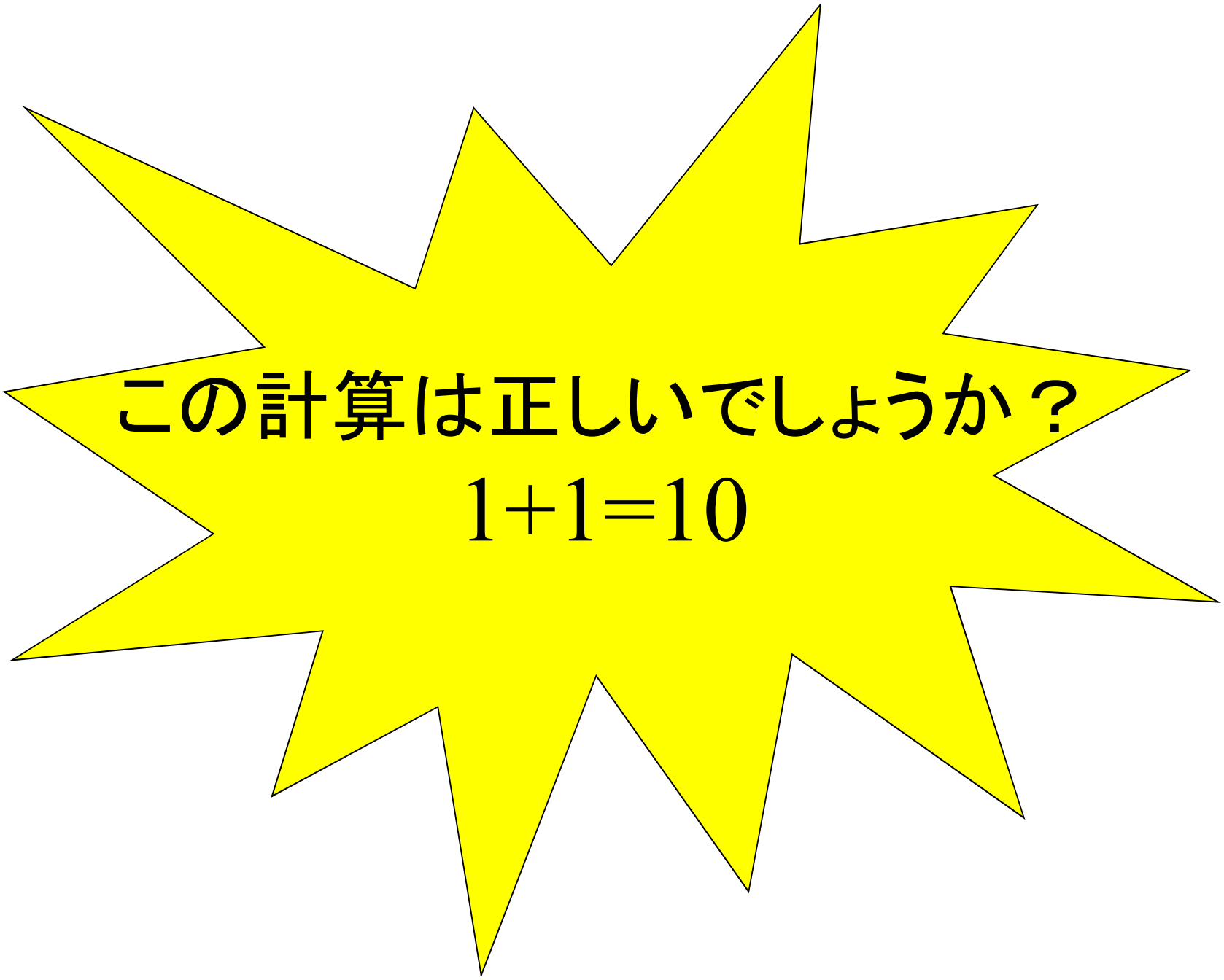
岡山大学科学先取りコース
2009年10月24日

コンピュータはどのように1+2を計算しているのだろう
（数字や文字やプログラムがどのように2進数で表され、
コンピュータ内部で処理されているかを学びます。）

宇部工業高等専門学校　電気工学科　岡村好庸

１　この計算は正しいでしょうか
２　あなたのパソコンで実習しましょう
３　コンピュータはどのように1と2を足すのか
４　おまけ　コンピュータシミュレーションと物理



！！！コンピュータが扱う言語は0と1だけ！！！

0	0	0	0	0	0	0	1

1

0	0	0	0	0	0	1	1

[128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1]

3

0	0	0	0	0	1	1	1

[128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1]

7

0	0	1	1	1	1	1	0

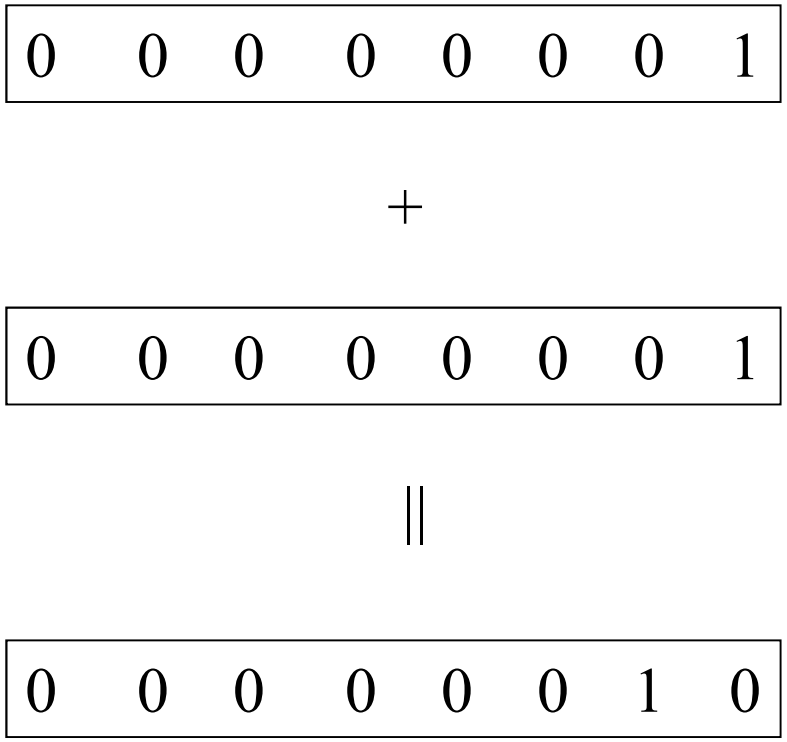
[128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1]

62

1	0	0	0	0	0	0	0

[2^7, 2^6, 2^5, 2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0]

