

N
ブックス

生化学の基礎

編著 岡 純・曾根英行・沼田卓也

共著 大西淳之・加藤真由子・神山 伸・萱嶋泰成・小玉智章
惟村直仁・治京玉記・萩原民雄・平田孝治・森本千恵

建帛社
KENPAKUSHA

生化学は、栄養士・管理栄養士養成課程の専門科目を学ぶ上で基礎となる科目の1つであるにもかかわらず、高校で生物・化学を履修していないなど多くの学生が生化学を苦手としており、例えば栄養士養成課程において学習到達度をはかる指標ともなる栄養士実力認定試験においても、正答率が低いという状況にある。

そのような状況下で、各大学・短期大学・専門学校などの先生方からは、コンパクトで理解しやすく、学生が意欲をもって学習できる教科書を求める声が、近年多くあがっている。

そこで、現状に即し、正確に必要な内容を、平易かつコンパクトにまとめた生化学の教科書が必要であると考え、本企画を立ち上げ、建帛社の編集者と3名の編者が集まり編集会議を開催し、①正確な記述、②平易な記述、③コンパクトな書籍という3点の基本コンセプトとそれを具現化するための方策、および項目案の策定などを行った。

①に関しては、教科書としては当然のことではあるが、編者、著者による念入りの校正により間違いのない記述を追求した。

②であるが、まとまった文章を理解することが困難な学生が多い傾向があるため、図表を多数掲載し、それを中心に据えて学生の視点に立ったわかりやすい記述にすることにより、生化学についての正確な理解が得られることを目指した。

章立て項目は、前出の栄養士実力認定試験の出題ガイドラインをベースとして、管理栄養士養成も含め大学、短期大学、専門学校での生化学の講義の実情を鑑みて考案した。

各章の基本構成は、冒頭にその章で学ぶことの全体像をインデックス的に示した“本章で学ぶこと”と、章の重要事項を概念的に示した図“ふんわり理解！”を掲載して学習内容の全体的イメージを提示し、各項目においては基礎的内容を最初に図とともに簡潔に記述して、応用・発展的な内容は後半に補足的に記述するかたちをとった。各章末には学習内容の理解を確認する演習問題を配した。

また、表紙の裏側の見返しに、代謝の全体像と経路がわかる代謝マップ、アミノ酸の一覧、肝臓での代謝の空腹時と摂食後の比較の図を掲載した。

その他、重要語句、難解な用語などは巻末に用語集としてまとめて掲載・解説し、全章に渡って横断的に使用できるよう工夫をした。

③については、しっかりとした内容が担保される前提で、昨今の経済的な状況から可能な限り価格を抑えた教科書を求める声が多いため、その需要に応えるべく内容を精査し、ボリュームおよび価格を抑えることに留意した。

今回、『N ブックス 生化学の基礎』を刊行するにあたり、全国の栄養士・管理栄養士養成課程で実際に生化学を講義されている若手、中堅、ベテランの先生方に執筆をお願いした。日頃の学生の疑問や勉強の上でのつまずきをよくご承知の先生方には、わかりやすく、そして興味もてるように執筆していただき、厚くお礼申し上げます。

