
高等学校理科：「生物基礎」「生物」

平成 21 年改訂学習指導要領および
解説における主な変更点について

2009 年 11 月

首都大学東京
松浦 克美

2009 年 11 月

高等学校学習指導要領解説 理科編 作成協力者
首都大学東京 松浦克美

以下の文章は、本協力者が授業計画や授業実施の参考となることを願って記したものである。旧要領と比べて何が変わったのか、なぜ変わったのかを、少しでも分かりやすいようにと心がけて記した。なお、解説にも書いてある部分以外の内容は、文部科学省の担当部署や他の協力者の考えている内容と必ずしも同じではないことに注意してほしい。

新指導要領（ゴシック体）および解説（明朝体）からの引用は薄い網掛けで、旧指導要領（ゴシック体）および解説（明朝体）からの引用は濃い網掛けで表した。引用は、変更点の比較のために必要な部分についてのみ行った。

1. 科目編成と標準単位数

旧指導要領では、生物関連科目は、「生物Ⅰ」3単位、「生物Ⅱ」3単位であった。新指導要領では、「生物基礎」2単位、「生物」4単位となった。なお、旧「生物Ⅱ」に含まれていた「課題研究」は、新科目「理科課題研究」として、別科目に組み入れられた。

2. 改善の基本方針

平成 20 年 1 月の学習指導要領改訂についての中央教育審議会答申の中で、今回の高校生物の指導要領改訂に特に関係した基本方針や具体的事項として、以下があげられる。

- (1) 生命科学などの科学の急速な進展に伴って変化した内容については、実社会・実生活との関連や、高等学校と大学の接続を円滑にする観点から見直しを図る。
- (2) 科学技術の進展の中で、理数教育の国際的な通用性が一層問われている。
- (3) 理科の学習において基礎的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味をもっている。

さらに、本改訂の前提として、以下の 2 点を重視した。

- (4) 旧指導要領の各科目の履修状況は、「生物Ⅰ」が高校生の 80%近いのに対し、「生物Ⅱ」は 20%に満たない状況である。
- (5) 「生物Ⅰ」が標準単位数 3 単位であったのに対して、「生物基礎」は 2 単位となった。

以上の 5 点を踏まえ、今回の新指導要領では以下の考え方が重視された。

- (a) 最近 20-30 年の進展で明らかになった生物学の基礎的・基本的な事項を取り入れる。
- (b) 健康、食物、環境等に関わる実生活に有益な生物学の基礎的な事項を取り入れる。
- (c) 大学との接続や国際的な通用性を重視して、内容・用語の変更、削除、追加を行う。
- (d) 「生物基礎」と「生物」の履修者割合が大きく異なることを踏まえ、一連の内容でも、必要な場合は特に基礎的な部分は「生物基礎」に入れ、さらに詳しい部分は「生

物」に置くように分ける。

- (e) 内容の追加がある中で生徒の学習負担増を抑えるために、これまで教えられてきた内容でも、それほど基礎的でない部分、古い知見となっている部分、相対的に優先順位の低い部分は、削除する。特に「生物基礎」については、これまでの「生物Ⅰ」にとらわれずに、内容を厳選する。
- (f) 基礎的な知識・技能の定着をはかるために、各項目および各内容は孤立して扱うのではなく、できるだけ相互に関連づけをしながら扱う。
- (g) 小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化が図られる中で、小中学校の理科については今までより充実が図られた。それに伴い、「生物基礎」「生物」で扱う内容と、中学校で扱う内容との重複を避ける。

3. 内容（大項目・中項目）の構成

新「生物基礎」の内容

- (1) 生物と遺伝子
 - ア 生物の特徴
 - イ 遺伝子とその働き
- (2) 生物の体内環境の維持
 - ア 生物の体内環境
- (3) 生物の多様性と生態系
 - ア 植生の多様性と分布
 - イ 生態系とその保全

旧「生物Ⅰ」の内容

- (1) 生命の連続性
 - ア 細胞
 - イ 生殖と発生
 - ウ 遺伝
- (2) 環境と生物の反応
 - ア 環境と動物の反応
 - イ 環境と植物の反応

新要領の「生物基礎」では、「生物の特徴」を「生物の共通性と多様性」から始めている。これは、生物の起源の共有と進化を背景とした「生物の共通性と多様性」についての概略的な理解が、その後続く個々の内容の理解を助けると考えるからである。

細胞については、共通性との関係で、エネルギーと代謝の理解と合わせて扱うこととした。旧要領のように、最初に、細胞の機能、構造、増殖を詳しく扱うことはしない。

生殖と発生については、主に時間数との関係で「生物」に移し、「生物基礎」からは削除した。また、発生の理解には遺伝子の発現調節を理解することが重要になってきているため、「生物基礎」で「遺伝子とその働き」を学ぶことで、発生の理解に必要な基礎を学べると考えた。

遺伝については、メンデル遺伝の法則を中心としたこれまでの扱いから、「遺伝子とその働き」と中心とした扱いに大きく変更した。DNA がもつ遺伝情報と、その情報に基づくタンパク質合成を理解することで、生命の連続性ばかりでなく、あらゆる生命現象の基礎としての遺伝情報を理解することにつながると考えた。また、社会生活においても、健康や病気との関連をはじめ、食物の安全性、犯罪捜査、バイオ産業等、多くの場面で DNA の解析と利用が盛んになっており、DNA や遺伝子の働きの正しい理解が「生物基礎」で特に

重要であると考えた。

旧要領の「環境と生物の反応」からは、ヒトの健康と特に関係した部分として、「生物の体内環境の維持」を「生物基礎」に取り入れた。「免疫」についても、「生物基礎」で扱うこととした。植物の個体に関する内容については、時間数との関係で、「生物」で扱うこととした。

生態に関する内容は、旧要領では「生物Ⅰ」には含まれなかったが、生活環境や地球環境を考える際に重要な項目なので、「生物基礎」および「生物」に分けて扱うこととした。上記の「生物の体内環境の維持」では人体の理解に繋げるために動物を中心とした取扱いとしたので、生態については植物を中心とした取扱いになるように配慮した。また、生産者である植物は、すべての生物にとって環境の基盤であることも考慮した。

新「生物」の内容

- (1) 生物現象と物質
 - ア 細胞と分子
 - イ 代謝
 - ウ 遺伝情報の発現
- (2) 生殖と発生
 - ア 有性生殖
 - イ 動物の発生
 - ウ 植物の発生
- (3) 生物の環境応答
 - ア 動物の反応と行動
 - イ 植物の環境応答
- (4) 生態と環境
 - ア 個体群と生物群集
 - イ 生態系
- (5) 生物の進化と系統
 - ア 生物の進化の仕組み
 - イ 生物の系統

旧「生物Ⅱ」の内容

- (1) 生物現象と物質
 - ア タンパク質と生物体の機能
 - イ 遺伝情報とその発現
 - (2) 生物の分類と進化
 - ア 生物の分類と系統
 - イ 生物の進化
 - (3) 生物の集団
 - ア 個体群の構造と維持
 - イ 生物群集と生態系
 - (4) 課題研究
 - ア 特定の生物や生命現象に関する研究
 - イ 自然環境についての調査
- (2)と(3)については、いずれか一方を選択することができる。

新「生物」は標準単位数が、旧「生物Ⅱ」の3単位から4単位に増えたこと、「課題研究」が別科目に移ったことで、内容の充実を図った。

「タンパク質と生物体の機能」については、内容をほぼ維持しつつ、呼吸と光合成の概

要の部分を「生物基礎」に下ろした。一方、細胞の機能（構造との関係を含む）の多くを、「生物Ⅰ」から移し入れた。

「遺伝情報の発現」については、内容をほぼ維持しつつ、概要の部分を「生物基礎」に下ろした。また、「細胞の分化や形態形成」の一部については、「生殖と発生」に移した。

「生殖と発生」については、「生物Ⅰ」から移した内容に加え、生殖と関係づけて「減数分裂」「染色体」「遺伝子の連鎖と組換え」を扱うこととした。発生では、動物、植物をそれぞれ扱うこととし、遺伝子の働きとの関係も取り上げた。

「生物の環境応答」については、旧「生物Ⅰ」の「環境と生物の反応」の内容を引き継ぎつつ、仕組みの理解を中心に内容を整理、補充した。

「生態と環境」については、内容の一部を「生物基礎」に下ろすとともに、学問の進展、大学との接続、国際的通用性等を考慮して、内容・用語の改善を図った。

「生物の進化と系統」については、ゲノム解析等の急速な進展を踏まえ、構成と内容の大幅な改善を図った。

なお、植物の胚発生の過程や神経系の働きに関連づけた動物の行動等については、基本的な事項が解明途中の面もあるので、新しい学問の進展があった場合にそれを扱えるように配慮した。

4. 生物と遺伝子：生物の特徴について（「生物基礎」）

(1) 生物と遺伝子

ア 生物の特徴

(ア) 生物の共通性と多様性

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こと。

（内容の取扱い）生物が共通性を保ちながら進化し多様化してきたこと、その共通性は起源の共有に由来することを扱うこと。その際、原核生物と真核生物の観察を行うこと。

（解説）生物の共通性については、例えば、細胞の基本的な構造が同じであること、DNAを遺伝物質としていること、生命活動のためにエネルギーを利用することなどを取り上げることが考えられる。生物は多様でありながら共通性をもっていることを扱う際には、原核生物と真核生物の観察を行い、その姿は多様であっても、どちらも細胞が基本単位であることを取り上げることが考えられる。原核生物の観察の例としては、食品中の乳酸菌や枯草菌、校舎の陰の湿った場所などで採取できるネンジュモなど身近な生物を利用することが考えられる。