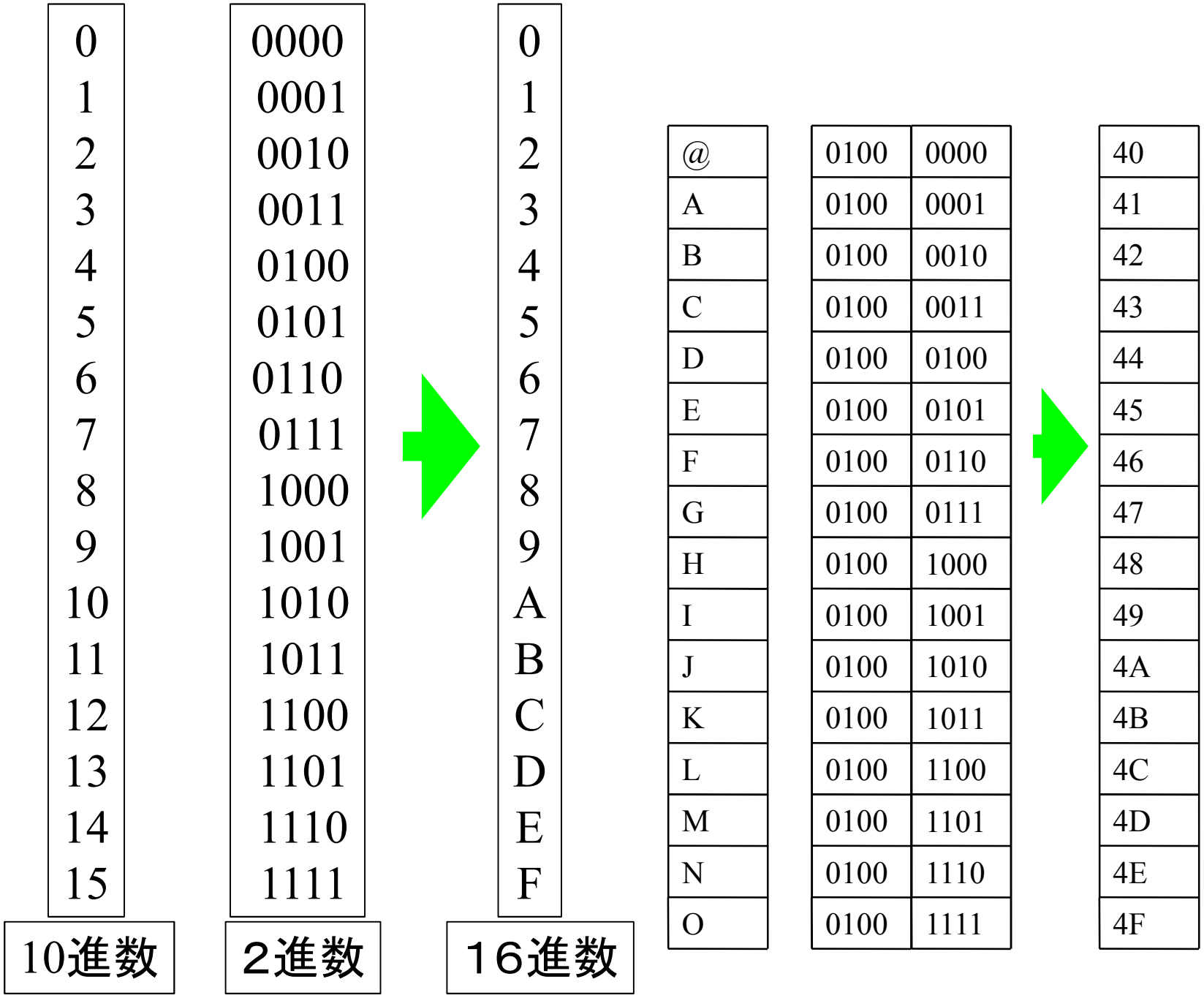
128



ASCIIコード

@	0100	0000
A	0100	0001
B	0100	0010
C	0100	0011
D	0100	0100
E	0100	0101
F	0100	0110
G	0100	0111
H	0100	1000
I	0100	1001
J	0100	1010
K	0100	1011
L	0100	1100
M	0100	1101
N	0100	1110
O	0100	1111

ASCIIとは、
1963年にアメリカ規格協会 (ANSI)が定めた、
情報交換用の文字コードの体系。
1967年に国際標準化機構(ISO)で定められた
情報交換用符号の
国際規格「ISO 646」とほぼ同じもの。
7ビットで表現され、
128種類のローマ字、数字、記号、
制御コードで構成されている。
実際にはコンピュータは1文字を
8ビット(1バイト)で表現するため、
256種類の文字を扱うことができる。

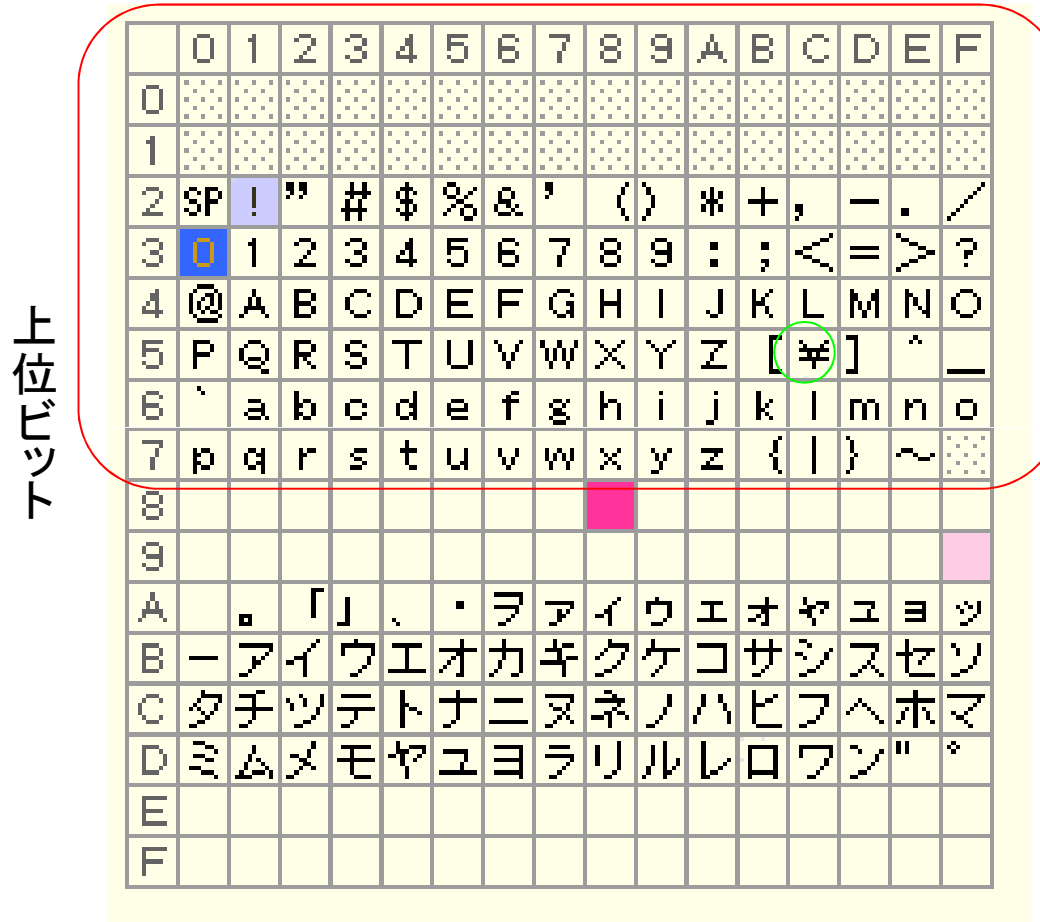


参照　http://www.infonet.co.jp/ueyama/ip/binary/shiftjis.html

ASCIIコードとJISコード表

下位ビット

上位ビット



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0																
1																
2	SP	!	”	#	$	%	&	’	(	)	*	+	,	−	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	¥	]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	
8																
9																
A		。	「	」	、	・	ヲ	ァ	ィ	ゥ	ェ	ォ	ャ	ュ	ョ	ッ
B	ー	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス	セ	ソ
C	タ	チ	ツ	テ	ト	ナ	ニ	ヌ	ネ	ノ	ハ	ヒ	フ	ヘ	ホ	マ
D	ミ	ム	メ	モ	ヤ	ユ	ヨ	ラ	リ	ル	レ	ロ	ワ	ン	”	°
E																
F																

4A 49 53 34 41 3B 7A 25 33 21 3C 25 49 → JIS4A;z%3!<%I

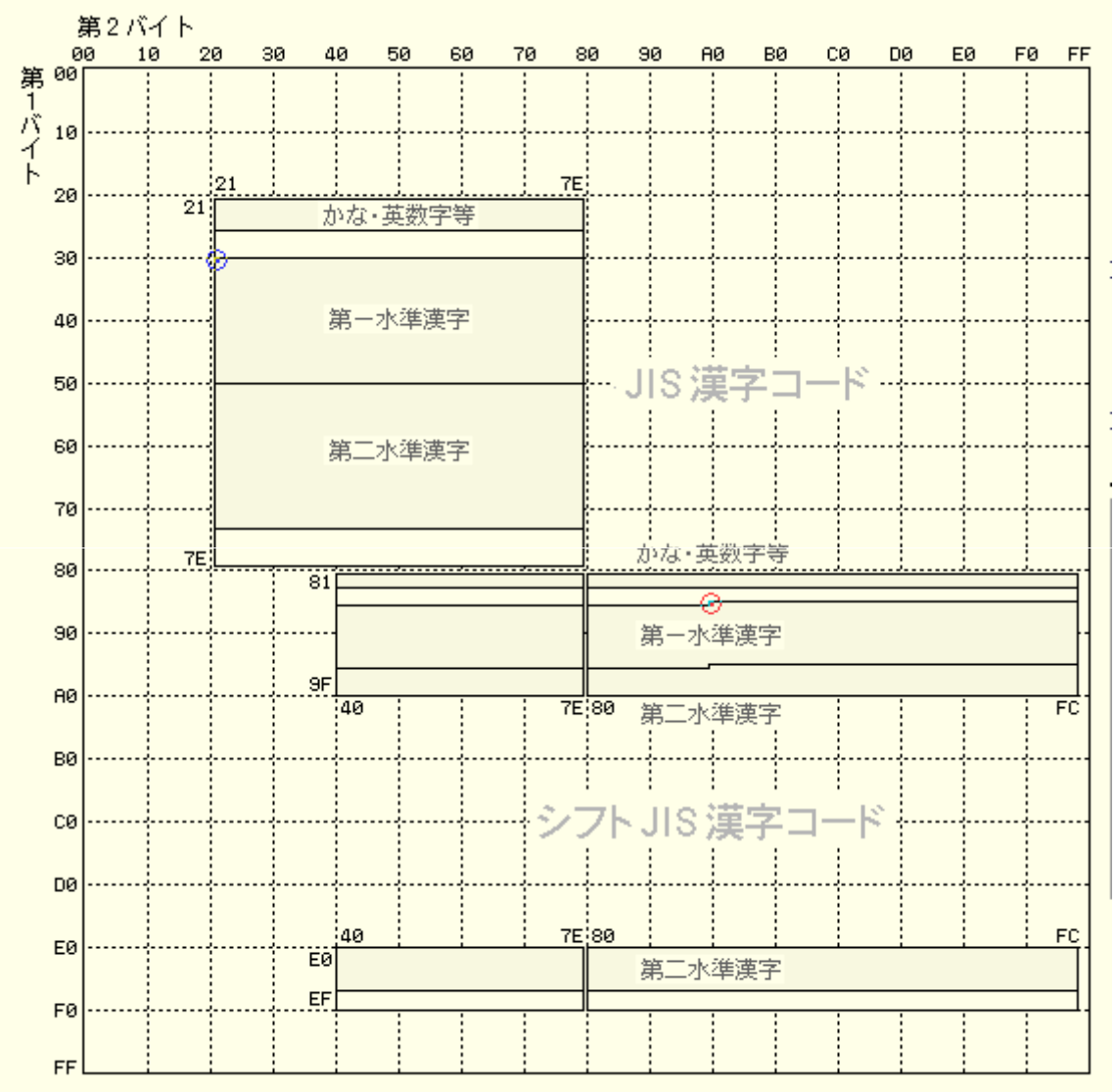
参照　http://www.infonet.co.jp/ueyama/ip/binary/shiftjis.html

