

生基/708

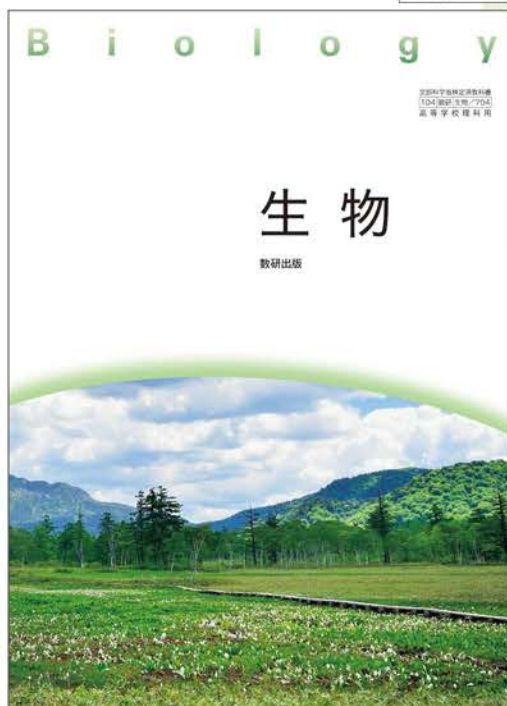


生基/707



高等學校
生物基礎
数研出版

生物/704



B i o l o g y

生物
数研出版

- 1 『生物基礎』と『高等学校 生物基礎』
- 2 授業時間配分表/著作者・編集協力者一覧
- 3 教科書『生物基礎』『高等学校 生物基礎』の特徴
- 9 教科書紙面の紹介 『生物基礎』(生基/707)
- 39 教科書紙面の紹介 『高等学校 生物基礎』(生基/708)
- 77 教科書『生物』の特徴
- 78 授業時間配分表/著作者・編集協力者一覧
- 79 教科書紙面の紹介 『生物』(生物/704)
- 99 新旧教科書の目次比較
- 100 QR コンテンツ一覧
- 104 教授資料
- 116 副教材
- 119 Studyaid D.B.
- 120 デジタル教科書/デジタル副教材



教科書の詳細は
こちら！



紹介動画は
こちら！

数研出版の生物教科書

生物基礎



紹介動画はこちら！



	生物基礎	高等学校 生物基礎	新編 生物基礎
特徴	読みやすく、「自ら考える力」を養える教科書		日常生活とのつながりを感じながら、無理なく基本が身につく教科書
	従来サイズのA5判。小さく軽く持ち運びやすい教科書です。	少し大きめのB5変型判。図や写真を大きく配置した、ゆとりある紙面の教科書です。	大きめのB5判。大きな図や写真、イラストを多用した、見やすい紙面の教科書です。
基本情報	生基/707 A5判 256ページ+折込付録	生基/708 B5変型判 256ページ+折込付録	生基/709 B5判 200ページ+折込付録

生物



	生物
特徴	生物への興味をもちながら、知識の習得ができ、さらに知識を活用する力が身に付けられる教科書
基本情報	生物/704 B5変型判 440ページ+折込付録

サイズ違いで2点の教科書をご用意しています！

『生物基礎』 生基/707



従来サイズのA5判。小さく軽く、持ち運びやすい教科書です。

『高等学校 生物基礎』 生基/708



少し大きめのB5変型判。図や写真を大きく配置した、ゆとりある紙面の教科書です。

2 DNAの構造 遺伝情報はDNAの構造のどこにあるのか？

DNAは遺伝情報の担い手としての役割をもっている。このような役割をもつDNAとは、どのような構造をした物質なのだろうか。

Quest 図2は、DNAの構造を模式的に示したものである。DNAの特徴について、この図から推測できることは何か。ヌクレオチド鎖やヌクレオチドを構成する塩基に注目して考えてみよう。

図2 DNAの構造

A DNAの構成単位 図2からわかるように、DNAは、ヌクレオチドとよばれる構成単位が、多数結合してできている。ヌクレオチドは、リン酸と糖と塩基から構成されている。隣りあうヌクレオチドは、糖とリン酸の間で互いに結合して、ヌクレオチド鎖をつくっている。

DNAを構成するヌクレオチドの糖は、デオキシリボースである。また、DNAを構成するヌクレオチドの塩基には、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。

○ヌクレオチド ○リン酸 ○糖 ○塩基
□ヌクレオチド鎖 □デオキシリボース

2 DNAの構造 遺伝情報はDNAの構造のどこにあるのか？

DNAは遺伝情報の担い手としての役割をもっている。このような役割をもつDNAとは、どのような構造をした物質なのだろうか。

Quest 図2は、DNAの構造を模式的に示したものである。DNAの特徴について、この図から推測できることは何か。ヌクレオチド鎖やヌクレオチドを構成する塩基に注目して考えてみよう。

図2 DNAの構造

A DNAの構成単位 図2からわかるように、DNAは、ヌクレオチドとよばれる構成単位が、多数結合してできている。ヌクレオチドは、リン酸と糖と塩基から構成されている。隣りあうヌクレオチドは、糖とリン酸の間で互いに結合して、ヌクレオチド鎖をつくっている。

DNAを構成するヌクレオチドの糖は、デオキシリボースである。また、DNAを構成するヌクレオチドの塩基には、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。

○ヌクレオチド ○リン酸 ○糖 ○塩基
□ヌクレオチド鎖 □デオキシリボース

- ページ数は同じです。扱う内容や詳しさに差はありません。
- サイズの好みにあわせてお選びいただけます。

● 授業時間配分表 生物基礎 (生基 / 707), 高等学校 生物基礎 (生基 / 708)

章	節	配当時間
序章		2
第1章 生物の特徴	第1節 生物の多様性と共通性	4
	第2節 エネルギーと代謝	2
	第3節 呼吸と光合成	4
第2章 遺伝子とそのはたらき	第1節 遺伝情報と DNA	4
	第2節 遺伝情報の複製と分配	4
	第3節 遺伝情報の発現	6
第3章 ヒトの体内環境の維持	第1節 体内での情報伝達と調節	6
	第2節 体内環境の維持のしくみ	6
	第3節 免疫のはたらき	6
第4章 生物の多様性と生態系	第1節 植生と遷移	4
	第2節 植生の分布とバイオーム	4
	第3節 生態系と生物の多様性	4
	第4節 生態系のバランスと保全	4
合計		60

※生物基礎は、標準2単位で年間授業時間数の合計は70時間ですが、この表では学校行事のことも考慮して、60時間で計算しています。

著作者・編集協力者

● 著作者

産業技術総合研究所 / 東京大学名誉教授
嶋田 正和
順天堂大学特任教授
坂井 建雄
北海道大学名誉教授
鈴木 誠
早稲田大学教授
園池 公毅
東京都立大学准教授
成川 礼
京都大学名誉教授
湯本 貴和
東京都立桜修館中等教育学校時間講師
板山 裕
三田国際学園中学校・高等学校教諭
大野 智久
大阪教育大学附属高等学校池田校舎教諭
岡本 元達
立命館中学校・高等学校副校長
久保田 一暁

東京都立小石川中等教育学校主任教諭
佐野 寛子
元大阪教育大学附属高等学校教諭
中井 一郎
神戸大学附属中等教育学校教諭
中垣 篤志
東京都立立川高等学校非常勤教員
中村 厚彦
大阪国際中学校高等学校教諭
中村 哲也
東京大学大学院総合教育研究センター
研究支援員
鍋田 修身
東洋大学附属姫路中学校・高等学校校長
大森 茂樹
京都府立洛北高等学校附属中学校
首席副校長
田中 秀二
元奈良女子大学附属中等教育学校副校長
中道 貞子
元東京都立江北高等学校主幹教諭
早崎 博之

● 編集協力者

生物基礎
元福岡県立福岡高等学校教諭
跡部 弘美
愛知県立半田高等学校教諭
小澤 堯
新潟県立五泉高等学校教諭
下越 世津子
神奈川県立厚木高等学校総括教諭
杉原 孝治
高知県立須崎総合高等学校教諭
西村 芳江
京都女子中学校・高等学校教諭
橋口 博計
(ほか1名)

高等学校 生物基礎
静岡県立静岡東高等学校教諭
稲垣 聖二
帝塚山学院泉ヶ丘中学校高等学校非常勤講師
成田 崇裕
京都府立洛東高等学校教諭
藤原 直樹

教科書『生物基礎』『高等学校 生物基礎』の特徴

詳しくは次のページから

POINT

1 「主体的・対話的で深い学び」を実現

POINT

2 知識の習得がしやすい

POINT

3 「探究する力」を身につけられる

POINT

4 生物への興味・関心を深める

POINT

5 観察・実験を通じて学びを深める

新課程 数研理科教科書の新たな試み!

QRコンテンツで、新たな学びへ!

紙面のQRコードからアクセス可能なQRコンテンツが合計131点



→コンテンツの内容など詳しくは、本冊子 100 ~ 101

教科書の解説動画をご用意しています!

- 自学自習をサポートします。
- 反転学習にも活用できます。
- 対面授業が難しい状況下でも学習が進められます。

解説動画数：各単元の解説動画 39本

→ご利用方法など詳しくは、本冊子 115

POINT1 「主体的・対話的で深い学び」を実現

● 章はじめで目標や既習事項を確認して、学習を進めることができます。

この章の「目標」 NEW!

その章で学習することの目標を示し、見通しをもって学習を進められるようにしています。

既習事項の「確認」 NEW!

すでに学習している事項のうち、その章で学習することに関する内容を掲載しています。

第2章 遺伝子とのはたらき

この章の目標は、遺伝子とはどういったものなのか、どういったはたらきをするものなのかを理解し、自分の言葉で説明できるようにすることである。

これまでに学習した内容のうち、この章に関連する内容を思い出してみよう。

中学校で学習したこと

- 生物がもつ形や性質などを形質、親の形質が子に伝わることを遺伝という。
- 遺伝とは、遺伝子が親から子へ伝えられることである。
- 遺伝子の本体は、DNAである。
- 遺伝子は、染色体に存在する。
- 体細胞分裂では、染色体は分裂前に複製されて2倍に増え、分裂によってそれぞれの細胞に均等に分配される。
- タンパク質は、アミノ酸がたくさんつながってできている。
- タンパク質は、消化酵素によってアミノ酸に分解され、体内に取りこまれる。

この教科書で学習したこと

- 代謝におけるさまざまな化学反応は、酵素によって促進されている。
- 酵素は、おもにタンパク質でできている。

この章を学習していくと、これらが互いに関連していることが理解できる。これまでに学習した内容を整理しながら、この章の学習を始めよう。

第1節 遺伝情報とDNA
—— 遺伝子の本体がDNA についてどういふこと？

第2節 遺伝情報の複製と分配
—— 遺伝情報ってどうやって伝えられるの？

第3節 遺伝情報の発現
—— 遺伝情報ってどうやって形質に現れるの？

▶ p.62~63 「遺伝子とのはたらき」の章はじめ (▶本冊子 40~41)

● 生徒が「目標」を意識し、見通しをもって学習することができます。

第1節 遺伝情報とDNA

この節の目標

- 1 DNAは2本のヌクレオチド鎖からなる二重らせん構造をしていることを理解する。
- 2 遺伝情報はDNAの塩基配列にあることを理解する。

▲ p.64 「遺伝情報とDNA」の節はじめ (▶本冊子 42)

節末チェック

- 1 DNAがどのような構造をしているのか、できるだけ詳しく説明してみよう。
- 2 遺伝情報は、DNAの中にどのようなかたちで存在しているのか、説明してみよう。

▲ p.69 「遺伝情報とDNA」の節末 (▶本冊子 47)

「この節の目標」 NEW!

学ぶ内容を明確にし、生徒が目的をもって学習できるよう、各節のはじめに「この節の目標」を明記しています。

「節末チェック」 NEW!

学んだことを自分の言葉で説明することで、目標が達成できたかを確認することができます。

● 「Quest」で主体的な学びを促せます。 NEW!

新指導要領では、生徒が自ら考え、気づき、理解する学びが求められています。「Quest」で問いを投げかけることで、学習事項を生徒が自ら考えることを意識させる構成になっています。

2 DNAの構造 — 遺伝情報はDNAの構造のどこにあるのか？

DNAは遺伝情報の担い手としての役割をもっている。このような役割をもつDNAとは、どのような構造をした物質なのだろうか。

Quest 図2は、DNAの構造を模式的に示したものである。DNAの特徴について、この図から推測できることは何か。ヌクレオチド鎖やヌクレオチドを構成する塩基に注目して考えてみよう。

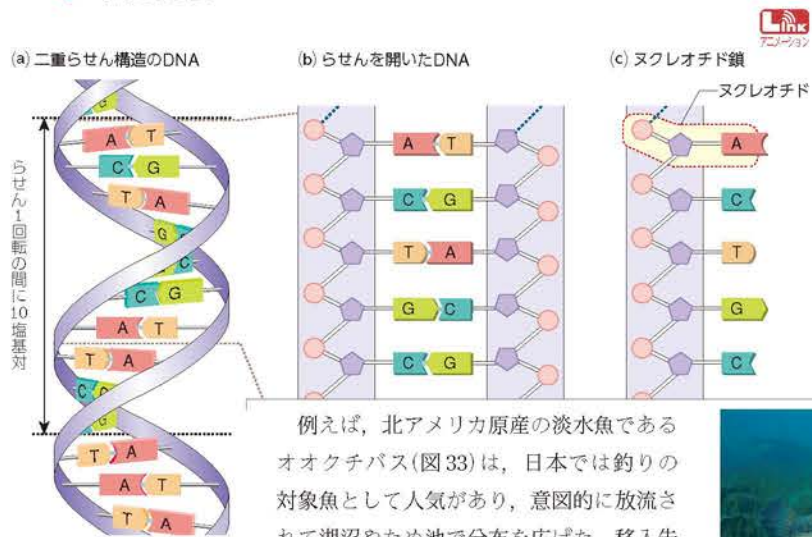


図2 DNAの構造

例えば、北アメリカ原産の淡水魚であるオオクチバス(図33)は、日本では釣りの対象魚として人気があり、意図的に放流されて湖沼やため池で分布を広げた。移入先にはオオクチバスの捕食者がいない場合が多く、数を増やしやすいため、さらに、オオクチバスは動物食性で、さまざまな種類の水生動物を捕食する。そのため、移入先に本来生息していた生物に大きな影響を与えている。



図33 オオクチバス

Quest 図34のグラフは、宮城県の伊豆沼における魚の漁獲量の推移を示している。オオクチバスの移入によって他の魚にどのような影響があったと考えられるだろうか。グラフからわかることをあげてみよう。

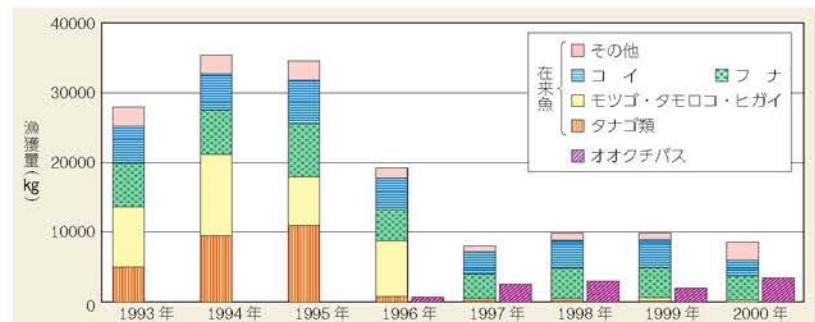



図34 宮城県伊豆沼の魚種別漁獲量の推移 モツゴ、タモロコ、ヒガイ、タナゴ類はいずれも体長10cm前後の小形の淡水魚である。巻末の生物図鑑も参照。[宮城県水産技術総合センター 内水面水産試験場資料より]

主体的な学習をサポートする教科書準拠の教材をご用意! (詳細は本冊子 116~117)

※ 4~8で紹介している紙面は、すべて『高等学校 生物基礎(生基/708)』の紙面です。

POINT2 知識の習得がしやすい

- 重要な図には、図を解説するアニメーション動画を用意しました。



転写・翻訳や血糖濃度調節、免疫などの図について解説する動画。テロップ・音声付きです。
NEW!

抗体による免疫反応

増殖したヘルパー T 細胞は、B 細胞から抗原の提示を受け、さらに自分の型と一致すると、その B 細胞を活性化する。

▲p.141 (▶本冊子 61)

- 学習した知識の確認・整理が容易です。

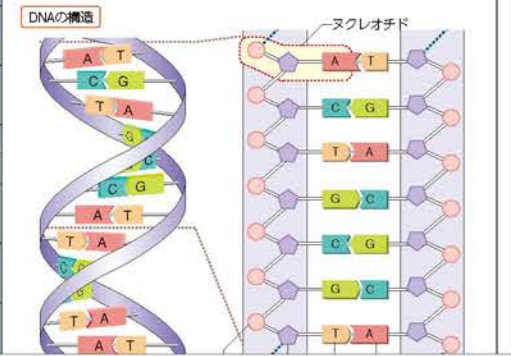
知識の確認

第1節 遺伝情報とDNA

- DNA(デオキシリボ核酸)は、ヌクレオチドが多数結合してできている。
- ヌクレオチドは、リン酸、糖、塩基からなる。
- DNAを構成する糖は、デオキシリボースである。
- DNAを構成する塩基には、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。
- DNAは、2本のヌクレオチド鎖からなり、二重らせん構造をしている。
- DNAの2本のヌクレオチド鎖では、塩基で相補的に結合している。

「知識の確認」 NEW!

各章末に掲載。その章で学習した内容を箇条書きで示しました。学習内容の振り返りができます。(▶本冊子 32)

<input type="checkbox"/> 遺伝情報	DNAがもち、親から子へ受け継がれる、その生物が個体を形成し、生命活動を営むのに必要な情報を遺伝情報という。
<input type="checkbox"/> 遺伝子	DNAの塩基配列のうち、タンパク質をつくるための情報をもつ領域を、遺伝子という。
<input type="checkbox"/> DNA(デオキシリボ核酸)	DNAは、リン酸、糖(デオキシリボース)、塩基からなるヌクレオチドが多数鎖状に結合してできている。遺伝子の本体である。
<input type="checkbox"/> ヌクレオチド	DNAを構成するヌクレオチドの塩基には、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。
<input type="checkbox"/> リン酸	
<input type="checkbox"/> 糖	
<input type="checkbox"/> デオキシリボース	
<input type="checkbox"/> 塩基	
<input type="checkbox"/> アデニン(A)	
<input type="checkbox"/> チミン(T)	

▲p.104

「重要用語」の一覧 NEW!

巻末資料として、各分野で学習する重要用語(246語)を掲載。理解しやすいよう、用語どうしの関係を階層構造で示したり、図を入れて説明したりしています。

▶p.220 (▶本冊子 75)

POINT3 「探究する力」を身につけられる

- 「科学的に探究する力」・「思考力」を養うことができます。

チャレンジ — 探究する力を身につけよう —

A 2003年に、ヒトのDNAの全塩基配列を読み取る「ヒトゲノム計画」が終了した。ヒトゲノム計画がどのように行われたのか、その成果が私たち人類にどのような利益をもたらすと期待されているのかを調べ、レポートにまとめてみよう。
(探究のプロセス：情報の収集)

B ヒトの遺伝子数は約20500と推定されている。ショウジョウバエの遺伝子数約14000、酵母の遺伝子数約6300と比較して多いだろうか、少ないだろうか。そう考えた根拠とともに説明してみよう。
(探究のプロセス：考察・推論)

C ヒトと最も近縁と考えられているチンパンジーでは、ゲノムの塩基配列はどのくらい違っているのだろうか。自分で予測したらうえで、調べてみよう。
(探究のプロセス：情報の収集、仮説の設定)

▲p.105

章末の「チャレンジ」では、探究のプロセスを部分的に行うことができる課題に取り組むことで、科学的に探究する力を養うことができるようになっていきます。(▶本冊子 33)

NEW!

ほかにも、思考力を養えるよう、実験の手順と結果を与えて考察させる「思考学習」や、学習内容をふまえて取り組める「本文中の問い」を設けています。

- 自ら探究に取り組むことで、「理科の見方・考え方」を養うことができます。

探究のテーマを見つける

生物に関する探究を行う際は、さまざまな学習機会をとらえて、たくさんの生物と出会い、生命現象を直接観察することが大切である。潤沢な情報をもつ生物を、自分なりのこだわりをもって正確に観察すれば、さまざまな「なぜ?」、「どうして?」という疑問がわいてくる。このような疑問が、「知りたい」、「調べたい」という探究の動機になり、探究のテーマにつながっていくのである。

生物を観察する際は、次のような点を意識してみると、探究のテーマにつながる疑問が生まれやすくなるだろう。

■ 五感を駆使して観察する

生物を観察する際は、漫然と眺めるのではなく、「五感」(視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚)を駆使していろいろな視点から注意深く観察しよう。

- 視覚 数、種類、大きさ、形状・構造、色・模様、反応・行動
- 聴覚 音、鳴き声
- 触覚 感触、強度、重さ、力の大きさ、温度
- 味覚・嗅覚 味、におい

■ 観察する際の条件を意識する

同じ生物を観察する場合でも、「時間・場所・環境」などの条件によって結果が変わることがある。どのような条件で観察するか、観察したかを意識しよう。

- 時間 時間帯(朝、昼、夜)、季節(春、夏、秋、冬)
- 場所 緯度、経度、標高、地形
- 環境 気温、降水量、天候、明るさ、昼の長さ、風速、植生、土壌(水分の量、腐植の量、色、やわらかさ、粒の大きさ)、水(水質、水温、水深、流速)

▶p.212 (▶本冊子 72)

POINT4 生物への興味・関心を深める

●「参考」や「コラム」では、身近で興味深い話題を取り上げています。

参考 さまざまな感染症とその症状

病気の代表的なものが感染症である。例えば、インフルエンザは、インフルエンザウイルス(図1左)によって引き起こされる感染症で、発熱やからだの痛みなどの症状が出る。インフルエンザウイルスは、その特徴となる構造が変化しやすいため、免疫記憶が効果を発揮しにくい。そのため、過去にインフルエンザにかかったことがあっても、再び発症することがある。

また、2019年には、これまでに見つかっていなかったコロナウイルスによる感染症が報告され、その後世界的に流行した。この感染症は「新型コロナウイルス感染症(COVID-19)」とよばれ、このウイルス(SARSコロナウイルス2、同図右)に感染すると、発熱・せきなどの症状が現れることがあり、重度の場合は肺炎を引き起こすこともある。ときには、このような新しい感染症が発生することもあり、その対策として、予防方法や治療方法などの研究が行われている。

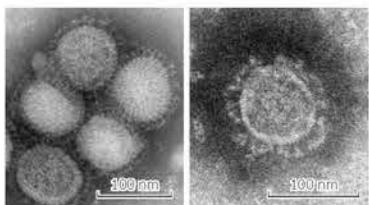


図1 インフルエンザウイルス(左)とSARSコロナウイルス2(右)

※SARS:重症急性呼吸器症候群

◀p.144 (▶本冊子 64)
「参考 さまざまな感染症とその症状」

ほかにも、充実の「生物図鑑」(教科書p.233~250)では、本文に登場する生物(131種)を写真とともに紹介。その生物と人間生活とのかかわりについても解説しています。

POINT5 観察・実験を通じて学びを深める

●観察・実験を、デジタルコンテンツや教授資料でトータルにサポートします。

実験② DNAの抽出

【目的】 生物からDNAを抽出する。

【準備】 ブロッコリー、15%食塩水(質量%), 中性洗剤、エタノール、はさみ、乳鉢、乳棒、ガーゼ、輪ゴム、ピーカー、ガラス棒

【方法】 ① 15%食塩水25mLに中性洗剤を1滴加えてかき混ぜ、DNA抽出液とする。

② ブロッコリーの花芽部分を約10~15gはさみで切り取り、乳鉢に入れ、乳棒でよくすりつぶす。

③ ②に①を入れ乳棒で静かに約3分間混ぜる。

④ ピーカーの口をガーゼでおおい、輪ゴムでとめたものを用いて③をろ過し、ろ液をピーカーにとる。

⑤ ろ液に、ろ液と同量のあらかじめ冷やしておいたエタノールを、ガラス棒を用いて静かに注ぐ。

⑥ ろ液とエタノールの境界面に析出した繊維状の物質(DNA)を確認する。

【探究】 他の生物材料からでもDNAが抽出できるだろうか。試してみよう。

① 常温ではDNAを分解する酵素がはたらくため、②~④の操作を15分以内に行う。



図1 すりつぶした花芽



図2 析出したDNA

実験映像・資料を完備 NEW!

すべての実験について、手順を確認できる映像などをご用意しています。紙面のQRコードからご覧いただけます。



サンプルはこちら!▲

教授資料でのサポートを充実

すぐに使える「実験レポート」のデータを完備しています(▶本冊子 113)。感染症対策に配慮した実験の指導法についても解説しています。

◀p.65 (▶本冊子 43)

ここから『生物基礎』生基/707の紙面をご紹介します

文部科学省検定済教科書
104 数研 生基/707
高等学校理科用



生物基礎

数研出版

B i o l o g y

生徒が自ら学習を進めやすいよう、多彩な構成要素をご用意しました。
各構成要素の詳細は、本冊子の参照頁をご覧ください

この教科書の構成要素

はじめ

第1章 生物の特徴

この章の目標は、生物とはどのような特徴をもつものかを理解し、自分の言葉で説明できるようにすることである。

これまで学習した内容のうち、この章に関連する内容を思い出してみよう。

- 中学校で学習したこと
- いろいろな生物がさまざまな環境で生活している。
- 生物には、その生活環境に応じた特徴がある。
- 異なる生物は、適応によって生きてきたものである。
- 生物は、共通の祖先をもつとされている。
- 生物のからだは細胞からできている。
- どの細胞も共通の機能を果たしている。
- 細胞では、細胞膜によって、取り入れられた物質を利用して活動が行われる。
- 動物は、細胞の働きによって、取り入れられた物質を利用して活動が行われる。
- 植物は、細胞の働きによって活動している。
- 呼吸では、取り入れた酸素を利用して、二酸化炭素と水を材料に、ブドウ糖などの有機物を合成が行われる。

この章を学習していくと、これらが互いに関連していることが理解できる。これまで学習した内容を整理しながら、この章の学習を進めよう。

- 【目標】 生物の多様性と共通性
- 【1】 「生物」とは何？
- 【2】 エネルギーと代謝
- 【3】 呼吸と光合成

中学校で学習した内容や、この教科書で学習した内容の要点を示しています。この章の学習に進む前に、関連する内容を思い出してみよう。

この章で学習する内容の要点を、「何?」、「なぜ?」という身近な疑問と関連づけて示しています。

(▶本冊子 16 ~ 17)

はじめ

第1節 生物の多様性と共通性

この節の目標は、生物の多様性と共通性について理解し、自分の言葉で説明できるようにすることである。

生物の多様性とは何かを学習しよう。

◆この節の目標
この節の学習のゴール(目標)を示しています。しっかりとゴールを意識しながら学習を進めよう。

(▶本冊子 18, 34)

◆Quest
この後に続く本文を読み進める前に、まず考えてほしい部分です。これまでに学んだことや、教科書の文章・資料を参考にして考えてみよう。

(▶本冊子 19, 23, 28, 35)

◆節末チェック
節の最後で、「この節の目標」が達成できたかどうかを確認するための問いかけです。節全体を振り返ってみよう。

(▶本冊子 31)

節末

③

(▶本冊子 32 ~ 33)

章末

知識の確認

- 1 生物の多様性と共通性
- 生物は、多様でありながら共通性をもっている。
- 生物の多様性をもっているのは、生活の環境が、進化の過程で、さまざま変異しているからである。

◆知識の確認
その章で学習した重要な概念を簡潔にまとめています。「節末チェック」とあわせて確認しよう。

- ATPがADPとリン酸に分解されると、エネルギーが放出される。
- すべての生物が、エネルギーを貯蔵する物質としてATPを利用している。

◆日常生活や社会との関連
その章で学習した内容と、日常生活や社会とのつながりについての問いかけです。

補充問題

各章の「節末チェック」や「節末チェック」の知識を確認するための問題です。

◆補充問題
その章で学習した内容を確認するための問題です。

◆チャレンジ!
その章で学習した内容をもとにした、科学的に探究する力を身につけるための題材です。

巻末

巻末資料 「探究のテーマを見つける」、「探究の実践例」、「生物基礎で理解しておきたい重要用語」、「生物図鑑」など、「生物基礎」の学習に役立つ資料を扱いました。

(▶本冊子 72 ~ 76)※

その他の構成要素

実験 観察 調査 実習

学習した内容を具体的に確かめたり、それと関連した生物現象を考えたりするための実験や観察を扱いました。

参考

本文の内容をより深く理解するために、本文と関連する参考となる内容を扱いました。

発展

「生物基礎」の学習指導要領に示されていないものですが、興味・関心に応じて学習することができる内容です。「生物」の内容には「生物」がついています。

コラム

本文の内容に関連した身近な話題や、日常生活にかかわりの深い内容を扱いました。

探究の歴史

生物学の発展に重要な役割を果たした探究を扱いました。

問0

学習の理解度ををはかる問いです。特に思考力を要する問いには「考」がついています。

思考学習

生物学的な思考力を養う考察問題を扱いました。

考えてみよう!

学習した内容をふまえて考えてほしいことを扱いました。

Link

学習内容に関連した資料やコンテンツを利用できる目印です。これらの資料は、下のアドレスまたは二次元コードからアクセスできます。必要に応じて活用してください。
※インターネット接続に際し発生する通信料は、使用される方の負担となりますのでご注意ください。

<https://www.chart.co.jp/qr/22sb1/>



1

アニメーションや映像などのコンテンツを紙面のQRコードからご覧いただけます(▶本冊子 100 ~ 101)

※『高等学校 生物基礎(生基/708)』の紙面のページを示しています。内容は『生物基礎(生基/707)』と同じです。

教科書紙面の紹介

『生物基礎』生基/707

教科書紙面の紹介

『生物基礎』生基/707

「生物基礎」の内容を3編4章で構成しています

目次

Contents

生物基礎を学ぶにあたって 6
 探究のプロセス 8
 予備学習 1. 顕微鏡観察の基本操作 13
 2. ミクロメーターによる測定 19

第1編 生物の特徴

第1章 生物の特徴 24 ▶ **16**
 第1節 生物の多様性と共通性 26 ▶ **18**
 第2節 エネルギーと代謝 42
 第3節 呼吸と光合成 48
 知識の確認・補充問題 60 ▶ **32**

第2章 遺伝子とそのはたらき 62 ▶ **40**
 第1節 遺伝情報とDNA 64 ▶ **42**
 第2節 遺伝情報の複製と分配 74 ▶ **34**
 第3節 遺伝情報の発現 82 ▶ **50**
 知識の確認・補充問題 104

第2編 ヒトの体内環境の維持

第3章 ヒトの体内環境の維持 106
 第1節 体内での情報伝達と調節 108
 第2節 体内環境の維持のしくみ 120
 第3節 免疫のはたらき 132
 知識の確認・補充問題 150 ▶ **58**

第3編 生物の多様性と生態系

第4章 生物の多様性と生態系 152
 第1節 植生と遷移 154 ▶ **66**
 第2節 植生の分布とバイオーム 170
 第3節 生態系と生物の多様性 182
 第4節 生態系のバランスと保全 194 ▶ **68**
 知識の確認・補充問題 210

巻末資料が充実しています

巻末資料 探究のテーマを見つける 212 ▶ **72**
 探究の実践例 214
 生物基礎で理解しておきたい重要用語 218 ▶ **74**
 生物図鑑 233 ▶ **76**
 解答例 251
 索引 253

学習内容の確認やそれと関連した生物現象を考えるための実験・観察

△実験 △観察 🔍調査 📖実習

●実験1 カタラーゼのはたらき 59
 ●実験2 DNAの抽出 65 ▶ **43**
 ●実験3 運動によるからだの状態の変化 109
 ●実験4 身近な照葉樹と夏緑樹の葉の比較 177

 ●観察1 さまざまな細胞の観察 33 ▶ **25**
 ●観察2 原核細胞の観察 38 ▶ **30**
 ●観察3 体細胞分裂の観察 80
 ●観察4 食作用の観察 136

 ●調査1 身近な植生の調査 158
 ●調査2 土壌中の生物の調査 184
 ●調査3 簡易水質調査キットを用いた水質調査 197

 ●実習1 1日の消費エネルギーの算出 43
 ●実習2 DNA模型の作製 69 ▶ **47**
 ●実習3 DNA模型を使った転写と翻訳の理解 91
 ●実習4 大規模な開発について考えよう 208 ▶ **70**

科学史的内容の読み物

探 究 の 歴 史

●顕微鏡発達の歴史 21
 ●遺伝子の本体は何？どんな物質？ 70 ▶ **48**
 ●DNAの半保存的複製の証明 77 ▶ **37**
 ●分化した細胞は同じ遺伝情報をもつのか？ 98

※『高等学校 生物基礎(生基/708)』の紙面のページを示しています。内容は『生物基礎(生基/707)』と同じです。

本文の内容をより深く理解するための関連事項

参考

● 固定と染色 …………… 18	● 湖沼などから始まる遷移 …………… 165	
● 細胞の特徴 …………… 39	● 種子の散布型と植生の遷移 …… 167	
● ウイルスは“生物”なのか? …… 41	● 遷移と種の多様性 …………… 169	
● 体内に取りこんだ有機物のゆくえ・50	● 世界のバイオームの分布 …… 174	5
● 細胞周期と休止期 …………… 81	● 暖かさの指数 …………… 179	
● 体内に取りこんだタンパク質と アミノ酸の関係 …………… 83	● 身近に見られる日本の植生 …… 180	
● 遺伝情報の流れ …………… 91	● 照葉樹・夏緑樹の葉の環境への 適応 …………… 181	
● 脳死とは …………… 113	● 生態系における有機物の利用 …… 189	10
● 視床下部と脳下垂体 …………… 119	● さまざまな生態系 …………… 192	
● グルコースが尿に排出される理由 …………… 127	● なぜ外来生物は移入先で増えて しまうのか? …………… 201	15
● 体内環境のさまざまな調節の しくみ …………… 128	● 人間生活をおびやかす外来生物 …………… 201	15
● 血液の成分とおもなはたらき …… 131	● 生体内に蓄積される有害物質 …… 203	
● さまざまな感染症とその症状 …… 144	● 地球温暖化に対する取り組み …… 204	
● ヒトのいろいろな器官系 …… 148	● 干潟の生態系の保全 …………… 206	
● 植物の生活形 …………… 155	● 人間活動によって多様性が維持 される生態系—里山 …………… 207	20
● 光の強さと光合成速度の関係 …… 157		

31 ◀

※ 51 ◀

※ 57 ◀

※ 64 ◀

身近な話題や日常生活に関連した内容の読み物

コラム

● 薬をつくる細菌 …………… 38	● 血清療法の開発—病気を未然に防ぐ ために …………… 147	
● 生命維持と呼吸 …………… 49	● ラッコが消えたらアザラシも消え た?—海の生物の複雑なつながり …………… 191	25
● 塩基配列が情報をもつということ …………… 68	● 生態系のバランスを崩すのは 外来生物だけ? …………… 202	
● 自律神経系のバランス …………… 115	● 消えゆく地球上の生物たち …… 206	
● 血糖濃度を上げるホルモンが複数 あるのはなぜ? …………… 125	● 「持続可能な開発」を目指して …… 209	30
● 血管が詰まってしまうとどう なる? …………… 131		

▶ 71 ※

学習指導要領の範囲外の内容

発展

● 系統樹は何をもとにつくられるのだろうか? …… 30	▶ 22
● 真核細胞を電子顕微鏡で見よう …… 40	
● 呼吸の過程を詳しく見よう …… 51	
● 光合成の過程を詳しく見よう …… 53	
● すべての生物が呼吸をしているのだろうか? …… 55	
● 酵素はどんな環境でも同じようにはたらくのか? …… 58	
● 塩基の結合に相補性があるのはなぜ? …… 67	▶ 45 ※
● がんの発症には細胞周期の異常が関係している …… 81	
● タンパク質の構造 …… 84	
● 遺伝情報が変化すると、何が起こるのだろうか? …… 93	
● タンパク質合成のしくみを詳しく見よう …… 94	
● 細胞はなぜ分化する? …… 97	
● ヒトのゲノムはみんな同じなのか? …… 102	
● DNA型鑑定とは? …… 103	
● 炎症はどのようなしくみで起こるのか? …… 137	
● 自己と非自己はどのように識別されるのか? …… 139	▶ 59 ※
● 抗体はどのような構造をしているのか? …… 143	▶ 63 ※
● 花粉症はどのようなしくみで起こるのか? …… 147	
● 生物多様性—「生物が多様である」とは? …… 187	

5

10

15

20

生物学的な思考力を養う考察問題

思考学習

● 細胞周期とDNA量 …………… 79	▶ 38
● 遺伝暗号の解読 …………… 92	
● 糖尿病患者における血糖濃度の変化 …… 127	
● 抗原の接種と抗体量の変化 …… 143	▶ 63 ※
● 遷移の進行と植物種 …………… 167	

25

この章で学習することの目標を示し、見通しをもって学習を進められるようにしています

第1章 生物の特徴

この章の目標は、生物とはどういう特徴をもつものなのかを理解し、自分の言葉で説明できるようになることである。

これまでに学習した内容のうち、この章に関連する内容を思い出してみよう。

中学校で学習したこと

- いろいろな生物がさまざまな場所で生活している。
- 生物には、その生息環境での生活に都合のよい特徴が見られる。
- 現存する多様な生物は、進化によって生きてきたものである。
- 生物は、共通点や相違点をもとに分類できる。
- 生物のからだは細胞からできている。
- どの細胞も共通の基本的なつくりをもっている。
- 細胞では、細胞の呼吸によって、取り入れられた酸素を利用して栄養分からエネルギーが取り出される。
- 植物は、細胞中の葉緑体で光合成をしている。
- 光合成では、光のエネルギーを利用して、二酸化炭素と水を材料に、デンプンなどの有機物と酸素がつくられる。

この章を学習していくと、これらが互いに関連していることが理解できる。これまでに学習した内容を意識しながら、この章の学習を始めよう。

第1節 生物の多様性と共通性

— 「生物」って何？

第2節 エネルギーと代謝

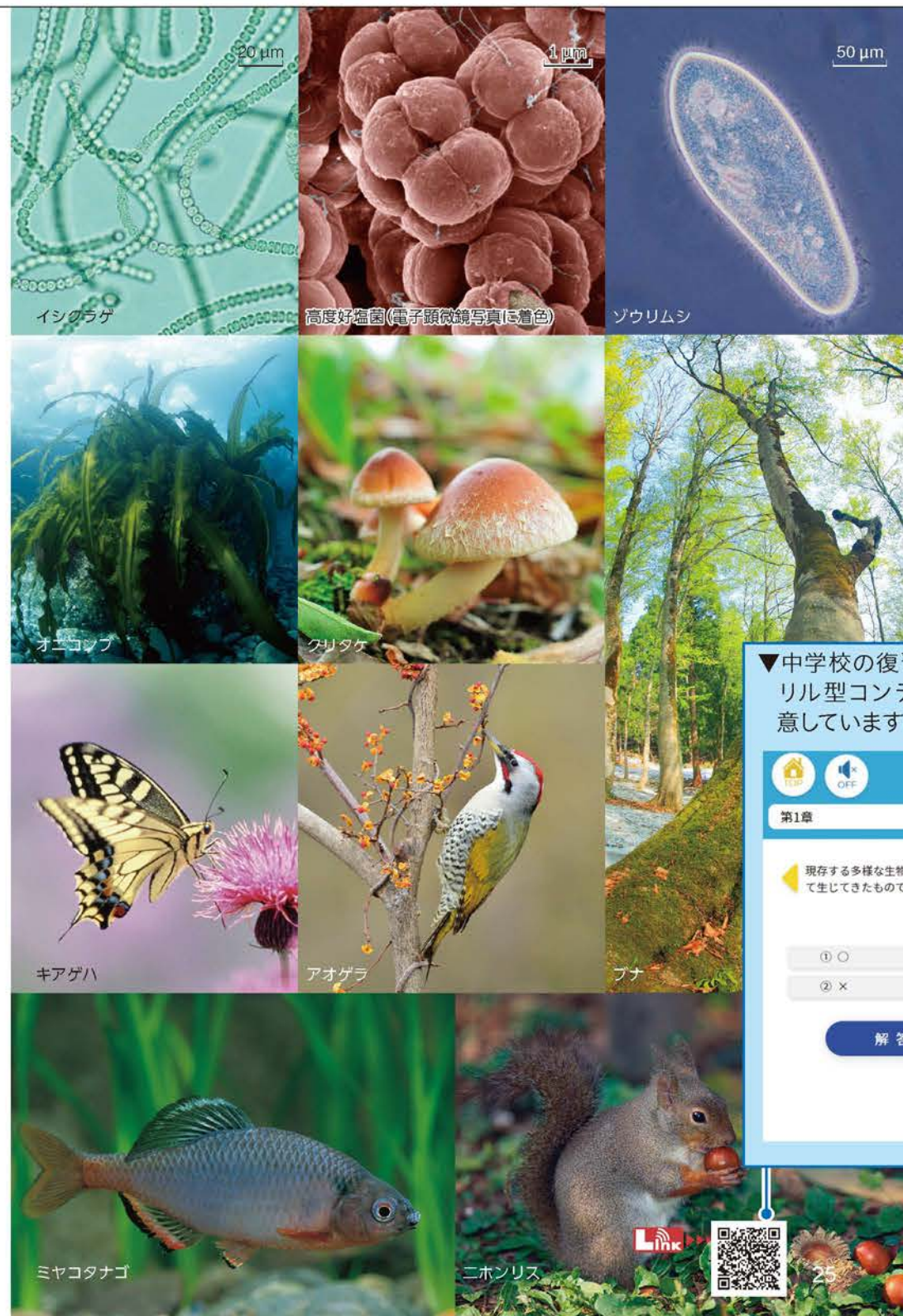
— 「生物」はみんなエネルギーを使うの？

第3節 呼吸と光合成

— 細胞で使われるエネルギーっていったい何？

24

既習事項のうち、その章で学習することに関する内容を掲載しています



▼中学校の復習ができるドリル型コンテンツをご用意しています

第1章 3/9

現存する多様な生物は、進化によって生きてきたものである。

① ○
② ×

解答



25

何を学ぶのかを明確にし、生徒が目的をもって学習できるよう、各節のはじめに「この節の目標」を明記しました

第1節

生物の多様性と共通性

この節の目標

- ① 生物は多様でありながら、共通性をもっていることを理解する。
- ② 生物の共通性と多様性は、生物の進化の結果であることを理解する。

1 生物の多様性 —生物はどのように多様なのか？

私たちが生活している地球上には、さまざまな環境がある。例えば、年間の降水量が4000mmをこえるような地域から、ほとんど雨の降らない地域まである。気温についても、年間の平均気温が30℃をこえる地域から、-10℃ほどしかない地域まである。そして、このようなさまざまな環境には、数千万種ともいわれる多種多様な生物が生活している。