（内容の取扱い）内容の(1)のアの(ア)については、この科目の導入として位置付け、以後の学習においても、生物についての共通性と多様性の視点を意識させるよう展開すること。

（解説）内容の「(1)ア(ア) 生物の共通性と多様性」が、この科目の導入として位置付けられているのは、生物についての共通性と多様性が、生物学を学習する上で重要な視点であり、この視点を以後の学習において生かして展開していくことを示している。

(1) 生命の連続性

細胞、生殖と発生及び遺伝について観察、実験などを通して探究し、生物体の成り立ちと種族の維持の仕組みについて理解させ、生命の連続性についての見方や考え方を身に付けさせる。

ア 細胞

(ア) 細胞の機能と構造

（内容の取扱い）細胞への物質の出入りや酵素も扱うこと。酵素については、酵素が細胞内や細胞外で作用することにより、生物現象を維持していることに触れる程度にとどめること。また、原核細胞の構造にも簡単に触れること。

（解説）細胞が生物の機能上の単位であり、細胞膜を通して物質が出入りすることや、様々な生物

現象が細胞内や細胞外の酵素の働きによることなどを扱うとともに、細胞が独自の機能をもついろいろな細胞小器官から成り立っていることを扱う。また、原核細胞と真核細胞の基本的違いについても簡単に触れる。

「生物基礎」の最初の項目である「生物の共通性と多様性」は、生物学を学習する上で重要な視点として新たに導入したものである。現在の地球上のすべての生物の起源の共有と進化が本項目の重要な背景であるが、生命の起源や進化そのものをここで扱うのではない。生物界に見られる多様性は、共通の起源をもつことによる共通性を保ちつつ、その後の進化の結果としてもたらされたことを扱う。なお、「共通性」は「unity」の訳語として用いた。大学レベルでは「統一性」と訳されることが多いが、多くのものを一つにまとめるという意味ではなく、もともと単一であるという意味をわかりやすく理解させるために、「共通性」とした。

原核生物の観察が加えられているのは、真核生物に比べて生徒になじみが薄い共通性の認識には欠かせない存在であるためであり、その存在を認識させる程度でよい。原核生物の観察の例としてネンジュモが例示されているが、ネンジュモが含まれる酸素発生型光合成を行う原核生物の分類群の名称としては、「Cyanobacteria」の訳語として定着している「シアノバクテリア」を用いることが適当であり、「Blue-green alga」の訳語である「ラン藻」を用いるのは適当でないとする。「シアノバクテリア」＝「ラン藻」が細菌であることは、学問的にすでに確定している。

旧要領の「生物Ⅰ」では、細胞について詳しく理解することから科目構成が開始されていたが、ここでは共通性を理解させる範囲での扱いとなる。細胞の内部構造については、「生物」の中の「ア 細胞と分子 (ア) 生体物質と細胞」で扱うこととなった。細胞膜の構造や機能についても、同様である。ただし、原核生物と真核生物の違いを細胞の構造から理解させるために、核に触れる。次の小項目で機能を扱う、ミトコンドリアと葉緑体についても触れる。

(イ) 細胞とエネルギー

生命活動に必要なエネルギーと代謝について理解すること。

(内容の取扱い) 呼吸と光合成の概要を扱うこと。その際、酵素の触媒作用やATPの役割、ミトコンドリアと葉緑体の起源にも触れること。

(解説) 光合成によって光エネルギーを用いて有機物がつくられ、呼吸によって有機物からエネルギーが取り出されることを扱う。その際、生じたATPが、光合成の反応など生命活動に広く利用されること、光合成や呼吸の反応が酵素の触媒作用によって進むことにも触れる。また、ミトコンドリアと葉緑体が、原核生物に由来することにも触れる。

(ア) 細胞の機能と構造 (続き)

(内容の取扱い) 細胞への物質の出入りや酵素も扱うこと。酵素については、酵素が細胞内や細胞外で作用することにより、生物現象を維持していることに触れる程度にとどめること。

(解説) 酵素については、タンパク質からできていること、生物体内の化学反応の触媒として働いていることなどに触れ、また、酵素が細胞内や細胞外において様々な生物現象とかがかかわっている例に触れる程度にとどめる。

呼吸や光合成の仕組み(各反応過程)については「生物」で学習するので、ここでは、エネルギーとの関係を中心に扱う。中学校の理科第一分野でエネルギーと化学反応の関係を学習しているので、そこで扱われている燃焼と対応させながら、呼吸でエネルギーが取り出されることを扱うのも一つの方法である。ここでの光合成と呼吸は、同化と異化のように有機物に注目して対比的に扱うよりはむしろ、細胞に必要なエネルギーを得るという

意味で似ている反応として扱うことが重要である。葉緑体を含む植物細胞では、光があたっている時は細胞質の ATP 合成のエネルギーはもっぱら葉緑体から供給されていると考えられているので、そこまで説明する必要はないが、光合成で合成された ATP が細胞内のエネルギーとしても広く使われることと矛盾しない扱いが求められる。

酵素の触媒作用については、これまでの「生物 I」と同程度の扱いが考えられるが、細胞外の酵素については、新「生物基礎」では取り上げられていない。ここでは、細胞内で働く酵素の重要性に気付かせることが中心である。

ミトコンドリアと葉緑体の起源については、新しく取り上げた内容であるが、前項の「生物の多様性と共通性」における真核生物と原核生物の関係と関連づけて触れることなどが考えられる。

5. 生物と遺伝子：遺伝子とその働きについて（「生物基礎」）

イ 遺伝子とその働き

(ア) 遺伝情報と DNA

遺伝情報を担う物質としての DNA の特徴について理解すること。

（内容の取扱い）DNA の二重らせん構造と塩基の相補性を扱うこと。また、遺伝子とゲノムとの関係に触れること。

（解説）DNA の構造については、DNA が塩基の相補性に依存して二重らせん構造をもつこと、塩基の配列が遺伝情報となることを扱う。その際、DNA の二重らせん構造は、糖、リン酸の繰り返しからなる基本骨格 2 本が、それぞれの基本骨格から突き出した塩基の相補性によって向かい合っつつくられている様子を模式的に示すことが考えられる。遺伝子とゲノムの関係については、個々の遺伝子はゲノムを構成する DNA のごく一部であることに触れる。

ウ 遺 伝

(ア) 遺伝の法則

（内容の取扱い）遺伝子の相互作用も扱うが、代表的な二つ又は三つの例にとどめること。

（解説）いわゆるメンデルの遺伝の法則、すなわち、優性の法則、分離の法則及び独立の法則を扱う。この際に、遺伝の法則の主要な部分が確率に基づくものであることを十分理解させるように扱う。いろいろな遺伝現象の中には、表面的にはメンデルの法則に合わないように見えても、基本的にはメンデルの法則に従っている場合もあることを代表的な例を通して扱う。そのうち、遺伝子の相互作用については、代表的な二つ又は三つの例を扱う。また、「優性」及び「劣性」という言葉の遺伝学的意味を理解させるように配慮する。なお、従前中学校で扱われていた内容のうち、「遺伝の規則性」が (ア) に統合されていることに留意する必要がある。

(イ) 遺伝子と染色体

（内容の取扱い）遺伝子の連鎖と組換えも扱うが、二重乗換えには触れないこと。また、DNA の構造については二重らせん構造に触れる程度にとどめること。

（解説）遺伝子が染色体に存在することを減数分裂及び体細胞分裂における染色体の動きと関連させて扱い、連鎖と組換え、染色体地図について理解させるが、二重乗換えには触れない。また、性染色体と性の決定、伴性遺伝について触れる。

中学校の理科第二分野において、「遺伝の規則性と遺伝子」の項目が設定され、「分離の法則」が扱われ、「遺伝子の本体が DNA であること」に触れている。それらを踏まえて本項目が設定されていることに注意する必要がある。

旧要領の「遺伝の法則」の内容は、「生物基礎」には含まれない。旧「遺伝の法則」のうち「分離の法則」は、中学校での扱いとなった。「優性の法則」は、大学および国際的には

「法則」としての扱いは標準的ではない。また、「独立の法則」については、新要領「生物」の「遺伝子と染色体」で関連事項の「遺伝子の連鎖と組換え」を扱うが、「独立の法則」が成立するのは「連鎖」がない場合に限られるので、高校の生物では特に触れることを求めている。

旧要領にあった「表面的にはメンデルの法則に合わないように見える」場合や「遺伝子の相互作用」については、新要領では触れることを想定していない。特に、「補足遺伝子」「抑制遺伝子」「条件遺伝子」「同義遺伝子」「被覆遺伝子」「相互遺伝子」などの用語は、大学の生物学の中でも、ほとんど用いられることがなくなっていることから、高校の生物では扱うことをさけるべきである。

染色体については、中学校の第二分野において、体細胞分裂、遺伝子の存在場所、生殖、減数分裂等との関係で触れられている。また、新要領の「生物」の「生殖と発生」で、連鎖と組換えに関連して扱うこととなっている。「生物基礎」の本項目では、染色体について触れることを求めている。ただし、次項目の「遺伝情報の分配」の中で、細胞周期の核分裂の過程に関連して簡単に触れることが考えられる。