JIS 漢字コード (JIS X 0208)

2 バイトを使って、第1バイト、第2バイト ともに 16進数表記で 21 ～ 7E の、それぞれ 94 文字、全体では 94×94 ＝ 8,836 文字を表すことができる領域に、漢字、かな、英数字、記号など 6,879 文字を割り当てています。

シフトJIS漢字コード

パソコンの内部で使用されている文字コードで、JIS漢字コード（JIS X0208）を移動（シフト）させたものです。



参照　http://www.infonet.co.jp/ueyama/ip/binary/shiftjis.html

JIS 漢字コードからシフトJIS漢字コードへ

4A 49 53 34 41 3B 7A 25 33 21 3C 25 49

これをASCIIコード(1バイト)で読めば 「JIS4A;z%3!<%I」

4A 49 53 1B 24 42 34 41 3B 7A 25 33 21 3C 25 49 1B 28 42

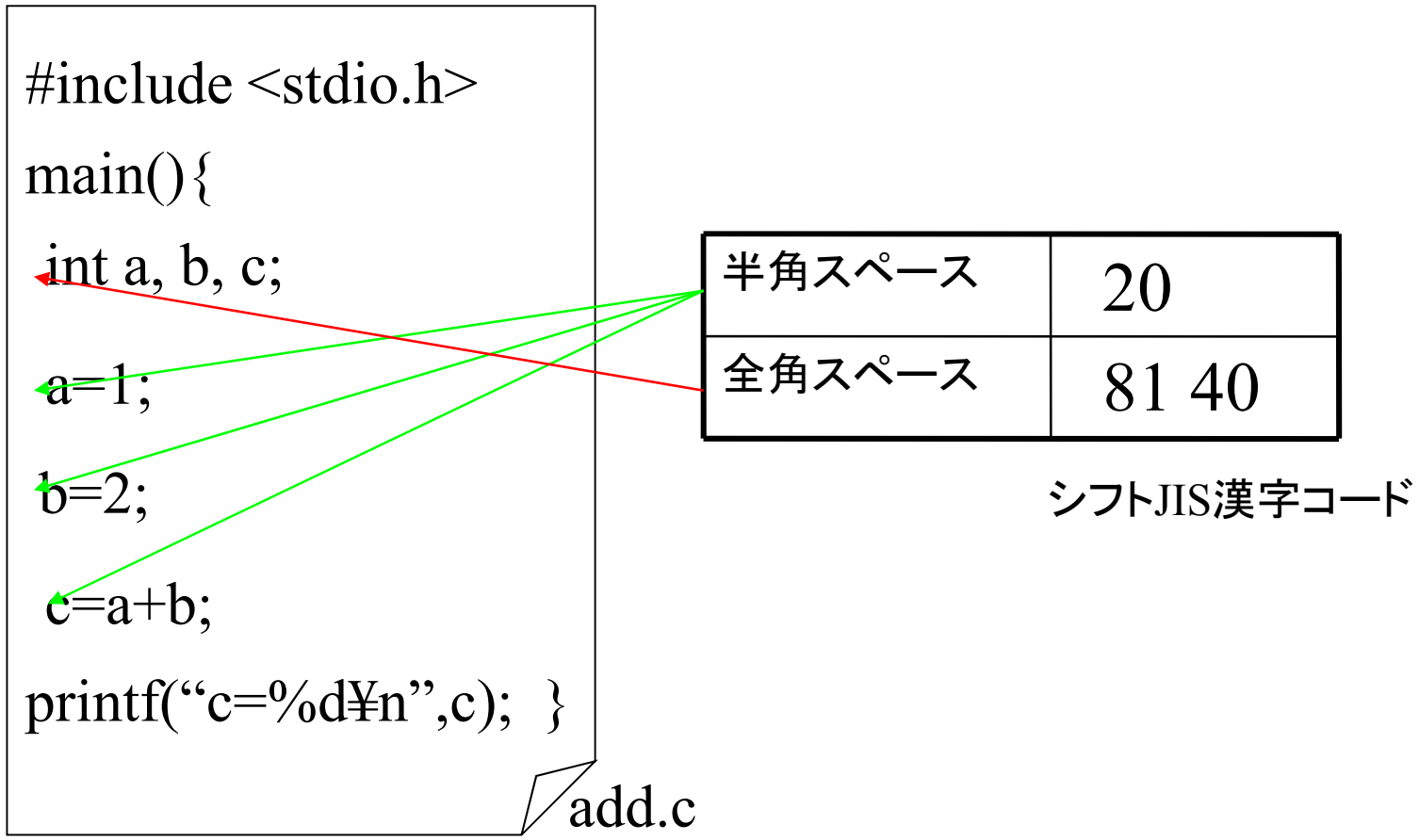
これをJIS 漢字コードで読めば 「JIS 漢字コード」

4A 49 53 8A BF 8E 9A 83 52 81 5B 83 68

これをシフトJIS 漢字コードで読めば 「JIS 漢字コード」

これら ○ は1バイトでは読めない

