

入門化学01

物質の探究

筒木 潔 (つつき きよし)



教科書

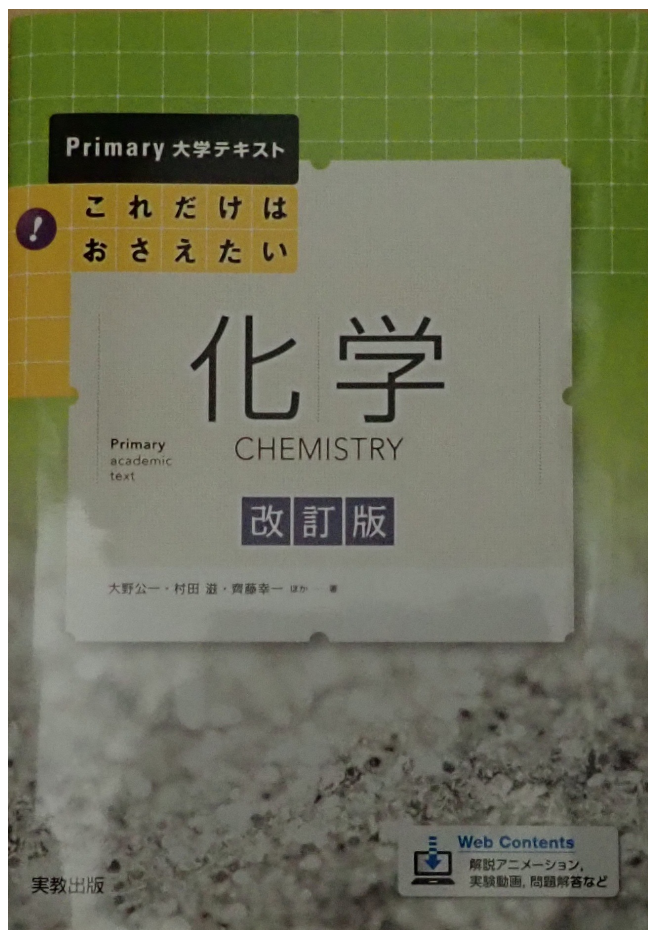
これだけはおさえたい化学 改訂版

Primary academic text CHEMISTRY

大野公一・村田滋・齋藤幸一　ほか・・・著
実教出版　（¥2,300 + 税）

かならず購入して、手元に置いて受講してください。

「入門化学」用教科書



2023 年改訂版

図表が豊富できれい。
説明がわかりやすい。
解説アニメーション、
実験動画、問題解答
などのWeb教材が豊
富。4月23日まで生協
店舗に置いてありま
すので、早めに購入
してください。

講義内容のホームページ

私の個人ホームページに、講義の内容がアップロードしてありますので、予習・復習に利用してください。

<https://tsutsuki.net/>

Index のページの画像の下の

「入門化学」という青いボタンをクリック。



入門化学

<https://tsutsuki.net/index.html>

Time Traveller

Welcome to the web-site of Woodpecker !
Everyone is traveling in time and occupying the one moment of eternal flow of time.
I just wanted to record my trail of life on this web-site. Last update: April 5, 2026.

Home & Index
ホームと検索

Diary contents
写真日記目次

My profile
自己紹介とメール

My monologue
ひとりごと

Correspondence
コメントと返信

入門化学
Basic Chemistry

十勝の土壌と農業
Soil & Agriculture

十勝の自然史
研究会



帯広川の銀輪橋から見た日高山脈北方の山並み (2026年3月14日)

私の投稿はテーマと期間ごとに分けられています。左のサイドメニューまたは下の青いボタンから飛んでください。
My articles are sorted by subjects and period. Please jump from the left side bar or the blue buttons below the top photo.