(イ) 遺伝情報の分配

DNAが複製され分配されることにより、遺伝情報が伝えられることを理解すること。

(内容の取り扱い) 細胞周期と関連付けて扱うこと。

(解説) ここでは、体細胞分裂の前後で遺伝情報の同一性が保たれることを理解させることがねらいである。そのため、細胞周期の間期にDNAの複製が行われ、分裂期にDNAが等しく分配され、結果としてDNAが質、量ともどの細胞でも同じになることを扱う。

(イ) 細胞の増殖と生物体の構造

(内容の取扱い) 体細胞分裂によって様々な機能をもつ組織や器官をつくることにも触れるが、基本的な事項にとどめ、羅列的な扱いはしないこと。

(解説) 多細胞生物の体細胞分裂による細胞の増殖を、成長や分化と関連させて扱う。体細胞分裂については、その過程を扱うとともに、体細胞分裂によって細胞の数が増えながら、成長し、いろいろな形態や機能をもつ細胞に分化し、組織や器官を形成することを扱う。組織や器官については、羅列的な扱いはせず、動物と植物のそれぞれで代表的なものを取り上げ、細胞のレベル及び組織や器官のレベルにおいても、それぞれの機能に適した構造が見られることを、観察などを通して理解させる。

旧要領では、「細胞の増殖と生物体の構造」の中で体細胞分裂の過程(核分裂と細胞質分裂)を扱っていたが、新要領では分裂の過程を扱うという指示はなく、遺伝情報の分配を細胞周期と関連づけて扱う。核分裂の過程は、DNAが等しく分配されることを中心に扱い、便宜的に分けられた分裂期の各時期の名称や各時期で起こることを列挙することは避ける。

新要領では、多細胞生物の細胞の増殖と成長や分化との関連は、「生物」の中の「生殖と発生」で扱う。また、組織や器官については、まとめて扱うことはせず、「生物基礎」と「生物」を通して、各項目で様々な生物の機能を扱う中で、必要に応じて取り上げることができる。

(ウ) 遺伝情報とタンパク質の合成

DNAの情報に基づいてタンパク質が合成されることを理解すること。

(内容の取り扱い) 転写と翻訳の概要を扱うこと。その際、タンパク質の生命現象における重要性にも触れること。また、すべての遺伝子が常に発現しているわけではないことにも触れること。

(解説) 転写と翻訳の概要については、DNAの塩基配列からmRNAの塩基配列へ、mRNAの塩基配列からアミノ酸の配列へという情報の流れを扱う。また、タンパク質が、酵素として働くな

どして、生命現象を支えていることについても触れる。すべての遺伝子が常に発現しているわけではないことについては、個体を構成する細胞は遺伝的に同一だが、例えば、個体の部位に応じて発現している遺伝子が異なることなどに触れる。

ここでは、DNA からタンパク質への情報の流れを理解させる。その過程での具体的な分子機構は、「生物」の範囲である。「内容の取り扱い」の中にある、「すべての遺伝子が常に発現しているわけではないこと」については、遺伝子の種類が多いこととそれに対応して合成されるタンパク質の種類が多いこととの理解が必要である。当然のことであるが、本項目でいう酵素とは、先行項目の「細胞とエネルギー」で取り扱った酵素と同類であることを理解させる必要がある。

「生物基礎」の遺伝的内容の取扱いでは、遺伝子を形質と対応させるのではなく、遺伝子の情報によって特定のタンパク質が合成されることを理解させることが重要である。例えば、エンドウの種子の丸形としわ形の形質は、今では遺伝子のどのような働きで生じているかが明らかになっているが、その過程は高校の生物で扱うには複雑すぎる。これまで高校の生物で扱われてきた遺伝形質は、多くが同じように複雑であると考えられるため、遺伝子を形質と関係づけるのではなく、タンパク質との直接的関係として扱うことが求められている。具体的な例をあげる場合でも、機能が明確なタンパク質を取り上げることにより、そこに「形質」という語を介入させないで理解させることができる。

6. 生物の体内環境の維持について（「生物基礎」）

(2) 生物の体内環境の維持

ア 生物の体内環境

(7) 体内環境

体内環境が保たれていることを理解すること。

（内容の取扱い）体液の成分とその濃度調節を扱うこと。また、血液凝固にも触れること。

（解説）例として、腎臓の働きによって体液中の塩類などの濃度が保たれることや肝臓で様々な物質の合成・分解・貯蔵が行われて体液の成分が保たれることなどを取り上げることが考えられる。血液凝固については、失血を防ぎ体液の量を保つことによって、体内環境を保つことにかかわっていることに触れる。

(2) 環境と生物の反応

ア 環境と動物の反応

(7) 体液とその恒常性

（内容の取扱い）体液の働きとその循環に触れ、恒常性の維持の原理についても代表的な例に基づいて扱うこと。生体防御については、平易に扱うこと。その際、人の健康との関連にも簡単に触れること。

ここでいう「体内環境」には、細胞内環境を含んでいない。したがって、ゾウリムシのような単細胞生物を扱うことは想定していない。大項目名を「動物の体内環境の維持」とせず「生物の体内環境の維持」としたのは、植物を含む多細胞生物の体内環境の維持の全体を、導入的に扱う余地を残すためである。ただし、主に取り扱う内容は、ヒトの健康や病気の理解の基礎となることを想定している。ヒトを中心に想定する範囲では、浸透圧の扱いも必要ないと考える。

なお、消化、ガス交換、および血液の循環については、中学校の学習で必要な理解が得られていると考え、高校では取り上げていない。

旧要領の「体液とその恒常性」を、新要領では、腎臓や肝臓の働きによる体液成分の濃度調節、自律神経とホルモンの働きによる血糖濃度の調節、および免疫に分けて取扱うこととしている。

(イ) 体内環境の維持の仕組み

体内環境の維持に自律神経とホルモンがかかわっていることを理解すること。

(内容の取扱い) 血糖濃度の調節機構を取り上げること。その際、身近な疾患の例にも触れること。(解説) 例として、血糖濃度が、自律神経の働きやホルモンの作用により一定の範囲に保たれていることを取り上げる。身近な疾患の例として、インスリンの分泌不足により糖尿病が発症することなどに触れる。

自律神経とホルモンについては中学校では扱っていないので、最低限の一般的説明を行う必要があるが、例として、血糖濃度の調節機構を取り上げることとしている。

(ウ) 免疫

免疫とそれにかかわる細胞の働きについて理解すること。

(内容の取扱い) 身近な疾患の例にも触れること。

(解説) ここでは、病原菌などの異物を認識、排除して体内環境を保つ仕組みを理解させることがねらいである。免疫にかかわる細胞については、主にマクロファージとリンパ球を取り上げ、抗原抗体反応などの免疫現象における働きを扱う。その際、例えば、異物の侵入を阻止する皮膚の役割、臓器の移植の際に起こる拒絶反応、また免疫の応用として麻疹やインフルエンザなどの予防接種や血清療法に触れることも考えられる。また、身近な疾患の例に触れる際には、花粉症やエイズなどを取り上げることが考えられる。

免疫については、近年の研究の進展が著しい分野であるため、また、取扱う内容が複雑なため、何をどこまで取り上げるかについて注意が必要である。特に知識の羅列にならないよう、基礎的・基本的な知識の定着を目指す扱いが考えられる。また、「生物I」では免疫を生体防衛的な観点から取り上げているが、「生物基礎」では体内環境の維持という側面から取り上げていることに注意する必要がある。したがって、生体防衛としての第一関門である皮膚の役割などは、「生物I」よりも軽い扱いになる

7. 生物の多様性と生態系について（「生物基礎」）

本大項目は、旧「生物 I」では扱わなかった内容を新たに加えたものである。内容的には旧「生物 II」の「生物の集団」と一部重なるが、新「生物」の「生態と環境」で生態学に関わる体系的な扱いは維持しているため、「生物基礎」では、環境の保全につながる基礎的事項を厳選した。また、前項の体内環境についての内容が、時間数の関係もあって動物にほぼ限定されたため、生態系については、植物中心の扱いになるように配慮した。なお、「集団」の用語は、生物学では、集団＝population＝個体群の意味で用いられているので、それと異なる漠然とした「集まり」の意味で「集団」の語を使うことは避けた。

ア 植生の多様性と分布

(7) 植生と遷移

陸上には様々な植生がみられ、植生は長期的に移り変わっていくことを理解すること。

(内容の取扱い) 植生の成り立ちには光や土壌などが関係することを扱うこと。また、植物の環境形成作用にも触れること。

(解説) 遷移については、火山噴火などの後の裸地に始まり、草原を経て森林に至るモデル的過程を扱うことが考えられる。その際、遷移の進み方は必ずしもモデルどおりではないことに留意する。植生の成り立ちに光や土壌などが関係することについては、例えば、森林内の光環境と植物の光に対する特性に注目したり、土壌の発達段階に注目したりして、遷移に伴う植生の変化をとらえるようにすることが考えられる。また、植物の環境形成作用に触れる際には、植物体の枯死体や落葉落枝によって土壌が形成されることなどを例とすることが考えられる。