このプログラムはコンパイルエラーとなった。なぜ？



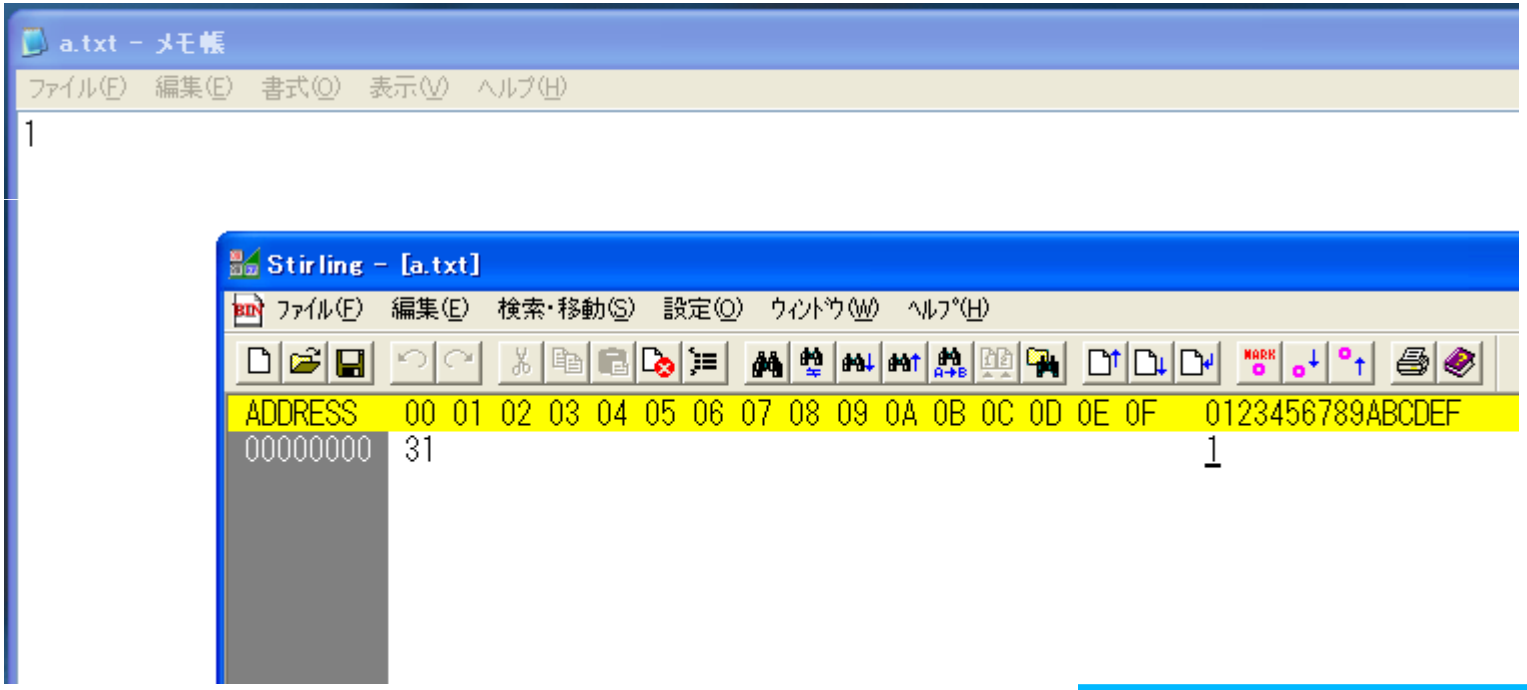
あなたのパソコンで実習しましょう

目的は文字とコードの対応関係を調べることです

使うソフトウェア

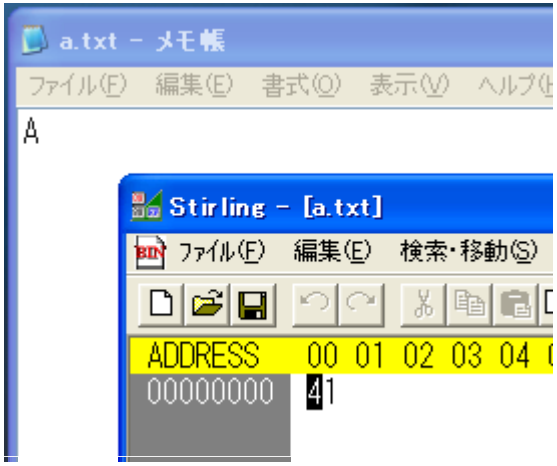
1 メモ帳（テキストエディタ） 
2 スターリング[Stirling]（バイナリエディタ） 

.1　メモ帳とスターリングを開く。
.2　メモ帳に半角英数文字「１」を書いてa.txtという名前で保存する。
.3　スターリングでファイルa.txtを開く。

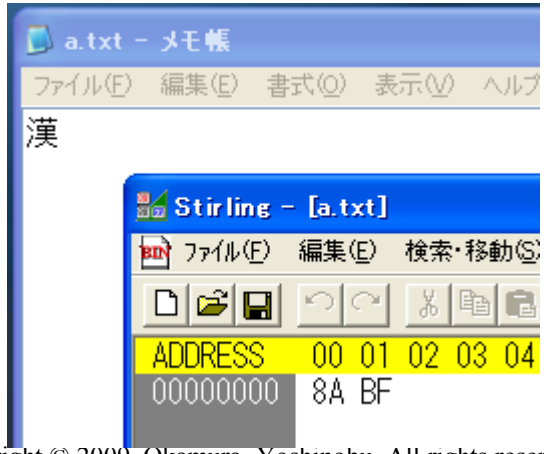


ASCIIコード表へ

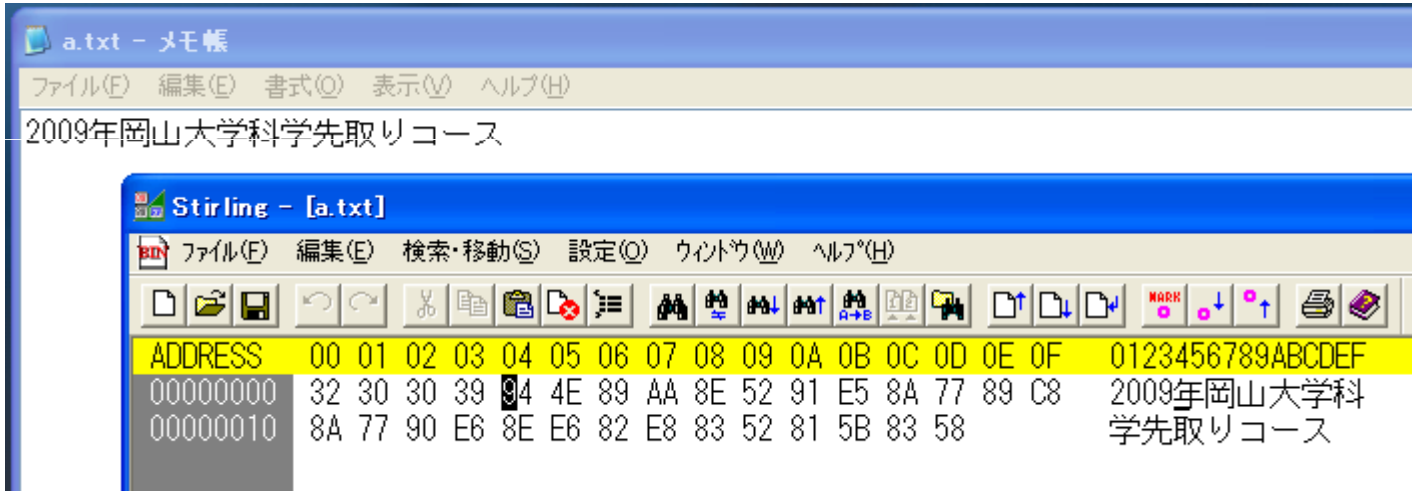
.1　メモ帳に半角英数文字「A」を書いて上書き保存する。
.2　スターリングでコードを見る。



.1　メモ帳に全角文字「漢」を書いて上書き保存する。
.2　スターリングでコードを見る。



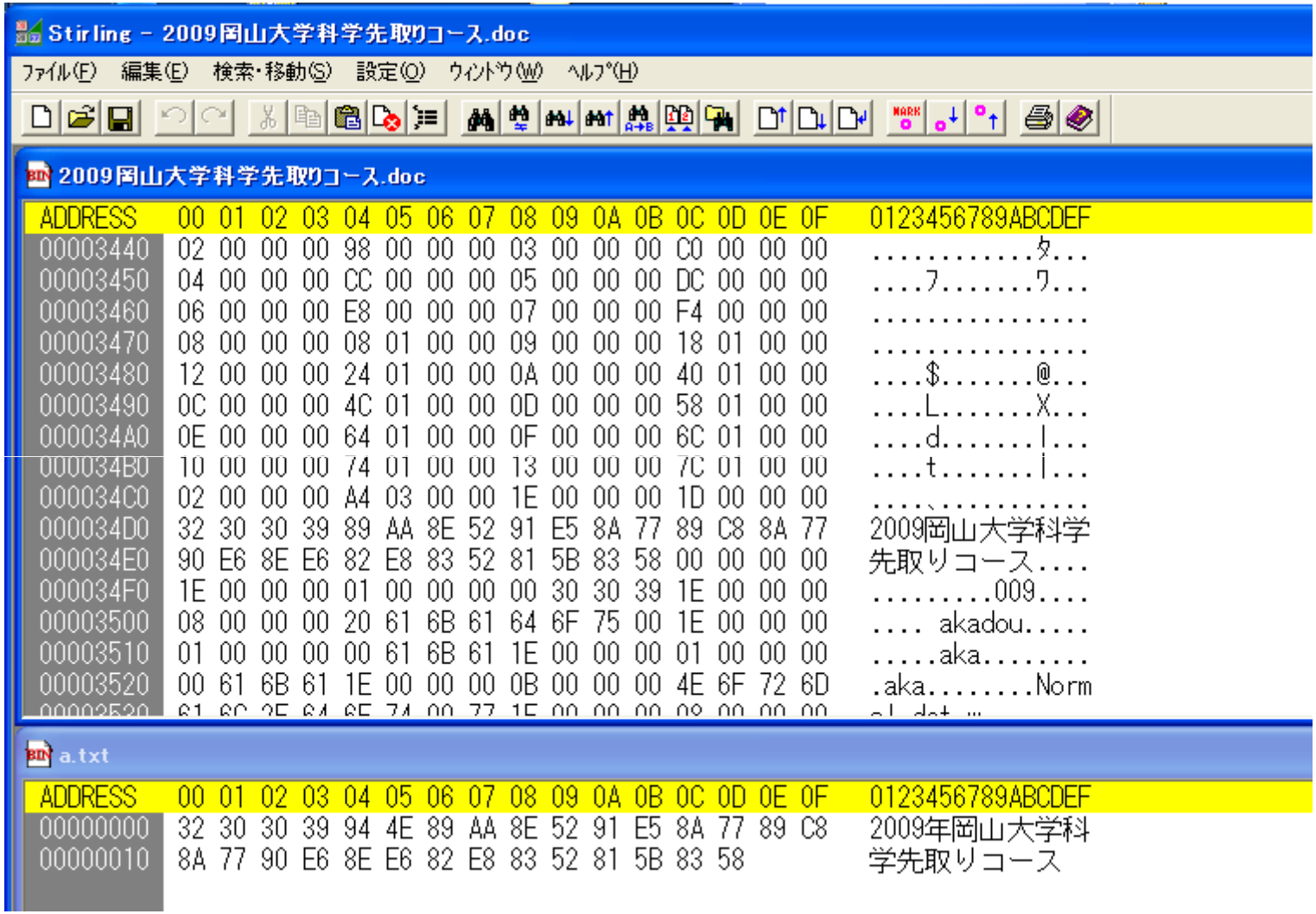
.1　メモ帳に「2009年岡山大学科学先取りコース」と書いて上書き保存する。（2009は半角文字、他は全角文字）
.2　スターリングでコードを見る。