近況(Recent) 入門化学 人新世を耕す エゾリスの会 Lectures My profile ひとりごと

Plants Birds & Animals Insects Mushrooms Mountain Views Myanmar_2020

Calendar Old trips Apr.2025 May.2025 Jun.2025 Jul.2025 Aug.2025 Sep.2025

Oct.2025 Nov.2025 Dec.2025 Jan.2026 Feb.2026 Mar.2026 Apr.2026

入門化学講義ファイルへの入口ボタン

https://tsutsuki.net/Intro-chem_2026.html

入門化学
のページ

Time Traveller

Lectures of Basic Chemistry (Introductory Chemistry).
入門化学のファイルです。

- Home & Index
ホームと検索
- Diary contents
写真日記目次
- My profile
自己紹介とメール
- My monologue
ひとりごと
- Correspondence
コメントと返信
- 入門化学
Basic Chemistry
- 十勝の土壌と農業
Soil & Agriculture
- 十勝の自然史
研究会
- 日本種苗新聞連載
人新世を耕す
- Ezorisu no Kai
エゾリスの会

Basic Chemistry lectured for the 1st year students of OUAVM.



もりのやまからの眺め。A view from "Mori-no-yama" on 13. June, 2025.

私の投稿はテーマごと、期間ごとに分けられています。左のサイドバーから飛んでください。
My articles are sorted according to the subjects and period. Please jump from the left side bar.

入門化学 (Basic Chemistry)

2026年も本講義を担当することになりました。
このサイトには講義で使用するパワーポイントのpdfファイルをアップロードしてあります。
当面2025年度の講義内容を掲載してありますが、2026年度の実施までに順次書き換えを行います。順番の入れ替えも行うかもしれません。
酸と塩基、酸化と還元の単元および電気化学の単元を溶液の性質の次に繰上げ、連続して講義します。講義の順番は後半では教科書と異なっていますが、これは講義内容の実質的な連続性を図るためです。
また、教科書自体にもWeb教材が豊富に載せてありますので、各自予習復習に活用してください。

第1章 物質の構造

第1節 物質の探究

1. 物質の分離と精製
2. 物質と元素



純物質と混合物

純物質

- 他の物質が混じっていない単一の物質
- 純物質の融点・沸点・密度は物質ごとにそれぞれ決まっており、一定である。

純物質の例

- 純水（ただし、水道水やミネラルウォーターは純物質ではない。）
- 高純度の貴金属
- 化合物の結晶 NaCl, 水晶 (SiO_2), ダイヤモンドなど
- グルコース、グリシン、パルミチン酸など、混じり気のない有機化合物

混合物

- 2種類以上の物質が混じり合ったもの。
- 空気
- 海水
- 牛乳
- 身の回りのほとんどのものは混合物

混合物の分離と精製 p.8-10

その方法

- ろ過
- 再結晶
- 蒸留・分留
- 抽出
- クロマトグラフィー
- 昇華

クロマトグラフィーとは

- 溶媒に溶かした物質が濾紙やシリカゲルなどの吸着剤の表面を移動するとき、物質による吸着力の違いで移動速度が異なる。これを利用して混合物中の各成分を分離・精製する方法をクロマトグラフィーという。
- ミハイル・ツヴェット（イタリア出身、ロシアの植物学者）がワルシャワ大学でクロロフィル a と b を CaCO_3 のカラムで分離し (1903)、この方法を1906年に「クロマトグラフィー」と命名した。

