

Basic Chemistry for Nursing Students

看護を学ぶ人のための
基礎化学

安藤 達彦 + 吉田 宗弘 + 叶谷 由佳 共著

三共出版

看護を学ぶ人のための

基礎化学

[共著]

安藤 達彦

吉田 宗弘

叶谷 由佳

三共出版

はじめに

近年高校教育が多様化し、進学先である大学においても、学問の高度化・細分化や社会の変化により、特化された学部や世相に合わせた学部・学科が増加してきた。そんな中、大きく増えたのが看護学部である。文部科学省によれば、2000年に30であった看護系学部は、2023年には138となり、入学定員数も26,000人を超えている。

一方、大学は、18歳人口の減少に伴い、推薦入試を含めて入試制度を多様化したり、入試科目の選択肢を広げたりして受験しやすい条件を整え、受験生を確保することに努めている。その影響で、医療・看護系の大学でも、化学や生物学の受験勉強をすることなく入学してくる学生が増えてきた。このような学生は、大学で専門分野を学ぶ際に、基礎学力不足によって苦戦することが多い。

入試科目に採用されていなくとも、医療・看護系の学生にとって化学は必要不可欠な知識である。人体内部で生じているいろいろな変化は、化学的な知識なしには理解が難しく、化学は生化学・病理学・薬理学などの専門科目を学んでいくために必要な基礎知識なのである。

本書は、高等学校で化学を十分に履修してこなかった学生にも理解できるように、基礎から化学をわかりやすく解説したものである。

本書では、化合物や物質名に対する抵抗感をやわらげるため、第1章で「化学の世界における名前のつけ方」として元素記号から無機化合物・有機化合物の命名法の基礎を説明している。続く第2章では、「化学の基礎」として原子・分子・化学に関わる多くの法則を説明している。法則の応用である濃度の計算では、例題を多く取り入れて解説した。第3章では、「有機化合物」として、有機化合物の種類や特徴を基礎的な構造にもとづいて説明している。最後の第4章では、「生物化学」として、生物を構成する元素や化学物質を生体内で進行する化学反応とあわせて解説した。本書の内容を理解することは、専門科目である「生化学」の理解につながるであろう。

終わりに本書の企画から編集に至るまで、ご尽力いただいた三共出版株式会社の秀島功氏、佐々木理氏に厚く御礼申し上げます。

2026年3月

安藤達彦
吉田宗弘
叶谷由佳

目次

第1章 化学の世界における名前のつけ方

1-1. はじめに	1
1-2. 元素記号	1
1-3. 無機化合物の命名法	2
1-4. 有機化合物の命名法	4

第2章 化学の基礎

2-1. 元素と原子の違い	17
2-2. 原子の構造	17
2-3. 同位体	18
2-4. 原子の中の電子	19
2-4-1. 電子殻	19
2-4-2. 電子軌道	20
2-4-3. 電子配置	20
2-5. 周期律表	21
2-6. 原子量・分子量・式量	22
2-7. イオン	24
2-7-1. イオンとは	24
2-7-2. イオン化エネルギー	25
2-7-3. イオンの価数	26
2-7-4. 電子親和力	26
2-8. 分子	27
2-8-1. 分子とは	27
2-8-2. 化学結合	27
2-8-2-1. 原子間結合	27
2-8-2-2. 分子間結合	30
2-8-2-3. 極性と無極性の応用	31
2-8-3. 分子の表し方	31
2-9. 化学の基本法則	32
2-10. アボカドロ定数と物質質量	34
2-11. ものが溶ける	35
2-11-1. 分子の形と極性	35

2-12. 溶液の濃度.....	36
2-12-1. 質量パーセント濃度	36
2-12-3. モル濃度.....	37
2-12-4. 密度と比重	38
2-12-5. 質量モル濃度	40
2-12-6. 規定度.....	41
2-12-7. F (ファクター).....	44
2-12-8. 溶液の希釈	44
2-12-9. 希薄溶液の性質	46
2-13. 物質の三態.....	48
2-13-1. 三態の温度変化	48
2-13-2. 蒸発と凝縮	49
2-13-3. 蒸気圧と蒸気圧曲線	49
2-13-4. 沸騰と沸点	50
2-13-5. 気体の圧力の表示方法	50
2-13-6. トリチェリーの実験	51
2-13-7. 気体の法則	51
2-14. 溶液の性質.....	53
2-14-1. 固体の溶解度	53
2-14-2. 溶解度曲線	53
2-15. 酸と塩基.....	55
2-15-1. 酸と塩基の定義	55
2-15-2. 酸の強さ, 塩基の強さ	55
2-15-3. 水素イオン濃度と pH.....	56
2-15-4. 中和反応と塩	57
2-15-5. 緩衝溶液.....	58
2-16. 酸化と還元.....	59
2-16-1. 酸化剤と還元剤	60
2-16-2. 金属のイオン化傾向	61
2-16-3. 電池.....	61
2-16-4. 化学反応の速さ	65
2-16-5. 反応熱.....	66
2-16-6. 反応熱の種類	67
2-16-7. 化学平衡.....	68

第3章 有機化合物

3-1. 有機化合物の構造.....	72
--------------------	----

3-2. 有機化合物の特徴.....	73
3-2-1. 異性体.....	73
3-2-2. 異性体の分類.....	75
3-3. アルカン (alkane).....	80
3-4. アルケン (alkene).....	80
3-5. アルキン (alkyne).....	84
3-6. アルコール.....	86
3-7. エーテル.....	89
3-8. アルデヒドとケトン.....	89
3-9. カルボン酸.....	91
3-10. エステル.....	92
3-11. アミン.....	92
3-12. 芳香族炭化水素.....	94

第4章 生物化学

4-1. 生物を構成する元素.....	96
4-2. 生物を構成する化学物質.....	97
4-2-1. 炭水化物 (carbohydrate).....	97
4-2-1-1. 炭水化物の分類法.....	97
4-2-1-2. グルコースの構造とその表し方.....	98
4-2-1-3. 単糖の種類.....	100
4-2-1-4. 二糖.....	102
4-2-1-5. 単糖と二糖の性質.....	104
4-2-1-6. オリゴ糖.....	105
4-2-1-7. 多糖.....	106
4-2-1-8. 糖の誘導体.....	109
4-2-2. タンパク質.....	110
4-2-2-1. アミノ酸.....	111
4-2-2-2. タンパク質の構造.....	114
4-2-2-3. タンパク質の分類と機能.....	115
4-2-3. 脂質.....	116
4-2-3-1. 脂質の分類.....	116
4-2-3-2. 中性脂肪 (脂肪, トリグリセリド, トリアシルグリセロール).....	116
4-2-3-3. 脂肪酸.....	117
4-2-3-4. リン脂質.....	120
4-2-3-5. ステロール類.....	121
4-2-4. 核酸.....	122

4-2-4-1. 定義と基本構造	122
4-2-4-2. 塩基の種類	122
4-2-4-3. DNA の立体構造	123
4-2-4-4. DNA の塩基配列の意味	124
4-3. 体内で進行する化学反応	125
4-3-1. 酵 素	126
4-3-1-1. 鍵と鍵穴説と基質特異性	126
4-3-1-2. 酵素の分類	126
4-3-1-3. 酵素反応に影響を及ぼす因子	127
4-3-2. 消 化	128
4-3-2-1. 糖質の消化	128
4-3-2-2. タンパク質の消化	129
4-3-2-3. 脂肪の消化	131
4-3-3. エネルギーの産生	132
4-3-3-1. ATP	132
4-3-3-2. ATP の生成	133
索 引	138

第1章 化学の世界における名前のつけ方

1-1. はじめに

多くの人は、化学をきちんと習い始めたのはたぶん中学校に入ってからだと思う。突然出てくる元素記号とその組み合わせである化合物¹の化学式、またそれらを用いた計算と化学反応の不思議さにとまどったことも多かったと思う。化学が苦手、化学が嫌いということの理由のいくつかは、この元素記号とこれを組み合わせた化学式、さらにはこれらを使った計算にあると思われる。

私たちは初対面の人に出会った時は、まず自分の名前を名乗って挨拶する。出会った元素記号や化合物の名前も同じと考える。まずこれらの名前から理解しよう。

化合物の名前のつけ方、すなわち命名法は国際純正応用化学連合 (International Union of Pure and Applied Chemistry : IUPAC) という国際機関によって決められている。日本では、IUPACの命名法に準じて日本化学会が元素や化合物の日本語名(和名)を定めている。命名法をすべて網羅するには膨大な紙面が必要である。本書で扱う命名法は基本のほんの一部である。

¹ 化学物質は複数の元素の原子が組み合わさったものなので化合物という。

1-2. 元素記号

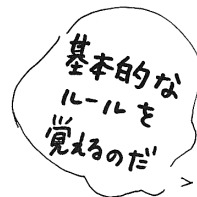
化学を初めて習うとき、一番不思議なのがカタカナと漢字が混在している元素名である。日本語の元素名を覚えるときは、まず漢字が使われているものに注目する。名前に漢字が入っている元素は表のように22個ある。そのうちの11個は「～素」であり、名前が漢字のみで表記される残りの11個はそのほとんどが生活に密着している金属である。

和名が「～素」である元素

H=水素 B=ホウ素 O=酸素 C=炭素 F=フッ素 N=窒素 Si=ケイ素 Cl=塩素
As=ヒ素 Br=臭素 I=ヨウ素

上記以外で漢字表記される元素

S=硫黄 P=燐 Fe=鉄 Cu=銅 Zn=亜鉛 Ag=銀 Sn=錫 Pt=白金 Au=金
Hg=水銀 Pb=鉛(硫黄, 燐, 錫はカタカナでイオウ, リン, スズと表記することもある)



² 古代ローマ帝国の公用語。近代までの西洋の学术界では主要言語であった。

残りの漢字が入らない元素の名前は、英語、またはラテン語²に由来するドイツ語の発音をカタカナで表記したものである。

一方、元素記号はラテン語の頭文字、または頭文字と2番目以降の文字を組み合わせたものである。

和名が英語由来の例

W = タングステン (和名) = Tungsten (英語) = Wolframium (ラテン語)
Sb = アンチモン (和名) = Antimony (英語) = Stibium (ラテン語)