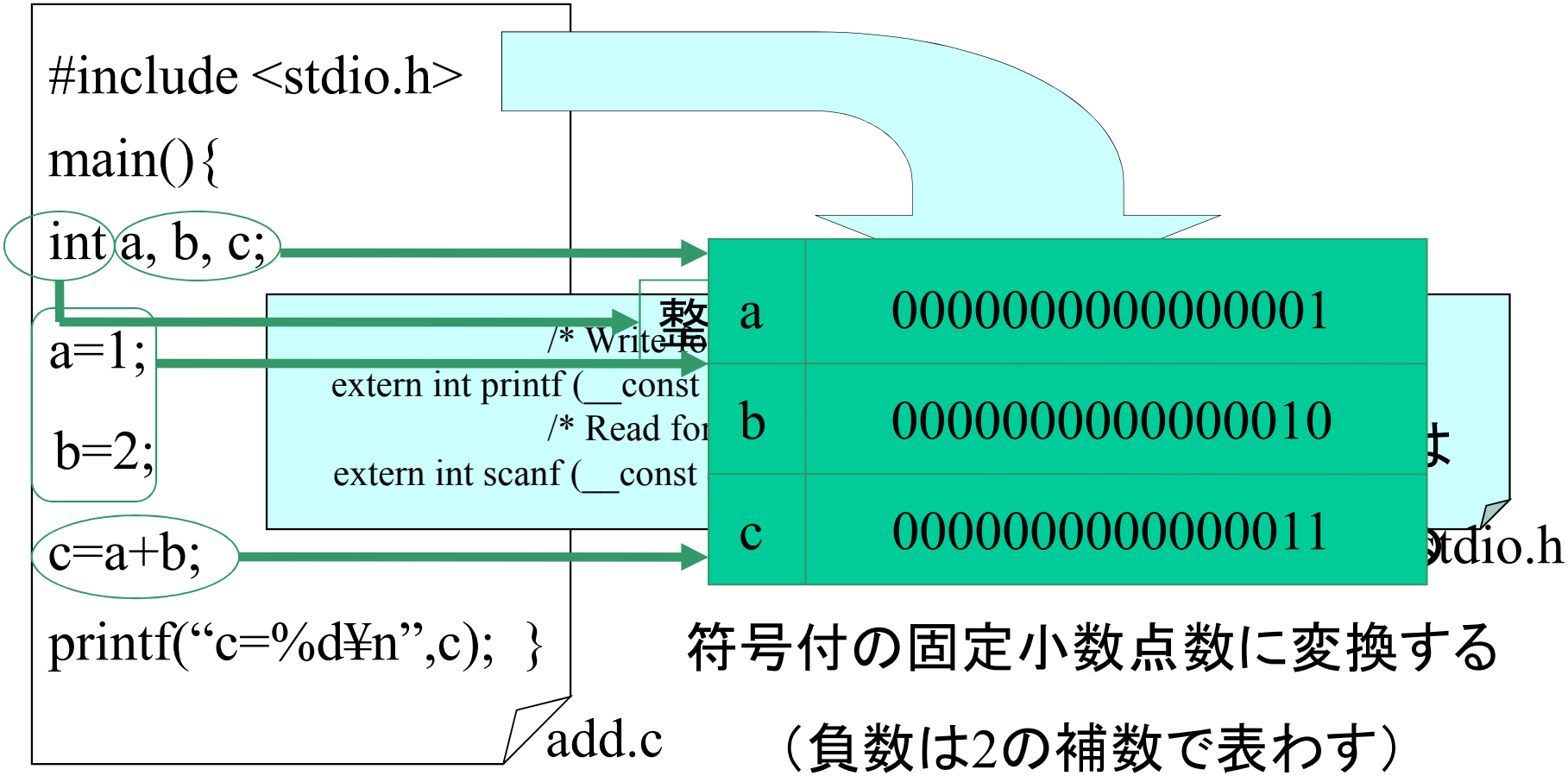


おまけ　もしワードがインストールされているのなら

.スターリングがa.txtを表示しているままで

.1　ワードを開いて「2009年岡山大学科学先取りコース」と書いて
　　名前を付けて保存する。(2009は半角文字、他は全角文字)
.2　スターリングでワード文書を開く
.3　コードを比較する。

