有意義な学会参加であったと判断している。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |

## 光電子分光による測定結果

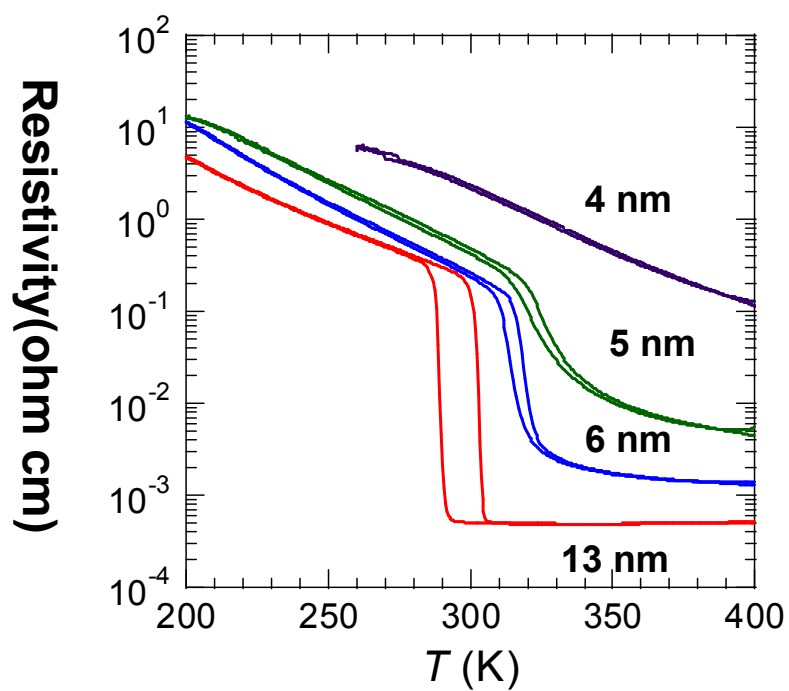


膜が薄くなるにつれ金属相のスペクトルが消失

極薄膜(2nm)では完全に絶縁体

電気抵抗測定結果

膜が薄くなるにつれ金属－絶縁体抵抗が消失  
金属相が絶縁体化





イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：田嶋 光俊                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：村岡 祐治 |
| 参加学会名：日本物理学会 第 62 回年次大会<br>期間：2007 年 9 月 20 日～2007 年 9 月 25 日 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
| <p>・講演タイトル：ホランダイト型マンガン酸化物(NH<sub>4</sub>)<sub>x</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub> の電子状態</p> <p>・共著者：岡山大院自然<sup>A</sup>、岡山大理界面<sup>B</sup>、JASRI/SPring-8<sup>C</sup>、JST-CREST<sup>D</sup><br/>田嶋光俊<sup>A</sup>、村岡祐治<sup>A,B,D</sup>、脇田高德<sup>B</sup>、平井正明<sup>A</sup>、<br/>室隆桂之<sup>C</sup>、為則雄祐<sup>C</sup>、横谷尚睦<sup>A,B,D</sup></p> <p>・講演の概要：</p> <p>一次元のトンネル構造を有するホランダイト型マンガン酸化物(NH<sub>4</sub>)<sub>x</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub> を合成し、その電子状態を光電子分光測定により調べた。窒素はアンモニウムイオンとして結晶内に存在することや、価電子帯のスペクトルがペロブスカイト型マンガン酸化物のものによく似ていることがわかった。また、マンガンの内殻 3s スペクトルからマンガンイオンの価数についての情報も得られた。</p> <p>・学会発表に対する自己評価：</p> <p>全国規模での発表は初めてということで、発表練習や事前準備を行ってはいったものの、いざ発表のときには若干説明不足になるところや、質問に対して即座に回答ができないなど、学会発表に対する準備・心構えがまだ不十分であり、自身が考えている以上の準備が必要であることを感じた。しかし、発表練習を繰り返し行っていたことで、実際に発表するときには声の大きさや話すスピードなど基本的な部分については、自身で満足のいくものだった。今回の学会発表を良い教訓として、次回からはさらに良い発表にできるよう努力していく。</p> <p>・学会活動に対する自己評価：</p> <p>口頭発表では質問をできなかったものの、ポスターセッションでは講演者と議論することができ、自身の研究分野における新たな知見が得られた。しかし、議論をしていく上で自身の知識不足を痛感した。今後はこれまで以上に勉学に励んでいく。</p> |              |
| <p>・学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>口頭発表でははっきりと分かりやすく内容を説明していた。これは事前に繰り返し発表練習を行った成果であろう。また、質問にも、答えることができるものにはよい対応をしていた。得られた結果について自分なりによく考えていることを感じさせる対応であった。全体として堂々とした立派な発表であり、本人の将来性を感じさせるのに十分な内容であった。</p> <p>・学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>関連分野、関連物質の講演をよくきいており、積極的に情報を集めている様子がよく分かった。また、学会を通じて知人・友人を得たようである。収穫の多い学会活動であったと判断している。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |

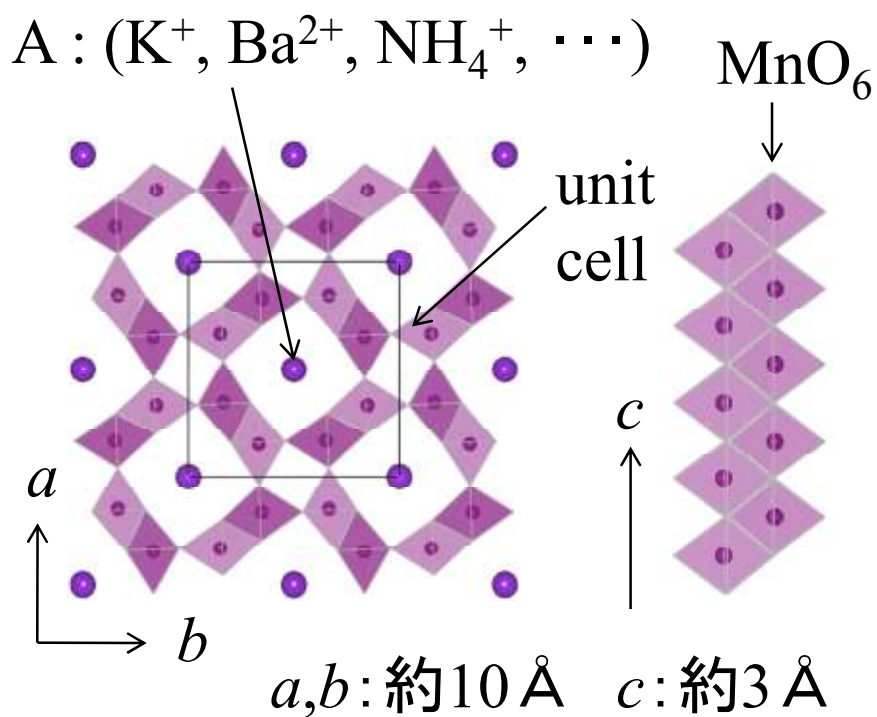
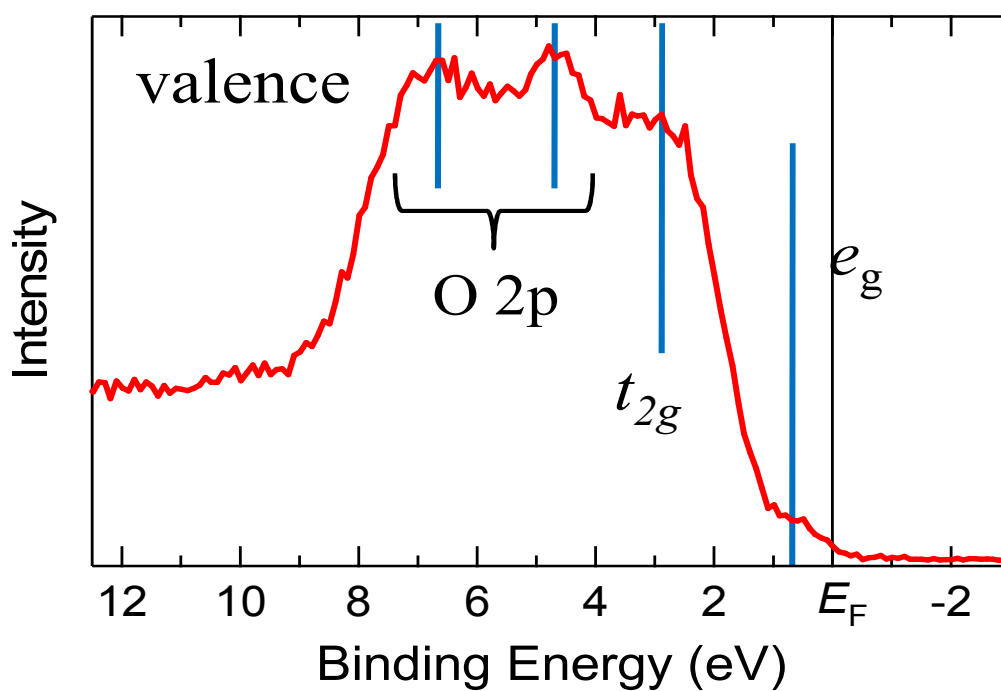
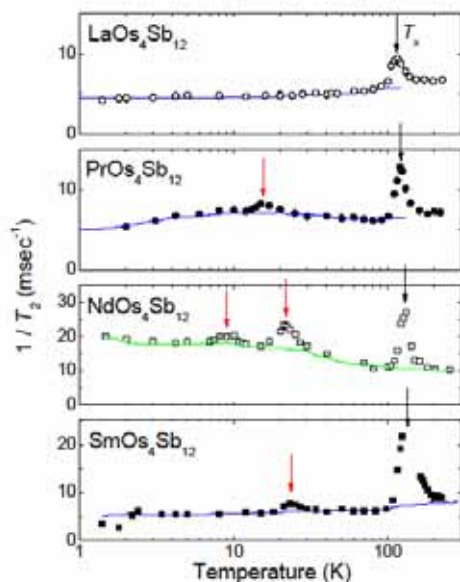
Fig.1  $(NH_4)_xMn_8O_{16}$  の結晶構造

Fig.2 価電子帯の光電子分光スペクトル

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

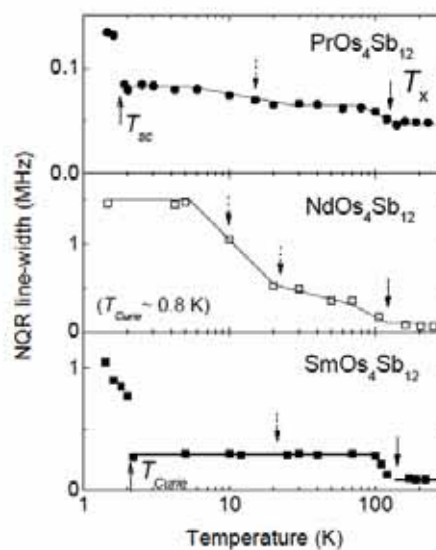
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：入江祐太                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 指導教員氏名：小林達生 |
| 参加学会名：日本物理学会 第 62 回年次大会<br>期間：9 月 21 日（金）～9 月 24 日（月） 開催市名：北海道札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |
| 講演タイトル：スクッテルダイト化合物における NQR による電荷揺らぎの観測<br>共著者：入江祐太，小手川恒，日高宏之，小林達生，菊池大輔，菅原仁，佐藤英行，<br>龍岡翔，田中謙弥<br><br>講演の概要<br>スクッテルダイト化合物 $\text{ROs}_4\text{Sb}_{12}$ ( $\text{R} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}$ )， $\text{PrRu}_4\text{Sb}_{12}$ ， $\text{PrFe}_4\text{Sb}_{12}$ における Sb-NQR 測定および $\text{LaFe}_4\text{As}_{12}$ における As-NQR 測定を行なった．その結果，全ての Sb 系において電荷揺らぎによる $T_2$ の異常が観測された．講演では超音波実験との比較や，NQR スペクトルにおける線幅の増大を報告し， $T_2$ の異常の起源について議論した．<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>我々は $T_2$ を通して電荷揺らぎを観測した．このような実験はほとんど行われていないため， $T_2$ の異常と電荷揺らぎとの関係を問う質問が多かったが，自分の理解している範囲で答えることができた．また，超音波実験の専門家と議論することで， $T_2$ の異常と超音波実験の結果とがよく対応していることがわかった．しかし的確に説明できなかった点もあったため，もう少し勉強し発表資料も工夫する必要があるあった．<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>学会に参加することで様々な研究発表を聞くことができた．特に $\text{LaFe}_4\text{Sb}_{12}$ ， $\text{YbFe}_4\text{Sb}_{12}$ における Sb-NQR についての発表では，我々の研究との対応を議論できた．他にも U 系や Ce 系における超伝導の研究が興味深かったが，内容が難しく勉強が足りていないと思った． |             |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>申請者が一年間行ってきた，一連のスクッテルダイト化合物における $T_2$ 異常についての成果発表である．<br>発表の内容は十分に練られており，質の高い発表ができたと評価する<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>他の研究者の発表を熱心に聞き，議論を行っており，学会の場を十分に活用できていた．                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |

## $ROs_4Sb_{12}$ 系における $T_2$ と線幅



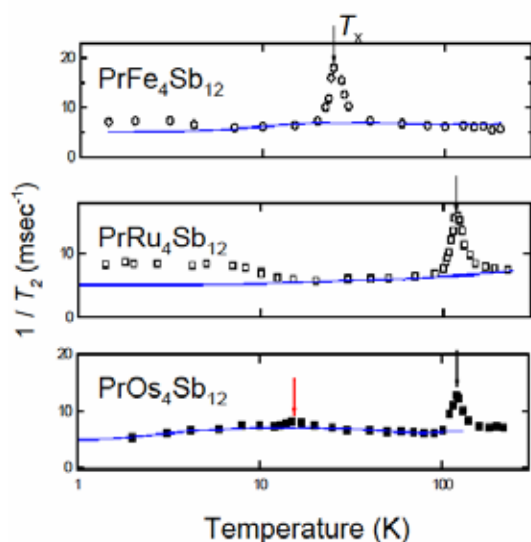
$T_x$ で $T_2$ の異常

希土類イオンにあまり依存しない

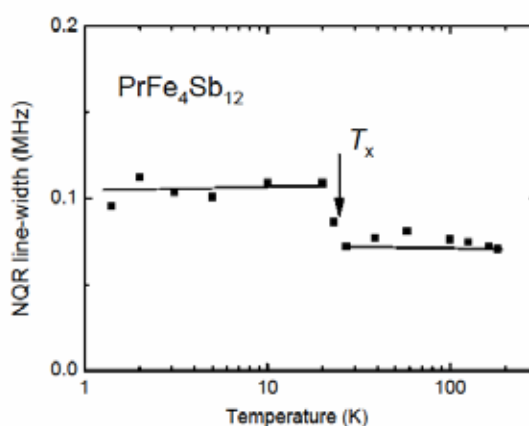


$T_x$ 以下で線幅が増大

## $PrT_4Sb_{12}$ 系における $T_2$ と線幅



$LaFe_4Sb_{12}, YbFe_4Sb_{12}$ においても $T_2$ の異常が観測されている



遷移金属が変わっても、 $T_2$ の異常は観測された

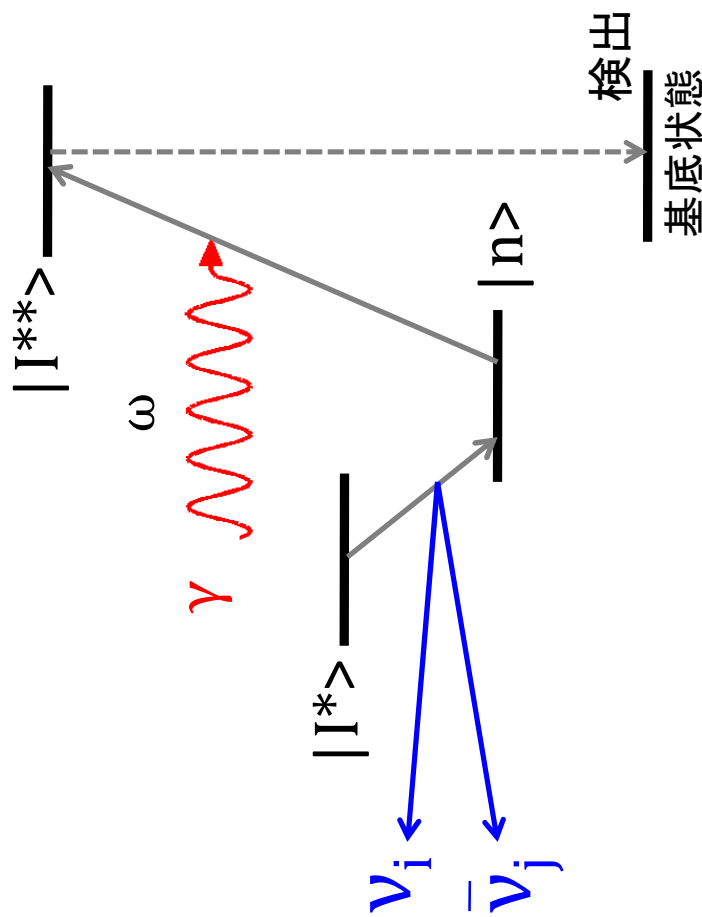
$LaFe_4Sb_{12}$  中井ら 2007年春 物理学会 20aWP-3

$YbFe_4Sb_{12}$  家羽ら 2007年春 物理学会 21aWK-6

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名： 高橋 徹                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 指導教員氏名： 吉村太彦 |
| 参加学会名： 日本物理学会 年次大会<br>期間： 9/21 - 9/24 開催市名： 札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| 講演タイトル：原子を利用したニュートリノ対生成の基礎研究Ⅱ：ニュートリノスペクトロスコピーと宇宙背景ニュートリノ検出に向けて<br>共著者： 吉村太彦<br>講演の概要<br><p>全く新しい実験である、原子を利用したニュートリノ対生成実験の原理について説明し、ニュートリノの質量、混合角、型が原理的に測定可能であることを述べた。また、この実験を利用した、宇宙背景ニュートリノ検出の原理を提唱した。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>10 分の発表時間の中で、自分たちの研究について説明することは案外難しかった。細かいことをぐだぐだ述べず、重要なことだけを丁寧に説明することは今回のような短時間の発表では重要であることがわかった。また、「まあこれくらい知っているだろう」、という傲慢な発表の仕方は通用しないこともわかった。</p> <p>発表では思ったよりも緊張せずそれなりにこなせたと思う。私たちの研究に興味を持ってくれた方も多く、質問をいくつもしてもらえたのはよかった。だが、答えられなかった質問もあり、今回の発表で反省すべき点であると思う。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>普段はなかなか他大学の先生や学生と交わることが少ないため、このように多くの人が集まり様々な研究を発表するという場は非常に楽しく刺激的なものだった。</p> |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>外国出張中であつたので、共同研究者であり、学会で聴講された、中野教授から評価を得た。“レリックスニュートリノの観測という興味ある題目で、聴き手の興味を惹いていた。質問もいろいろあった。聴衆が普段考えていないテーマのせいか、考えが足りない質問もあったが、実験を遂行するにはどうすればいいのかが、伝わりづらかった面があった。発表は丁寧に、落ち着いて行われ、発表者の意図は十分伝わったと評価します。” 学会時前に発表練習を何度も聞いて私自身も色々注文をつけたが、注意深く修正等を行った結果、学会発表を十分に乗り切れるだろうという、感触をもつことができた。内容は、アイディアとして画期的であり、世界的に注目されている。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>持ち前の積極性を発揮して同年配の学生との交流にも熱心だったようで、良かった。                                                                                                                                                                                                              |              |

## 2. レーザー照射による 低励起原子からのニュートリノ対生成



- 二つの準安定状態  $|I^*>, |n>$   
寿命  $\sim 1\text{sec}$
- エネルギー差  $E_{I^*} - E_n = 0\text{eV} \sim \text{数eV}$
- $|n>$  の初期populationはゼロ
- 終状態  $|I^{**}>$  へレーザー励起  
エネルギー  $\omega = E_{I^{**}} - E_n$
- 基底状態への遷移

- 同種粒子効果により、MajoranaかDiracかの区別ができる
- 混合角 ( $\theta_{12}, \theta_{13}$ )、質量 ( $m_1, m_2, m_3$ ) の情報を含む  
(mixing matrixの  $U_{ei}$  に絡むので  $\theta_{23}$  に依らない)

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：吉澤 毅                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：吉野 雄二 |
| 参加学会名：日本数学会秋季総合分科会<br>期間：平成 19 年 9 月 21 日から 24 日まで 開催市名：仙台市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| 講演タイトル：局所コホモロジー加群の一般化とその消滅について II<br>共著者：高橋亮、吉野雄二<br>講演の概要<br>今回の講演では、局所コホモロジー加群の一般化である加群に関して講演を行った。特に、すでに得られている一般化された局所ホモロジー加群の消滅に関する結果に加えて、今回新しく得られた Lichtenbaum-Hartshorne 型消滅定理の拡張に関して講演を行った。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>公演時間は 15 分のみで研究成果を詳しく解説することが出来なかった。この原因は、OHP を使用せずに黒板を用いて講演を行ったためである。また黒板を使用したことにより、聴衆と向き合って話せる時間が少なくなってしまったことも反省すべき点である。しかしながら、話す速さ、時間配分、立ち位置などを意識しながら講演できたことに関しては満足している。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>他者の講演を聴講することによって、自分の専門分野以外の知識を得られただけでなく、話す技術も多く学べたと思う。さらに日本数学会賞の授賞式も、これからの研究活動を進めていくに当たり大きな刺激となった。 |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>私自身は今学会には私事のために出席できなかったが、当該時間に座長を担当した明治大学蔵野教授によると、吉澤君は無難に発表をこなしたとのことであった。講演内容についても十分吟味されており、好感の持てるものであったとの報告を受けている。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>学会に参加して自らの発表のみならず、多くの他の研究者の発表を聞く機会を与えられたことは、吉澤君本人が言っているように大変大きな刺激になったようである。これが、今後の彼の研究活動に有意義であろうことは異存がないと思う。                                                                                                                                                                                                                                                   |              |



## Lichtenbaum-Hartshorne Vanishing Theorem

$(R, \mathfrak{m}) : n\text{-dim local ring}$

$I \subsetneq R : \text{ideal}$

$\hat{R} : \mathfrak{m}\text{-adic completion of } R$

TFAE

$$(1) \ H_I^n(R) = 0$$

$$(2) \ \mathfrak{p} \in \text{Assh}(\hat{R}) \Rightarrow \dim \hat{R}/(I\hat{R} + \mathfrak{p}) > 0$$



## Main Theorem

$(R, \mathfrak{m}) : n\text{-dim local ring}$

$I, J \subsetneq R : \text{ideals}$

$\hat{R} : \mathfrak{m}\text{-adic completion of } R$

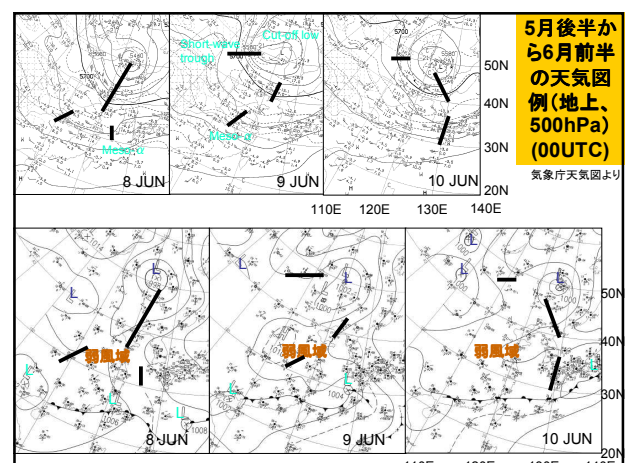
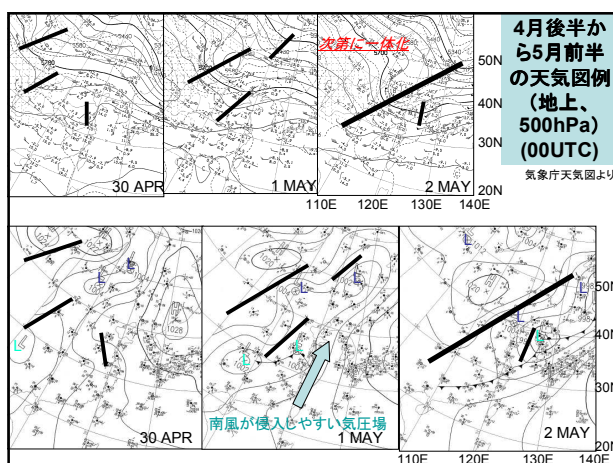
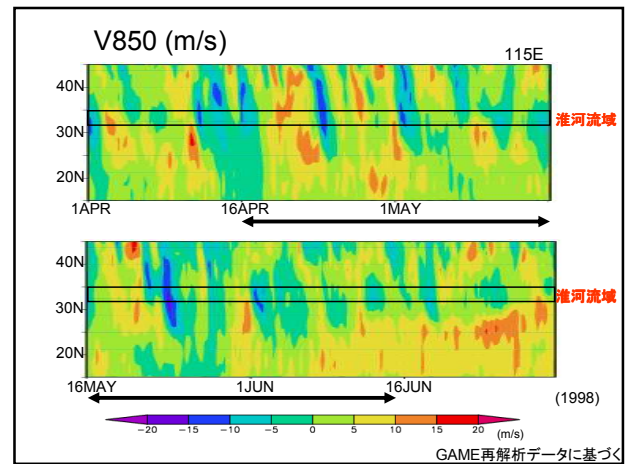
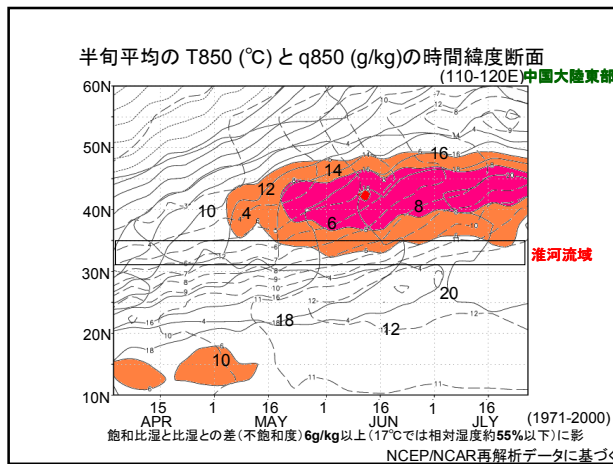
TFAE

$$(1) \ H_{I,J}^n(R) = 0$$

$$(2) \ \mathfrak{p} \in \text{Assh}(\hat{R}) \text{ s.t. } J\hat{R} \subseteq \mathfrak{p} \\ \Rightarrow \dim \hat{R}/(I\hat{R} + \mathfrak{p}) > 0$$