和名がドイツ語由来の例

K = カリウム (和名) = Potassium (英語) = Kalium (ドイツ語) = Kalium (ラテン語)
Na = ナトリウム (和名) = Sodium (英語) = Natrium (ドイツ語) = Natron (ラテン語)

和名が英語やドイツ語に由来しないものの例

Ag = 銀 (和名) = Silver (英語) = Argentum (ラテン語)
Au = 金 (和名) = Gold (英語) = Aurum (ラテン語)
Hg = 水銀 (和名) = Mercury (英語) = Hydrargyrum (ラテン語)



陽性な元素

元素をイオンの形にしたときに陽イオン (+) になりやすい。つまり電氣的に中性な状態から電子 (-) を放出しやすい元素。

³ イオンについては p. 24 に詳しく述べている。

⁴ 価数：イオンになった場合の電氣的な強さを示す。陽イオンと陰イオンは価数が等しくなるように結合する。たとえば、陽イオン A が 2 価 (A^{2+})、陰イオン B が 1 価 (B^-) であれば、 AB_2 という化合物になる。p. 27 を参照のこと。

⁵ 今日では、価数をローマ数字で示して Fe^{2+} を鉄(II)イオン、 Fe^{3+} を鉄(III)イオンと表記することが一般的である。

1-3. 無機化合物の命名法

無機化合物のほとんどは 2 種類以上の元素 (成分元素) を含んでおり、その名前は成分元素を組み合わせたものであることが多い。水 (H_2O)、硫酸 (H_2SO_4)、硝酸 (HNO_3)、アンモニア (NH_3) などのように、成分元素名とあまり関係しない呼び方のものが身のまわりによく出てくるが、これは例外的なものである。

ルールその 1：イオン名

無機化合物の多くは、陽性な元素 (陽イオン³) と陰性な元素 (陰イオン) が結びついたものである。

イオンが 1 種類の元素で構成されている場合、陽イオンは、元素名に「イオン」をつけて表す。ただし、複数の価数⁴をとる陽イオンは、価数が少ないものから「第一～イオン」、「第二～イオン」とする。

例： K^+ ：カリウムイオン Na^+ ：ナトリウムイオン
 Fe^{2+} ：第一鉄イオン Fe^{3+} ：第二鉄イオン⁵

1 種類の元素で構成されている陰イオンは、「～素イオン」ではなく「～化合物イオン」とする。

例： Cl^- ：塩化物イオン S^{2-} ：硫化物イオン

イオンが 2 種類以上の元素で構成されている場合は、特別な名前が与えられている。

例： CN^- ：シアン化物イオン OH^- ：水酸化物イオン

NH_4^+ : アンモニウムイオン SO_4^{2-} : 硫酸イオン

NO_3^- : 硝酸イオン

ルールその2 : 二元化合物

陽イオンと陰イオンが1つずつ結合した化合物(二元化合物)の化学式は、陽イオンが前、陰イオンが後になるが、日本語の場合は、陰イオン名を前、陽イオン名を後にする。陰イオンの名称が「~化物イオン」の場合、「物」はつけずに「~化」とする。

例 : NaCl : Na^+ (ナトリウムイオン) と Cl^- (塩化物イオン) が結合したものであるため、塩化ナトリウム

ZnS : Zn^{2+} (亜鉛イオン) と S^{2-} (硫化物イオン) が結合したものであるため、硫化亜鉛

KCN : K^+ (カリウムイオン) と CN^- (シアン化物イオン) が結合したものであるため、シアン化カリウム

NaNO_3 : Na^+ (ナトリウムイオン) と NO_3^- (硝酸イオン) が結合したものであるため、硝酸ナトリウム

Fe(OH)_2 : Fe^{2+} (第一鉄イオン) と OH^- (水酸化物イオン) が結合したものであるため水酸化第一鉄

Fe(OH)_3 : Fe^{3+} (第二鉄イオン) と OH^- (水酸化物イオン) が結合したものであるため水酸化第二鉄

CO : C (炭素) も O (酸素) もイオンではないが、C を陽性、O を陰性と考えて、一酸化炭素

CO_2 : 陰性の O (酸素) が2つあるので、二酸化炭素

二元化合物とは、2つの元素からできている化合物。

ルールその3 (3種類以上のイオンによって構成される化合物)

陽性部分が複数のイオンで構成されている場合、化学式ではアルファベット順に並べる。ただし例外的に水素は後に書く。陽性部分を日本語で呼ぶ場合もアルファベット順にするが、水素は化学式とは逆に前に置く。

例 : KMgCl_3 : 陽性部分がカリウムイオンとマグネシウムイオンであるため、塩化カリウムマグネシウム

NaHCO_3 : 陽性部分がナトリウムイオンと水素イオンであり、陰イオンが CO_3^{2-} (炭酸イオン) であるため、炭酸水素ナトリウム

NaH_2PO_4 : 陽イオンがナトリウムイオンと水素イオンであり、水素イオンが2つある。陰イオンが PO_4^{3-} (リン酸イオン) であるため、リン酸二水素ナトリウム⁶

Na_2HPO_4 : 陽イオンがナトリウムイオンと水素イオンであり、水素イオンは1つである。水素イオン2つのリン酸二水

⁶ ナトリウムの数に着目してリン酸一ナトリウムとも呼ぶ。

素ナトリウムと区別するため、リン酸一水素ナトリウム⁷

⁷ ナトリウムの数に着目してリン酸二ナトリウムとも呼ぶ。

以上のルールを覚えておけば、ある程度の化合物に対応できる。ただし、例外も少なくないのでそれらは出てきたときに覚えるとよい。

1-4. 有機化合物の命名法

18世紀に、ベルセリウスは化合物を生物 (organisms) から得られるものと鉱物から得られるものに分け、前者を構造中に炭素を含む「有機化合物 (organic compound)」, 後者を「無機化合物 (inorganic compound)」と定義した。しかし、現在では一部の有機化合物は無機化合物から合成することができる。さらに炭素を含んでいても、一酸化炭素, 二酸化炭素, 炭酸, 青酸 (シアン) などは例外的に無機化合物に分類する。このように、厳密にはベルセリウスの分類は成立しないが、化学の初心者には、有機化合物を生物に由来し、その構造中に炭素を含む化学物質と理解することで十分である。

有機化合物の命名法を本格的に勉強するには、かなりの量のルールを覚える必要がある。この本では、基本的な命名法についてのみ記述し、今後、いろいろな化合物に出会ったときに、その構造の一端が分かれば次への理解が深まることを目的としている。詳細な命名法は専門書を参照されたい。

現在、有機化合物は1000万種類以上発見されているといわれている。これらの物質の名前を発見者が勝手につけたのでは收拾がつかなくなる。そこで、IUPAC は有機化合物の命名について国際的な統一ルールを定めている。日本ではIUPACのルールに準じて和名を決めている。

先にも述べたが、有機化合物は、生物に由来する炭素を中心にした化学物質である。有機化合物は、ほとんどが炭素、水素、酸素、窒素の4つの元素 (基本四元素) からできているが、イオウ、リン、ハロゲン⁸などを含むこともある。

ここでは有機化合物の分類と命名法を紹介する。個々の有機化合物の性質などについては第3章であらためて紹介する。

1-4-1. 有機化合物の分類と命名法

有機化合物は構造上から、鎖状の鎖式化合物 (脂肪族化合物) と環状の環式化合物とに分けることができる。さらに、環状のものは、脂肪族と性質が似ているにも関わらず環状を形成している脂環式化合物、環を形成する元素が炭素のみからできていて、単結合と二重結合が交互に配置されている芳香族化合物、炭素および炭素以外の元素から環状ができている複素環式化合物に分けることができる。



⁸ フッ素, 塩素, 臭素, ヨウ素をまとめてハロゲンという。

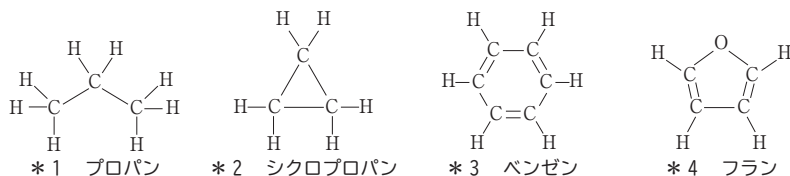
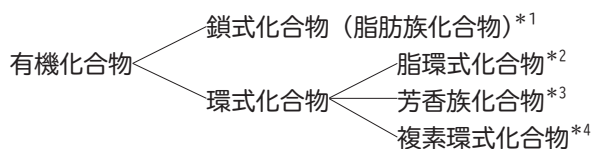


図1 化合物の形による分類

① 鎖式炭化水素

炭素と水素のみからできている化合物であり、すべての有機化合物の母体となるものである。メタン系炭化水素 (鎖式飽和炭化水素) ともいう。

アルカン alkane とよばれ、名前の語尾に ~ane がつく。一般式 C_nH_{2n+2} で表される。天然ガスや石油の成分として多量に産出される。

C_n …炭素が n 個ある。
 H_{2n+2} …水素が $2n+2$ 個ある。

メタン系炭化水素 [アルカン (alkane)]

n	名 称	n	名 称
1	methane (メタン)	15	pentadecane (ペンタデカン)
2	ethane (エタン)	16	hexadecane (ヘキサデカン)
3	propane (プロパン)	17	heptadecane (ヘプタデカン)
4	butane (ブタン)	18	octadecane (オクタデカン)
5	pentane (ペンタン)	19	nonadecane (ノナデカン)
6	hexane (ヘキサン)	20	icosane (イコサン)
7	heptane (ヘプタン)	21	heneicosane (ヘンイコサン)
8	octane (オクタン)	22	docosane (ドコサン)
9	nonane (ノナン)	23	tricosane (トリコサン)
10	decane (デカン)	24	tetracosane (テトラコサン)
11	undecane (ウンデカン)	30	triacontane (トリアコンタン)
12	dodecane (ドデカン)	40	tetracontane (テトラコンタン)
13	tridecane (トリデカン)	50	pentacontane (ペンタコンタン)
14	tetradecane (テトラデカン)	60	hexacontane (ヘキサコンタン)