図1 さまざまな環境とそこで生活する哺乳類

①生物の分類の基本的な単位を種という。同じ種の個体は、形態などに共通の特徴をもち、

図1は、地球上のさまざまな環境下で生活するさまざまな哺乳類を示している。

Quest 図1の哺乳類のからだの構造や生活のしかたは、それぞれの哺乳類が生きている環境において、どのような点で適しているだろうか。

- 5 例えば、オランウータンの指は、前肢でも後肢でも親指が他の4本の指と向かいあっており、熱帯多雨林での樹上生活において、木の枝を握ることに適している。また、ザトウクジラの前肢は、ひれ状になっており、海洋での生活において泳ぐことに適している。このように、極地・砂漠や草原、森林、高山、海洋や河川、地中など、地球上のさまざまな環境に生活している多種多様な哺乳類は、それぞれの環境に適した形態や機能をもっている。地球上には5500種もの哺乳類が生活していると考えられている。

考問1 哺乳類以外の生物で、環境に適した形態や機能をもっている例を、具体的にあげてみよう。



生殖能力をもつ子を残すことができる。

□種



2 生物の多様性・共通性とその由来 —なぜ多様性・共通性がある？

A 生物の分類と共通性 p.26 ~ 27 の図1で示された多様な動物は、すべて「哺乳類」である。中学校で学習したように、哺乳類は胎生の動物で、雌の体内で卵と精子が受精した後、受精卵が成長して子の状態で生まれる。また、哺乳類は、乳を与えて子を育てるといった特徴も持っている。つまり、図1で示された多様な動物には、「胎生である」、「母乳で子を育てる」などの共通性があり、このような共通性をもつ動物が、「哺乳類」というグループにまとめられている。

多様な生物が、共通の特徴に基づいてグループにまとめられることからわかるように、生物には、多様でありながらも共通性が見られる。それはなぜだろうか。

B 生物の進化と系統 生物の形質が、世代を重ねて受け継がれていく過程で長い時間をかけて変化していくことを、**進化**という。生物が多様なのは、進化の過程で、祖先にはない形質をもつ生物が現れ、さまざまな環境に生活の場を広げていったためである。

図2は、脊椎動物の進化の道すじを示している。例えば、①は、脊椎動物の祖先となった動物を表している。①から出た実線は、進化の過程で、①から、魚類とそれ以外の両生類・は虫類・鳥類・哺乳類の共通祖先②が

表1 脊椎動物の特徴

グループ	魚類	両生類		は虫類	鳥類	哺乳類
		(幼生)	(成体)			
特徴						
脊椎	あり	あり		あり	あり	あり
運動器	ひれ	ひれ	四肢	四肢	四肢	四肢
呼吸器官	えら	えら	肺・皮膚	肺	肺	肺
子の生まれ方	水中・卵生	水中・卵生		陸上・卵生	陸上・卵生	胎生
母乳	なし	なし		なし	なし	あり

枝分かれしたことを示している。このような進化の道すじを**系統**といい、系統を樹木に似た形に描いた図2のような図を**系統樹**という。

では、生物に共通性が見られるのはなぜだろうか。図2の①~③の位置に存在した動物がもっていた特徴について、表1も参考にして考えてみよう。

図2より、①は、魚類・両生類・は虫類・鳥類・哺乳類などの脊椎動物の祖先である。また、表1より、すべての脊椎動物は脊椎をもっている。したがって、①は、すべての脊椎動物がもっている「脊椎をもつ」という特徴をもっていたと考えられる。つまり、脊椎動物は、①がもっていた「脊椎をもつ」という特徴を受け継いでいる。

同様に、②は、「四肢をもつ」、「肺呼吸をする」という特徴をもっていたと考えられる。②から進化した両生類・は虫類・鳥類・哺乳類は、この特徴を受け継いでいる。また、③は、「一生を通じて四肢をもつ」、「一生を通じて肺呼吸をする」という特徴をもっていたと考えられる。③から進化したは虫類・鳥類・哺乳類は、この特徴を受け継いでいる。

つまり、進化の過程で現れたある特徴が、その子孫に受け継がれていくと、その特徴はその子孫の共通の特徴となる。

では、動物だけでなく植物や菌類、細菌も含んだ、すべての生物に見られる共通性はあるのだろうか。

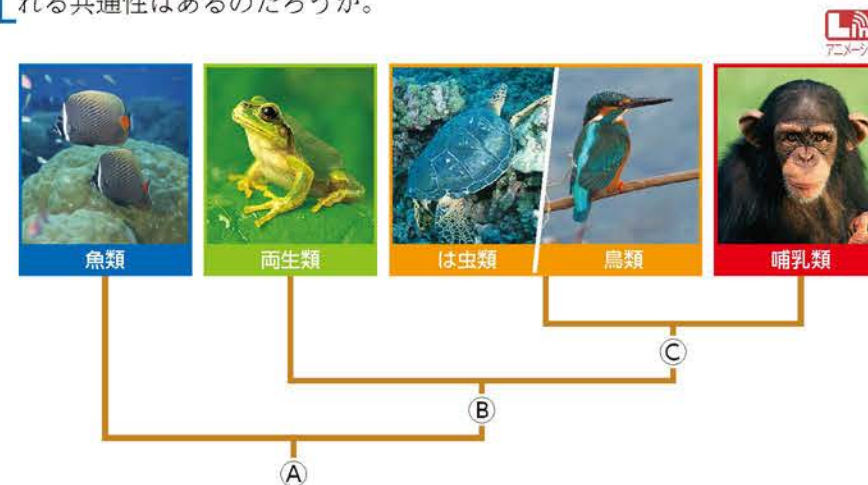


図2 脊椎動物の系統

□進化 □系統 □系統樹



Link マークがあるところでは、見開き右下のQRコードを読み取って、アニメーションなどのコンテンツをご覧いただけます(▶ 100 ~ 101)

「Quest」で問いを投げかけることで、学習事項を生徒が自ら考えることを意識させ、生徒主体の学習を授業に取り入れていただけます

C 全ての生物に見られる共通性 全ての生物に見られる共通性は、あるのだろうか。ある場合、それはどのような共通性なのだろうか。

図3は、生物をいくつかの特徴に基づいておおまかにグループ分けし、そのつながりを示した系統樹である。この系統樹に示されているように、現在、地球上に見られるすべての生物は、共通の祖先(起源生物)から進化してきたものであると考えられている。



図3 全ての生物の系統の概観 DNAを囲む核膜をもたない細胞からなる生物を原核生物といい、核構造をもつ細胞からなる生物を真核生物という(▶ p.34 ~ 37)。真核生物のうち、植物・菌類・動物を除いたグループを原生生物という。

このことから、すべての生物には、起源生物から受け継がれてきた共通の特徴があると考えられる。では、共通の特徴とは、どのようなものだろうか。

Quest 図4は、図3にあげたさまざまな生物の一部または全体の顕微鏡写真である。図3と図4から、すべての生物に見られる共通の特徴について、推測できることをあげてみよう。



図4 さまざまな生物の顕微鏡観察像 大腸菌と高度好塩菌は、電子顕微鏡での観察像。それ以外の、サクラの葉、アオサ、アメーバ、アオカビ、ヒトのほおの内側表面は、光学顕微鏡での観察像。

第1章

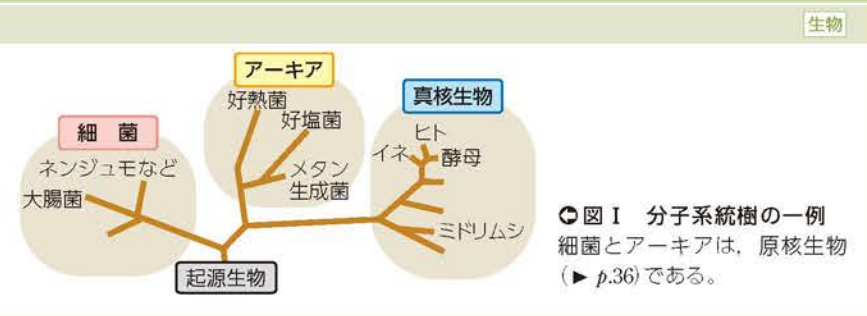
生物の特徴

生物の共通性について、まず生徒自身が考える構成になっています

発展 系統樹は何をもとにつくられるのだろうか？

系統樹は、従来、生物の形態などを手がかりに、類縁関係を推定して作成されていた。しかし、現在では、それぞれの生物がもつ特定のDNAやタンパク質を比較することで、生物どうしの類縁関係を推定して系統樹が作成されるようになった。このように作成された系統樹を、**分子系統樹**という。

分子系統樹によって、生物は、図Iのような3つのグループに分けられることがわかってきた。



図I 分子系統樹の一例 細菌とアーキアは、原核生物(▶ p.36)である。

Questに続く本文では、理解してほしい内容について、わかりやすく説明しています。特に自ら気づいてほしい内容には、波線を引いています

図3の7つの生物を比べると、大きさや形はさまざまに異なっていることがわかる。しかし、一見多様に見える生物も、図4のようにそれぞれ顕微鏡で見ると、どの生物においても、膜や壁のようなもので区切られた小さな構造が観察される。この構造は「細胞」であり、すべての生物は、「細胞からできている」という共通の特徴をもっている。

「細胞からできている」こと以外にも、生物は共通の特徴をもっている。すべての生物がもっている共通の特徴をまとめると、次のようになる(図5)。

① 生物は細胞からできている。

ヒトは、からだが多数の細胞さいぼうでできている多細胞生物であり、ゾウリムシは、からだが1個の細胞でできている単細胞生物である。しかし、どの生物を構成する細胞も、その基本的な構造は共通している。

(▶ p.33 ~ 39で学習)

② 生物の生命活動にはエネルギーが必要である。

生物が生きていくためのさまざまな活動には、エネルギーが必要である。細胞内でエネルギーの受け渡しの役割を担っているのは、ATPadenosine triphosphateという物質で、ATPはすべての生物に共通して存在している。

(▶ 第2節で学習)

③ 生物は遺伝情報をもっている。

生物の生命活動において重要な役割を果たしているタンパク質は、その生物がもっている遺伝情報に基づいてつくられる。この遺伝情報を担っているのは、DNAdeoxyribonucleic acidという物質で、DNAはすべての生物に共通して存在している。DNAは、細胞分裂の際に複製され、新しい細胞へと分配されていく。また、生殖細胞を通じて、親から子へと受け継がれていく。

(▶ 第2章で学習)

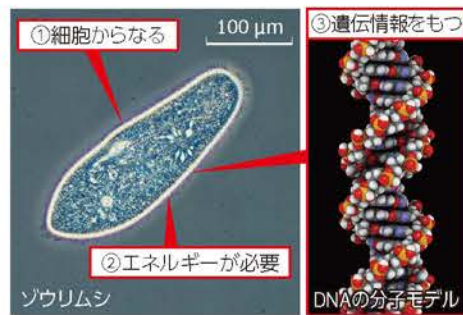


図5 すべての生物に共通する特徴

3 生物の共通性としての細胞 —細胞とはどのような構造なのか?

すべての生物に共通する特徴の一つとして、「生物は細胞からできている」ということを学んだ。では、細胞とはどのようなものなのだろうか。次のような観察を行って、さまざまな細胞を見てみよう。

観察1 さまざまな細胞の観察



目的 身近な生物を構成する細胞を見つけ、細胞の多様性と共通性を確かめる。

準備 観察材料(タマネギのりん葉表皮, オオカナダモの葉, ヒトの口腔上皮など), 酢酸オルセイン液, 検鏡セット, 接眼マイクロメーター, かみそりの刃, つまようじ

方法 ① 観察材料を準備する。

タマネギのりん葉表皮 かみそりの刃を用いて、りん葉の表皮に5mm角の切れ目を軽く入れ、ピンセットを用いて、その表皮をはぎ取る。

オオカナダモの葉 ピンセットを用いて、葉を1枚ちぎり取る。

ヒトの口腔上皮 口腔内のほおの内側表面を、つまようじの丸い側で軽くこする。

② 観察材料をスライドガラスにのせる。

口腔上皮の場合は、つまようじをスライドガラスにこすりつける。

③ 水または酢酸オルセイン液を1滴落としてカバーガラスをかけ、余分な水分をろ紙で吸い取る。

④ 顕微鏡で細胞を観察し、スケッチする。デジタルカメラで撮影してもよい。また、接眼マイクロメーターを用いて細胞の大きさを測定し、記録する。

考察 細胞によって異なる点、どの細胞にも共通する点は何だろうか。

探究 身近な生物など、他の材料でも細胞を観察できるだろうか。同じ材料であれば、異なる部位でも同じ細胞が見られるのだろうか。異なる染色液を用いるとどう見えるだろうか。実験計画を立てて試してみよう。



図1 観察材料の準備

□細胞 □ATP □DNA



A 真核細胞 図7は、タマネギのりん葉表皮とオオカナダモの葉、ヒトの口腔上皮(ほおの内側の粘膜)、それぞれの細胞を光学顕微鏡で観察したときの観察像である。図7において、例えば、③のタマネギのりん葉表皮の細胞と④のヒトの口腔上皮の細胞を比べると、③は、長辺250~400 μmの細長い細胞であるのに対し、④は、直径50 μmほどの細胞である。このように、細胞の形や大きさは、さまざまである。

しかし、細胞の基本的な構造は共通している。図7では、どの細胞にも核が存在している。このような、核のある細胞を**真核細胞**といい、真核細胞からなる生物を**真核生物**という。

真核細胞には、ふつう、1個の核があり、核は、DNAが核膜で包まれた構造をしている(図6)。核以外の部分は**細胞質**とよばれ、細胞質の最外層には、細胞の内外を仕切る**細胞膜**がある。細胞膜は、厚さが5~10 nmの膜のため、構造自体は光学顕微鏡で観察することができない。



図6 核

植物細胞では、細胞膜の外側に**細胞壁**がある。このため、植物細胞は、動物細胞より輪郭がはっきり見える。細胞壁は、張力や圧力にも耐えられる構造をしており、細胞の保護や、細胞の形の保持にはたっている。

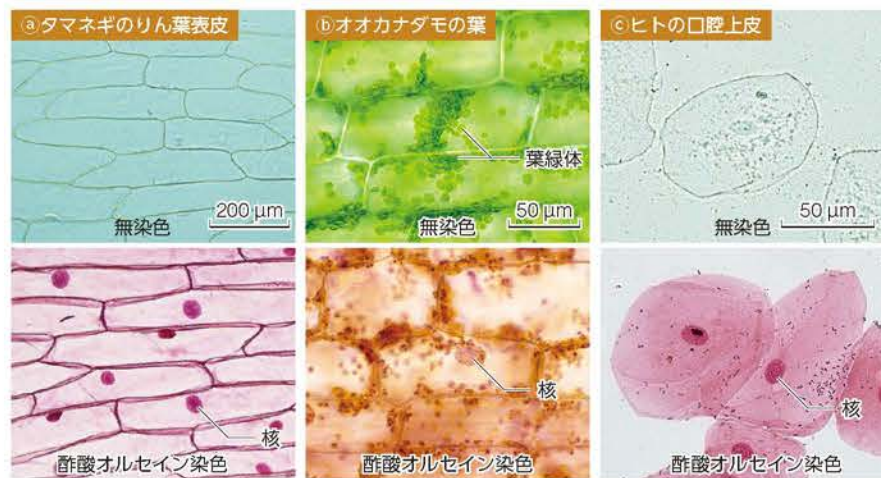


図7 さまざまな細胞の観察像

真核細胞の内部には、核をはじめとするさまざまな構造体(**細胞小器官**)がある。図7では見られないが、真核細胞には、**ミトコンドリア**とよばれる細胞小器官がある(図8)。ミトコンドリアでは細胞の呼吸が行われている。また、図7⑥のオオカナダモの細胞では、**葉緑体**が見られる。葉緑体は、光合成を行う細胞小器官で、植物細胞などに存在する(図9)。



図8 ミトコンドリア

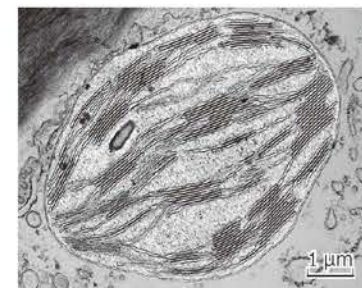


図9 葉緑体

核やミトコンドリアなどの細胞小器官のまわりは、**サイトゾル(細胞質基質)**とよばれる液状の物質で満たされている。細胞小器官やサイトゾルには、多くの種類のタンパク質が含まれ、それらのタン

パク質によって、細胞の生命活動が営まれている。

図10は、植物細胞と動物細胞の基本的な構造を比較した図である。植物細胞は、細胞壁、葉緑体、液胞、ミトコンドリア、サイトゾル、核(内部にDNAがある)を有している。動物細胞は、細胞膜、液胞、ミトコンドリア、サイトゾル、核(内部にDNAがある)を有している。

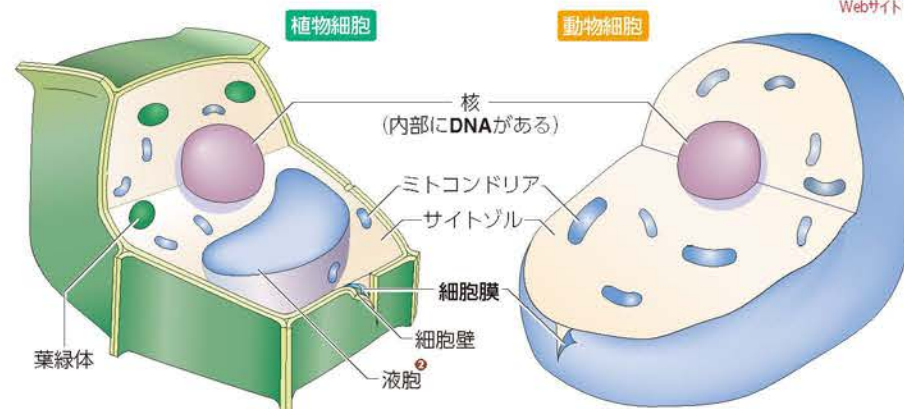


図10 真核細胞の基本構造

- ①ヤマズグリーンなどの染色液で染色すると、光学顕微鏡でも、ミトコンドリアが点状に観察される。
- ②成熟した植物細胞では、発達した大きな液胞が見られる。液胞は、タンパク質や炭水化物などの有機物、無機塩類などを含む液体(細胞液)で満たされている。また、赤色や紫色の花弁の細胞の液胞には、アントシアンなどの色素が含まれている。

核 真核細胞 真核生物 DNA 細胞質 細胞膜 細胞壁 細胞小器官 ミトコンドリア 葉緑体 サイトゾル(細胞質基質) 液胞



本文で扱っている重要用語を、用語が登場する見開きの右下にまとめて記載しました

B 原核細胞 p.33 の観察1では、どの細胞にも核が見られた。しかし、細胞の中には、核をもたないものもある。核をもたない細胞を **原核細胞** といひ、原核細胞からなる生物を **原核生物** という。

図11は、ヒトの口腔上皮の細胞の顕微鏡観察像である。真核細胞である口腔上皮細胞の表面には、粒状や棒状の小さな物体が多数見られる。これらは口内に生息する細菌(バクテリア)であり、原核生物である。



図11 口腔上皮細胞と口内細菌

図12は、原核細胞の構造の模式図と、原核細胞からなる大腸菌の写真である。

Quest 原核細胞と真核細胞とで、核の有無以外の違いは何だろうか。また、共通点は何だろうか。図12を参考に考えてみよう。

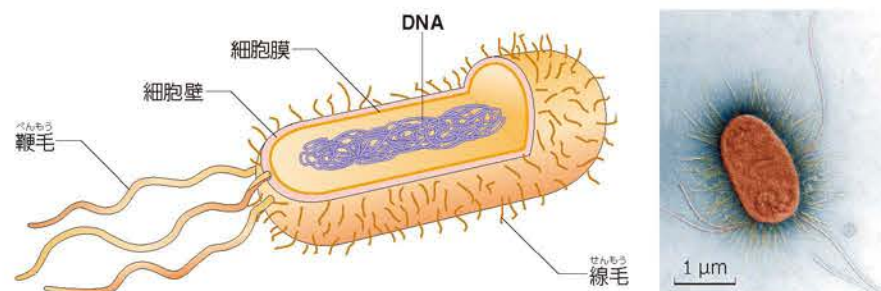


図12 原核細胞の基本構造(左)と大腸菌(右) 大腸菌は電子顕微鏡写真に着色。

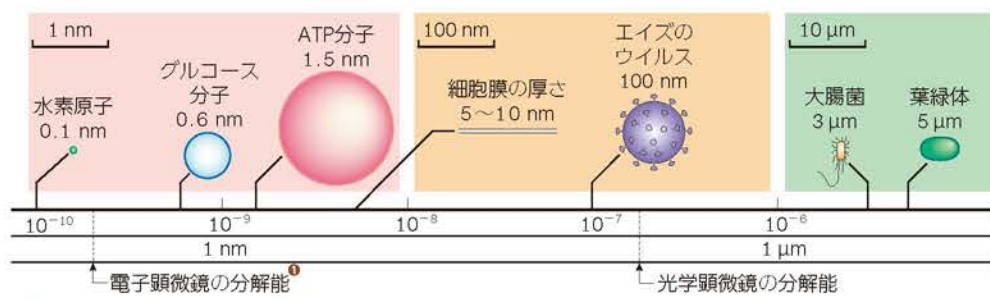


図13 いろいろな細胞や構造体の大きさ

① 接近した2点を2点として見分けることができる最小の間隔を **分解能** という。

図12からわかるように、原核細胞も真核細胞と同様に、細胞膜とDNAをもっている。しかし、原核細胞のDNAは、真核細胞とは違って核膜に包まれておらず、細胞内でかたまりになって存在している。

原核細胞の大きさはふつう1~数μm程度で、真核細胞と比べると、大きさが著しく小さい(図11, 13)。また、原核細胞には、真核細胞で見られるような、ミトコンドリアや葉緑体などの細胞小器官がない(表2)。

原核生物も多様である。光合成を行うネンジュモやユレモなどのシアノバクテリア、納豆をつくるのはたらく納豆菌、私たちの腸内に常在する大腸菌など、細菌と総称される生物は、すべて原核生物である(図14)。

表2 原核細胞と真核細胞の比較

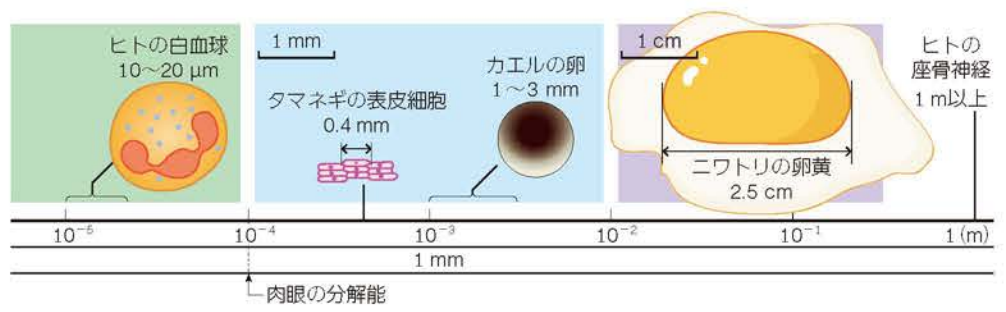
構造体	細胞	真核細胞	
		動物	植物
DNA	+	+	+
細胞膜	+	+	+
細胞壁	+	-	+
核(核膜)	-	+	+
ミトコンドリア	-	+	+
葉緑体	-	-	+



図14 いろいろな原核生物

考問2 進化の過程では、真核細胞と原核細胞のどちらが先に現れたと考えられるか。理由とともに考えてみよう。

20 次ページのような観察を行って、原核生物を見てみよう。



② シアノバクテリアは、葉緑体をもっていないが、光合成を行うことができる。

原核細胞 原核生物 分解能

観察2 原核細胞の観察



目的 身近にある原核細胞を観察する。

準備 観察材料(ヨーグルトに含まれる乳酸菌, イシクラゲなど), 0.1%メチレンブルー水溶液(質量%), 検鏡セット, 接眼マイクロメーター, ペトリ皿

方法 ① 観察材料を準備する。

ヨーグルトに含まれる乳酸菌 ヨーグルトをペトリ皿に入れてしばらく置く。その後, しみ出してきた液体をスポイトで少量とってスライドガラスにのせる。

イシクラゲ 乾燥している場合は, 水を入れたペトリ皿に入れてしばらく置く。その後, ピンセットを用いて少量をちぎり取り, スライドガラスにのせて柄付き針でほぐす。



ヨーグルトから出た液体をとる



イシクラゲを柄付き針でほぐす

図I 観察材料の準備

② 水または0.1%メチレンブルー水溶液を1滴落としてカバーガラスをかけ, 余分な水分をろ紙で吸い取る。

③ 顕微鏡で細胞を観察し, スケッチする。デジタルカメラで撮影してもよい。また, 接眼マイクロメーターを用いて細胞の大きさを測定する。

考察 原核細胞と真核細胞の大きさはどれくらい違うか。

探究 p.36の図11に示した口腔上皮細胞と口内細菌のように, 真核細胞と原核細胞を同時に観察できる材料は, ほかにないだろうか。実験計画を立てて実際に観察してみよう。

コラム 薬をつくる細菌

放線菌は, おもに土壌中に生息している原核生物であり, 人間にとって有用な物質をつくるものが多く見つかっていることで知られている。

大村智らは, 静岡県ゴルフ場の近くの土壌から採取した放線菌から, 寄生虫に強い殺虫効果を示す物質(エパーメクチン)を発見し, 寄生虫による病気に対する新しい治療法を発見した功績により, 2015年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。

これ以外にも, 結核に効く薬など多数の薬が放線菌に由来している。



図I 大村智

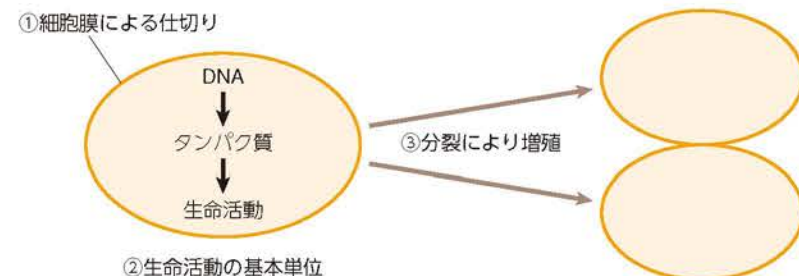
「参考」では, 本文とあわせて学習してほしい内容や, 本文をより深く理解するための補足的な内容を扱っています

参考 細胞の特徴

原核細胞・真核細胞に共通する細胞の特徴を整理すると, 次のようになる。

- ① **細胞膜による仕切り** すべての細胞には細胞膜がある。細胞膜は, 細胞内外を仕切り, 細胞という閉じた空間をつくとともに, 細胞にいろいろな物質を出入りさせる。
- ② **生命活動の基本単位** すべての細胞は, 遺伝子の本体であるDNAをもつ。各細胞は, このDNAがもつ遺伝情報にしたがってさまざまなタンパク質を合成する。合成されたタンパク質は, 生命活動を担う物質である。また, 細胞の生命活動のエネルギーは, ATPという物質によって供給されている。このDNA→タンパク質→生命活動という一連のつながりは, 個々の細胞ごとに営まれており, 細胞は生命活動を担う基本単位である。
- ③ **分裂により増殖** 細胞は細胞分裂によって増える。その際, DNAが複製され, 新しい細胞に分配されることで, もとの細胞と同じ遺伝情報をもつ細胞ができる。単細胞生物では, 細胞分裂によって個体が増える。多細胞生物では, 細胞分裂によって増えた細胞が集まって1つの個体を形成する。

現在, 地球上に生息する生物は, 起源生物から進化してきたものである。細胞は細胞からつくられる。つまり, 私たちヒトを構成する細胞は, 起源生物の細胞から細胞分裂によって生み出された細胞に由来し, 細胞の中に存在するDNAも起源生物から受け継いできたものといえる。



図I 細胞の特徴

節末チェック

- ① 生物が多様でありながら共通性をもっていることを, 例をあげて説明してみよう。
- ② 生物の共通性と多様性が, どのようにして生じたのか, 説明してみよう。



「コラム」では, 学習内容と日常生活とのつながりを実感できるような, 身近な話題を扱っています

学習内容を振り返り, 自分の言葉で説明することで, 学習内容の理解がより深まります

教授資料付属データとして, 節末チェックのワークシートをご用意しています(▶112) Googleフォームなどを活用した「回答フォーム」もあわせてをご用意しています(▶115)

各章の内容を要約し、確実に理解しておきたいポイントを節ごとにまとめました

知識の確認

1 生物の多様性と共通性

- 生物は、多様でありながら共通性をもっている。
- 生物が多様性をもっているのは、進化の過程で、祖先にはない形質をもつ生物が現れ、さまざまな環境に生活の場を広げていったためである。
- 生物が共通性をもっているのは、共通の祖先がもっていた特徴を受け継いでいるためである。
- すべての生物には、「生物は細胞からできている」、「生物の生命活動にはエネルギーが必要である」、「生物は遺伝情報をもっている」という共通した特徴がある。
- すべての細胞は、細胞膜と DNA をもつ。
- 核のある細胞を真核細胞といい、真核細胞からなる生物を真核生物という。
- 真核細胞には、核、ミトコンドリアなどの細胞小器官がある。
- 核をもたない細胞を原核細胞といい、原核細胞からなる生物を原核生物という。
- 原核細胞は、真核細胞より大きさが著しく小さく、細胞小器官をもっていない。

2 エネルギーと代謝

- 生命活動には、エネルギーが必要である。
- 細胞は、生命を維持するために常にエネルギーを必要としている。
- エネルギーには種類があり、互いに変換される。
- 細胞の生命活動に、直接エネルギーを供給するのは、ATP である。
- ATP が ADP とリン酸に分解されるとき、エネルギーが放出される。
- すべての生物が、エネルギーを仲介する物質として ATP を利用している。

3 呼吸と光合成

- 呼吸では、有機物に含まれるエネルギーを利用して、ADP とリン酸から ATP を合成する。
- 呼吸では、酸素を用いて有機物が分解され、二酸化炭素と水が生じる。
- 光合成では、光エネルギーを利用して、ADP とリン酸から ATP を合成する。
- 光合成では、合成した ATP のエネルギーを利用して有機物を合成する。
- 光合成では、光エネルギーを利用して、二酸化炭素と水から、最終的に有機物を合成し、酸素を生じる。
- 植物は、光合成で合成した有機物を呼吸に利用して、生命活動を営んでいる。
- 動物は、植物が合成した有機物を、食物として直接的あるいは間接的に摂取し、摂取した有機物を呼吸に利用して、生命活動を営んでいる。
- 生体内の化学反応は、触媒である酵素によって促進されている。
- 酵素は、おもにタンパク質でできている。
- 酵素には、特定の物質(基質)にしかはたらかないという、基質特異性がある。

補充問題

節をまたぐような問題や図を描く問題などを取り上げています

各節末の「節末チェック」や左ページの「知識の確認」で基本事項を確認したうえで、次のような問題にも取り組んでみよう。

- ① 真核細胞である動物細胞と植物細胞の基本構造を、模式的に図示せよ。
- ② 原核細胞の基本構造を、模式的に図示せよ。
- ③ 次の細胞や構造体の大きさを比較し、小さい順に並べよ。
ニワトリの卵黄、ゾウリムシの長径、エイズのウイルス、ATP 分子、葉緑体、乳酸菌、ヒトの白血球
- ④ 呼吸と燃焼について、共通点と相違点を、それぞれ説明せよ。
- ⑤ 呼吸と光合成について、共通点と相違点を、それぞれ説明せよ。

チャレンジ!

—探究する力を身につけよう—

- A** コイとサンショウウオとトカゲを思い浮かべることができるだろうか。これらの3つの生物について、共通点と相違点を調べてみよう。その際、進化の視点でも調べるようにしよう。
(探究のプロセス:情報の収集)
- B** トマトの果実を構成している細胞は、すべて同じ形態や機能をもっているのだろうか。それを調べるための実験計画を立ててみよう。また、どのような細胞が見えるのか、予想してみよう。
(探究のプロセス:仮説の設定, 実験計画の立案)
- C** 生命活動に必要なエネルギーを、動物は、食物として摂取した有機物を分解することで得ており、植物は、光エネルギーを利用して有機物を合成し、それを分解することで得ている。では、菌類や細菌は、生命活動に必要なエネルギーを、どのようにして得ているのだろうか。調べてみよう。
(探究のプロセス:情報の収集)

日常生活や社会との関連

第1章では、生物とはどういう特徴をもつものなのかを学習した。ここで学習したことは、私たちの日常生活や社会とも深く結びついている。「細胞」や「酵素」、「光合成」などの言葉を、ニュースとして目にすることはないだろうか。

第1章で学習したことが、私たちの日々の生活や生活を支える科学技術や職業と、どのようにかかわっているのか、インターネットや新聞で調べてみよう。調べるときには、本文ページの下部に記した重要用語をキーワードにするとよい。図書館や博物館などに行って調べてもよい。

生物の特徴

探究のプロセスを部分的に行うことができる課題に取り組むことで、科学的に探究する力を養えます

教授資料付属データとして、ワークシートをご用意しています(▶ 112)

これまでに学習したことが日常生活や社会と関連していることに自ら気づけるような課題を設けています

これまでに学習した内容を示していますので、導入がしやすくなっています

第2節

遺伝情報の複製と分配

この節の目標

- ① DNAが、半保存的に複製されることを理解する。
- ② 細胞周期の進行に伴って、DNAが正確に複製され、2つの細胞に分配されることを理解する。

1 遺伝情報の複製 - DNAはいつ、どのように複製されるのか？

中学校では、体細胞分裂によって細胞が増えるとき、染色体が複製されて2つの細胞に等しく分配されることと、染色体には遺伝子の本体であるDNAが含まれていることを学習した。また、前節では、遺伝情報がDNAの塩基配列に存在していることを学習した。このDNAに含まれる遺伝情報が、細胞から細胞へと正確に伝えられるのは、細胞分裂の際に、もとのDNAとまったく同一のDNAが複製され、新しい細胞に受け継がれるためである。

では、細胞が分裂して増殖する過程において、前節で学習したような構造をもつDNAは、いつ、どのように複製されるのだろうか。

A 細胞周期 体細胞分裂では、染色体が複製され、2つの細胞に等しく分配される。また、染色体にはDNAが含まれている。つまり、遺伝情報をもつDNAが複製されて、2つの細胞に等しく分配されるのである。

まず、体細胞分裂によって細胞が増えるとき、DNAが、いつ複製され、いつ分配されるのかを見てみよう。

体細胞分裂をくり返す細胞においては、DNAが正確に複製される過程と、複製されたDNAが2つの細胞に均等に分配される過程が、周期的にくり返されている。この周期を細胞周期という。

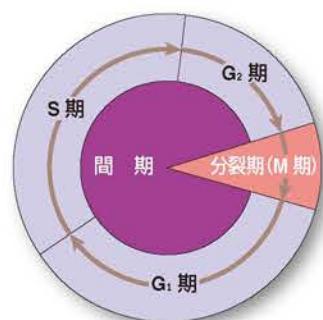


図6 細胞周期

DNAが正確に複製される過程は、DNA複製の準備を行うG₁期(DNA合成準備期)、DNAの複製を行うS期(DNA合成期)、分裂の準備を行うG₂期(分裂準備期)、の3つの時期に分けられる。この3つの時期をまとめて間期という。一方、DNAが2つの細胞に均等に分配される過程をM期(分裂期)といい、細胞分裂が行われる(図6)。つまり、DNAは、細胞周期のS期に複製され、M期に2つの細胞に分配されるということになる。

B DNAの複製 DNAは、体細胞分裂に先立って、細胞周期のS期に複製される。例えば、ヒトの場合、体細胞の核1個に含まれるDNAは、約60億塩基対分の長さがある。これだけ長いDNAが正確に複製されるのは、どのようなしくみによるのだろうか。

DNAが正確に複製されるしくみには、DNAの構造の特徴が深くかかわっている。第1節で学習したDNAの構造の特徴をもとに、DNAが正確に複製されるしくみについて考えてみよう。

Quest 図7は、複製前のDNAと複製後のDNAを模式的に示したものである。この図から、DNAが正確に複製されるしくみについて、DNAの構造の特徴を踏まえるとどのようなことが考えられるだろうか。

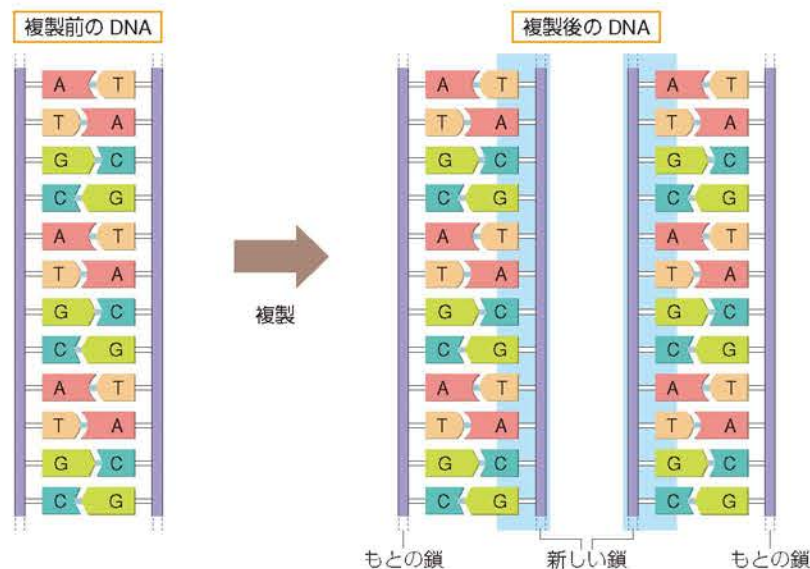


図7 複製前のDNAと複製後のDNA

- 複製 細胞周期 G₁期(DNA合成準備期) S期(DNA合成期)
- G₂期(分裂準備期) 間期 M期(分裂期)

第2章 遺伝情報の伝わり

DNAが複製されるしくみについて、まず生徒自身が図を見ながら考える構成になっています

複製については、図を解説するアニメーション動画に加え、自分で触って動かせるコンテンツをご用意しました (▶ 101)

第1節で学習したように、DNAを構成する4種類の塩基には相補性が見られ、AとT、GとCがそれぞれ塩基対を形成する。したがって、DNAでは、一方のヌクレオチド鎖の塩基配列が決まると、もう一方のヌクレオチド鎖の塩基配列も自動的に決まる。

DNAが複製されるときには、この特徴が利用される。まず、DNAを構成する2本のヌクレオチド鎖が1本ずつにわかれる。1本ずつにわかれたヌクレオチド鎖のそれぞれが**鋳型**となって、相補的な塩基をもつヌクレオチドが塩基の部分で弱く結合する。さらに、このヌクレオチドが、できつつあるヌクレオチド鎖に結合する。このようにして、**鋳型鎖の塩基に相補的な塩基をもつヌクレオチドが結合していくことで、新たにもう一方のヌクレオチド鎖がつくられる**(図8)。このようなしくみにより、もとのDNAとまったく同じ塩基配列をもつDNAが2本できる。このような複製方法は、**半保存的複製**とよばれる。DNAを構成する塩基が相補性をもつことは、DNAの正確な複製を可能にするうえで、重要である。