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 申請者氏名：池田祥一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：塚本修 |
| 参加学会名：日本気象学会 2007 年度秋季大会<br>期間：平成 19 年 10 月 14 日～16 日      開催市名：札幌市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |
| 講演タイトル：春から梅雨期の中国大陸上の前線帯北方の水蒸気量の季節的变化と大規模場について<br>共著者：加藤内蔵進（岡山大学教育学部理科教室）<br>講演の概要<br>長江・淮河流域が梅雨最盛期を迎えた時期に、前線帯での降水系のふるまいへの影響も小さくない可能性がある梅雨前線帯北側の空気の乾燥度について、季節進行としての水蒸気場の変動に関連した大気場のプロセスについての解析を報告した。<br>NCEP/NCAR 再解析データに基づいた 1971～2000 年の平均場から、気温の上昇に対して水蒸気の増加が大きいために梅雨最盛期前に相対的に乾燥した季節経過をすることが明らかになった。日々の現象とのかかわりにも注目した GAME 再解析データに基づく 1998 年の事例解析から、淮河流域が南北のシステムのはざまに位置し南風が間欠的に侵入する機会も減少していたことが示され、前線帯そのものの変動のみならず北方の寒帯前線帯の擾乱の関わり方の季節的变化にも関係していることが示唆された。<br>学会発表に対する自己評価：<br>昨年の気象学会関西支部例会で発表した研究をさらに進めた内容であり、全国での発表は今回が初めてであった。発表途中マシントラブルがあり、学会の最終日であったため、会場の規模に比べて聴講者は少なかったが、セッションの後にも有益な議論が出来た。<br>学会活動に対する自己評価：<br>自分の研究に直接関係のあるものはもちろん、他の分野の情報も収集し、また研究者と交流することで、自身の研究に対する視野を広げることが出来た。 |            |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>梅雨前線帯に関するこれまでの研究をまとめたもので、季節進行としての水蒸気場の変動に関連した大気場のプロセスについての解析を中心にしたものである。<br>まだ不十分な点はあるが、学位論文の最終的なとりまとめに向けて全国規模の学会発表の場で報告したことは有意義であったと考えられる。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>自分の報告に対する他の研究者の意見を聞き、議論することで自分の考え方が整理できる。また、他の研究者の講演・発表を聞くことも自分の研究に大変有意義であると考えられるので、今回の学会参加は今後の研究の進展に大きく寄与すると考えられる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：重田 祥範                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 指導教員氏名：塚本 修 |
| 参加学会名：2007 年度 日本気象学会秋季大会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |
| 期間：2007 年 10 月 14～16 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 開催市名：北海道札幌市 |
| <p>講演タイトル：</p> <p>D112 季節変化に伴うヒートアイランド強度の時空間的特徴<br/>-岡山平野の広域的な細密調査-</p> <p>D113 都市域のヒートアイランド現象が植物季節に与える影響<br/>-岡山平野におけるソメイヨシノの開花を例として-</p> <p>共著者：大橋 唯太（岡山理科大学総合情報学部）</p> <p>講演の概要</p> <p>2006 年に岡山平野におけるヒートアイランドの調査結果を発表した。講演では、測定器の開発から実際の調査方法まで述べた。また、2 件目の発表では、ヒートアイランド現象がソメイヨシノの開花日に与える影響について講演した。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>本学会では、岡山平野のヒートアイランド現象について講演したが、日本各地から多くの聴講者が来られ、質疑応答でも自分とは違った観点から意見を頂き、今後研究を進める上で大変参考になった。講演中は、限られた時間内で要点をまとめスムーズに発表できたものと思っている。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>北海道という地域から、自分の専門分野以外の発表も多数あったが、様々な視点から他の研究者の意見を聴くことができ、研究の幅・質を今後より向上できるものと考えている。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>自分自身が開発した測定器を用いて岡山市内の気温分布を詳細に観測し、これまでに得られなかった新たな知見を得て報告した。植物季節の影響も含めて、オリジナリティーのある有意義な発表と評価できる。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>学会に参加することで、他の講演を聴いて自分のレベルアップを図れたことと、自分の発表に対する議論を多くの人と行うことができた点が最も評価できる。有意義な学会活動であったと考えられる。</p> |             |

## 季節変化に伴うヒートアイランド強度の時空間的特徴

## —岡山平野の広域的な細密調査—

重田 祥範・大橋 唯太（岡山理科大学大学院総合情報研究科）

## 1. 研究背景と目的

都市域にみられる特徴的な現象の 1 つとして、都市部の大気が郊外に比べて高温になるヒートアイランド現象が挙げられる。ヒートアイランドは局地性の強い現象であり、都市規模や建物の密集度など都市構造の違いのほかに都市が立地する周辺郊外の環境によっても特徴は大きく異なり、地域性が強く現れる。都市のヒートアイランド現象を評価するパラメータとして、都市と郊外の気温差によって定義されるヒートアイランド強度 HII (Heat Island Intensity) が用いられる。例えば、Mitchell (1961) は、アメリカの都市部で冬季よりも夏季に HII が大きい傾向を指摘しており、河村 (1977) は日本における今までの観測結果から、HII は冬に大きく、夏に小さいことを示している。また、酒井ほか(2007)は、HII が最大になる時刻は、京都市における観測の結果、一年を通して日没後の 2～3 時間後であったことを報告している。このように HII に関する知見には、その地域ごとの特徴が見られ、一概な結論はいえない。

本研究では、岡山平野の多地点に定点観測網を構築し、面的にも時間的にも密なデータを取得して解析を行う。また、観測によって得られた細密なデータに対して統計的な解析を行い、岡山平野におけるヒートアイランド現象と乾燥領域の日変化パターンの特徴をより明らかにすることである。

## 2. 観測方法

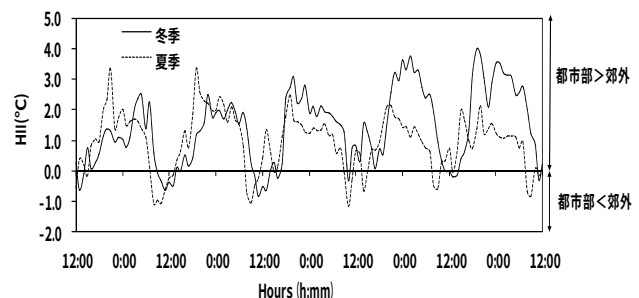
観測は岡山市街地を中心とする東西約 13km、南北 12km の地域であり、太平洋高気圧に覆われて晴天日が続いた、2006 年 8 月 23～30 日と、典型的な冬型の気圧配置で晴天日が続いた、2007 年 1 月 7～15 日の期間に連続的に実施した。測定地点は局地的な影響をうけないように細心の注意を払い、天空率が 0.5 以上の 24 地点を選択した。また樹木の南側、地上高 1.5m の設置条件にすべて統一をした。測定のサンプリング間隔は 30 秒毎で、乾球温度と湿球温度を測定した。測定された乾球・湿球温度から、湿度計方程式で計算された水蒸気圧と岡山地方気象台の現地気圧を用いて比湿を算出した。その後、気温・比湿ともに 5 分間の平均値を正時毎に求めた。HII の算出には、測定気温の空間的な代表性を確保するため、都市部と郊外の観測地点からそれぞれ 3 地点を選択し、その平均値を用いた。

## 3. 結果

岡山平野におけるヒートアイランドの実態を調べた結果、夏季の日中には都市部で郊外よりも約 1.5℃低温な「クールアイランド」構造になっていることが明らかとなった。夜間には、夏季と冬季ともに高温域が同心円状に広がる明瞭なヒートアイランド現象が出現した。高温域の位置が夏季では住宅街に、冬季では都市部になり、季節の違いによって約 4km のずれが生じることがわかった。これは、夏季は日中の建物表面の加熱・蓄熱、冬季は日没後の放射冷却の違いがヒートアイランド形成の主な要因であるためと考えられる。今後は都市キャノピー数値モデルなどを利用して、この推測を検証していく予定である。

ヒートアイランド強度は冬季の方が夏季に比べて 1℃程度大きく約 4℃であり、最大になる時刻や継続時間も季節によって異なっていた (図 1)。

測定した気温と比湿のデータに対して主成分分析を行うことによって、岡山平野で発生しているヒートアイランド現象の時空間的な変化の特徴を明らかにした。気温と比湿の日変化パターンを表すものとして、以下のような夏季と冬季共通の特徴を持った主成分が抽出された。気温が 3 つの主成分 (第 1 主成分; 夜間の気温分布, 第 2 主成分; 日中の気温分布, 第 3 主成分; 気温の日較差), 比湿が 2 つの主成分 (第 1 主成分; 平均比湿, 第 2 主成分; 比湿の変化率の大きな地域) で示され、これらによって 1 日の気温と比湿の 90% を説明することができる。その結果、岡山平野における 1 日の気温の約 60% がヒートアイランド現象 (夜間) で代表され、それとは別に約 30% 割が都市のクールアイランド現象 (日中) で代表されることが明らかになった。すなわち、ヒートアイランド現象とクールアイランド現象を全く独立な成分として統計的に抽出されたことが大変興味深いことと言える。



第 1 図 HII の時間変化 (夏季・冬季それぞれ 5 日間)。

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 申請者氏名：長屋 守                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 指導教員氏名：小田 仁 教授 |
| 参加学会名：日本地震学会 2007 年度秋季大会<br>期間：10 月 24 日～10 月 26 日      開催市名：仙台市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |
| 講演タイトル：Ps 変換波から推定される西南日本の地殻の異方性<br>共著者：長屋守，赤澤宏和，小田仁<br>講演の概要<br>今までに二度学会発表を行った。そこでは，レシーバ関数の Ps 変換波の S 波スプリッティングの数値実験と，中国地方の 6 つの観測点での地殻の異方性の解析結果を発表した。今回の学会発表では，今までの発表のまとめに加え，四国，近畿地方の 9 つの観測点での解析の結果を報告した。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>発表はポスターセッションで行った。今回は三度目の学会発表である。<br>発表にはたくさんの人が訪れた。対話形式で，重要な部分を中心に上手く説明することができたと思う。中には今までの発表で聞きにきてくれた人もおり，自分の研究に興味を持っている方がいることを実感した。解析方法や解析結果についての解釈などを中心に，質問を受けた。質問に対しては，上手く答えることができた。解析結果の解釈について，まだ検討中の部分もあるので，今後の研究でまとめていきたい。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>他の地震波異方性についての研究の発表を聞いた。そこで自分が思う疑問点などを中心に聞くことができた。他にも，異方性を研究する方と色々な話をすることができ，この学会活動はとても有意義なものであった。 |                |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>長屋君は「Ps 変換波から推定される西南日本の地殻の異方性」という題名で、地震学会秋季大会のポスターセッションで発表した。発表では，地殻の地震波異方性が中国地方と四国地方で異なり、また、中央構造線付近では、その走行に平行な異方性が存在することを示した。彼が得た結果は、地震波異方性構造を専門としている研究者に強いインパクトを与えた。彼のポスターには、多くの人が集まり、質疑応答が活発に行われ、この研究に対する有益な助言を得ることが出来た。今回の発表も、長屋君はよく頑張ったと思う。また、修士課程での研究をまとめる上で有益なものであった。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：学会活動に関するコメントは特にない。                                                                                                                                                                                                                                                       |                |



# Ps変換波から推定される西南日本の地殻の異方性

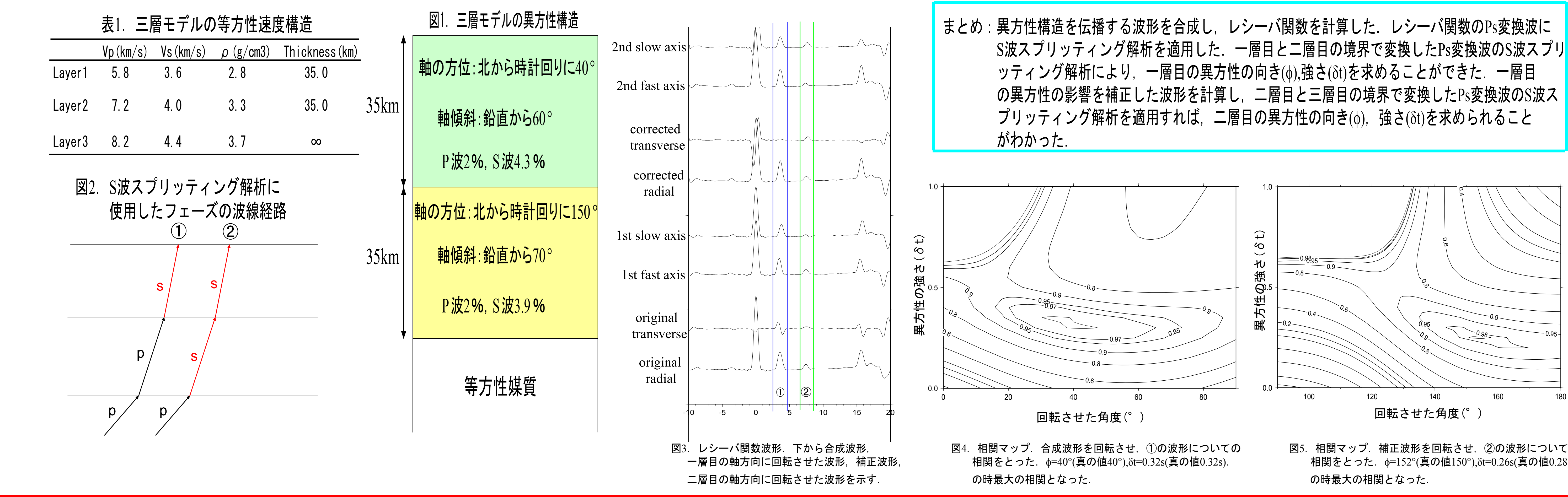
○長屋守・赤澤宏和・小田仁(岡山大学自然科学研究科)

## 1.はじめに

地球内部の地震波異方性を推定することは、マントル対流や広域応力場などの地球ダイナミクスを研究する上で重要である。異方性がP波やS波の波形に及ぼす影響として、変換波の振幅が波の到来方向に対して周期的に変化することや、S波スプリッティング等が知られている。これまでは、直達S波、SKS波、SKKS波にS波スプリッティング解析を行うことにより、地殻やマントルの異方性の強さと方向が推定されてきた。Ps変換波のS波スプリッティングは、変換点より上の層の異方性の影響を受けるので、この相のS波スプリッティング解析は、異方性パラメータの決定の他に、それが存在する場所の特定ができるという点で優れている。一方、レシーバ関数を用いると、震源時間関数の影響を取り除くことができ、Ps変換波の同定が容易である。本研究では、西南日本地域における地殻－マントル境界からのPs変換波のレシーバ関数を計算し、それにS波スプリッティング解析をすることによって、地殻の異方性構造の推定を試みた。

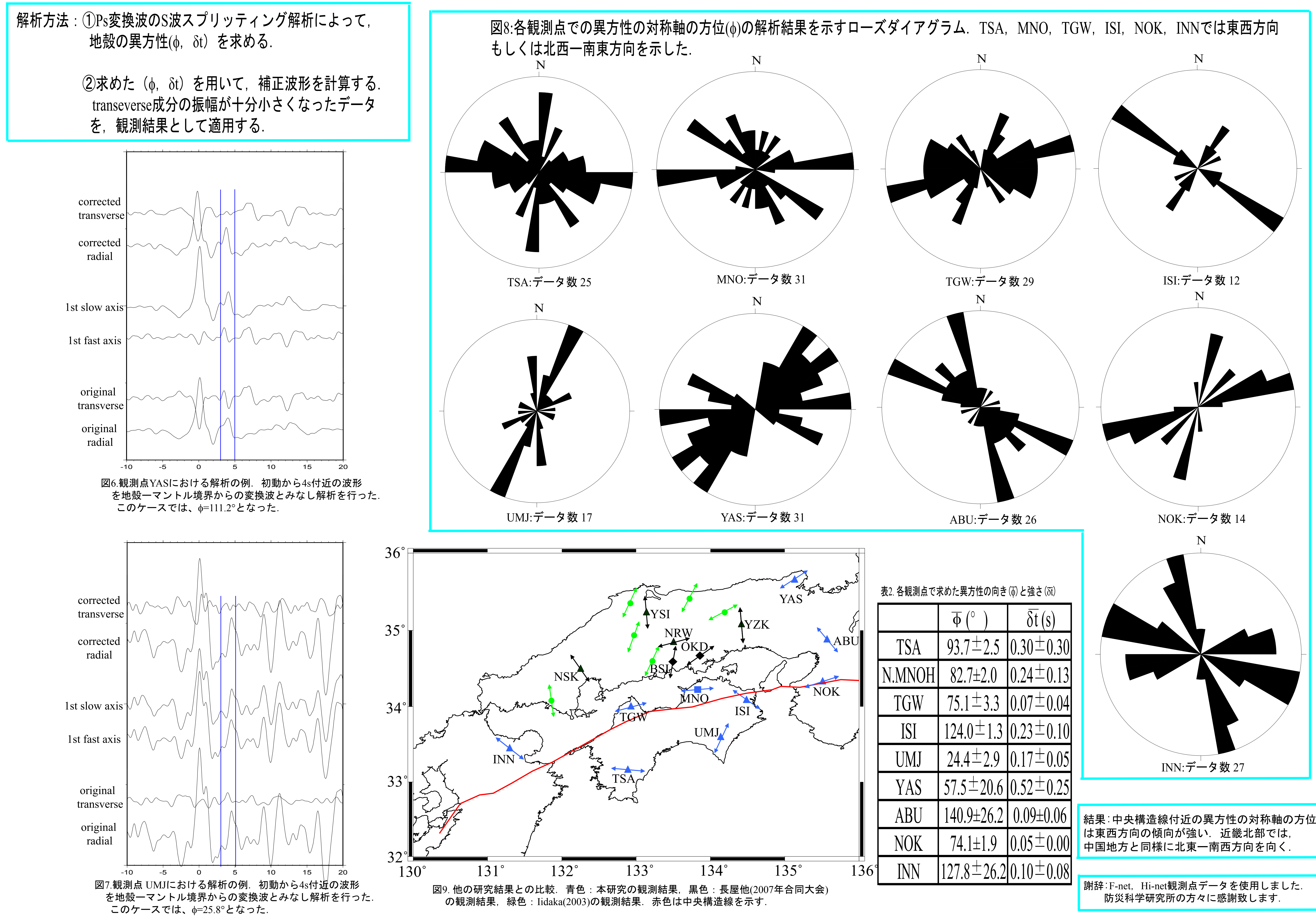
## 2.数値実験

地震波異方性を等方性速度（表1参照）の摂動とみなして、六方対称軸(C軸)の方位と傾き、異方性の強さを与えた異方性水平成層構造（図1参照）に平面P波を入射させ（入射角10度）、Crampin (1970)の方法で地表での変位の3成分波形を合成した。図2にPs変換波の波線経路を示す。得られた合成波形を用いて、radialレシーバ関数R(t),transverseレシーバ関数T(t)(図3)を求め、Ps変換波についてS波スプリッティング解析（共分散法）を適用して、一層目、二層目の対称軸の方位( $\phi$ )、異方性の強さ( $\delta t$ )を求める数値実験を行った（図4,図5参照）。



## 3.観測データを用いた解析

西南日本地域の9つの観測点で記録された100個の地震の波形データについて、レシーバ関数を計算し、Ps変換波のS波スプリッティング解析を適用して、地殻の異方性を求めた。観測点は西土佐(TSA:F-net・N33.18,E132.82)、三野(MNO:Hi-net・N34.20,E133.71)、玉川(TGW:F-net・N33.97,E132.93)、徳島(ISI:F-net・N34.06,E134.46)、馬路(UMJ:F-net・N33.58,E134.03)、阿武山(ABU:F-net・N34.86,E135.57)、弥栄(YAS:F-net・N35.66,E135.16)、野上(NOK:F-net・N34.17,E135.35)、中津(INN:F-net・N33.47,E131.31)、である。YAS, UMJで得られたレシーバ関数の解析例を図6、図7に示す。図8と表2には各観測点で得られた対称軸の方位( $\phi$ )と異方性の強さ( $\delta t$ )を示す。各観測点で得られた対称軸の方位を図9に示す。



## 4. まとめ

- レシーバ関数を用いたPs変換波のS波スプリッティング解析から、一層目、二層目の対称軸の方位( $\phi$ )、異方性の強さ( $\delta t$ )が求まる。
- 解析の結果、中央構造線付近の異方性の対称軸は、東西方向の傾向が強い。中国地方、近畿北部では南北から北東－南西方向である。



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 申請者氏名：赤澤宏和                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 指導教員氏名：小田仁 |
| 参加学会名：日本地震学会 2007 年秋季大会<br>期間：10 月 25 日～10 月 26 日                      開催市名：仙台市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
| 講演タイトル：P 波レシーバ関数によって推定された西南日本の最上部マントル異方性<br>共著者：長屋守 小田仁<br>講演の概要<br>中国・四国地域の各観測点で得られたデータを用いて、P 波レシーバ関数及び重み付きスタッキング法によって下部地殻から海洋性地殻にかけての異方性を検出し、その性質を調べることで、当地域の地震波速度異方性構造を解析する。<br>学会発表に対する自己評価：<br>この研究テーマについての学会発表は 5 月の地球科学合同大会に次いで 2 度目なので、発表の際は要点を押さえて簡潔に説明できたように思う。異方性という現象は、研究報告例が少なく、また本研究で用いているレシーバ関数という手法で解析を行っている例は本研究以外では皆無であり、その点で多くの参加者に興味を持って頂いた。用いた手法や解析結果に関して、かなり細かいところまで質問・指摘を頂き、改めて自分の研究の問題点が浮かび上がった部分もあったが、詳しく説明することで、閲覧者の方々には納得頂けたと思う。また、頂いた意見は今後の研究に大いに役立てたい。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>本研究と同じ手法を用いて解析を行っている方々がおられたので、拝聴させて頂いた。その研究では、同じ手法でも改良が加えられたものを使用しており、今後の研究において導入を検討すべきと強く感じたという点で、非常に有意義であった。 |            |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>赤澤君は「P 波レシーバ関数によって推定された西南日本の上部マントル異方性」という題名で、地震学会秋季大会のポスターセッションで発表した。発表では、P 波レシーバ関数を使うと大陸モホ面と海洋モホ面からの Ps 変換波が同定できることを示した。さらに、P 波レシーバ関数を様々な方位についてスタッキングすることにより、プレート最上部の海洋地殻と大陸モホ面直上の地震波異方性が推定できた。彼が得た結果は、地震波異方性を専門としている多くの研究者の興味を引き、この研究に対する有益な意見や助言を得ることが出来た。今回の発表は、赤澤君が修士論文をまとめる上で有益なものであった。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>特になし                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |



# P波レシーバ関数によって推定された西南日本の最上部マントル異方性

岡山大学自然科学研究科 赤澤宏和・長屋守・小田仁

## 1：はじめに

地球内部の地震波速度異方性は、プレート運動やマントル対流、地殻応力等、地球内部の応力場や流れ場の存在による、結晶軸の格子選択配向によって生じると考えられている。よって、地球内部の異方性を解析することで、プレート運動の方向等、地球内部のダイナミクスを推定することができる。本研究では、レシーバ関数解析を用いて、中国・四国の5観測点で得られたデータから、最上部マントル付近の異方性の検出、及び異方性の対称軸の方向の推定を試みた。

## 2：観測レシーバ関数の解析

解析には、貞光(N. SADH：Hi-net・N34.01, E134.09)、溝口(N. MZKH：Hi-net・N35.35, E133.49)、徳島(ISI：F-net・N34.06, E134.45)、吉田(YSI：F-net・N35.19, E132.88)、山崎(YZK：F-net・N35.08, E134.45)の5観測点で得られた、2001年1月から2005年12月の間に発生したマグニチュード5.0以上の地震500個(各観測点100個)の地震データを使用した。

解析手順：

- ①各観測点で得られた波形データを用いてレシーバ関数を計算：Langston(1979)のウォーターレベル法を適用(N. SADH・N. MZKH：a=3.0, c=0.01 ISI・YSI・YZK：a=5.0, c=0.01)
- ②特異値5つを用いたSVDフィルターでレシーバ関数波形を処理
- ③Back-Azimuthの近い波形をスタックしSN比を上げる
- ④重み付きスタッキング法を用いて異方性の対称軸の方位を調べる