学生のみなさんが、生化学の栄養学における位置づけを考えながら本書を使い、楽しんで勉強してくださることを、編者一同、願っている。

2020年2月

編者一同

序 章	生化学を学ぶにあたり 1
	1. なぜ、生化学を? 1
	2. 食べること 1
	3. 生化学の歴史 1
	4. 「生命科学」につなげる 2
第1章	人体の機能と構造 3
	1. 人体の構成：器官，組織 4
	1.1 器官，組織 4
	2. 人体の構成：細胞（細胞内小器官と生体膜） 7
	2.1 細胞と細胞内小器官 7
	2.2 生 体 膜 10
	3. 生体成分の概要 12
第2章	糖質の構造と機能 14
	1. 糖 質 と は 15
	2. 糖質の特徴 15
	2.1 基本単位と分類 15
	2.2 光学異性体 16
	2.3 環状構造とアノマー 16
	3. 単 糖 類 17
	3.1 グルコース 17
	3.2 フルクトース 18
	3.3 ガラクトース 18
	3.4 リ ボ ース 18
	3.5 デオキシリボース 18
	4. 二 糖 類 19
	4.1 スクロース 19
	4.2 マルトース 20
	4.3 ラクトース 20
	5. 多 糖 類 21
	5.1 デ ン プ ン 21
	5.2 グリコーゲン 22
	5.3 セルロース 22
	6. その他の糖類，複合糖質 24
	6.1 単 糖 類 24
	6.2 二 糖 類 25
	6.3 多 糖 類 25

	6.4 複合糖質	26
第3章	脂質の構造と機能	28
	1. 脂質の分類	29
	1.1 単純脂質	29
	1.2 複合脂質	30
	1.3 誘導脂質	31
第4章	たんぱく質の構造と機能	36
	1. アミノ酸の種類, 構造と性質	37
	1.1 アミノ酸	37
	1.2 標準アミノ酸	39
	1.3 特殊生成物	39
	2. ペプチド	40
	2.1 ペプチド結合	40
	2.2 生理活性ペプチド	41
	3. たんぱく質の構造と機能	41
	3.1 たんぱく質の構造	41
	3.2 たんぱく質の分類	47
第5章	酵素の機能	49
	1. 酵素の反応と性質	50
	1.1 酵素の性質	50
	1.2 酵素の反応	53
	2. 酵素の活性の調整	55
	2.1 酵素の活性化・不活性化	55
	2.2 フィードバック調整	57
	3. 酵素の分類	58
	3.1 酵素の分類	58
第6章	糖質の代謝	60
	1. 糖質の代謝の概要	62
	2. ATPの役割	62
	2.1 生体におけるエネルギー	62
	2.2 高エネルギーリン酸化合物	63
	2.3 異化と同化	64
	3. 解糖系	65
	3.1 解糖系の概要	65
	3.2 解糖系	65

4. クエン酸回路 (TCA サイクル).....	69
4.1 外呼吸と内呼吸.....	69
4.2 代謝の概要.....	69
5. 電子伝達系 酸化的リン酸化.....	72
5.1 代謝の概要.....	72
5.2 電子伝達系.....	72
5.3 酸化的リン酸化.....	73
5.4 脱共役による ATP 合成の調節.....	73
5.5 ATP 産生の収支.....	74
6. 糖新生と糖質の合成.....	76
6.1 五炭糖リン酸回路.....	76
6.2 グルクロン酸経路.....	78
6.3 グリコーゲンの合成と分解.....	79
6.4 糖 新 生.....	80
6.5 血糖の調整.....	82

第 7 章

脂質の代謝.....	86
1. 脂質代謝の概要.....	88
2. 脂肪酸の生合成.....	88
3. 脂肪酸の酸化.....	89
3.1 脂肪酸の活性化.....	89
3.2 ミトコンドリアへの脂肪酸の取り込み.....	89
3.3 β 酸 化.....	90
3.4 ケトン体の合成.....	91
4. 不飽和脂肪酸の代謝.....	92
4.1 不飽和脂肪酸の合成.....	92
4.2 不飽和脂肪酸の酸化 (分解).....	92
5. エイコサノイド (イコサノイド) の代謝.....	93
6. トリアシルグリセロール・リン脂質・糖脂質の代謝.....	93
6.1 トリアシルグリセロールの代謝.....	93
6.2 リン脂質の代謝.....	96
6.3 糖脂質の代謝.....	96
7. コレステロールと胆汁酸の合成.....	96
7.1 コレステロールの合成.....	96
7.2 胆汁酸の合成.....	97
7.3 ステロイドホルモンの合成.....	98
8. 脂質の輸送と蓄積.....	98