つぎのような手順で覚えると良い。

始めに覚えること

表に示したメタン系炭化水素を n (炭素の数) が 1~10までの10個を英名で覚える。

英名で覚えるとあとで二重結合、三重結合やその他の部分で有効に活用できる。

ルールその1

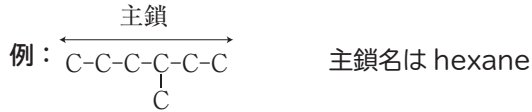
語尾が ~ane で終わるものは、単結合である (表参照)。

単結合とは結合の手が1本のことをいう。

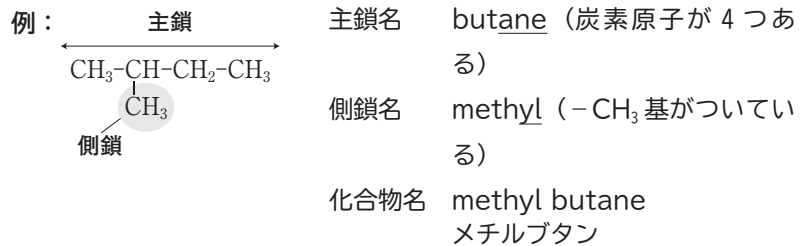
ルールその2

枝のついた炭化水素は、一番長い直鎖を探し主鎖とする。その主鎖名をメタン系炭化水素の中から見つける。この例の主鎖名は炭素が6個並んでいるので、hexane
ヘキサン

となる。



ルールその3 枝分かれているものを側鎖といい、側鎖名をつける。側鎖名は基の形であるので、メタン系の名前から～ane をとって～yl をつける。主鎖名の前に接頭語として命名する。



ギリシャ数詞

1 …… (mono)	モノ
2 …… di	ジ
3 …… tri	トリ
4 …… tetra	テトラ
5 …… penta	ペンタ
6 …… hexa	ヘキサ
7 …… hepta	ヘプタ
8 …… octa	オクタ
9 …… nona	ノナ
10 …… deca	デカ
20 …… icos	イコサ
22 …… docosa	ドコサ

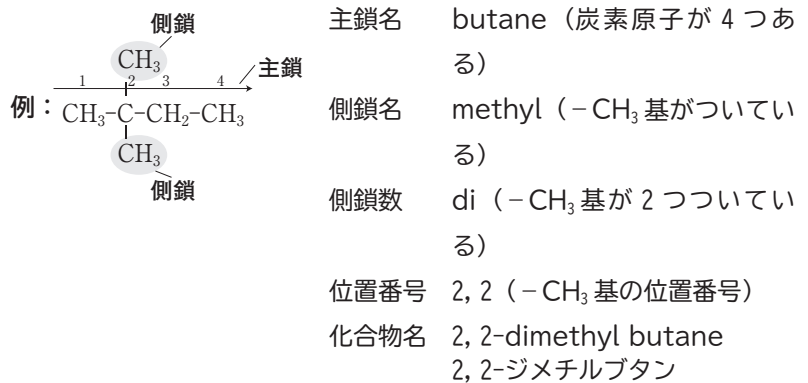
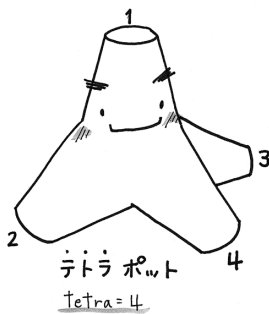
* 1 個の場合 mono は使わない。

ルールその4 同じ側鎖がいくつも存在するときは、その側鎖の数に相当する数をつける。その場合、側鎖名の前にギリシャ数詞としてつける (表参照)。

つまり、同じ基が 2 つある場合は di を、3 つある場合は tri をつける。

例：-CH₃ が 3 つある場合は trimethyl となる。

ルールその5 異性体を区別するために最長鎖の一端から他端にかけてアラビア数字で番号をつけ、側鎖の結合する位置を番号で示す。(位置番号) ただし、側鎖の位置が最小の番号になるように選ぶ。



ルールその6 複数の側鎖があり、位置番号のつけ方が 2 通りあると

第2章 化学の基礎

2-1. 元素と原子の違い

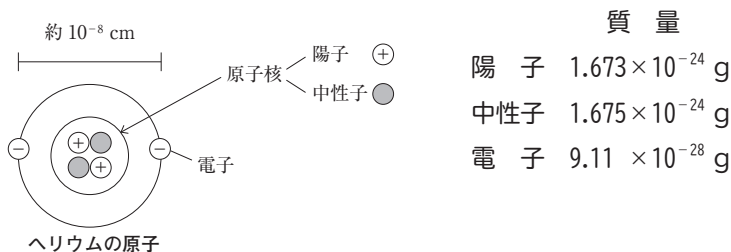
化学を初めて勉強すると「元素」と「原子」の意味に戸惑うことがある。

原子とは、物質を化学的にもうこれ以上小さくすることができない粒子のことであり、実在する具体的な「もの」である。これに対して、元素とは「もの」ではなく、原子の国籍のようなものであり、抽象的な概念である。つまり元素は「もの」ではないので、原子のようにその構造を述べることはできない。

もう少し分かりやすく説明する。日本には様々な人が暮らし、日本社会を形成している。日本社会が物質であるなら、これを構成する個人のひとりひとりが原子に相当する。グローバル化が進み、日本には様々な国籍の人が暮らしているが、この国籍が元素に相当するといえるだろう。

2-2. 原子の構造

原子は、その中心に原子核があり、そのまわりをマイナスの電荷を有する電子が回るとい構造をしている。そして、原子核の中には、プラスの電荷を有する陽子と電荷を持たない中性子が存在している。原子において、陽子と電子の数は等しい。元素には固有の原子番号がついているが、この原子番号というのは陽子の数を意味している。また、陽子と中性子の数を合わせたものを質量数という。電子は陽子・中性子に比べてきわめて軽いので、質量数には影響しない。



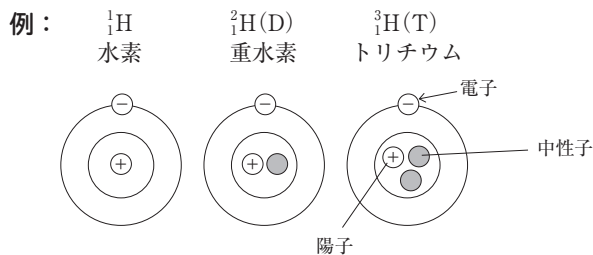
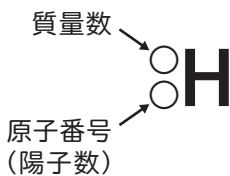
陽子数 = 電子数 = 原子番号

質量数 = 陽子数 + 中性子数

水素原子の場合は、中心に原子核があり、電子1つがそのまわりを回っている。ほとんどの水素原子では、原子核の中には陽子のみが1つ入っており、中性子が入っていない。しかし、わずかではあるが、原子核の中に陽子に加えて中性子が1つ入っている水素原子が存在する。これを重水素といい、重さは普通の水素の倍近くある。さらに、原子核の中に陽子に加えて中性子が2つ入っているトリチウムという水素原子もごくわずかに存在する。水素原子の質量数は、普通は1であるが、重水素では2、トリチウムでは3となる。このように水素原子には質量数の異なるものが3種類存在するが、これらは陽子数、すなわち原子番号はいずれも1であるので、すべて水素元素という国籍を持っていることになる。

2-3. 同 位 体

水素の例で分かるように、原子核の中の陽子の数が等しければ、中性子の数が異なっても同じ種類の元素となる。このような、同じ元素であっても、中性子の数が異なるために質量数の異なる原子を互いに同位体（アイソトープ）という。水素原子には、質量数が1、2、3のものが存在することから、水素の同位体は3種類ということになる。



重さのちがう三つ子3姉妹

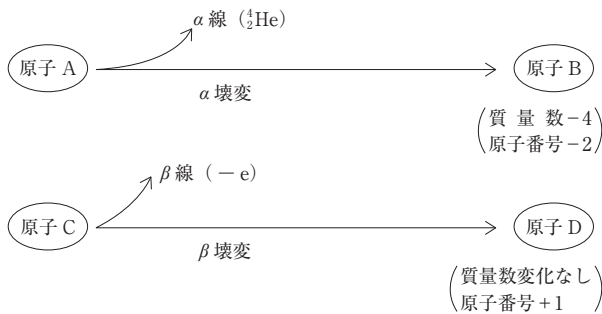
同位体の中には原子核が不安定なものがあり、放射線を出して自然に分解（原子核崩壊）するものがある。このような原子核崩壊によって放射線を出す同位体を放射性同位体（ラジオアイソトープ）という。

放射線の本体は、原子核から飛び出す粒子や電磁波であり、以下の3種がある。

α 線：原子核から放出される陽子2つと中性子2つからなるビーム⁹である。陽子2つと中性子2つはヘリウムの原子核であるので、 α 線はヘリウムの原子核のビームといえる。ある元素の放射性同位体が α 線を出すと、質量数が4，陽子数 (= 原子番号) が2それぞれ小さくなるので、その元素は原子番号が2つ小さい別の元素の同位体に変化する。

β 線：原子核から放出される電子1つのビームである。この電子は原子核の中にある中性子が崩壊することで生じる。中性子は電荷を持たないが、崩壊によって電子を放出するとプラスの電荷を持つ陽子に変化する。つまり、ある元素の放射性同位体が β 線を出すと、質量数は変化しないが陽子数が1つ増えるので、その元素は原子番号が1つ大きい別の元素の同位体に変化する。

γ 線：電磁波であり、同位体の質量数や陽子数などに変化は生じない。



同位体は、中性子の数が違うために質量数は互いに異なっている。しかし、電子の数は同じであるため、放射性であっても、同じ元素の同位体間に化学的性質の違いはほとんどない。

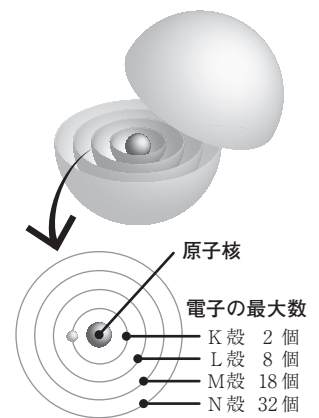
2-4. 原子の中の電子

2-4-1. 電子殻

原子の中で原子核のまわりを回る電子は、いくつかの層に分かれて存在している。この層を電子殻(でんしかく)という。

電子殻は内側から順に、K殻、L殻、M殻、N殻... と呼ばれる。内側から n 番目の電子殻には、 $2n^2$ 個の電子が入ることができる。つまり一番内側のK殻には2個 ($2 \times 1^2 = 2$)、2番目のL殻には8個 ($2 \times 2^2 = 8$)、3番目のM殻には18個 ($2 \times 3^2 = 18$)、4番目のN殻には32個 ($2 \times 4^2 = 32$) の電子が入ることができる。