### 重み付きスタッキング法(Girardin and Farra, 1998)

波形の到来方向依存性を検出し、異方性の対称軸の方向や傾き、不連続面の傾斜の方向が得られる  
Transverse成分のレシーバ関数波形T(t)を用いて重み付きスタッキング波形を(1)式によって計算する。重みは(2)式によって定義する。  
重み付きスタッキング法は変換波が生じた不連続面の直上の層の異方性を反映している

$$S(k, t, \psi) = \sum_{i=1}^n W_i(k, \psi) T_i(t) \quad \dots (1) \quad W_i(k, \psi) = \frac{\sin k(\psi - \phi_i)}{\sum_{j=1}^n \sin^2 k(\psi - \phi_j)} \quad \dots (2)$$

W:Weight, k:Angular Order,  $\psi$ :Valuable Angle,  $\phi$ :Back Azimuth, n:Number of Event, i:Event Number, T:Transverse Component, S:Stacked Transverse Component

$\psi$ に様々な角度の値(0~360)を代入し、波形の振幅の大小を見ることで、異方性の軸の方向や傾き、不連続面の傾斜の方向を見ることができる。  
k=1のとき、傾斜構造又は軸が傾いた異方性の影響を強く抽出できる。最小振幅を示す方位から90°回転させた方位が、不連続面又は軸の方位になる  
k=2のとき、軸が水平に近い異方性の影響を強く抽出できる。最大振幅を示す方位が異方性の軸の方位と一致する

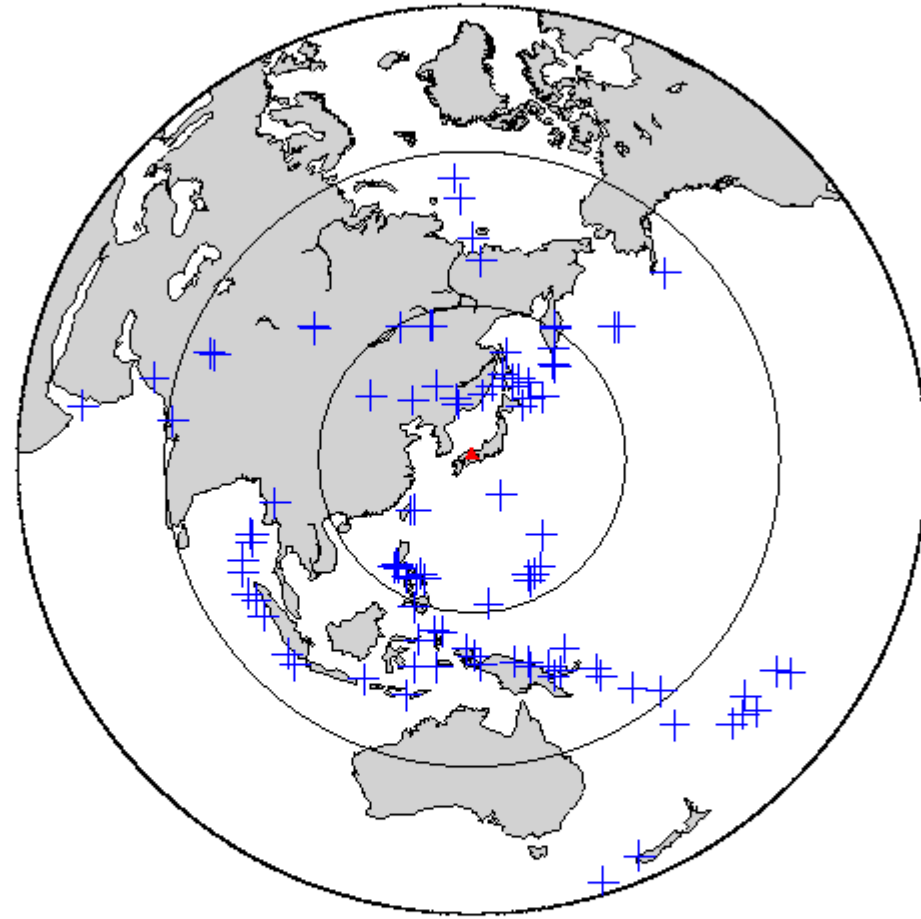


図2-5：震央分布

### 観測レシーバ関数解析(観測点ISIの例)

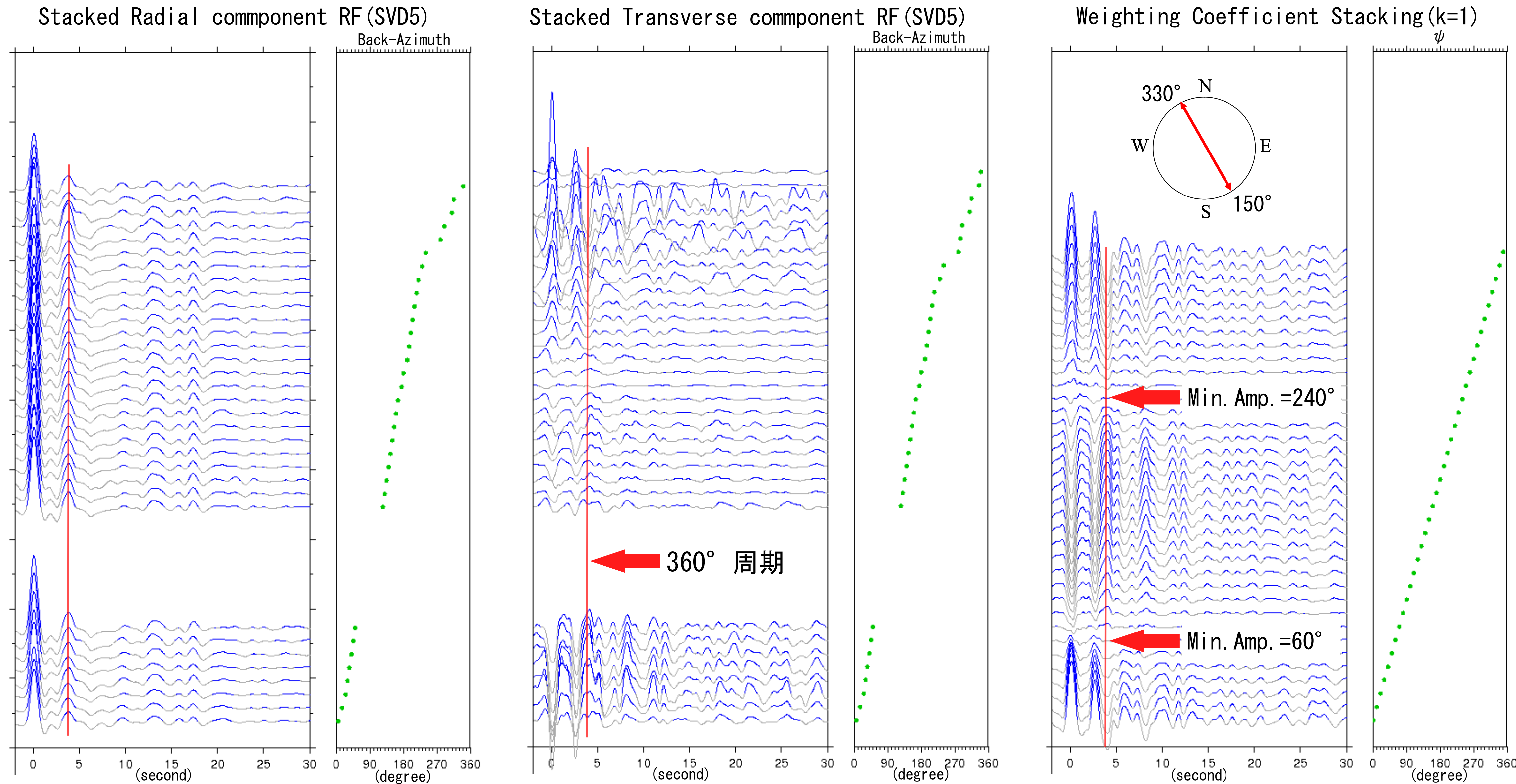


図2-1：Radial成分のレシーバ関数にSVDフィルターをかけ、さらにスタッキングしたもの

図2-2：Transverse成分のレシーバ関数にSVDフィルターをかけ、さらにスタッキングしたもの

図2-3：k=1とした時の重み付きスタッキング波形

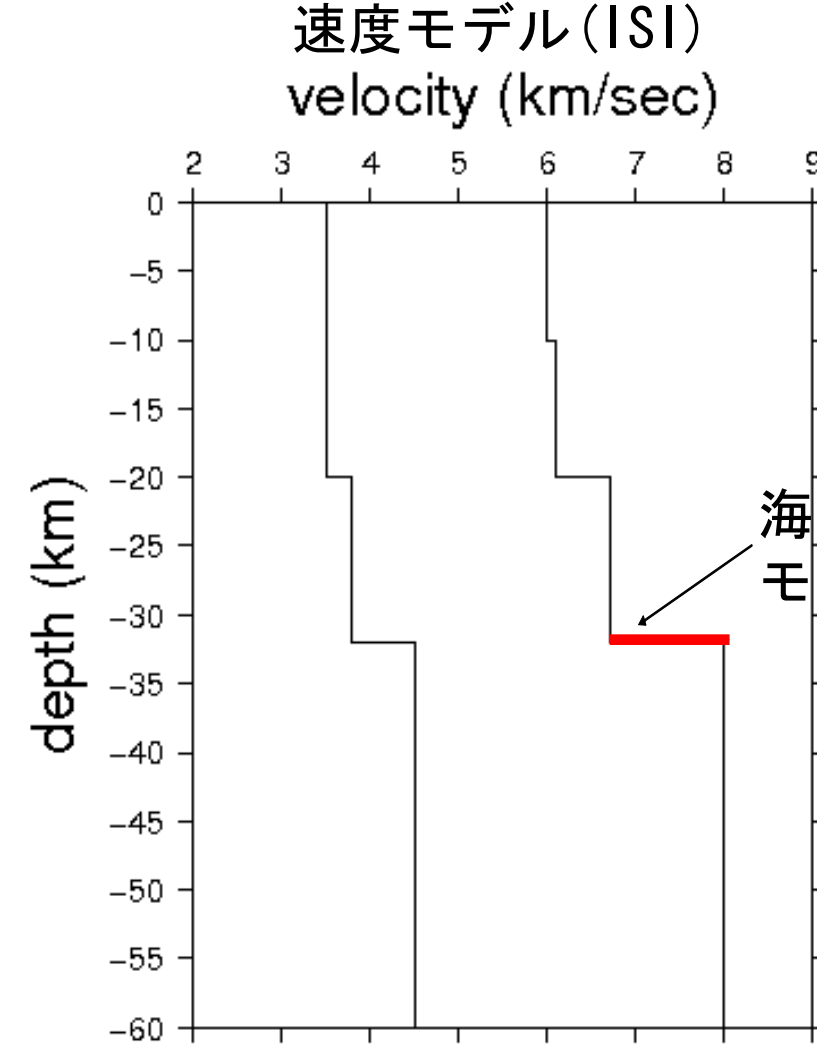


図2-4：レシーバ関数を用いたフォワードモデリングから推測される観測点ISIの速度構造

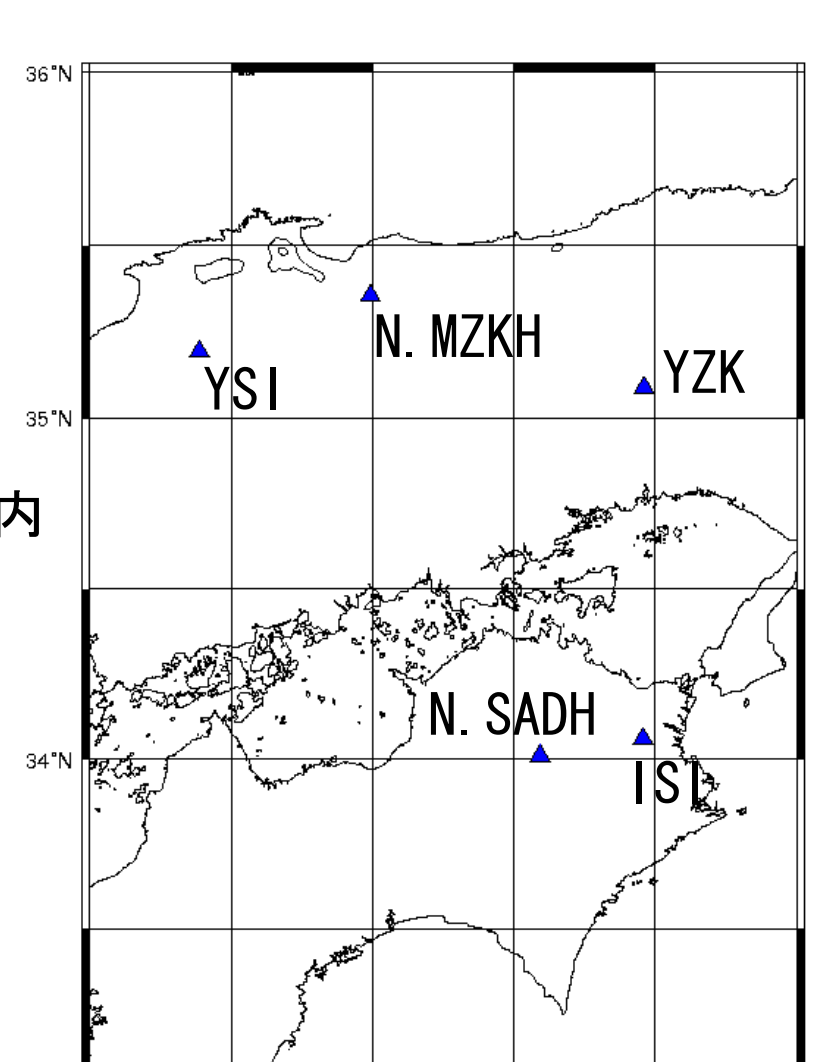


図2-6：観測点位置

### 考察

- ・図2-1～図2-3の赤の線は、図2-4に示された海洋性プレート内モホ面からの変換波を表している。本研究ではこのフェーズに注目した。
- ・図2-2において、Transverse成分のフェーズの振幅が360°周期で変化している。この現象は、対称軸が傾斜した異方性又は傾斜した不連続面が存在する場合に起きることが数値実験で示されている。
- ・図2-3はTransverse成分のレシーバ関数にk=1として上記の重み付きスタッキング法を適用して得られた波形である。フェーズが最小振幅になる所がそれぞれ矢印で示されており、そこから90°のところが異方性の対称軸の方位になる。波形の上にしてるように、対称軸の方位は北北西-南南東方向(150° - 330°)になっている。しかし、この段階では対称軸がどちらに傾いているかは判らない。

### 結果

観測点ISIのレシーバ関数波形からは、海洋性プレート内モホ面で励起された変換波が同定された。下部地殻と海洋性地殻が接しているため、大陸モホ面からの変換波は見られない。不連続面からのTransverse成分の変換波は360°周期で変化しており、海洋性地殻には、北北西-南南東方向に、傾斜した軸を持った異方性が存在する可能性がある。

## 3：数値実験

観測データ解析の結果を検証するため、数値実験を行った。異方性を六方対称と仮定し、対称軸の方位、傾き、異方性の強さを与えた水平成層構造に平面P波を入射させ、Crampin(1970)の方法で地表での変位の3成分の波形を合成した。得られた合成波形を用いて、Radial成分及びTransverse成分のレシーバ関数を計算した。さらに、観測レシーバ関数と同様に重み付きスタッキング波形を計算し、観測波形のものと比較した。また、与えたモデルは観測レシーバ関数解析から得られた速度構造(図2-4他)を基に設定した。

### 合成波形レシーバ関数解析(観測点ISIの例)

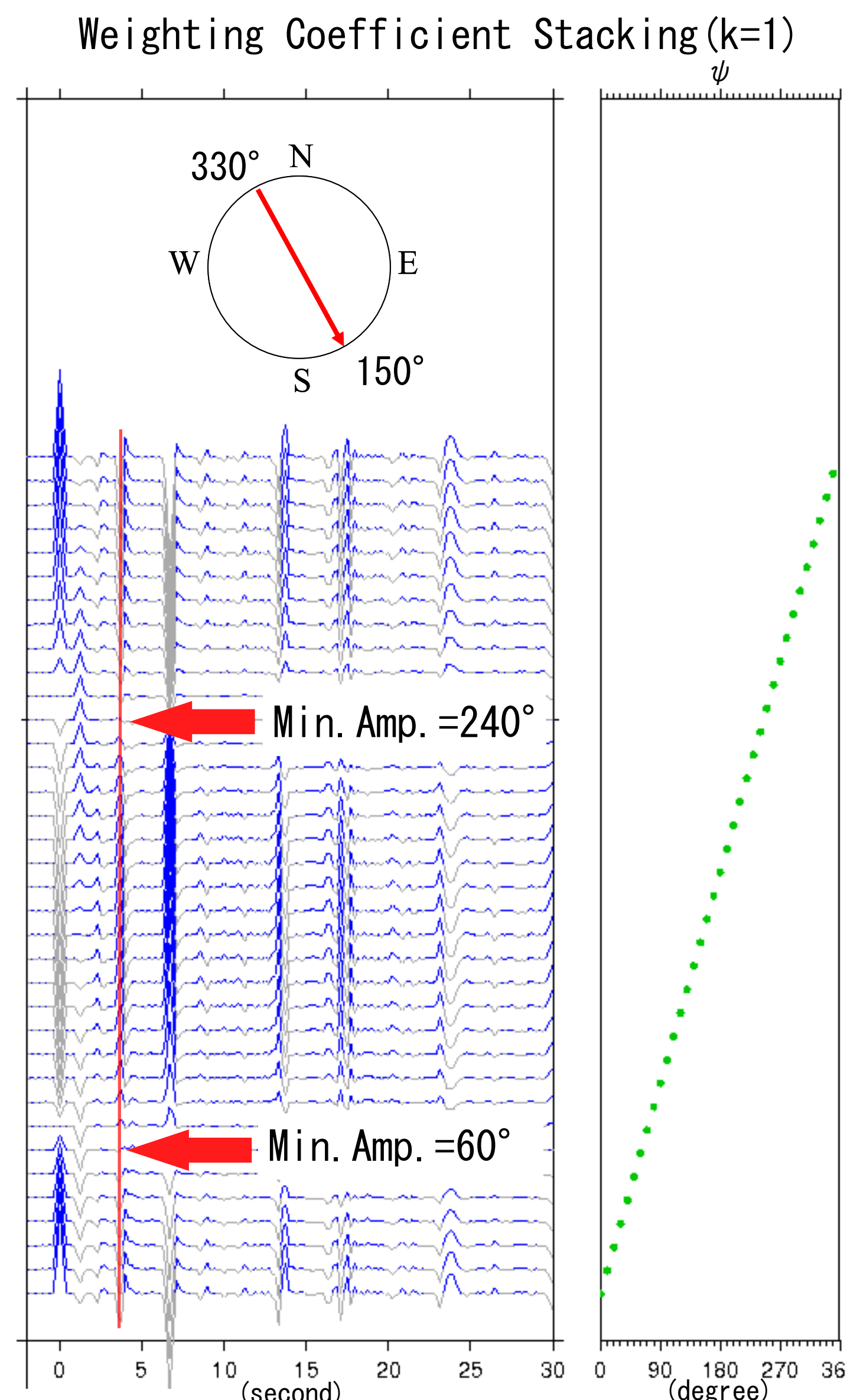


図3-1：k=1としたときの重み付きスタッキング波形

表3-1：数値実験に用いた等方性速度構造

| Layer | Vp (km/s) | Vs (km/s) | $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> ) | Thickness (km) |
|-------|-----------|-----------|-----------------------------|----------------|
| 1     | 6.0       | 3.5       | 2.8                         | 10.0           |
| 2     | 6.1       | 3.5       | 2.8                         | 10.0           |
| 3     | 6.7       | 3.8       | 2.9                         | 7.0            |
| 4     | 6.7       | 3.8       | 2.9                         | 5.0            |
| 5     | 8.0       | 4.5       | 3.3                         | 30.0           |
| 6     | 8.2       | 4.6       | 3.6                         | $\infty$       |

表3-2：数値実験に用いた異方性速度構造のパラメータ

| Layer | A    | B    | C    | D    | E    | $\eta$ | $\theta$ |
|-------|------|------|------|------|------|--------|----------|
| 1     | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 60     | 160      |
| 2     | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 60     | 150      |
| 3     | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 60     | 150      |
| 4     | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 60     | 150      |
| 5     | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 60     | 150      |
| 6     | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0      | 0        |

### 考察

- ・図3-1は、k=1としてTransverse成分の合成レシーバ関数波形に重み付きスタッキング法を適用して得られた波形である。赤の線は図2-1～2-3と同様、図2-4の海洋性プレート内モホ面の不連続面からの変換波に対応している。重み付きスタッキング法を用いることで360°周期のフェーズを抽出することができる。図2-3の観測波形と比較して、フェーズは周期性及び最小振幅の位置が観測データのものとはほぼ一致した。観測波形解析では対称軸がどちらに傾いているか判らなかったが、数値実験では軸の方位 $\theta$ を設定しているので、これによって対称軸が150°の方向に傾斜していることが判明した。

←A、B、CはP波速度の異方性の強さを表し、D、EはS波速度の異方性の強さを表す。  
 $\eta$ 、 $\theta$ はそれぞれ、六方対称軸の鉛直からの傾き角、及び方位を表す。  
(例えば、Layer2の場合、異方性の対称軸はN150°Eで水平から30°下に傾いている)

## 4. まとめ

- ・M. SADH、N. MZKH、ISI、YSI及びYZKの5観測点でレシーバ関数解析を行った。
- ・それぞれの観測点において合成波形レシーバ関数解析を行い、観測波形と一致させることによって異方性の対称軸の方位を推定した(図4-1)。
- ・中国地方の観測点では大陸モホ面からの変換波が同定され、N. MZKHで下部地殻の対称軸がほぼ東西方向になっており、YSI、YZKではほぼ南北方向になっている。
- ・四国地方の観測点では、海洋性プレート内モホ面からの変換波が同定され、N. SADHで海洋性地殻の対称軸が北東-南西方向、ISIでは北北西-南南東方向になっている。

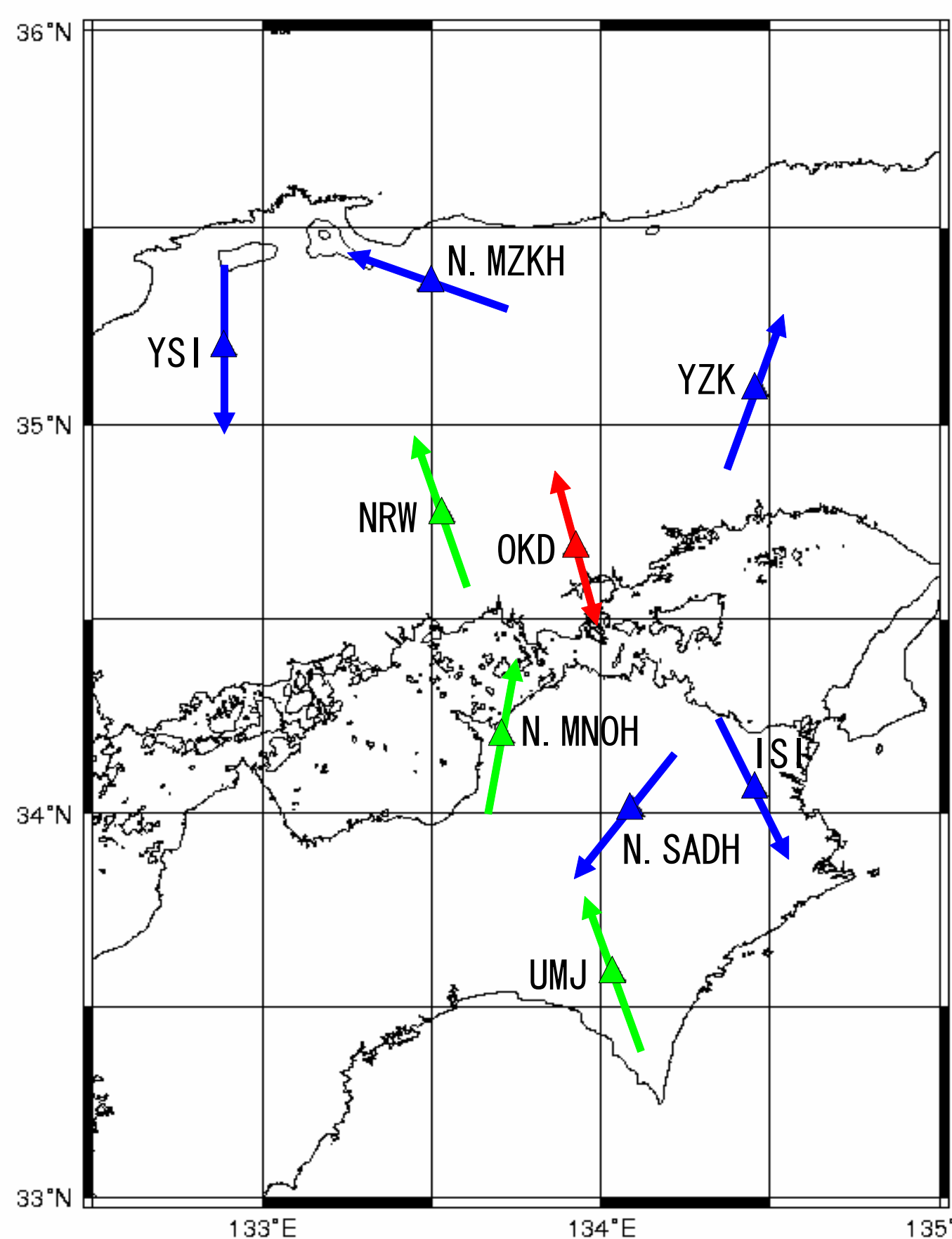


図4-1：異方性の対称軸の方位

▲：石瀬(2006年合同大会)

▲：赤澤(2007年合同大会)

▲：本研究

←図4-1において、海洋性プレート内モホ面が見られなかった観測点(YSI、N. MZKH、YZK)は下部地殻の異方性、海洋性プレート内モホ面が見られた観測点(NRW、OKD、N. MNOH、N. SADH、ISI、UMJ)は海洋性地殻の異方性を示している。OKD以外の観測点の異方性は傾斜しており、矢印の先端の方向が対称軸が下がっている方位を表している。



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 申請者氏名： 高橋 雅裕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 指導教員氏名： 町田 一成 |
| 参加学会名： International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials (PSM2007)<br>期間： 2007 / 10 / 29 – 11 / 1                      開催市名： 岐阜市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
| 講演タイトル<br>Spontaneous Spin Textures in Dipolar Bose-Einstein Condensates: Approach from Classical Spin Limit<br>共著者： 水島 健, 町田 一成<br><br>講演の概要<br>最近の研究成果である，スピン自由度を持った中性原子気体のボーズ・アインシュタイン凝縮体(BEC)においての，そこに現れる興味深いスピントクスチャー及び密度構造について，ポスター形式の発表を行った。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>ポスターに訪れてもらった聴衆の人に分かりやすく説明できたと感じる．英語での発表で，大抵はうまく説明できたが，はっきりと質問の意味がとらえられず，完全には答えられない場合もあったので，それが今後の課題となる。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>英語での発表を集中してきくことができた．分からない単語等が出て来た場合は，すぐに辞書で調べるなどして，リカバリーを心がけた．それによって，英語の知識も深まったと思う．ポスターセッションでは，同学年の近い研究の発表を聞きに行き，充実した議論により，得られた知識は多かった。 |               |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>2007 年前半に Phys.Rev.Lett.に出版され，現在本論文を計画中の課題について，研究者仲間からの批判を受けるべく，ポスターセッションの発表をおこない，所期の目的を達成した。<br><br>学会活動に対する指導者の評価：<br>研究発表にも慣れ，研究仲間とのコミュニケーションも十分にできるようになってきた。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |



# Spontaneous Spin Textures in Dipolar Bose-Einstein Condensates: Approach from Classical Spin Limit

Masahiro Takahashi, Takeshi Mizushima, Kazushige Machida  
Department of Physics, Okayama University, Okayama 700-8530, Japan

## Abstract

We investigate novel spin structure of spinor dipolar Bose-Einstein condensates (BEC's) dominated by strong dipole-dipole (d-d) interaction approaching from classical spin limit model Hamiltonian. The static states found by solving Gross-Pitaevskii (GP) equations, which is derived from the model Hamiltonian, show strong effect of d-d interaction.