8.1 リポたんぱく質の種類と働き 89

8.2 脂質の運搬 99

STEP UP 101

第8章

たんぱく質・アミノ酸の代謝 106

1. たんぱく質の合成と分解 107

1.1 摂取たんぱく質の消化・吸収 107

1.2 体たんぱく質の生合成 110

2. アミノ酸の分解経路 111

2.1 アミノ酸のアミノ基転移反応と酸化的脱アミノ酸反応 112

2.2 尿素回路 112

3. アミノ酸の利用 114

3.1 炭素骨格のエネルギー代謝 114

3.2 生理活性物質の生合成 116

第9章

情報高分子の構造と機能：核酸とたんぱく質の合成 125

1. ヌクレオチドと核酸 (DNA, RNA) 126

2. DNAの塩基対：二重らせん構造と相補性 129

3. 遺伝子DNAとゲノムDNA 129

4. クロマチンと染色体 130

5. DNAの複製・修復 131

5.1 DNAの複製 131

5.2 DNAの修復 132

6. 遺伝子発現, たんぱく質合成：転写と遺伝暗号と翻訳 132

6.1 遺伝子発現：転写 133

6.2 たんぱく質合成：遺伝暗号と翻訳 134

第10章

免疫と生体防御 138

1. 免疫系による生体防御機構 140

1.1 自然免疫 140

1.2 獲得免疫 141

2. アレルギー 143

2.1 アレルギーの種類 143

2.2 食物アレルギー 146

3. 自己免疫疾患 147

3.1 自己免疫疾患の要因 147

4. 免疫不全 147

4.1 免疫不全の要因 147

第 11 章

発展的学習 1 ビタミンの栄養 149

1. 脂溶性ビタミン 150

2. 水溶性ビタミン 152

第 12 章

発展的学習 2 内分泌系 158

1. ホルモンの作用機序 159

1.1 ホルモンの定義と種類 159

1.2 受容体 159

2. ホルモン分泌の調節機構 161

3. 各種ホルモン 161

3.1 血糖値を調節するホルモン 161

3.2 血中カルシウム濃度を調節するホルモン 164

3.3 女性の性周期を調節するホルモン 164

3.4 消化管の働きを調節するホルモン 166

用語集 168

さくいん 175

生化学を学ぶにあたり

1. なぜ、生化学を？

栄養士・管理栄養士養成課程で学ぶみなさんは、栄養士・管理栄養士の資格を取得し人々の「食と健康」にかかわる業務に従事することを目指している。

栄養士になるための6つの法令規定科目、および管理栄養士国家試験ガイドラインのうち、「人体の構造と機能」の教育内容に生化学が含まれている。様々な科目のなかでも、生化学は難しい、苦手だと感じている学生は多い。

しかし、栄養学の諸課題に取り組むために、体内で生体物質がエネルギーと絡み合いながら変化する過程を知ることは必要である。物質(構造)を知り、その変化(代謝)を知り、その変化を推し進める力(酵素)を知るのが「生化学」の学修なのである。

2. 食べること

ヒトは食べないと生きていけない。では、何のために食べるのか？ その答えは、200年以上前のラボアジェの実験にある。ラボアジェは、ヒトを対象として吸気の中の酸素の量と呼気の中の二酸化炭素の量、その間になされた仕事の量をはかり、熱機関の中で燃料が酸化されて仕事になされると同じように、ヒトの体の中では毎日食べている食べ物がゆっくり酸化されて生命活動が行われていることを明らかにした。

3. 生化学の歴史

杉晴夫は『栄養学を拓いた巨人たち』¹⁾で、栄養学の成立を歴史的にたどり、生化学がどのような位置を占めるのかを解説している。以下、その著書より「生化学」の歴史を概観しよう。

(1) 消化・吸収と三大栄養素

まず、日々必要な食べ物の「消化」とは化学作用であると考えられた。19世紀初頭、化学者たちは「消化」を研究対象とする生理学に興味をもち、他方、生理学者たちは体内の化学反応を研究する重要性を認識し、両者の互いの協力により「生化学」という分野が生まれた。

