

生物基本問題演習
～思考力の養成～

ワトソン

改訂版



はじめに

単に高校生物の成績を伸ばすのではなく、生物学オリンピックや科学の甲子園への出場を目指したり、あるいは純粋に生物学を修めるための一番の近道は〈暗記すること〉ではなく自分の頭で〈考えること〉です。この問題集は、生物の問題でよく取りあげられるテーマを10ほどに絞り、各テーマ毎に何題かずつの「考えさせられる問題」を列挙したものです。これらの問題の中には基本的なものからやや難しめの問題まで様々な問題がありますが、その一つ一つが背後に生物学的に非常に興味深い事実を秘めています。

どの問題から手をつけても構いませんが、自分が面白そうだった問題を、まずはノーヒントで、自分の頭で様々なことを推理し、解いてみてください。しかし、問題によっては少々細かな知識を要求されます。どうしても自分で考えてわからないときは、問題文に登場する気になる言葉を、本でもインターネットでも構いませんので調べてみてください。そして、何かヒントになる情報が得られたら、再び自分の頭で問いに対する答えを考えてみてください。こうした作業をくり返すうちに、段々と生物の問題を考える「思考回路」が見えて来るはずです。

なお、各問題には一応の解答例をつけてありますが、それが全てとは限りませんし、また、あえて詳しい解説はつけていません。少なくとも、自分が面白いと思ったテーマに関しては解答を作ることだけで満足せず、自分でもっと知識も推理も掘下げてみてください。そうして得られるものは、必ず何よりも力になるはずです。この問題集が生物学を志す者にとって、何らかの助けになれば、著者の幸いとするとことです。

科学に国境はない。科学は全世界を照らす光である。

— ルイ・パスツール

目次

1	基礎生物学	2
2	植物生理学	4
3	動物生理学	5
4	発生学	6
5	遺伝学	7
6	分子生物学	8
7	生態学	10
8	進化学	11
9	免疫学	11
10	実験論理	12

1 基礎生物学

1. 生物における水の役割を 5 つ挙げよ。 《基本》
2. ウイルスと一般の生物の違いは何か。 《基本》
3. 一般に（一部例外を除き）細胞は肉眼では観察できないぐらい小さい。多くの細胞がそれほど小さいのはなぜか。
4. ミトコンドリアおよび葉緑体の細胞内共生説の根拠は何か。
5. 酵素と無機触媒の性質上の違いを 2 つ挙げよ。
6. ATP のリン酸結合が高エネルギー結合である理由を説明せよ。
7. ある種のユーリ古細菌には 122 °C でも増殖することができるものがある（超好熱菌）。この生物のもつ酵素などのタンパク質にはどのような特徴があると考えられるか。
8. ATP をルシフェラーゼ（発光酵素）と反応させると発光する。この発光量（RLU）は ATP 量とともに増加することを利用して ATP を測定することができる。この方法は食品業界や医療業界で利用されているが、その利用法とはどのようなものだと考えられるか。
9. 雌のカイコガは空气中を伝播する化学シグナルを発散することで雄を誘引する。数百メートル離れた所の雄でも触覚によって性フェロモンを検出して雌のところにやってくるが、空気中には多数の別の分子が漂っているのにも関わらず、雄が特定の物質を検出する仕組みを推測せよ。また、その仮説を検証するためにはどのような実験を行えばよいか。
10. ある研究者が、肝臓の培養細胞に存在するある重要な酵素の活性を測定するための検定法を開発した。その研究者が酵素の基質を細胞の入ったシャーレに加えて、反応生成物の生成量を測定した。すると、次の 4 つの期間があることがわかった。
〈期間 A〉生成物が認められない。
〈期間 B〉反応速度が非常に大きくなった。
〈期間 C〉生成物は引き続き認められるが、反応速度はかなり遅くなった。
〈期間 D〉反応速度が期間 B と同程度に回復した。
この反応経過の原因として、どのようなことが反応分子で起こっていたと考えられるか。
11. 1940 年代には、患者の体重を減らす目的でジニトロフェノール（DNP）という試薬が少量処方されることがあった（大変リスクのある治療法であり、もちろん現在では行われていない）。DNP はミトコンドリア内膜の脂質 2 重層にプロトン透過させるようにすることで、化学浸透の機構を脱共役する。このことが、どのようにして体重の減少をもたらすのか説明せよ。

