

99 項目でマスター

生物



化学

編著

大石 祐一・山本 祐司

建帛社

KENPAKUSHA

はじめに

昨今の農学域を含む生物学・化学領域の拡がりに伴い、大学等の高等教育において理科系の学部・学科の新設が進んでいることが話題となっています。生物学・化学領域をベースとして学ぶ大学には、農学や栄養学、薬学、医学、理学など多様な分野があります。これらの分野では必ず、生物や化学の知識が必要になってきます。

現在の高校カリキュラムでは、物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎の基礎4科目のうち3科目が必修となっています。しかし理系においても、基礎の先を詳しく学習する4科目のうち選択肢が1科目しかないという高校も少なくありません。さらに文系に進む学生にいたっては基礎のみしか学習しないこともあります。そのため、いざ大学で授業に臨んでも、講義内容を理解するのに苦労する学生が増えてきているのが現状です。

筆者の所属する東京農業大学においては、食品学では食品機能学や食品安全学など、栄養学では栄養生化学、分子栄養学など、といった新しい学問も取り入れています。生物学・化学領域の学問領域はこの数十年で飛躍的に発展し続けており、それらはすべて生物と化学の基礎的知識に密接に関係しています。そして今後ますます、その重要性は増すものと考えています。

本書はそのような背景の中、高校で学習した生物基礎・化学基礎の知識を、大学で学ぶ生物・化学へ橋渡しし、その後の専門科目へスムーズに入っていけることを目的として編集しました。何よりも、自主的な学びが引き出せる内容になるよう工夫しました。

- ① 生物 40 項目、化学 59 項目の計 99 項目にポイントを整理してまとめました。
- ② 学習するにあたって、項目ごとに見開きで完結する構成としたため、最初から読み進めても、苦手な(不安な)項目から重点的にはじめても大丈夫です。
- ③ 左ページにはおさえておきたいポイントを簡潔にまとめ、右ページにはその確認のための練習問題を設けています。1 項目ずつしっかりと理解を図れます。
- ④ 項目によっては「STEP UP」を掲載し、さらに学習を深めるきっかけを加えました。

生物学・化学領域の大学へ入学が決まったものの、高校では生物あるいは化学を苦手な(不安に)感じていた方の事前学習として、大学における入学前教育や入学後の導入リメディアル教科の教科書として、あるいは基礎科目としての生物・化学の教科書として、本書をご活用いただければ幸いです。

2025 年 2 月

編者 大石 祐一・山本 祐司



生 物

第 1 章 有機化合物の基礎

1 有機化合物の分類	2
2 脂肪族炭化水素①(アルカン)	4
3 脂肪族炭化水素② (アルケン・アルキン)	6
4 アルコールとエーテル	8
5 アルデヒドとケトン	10
6 カルボン酸	12
7 エステル	14
8 芳香族化合物	16
9 糖 類	18
10 アミノ酸・タンパク質	20
11 タンパク質の立体構造	22

第 2 章 生物の構造と活動エネルギー

12 細胞の構造	24
13 5大栄養素について① (糖質・脂質)	26
14 5大栄養素について② (アミノ酸・タンパク質)	28
15 5大栄養素について③ (ビタミン・ミネラル)	30
16 エネルギー	32
17 酵素と補酵素の役割	34
18 光合成のしくみ	36
19 エネルギー獲得のしくみ	38
20 筋肉の収縮と ATP	40

第 3 章 遺伝子とその働き

21 遺伝のしくみ	42
22 核の構造	44
23 セントラルドグマ	46
24 DNA の構造と複製	48
25 細胞周期と細胞の分化	50
26 RNA の構造	52
27 遺伝子発現調節のしくみ	54
28 翻訳と翻訳後修飾	56