ただし、 $2n^2$ で示される電子殻に入ることのできる電子の数(電子収容数)はあくまでも計算値であり、計算上の電子収容数が32を超えていても、32より多くの電子を収容している電子殻は発見されていない。



電子殻

電子殻は原子核のまわりの空間に広がっているが、それらを同心円で平面的に表した。

⁹ 粒子の集団や、粒子のように振る舞う波長の短い波を意味する。 α 線、 β 線、中性子線、陽子線のような粒子の集団は粒子ビームといい、光や電子レンジで発生するマイクロ波は電磁波ビームという。

第3章 有機化合物

農業や化学肥料といった化学合成されたものを使わない農業を有機農法と呼んでいる。このように、有機物というと一般的には生物が作り出したものとか、化学合成されていない物質という意味で捉えることがあるが、ここで扱う有機化合物は炭化水素化合物を中心としたものである。

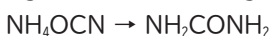
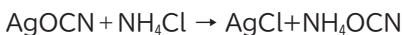
数百年前まで人類は生物が作り出すものを有機化合物として捉え、人類が有機化合物を人工的に合成することは不可能と考えていた。ところが、1828年にドイツの化学者ウエラーは偶然にも、無機化合物のシアン酸アンモニウムから有機化合物の尿素を合成することに成功した。これを機に有機化合物の生成には必ずしも生命力を必要としないことがわかり、急速に有機合成化学が発達した。それからは炭素の化合物を有機化合物と言うようになった。

有機化合物は炭化水素（炭素と水素からなるもの）を中心としてこれに、酸素、窒素や一部のハロゲン元素を含む化合物をいう。ただし、例外も多く二酸化炭素、シアン化合物、炭酸塩やアンモニアなどは無機化合物に入る。



コラム

シアン酸銀と塩化アンモニウムを反応させた。



尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$

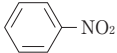
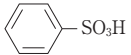
3-1. 有機化合物の構造

有機化合物は炭化水素が骨格となり、これに官能基がついたものである。

官能基とは、ある特有の化学的性質を示す原子団と定義することができる。主な官能基を次ページの表に示す。この官能基が含まれていると独特の性質や反応を示すことから、有機化合物ではこの官能基を化学式の中から抜き出して表し、有機化合物の鑑別や分類に用いる。

原子団

原子の集り（集団）

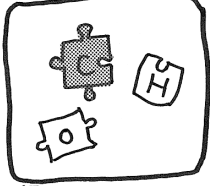
おもな官能基		
官能基	名称	化合物例
-F	ハロゲン	CH ₃ F フルオロメタン
-Cl		CH ₃ Cl クロロメタン
-Br		CH ₃ Br ブロモメタン
-I		CH ₃ I ヨードメタン
-OH	水酸基	CH ₃ OH メタノール
-O-	エーテル基	C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅ エチルエーテル
>C=O	カルボニル基 ケトン基	CH ₃ COCH ₃ アセトン
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	カルボキシ基 酢酸	CH ₃ COOH 酢酸
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	ホルミル基 アルデヒド基	CH ₃ CHO アセトアルデヒド
-NH ₂	アミノ基	CH ₃ NH ₂ メチルアミン
-NO ₂	ニトロ基	 ニトロベンゼン
-C≡N	シアノ基	CH ₃ CN アセトニトリル
-SO ₃ H	スルホ基	 ベンゼンスルホン酸

3-2. 有機化合物の特徴

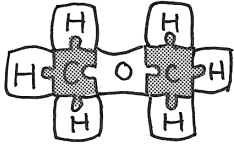
3-2-1. 異性体

分子式が同じであるが構造に違いのあるものを異性体という。有機化合物には数多くの異性体が存在する。異性体には次のような種類がある。

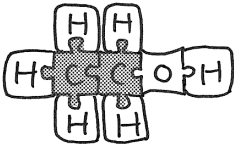
同じパズルのピースで



異性体ができます



ジメチルエーテル



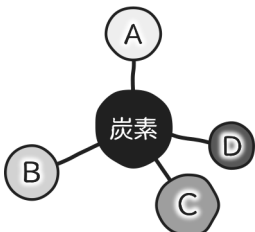
エタノール

特性基

化合物を形式的に特徴づける原子団。炭化水素基は含まれない。

不斉炭素原子

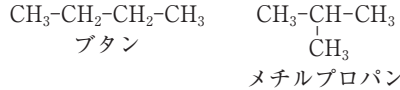
炭素原子の4つの異なる置換基を持つ炭素原子。



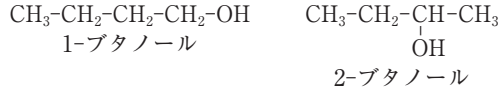
異性体

構造異性体

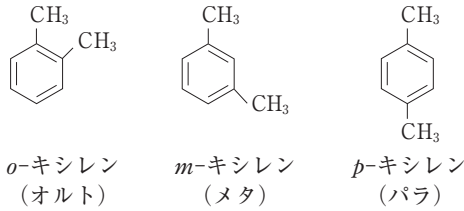
連鎖異性体 (骨格異性体) …炭素が結合してできた骨格のちがいによるもの



位置異性体 …置換基の位置のちがいによるもの



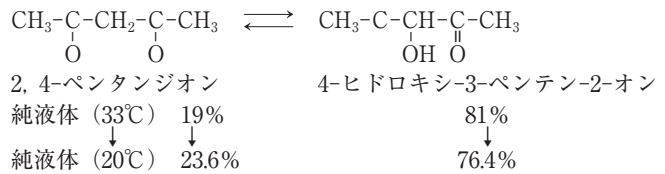
核異性体 …芳香族化合物における原子団の位置のちがいによるもの



特性基異性体 …特性基そのものがちがうもの

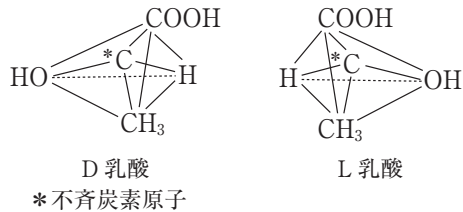


互変異性体 …原子配置が異なっていて、条件が変わるときもう一方の形に変化し平衡して共存できるもの



立体異性体

光学異性体 …不斉炭素原子によるもの



シス・トランス異性体 (幾何異性体) …二重結合によるもの



配座異性体 …単結合が回転することによるもの

例：炭素数が4個以上あるアルカンでは、分子式が同じであっても原子配列の異なる連鎖異性体化合物が存在し、物理的、化学的性質も異なる。炭素数が増えると、異性体の数が急激に増える（右表参照）。

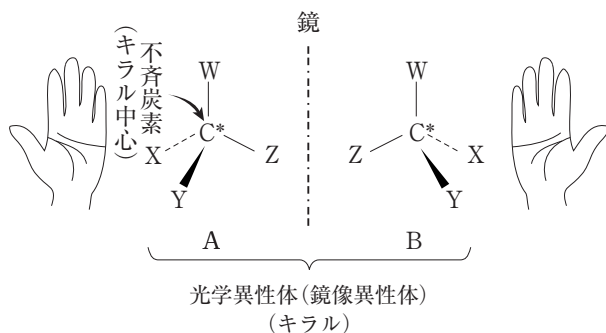
3-2-2. 異性体の分類

異性体は大きく分けると構造異性体と立体異性体に分けることができる（p. 72図参照）。構造異性体は分子式が同じで構造式が異なるものをいう。立体異性体は以下に説明するように、分子式・構造式が同じで原子そのものや原子団の空間的（立体的）な配置が異なるものをいう。

分子式と異性体の数		
炭素数	分子式	異性体数
4	C ₄ H ₁₀	2
5	C ₅ H ₁₂	3
6	C ₆ H ₁₄	5
7	C ₇ H ₁₆	9
8	C ₈ H ₁₈	35
9	C ₉ H ₂₀	75
10	C ₁₀ H ₂₂	159
⋮	⋮	⋮
20	C ₂₀ H ₄₂	366,319
⋮	⋮	⋮
25	C ₂₅ H ₅₂	36,797,588

(1) 光学異性体

鏡に映した右手は左手と同じになり、同様に左手を映すと右手と同じになる。鏡に映すと同じに見えるものも、実際に右手と左手はいくら回転させても重なり合うことがない。分子にもこれと同じような関係にあるものがある。分子を鏡に映すと同じに見えるが、そのものどうしはどのように回転させても重ならない。この分子を互いに光学異性体、あるいは鏡像異性体という。また、このような分子をキラルな関係にあるという。



鏡像異性体が現れる性質をキラリティーといい、このことが起こる原因物質が不斉炭素であり、キラル中心という。

光学異性体は、お互いにまったく等しい化学的性質を持っている。しかし、光学的な性質と生理的な性質は大きく異なる。

不斉炭素

炭素原子は4つの手をもっており、その4か所に4種類の異なる置換基が結合しているものを不斉炭素という（C* で表す）。

立体構造

立体的な構造を表すのに、系列符号 DL で表す場合がある。

第4章 生物化学

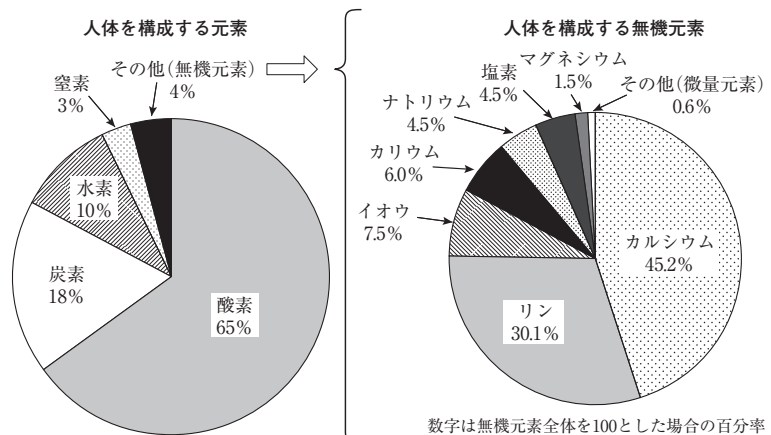
ヒトをはじめとする生物の体は化学物質によって構成され、体の中では化学反応が絶えず進行している。生命活動とは数多くの化学反応が積み重なったものと理解することができる。この章では生物の体を構成する化学物質を紹介するとともに、生物の体の中で起こっている基本的な化学反応について述べる。

