

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

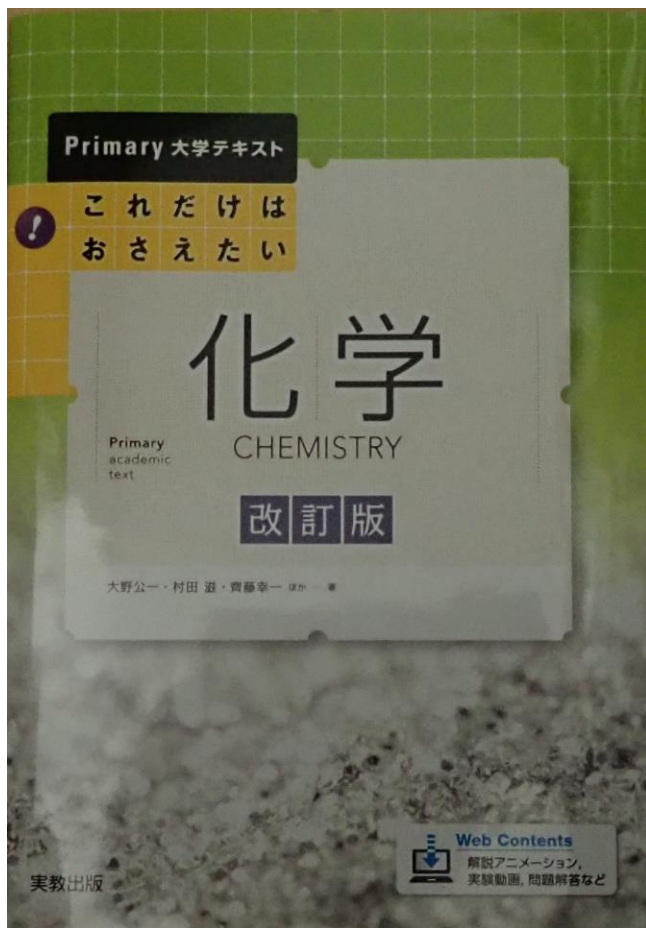
Primary academic text CHEMISTRY

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。

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

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: March 25, 2025.

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 2025

十勝の土壌と農業
16. March 2025

日本種苗新聞連載
人新世を耕す



帯広市グリーンパーク。Green park in Obihiro. March 23, 2025.

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

植物(Plants) 動物・鳥(Animals) 昆虫(Insects) 山と風景(Mountains) ひとりごと

Calendar Old trips Apr.2024 May.2024 Jun.2024 Jul+Aug.2024

Sep.2024 Oct.2024 Nov.2024 Dec.2024 Jan+Feb.2025 Mar.2025

2024/虫 2024/植物 2024/鳥とエゾリス 2024/気温と地温 十勝の土壌と農業

入門化学講義ファイルへの入口ボタン

入門化学のメニュー

入門化学 (Basic Chemistry) --- ここは新サイトです。

2025年も本講義を担当することになりました。

2025年以降の新しい講義資料は新サイト (<https://tsutsuki.net>) にのみアップロードし、旧サイト (<http://timetraveler.html.xdomain.jp>) にはアップロードしません。

未実施の講義の内容および順番は、昨年までのものであり、実施までに順次訂正および書き換えを行います。

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。基本的・基礎的な内容を重視した講義を行います。

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。

2025年4月16日から7月30日まで。8月6日予備日。

入門化学シラバス(2025) [pdf](#)

学習ガイド： 入門化学ルーブリック表 (2025) [pdf](#)

01) ガイダンス(2025)、化学と自然・環境・農業・生活 25.4.16 [pdf](#)

02) 物質の探究（純物質と混合物） 25.4.23 [pdf](#)

以下は去年の内容です。

03) 原子・イオン・周期律と周期表 25.4.30 [pdf](#)