生化学の成立とともに、科学者たちは「栄養素」の存在に気づき、三大栄養素の糖質、脂質、たんぱく質が取り上げられた。

(2) ビタミンの発見

19世紀半ばには、細菌学研究が隆盛をきわめた。多くの病原菌が発見され、人々は病気には必ず病原菌が存在すると信じた。ところが、ヨーロッパ諸国の活動が世界に広がるにつれ、長期間航海する船乗りたちは「壊血病」に苦しめられた。この病気は、原因となる病原菌がみつからなかった。三大栄養素のほかに、生命の維持に不可欠の「未知の微量物質」があるのではないかという問いがビタミンなどの発見に結びつく。特に20世紀初頭は、ビタミンの時代である。各種のビタミンの発見によって、多くの研究者がノーベル賞を受賞している。

(3) 代謝研究＝「生化学」

20世紀の前半には実験技術が発達し、研究者たちは体内に取り入れられた栄養素が燃焼するしくみを次々と解明していった。ここで中心になるのは、栄養素としての糖質が完全燃焼して二酸化炭素と水になる過程である。「解糖」と「クエン酸回路」、さらに、これらの過程で大量に産生される「生体内のエネルギー通貨」、アデノシン三リン酸（ATP）の発見である。また、脂質やたんぱく質がクエン酸回路に投入される過程や「ATP産生工場」としてのミトコンドリアにおける電子伝達系の機構などが解明された。この分野こそが「生化学」である。そして、この分野でもまた多くの研究者がノーベル賞を受賞した。さらに、このような三大栄養素の代謝経路の随所で必要なものが、すでに発見されていたビタミンだったのである。

4. 「生命科学」につなげる

生化学実験では、生体高分子化合物などを対象に生体内の化学反応を試験管内で再現しながらメカニズムを解明する。2018年ノーベル生理学・医学賞受賞者の本庶佑京都大学特別教授は大学院生として生化学の研究室で研究生活をスタートした。本庶は著書『がん免疫療法とは何か』²⁾で、生命を分子で理解するという夢は、「組み換えDNA技術、遺伝子破壊技術、DNA塩基配列の解読技術、顕微鏡の進歩、タンパク質構造解析法の進歩」などの技術革新によって現実になったと記している。

学生のみなさんには生化学を学修し、栄養学からさらに生命を分子で理解する「生命科学」に興味や知識を広げてもらいたい。

参考文献

- 1) 杉 晴夫：『栄養学を拓いた巨人たち「病原菌なき難病」征服のドラマ』、講談社ブルーバックス、2013
- 2) 本庶 佑：『がん免疫療法とは何か』、岩波新書、2019

人体の構造と機能

ヒトの体は、様々な種類の細胞 60 兆個からなり、階層的に細胞→組織→器官（器官系）→個体の順で構成される。細胞は、核、細胞質、細胞膜からなる。

本章で学ぶこと

1. 人体の構成

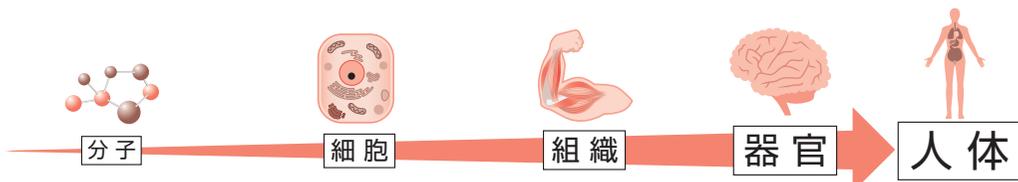
- 器官は、複数の組織からなり、消化器系など一連の働きをする器官系を構成する。
- 組織は、同じかたちや働きをする細胞の集りで、上皮、支持、筋、神経組織がある。
- 細胞は、核、細胞質、細胞膜で構成される。細胞質は、細胞の中の核を除いた部分で、核以外の細胞内小器官とサイトゾル（細胞質ゾル）がある。
- 細胞内小器官は、たんぱく質の合成など一定の働きをする構造体である。
- 生体膜は、主にリン脂質による脂質二重層で、細胞膜と細胞内小器官の膜がある。
- 生体膜には輸送体や受容体があり、細胞内外での物質や情報のやり取りを仲介する。