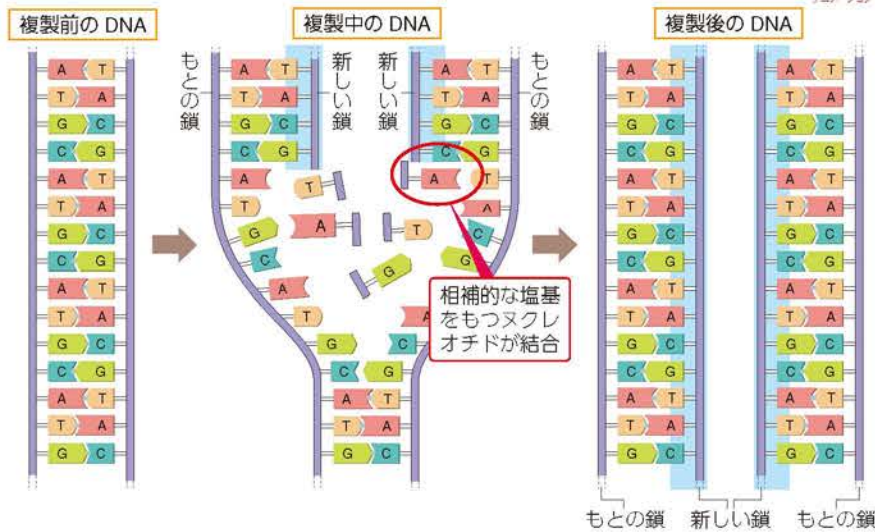


図8 DNAの複製のしくみ 複製後のDNAの2本のヌクレオチド鎖のうちの1本が、もとのDNAのヌクレオチド鎖である。つまり、もとのDNAが“半分”保存されていることになる。

発展① この反応は、DNAポリメラーゼ(DNA合成酵素)とよばれる酵素のはたらきによって起こる。

「探究の歴史」では、本文で扱っている内容がどのように解明されてきたのかを紹介しています

探究の歴史 DNAの半保存的複製の証明

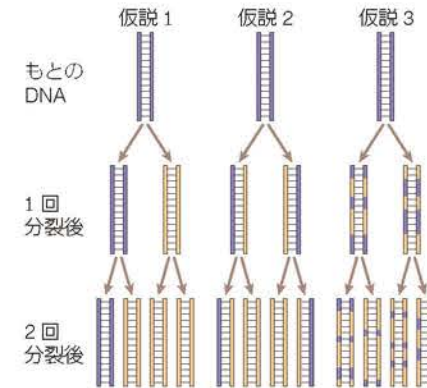
DNAの複製方法には次の3つの仮説があった(図I)。

仮説1. もとの2本鎖DNAはそのまま残り、新たな2本鎖DNAができる保存的複製

仮説2. もとの2本鎖DNAのそれぞれの鎖を鋳型に新たなヌクレオチド鎖が合成される半保存的複製

仮説3. もとの2本鎖DNAは分解され、もとのDNA鎖と新しいDNA鎖が混在する2本鎖DNAができる分散的複製

メセルソンとスタール(ともに

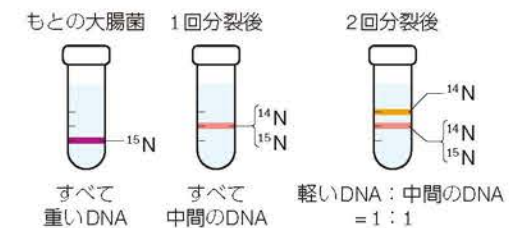


図I DNA複製の3つの仮説

アメリカ)は、次のような実験を行い、DNA複製の方式を明らかにした(1958年)。

大腸菌に、窒素(N)を ^{14}N よりも重い ^{15}N で置きかえた塩化アンモニウム($^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$)を栄養分として与えると、 ^{15}N からなる塩基をもつ重いDNAができる。大腸菌の窒素がほとんど ^{15}N に置きかわったところで、 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ を含む培地に移して大腸菌をさらに増殖させた。そして、1回、2回、…と分裂をくり返した大腸菌からDNAを抽出し、遠心分離によってその比重を調べた。

その結果、もとの大腸菌のDNAは、 ^{15}N のみからなる重いDNA、1回分裂後のDNAは、 ^{15}N のみからなるDNAと ^{14}N のみからなるDNAの中間の重さのDNAだけ、2回分裂後のDNAは、中間のもとの



図II メセルソンとスタールの実験結果

^{14}N のみからなる軽いものが1:1であることがわかった(図II)。

この結果から、1回分裂後にできたDNAは、 ^{15}N と ^{14}N を半分ずつもつDNAであることから、仮説1は誤りと判断できる。また、2回分裂後に ^{14}N だけからなる軽いDNAが生じているが、仮説3では、 ^{14}N だけからなる軽いDNAは生じない。よって、仮説2だけが正しいことが示された。



「思考学習」では、データやグラフを示してそれをもとに考える学習課題を扱っています

B 細胞周期と DNA 量の変化 ここまでの学習から、1 回の細胞周期における、細胞 1 個当たりの DNA 量の変化をまとめると、図 10 のようになる。

細胞は、間期の S 期(DNA 合成期)に DNA を正確に複製し、複製した DNA を、分裂期に 2 つの細胞へ均等に分配している。ヒトなどの多細胞生物では、1 個の受精卵が体細胞分裂をくり返して個体を形成する。したがって、個体を構成する細胞は、すべて同じ DNA をもっている。

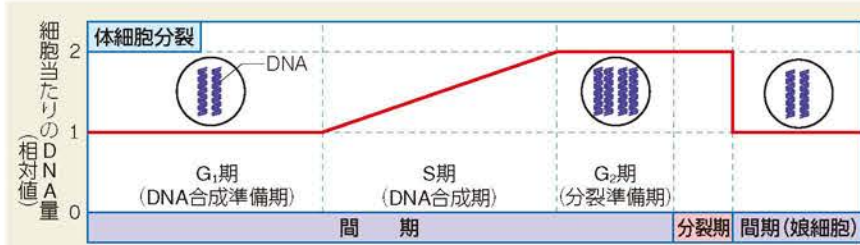


図 10 細胞周期における DNA 量の変化 分裂前の細胞を母細胞といい、分裂によって新たに生じる細胞を娘細胞という。

思考学習 細胞周期と DNA 量

体細胞分裂をくり返して増殖中の細胞の集団を取り出し、DNA と結合すると蛍光を発する色素で各細胞を染色した。このとき、各細胞が発する蛍光の強さは、それぞれの細胞内の DNA 量を反映している。

各細胞がもつ DNA 量を調べるために、個々の細胞が発する蛍光の強さを細胞ごとに測定したところ、細胞 1 個当たりの DNA 量と細胞数の関係は、図 I のようになった。

考察 1. 細胞周期の G₁ 期(DNA 合成準備期)、S 期(DNA 合成期)、G₂ 期(分裂準備期)、M 期(分裂期)の細胞は、それぞれグラフの A、B、C のどの場所に含まれていると考えられるか。

考察 2. この細胞集団では、G₁ 期、S 期、G₂ 期、M 期のうち、どの時期が一番長いと考えられるか。

考察 3. 考察 2 の推定をするためには、この細胞集団がどのような前提条件を満たしていなければならないだろうか。2 つ答えよ。

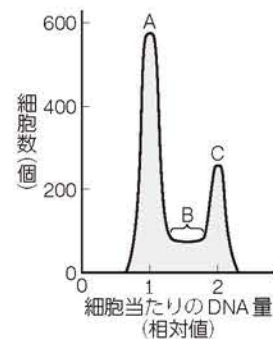


図 I 細胞当たりの DNA 量と細胞数の関係

□染色体



文部科学省検定済教科書
104 数研 生基/708
高等学校理科用

高等学校
生物基礎

数研出版

B i o l o g y

第2章 遺伝子とのはたらき

この章の目標は、遺伝子とはどのようなものなのか、
どのようなはたらきをするものなのかを理解し、自
分の言葉で説明できるようになることである。

この章で学習することの目標を
示し、見通しをもって学習を進
められるようにしています

これまでに学習した内容のうち、この章に関連する内
容を思い出してみよう。

中学校で学習したこと

- 生物がもつ形や性質などを形質、親の形質が子に伝わることを遺伝という。
- 遺伝とは、遺伝子が親から子へ伝えられることである。
- 遺伝子の本体は、DNA である。
- 遺伝子は、染色体に存在する。
- 体細胞分裂では、染色体は分裂前に複製されて2倍に増え、分裂によってそれぞれの細胞に均等に分配される。
- タンパク質は、アミノ酸がたくさんつながってできている。
- タンパク質は、消化酵素によってアミノ酸に分解され、体内に取りこまれる。

この教科書で学習したこと

- 代謝におけるさまざまな化学反応は、酵素によって促進されている。
- 酵素は、おもにタンパク質でできている。

この章を学習していくと、これらが互いに関連して
いることが理解できる。これまでに学習した内容を意識
しながら、この章の学習を始めよう。

第1節 遺伝情報とDNA

— 遺伝子の本体がDNAってどういうこと？

第2節 遺伝情報の複製と分配

— 遺伝情報ってどうやって伝えられるの？

第3節 遺伝情報の発現

— 遺伝情報ってどうやって形質に現れるの？

62



▼中学校の復習ができるドリル型コンテンツをご用意しています



第2章 1/8

生物がもつ形や性質などを形質、親の形質が子に伝わることを受精という。

① ○

② ×

解答



63

何を学ぶのかを明確にし、生徒が目的をもって学習できるよう、各節のはじめに「この節の目標」を明記しました

第1節 遺伝情報とDNA

この節の目標

- 1 DNAは2本のヌクレオチド鎖からなる二重らせん構造をしていることを理解する。
- 2 遺伝情報はDNAの塩基配列にあることを理解する。

1 遺伝情報を含む物質—DNA—遺伝情報とDNAの関係とは？

私たちヒトはヒトから生まれ、イヌはイヌから生まれる。また、親と子は似ている点が多い。これは、どのようなしくみによるのだろうか。

A 遺伝子とDNA

中学校で学習したように、新しい個体ができるとき、親から子へと、生物の形質を決める遺伝子が伝えられる。だから、ヒトはヒトからしか生まれ、親と子は似た形質をもつ。この遺伝子の本体はDNA(デオキシリボ核酸)という物質である。

ヒトを含む多くの生物では、生殖細胞(卵と精子)がつくられ、それらが受精することで子ができる。卵や精子は、核の中に、遺伝子の本体であるDNAをもっており、受精によって生じた受精卵は、父親、母親それぞれから受け継いだDNAをもつことになる(図1①)。

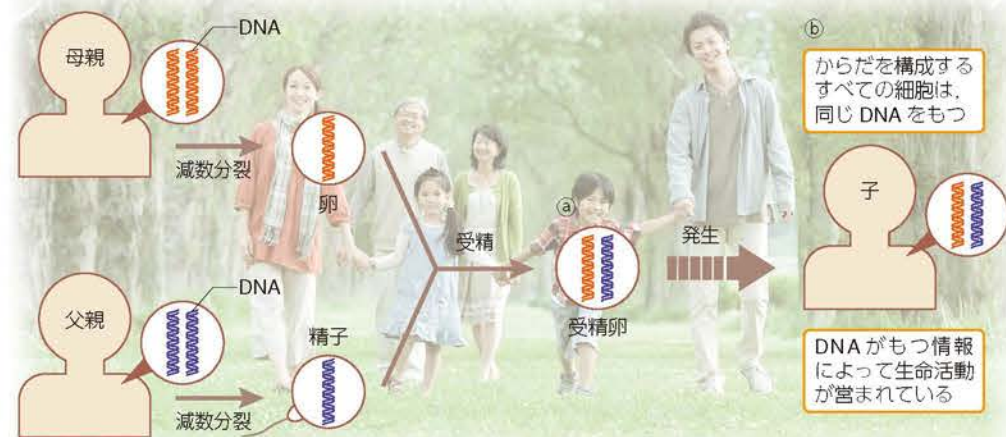


図1 受け継がれていくDNA

1 生物がもつ形や性質などを形質といい、親の形質が子に伝わることを遺伝という。

すべての実験・観察・調査について、手順を確認できる映像などをご用意しています(▶100)

からだを構成するすべての細胞は、受精卵がもっていたものと同じDNAをもっている。これは、細胞が分裂して増える過程でDNAも複製され、分配されるためである。また、すべての細胞は、DNAにある遺伝子によって、生命活動に必要な物質をつくり出している(同図②)。

B 遺伝情報

親から子へと受け継がれるDNAには、その生物が個体を形成し、生命活動を営むのに必要な、さまざまな情報が含まれている。この、DNAがもち、親から子へ受け継がれる情報を、遺伝情報という。

すべての生物が遺伝情報の担い手としてDNAをもっている。これは、すべての生物が共通の祖先から進化してきたことを示す証拠でもある。

DNAとはどのような構造をもち、どこに遺伝情報をもっているのだろうか。まずは、次のような実験を行って、細胞中のDNAを抽出してみよう。

教授資料付属データとして、実験レポートデータをご用意しています(▶113)

実験② DNAの抽出

目的 生物からDNAを抽出する。

準備 ブロッコリー、15%食塩水(質量%), 中性洗剤、エタノール、はさみ、乳鉢、乳棒、ガーゼ、輪ゴム、ピーカー、ガラス棒

- 方法 ① 15%食塩水25mLに中性洗剤を1滴加えてかき混ぜ、DNA抽出液とする。
- ② ブロッコリーの花芽部分を約10~15gはさみで切り取り、乳鉢に入れ、乳棒でよくすりつぶす。
- ③ ②に①を入れ乳棒で静かに約3分間混ぜる。
- ④ ピーカーの口をガーゼでおおい、輪ゴムでとめたものを用いて③をろ過し、ろ液をピーカーにとる。
- ⑤ ろ液に、ろ液と同量のあらかじめ冷やしておいたエタノールを、ガラス棒を用いて静かに注ぐ。
- ⑥ ろ液とエタノールの境界面に析出した繊維状の物質(DNA)を確認する。

探究 他の生物材料からでもDNAが抽出できるだろうか。試してみよう。

1 常温ではDNAを分解する酵素がはたらくため、②~④の操作を15分以内に行う。



図I すりつぶした花芽



図II 析出したDNA

□遺伝子 □DNA(デオキシリボ核酸) □形質 □遺伝 □遺伝情報



本文で扱っている重要用語を、用語が登場する見開きの右下にまとめて記載しました

「Quest」で問いを投げかけることで、学習事項を生徒が自ら考えることを意識させ、生徒主体の学習を授業に取り入れていただけます

2 DNAの構造 — 遺伝情報はDNAの構造のどこにあるのか？

DNAは遺伝情報の担い手としての役割をもっている。このような役割をもつDNAとは、どのような構造をした物質なのだろうか。

Quest 図2は、DNAの構造を模式的に示したものである。DNAの特徴について、この図から推測できることは何か。ヌクレオチド鎖やヌクレオチドを構成する塩基に注目して考えてみよう。

DNAの構造について、まず生徒自身で図をもとに考える構成になっています

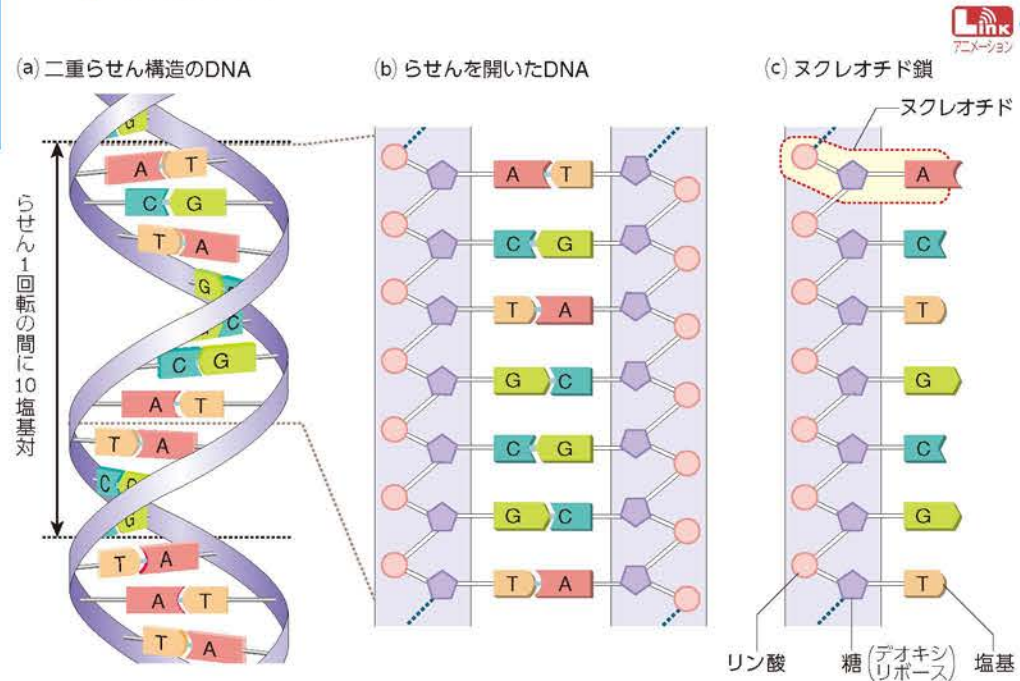


図2 DNAの構造

A DNAの構成単位

図2からわかるように、DNAは、**ヌクレオチド** (nucleotide) とよばれる構成単位が、多数結合してできている。ヌクレオチドは、**リン酸**と**糖**と**塩基**から構成されている。隣りあうヌクレオチドは、糖とリン酸の間で互いに結合して、**ヌクレオチド鎖**をつくっている。

DNAを構成するヌクレオチドの糖は、**デオキシリボース** (deoxyribose) である。また、DNAを構成するヌクレオチドの塩基には、**アデニン (A)**、**チミン (T)**、

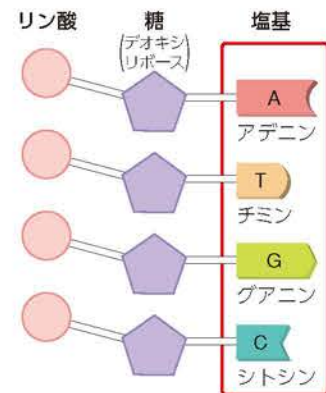


図3 DNAを構成する4種類のヌクレオチド

- ヌクレオチド
- リン酸
- 糖
- 塩基
- ヌクレオチド鎖
- デオキシリボース

Questに続く本文では、理解してほしい内容について、わかりやすく説明しています。特に自ら気づいてほしい内容には、波線を引いています

グアニン (**G**)、シトシン (**C**) の4種類がある。したがって、DNAを構成するヌクレオチドには、図3に示したような4種類がある。

B 塩基の相補性

図2(b)からわかるように、2本のヌクレオチド鎖は、塩基の部分で、対になって結合している。このような塩基どうしの対を **塩基対** という。塩基対に注目すると、図4に示すように、常にAとTが対になり、GとCが対になっている。

このように、DNAにおける塩基対の組み合わせは、AとT、GとCというよう

に相手が決まっているため、DNAの一方のヌクレオチド鎖の塩基の並び方が決まると、もう一方のヌクレオチド鎖の塩基の並び方も自動的に決まる。このような、塩基の互いに補いあう関係を、塩基の **相補性** という。

塩基の相補性があるため、2本のヌクレオチド鎖からなるDNA全体に含まれるAとTの数の割合、GとCの数の割合は、それぞれ等しくなる。

また、図2からわかるように、DNAは、2本のヌクレオチド鎖が、内側に突き出した塩基の部分で結合し、全体的にねじれてらせん状になった構造をしている。このような構造を、DNAの **二重らせん構造** という。

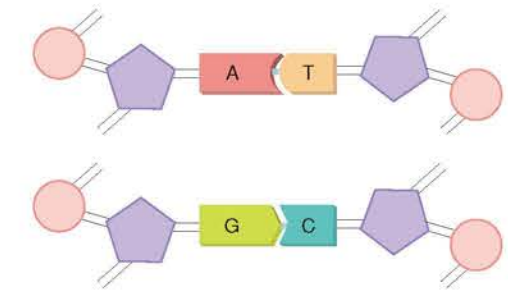


図4 塩基の相補性

発展 塩基の結合に相補性があるのはなぜ？

DNAの4種類の塩基が、AとT、GとCというように相補的に結合することには、塩基の構造が関係している。

DNAの糖とリン酸は強い結合でつながっているのに対して、AとT、GとCは、水素を介してゆるやかに結合する (**水素結合**)。AとTは水素結合をする部分を2つずつもっているが、GとCは3つずつもっている。そのため、AはTと、GはCと結合する。また、水素どうしは結合しないため、AとT、GとCともに決まった向きで結合する。

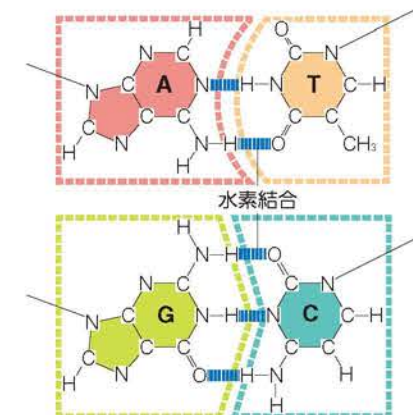


図5 塩基間の水素結合

- アデニン (A)
- チミン (T)
- グアニン (G)
- シトシン (C)
- 塩基対
- 相補性
- 二重らせん構造



C DNAと遺伝情報

p.66の図2に示したようなDNAという物質の、どこに遺伝情報が存在しているのだろうか。

DNAを構成するヌクレオチドは、すべての生物で共通している。一方で、DNAを構成する4種類の塩基の並び順(塩基配列)は、生物によって異なっている。つまり、遺伝情報は、DNAの塩基配列に存在している。そして、DNAの塩基配列には、生命活動を担うタンパク質をつくるための情報が含まれている。例えば、図5は、インスリンというタンパク質の遺伝子の塩基配列の一部を示している。

▶ p.124

次ページのような実習を行い、DNAの構造について理解を深めよう。

インスリンをつくる遺伝子の塩基配列の一部

塩基配列

1' ATGGCCCTGT GGATGCGCCT CCTGCCCTG
 31 CTGGCGCTGC TGGCCCTCTG GGGACCTGAC
 61 CCAGCCGAG CCTTTGTGAA CCAACACCTG
 91 TGCGGCTCAC ACCTGGTGA AGCTCTCTAC
 121 CTAGT...

※数字は先頭の塩基が何個目かを示す

図5 インスリン遺伝子の塩基配列 インスリンというタンパク質をつくる遺伝情報をもつ。

DNAは、遺伝子の本体として、細胞から細胞へ、親から子へと受け継がれる。このとき、DNAの塩基配列が変わってしまうと、正確な遺伝情報が伝えられない。次節では、遺伝情報が正確に伝えられるしくみについて学習しよう。

コラム 塩基配列が情報をもつということ

遺伝情報が塩基配列に存在するとは、どういうことだろうか？

情報は、文字や画像、音声などで表される。例えば文字で表される場合、「ご」という文字、「は」という文字、「ん」という文字だけでは、特に意味をもっていない。しかし、これらの文字が、「ごはん」と並んでいると、それが「情報」となって意味をもつようになる。同様に、A、T、G、Cの4つの塩基は、単独では情報をもたないが、これらが並ぶことで情報(遺伝情報)をもつようになる。

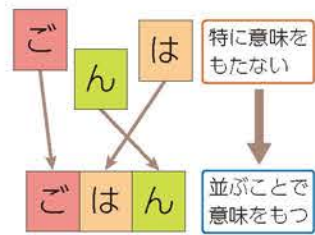


図1 文字と情報

「コラム」では、学習内容と日常生活とのつながりを実感できるような、身近な話題を扱っています

実習② DNA模型の作製

目的 DNAの立体構造や塩基配列について理解を深める。

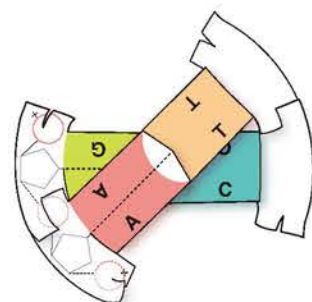
準備 巻末のヌクレオチドの型紙、はさみ、のり

方法 ① ヌクレオチドを型紙から切り取る。黒の実線部分はすべてはさみで切る。

② それぞれのヌクレオチドの塩基部分が三角柱になるように点線部を山折りにして、のりづけする。接合部(扇状の部分)は実線部分に沿って切れこみを入れておき、×部分を少し裏に、もう一方を少し表に反らす。

③ ヌクレオチドの上下を逆さまにして、突き出た部分を差しこむ。塩基の組み合わせ方に注意する。

④ ヌクレオチド対どうしが交差するように、接合部の×部分をはめこんでつなげていく(図I)。



図I ヌクレオチド対どうしのつなぎ方



図II DNA模型の作製例

⑤ DNA模型の一方の鎖の塩基配列を、上から順に次の表に記入する。作製したDNA模型は上下を決め、塩基配列が逆になっているものは別の塩基配列として考える。

結果

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

考察 ① DNA模型は、何塩基対で、らせん1回転となるか。

② 表に記入した塩基配列を、クラスの他の人と比較してみよう。クラス全体で何種類の塩基配列ができたか。

設問 塩基配列が同じかどうかを比較するには、どのようにすればよいか。

節末チェック

- DNAがどのような構造をしているのか、できるだけ詳しく説明してみよう。
- 遺伝情報は、DNAの中にどのようなかたちで存在しているのか、説明してみよう。

教授資料付属データとして、節末チェックのワークシートをご用意しています(▶112) Googleフォームなどを活用した「回答フォーム」もあわせてをご用意しています(▶115)

探究の歴史 遺伝子の本体は何？どんな物質？



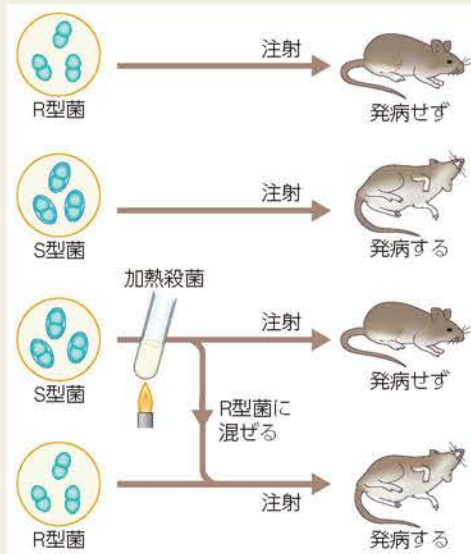
1. 「遺伝子の本体」についての探究

19世紀後半、メンデル(オーストリア)は、エンドウの種子の形や子葉の色などの形質に注目した実験を行い、遺伝に規則性があることを発見した。その後、20世紀に入ると、サットン(アメリカ)らによって、染色体に遺伝子が存在するという説が提唱された。染色体にはDNAとタンパク質が含まれることから、そのどちらかの物質が遺伝子の本体であるだろうと予想された。どのような探究によって、遺伝子の本体がDNAであることが解明されたのだろうか。

①グリフィスとエイブリーによる肺炎球菌を使った探究

肺炎球菌には、マウスに感染させると肺炎を発病する病原性のS型菌と、感染させても発病しない非病原性のR型菌とがある。

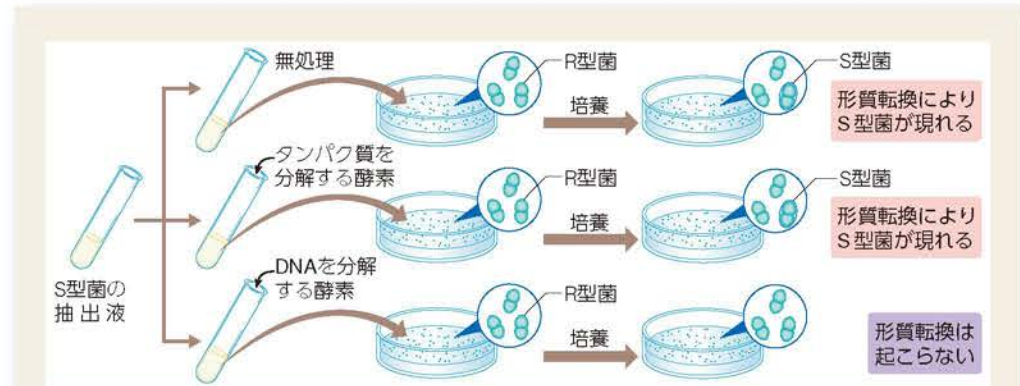
グリフィスの探究 グリフィス(イギリス)は、加熱して殺したS型菌をマウスに注射しても発病しないが、この殺したS型菌を生きているR型菌と混ぜて注射すると、マウスが肺炎を発病して死ぬこと、死んだマウスからは生きたS型菌が多数見つかることを発見した(図Ⅰ, 1928年)。これは、殺したS型菌に含まれていた何らかの物質が、生きているR型菌に取りこまれ、その結果、R型菌がS型菌の形質をもつようになつたと考えられた。このような現象を形質転換という。



図Ⅰ グリフィスの実験

エイブリーらの探究 エイブリー(アメリカ)らは、S型菌をすりつぶして得た抽出液を、R型菌に混ぜて培養すると、R型菌の一部がS型菌へ形質転換すること、いったんS型に形質転換した菌は、S型菌の性質を維持して増殖することを発見した。また、S型菌の抽出液を、タンパク質分解酵素で処理してもR型菌からS型菌への形質転換は起こるが、DNA分解酵素で処理すると、S型菌への形質転換が起こらないことを明らかにした(図Ⅱ, 1944年)。これらの結果は、DNAが形質転換を起こしたことを示唆していたが、当時は、遺伝子の本体はタンパク質であると考えられる研究者も多く、すぐには受け入れられなかった。

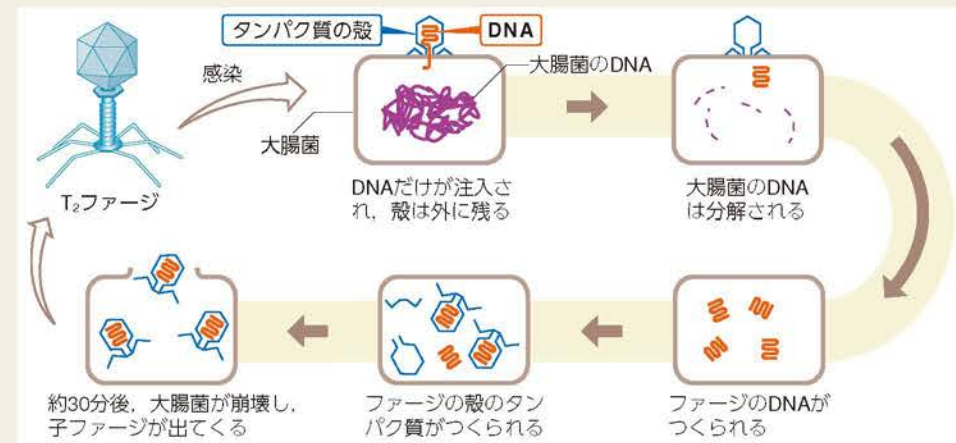
抽出液を、R型菌に混ぜて培養すると、R型菌の一部がS型菌へ形質転換すること、いったんS型に形質転換した菌は、S型菌の性質を維持して増殖することを発見した。また、S型菌の抽出液を、タンパク質分解酵素で処理してもR型菌からS型菌への形質転換は起こるが、DNA分解酵素で処理すると、S型菌への形質転換が起こらないことを明らかにした(図Ⅱ, 1944年)。これらの結果は、DNAが形質転換を起こしたことを示唆していたが、当時は、遺伝子の本体はタンパク質であると考えられる研究者も多く、すぐには受け入れられなかった。



図Ⅱ エイブリーらの実験

②ハーシーとチェイスの探究

T₂ファージは、大腸菌に寄生して増殖するウイルスで、DNAとタンパク質からなる。ハーシーとチェイス(ともにアメリカ)は、T₂ファージのDNAとタンパク質に、特殊な方法で別々に目印をつけて、ファージを大腸菌に感染させた。すると、大腸菌に感染するとき、ファージはDNAだけを大腸菌内に侵入させることがわかった。また、ファージが感染した大腸菌内では、ファージのDNAとタンパク質が合成されて、多数の子ファージがつくることがわかった(図Ⅲ)。これらのことから、DNAは、ファージをつくるためのすべての情報をもっていること、そして、それを子孫に伝えることができる物質であることがわかり、遺伝子の本体がDNAであることが明らかになった(1952年)。



図Ⅲ T₂ファージの増殖

考えてみよう!

グリフィスの実験結果からは、「遺伝子の本体 = DNA」と認められなかった。それはなぜだろう？

□形質転換



この節の目標

- 1 タンパク質のアミノ酸配列は、DNAの塩基配列によって決まることを理解する。
- 2 個体を構成する細胞は遺伝的に同一であるが、細胞の機能に応じて発現している遺伝子が異なることを理解する。

1 遺伝情報とタンパク質 —生体内でのタンパク質のはたらきとは？

DNAがもつ遺伝情報は、タンパク質をつくるための設計図としての役割をもっている。タンパク質とは、どのような物質なのだろうか。

A 生体ではたらくタンパク質

生物が行う生命活動の中心となっはたらいているのは、さまざまなタンパク質である。タンパク質の種類は非常に多く、ヒトでは10万種類程度あるといわれている。

例えば、タンパク質の中には、酵素として生体内での化学反応を促進するはたらきをもっているものが数多く知られている。また、タンパク質には、皮膚や軟骨などに含まれるコラーゲンのように、組織や器官の構造の保持にはたらくもの、赤血球中のヘモグロビンのように、酸素の運搬にはたらくものなどもある。さらに、特定の組織



図11 生体ではたらくいろいろなタンパク質

や器官のはたらきを調節するホルモンや、免疫に関係する抗体としてはたらくものなどもある。このように、生体内では多くの種類のタンパク質がはたらいている(図11)。

B タンパク質とアミノ酸

タンパク質は、多数のアミノ酸が鎖状につながってできた分子である(図12)。タンパク質を構成するアミノ酸には、20種類あり、タンパク質の性質は、タンパク質を構成するアミノ酸の種類や数、配列の順序によって決まる。

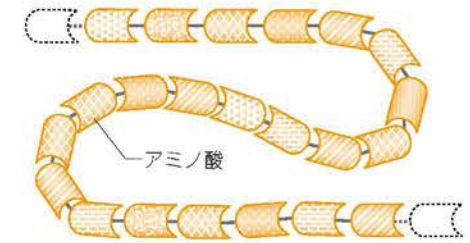
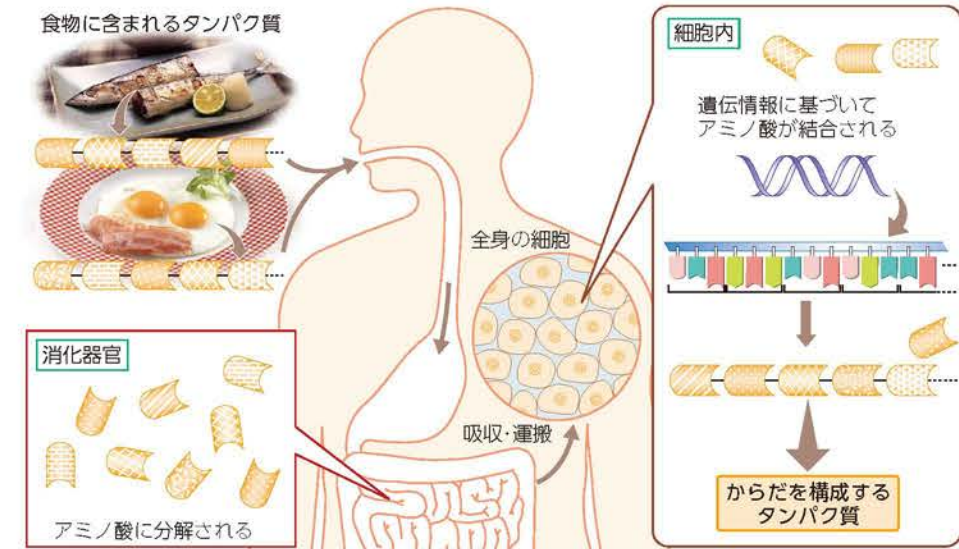


図12 タンパク質の構造

参考 体内に取りこんだタンパク質とアミノ酸の関係

私たちは、肉や卵、大豆などタンパク質を含むさまざまな食物を食べている。食物としてのタンパク質と、私たちのからだを構成するタンパク質の関係は、どのようになっているのだろうか。

ヒトなどの動物の場合、摂取したタンパク質は、胃や腸などの消化器官で、最終的にアミノ酸にまで分解(消化)される。消化によって生じたアミノ酸は、小腸で吸収され、血流を通じて全身の細胞に運ばれる。各細胞は、運ばれてきたアミノ酸を取りこみ、遺伝情報に基づいて、その細胞が必要なタンパク質につくりかえる(図I)。つまり、豚肉を食べても、その豚肉のタンパク質が、そのまま私たちのからだの一部になることはないのである。



図I タンパク質の分解と合成

□タンパク質 □アミノ酸

「参考」では、本文とあわせて学習してほしい内容や、本文をより深く理解するための補足的な内容を扱っています

2 タンパク質の合成 – DNAからタンパク質が合成されるしくみとは？

生命活動において重要なはたらきをしているタンパク質は、DNAがもつ遺伝情報をもとに、どのように合成されるのだろうか。

A 遺伝情報とタンパク質の関係

DNAの塩基配列のうち、タンパク質をつくるための情報をもつ領域を遺伝子という。図13は、p.68に示したインスリン遺伝子の塩基配列の一部と、その情報に基づいて合成されるインスリンのアミノ酸配列の、対応する部分を示したものである。DNAの遺伝情報とタンパク質は、どのような関係にあるのだろうか。

Quest DNAの塩基配列と、対応するタンパク質のアミノ酸配列について、図13からどのような関係が見いだせるだろうか。

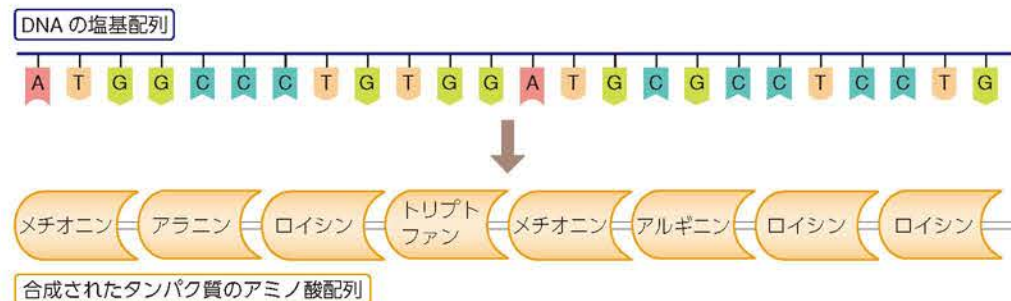


図13 塩基配列とアミノ酸配列の関係(一部分) 内に示したのはアミノ酸の名称。

図13の塩基配列とアミノ酸配列を比較すると、塩基24個がアミノ酸8個に対応していることがわかる。このことから、DNAの塩基3個がアミノ酸1個に対応していることが予想される。図14は、図13の塩基を3個ずつ区切ったものである。図14からは、例えば、ATGという塩基3個の配列が、メチオニンという1個のアミノ酸に対応していることがわかる。

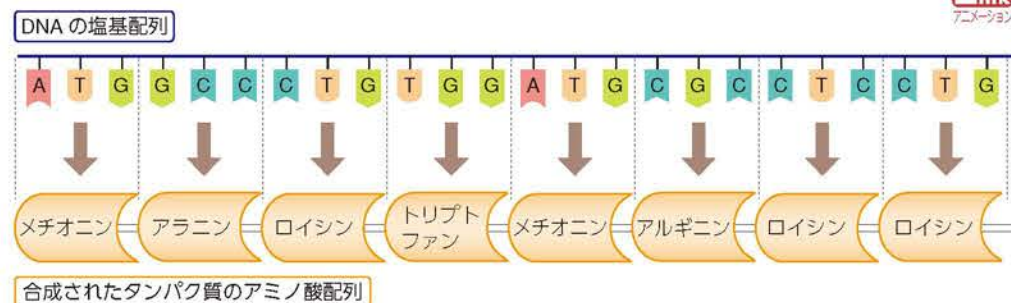


図14 塩基配列と対応するアミノ酸配列(一部分)

このように、DNAの塩基配列には、どのようなアミノ酸が、どんな順番で、何個結合するか情報が含まれている。では、DNAの塩基配列の情報が、どのようにしてアミノ酸配列に伝えられるのかを見ていこう。

B 遺伝情報の流れ

生物のからだを構成する各細胞において、遺伝子をもとにタンパク質が合成されることを、遺伝子が発現するという。

遺伝子が発現してタンパク質が合成される過程は転写と翻訳という2段階からなる。転写は、DNAの遺伝子の塩基配列が写し取られることでRNAという物質が作られる過程である。翻訳は、転写によってつくられたRNAの塩基配列が、アミノ酸の配列に読みかえられる過程である。転写と翻訳の2段階を経て、タンパク質が合成される(図15)。