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。

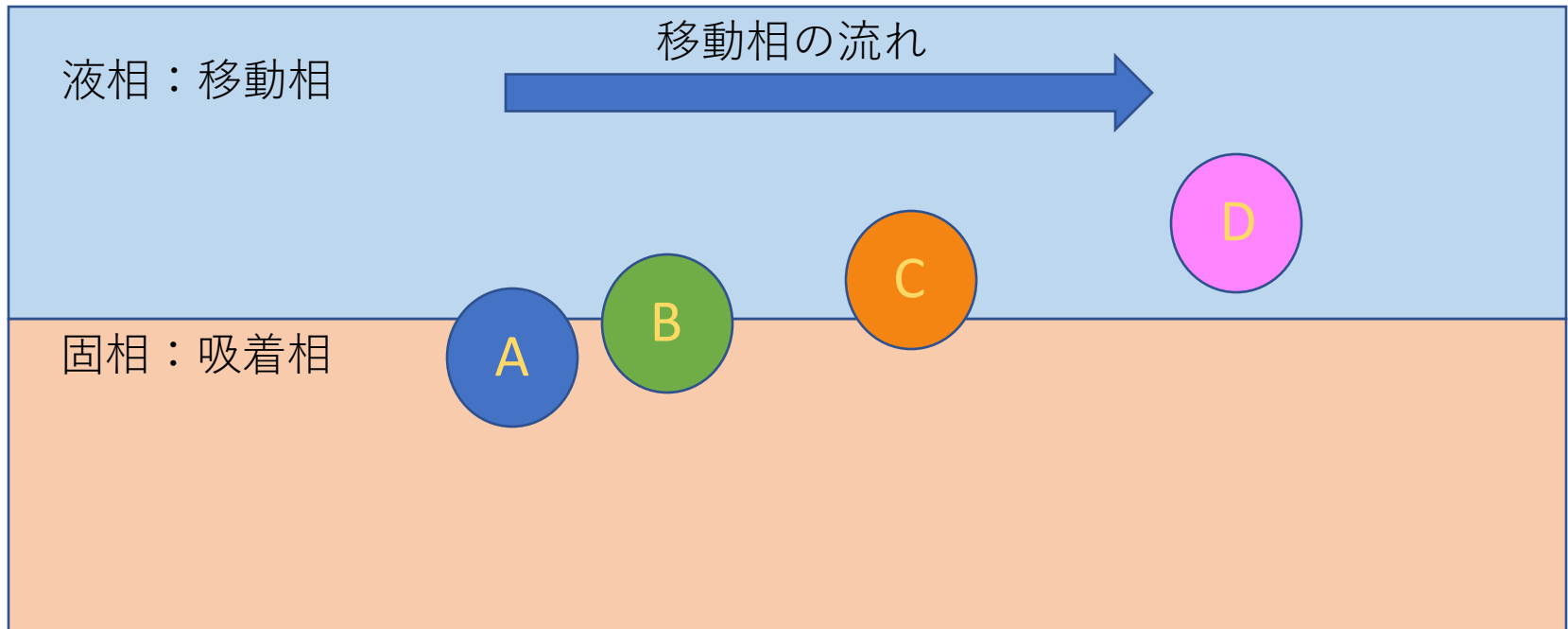
クロマトグラフィーの種類

- 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

非常に不活性（安定）

海水の組成 p.10

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く**析出しにくい。**

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種類の種類からできている純物質

化合物 2種類以上の種類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

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	

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

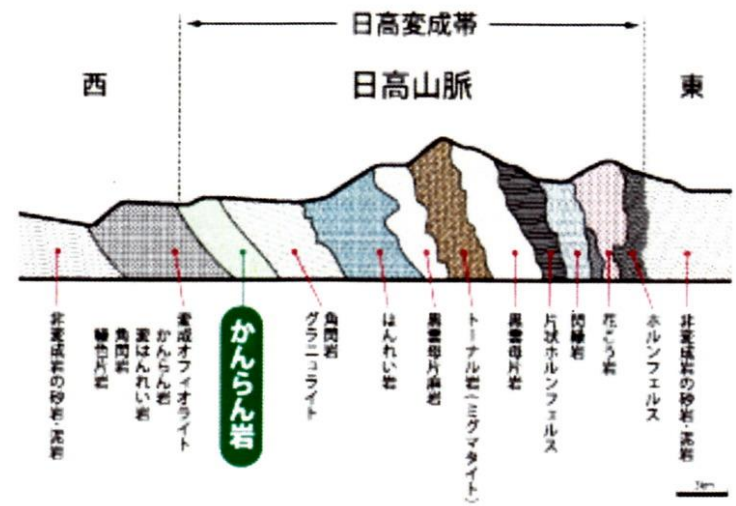
新城市 長篠古戦場付近（中央地溝帯）

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。

2. 衝突によって生まれた日高山脈とアポイ岳 | 「アポイ岳ジオパーク」公式サイトー北海道様似町を丸ごと楽しむ大地の公園



日高山脈東西断面図

アムールプレート オホーツクプレート

「揺れ動く大地 プレートと北海道」,
木村・宮坂・亀田(2018)

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。

中央構造線長篠露頭の説明板

新城市指定文化財

● 種別・名称

(地質・鉱物) 中央構造線長篠露頭

● 所在地

新城市長篠字古渡15番地

● 説明

中央構造線は、日本列島の中央（関東から九州まで）を通る約1000kmに渡る日本最長の断層系（断層の集まり）です。この断層を境に北側（日本海側）を内帯、南側（太平洋側）を外帯と呼びます。

ここ長篠露頭は、外帯の三波川変成帯の結晶片岩の上に、内帯の領家変成帯の花崗岩源圧砕岩が衝上し覆いかぶさっている様子のよく分かる、断層です。中央構造線の観察には非常に適した場所であり、はるか大昔の地球の活動を肌で感じる（？）のできる場所です。

平成19年4月23日指定



新城市教育委員会

下の暗色の岩石が、かんらん岩に富む緑色・黒色片岩、上の白い岩石が領家花崗岩



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。

別途、**課題**を出しますが、その回答は、**別のメール**で送ってください。課題の締め切りは次の月曜日とします。

今日（4月23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4/23 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28日（月）

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



4月14日から臨時開園（9-15時）、29日から本開園（17時まで）

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