Our results ensure in large spin limit. However those are related to the static states derived from smaller spin ( $F = 1$ ) calculation. Our results will explain whole essential nature of the system dominated by d-d interaction.

## Introduction

BEC's with internal degrees of freedom (spin) have been actively studied both theoretically and experimentally. The order parameter of these system is denoted by multi-component spinor. Ohmi and Machida [1] and Ho [2] first suggest that the spin-spin interaction will give much variety to physics.

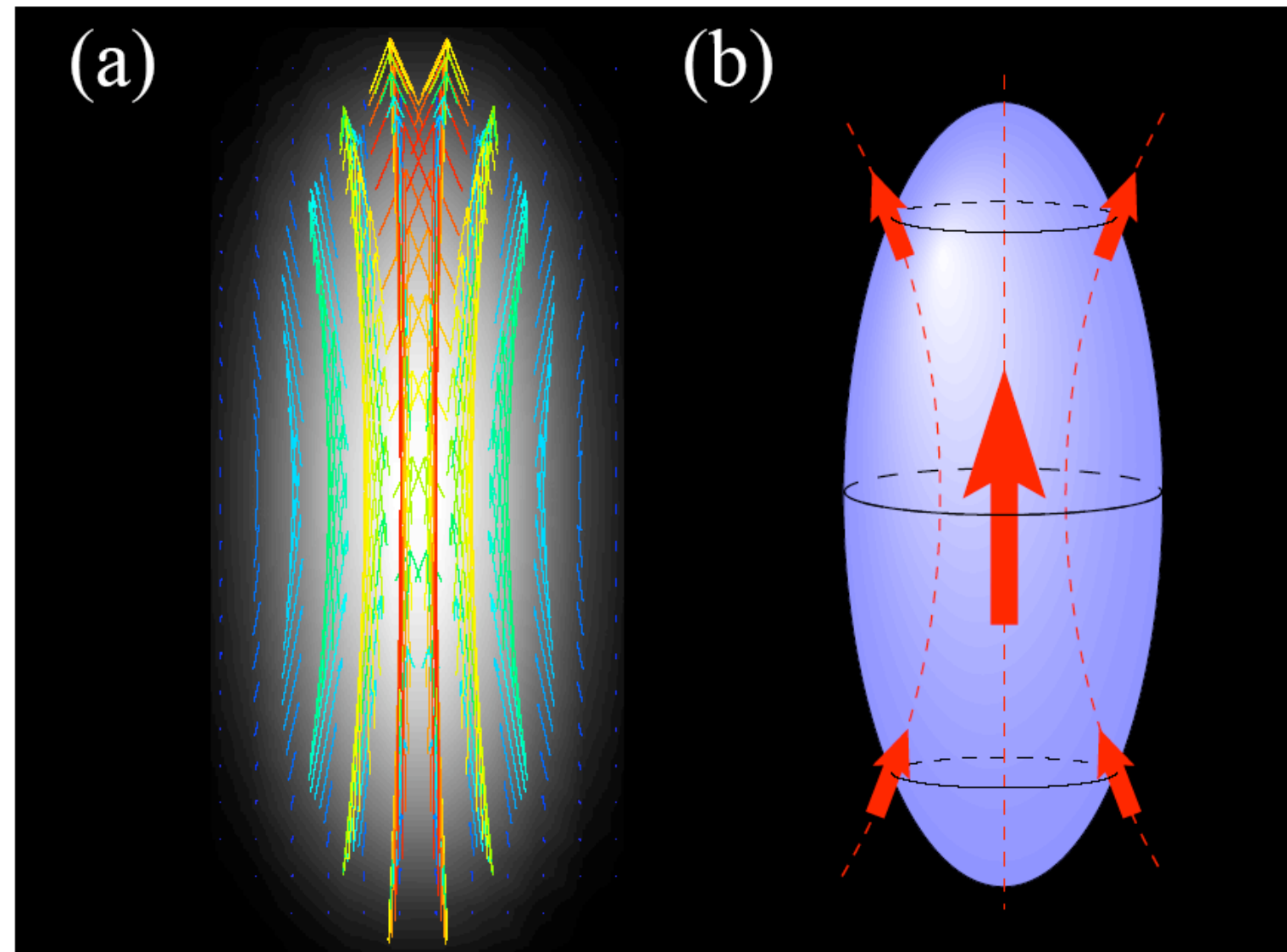
Fully optically trapped BEC with internal degrees of freedom, such as  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{85}\text{Rb}$ ,  $^{87}\text{Rb}$  ( $F = 1, 2$ ), are achieved experimentally. And BEC of larger spin system  $^{52}\text{Cr}$  ( $F = 3$ ) is realized in magnetic trap, in which the spin freedom is killed. In larger spin system, d-d interaction will play an important role. The realization of BEC with larger spin system in full optical trap is expected. And using Feshbach resonance, the spin-spin interaction and d-d interaction can be comparable. Moreover, BEC of heteronuclear molecules with permanent electric dipole moment will be realized.

## Motivation

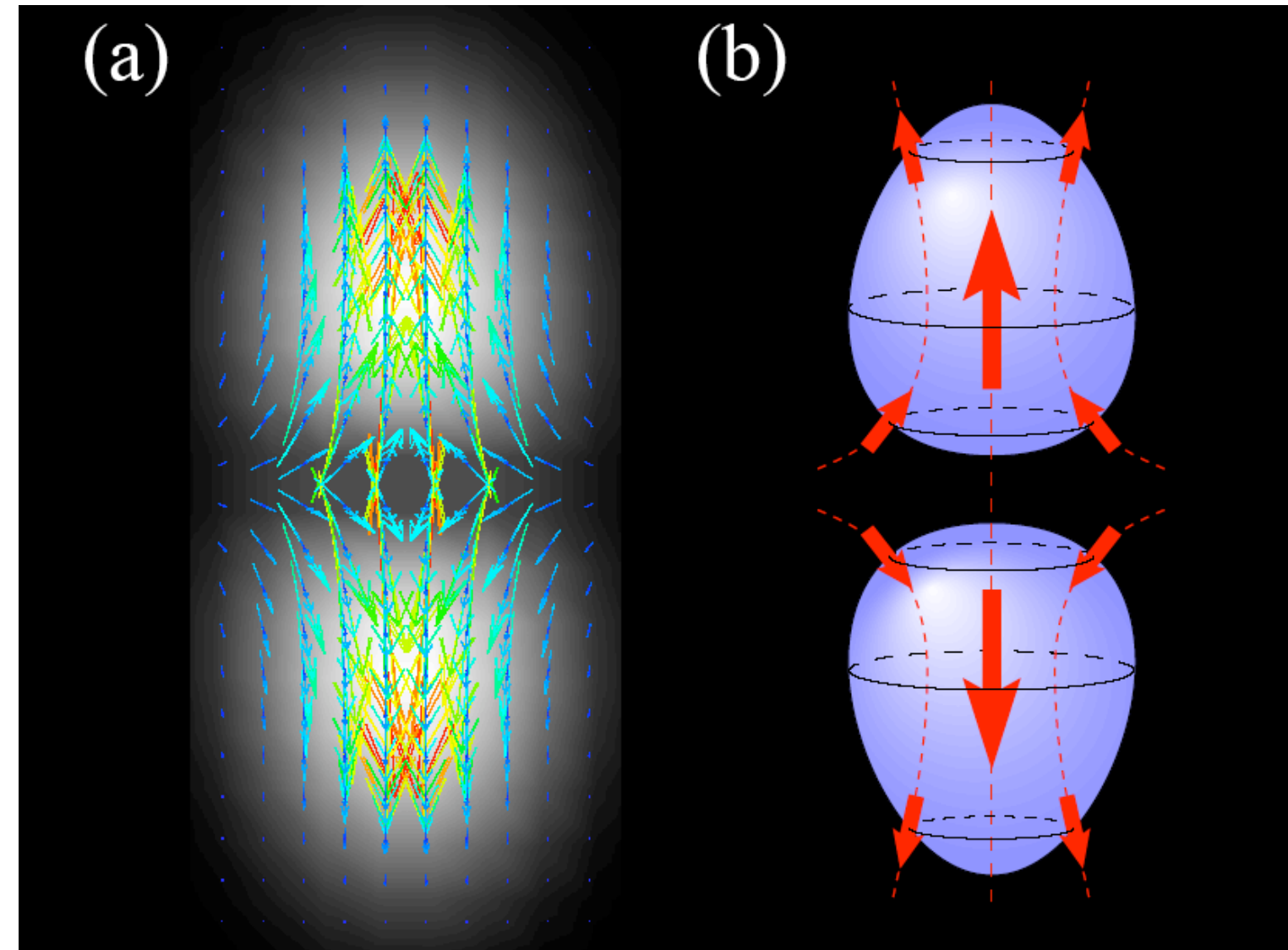
Our motivation in this study is to understand essential nature of spinor dipolar BEC in d-d interaction dominated system. Our classical spin approach will give strong tool for investigating large spin system where usually one has to handle  $2F + 1$  components. On the other hand, we expect our method is valid even for smaller spin system to explain fundamental physical nature of spinor dipolar BEC systems.

## Results

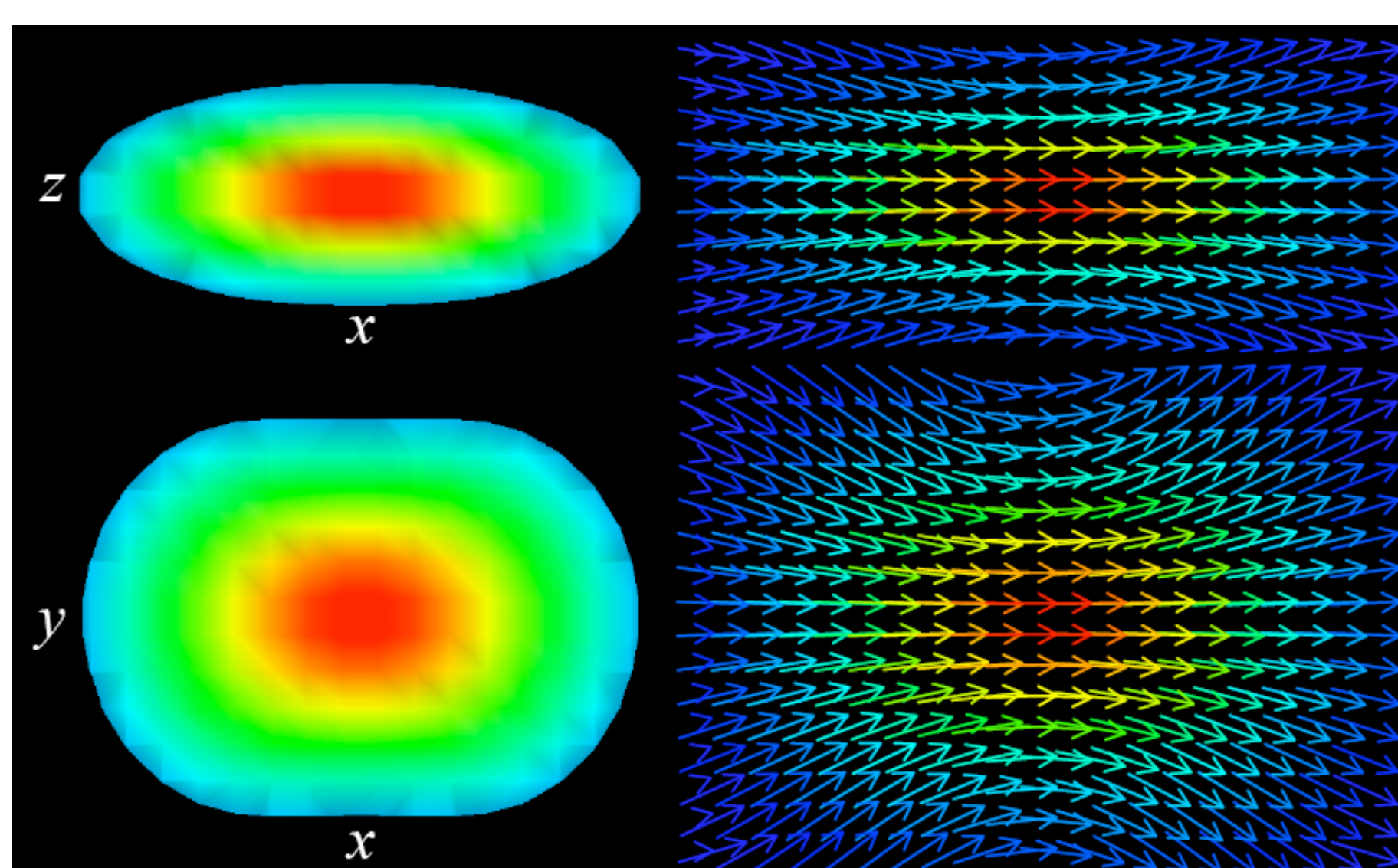
Here we introduce typical spin texture and density configuration to introduce contribution of d-d interaction. We found several novel static states, in which the spin texture and density configuration is strongly coupled [M. Takahashi, Sankalpa Ghosh, T. Mizushima, and K. Machida, Phys. Rev. Lett. **98**, 260403 (2007)]. And also, under arbitral coupling constant and trap geometries, energy of each states are compared.



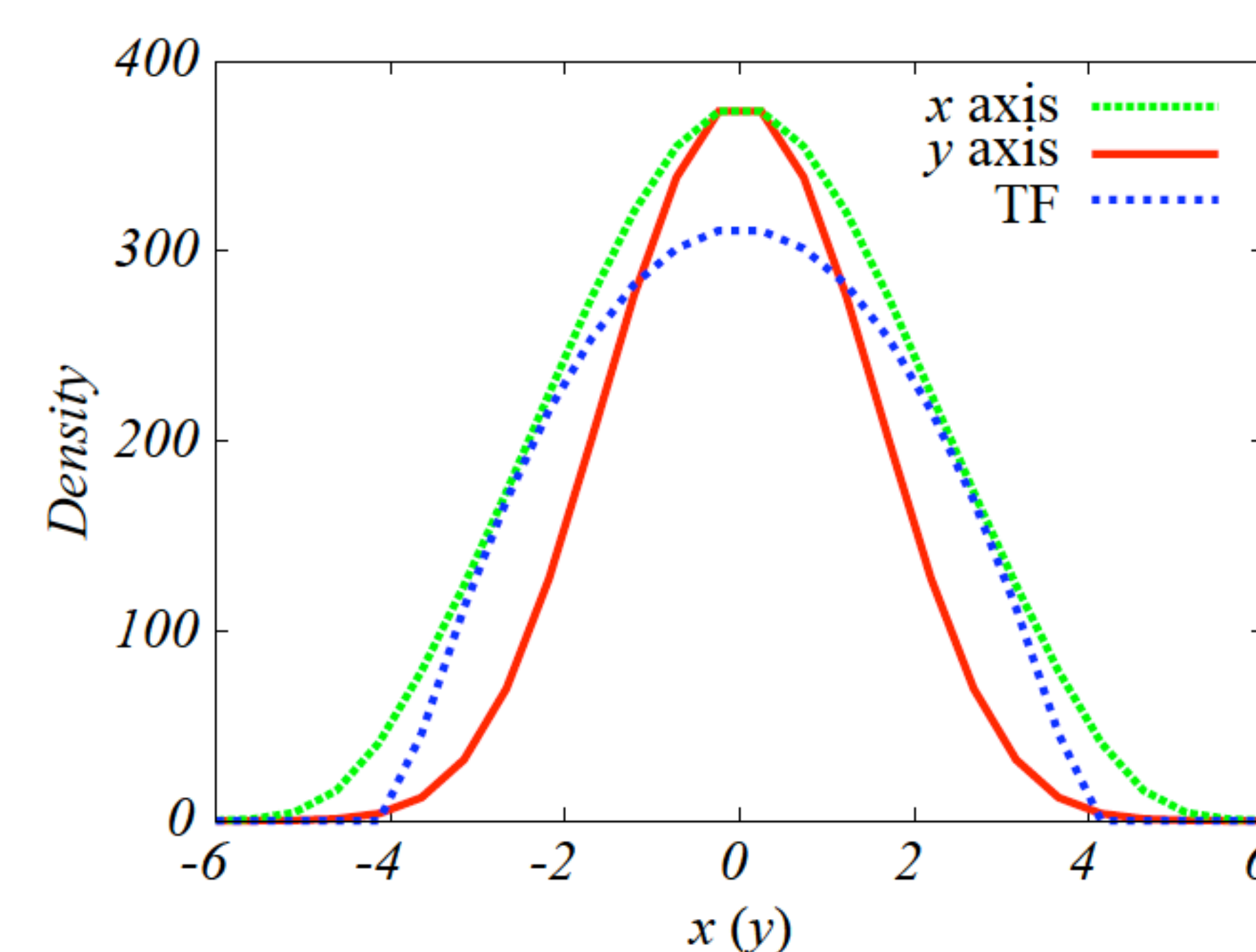
(a) Z-flare texture. (b) schematic figure.  $\gamma = 5.0$ .  $g_d = 0.2g$ . The spins near the edge are bent. This is understandable by considering anisotropy of d-d interaction as shown above.



(a) Two-z-flare texture. (b) schematic figure.  $\gamma = 5.0$ .  $g_d = 0.2g$ . At  $z = 0$  plane two oppositely aligned spins meet and the number density is depleted. This avoids energy cost of spin gradient term.



(Left) Density profile of r-flare texture ( $x$ - $z$  and  $x$ - $y$  plane). (Right) corresponding spin texture.  $\gamma = 0.2$ .  $g_d = 0.2g$ . The spins near the edge are bent like z-flare texture. The system elongate to polarized axis and shorten to perpendicular axis.



Density profiles of r-flare texture at  $x$ - $y$  plane ( $z = 0$ ) and Thomas-Fermi density ( $g_d = 0$ ).  $\gamma = 0.2$ .  $g_d = 0.2g$ . The density is elongate to the direction of head-to-tail arrangement and shorten to the other direction. The symmetry of density profile is broken.

## Hamiltonian

We introduce following minimal model Hamiltonian.

$$H = \int d^3\mathbf{r}_i \bar{\Psi}^\dagger(\mathbf{r}_i) H_0(\mathbf{r}_i) \bar{\Psi}(\mathbf{r}_i) + \frac{1}{2} g_d \int \int d^3\mathbf{r}_i d^3\mathbf{r}_j V_{dd}(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) |\psi(\mathbf{r}_i)|^2 |\psi(\mathbf{r}_j)|^2$$

$$H_0 = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_i^2 + V_{\text{trap}}(\mathbf{r}_i) - \mu + \frac{g}{2} |\bar{\Psi}(\mathbf{r}_i)|^2$$

$$V_{\text{trap}}(\mathbf{r}) = \frac{1}{2} m \omega^2 \{ \gamma(x^2 + y^2) + z^2 \}$$

$$V_{dd}(\mathbf{r}_i, \mathbf{r}_j) = \frac{\vec{S}_i \cdot \vec{S}_j - 3(\vec{S}_i \cdot \vec{e}_{ij})(\vec{S}_j \cdot \vec{e}_{ij})}{r_{ij}^3}$$

where,  $\vec{e}_{ij} \equiv (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j)/r_{ij}$ ,  $r_{ij} \equiv |\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|$ .

The order parameter is denoted as  $\bar{\Psi}(\mathbf{r}_i) = \psi(\mathbf{r}_i) \vec{S}_i$ .