第 4 章 生体の働き

29 恒常性維持のメカニズム (外部環境, 内部環境)	58
30 内部環境をつくる体液	60
31 循環系とそのつくり	62
32 生体防御(免疫)	64
33 ホルモンと内分泌	66
34 自律神経系とホルモンの働き	68
35 植物の環境適応①(水分)	70
36 植物の環境適応② (光合成の環境要因)	72
37 植物ホルモンの作用	74
38 細菌の炭酸同化① (光合成細菌)	76
39 細菌の炭酸同化② (化学合成細菌)	78
40 植物の窒素同化	80



化 学

第 5 章 物質の特性

1 物質の成分	84	4 単体と化合物, 同素体	90
2 混合物の分離・精製	86	5 熱運動	92
3 物質の構成元素	88	6 状態変化(気体・液体・固体)	94

第 6 章 原子の構造と周期表

7 原子の構造①(原子核と電子)	96
8 原子の構造②(原子番号・質量数)	98
9 同位体	100
10 原子の電子配置 (最外殻電子と価電子)	102
11 周期律	104
12 元素の周期表	106

第 7 章 化学結合

13 イオン(陽イオン・陰イオン)	108
14 イオン化エネルギーと電子親和力 ...	110
15 イオン結合	112
16 組成式のつくり方と名称	114
17 イオン結晶	116
18 共有結合	118
19 原子・分子の電子式	120
20 構造式と分子の形	122
21 配位結合	124
22 極性と電気陰性度	126
23 分子結晶・ファンデルワールス力 ^{りょく}	128
24 水素結合	130
25 共有結合の結晶	132

第 8 章 物質質量と化学反応式

26 原子の質量と相対質量	134
27 元素の原子量	136
28 分子量と式量	138
29 密 度	140
30 物質質量とアボガドロ定数	142
31 物質質量と質量の関係(モル質量)	144
32 モル濃度	146
33 質量パーセント濃度	148
34 化学変化と化学反応式	150

35 イオン反応式	152
36 化学反応の量的関係	154

第 9 章 酸と塩基

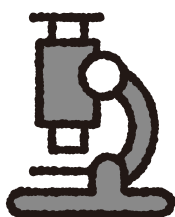
37 酸と塩基の定義① (アレニウスの定義)	156
38 酸と塩基の定義② (ブレンステッド・ローリーの定義)	158
39 酸と塩基の価数	160
40 酸と塩基の強弱と電離度	162
41 化学平衡	164
42 水の電離と水素イオン濃度	166
43 pH	168
44 指示薬と pH の関係	170
45 中和と塩	172
46 塩の反応	174
47 中和反応における量的関係	176
48 中和滴定	178
49 中和滴定曲線	180

第 10 章 酸化還元反応

50 酸化と還元	182
51 酸化数	184
52 酸化数と酸化・還元	186
53 酸化剤と還元剤	188
54 酸化剤の半反応式	190
55 還元剤の半反応式	192
56 酸化還元反応式のつくり方	194
57 酸化剤・還元剤の量的関係	196
58 金属のイオン化傾向	198
59 単位について	200

周期表	202
-----------	-----

生 物



第 1 章 有機化合物の基礎

第 2 章 生物の構造と活動エネルギー

第 3 章 遺伝子とその働き

第 4 章 生体の働き



有機化合物の特徴について理解する

炭素原子(C)を骨格とする化合物は有機化合物と呼ばれ、生物を構成する重要な物質である。

- ① 有機化合物の主な構成元素は、炭素(C)、水素(H)に加えて酸素(O)である
- ② 窒素(N)を含む化合物も多く、また硫黄(S)、リン(P)、ハロゲンなどを含むものもある
- ③ 構成元素の種類は少ないが、化合物の種類はとても多い
- ④ 炭素骨格の構造や官能基の種類により、化合物の性質が変化する



炭化水素の分類

炭素(C)と水素(H)のみで構成される化合物を**炭化水素**といい、炭素原子間の結合(C-C結合)の仕方に基づいて分類することができる。C-C結合がすべて単結合なら**飽和炭化水素**、二重結合または三重結合(不飽和結合)があれば**不飽和炭化水素**という。