4-1. 生物を構成する元素

分析技術の進歩により、生物の体からは周期律表に載っている元素の大半が検出できる。しかし、これらの元素の中で、本当に生物が必要としているものは限られている。

ヒトの体を構成する元素の96%は有機化合物を構成する酸素、炭素、水素、窒素で占められており、残りの4%を無機元素が占めている。このわずかな4%の無機元素の99%以上はカルシウム、リン、イオウ、カリウム、ナトリウム、塩素、マグネシウムの7種類で占められ、残りの元素（微量元素）の割合は無機元素全体の1%未満、ヒト全体の0.1%未満に過ぎない。有機物を構成する4元素、無機物の大半を占める7元素がヒトにとって必要であることはいままでもないが、存在量が全体の0.1%にも満たない微量元素の中にもヒトが生きるために必要なものが含まれている。ヒトが生きるために必要な微量元素は、鉄、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ素、セレン、クロム¹、モリブデン、コバルトの9元素であり、これらは必須微量元素と呼ばれる。

¹ クロムは必須ではないという説もある。また、フッ素は必須ではないが適量の摂取がう歯（虫歯）の予防につながる。無機元素の中で存在量の多いカルシウムなど7元素、必須微量元素とされる鉄などの9元素、およびフッ素が栄養学で扱うミネラルである。



4-2. 生物を構成する化学物質

生物の体の大半は有機化合物によって構成されている。私たちが普段食べている食品のほとんどは生物由来であるので、生物を構成する化学物質とは食品を構成する化学物質でもある。ここでは生物や食品を構成する代表的な化学物質である炭水化物、タンパク質、脂質、核酸について述べる。

4-2-1. 炭水化物 (carbohydrate)

もっとも基本的な炭水化物であるグルコース（ブドウ糖）の化学式は $C_6H_{12}O_6$ であるが、 $C_6(H_2O)_6$ と表すこともできる。またグルコース分子が2つ結合したマルトース（麦芽糖）の化学式は $C_{12}H_{22}O_{11}$ であるが、これも $C_{12}(H_2O)_{11}$ と表すことができる。炭水化物の名称は、炭水化物の多くがこのグルコースやマルトースのように一般式 $C_m(H_2O)_n$ で示すことができ、まるで炭素に水が結合したように見えることに由来している²。

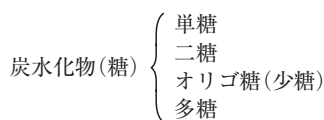
² かつて含水炭素と呼んだこともある。

4-2-1-1. 炭水化物の分類法

炭水化物には2つの分類法がある。

構造による分類：まず、構造による分類がある。炭水化物は、グルコースに代表される「単糖」が結合した構造をしている。この構造に着目すると、単糖が2個結合したものは「二糖」、3個から10個程度結合したものは「オリゴ糖（少糖）」³、多数結合したものは「多糖」に分類できる。この分類を採用する場合は炭水化物ではなく「糖 (saccharide)」と総称することが多い。

³ 二糖をオリゴ糖に含める場合もある。



構造に基づく分類

⁴ 食品表示法の中で定められているもので、食品関連事業者が商品に表示すべき事項や方法などのルールを定めたものである。加工食品について、原材料、原産地、主たる成分の含有量などを表示することを求めている。

生理機能による分類：もうひとつは生理機能に着目した分類法である。すなわち、炭水化物の中で、消化吸収されてエネルギーとして利用できるものを「糖質」、消化吸収されにくく、エネルギーとして十分に利用できないものを「繊維質」に分類するものである。なお、食品表示基準という制度⁴では、糖質の中で、その構造が単糖または二糖に相当するものを糖類（シュガー）としている⁵。

⁵ かつては炭水化物 = 糖類であり、単糖や多糖は単糖類、多糖類と呼んでいた。ところが食品表示基準がシュガーの和訳を糖類として「糖質の中の単糖と二糖」と定義したため、デンプンやセルロースなどは糖類の定義から外れてしまった。本書では「類」の文字を使わずに「単糖」、「二糖」、「オリゴ糖」、「多糖」と表示する。

食物繊維：かつての分析法では、食品を含む生物試料を薄い酸とアルカリで処理し、溶けないものを集めてその中で燃えるものを繊維質としていた。

その後、繊維質の分析は、酸・アルカリではなく消化酵素で生物試料を分解する方法に変化した。この方法で分析した繊維質は「食物繊維」と呼ばれた。その後、消化酵素によって溶け出している成分の中にもヒトが消化吸収しにくいものが含まれていることが判明し、これにアルコールを加えて沈澱^{ちんてん}回収する分析方法が開発された。消化酵素によって溶け出し、アルコールによって沈澱回収される食物繊維は「水溶性食物繊維」と呼び、従来の消化酵素によって溶け出さない食物繊維を「不溶性食物繊維」と呼んで区別するようになった。

現在では、消化酵素によって溶け出し、アルコールを加えても沈澱しない画分の中に依然としてヒトが消化吸収しにくいものが存在していることが明らかとなり、これを機器によって分析する方法が開発されている。そして、この方法で分析される成分も水溶性食物繊維に含めている。

食品成分表は食品中の化学成分の量を記載したものであるが、最新の成分表を見ると、食品によっては水溶性食物繊維の含有量がこれまでよりも大きな値になっていることがある。

食物繊維の大半は炭水化物であるが、分析によって区分された物質群なので、わずかではあるが炭水化物以外の成分も含んでいる。

炭水化物 { 糖質 (食品表示基準ではこの中の単糖と二糖を糖類 (シュガー) と呼ぶ)
 { 食物繊維 { 不溶性食物繊維
 { 可溶性食物繊維

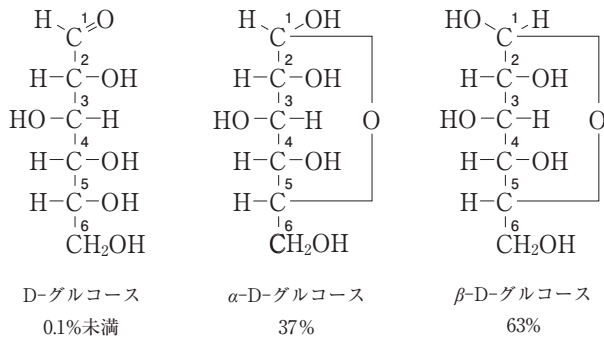
消化吸収性・分析・法令に基づく分類

4-2-1-2. グルコースの構造とその表し方

炭水化物は複雑な構造をした化学物質であり、その構造の示し方は多様である。ここではもっとも基本的な炭水化物であるグルコースを例にして説明する。なお、炭素 C についてはグルコース分子内での位置を明確にするために構造の中で 1 ~ 6 の数字を付している。

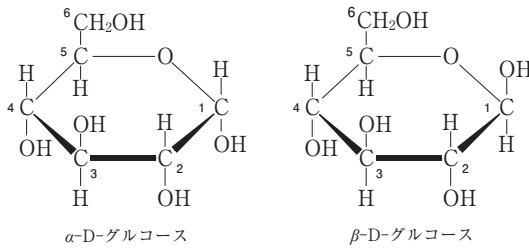
環状構造と非環状構造：グルコースは水溶液中で次の図のような 3 種の構造をとっている (α , β , D の意味はあとで述べる)。グルコースのほとんどは 1 位の炭素 C と 5 位の C が酸素 O を介してつながった環状構造をとっている。また環状構造においては、1 位の C に結合する H と OH はその位置が入れ替わることができる。一番左の環状構造でないものは、存在割合はきわめて小さいが⁶、1 位の C がアルデヒド (-CH=O) であることは重要である。

⁶ α 型と β 型の割合は温度などによって変化する。 α 型と β 型とでは甘味の強さが異なっている。このためグルコースの甘味度は温度によって変化する。

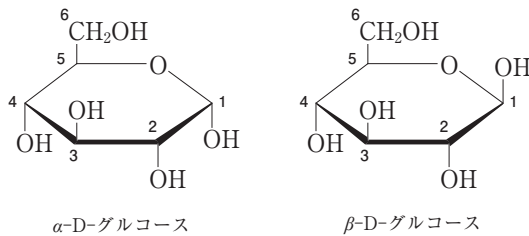


左の数値は25℃での存在比率である。

ハース式による表示：これらの中で環状のものは次のように立体的に示すことができる。このような立体的に構造を示したものをハース式という。



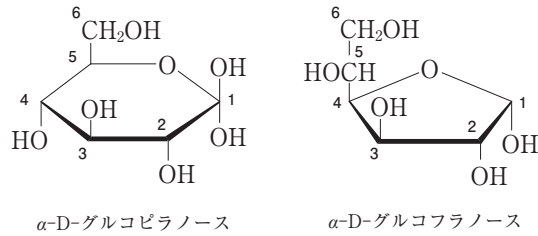
有機化学では化学物質の構造をできるだけ簡潔に示すことが行われる。簡潔に示す方式は様々であるが、ここでは以下のように環の中にあるC（この場合は1～5位のC）と、このCに直接結合しているHを省略して示すことにする。



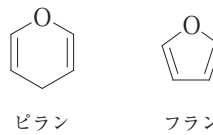
この図を見れば、 α 型と β 型の違いは1位のCに結合しているHとOHの立体的な位置（上下）の違いであることが理解できる。1位のCに結合しているHとOHの上下は一定しておらず、絶えず変化している。なお2～4位のCに関しては結合しているHとOHの上下は変化しない。