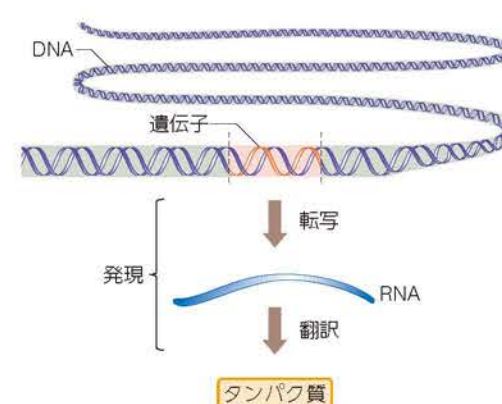


図15 遺伝子が発現する過程

C RNA とそのはたらき

RNA(リボ核酸)は、図16に示した4種類のヌクレオチドが多数鎖状に結合してできている分子である。リン酸、糖、塩基からなる4種類のヌクレオチドが結合している点では、RNAはDNAと同じである。しかし、DNAとは異なり、RNAを構成する糖は、リボースという糖である。また、RNAを構成する塩基にはチミン(T)がなく、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)に加え、ウラシル(U)がある。

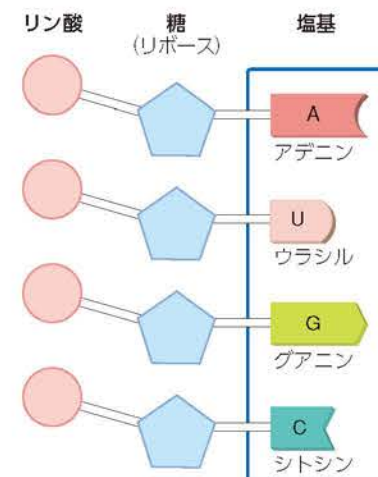


図16 RNAを構成する4種類のヌクレオチド

また、RNAは、2本鎖であるDNAとは異なり、1本のヌクレオチド鎖からできている。さらに、その長さはDNAに比べると著しく短い。これは、1つの遺伝子はDNA全体のごく一部であり、RNAはDNAの塩基配列のごく一部を写し取ってつくられるためである。

□発現 □転写 □翻訳 □RNA(リボ核酸) □リボース □ウラシル(U)

Linkマークがあるところでは、見開き右下のQRコードを読み取って、アニメーションなどのコンテンツをご覧いただけます(▶100~101)



D 転写と翻訳

タンパク質は、転写と翻訳の過程を経て合成される。

① 転写 転写の過程では、DNAのうちの遺伝子の部分の塩基配列を写し取って、RNAがつくられる。転写のしくみを見てみよう。

まず、DNAの2本鎖の一部で塩基どうしの結合が切れて、1本鎖にほどける。1本鎖にほどけた部分では、DNAの一方のヌクレオチド鎖(鋳型となるヌクレオチド鎖)の塩基に、相補的な塩基をもつRNAのヌクレオチドが、塩基の部分で結合する。DNAは、塩基としてチミン(T)をもつが、RNAは、チミン(T)をもたず、ウラシル(U)をもっており、DNAのアデニン(A)に対しては、RNAのウラシル(U)が結合する(図17)。

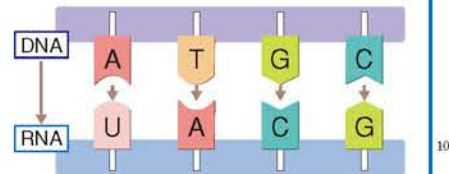


図17 DNAの塩基と相補的に結合するRNAの塩基

その後、隣りあうヌクレオチドどうしが連結されて、DNAの塩基配列を写し取った1本鎖のRNAができる(図18)。このときできるRNAは、遺伝子の塩基配列、つまり、鋳型となったヌクレオチド鎖(同図⑥)と対になっている、もう一方のヌクレオチド鎖(同図③)の塩基配列を写し取ったことになる。

転写

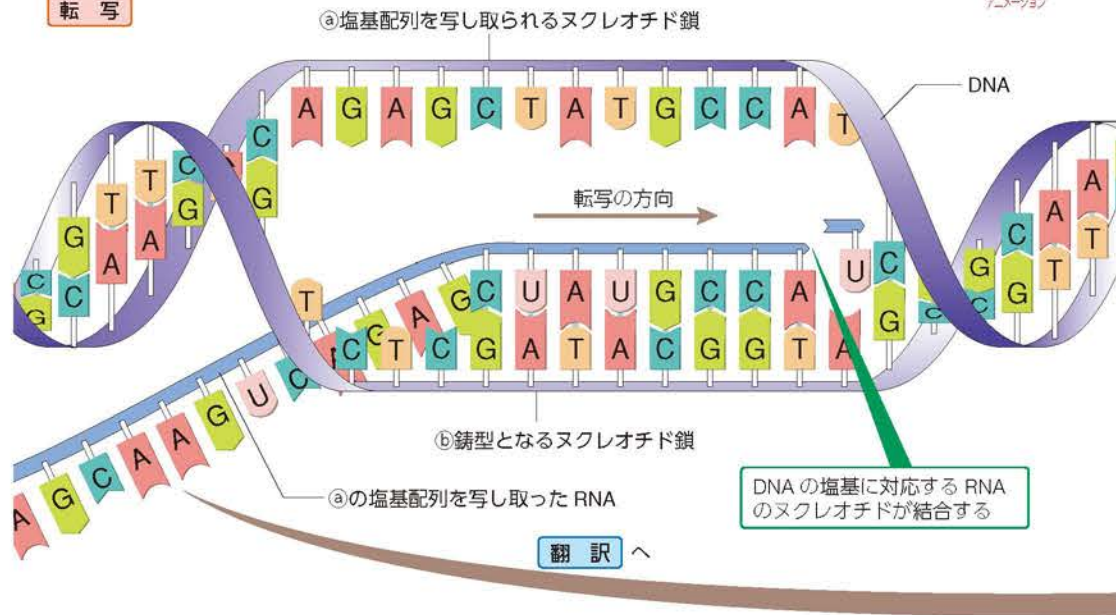


図18 遺伝情報の転写 鋳型となるヌクレオチド鎖(⑥)にヌクレオチドが結合することによって、もう一方のヌクレオチド鎖(③)の塩基配列が写し取られる。

② 翻訳 翻訳の過程では、RNAの塩基配列の情報が読み取られて、タンパク質が合成される。翻訳のしくみを見てみよう。

遺伝子の部分の塩基配列を写し取ってできたRNAは、**mRNA(伝令RNA)**とよばれ、連続した塩基3個の配列が、1個のアミノ酸を指定している。この塩基3個の配列を**コドン**という。

mRNAの塩基配列は、RNAの一種である**tRNA(転移RNA)**を介してアミノ酸配列に読みかえられる。

tRNAは、mRNAのコドンに相補的な塩基3個の配列(アンチコドン)をもつ。また、その末端に、アンチコドンに応じた特定のアミノ酸を結合することができる。例えば、mRNAのコドンがCUAなら、対応するtRNAのアンチコドンはGAUとなり、このtRNAはロイシンというアミノ酸を結合して運ぶ(図19)。

tRNAによって運ばれてきたアミノ酸(図20①)は、その前に運ばれていたアミノ酸と結合し、tRNAはmRNAから離れる(同図②)。このくり返しによって、mRNAの塩基配列が、アミノ酸配列に読みかえられる。

翻訳

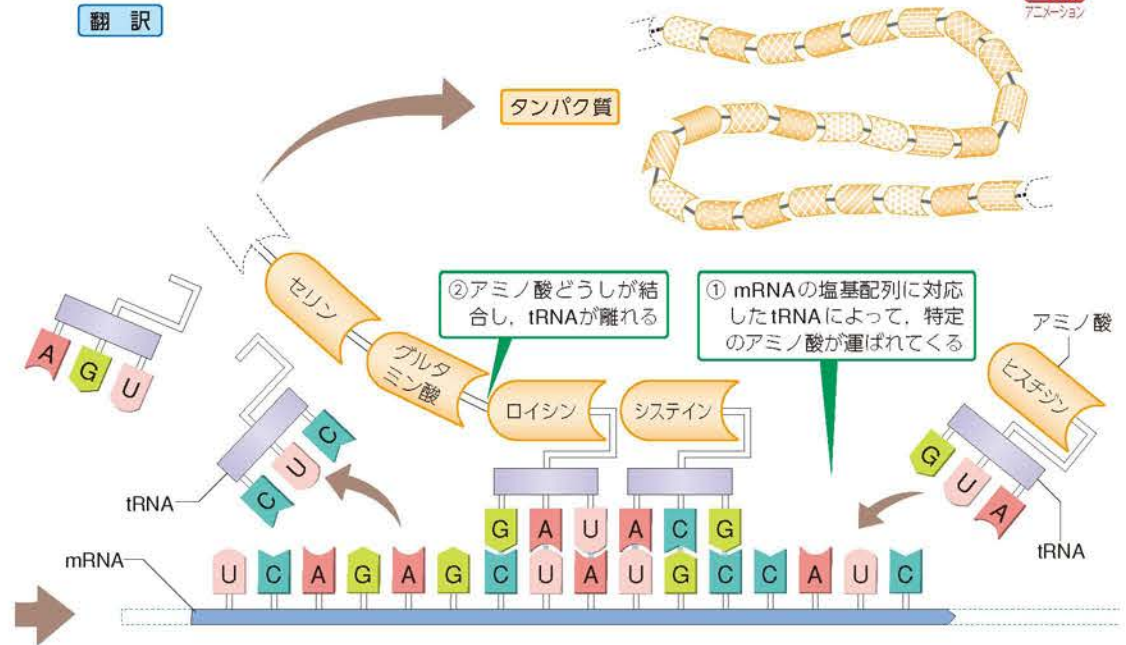


図20 遺伝情報の翻訳 mRNAの情報にしたがって、tRNAが運んできたアミノ酸が結合されることで、タンパク質が合成される。

□ mRNA(伝令RNA) □ コドン □ tRNA(転移RNA) □ アンチコドン

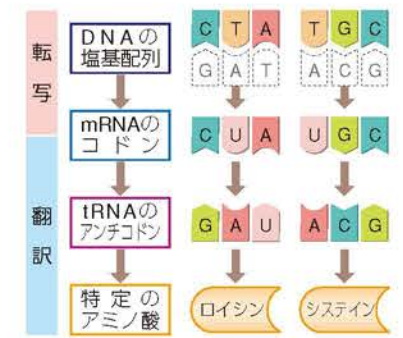


図19 DNAの塩基配列とアミノ酸の対応



このように、コドンが指定するアミノ酸が順番につながることで、DNAの遺伝情報に基づいたタンパク質が合成される。合成されたタンパク質は、酵素などとしてはたらき、生命現象を支えている。

E 遺伝暗号表

コドンが指定するアミノ酸は、表1のような遺伝暗号表にまとめられており、すべての生物で共通である。この表からわかるように、64通りのコドンに対して、コドンが指定するアミノ酸は20種類なので、ほとんどのアミノ酸は、複数のコドンによって指定されている。

コドンのうち、AUGは、メチオニンを指定すると同時に、翻訳の開始を指定するコドン(開始コドン)としてはたらくことがある。また、UAA、UAG、UGAの3つは、アミノ酸を指定せず、翻訳の終了を指定するコドン(終止コドン)としてはたらく。

表1 遺伝暗号表(mRNA)

		2番目の塩基				
		U	C	A	G	
1番目の塩基	U	UUU } フェニルアラニン	UCU } セリン	UAU } チロシン	UGU } システイン	U
		UUC } フェニルアラニン	UCC } セリン	UAC } チロシン	UGC } システイン	C
		UUA } ロイシン	UCA } セリン	UAA } 終止コドン	UGA } 終止コドン	A
		UUG } ロイシン	UCG } セリン	UAG } 終止コドン	UGG } トリプトファン	G
	C	CUU } ロイシン	CCU } プロリン	CAU } ヒスチジン	CGU } アルギニン	U
		CUC } ロイシン	CCC } プロリン	CAC } ヒスチジン	CGC } アルギニン	C
		CUA } ロイシン	CCA } プロリン	CAA } グルタミン	CGA } アルギニン	A
		CUG } ロイシン	CCG } プロリン	CAG } グルタミン	CGG } アルギニン	G
	A	AUU } イソロイシン	ACU } トレオニン	AAU } アスパラギン	AGU } セリン	U
		AUC } イソロイシン	ACC } トレオニン	AAC } アスパラギン	AGC } セリン	C
		AUA } (開始コドン)	ACA } トレオニン	AAA } リジン	AGA } アルギニン	A
		AUG } メチオニン	ACG } トレオニン	AAG } リジン	AGG } アルギニン	G
G	GUU } バリン	GCU } アラニン	GAU } アスパラギン酸	GGU } グリシン	U	
	GUC } バリン	GCC } アラニン	GAC } アスパラギン酸	GGC } グリシン	C	
	GUA } バリン	GCA } アラニン	GAA } グルタミン酸	GGA } グリシン	A	
	GUG } バリン	GCG } アラニン	GAG } グルタミン酸	GGG } グリシン	G	

表の見方 例えば、CAGというコドンが指定するアミノ酸を知りたい場合、次のように探すとよい。まず、1番目の塩基がCなので、上から2行目のCの行に注目する。次に、2番目の塩基がAなので、左から3列目のAの列に注目する。つまり、上から2行目で、かつ左から3列目のセルに注目する。最後に、3番目の塩基がGなので、そのセルの中で上から4段目のCAGと書かれた箇所を見ると、CAGが指定するアミノ酸がグルタミンであるとわかる。

問1 あるDNAを構成する一方のヌクレオチド鎖の塩基配列が、GCCTGTAACであったとき、これを鋳型として合成されるmRNAの塩基配列はどのようになるか。また、そのmRNAが翻訳されてできるアミノ酸配列はどのようになるか。

考問2 コドンはなぜ連続した塩基3個の配列なのだろうか。塩基1個、あるいは塩基2個で20種類のアミノ酸を指定することはできないだろうか。

p.69で行った実習のDNAモデルを使い、次のような実習を行って転写と翻訳について理解を深めよう。

実習③ DNAモデルを使った転写と翻訳の理解

目的 タンパク質合成における転写と翻訳について理解を深める。

準備 p.69の実習2で作製したDNAモデル

方法 ① p.69の実習2で作製したDNAモデルの塩基配列を書き出す。

② ①で書き出した塩基配列から、転写されてできるmRNAの塩基配列、翻訳されてできるアミノ酸配列を書き出す。DNAを構成する2本のヌクレオチド鎖のどちらを転写するかは自分で決めればよい。

結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DNA												
mRNA												
アミノ酸												

考察 ① アミノ酸配列を、クラスの他の人と比較してみよう。クラス全体で何種類のアミノ酸配列ができたか。

② 塩基配列の種類数と比べて、アミノ酸配列の種類数は多かったか、少なかったか。

参考 遺伝情報の流れ

これまで学習したように、細胞がもつDNAの遺伝情報(塩基配列)は、複製され、からだを構成するすべての細胞に伝えられている。また、DNAの遺伝情報は、RNAに写し取られ、RNAの情報(塩基配列)をもとにアミノ酸がつながれることで、タンパク質が合成される。クリックは、このような、細胞がもつ遺伝情報が、DNA→RNA→タンパク質の順に一方に伝達されるという考えをセントラルドグマ(中心教義)とよんだ(1958年)。

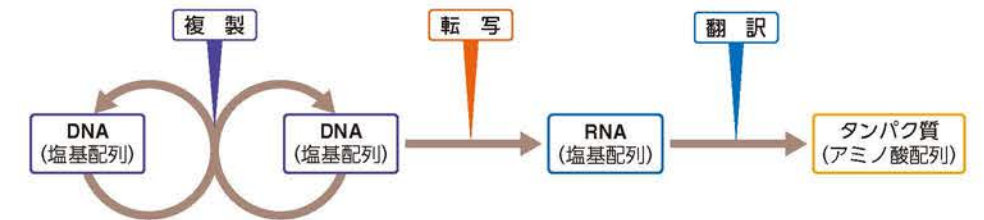


図1 遺伝情報の流れ

□開始コドン □終止コドン □セントラルドグマ



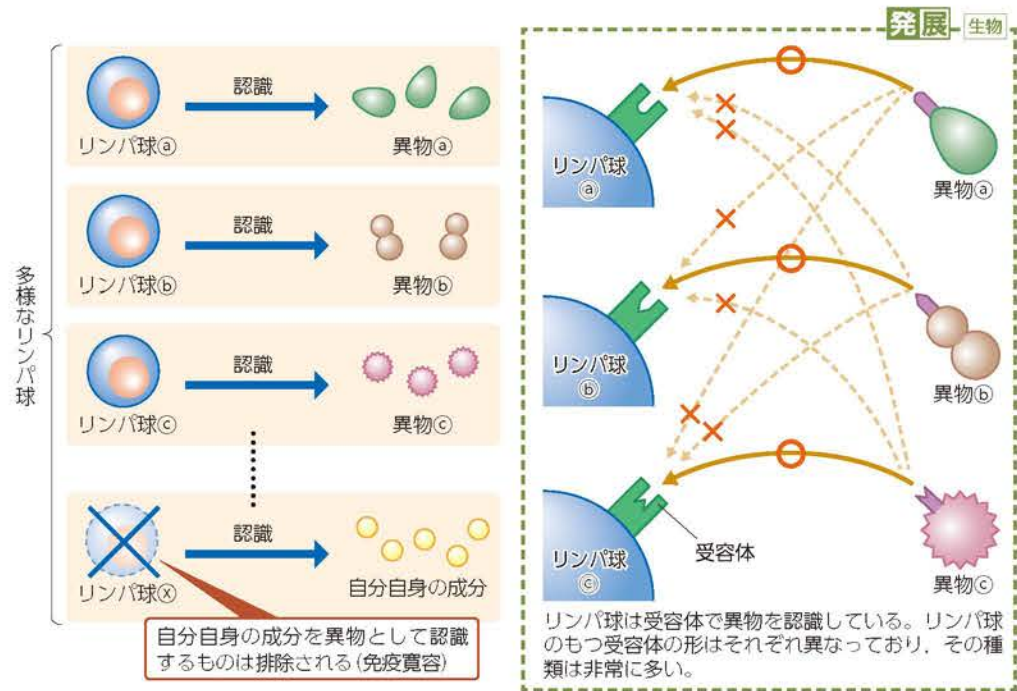
3 適応免疫 —適応免疫ではどのようなしくみで異物を排除するのか？

自然免疫だけで排除しきれなかった異物に対しては、その異物を特異的に排除する**適応免疫(獲得免疫)**がはたらく。適応免疫ではどのように異物を認識し、排除するのだろうか。

A リンパ球の特異性と多様性

適応免疫では、おもに白血球の一種である**リンパ球**のうち、**T細胞**と**B細胞**がはたらく。自然免疫ではたらく食細胞は、さまざまな異物を認識できるが、適応免疫ではたらくリンパ球は、1つのリンパ球につき1種類の異物しか認識できない(リンパ球の特異性)。そのかわり、認識する相手の異なる多様なリンパ球が、全身のリンパ節に用意されており、さまざまな異物に対して対応できる(リンパ球の多様性)。

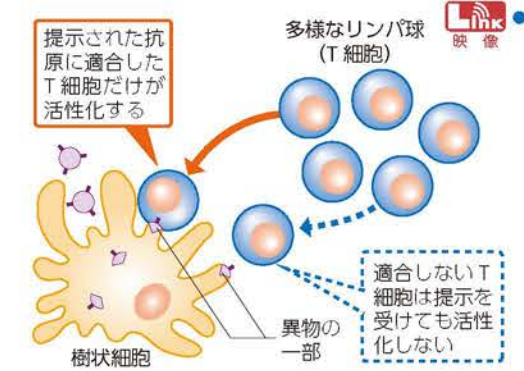
しかし、多様なリンパ球が用意される過程では、自分自身の成分を異物として認識するものもつくられる。そのようなリンパ球がはたらくと、自分自身も攻撃されてしまう。そのため、自分自身の細胞や成分に反応するリンパ球を死滅させたり、はたらくを抑えたりしている。このようなしくみによって、自分自身に対して免疫がはたらかない状態をつくることのできる。この状態を**免疫寛容**という(図31)。



本文の流れで教えた「発展」は点線囲みで入れています

B 抗原の提示

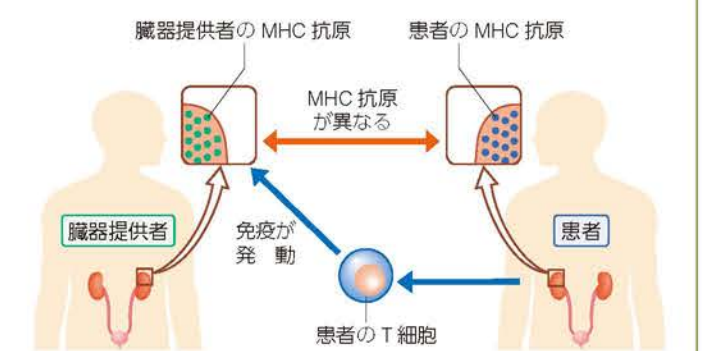
リンパ球の特異的な攻撃の対象となる異物を**抗原**という。樹状細胞やマクロファージ、B細胞は、異物を認識するとその異物を取りこんで分解し、一部を細胞の表面に提示する。このようなはたらきを**抗原提示**という(図32)。特に樹状細胞は、抗原提示によって適応免疫を開始する役割をもつ。リンパ節に用意されている多様なT細胞は、樹状細胞から抗原提示を受ける。抗原提示を受けたT細胞のうち、提示された抗原に適合したものだけが活性化して増殖することで、適応免疫が発動する。



発展 自己と非自己はどのように識別されるのか？ 生物

抗原提示には、**主要組織適合抗原(MHC抗原)**というタンパク質がかかわっている。MHC抗原は細胞の表面に存在しており、抗原提示の際、T細胞は、MHC抗原とその上に乗った異物の抗原を認識する。また、T細胞はMHC抗原自体の違いも認識できるため、自身のものでないMHC抗原をもった細胞は、非自己として認識される。

MHC抗原は、ヒトの場合でも極めて多くの種類があり、MHC抗原が一致するヒトを見つけることは非常に難しい。ヒトどうしの臓器移植で**拒絶反応**が起こるのは、T細胞がMHC抗原の違いを見分け、自身のものでないMHC抗原をもつ細胞(移植された組織や器官の細胞)に対して免疫が発動するためである(図I)。



- ① T細胞とB細胞のもとになる細胞はともに骨髄でつくられる。B細胞はそのまま骨髄(bone marrow)で分化するが、T細胞は胸腺(thymus)に移動し、そこで分化する。なお、B細胞は、すい臓のランゲルハンス島のB細胞(▶ p.124)と名称は同じだが、異なる細胞である。
- ② リンパ球の一種であるNK細胞は、病原体に感染した細胞やがん細胞などがもつ特徴を認識して攻撃する(▶ p.136)。

適応免疫(獲得免疫) リンパ球 T細胞 B細胞 免疫寛容
抗原 抗原提示

139

C 適応免疫のしくみ

適応免疫では、リンパ球のうちのB細胞とT細胞がはたらく。また、T細胞には、ヘルパーT細胞とキラーT細胞の2種類がある。

1 抗体による免疫反応

B細胞も、T細胞と同様に多様であり、それぞれが特定の異物を認識する。B細胞は、異物を認識すると、その異物を細胞内に取りこんで分解し、断片を細胞表面に提示する(図34①)。また、リンパ節では、抗原を提示している樹状細胞に多くのT細胞が接触し、その中で、提示された抗原に適合したT細胞だけが活性化して増殖する(同図②)。増殖したヘルパーT細胞は、B細胞から抗原の提示を受け、さらに自分の型と一致すると、そのB細胞を活性化する(同図③)。

活性化したB細胞は増殖し、形質細胞(抗体産生細胞)へと分化する(同図④)。形質細胞は抗体(免疫グロブリン)とよばれるタンパク質を産生して体液中に放出する。抗体は、血液中を流れて全身に送られると、特定の抗原と特異的に結合する。この反応を抗原抗体反応といい、これによって抗原が無毒化される(同図⑤)。

2 食作用の増強

また、増殖したヘルパーT細胞は、感染した組織へ移動する(同図⑥)。そこでマクロファージから抗原の提示を受け、自分の型と一致すると、そのマクロファージを活性化する(同図⑦)。活性化したマクロファージは、より活発に食作用を行うようになる。

3 感染細胞への攻撃

一方、ウイルスなどのように、細胞内に入りこんだ病原体は、キラーT細胞のはたらきによって排除される。抗原の提示を受け、活性化して増殖したキラーT細胞は、リンパ節を出て感染した組織に移動する(同図⑧)。病原体に感染した感染細胞は、病原体の断片を細胞の表面に提示している。キラーT細胞がこの断片を認識し、自分の型と一致すると、感染細胞を攻撃して死滅させる(同図⑨)。

①病気などで他人の臓器を移植した場合、拒絶反応が起こって生着しないことが多いのは、キラーT細胞が移植した臓器を異物として認識し、攻撃するためである。

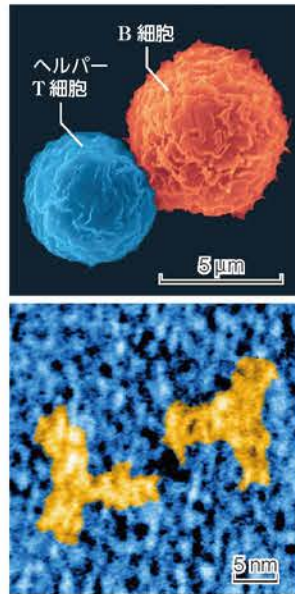


図33 B細胞を活性化するヘルパーT細胞(上)と抗体(下)(電子顕微鏡写真に着色)

このように、適応免疫は複雑なしくみで成り立っている。このうち、B細胞が中心となって起こる、抗体による免疫反応を**体液性免疫**という。一方、キラーT細胞やヘルパーT細胞が中心となって起こる、食作用の増強や感染細胞への攻撃などの免疫反応を**細胞性免疫**という。

- 5 キラーT細胞に攻撃されて死んだ感染細胞や、抗体が結合して無毒化された異物は、最終的にマクロファージの食作用によって処理される。

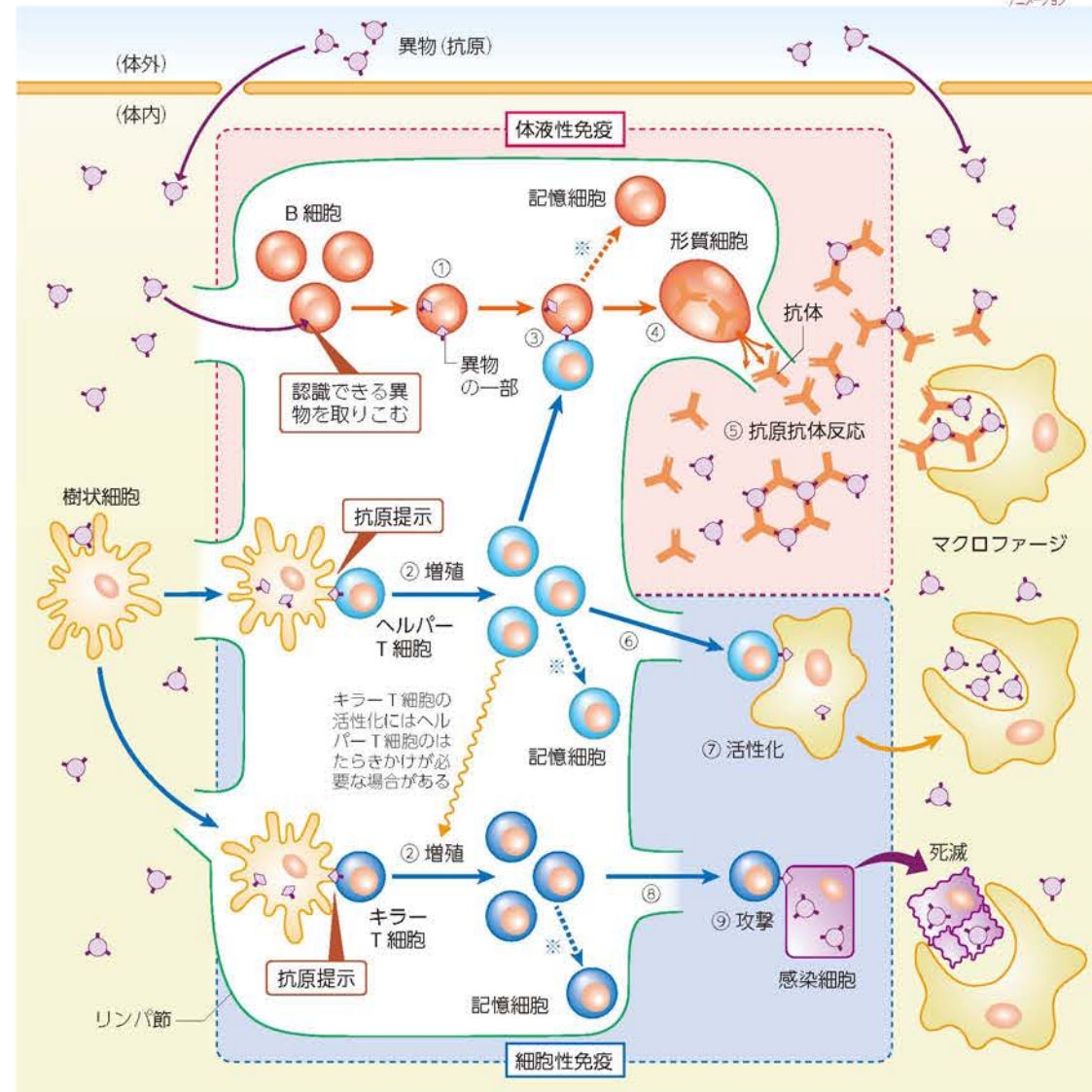


図34 適応免疫のしくみ ※で示したように、活性化して増殖したヘルパーT細胞やキラーT細胞、B細胞の一部は、それぞれ記憶細胞として体内に保存される(▶ p.142)。

- ヘルパーT細胞 □キラーT細胞 □形質細胞(抗体産生細胞) □抗体
- 免疫グロブリン □抗原抗体反応 □体液性免疫 □細胞性免疫



D 免疫記憶

一度感染症にかかると、次から同じ感染症にかかりにくくなることが知られているが、これはなぜだろうか。

Quest 図35は、ある抗原が体内に侵入したときの、抗体の産生量の変化を示したグラフである。1回目の矢印は初回の侵入、2回目の矢印は同じ抗原が再び体内に侵入したことを示している。このグラフから、同じ感染症に再びかかりにくくなる理由を考えてみよう。

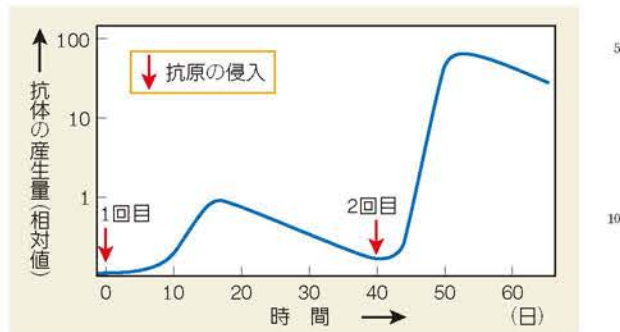


図35 抗原の侵入と抗体の産生量

図35からわかるように、1回目の抗原の侵入時に比べて、2回目の抗原の侵入時のほうが、速やかに抗体産生が起こっている。また、産生される抗体の量も2回目の抗原の侵入時のほうが多い。これは、抗原の侵入によって活性化したT細胞やB細胞の一部が、**記憶細胞**となって体内に残ることによって起こる。同じ抗原が再び体内に侵入すると、記憶細胞がすぐに増殖・分化することで、強い免疫反応が速やかに起こる。このようなしくみを**免疫記憶**といい、1回目の抗原の侵入に対する免疫反応を**一次応答**、同じ抗原の2回目以降の侵入に対する速やかで強い免疫反応を**二次応答**という。

ふつう、感染症が発病するまでには、病原体が体内へ侵入してから、ある程度の潜伏期間がある。最初の病原体の侵入では、潜伏期間の間に適応免疫がほとんどはたらかず、発病してしまう。しかし2度目の病原体の侵入では、免疫記憶によって潜伏期間中に病原体の排除が始まり、発病しなかったり、発病しても症状が軽くすんだりする。

一度かかったことのある感染症に、次からかかりにくくなるのは、このような免疫記憶のしくみがからだに備わっているためである。免疫記憶のしくみは、医療にも応用されている。

▶ p.146

次ページの思考学習で、免疫記憶について考えてみよう。

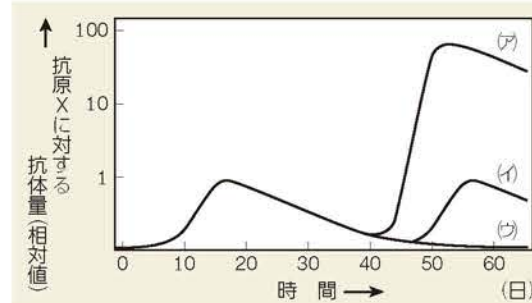
①免疫記憶は適応免疫で見られない現象である。自然免疫ではたらく好中球やマクロファージ、樹状細胞には記憶細胞は存在せず、同じ異物が何度侵入しても、自然免疫の反応の速さや強さは変わらない。

免疫記憶の機構について、まず生徒自身が二次応答のグラフをもとに考える構成になっています

「思考学習」では、データやグラフを示してそれをもとに考える学習課題を扱っています

思考学習 抗原の接種と抗体量の変化

図Iは、マウスに抗原Xを最初に接種したときを0日として、血液中の抗原Xに対する抗体量の変化を、時間の経過とともに表したものである。抗原Xを接種した40日後に再び、同じマウスに対して、①抗原X、②抗原Xとは異なる抗原Y、③抗原Xと抗原Yを混ぜたものを、のいずれかを接種した。



図I 抗原Xに対する抗体量の変化

ただし、抗原X、抗原Yともにこれまで体内に侵入したことがなく、それぞれの抗原に対する抗体量の変化は、両者ともに同じ変化を示すものとする。

考察1. ①~③のマウスにおけるその後の血液中の抗原Xに対する抗体量の変化を示したグラフは、それぞれ(a)~(c)のどれか。

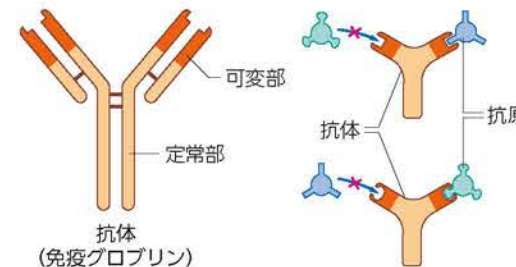
考察2. 図Iのグラフの縦軸を、抗原Xに対する抗体と抗原Yに対する抗体の総量とし、抗原Xを0日目と40日目に、抗原Yを20日目と60日目に接種すると、グラフはどのようなようになるか。0日から80日までのグラフを示せ。

発展 抗体はどのような構造をしているのか?