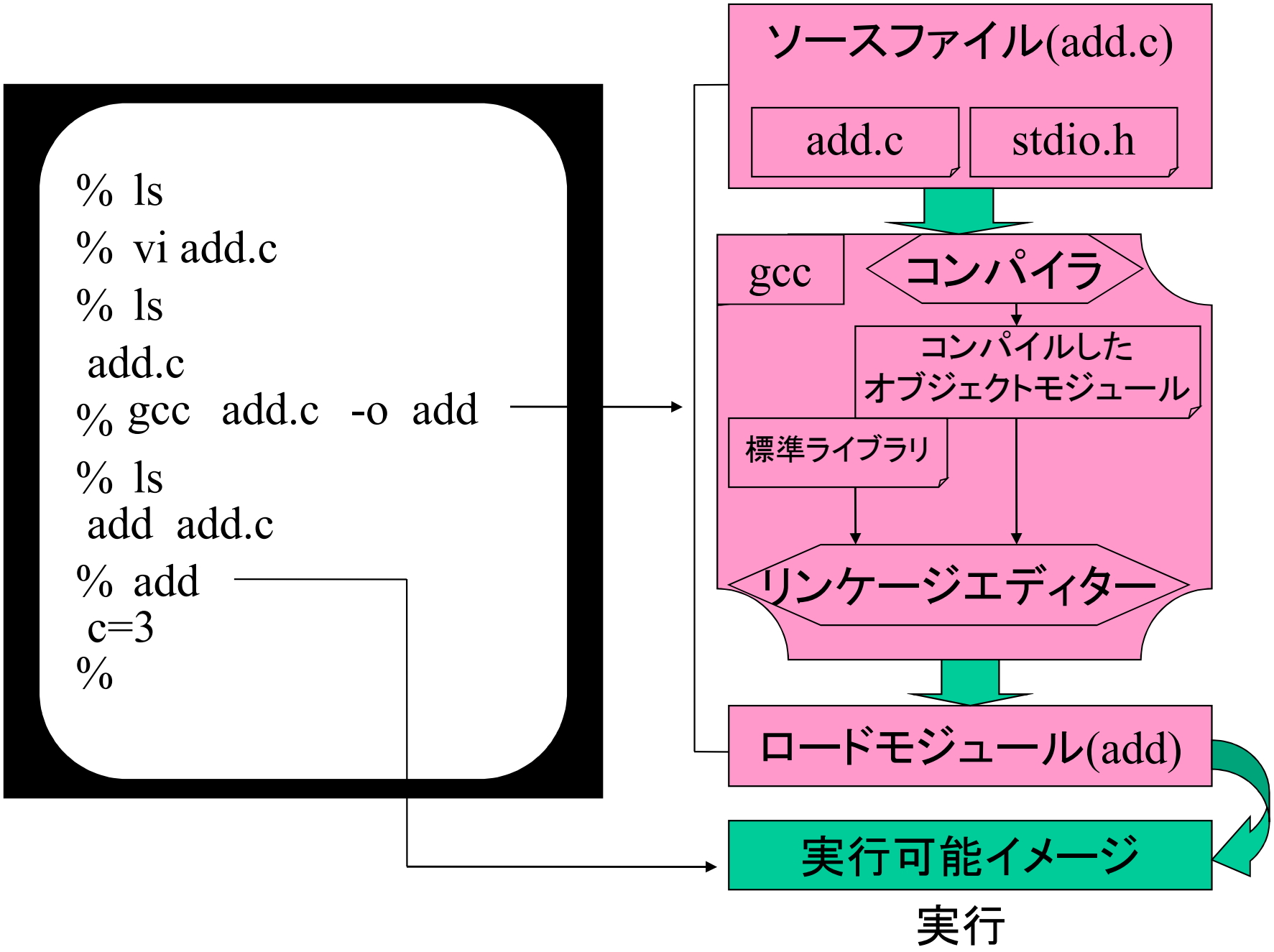


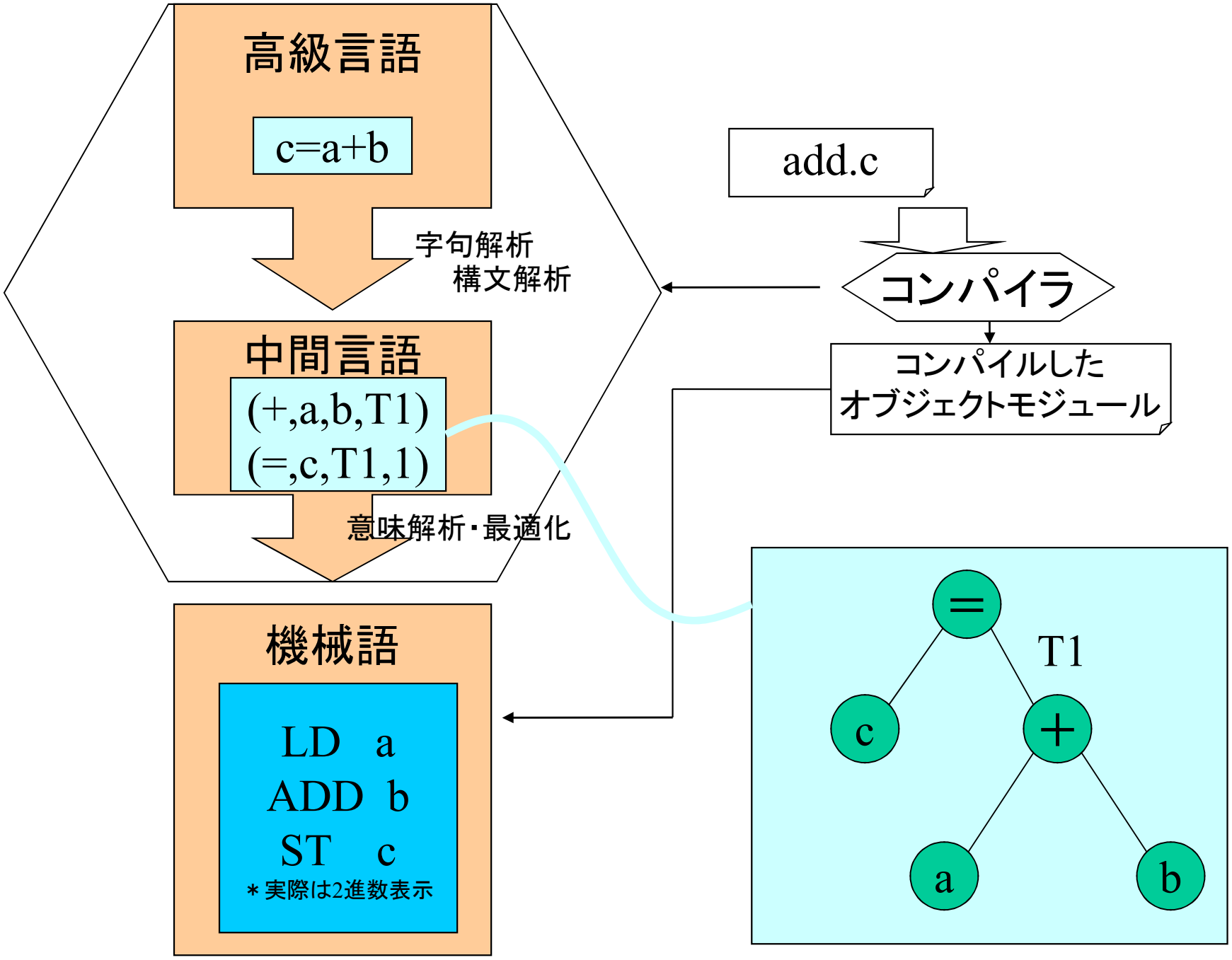


符号付の固定小数点数に変換する

（負数は2の補数で表わす）

*語：コンピュータごとに決めた処理の基本単位

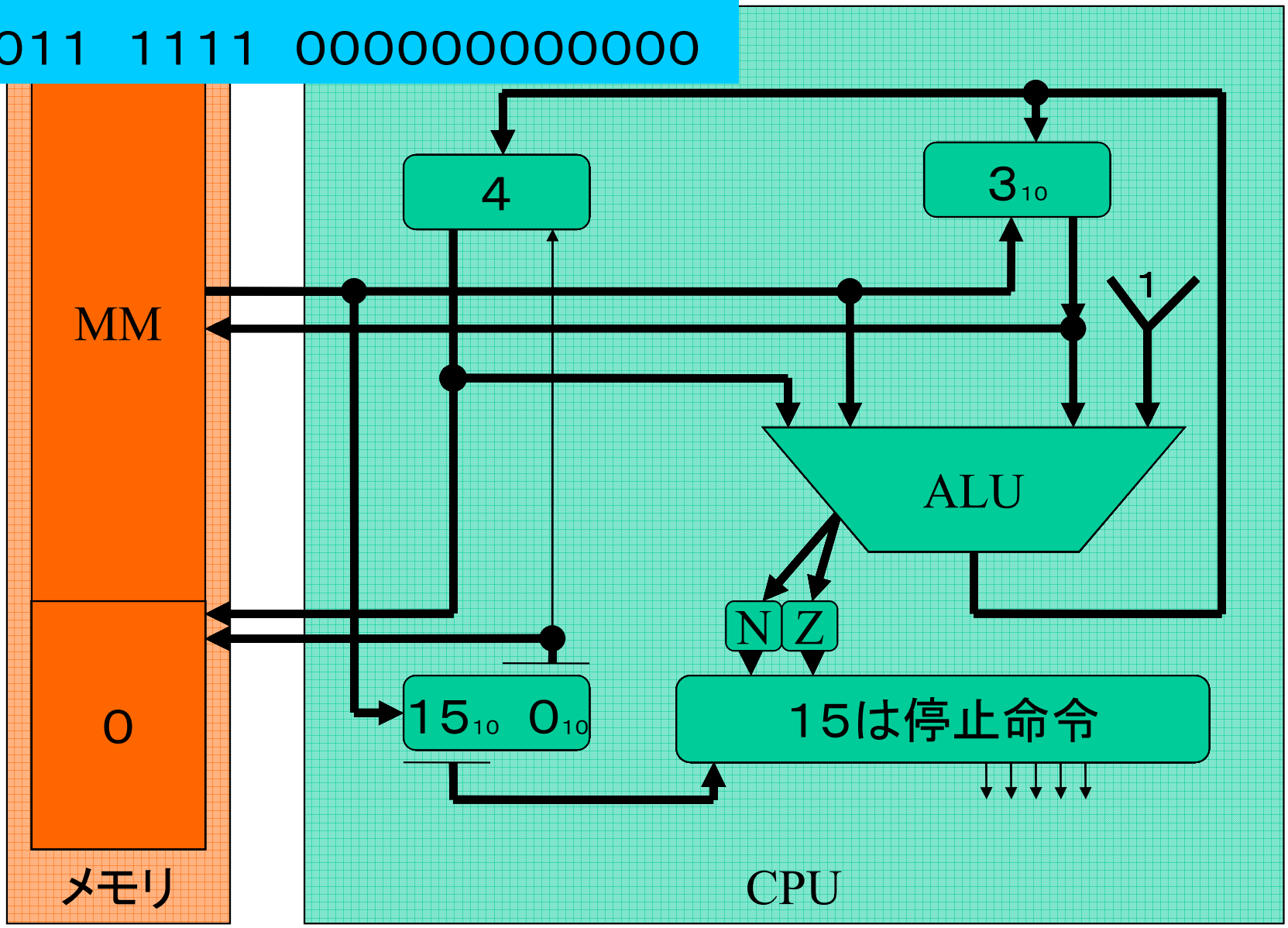


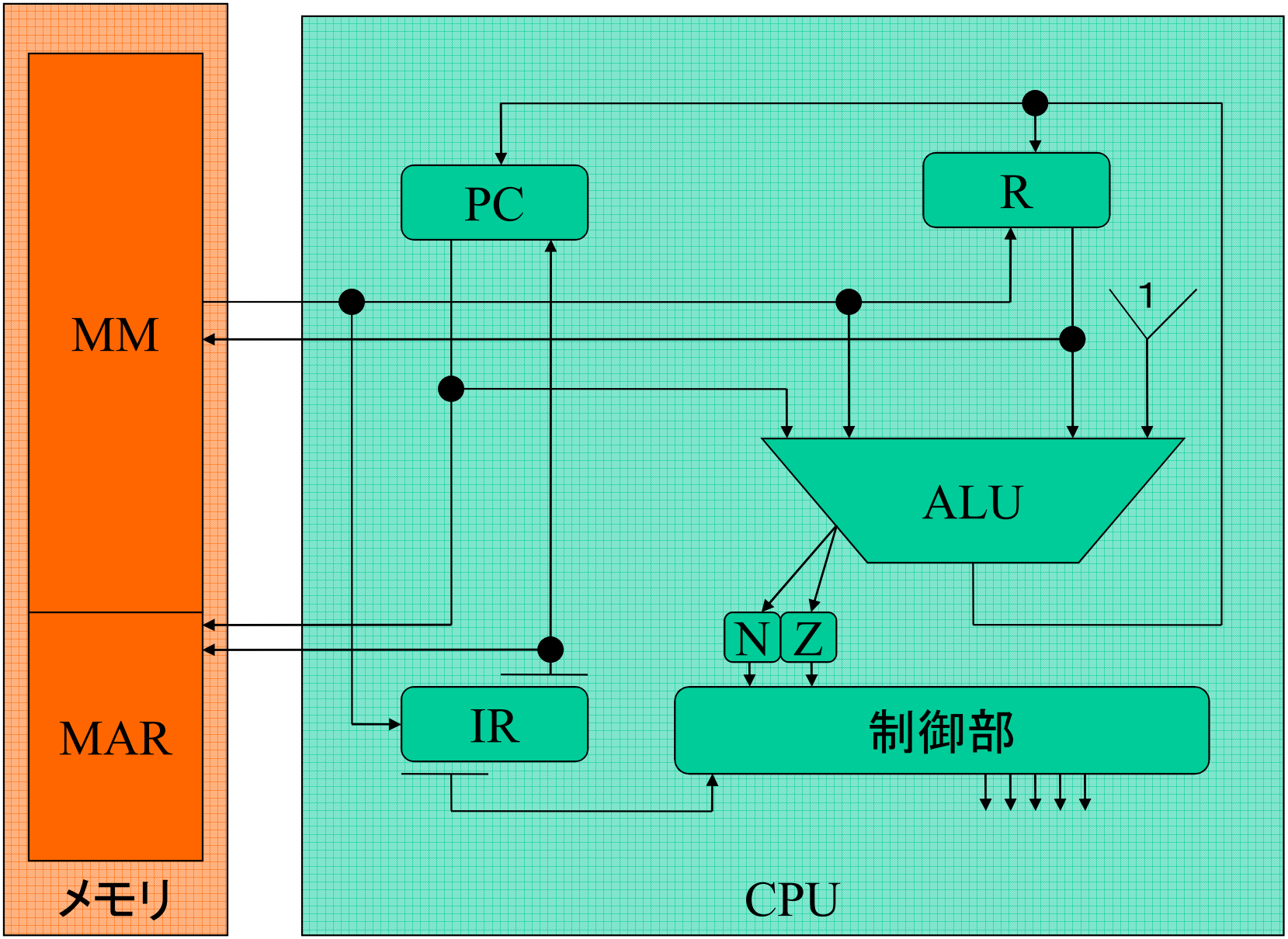


機械語表示(16ビット)

アドレス　命令(HLT)　データ

0011　1111　000000000000