2. 生体成分

- 生体成分の約 60% は水分で、それ以外にたんぱく質、脂質、炭水化物、核酸がある。
- 生体成分の構成単位は、アミノ酸、脂肪酸、単糖、ヌクレオチドである。

ふんわり
理解！

人体構成の概略



生体成分	人体の構成		
生体成分（構成単位）	細胞内小器官と細胞膜	組 織	器官系（器官）
1. 水分	1. 核 指令センター	1. 上皮組織 カバー	1. 運動器（骨格・筋）
2. たんぱく質（アミノ酸）	2. リボソーム 合成装置	2. 支持組織	2. 循環器（心臓・血管）
3. 脂質（脂肪酸など）	3. 粗面小胞体 合成工場	① 結合組織	3. 呼吸器（鼻・気管・肺）
4. 炭水化物（単糖）	4. 滑面小胞体 多機能貯蔵庫	② 骨組織	4. 消化器（食道・胃・腸）
5. 核酸（ヌクレオチド）	5. ゴルジ体 加工・配送センサー	③ 軟骨組織	5. 泌尿器（腎臓・膀胱）
	6. リソソーム 清掃センター	クッション	6. 生殖器（精巣・卵巣）
	7. ペルオキシソーム	3. 筋組織 運動	7. 内分泌（甲状腺・副腎）
	酸化・解毒センター	4. 神経組織	8. 神経（中枢・末梢）
	8. ミトコンドリア	情報伝達	9. 感覚器（耳・目・皮膚）
	9. 細胞骨格 エネルギーセンター		

1. 人体の構成：器官，組織

1.1 器官，組織

(1) 器官（臓器），器官系

人体には、胃や心臓、肺のような様々な器官がある。器官は、2種類以上の組織が集まり、独立した形態でそれぞれ特有の働きをする。働きによって器官をまとめたものが器官系であり、消化器系や循環器系など個体を維持するための一連の働きをする（表1-1）。

表1-1 器官系の種類と働き，構成する主な器官

器官系	主な働き	主な器官	
運動器系	骨格系	身体を支え、動かすための基盤	骨、軟骨、靭帯、関節
	筋系	骨格に付着し、運動するために収縮	骨格筋、心筋、平滑筋
循環器系	血管系とリンパ系（体液循環）	心臓、血管、リンパ管	
呼吸器系	酸素の供給と二酸化炭素の排出	鼻、咽頭、気管、気管支、肺	
消化器系	食物の消化と吸収	口、食道、胃、小腸、大腸、肝臓、膵臓	
泌尿器系	老廃物を尿として排出	腎臓、尿管、膀胱	
生殖器系	生殖細胞をつくり、子孫を増やす	精巣、精管、卵巣、卵管、子宮	
内分泌系	ホルモンの産生と分泌	下垂体、甲状腺、副腎、膵臓	
神経系	外部からの刺激の伝達、各部の運動と機能の調節	中枢神経（脳、脊髄）、末梢神経（運動神経、感覚神経、自律神経）	
感覚器系	外界の刺激を受容し、神経系へ伝達	目、耳、鼻、舌、皮膚	

(2) 組織

組織は、同じかたちや性質をもった細胞の集まりで、細胞外マトリックス（細胞外基質）と一緒に1つのまとまった働きをする。役割によって上皮組織、支持組織、筋組織、神経組織の4つに分けられる（表1-2）。