生物

適応免疫ではたらく抗体は、どのような構造をしているのだろうか。抗体は、**免疫グロブリン**というタンパク質である。免疫グロブリンには、可変部とよばれる部位があり、可変部の末端の形状に応じて特定の異物と特異的に結合する(図I)。可変部の構造を決める遺伝子は何種類もある。それらの遺伝子を組み合わせることによって、可変部が作られる。これによって、多様な抗体が作り出されている。

多様な抗原に対し特異的な抗体の多様性が生み出されるしくみを、日本の利根川進は遺伝子・分子レベルで明らかにし、1987年に日本で初のノーベル生理学・医学賞を受賞した。



図I 抗体の構造と特異性

①B細胞の表面にある受容体(異物を認識する部位)も、抗体と同じ免疫グロブリンである。B細胞が形質細胞に分化すると、自身のもつ受容体と同じタンパク質を大量につくり、抗体として体液中に放出する。

□記憶細胞 □免疫記憶 □一次応答 □二次応答

4 免疫と病気 ー免疫のしくみと病気、医療との関係は？

これまで、異物を防衛・排除するしくみを学んできた。このようなしくみがあるにもかかわらず、私たちが病気になるのはなぜだろうか。

A 病気になるとは

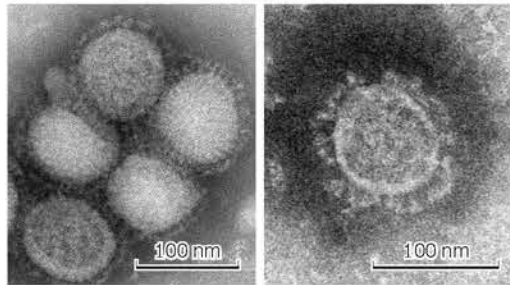
初めて侵入した異物に対して適応免疫が発動するまでには、1週間ほどかかる。その間、ウイルスは細胞内に入って増殖する過程で、細胞の機能を低下させたり、細胞を壊したりする。細菌によっては毒素を分泌し、それが全身の症状につながることもある。また、免疫そのもののはたらきが低下して、異物を排除しきれなくなることもある。このような状態で、体内にいた病原体などはたらきが活発になると、からだはさまざまな病気を発症する。

異物に対する免疫反応が過敏になったり、免疫が自分自身の細胞や組織を攻撃したりすることで引き起こされる病気もある。

参考 さまざまな感染症とその症状

病気の代表的なものが感染症である。例えば、インフルエンザは、インフルエンザウイルス(図I左)によって引き起こされる感染症で、発熱やからだの痛みなどの症状が出る。インフルエンザウイルスは、その特徴となる構造が変化しやすいため、免疫記憶が効果を発揮しにくい。そのため、過去にインフルエンザにかかったことがあっても、再び発症することがある。

また、2019年には、これまでに見つかっていなかったコロナウイルスによる感染症が報告され、その後世界的に流行した。この感染症は「新型コロナウイルス感染症(COVID-19)」とよばれ、このウイルス(SARS コロナウイルス2、同図右)に感染すると、発熱・せきなどの症状が現れることがあり、重度の場合は肺炎を引き起こすこともある。ときには、このような新しい感染症が発生することもあり、その対策として、予防方法や治療方法などの研究が行われている。



図I インフルエンザウイルス(左)とSARS コロナウイルス2(右)

※ SARS: 重症急性呼吸器症候群

①一般に、自然免疫である食作用が0~24時間ではたらくのに対して、適応免疫の効果が現れるまでには7~10日間かかる。

B 免疫のはたらきの低下による病気

疲労やストレス、加齢などによって免疫のはたらきが低下すると、健康な人では通常発病しない病原性の低い病原体に感染し、発病することがある。これを日和見感染^①という。例えば、カンジダ菌(図36)は、皮膚などに常に存在する病原性の低い真菌(カビのなかま)であるが、免疫のはたらきが低下すると内臓に侵入して機能低下を引き起こすことがある。

また、1981年に初めてヒトでの感染者が確認されたエイズ(AIDS、後天性免疫不全症候群)は、世界中に急速に広まってきた病気である。原因となるのはHIV(ヒト免疫不全ウイルス)というウイルスである。HIVは、おもに適応免疫の中心であるヘルパーT細胞に感染して増殖し、破壊してしまう(図37)。これによって、免疫機能が極端に低下し、日和見感染を起こしやすくなる。

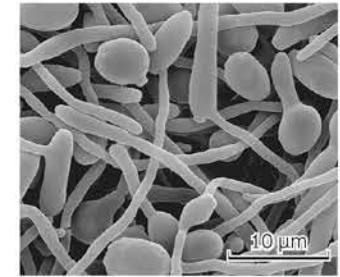


図36 カンジダ菌

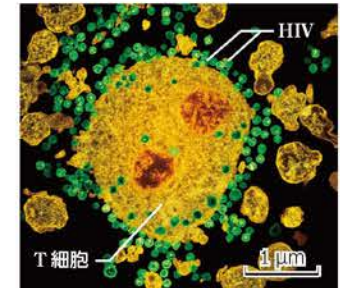


図37 HIVが感染したT細胞(電子顕微鏡写真に着色)

C 免疫の異常反応

①アレルギー 人によっては、特定の食物を食べると、じんましんやぜんそくなどの症状が現れることがある。これらは、食物に含まれる物質が、リンパ球によって抗原として認識されてしまうことによって起こる。このように、外界からの異物に対する免疫反応が過敏になり、その結果、生体に不利益を



図38 スギ花粉の飛散(左)とスギ花粉(右)

もたらすことをアレルギーという。また、アレルギーを引き起こすものをアレルゲンという。スギやヒノキなどの花粉(図38)による花粉症もアレルギーの一種である。

アレルギーは鼻炎などの症状だけでなく、血圧の低下など生命にかかわる重篤な症状(アナフィラキシーショック)を引き起こす場合もある。

② HIVは感染者の血液や精液などに存在し、性交渉や注射器の使いまわし、母子感染などによって感染する。エイズはかつて治療が困難な病気であったが、近年では、HIVに感染しても、その増殖を抑えることで、エイズの発症を遅らせる医薬品の開発が進んでいる。

- 日和見感染
- エイズ
- HIV
- アレルギー
- アレルゲン
- アナフィラキシーショック



B 植生の遷移の過程

三宅島は火山活動の活発な島であり、また、ここ数百年で噴火が起こった年代がわかっている(図6)。そこで、噴火が起こった年代の異なる複数の地点を調査することで、遷移の過程を推定する研究が行われている。例えば、100年前に噴火によって植生が破壊された地点に成立している現在の植生は、遷移が始まって

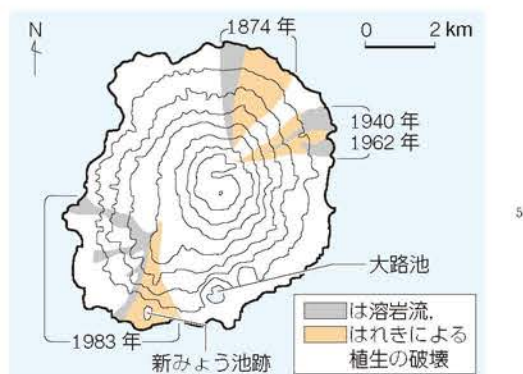


図6 三宅島の噴火と植生の破壊

5

100年たった状態の植生のようすであると考えられる。

図7は、三宅島において、噴火からの経過年数の異なる複数の地点を調査した資料である。この資料から、植生は時間とともに①→②→③→④のように変化していくと考えられる。植生がこのような過程をたどって遷移していくのはなぜだろうか。その要因を考えてみよう。

Quest 図7①,②からわかるように、遷移の初期にはまず草本植物が生育し、その後、木本植物が見られるようになる。このような順序で移り変わっていくのはなぜか。また、同図③と④の間で、森林を構成する樹種が変化しているのはなぜか。図7や、これまでに学習した内容をもとにして考えてみよう。



資料写真

① 噴火から約30年経過した地点



植生の外観



ハチジョウイタドリ



地表は溶岩におおわれ、土壌はほとんど見られない。直射日光にさらされ、植物はまばらに見られるのみである。

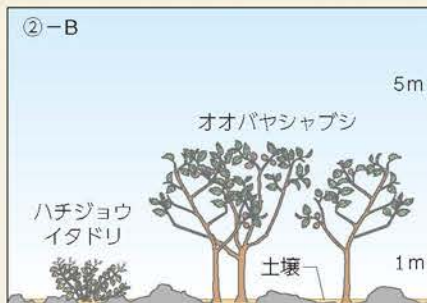
② 噴火から約50年経過した地点



植生の外観



林内から見た林冠



草本植物によって地表がおおわれ、背の低い樹木(低木)も見られる。地表には、わずかに土壌が見られる。

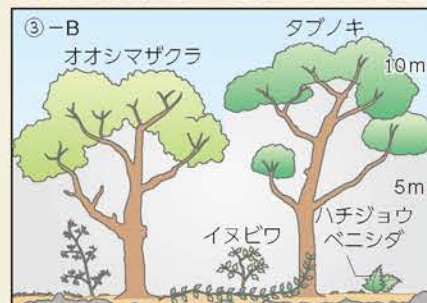
③ 噴火から約150年経過した地点



植生の外観



植生内ようす



背の高い樹木(高木)が多く見られ、林内はうす暗い。土壌の層は②より厚い。

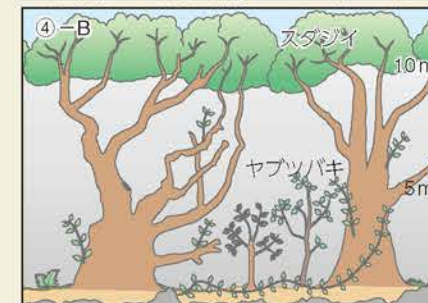
④ 噴火から600年以上経過した地点



植生の外観



林内から見た林冠



高木によって林冠がおおわれており、林内はかなり暗い。土壌の層は厚い。

図7 三宅島で見られる植生の例 噴火からの経過年数が異なる地点の植生のようすや特徴などを、経過

年数の短い順に並べている。図中の植物については、巻末の生物図鑑を参照。



2 人間の活動と生態系 人間の活動が生態系に与える影響とは？

私たち人間の活動によって、生態系に復元力をこえる大きなかく乱が生じ、生態系のバランスが崩れてしまうことがある。人間の活動は生態系にどのような影響を与えているのだろうか。

A 外来生物の移入

① 外来生物による影響 ある生物が人間の活動によって意図的に、または意図されずに本来の生息場所から別の場所に移され、そこで定着することがある。このような生物を **外来生物** という。外来生物の中には、移入先で分布を広げ、生態系をかく乱して大きな影響を与えている生物がいる。

例えば、北アメリカ原産の淡水魚であるオオクチバス(図33)は、日本では釣りの対象魚として人気があり、意図的に放流されて湖沼やため池で分布を広げた。移入先にはオオクチバスの捕食者がいない場合が多く、数を増やしやす。さらに、オオクチバスは動物食性で、さまざまな種類の水生動物を捕食する。そのため、移入先に本来生息していた生物に大きな影響を与えている。



図33 オオクチバス

Quest 図34のグラフは、宮城県の伊豆沼における魚の漁獲量の推移を示している。オオクチバスの移入によって他の魚にどのような影響があったと考えられるだろうか。グラフからわかることをあげてみよう。

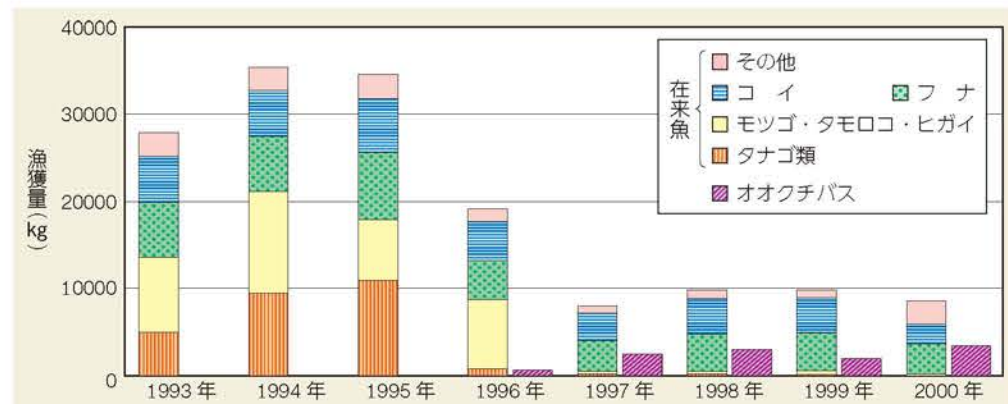


図34 宮城県伊豆沼の魚種別漁獲量の推移 モツゴ、タモロコ、ヒガイ、タナゴ類はいずれも体長10cm前後の小形の淡水魚である。巻末の生物図鑑も参照。[宮城県水産技術総合センター 内水面水産試験場資料より]

□外来生物

生徒自身がグラフからわかることを読み取る構成になっています



前ページの図34で、1995年と1997年の漁獲量を比較すると、オオクチバス以外の魚の漁獲量は約4分の1に減っている。また、減少した魚の内訳に注目すると、大形の魚類であるフナやコイよりも、小形の魚類であるモツゴ・タモロコ・ヒガイやタナゴ類が特に激減していることがわかる。このことから、オオクチバスはこれらの小形の魚類を捕食していると考えられる。このように、オオクチバスの移入によって、伊豆沼にもともと生息していた魚類は小形魚類を中心に大きく減少し、種多様性が低下してしまったと考えられる。

外来生物の中には、オオクチバスのように在来生物を捕食するものや、在来生物の食物や生息場所を奪ってしまうものなど、さまざまな形で生態系に影響を与えるものがある。

② 外来生物への対策 外来生物による生態系への影響の拡大を防ぐため、日本では、2005年6月に「外来生物法」が施行された。この法律では、多くの外来生物のうち、日本の生態系や人間の生活などに特に大きな影響を及ぼす、あるいは及ぼす可能性のある生物が **特定外来生物** に指定され、飼育や栽培・輸入などの取り扱いが原則として禁止された。

世界各地で大きな影響を及ぼしている生物の場合、日本に侵入したことのない生物でも、特定外来生物に指定されることがある。また、外来生物を取り巻く状況の変化に応じて、特定外来生物に指定される生物は随時追加されている。

前ページの例の伊豆沼においては、2004年以降、オオクチバスなどの外来生物を防除する事業が進められている。この取り組みによって、オオクチバスの減少と在来の魚類の個体数の回復が確認されている(図35)。

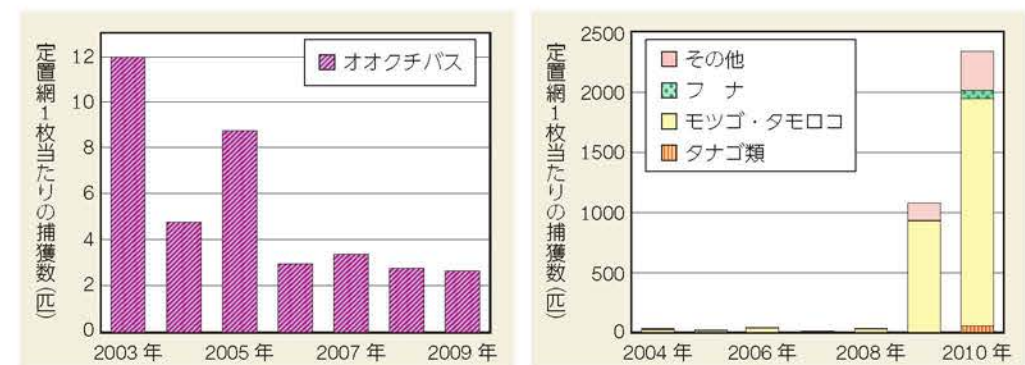


図35 防除事業によるオオクチバスの数の変化(左)と在来魚の数の変化(右) [公益財団法人 宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団資料より]

① 外来生物に対して、その地域にもともと生息している生物を在来生物という。

C 生態系と人間社会

私たちの生活は生態系サービスの上に成り立っている。しかし、人間の活動は生態系に大きな影響を及ぼしている。長い時間をかけて作り上げられた生態系は、一度バランスが大きく崩れてしまうと、もとにもどすことは非常に難しい。そこで、人間の活動が生態系に与える影響をなるべく小さくするような取り組みが行われている。

例えば、大規模な開発を行う場合、生物の生息地の破壊や分断をはじめとした大きな影響を生態系に与える可能性がある(図39)。そのため日本では、一定以上の規模の開発を行う場合、その開発によって生態系に与える影響を事前に調査することが、法律によって義務化されている。このような調査を環境アセスメント(環境影響評価)という。

次のような実習で、私たちの生活が生態系に及ぼす影響について考えてみよう。



図39 風力発電の風車と鳥 風車には野鳥が衝突するおそれがあるため、建設前に渡り鳥の飛行ルートを調査することがある。

実習④ 大規模な開発について考えよう

目的 私たちの生活が生態系に及ぼす影響について、さまざまな立場から考えて話しあい、理解を深める。

方法 生態系の破壊を伴う大規模な開発を行うという想定でテーマを設定し、さまざまな立場(役割)に分かれて議論を行う。

テーマ設定の例 ある地域で、地域活性化の一つとして観光客の誘致のために、森林を削って道路の建設が行われることとなった。しかし、この地域の森林には希少な絶滅危惧種が生息していることがわかっている。

立場の設定の例 開発を進める事業者、地域住民 など

- 議題の設定の例**
- ① 道路の建設が生態系に与える影響を調べるためには、事前にどのようなことを調査すればよいか。
 - ② 道路の建設を行うことで、この地域の生態系にはどのような影響が出ると考えられるか。
 - ③ ②であがったような影響を最小限にとどめるためには、開発にあたってどのようなことに気をつければよいだろうか。



図1 道路の建設

自然の保護と開発という異なる立場に立って議論を行う実習を通して、社会的な課題に触れることができます

生態系には多様な生物が生活しており、私たち人間も生態系を構成する生物の一員である。人間は、地球上の生態系とかかわりながら、その恵みを受けて生活している。いま、私たちは生物の多様性の重要性を認識し、一人ひとりが生態系の保全について考えていく必要がある。

SDGsの話題も取り上げています

コラム 「持続可能な開発」を目指して



私たち人間が社会を維持し、発展させていくためのさまざまな活動は、生態系の破壊や資源の大量消費などともに行われてきた。しかし、この状態が続けば、いつかは地球の資源は枯渇し、人間活動も十分に行えなくなってしまう。開発による生態系への影響や資源の消費などを、自然が回復できる範囲にとどめ、長く将来にわたって人間活動を続けていけるような「持続可能な開発」を目指すさまざまな取り組みが世界的に行われている。

2015年の国連サミットで採択された「持続可能な開発目標(SDGs)もその一つで、持続可能な社会に向けた国際目標である。SDGsでは、貧困や飢餓の撲滅、エネルギー消費、産業、地球環境など、さまざまな分野にわたる17のゴール(目標)が設定されている。そして、それぞれのゴールは互いに関連している。

私たちの社会は生態系サービスの上に成り立っており、生態系や生物多様性の保全に向けた取り組みは、SDGsにおける「社会と経済の持続可能性」の根底を支えているといえる。



図1 SDGsのゴールを示すアイコンの例 それぞれのゴールの中には、さらに細かく具体的な実施目標(ターゲット)が設定されている。

節末チェック

- 1 生態系がもつ復元力にはどのようなものがあるか。具体例をあげてみよう。
- 2 人間活動が生態系に影響を及ぼす例にはどのようなものがあるか。説明してみよう。
- 3 生態系の保全が重要なのはなぜか。説明してみよう。



探究のテーマを見つける

生物に関する探究を行う際は、さまざまな学習機会をとらえて、たくさんの生物と出会い、生命現象を直接観察することが大切である。潤沢な情報をもつ生物を、自分なりのこだわりをもって正確に観察すれば、さまざまな「なぜ?」、「どうして?」という疑問がわいてくる。このような疑問が、「知りたい」、「調べたい」という探究の動機になり、探究のテーマにつ

ながっていくのである。
生物を観察する際は、次のような点を意識してみると、探究のテーマにつながる疑問が生まれやすくなるだろう。

■ 五感を駆使して観察する

生物を観察する際は、漫然と眺めるのではなく、「五感」(視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚)を駆使していろいろな視点から注意深く観察しよう。

- **視覚** 数, 種類, 大きさ, 形状・構造, 色・模様, 反応・行動
- **聴覚** 音, 鳴き声
- **触覚** 感触, 強度, 重さ, 力の大きさ, 温度
- **味覚・嗅覚** 味, におい

■ 観察する際の条件を意識する

同じ生物を観察する場合でも、「時間・場所・環境」などの条件によって結果が変わることがある。どのような条件で観察するか、観察したかを意識しよう。

- **時間** 時間帯(朝, 昼, 夜), 季節(春, 夏, 秋, 冬)
- **場所** 緯度, 経度, 標高, 地形
- **環境** 気温, 降水量, 天候, 明るさ, 昼の長さ, 風速, 植生, 土壌(水分の量, 腐植の量, 色, やわらかさ, 粒の大きさ), 水(水質, 水温, 水深, 流速)

■ 階層性に注目する

生物の世界では、「分子・細胞・個体・生態系」といったマイクロからマクロへの階層性が見られる。どの階層に注目して観察するかによって、見え方や得られる情報も変わってくる。

- **分子・細胞** 細胞を構成する分子, 細胞・組織・器官の構造と機能
- **個体** からだの形態・構造, からだの機能, 刺激に対する反応・行動
- **生態系** 生物の多様性, 生物どうしの関係, 生物と環境の関係

■ 比較する

1つのものをいろいろな視点から観察するだけでなく、同じ視点から複数のものを観察して「比較」してみよう。比較することで、共通点と相違点に気づくことができ、そこから探究のテーマにつながる疑問が生まれる。

探究したい生物が決まっているのなら、その生物を飼育・栽培・培養して比較に用いることも考えられる。飼育・栽培・培養する際に、生物をいくつかのグループに分け、グループごとに生育環境を変えたり、特定の処理を行ったりして比較すれば、自然環境下よりも共通点や相違点が明確に観察できる。

細胞分裂のようす
朝 ↔ 夜
植物体の構造
陽生植物 ↔ 陰生植物
からだの状態
安静時 ↔ 運動直後
同じ場所の植生
現在 ↔ 10年前
生息する生物の種類
川の上流 ↔ 川の下流
比較の一例

探究のテーマにつながる疑問の例

ここで述べたことを意識してみると、例えば次のような疑問が生まれてこないだろうか。疑問をもとに仮説を立てることで、探究のテーマにつながる。

- Q. ヨーグルトに乳酸菌が含まれていることを観察した。一般に市販されているいろいろな種類のヨーグルトでは、乳酸菌の数や構造に違いはあるだろうか。違いがある場合、ヨーグルトの見た目や味、食感の違いと関係はあるだろうか。
- Q. 植物は葉で光合成を行っていることを学んだ。それでは、どのような植物でも葉でしか光合成を行っていないのだろうか。光合成を行う器官、光合成を行わない器官にそれぞれ何か共通点はあるだろうか。
- Q. ヒトでは、不規則な生活が続くと自律神経のバランスが崩れてしまう。ヒト以外の動物や植物でも、光を当て続けたり、昼夜逆転させたりして飼育・栽培すると、生育に何か影響が生じるだろうか。
- Q. ヒトの体液の組成や濃度はほぼ一定の範囲内に維持されていることを学んだ。なぜ、体液の濃度が一定の範囲内に維持される必要があるのだろうか。体液の塩分濃度などが変化しただけになると、からだにどのような影響が生じるだろうか。
- Q. 学校の敷地内には、光のよく当たる場所と当たらない場所、土壌のかたい場所とやわらかい場所など、いろいろな環境がある。環境によって、生育する植物の数や種類、形態に違いはあるだろうか。


実際に、上の疑問の中から興味のあるものを1つ選び、予備調査を行ったうえで仮説を設定し、実験計画を立ててみよう。

生物基礎で理解しておきたい重要用語

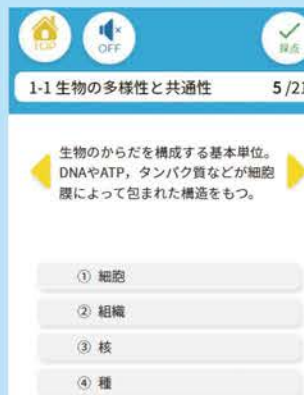


ここでは、■で示した各項目の学習内容を理解するうえで重要な用語について解説している。関連する用語についてはまとめて解説しているので、学習内容の整理に役立ててほしい。

■「生物の多様性と共通性」の理解に必要な重要用語

<input type="checkbox"/> 種	生物の分類の基本的な単位。同じ種の個体は、形態などに共通の特徴をもち、生殖能力をもつ子を残すことができる。
<input type="checkbox"/> 進化	生物の形質が、世代を重ねて受け継がれていく過程で変化していくことを進化という。
<input type="checkbox"/> 系統	進化の道すじを系統といい、系統を樹木に似た形に描いた図を系統樹という。
<input type="checkbox"/> 系統樹	 脊椎動物の系統樹
<input type="checkbox"/> 細胞	生物のからだを構成する基本単位。DNAやATP、タンパク質などが細胞膜によって包まれた構造をもつ。
<input type="checkbox"/> 核	真核細胞は、ふつう1個の核をもつ。核は、DNAが核膜で包まれた構造をしている。
<input type="checkbox"/> 細胞質	核以外の部分を細胞質といい、細胞質の最外層は細胞膜である。
<input type="checkbox"/> 細胞膜	細胞内と細胞外を仕切る膜。細胞膜を通して酸素や二酸化炭素など、さまざまな物質が出入りする。
<input type="checkbox"/> ミトコンドリア	呼吸を行う細胞小器官で、すべての真核生物に見られる。
<input type="checkbox"/> 葉緑体	葉緑体は、光合成を行う細胞小器官。葉緑体には、クロロフィルとよばれる色素がある。
<input type="checkbox"/> クロロフィル	
<input type="checkbox"/> サイトゾル (細胞質基質)	細胞小器官のまわりを満たす、流動性のある液体。
<input type="checkbox"/> 液胞	成熟した植物細胞で発達している細胞小器官。細胞質基質を圧縮し、細胞の膨張を防ぐ役割がある。
<input type="checkbox"/> 細胞壁	細胞膜の外側にある構造で、細胞の形状を維持し、細胞の膨張を防ぐ役割がある。

▼重要用語の確認ができる4択問題のドリル型コンテンツをご用意しています



1-1 生物の多様性と共通性 5/21

生物のからだを構成する基本単位。DNAやATP、タンパク質などが細胞膜によって包まれた構造をもつ。

① 細胞
② 組織
③ 核
④ 種

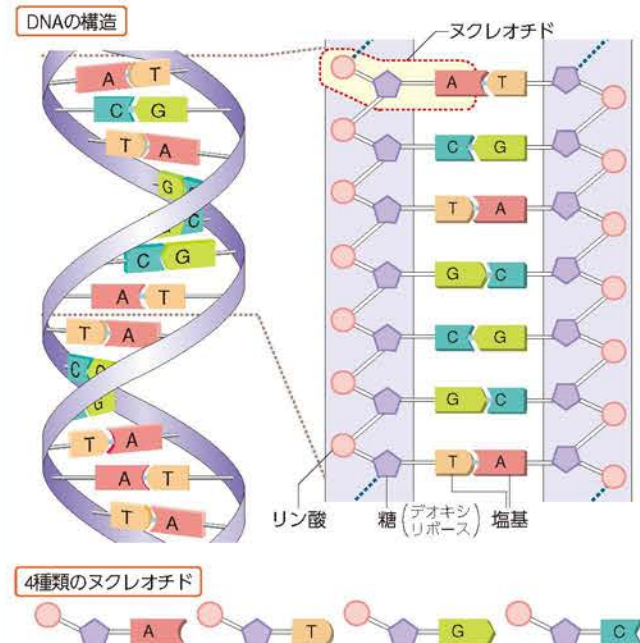
解答

<input type="checkbox"/> 酵素	生体内ではたらく、おもにタンパク質からなる触媒を酵素といい、酵素が作用する相手の物質を基質という。
<input type="checkbox"/> 基質	
<input type="checkbox"/> 基質特異性	酵素が特定の基質にのみ作用し、それ以外の物質には作用しないという性質。



■「遺伝情報とDNA」、「遺伝情報の複製と分配」の理解に必要な重要用語

<input type="checkbox"/> 形質	生物がもつ形や性質などを形質という。また、親の形質が子に伝わることを遺伝という。
<input type="checkbox"/> 遺伝	
<input type="checkbox"/> 遺伝情報	DNAがもち、親から子へ受け継がれる、その生物が個体を形成し、生命活動を営むのに必要な情報を遺伝情報という。
<input type="checkbox"/> 遺伝子	DNAの塩基配列のうち、タンパク質をつくるための情報をもつ領域を、遺伝子という。
<input type="checkbox"/> DNA (デオキシリボ核酸)	DNAは、リン酸、糖(デオキシリボース)、塩基からなるヌクレオチドが多数鎖状に結合してできており、遺伝子の本体である。DNAを構成するヌクレオチドの塩基には、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。
<input type="checkbox"/> ヌクレオチド	
<input type="checkbox"/> リン酸	
<input type="checkbox"/> 糖	
<input type="checkbox"/> デオキシリボース	
<input type="checkbox"/> 塩基	
<input type="checkbox"/> アデニン(A)	
<input type="checkbox"/> チミン(T)	
<input type="checkbox"/> グアニン(G)	
<input type="checkbox"/> シトシン(C)	



Google フォームなどを活用した小テストもご用意しています (▶ 115)

生物図鑑

1. この教科書に出てくる いろいろな生物

この教科書に出てくるいろいろな生物の、特徴や生息地を知っておこう。その生物についてさらに知りたいときは、図鑑やインターネットを用いて詳しく調べてみよう。

☞…その生物と人間生活とのかかわりを示しています。



ジャイアントケルプ(▶ p.191)
オオウキモともよばれる。全長約60mで海洋最大の藻類。
☞ アメリカの一部地域では、肥料などの原料に使われる。



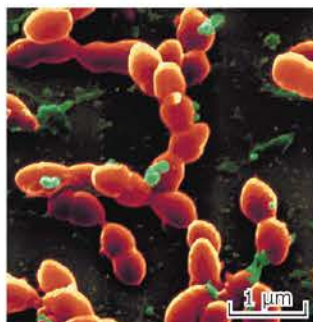
ゾウリムシ(▶ p.32)
有機物の多い池や下水中に生息し、体表に生えた繊毛で左らせん状に回転しながら泳ぐ。大小2つの核をもつ。



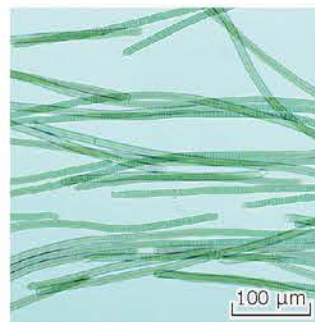
イシクラゲ(▶ p.37,38)
道端や庭先などで見られる。乾燥時は黒いかさぶたのような形をしているが、水を含むと寒天状に膨らむ。



大腸菌(▶ p.30)
腸内細菌の一種。多くは無害だが、病原性をもつものもある。
☞ 遺伝子組換え実験などで、研究に用いられている。



肺炎球菌(▶ p.70)
肺炎を引き起こす細菌の一種。以前は肺炎双球菌とよばれていた。DNAの遺伝学的意義の発見において重要な役割をはたした。



ユレモ(▶ p.37)
原核生物でシアノバクテリアの一種。池や沼などの淡水に生息する。細胞が長く糸状に連なる。



233

巻末資料
生物図鑑

教科書『生物』の特徴

詳しくは次のページから

POINT

1 「主体的・対話的で深い学び」を実現

POINT

2 知識の習得がしやすい

POINT

3 「探究する力」・「思考力」を養成

POINT

4 生物への興味・関心を深める

新課程数研理科教科書の新たな試み!

QRコンテンツで、新たな学びへ!

紙面のQRコードからアクセス可能なQRコンテンツが合計99点

QRコンテンツの場所には Link アイコンを配置

紙面右下のQRコードからタブレットやスマートフォンで手軽にアクセス!

→コンテンツの内容など詳しくは、本冊子 102

教科書の解説動画をご用意しています!

- 自学自習をサポートします。
- 反転学習にも活用できます。
- 対面授業が難しい状況下でも学習が進められます。

解説動画数：各単元の解説動画 102本

→ご利用方法など詳しくは、本冊子 115

教科書『生物』の特徴

教科書紙面の紹介

『高等学校生物基礎』生専/708

● 授業時間配分表 生物 (生物/704)

章	節	配当時間	章	節	配当時間
第1章 生物の進化	第1節 生命の起源と生物の進化	4	第5章 動物の反応と行動	第1節 刺激の受容	4
	第2節 遺伝子の変化と多様性	2		第2節 ニューロンとその興奮	3
	第3節 遺伝子の組み合わせの変化	5		第3節 情報の統合	2
	第4節 進化のしくみ	6		第4節 刺激への反応	2
	第5節 生物の系統と進化	4		第5節 動物の行動	3
	第6節 人類の系統と進化	3	第6章 植物の環境応答	第1節 植物の生活と植物ホルモン	2
第2章 細胞と分子	第1節 生体物質と細胞	5		第2節 発芽の調節	2
	第2節 タンパク質の構造と性質	2		第3節 成長の調節	3
	第3節 化学反応にかかわるタンパク質	3		第4節 器官の分化と花芽形成の調節	3
	第4節 膜輸送や情報伝達にかかわるタンパク質	3		第5節 環境の変化に対する応答	2
第3章 代謝	第1節 代謝とエネルギー	2		第6節 配偶子形成と受精	3
	第2節 呼吸と発酵	5	第7章 生物群集と生態系	第1節 個体群の構造と性質	3
	第3節 光合成	4		第2節 個体群内の個体間の関係	3
第4章 遺伝情報の発現と発生	第1節 DNAの構造と複製	3		第3節 異なる種の個体群間の関係	3
	第2節 遺伝情報の発現	3		第4節 生態系の物質生産と物質循環	5
	第3節 遺伝子の発現調節	5		第5節 生態系と人間生活	3
	第4節 発生と遺伝子発現	8	合計	120	
	第5節 遺伝子を扱う技術	7			

※生物は、標準4単位で年間授業時間数の合計は140時間ですが、この表では学校行事のことも考慮して、120時間で計算しています。

● 著作者・編集協力者

● 著作者

産業技術総合研究所/東京大学名誉教授
嶋田 正和
順天堂大学特任教授
坂井 建雄
東京大学名誉教授
塩川 光一郎
北海道大学名誉教授
鈴木 誠
早稲田大学教授
園池 公毅
京都大学教授
田村 実
北海道大学講師
仲田 崇志
筑波大学教授
中野 賢太郎
東京都立大学准教授
成川 礼
京都大学名誉教授
湯本 貴和

筑波大学教授
和田 洋

東京都立桜修館中等教育学校時間講師
板山 裕

三田国際学園中学校・高等学校教諭
大野 智久

大阪教育大学附属高等学校池田校舎教諭
岡本 元達

立命館中学校・高等学校副校長
久保田 一暁

東京都立小石川中等教育学校主任教諭
佐野 寛子

京都府立洛北高等学校附属中学校
首席副校長
田中 秀二

元大阪教育大学附属高等学校教諭
中井 一郎

神戸大学附属中等教育学校教諭
中垣 篤志

東京都立立川高等学校非常勤教員
中村 厚彦

大阪国際中学校高等学校教諭
中村 哲也

東京大学大学院総合教育研究センター
研究支援員
鍋田 修身

東洋大学附属姫路中学校・高等学校校長
大森 茂樹

元東京都立江北高等学校主幹教諭
早崎 博之

元京都市立紫野高等学校教諭
矢嶋 正博

● 編集協力者

三重県立桑名北高等学校教諭

近藤 治樹

兵庫県立神戸高等学校教諭

繁戸 克彦

B i o l o g y

文部科学省検定済教科書
104 数研 生物/704
高等学校理科用

生物

数研出版



「生物」の内容を5編7章で構成しています

目次

Contents

第1編 生物の進化

第1章 生物の進化	8	▶ 84
第1節 生命の起源と生物の進化	10	▶ 86
第2節 遺伝子の変化と多様性	22	▶ 88
第3節 遺伝子の組み合わせの変化	27	
第4節 進化のしくみ	42	
第5節 生物の系統と進化	60	
第6節 人類の系統と進化	72	
知識の確認・補充問題	80	▶ 90

第2編 生命現象と物質

第2章 細胞と分子	82	
第1節 生体物質と細胞	84	
第2節 タンパク質の構造と性質	96	
第3節 化学反応にかかわるタンパク質	102	15
第4節 膜輸送や情報伝達にかかわるタンパク質	109	
知識の確認・補充問題	116	
第3章 代謝	118	
第1節 代謝とエネルギー	120	
第2節 呼吸と発酵	124	▶ 92
第3節 光合成	137	▶ 95
知識の確認・補充問題	150	

第3編 遺伝情報の発現と発生

第4章 遺伝情報の発現と発生	152	
第1節 DNAの構造と複製	154	25
第2節 遺伝情報の発現	162	
第3節 遺伝子の発現調節	172	
第4節 発生と遺伝子発現	182	
第5節 遺伝子を扱う技術	204	
知識の確認・補充問題	226	30

第4編 生物の環境応答

第5章 動物の反応と行動	228	
第1節 刺激の受容	230	
第2節 ニューロンとその興奮	242	
第3節 情報の統合	252	5
第4節 刺激への反応	258	
第5節 動物の行動	264	
知識の確認・補充問題	276	
第6章 植物の環境応答	278	
第1節 植物の生活と植物ホルモン	280	10
第2節 発芽の調節	284	
第3節 成長の調節	288	
第4節 器官の分化と花芽形成の調節	296	
第5節 環境の変化に対する応答	306	15
第6節 配偶子形成と受精	310	
知識の確認・補充問題	318	

第5編 生態と環境

第7章 生物群集と生態系	320	
第1節 個体群の構造と性質	322	
第2節 個体群内の個体間の関係	332	
第3節 異なる種の個体群間の関係	340	
第4節 生態系の物質生産と物質循環	351	
第5節 生態系と人間生活	366	
知識の確認・補充問題	374	
25 巻末資料 探究のプロセス	376	
さまざまな生物の特徴	383	▶ 98
生物で理解しておきたい重要用語	394	▶ 98
生物の学習に必要な化学や数学の知識	426	
解答例	430	
30 索引	435	

巻末資料が充実しています

学習内容の確認やそれと関連した
生物現象を考えるための実験・観察

△実験 △観察 □実習

● 実験 1 遺伝子頻度の変化シミュレーション	44
● 実験 2 カタラーゼのはたらき	104
● 実験 3 細胞内ではたらく酵素による酸化還元反応	130
● 実験 4 アルコール発酵	134
● 実験 5 植物の光合成色素の分離	139
● 実験 6 遺伝子発現の変化	178
● 実験 7 遺伝子組換え実験	210
● 実験 8 ヒトの試行錯誤学習	273
● 実験 9 リンゴの果実が植物の芽ばえに与える影響	282
● 実験 10 種子の発芽と胚のはたらき	285
● 実験 11 ウキクサの個体群の成長	325
● 観察 1 減数分裂の観察	32
● 観察 2 ウニの受精の観察	186
● 観察 3 プタの眼の解剖	232
● 観察 4 さまざまな動物の脳の観察	254
● 観察 5 シロイヌナズナの花の構造	304
● 観察 6 花粉管の伸長の観察	312
● 実習 1 類人猿とヒトの姿勢と直立二足歩行	75
● 実習 2 盲斑の検出	234
● 実習 3 生態系の維持と農林水産業の両立について考えてみよう	373
● 実習 4 オペロンの発現調節のしくみ	巻末付録

科学史的内容の読み物

探究の歴史

● 有機物はどのように生成されたのか? ... 12	● 胚の予定運命 193
● 19世紀の進化説 54	● シュペーマンの実験と形成体の発見 ... 196
● 生物はいくつに分けられるのか? ... 69	● DNA や遺伝子発現にまつわる研究の歴史 224
● 光合成の研究の歴史 146	● 光屈性の研究の歴史 293
● 岡崎令治-岡崎フラグメントの発見者 ... 158	● フロリゲンの実体を解明する研究 ... 301
● 中胚葉誘導の発見 191	

身近な話題や日常生活に関連した内容の読み物

コラム

● 宇宙探査からわかること	12
● ウイルスの突然変異と感染症の流行	25
● 被食者と捕食者の共進化	48
● チャーターの遺伝的多様性が小さいのはなぜ?	51
● ユリ科は寄せ集めだった?	66
● 化石人類の愛称	77
● リン脂質と界面活性剤	93
● 細胞が自分を食べる? -オートファジー	95
● 進化の視点① 酵素と生物の進化	108
● 進化の視点② 細菌の代謝と生物の進化	149
● さまざまなトランスジェニック生物	212
● PCR法と感染症の検査	215
● 生物による受容できる光の波長の違い	234
● 進化の視点③ 眼の進化	236
● 加齢と視覚	237
● 群れの乗っ取りと子殺し	336
● 進化の視点④ 湖にすむ魚の多様化と生態的地位	347
● 進化の視点⑤ 花と動物の共生関係と進化	349
● 地球温暖化対策と物質生産	363
● 進化の視点⑥ 生態系のつながりと生物の進化	365

生物学的な思考力を養う考察問題

思考学習

● 雑種 DNA から見た霊長類の分子系統樹 79	● 花粉管の誘引 313
● 呼吸質質と呼吸商 136	● 標識再捕法 324
● 岡崎フラグメントの検出に成功した実験 161	● アユの縄張り 334
● ヒトの視覚経路と視交さ 235	● フジツボのなかまの種間競争 344
● 神経筋標本による実験 251	● エネルギー効率の計算 358
● 葉による日長の感知 300	● オペロン説の根拠となった実験 巻末付録

第1章 生物の進化

この章で学習することの目標を示し、見通しをもって学習を進められるようにしています

この章の目標は、生物の進化とはどういったものなのかを理解し、自分の言葉で説明できるようになることである。また、進化の視点を獲得することである。

これまでに学習した内容のうち、この章に関連する内容を思い出してみよう。

中学校・生物基礎で学習したこと

- 生物の形質が世代を重ねて受け継がれていく過程で長い時間をかけて変化していくことを進化という。
- 生物が多様でありながらも共通性をもっているのは、生物が共通の祖先から進化してきたからである。
- DNAの塩基配列が遺伝情報である。
- DNAの塩基配列は、転写・翻訳の過程を経てアミノ酸配列に読みかえられる。
- mRNAの塩基3個の塩基配列が、アミノ酸1つに対応している。

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU } フェニルアラニン	UCU } セリン	UAU } チロシン	UGU } システイン	U
	UUC }	UCC }	UAC }	UGC }	C
	UUA }	UCA }	UAA } 終止コドン	UGA } 終止コドン	A
	UUG } ロイシン	UCG }	UAG } 終止コドン	UGG } トリプトファン	G
C	CUU }	CCU }	CAU } ヒスチジン	CGU }	U
	CUC }	CCC } プロリン	CAC }	CGC } アルギニン	C
	CUA }	CCA }	CAA } グルタミン	CGA }	A
	CUG }	CCG }	CAG }	CGG }	G
A	AUU }	ACU }	AAU } アスパラギン	AGU } セリン	U
	AUC }	ACC }	AAC }	AGC }	C
	AUA } (開始コドン)	ACA }	AAA }	AGA }	A
	AUG } メチオニン	ACG }	AAG }	AGG }	G
G	GUU }	GCU }	GAU } アスパラギン酸	GGU }	U
	GUC }	GCC }	GAC }	GGC }	C
	GUA }	GCA }	GAA }	GGA }	A
	GUG }	GCG }	GAG }	GGG }	G

● 遺伝暗号表

- 有性生殖では、減数分裂と受精の過程を通して、両親の染色体が半数ずつ子に受け継がれる。

この章を学習していくと、これらが互いに関連していることが理解できる。これまでに学習した内容を意識しながら、この章の学習を始めよう。

- 第1節 生命の起源と生物の進化 — 細胞ってどうやってできたの？
- 第2節 遺伝子の変化と多様性 — 多様な形質はどうやって生じるの？
- 第3節 遺伝子の組み合わせの変化 — 親子がもつ遺伝子は同じ？違う？どう違う？
- 第4節 進化のしくみ — 進化はどうやって起こるの？
- 第5節 生物の系統と進化 — 進化の道すじって何からわかるの？
- 第6節 人類の系統と進化 — 私たちヒトはどう進化してきたの？

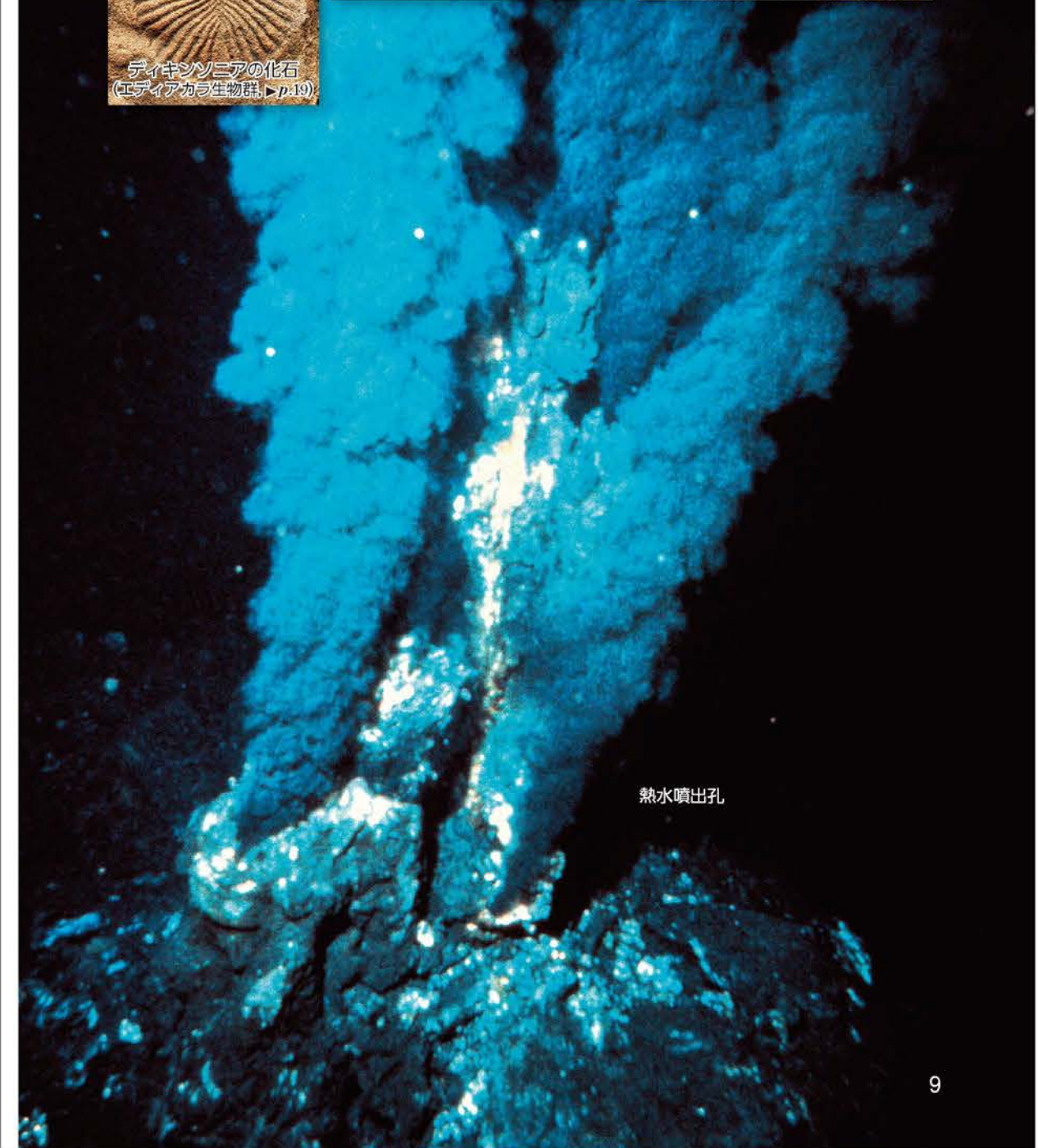
既習事項のうち、その章で学習することに関する内容を掲載しています。生物基礎教科書の関連する章末の「知識の確認」と対応しています