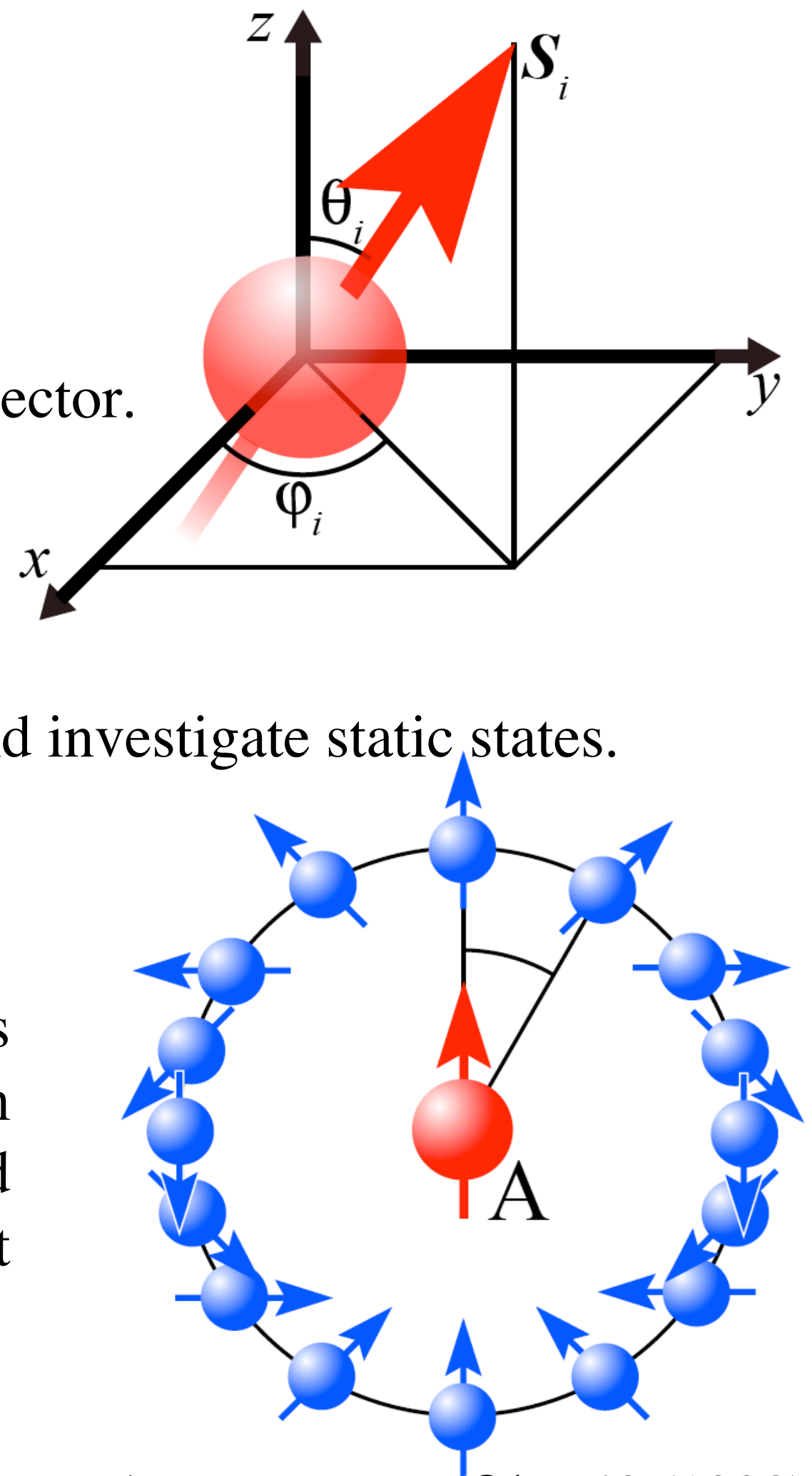
We treat multi-component spinor as a classical spin vector.

$$\vec{S}_i \equiv \vec{S}(\mathbf{r}_i) = \begin{pmatrix} \cos \varphi(\mathbf{r}_i) \sin \theta(\mathbf{r}_i) \\ \sin \varphi(\mathbf{r}_i) \sin \theta(\mathbf{r}_i) \\ \cos \theta(\mathbf{r}_i) \end{pmatrix}$$

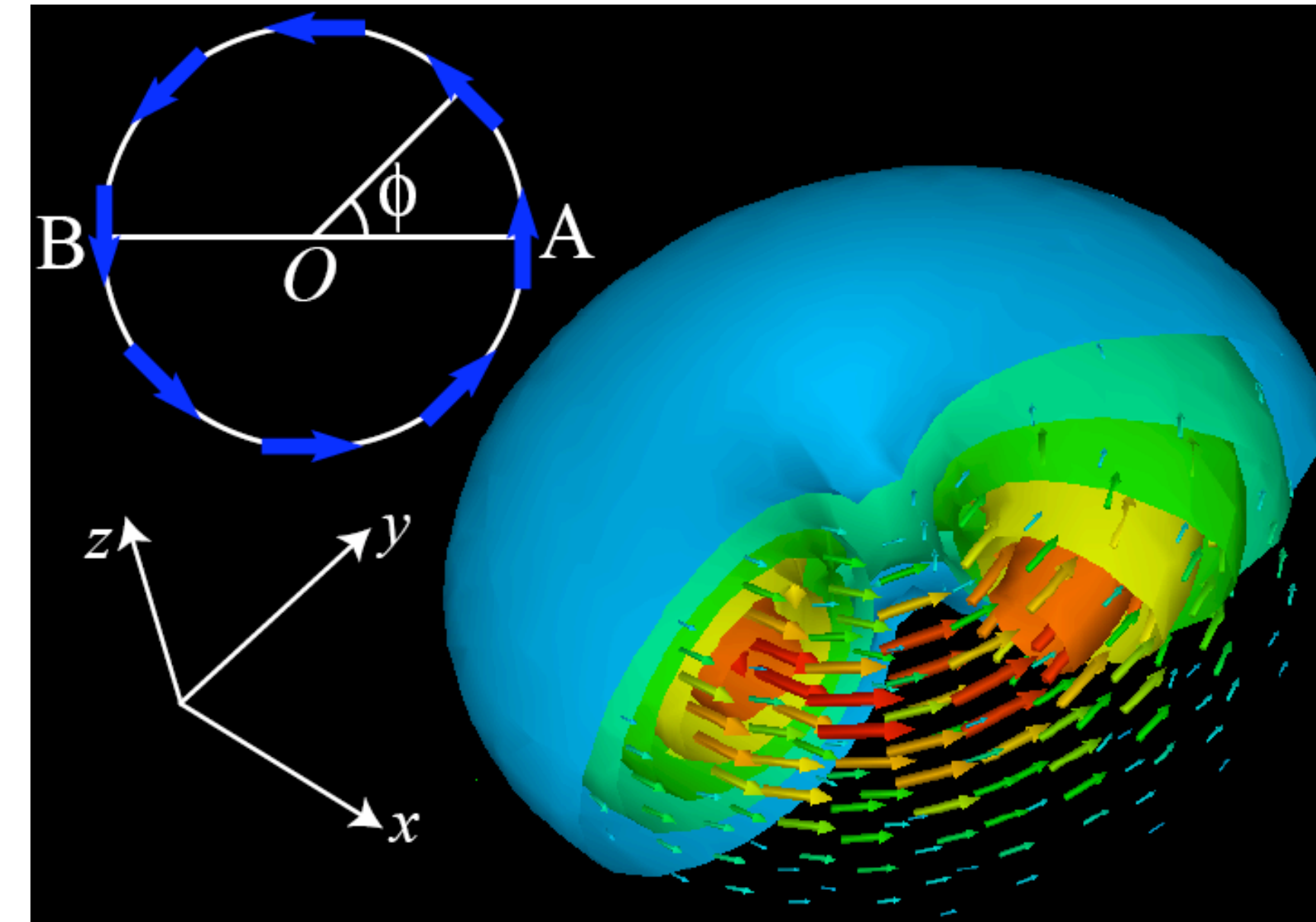
We solve GP equations of  $\psi(\mathbf{r}_i)$ ,  $\theta(\mathbf{r}_i)$ ,  $\varphi(\mathbf{r}_i)$ , and investigate static states.

## Dipole-Dipole Interaction

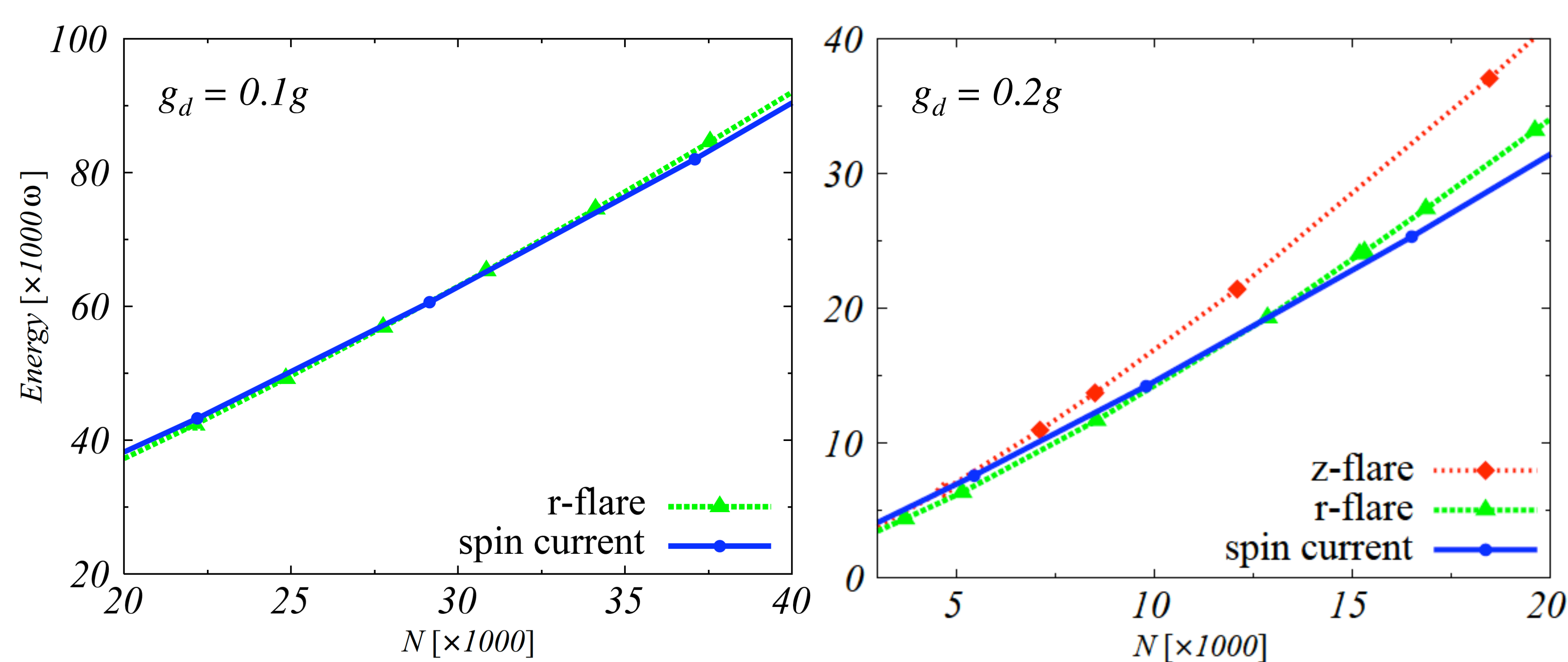
Here we treat d-d interaction with two spin vectors for simplicity. The figure shows energy minimum arrangement respect to the central spin A. The up and down spins are like to be head-to-tail arrangement and the spins at sides like to be antiparallel.



[1] T. Ohmi and K. Machida, J. Phys. Soc. Jpn. **67**, 1822 (1998). [2] T. L. Ho, Phys. Rev. Lett. **81**, 742 (1998).



Spin current texture. Spin texture and density profile are shown together in 3D stereographic view. The left up side schematic figure is shown spin texture of  $x$ - $y$  plane.  $\gamma = 0.2$ .  $g_d = 0.2g$ . Locally, spins are align head-to-tail texture and globally oriented antiparallel (see A and B inset). At the center O, density is depleted to avoid energy cost of spin gradient term.



Competition of energies of z-flare, r-flare and spin current texture in function of total number of particle  $N$ .  $\gamma = 0.2$ .  $g_d = 0.1g$  (left),  $0.2g$  (right). The r-flare texture has more advantage for smaller  $N$  (smaller system size), because for small system size, the spin gradient term cost more energy than big system. And for the larger  $N$ , spin current texture has more advantage for opposite reason. As  $g_d$  increased, due to the dipole energy earn, the cross point changes to lower  $N$  region.

## Conclusions

- We investigate d-d interaction dominated spinor dipole system by approaching classical spin limit and found several novel static states.
- We found the states that spin texture and density profile are strongly coupled.
- Each spin texture and density profile can be explained by d-d interaction and kinetic energy of spins.
- Some of the spin textures are similar to those obtained for small spin study ( $F = 1$ ), so our study will explain fundamental nature of spinor dipolar BEC.
- In future development, we expect that those results are detected experimentally.



イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|------|
| 申請者氏名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 堤康雅                                | 指導教員氏名： | 町田一成 |
| 参加学会名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | PSM2007                            |         |      |
| 期間：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 平成 19 年 10 月 29 日～平成 19 年 11 月 1 日 | 開催市名：   | 岐阜市  |
| <p>講演タイトル：The unconventional vortex structure in p-wave superfluid</p> <p>共著者：T. Mizushima, M. Ichioka, K. Machida</p> <p>講演の概要</p> <p>p 波超流動体は、スピン，軌道それぞれ 3 成分、全体で 9 成分のオーダーパラメーターの自由度を持つ。このため、s 波超伝導体に見られる特異点を持つ渦糸構造とは異なる、特異点を持たない特殊な渦糸構造を形成することが可能となる。このような特徴を持つ、p 波フェルミ原子気体の超流動に対して、Feshbach 共鳴を用いて磁気量子数 <math>m=\pm 1</math> と <math>m=0</math> の Cooper 対に働く相互作用の大きさを変化させるとき、どのような渦糸構造が安定となるかについて発表する。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>ポスター発表であったため、議論をしながら説明を行うというスタイルをとることができ、自身の理解を深めることができた。また議論を行うことで今後行うべき課題も見えてきた。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>現在行っている研究と同分野の研究者の発表を聞いて議論することができ、今後の参考になった。また今後ターゲットにしようとしている実験を行っているグループとも議論をすることができ、現状を理解することができた。</p> |                                    |         |      |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>修士論文として研究している超流動ヘリウム <math>^3\text{He}</math> の渦の理論を会議に参加している実験家と議論した。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>関連する研究者に途中経過を議論してもらうことができ有意義であった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |         |      |

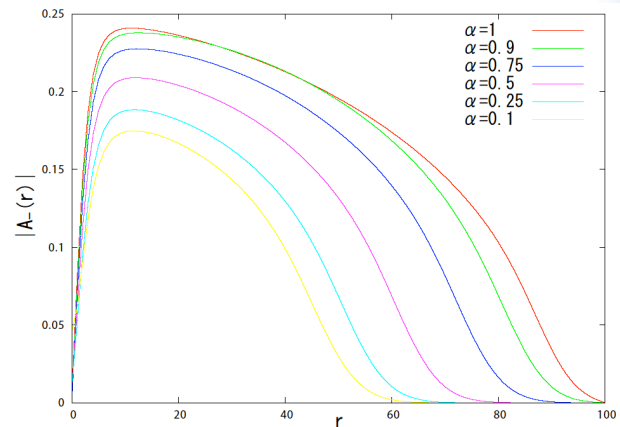
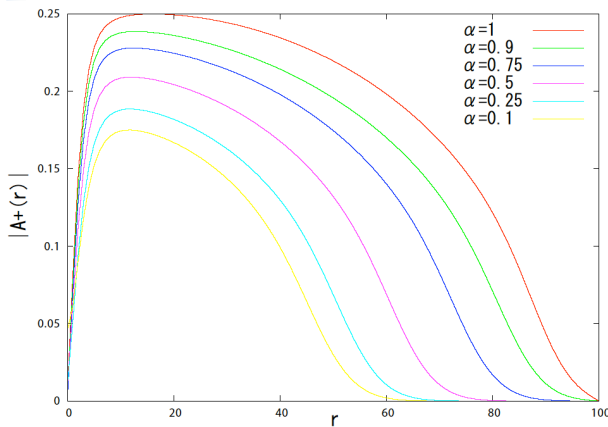
# Result (polar core vortex)

$$t = 0.5, \Omega = 0.0001, \Omega_h = 1/90^2 \quad (w_{+1}, w_0, w_{-1}) = (-1, 0, 1)$$

- order parameter

$$A_+ = \frac{1}{\sqrt{2}}(-A_x + iA_y)$$

$$A_- = \frac{1}{\sqrt{2}}(A_x + iA_y)$$



## Summary

- In  $t = 0.5, \Omega = 0.0001$ , the polar core vortex structure without singularity such as in conventional superconductor is stable.
- In future, this formulation will be applied to  $^3\text{He}$  in the cylinder. We try to investigate what kind of the vortex structure is realized at low rotation.

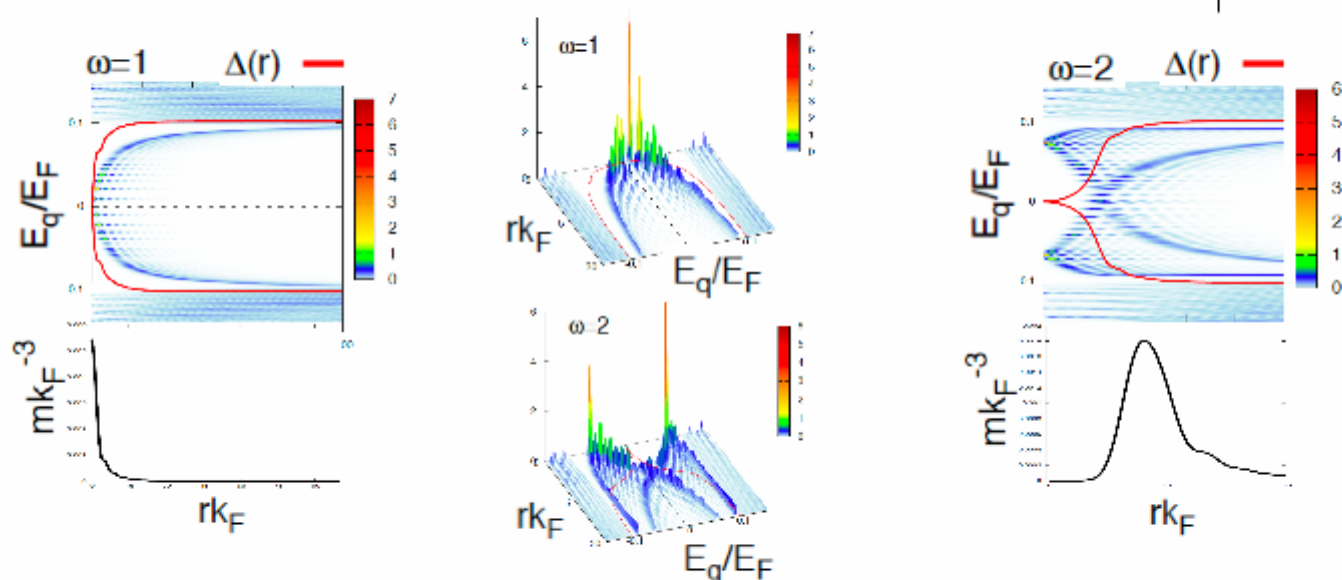
イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：鈴木健太                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 指導教員氏名：町田一成 |
| 参加学会名：International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |
| 期間：10/29～11/1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 開催市名：岐阜市    |
| <p>講演タイトル：<b>Giant Vortices in Fermi Gases near a Feshbach Resonance: Cases with and without Population Imbalance</b></p> <p>共著者：水島健，市岡優，町田一成</p> <p>講演の概要</p> <p>希薄アルカリ原子気体における Bose-Einstein 凝縮体において、渦度が2以上の渦が生じたとき、アップスピンを持つ粒子の数とダウンスピンを持つ粒子の数を変えておくことにより磁化が生じる。その形を見ることで渦度を判断できることを明らかにした。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>前回の発表での反省をふまえ、この領域について知識がない人が聴いても分かりやすいように基本的なことから説明をした。また、図も見やすいように配慮した。それにより、研究内容に関しての質問が増えたので、議論をしっかりとすることが出来た。</p> <p>しかし、まだ内容に関して知識が不足していて、質問に対してははっきりと答えることが出来ないことがしばしばあった。また、発表するときのことをしっかり考えていず、始めるときに少し戸惑った。</p> <p>研究内容や、発表の方法など、まだ十分でないことが分かり、意義のあるものだった。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>国際会議ということもあり発表は英語で行われ、内容を十分に理解できたとはいえなかった。しかし、同じ領域でも様々なことが行われていることを知り、刺激になった。ポスター発表では、積極的に聴きにいき、話をして、知り合いをつくることが出来た。課題も見つけ、全体として有意義であった。</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>特定領域「スーパークリーン」（代表 福山寛）主催の国際学会に出席し、研究発表を行った。研究主題に関連する研究者と交流ができたと考える。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>外国からのこの分野の先端的研究者に接することができたのは将来十分に役立つものと思う。</p> |             |



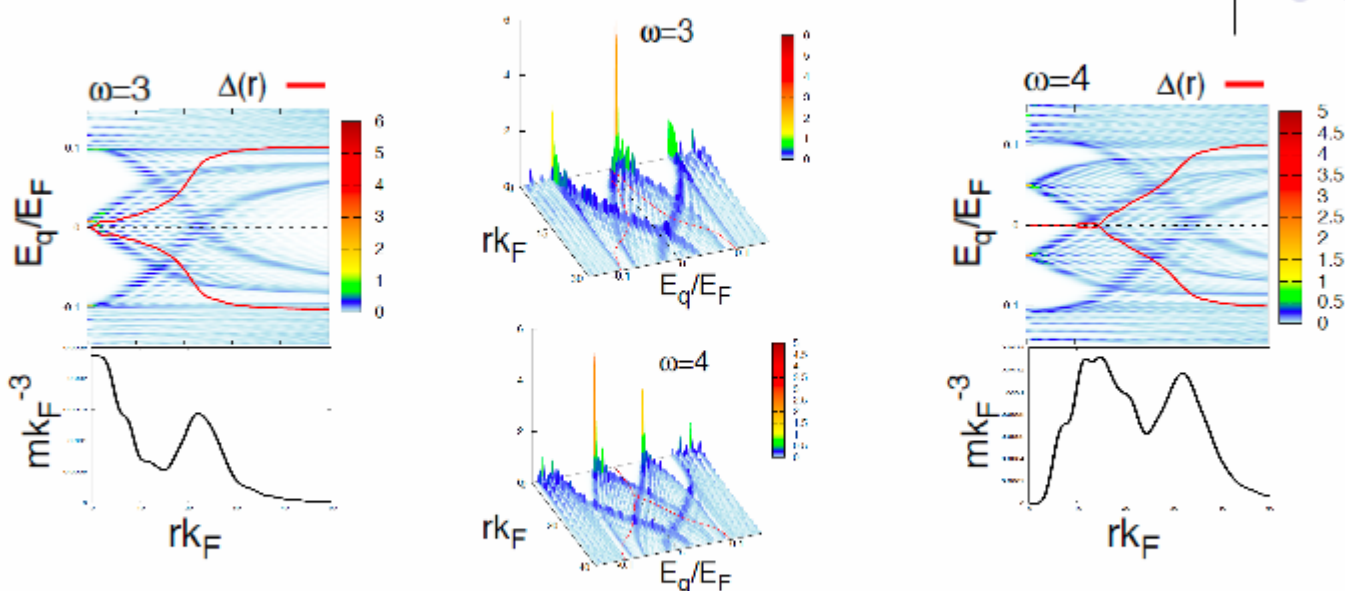


# Local Density Of State and Magnetization



When the winding number is two, there is no low-lying excitation just inside the core. It's apart from the core. So magnetization is apart from the core.

## Local Density of State and Magnetization 2

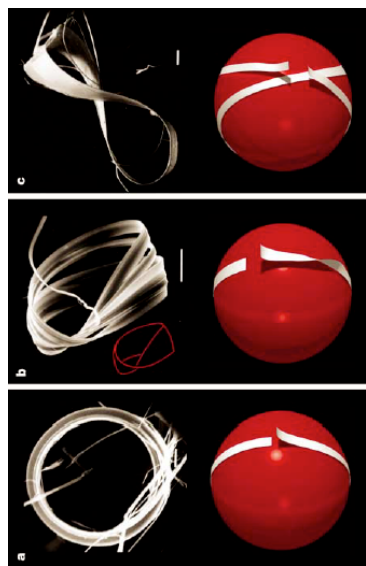


Both  $\omega=3$  and  $\omega=4$ , magnetization profile reflects the profile of their LDOS.