ノイマン型コンピュータ　[フォン・ノイマン（1903－1957）]

１．プログラム内臓方式

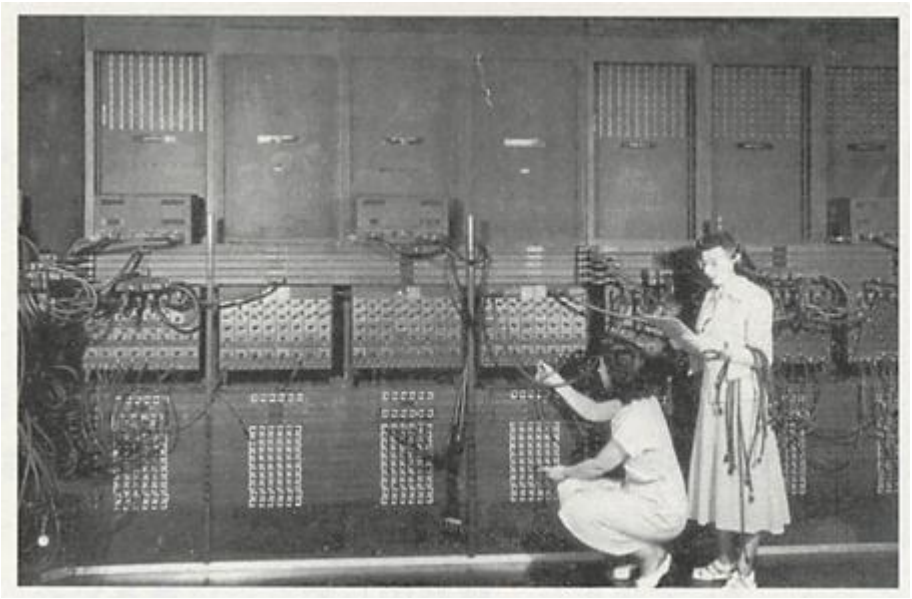
プログラムがMMに格納されている

２．逐次制御方式

MMから命令が1つづつ取り出されて実行

３．2進数の採用

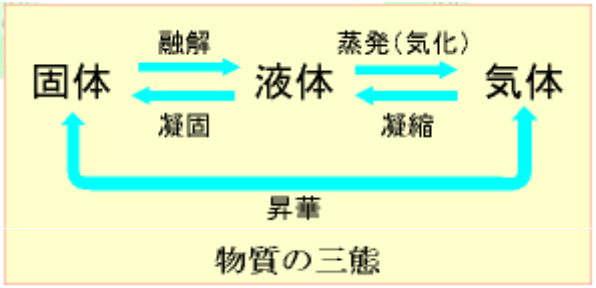
データのON・OFF表現

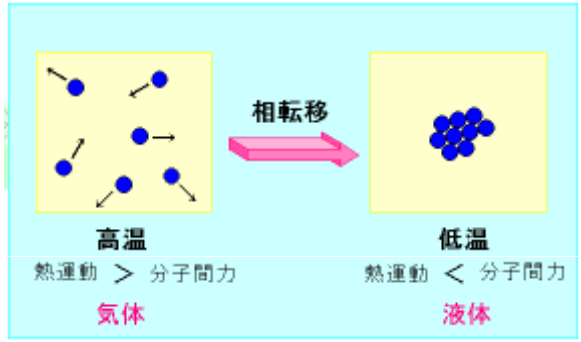


ENIAC(1946)では10進数を用い、配線をつなぎかえる方法により計算を行った。(US Army photo)