六員環構造と五員環構造：グルコースの環状構造は六角形（これを六員構造または六員環という）であることがほとんどであるが、ごくわずかに五角形（五員構造または五員環）のものが生じている。六員環のものはピラノース、五員環のものはフラノースと呼ぶので、これらを厳密に区別するのであれば、グルコースの場合、六員環のものをグルコピラノース、五員環のもの

をグルコフラノースと呼ぶことになる。五員環構造の場合も1位のCに結合するHとOHの上下が逆になる β 型が生じる。



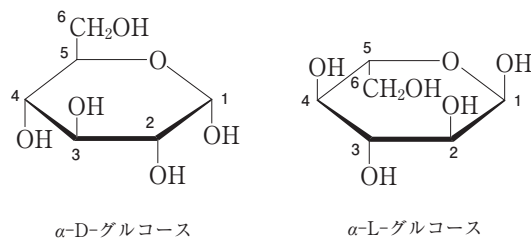
ピラノースとフラノースの名称は、有機化学において酸素Oを1つ含む六員環をピラン、五員環をフランと呼ぶことに由来している。



以上より、D-グルコースには、環状にならないもの、六員環であるピラノース型の α と β 、五員環であるフラノース型の α と β という5種類の構造が存在することになるが、これらはすべて同じ化合物である。

光学異性体 (D体とL体) : グルコース分子中のCのいくつかは4つの結合相手がすべて異なる原子または原子団であり、不斉炭素である。このため、光学異性体 (p. 73~75), すなわちD体とL体が存在することになる。

いいかえると、鏡に映して左右が逆、あるいは図のように鏡に映して上下逆になったものが存在する。これまで説明してきた鏡に写す前のグルコースがD-グルコース、鏡に映した上下または左右逆の構造のグルコースがL-グルコースである。D体とL体は異なる化合物である。ただしグルコースのような糖の場合、自然界に存在するのはすべてD体である。



4-2-1-3. 単糖の種類

単糖のCの数は3~7であるが、ここでは炭素の数が6つである六炭糖(ヘキソース)と5つである五炭糖(ペントース)について紹介する。

代表的なヘキソースには、グルコース、マンノース、ガラクトース、フル

索引

数字

3' 末端 122
5' 末端 122

ラテン文字

ABC 輸送体 127
ADP 132, 133
AMP 133
aq 67
atm 51
ATP 132, 133, 135
——生成 133
base 122
cis 81
DHA 118
DL 表記
——, 光学異性体における 113
DNA 102, 122, 123
——の塩基配列 124
——の立体構造 123
D-グルコース 100
D-乳酸 76
EPA 118
F 44
IPA 118
IUPAC 1, 4
J 67
K 51
 K_m 値 127
K 殻 19
L 殻 19
L-グルコース 100
L-乳酸 76
M 38
mM 38
mmHg 51
mol 34
mRNA 124
M 殻 19
 m -配向性 94

n -3 系多価不飽和脂肪酸 118, 119
 n -6 系多価不飽和脂肪酸 118
N 殻 19
 o -, p - 配向性 94
pH 56, 127
R 13, 86
RNA 101, 122, 123
rRNA 124
RS 表記法 78
SI 34
SI 単位 51
TCA 回路 133
TLC 31
torr 51
trans 81
tRNA 124

ギリシャ文字

α -アミラーゼ 102, 103
 α 化 108
 α 型 99
 α 線 19
 α 炭素 111
 α -デンブン 108
 α ヘリックス 114
 α -リノレン酸 117, 118
 β 型 99
 β 酸化 135
 β シート 114
 β 線 19
 β -デンブン 108
 γ 線 19
 δ 35
 π 結合 84
 σ 結合 84
 ω -3脂肪酸 118
 ω -6脂肪酸 118
 ω -9脂肪酸 118

あ

アイソトープ 18
IUPAC 1, 4
亜鉛 96
アガロース 107
アクチン 115
アスパラギン 112
アスパラギン酸 112
アセチリド 84
アセチル CoA 133, 134, 135, 136
アセチレン 9
アセチレン系炭化水素 8
アセトアルデヒド 14, 15
アセトン 89
アデニン 122, 123
アデノシン 132
アデノシンーリン酸 133
アデノシン三リン酸 132, 133
アデノシンニリン酸 132, 133
亜電子殻 20
アトム 51
アニソール 95
アボガドロ数 34
アボガドロ定数 34
アボガドロの分子説 33
アポ酵素 136
亜麻仁油 119
アミド 93
アミド結合 93, 120
アミノ基転移酵素 134
アミノ酸 111
——, ケト原性 134
——の種類 111
——, 糖原性 134
——, 必須 111
——の分解 134
——の分類 112
アミノ酸配列 114
アミノ糖 109, 110
アミノペプチダーゼ 131
アミラーゼ 102, 103, 128

アミロース 107, 108
アミロブシン 128
アミロペクチン 107, 108
アミン 16, 92
—, 第一 16, 93
—, 第三 16, 93
—, 第二 16, 93
アラキドン酸 118
アラニン 112
アリアル基 89
アルカリマンガン乾電池 63
アルカン 5, 80
アルギニン 112
アルキル基 13, 86
アルキン 9, 84
アルギン酸 107
アルケン 8, 80
アルコラートの生成 88
アルコール 12, 86
—, 一価の 86
—, 三価の 86
—, 消毒用 86
—, 第一級 86
—, 第三級 86
—, 第二級 86
—, 多価 12
—, 二価の 86
—, 不飽和 13
—, 飽和 12
—, 飽和一価 87
アルデヒド 14, 89
アルドース 101, 105
アルドール縮合 90
アルドン酸 109
アルブミン 115
アレニウスの酸・塩基 55
安息香酸 95
アンモニア 134
アンモニウムイオン 3

い

胃液 57
イオウ 96
イオン 2, 24

—の価数 26
イオン化エネルギー 25
—, 第一 26
イオン化傾向 61
—, 金属の 61
イオン化列 61
イオン結合 27
イオン式 24, 26
イオン積 56
イコサペンタエン酸 118
イス型 78
異性化酵素 127
異性化糖 104
異性体 6, 73
イソブタン 7
イソヘキサシ 7
イソペンタン 7
イソマルターゼ 129
イソマルトース 103, 128, 129
イソロイシン 111, 112
位置異性体 74
一次構造
—, タンパク質の 114
一次電池 64
位置番号 6
一価のアルコール 86
一価不飽和脂肪酸 117, 119
一酸化炭素 3
遺伝暗号表 124
イヌリン 107
イノシトール 120
イミノ酸 112

う

ウラシル 122
陰イオン 2, 24
インスリン 115
陰性な元素 2
う歯 106
右旋性 113
ウルチ米 109
ウロン酸 109, 110
ウラシル 123
運搬RNA 124

え

エアロゾル 54
エイコサペンタエン酸 118
水酸化物イオン 3
エキソサイトーシス 132
液体 48
エゴマ油 119
エステル 15, 88, 92
—の生成 88, 91
エステル化 91
エステル結合 121
エタノール 12, 15
エタノールアミン 120
5-エチニル-1,3,6-ヘプタトリエン 10
エチルアルコール 13
エチルエーテル 14
エチルメチルエーテル 14
3-エチル-2-メチルヘキサシ 7
エチレン 8
エチレングリコール 87
エチレン系炭化水素 7
4-エテニル-1-ヘプテン-5-イン 10
エーテル 13, 14, 89
エネルギー産生 132
エネルギー準位
—, 軌道の 20
エネルギー保存の法則 67
エピマー 101
エマルジョン 54
エラストーゼ 130
エラスチン 130
塩 57
—の加水分解 58
—の生成 91
塩化カルシウムマグネシウム 3
塩化銅(II)水溶液 64
塩化ナトリウム 3
塩化物イオン 3
塩基 55, 122, 123
—の価数 42
—の種類 122
—の強さ 55
—の当量 42
塩基性アミノ酸 112

塩基対 122, 123
 塩基配列 123, 125
 —, DNA の 124
 塩素 96
 エンテロキナーゼ 130

お

オキサロ酢酸 134
 オキシニウムイオン 55
 オリゴ糖 97, 104, 105, 106
 オリゴペプチド 110
 オルト 94
 ホルムアルデヒド 14
 オレイン酸 117, 118, 119
 オリーブ油 119

か

解糖 133
 解糖系 134
 界面活性剤 132
 解離エネルギー 66
 カイロミクロン 132
 香り 92
 カカオバター 119
 化学結合 27
 化学式 31
 化学反応の速さ 65
 化学平衡 68
 鍵と鍵穴説 126
 核異性体 74
 核酸 122, 123
 核種の天然存在比 23
 化合物 1
 過酸化物 119
 加重平均値 23
 加水分解
 —塩の 58
 加水分解酵素 127
 価数 2, 41
 —, 塩基の 42
 —, 酸の 42
 脚気 133
 活性化エネルギー 66

活性化剤 128
 活性化状態 65
 活性中心 126
 カップリングシュガー 104
 価電子 20
 果糖 101
 加熱変性 114
 ガラクトオリゴ糖 106
 ガラクトサミン 109
 ガラクトース 101
 カリウム 96
 カリウムイオン 3
 カルシウム 96
 カルボキシ基 15, 91
 カルボキシペプチダーゼ 131
 カルボニル化合物 89
 カルボニル基 89
 カルボン酸 15, 91
 還元 59
 還元剤 60, 61
 還元される 59
 還元性末端 106
 還元糖 105
 環式化合物 4
 環状構造 98
 緩衝作用 58
 緩衝溶液 58, 59
 寒天 107
 乾電池 63
 官能基 72, 73, 109
 甘味 104
 甘味度 104, 105
 含硫アミノ酸 112

き

気化 49
 幾何異性体 74
 貴ガス(希ガス) 24
 基官能命名法 13
 ギ酸 15, 91
 基質特異性 126, 127
 基質濃度 127
 希釈倍率 46
 キシロース 102

気体 48
 —の圧力 50
 —の状態方程式 52
 —の法則 51
 気体定数 52
 気体反応の法則 33
 キチン 107
 規定度 36, 41, 42, 43
 基底膜 132
 軌道のエネルギー準位 20
 希薄溶液の性質 46
 基本四元素 4
 キモトリブシン 130
 逆反応 68
 球状タンパク質 115
 吸熱反応 67
 強塩基 55, 56
 凝華 48
 凝固 48
 凝固点 46
 —降下 46
 —降下度 46
 強酸 55
 凝縮 48, 49
 鏡像異性体 75
 共有結合 27
 共有電子対 27
 極性 30, 31
 極性分子 30, 35
 魚油 119
 キラリティー 75
 キラル 75
 ギリシャ数詞 6
 銀鏡反応 90, 105
 金属のイオン化傾向 61
 金属結合 27, 29
 金属結晶 30
 金属元素 21