生物II

(1) 物質生産と植物の生活

(内容の取扱い) 光合成による植物の物質生産と植物の形態や生活との関連などを、代表的な例を通して扱うこと。

(解説) 光合成による植物の物質生産と植物個体群の維持や成長との関係、また、物質生産と植物の形態及び生活形とのかかわりなどを代表的な例を通して扱う。

これまでの高校教科書における植生の遷移の扱いは、裸地→地衣・コケの侵入→草原→低木林→陽樹林→陰樹林のような一定の遷移系列モデルが、あたかもいつでも成立しているような誤解を与えがちであったので、解説に留意事項を加えた。特に、最初に地衣・コケが侵入するだけでなくパイオニアと呼ばれる多年生植物が入ることもあり、陽樹林→陰樹林の部分については、典型的ではない場合も多いので、注意が必要である。

光と植物の関係については、光合成曲線を利用することも考えられるが、その際は、光強度が強すぎると光合成速度が低下するかどうかなどに注意して特定植物の実際の測定結果を反映した曲線を利用することが望ましい。また、一般に葉では、光の強度が増すと、呼吸速度が大きく低下するという理解に現在なっていることを踏まえる必要がある。これまでは、光合成曲線に関係して「光強度に関わらず呼吸速度は一定」と仮定されていたが、この仮定は正しくないので、注意する。

陽葉、陰葉については、必要があれば具体的な例について扱うことは差し支えないが、陽樹、陰樹については、中間的な場合や、同じ樹種が生育段階や環境条件によって光強度に対する反応が変化する場合も多いので、注意が必要である。

無機的・物理的環境と生物の相互作用に用いられる「作用」・「反作用」の用語については、力学や一般語として広く用いられていることから、高校の生物で、特定の意味をもつ独立した用語として使用することは避けた。「反作用」については、「環境形成作用」の語を用いた。

これまで、生物群集について、動物では「動物群集」、植物では「植物群落」の語が広く用いられてきた。英語では、どちらも Community である。大学では「植物群集」の語も、かなり定着してきた。今回の学習指導要領改訂についての中央教育審議会答申の中で、「高等学校と大学の接続を円滑にする観点」や「国際的な通用性」が特に指摘されていることも踏まえ、「植物群落」に代わって「植物群集」を用いることが適当であると考えている。なお、植生学においては、「群落」を「群集」と区別して、種組成などが明らかでない便宜的な植生の単位として扱う考え方もあるため、その意味でも、高校の生物の中では「植物群集」の語を用いるのが適当であると考えられる。

旧要領の「生物 II」で扱われていた「植物の物質生産と植物の形態や生活との関連」については、新要領では「生物基礎」「生物」を通して、その扱いがなくなった。生産構造図や生活型は、扱うことを求めている。

(1) 気候とバイオーム

気温と降水量の違いによって様々なバイオームが成立していることを理解すること。

(内容の取扱い) 気温と降水量に対する適応に関連付けて扱うこと。また、日本のバイオームも扱うこと。

(解説) ここでは、気温と降水量の違いによって、地球上では様々なバイオームが成立していることを理解させることがねらいである。そのため、陸上には植物を基盤とした様々なバイオームが成立していることを扱う。気温と降水量に対する適応については、バイオームの構成要素である生物種を幾つか取り上げて、その場所の気温や降水量に適応していることを扱う。日本のバイオームについては、主として気温の違いによって幾つかのバイオームが成立していることを扱う。なお、「群系」という用語が「植物群系」と同義に用いられることが多いので、ここでは「群系」を含む用語である「生物群系」を避けて「バイオーム」を用いることとした。

生物II

イ 生物群集と生態系

(7) 生物群集の維持と変化

(内容の取扱い) 生物群集内での個体群間の相互作用、植物群落の遷移や生態分布などを扱うこと。

旧指導要領とその解説には、バイオーム(=生物群系)に関する記述はなかったが、「生物群集と生態系」の中に記述されていた「植物群落の生態分布」を受けて、教科書には「群系」が取り上げられていた。今回「生物基礎」でそれを明示的に取り上げ、扱う内容を解説した。バイオーム(生物群系)は、広い地域に分布する植物景観を中心とした動物や分解者も含めた広い概念だが「群系」は植物の景観だけを考える狭義のとらえ方も散見されるので、用語をバイオームとした。

イ 生態系とその保全

(7) 生態系と物質循環

生態系では、物質が循環するとともにエネルギーが移動することを理解すること。

(内容の取扱い) 物質の「循環」については、窒素の循環も扱うこと。

(解説) 光エネルギーが生産者により化学エネルギーに変換されて生態系内に入り、そのエネルギーが様々な生物に利用され、最終的には熱エネルギーとなって生態系外へ放出されることを扱う。窒素循環については、生物の遺体や排出物などに含まれる有機窒素化合物が分解者の働きにより無機化され、生じた無機窒素化合物が生産者に吸収されることを扱う。窒素固定や脱窒について取り上げることも考えられる。

エネルギーの移動については、「生物」にも対応する項目がある。そこでは生産量やエネルギー効率等、定量的な扱いをするので、「生物基礎」では定量的な扱いをしない。物質循環については、「生物」には扱いがなく「生物基礎」でのみ扱っている。炭素循環については、中学校で「炭素が自然界を循環している」ことを理解させることとなっているので、本指導要領および解説において直接的に言及していないが、エネルギーの流れと関係づけて触れることが考えられる。

分解者については、生産者がつくった有機物を利用する生物(従属栄養生物)という観点からは、消費者でもあることに注意する必要がある。動物だけが消費者であって、分解者は消費者ではないという扱いは避けるべきである。エネルギーの移動ではなく物質循環に注目した扱いの中で、消費者の側面を考慮せずに分解者として扱うことは問題ない。

(1) 生態系のバランスと保全

生態系のバランスについて理解し、生態系の保全の重要性を認識すること。

(内容の取扱い) 人間の活動によって生態系が攪乱され、生物の多様性が損なわれることがあることを扱うこと。

(解説) 生態系のバランスについては、生態系は常に変動しているが、変動の幅は一定の範囲内に保たれていることを扱う。また、人間の活動による影響については、外来生物の移入や森林の乱伐などによって生態系が攪乱され、生物の多様性に変化がみられた例について、科学的なデータや根拠を示して生態系の保全の重要性を理解させることが考えられる。

「生態系のバランス」は、旧「生物Ⅱ」で「生態系の平衡」という用語で示された内容に対応する。「平衡」の語は、科学用語としては一般に厳密につりあっていることを示すことが多いので、ここでは一定の範囲内に保たれていることを表す語として「バランス」を用いた。

8. 生命現象と物質：細胞と分子・代謝について（「生物」）

(1) 生命現象と物質

生命現象を支える物質の働きについて観察、実験などを通して探究し、タンパク質や核酸などの物質の働きを理解させ、生命現象を分子レベルでとらえさせる。

(内容の取扱い) 生命現象を分子レベルでとらえるために必要な最小限の化学の知識にも触れること。

(1) 生物現象と物質

生物体内の化学変化やエネルギー変換、様々な生物現象を支えるタンパク質や核酸などの働きを観察、実験などを通して探究し、生命を維持する共通の原理を理解させ、生物現象を分子レベルでとらえることができるようにする。

本大項目で扱う内容は、基本的には「生物Ⅱ」を踏襲しているが、「生物基礎」が大きく変更されたことと関連した部分については変更が必要である。細胞の構造に関する内容の多くが「生物」に移ったこと、遺伝情報とその発現が逆に部分的に「生物基礎」に移ったことが主な変更である。

旧要領の「生物現象」の語は、新要領の本項目では「生命現象」に変更になった。新指導要領において「生物現象」という語を用いる場合は、生物が示す様々な現象という意味である。本項目の「生命現象」は、主にタンパク質やDNA等の分子の働きによるもので、多くの生物において共通にみられる現象というような意味であり、大学等においてもその意味で「生命現象」の語がもっぱら用いられているので、その語を採用した。

「最低限の化学の知識」については、旧要領では、最初の「生物体内の化学反応と酵素」の中で触れることとなっていたが、新要領では、「生命現象と物質」の全体を通して必要な部分で触れることとなった。

ア 細胞と分子

(ア) 生体物質と細胞

細胞の内部構造とそれを構成する物質の特徴を理解すること。

(内容の取扱い) 生体膜を扱い、細胞骨格にも触れること。

(解説) 細胞小器官と生体膜の特徴及びそれらを構成する物質の特徴を理解させることがねらいである。生体膜については、主にリン脂質とタンパク質から構成されること及び透過性や物質輸送について扱う。細胞骨格については、その構造と機能の概要に触れる。

「生物Ⅰ」

ア 細胞

(7) 細胞の機能と構造

(内容の取扱い) 細胞への物質の出入りや酵素も扱うこと。また、原核細胞の構造にも簡単に触れること。

(解説) 細胞が生物の機能上の単位であり、細胞膜を通して物質が出入りすることや、様々な生物現象が細胞内や細胞外の酵素の働きによることなどを扱うとともに、細胞が独自の機能をもついろいろな細胞小器官から成り立っていることを扱う。また、原核細胞と真核細胞の基本的違いについても簡単に触れる。細胞への物質の出入りについては、細胞膜が単なる半透膜ではなく、特定の物質を積極的に透過させる性質も持っていることや、その主な仕組みについて扱う。細胞構造については、光学顕微鏡で観察できる構造を扱うが、それらについての電子顕微鏡写真を扱うことも考えられる。

