

酸素は生物にとって有害だ

生物の進化は、
酸素の利用と酸素との闘いだっただ

2010年 2月20日(土)

岡山大学大学院教育学研究科客員研究員
東 俊 一 郎

DHMOを知っているか？

- 毎年多くの生命が，この物質のために失われる。
- 水酸とよばれ，酸性雨の主成分である。
- 温室効果を引き起こす。
- 重篤なやけどの原因となりうる。
- 地形の浸食を引き起こす。
- 多くの材料の腐食を進行させ，金属をさびつかせる。
- 電気事故の原因となることがある。
- 自動車のブレーキの効果を低下させる。
- 末期がん患者の悪性腫瘍から検出させれる。
- 危険性に反して頻繁に利用されるので取り扱いに注意が必要。
 - 工業用の溶媒や冷却剤に用いられる。
 - 原子力発電所で用いられる。
 - 防火剤として用いられる。
 - 防虫剤の散布に用いられ，多くが残留する。
 - 各種の残酷な動物実験に用いられる。

次の危険な物質は何か？

- DHMOの主要な成分である。
- 過剰に摂取すると、身体の一部が損傷を受けることがある。
- 生物の体内に吸収されると、3種類の有害物質を生じる。
- 上の有害物質は、身体の老化を進め、発ガン性がある。
- 火災の主要な原因となる物質である。
- 高純度の状態では、物質を爆発的に損傷する。
- 一部の生物には致死的な作用を及ぼす。
- 過去では、この物質が原因となって絶滅した生物がある。
- 植物によって生産される。
- 最初に生産した植物は、当時の最悪の環境破壊者であった。
- いろいろな物質の劣化や損傷の原因になる。

元素の周期表

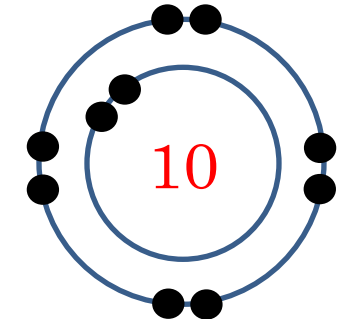
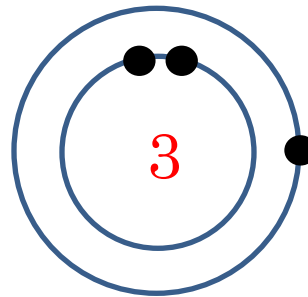
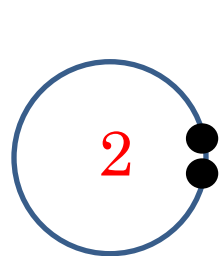
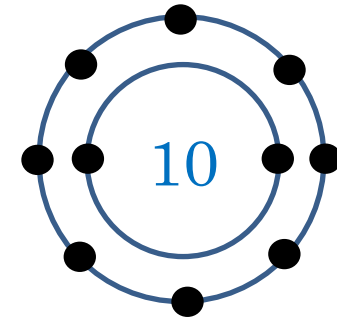
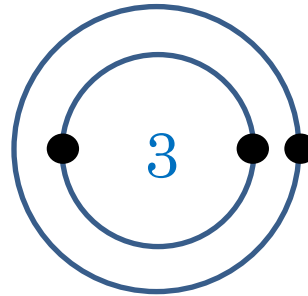
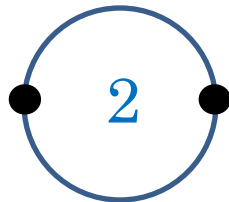
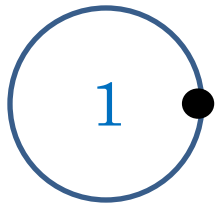
	1	2	13	14	15	16	17	18
1	<i>1</i>							<i>2</i>
2	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
3	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

- 1869年、ロシアのメンデレーエフが最初に原型を発表

原子の電子配置

- 原子は，中の電子が存在する場所がきまっている。
- これを，原子の**電子配置**という。
- 電子配置の模式図を次のように表す。



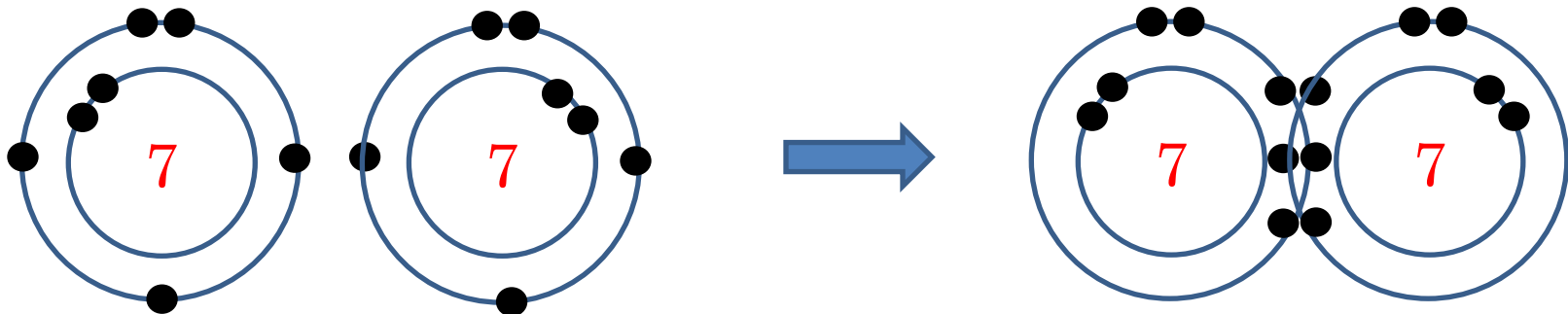
二原子分子の電子配置

- 二原子分子というのは、2 個の原子が結合した分子。
- 18族の原子を除いて、原子は単独では存在できない。
- 電子対ができるように、原子が結合する。
- H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2