ディキンソニアの化石
(エディアカラ生物群、p.19)



ダーウィンフィンチの一種



熱水噴出孔

何を学ぶのかを明確にし、生徒が目的をもって学習できるよう、各節のはじめに「この節の目標」を明記しました

第1節 生命の起源と生物の進化

この節の目標

- ① 生命の起源として、無機物から有機物が生じ、有機物の集まりから「細胞」が生じたと考えられていることを理解する。
- ② 生物が代謝を通じて地球の環境を変化させてきたこと、地球の環境の影響を受けて生物が進化してきたことを理解する。

1 生物の多様性と共通性 —生物はなぜ共通の特徴をもっているのか？

生物基礎で学習したように、すべての生物は、「細胞からできている」、「生命活動にエネルギーが必要である」、「遺伝情報を担うDNAをもっている」などの特徴をもっている。これは、現在、地球上に見られる多様な生物は、すべて、このような特徴をもっていた共通の祖先から進化してきたためであると考えられている。では、この共通の祖先である最初の生物はどのようにして誕生したのだろうか。

すべての生物が「細胞からできている」ということは、最初の生物の誕生は、細胞の誕生であるといえる。まず、細胞は、どのようにして誕生したのかを見ていこう。

2 原始地球と有機物の生成 —有機物はどのようにして生成されたのか？

細胞は、水や無機塩類に加えて、タンパク質・DNAやRNAなどの核酸・脂質・炭水化物など多くの有機物からなる。これらの有機物は、細胞が誕生する前に地球上で生成されたと考えられている。では、有機物は、どのような状況下で、どのような過程で生成されたのだろうか。

A 原始地球

地球は、今から約46億年前に誕生した。誕生してまもないころの地球(原始地球)では、微惑星や隕石が次々と衝突して、表面は1000℃以上の高温のマグマでおおわれていた。その後、微惑星の衝突が減り、表面がしだいに冷えて地殻が形成された。大気中には遊離の酸素(O₂)はほとんどなく、水蒸気(H₂O)や二酸化炭素(CO₂)・窒素

- ① 誕生したばかりのころの地球は、現在の地球とは状況が大きく異なることから、現在の地球と区別して原始地球とよばれる。同様に、原始地球の大気は、現在の地球の大気とは組成が大きく異なっているので、現在の地球の大気と区別して原始大気とよばれる。
- ② 大気中の水蒸気や二酸化炭素などの気体は、地表から放出される赤外線を吸収して一部を地表に再放射し地表の温度を上昇させている。これはたらきを温室効果という。原始大気には現在の地球の大気よりも多くの水蒸気や二酸化炭素が含まれており、温室効果も大きかったと考えられている。

(N₂)・二酸化硫黄(SO₂)などでできた原始大気が表面をおおっていたと考えられている。地表の温度がさらに低下すると、原始大気中の水蒸気が雨となって地表に降りそそぎ、およそ40億年前までには海洋が生まれていた。

B 有機物の生成

原始地球では、まず、アミノ酸や糖などの単純な構造の有機物が生成されたと考えられている。大気中や海洋底の熱水噴出孔などのさまざまな場所において、二酸化炭素(CO₂)やメタン(CH₄)などの物質に、雷や紫外線、熱などのエネルギーが加わることで化学反応が起こり、アミノ酸や糖などの有機物が生成されたと考えられている(図1)。

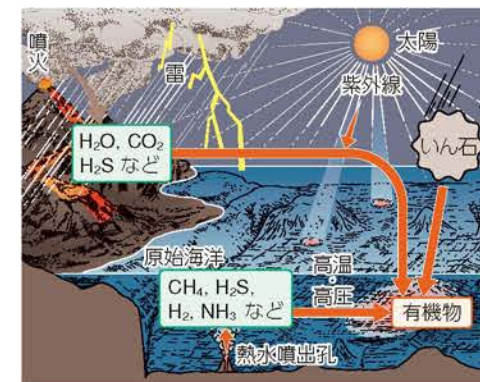


図1 原始地球における有機物の生成

例えば、海洋底の熱水噴出孔からは、メタン(CH₄)・硫化水素(H₂S)・水素(H₂)・アンモニア(NH₃)などを含む熱水が絶えず噴出している。付近は、高い水圧で水の沸点が数百℃にもなるという高温高圧の状態です。化学反応が起こりやすい。このような場所で、アミノ酸をはじめとする多くの単純な構造の有機物が生じたと考えられている(図2①)。さらに、そのようにして生じた単純な構造の有機物が大量に1か所に蓄積し、それらが互いに結合することで、タンパク質や核酸など、より複雑な有機物が生成されていったと考えられている(同図②)。このような、生物が出現する前に起こった、無機物から単純な構造の有機物を経て複雑な有機物が生成されていった過程を、**化学進化**という。

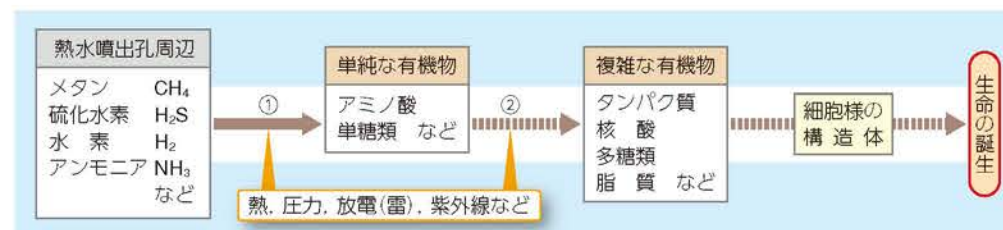


図2 原始地球での生命誕生に至る過程

- ③ 地質学的な記録はおよそ40億年前から始まり、生物もこのころまでに誕生したと考えられている。
- ④ 地熱(地球内部の熱)で温められた熱水が噴出する場所を熱水噴出孔という。
- ⑤ 地球に落ちてきた隕石の中には、アミノ酸や塩基などの有機物を含むものが存在する。このことから、有機物の中には、隕石を通して地球外から地球にもたらされた分もあると考えられている。

□進化 □化学進化

第2節 遺伝子の変化と多様性

この節の目標

- 1 生物の形質の変化は、遺伝子の変化によって生じることを理解する。
- 2 突然変異によって、遺伝的な多様性が生じることを理解する。

1 遺伝子と形質 —生物の形質の変化は何によって起こるのか?

前節では、化学進化を経て地球上に生物が誕生したこと、生物が環境と相互にかわりながら多様に進化してきたことを学習した。生物が多様なのは、進化の過程で多様な形質が生まれ、それが受け継がれてきたからである。では、進化はどのようなしくみで起こるのだろうか。ここではまず、どのようにして多様な形質が生じるのかについて学習しよう。

A 遺伝子の変化と形質の変化

中学校や生物基礎で学習したように、生物の形質を決めるのは遺伝子であり、遺伝子をもつ情報はDNAの塩基配列に存在する。ここでは、赤血球の形を例に、遺伝子と形質の関係を見てみよう。

ヒトの赤血球はふつう、中央がくぼんだ円盤の形をしている。一方で、鎌状赤血球貧血症の患者の赤血球は、鎌の形(三日月形)をしている。図10は、赤血球に含まれるヘモグロビンというタンパク質の遺伝子の塩基配列の一部と、形質として現れる赤血球の形との対応を示している。

Quest 図10から、どのようなしくみで形質の違いが生じたと考えられるだろうか。説明してみよう。

遺伝子の変化と形質の変化との関係について、まず生徒自身が図をもとに考える構成になっています

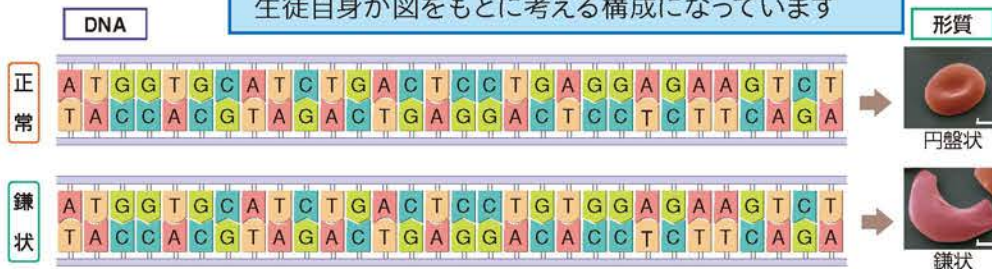


図10 ヘモグロビン(β鎖)の遺伝子のDNAの塩基配列の一部と赤血球の形
図のDNAが転写されたとき、左端の塩基3個の配列がmRNAの開始コドン(▶p.8)になる。(写真は電子顕微鏡写真に着色したもの。写真のスケールは3μmを表している。)

図10を見ると、正常な赤血球をもつ人のヘモグロビンの遺伝子では、20番目のA/Tという塩基が、鎌状の赤血球をもつ人ではT/Aに変化していることがわかる。この遺伝子が転写されてできたmRNAでは、この部分の塩基がAからUに変化しており、その結果、翻訳されるアミノ酸の1つがグルタミン酸からバリンに変化する(図11)。これにより、できるヘモグロビンの構造が変化し、赤血球が鎌状になるという変化が起こると考えられる。つまり、遺伝子の変化によって、発現してできるタンパク質が変化し、その結果、形質が変化する。

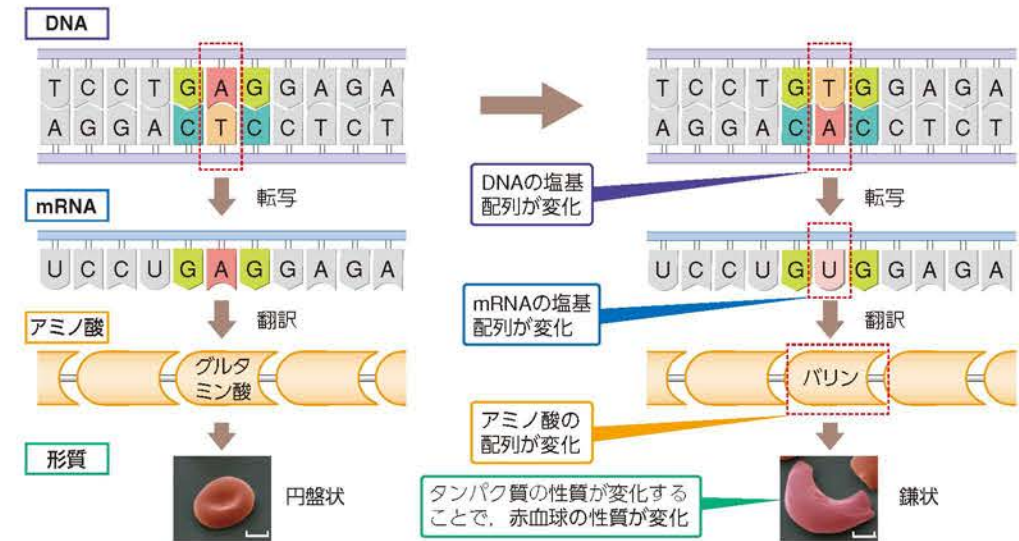


図11 塩基配列の変化と形質の変化
(写真は電子顕微鏡写真に着色したもの。写真のスケールは3μmを表している。)

鎌状赤血球貧血症の例では、遺伝子の塩基配列のうち1か所がA/TからT/Aに変化していた。DNAの塩基配列の変化には、ほかにどのようなものがあるのだろうか。

B 突然変異

DNAは化学的に安定な物質で、通常、細胞内で安定に保たれる。しかし、放射線やある種の化学物質によって損傷を受けたり、複製時の誤りによって、DNAの塩基配列が変化したりすることがある。これを突然変異(とつぜんへんい)という。突然変異は、形質にさまざまな影響を及ぼす。

①ヘモグロビンは、赤血球に含まれるタンパク質で、酸素を運搬するはたらきがある。ヘモグロビンは、アミノ酸がつながってできた2種類(α鎖とβ鎖)のポリペプチド(▶p.98)が2本ずつ、計4本のポリペプチドからなる。β鎖の1つのアミノ酸がグルタミン酸からバリンに変わるだけで、ヘモグロビンの立体構造が変形し、赤血球が鎌状に変形するとともに酸素との結合力が弱くなり貧血症が引き起こされる。

知識の確認

章末では、各章の内容を要約し、確実に理解しておきたいポイントを節ごとにまとめました

■第1節 生命の起源と生物の進化

- 原始地球では、生物が出現する前に化学進化が起こった。
- 「秩序だった代謝の制御」、「膜の形成による自己境界性の確立」、「自己複製系の確立」がなされたことで、細胞が誕生した。
- 酸素発生型の光合成を行う生物が出現したことで、水中や大気中に酸素が蓄積し始めた。
- 真核細胞のミトコンドリアと葉緑体は、それぞれ好気性細菌とシアノバクテリアが宿主細胞に取りこまれて共生したものに由来すると考えられている。
- 大気中の酸素が増加することでオゾン層が形成され、太陽からの紫外線がさえぎられるようになったことで、陸上で生活する生物が出現した。

■第2節 遺伝子の変化と多様性

- DNAは化学的に安定な物質だが、DNAの塩基配列が変化する突然変異が起こることがある。
- 突然変異には、置換、挿入、欠失などがある。
- 置換の場合、塩基が置きかわる場所によって、アミノ酸が変化する場合と変化しない場合がある。挿入や欠失の場合、コドンの読み枠がずれるフレームシフトが起こると、それ以降のアミノ酸配列が大きく変化する。

■第3節 遺伝子の組み合わせの変化

- 配偶子がつくられる際、減数分裂によって相同染色体は別々の配偶子に分配される。
- 減数分裂の際、独立している遺伝子は、互いに影響されることなく、独立に配偶子に入る。
- 減数分裂の際、連鎖している遺伝子は、染色体が切れないかぎり同じ配偶子に入る。
- 減数分裂時に、対合した相同染色体の間で染色体の乗換えが起こった場合、連鎖した遺伝子間で遺伝子の組換えが起こり、新たな遺伝子の組み合わせをもった配偶子ができる。

■第4節 進化のしくみ

- 配偶子に突然変異が生じると、その突然変異は受精を経て次代へと受け継がれる。
- 突然変異が世代をこえてその種の集団内に広がることで、その種の形質が変化することがある。
- 小さな集団では、配偶子の偶然的な選ばれ方によって遺伝子頻度が変動することが多い。
- 一方の対立遺伝子をもつ個体が子を残す能力に優れているとその対立遺伝子が残りやすい。
- 他の地域からの個体の流入や集団外への個体の流出によっても遺伝子の流入・流出が起こり、遺伝子頻度の変動が起こる。
- 生存に有利でも不利でもない中立的な突然変異が生じた遺伝子は、自然選択がはたらかず、遺伝的浮動によって集団内にひろがったり排除されたりする。
- 地理的隔離によって遺伝子プールが分断されると、それぞれで起こった異なる突然変異が自然選択や遺伝的浮動によってそれぞれの遺伝子プールに広がり、それぞれの集団が変化して、生殖的隔離が起こることがある。

■第5節 生物の系統と進化

- 生物は、類縁関係の近い生物の集まりから順に、種・属・科・目・綱・門・界・ドメインと階層的に分類される。
- 生物の系統は分子系統樹で表され、分子系統樹は分子進化に基づいて表される。
- さまざまな生物種で、同じ遺伝子のDNAの塩基配列や同じタンパク質のアミノ酸配列を比較すると、2種が分かれてからの時間に比例して、変化している塩基やアミノ酸の数が多くなる。
- 生物は、細菌、アーキア、真核生物という3つのドメインに分類される。

■第6節 人類の系統と進化

- 人類は、哺乳類のうちの霊長類から進化して現れた。
- 人類は、類人猿とは異なり、直立二足歩行を行う。
- 人類においては、からだが直立二足歩行をしやすい構造に変化し、それと並行して大脳が発達したと考えられている。

補充問題

節をまたぐような問題や図を描く問題などを取り上げています

各節末の「節末チェック」や左ページの「知識の確認」で基本事項を確認したうえで、次のような問題にも取り組んでみよう。

- ① 真核生物のミトコンドリアと葉緑体は、細胞内共生の結果できたものと考えられている。その考えの根拠となるミトコンドリアと葉緑体の特徴について説明せよ。
- ② 突然変異によって塩基配列が変化してもアミノ酸配列に変化が起こらない場合がある。その理由を説明せよ。
- ③ 染色体の乗換えと遺伝子の組換えについてそれぞれ説明せよ。
- ④ 特定の集団の遺伝子頻度が変動するおもな要因を3つ答えよ。
- ⑤ 霊長類の特徴を2つ答えよ。

探究のプロセスを部分的に行うことができる課題に取り組むことで、科学的に探究する力を養えます

チャレンジ

— 探究する力を身につけよう —

A 鎌状赤血球貧血症は、ヘモグロビン遺伝子(A遺伝子)の突然変異によって生じたS遺伝子による遺伝性疾患で、S遺伝子をもつと貧血症を起こす。一方、マラリアは、マラリア原虫が赤血球内に侵入して破壊する感染症である。鎌状赤血球貧血症の発生地帯は、マラリアの発生地帯に重なっていることが多いことが知られている。それはなぜなのかを考えてみよう。(探究のプロセス：情報の収集、仮説の設定、考察・推論)

B 直立二足歩行は、人類の前肢を解放し、頭部を体幹上に配置できることから、他の動物に比べて大きな脳を獲得できたなど進化上のメリットが大きかったといわれている。しかし、デメリットもある。デメリットの具体例をあげ、説明してみよう。(探究のプロセス：情報の収集、データの分析・解釈、知識の統合)

教授資料付属データとして、ワークシートをご用意しています(▶ 112)

第2節 呼吸と発酵

この節の目標

- 呼吸では、有機物が酸化されるのに伴う一連の酸化還元反応によってエネルギーが取り出され、ATPが合成されることを理解する。
- 発酵では、酸素を用いずに有機物が分解され、ATPが合成されることを理解する。

1 呼吸とは ー呼吸とはどのような反応なのか？

呼吸においては、有機物の分解に伴って段階的な酸化還元反応が起こり、大きなエネルギーが取り出されることを学習した。それでは、呼吸の反応はどのように進み、どのような酸化還元反応が起こるのだろうか。また、どのようにして有機物からエネルギーが取り出されるのだろうか。

A ミトコンドリアの構造

真核生物では、呼吸の多くの反応は細胞小器官のミトコンドリアで進む。ミトコンドリアは、長さ1～数 μm で、内外2枚の膜構造をもち、内膜は内側に折れこんでひだ(クリステ)をつくっている。内膜に囲まれた部分をマトリックスといい、内膜やマトリックスには呼吸にかかわる多くの酵素が含まれている(図6)。また、ミトコンドリアは独自のDNAをもっている。

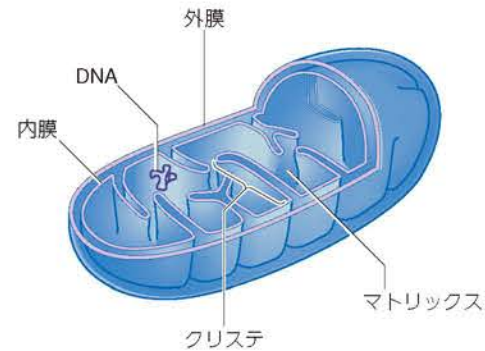


図6 ミトコンドリア

B 呼吸の流れ

呼吸の過程は、サイトゾルの中で進行する解糖系、ミトコンドリアの中で進行するクエン酸回路と電子伝達系の3段階からなる。

①細胞内のミトコンドリアの形状は、図6のようなものだけではなく、きわめて多様で、形が変化し、分裂・融合をくり返す場合も知られている。

酸化される：電子を失う(酸素を受け取る、水素を失う)
還元される：電子を受け取る(酸素を失う、水素を受け取る)

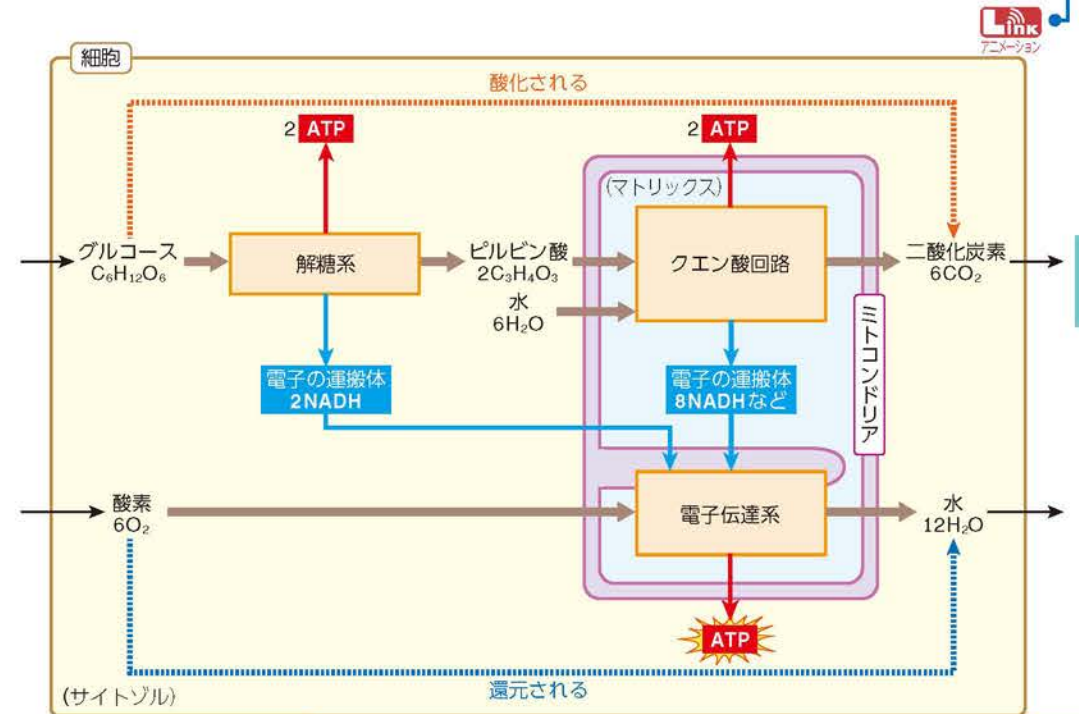


図7 呼吸の概要

新しく、呼吸の反応を酸化還元反応でとらえた図を入れています

解糖系では、グルコースのような呼吸基質が分解されてピルビン酸が生じる。ピルビン酸は、ミトコンドリアのマトリックスに運ばれ、クエン酸回路とよばれる反応系により分解されて二酸化炭素が生じる。この2つの段階において、有機物は酸化され(電子を失い)、有機物のもつ電子は、NADHなどの電子の運搬体に受け渡される。続く電子伝達系において、このNADHなどが、ミトコンドリアの内膜に存在する酵素のはたらきによって酸化され(電子を失い)、酸素を還元して水が生じる(図7)。

このように、呼吸の反応では、有機物が酸化されて二酸化炭素が生じる反応と、酸素が還元されて水が生じる反応が起こっており、この2つの酸化還元反応の間で、NADHが電子のやり取りを仲立ちしている。

解糖系・クエン酸回路で有機物が酸化される際に生じたエネルギーは、NADHなどの電子の運搬体に保持されるため、解糖系・クエン酸回路では少量のATPが合成されるにすぎない。それに対して、電子伝達系では、NADHなどが酸素によって酸化される反応によって大きなエネルギーが放出され、このエネルギーを用いて大量のATPが合成される。

②呼吸によって分解される物質を呼吸基質という。呼吸基質にはグルコースのほかに、脂肪やタンパク質も用いられる(▶ p.135)。

呼吸 ミトコンドリア クリステ マトリックス 解糖系
クエン酸回路 電子伝達系 呼吸基質

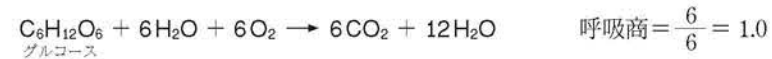


「思考学習」では、データやグラフを示してそれをもとに考える学習課題を扱っています

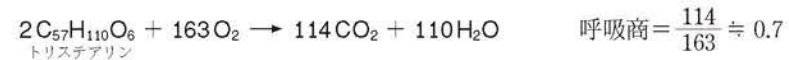
思考学習 呼吸基質と呼吸商

呼吸で発生する二酸化炭素と消費した酸素の体積比 ($\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$) を呼吸商^{こまうしやう}といい、呼吸商は用いられた呼吸基質によって一定の値になる。

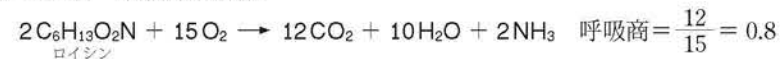
炭水化物 呼吸商は 1.0



脂肪 呼吸商は約 0.7



アミノ酸 呼吸商は約 0.8



考察 炭水化物と脂肪だけを食べて呼吸商が 0.8 になったとき、炭水化物の分解に使われた酸素と脂肪の分解に使われた酸素の割合は、どのくらいだと予想できるだろうか。

参考 エネルギー源としての栄養素の利用

呼吸基質には炭水化物・脂肪・タンパク質などがあり、ヒトの場合、おもなエネルギー源としては炭水化物が用いられる。一方、長期的な有機物の貯蔵には脂肪が用いられる。呼吸によって得られる単位質量当たりのエネルギーを比較すると、炭水化物より脂肪のほうが大きい。平均的な成人では、炭水化物は日常活動の 1 日分しか蓄えていないが、脂肪は約 1 か月分も蓄えているといわれている。

さらに、炭水化物や脂肪の蓄えがなくなって飢餓状態にあるときには、タンパク質がエネルギー源として用いられることがある。タンパク質がエネルギー源となる場合には、まず、タンパク質を窒素を含まない有機物に変換する反応が起こる。

① この理由は、炭水化物は炭素 1 つ当たり酸素をおよそ 1 つもつものに対し、脂肪は炭素 1 つ当たりの酸素の数は非常に少なく、より還元された物質であって、酸化されたときにより大きなエネルギーが得られることによる。

節末チェック

- 呼吸において、有機物のエネルギーが ATP のエネルギーに変換されるしくみを説明してみよう。
- 発酵において、有機物のエネルギーが ATP のエネルギーに変換されるしくみを説明してみよう。

第 3 節 光合成

この節の目標

- 光合成では、光エネルギーを用いて ATP と電子の運搬体が合成され、これらを用いて二酸化炭素が還元されて有機物が生じることを理解する。

1 光合成とは —光合成とはどのような反応なのか？

光合成は、光のエネルギーを用いて ATP を合成し、その ATP を利用して有機物を合成する反応である。光合成も、呼吸と同様に酸化還元を伴う反応である。それでは、光合成の反応はどのように進み、どのような酸化還元反応が起こるのだろうか。

A 光合成の反応の流れ

- 光合成^{こうごうせい}は、光のエネルギーを利用して ATP と NADPH をつくる反応(チラコイドで起こる反応)と、それらを用いて二酸化炭素を還元して有機物を合成する反応(ストロマで起こる反応)の 2 段階に分けられる(図 15)。ATP と NADPH の合成過程は、水が酸化されて酸素となる反応から始まる。光合成における水の酸化反応は、光のエネルギーがなければ進行しない。光合成は、太陽の光エネルギーを ATP と NADPH を通して有機物中に蓄えるはたらきであるといえる。

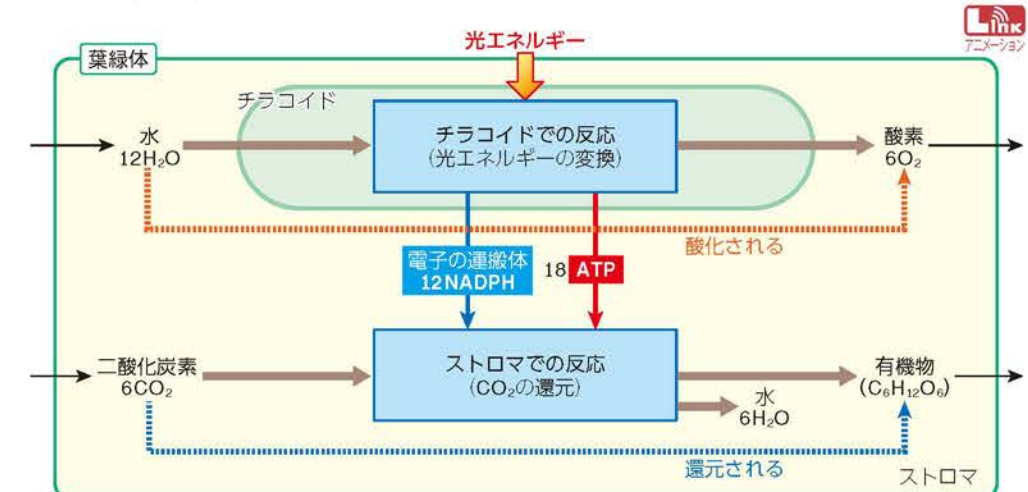


図 15 光合成の概要 新しく、光合成の反応を酸化還元反応でとらえた図を入れています

- 光合成のように、生物が二酸化炭素を取りこみ、ATP のエネルギーを使ってデンプンなどの有機物につくりかえるはたらきを炭素同化(炭酸同化)という。

□光合成 □炭素同化(炭酸同化)



3 細菌の光合成 —細菌の光合成はどのように行われるのか？

原核生物である細菌は葉緑体をもたず、その多くは動物と同じく従属栄養生物である。しかし、細菌の中には光合成を行うものがある。葉緑体をもたない細菌は、どのようにして光合成をしているのだろうか。

細菌の中で光合成を行うものを**光合成細菌**という。

緑色硫黄細菌(図21)や紅色硫黄細菌などは、電子伝達系で水(H₂O)を酸化するかわりに硫化水素(H₂S)などを酸化する。そのため、酸素ではなく硫黄(S)などを生成する。また、植物のクロロフィルと少し構造の異なるバクテリオクロロフィルを光合成色素として利用する。

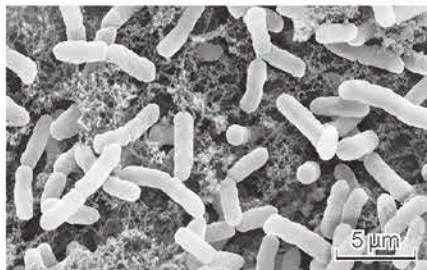
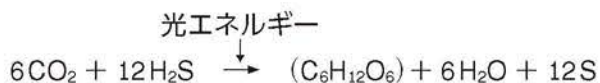


図21 緑色硫黄細菌

緑色硫黄細菌の光合成



一方、光合成細菌の中でも、ネンジュモ(図22)などのシアノバクテリアは、光合成色素としてクロロフィルaをもち、光化学系IとIIを使い、酸素を発生するなど、植物とよく似た光合成を行う。

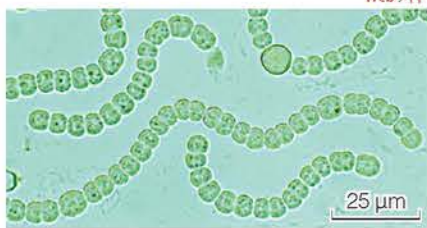
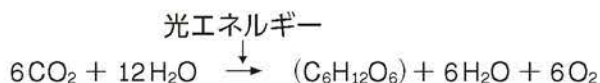


図22 ネンジュモ

シアノバクテリアの光合成



これらの細菌は、細胞の中に光合成のための膜構造をもっており、そこで光合成をしている。

①シアノバクテリアは水を分解して酸素を発生するなど、植物とよく似た光合成を行うため、光合成細菌に含めずに別のグループとして扱う考え方もある。

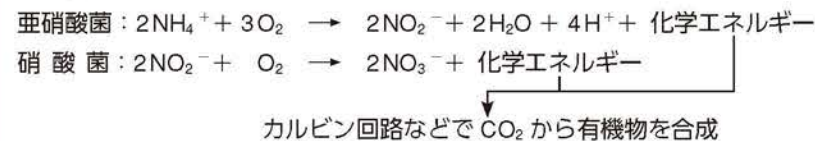
節末チェック

1 光合成において、光エネルギーが有機物のエネルギーに変換されるしくみを説明してみよう。

「参考」では、本文とあわせて学習してほしい内容や、本文をより深く理解するための補足的な内容を扱っています

参考 細菌の化学合成

光エネルギーを利用する光合成に対して、化学物質から得られるエネルギー(化学エネルギー)を利用して炭素同化を行うはたらきを**化学合成**という。細菌の中には、無機物を酸素により酸化したときに放出されるエネルギーを用いてATPやNADPHを合成し、二酸化炭素をカルビン回路などで還元して有機物をつくる**化学合成細菌**がある。例えば亜硝酸菌は、生物の遺体や排出物が分解されて生じるアンモニウムイオン(NH₄⁺)を酸化して亜硝酸イオン(NO₂⁻)に変える。また、硝酸菌はNO₂⁻を酸化して硝酸イオン(NO₃⁻)に変える。どちらの場合でも、そのときに放出されるエネルギーを利用してCO₂を有機物に還元する。

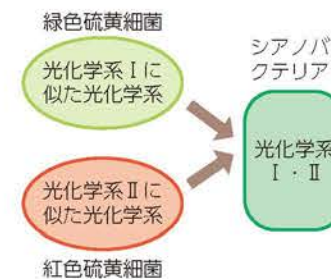


これらの亜硝酸菌と硝酸菌(あわせて硝化菌という)は、植物が利用する土壌中のNO₃⁻の生成に重要な役割を果たしている。

各章の学習内容にかかわることを、「進化の視点」でとらえた話題をコラムとして扱っています

コラム 進化の視点② 細菌の代謝と生物の進化

光合成細菌のうち、緑色硫黄細菌は光化学系Iに似た光化学系を、紅色硫黄細菌は光化学系IIに似た光化学系をもっている。また、シアノバクテリアは植物と同様に光化学系IとIIをもっている。このことから、光化学系Iあるいは光化学系IIをもつ2種類の光合成細菌が何らかの形で合体して進化したものがシアノバクテリアであるという考え方がある(図I)。このシアノバクテリアが宿主生物に取りこまれて共生し、真核生物の細胞小器官となったのが葉緑体である。



図I 光化学系の進化の仮説

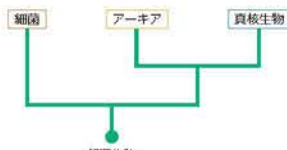
さらにさかのぼると、地球上最初の生物は、化学合成細菌であったかもしれない。深海の熱水噴出孔などに生息する化学合成細菌は、噴出するガスに含まれるH₂SをO₂によって酸化するときに取り出されるエネルギーを使って光にも有機物にも依存せずに生育できる。一方で、最初の生物は、原始の海に多量に溶けこんでいた有機物を取りこんで発酵を行い、エネルギーを取り出す従属栄養生物であったという説もある。いずれにしても、最初の生物がどのような代謝を行うものであったかということについてははっきりした証拠がなく、現在も謎に包まれている。



Photo Science さまざまな生物の特徴

第1章(p.68～71)では、生物が大きく3つのドメイン(細菌、アーキア、真核生物)に分けられることを学習した。ここでは、それぞれの分類群にどのような生物が含まれるのかを、もう少し詳しく見てみよう。

現存する生物は、細菌、アーキア、真核生物の3つのグループに大別される(図1)。細菌とアーキアは原核生物である。アーキアは、細菌よりも真核生物に近縁であると考えられている。



A 細菌

細菌の細胞膜は、真核生物と同様に、エステル脂質とよばれる脂質で構成されている。また、細胞壁は、炭水化物とタンパク質の複合体であるペプチドグリカンからなる。独立栄養のものと、従属栄養のものがある。



独立栄養の細菌…光合成細菌(緑色硫黄細菌、紅色硫黄細菌、シアノバクテリアなど)、化学合成細菌(硝酸菌、硫黄細菌など)
従属栄養の細菌…好気性細菌、乳酸菌、根粒菌など

B アーキア

他の生物が生息できない極限環境(火山、熱水噴出孔、間欠泉)に生息する。アーキアの細胞膜は、エーテル脂質とよばれる脂質で構成されている。一般的にペプチドグリカンは含まれず、細菌の細胞壁よりも薄い。



※の写真は、電子顕微鏡写真に着色したもの。

用語どうしの関係を階層構造で示す、図を入れて説明するなど、暗記に頼らない理解に結びつくような工夫を盛りこみました

▶ p.394

生物の系統を、説明+豊富な写真で巻末にまとめました

◀ p.383

生物で理解しておきたい重要用語を巻末でまとめて扱いました

生物で理解しておきたい重要用語

ここでは、■で示した各項目の学習内容を理解するうえで重要な用語について解説している。関連する用語についてはまとめて解説しているので、学習内容の整理に役立ててほしい。

「生物の進化」の理解に必要な重要用語

進化	生物の形質が、世代を重ねて受け継がれていく過程で変化していくことを進化という。集団の遺伝子頻度の変化が進化につながる。
化学進化	生物が出現する前に起こった、無機物から単純な構造の有機物を経て複雑な有機物が生成されていった過程を化学進化という。
DNA ワールド	DNA が遺伝情報の保持や複製を担い、タンパク質が触媒作用を担う生物の世界。
RNA ワールド	RNA が遺伝情報の保持や複製を担う世界。初期には触媒作用も RNA が担っていたと考えられている。
シアノバクテリア	光合成を行う細菌の一種。植物と同じように、水を分解して酸素を発生する酸素発生型光合成を行う。
ストロマトライト	シアノバクテリアによってつくられた層状構造をもつ岩石。約 27 億年前の地層からも発見されている。
細胞内共生	ある生物の細胞内に他の生物が取りこまれて共生すること。ミトコンドリアや葉緑体は細胞内共生の結果できたと考えられている。
オゾン層	上空 10～50 km にある、オゾン(O ₃)を比較的多く含む大気層。生物にとって有害な太陽からの紫外線をさえぎる効果がある。
地質時代	地球上で最古の岩石ができてから今日までを地質時代といい、約 5 億 4000 万年前までを先カンブリア時代という。
古生代	約 5 億 4000 万年前～約 2 億 5000 万年前を古生代といい、カンブリア紀には急激に多様な多細胞生物が出現したと考えられている。
中生代	約 2 億 5000 万年前～約 6600 万年前を中生代といい、動物では由類、植物では裸子植物が繁栄した。
新生代	約 6600 万年前～現在を新生代といい、動物では哺乳類や鳥類、植物では被子植物が繁栄した。
エディアカラ生物群	約 6 億 5000 万年前に出現した、比較的大形で軟体質のからだをもつ生物群。
カンブリア紀の大爆発	古生代のカンブリア紀の初めに、現生の生物につながる多様な生物が一斉に出現した。これをカンブリア紀の大爆発という。
突然変異	DNA が、放射線などによって損傷したり、誤って複製されたりすることによって、塩基配列が変化してしまうことを突然変異という。
置換	1つの塩基が別の塩基に置きかわる突然変異。置きかわる位置によっては指定するアミノ酸が変化したり、しなかったりする。

新旧教科書の目次比較

新課程版 生物 (生物/704)

旧課程版 改訂版 生物 (生物/310)