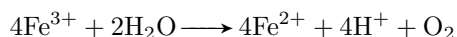
12. 真核細胞内に最も多く存在する RNA はどのような RNA か。
13. 年代測定法の 1 つに放射性炭素年代測定法 (C14 年代測定法) というものがある。これは、宇宙線によって生成する炭素 14 (^{14}C) は大気圏、水圏、生物圏中でほぼ一定の濃度で分布し、生体組織が死滅すると 5730 年の半減期で減少するので、年代未知試料中の炭素 14 の放射能を測定して死後から現在までの時間を知ることができる。
- (1) ある木片中の炭素 14 の濃度が $1/10$ に減少していたとすると、この木片は何年前のものと推定されるか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、地球の大気中の二酸化炭素濃度は一定であるものとし、 $\log_{10} 2=0.30$ とする。
- (2) 肉食動物について測定する場合、実際その動物が生きていた年代よりも古い値が算出されてしまうことがある。それはなぜか。
14. ワサビやカラシの「辛さ」は、硫化アリルなどのアリル化合物の作用によって、冷刺激受容体 TRPA1 が刺激されることによるものである。ヒトはしばしばこの辛さを和らげるためにお茶などの熱い飲み物を飲むが、冷水を飲むと却って辛さが増強される。このとき、熱い飲み物を飲むと辛さが緩和されるのはなぜか。

2 植物生理学

15. 植物細胞で原形質流動が起こる仕組みを説明せよ.
16. 被子植物において $n \rightarrow n$ の体細胞分裂の例を挙げよ.
17. カルビン・ベンソン回路は暗反応であるから、NADPH および ATP の供給さえあれば、暗所でも植物は二酸化炭素を固定できるように思われるが、実際には炭酸固定は起こらない。この原因の 1 つはルビスコ (カルビン・ベンソン回路中で炭酸固定を触媒する唯一の酵素) が光によって活性化される必要があるからである。しかし、光そのものが直接ルビスコを活性化することはない。では、なぜ光の照射がルビスコを活性化することになるのか説明せよ。なお、ルビスコは以下の条件によって活性化される。
- (1) Mg^{2+} が存在,
 - (2) pH8.5 程度の弱アルカリ環境,
 - (3) 重炭酸イオン (HCO_3^-) が存在,
 - (4) 2-カルボキシアラビニトールリン酸量の低下,
 - (5) ATP 要求性ルビスコ活性化酵素による活性化.
- 《やや難》
18. 土壌に根を下ろさず、他の木の上、或いは岩盤などに根を張って生活する植物を着生植物という。これらの植物はその独特の生態のために通常の植物にはない不利な点があり、その対策の一例として多くの着生植物は CAM 型の光合成を行う。着生植物が抱える、通常の植物に比べて不利な点にはどのようなものか。2 つ答えよ。

ヒルの実験

イギリスの生化学者ヒル (R.Hill) は 1939 年にハコベやオドリコソウの緑葉をスクロース溶液中ですりつぶし、葉緑体を単離してそのまま光照射しても酸素は発生しないが、シュウ酸鉄 (III) やヘキサシアノ鉄 (III) カリウムなどの酸化剤を懸濁液に加えて光照射すると酸素の発生が起こることを発見した。彼の実験結果では、(1) CO_2 は酸化剤として働かず、存在しても酸素は発生しない、(2) 発生する酸素の量は加えたシュウ酸鉄 (III) の量に比例する、(3) 加えたシュウ酸鉄 (III) は酸素の発生に伴い、シュウ酸鉄 (II) に還元される、(4) 光が弱い範囲内では酸素の発生速度は光強度と比例関係を示すが、ある程度の光強度になると光飽和を示す。以上の結果からヒルは次のような関係が成り立つと考えた。



このように、葉緑体を含む細胞の破碎液が酸化剤の存在下で、光照射に伴って酸素の発生を起こす現象をヒル反応という (現在では、光化学的な酸素発生だけを指してヒル反応という)。