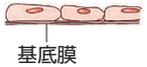
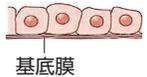
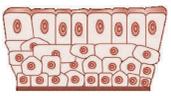
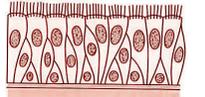
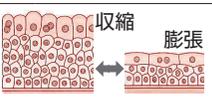
表1-2 組織の種類と働き

組織	主な働き	
上皮組織	身体の内外の表面を細胞の層で覆う組織。器官の保護、栄養や酸素の吸収。腺上皮は、内分泌腺と外分泌腺で種々の物質を産生	
支持組織	結合組織	組織や器官の間を多種類の細胞と細胞外基質〔膠原（コラーゲン）線維や弾性（エラスチン）線維、ヒアルロン酸など〕で埋めて結合
	骨・軟骨組織	骨（骨基質）と軟骨（軟骨基質）。器官の保護や身体を支える
筋組織	収縮性たんぱく質（アクチンとミオシンによる筋フィラメント）をもつ筋線維（筋細胞）の集合体。横紋筋と平滑筋がある	
神経組織	中枢神経（脳、脊髄）と末梢神経（体性神経系と自律神経系）。末梢からの情報を中枢へ、中枢からの指令を末梢へ伝達	

1) 上皮組織

上皮組織は、皮膚や消化管の内側など器官の内外を覆う上皮（**被蓋上皮**：器官の保

表1-3 上皮組織の種類と働き

配列	かたち	特徴と主な働き	器官
単層	扁平 	特徴：扁平な細胞が1層に並ぶ 働き：物質交換（酸素など）、内外の障壁	交換 血管（内皮）、肺胞
	立方 	特徴：立方形の細胞が1層に並ぶ 働き：腺の導管、内外の障壁	導管 尿管、甲状腺濾胞
	円柱 	特徴：円柱状の細胞が1層に並ぶ 働き：物質の吸収と分泌（栄養素など）	吸収 胃、小腸、大腸
重層	扁平 	特徴：表面付近で扁平、深部で立方・円柱な細胞が重なって並ぶ（重層） 働き：保護（物理的刺激、化学的刺激）	保護 表皮（皮膚）、口腔、食道、膈
	円柱 	特徴：円柱状の細胞が重なって並ぶ 働き：内外の障壁、導管	障壁 結膜
多列線毛		特徴：高さの異なる細胞が重なり合い多層のように並ぶ（偽重層）。線毛をもつ。 働き：運搬（粘液や微細な粒子）	運搬 鼻腔、気管、精管
移行		特徴：尿の充満状態に応じて細胞が変形（膨張・収縮）する。 働き：貯蔵（尿）、内外の障壁	貯蔵 膀胱、尿管

護、**吸収上皮**：栄養などの吸収、**呼吸上皮**：酸素などのガス交換、**感覚上皮**：音や臭い、味など感覚の感知と、消化液、唾液、ホルモン、汗などを分泌する**腺上皮**（外分泌腺と内分泌腺）がある。

細胞のかたちにより**扁平上皮**、**立方上皮**、**円柱上皮**、並び方（配列）により**単層上皮**、**重層上皮**に分けられる。また、多層にみえるがすべての細胞が基底膜と接している上皮として、**多列線毛上皮**と**移行上皮**がある。移行上皮は、管の伸び縮みでかたちが変わり、収縮時には5～6層、膨張時には2～3層となる（表1-3）。

2) 支持組織

支持組織は、各組織や器官の間を結びつけ、身体を支えてかたちを保つ働きがある。細胞外基質とそこに散在する細胞によって①**結合組織**、②**骨組織**、③**軟骨組織**の3つに分けられる。細胞外基質には、細胞が分泌する**コラーゲン**（**膠原線維**：伸びにくい・引っ張りに強い）や**エラスチン**（**弾性線維**：伸縮する）、**ムコ多糖**（ヒアルロン酸、コンドロイチン硫酸：保水性・弾力性）、リン酸カルシウムなどがある。