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

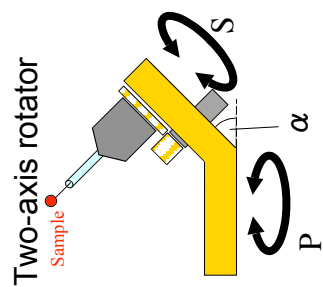
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：山本 健一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 指導教員氏名：野上 由夫 |
| 参加学会名：The 8th Conference of the Asian Crystallographic Association<br>期間：2007,11/4-7<br>開催市名：台北、台湾                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| 講演タイトル：Generalized structure analysis method for micro crystals using synchrotron radiation<br>共著者：Yoshio Nogami, Naoshi Ikeda, Takayoshi Ito, Toru Matsuura, Taku Tsuneta, Satoshi Tanda<br>講演の概要<br>北大の丹田らのグループが開発したトポロジカル結晶は数十 $\mu\text{m}$ 程度のサイズでリング、メビウス、8の字といった形状をもち、原子配列自体が端の無いループ構造をもった新しい物質である。このような物質では、電荷密度波巨視的量子状態のAB効果や自己干渉効果の可能性が示唆されており注目を集めている。一方で、その特異な形状のため、従来の方法では試料調整による外形破壊を伴わない構造研究は困難であり、電子状態を理解する上で重要な、構造に関する研究は進んでいなかった。本研究では2軸の試料回転とデバイリングの特定領域を使用する方法により、試料の持つ選択配向の影響を抑えることに成功した。本学会では、手法とトポロジカル結晶の構造解析の結果について発表をおこなった。<br>学会発表に対する自己評価：<br>本研究では新しい手法を取り入れた構造解析をおこなっており、それに対して、結晶学の専門家がどのような印象を持つのか、今後の方針を決める上で重要だと考えられる。発表に対する反応は興味を示してくれる人が多く、特に手法の独創性や有用性については理解を得られたように感じた。一方で、手法の原理をすぐに理解してくれた人は少なく、今後この研究成果をアピールするためにも改善する必要があると感じた。<br>学会活動に対する自己評価：<br>多くの方から有意義なコメントをもらった。特に他大学の学生とX線装置関連企業の研究者の方とは1時間以上の議論をおこない、結晶学に関する様々な情報交換をおこなった。また、本学会の発表は先進的な研究成果が多く、斬新な手法が数多くみられた。特に今回発表した研究と関連するような、特殊な構造をもった物質の回折実験や現在の研究テーマと関連した時間分解型X線回折の発表は印象に残っている。 |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>内容もしっかり纏まっており、これまでの発表に比べ、発表技術にも向上が見られた点は大いに評価できる。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>試料2軸回転法という新しい手法を用いて、トポロジカル結晶という物理的に新しい物質について有意義な結果を得ている点は大いに評価できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |

# Topological crystals

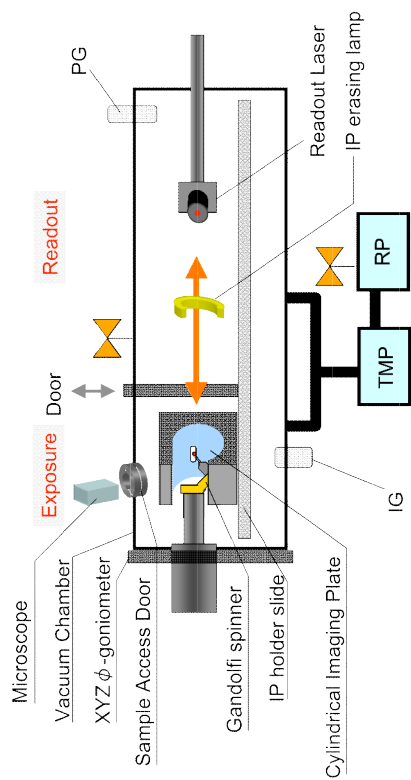


Ring Möbius Figure-8

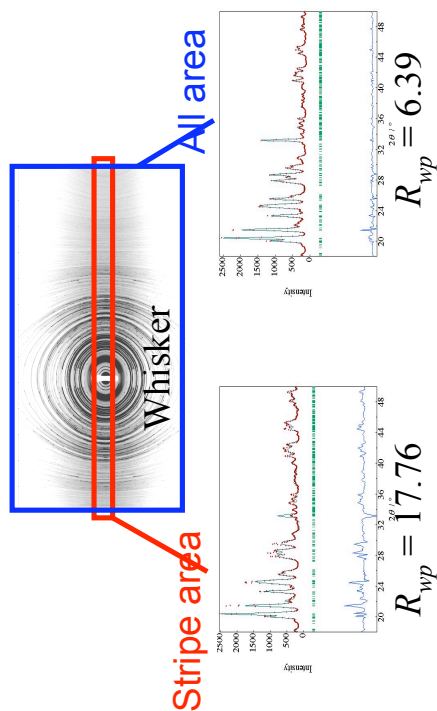
# Instruments



# Layout of Experiment

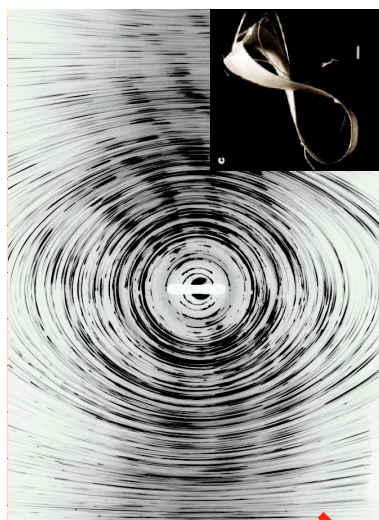
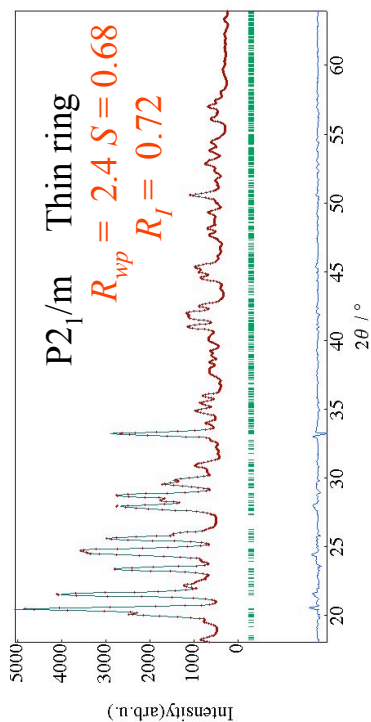


# Analysis



Comparing integration area

# Typical result



Oscillation Photograph of 8

Using two axis rotator



Semi powder pattern of 8

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：重田 祥範                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 指導教員氏名：塚本 修  |
| 参加学会名：第 46 回日本生気象学会大会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
| 期間：2007 年 11 月 24～25 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 開催市名：愛知県名古屋市 |
| <p>講演タイトル：</p> <p>都市の高温化がソメイヨシノの開花日に与える影響 - 岡山市を例として -</p> <p>共著者：大橋 唯太 池田 博（岡山理科大学総合情報学部）</p> <p>講演の概要</p> <p>ソメイヨシノの幹に自作のシェルターを取り付けた温度計を設置して，都市域のヒートアイランド現象がサクラの開花日に与える影響について解析を行った．観測は 2007 年 2 月 9 日～4 月 18 日の期間に連続的に実施し，対象地域は岡山市街地を中心とする東西約 15km，南北 15km の地域内であり，都市と郊外の生育環境が良好なソメイヨシノ 14 本を選択した．観測の結果，開花日は郊外で早く，都市部では遅くなる傾向であった．しかし，満開日までの日数では，都市部から沿岸部で早くなる傾向であった．</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>日本生気象学会での講演は，今回が初めてであり，ヒートアイランド現象とサクラの開花日について講演したが，日本各地から多くの聴講者が来られ，質疑応答でも自分とは違った専門分野の方から意見を頂き，今後研究を進める上で大変参考になった．また他の講演よりも質問が多く寄せられ大変熱い討論を交わすことができた．</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>岡山で行っている研究について，自らが全国に紹介することによって様々な視点からアドバイスを頂き，自身の研究を含め，都市気候研究を今後向上できるものと考えている．</p> <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>本研究はこれまでのサクラの開花に関する気象学的研究と大きく異なっており，カギとなる気温データの収集について，気象台の資料を使うのではなく，サクラの木のあるそれぞれの場所で独自に測定している点にある．まさに局地気象の効果を表したものでユニークな研究であり，学会発表に値すると思われる。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：</p> <p>本学会において研究発表を行い他の研究者との情報交換ができたことは，今後の研究活動に大きなプラスの効果を与えたと考えられる。</p> |              |

## 都市の高温化がソメイヨシノの開花日を与える影響

重田祥範<sup>1</sup>, 岡山理科大学生物地球システム研究会志<sup>\*</sup>, 大橋唯太<sup>2</sup>, 池田博<sup>2</sup>,<sup>1</sup> 岡山理科大学大学院 (現 岡山大学大学院)<sup>2</sup> 岡山理科大学総合情報学部

## 1. はじめに

近年, ヒートアイランド現象がもたらすさまざまな生活環境の悪化が問題視されてきている. 中でも, 都市域における高温化が植物季節に影響することが懸念されている. たとえば, 人口約 260 万人である大阪市では, 冬季のヒートアイランド現象がサクラの開花に影響を与えていると報告されている(小元・青野, 1989) 特にサクラの開花日については, 開花約 1 ヶ月前である冬季(2~3 月)の気温が強く影響を与えることが指摘されている.

サクラの開花日と気温を比較するためには, サクラ周辺の気温データを入手する必要がある. 気温データを入手できる場所としては, 気象官署や自治体による大気汚染常時監視測定局等の既に公的機関によって運営されている観測点に限られている. 特に既存の気象観測資料は, 観測地点周辺に必ずしも適したサクラの木があるとは限らない. また, 測定器の設置場所の高さや地覆の状態が不統一であり, データを解析するうえでは無視できない問題となる.

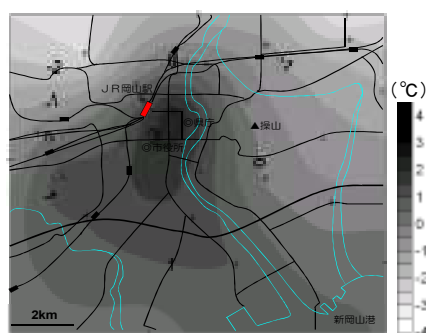
以上のような課題を踏まえた上で, 本研究では, ヒートアイランド現象の発生が重田・大橋(2006)によって確認されている岡山平野を対象とした(第 1 図). 観測はソメイヨシノの幹に自作のシェルターを取り付けた温度計を設置して, 都市域のヒートアイランド現象がサクラの開花日を与える影響について解析を行った.

## 2. 実験概要

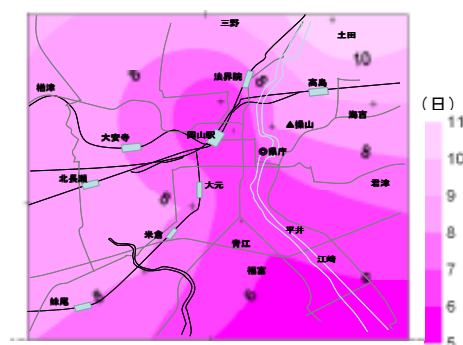
観測は 2007 年 2 月 9 日~4 月 18 日の期間に連続的に実施した. 対象地域は岡山市街地を中心とする東西約 15km, 南北 15km の地域内であり, 都市と郊外の生育環境が良好なソメイヨシノ 14 本を選択した. 温度計の設置は, 幹の南側, 地上高約 2.5m の条件にすべて統一をした. 測定のサンプリング間隔は 1 分毎で, 乾球温度を測定した. 温度計にはサーミスタ温度計(おんどり JrRTR-52, T&D 社製)を用いた. サクラの開花過程の調査として, デジタルカメラで花芽, 樹木全体を 1 週間毎に撮影した. 開花日が間近なれば上記の作業を毎日行ない, 5 輪以上で開花とみなした. また, 花芽については事前に基準とするものを決めておき, つぼみの大きさなど成長過程を記録した.

## 3. 結果

観測の結果, 開花日は郊外で早く, 都市部では遅くなる傾向であった. しかし, 満開日までの日数では, 都市部から沿岸部で早くなる傾向であった(第2図). この要因としては, 夜間における気温が高い都市部と海(児島湾)に近い地域では, 冬季の花芽の休眠打破が遅れるため, 桜の開花も遅くなると推測される. しかし, 今年は暖冬であったため, 例年の開花の状況と異なっていた可能性があり, 継続的な比較調査をする必要がある. また, サクラの立地条件・気候環境なども今後は考慮に入れていく.



第 1 図 岡山市における地上気温の偏差分布図.  
2007 年 1 月 10 日 0 時, +は観測地点.



第 2 図 ソメイヨシノの開花日から満開日までの  
偏差分布図. +は観測地点.

## 引用文献

小元敬男, 青野靖之, 1989:速度論的手法によるソメイヨシノの開花日の推定, 農業気象, 45, 25-31.

重田祥範, 大橋唯太, 2006:中規模都市における大気熱環境の広域的な細密調査ー岡山市街地で発生するヒートアイランド現象ー, 環境情報科学論文集20, 7-12.

\*山本伸子・山尾僚・川上皓史・大森繁・佐藤真由美・能勢樹葉・野田珠生・鈴木千尋

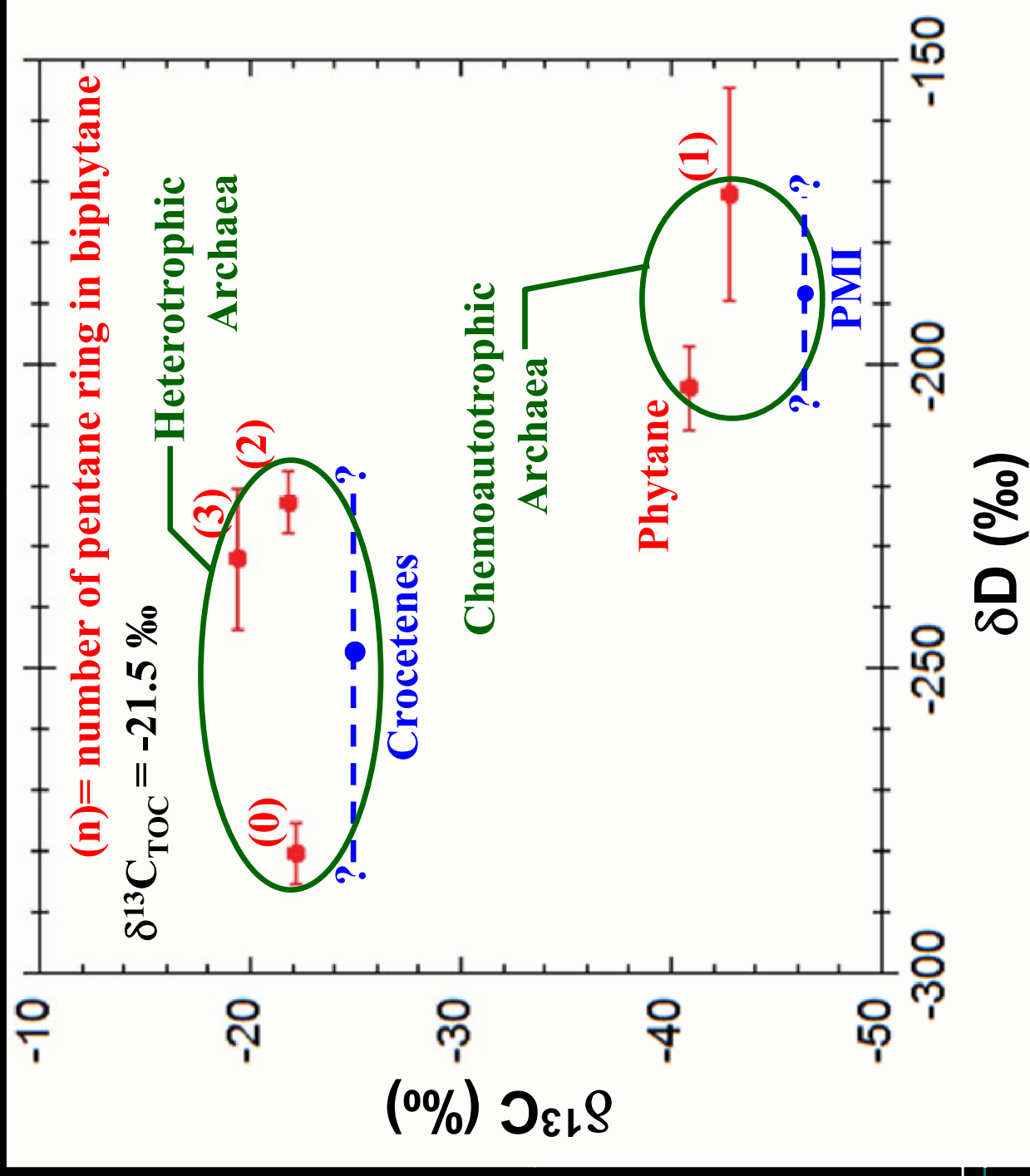


イニシアティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：金子 雅紀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：奈良岡 浩 |
| 参加学会名：AGU Fall Meeting<br>期間：2007.12.9.-2007.12.16      開催市名：サンフランシスコ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
| 講演タイトル：Origins of sedimentary organic matter at the northern Cascadia margin<br>共著者：Masanori Kaneko, Hiroshi Naraoka<br>講演の概要<br>メタンハイドレート地域での堆積物中有機物の同位体的特長や分子分布から異地性有機物の起源の評価、および地下深部の微生物活動を評価した。特に、最近の研究で堆積物深部において微生物活動の大きな痕跡を発見し、同位体的特徴を明らかにした。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>大きな学会で英語での口頭発表に挑んだ。発表自体はスムーズに進んだが、質疑応答をこなすにはまだまだヒアリング能力や話す能力が必要であった。しかし、研究内容については近い研究をしている研究者から質問があり、苦しみなながらも相手の質問を理解し、答える事ができた。また、発表終了後にもさらに議論を深めた。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>学会発表時だけでなく、学会期間中を通して、外国の研究者とコミュニケーションを積極的にとり、最近の研究成果について議論を深めた。また、自分のコミュニケーション能力や研究に対する課題を見つけるいい機会になった。 |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>学会発表を聞いた親しい研究者の話では、多くの聴衆にもかかわらず、全体を見ながら堂々と発表していた。質疑応答でも質問意図を質問者に確認しながら的確な応答をしていた。発表後も聴衆と議論を行っていた。学会前にも発表練習を何度か行っていたが、発音を含めて更なる向上も期待できるが、世界最大規模の学会での初めての英語による口頭発表としては非常によいものであったと思う。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>学会から帰国後の話し合いにより、学会期間中を通して、金子君は海外研究者と積極的に議論することによりコミュニケーション能力を高めるとともに、最先端の地球科学分野での研究成果について知識を深めたと感じた。また本海外派遣は今後の研究活動に大いに役立つと確信した。このような貴重な機会を与えてくれたこの教育イニシアティブプログラムに感謝する。                                                                                                                                                             |              |



# $\delta D/\delta^{13}C$ of Archaeal biomarkers



イニシアティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：金子 雅紀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 指導教員氏名：奈良岡 浩 |
| 参加学会名：第 6 回ニューイヤースクール及び古海洋学シンポジウム<br>期間：2008 年 1 月 5 日から 2008 年 1 月 8 日 開催市名：東京都渋谷区及び中野区                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              |
| 講演タイトル：メタンハイドレート濃集域の堆積物深部における微生物バイオマーカーの同位体比と堆積環境<br>共著者：奈良岡 浩<br>講演の概要 申請者の最近の研究でメタンハイドレートが濃集するカスカディア地域の海底堆積物深部において、古細菌の膜脂質バイオマーカーが大量に見つかった。これは地下深部のメタン生成に関与する微生物である可能性があり、地下微生物圏解明に重要かつ新しい情報を与える。<br><br>学会発表に対する自己評価：<br>ポスター発表の概要を 5 分間でプレゼンする時間があったが、プレゼンの後で他の参加者からプレゼンが上手になったとの評価を受けた。自然科学研究科のイニシアティブを通じて多くの学会発表に参加できた成果だと感じる。その後のポスター発表においても多くの研究者から実験方法、研究成果において好評を得たと思う。<br><br>学会活動に対する自己評価：<br>ニューイヤースクールでは微生物学の研究者や学生も参加しており、微生物学の側面からの自身の研究内容に対する意見を聞く事ができ、大変勉強になった。また、他者の講演に対し、積極的に質問をし、議論に参加した。ポスター発表を通して、他の研究者との議論が予想以上に活発に出来て、かなりの反響を呼んだのではないかと感じた。 |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>古海洋学シンポジウムにおける金子君のポスター発表に対して、多くのコメント・質問があり、自分の研究の意義を再認識できたと思う。特に堆積物中に存在する古細菌由来の有機化合物の同位体組成に関して多くの議論があり、金子君の発表は他の研究者に好印象を与えた。発表会場が狭かったのと発表時間が十分長くはなかったので、議論が足りない部分もあったかもしれないが、良い発表であった。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>地球システム・地球進化ニューイヤースクールと古海洋学シンポジウムを通じて、多くの研究者・他大学の大学院生と様々な議論・意見交換を行い、地球科学における様々な考え方や広範な研究分野についても学ぶことができた。特に最前線の深層生物圏についても最近の研究進展を学び、実りの多い学会出席であった。今回の学会への参加補助をしていただいた大学院教育イニシアティブプログラムに感謝する。                                                                                                                                           |              |

# メタンハイドレート濃集域の堆積物深部における微生物バイオマーカーの同位体比と堆積環境

魅力ある大学院教育をシニアタイプ

○金子雅紀(岡山大院・自然)・奈良岡浩(岡山大・理)

メタンハイドレートを構成するメタンの生成には微生物が関与する事が示唆されているが、堆積物深部での微生物の分布、代謝活動に関する直接的な証拠は未だない。微生物の膜脂質バイオマーカーとその同位体組成を用いると、培養が困難な堆積物深部での微生物の分布や炭素・水素源などの代謝活動を解明できると考えられる。カスカディア縁辺域のメタンハイドレート地域の深部堆積物から自生のものと考えられる高濃度の古細菌膜脂質バイオマーカーが存在した。また、この脂質バイオマーカーの炭素・水素同位体比の特徴は2グループに明瞭に分かれ、従属栄養( $\delta^{13}\text{C}$ ; -25 to -24 ‰)と化学独立栄養古細菌(-46 to -40 ‰)由来の値を示す事を明らかにした。

## 1. はじめに

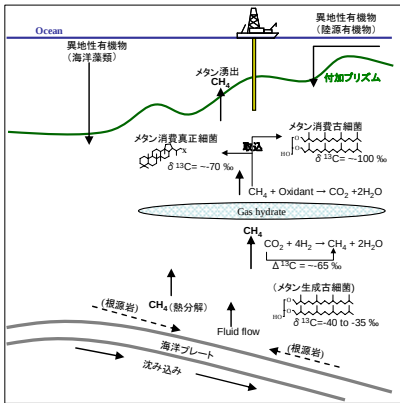


図1. メタンハイドレート濃集域における炭素の循環

## 2. 研究目的

メタンハイドレートを構成するメタンの生成は堆積物深部のどこで起きているのか？そしてどのような代謝活動を行う微生物が存在するのか？  
本研究では微生物の持つ膜脂質バイオマーカーと同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta\text{D}$ )を用い、ガスハイドレートが濃集する北東太平洋カスカディア地域の堆積物深部において、どのような微生物(真正細菌、古細菌)がどのような代謝系を用いて活動しているのかを明らかにする。

## 3. 試料及び掘削調査

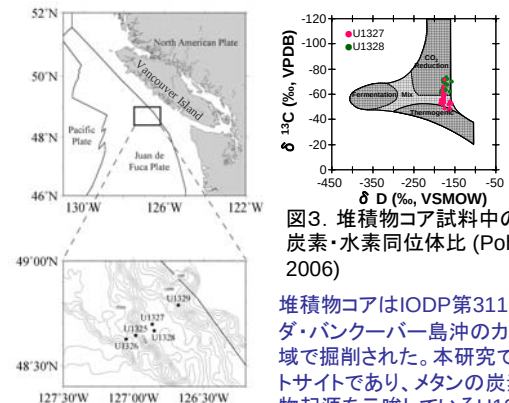
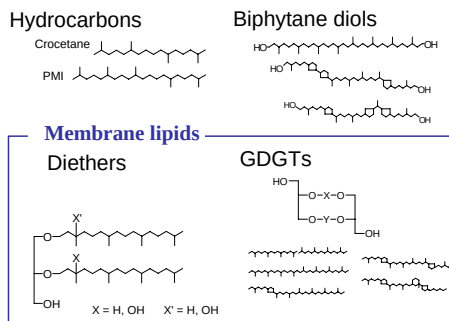


図3. 堆積物コア試料中のメタンの炭素・水素同位体比 (Pohlman, 2006)

堆積物コアはIODP第311航海中にカナダ・バンクーバー島沖のカスカディア縁辺域で掘削された。本研究ではコールドベントサイトであり、メタンの炭素・水素が微生物起源を示唆しているU1328掘削地点で採取した堆積物を使用した。

図2. 調査地域

## 4. 古細菌のバイオマーカー



## 5. 古細菌および真正細菌バイオマーカーの分布

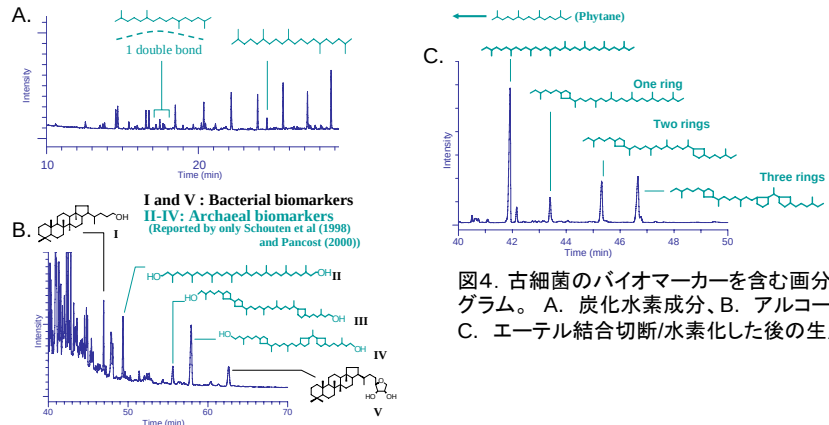


図4. 古細菌のバイオマーカーを含む画分のガスクロマトグラム。A. 炭化水素成分、B. アルコール成分、C. エーテル結合切断/水素化した後の生成物。

## 6. 古細菌バイオマーカーの深度分布と同位体的特徴

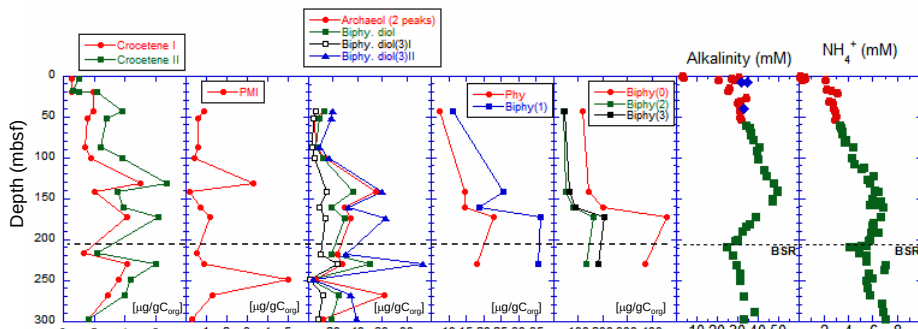


図5. 古細菌バイオマーカーと間隙水中のアルカリ度とアンモニアの深度分布

## 7. 結論

・堆積物下50m以深から古細菌のバイオマーカーが炭化水素、アルコール成分で検出された。アルコール成分に対してエーテル結合を切断する処理をすると、大量のビフィタンが検出された。これは、古細菌の細胞膜を構成するGlycerol dialkyl glycerol tetraethers (GDGTs)が存在する事を示唆する。

・分子の深度分布パターン(図5)は①クロセタン・3環のビフィタンジオール②PMI・アーキオール  
の2パターンに区別できる。これは①と②が異なった古細菌由来であることを示唆する。  
特にクロセタンと3環のジオール濃度が高い深さ150m付近はアルカリ度、アンモニア濃度が高くなっており、古細菌による有機物の分解が起こっている可能性がある。事実、古細菌のバイオマーカー濃度とTOC濃度の間には良い相関が見られた(図6、7)。