細胞の構造については、「生物基礎」では核、ミトコンドリア、葉緑体などに留め、「生物」の本項目で、生体物質と関連づけて扱うこととなった。生体膜における水透過性に関しても本項目で扱うが、他の物質輸送・物質透過と同じようにタンパク質であるアクアポリンが中心的な役割を果たしていることが明らかになってきたので、「選択的透過性」として扱うのが適当であり、「半透膜」や「半透性」で扱うのは適当ではない。その他の点については、これまでの「生物I」と同程度の扱いが想定される。

細胞骨格については、アクチンフィラメントや微小管を取り上げて細胞の形態を保持している役割に触れ、次項目で細胞内物質輸送や運動に関連づけて扱うことが考えられる。

(1) 生命現象とタンパク質

様々なタンパク質が様々な生命現象を支えていることを理解すること。

(内容の取扱い) 物質輸送、情報伝達などにかかわるタンパク質を扱うこと。また、酵素については、その働きとタンパク質の立体構造との関係を扱うこと。

(解説) タンパク質の立体構造と、タンパク質が生命活動で果たす働きとの関連を理解させることがねらいである。タンパク質分子がかかわる生命現象の例として、物質輸送、神経系や内分泌系における細胞間の情報伝達を扱い、免疫や筋収縮などを取り上げることも考えられる。また、酵素については、その働きに酵素タンパク質の立体構造が深くかかわっていることを扱う。

ア タンパク質と生物体の機能

(7) 生物体内の化学反応と酵素

(内容の取扱い) 代謝を理解するために必要な最小限の化学の基礎知識に触れること。

(解説) 生物体に見られる代謝が酵素の触媒作用によって進められていることを扱う。酵素の働き方の特質として基質特異性があり、温度、pHなどの影響を受けやすいことを実験を中心にして探究的に扱う。また、それらの特質が酵素の主成分であるタンパク質の構造や性質に基づくものであることについて平易に扱う。なお、pH、酸化・還元など、代謝の理解に必要な最小限の化学の基礎知識に触れる。

(ウ) タンパク質の機能

(内容の取扱い) 免疫や筋収縮、細胞間情報伝達などをタンパク質の機能の観点から平易に扱うこと。

(解説) タンパク質分子がかかわる生物現象の例として免疫現象や筋収縮、細胞膜における物質の輸送、神経系や内分泌系における細胞間の情報伝達の仕組みなどを取り上げる。それらの仕組みに関係するタンパク質の多様性及び特異性に基づく機能には、タンパク質分子の立体構造が深くかかわっていること、タンパク質分子の立体構造はそのアミノ酸配列によって決まることなどを平易に扱う。

タンパク質の機能については、酵素、輸送タンパク質、受容体やその他の情報伝達に関わるタンパク質、運動に関わるタンパク質等を例に、様々なタンパク質が、様々な生命現

象を支えていることを理解させる。その際、タンパク質の立体構造が持つ意味を理解させる。これまでの「生物II」で扱うこととされてきた、基質特異性や温度、pHなどの影響も、立体構造との関係を中心に触れることが考えられる。

生体膜の物質輸送タンパク質については、生体膜との関係ですでに扱っているので、本項目での物質輸送では、アクチンフィラメントが関与した原形質流動など、細胞内の物質輸送を扱う。

イ 代謝

(ア) 呼吸

呼吸によって有機物からエネルギーが取り出される仕組みを理解すること。

(内容の取扱い) 解糖系、クエン酸回路及び電子伝達系を扱うこと。発酵にも触れること。

(解説) 呼吸における各過程の反応を扱う。発酵については、アルコール発酵、乳酸発酵に触れ、筋肉における解糖にも触れる。

(イ) 光合成

光合成によって光エネルギーを用いて有機物がつくられる仕組みを理解すること。

(内容の取扱い) 光化学系、電子伝達系及びカルビン・ベンソン回路を扱うこと。また、光合成細菌と化学合成細菌にも触れること。

(解説) 光合成において光エネルギーが化学エネルギーに変換される過程を理解させることがねらいである。そのため、光合成における各過程の反応を扱い、細菌による光合成と化学合成についても触れる。

(ウ) 窒素同化

窒素同化について理解すること。

(内容の取扱い) 有機物にアミノ基が導入されてアミノ酸がつくられることにも触れること。

(解説) 窒素同化の概要を理解させることがねらいである。そのため、植物体に無機窒素が吸収されて、アンモニアが有機窒素化合物に取り入れられる過程を扱う。その際、有機物にアミノ基が導入されてアミノ酸がつくられることにも触れる。また、動物は、他の生物がつくった有機窒素化合物を取り入れて必要な有機窒素化合物につくりかえていることにも触れることが考えられる。

(イ) 同化と異化

(イ)については、同化と異化の例として光合成や呼吸などの仕組みを扱うが、反応系の物質の羅列的な扱いはしないこと。

「(イ) 同化と異化」については、同化は主に光合成と窒素同化の反応を、異化は呼吸の反応を取り上げる。同化と異化はそれぞれエネルギー吸収反応とエネルギー放出反応であり、エネルギーの出入りやエネルギーの変換の際には、生物体におけるエネルギーの通貨としてATPが用いられていることを扱う。光合成は光エネルギーを化学エネルギーに変換して無機物から有機物を合成する反応であり、呼吸は有機物からエネルギーを解離してATPを生成する反応であることなどを通して同化と異化の意義を理解させる。その際、反応系の物質の羅列的な扱いはせず、光合成では反応の各段階の仕組みが解明された過程について、幾つかの研究例を取り上げて論理的に考えさせるようにする。また、呼吸では細胞の微細構造と関連させてクエン酸回路、電子伝達系などの存在とその役割に簡単に触れ、酵素の働きによって複雑な反応が整然と行われていることに気付かせる。

呼吸と光合成については、これまでの「同化と異化」というように対立的に扱うのではなく、エネルギー代謝の面から並列的な扱いができるようになっていく。呼吸と光合成のいずれの内容の取扱いにおいても電子伝達系の扱いを明示してあるので、両者の共通性や、電子伝達系に関係したATP合成の共通性に触れることが考えられる。

呼吸に関係して触れる「発酵」については、これまで「嫌気呼吸」として説明されてきたが、現在の大学等において、「嫌気呼吸」は、硝酸イオンや硫酸イオンを電子受容体として用いる「呼吸」を指すことが多くなっているため、混乱を避けるために「発酵」は「嫌

気呼吸」の一種であるとしなない。

呼吸に伴うATP合成について、これまでグルコース1分子当たり38個のATPが合成されるという断定的な記述が見られたが、現在受け入れられているATP合成機構である化学浸透による機構では、整数的な化学量論が当てはまらず、「最大38分子程度」というような記述が考えられる。なお、発酵や解糖におけるグルコースと合成されるATPの関係については、整数関係が成り立つ。

「光合成細菌」の語は、シアノバクテリアを含む光合成をする細菌全体を指す場合と、シアノバクテリアを除いたその他の光合成をする細菌を指す場合があるが、ここではそのような定義の問題には深入りしない。細菌の中に、酸素発生を行わない光合成があることに触れる。

これまで高校生物では、呼吸に関与する高エネルギー電子運搬体として「補酵素X」、光合成に関与するものとして「還元的補酵素X」が広く用いられてきたが、そのような用語は日本の高校生物以外ではほとんど見られない。今回の指導要領改訂の基になっている中央教育審議会答申の中で、「高等学校と大学の接続」や「国際的な通用性」が明記されていることから、このような特殊な用語の使用は避けるべきである。

旧要領の解説では、「光合成では反応の仕組みが解明された過程について、幾つかの研究例を取り上げて論理的に考えさせるようにする」という記述があったが、そのような内容は新要領の解説にはない。「探究」の過程を理解させることを目的として今後とも取り上げるという考え方はあるが、新指導要領およびその解説の内容との関連性が求められる。

窒素同化のうち、窒素循環との関係で重要な窒素固定については、「生物基礎」の「生態系と物質循環」の中で取り上げられるので、ここでの扱いは想定されていない。

9. 生命現象と物質：遺伝情報の発現について（「生物」）

ウ 遺伝情報の発現

(7) 遺伝情報とその発現

DNAの複製の仕組み、遺伝子の発現の仕組み及び遺伝情報の変化を理解すること。

（内容の取扱い）「遺伝子の発現の仕組み」については、転写、スプライシング及び翻訳を扱うこと。「遺伝情報の変化」については、同一種内でのゲノムの多様性にも触れること。

（解説）ここでは、DNAの複製の仕組み、遺伝子の発現の仕組み及び遺伝情報の変化について理解させるのがねらいである。「遺伝子の発現の仕組み」については、転写、スプライシング及び翻訳の過程を扱う。「遺伝情報の変化」については、塩基配列が変化することがあり、合成されるタンパク質のアミノ酸配列に変化が起きることがあることを扱う。その際、塩基配列の変化が種内でのゲノムの多様性につながることにしても触れる。

イ 遺伝情報とその発現

(7) 遺伝情報とタンパク質の合成

（内容の取扱い）遺伝情報、遺伝子の複製、タンパク質の合成などを核酸の構造に基づいて平易に扱うこと。その際、DNAやRNAの分子構造は、模式的に示す程度にとどめること。