相転移とは、温度や圧力などの変化により生じる

１　物質の三態の間の状態変化
（蒸発・凝縮・融解・凝固・昇華など）





図参照、http://piano.chem.yamaguchi-u.ac.jp/kiho/ken/jiyuudo/souteni.html

２　秩序 - 無秩序へと転移する現象
（磁気相転移、常伝導から超伝導状態への転移など）

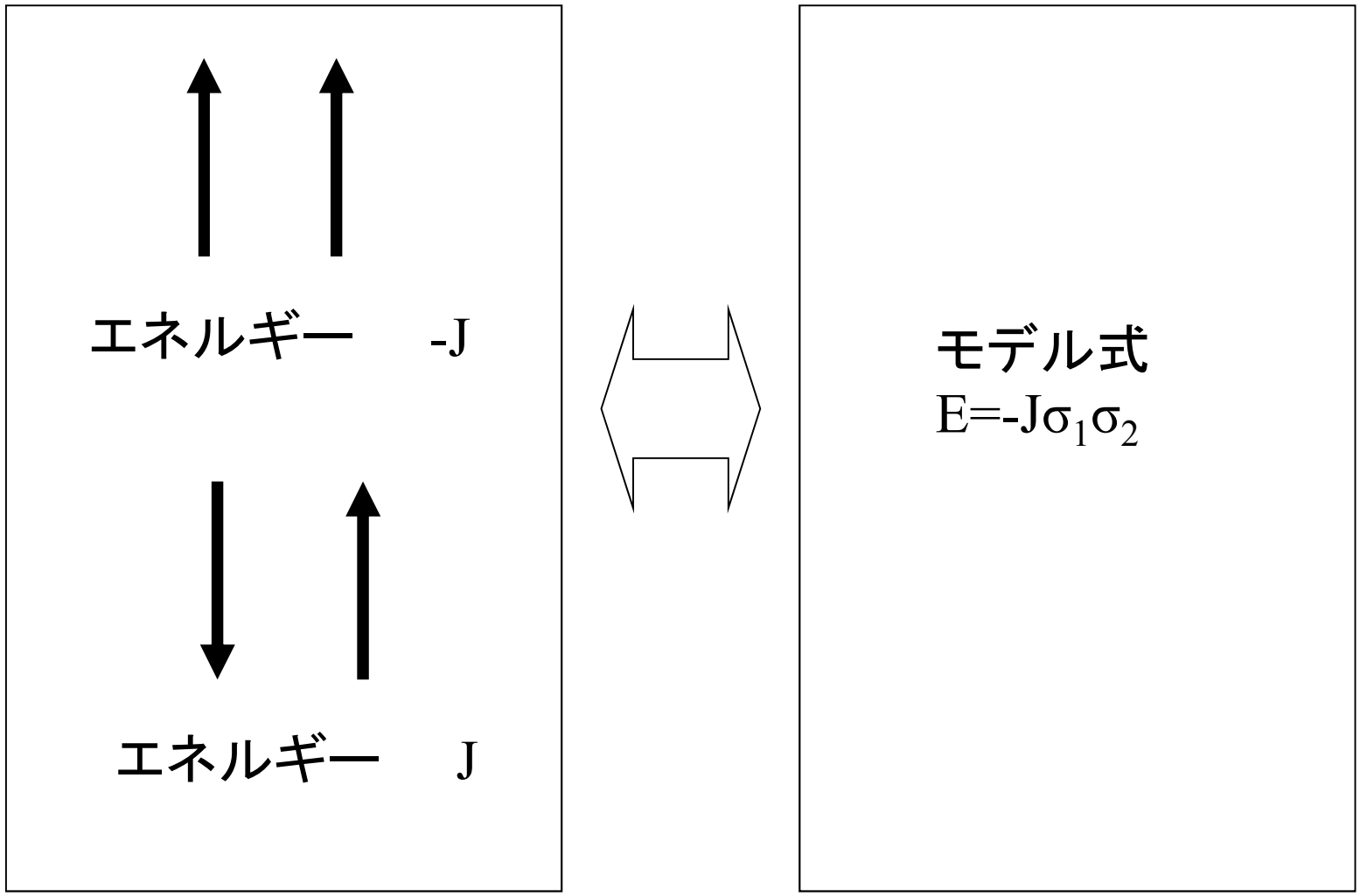
磁気相転移を説明するモデルについて

Ising Model（1925 E.Isingが提案）

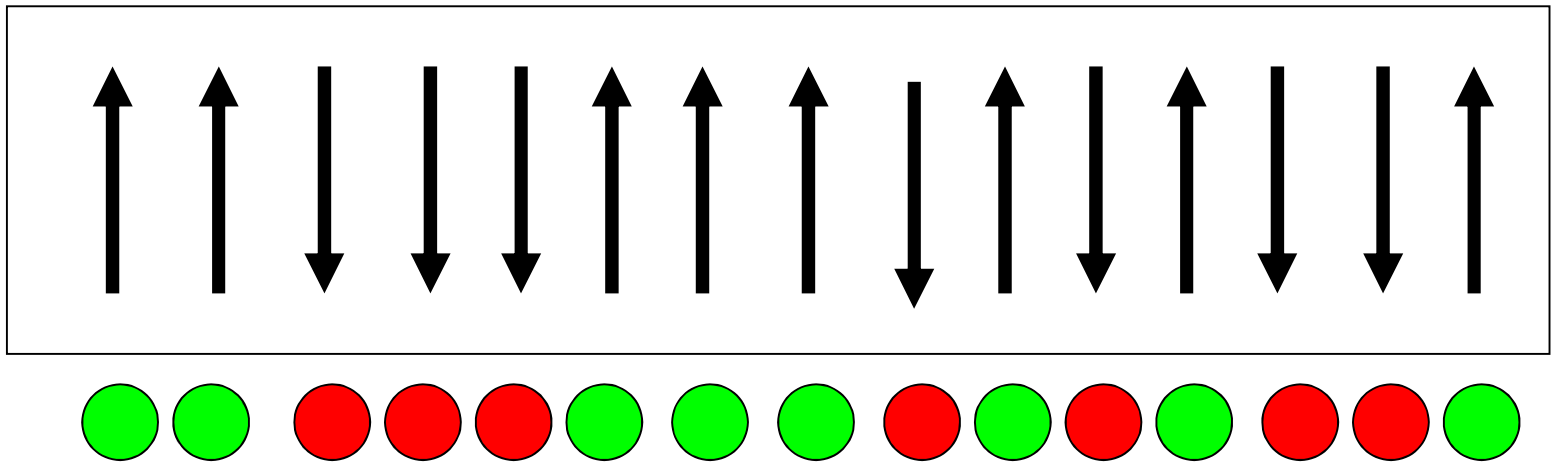
$$E = -\sum_{(i,j)} J_{i,j}\sigma_i\sigma_j$$

1次元（1925 E. Ising） 相転移を示さない
2次元（1944 L.Onsager）
多体系の厳密解で相転移を示す（相転移研究の支柱）ために非常に重要
　　自発磁化　　$m=[1-1/\sinh^4(J/k_BT)]^{(1/8)}$
3次元（いまだ厳密解は求められていない)

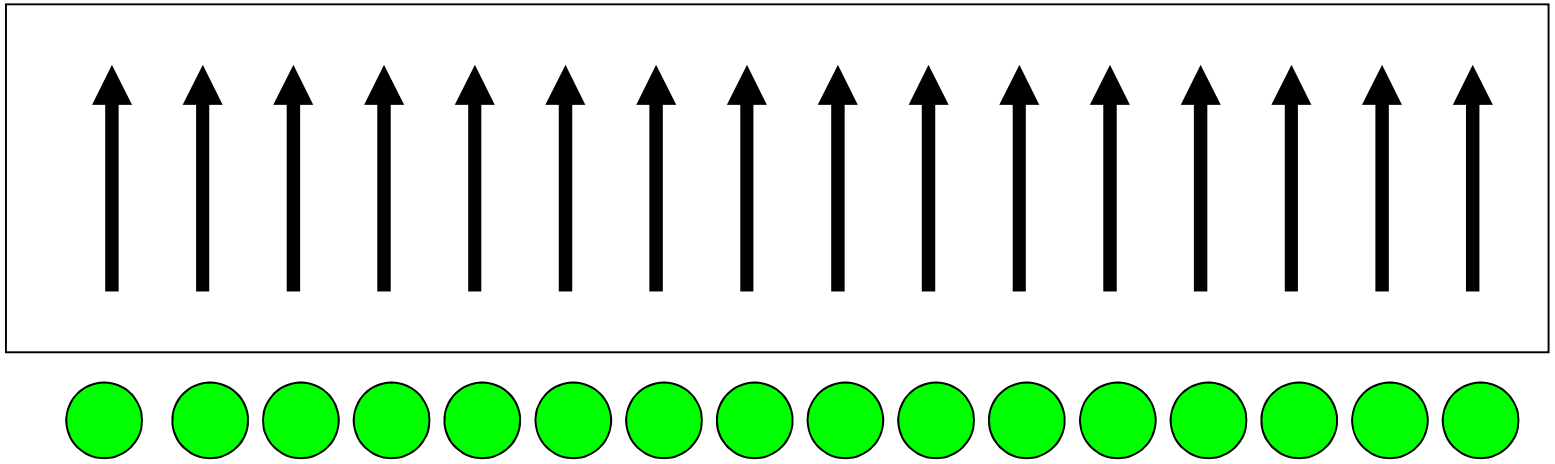
磁性体ーーーー温度が下がると磁石になる性質がある



温度が高いと



温度が低いと



Ising Model