・炭素・水素同位体比(図8)はI. クロセタン、ビフィタン、2、3環ビフィタンII. PMI、フィタン、1環ビフィタンで2つに明瞭に分かれ、これらは上の分子分布パターンから見た分類とも一致する。  
それぞれの炭素同位体比は従属栄養古細菌、化学独立栄養古細菌由来であることを示唆する。

このようにカスカディア縁辺域のメタンハイドレート堆積物中では従属栄養及び化学独立栄養古細菌の活動が活発であると考えられる。

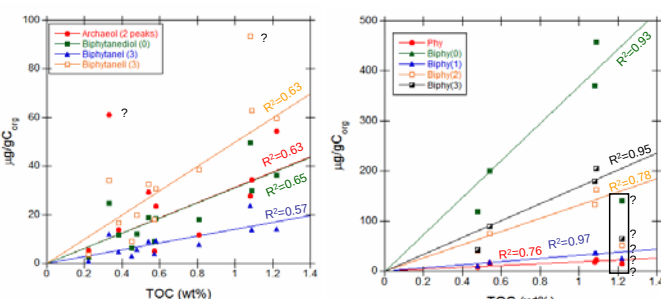


図6. アーキオール、ビフィタンジオールとTOC濃度の関係

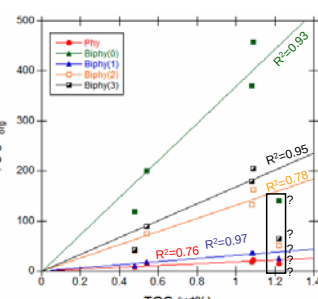


図7. エーテル結合切断・水素化後の古細菌脂質とTOC濃度の関係

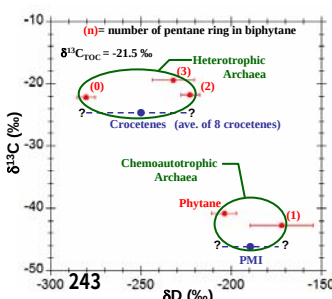


図8. 古細菌脂質の炭素・水素同位体比 (142 mbsf)

イニシアティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 申請者氏名： 新開 宏                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 指導教員氏名： 奈良岡 浩 |
| 参加学会名： 第6回地球システム・地球進化ニューイヤースクール<br>2007年度古海洋学シンポジウム<br>期間： 1/5~1/8 開催市名： 東京都渋谷区、東京都中野区                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |
| 講演タイトル：日本海の氷期・間氷期堆積物におけるアルケノンの炭素・水素同位体比変化<br>共著者： 奈良岡浩(岡山大学)<br>講演の概要：日本海の隠岐堆で採取された過去約 25,000 年の記録を持つピストンコア堆積物中に含まれる円石藻由来の長鎖アルケノンの炭素、水素同位体分析から、日本海の過去の海水表面温度や表面塩分、円石藻の成長速度についての考察を行い、ポスターセッションで発表した。<br>学会発表に対する自己評価：<br>今回の発表はポスター発表であったが、そのポスターについて、口頭での5分間のプレゼンテーションがあり、良い経験となった。ポスターセッションは25分間と短かったが、密度の濃い議論をすることができた。古海洋学という少し異なる分野の専門家との議論はとても有意義で、まだまだ知らないこと、知っておくべきことが多くあり、普段と異なる視点からの考察も重要であると感じた。他大学の先生に良い評価を頂けたことで、研究に対するモチベーションを高めることができた。<br>学会活動に対する自己評価：<br>ニューイヤースクールでは、地球科学の基礎知識や最新の話題の集中的な講義を通じて広い学問的視野を養い、他大学の学生とも積極的に議論を交わすことができた。<br>古海洋学シンポジウムでは、研究室で行っている有機物の微量分析ではなく、微化石やモデルを用いた研究者が大半であり、どの講演者の発表を聞いても、ほとんどがこれまで知らなかったことで、とても勉強になった。 |               |
| 学会発表に対する指導者の評価：<br>古海洋学シンポジウムにおける新開君のポスター発表では、古海洋における海水の塩分度やプランクトンの成長速度の見積など、今まで研究例のない新しい報告であったため、多くの質問・コメントがあった。新開君のこれらの質問などに対して的確に回答していた。発表会場が狭かったのと発表時間が十分長くはなかったので、議論が足りない部分もあったかもしれないが、良い発表であった。<br>学会活動に対する指導者の評価：<br>地球システム・地球進化ニューイヤースクールと古海洋学シンポジウムを通じて、多くの研究者・他大学の大学院生と様々な議論・意見交換を行い、地球科学における様々な考え方や広範な研究分野についても学ぶことができた。自身の研究のバックグラウンドも広めることができ、今後、修士論文をまとめるにあたって、非常に有意義であった。今回の学会への参加補助をしていただいた大学院教育イニシアティブプログラムに感謝する。                                                                                                                                                                                                                            |               |

Ishiwatari et al., PALEOCHEANOGRAPHY **14**, 260-270 (1999), Jasper and Hayes PALEOCHEANOGRAPHY **9**, 781-798 (1994), Oba et al., PALEOCHEANOGRAPHY **6**, 499-518 (1991), Popp et al., Geochimica et Cosmochimica Acta **62**, 69-77 (1998), Rau et al., Mar. Ecol. Prog. Ser. **133**, 275-285 (1996), Schouten et al., Biogeosciences **3**, 113-119 (2006), van der Meer et al., Earth and Planetary Science Letters **262**, 594-600 (2007), Yamada and Ishiwatari, Org. Geochem. **30**, 367-377 (1999)

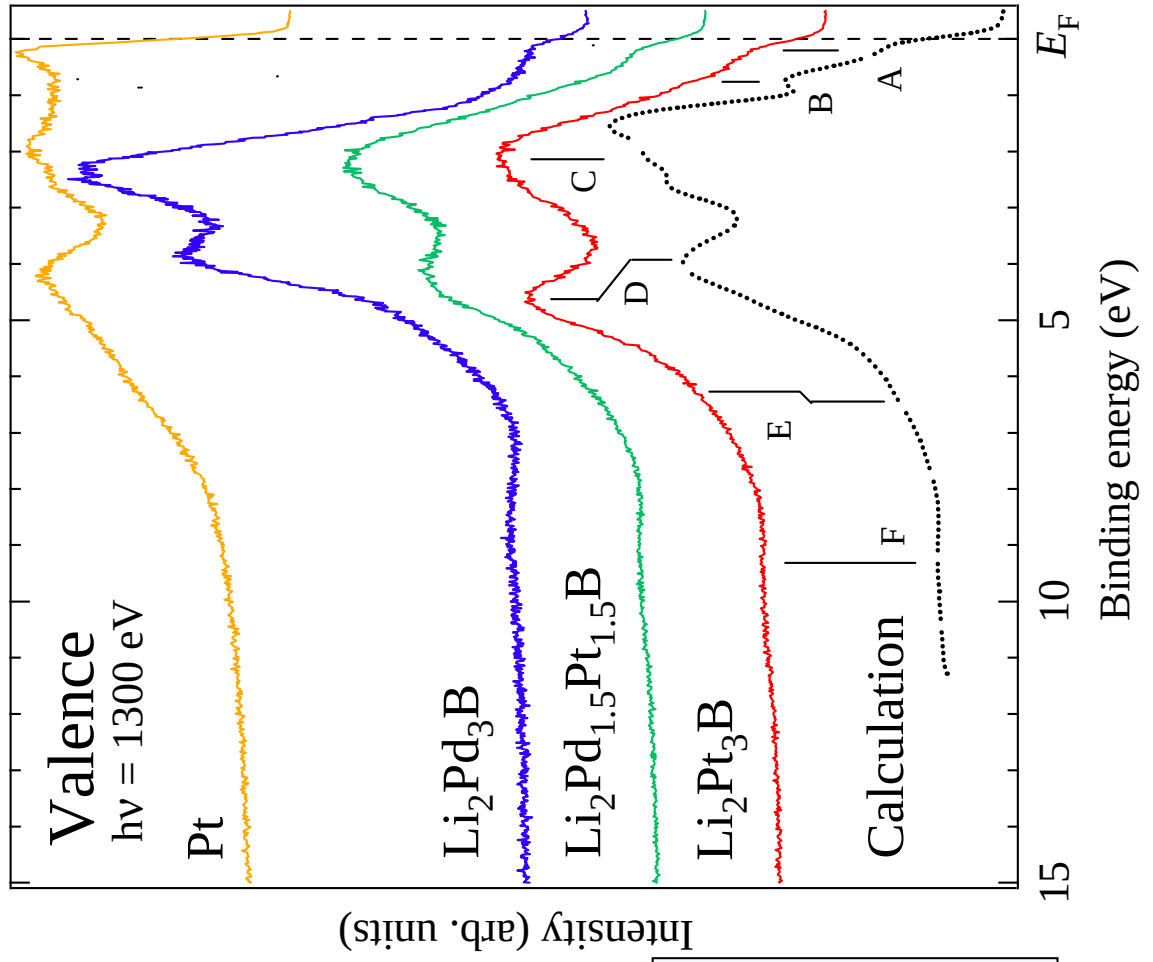


イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：吉田 力矢                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 指導教員氏名：横谷 尚睦 |
| 参加学会名：第 21 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |
| 期間：1/12/2008-1/14/2008                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
| 開催市名：滋賀県草津市野路東 1-1-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |
| 講演タイトル：光電子分光による $\text{Li}_2(\text{Pd}_x\text{Pt}_{1-x})_3\text{B}$ の電子状態研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| 共著者：○吉田力矢 <sup>1</sup> ，岡崎宏之 <sup>1</sup> ，田嶋光俊 <sup>1</sup> ，村岡祐治 <sup>1, 2</sup> ，平井正明 <sup>1</sup> ，室隆桂之 <sup>3</sup> ，<br>竹屋浩幸 <sup>4</sup> ，平田和人 <sup>4</sup> ，長谷泉 <sup>5</sup> ，横谷尚睦 <sup>1, 2</sup>                                                                                                                                                                                                 |              |
| <sup>1</sup> 岡大院自然， <sup>2</sup> JST-CREST， <sup>3</sup> JASRI/SPRING-8， <sup>4</sup> 物材機構， <sup>5</sup> 産総研                                                                                                                                                                                                                                                                                               |              |
| 講演の概要：近年、話題となっている空間反転対称性のない超伝導体 $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ と $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$ は同一の結晶構造を示す超伝導体である。 $\text{Li}_2(\text{Pd}_x\text{Pt}_{1-x})_3\text{B}$ の一般式で書かれる一連の混晶体も超伝導を示し、その超伝導特性は異方的であることが知られている。今回は $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ および $\text{Li}_2\text{Pd}_{1.5}\text{Pt}_{1.5}\text{B}$ の軟 X 線光電子分光による内殻構造及び価電子帯の直接的観測を行い、重い電子系や高温超伝導体とは異なり、その異方的超伝導特性が電子相関によるものではない事を示した。 |              |
| 学会発表に対する自己評価：今回は全国規模の学会で発表するのは 2 回目であり、発表の質は前回よりも格段に向上していたと考える。発表スライド自体も、前回に比べ分かりやすく話し方もより適切であったと思う。今回の発表における問題点は質問に対する準備であった。3 件あった質問中、2 件には適切に答えることができたが、最後の 3 件目の質問には、予想することができたのにも関わらず、分かりやすく説明することができなかった。今回の学会で新たに重要性を認識した問題であり、今後はさらに注意しながら対策に努めていきたい。                                                                                                                                              |              |
| 学会活動に対する自己評価：物理学以外の他分野からも参加があり、かつ自身の研究室からの学生参加は 1 人であり、講演を聞きにいたり、ポスターを見たりする上で多少戸惑った。事前に要綱が送られていないなどのトラブルがあったが、結局自身の事前準備が少なかったと反省している。                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |
| 学会発表に対する指導者の評価：今回吉田君は、空間反転対称性のない超伝導体である $\text{Li}_2(\text{Pd}_x\text{Pt}_{1-x})_3\text{B}$ 系について、内殻準位及び価電子帯の光電子スペクトルから電子相関の弱い物質であることを支持する研究結果を口頭発表した。発表は落ち着いて、図のどこに注目すべきかポインターで指し示しながら的確に要点を説明していたことは、プレゼンテーションの技術も向上していると思われる。また、超伝導の発現メカニズムに迫る電子相関との関連についての鋭い質問に、的確に答える訓練を経験したことは、今後、自身の発表に活かせるものと考えられる。                                                                                                |              |
| 学会活動に対する指導者の評価：オーラル、ポスター発表のプレゼンテーションを見る機会を積極的に持ったことは評価でき、今後の参考になるものと考えられる。また、ポスター会場で同じ研究分野の人たちと質問等のコミュニケーションできたことは、今後研究を進める上での重要なヒントを得たものと思われる。                                                                                                                                                                                                                                                            |              |



# 価電子帯スペクトルと計算結果



・Ptが増えるに従い、  
バンド幅がより広がる  
→電子相関が  
それに伴い弱まる

・FLAPW + LDA の結果  
→実験結果をよく再現  
→1粒子近似の範囲で電子相  
関が弱いことを示唆

イニシャティブ「学会など参加支援」報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名：前田 多恵                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 指導教員氏名：松崎 克彦 |
| 参加学会名：平成19年度日本数学会中国・四国支部例会<br>期間：平成20年1月27日 <span style="float: right;">開催市名：山口市</span>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |
| <p>講演タイトル：フックス群の commensurability と固定点集合との関係について</p> <p>共著者：なし</p> <p>講演の概要</p> <p>PSL(2,R)の2つの部分群が commensurable であるとき、両者の軸の集合や放物型元の集合が一致することは容易にわかる。逆の主張は明らかではないが、算術的フックス群に限れば、軸が一致すれば commensurable となることが知られている。講演ではこの事実に関連して得られた「算術的フックス群は放物型元の固定点集合が一致すれば commensurable となる」という結果と、「cofinite なフックス群は楕円型元の固定点集合が一致すれば commensurable となる」という結果について述べた。</p> <p>学会発表に対する自己評価：</p> <p>今回の講演は、聴衆の中に専門を異にする研究者が多くいることを考え、証明の解説よりも問題意識を説明することに比重を置いた。特に、基本的な用語や初等的な事実の説明を盛り込むように工夫したが、実際に講演後、異なる分野の研究者の方から「問題意識がよくわかった」とのコメントをいただいたことから、この点は成功したと評価できる。</p> <p>一方、発表の際に声が小さく早口であった点、スクリーンに対する立ち位置が不適切であった点は反省点である。今後改善していきたい。</p> <p>学会活動に対する自己評価：</p> <p>学会活動を通し、専門分野が異なる研究者に自分の研究内容を伝えることができ、また他の講演から異なる分野の研究の一端を感じることができた。これらの経験は今後の研究活動にプラスとなるものであり、評価できる。</p> |              |
| <p>学会発表に対する指導者の評価：</p> <p>発表内容はフックス群の通約類の決定の問題であり、数学的な価値については既に何回もの研究発表を通じて十分評価している。使用したスライドをみたが、研究成果（双曲型元の軸の一致がその必要十分条件であると予想されているが、これは算術的フックス群については正しいこと、および、この講演では同様の主張を放物型元の固定点の一致に対して証明したこと）が、問題の経緯からわかりやすく説明されていた。出席した山田教授の意見は、専門分野が異なる研究者にも、問題の意味が十分に伝わるたいへんよい講演であったということである。</p> <p>学会活動に対する指導者の評価：算術的フックス群は、数学のいくつかの分野にまたがる研究対象である。学会に参加し、講演することで、ほかの分野の研究者から意見、助言をもらう機会をもつことは、研究を進める上で必要なことである。このような会議に積極的に参加することは、学会活動として有益なものであると評価できる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |

定理 (D. Long, A. Reid)

$\Gamma_1, \Gamma_2$  : 算術的 フックス群

$$ax(\Gamma_1) = ax(\Gamma_2) \Rightarrow \Gamma_1 \sim \Gamma_2$$

同様に次を示すことができた。

定理 1

$\Gamma_1, \Gamma_2$  : 算術的 フックス群

$$fp(\Gamma_1) = fp(\Gamma_2) \Rightarrow \Gamma_1 \sim \Gamma_2$$

$$\Gamma_1 \sim \Gamma_2 \begin{array}{c} \xrightarrow{\text{ok}} \\ \xleftarrow{\text{算 ok (それ以外?)}} \end{array} \quad ax(\Gamma_1) = ax(\Gamma_2)$$

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{ok}} \\ \xleftarrow{\text{算 ok}} \end{array} \quad fp(\Gamma_1) = fp(\Gamma_2)$$

(それ以外) 反例あり

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{反例あり}} \\ \xleftarrow{\quad} \end{array} \quad fe(\Gamma_1) = fe(\Gamma_2)$$

定理 2

$\Gamma_1, \Gamma_2$  : cofinite な フックス群

$$fe(\Gamma_1) = fe(\Gamma_2) \Rightarrow \Gamma_1 \sim \Gamma_2$$

## 6. 3 TA報告(一部抜粋)

## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 申請者氏名： 宮崎 寛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 指導教員名： 原田 勲              |
| TA 科目： 統計力学 I、統計力学演習 II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 期間： H.19 6 月 から H.20 3 月 |
| <p>TA としての活動内容</p> <p>統計力学、統計力学演習の TA として教育の補助を行った。</p> <p>統計力学はそれ自身の難解さに加えて、力学や量子力学の内容がきちんと理解できていなければこれを理解することは難しく、物理学科の学生にとって最もハードルの高い科目のひとつとなっている。</p> <p>そこで本 TA では、学習の遅れている学生に対しては、統計力学以外の内容についても個人的に指導を行った。</p> <p>TA などで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>本 TA はモチベーションが上がらない学生に対してどのように指導を行えばよいかを考えるよい機会となった。</p> <p>授業についてこれていない学生は一般に学習に対する意欲も希薄であり、そもそも指導の時間を確保することにすら苦労した。</p> <p>しかし、彼らは全くやる気が無い訳ではなく、部活やアルバイトに一生懸命になりすぎているというケースが大半である。</p> <p>今回の TA によって、少しではあるがそんな彼らの気持ちを物理の学習に向けることができたのではないかと感じている。</p> |                          |
| <p>T a などに対する指導教員としての評価：</p> <p>宮崎君は 3 月で博士後期課程を終え、民間の企業に就職する。しかし、この TA で行った作業は、単に自分の研究に邁進するばかりでなく、学生に対する指導という訓練実習であった。特に、理解が不能な学生を鼓舞しながら指導するのは教員でさえ難しい仕事である。そのような仕事をやり遂げた経験は、宮崎君がこれから企業において指導者として生きてゆくうえでも大変貴重な経験となるであろう。宮崎君が優しく下級生に接し熱心に指導する態度は評価される。</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |

# イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 申請者氏名： 池田祥一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 指導教員名： 塚本修          |
| TA科目： 地球科学特別研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 期間： 平成19年6月～平成20年2月 |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>博士前期課程の地球科学特別研究において、指導教員が研究指導する内容の一部をTAとして補助することによって、自分のもっている知識や経験を生かして前期課程の大学院生の指導を行なった。</p> <p>具体的には、データ処理手法の指導や技術的な支援、解析方針に関する助言を行なった。また、論文作成に関わる具体的な技術や内容についての議論・助言も行なった。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>この業務によって、自分の知識や経験をより深めたり検証することができると同時に、自分の研究ではこれまで中心的ではなかった分野の知識や技術を習得することができた。また、普段行なっているデータ処理などで初めて行なう場合にミスしやすい箇所を知ることができ、教育訓練の場としても非常に有効なものとなった。</p> <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>博士前期課程の地球科学特別研究において、研究指導の一部をTAとして補助してもらった。データ処理手法の指導や技術的な支援、解析方針に関する助言などが中心であったが、過去に自分が経験してきたことを生かした良い指導ができたと考えられる。指導された学生にも身近な助言者として、指導教員には直接相談しにくいことも相談できたものと考えられる。</p> <p>また指導した本人にも、相手の立場にたって指導することができたと考えられるので、教育訓練の場としても非常に有効であった。</p> |                     |



## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                     |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 申請者氏名：前田多恵                                                                                                                                                                                                                          | 指導教員名：松崎克彦  |
| TA科目：数学情報課題研究                                                                                                                                                                                                                       | 期間：平成19年度通年 |
| <p><b>TAとしての活動内容</b></p> <p>セミナー形式の授業において学生の発表を聴き、適宜質問をしたりともに考えるなどして発表の手助けした。特に発表者が4年生であったためセミナーという形式に不慣れな点を感じられたので、発表者の説明がスムーズに進むような質問をすることをこころがけて参加した。</p>                                                                        |             |
| <p><b>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</b></p> <p>今回テキストに用いられた本は大変興味深い内容で、発表を聞くことで得られた新しい知識が多くあった。TAということでもともに考えながら参加できたことでより深く身に付いたといえると思う。このような知識は今後の研究にもつながるものであり、評価できると考える。</p>                                                          |             |
| <p><b>TAなどに対する指導教員としての評価：</b></p> <p>幾何学的群論に関する英語で書かれた文献を購読するセミナー形式の授業に参加し、TAを勤めた。学生が説明する証明の欠陥を指摘したり、その修正を考えたりして本を読み進める上での補助をした。そのために自分自身で文献を読んで復習するなどの準備をしっかりと。これにより、教育に対する貢献以上に、自分の数学的知識の拡充にもつながり、自身の研究課題を進めていく上でも役に立つものとなった。</p> |             |

### イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 申請者氏名： 飯間 圭一郎                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 指導教員名： 吉野 雄二 |
| TA科目： 数理物理学ゼミナール（数学系） 期間： 平成19年度後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>大学院自然科学研究科博士前期課程2年生，平松直哉氏のゼミナールに参加し修士論文作成について手助けをする。また修士論文の研究テーマに関する様々な問題や疑問点を議論し，お互いの理解がより深まるように努める。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>平松氏の研究テーマである「リンケージの理論」は由緒正しく，また同時に現在も目覚しく発展し続けているものであり世界的にも注目されている。彼の研究もまたその中のひとつであり，実際に彼は昨年11月に開催された第29回可換環論シンポジウムにおいて研究成果の口頭発表を行った結果シンポジウム参加者の間で話題になったようである。</p> <p>残念ながら私自身が平松氏の研究に貢献するものではなかった。しかし，ゼミナールに参加したことにより「リンケージの理論」に興味を持つことができ，基本的なことから勉強する機会が得られたことは，私自身の研究の今後のことを考えると非常に有意義なものであった。</p> <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>申請者の飯間君は修士学生のゼミに参加して，修士学生の研究に関して適切な質問や問題提起を行いゼミ進行に貢献した。すでに上に述べられているように，このことは申請者自身の研究にとっても良い経験となったと思われる。今後の彼の研究生活に今回のTAの経験が役立つことを期待している。</p> |              |

## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 申請者氏名： 尾古昌崇                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導教員名： 原田 勲          |
| TA 科目： 量子力学演習 I,II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 期間：2007/6/1～2008/2/8 |
| <p>TA としての活動内容</p> <p>今回の TA では主に学部2、3年生の自習に対してのアドバイス及び補助を行った。指導内容は、量子力学を主軸として、他にもその学生の弱点になっているポイントをカバーした。これにより、学生の基礎科目の理解を深めると共に、弱点意識を無くさせ、その科目に対するモチベーションが上がるのが期待できる。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>今回は週に1回の2、3時間の指導で主に量子力学の授業及び演習の復習を行った。個人指導であるため、集中して丁寧に教えることができ、本人が納得するまで指導することができた。私自身も本人がどこまでどのように理解して、どこが分かっていないのかを把握するためコミュニケーションにも尽力した。この一年間で結果的に本人の理解度が上がり、授業や演習でも少し理解が進んだ。また、理解と同時に本人の勉強への姿勢も変わっており、始めた当初はすべき問題を指定して取り組ませていたのに対して、指導が進むたびに自らすすんで問題に取り組むようになった。この指導では、通常の授業での TA とは異なり個人的な指導であったため、指導の形態を異なる視点から見つめ直すことができた。このような学習、指導の多様性を学ぶことはこれからの研究に少なからず生きてくると思われる。</p> <p>TA などに対する指導教員としての評価：</p> <p>尾古君は現在博士後期課程の学生であり、単に自分の研究に邁進するばかりでなく、学生指導の訓練実習にも力を入れる立場にある。特に、理解が不能な学生を鼓舞しながら指導するのは教員でさえ難しい仕事である。そのような仕事をやり遂げた経験は、単に教員としてばかりでなく、これから指導者として生きてゆくうえで大変貴重な経験となるであろう。そのような意味で、尾古君の積極的な TA に対する態度は評価される。</p> |                      |

# イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 申請者氏名：高橋 雅裕                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導教員名：町田 一成        |
| TA科目：統計力学演習 I, 統計力学 II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 期間：2007/6 – 2008/2 |
| TA科目：課題研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 期間：2007/6 – 2008/2 |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>【統計力学演習 I, 統計力学 II】</p> <p>授業で分からないところに対する質問について、解説を行った。特に、基礎からの説明が必要な場合について、授業外の時間を使い、理解できるよう十分に指導を行った。また、このような場合には、補足的な課題を出す等して、十分な理解が出来るよう配慮に努めた。</p> <p>【課題研究】</p> <p>4年生の課題研究において、超伝導の理論研究に必要な数値計算方法を習得する講習会を企画・実施して、指導・助言を行った。具体的に、微視的理論より Bogoliubov-de Gennes 方程式の導出を行い、定式化だけでなく、数値計算などの研究に必要なノウハウも教え、毎回課題を出して理解の度合いの確認を行った。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>【統計力学演習 I, 統計力学 II】</p> <p>授業時間外の指導により、授業の内容の理解が進んだと考えられる。しかし、それも完全ではなく、指導した箇所に限る場合がある。課題を出すことも多かったが、その量が多すぎる場合があったように感じる。指導の仕方や課題の量の配分など、指導する上で重要なことが、まだ十分ではないことを今回実感した。指導した箇所については、理解を深めてもらえたと感じている。</p> <p>【課題研究】</p> <p>卒業研究につながる指導として、4年生に理論及び数値計算を教え、基本的なやり方について理解してもらえたと思う。より、専門的な知識を教えることは、自分自身がよく理解していなければ、的確な説明が出来ないことがわかった。卒業研究に関して、教えた理論及び数値計算の方法を用いて、課題研究に取り組むことが出来る基礎作りの目標は達成されたと感じる。</p> <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>学部生に対して基本的な物理の事項を教えることは高橋君自身にとっても役立ったようである。物理概念の再確認にとどまらず、学生の理解のプロセスに立ち会うことができたことは有益であったと評価する。</p> |                    |

## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 申請者氏名：吉澤 毅                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 指導教員名：吉野 雄二            |
| TA科目：数理物理学特別研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 期間：平成19年6月1日～平成20年2月8日 |
| <p><b>TAとしての活動内容</b></p> <p>数理物理学特別研究の科目において、博士前期課程2年の学生の卒業研究に関するTAを行った。主な活動内容としては、セミナーにおいての助言および理解を深めてもらうための意図的な質問、またセミナーの時間外においても学生の質問に答え、学生の研究の補助を行った。</p> <p><b>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</b></p> <p>今回のTAを行った学生は非常に優秀であり研究内容も高度なものであったため、質問なども難解なものが多かった。しかしながら質問の受け答えを行っていく中で、私自身の知識にもなり、また学生とともに問題を考察することで新しい分野にも興味を持つことができた。</p> <p>指導する際には多くの分野に関する知識が必要であることを再認識させられ、自分自身の知識の少なさを反省する機会を与えてくれた今回のTAは、私自身にとって非常に意義のあるものであった。</p> |                        |
| <p><b>TAなどに対する指導教員としての評価：</b></p> <p>申請者の吉澤君は修士2年の学生の修士論文作成のためのセミナーに参加して、学生の指導に関して私の補助的役割を果たしてくれた。</p> <p>具体的には、セミナー中に教育的な質問を行ったり、時間外に学生と討論を行なうことによって、修士論文の内容を充実させることに貢献した。</p> <p>自己評価の項目に書かれているように、修士学生のみならず申請者自身にとっても有意義なセミナーであったことは評価してよいと思う。</p>                                                                                                                                                                                   |                        |

## イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 申請者氏名：金子 雅紀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 指導教員名：千葉 仁（奈良岡 浩）   |
| TA科目：課題研究、地球科学特別研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 期間：2007年6月から2008年2月 |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>【課題研究】今年度、本研究室に配属された学部4年生の卒業研究を指導する。学部4年生は有機化学実験の経験がほとんどない為に、実験操作の原理、測定機器の原理から説明し、自立して実験が出来るように指導する。また、実験を安全に行うための指導も十分に行う。実験によって出てきたデータの処理、解釈の仕方についても指導し、参考文献を用いた考察のアドバイスをを行う。このような指導を通して、実験の楽しさや遣り甲斐を実感させ、研究により得られた成果から自身の知識も増やす。</p> <p>【地球科学特別研究】博士前期課程の1年生を対象に修士論文のための課題研究の指導に取り組む。修論生は実験操作を既に習得しているので、主にデータの解釈ができるようにアドバイスをを行う。また、学会発表や、修士論文の中間発表に向けての考察や、準備において指導する。修士論文という技術的および時間的にも高度な研究対象と一緒に取り組むことで自己の技術と知識の向上を同時に図る。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>【課題研究】4年生が卒業研究を進めるにあたり、測定機器の使い方、実験の仕方について適宜アドバイスをした。また、研究のモチベーションを保つための精神的なサポートも行った。毎週1回行われるゼミナールにおいて、4年生が発表する時には質問や、コメントをしたり、卒論の考察の段階では、適宜、専門書や論文を紹介したりしてサポートをした。</p> <p>【地球科学特別研究】日頃から、お互いの研究成果について、議論しあい、コメントする事で、修士論文のための研究遂行をサポートし、自らの知識を深める事も出来た。</p> <p>TAを通して、自分を含めた学生が使う測定機械の消耗品の交換などのメンテナンスを積極的に行うことで、機器に対する知識や、メンテナンスに必要な技術を向上させることができた。</p> <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>金子雅紀君は本研究室で課題研究を履修している2名と地球科学特別研究を履修している2名の合計4名について、TAとして実験指導・論文作成の補助を熱心に行った。データの処理法や解釈、論文のまとめ方について、教員よりも学生に近い立場からより有効に指導できたのではと評価している。同時に金子君自身のティーチング技術も向上したと思われ、将来、アカデミックな場か産業的な場において、知識や技術について指導する立場になったときの活躍が楽しみである。</p> <p>学生に対するティーチング技術の向上以外にも、金子君が博士課程大学院生を続けていく上で、経済的にも大変助かった。もし、本TA制度が無かったら、勉学・研究を継続するのは不可能だったかもしれない。この本教育プログラムにおけるTA制度に心から感謝を申し上げる。</p> |                     |



## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |        |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|---------------------|
| 申請者氏名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Towhida Rashid | 指導教員名： | 鈴木茂之                |
| TA科目：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 地質学原論          | 期間：    | 2007年7月1日～2008年2月8日 |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>I have performed my TAship through conducting a graduate course entitled “Fundamental Geology” in English. There were 11 students of Department of Earth Sciences who continued the entire course work wonderfully. The supports for 4 under graduate students have been also done.</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>The graduate course has been carried out in English. In every class we discussed different topics of fundamental geology in English. The students used to ask questions in English and I tried to meet-up their queries as much as possible. At the end of the course, the students prepared their presentation in English and delivered in English as well. I found that all students, however, were able to deliver their presentation in English and have successfully completed the course. I believe that this type of initiative will promote students to learn as well as to speak English.</p> |                |        |                     |
| <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>Towhida Rashid さんには博士課程前期の講義「地質学原論」および卒業論文課題研究での指導補助を御願いした。授業は地質に関するトピックの講義のあとディスカッションを行ったが、Towhida さんが日本語を理解出来ないことが幸いして、英語で授業を行うことができた。学生との英語でのやりとり積極的に参加してくれ、議論も活発に進めることができた。学生にとって英語で理解し、英語で話す試みをする機会ができたことは、彼らの国際学会での発表など国際化に役にたったのではと考えられる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |        |                     |

# イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 申請者氏名：重田 祥範                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 指導教員名：塚本 修             |
| TA科目：地球科学特別研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 期間：平成19年6月1日～平成20年2月8日 |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>活動内容は学生の修論研究の際に行う実験や野外での測定などにおいて、自身の経験をもとに適切なアドバイスをし、実習・演習等の教育補助業務を行った。実験から得られたデータをどのような視点で解析していくのかなど、作業の補助をするだけでなく、数値に対する見方、考え方に焦点を置き、学生自らが考え行動できるよう研究を進めた。また、卒業論文発表会や学会等に向けたプレゼンテーション能力の育成にも配慮し、学生と積極的な討論を行った。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>TAとしての活動を行い、様々な面から研究を再確認し、見方・考え方を向上することができた。具体的には、野外観測において自らが測定器の設置方法・測定方法を指導することにより新たに学べた面も多く、学生と事物に対して意見交換を行うことで、今までとは違った研究方法も見出すことができた。発表会に向けて学生と積極的にプレゼンテーションを行ったことで、学生自身の能力だけでなく他の発表を数多く聞き、ある課題に対して納得いくまで討論することで様々な知識を得ることができた。</p> <p>本年度のTAの活動を通して、自身も多くのことを学べ、研究を通じて学生ともコミュニケーションを充分にとることができ、以上に良い活動であったと感じている。</p> |                        |
| <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>博士前期課程の地球科学特別研究において、研究指導の一部をTAとして補助してもらった。データ処理手法の指導や技術的な支援、解析方針に関する助言などが中心であったが、過去に自分が経験してきたことを生かした良い指導ができたと考えられる。指導された学生にも身近な助言者として、指導教員には直接相談しにくいことも相談できたものと考えられる。</p> <p>また指導した本人にも、相手の立場にたって指導することができたと考えられるので、教育訓練の場としても非常に有効であった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |

## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |        |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|--------|
| 申請者氏名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 幸田 康成     | 指導教員名： | 吉村 太彦  |
| TA科目：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 情報物理学課題研究 | 期間：    | 10月~2月 |
| <p><b>TAとしての活動内容</b></p> <p>新型の検出器の動作原理の理解から、フォトンカウンティングなどを行ってこの検出器の性能評価を四年生の卒業研究の課題とした。それらの測定を行う際にLEDを光らせるための電子回路の製作、実験器具を加工するための工作機械の使い方も指導した。またフォトンカウンティングを行うときに用いるオシロスコープなど測定機器の使い方や、測定の際に用いるCAMACやNIMモジュールの役割などを説明し、実際に測定のためのセットアップを組み上げた。そしてCAMACで測定を行う際のプログラムの作成や、得られたデーターを解析するためのプログラム作成なども指導した。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>得られた成果としては4年生が実験機器の使い方を習得し、一人で実験セットアップを組み上げてフォトンカウンティングの測定を行えるようになった、また測定プログラムに関しても今まで使用していたプログラムを改良することによって、これまでよりも簡単に測定を行えるようになった。指導した4年生は測定したデーターを自ら解析し週一回のミーティングで研究結果を報告を行っていた。</p> <p>自己評価としては4年生の卒業研究補助のTAを行って、普段わかっていたつものことが説明するようになるとうまく説明できないことがあり、そのときは理解してもらえるようにするために工夫して説明することを心がけた。そうすることによって自分も理解を深めることが出来て4年生だけでなく自分に対しても勉強になった。</p> |           |        |        |
| <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>卒業後に、大学院生として量子宇宙研究センターで研究する予定の学生だったために、非常に効率の良い指導と相互作用があった。指導した学生にも良かったようで、この試みはよく機能したと評価できる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |        |        |

# イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 申請者氏名：佐藤 晴一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 指導教員名：吉村 太彦             |
| TA科目：情報物理学課題研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 期間：2007年10月1日～2008年2月8日 |
| <p><b>TAとしての活動内容</b></p> <p>当初、原子物理学関連の本による卒業研究4年生の勉強会を予定していたが、始める前に話し合った結果、量子力学のテキスト(「量子力学(1)」ガシオロウィッツ, 丸善)を用いることに決めた。</p> <p>毎回あらかじめ決めておいた章を、ホワイトボードを使って説明させる発表形式で行った(章によっては複数回)。適宜、質問を行って理解が不十分だと思われるところを深めてもらった。どうしてもいきづまった際には、僕が説明を行った。また数式の計算で詰まることが多かったので、平行して、計算方法も適宜教えた。</p> <p>発表に際して以下の2つのことをお願いした。</p> <p>(I) 教科書に書かれてあることをそのまま行うのではなく、自分の中で再構築して発表を行う。</p> <p>(II) 分からないところを明白にする。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>上で書いた(I)のお願いはハードルが少し高かったと反省している。回を重ねたが、改善はわずかであった。しかし、この事項を意識してくれたことだけでも進歩であると考えている。</p> <p>(II)については回を重ねる毎にはっきりと述べてくれるようになり、満足を得た。質問に対し説明を行う際、これまで自分では、よくわかっていたと思うことでもいざ説明をしようと思えばなかなかうまく伝えることが難しいと何度か感じる箇所があった。自身の理解が不十分であった点を再認識することができた。</p> <p>全体的な内容は、当初予定したものより不十分であったが、半年間責任をもって指導を全うしたことは、大きな経験となった。</p> <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>基礎の勉強が不十分な4年卒業研究の学生を、佐藤くんは持ち前のがんばりでよくつきあって、指導したとポジティブに評価する。佐藤くん本人も得るところがあったようで、単なる報酬を得る手段に終わらなかったことでほっとしている。今後もこのようなTAの変形を活用できる機会があれば、大学院生にとって経済的以外によい効果をもたらすと考え</p> |                         |

## イニシアティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 申請者氏名：岡崎宏之                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 指導教員名：横谷尚睦 |
| TA科目：物理数学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 期間：        |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>授業内容に対する助言と授業中の受講生からの質問への対応により授業の進行補助。授業後も質問に来る受講生への個別指導。受講生がより深い理解を得られる授業を構築する為の指導教員への助言。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>TAを行い、受講生とのやりとりの中で、コミュニケーション能力、理解できていないことを理解させる能力が向上していくと感じた。また、より深い理解を得られる授業を構築することを考え、助言をしたことで、より良い内容に構成する能力が向上したと感じた。これらの結果から、公な場での発表や人間関係構築に必要な能力を伸ばすことができた。</p> |            |
| <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>岡崎君は、授業内容に対して積極的にコメントしてくれるとともに、授業中の演習および授業後の学生からの質問にたいして非常によく対応してくれた。そのなかで、岡崎君自体の学生指導能力も向上されたと考える。また、岡崎君をTAに採用することで、受講学生全体の理解が深まった結果、期末試験の成績も昨年度より向上した。</p>                                                                                                                                  |            |

## イニシャティブTA報告書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 申請者氏名： 美馬 寛                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 指導教員名： 田中 礼三郎          |
| TA科目：電磁気学Ⅲ、課題研究                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 期間：2007年6月1日～2007年8月1日 |
| <p>TAとしての活動内容</p> <p>課題研究において、4年生二人の卒業研究実験「オルソ・ポジトロニウムの寿命測定」の実験補助をおこなった。オルソ・ポジトロニウムは、電子と陽電子の束縛系で、スピンの向きにより、寿命が短いパラ・ポジトロニウムと寿命が長いオルソ・ポジトロニウムの2つの状態が存在する。寿命を精密に測定するためには、バックグラウンドである<math>\gamma</math>線の除去が鍵である。TAとしては、特にROOTを用いた実際のデータ解析手法について指導を行った。実験では寿命を正確に求めることがなかなか難しかったが、バックグラウンドである<math>\gamma</math>線が多いため、オルソポジトロニウム崩壊からの<math>\gamma</math>線のエネルギースペクトラムがシフトしていることを指摘し、4年生と議論しながら研究をすすめた。</p> <p>TAなどで得られた成果とそれに関する自己評価：</p> <p>物理解析について4年生と議論しながらすすめることにより、困難な問題点にぶつかった場合、まず問題点を明確にすることと、その解決策についての方針の立て方の重要性を認識できた。実際に研究するにあたり、自分一人だけで解析するのではなく、他の人と議論しながらすすめることが大切だと思えた。解析手法については、これまでの自分の経験を十分に4年生に伝えることができた。</p> <p>TAなどに対する指導教員としての評価：</p> <p>4年生の卒業研究に対するTAを主に行った。実験そのものは難しく、理論から予言される値を得ること困難であった。実験の問題点を指摘し、4年生と議論しながら研究をすすめた点は高く評価できる。物理研究のスタートに立った4年生に対する指導はたいへん丁寧であった。教育研究指導という観点からは、有意義であったと考える。</p> |                        |



## 7. 担当教員報告

魅力ある大学院教育イニシアティブプログラム 顛末

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 原田 勲

あれから 1 年半、もう終わりですね。いやこれからが始まりです??? 色々な方々に色々な仕事を押し付けて、やっとここまで来た、というのが実感である。

“大学院博士前期課程の授業がまともでない”との内部告発?を受け、ワーキングで議論を始めた頃が私達の大学院教育改革の始まりであろうか。その後、2 回ほどの教育ワークショップで物理分野での議論を行い、さらに数学・地球科学分野に働きかけて「魅力ある大学院教育イニシアティブ」プログラムへの応募へとこぎつけたのが 2 年半前である。学内評価の低さに怒りながら、採択通知に全てを忘れて出発したあの頃。多くの方々の献身的な努力で、SPRING8 でのインターンシップ、HiSOR での XPS、カミオカンデでの坑内実習、高知コアでの実習など、初期に計画した以上の成果を伴って目的が達成されたときの満足感は言葉では尽くせない。また頑張って研究成果を学会に発表する多くの院生の笑顔。だから、止められないのは私一人???

この様な事業で、一番改革すべき、改革されたのは私たち自身ではないのか。私たちは、本当に変わりました。変わりつつあります。これからも教育の改革はゆっくりであるがゆえに大変です。でも、「魅力ある大学院教育イニシアティブ」採択の貴重な経験が活かされるよう、今後とも宜しくお願いいたします。

先端基礎科学開拓研究者育成プログラムに参加して

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 野上 由夫

魅力ある大学院教育イニシアティブ「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」の感想を書いて下さい と言われ、何から書くか正直とまどった。野上のコンピュータのイニシアティブというホルダの中には 30 以上のサブホルダーがあり、その中に平均 7 から 8 のファイルが入っている。現在、継承プログラムを複数準備しており、これを含めればファイルは 2 倍近くなる。関係のメールも発送分だけで 2000 通を越す。ここ 1 年以上私にとって、「先端基礎科学開拓研究者育成プログラム」は職務のかなり大きな部分を占めていた。私にとっては、いわば、自分の分身というか家族のようなものである。

6 年間一貫+開かれた教育という原田先生の元々のアイデアに、先端基礎科学専攻という特色を生かし、基礎科学と先端科学とを組み合わせることを考えた。当時 SPring-8 の主幹研究員であった池田先生と相談し、先端放射光施設「SPring-8」での実習を含めようと考えたのが約 2 年前である。アイデアマン池田さんは「放射光インターンシップ」という素晴らしいアイデアを考え出し、近年 SPring-8 でも急速に増加している放射光産業利用をサポートする産業利用推進室と組んで、出光興産、旭化成、住友金属、MORESCO などの先端的放射光利用をおこなっている企業と提携した。計画段階でも実施段階でも池田先生はもとより、各社の皆様と、献身的な努力をして頂いた産業利用推進室の広沢さん佐藤さん達には、本当に本当にお世話になりっぱなしであった（というより野上はほとんど傍観者であった）。

放射光実習では、多くの学生から「放射光実験」や「企業の日本をささえる研究」、あるいはそれらを担う研究者・技術者の志に啓発されたとの感想が多数寄せられた。先端科学、企業研究との出逢いによる motivation up を意図しておこなったが、十二分に成果は上がっていると感じる。

プログラム開始時点ではフランスに留学中であつたので、帰国後に、開かれた教育の一翼をなす、研究者育成カルテの仕様策定と立ち上げを急いだ。スタートが遅れたのは野上の帰国が 11 月であつたためであり大変申し訳なかった。カルテの仕様策定と立ち上げでは、アイアット OEC の川上さん、市岡先生、奈良岡先生、秘書の福田さん、池田さん、西山さん、技官の長尾さん達に大変なご尽力をいただいた。

反省点としては、高知コア実習、神岡実習、計算機実習などの成功にも支えられて、「正規の大学院教育以外の学外教育」に力点が移ったようにみえてしまい、実習をサポートする教官と、実習に関係しない教官の方とでは、ややもすると、温度差が生じた事である。

イニシアティブが終了するのは、家族との別れのようなもので出来れば避けたい。イニシアティブの成功、特に大学院での先端実習の成功を専攻内でのトータルの教育のレベルアップに結びつけるために、次のプログラムでは、学内での先端実習や理論実習なども織り交ぜて、大家族にしていきたい。

## イニシアティブプロジェクトについて

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 横谷 尚睦

イニシアティブでは HiSOR 実習を担当した。非常勤研究員の脇田氏を雇用しある程度整備ができた段階でイニシアティブが採択された。とても良いタイミングだったと思う。しかしながら、新しい実習を立ち上げるのは簡単なことではなかった。うまく軌道にのせることができた背景には多くの方々の力と、HiSOR 側の協力があつた。また、テキスト作製や自習の指導に脇田氏が果たした役割は大変大きかったことを記したい。これまで大学にほとんど貢献していない装置がイニシアティブ事業に使われ、良い意味で多くの方の記憶に残ったのは私にとってはうれしいことである。旅費等の関係で HiSOR 実習を正規の実習としてこの期間のように継続していくのは簡単ではないが、継続に努力したい。

学生時代に、指導教官が研究費を獲得しさせてくれた経験（学会派遣や海外での実験）は私にとっても貴重な体験である。同じことをイニシアティブがしてくれているのだからありがたいと思う。

## 先端基礎科学開拓研究者育成プログラムの感想

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 小林達生

このプログラムの目玉は「放射光インターンシップ」ですが、当初はどこが新しい大学院教育なのか、よくわからず戸惑いました。この期に及んでやっと見えてきたのは、「広い視野を持つ研究者の育成」だと思います。これはずっと言われていることですが、なかなか研究室単位の研究活動では難しいものです。共同研究でそれなりに視野を広げることができますが、学会活動程度ではその効果は期待できません。「放射光インターンシップ」では企業の方々と協力して行うことで、全く違った視点を与えることができたのではないのでしょうか。このようなプログラムは教育だけでなく、博士後期課程卒業生のキャリアパスに活路を見出すものに発展する可能性もあると思います。もちろん放射光実験が先端科学の象徴であり、学生の興味をそそる施設であることも大切な要素です。日ごろ理論的な研究をしている学生や研究室で実験をしている学生にとって、ちょっとのぞいてみたい世界であることは重要だと思います。実習に大きな労力を払われた先生方に敬意を表します。

もう一点、博士後期課程の「カルテ」についてふれたいと思います。とにかく閉鎖的になりがちな研究・教育活動をオープンな形にするという発想は理解しやすいのですが、実際にやってみると、いろいろ改良の余地があるように思います。まず研究の内容・経過については直接話を聞かないとわからないので、あれこれ書いても無駄だと思います。一方、研究業績がリストアップしてあるのは有用です。このようなシステムは万能ではないので、使い方を工夫して、形式的にならないようにする必要があります。

## イニシアティブについての感想

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 市岡優典

「魅力ある大学院教育」イニシアティブには、2 度の申請手続き(一度目は不採択、2 度目で採択)から採択後の事業推進まで関わらせていただきました。申請の段階においては、中央教育審議会の答申「新時代の大学院教育―国際的に魅力ある大学院教育の構築に向けて―」を調べ、また、学科で大学院教育についてのワークショップが開催されるなど、これまであまり考えてこなかった「組織としての大学院教育」の望ましい姿を考える良い機会となったと思います。また、申請を中心になってされた原田先生・野上先生らと共同で作業させていただく過程で、申請書やプレゼンテーションでいかに魅力を打ち出すかの工夫の重要性も学ばせていただきました。

採択後においては会計を担当させていただきましたが、これだけの大きなプロジェクトを動かすとなると、多くの方々の組織的な連携が必要であることを痛感しました。実習の担当していただいた教員の方々をはじめ、先端基礎科学専攻の物理・数学・地球科学の先生方には多大なご協力をいただき感謝しております。また、18 年度は橋本さん・福田さん、19 年度は萱野さん・水田さんをはじめとする自然科学研究科および理学部の事務部の皆様には、本当に良く支えていただきました。それに、イニシアティブ事務局の切り盛りをしていただいた西山さん・池田さん、ホームページや電子カルテなどの整備・管理を担当していただいた長尾さんらの活躍があつてこそ、イニシアティブ事業がうまく運営できたと感じています。

教育改革については、ちょっとした工夫でうまく改善される点も多くあるので、それを見つける努力は必要だと思います。また、どのような教育システムを目指しているかについて専攻内の教員・学生が共通の認識を持てるよう学内向けの発信をすることも重要と感じました。本事業の実習を中心とした教育は良かったと思います。一方、研究者育成という面では成果を確認するには 2 年間は短すぎたと感じています。でも、大学の研究教育活動の活性化のためにも研究者育成の視点は今後も重要視していくべきと思っています。

## 放射光実習系のイニシアティブ感想

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 池田 直

はじめは理念が先行した感のあるプロジェクトだったが、原田先生の、まず出来そうなことからやる、という言葉ではじまった。初めての事ばかりであったので、いろんな心配やトラブルあるいは杞憂があったが、そのうちルーチン的にこなせる部分も発見でき、いろいろ楽しかった、というのが素直な感想です。

また、高輝度光科学研究センターの多くの方々と多くの企業研究グループが、次世代育成にとっても真摯に対応してくださったことが心に残っています。また、企業—公的研究機関—大学、をつなげてくださった、産業利用推進室の皆さんのセンスと実行力には大いに感銘を受け、また学ぶ事が多かったと思います。自分たちは皆様のご決断や実行に励まされていたと思う。その意味で、放射光実習系は、大学外の人々の情熱と行動力に、共鳴し励まされ続けた。その感慨感激？）が学生たちに伝わっていた様に感じている。自分たちが得たそういった感触は「驚き」という表現の方が正確かもしれない。文部科学省の関係者に面会したときにも、結局一番伝えたかったのはそういう自分たちの驚きだった様に思う。

先生たちが一番成長したかもしれませんね。

## イニシアティブの感想

大学院自然科学研究科 数理物理科学専攻・先端基礎科学専攻 作田 誠

## 1) イニシアティブプログラムで良かった点

大学院生が、学会発表のため旅費のサポートがあったこと。

学生の研究に対する動機向上に大変役立ったと思う。国際会議にも発表する機会が与えられた。

## 2) 改善すべき点

実習は現存の授業との干渉があるため、夏休み、春休み等に行う必要があり、時期の制限があった。

是非、このような大学院教育プログラムが実質化することを望みます。