電子対が 1 組 → 単結合



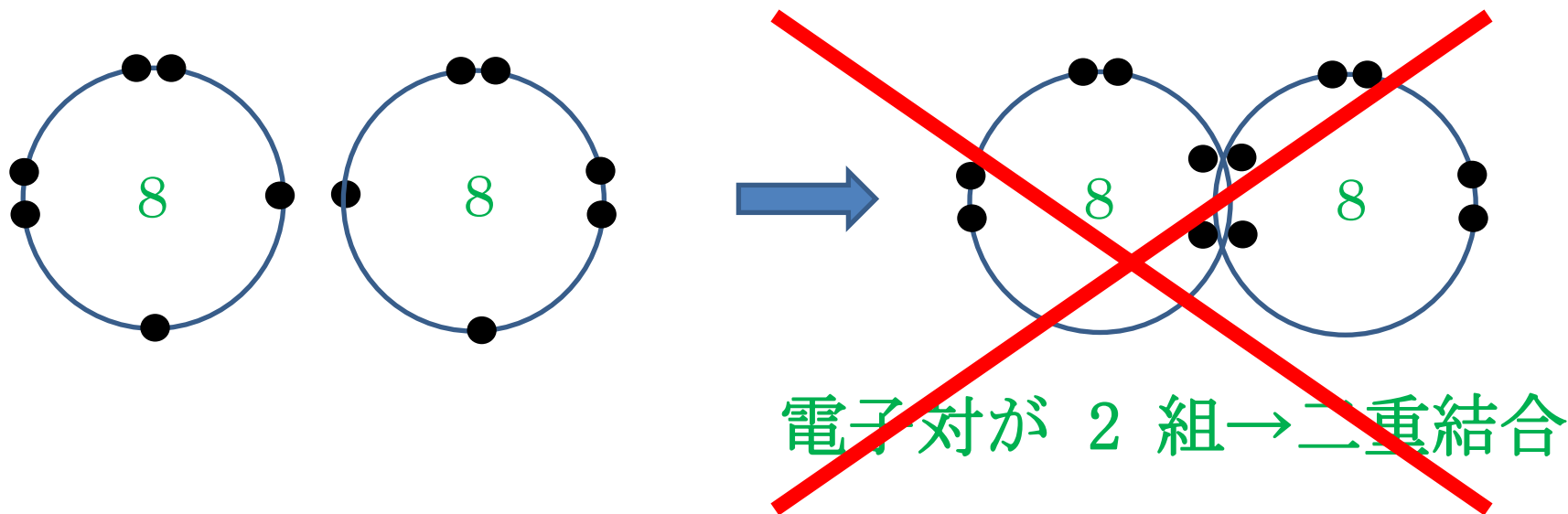
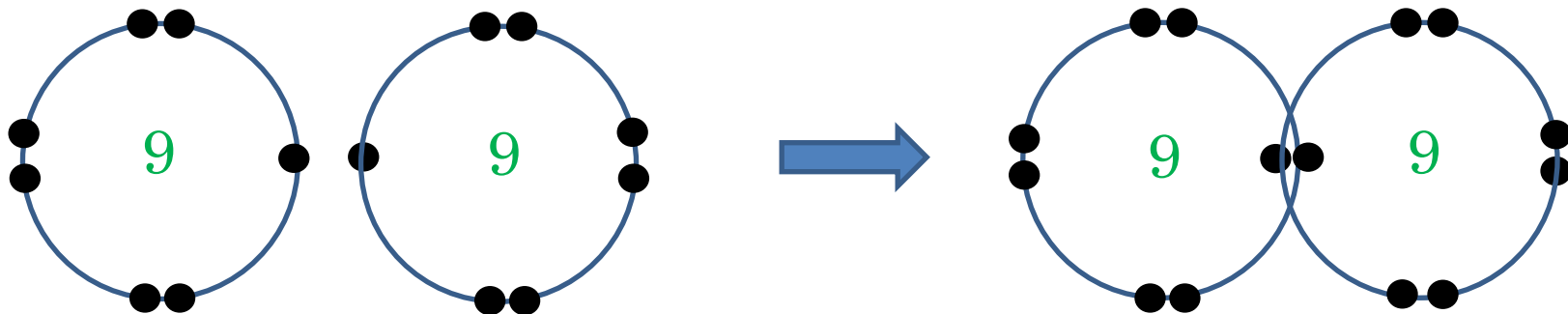
共有電子対



電子対が 3 組 → 三重結合

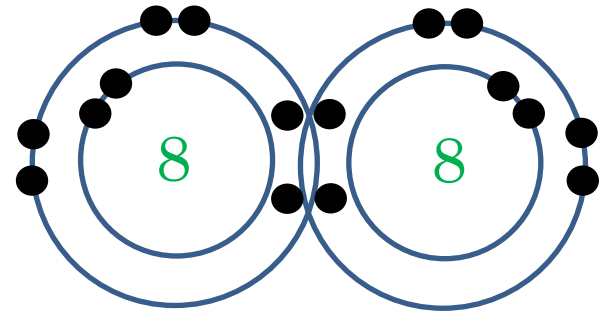
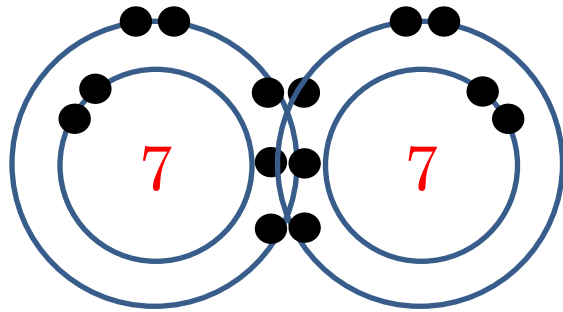
O_2 と F_2 の電子配置