<

グアニン 122, 123
 クエン酸回路 133, 134, 135
 グラム当量 42, 43
 グリアジン 115

グリコーゲン 107
グリコシド結合 102, 106
グリコールの生成 82
グリシン 111, 112
グリセリン 87, 116
グリセルアルデヒド 113
グリセロリン脂質 120
グリセロール 116
グルクロン酸 109, 110
グルコサミン 110
グルコース 97, 98, 113, 119, 134
グルコピラノース 99
グルコフラノース 100
グルコマンナン 107
グルコン酸 109
グルタミン 112
グルタミン酸 112
グルテニン 115
グルテリン 115
グルテン 115
グロブリン 115
クロム 96
クーロンカ 27, 29

け

ケクレ構造 11
結合エネルギー 66
結晶格子 29
結晶水 37
結晶デンプン 108
ケト原性アミノ酸 134
ケトース 101, 105
ケトン 14, 89
ケラチン 115
ケルビン 51
限界デキストリン 129
原子 17
——の構造 17
原子核 17
原子核崩壊 18
原子間結合 27
原子団 72
原子番号 17
原子量 22, 23

元素 17
——, 人体を構成する 96
——, 必須微量 96
——, 微量 96
元素記号 1

こ

五員環構造 99
高エネルギー物質 66
高エネルギーリン酸結合 132, 133
光学異性 111
光学異性体 74, 75, 100
——における DL 表記 113
光学活性 76
高級脂肪酸 15
合成酵素 127
酵素 126
——, 臨床生化学検査で測定される 130
構造異性体 74
構造式 32
構造タンパク質 115
酵素反応に影響を及ぼす因子 127
酵素量 128
湖化 108
湖化デンプン 108
国際純正応用化学連合 1
国際単位系 34
固体 48
——の溶解度 53
五大栄養素 136
五炭糖 100, 123
鼓腸 106
骨格異性体 74
コバルト 96
互変異性体 74
コラーゲン 115
コリン 120
コレステロール 121
コロイド 54
——溶液 54
——粒子 54
混合気体 52
コンニャク 107

コンニャクマンナン 101

さ

最外殻電子 20, 22
最大速度 127
細胞膜の通過 132
酢酸 15
酢酸エチル 16, 88
酢酸ブチル 92
鎖式化合物 4
鎖式炭化水素 5
鎖式飽和炭化水素 5
左旋性 113
冊子縁膜 132
砂糖 103
サブユニット 114
酸 55
——の価数 42
——の強さ 55
——の当量 42
酸化 59, 87
三価のアルコール 86, 116
酸化還元 59
——酵素 127
——反応 59
酸化剤 60, 61
酸化される 59
酸化数 60
酸化銅(II) 59, 60
酸化反応 82
三原子分子 27
三次構造 114
三重結合 8, 9
酸性 91
酸性アミノ酸 112
酸変性 114

し

シアン化カリウム 3
シアン化物イオン 3
ジエチルエーテル 88, 89
ジカルボン酸 15
時間 128

- 脂環式化合物 4
 脂環式炭化水素 10
 式量 24
 ジグリセリド 116
 シクロヘキサン 10, 11
 水酸化ナトリウム 43
 脂質 116
 シス 81
 シス体 77
 システイン 112
 シス・トランス異性体 74, 77
 示性式 32
 失活 127
 質量数 17
 質量パーセント濃度 36
 質量保存の法則 32
 質量モル濃度 36, 40
 至適pH 127
 至適温度 127
 シトシン 122, 123
 ジペプチダーゼ 131
 ジペプチド 110
 脂肪 116
 —の構造 116
 —の消化 131
 脂肪酸 91, 117, 119, 131
 —, ω -3 118
 —, ω -6 118
 —, ω -9 118
 —, 高級 15
 —, 低級 15
 —, トランス 117
 —, 不飽和 117
 —の分解 135
 —, 飽和 117
 脂肪族アミノ酸 112
 脂肪族化合物 4
 ジメチルアミン 16
 2,2-ジメチルブタン 6
 2,4-ジメチルヘキサン 7
 5,5-ジメチル-2-ヘキセン 8
 弱塩基 55, 56
 弱酸 55
 シャルルの法則 51
 周期律表 21
 重合 82
 シュウ酸 15, 43
 重水素 18
 自由電子 29
 ジュール 67
 シュガー 97, 98
 縮合反応 90
 主鎖 6
 酒石酸 76, 79
 常温 80
 昇華 48
 消化 128
 —, 脂肪の 131
 —, タンパク質の 129
 —, 糖質の 128
 —, 二糖の 129
 —, ペプシンによる 129
 消化と吸収
 —, 小腸上部における 130
 —, 小腸粘膜における 131
 —, タンパク質の 131
 —, 糖質の 129
 消化性 108
 蒸気圧 47, 49
 —曲線 49
 —降下 47
 小軌道 20
 硝酸 39, 45
 硝酸イオン 3
 状態図 48
 状態方程式
 —, 気体の 52
 小腸上部 128, 130
 —における消化と吸収 130
 小腸粘膜 131
 —における消化と吸収 131
 少糖 97
 消毒用アルコール 86
 蒸発 48, 49
 蒸発熱 49
 常用対数 56
 食品成分表 98
 食品表示基準 97, 98
 食品表示法 97
 植物性油脂 119
 食物繊維 97, 98
 食感 108
 ショ糖 31, 104
 人工甘味料 105
 親水性 108
 人体を構成する
 —元素 96
 —無機元素 96

す

- 胆汁 130
 胆汁アミラーゼ 128
 水銀柱 51
 水酸化第一鉄 3
 水酸化第二鉄 3
 水酸化物イオン 56
 水素イオン指数 56
 水素イオン濃度 56
 水素結合 27, 30
 水素原子 18
 水溶性食物繊維 98
 水和 35
 スクラーゼ 129
 スクロース 103, 104, 129
 ステロイドホルモン 121
 ステロール類 116, 121
 スフィンゴシン 120
 スフィンゴミエリン 120
 スフィンゴリン脂質 120
 水溶液 67
 ステアリン酸 117, 118
 スレオニン 111, 112

せ

- 正極の反応 62
 静電引力 27
 正反応 68
 生理食塩水 36
 絶対温度 51, 52
 セラミド 120
 セリン 112, 113, 120
 セルロース 102, 107
 セレノシステイン 111

セレン 96
セロビオース 102
全圧 52
遷移元素 21, 22, 24
繊維質 97, 98
繊維状タンパク質 115
旋光性 76
旋光度 76

そ

双極子 30
双極子モーメント 35
双性イオン 111
相対質量 22, 23
阻害剤 128
族 21
側鎖 6
促進拡散 132
疎水性 108
組成式 31
ゾル 54
ソルビトール 109

た

第一アミン 16, 93
第一イオン化エネルギー 26
第一鉄イオン 3
第一級アルコール 86
第三アミン 16, 93
第三級アルコール 86
体心立方格子 29, 30
第二アミン 16, 93
第二級アルコール 86
第二鉄イオン 3
唾液アミラーゼ 128
多価アルコール 12
多価不飽和脂肪酸 117, 119
——, $n-3$ 系 118
——, $n-6$ 系 118
多原子イオン 26
脱水縮合 110
脱水反応 88
脱離酵素 127

多糖 97, 106, 107
ダニエル電池 63
単位格子 29, 30
炭化水素 97
——, アセチレン系 8
——, エチレン系 7
——, 鎖式飽和 5
——, 脂環式 10
——, 不飽和単環式 10, 11
——, 飽和単環式 10, 11
——, メタン系 5
炭化水素結合 80
単原子分子 27
短鎖脂肪酸 117
炭酸水素ナトリウム 3
胆汁酸 132
単純拡散 131, 132
単純脂質 116
単純多糖 106, 107
炭水化物 98
単糖 97, 100
タンパク質 110
——の一次構造 114
——の構造 114
——の消化 129
——の消化・吸収 131
——の変性 114

ち

置換基 94
置換基命名法 12
置換反応 84
窒素原子 21
チミン 122, 123
中鎖脂肪酸 117
中性子 17
中性脂肪 116
中立分子 31
中和の式 43
中和反応 57
中性アミノ酸 112
長鎖脂肪酸 117
腸内細菌 105
チロシン 112

つ

通過
——, 細胞膜の 132

て

低エネルギー物質 66
低級脂肪酸 15
定比例の法則 33
ディールズ・アルダー反応 83
デオキシ糖 110
デオキシリボース 102, 110, 123
デオキシリボ核酸 101, 122
デキストリン 128
鉄 25, 96
鉄(II)イオン 2, 25
鉄(III)イオン 2, 25
デルタ 35
転移酵素 127
転化糖 104
電気陰性度 29, 35
電気伝導度 56
電気分解 64
典型元素 21, 22, 24
電子 17
電子殻 19
電子軌道 20
電子収容数 19, 20
電子親和力 26, 27
電子伝達系 133, 134
電磁波 18, 19
電子配置 20, 24
——の箱表示 21
電池 61
天然存在比
——, 核種の 23
デンプン 102, 107, 108
——, α - 108
——の構造 106
——, 湖化 108
——, 生 108
——の物性 108
——, β - 108
——の老化 108

電離 55
 —, 水の 56
 電離度 56, 58
 電離平衡 58
 電流 63
 伝令 RNA 124

と

糖 97
 —の分解 133
 —の誘導体 109
 糖アルコール 109
 同位体 18, 19, 23
 糖原性アミノ酸 134
 糖脂質 116
 糖質 97, 98
 —の消化 128
 —の消化・吸収 129
 糖新生 134
 等電点 111
 動物性油脂 119
 当量
 —, 塩基の 42
 —, 酸の 42
 糖類 97, 98
 特性基 13, 74
 特性基異性体 74
 ドコサヘキサエン酸 118
 トランス 81
 トランス脂肪酸 117
 トランス体 77
 トリアシルグリセロール 116
 トリグリセリド 116
 トリチウム 18
 トリチェリー 51
 —の実験 51
 トリプシン 130
 トリプトファン 111, 112
 トリメチルアミン 16
 トール 51
 トレオニン (スレオニン) 111, 112
 トレハロース 104