① **結合組織** 結合組織は、上皮組織が接する基底膜の下にあり、ほぼ全身に存在する。多種類の細胞（線維芽細胞、マクロファージ、形質細胞、肥満細胞）が散在し、組織の**結合**と**支持**のほか、**代謝**や**免疫**などの働きもある。

また、結合組織は、細胞外基質や線維の種類の違いから、**疎性結合組織**と**密性結合組織**に分けられる。疎性結合組織は、全身に分布している。ムコ多糖など粘性のある

コロイド状の組織液の中に膠原線維（コラーゲン線維）や弾性線維（エラスチン線維）がまばらに存在する。一方、密性結合組織は、腱や靭帯に存在する。強靭なコラーゲン線維が密集し、組織液が少ない。

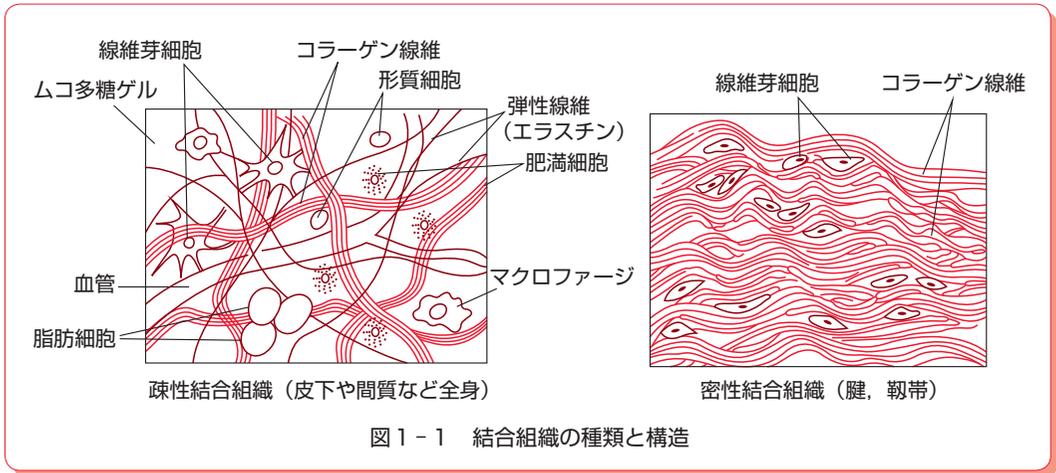


図1-1 結合組織の種類と構造

② 骨組織 細胞（骨芽細胞，骨細胞，破骨細胞）と基質（コラーゲン線維，リン酸カルシウム）からなる強固な構造で，身体を支える役割をする。骨芽細胞は，骨基質を分泌して新たな骨をつくり，骨細胞となる。破骨細胞は，骨を溶かして，骨の新陳代謝や血液中のカルシウム濃度を調節する。

③ 軟骨組織 軟骨芽細胞，軟骨細胞と軟骨基質（コラーゲン線維，弾性線維，プロテオグリカン：ムコ多糖を含むたんぱく質）からなる。軟骨組織は，ゲル状で保水性の高いプロテオグリカンによって特有の硬さと弾力性を示す。

3) 筋組織

筋組織は，筋線維（筋細胞：細長い線維状の細胞）の集まりで，筋フィラメント（アクチンとミオシン）の収縮によって身体を動かす役割をする。身体の運動にかかわる骨格筋，心臓を動かす心筋，消化管や血管の内壁で，管の収縮や蠕動運動にかかわる平滑筋がある。

表1-4 筋組織の種類と働き

筋組織の種類	横紋	核の数	主な働き	分布	
骨格筋	随意筋	あり	多数	強力で急速な収縮・弛緩	骨格筋
心筋	不随意筋	あり	1個 まれに2個	隣接細胞と同調した収縮 一定のリズムで拍動	心臓
平滑筋		なし	1個	遅い収縮・弛緩（蠕動運動）	消化管，血管