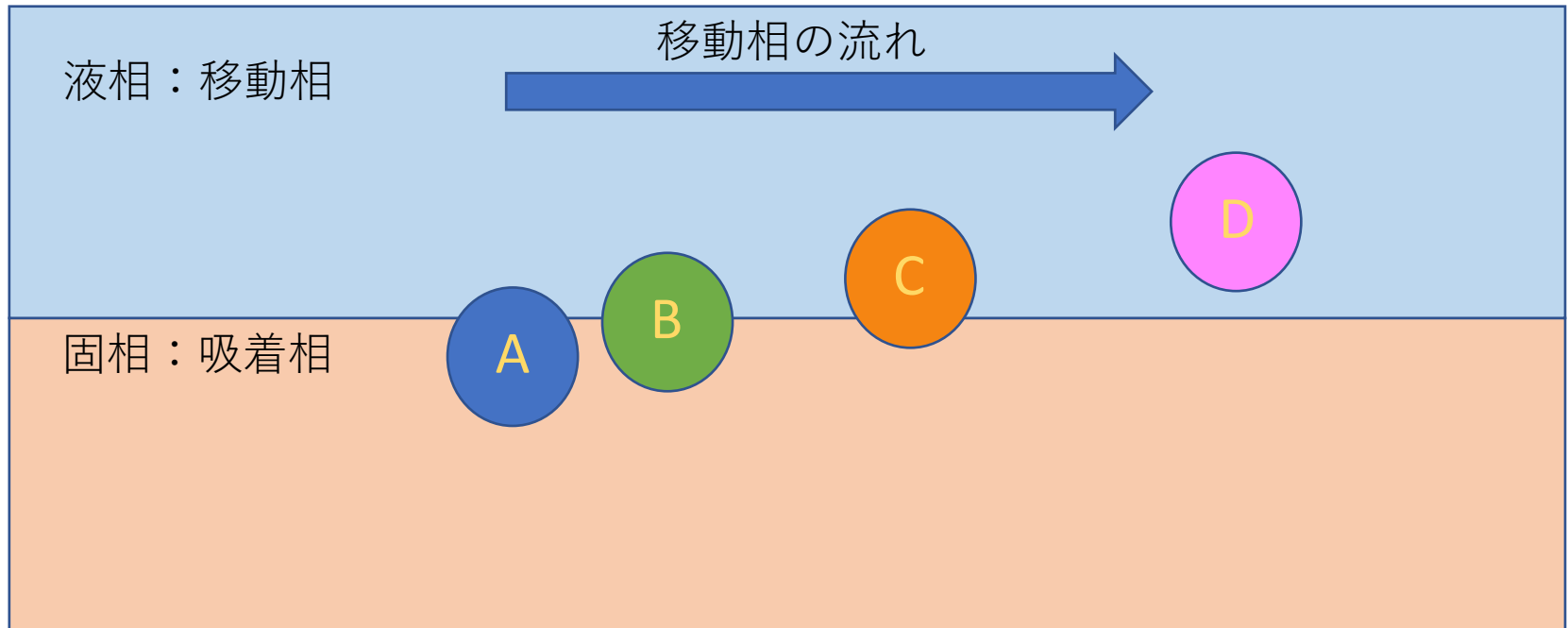
クロマトグラフィーの種類

- ペーパークロマトグラフィー
- 薄層クロマトグラフィー
- 液体クロマトグラフィー（順相・逆相）
- ガス（気液）クロマトグラフィーなど
- マーチンとシング (Martin & Synge) イギリス

二次元展開のペーパークロマトグラフィーでアミノ酸などの生体物質を分離した功績 (1941, 1943) により1952年にノーベル賞を受賞した。

クロマトグラフィーのしくみ

- 移動相に溶けやすいものほど速く移動する。
- 吸着相に吸着しやすいものは遅く移動する。



問1 次の物質を、混合物と純物質に分類せよ。

- 石油
- 鉄
- 牛乳
- 卵
- ドライアイス
- 食塩水
- 塩酸

問1の解説

- 混合物は物理的な方法で二つ以上の純物質に分けられる。純物質は一つの化学式で表すことができる。
- 石油はいろいろな炭化水素，牛乳はタンパク質や水，卵はタンパク質や脂質と水，食塩水は塩化ナトリウムと水が混じりあったものであるので混合物である。塩酸はHClと表記するが，塩化水素HCl(気体)を水に溶かしたものであり混合物である。

牛乳の成分（200mLあたり）

- タンパク質 6.5 g
- 脂質 7.6 g
 - 内 飽和脂肪酸 4.7 g
- 炭水化物 9.6 g
- 食塩相当量 0.22 g
- カルシウム 227 mg
- エネルギー 133 kcal

雪印メグミルクホームページから

空気の組成（体積比） p.10, 86-89

- 窒素 78.08 % 非常に安定
- 酸素 20.95 % 酸化力に富む。呼吸。
- アルゴン 0.93 % 非常に安定 希ガス
- 二酸化炭素 0.037 % 酸性、反応性に富む
- ネオン 0.0018 % 非常に安定 希ガス
- ヘリウム 0.00052 % 非常に安定 希ガス