また、Cが鎖状構造であれば**鎖式炭化水素**

(もしくは脂肪族炭化水素)、環状構造であれば**環式炭化水素**という。鎖式炭化水素では、C-C結合がすべて単結合のものを**アルカン**、二重結合をもつものが**アルケン**、三重結合をもつものが**アルキン**という。

環式炭化水素のうち、**ベンゼン環**(8 参照)のような特有の構造をもつものが芳香族炭化水素、それ以外で、環状構造中のすべてのC-C結合が単結合のものはシクロアルカン、二重結合を含むとシクロアルケンという。

有機化合物の分類例

構造式	構造の特徴	分類
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	・環状構造なし ・単結合のみ	アルカン
$\begin{array}{c} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & = & \text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	・環状構造なし ・二重結合あり	アルケン
$\begin{array}{c} & \text{H} & & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & & \text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & & \text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	・環状構造あり ・単結合のみ	シクロアルカン

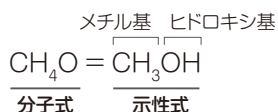


基と官能基

分子の構造で、特定の部分構造を**基**という。

また、化合物の性質に影響をあたえる特定の基を**官能基**という。

例) メタノール(CH_4O)



- 示性式にすると化合物の性質がわかりやすい。
- この場合、ヒドロキシ基が官能基である。

官能基とそれを含む化合物名の例

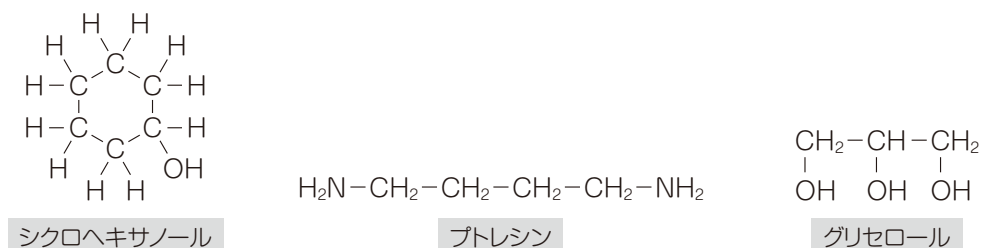
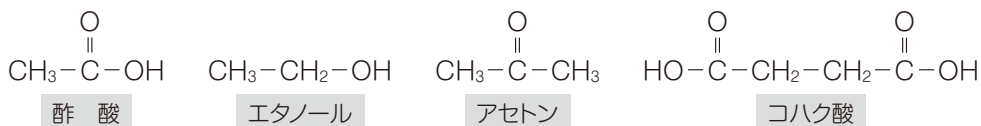
官能基の構造	官能基名	化合物名の例
-OH	ヒドロキシ基	アルコール
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	カルボキシ基	カルボン酸
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$	カルボニル基	ケトン
-NH ₂	アミノ基	アミン

練習問題

1 次の空欄を埋めなさい

- 有機化合物は、炭素、^(①) (), ^(②) () を主な構成元素とする化合物である。構成元素の種類は少ないが、化合物の種類は ^(③) () 。
- 飽和炭化水素のうち、炭素骨格が環状構造をとらないものを ^(④) (), 環状構造のものを ^(⑤) () という。
- アルケンとは、炭素骨格が ^(⑥) () で、^(⑦) () を分子内にもつ。化合物の構造中、その化合物の性質に影響をあたえる部分構造を ^(⑧) () という。これらのうち、カルボキシ基をもつ化合物を ^(⑨) () といい、^(⑩) () 基をもつ化合物はアルコールという。

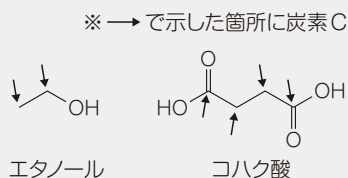
2 図に示す化合物のうち、アルコール、カルボン酸、ケトン、アミンにあてはまる化合物を選びなさい



- ①アルコール：() () () ()
 ②カルボン酸：() ()
 ③ケ ト ン：()
 ④ア ミ ン：()