（解説）DNAの構造や複製、遺伝暗号、DNAの遺伝情報に基づくタンパク質の合成や形質発現などの仕組みを平易に扱う。また、原核細胞と真核細胞の間には染色体の構造や伝令RNAの生成過程などに違いがあることにも簡単に触れるが、DNA、RNAの分子構造については、模式的に示す程度にとどめる。

「生物基礎」において、すでに「遺伝情報とDNA」および「遺伝情報とタンパク質の合成」を学習しているので、ここではそれらに関わる仕組みを理解させるとともに、遺伝情

報の変化(=突然変異)を理解させる。「生命現象と物質」の全体の目標が、「生命現象を分子レベルでとらえさせる」ことにあるので、本項目においても、分子レベルの仕組みを中心とした取扱いが求められる。なお、「突然変異」の語を使用する場合は、遺伝情報の変化(および変化した遺伝情報)の意味でのみ用い、その結果生じた形質の変化をさして「突然変異」の語を用いない。

「同一種内でのゲノムの多様性」については、一塩基多型を内容として含むことを想定している。

スプライシングを扱うことが明記されているので、それに関連してエクソンとイントロンや、それらについての原核生物と真核生物の違いについて触れることが考えられる。

(イ) 遺伝子の発現調節

遺伝子の発現が調節されていること及びその仕組みの概要を理解すること。

(内容の取扱い) 転写レベルの調節を扱うこと。

(解説) 遺伝子の発現が調節される概要を理解させることがねらいである。遺伝子の発現調節の概要については、転写レベルの調節を扱う。その際、遺伝子の発現が調節されることによって、細胞の分化が起こることについても取り上げることが考えられる。

(イ) 形質発現の調節と形態形成

(内容の取扱い) 形質発現の調節、細胞の分化や形態形成の仕組みの初歩的な事項を扱うこと。

(解説) 転写レベルの調節の仕組みも扱う。遺伝子はすべてが発現されているのではなく、様々な要因によって時間的、空間的に異なる遺伝子が発現されるよう調節されることによって、細胞の分化や形態形成が起こることについて初歩的な事項を扱う。

旧要領の「形質発現の調節」を中心とした扱いから、新要領では、「遺伝子の発現調節」を中心とした扱いに変更した。次の大項目「生殖と発生」において分化や形態形成に関わる遺伝子を別に扱うので、ここではDNAの働きに注目して理解させる。原核生物と真核生物に共通する仕組みを中心にし、原核生物と真核生物で異なる部分については、共通性の理解を助ける範囲で触れることが考えられる。

(ウ) バイオテクノロジー

遺伝子を扱った技術について、その原理と有用性を理解すること。

(内容の取扱い) 制限酵素、ベクター及び遺伝子の増幅技術に触れること。

(解説) 遺伝子を扱った技術について、その原理と有用性を理解させることがねらいである。遺伝子を扱った技術については、幾つかの例についてその原理と有用性を扱い、遺伝子の増幅技術に触れる。また、制限酵素やベクターにも触れる。

(ウ) バイオテクノロジー

(内容の取扱い) 遺伝子操作や細胞融合などの例を通して平易に扱うこと。

(解説) 遺伝子操作が様々な分野で研究手法として用いられていること、遺伝子組換えや組織培養、核移植、細胞融合などの技術が医療や有用物質の合成、作物の品種改良などに利用されていることなどの例を通して平易に扱う。一方、バイオテクノロジーの利用については、まだ様々な課題があるので、その推進に当たっては十分な配慮が大切であることにも触れることが望ましい。

バイオテクノロジーについては、旧要領の実施後に社会での活用が大きく進んだ部分があるので、新要領ではその部分を中心にした扱いとした。研究段階の技術や今後の可能性について触れるのではなく、すでに現実に活用されている遺伝子を扱った技術について、その原理と有用性を理解させることを求めている。

10. 生殖と発生について（「生物」）

(2) 生殖と発生

ア 有性生殖

(7) 減数分裂と受精

減数分裂による遺伝子の分配と受精により多様な遺伝的な組合せが生じることを理解すること。
(内容の取扱い) 性染色体の存在にも触れること。

(解説) 減数分裂によって遺伝子が配偶子に分配され、受精が起きる結果、多様な遺伝的組合せが生じることを理解させることがねらいである。そのため、一つの形質に対応する遺伝子は、特定の遺伝子座を占め、相同染色体上に一対存在することを説明した上で、異なる染色体上にある二対以上の遺伝子について、減数分裂から受精の過程を経て様々な組合せが生じることを扱う。また、性染色体の存在について触れる。

生物I

イ 生殖と発生

(7) 生殖細胞の形成と受精

(内容の取扱い) 有性生殖を中心に扱い、生活環は扱わないこと。

(解説) 減数分裂によって生殖細胞が形成される過程と受精について、動物及び被子植物を例として扱い、生活環は扱わない。減数分裂については、相同染色体の分配によって遺伝的多様性がもたらされることに重点をおいて扱う。受精については、生殖細胞の合体によって染色体数が復元し、新しい体細胞のもとができることに重点をおいて扱う。有性生殖については、同形配偶子の接合を行う生物の存在にも軽く触れる。また、被子植物については、種子の形成に関連させて胚の発生にも触れる。

「生殖と発生」の大項目については、旧要領の「生物I」から新要領の「生物」に移し、遺伝情報とその発現についての学習が進んでからの項目とした。これは、「生殖と発生」の理解の基礎として、遺伝情報とその発現の理解が必要なことが明らかとなってきたからである。

減数分裂と受精を通して多様な遺伝的な組合せが生じることを理解させる点に重点をおくことについては、新旧いずれの要領においても変わっていないが、新要領では本文の中に明記して強調している。

「生物基礎」および「生物」を通して、「染色体」が指導要領およびその解説に記述されているのは本項目が最初であり、性染色体の存在についても、ここで触れることとした。

遺伝子が染色体上に占める位置である「遺伝子座」の理解は、本項目および次項目の理解に重要なので、解説の中で取り上げた。「対立遺伝子」については、日本語用語の文字からの印象の問題もあって、特定の「遺伝子座」を占めるあらゆる変化した遺伝子をさすことを高校生に理解させるのは大変難しいので、解説の中では取り上げなかった。

配偶子形成と受精の具体的な過程については、動物・植物それぞれについて、後の項目で扱う。

(イ) 遺伝子と染色体

遺伝子の連鎖と組換えについて理解すること。

(内容の取扱い) 組換えによって遺伝子の新しい組合せが生じることを扱うこと。

(解説) 同じ染色体上にある二対以上の遺伝子の分配について扱い、連鎖と組換えについて理解させることがねらいである。そのため、減数分裂の際に染色体の乗換えによって遺伝子の組換えが起

きることを、組換えによって新たな連鎖が生じることを扱う。減数分裂の過程では、遺伝子の組換えと分配とが相俟って、極めて多様な遺伝的な組合せが生じることを取り上げることが考えられる。

生物I

ウ 遺 伝

(イ) 遺伝子と染色体

(内容の取扱い) 遺伝子の連鎖と組換えも扱うが、二重乗換えには触れないこと。

(解説) 遺伝子が染色体に存在することを減数分裂及び体細胞分裂における染色体の動きと関連させて扱い、連鎖と組換え、染色体地図について理解させるが、二重乗換えには触れない。また、性染色体と性の決定、伴性遺伝について触れる。

本項目は、旧要領では「生物I」の「遺伝」に関する大項目の中で扱われていた内容であるが、有性生殖によって多様な遺伝的組合せが生じることに関係する内容として、生殖の項目に移した。内容的にはほぼ旧要領を踏襲しているが、扱われる枠組みが異なることには注意が必要である。

メンデルの「独立の法則」については、連鎖と関係して本項目で触れることも考えられるが、連鎖と組換えの理解が混乱しかねないので触れる場合には注意が必要である。

イ 動物の発生

(ア) 配偶子形成と受精

配偶子形成と受精の過程について理解すること。

(解説) 動物の配偶子形成と受精の過程を理解させることがねらいである。配偶子形成については、減数分裂を含む一連の過程によって卵や精子などができ、受精については、受精の過程を扱う。

(イ) 初期発生の過程

卵割から器官分化の始まりまでの過程について理解すること。

(内容の取扱い) 胚の前後軸の決定に卵の細胞質における不均一性が関与していることを扱うこと。

(解説) 卵割から神経胚までの過程を理解させることがねらいである。胚の前後軸の決定に卵の細胞質における不均一性が関与していることについては、ショウジョウバエなどの例を取り上げて、理解させる。

(ウ) 細胞の分化と形態形成

細胞の分化と形態形成の仕組みを理解すること。

(内容の取扱い) 形成体と誘導現象を扱うこと。また、細胞分化や形態形成にかかわる代表的な遺伝子の働きにも触れること。

(解説) 細胞の分化と形態形成の仕組みを理解させることがねらいである。そのため、細胞の分化と形態形成における形成体のかかわりと誘導の連鎖を扱う。細胞分化や形態形成にかかわる代表的な遺伝子の働きに触れる際には、アンテナペディア遺伝子などのホメオティック遺伝子を例とすることが考えられる。