希ガスとは、元素周期表第18属の元素

全ての軌道が電子で満たされているので非常に安定

海水の組成

水分を蒸発させた時に残る塩分の重量比

- NaCl 77.8 %
- MgCl₂ 10.9 %
- MgSO₄ 4.7 %
- CaSO₄ 3.6 %
- K₂SO₄ 2.5 %
- その他

なぜ KCl が無いのだろうか？

なぜ MgSO₄ と MgCl₂ が存在するのだろうか？

海水の組成 (続き・コメント)

- 実際の海水中では、これらの成分は、**NaCl** や **MgCl₂**, **MgSO₄** などの形で**結合して存在しているわけではない。**
- **Na⁺**, **Mg⁺**, **Cl⁻**, **SO₄²⁻** などの**イオン**として、自由に存在している。
- **分析**してみたら、このような塩として**析出した**ということに過ぎない。
- **KCl** は上記の塩と比べて溶解度が高いので**最後に析出する。**

46億年の地球の歴史と 大気・海水の組成の変化

大気（空気）の組成

最初は酸素(O_2)を含んでいなかった。

二酸化炭素やメタンの含有率が高かった。

→ 温室効果で気温は非常に高かった。

海水

最初は塩酸の海だった。岩石中のアルカリ成分(Na_2O , CaO)が溶け込んで中和された。

元素 p.11

- 物質を構成する基本的成分を元素という。
- 約120種類の元素があり、約90種類が自然界に存在している。

元素記号

H, He, C, N, O, S, Cl

Na, Al, Fe, Cu, Ag, Au

1文字目を大文字、2文字目を小文字で表す。

単体と元素

同じ名称で呼ばれることが多いので注意

- 人体の質量の約60%は酸素である。
→成分元素としての酸素を示す。
- 空気の体積の約20%は酸素である。
→単体の酸素ガス（酸素分子）を示す。
- 牛乳にはカルシウムが含まれる。
→成分元素としてのカルシウムを示す。
- 水を電気分解すると水素と酸素が得られる。
→単体の水素ガスと酸素ガスを示す。

単体と化合物 p.11

単体 1種類のエ元素からできている純物質

化合物 2種類以上の元素からできている純物質

- 水 H_2O 化合物
- 水素 H_2 単体
- 酸素 O_2 単体
- 炭素 C 単体
- メタン CH_4 化合物

同素体 p.12

同じ元素の単体で、性質の異なるものを互いに同素体と呼ぶ。

炭素の同素体

ダイヤモンド、黒鉛、フラーレン、
カーボンナノチューブ

C_{60} フラーレン

炭素原子60個がサッカーボール状の構造を作っている。

酸素、リン、硫黄の同素体

酸素(O_2) とオゾン(O_3)

白リン (黄リン) P_4 、不安定で毒性あり。

→ 農薬、殺鼠剤、爆弾の成分

赤リン P_n 安定 → マッチ箱、半導体

紫リン、黒リン、安定

斜方イオウ、単斜イオウ、ゴム状イオウ

元素の検出方法 1

有機物を完全燃焼させると CO_2 と水が生成する。

• 二酸化炭素(CO_2) → 石灰水中で沈殿(CaCO_3)

• 水 (H_2O)

→ 硫酸銅無水物（白色）と反応して硫酸銅五水和物($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)（青色）を生成する。

→ 塩化コバルト（青色）と反応してヘキサアクアコバルトイオン $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ （赤色）を生成する。

乾燥剤のシリカゲルにも塩化コバルトが添加されている。

元素の検出方法 2

有機物にNaOHを加えて強熱するとNH₃を生じる。

- アンモニア (NH₃)

- 塩化水素(HCl)と反応して塩化アンモニウム(NH₄Cl)の白煙を生じる。

- リトマス紙を赤色から青色に変色させる。

- 塩化物イオン(Cl⁻) → Ag⁺ イオンと反応して白沈を生じる。

元素の検出方法 3 炎色反応

	元素名	炎色反応	色
Li	リチウム	赤色	
Na	ナトリウム	黄色	
K	カリウム	赤紫色	
Ca	カルシウム	橙赤色	
Sr	ストロンチウム	深赤色	
Ba	バリウム	黄緑色	
Cu	銅	青緑色	