STEP UP

有機化合物には構造が複雑なものも多く、炭素(C)と、炭素に直接結合している水素(H)を省略して表記する場合も多い。エタノールとコハク酸を例にすると、右のように書くことができる。折れ線の末端と頂点にCがあり、Hはそこに結合できる数だけ存在していることになる。



2

脂肪族炭化水素① (アルカン)



脂肪族炭化水素 (アルカン) について理解する

脂肪族炭化水素は、有機化合物の中でもっとも基本となる化合物である。

- ① 炭素数 n 個のアルカンの分子式は C_nH_{2n+2} の分子式で表される
- ② ほとんど極性のない分子であり、水に溶けにくい
- ③ 炭素数が多くなると構造異性体が存在する
- ④ アルカンの炭素原子は正四面体形の原子配置をとる



アルカン (alkane) の構造・性質・命名法

構造 → 炭素 (C) の価電子は 4 のため、C は正四面体の中心に位置したような立体的配置となる。また、C が 4 個以上のアルカンには C 同士の結合が異なる**構造異性体**が存在する。なお、アルカンの一般式は C_nH_{2n+2} で表される。

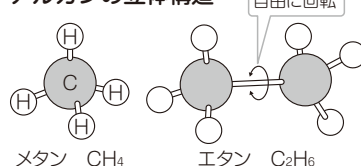
性質 → C と H の電気陰性度は近い値のため、分子に極性はほとんどなく**水に溶けにくい** (疎水性) (化学 22 参照)。

命名法 → アルカンの化合物名には「ane」が語尾につく。

(例: methane, hexane)

分岐した構造をもつアルカンには、直鎖状アルカンの C に結合している H が違う原子に置き換わっている部分がある。この置き換わった部分構造 (基) を**置換基**という。アルカンに由来する置換基 (アルキル基) は語尾を「yl」に変えて命名する (STEPUP 参照)。(例: methane → methyl)

アルカンの立体構造



アルカンの例

分子式	化合物名
CH_4	メタン (methane)
C_2H_6	エタン (ethane)
C_3H_8	プロパン (propane)
C_4H_{10}	ブタン (butane)
C_5H_{12}	ペンタン (pentane)
C_6H_{14}	ヘキサン (hexane)
C_8H_{18}	オクタン (octane)



置換基の数の示し方・位置番号

同じ置換基が複数ある場合、数を示す接頭辞 (2 ~ 10) を用いる。

2	3	4	5	6	7	8	9	10
ジ di	トリ tri	テトラ tetra	ペンタ penta	ヘキサ hexa	ヘプタ hepta	オクタ octa	ノナ nona	デカ deca

置換基の位置は、それが付く**炭素**に番号をつける。この番号は置換基の番号が小さくなるように**末端**からつけ、置換基それぞれについて位置番号を示す。置換基名は、置換基の位置番号の順ではなくアルファベット順に並べる (STEPUP 参照)。

ハロゲンが置換基となる場合は、F (フルオロ)、Cl (クロロ)、Br (ブロモ)、I (ヨード) となる。

練習問題

1 次の空欄を埋めなさい

- 脂肪族炭化水素のうち、炭素数 n のアルカンの分子式は (①) と表すことができ、炭素数が 4 以上のアルカンには、原子同士の結合様式の異なる (②) が存在する。
- 単結合で結びついている C は (③) の中心に位置するように配置されている。炭化水素は分子全体の (④) が小さく、水に (⑤) 。

2 次に示性式で示した化合物の名称を答えなさい

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ()
- ② $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ()
- ③ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ()
- ④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ ()
- ⑤ $\begin{array}{c} \text{Br} \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ()

STEP UP

2-メチルブタン

この化合物は、ブタンの端から 2 つ目の C に結合している H が CH_3 -に置き換わっている。この置換基はメタン (methane) と同じ炭素数なのでメチル (methyl) 基という。また、ブタンの 2 番目(置換基の番号が小さくなるようにする)の C にメチル基がついているので「2-メチルブタン」と命名できる。