(イ) 発生とその仕組み

(内容の取扱い) 卵割や発生様式の羅列的な扱いはしないこと。発生の仕組みを扱うに当たっては、探究の過程に重点を置き、平易に扱うこと。分化についての分子生物学的な扱いはしないこと。

(解説) 胚の発生の過程とその仕組みを扱う。発生の過程については代表的な動物を例にあげる。器官形成については、代表的な例を扱う。卵割や発生様式の羅列的な扱いはしない。発生の仕組みを扱うに当たっては、誘導現象など代表的な例を取り上げ、実験によってその仕組みが次第に明らかになってきた過程に重点をおいて探究的に扱い、分子レベルの扱いはしない。

発生については学問の進歩が著しいので、その基礎的内容について新たに吟味して取り

上げる内容とその範囲を工夫することが求められる。新指導要領では、動物と植物に分けて扱うこととしたが、内容を厳選して過多にならないようにすることが必要である。多様性よりも共通性に注目した取扱いが考えられる。

配偶子形成の過程については、減数分裂を含む一連の過程についての扱いを求めているのであって、精子の形態形成の過程などの扱いを求めているのではない。

「調整卵」と「モザイク卵」等、学問の発展段階では重要であった発見や概念でも、現時点では高等学校レベルで重要とはいいがたい内容や概念については、取り上げないことが適当である。

「細胞分化や形態形成にかかわる代表的な遺伝子の働き」については、解説に例示があるが、学問の進歩に従って、別の例に変更していくことも考えられる。

ウ 植物の発生

(7) 配偶子形成と受精，胚発生

配偶子形成と受精及び胚発生の過程について理解すること。

(解説) 植物の配偶子形成と受精及び胚発生の過程を理解させることがねらいである。そのため、被子植物を中心として、精細胞と卵細胞の形成過程、重複受精による胚と胚乳の形成などを扱う。

(4) 植物の器官の分化

被子植物の器官の分化の過程について理解すること。

(内容の取扱い) 花の形態形成における遺伝子の働きを扱うこと。

(解説) 被子植物の器官分化の過程を理解させるのがねらいである。そのため、花の形態形成などを扱う。花の形態形成における遺伝子の働きについては、例えばABCモデルなどを取り上げる。

植物の発生についても、新たに動物と並列的に扱うこととした。ただし、量的に同等に扱う必要はない。植物の胚発生の過程および器官分化の過程については、学問の進歩によっては、取り上げられる例が変化することも考えられる。

11. 生物の環境応答について（「生物」）

(3) 生物の環境応答

ア 動物の反応と行動

(7) 刺激の受容と反応

外界の刺激を受容し、神経系を介して、反応する仕組みを理解すること。

(内容の取扱い) 受容器として眼と耳を中心に、効果器として筋肉を中心に取り上げ、刺激の受容から反応までの流れを扱うこと。

(解説) 受容器による刺激の受容から効果器による反応までの仕組みを理解させることがねらいである。そのため、眼や耳の感覚細胞が刺激を受容する仕組みを扱い、筋肉の筋原繊維が収縮する仕組みを扱う。また、受容器と効果器は中枢神経と末梢神経からなる神経系によって連絡されていること、神経に興奮が発生して伝えられる仕組みを扱う。

(4) 動物の行動

刺激に対する反応としての動物個体の行動について理解すること。

(内容の取扱い) 神経系の働きに関連付けられる動物の行動を扱うこと。

(解説) 刺激に対する反応としての動物個体の行動について理解させることがねらいである。そのため、刺激に対する反応としての動物個体の行動を神経系における情報の流れを示しながら扱う。神経系の働きに関連付けられる例としては、例えば、夜行性動物の音を手掛かりにした移動、天体の位置関係や地磁気を手掛かりにした鳥や昆虫の移動、学習に基づく鳥のさえずりなどの行動が考えられる。

(4) 刺激の受容と反応

(内容の取扱い) 受容器は代表的な一つ又は二つの例を中心に扱うこと。神経の興奮については初歩的な事項にとどめ、その仕組みは扱わないこと。脳を扱う場合、つくりについては深入りしないこと。動物の行動を扱う場合は一つ又は二つの例に基づいて、行動の発現する仕組みを扱うこと。

(解説) 刺激を受容する器官、神経の興奮とその伝達、中枢神経系の働き、動物の反応に触れながら、刺激の受容から反応までの関連が分かるように扱う。刺激を受容する器官については、一つ又は二つの代表的な例を中心に扱う。動物の行動を扱う場合は、一つ又は二つの例を取り上げ、それを探究的に扱う。神経の興奮については、興奮の発生・伝導・伝達を扱う程度にとどめる。すなわち、活動電位が発生し、末端部まで伝わり、さらに伝達物質を介して、他の細胞に伝わることを現象的にとらえる。その際、どのように活動電位が発生し、伝わるかをイオンベースでは扱わない。脳を扱う場合、つくりについては、大脳、間脳、中脳、小脳、延髄に分けられることや灰白質や白質などを扱うが、細胞レベルに立ち入るなど、深入りはしない。

旧要領「生物I」の「環境と動物の反応」の「刺激の受容と反応」の部分をも、「動物の反応と行動」として「生物」に移し、「刺激の受容と反応」と「動物の行動」に分けた。

「刺激の受容と反応」については、旧要領の対応する部分をほぼ踏襲するが、受容器から効果器への情報の流れとして扱うことが指示されている。脳についても、その流れの中での扱いとなる。神経に興奮が発生し、それが伝えられる仕組みについても、同様である。

「動物の行動」については、新たに「神経系の働きに関連づけられる動物の行動」を扱うこととなった。それ以外の動物の行動の例については、動物行動学の発展に重要であった生物学史的な研究でも、扱うこととなっていない。

イ 植物の環境応答

(7) 植物の環境応答

植物が環境変化に反応する仕組みを理解すること。

(内容の取扱い) 植物ホルモンと光受容体を扱うこと。

(解説) 植物が植物ホルモンや光受容体の働きで環境変化に反応する仕組みを理解させることがねらいである。そのため、植物ホルモンとして、例えばオーキシン、ジベレリンなどを取り上げることが考えられる。また、光受容体として、例えばフィトクロムなどを取り上げることが考えられる。

イ 環境と植物の反応

(1) 植物の反応と調節

(内容の取扱い) 植物の発芽、成長、花芽形成等と環境との関係について探究の過程を重視して扱うこと。

(解説) 植物にみられる様々な現象が環境によって制御される例として、伸長成長、種子の発芽や花芽の形成などの現象を扱うが、羅列的に扱うことはせず、例えば、光屈性の仕組みの解明などのように、それらの現象が環境との関連によってどのように制御されているかについて、それが解明されてきた過程を重視するなど、それぞれの内容を探究的に扱うように配慮する。

旧要領「生物I」の「環境と植物の反応」の「植物の反応と調節」の部分をも、「植物の環境応答」として「生物」に移した。

この分野も最近の学問の進展が著しいので、扱う現象を例示することを避け、植物の環境応答で重要な役割を果たす植物ホルモンと光受容体の扱いを指示するにとどめた。現象の例はそれぞれの教科書執筆者が選定することになるが、「仕組みを理解するために」というねらいを踏まえ、羅列的にならないようにすることが重要であると考えている。

12. 生態と環境について（「生物」）

(4) 生態と環境

ア 個体群と生物群集

(7) 個体群

個体群とその変動について理解すること。

（内容の取扱い）個体群内の相互作用として種内競争と社会性，個体群間の相互作用として捕食と被食，種間競争及び相利共生を扱うこと。

（解説）個体群内の相互作用や個体群間の相互作用により，個体群が安定していたり，変動したりすることを扱う。社会性については，個体同士の関係性が個体群の特徴に反映されることを扱う。その際，つがい関係や血縁関係の重要性に留意することが大切である。

ア 個体群の構造と維持

(7) 個体群の維持と適応

（内容の取扱い）個体群の成長の様式や個体群が様々な環境に適応して維持される仕組みなどについて，基本的な事項を中心に平易に扱うこと。

（解説）密度効果がない場合と，ある場合とでは個体群の成長の様式に違いがあることを扱う。また，安定した個体群が維持される仕組みについては，個体群内部における仕組みや他の個体群との関係を適応戦略などの観点から平易に扱う。

「生物基礎」の「生物の多様性と生態系」の項目でも述べたように，「集団」の用語は生物学では，集団＝population＝個体群の意味で用いられているので，それとは異なる漠然とした「集まり」の意味で「集団」の語を使うことは避けた。

個体群の扱いは，ほぼ旧要領を踏襲しているが，「内容の取扱い」や「解説」で，今まで以上に具体的に指示した。「適応」については，配偶行動や血縁関係の社会性などについて大学では例えば進化のゲーム理論と適応戦略を基盤に教えられているが，高校生物でこれを教えるのは難しい面もあるので，指導要領本体の文言からは適応を削除した。

(4) 生物群集

生物群集の成り立ちについて理解すること。

（内容の取扱い）多様な種が共存する仕組みを扱うこと。

（解説）生物群集の成り立ちと，多様な種が共存する仕組みを理解させることがねらいである。生物群集の成り立ちについては，様々な個体群が集まり，それぞれが特定の生態的地位（ニッチ）を占めることを扱う。多様な種が共存する仕組みについては，食物や生息場所などの資源の過不足に注目して扱う。