cf. ルーベンの実験、エマーソン効果、ブリンクス効果

3 動物生理学

19. 胃は幽門部（小腸側の末端部）が食物により物理的に刺激されると胃壁の細胞から血液中にガストリンというホルモンが出され、これが再び胃にはたらき、塩酸やペプシンの分泌を促進する。このように胃から出るホルモンが胃に作用するのをどのようにすれば確認できるか。
20. 鰓^{えら}は通常腸管壁が突出して多数のひだ（鰓小葉）を作って表面積を増大させ、水中の溶存酸素を吸収する。では、魚が空気中では生きられない理由は何だと考えられるか。
21. 飲酒前に重曹（炭酸水素ナトリウム）を飲むと二日酔いになりにくいといわれている。それはなぜか。
《やや難》
22. ウナギは淡水でも海水でも生きられる。その仕組みを推測し、説明せよ。
23. 通常の細胞はグルコースの他に脂肪酸やタンパク質もエネルギー源として用いることができる。しかし、ヒトの脳細胞は通常グルコースを主なエネルギー源とし、脂肪酸が用いられることはない。それはなぜか。
《やや難》
24. すい臓のランゲルハンス島 β 細胞から分泌され、血糖値を下げる作用を持つインスリンはタンパク質ホルモンである。多くの糖尿病はこのインスリンの分泌不足によって引き起こされるので、インスリンを血液中に注射することで症状を改善することができる。しかし、このインスリンを経口投与しても全く効果がない。その理由を説明せよ。また、ステロイドホルモンとタンパク質ホルモンの作用機構の違いは何か説明せよ。
《基本》
25. COMT はドーパミン、アドレナリン、ノルアドレナリンなどのカテコールアミン類の神経伝達物質を分解する酵素である。この酵素は主にどのような場所に存在すると推測されるか。
26. 左右の心室を隔てる壁を心室中隔というが、心室中隔には出生まで穴があいており、左右の心室は完全にはわかれていない。通常この穴は出生とともに閉じて心臓の形態が完成する。もし、出生後もこの心室中隔の穴が塞がらなかった場合、心臓のポンプ機能にどのような障害が生じると考えられるか。
27. 心臓の拍動は受精後 18 日頃から開始し、通常死ぬまで片時も停止しない。収縮は心房と心室で交互に行われ、心房の収縮は 0.11 秒で、その後毎回 0.66 秒休む。一方、心室の収縮は 0.30 秒で休息は 0.45 秒である。心臓は 1 日に何回血液を大動脈に送り出すか。
《基本》
28. ヒトの唾液には重炭酸塩やリン酸塩が含まれるため、緩衝作用をもつ。このことは、ヒトにとってどのような利益をもたらすと考えられるか。
29. 尿細管の細胞ではある細胞内小器官が特に発達している。その器官の名前を答え、またその細胞内小器官が発達している理由を説明せよ。
30. 骨格筋の筋繊維が多数の筋細胞が融合した多核の細胞であることによって、どのような利点があると考えられるか。

31. セキツイ動物における骨の役割を答えよ。

4 発生学

32. 体軸は3つあるが、初期発生に伴って決定されるのはこのうち2つのみである。それはなぜか。

33. 卵割が通常の細胞分裂よりも早く進行するのはなぜか。 《基本》

34. 羊水とは、爬虫類以上の脊椎動物の胚で、羊膜と胚体との間だの羊膜腔を満たしている液体である。羊水の役割を答えよ。

35. 初期発生において、未受精卵の中に存在する母親由来の mRNA が、受精後にタンパク質に翻訳されて胚の発生を制御することが知られている。このようなタンパク質は母性効果因子と呼ばれている。これについて次の問いに答えよ。

(1) 魚類の一種、ゼブラフィッシュでは、胚に均一に分布する母性効果因子 X によって、10回の卵割が終了するまでのあいだ、胚自身の遺伝子発現は抑制されている。ある実験で1倍体（単相）のゼブラフィッシュ胚を作製したところ、11回の卵割が終了した後に、胚自身の遺伝子発現が開始した。この実験結果から、胚自身の遺伝子発現が開始されるタイミングは何によって決定されと考えられるか。ただし、正常のゼブラフィッシュ胚は2倍体（複相）であり、母性効果因子 X の量、胚の大きさおよび卵割のしかたは、1倍体でも2倍体でも同様であるとする。また、胚全体での母性効果因子 X の総量は変化しないものとする。

(2) キイロショウジョウバエにおいて、ある母性効果因子 Z をコードする遺伝子 Z がある。突然変異により機能を喪失したものを対立遺伝子 z と表記する。胚において、この母性効果因子 Z が機能をもたない場合には、その胚は正常に発生できない。Zz の母親と Zz の父親の交配によって生じた胚のうち、zz 遺伝子型をもつものが正常に発生できるだろうか。理由を含めて述べよ。

自家不和合

植物の中には自分の花粉と他系統の花粉を雌しべが見分け、自分の花粉を拒絶する自家不和合というしくみをもつものがある。このしくみは多数の複対立遺伝子をもつ S 遺伝子座によって制御される。これらの複対立遺伝子のそれぞれのセットは S ハロタイプと呼ばれ、雌しべが花粉と同じ S ハロタイプの物質を発現していると花粉管の拒絶が起こると予想される。