- 電子配置が関係するのは、いちばん外の電子殻だけ。
- いちばん外の電子殻を、最外電子殻(最外殻)という。



酸素分子の不思議

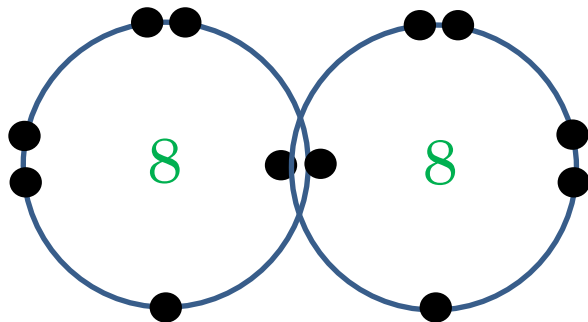
- 窒素 N_2 と酸素 O_2 の化学的性質が違いすぎる。



- 窒素分子は不活性 酸素分子は非常に活性が強い
- 窒素分子は磁石にくっつかない。 酸素はくっつく。



不対電子が存在

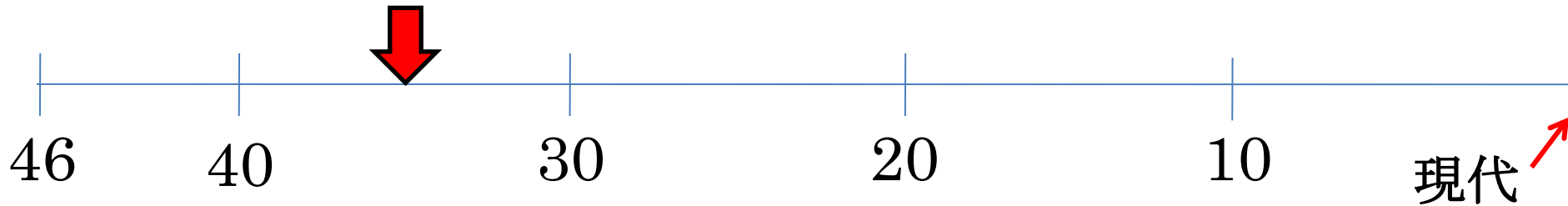


← 正しいかどうかわからない

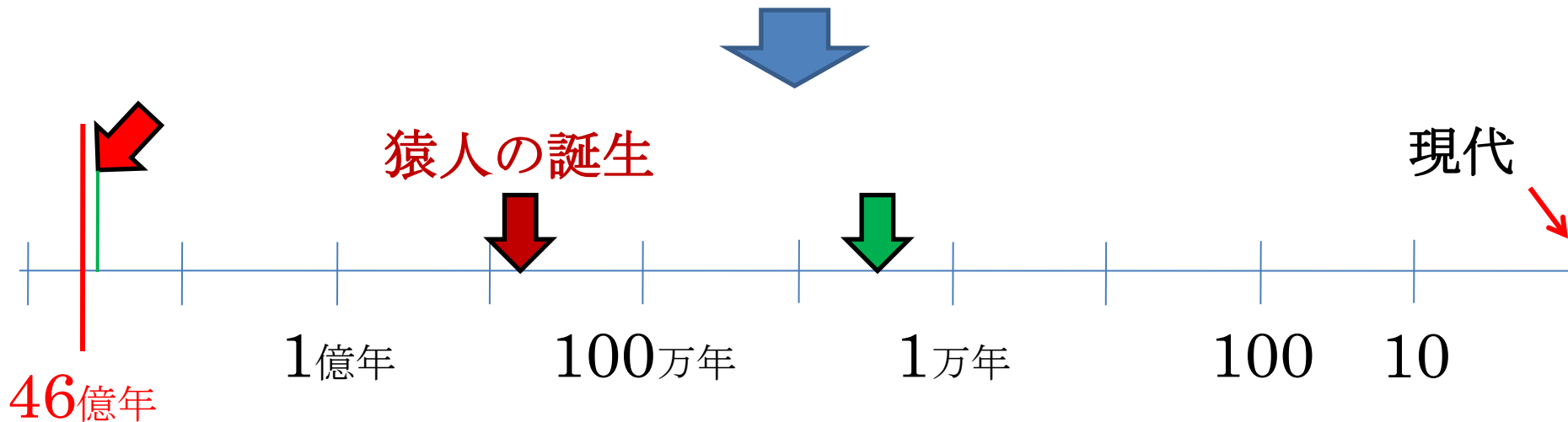
不対電子が2個ある

地球と生物の歴史

- 地球の年齢は 46 億年といわれている。
- 生命の誕生は, 35 億年前と推定されている。↓
- 現在の人類(ホモサピエンス)は, 3~4 万年前 ↓

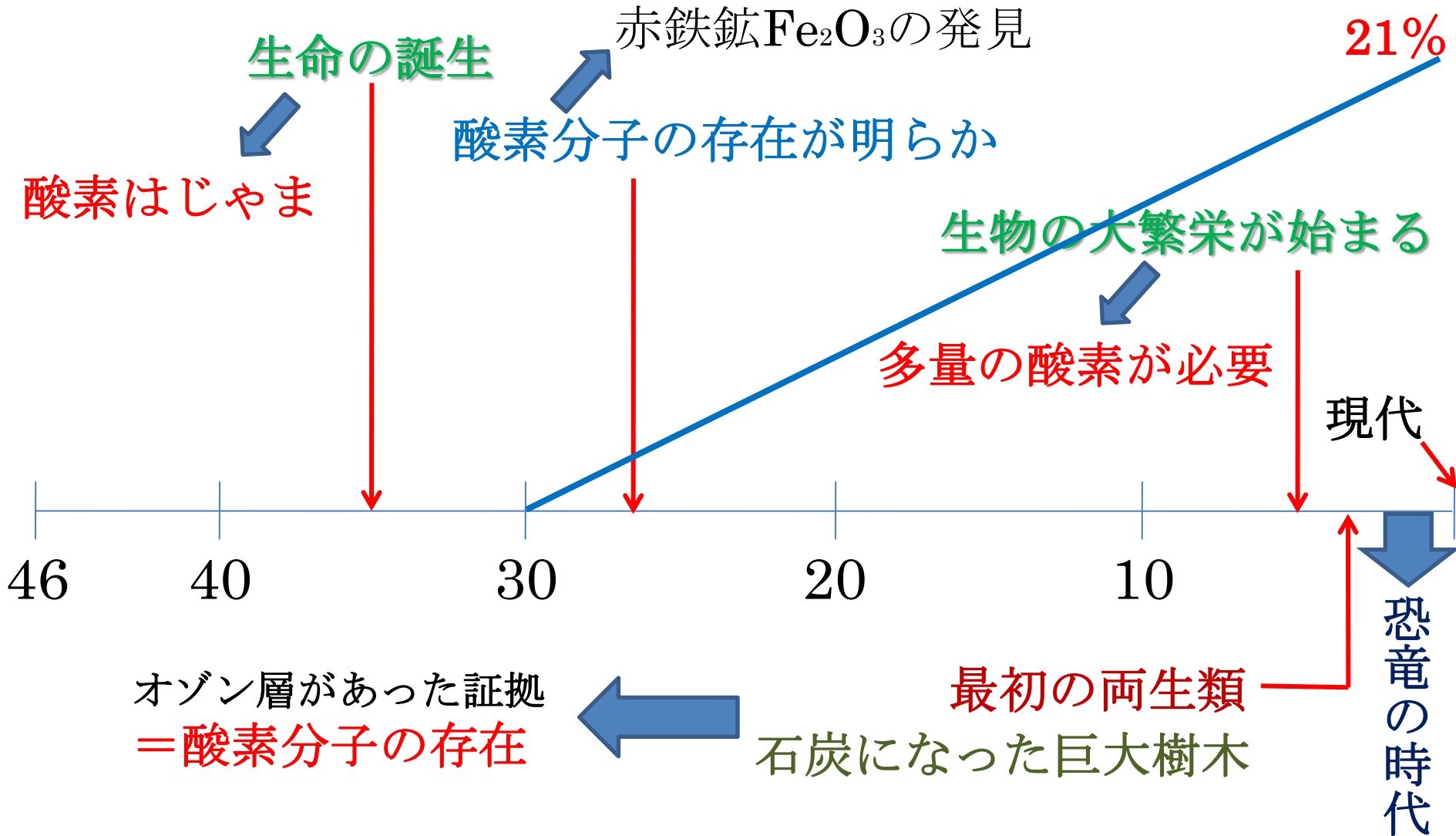


ホモサピエンスの出現を入れるにはどうしたらよい？



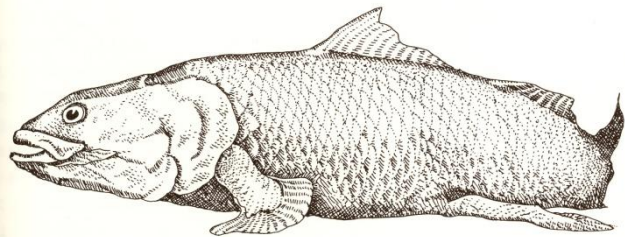
地球と生物の歴史をもう少し詳しく

- 酸素があるかないかで，生物は非常に異なる。

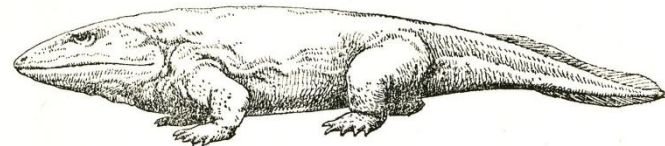
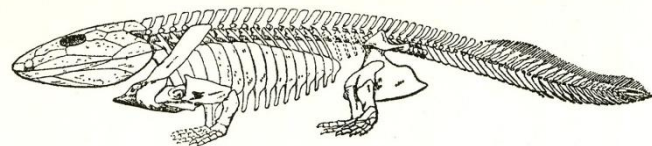