元素の検出方法 4

現代の分析化学的方法

ICP発光分光分析法 (ICP-OES)

ICP質量分析法 (ICP-Mass)

原子吸光分析 (AAS)

X線元素分析・蛍光X線分析 (EDX / XRF)

畜大にもこれらの分析機器があります。

自然界に存在する元素 (追加説明)

- 地殻中に存在する元素の存在比を **クラーク数** という。
- 地球全体の元素存在度はクラーク数とかなり違う。
- 地殻は地球の表面のせいぜい70kmを覆っているだけなので、非常に薄い。
- 地球の半径は約6400km。

地殻および土壌中の元素の存在度(%)

元素名	元素記号	地殻 *	土壌
酸素	O	49.5	49.0
ケイ素	Si	25.8	33.0
アルミニウム	Al	7.56	7.10
鉄	Fe	4.70	3.80
カルシウム	Ca	3.39	1.37
ナトリウム	Na	2.63	0.63
カリウム	K	2.40	1.40
マグネシウム	Mg	1.93	0.50
水素	H	0.87	- **

* クラーク数, Ti, Cl, Mn, P, C, S, N, F の順に続く。

** 分析の際に水分を除去しているため。

地球全体の元素存在度 (追加説明)

- 重量パーセントで4位まで示すと

**Fe (34.63), O(29.50), Si(15.20),
Mg(12.7)**

となっている。

Fe と Mg が上位に出てくる。

これはイオン化傾向の小さい**Fe**が金属核を作っていること、マントルが**Mg**と**Fe**に富む鉱物(かんらん岩)からできていることによる。

マントル中の元素組成（追加説明）

- 上部マントル：かんらん岩質。



マグネシウムと鉄の割合は任意に変わる。

極端な場合、

Mg_2SiO_4 となったり、 Fe_2SiO_4 となったりする。

- 下部マントル：組成的には上部マントルと同様だが、かんらん石が高圧鉱物に相転移している

かんらん岩が露出したところ

日高山脈南端のアポイ岳付近

プレートの衝突と造山運動によって、地下深くのマントルに近い岩石が押し上げられてきたため。

超塩基性岩地帯に分類されている。

約1300万年前（新第三紀中新世）プレートの衝突によって日高山脈の隆起が始まった。

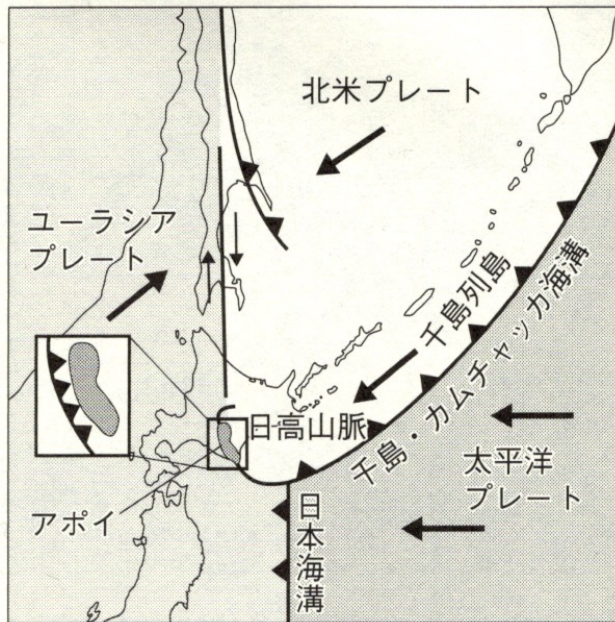


図1-5 日高山脈をつくったとされるプレートの衝突

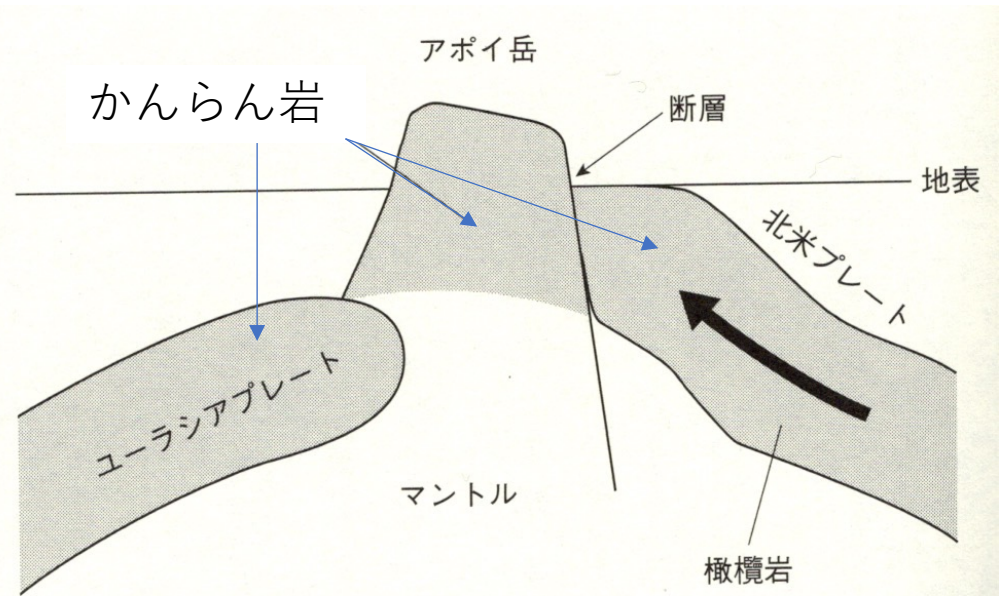