第1編 生物の進化	第1章 生物の進化	第1節 生命の起源と生物の進化	第1編 生命現象と物質	第1章 細胞と分子	第1節 生体を構成する物質
	第2節 遺伝子の変化と多様性	第2節 遺伝子の組み合わせの変化	第2章 代謝	第2節 タンパク質の構造と性質	第2節 タンパク質の構造と性質
	第3節 進化のしくみ	第3節 進化のしくみ	第3節 化学反応にかかわるタンパク質	第3節 酵素のはたらき	第3節 呼吸と発酵
	第4節 生物の系統と進化	第4節 生物の系統と進化	第4節 膜輸送や情報伝達にかかわるタンパク質	第4節 細胞の構造	第4節 物質輸送とタンパク質
	第5節 人類の系統と進化	第5節 人類の系統と進化	第5節 代謝とエネルギー	第5節 物質輸送とタンパク質	第5節 情報伝達・認識とタンパク質
	第6節 人類の系統と進化	第6節 人類の系統と進化	第6節 呼吸と発酵	第6節 情報伝達・認識とタンパク質	第6節 代謝とエネルギー
第2編 生命現象と物質	第2章 細胞と分子	第1節 生体物質と細胞	第1編 生命現象と物質	第2章 代謝	第1節 代謝とエネルギー
	第3章 代謝	第2節 呼吸と発酵		第2節 呼吸と発酵	
	第4章 遺伝情報の発現と発生	第3節 光合成		第3節 光合成	
第3編 遺伝情報の発現と発生	第1節 DNAの構造と複製	第1節 DNAの構造と複製	第2編 生殖と発生	第4章 遺伝情報の発現	第1節 DNAの構造と複製
	第2節 遺伝情報の発現	第2節 遺伝情報の発現		第2節 遺伝情報の発現	
	第3節 遺伝子の発現調節	第3節 遺伝子の発現調節		第3節 遺伝子の発現調節	
	第4節 発生と遺伝子発現	第4節 発生と遺伝子発現		第4節 遺伝子の発現調節	
	第5節 遺伝子を扱う技術	第5節 遺伝子を扱う技術		第4節 バイオテクノロジー	
第4編 生物の環境応答	第5章 動物の反応と行動	第1節 刺激の受容	第3編 生物の環境応答	第4章 生殖と発生	第1節 遺伝子と染色体
	第2節 ニューロンとその興奮	第2節 ニューロンとその興奮		第2節 減数分裂と遺伝情報の分配	
	第3節 情報の統合	第3節 情報の統合		第3節 遺伝子の多様な組み合わせ	
	第4節 刺激への反応	第4節 刺激への反応		第4節 動物の配偶子形成と受精	
	第5節 動物の行動	第5節 動物の行動		第5節 初期発生の過程	
	第6章 植物の環境応答	第1節 植物の生活と植物ホルモン		第6章 動物の反応と行動	第6節 細胞の分化と形態形成
第5編 生態と環境	第7章 生物群集と生態系	第1節 個体群の構造と性質	第4編 生態と環境	第7章 動物の反応と行動	第7節 植物の配偶子形成と発生
	第2節 個体群内の個体間の関係	第2節 個体群内の個体間の関係		第5章 動物の反応と行動	第1節 ニューロンとその興奮
	第3節 異なる種の個体群間の関係	第3節 異なる種の個体群間の関係		第2節 刺激の受容	第2節 刺激の受容
	第4節 生態系の物質生産と物質循環	第4節 生態系の物質生産と物質循環		第3節 情報の統合	第3節 情報の統合
	第5節 生態系と人間生活	第5節 生態系と人間生活		第4節 刺激への反応	第4節 刺激への反応
巻末資料	探究のプロセス	さまざまな生物の特徴	生物で理解しておきたい重要用語	生物の学習に必要な化学や数学の知識	解答例
索引					

※物質循環は「生物基礎」からここに移動。

「生物基礎」QRコンテンツ一覧

紙面のQRコードからアクセス可能なコンテンツが合計**131**点。
充実のQRコンテンツで新たな学びへ！



サンプルはこちら！▲

◆映像

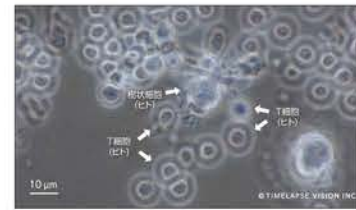
実験の手順や実際の生物、生命現象などを動画で見ることができます。実験映像はすべてテロップ・音声つき。

実験映像

- 顕微鏡の操作法
- プレパラートの作り方
- スケッチのしかた
- さまざまな細胞の観察
 - タマネギのりん葉
 - オオカナダモ
 - ヒトの口腔上皮
 - ジャガイモ
 - バナナ
- 原核細胞の観察
 - ヨーグルト(乳酸菌)
 - イシクラゲ
 - ヒトの口内細菌

- カタラーゼのはたらき
- DNAの抽出
- 体細胞分裂の観察
- 運動によるからだの状態の変化
- 食作用の観察
- 土壌中の生物の調査
- 簡易水質調査キットを用いた水質調査
- さまざまな環境とそこで生活する哺乳類(アイベックス、チーター、ザトウクジラ、オランウータン、ホッキョクグマ、アメリカビーバー)
- ニューロン

- 血液が流れるようす
- 血管内にできた血栓
- 免疫反応にかかわる細胞(リンパ管を流れるリンパ球、T細胞、B細胞、NK細胞、好中球、マクロファージ、樹状細胞)
- 気管の繊毛
- 食細胞による食作用のようす(好中球、マクロファージ)
- 炎症が起こるようす
- がん細胞を攻撃するNK細胞
- 樹状細胞による抗原提示
- 照葉樹と夏緑樹の葉



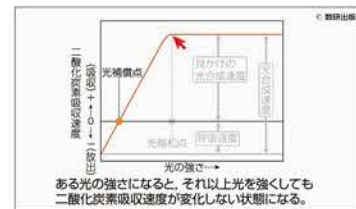
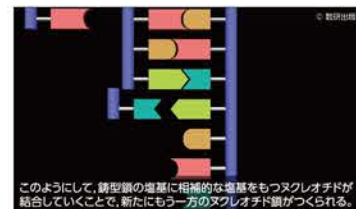
◆アニメーション

図版(静止画)だけでは理解しにくい内容も、アニメーションとして見ることで内容の理解が深まります。すべて音声つきですので、説明を聞きながら、図版のどこを見ればよいかわかります。

- 脊椎動物の系統
- ATPとADPのエネルギー
- 呼吸の概要
- 体内に取りこんだ有機物のゆくえ
- 光合成の概要
- 酵素のはたらき
- DNAの構造
- DNAの複製のしくみ
- 細胞周期と染色体の変化
- 塩基配列と対応するアミノ酸配列
- 転写のしくみ

- 翻訳のしくみ
- 遺伝暗号表の見方
- ヒトの神経系
- 自律神経系の分布とその作用
- ホルモンの分泌と作用
- チロキシン分泌量のフィードバックによる調節
- 体内でのグルコースの移動
- 血糖濃度の調節のしくみ
- 腎臓におけるグルコースの再吸収
- 血液凝固

- 適応免疫のしくみ
- 光-光合成曲線の読み方
- 遷移のモデル的過程
- ギャップと森林の多様性
- 世界のバイオームの分布
- 生態系における各栄養段階の有機物の量的な関係
- 生態系のバランスの概念
- 汚水が流入した河川の水質の変化
- 種多様性と生態系のバランスの関係



◆触って動かすコンテンツ

実際にパーツを手で触って動かすことができるコンテンツです。DNAの塩基の相補性や遺伝情報の翻訳について、自分で操作しながら学習することができます。

- DNAの塩基配列をつくらう
- RNAの塩基配列をつくらう
- アミノ酸の配列をつくらう



◆360°写真

植生のようすをあらゆる角度から見るができます。

- 植生調査を行う場所の例①(草原)
- 植生調査を行う場所の例②(森林1)
- 植生調査を行う場所の例③(森林2)
- 三宅島の植生①(草原)
- 三宅島の植生②(低木林)
- 三宅島の植生③(森林1)
- 三宅島の植生④(森林2)



◆Webサイト

学習内容の参考になるWebサイトにアクセスすることができます。

- 細胞の発見 (NHK for School)
- レーヴェンフックの顕微鏡 (NHK for School)
- 位相差顕微鏡の特徴 (NHK for School)
- 微分干渉顕微鏡の特徴 (NHK for School)
- 生物の進化の歴史 (NHK for School)
- 進化で何が変わった? (NHK for School)
- 動物の細胞はどんなもの? (NHK for School)
- 植物の細胞はどんなもの? (NHK for School)
- 1つの細胞で生きる? (NHK for School)
- 葉のつくりとはたらき(光合成) (NHK for School)
- 文部科学省「科学技術週間「一家に1枚」ポスター」
- 国立健康・栄養研究所「改訂版 身体活動のメッツ (METs) 表」
- 文部科学省「日本食品標準成分表」
- 親から子に伝わる「形質」(NHK for School)
- 遺伝の法則の発見 (NHK for School)
- 染色体とは? (NHK for School)
- 植物の細胞分裂のようすは? (NHK for School)
- 動物の細胞分裂のようすは? (NHK for School)
- (NHK for School)
- 国立遺伝学研究所「遺伝学電子博物館」
- 文部科学省「科学技術週間「一家に1枚」ポスター」
- 刺激に対する反応って? (NHK for School)
- 刺激を受けてどう反応? (NHK for School)
- 血液の体循環とは? (NHK for School)
- 血液の肺循環とは? (NHK for School)
- 心臓のつくりは? (NHK for School)
- 血液のはたらきは? (NHK for School)
- 体中の不要な物はどこへいく? (NHK for School)
- 肝臓のしくみ-中学 (NHK for School)
- 厚生労働省「e-ヘルスネット」
- 日本臓器移植ネットワーク「いのち、つながる」
- 糖尿病情報センター「糖尿病についての情報」
- 国立感染症研究所「感染症についての情報」
- 厚生労働省「厚生労働省検疫所 FORTH」
- 全国HIV/エイズ検査・相談窓口情報サイト「HIV検査相談マップ」
- 全日本病院協会「みんなの医療ガイド 花粉症について」
- 環境再生保全機構「食物アレルギーの子どものためのレシピ集」
- 厚生労働省「予防接種情報」
- 国立がん研究センター「がん情報サービス」
- 土の中の食物連鎖 (NHK for School)
- 海の生き物のつながり (NHK for School)
- 自然界の問題はなぜ起こる? (NHK for School)
- JAXA「JAXA Satellite Monitoring for Environmental Studies」
- 環境省「日本の外来種対策」
- 国立環境研究所「侵入生物データベース」
- 環境省「Plastics Smart」
- 環境省「COOL CHOICE」
- 環境省「レッドデータブック/レッドリスト」
- IUCN日本委員会
- 環境省「生物多様性」
- 環境省「絶滅のおそれのある野生動植物種の生息域外保全」
- 環境省「モニタリングサイト1000」
- 環境省「環境影響評価情報支援ネットワーク」
- 環境省「環境アセスメントデータベース (EADAS)」
- 外務省「日本のSDGs」

◆ドリル型コンテンツ

重要用語などをドリル形式で学習することができます。

- 中学校の復習(各章)
- 重要用語チェック
- 生物図鑑クイズ

◆資料・解答例

- 資料(日本の都市の月平均気温)
- 解答例(全問)



「生物」QRコンテンツ一覧

紙面のQRコードからアクセス可能なコンテンツが合計**99**点。
QRコンテンツの活用で、学習内容の理解が**いっそう**深まります！



サンプルはこちら！▲

◆映像 実験の手順や実際の生物、生命現象などを動画で見ることができます。実験映像はテロップ・音声つき。

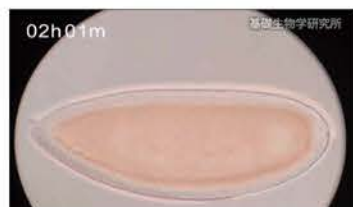
実験映像

- カタラーゼのはたらき
- 細胞内ではたらき酵素による酸化還元反応
- アルコール発酵
- 植物の光合成色素の分離

資料映像

- ゴリラの歩行のようす
- アクチンの分子モデル
- チューブリンの分子モデル
- ミオグロビン、ヘモグロビンの分子モデル

- インスリンの分子モデル
- LB寒天培地の作製
- アフリカツメガエルの発生
- キロショウジョウバエの発生①
- キロショウジョウバエの発生②
- 大腸菌のコロニーをかき取る
- 電気泳動実験
- ティンバーゲンの実験 - イトヨの闘争行動を解する鍵刺激
- アサガオのつるの接触屈性
- オジギソウの葉の接触傾性
- シロイヌナズナの重力屈性
- トレニアの胚のうによる花粉管の誘引
- アフリカツメの集団
- ヒョウの親子
- ヒグマのマーキング
- ライオンの群れ
- ハキリアリ
- 生態的同位種の例(コビトカバ)
- 生態的同位種の例(カピバラ)
- アリドリとグンタイアリ
- 熱水噴出孔
- 白化したサンゴ

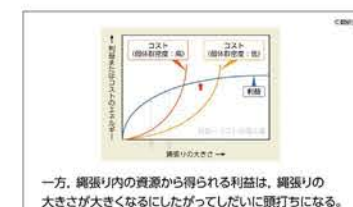
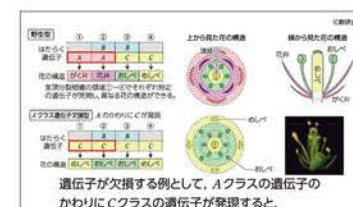
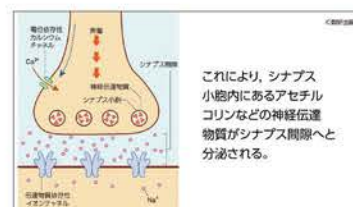
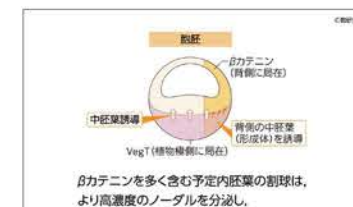
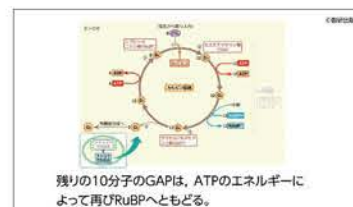
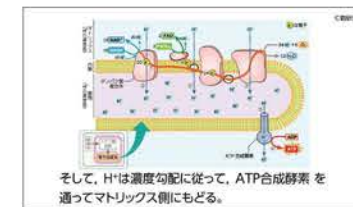
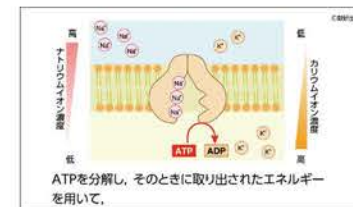
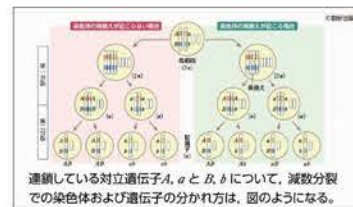


◆Webサイト 学習内容の参考になるサイトにアクセスすることができます。

- JAXA「小惑星探査機「はやぶさ2」
- 生物の進化の歴史(NHK for School)
- 文部科学省「科学技術週間「一家に1枚」ポスター(ヒトゲノムマップ)」
- 国立遺伝学研究所「遺伝学電子博物館」
- 国立科学博物館「3万年前の航海 徹底再現プロジェクト」
- 文部科学省「科学技術週間「一家に1枚」ポスター(細胞)」
- サイエンスポータル(JST)「サイエンスニュース2017 オートファジーの謎 その働きを解明する」
- 文部科学省「科学技術週間「一家に1枚」ポスター(たんぱく質)」
- 日本蛋白質構造データバンク「PDB」の生体高分子学習ポータルサイト-PDB入門」
- シアノバクテリアが作る酸素(NHK for School)
- サイエンスポータル(JST)「ミクロの小宇宙～Microcosmic Explorers～(6)ウニの発生」
- マイクロワールド 大変身 ウニの秘密(NHK for School)
- 厚生労働省「遺伝子組換え食品について」

◆アニメーション 音声で説明を聞きながら、図版のどこを見ればよいかわかります。

- ミトコンドリアと葉緑体の起源
- 減数分裂の過程
- 遺伝子の独立と配偶子の組み合わせ
- 遺伝子の連鎖と配偶子の組み合わせ
- 隔離と種分化
- 核とリボソーム、小胞体、ゴルジ体、リソソーム
- 基質特異性
- チャネルによる物質輸送
- グルコース輸送体による物質輸送
- ナトリウム-カリウムATPアーゼによる物質輸送
- 呼吸の概要
- 解糖系
- クエン酸回路
- 電子伝達系
- 呼吸の全体の反応
- 光合成の概要
- チラコイドでの反応
- カルビン回路
- 光合成の全体の反応
- DNA複製のしくみ
- 真核細胞での転写
- 真核細胞でのスプライシング
- タンパク質合成の過程
- 負の調節がはたらくラクトースオペロン
- 形成体による誘導
- 眼の形成過程
- ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌に導入する方法
- PCR法の原理
- 電気泳動の結果の例と塩基対数の求め方
- 塩基配列解析法
- 静止電位と活動電位の発生するしくみ
- 興奮の伝達
- 筋収縮のしくみ
- 筋収縮とカルシウムイオン
- 8の字ダンス
- 光屈性のしくみ
- 根の重力屈性のしくみ
- シロイヌナズナの3種類のホメオティック遺伝子のはたらきと変異体の花の構造
- 群れの大きさと時間の配分率
- 縄張りの大きさと利益・コスト
- 生態系における各栄養段階の有機物の収支



- 農林水産省「生物多様性と遺伝子組換え」
- 京都大学 iPS細胞研究所 CiRA
- 無意識の行動 反射(NHK for School)
- ミツバチのダンス(NHK for School)
- 国立精神・神経医療研究センター「こころの情報サイト 認知症」
- 気温とチューリップの花の開き具合(NHK for School)
- もやしの成長と光の条件(NHK for School)
- Plant Science Portal「植物科学への誘い」
- 気孔が開閉するしくみ(NHK for School)
- 花のつくりとはたらき(NHK for School)
- 環境省「生物多様性」
- 独立行政法人環境再生保全機構「大気の情報館」
- 環境省「環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」
- 農林水産省「生物多様性の保全・再生」

◆解答例

●解答例(全問)

教授資料のご案内

POINT

1 主体的&探究的な学びに役立つ情報を掲載

POINT

2 授業で役立つ付属データが充実

POINT

3 教科書の解説動画で自学自習をサポート

教授資料の構成



書名	仕様	価格(税込)
生物基礎・高等学校 生物基礎 教授資料 ^{※3}	B5判 + DVD-ROM	24,200円
生物 教授資料	B5判 + DVD-ROM	30,800円

【指導者用デジタル教科書(教材)】(▶本冊子120~)とのセット版もございます。詳しくは弊社ホームページをご覧ください。
 ※1 別冊は「生物基礎・高等学校 生物基礎 教授資料」のみ。「生物 教授資料」には付属しません。
 ※2 付属データに追加や修正が生じた際は、専用サイト「チャート×ラボ」にてご用意する場合もございます。
 ※3 「生物基礎(生基/707)」と「高等学校 生物基礎(生基/708)」で共通の教授資料です。

教授資料 本冊・別冊 の特色

- 詳しい内容をわかりやすく記述していますので、授業を進める上でのマニュアルとしてご利用いただけます。
- 各節では、既習事項の復習や問いかけなど充実した導入例を紹介しています。
- 節末チェックについては、解答例、評価のポイント、指導のポイントを掲載。
- Questを含む問い・問題類については、解答例だけでなく、出題の意図や指導の留意点を掲載。主体的な学びをサポートします。
- 観察・実験等の解説では、教科書に掲載されている実験を行う上で必要な情報である、実験の手順、注意点、結果例などの情報が充実しています。
- 別冊として、『生物基礎・高等学校 生物基礎 準拠アクティブブック』(▶本冊子116~117)の指導書(Teacher's book)が付属しています。(生物基礎のみ) **NEW!**

教科書の各節冒頭の「この節の目標」について、教授資料では、生徒に理解させたい内容を「指導のポイント」として解説しています

2章1節 遺伝情報とDNA

(図p.64~73)

この節の目標

- ① DNAは2本のヌクレオチド鎖からなる二重らせん構造をしていることを理解する。
- ② 遺伝情報はDNAの塩基配列にあることを理解する。

▶指導のポイント◀

- ① DNAは、構成単位であるヌクレオチドが鎖状につながったヌクレオチド鎖からなること、2本のヌクレオチド鎖が塩基の部分で相補的に結合していること、ヌクレオチド鎖は規則的にねじれて二重らせん構造をとっていることを理解させたい。
 本項は、学習指導要領において「DNAの構造に関する資料に基づいて、遺伝情報を担う物質としてのDNAの特徴を見いだして理解する」とされている部分である。図p.66のQuestを活用することで、生徒の主体的な学習を誘導することができる。
- ② DNAの構造について理解すると、ヌクレオチドの違いは塩基の部分にあることがわかる。このことから、塩基配列が遺伝情報となっていることを理解させたい。この段階では抽象的で理解しづらいかもしれないが、第3節の遺伝情報の発現まで学習することで理解を確かなものにした。

●中学校理科で学習したこと

第2分野「(5)生命の連続性」で、親の形質が子に伝わること、有性生殖では、減数分裂によって両親の染色体が半数ずつ生殖細胞に分配されて受精によって受け継がれることを学習している。また、遺伝の規則性について学習し、遺伝子の本体がDNAという物質であることにも触れている。ただし、遺伝子の本体がDNAと考えられるようになった背景や、DNAの構造については学習していない。

要点の整理

1. 遺伝情報を含む物質—DNA

A. 遺伝子とDNA

遺伝子は生物の形質を決める
 遺伝子の本体 = DNA(デオキシリボ核酸)
 DNAの受け継ぎ
 親から子へ → 生殖細胞を通じて
 細胞から細胞へ → 細胞分裂を通じて
 からだを構成するすべての細胞は同じDNAをもつ
 DNAがもつ情報によって生命活動が営まれている

B. 遺伝情報

遺伝情報…DNAがもち、親から子に受け継がれる情報
 すべての生物が遺伝情報の担い手としてDNAをもつ

2. DNAの構造

A. DNAの構成単位

DNAの構成単位…ヌクレオチド
 ヌクレオチド…リン酸+糖+塩基
 ヌクレオチド鎖…隣りあうヌクレオチドが糖とリン酸の間で結合
 DNAを構成する糖…デオキシリボース
 DNAを構成する塩基…アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)

B. 塩基の相補性

塩基対…2本のヌクレオチド鎖は塩基の部分で対になって結合している
 塩基の相補性…常にAとT、GとCが結合
 DNAは二重らせん構造をしている

C. DNAと遺伝情報

塩基配列…A、T、G、Cの4種類の塩基の並び順
 遺伝情報はDNAの塩基配列に存在している

「導入例」では、その節の導入として使える、発問の例などを複数提示しています

指導の留意点

導入例

例① 第1章で学習した生物の共通性をふまえ、「すべての生物に共通する特徴として、細胞からできていること、生命活動にエネルギーが必要であることのほかに何があったか」と問いかけ、生徒から「遺伝情報をもっている」という答えが出れば、さらに、「遺伝情報を担っているのはどのような物質か」と問いかけ、遺伝情報とDNAに目を向けさせることができる。

例② 中学校で学習したことをふまえ、「私たちがもつDNAはもととなるDNAのコピーである。もととなるDNAを、私たちは誰から受け継いだのだろうか」と問いかけ、DNAを両親から受け継いでいること、卵や精子などの配偶子を通じてDNAを受け継いでいることに気づかせ、**図p.64**の学習へとつなげることができる。

指導例

① 遺伝情報を含む物質 - DNA

図p.64 A 遺伝子とDNA

中学校において、形質、遺伝、減数分裂、遺伝子や遺伝子の本体がDNAであることについて学習している。**図p.64**の図1は、中学校で学んだことをベースとして、ヒトを例に、遺伝情報が受け継がれるようすを図示している。ただし、中学校では、減数分裂や受精を染色体レベルで学習しているのに対し、図1ではDNAで図示している点で、中学校の学習内容とは異なっている。

図1は第2章全体の導入にもなっている。図1①の上段「からだを構成するすべての細胞は、同じDNAをもつ」に関しては、第2節「遺伝情報の複製と分配」において、DNAが正確に複製され、細胞分裂によって分配されることを学習する。図1①の下段「DNAがもつ情報によって生命活動が営まれている」に関しては、第3節「遺伝情報の発現」において、生命活動の中心となつてはたらくのはタンパク質であること、遺伝情報をもとに転写・翻訳の過程を経てタンパク質がつけられることを学習する。第2節、第3節の学習内容を見通して図1を意識しておきたい。

図p.65 B 遺伝情報

遺伝情報については、「その生物が個体を形成し、

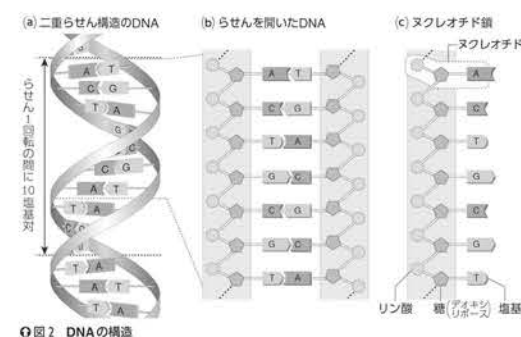
生命活動を営むのに必要な情報。DNAがもち、親から子へ受け継がれる情報」と定義づけている。「遺伝子」がタンパク質の情報をもつ領域であるのに対し、「遺伝情報」にはDNAの全塩基配列がもつ情報が含まれる。なお、一般に「遺伝子」というと、必ずしもタンパク質の情報をもつとは限らず、rRNAやtRNAなどの遺伝子も存在するが、この教科書においては、「遺伝子」はタンパク質をつくるための情報をもつ領域としている。

図p.65 実験2 DNAの抽出

⇒指導の留意点は、p.201~202にまとめて掲載。

② DNAの構造

図p.66 Quest 図2は、DNAの構造を模式的に示したものである。DNAの特徴について、この図から推測できることは何か。ヌクレオチド鎖やヌクレオチドを構成する塩基に注目して考えてみよう。



このQuestは学習指導要領の次の文言に対応する学習内容である。

DNAの構造に関する資料に基づいて、遺伝情報を担う物質としてのDNAの特徴を見だし理解する

【ねらい】 このQuestでは、遺伝情報を担う物質としてのDNAの特徴を生徒が自ら見だし理解することを目的としており、**図p.66**の図2を資料としてDNAの特徴を見だしさせるような活動や問いかけを行う。

DNAの構造を理解するうえで、2本のヌクレオチド鎖からなることと、4種類の塩基が並んでいること、そして塩基どうしが相補的に結合してい

第2章 遺伝子とのはたらき

教科書の「Quest」を用いて、生徒に主体的な学習を促す場合の具体的な運用方法を解説しています

ることを理解することは、後の複製、転写・翻訳を学習するうえでも非常に重要である。これらの点を自ら見いだすことができれば、この章全体の学習もスムーズに進められると考えられる。

【見だしたいこと】 **図p.66~67**の本文に示した内容、特に波線を付した、「DNAを構成するヌクレオチドには、アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の塩基をもつ4種類があること」、「2本のヌクレオチド鎖が塩基の部分で対になって結合していること」、「常にAとTが対になり、GとCが対になっていること」を見いだせるとよい。

【留意点】 Questに取り組むにあたっては、**図2**をもとにDNAの構造の特徴を自由に考えさせてもよいが、教科書では、考える手がかりとして、①ヌクレオチド鎖、②ヌクレオチドを構成する塩基、という2つの視点を与えている。これらは、上記の【見だしたいこと】に気づけるように導く視点として提示している。生徒がなかなか気づきに至らない場合は、次のような声かけをすることも考えられる。

- ・塩基の種類に注目してみよう。
- ・DNAとヌクレオチド鎖の関係はどうなっているだろうか。
- ・ヌクレオチド鎖どうしはどんなふう結合しているだろうか。
- ・塩基どうしの結合に規則性がないだろうか。

塩基の相補性は、第2節で学習するDNAを正確に複製するしくみにも関係する重要なポイントであり、**図p.75**のQuestにつながる内容である。

生徒が塩基の相補性について理解できたら、「一方の鎖の塩基の並びがACTGAGTだったとき、もう一方の鎖の塩基の並びはどのようになっているか?」のように、具体的な塩基配列を例にして理解を確かめることもできる。

塩基の大きさの違い、つまりAとGが大きくTとCが小さい、といった点に気づくことがあるかもしれない。そのような場合には、**図p.67**の発展「塩基の結合に相補性があるのはなぜ?」の図Iの化学式(構造式)を示してもよい。「生物基礎」の指導要領の範囲外の内容ではあるが、構造式を反映した図により、水素結合の位置や本数の特徴から、塩基対の相補性には各塩基の構造が関係して

いることがわかるだろう。

● 図p.66 図2 DNAの構造

以降の学習においては、(a)の図のように、ヌクレオチドの糖とリン酸を省略した形で二重らせんが示されていることが多い。(b)の図との対応を理解させておきたい。

ヌクレオチド鎖に方向性があることは「生物基礎」の指導要領の範囲外で、「生物」での学習事項となる。ただし、(c)の図をよく見ると、ヌクレオチド内のリン酸と糖の結合部分のほうがヌクレオチド間のリン酸と糖の結合部分よりも短く描かれている。このことから、(b)の図において2本鎖のヌクレオチドをそれぞれ囲ませると、右側の鎖のヌクレオチドは左側の鎖のヌクレオチドを180°回転させたものであることがわかるので、方向性があることはなんとなく理解できるだろう。

⇒DNAの構造の詳細については、「内容解説資料データ」を参照。

図p.66 A DNAの構成単位

図p.66のQuestで活動を行った後は、生徒が見いだしたことを1つ1つ確認しながらDNAの構造について学習する。

図3は、**図p.87**の図16「RNAを構成する4種類のヌクレオチド」と対になる重要な図である。自然界にはさまざまな種類の糖が存在するが、DNAに含まれる糖がデオキシリボースであるという理解は、後に学習するRNAとの対比からも重要である。

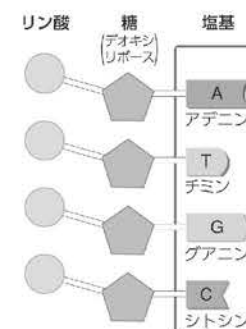


図3 DNAを構成する4種類のヌクレオチド

図p.67 B 塩基の相補性

図4に示した塩基の相補性は、第2節で学習するDNAを正確に複製するしくみにも関係する重要なポイントであるため、この図をしっかりと理解させることが重要である。

えてみよう！」への回答は異なってくると考えられる。

【解答例①】 ここであげられた4種類の生物において、AとT、GとCの量比はそれぞれ約1:1となっていることが読み取れるため、「どの生物のDNAでも、AとTの数の割合が等しく、GとCの数の割合が等しい」と考えられる。

【解答例②】 ここでは4種類の生物のデータしか示されていないこと、またAとT、GとCの量比はそれぞれ1:1に近い数字ではあるが幅が見られることから、「どの生物のDNAでも、AとTの数の割合が等しく、GとCの数の割合が等しい」傾向

は読み取れるが、このデータだけでは断定はできない。

【解説】 生徒によって、解答例①、解答例②いずれのタイプの回答も出てくると考えられる。指導上の工夫として、まず生徒一人ひとりに自分の意見を考えさせ、次に生徒で2人組をつくり、お互いの意見を出しあうなどが考えられる。

図p.72の表Iでは示されているデータに限られているが、実際には他の生物のデータや、同一生物体内の異なる部位でのDNAの分析結果から、シャルガフの規則は正しいものと認められるようになっていることも補足しておくことよ。

第2章 遺伝子とのはたらき

節末チェック

(教p.69)

① DNAがどのような構造をしているのか、できるだけ詳しく説明してみよう。

【解答例】

- ④ DNAは、ヌクレオチドが多数鎖状に結合してできたヌクレオチド鎖が、内側に突き出した塩基の部分で相補的に結合し、全体的にねじれてらせん状になった二重らせん構造をしている。
- ⑤ ヌクレオチドはリン酸と糖と塩基からなり、ヌクレオチドどうしは糖とリン酸の間で結合してヌクレオチド鎖をつくっている。
- ⑥ DNAを構成する糖はデオキシリボースであり、塩基はアデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。
- ⑦ 塩基どうしは、常にAとTが結合し、GとCが結合する。

✓ 評価のポイント

- ① DNAがヌクレオチドからなること、全体として二重らせん構造をしていることに触れているか。
- ② 2本のヌクレオチド鎖が、塩基の部分で相補的に結合していることに触れているか。

✓ 指導のポイント

教科書やノートを見ずに解答例の③の内容がまとめられていれば、理解できていると評価できる。この節末チェックでは、「できるだけ詳しく説明してみよう。」となっているため、④～⑦の内容も解答となりうるだろう。図を描いて説明することもできる。「ヌクレオチド」、「塩基(塩基対)」、「相補的」、「二重らせん」といったキーワードを用いて正しく表現できると理想的である。

② 遺伝情報は、DNAの中にどのようなかたちで存在しているのか、説明してみよう。

【解答例】 DNAの塩基配列が遺伝情報である。

✓ 評価のポイント

- ① DNAを構成する4つの塩基(A、T、G、C)の並び順が遺伝情報であることに触れているか。

✓ 指導のポイント

「塩基配列」という用語を用いれば簡単に説明できる。「塩基配列」を用いることができなくても、①の点が説明できていれば、概念は理解していると評価できるだろう。この問いに対して「塩基」とだけ解答する生徒がいることが予想されるが、塩基単独では遺伝情報としての意味はなさないことから、「塩基配列」または「塩基の並び順」という表現で説明できるよう、指導したい。

教科書の節末の「節末チェック」については、解答例に加え、評価の観点、指導のポイントを掲載しています

付属データ一覧 (生物基礎・高等学校 生物基礎)



ダウンロードしているデータは、専用サイト「チャート×ラボ」(▶本冊子118)からのダウンロードとなります。

「生物」の付属データ一覧はこちら!

サンプルはこちら!

コンテンツ名	形式	内容
◆授業でそのまま使える ▶本冊子 110 ~ 111		
NEW! 授業用スライドデータ (解説タイプ・穴埋めタイプ・アクティブタイプ)	Power Point Google スライド	板書代わりに使える演示用のスライドデータです。教科書解説動画に対応した解説タイプ、授業用プリントに対応した穴埋めタイプ(↓), アクティブブックに対応したアクティブタイプの3種類をご用意。
授業用プリントデータ	Word	教科書の内容に対応した授業用プリントのデータです。授業用スライドと対応しています。
映像・アニメーション	MP4	教科書紙面のQRコンテンツとして閲覧可能な映像・アニメーションのデータです。QRコードを介さずコンテンツをご覧いただけます。
NEW! 回答フォーム	右記	「節末チェック」などの回答フォームを、Google フォーム形式およびMicrosoft Forms 形式でご利用します。端末にデータを配信したり、回答を集約したりすることができます。
◆教科書のテキスト・図版・紙面データ ▶本冊子 110 ~ 111		
教科書テキストデータ	Word	プリント作成などに便利な、教科書本文のテキストデータです。
教科書図版データ	JPEG	教科書に掲載の図版データです。カラー版のほか、白黒印刷でも見やすいモノクロ版、引線文字なしの図版もご利用。
教科書紙面データ	PDF	教科書紙面のPDFデータです。
◆主体的な学びに役立つ ▶本冊子 112		
NEW! 教科書の構成要素のワークシート	Word	「節末チェック」や「チャレンジ」の課題に使えるワークシートです。グループ学習にも使えます。
NEW! 振り返りシート	Word	学習を振り返って、生徒が自己評価する際にお使いいただけるシートの一例です。観点別に項目を設け、複数の取り組み・能力について、多段階で評価することを想定しています。
◆読解力養成や演習に使える充実の問題データ ▶本冊子 113		
NEW! 読解力養成プリント	Word	基本的な文章の読み取りから、グラフ・表の読み取り問題まで、読解力養成に使える小テスト形式のプリントです。
教科書中の問題	Word	教科書中の問題類をまとめたデータです。解答欄がついていますので、演習用プリントとしてもお使いいただけます。
オリジナル問題	Word	教科書の章ごとに、その分野に関する論述問題を集めた追加問題のデータです。
問題類の解答・解説	PDF	教科書中の問い、思考学習、補充問題の解答・解説のPDFデータです。
◆準拠問題集のデータ		
アクティブブックデータ	Word・PDF	教科書の準拠問題集「生物基礎・高等学校生物基礎 準拠 アクティブブック」のデータです。本冊 Word データと紙面 PDF データを収録。
アクティブブックデータ (指導用)	PDF	教授資料の別冊として付属している「生物基礎・高等学校生物基礎 準拠 アクティブブック (指導用)」のPDFデータです。
◆実験に役立つ ▶本冊子 113		
実験レポートデータ	Word	「観察」、「実験」、「調査」、「実習」で使えるレポート用紙です。準備物や方法を掲載し、結果欄や考察欄を設けています。
◆巻末資料		
NEW! 生物基礎_重要用語一覧	Excel	教科書の重要用語を日本語と英語でリストアップした一覧表です。
巻末付録データ (DNA 模型の型紙)	PDF	教科書の折込みに掲載している DNA 模型の型紙のデータです。教科書を切り取らずに作業学習に取り組み合わせることができます。
◆教授資料(本冊)・内容解説資料等		
教授資料紙面データ	PDF	教授資料紙面のPDFデータです。
内容解説資料データ	PDF	教科書で扱われている内容の詳しい解説資料です。
NEW! 授業導入例	PDF	単元ごとの授業の導入例を多数紹介しています。
◆評価、授業計画等 ▶本冊子 114		
学習指導計画(シラバス)例	Excel	学習指導計画の標準的な一例を示しています。
観点別評価規準例	Excel	「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3つの観点について、評価方法をまとめています。
NEW! 観点別の評価の方法と評価の基準例	Excel	3つの観点についての評価の方法と評価の基準の例をご紹介します。
NEW! 観点別評価の集計例ファイル	Excel	生徒1人1人の3つの観点に基づく評価を入力、集計できるファイルです。
◆追加コンテンツ		
NEW! AL 型授業の進め方	Power Point	KJ 法やジグソー法など、さまざまな言語活動の手法を紹介しています。
補足授業用スライドデータ、プリントデータ	右記	新課程の生物基礎で扱いの少なくなった範囲を補足する際にご使用いただけるデータです。Power Point・Word・PDF

※教授資料付属データに追加や修正が生じた際は、専用サイト「チャート×ラボ」にてご利用する場合がございます。
 ※「映像・アニメーション」および「図版データ」について、数研出版株式会社が著作権を所有していない一部のデータは収録されておりません。
 ※「生物基礎・高等学校 生物基礎 教授資料」の付属データ一覧です。

授業でそのまま使える / 教科書のテキスト・図版・紙面データ

● 授業用スライドデータ NEW! ▶ サンプルは本冊子 100 にある QR コードからご覧になれます。 PowerPoint Google スライド

板書代わりにお使いいただけるスライドデータです。「解説タイプ」、「穴埋めタイプ」、「アクティブタイプ」の3つのタイプをご用意。

DNAの構造

遺伝情報はDNAの構造のどこにあるのか?

DNAの構成単位
DNAはヌクレオチドとよばれる構成単位が多数結合してできている
塩基にはアデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある

ヌクレオチド

DNAを構成するヌクレオチドの構造

◀解説タイプ

教科書に沿って要点がまとまっています。教科書解説動画に連動!

1 遺伝情報を含む物質-DNA

A 遺伝子とDNA

・遺伝子の本体は、[1]] ([2]) という物質である。

◀穴埋めタイプ

重要な用語を穴埋め形式で確認することができます。授業用プリントに対応しています!

▶アクティブタイプ

「Quest」など「問い」を軸とした授業にお使いいただけます。アクティブブックに連動!

第1節 遺伝情報とDNA / 2. DNAの構造 教 p.66~67

Q.3 DNAの特徴について、右の模式図から推測できることは何か。

Hint.1 DNAは全体として、どのような構造をしているか。

● 授業用プリントデータ ▶ サンプルは本冊子 100 にある QR コードからご覧になれます。 Word

ノート代わりにお使いいただけるプリントデータです。Wordで作成していますので、授業で取り上げる内容や進度に合わせて、お好みの形に編集していただけます。

1 遺伝情報を含む物質-DNA

A 遺伝子とDNA

- ・遺伝子の本体は、[1]] ([2]) という物質である。
- ・からだを構成するすべての細胞は、[3]] がもっていたのと同じDNAをもっている。

B 遺伝情報

- ・DNAがもち、親から子へ受け継がれる情報を、[4]] という。

2 DNAの構造

A DNAの構成単位

- ・DNAは[5]] とよばれる構成単位が、多数結合してできている。
- ・ヌクレオチド= [6]] + [7]] + [8]]
- ・隣りあうヌクレオチドは、糖とリン酸の間で結合して [9]] をつくっている。
- ・DNAを構成するヌクレオチド

糖 : [10]]

塩基 : [11]] ([12]),

[13]] ([14]),

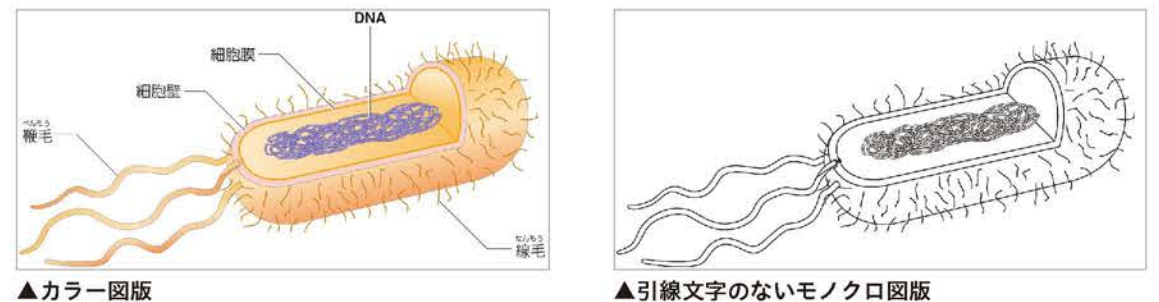
▶アクティブタイプ

「Quest」など「問い」を軸とした授業にお使いいただけます。アクティブブックに連動!