ちょっと お休み

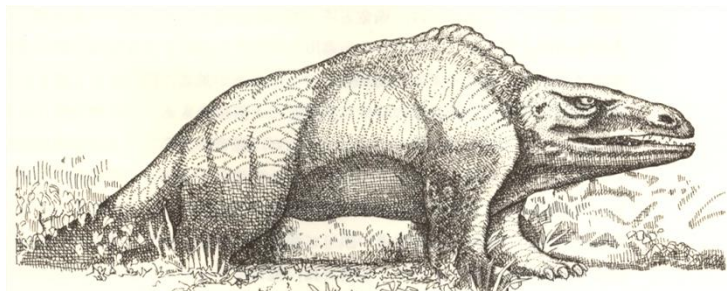
内陸類の魚、ユーステナブテロン。内陸類はすべての陸生脊椎動物の先祖に最も近い動物である。この魚は後期デボン紀のもので、筋肉質のひれを使って泥地をゆっくりと、体を押すようにして進んだ。この方法では生活していくのは間違いなく困難だったが、その後の多くの進歩の源になった。



両生類になりかけているが、水からは出られない。



イクチオステガ：最古の両生類，上陸した最初の動物，頭骨の構造などは，左図の魚類からあまり進化していない。



メガロサウルスの古い復元図

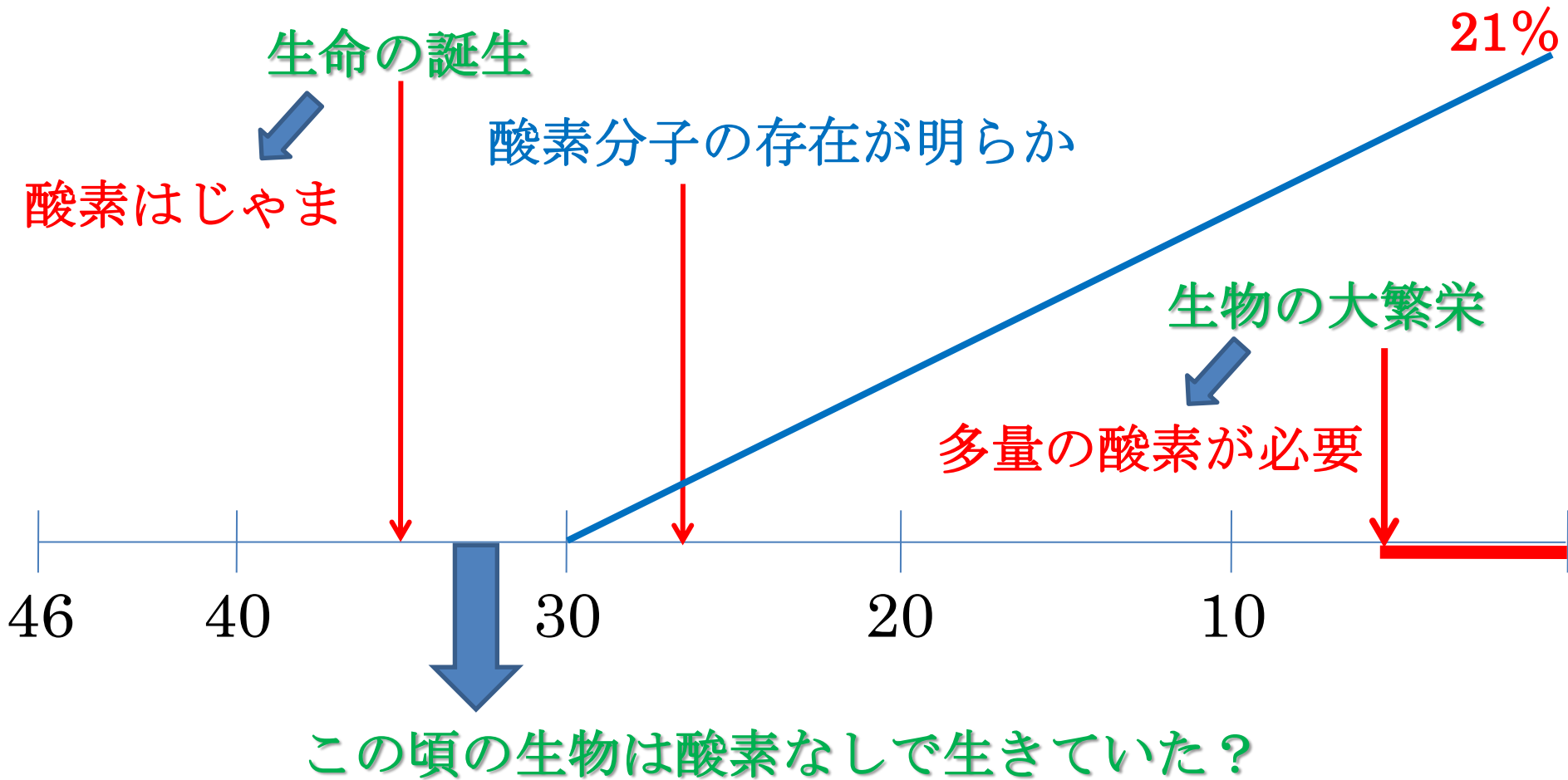


メガロサウルスと樹木：陸上で生育できるのは、紫外線がオゾン層によって地上に届かないから。



化石が出土する様子

- 酸素があるかないかで，生物は非常に異なる。



酸素がない環境で生きていく生物

- 高等な生物にはいない。
- バクテリア(細菌類)にいるだけ・・・**嫌気性細菌類**
酸素があると死んでしまう類・・・ボツリヌス菌など
酸素がなくても生きていける類・・・酵母菌など
- 発酵によって、生きていくエネルギーを取り出す。