図1-6 プレートに押し上げられたマントル

藤岡換太郎著「三つの石で地球がわかる」(2017)
講談社ブルーバックス B-2015 より引用

かんらん岩の写真 帯広市百年記念館展示



百年記念館は帯広緑ヶ丘公園の中央部にあります。
十勝の自然と歴史を学ぶための貴重な資料がたくさん
展示してあります。是非訪問してください。

蛇紋岩

- **かんらん岩**が高温・高圧下で**水と反応**すると**蛇紋岩**ができる。
- 北海道中央の山脈沿いや日本中西部の中央構造線沿いなどのプレートの境界には**蛇紋岩地帯**が多く存在する。
- 蛇紋岩とともにヒスイも産出する。
- 蛇紋岩地帯はマグネシウム含量が高い、pHが高いなどのことから、特殊な植生になる。

地球核中の元素組成（追加説明）

- 宇宙元素存在度も考え併せると、核はFeとNiが主成分。
- 純粋なFe-Ni合金よりやや低密度なのでS, O, Hなどの軽元素が不純物として含まれていると考えられている。

地球の歴史と植物・土壌の始まり

年代	主なイベント	大気
46億年前	地球の誕生	
40億年前	塩酸の海	二酸化炭素 97%
	アルカリ性岩石の溶解・海水の中和	
	二酸化炭素の溶解・炭酸カルシウムの沈澱	
38億年前	水中単細胞生物の発生（嫌気性微生物）	
20億年前	海中藻類の発生・ストロマライト	酸素 0.2%
6億年前	地衣類・陸上生物 → 初期土壌生成	酸素 2%
4億年前	初期陸上植物 → 根の始まり	酸素 21%
3億年前	シダ・ソテツ	↓ 土壌生成
10万年前	ホモ・サピエンス 出アフリカ	
1万3000年前	農耕の開始（メソポタミア） → 人類が土・環境に影響	

ストロマライトの化石

生物の歴史上初めての光合成バクテリア 酸素を放出



嫌気的な世界から好気的な世界への橋渡しをした。

地球の歴史を1年に例えると 生命の誕生からヒトの出現まで

46億年前	地球誕生		1年前	1/1
40-38億年前	生命誕生	高温・高圧・嫌氣的環境	317~302日前	2/17-3/4
20億年前		光合成による酸素放出開始	159日前	7/25
5.7億 ~	古生代	生物の多様化	45.2日前	11/16
4.2億		植物の上陸	33.3日前	11/28
2.5億 ~	中生代	恐竜の出現	19.8日前	12/11
6500万年前	新生代	恐竜の絶滅と哺乳類の時代	5.2日前	12/25
700万年前		ヒト・チンパンジー分岐。	13.3時間前	12/31 10:42
258万年前	第四紀	エレクトス原人	4.9時間前	19:06