プリントの内容は教科書解説動画・授業用スライドデータとリンクしています!

● 教科書図版データ JPEG

教科書に掲載されている図版のデータです。カラー図版のほか、モノクロ化した図版や引線文字をなくした図版データも収録していますので、目的に合わせてご使用いただけます。



● 映像・アニメーション MP4

教科書のQRコンテンツのうち、映像とアニメーションのデータを収録。ご利用いただけるコンテンツの一覧は、本冊子 100, 102 ~ 103 をご覧ください。

● 教科書紙面データ PDF

教科書紙面のPDFデータです。スクリーンへの紙面の投影にお使いいただけます。

● 教科書テキストデータ Word

教科書本文のテキストデータです。授業用プリントや定期テストの作成などにお使いいただけます。

● 回答フォーム NEW! Google フォーム Microsoft Forms

Google フォームやMicrosoft Formsを活用した小テストと、教科書の「節末チェック」などの回答フォームをご用意します。詳しくは、本冊子 115 をご覧ください。

主体的な学びに役立つ

教科書の構成要素のワークシート **NEW!**

▶ サンプルは本冊子 109 にある QR コードからご覧になれます。

Word

教科書の「節末チェック」や「チャレンジ」などの課題に使えるワークシートです。教科書の課題を再掲載していませんので、そのまま配布してお使いいただけます。

節末チェック 1章 1節 生物の多様性と共通性 (教) p.39

① 生物が多様でありながら共通性をもっていることを、例をあげて説明してみよう。

STEP1. 関連するキーワードをあげよう

STEP2. 説明しよう (下書き)

(本番)

自己評価: □よく理解できた □よく理解できなかった

② 生物の共通性と多様性が、どのようにして生じたのかを説明しよう

STEP1. 関連するキーワードをあげよう

STEP2. 説明しよう (下書き)

◀「節末チェック」のワークシート

チャレンジ「探究する力を身につけよう」 No.5 (教) p.105 2章 B

ヒトの遺伝子数は約 20500 と推定されている。ショウジョウバエの遺伝子数約 14000、酵母の遺伝子数約 6300 と比較して多いだろうか、少ないだろうか。そう考えた根拠とともに説明してみよう。

[1. 自分の考え]

直感的には (多い、少ない) と思う。その理由は、

[2. 1.を確かめるために調べたり考えたりしたこと]

[3. 2.を踏まえた、最終的な自分の考え]

(多い、少ない) と思う。その理由は、

[4. ほかの人の考え]

[メモ]

▶「チャレンジ」のワークシート

● 振り返りシート **NEW!**

▶ サンプルは本冊子 109 にある QR コードからご覧になれます。

Word

学習を振り返って、生徒が自己評価する際にお使いいただけるシートの一例です。観点別に項目を設け、複数の取り組み・能力について、多段階で評価することを想定しています。

振り返りシート 第2章 遺伝子とそのはたらき 第1節 遺伝情報とDNA		評価			
[詳細] 1:よくできた(よくわかった), 2:できた(わかった), 3:あまりできなかった(あまりわからなかった), 4:できなかった(わからなかった)		1	2	3	4
知識・技能	本文中の重要用語の意味を理解した。	1	2	3	4
	「節末チェック」(p.69)について、説明できた。	1	2	3	4
	章末の「補充問題」(p.105)の①、②に解答できた。	1	2	3	4
思考・判断・表現	Quest (p.66)について、自分の考えを述べることができた。	1	2	3	4
主体的に学習に取り組む態度	実験 2 (p.65)で、自ら実験したい材料を提示し、実験計画を立ててDNAの抽出を行うことができた。	1	2	3	4
	実習 2 (p.69)で、自分の模型と、ほかの人の模型を比較し、塩基配列の多様性について考察できた。	1	2	3	4
	学習したことを、身近な事象やニュースと結び付けて考えることができた。	1	2	3	4

[疑問に思ったこと]

疑問に思ったことを書き出すスペースも設けています。

読解力養成や演習に使える充実の問題データ

● 読解力養成プリント **NEW!**

▶ サンプルは本冊子 109 にある QR コードからご覧になれます。

Word

基本的な文章の読み取りから、グラフ・表などの読み取り問題まで、読解力養成に使える小テスト形式のプリントです。

読解力養成プリント

月 日 ()

年 組

No.9 問題

酵素はすべての生物がもっていて、生体内のさまざまな化学反応を速やかに進行させるはたらきをもつ。酵素の本体はタンパク質で、酵素は反応の前で変化しないため、くり返しはたらくことができる。このように化学反応を促進するが、自身は変化しない物質を触媒という。

酵素がはたらく相手の物質を基質という。酵素はそれぞれ異なる物質が基質になっていて、それ以外の物質にははたらかない。

例えば、米に含まれるデンプンと野菜などの食物繊維に含まれるセルロースはどちらもグルコースという糖からできているが、デンプンしか消化できない。これは、ヒトはデンプンを分解する酵素(アミラーゼ)をもつが、アミラーゼはセルロースにははたらかない。そのうえヒトはセルロースを分解する消化酵素(セルラーゼ)をもたないためである。

問 次の①～④について、上の文章から読み取れる内容として正しい場合は○、誤っている場合は×と答えよ。

① アミラーゼやセルラーゼはタンパク質でできている。
 ② アミラーゼによるデンプンの分解では、グルコースが基質になる。
 ③ 食物繊維に含まれるセルロースはヒトがもつ消化酵素で分解される。
 ④ ヒトがデンプンを消化できるのは、セルラーゼのはたらきによる。

① ② ③ ④

読解力養成プリント

月 日 ()

年 組

No.50 問題

外来生物として知られるオオクチバスの食性について、調べ学習を行い、以下のデータを入手した。

オオクチバスの体長	ミジンコ	コイ科仔魚	コイ科稚魚	水生昆虫	その他
20mm以下	73.2	0.0	0.0	2.0	24.8
20～25mm	15.0	80.9	0.0	0.3	3.8
25～30mm	12.0	21.5	57.3	5.1	4.1
30～40mm	0.0	0.0	98.2	1.3	0.5

宮城県伊豆沼に生息するオオクチバス稚魚の胃の内容物の割合(%)

問 次の①～④について、上のデータから読み取れる内容として正しいものをすべて選べ。

① 体長が20mm以下のオオクチバスの胃には、水生昆虫よりもミジンコが多く含まれていた。
 ② 体長が25mmより大きいオオクチバスの胃には、コイ科稚魚が最も多く含まれていた。
 ③ オオクチバスの体長が大きいほど、胃に含まれるコイ科仔魚の割合も大きくなる。
 ④ オオクチバスの体長と、胃に含まれるミジンコの割合は、比例関係にある。

学習の基本となる「読解力」を養成する課題です。正確に文章を読み取る課題、図やグラフから必要なデータを読み取る課題など、少しずつ取り組めるよう、小テスト形式のプリントをご用意。

● その他の問題データ

Word

PDF

教科書中の問題プリントデータ、オリジナル問題データ

問題演習にお使いいただけるよう、教科書の問題をプリントにしたデータを収録。また、各分野の論述問題を集めた追加問題のデータを、オリジナル問題として収録。

実験に役立つ

● 実験レポートデータ

▶ サンプルは本冊子 109 にある QR コードからご覧になれます。

Word

「観察」、「実験」、「調査」、「実習」で使えるレポート用紙です。「目的」・「準備」・「方法」から「結果」・「考察」まで掲載しています。「結果」や「考察」には記入欄を設けていますので、レポート1つで実験を行えます。



サンプルはこちら!▲

● 学習指導計画 (シラバス) 例

Excel

学習指導計画 (シラバス) 例は, 学習指導計画の標準的な一例をまとめたデータです。

● 観点別評価規準例など **NEW!**

Excel

観点別評価規準例, 観点別の評価の方法と評価の基準例, 観点別評価の集計例ファイル

新学習指導要領では, 観点別学習状況の評価の観点が「知識・技能」, 「思考・判断・表現」, 「主体的に学習に取り組む態度」の3観点に整理されました。この3観点について、『観点別評価規準例』以外に, 教科書やシラバスとあわせてご利用いただける『観点別の評価の方法と評価の基準例』, 『観点別評価集計例ファイル』をExcel形式をご用意しております。

単元	単元の目標	評価の観点	評価規準	評価の内容	評価の方法	評価の基準例		
						A	B	C
第1章 生物の多様性と共通性	① 生物は多様でありながら, 共通性をもっていることを理解する。 ② 生物の共通性と多様性は, 生物の進化の結果であることを理解する。	知識・技能	生物の多様性と共通性について基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに, 科学的に探究するための必要な観察・実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	すべての生物も共通性について, 3つの例をあげて説明できる。	「節末チェック」④ (p.39) に答えられる。	教科書 (p.30-31) の内容をもとに, 生物の共通性として「細胞から多分している」, 「生命活動にはエネルギーが必要」, 「遺伝情報としてDNAをもっている」という3点を挙げて説明できる。	教科書 (p.30-31) の内容をもとに, (Aで示した) 3点のうち2点を挙げて説明できる。	(Aで示した) 3点のうち1点を挙げることができる。
				生物の共通性と多様性が, どのような理由によって生じたのか, 説明できる。	「節末チェック」⑤ (p.39) に答えられる。	教科書 (p.28-31) の内容をもとに, 生物が共通性をもつ理由として, 細胞から共通性をもつ理由を説明できる。また, 生物が多様性をもつ理由の概要を説明できる。	教科書 (p.28-31) の内容をもとに, 生物が共通性をもつ理由, 生物が多様性をもつ理由が説明できる。または内容が十分である。	
		思考・判断・表現	生物の多様性と共通性について, 観察・実験などを通して探究し, まよまよな疑問についてその特徴を思いだして説明している。	まよまよな疑問の比較に基づいて, 生物がなぜ多様性をもっているのか, 共通性をもっているのかについて, まよまよな疑問についてその特徴を思いだして説明している。	「問い」(p.27) について考えさせる。答えられる。	図1のうち, 3例以上について理由の構造や生活のしかたについて, 順序への違いの例に気づき, 説明できる。	図1のうち, 1-2例について理由の構造や生活のしかたについて, 順序への違いの例に気づき, 説明できる。	図1の例について, 理由の構造や生活のしかたについて, 順序への違いの例に気づき, 説明できる。または説明が十分である。
				まよまよな生物の観察写真の比較に基づいて, すべての生物に見られる共通性について考え, 共通性を見いだすことができる。	「問い」(p.31) について考えさせる。答えられる。	図1のうち, 3例以上挙げることができる。答えられる。	図1のうち, 1-2例挙げることができる。	図1の例に基づいて, 理由の構造や生活のしかたについて, 順序への違いの例に気づき, 説明できる。または説明が十分である。
主体的に学習に取り組む態度	生物の多様性と共通性について主体的に関わり, 見通しをもったり振り返ったりするなど, 科学的に探究しようとしている。	生物の多様性と共通性に関心をもち, 主体的に学習に取り組める。	「問い」(p.27, 31, 36) 、「問い」(p.27, 37) 、「チャレンジ」A, B (p.61) などの発問に対する生徒の様子を観察する。	図1のうち, 3例以上挙げることができる。答えられる。	図1のうち, 1-2例挙げることができる。	図1の例に基づいて, 理由の構造や生活のしかたについて, 順序への違いの例に気づき, 説明できる。または説明が十分である。		
		生物の多様性と共通性について主体的に関わり, 見通しをもったり振り返ったりするなど, 科学的に探究しようとしている。	「問い」(p.27, 31, 36) 、「問い」(p.27, 37) 、「チャレンジ」A, B (p.61) などの発問に対する生徒の様子を観察する。	図1のうち, 3例以上挙げることができる。答えられる。	図1のうち, 1-2例挙げることができる。	図1の例に基づいて, 理由の構造や生活のしかたについて, 順序への違いの例に気づき, 説明できる。または説明が十分である。		

▲ 観点別評価の方法と評価の基準例

▼ 観点別評価集計例ファイル

学期末・年度末・活動評価・試験評価など, 項目ごとに整理・集計も可能です。

※ファイルの画像はイメージです。

学年	学期	総括評価			
		5	4	3	
評定ごとの人数		2	10	20	7

観点	一学期 活動評価									集計		
	知識・技能			思考・判断・表現			主体的に学習に取り組む態度			知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価				
1)生徒 01	A	A	A	A	A	A	B	B	B	A	A	B
2)生徒 02	C	B	C	B	A	A	B	A	A	C	A	A
3)生徒 03	C	C	B	A	A	A	B	A	A	C	A	A
4)生徒 04	B	A	A	B	C	C	A	A	A	C	A	A
5)生徒 05	A	C	B	B	B	B	A	B	B	B	B	B
6)生徒 06	C	C	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C
7)生徒 07	B	C	A	A	B	B	C	C	C	B	B	C
8)生徒 08	B	C	C	A	B	B	A	B	B	C	B	B
9)生徒 09	B	A	A	A	A	A	C	C	B	A	A	B
10)生徒 10	C	C	A	C	C	C	C	B	B	C	B	B

学年	学期	試験評価			活動評価			総合評価 (計算値)			総合評価 (最終)			
		知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	
1)生徒 01		C	C		A	A	B	B	B	3	B	B	B	3
2)生徒 02		A	C		C	B	B	B	B	3	B	B	B	3
3)生徒 03		B	B		A	A	A	A	A	5	A	A	A	5
4)生徒 04		B	B		B	C	A	B	C	3	B	C	A	3
5)生徒 05		C	A		B	B	B	B	B	3	B	B	B	3
6)生徒 06		C	B		C	C	C	C	C	1	C	C	C	1
7)生徒 07		B	C		B	B	B	B	B	3	B	B	B	3
8)生徒 08		B	B		C	A	B	C	A	3	C	A	B	3
9)生徒 09		A	B		A	B	A	A	B	4	A	A	B	4
10)生徒 10		B	A		B	C	B	B	B	3	B	B	B	3

NEW!

『Google フォーム』・『Microsoft Forms』・『Google スライド』対応データのご案内

Google フォームや Microsoft Forms を活用した小テストと, 教科書の「節末チェック」の回答フォームをご用意しています。

- 先生が作成したフォームを, 生徒それぞれの端末に簡単に配信できます。
- 生徒の回答を瞬時に集約できます。
- Google スライドに対応した授業用スライドのデータもご用意しています。
- ◆ データは, 専用サイト「チャート×ラボ」にてご用意しています。



詳細はこちら!▲

【補足】

- 当社教科書の教授資料をご購入いただいた学校向けのものとなります。
- Google フォーム, Google スライドのご使用にあたっては, Google アカウントが必要となります。
- Microsoft Forms のご使用にあたっては, Microsoft アカウントが必要となります。Microsoft Forms は Microsoft の登録商標です。
- 内容・データ形式は予告なく変更する可能性があります。

NEW!

教科書の解説動画をご用意しています!

教科書の解説動画は, 「教授資料」「指導者用デジタル教科書 (教材)」「学習者用デジタル教科書・教材」のいずれかをご購入いただいた場合に, 追加費用なしでご視聴いただけます。

- 自学自習をサポートします。
- 反転学習にも活用できます。
- 対面授業が難しい状況下でも学習が進められます。

ご利用のイメージ



※ご利用までの具体的な手順については, 教授資料本冊に記載しております。
※指導者用デジタル教科書 (教材) では, 授業中に解説動画を拡大提示することができます。また, 「学習者用デジタル教科書・教材」では, 画面より解説動画にダイレクトにアクセスして視聴することができます (ただし, 商品ライセンスを所持している生徒に限ります)。

- 教科書の各単元の学習内容を解説する動画です。
- 単元ごとに, 生物基礎は39本, 生物は102本に分けてご用意しています。
- ◆ 教科書解説動画は, 教授資料付属の授業用スライドデータ*, 授業用プリントデータと連動しています。
- ※授業用スライドデータは, PowerPoint と Google スライドの両方でご用意しています。



B5判/64頁(カラー)
定価638円
(表記の金額は税込価格です。)

考えさせる問題「Q」に取り組むことで、思考力を養えます。考えたことを書き込むことができますので、表現力の育成にもつながります。

「Q」のほかにも以下の要素を設けています。

Work…空欄補充問題などによって、基本事項を確認することができます。

Try …「Q」よりも思考力を要する問題で、「考える力」をさらに養うことができます。



ご採用校には、本書の紙面PDFデータ、指導書のPDFデータおよび「活用のポイント(PDF)」をご用意しています(弊社Webサイト「チャート×ラボ」(▶本冊子118)からダウンロードできます)。

『生物基礎・ 高等学校生物基礎 準拠 アクティブブック』

第2章 遺伝子とそのはたらき

第1節 遺伝情報とDNA

学習日: 月 日
教 p.64 ~ p.69

この節の目標

- DNAは2本のヌクレオチド鎖からなる二重らせん構造をしていることを理解する。
- 遺伝情報はDNAの塩基配列にあることを理解する。

教 p.64 A **Q.1** 遺伝子およびDNAとは何だろうか。中学校での学習内容や、日常生活の中でどのように使われているのかを思い出して、書き出してみよう。

・遺伝子:

・DNA:

教 p.64 A p.65 B **Q.2** 遺伝情報とは何だろうか。また、遺伝情報はどのように親から子へ伝えられていくのだろうか。下の図を参考に、説明してみよう。

Hint

- 遺伝情報はこの図の中のどこに存在するか。
- 卵と精子にそれぞれ含まれるものは何か。
- 卵と精子が受精すると、それぞれに含まれていたものはどうなるか。

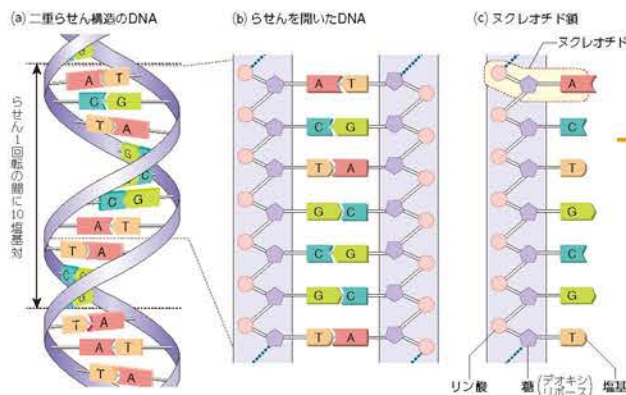
16 第2章 遺伝子とそのはたらき

生徒が主体的に考え、学習を進めることができる「教科書完全準拠」の書き込み式教材(全ページフルカラー)です。教科書とあわせて使用することで、生物基礎の内容を自ら考え、理解する活動を行うことができます。グループワークやディスカッションの題材としても使えます。



紙面サンプルはこちら!

Q.3 下の図は、DNAの構造を模式的に示したものである。DNAの特徴について、この図から推測できることは何か。ヌクレオチド鎖やヌクレオチドを構成する塩基に注目して考えてみよう。



Hint

- DNAは全体としてどのような構造をしているか。
- ヌクレオチド鎖は、どのような単位で構成されているか。
- 塩基の種類にはどのようなものがあるか。
- 塩基どうしの結合はどこにできているか。また、その結合にはどのような規則性があるか。

教科書の参照ページを示しています。

教科書の「Quest」をそのまま掲載しています。また、考えるきっかけを示した「Hint(ヒント)」を掲載していますので、取り組みやすくなっています。

教科書の教授資料『生物基礎・高等学校 生物基礎 教授資料』には、本書の教師用指導書(Teacher's book)が別冊として付属します。

教師用指導書は、本書に「解答例」と「指導のポイント」が掲載されたものです。ご指導の際にお役立てください。

- 塩基の種類にはどのようなものがあるか。
- 塩基どうしの結合はどこにできているか。また、その結合にはどのような規則性があるか。

解答例 以下のよう点があげられる。
 ・DNAは2本のヌクレオチド鎖からできている。
 ・2本のヌクレオチド鎖は、規則的にねじれてらせん状になっている。
留意 図から導き出せることを簡潔書きであげていき、生徒どうしで確認しあうとよい。なかなか気づきにくい場合は、Hintを活用するとよい。また、学習内容に不足がないよう注意する。解答の表現は必ずしも整えなくてよく、生徒自身が納得できる表現を身につけることが重要である。誤った表現や誤解はこの段階で正しておく必要がある。生徒の状態をていねいに考えることが大切である。
 DNAの構造を理解するうえで、2本のヌクレオチド鎖からなること、4種類の塩基が並んでい

新課程版教科書をサポートする充実の周辺教材



令和7年度用 副教材 (予定)

書名	仕様・定価
①生物基礎・高等学校生物基礎 準拠 アクティブブック ②新編 生物基礎 準拠 アクティブブック	① B5判 / 64頁 (カラー) / 定価 638円 (税込) ② B5判 / 64頁 (カラー) / 定価 638円 (税込)
新編 生物基礎 準拠 サポートノート	B5判 / 96頁 (2色) + 別冊解答 48頁 (2色) / 定価 638円 (税込)
チャート式シリーズ ①新生物基礎 ②新生物 生物基礎・生物	① A5判 / 240頁 (カラー) / 定価 1,595円 (税込) ② A5判 / 560頁 (カラー) / 定価 2,640円 (税込)
フォトサイエンス生物図録	AB判 / 320頁 (カラー) / 定価 990円 (税込)
①リードα生物基礎 ②リードα生物 ③リードα生物基礎+生物	① A5判 / 120頁 (2色) + 別冊解答 64頁 (2色) / 定価 781円 (税込) ② A5判 / 264頁 (2色) + 別冊解答 144頁 (2色) / 定価 946円 (税込) ③ A5判 / 376頁 (2色) + 別冊解答 208頁 (2色) / 定価 1,111円 (税込)
リードα生物基礎 完成ノート	本冊: B5判 / 120頁 (1色) / 定価 396円 (税込) 別売券: A5判 / 64頁 (2色) / 定価 242円 (税込)
①リード Light 生物基礎 ②リード Light ノート生物基礎 ③リード Light ノート生物	① B5変型判 / 104頁 (2色) + 別冊解答 40頁 (1色) / 定価 759円 (税込) ② B5判 / 104頁 (2色) + 別冊解答 40頁 (1色) / 定価 770円 (税込) ③ B5判 / 192頁 (2色) + 別冊解答 64頁 (1色) / 定価 946円 (税込)
リード Light 生物基礎チェックノート	B5判 / 48頁 (1色) / 定価 220円 (税込)
スタディアップノート生物基礎	B5判 / 96頁 (1色) + 別冊解答 32頁 (1色) / 定価 649円 (税込)
ゼミノート生物基礎	B5判 / 104頁 (2色) + 別冊解答 24頁 (1色) / 定価 891円 (税込)
①生物基礎 学習ノート ②生物 学習ノート	① B5判 / 56頁 (2色) + 別冊解答 24頁 (1色) / 定価 594円 (税込) ② B5判 / 112頁 (2色) + 別冊解答 48頁 (1色) / 定価 803円 (税込)
フォローアップ生物基礎 ①生物と遺伝子 フォローアップ生物基礎 ②体内環境と生態系	① B5判 / 16頁 (1色) + 別冊解答 8頁 (1色) / 定価 286円 (税込) ② B5判 / 32頁 (1色) + 別冊解答 16頁 (1色) / 定価 319円 (税込)
①チェック&演習 生物基礎 ②チェック&演習 生物	① B5判 / 96頁 (1色) + 別冊解答 72頁 (2色) / 定価 814円 (税込) ② B5判 / 160頁 (1色) + 別冊解答 120頁 (2色) / 定価 990円 (税込)
生物重要問題集 生物基礎・生物	A5判 / 152頁 (1色) + 別冊解答 120頁 (2色) / 定価 946円 (税込)

※周辺教材の発行予定や内容は予告なく変更される可能性があります。

指導に役立つ情報や教材データをお届け!

先生のための会員制サイト **チャート×ラボ**

「チャート×ラボ」で何ができるの?

- ご採用の教材に関連したデータをダウンロードしたり、数研出版が作成したプリントデータを生徒のタブレットやスマホに配信したりできます。
- 新課程デジタル教科書・教材の体験版をお試しいただけます。
- 数研出版主催のセミナーにお申込みいただけます。

会員限定の情報も
お届けするよ



くわしくはこちら <https://lab.chart.co.jp/>



※「チャート×ラボ」のご利用は、教育機関関係者(小学校・中学校・高等学校・大学などの学校に勤務されている方、教育委員会・教育センターなど教育関係職員の方)に限定しております。

StudyaidDB 生物シリーズラインアップ

・表記の金額はすべて税込価格です。

商品名	収録内容 <small>赤字はデータが更新または新しく追加される書籍です。</small>	問題数*	オンライン版		DVD-ROM版		購入方法
			価格【教育機関向け】 1ライセンス版	価格【教育機関向け】 構内フリーライセンス版	標準価格	アップグレード価格	
No.55291 生物統合版 2024	新課程 : ●教科書「生物基礎, 高等学校 生物基礎, 新編 生物基礎, 生物」 ●リードα「生物基礎 (改訂版), 生物, 生物基礎+生物 (改訂版)」 ●改訂版 リード Light 生物基礎 ●リード Light ノート「生物基礎 (改訂版), 生物」 ●生物基礎 学習ノート ●新編 生物基礎 準拠 サポートノート ●2024 生物重要問題集-生物基礎・生物 ●チェック&演習「生物基礎, 生物」 旧課程 : ●教科書・問題集	約 7,400 問	13,200 円	27,500 円	31,900 円	13,530 円	数研出版ホームページへ 直接数研出版へ

*記載されている問題数はオンライン版の問題数です。DVD-ROM版は問題数が異なることがあります。

【StudyaidDB オンライン】

動作環境

デスクトップアプリ版

OS	Windows 10, 11 <small>※各 OS とも日本語版のみに対応。* Windows 10, 11 の S モードには非対応。</small>
メモリ	2GB 以上
ストレージ	システムドライブに 2GB 以上の空き容量
その他	.NET Framework 4.6.2以降

ブラウザ版

OS	Windows 10, 11/iPadOS 16以降 / macOS 13以降 / ChromeOS 最新バージョン
ブラウザ	Windows 10, 11 : Google Chrome, Microsoft Edge iPadOS, macOS : Safari ChromeOS : Google Chrome

※最新の動作環境については、弊社ホームページをご覧ください。

- デスクトップアプリ版、ブラウザ版ともに、インターネット接続が必要です。インターネット接続に際し発生する通信料はお客様のご負担となります。
- StudyaidDB オンラインはユーザーライセンスの商品です。1ライセンスにつき1アカウント(1名)でご利用いただけます。構内フリーライセンス版では、同一構内に勤務される方であれば、人数に制限なくご利用いただけます。
- StudyaidDB オンラインには7年間の有効期限があります。ただし、有効期限内に新たに別商品を購入された場合、その商品の有効期限まで延長してお使いいただけます。2024年3月より有効期限が7年になりました。すでにご購入済みの商品も7年に延長されます。

【StudyaidDB (DVD-ROM版)】

- StudyaidDB (DVD-ROM版)の動作環境は弊社ホームページをご覧ください。

▶ <https://www.chart.co.jp/stdb/setting.html>

アップグレード価格

StudyaidDB 理科シリーズ商品をお持ちの場合は、標準価格の商品と同一のものをアップグレード価格でご購入いただけます。詳しくは弊社ホームページをご覧ください。

▶ <https://www.chart.co.jp/stdb/upgrade/>

※アップグレード価格のご注文の際は、お持ちの商品のシリアルナンバーが必要です。

※物理・化学・生物・地学は、すべて同一教科(理科シリーズ商品)とみなします。

- 同一構内の複数台のパソコンで StudyaidDB を使用する場合

StudyaidDB は1台のパソコンにのみインストールし、使用することができます。

1つの商品を同一構内の複数台のパソコンで使用する場合は、商品の他にサイトライセンスが必要です。

ライセンス数	税込価格
1~3本	4,180円×ライセンス数
4本以上 (フリーライセンス)	16,500円

StudyaidDB オンラインのご案内

乗り換えサポート【教育機関向け】

StudyaidDB オンライン【教育機関向け】商品をご購入いただいた方を対象に、これまでご購入いただいた StudyaidDB (DVD-ROM版)の問題データを StudyaidDB オンラインで使用できる「乗り換えサポート」を行っております。対象商品や価格など乗り換えサポートについては弊社ホームページをご覧ください。 <https://www.chart.co.jp/stdb/online/support/shift.html>

2024年夏 ブラウザ版に問題編集機能(一部)と印刷機能を追加!

リニューアルしたブラウザ版では、いつでも、どこでも、どの端末でもプリント作成から印刷までが可能です。問題編集については、順次機能を充実させていきます。ブラウザ版だけの+αの新機能も追加予定です。

- Point1** インストールなしで、すぐにプリント作成から印刷まで!
- Point2** Windowsはもちろん、ChromebookやiPad, Macでも編集・印刷可能に!
- Point3** より使いやすい画面レイアウトになり、操作性がアップ!

詳しくは弊社ホームページをご覧ください。

https://www.chart.co.jp/stdb/online/function/browser_renewal.html





最新の情報・
体験版はこちら！

イスビューア は、Windows, iPad, Chromebook に対応しています。

▶動作環境については弊社ホームページをご覧ください。

教科書はもちろん、問題集や図録も **イスビューア** で利用できます。



基本機能 指 学 学+ 副

操作性を考慮した、一目でわかるアイコンデザインを採用しています。

ペン、ふせん、スタンプ、拡大・縮小などの基本機能は、ツールバーから選択して利用できます。

※指導者用と学習者用の基本機能は共通です。

特別支援機能 指 学 学+ 副

音声読み上げ、総ルビ表示、配色設定、文字サイズ・書体変更などができます。

スライドビュー 指 学 学+ 副

ワンクリックで図・写真や問題を拡大表示できます（別のタブで開きます）。また、見開き紙面に戻らなくても、「前へ」「次へ」で前後の要素へ移動できます。

※「学習者用デジタル教科書・教材」「学習者用デジタル副教材」ではスライドビューで図・写真を拡大表示できません。

生徒一人一人の学習を支援する機能を搭載！

スムーズな教材連携 指 学 学+ 副

デジタル教科書・教材（指導者用または学習者用）とデジタル副教材をお持ちの場合、教材間でスムーズに連携ができます。

教科書→問題集・図録の関連ページをすぐに表示できるなど、すべての教材を最大限に活用できます。



生徒一人一人の学習の記録 指 学 学+ 副

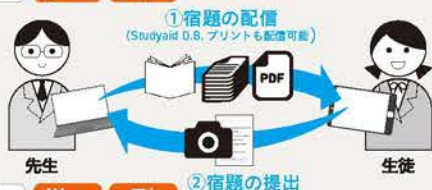
問題はワンクリックで拡大表示できます。

生徒は、その問題を解いて得た気づきを、ノート^{※1}やコメントと合わせて、学習の記録として残すことができます。



先生と生徒をつなぐ宿題管理 ※2 指 学 学+ 副

生徒の **イスビューア** へ宿題を配信することができます。配信できるデータは、「教材の問題^{※3}」「Studyaid プリント^{※3}」「PDF」の3種類です。生徒が提出した宿題の結果を確認し、コメントを書き込んで返却することもできます。



柔軟な設定ができる表示制御 ※2 指 学 学+ 副

先生は、生徒が利用する学習者用デジタル教科書・教材／デジタル副教材に収録されている、「答」「解説」などについて、要素ごとに「見せる／見せない」を切り替えることができます。

※1 紙のノートやスライドビューへ書き込んだ内容を写真やスクリーンショットとして記録できます。
 ※2 先生向け機能「宿題管理」「表示制御」は、「イスビューア 先生用サイト」で行うことができます。
 ※3 生徒が利用しているデジタル教科書・教材／デジタル副教材に収録されている問題です。

ここでご紹介するコンテンツは、「指導者用デジタル教科書(教材)」「学習者用デジタル教科書・教材」「学習者用デジタル副教材」に収録しています。

※1「学習者用デジタル教科書」には、教科書のQRコードからご利用いただけるコンテンツへのリンクを配置しています。
 ※2「学習者用デジタル副教材」は教材ごとに含まれるコンテンツの種類が異なります。

ムービー（映像） 指 学 学+ 副

教科書の内容に関する映像コンテンツです。実験の手順や実際の生物、生命現象を動画で見ることができます。



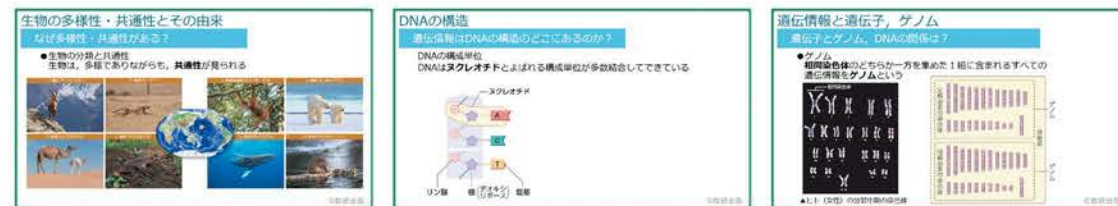
アニメーション 指 学 学+ 副

教科書の内容に関するアニメーションコンテンツです。図版(静止画)だけでは理解しにくい内容も、アニメーションとして見ることで内容の理解が深まります。



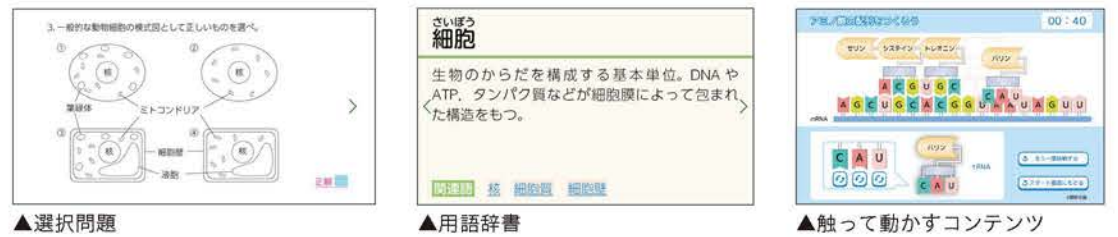
内容解説動画 ※内容解説動画を含まない教材もあります。 指 学 学+ 副

教科書の本文ページから、ダイレクトに解説動画をよびだして視聴することができます。自宅学習などをされる際に、予習復習の助けとなります（視聴時はインターネット接続が必要です）。



その他のコンテンツ 指 学 学+ 副

他にも、選択問題や用語辞書、ドリルなど、簡単に復習ができるコンテンツを収録しています。



生物 デジタル教科書／デジタル副教材 ラインアップ

【補足：利用期間（教科書使用期間・書籍使用期間）について】

ご購入いただいたエスビューア対象商品は、その商品が販売終了するまでの期間ご利用いただけます。

また、販売終了後も一定の利用期間を設けます。（利用期間終了後、配信を停止します）

各商品の利用期間（配信期限）の最新情報は、弊社HP（<https://www.chart.co.jp/software/lineup/expiry>）をご覧ください。

指導者用デジタル教科書（教材）

電子黒板などで教科書紙面やコンテンツを拡大して提示する、先生用の教材です。

教科書と同一の内容 + コンテンツ

商品名	収録書籍	No.	価格(税込)	データサイズ
指導者用デジタル教科書(教材) 生物基礎	「生物基礎」「高等学校 生物基礎」「新編 生物基礎」	55344	40,700 円	約 6GB
指導者用デジタル教科書(教材) 生物	「生物」	55360	40,700 円	約 3.5GB

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：校内フリーライセンス ■購入方法：教科書取扱店様へ ■納品物：アプリ版インストール用 DVD-ROM

学習者用デジタル教科書（①）／学習者用デジタル教科書・教材（②）

①生徒一人一人の端末で使用する、制度化された「学習者用デジタル教科書」です。

教科書と同一の内容

②制度化された「学習者用デジタル教科書」と各種「デジタルコンテンツ」がセットになった商品です。

教科書と同一の内容 + コンテンツ

科目	商品名	収録書籍	No.	価格(税込)	データサイズ
生物基礎	学習者用デジタル教科書 生物基礎	デジタル教科書 ①	4381256D12	各 550 円	約 0.5GB
	学習者用デジタル教科書 高等学校 生物基礎		4381261D12		約 0.5GB
	学習者用デジタル教科書 新編 生物基礎		4381266D12		約 0.5GB
生物	学習者用デジタル教科書 生物		4381149D12	550 円	約 1GB
生物基礎	学習者用デジタル教科書・教材 生物基礎	デジタル教科書・教材 ②	4381256D11	各 935 円	約 3GB
	学習者用デジタル教科書・教材 高等学校 生物基礎		4381261D11		約 3GB
	学習者用デジタル教科書・教材 新編 生物基礎		4381266D11		約 3GB
	生物		学習者用デジタル教科書・教材 生物		4381149D11

■利用期間：教科書使用期間 ■ライセンス：生徒1人につき1ライセンス必要 ■購入方法：直接教研出版へ ■納品物：ライセンス証明書

学習者用デジタル副教材

生徒一人一人または先生用の端末で使用する、デジタル副教材です。

書籍と同一の内容 + コンテンツ

シリーズ	商品名	No.	ライセンス	価格(税込)		データサイズ
				書籍購入なし	書籍購入あり	
図録	学習者用デジタル版 改訂版 フォトサイエンス生物図録	4328148D01	ユーザーライセンス	990 円	440 円	約 1.5GB
		4228148D01	提示用オプション	1,100 円		
問題集	学習者用デジタル版 改訂版 リードα生物基礎	4328391D01	ユーザーライセンス	781 円	330 円	約 0.5GB
		4228391D01	提示用オプション	1,100 円		
	学習者用デジタル版 リードα生物	4328086D01	ユーザーライセンス	946 円	440 円	約 0.5GB
		4228086D01	提示用オプション	1,100 円		
	学習者用デジタル版 改訂版 リードα生物基礎・リードα生物(セット)※1	4328441D01	ユーザーライセンス	1,111 円	550 円※2	約 1GB
		4228441D01	提示用オプション	1,100 円		
	学習者用デジタル版 改訂版 リード Light ノート生物基礎	4328346D01	ユーザーライセンス	770 円	330 円	約 0.5GB
		4228346D01	提示用オプション	1,100 円		
	学習者用デジタル版 リード Light ノート生物	4328359D01	ユーザーライセンス	946 円	440 円	約 0.5GB
		4228359D01	提示用オプション	1,100 円		

■利用期間：書籍使用期間 ■ライセンス：生徒1人につき1ライセンス必要 ■購入方法：直接教研出版へ ■納品物：ライセンス証明書

	基本機能	スライドビュー	デジタルコンテンツ	教材連携	学習の記録	先生向け機能	
						信管理	表示制御
指導者用デジタル教科書(教材)	○	○	○	○	○	※3	※3
学習者用デジタル教科書	○	—	※4	—	—	—	—
学習者用デジタル教科書・教材	○	○※5	○	○	○	○※7	○※7
学習者用デジタル副教材(図録)	○※6	—	○	○	○	○※7	—
学習者用デジタル副教材(問題集)	○※6	○	※4	○	○	○※7	○※7

※1「学習者用デジタル版 改訂版 リードα生物基礎・リードα生物(セット)」は、書籍「改訂版 リードα生物基礎」「リードα生物」の内容をセットにして販売いたします。

※2「学習者用デジタル版 改訂版 リードα生物基礎・リードα生物(セット)」の「書籍購入あり」の価格が適用されるのは、書籍「改訂版 リードα生物基礎+生物」をご採用の場合のみです。

※3「学習者用デジタル教科書・教材」または「学習者用デジタル副教材」ご採用時に利用可能な機能です。

※4教科書または副教材のQRコードからご利用いただけるコンテンツへのリンクを配置しています。

※5表示される内容が「指導者用デジタル教科書(教材)」とは異なります。 ※6 特別支援機能は含まれません。

※7 先生は「エスビューア 先生用サイト」より設定する必要があります。

(注)学習者用デジタル副教材をご採用の場合でも、紙の書籍ご採用時と同様にご採用校専用データをチャート×ラボからダウンロードできます。

ご利用までの流れ、および動作環境等の詳細につきましては、弊社ホームページをご覧ください。または営業員までお問い合わせ下さい。

数研出版コールセンター TEL: 075-231-0162 FAX: 075-256-2936

東京本社 〒101-0052
東京都千代田区神田小川町 2-3-3

関西本社 〒604-0861
京都市中京区烏丸通竹屋町上る大倉町 205

関東支社 〒120-0042
東京都足立区千住龍田町 4-17

支店…札幌・仙台・横浜・名古屋・広島・福岡



この「ベジタブルインク」は、植物油インクを使用しています。本カタログに記載されている会社名、製品名はそれぞれ各社の登録商標または商標です。QRコードは株式会社デンソーウェアの登録商標です。本カタログで使用されている商品の写真は出荷時のものと一部異なる場合があります。本カタログに掲載されている仕様及び価格等は予告なしに変更することがあります。返品に関する特約：商品に欠陥のある場合を除き、お客様のご都合による商品の返品・交換は受けられません。

151496