グルコース → エタノール + 二酸化炭素 + 2ATP



- **酸素呼吸**

グルコース + 酸素 → 二酸化炭素 + 水 + 38ATP



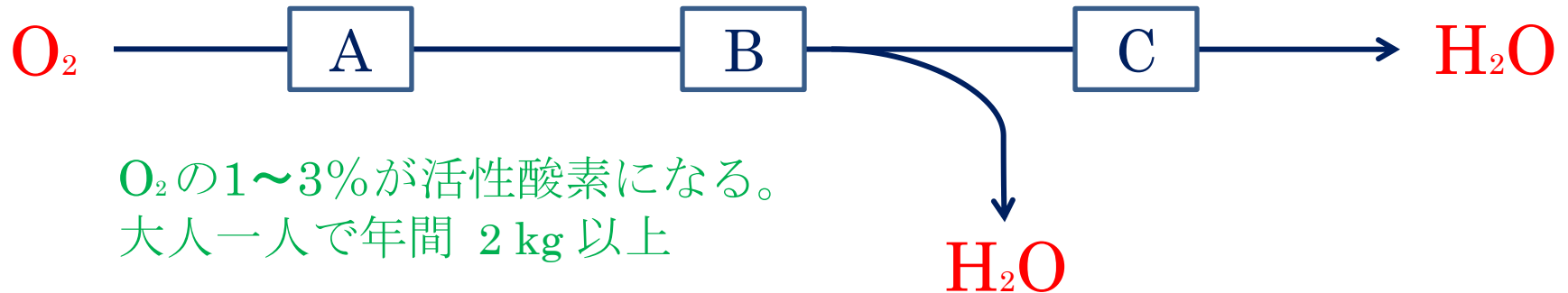
- **ATP** : 生物が利用するエネルギーを入れる容器

酸素呼吸は生物にとって危険

- 酸素呼吸をすれば，体内に**活性酸素**ができる。

酸素呼吸

進化の過程で，活性酸素を分解する酵素をつくっていった。



O_2 の1~3%が活性酸素になる。
大人一人で年間 2 kg 以上

A スーパーオキシドアニオンラジカル

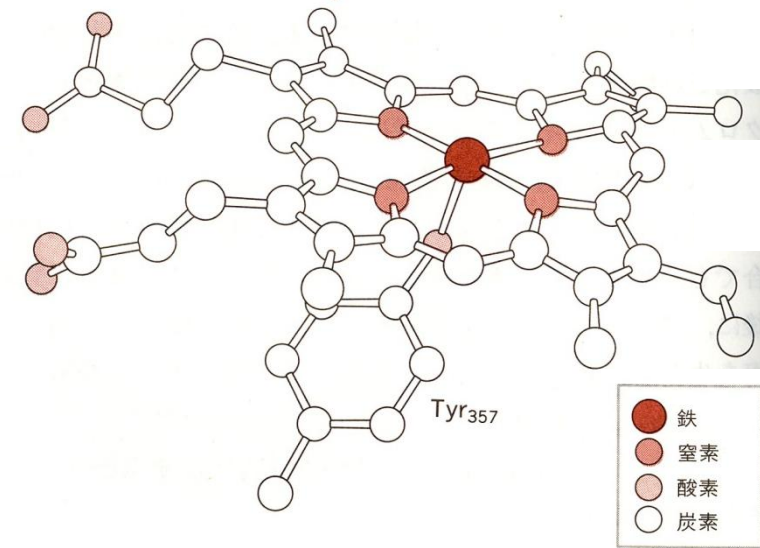
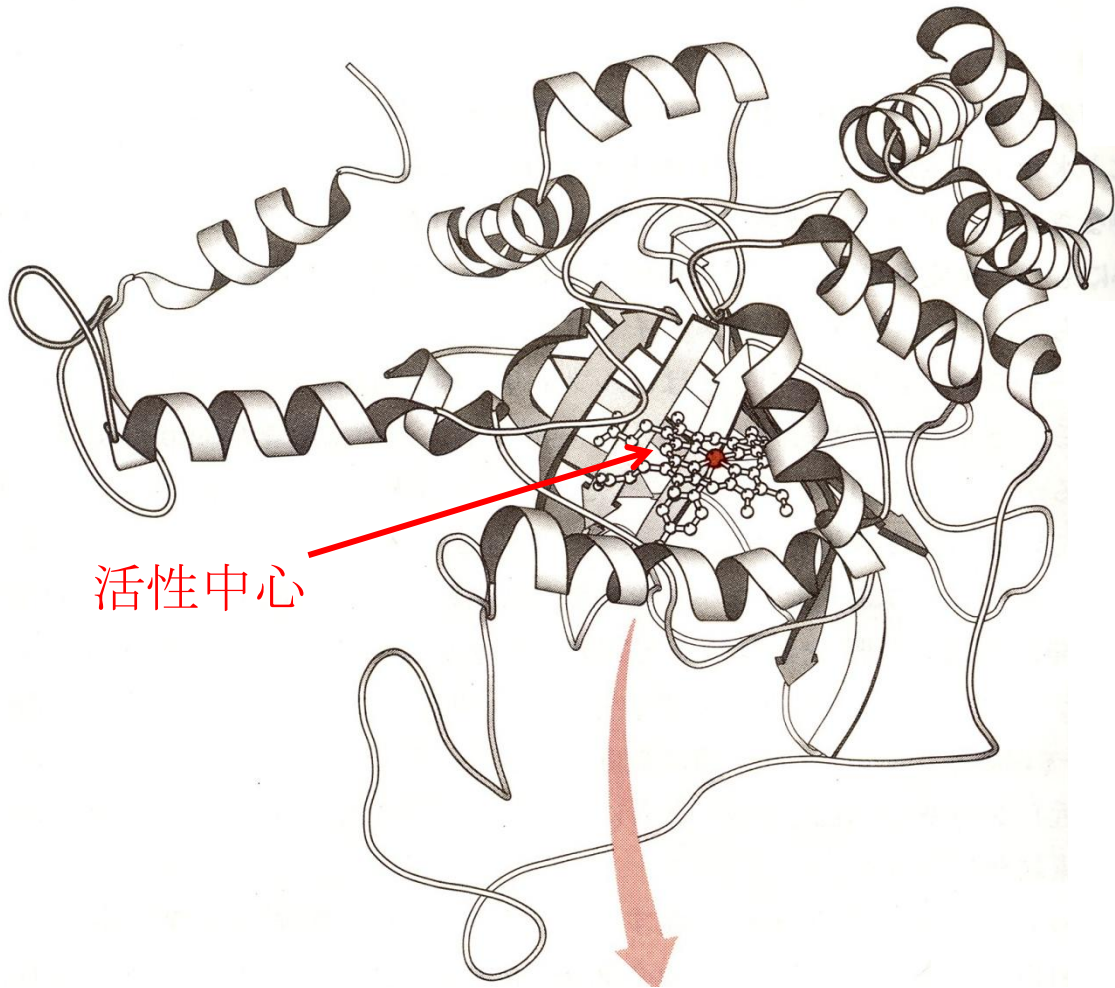
B 過酸化水素