骨格筋は，自分の意志で動かすことができる（随意筋）。心筋と平滑筋は，自律神経系で調節されており，意識的に動かすことができない（不随意筋）。骨格筋と心筋

には**横紋**がある（**横紋筋**）。骨格筋の筋細胞には多くの核がある（**多核細胞**）。

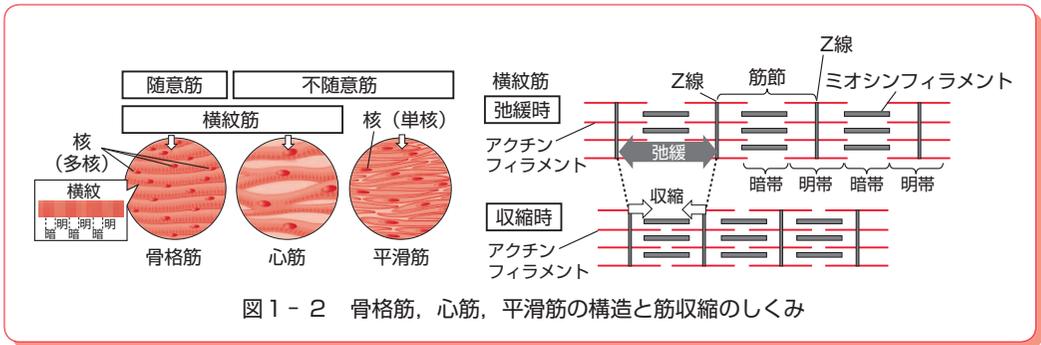


図1-2 骨格筋, 心筋, 平滑筋の構造と筋収縮のしくみ

4) 神経組織

神経組織は、神経系をつくり、体の働きを調節するための**情報の処理と伝達**を行う。神経系には、脳・脊髄からなる**中枢神経系**とそれ以外の**末梢神経系**がある。中枢神経系は情報を処理・伝達する司令塔の役割を、末梢神経系は末梢で受け取った情報を中枢に伝え、中枢からの指令を身体の各部に伝える役割をもつ。

末梢神経系には、身体の機能を維持する**自律神経系**と、感覚・運動にかかわる**体性神経系**がある。自律神経系は**交感神経系**と**副交感神経系**に、体性神経系は**感覚神経系**と**運動神経系**に分けられる。体性神経系が**随意的**な神経系であるのに対し、自律神経系は自分の意志では調節できない**不随意的**な神経系である（図1-3）。

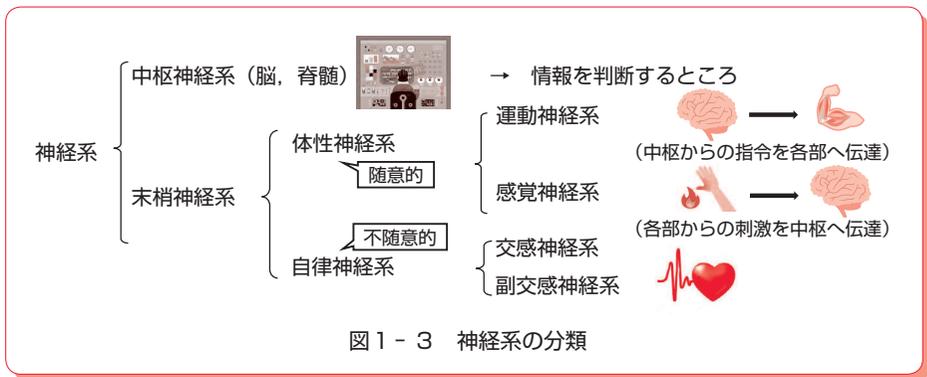


図1-3 神経系の分類

2. 人体の構成：細胞（細胞内小器官と生体膜）

2.1 細胞と細胞内小器官

細胞は生命の基本単位であり、ヒトの身体は200種類以上60兆個の細胞で構成される。細胞は核、細胞質、細胞膜からなり、細胞質は、核以外の細胞内小器官とそれ以外の領域であるサイトゾルに分けられる。