地球の歴史を1年に例えると キーワード：人新世

12月31日

20万年前		ホモ・サピエンス生まれる	22.9分前	23:38
10～7万年前		ホモ・サピエンスの出アフリカ	11.4-8.0分前	23:48
13000-11700年前		ヤンガードリアス期・農耕開始	1.5分前	23:58:30
11700年前	完新世	氷河の後退と温暖化開始	1.3分前	23:58:42
西暦0年			13.9秒前	23:59:46
1492AD		コロンブス・カリブ諸島到着	3.6秒前	23:59:56
1760-1830AD		ヨーロッパ産業革命	1.8秒前	23:59:58
1950AD～		人新世の徴候顕著	0.5秒前	23:59:59

人類は1年間に例えた地球の歴史において最後の数秒の間に大変革をもたらしている。

植物と動物の必須元素 (追加説明)

- 植物と動物の必須元素は微妙に異なっている。
- それぞれの進化の道筋を反映している。
- 微生物・動物 → 海で進化
- 植物 → 陸上で進化

高等植物と高等動物の必須元素

Essential elements for higher plants and higher animals.

		高等植物 Plants	高等動物 Animals
多量 Macro	1	C, H, O, N, P, S	C, H, O, N, P, S
	2	K, Ca, Mg	K, Ca, Mg
	3		Na, Cl
微量 Micro	1	Fe, Mn, Cu, Zn	Fe, Mn, Cu, Zn
	2	Mo	Mo
	3	B, Cl	I, Co, Se, Cr,その他

「問い」および「節末問題」について

- 教科書には、「問い」および「節末問題」が配置されています。
- これらの問題を解きながら読み進めると理解が深まります。
- 問題は難しいものではなく、教科書をよく読むとわかるものばかりです。
- 解答は実教Webサイトで閲覧できます。

出席確認メールのお願い

出席確認のため、**授業終了後、当日中に**筒木宛にメールを送ってください。送り先は；

kiyoshi@tsutsuki.net

メールのタイトルは、「**入門化学出席確認、学籍番号、氏名**」としてください。

メールの本文には、**簡単で良いので授業の感想など**を書いてください。

私からの返信が届いていない人は、**迷惑メールフォルダ内**を探るか、**メールの受信設定**を確認してください。

今日（4月22日）の課題

課題：混合物の例を挙げ、その成分を調べなさい。

メール宛先： kiyoshi@tsutsuki.net

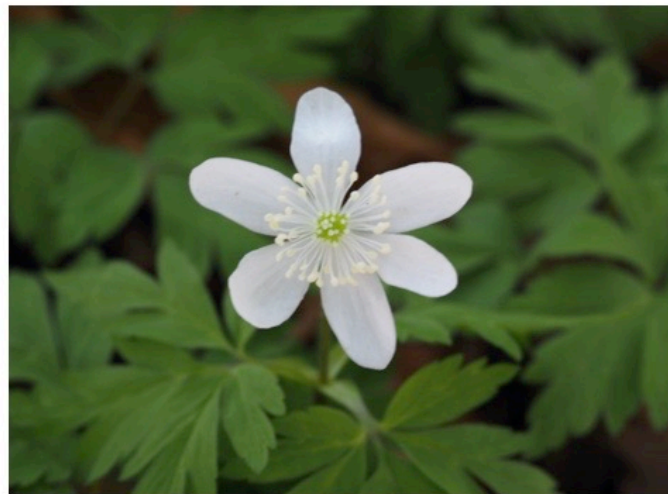
メールのタイトルは、

「入門化学4/22 課題、学籍番号、氏名」としてしてください。本文はできるかぎりテキストにしてください。

期限： 4月27日（月）

帯広の4月中旬の花

アズマイチゲ、ウラボロイチゲ、
キバナノアマナ、エゾエンゴサク



帯広百年記念館のついでに 「野草園」にもどうぞ

カタクリ



ミズバショウ



現在臨時開園中（9-15時）、4月29日から本開園（9-17時まで）