カタラーゼ

C ヒドロキシルラジカル

カタラーゼ（過酸化水素分解酵素）

- 過酸化水素を分解する酵素は、
- ペルオキシダーゼとカタラーゼ，カタラーゼの方が進化

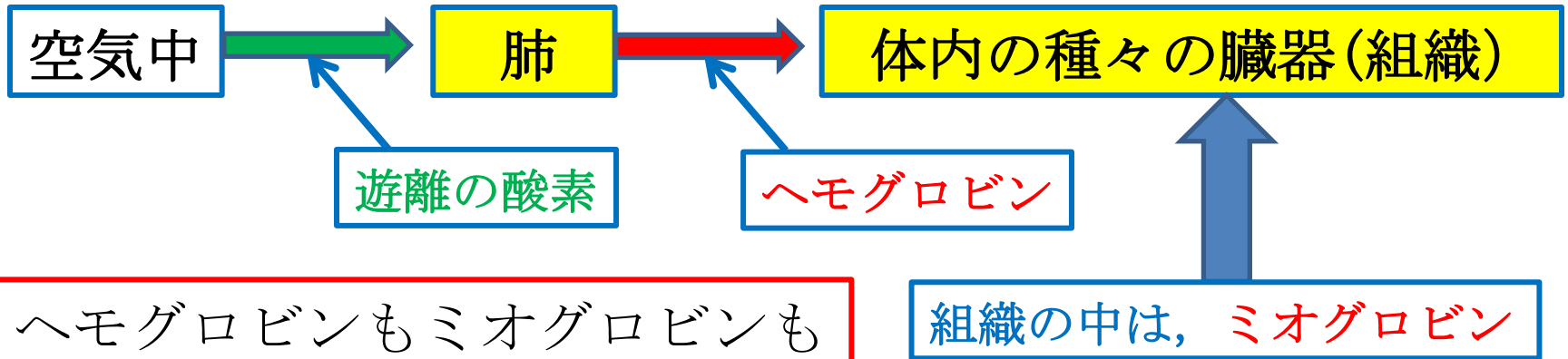


左図 ウシのカタラーゼ
上図 カタラーゼの活性中心

体内での酸素の運搬

- 動物は、体内で酸素分子 O_2 を**単独の状態**では運ばない。
- N_2 や CO_2 は、血液の液体成分(血漿)に溶ける。
- 体内で酸素を運搬する物質
高等動物：ヘモグロビン，ミオグロビン (Feが主要成分)
節足動物，軟体動物：ヘモシアニン (Cuが主要成分)