イ 生物群集と生態系

(7) 生物群集の維持と変化

（内容の取扱い）生物群集内での個体群間の相互作用，植物群落の遷移や生態分布などを扱うこと。

（解説）生物群集を構成する様々な個体群がそれぞれ特定の生態的地位を占め，相互に関係を保つことにより，生物群集が維持されていることを扱う。また，時間経過の中で，生物群集の構成が変化していくことを，植物群落の遷移などを例として扱う。

生物群集については，独立した小項目としては旧要領を踏襲しているが，「多様な種が共存する仕組みを扱うこと」を明示した。資源が一時過剰になって競争が少ない場合に多様な種が共存する仕組み（多様性を促進する中規模攪乱の考え方）を内容として想定しているが，高等学校の生物では新たな概念の導入となる。

旧要領で取り上げられていた「植物群落の遷移」については、「生物基礎」で扱われるので、ここでは扱わない。

イ 生態系

(7) 生態系の物質生産

生態系における物質生産とエネルギー効率について理解すること。

(内容の取扱い) 「物質生産」については、年間生産量を取り上げ、生産者の現存量と関連付けて扱うこと。

(解説) 生態系における物質生産については、年間生産量と生産者の現存量に注目して幾つかの生態系の物質生産の特徴を扱う。エネルギー効率については、生産者により生態系に取り込まれたエネルギー量が、栄養段階が上がるごとに減少していき、上位段階の生物ほど利用できるエネルギー量が少なくなることを扱う。

(4) 生態系と生物多様性

生態系における生物多様性に影響を与える要因を理解し、生物多様性の重要性を認識すること。

(内容の取扱い) 遺伝的多様性、種多様性及び生態系多様性を扱うこと。また、個体群の絶滅を加速する要因も扱うこと。

(解説) 生物多様性に影響を与える要因については、例えば、生態系の攪乱を取り上げ、攪乱により生物の多様性が維持されたり、変化したりすることがあることを扱うことなどが考えられる。個体群の絶滅を加速する要因については、極端な生息地の分断化や個体数の減少などを取り上げることが考えられる。さらに、外来生物の移入によって、絶滅が起こりやすくなることについても扱うことが考えられる。

(4) 生態系とその平衡

(内容の取扱い) 食物網や物質循環・エネルギーの流れなどについてそれぞれ代表的な例を通して扱うこと。環境の保全については、羅列的な扱いはしないこと。

(解説) 自然の見方としての生態系の概念、食物網やそれを通しての物質循環やエネルギーの流れを代表的な例を通して扱う。さらに、生態系における動的平衡とその重要性及び環境の保全の意義を扱う。

旧要領「生物II」の「生態系とその平衡」の小項目は、「生物」の「生態系の物質生産」と「生態系と多様性」、「生物基礎」の「生態系の物質循環」と「生態系のバランスと保全」の4つの小項目に分けられた。自然環境とその保全に関する生物学的理解が、社会的にますます重要になってきていることを反映したものであるので、内容の適切な振り分けが求められる。

「生態系の物質生産」については、「生物基礎」との重複を避けつつ、物質生産とエネルギーの流れについて、定量的な理解を求めている。

「生態系と生物多様性」については、「生態系のバランス」と人間活動との関係のなかでの「生態系の保全」の重要性が「生物基礎」で扱われているので、ここでは生物多様性の3要素（遺伝的多様性、種多様性及び生態系多様性）に注目した扱いが求められている。

13. 生物の進化と系統について（「生物」）

ア 生物の進化の仕組み

(7) 生命の起源と生物の変遷

生命の起源と生物進化の道筋について理解すること。

(内容の取扱い) 生物の変遷を地球環境の変化に関連付けて扱うこと。

(解説) 生命の誕生とその後の生物進化を環境条件の変化と関連付けて扱う。その際、例えば、海の形成、シアノバクテリアの働きによる大気組成の変化、生物の陸上進出、大量絶滅など、生物の変遷と環境変化との関連が明確な事例を取り上げる。また、ヒトの進化についても触れることが考えられる。

イ 生物の進化

(7) 生物界の変遷

(内容の取扱い) 生命の起源及び進化の過程の概要を扱うこと。

(解説) 生命の起源及び生物の進化の過程を地球環境の変化にも触れながら、その概要を扱うこと。その際、地質時代の生物界の変遷や、ヒトの進化も扱う。

生命の起源と生物の変遷については、学問の進歩が著しいので、解説に示されたような要点に絞って、特に基礎的で重要な事項を扱うことが求められる。過去の生物の変遷や地質年代を、網羅的に扱う必要はない。

(1) 進化の仕組み

生物進化がどのようにして起こるのかを理解すること。

(内容の取扱い) 種分化の過程も扱うこと。

(解説) 生物進化が突然変異、自然選択、遺伝的浮動などによって起こることを扱う。その際、適応と分子進化を取り上げることが考えられる。また、分子時計の概念や、生命の維持に重要な遺伝情報ほど保存性が高いことを取り上げることも考えられる。種分化の過程については、空間的あるいは時間的な隔離によって個体群間に遺伝的な差異が生じ種分化に至ることを扱う。また、適応放散、染色体の倍数化・異数化についても取り上げることが考えられる。

(1) 進化の仕組み

(内容の取扱い) 生物の変異、進化の証拠やその要因などを扱うが、集団遺伝については初歩的な事項にとどめること。進化説については代表的なものを中心に扱うこと。

(解説) 生物の変異、進化の証拠やその要因、進化説などを扱う。生物の変異については、放射線の影響による突然変異にも触れる。集団遺伝については初歩的な内容について平易に扱う。また、進化説については代表的なものを中心に扱うが、分子進化の仕組みについては平易に扱う。

進化の仕組みについては、ゲノム解析などの進展によって基本的な事項についての学問的決着がほぼついたと言えるので、過去の様々な進化論の説明を避け、現在学問的に受け入れられている仕組みとして扱うことが求められる。

イ 生物の系統

(7) 生物の系統

生物はその系統に基づいて分類できることを理解すること。

(内容の取扱い) ドメインや界・門などの高次の分類群を中心に扱うこと。

(解説) 分類群同士の系統関係を取り上げる。分類群としては、ドメインや界・門など高次の分類群を中心に扱う。その際、DNAの塩基配列などを比較することによって系統関係が調べられていることを取り上げることが考えられる。なお、ここでは個々の分類群について詳細に学習するのではないことに留意する必要がある。

ア 生物の分類と系統

(7) 生物の分類

(内容の取扱い) 分類の基準を理解する上で必要な程度にとどめ、各分類群の羅列的な扱いはしないこと。

(解説) 生物界には、多様な種が存在することに気付かせ、それらを類縁関係に基づいて分類する方法を理解させ、それを基に生物の系統について考察させる。

植物、動物などの観察を通して生物の分類の方法を身に付けさせる。また、界から種以下のレベルに至る分類の階層や種の命名法についても具体的な例を示して扱う。その際、扱う例は分類の基準を理解する上で必要な程度にし、各分類群の羅列的な扱いはしない。なお、従前中学校で扱われた内容のうち、「花の咲かない植物」「無脊椎動物」は高等学校に統合されており、「理科総合B」を履修していない場合は、ここで丁寧に扱う必要がある。

(1) 生物の系統

(内容の取扱い) 多様な生物が存在することについて、それらの系統関係を探究的に考察する過程を重視して扱うこと。

(解説) 例えば、細胞の構造、細胞の構成成分、形態、生殖、発生、遺伝子の構造など生物のもつ様々な特徴の比較から生物の系統関係が明らかになったことを具体的な例を示して探究的に扱うようにする。

旧要領の「生物の分類」の扱いの多くを削除し、「生物が系統に基づいて分類できること」のみを扱うこととした。旧要領でいう「類縁関係」ではなく、「系統関係」を取り上げる。扱う分類群は、高次の分類群を中心とすることとした。これには、DNA 配列に基づく分子系統樹で系統関係を示し、それを基盤に生物が分類される説明が求められる。この点は大きな変更となったので、特に注意が必要である。

生物の多様性については、導入的にではあるが、「生物基礎」の最初の部分で扱っている。また、「生物」の「生態系と生物多様性」の中でも扱っている。

3つのドメインの名称については、1990年代以降、英語では、Eubacteria (訳語は真正細菌。括弧内は以下同じ。)が Bacteria (細菌)に、Archaeobacteria (古細菌)が Archaea (アーキア (または始原菌))に変更され、定着している。Bacteria および Archaea の訳語を用いるときは、旧来の真正細菌や古細菌を避けることが考えられる。中教審答申が求めている国際的通用性に合致させるとともに、「古細菌は名前に細菌が入っているが細菌ではなく、真核生物により近い」という初心者にはわかりにくい説明を避けるためである。

「五界説」については、モネラ界の存在、モネラ界と原生生物界の関係、原生生物界と動物界・植物界・菌界との関係のいずれもが、系統的に間違いであることがはっきりしてきたので、現在受け入れられている生物全体の系統分類を表す考え方としては紹介しない。

高等学校理科：「生物基礎」「生物」

平成 21 年改訂学習指導要領および解説における主な変更点について

2009 年 11 月 2 日 発行

編集・発行者 松浦 克美

192-0397 八王子市南大沢 1-1

首都大学東京 理工学研究科 生命科学専攻

matsuura-katsumi@tmu.ac.jp

印刷所

(株) 相模プリント