な

ナトリウム 96
 ナトリウムイオン 3
 生デンプン 108

に

二元化合物 3
 二原子分子 27
 二酸化炭素 3
 二酸化マンガンリチウム電池 64
 高次構造 114
 二次構造 114
 二次電池 64
 二重結合 7, 8
 —の検出 81
 二重らせん構造 123
 二価のアルコール 86
 ニッケル・カドミウム電池 64
 二糖 97, 102
 —の消化 129
 乳酸 32, 76, 79
 乳糖 101, 103
 乳糖不耐症 103
 ニュートン 50
 ニューマン投影法 78
 尿素 41, 134

ぬ

ヌクレオシド 122
 ヌクレオチド 122

ね

ネオペンタン 7
 熱の単位 67
 熱化学方程式 67

の

濃度 36
 能動拡散 132

は

配位結合 27, 28
 配位数 30
 配向基 94
 配向性
 —, *m*- 94
 —, *o*-, *p*- 94
 配座異性体 74, 77
 倍数比例の法則 33
 パウリの原理 20
 麦芽糖 97, 102
 薄層 31
 薄層クロマトグラフィー 31
 箱表示
 —, 電子配置の 21
 パスカル 50
 ハース式 99
 蜂蜜 104
 発熱反応 67
 パラ 94
 パラフィン 80
 バリン 111, 112
 パルミチン酸 119, 135
 ハロゲン 4
 ハロゲン化 94
 ハロゲン化水素付加 82
 ハロゲン付加 81
 パントテン酸 136
 反応特異性 126
 反応熱 66, 67

ひ

ヒアルロン酸 107
 非還元性末端 106
 非環状構造 98
 非共有電子対 28
 非金属元素 21
 比重 38
 微絨毛膜 132
 ヒスチジン 111, 112
 ビタミン 136
 ビタミン B₁ 133, 136
 ビタミン D 121

ビタミン欠乏症 136
必須アミノ酸 111, 112
必須脂肪酸 119
必須微量元素 96
ビーム 19
ピラノース 99
ピラン 100
ピリミジン塩基 122
微量元素 96
ビルビン酸 133, 134

ふ

ファクター 44
ファンデルワールスカ 27, 31
フィッシャー投影法 79
フィードバック阻害 128
フェニルアラニン 111, 112
フェニル基 12
フェリチン 115
フェーリング液 90
フェーリング反応 105
付加反応 81, 84
負極の反応 62
複合脂質 116
複合多糖 106, 107
複素環化合物 4
副電子殻 20
不斉炭素 75
不斉炭素原子 74
ブチアリン 128
二日酔い 15
物質の三態 48
フッ素 96
沸点 47, 50
——上昇 47
——上昇度 47
沸騰 50
1-ブテン 8
ブドウ糖 97
不飽和アルコール 13
不飽和結合 7, 9
不飽和脂肪酸 117
不飽和炭化水素 80
不飽和単環式炭化水素 10, 11

フマル酸 15, 77
不溶性食物繊維 98
フラクトオリゴ糖 106
フラノース 99
フラン 100
プリン塩基 122
フルクトオリゴ糖 104
フルクトース 101
ブレンステッド・ローリーの酸・塩基 55
プレバイオティクス 105
プロテアーゼ 129
プロバイオティクス 105
プロピオン酸 15
プロピルアミン 16
プロピン 9
プロラミン 115
プロリン 112
分圧 52
分極 30, 62
分子 27
分子間結合 27, 30
分子式 32
分子量 24
フントの規則 20, 21

へ

平衡の移動 68
ヘキサン 5, 10
ヘキソース 100
ペクチン 107
ペクチン酸 107
ヘスの法則 68
ヘパリン 107
ペプシノーゲン 129
ヘプシン 129
——による消化 129
ペプチド 110
ペプチド結合 93, 110, 120
ペプチド鎖 110
ヘモグロビン 115
ヘリウム 19
ベルセリウス 4
変性

——, タンパク質の 114
ベンゼン 94
ベンゼン環 11
1,4-ペンタジイン 9
1,4-ペンタジエン 8
2-ペンタノール 13
3-ペンテン-1-イン 10
4-ペンテン-2-オール 13
ペントース 100, 101

ほ

ボイルの法則 51
ボイル・シャルルの法則 52
補因子 136
芳香族アミノ酸 112
芳香族化合物 4, 11, 94
芳香族炭化水素 94
放射性同位体 18
放射線 18
飽和アルコール 12
飽和一価アルコール 87
飽和結合 7
飽和脂肪酸 117, 119
飽和蒸気圧 49
飽和蒸気圧曲線 50
飽和単環式炭化水素 10, 11
飽和溶液 35
補酵素 136
ホスファチジルイノシトール 120
ホスファチジルエタノールアミン 120
ホスファチジルコリン 120
ホスファチジルセリン 120
ホスファチジン酸 120
ボート型 78
ポリエン脂肪酸 117
ポリヌクレオチド鎖 123
ポリペプチド 110
ポーリング 29
ボルタ電池 62
ホルムアルデヒド 89
ホルモン 136
ホロ酵素 136
翻訳 125

ま

マーカー 130
 膜酵素 129
 膜消化 129
 マグネシウム 96
 膜輸送体 129
 マルターゼ 129
 マルトース 97, 102, 128, 129
 マルトトリオース 128
 マレイン酸 15, 77
 マンガン 96
 マンガン乾電池 63
 マンノース 101

み

ミオシン 115
 水の電離 56
 水分子 30
 密度 38, 52
 ミネラル 96
 ミリモル 38

む

無機化合物 4
 ——の命名法 2
 無機元素
 ——, 人体を構成する 96
 無極性 31
 無極性分子 31, 35
 虫歯 106
 無水硫酸銅 37

め

命名法
 ——, 基官能 13
 ——, 置換基 12
 ——, 無機化合物の 2
 ——, 有機化合物の 4
 メタ 94
 メタノール 12, 87
 メタン系炭化水素 5

メタン分子 28
 メチオニン 111, 112
 メチルアミン 16
 エチルメチルケトン 14
 メチルシクロヘキサ 11
 メチルブタン 6
 2-(2-メチルブチル)-1,3-シクロヘキサ
 ジエン 11
 メトキシエタン 14
 免疫グロブリン 115
 面心立方格子 29, 30

も

目標濃度 44
 モチ米 109
 モノエン脂肪酸 117
 モノカルボン酸 15
 モノグリセリド 116, 131
 モリブデン 96
 モル 34, 35
 モル凝固点降下定数 47
 モル濃度 36, 37, 38, 43
 モル沸点上昇定数 47, 48
 モル分率 52

ゆ

融解 48, 49
 融解熱 49
 有機化合物 4, 72
 ——の命名法 4
 誘導脂質 116
 誘導体
 ——, 糖の 109
 油脂 119

よ

陽イオン 2, 24
 溶液 36
 ——の希釈 44
 ——の性質 53
 ——の濃度 36
 溶解度 53

——, 固体の 53
 溶解度曲線 53
 溶解度積 53, 54
 溶解平衡 35, 53
 陽子 17
 陽子数 17
 溶質 36
 陽性な元素 2
 容積モル濃度 38
 ヨウ素 96
 溶媒 36
 溶媒極性 31
 ——の強さ 31
 四次構造 114

ら

ラクターゼ 103, 129
 ラクトース 101, 103, 129
 ラジオアイソトープ 18
 らせん構造 107
 ラテン語 2, 7

り

リアーゼ 127
 リガーゼ 127
 リシン (リジン) 111, 112
 リチウムイオン二次電池 64
 リチウム電池 64
 立体異性体 74
 立体構造 75
 立体構造式 32
 リノール酸 117, 118
 リノレン酸
 ——, α - 117, 118
 リパーゼ 131
 リボ核酸 101, 122
 リボース 101, 123
 リボソーム RNA 124
 リポタンパク質 116
 硫化亜鉛 3
 硫化物イオン 3
 硫酸 40, 45
 硫酸イオン 3

硫酸銅五水和物 37
硫酸ナトリウム 3
硫酸付加 81
リン 96
リンゴ酸 76
リン酸 123
リン酸一水素ナトリウム 4
リン酸エステル 120
リン酸エステル結合 132
リン酸結合
——, 高エネルギー 133
リン酸二水素ナトリウム 3
リン脂質 116, 119, 120
臨床生化学検査 130

る

ル・シャトリエの原理 68

れ

連鎖異性体 74
連鎖異性体化合物 75

ろ

ロイシン 111, 112
ろう 116
六員環構造 99
六単糖 100
六方最密格子 29, 30

著者

あんどう たつひこ
安藤 達彦 (薬学博士)

学習院大学大学院修了
現在：東京農業大学名誉教授
日本健康医学会常任理事

よしだ むねひろ
吉田 宗弘 (農学博士・医学博士)

京都大学大学院修了
現在：関西大学名誉教授
日本健康医学会理事長

かのや ゆか
叶谷 由佳 (看護学博士)

東京大学大学院修了
現在：横浜市立大学看護学科教授
日本健康医学会副理事長
日本看護研究学会理事長

イラスト

かわあい けいこ
河合 恵子

東京農業大学卒

かわぐち のりこ
川口 紀子

埼玉大学大学院修了

かんご まなひと きそかがく
看護を学ぶ人のための基礎化学

2026年5月20日 初版第1刷発行

© 著者 安藤 達彦
吉田 宗弘
叶谷 由佳
発行者 秀島 功
印刷者 入原 豊治

発行所 三共出版株式会社 東京都千代田区神田神保町3の2
郵便番号101-0051 振替00110-0-1065
電話03-3264-5711 FAX 03-3265-5149
<https://www.sankyoshuppan.co.jp>

一般社団法人日本書籍出版協会・一般社団法人自然科学書協会・工学書協会 会員

Printed in Japan

印刷・製本 太平印刷社

JCOPY <<(一社)出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、(一社)出版者著作権管理機構 (電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp) の許諾を得てください。

ISBN 978-4-7827-0854-5