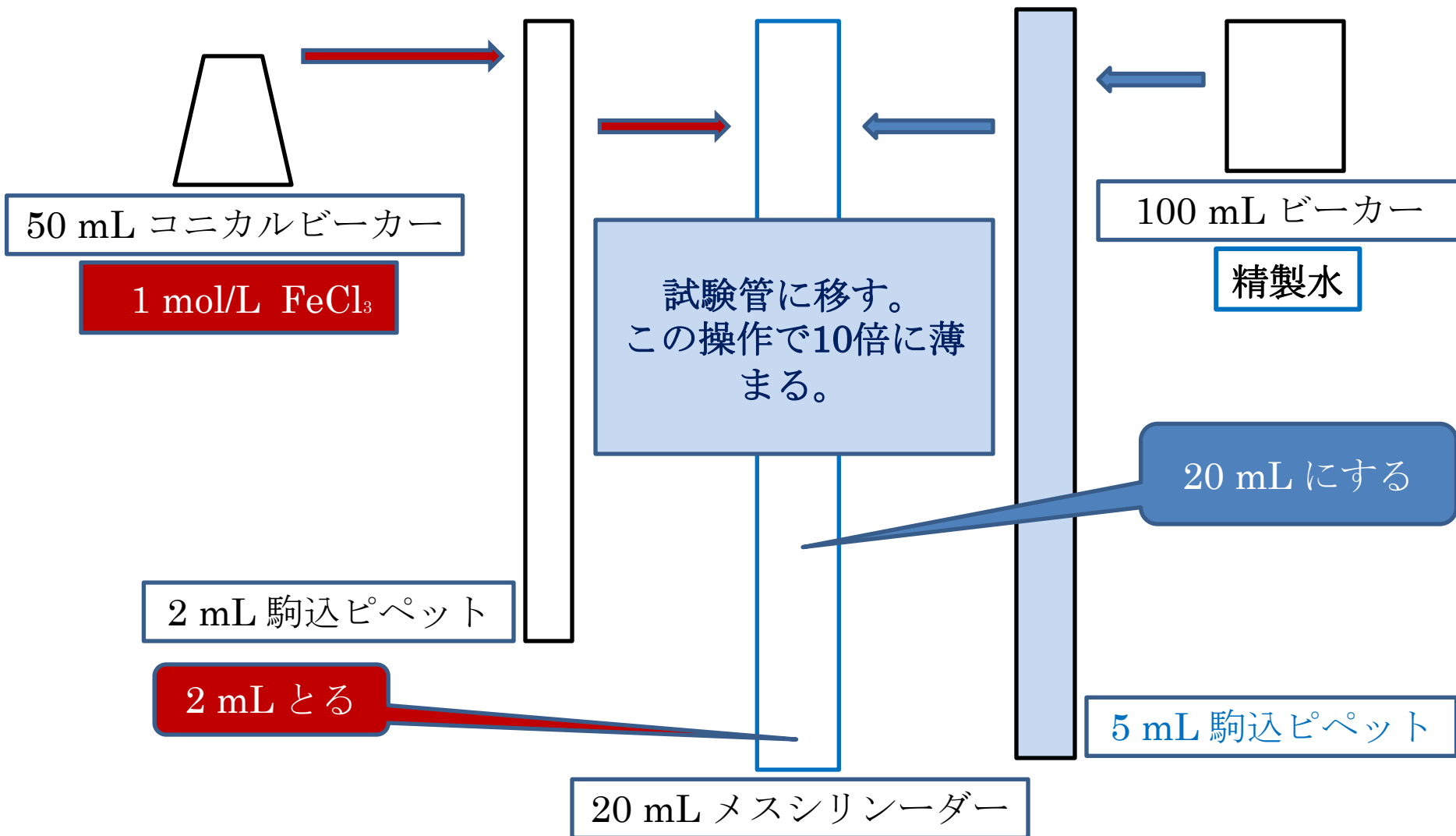
遊離の酸素



ヘモグロビンもミオグロビンも大きいタンパク質の分子で、活性中心にFeがある。Feに O_2 を結合して運搬する。

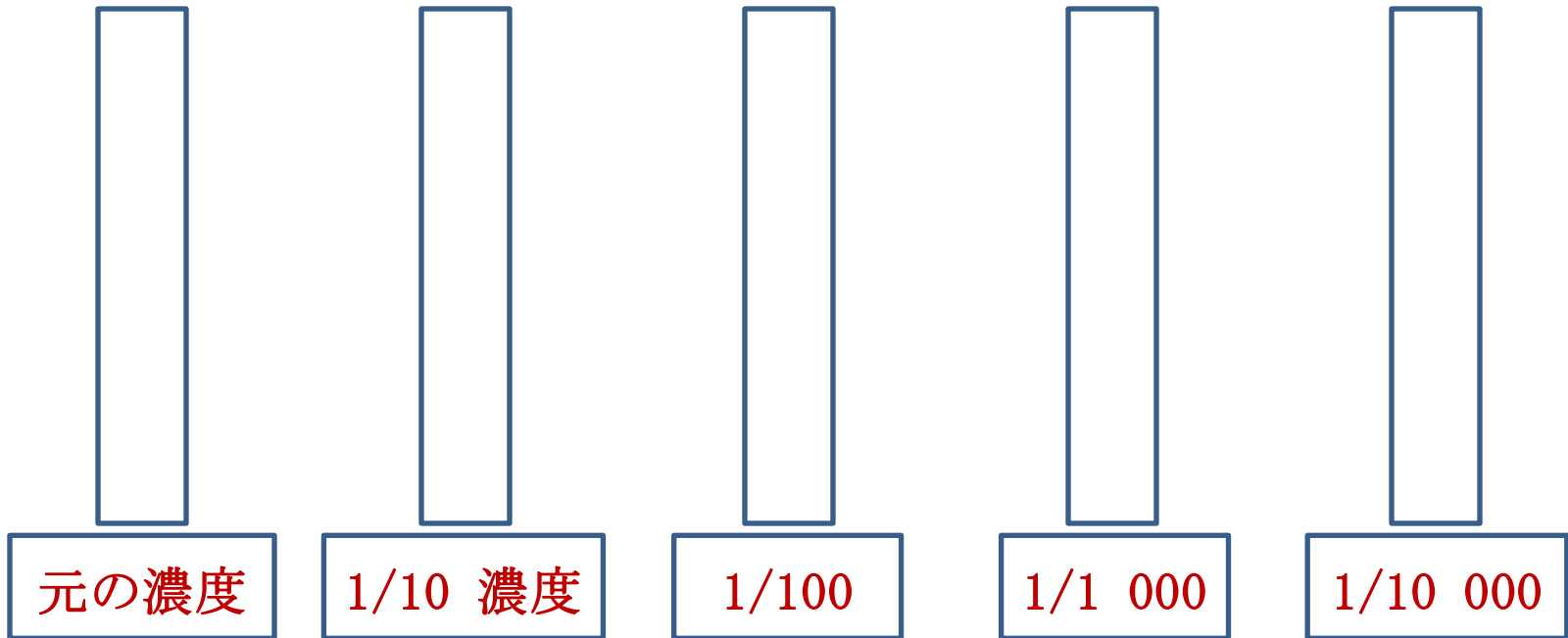
過酸化水素を分解する実験

- 実験 1 塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3 水溶液で分解する。



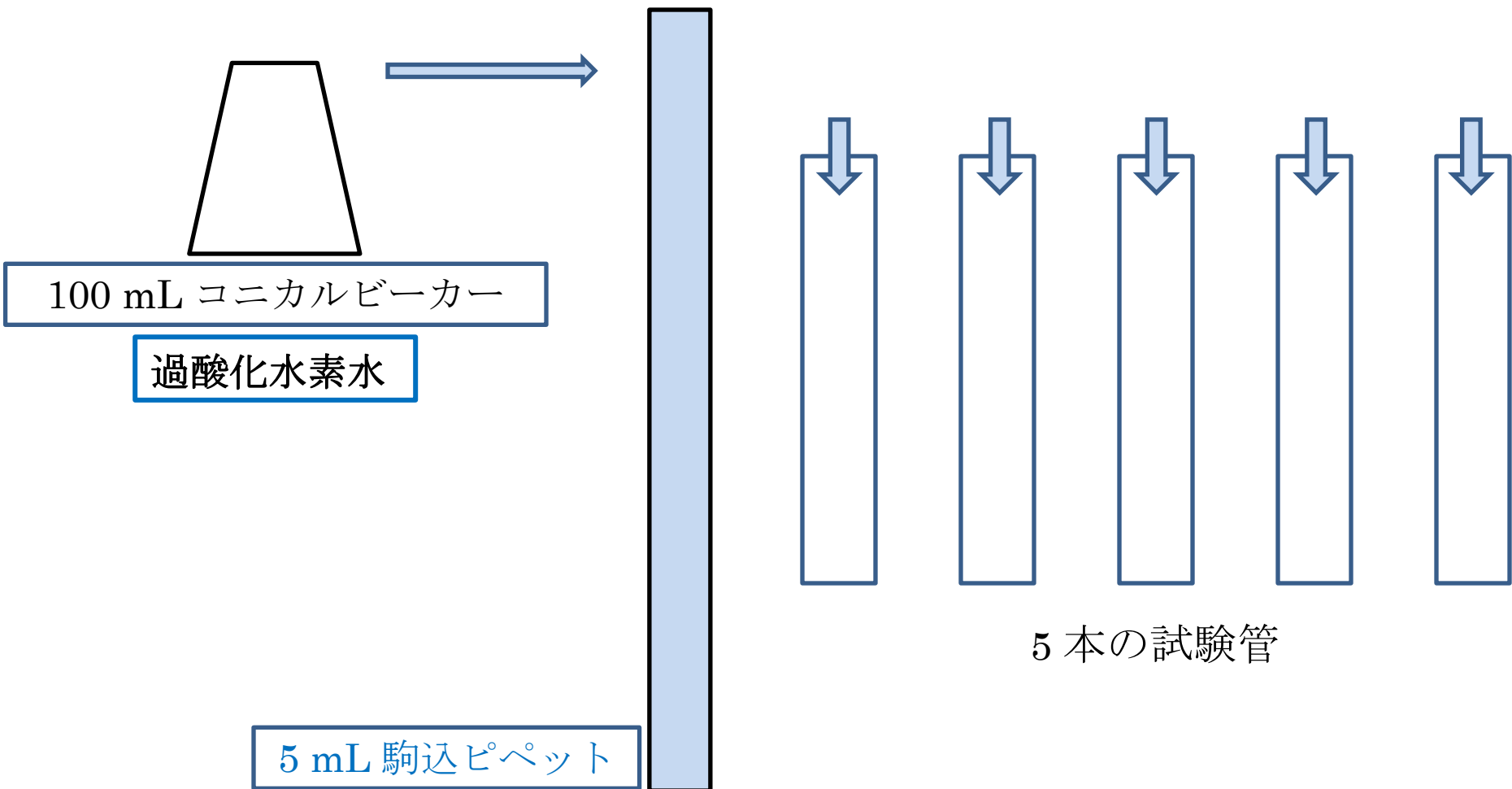
10倍ずつ薄めて、4種類の濃度をつくる。

- 試験管立てに濃度がわかるように並べる。



過酸化水素水を5本の試験管に用意する。

- 市販試薬の過酸化水素水は濃いので危険
- 前もって、10倍程度に薄めてある。



過酸化水素水に FeCl_3 水溶液を加える。

元の濃度

1/10 濃度

1/100

1/1 000

1/10 000

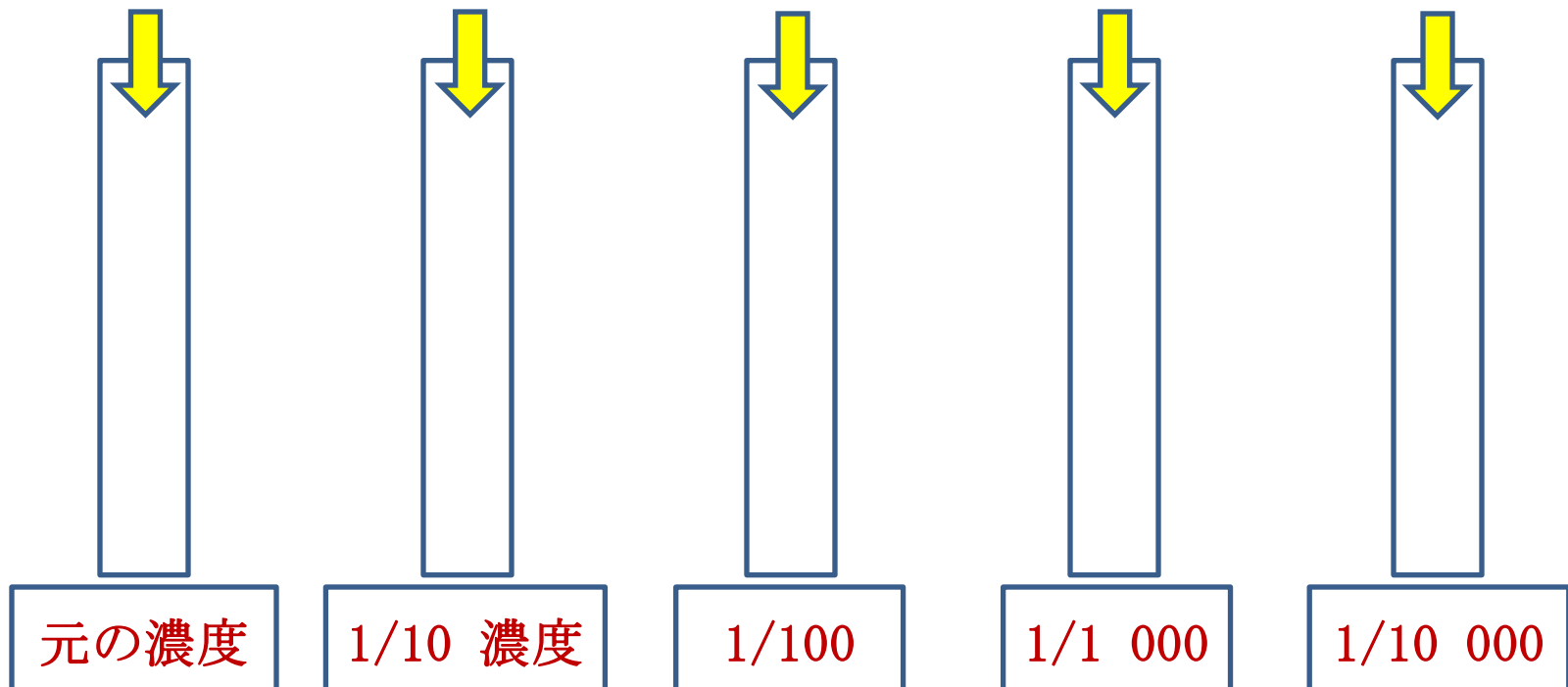
反応が終わったら、ゴム栓を逆に載せて、軽くふたをしておく。

2 mL 駒込ピペットを用いる。薄い方から始める。

1滴ずつ、最大 1 mLまで加える。

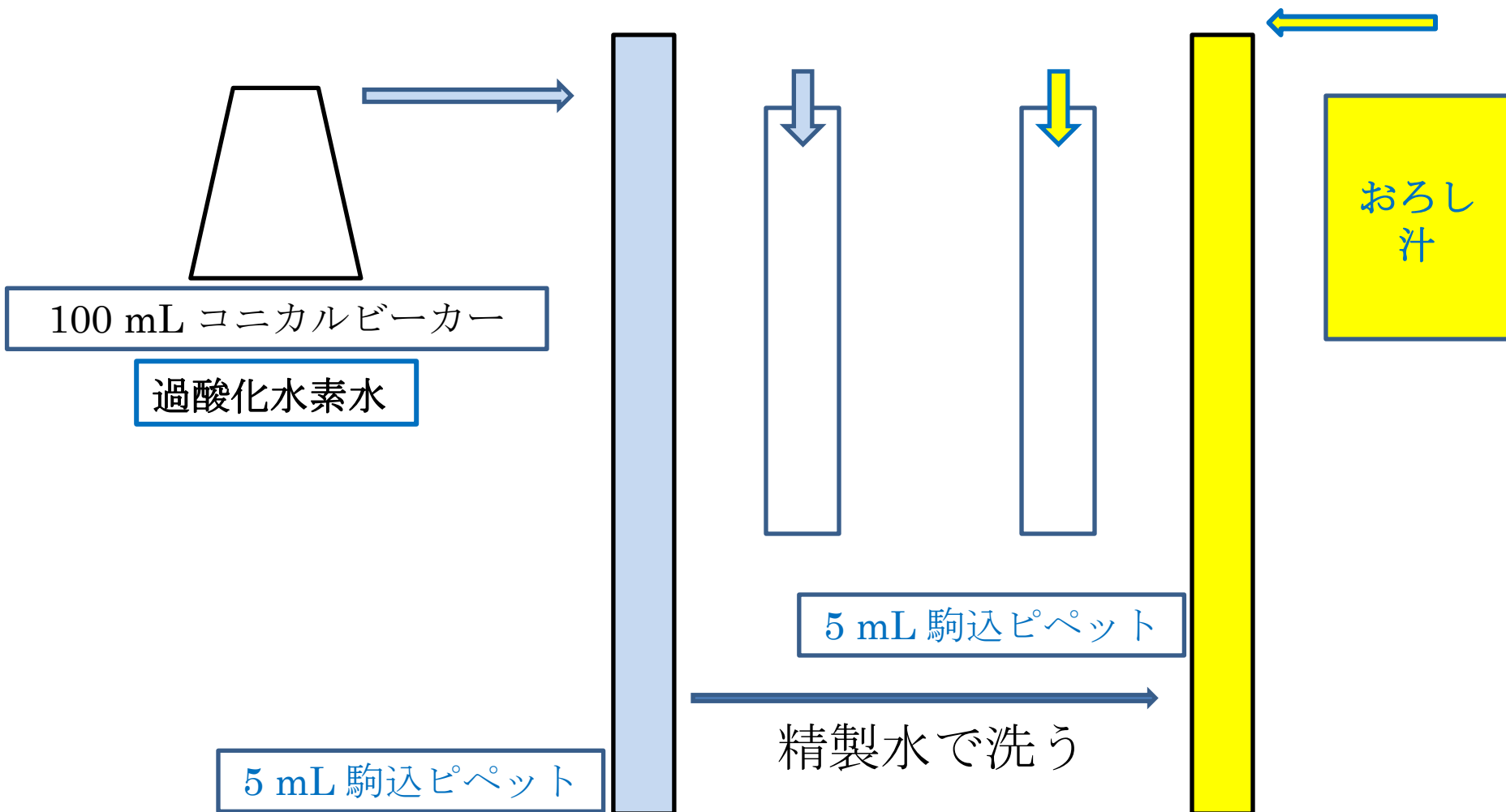
酸素が発生した試験管に線香の火を入れる。

- 線香はピンセットではさんで，中に落とさない。
- 次の実験：FeCl₃ 溶液の Fe³⁺を確認する。
ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム水溶液を，1滴ずつ加える。
簡単に「シアノ鉄(II)」ということにする。 ↓
- 加えた溶液を混ぜない。



ダイコンのおろし汁が過酸化水素を分解する。

- 実験 2 2本の試験管，一方に過酸化水素水 5 mL
もう一方におろし汁 5 mL



過酸化水素水におろし汁を加える。

- 5 mL 駒込ピペットを用いる。
- 1 滴ずつ， 最大 1 mL まで加える。
- 気体が発生した試験管に， 線香の火を入れる。
- 残りのおろし汁に， シアノ鉄(II)溶液を1 滴加える。