5 遺伝学

36. 葉に含まれる葉緑体などの色素体は原色素体から分化する。色素体および原色素体は固有の遺伝子を持っている。受精卵に含まれている原色素体は中央部分がくびれたのちに2つに分裂し、細胞分裂に伴って各組織の細胞に分配される。色素体も同様に、分配される。オシロイバナには、1つの植物体のうちで全ての葉が緑色（全緑）の枝、全ての葉の色が白色（全白）の枝、斑入りの葉をもつ枝というように、葉の形質の異なる3種類の枝を持つものがある。これを斑入りのオシロイバナという。斑入りのオシロイバナの1つの植物体に3種類の枝が生じるしくみを説明せよ。
37. 酵母は1倍体でも2倍体でも増殖できる性質をもっている。このことは酵母を遺伝学の材料として大変有利なものにしている。その理由を答えよ。 《やや難》
38. ヒトのABO型血液型は1990年に発見された、最も古くから知られる血液型である。発見当初、ABO型血液型は独立した2対の対立遺伝子A,aとB,bによって決定するという説が有力だった（それぞれ遺伝子Aと遺伝子Bが優性である）。しかし、この仮説ではうまく説明することができない現象があった。それはどのような現象か。
39. トウモロコシは年に1回しか交配できない。花や葉などの形質は交配によって得られた種子を蒔き、次世代の植物体を育てて、初めて調べることができる。ところが、胚乳の形質は次世代の植物体について調べるのではなく、交配した年の秋にとれた種子の色や形状で調べることができる。その理由を説明せよ。
40. ある交雑に対し、両親の形質を雌雄で逆にした交雑（正逆交雑、相反交雑）を行ったところ、この交雑によって生じた2組の雑種が異なる形質を示した。対象の形質はどのような遺伝様式である可能性があるか。考えられる可能性をすべて挙げよ。
41. トウモロコシの種子は胚乳が発達した有胚乳種子で、種皮と果皮が合わさった透明な薄皮でおおわれている。そのため、種子の色とは、正確には胚乳の色のことである。トウモロコシの種子の色には黄色と白色があり、種子を黄色にする対立遺伝子Yと白色にする対立遺伝子yに支配されている。また、遺伝子Yは遺伝子yに対して優性である。トウモロコシの果実は多数の種子が集まっており、中には黄色と白色の種子が混じった果実もある。こうしたトウモロコシの果実における、黄色の種子と白色の種子のおよその分離比として考えられるものを、最も簡単な整数比ですべて列挙せよ。
42. ある突然変異形質が、特定の遺伝子Aの欠損遺伝子aによって発現するのか、遺伝子aおよび遺伝子aと染色体上の極めて近い位置に存在する遺伝子Bの欠損遺伝子bの両方が存在することによって発現するのかは、交配結果のみをもとに見分けることはほとんど不可能である。その理由を説明せよ。

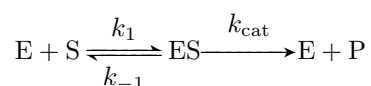
6 分子生物学

43. 分子生物学の実験ではしばしば標識した塩基を含む培地で細胞を培養し、その DNA に取り込ませるとい
う操作を行う。この際、標識する塩基としては主にチミンが用いられる。その理由を答えよ。
44. 細胞内でタンパク質を分解する系の 1 つにユビキチン-プロテアソームシステムがある。ユビキチンは酵
素の一種であり、折りたたみが異常なタンパク質（ミスフォールドタンパク質）や不要なタンパク質を認
識し結合する（ユビキチン化）。一方、プロテアソームは巨大な酵素複合体でユビキチンによって標識さ
れたタンパク質を分解する。細胞内には他にもタンパク質分解を司るものとしてリソソームが知られてい
るが、プロテアソームの存在意義は何か。
45. B-DNA（生体内に存在するほとんどの DNA がとっている構造）は右巻きの 2 重らせん構造であり、1
回転あたり約 10 塩基対存在する。いま、1 回転あたりのらせん軸の長さを 32 Å、隣接する塩基の間隔を
6.8 Å とすると、らせんの直径は何 Å か。円周率を 3 として有効数字 1 桁で答えよ。
46. 電気泳動法の 1 つにキャピラリー電気泳動法というものがある。これは試料を含む溶液をキャピラリー
（毛细管）に入れて電気泳動を行うもので、自動塩基配列解析装置（DNA シーケンサー）などに応用され
ている。一般に溶液の電気泳動をゲルなどの担体なしで行うと不都合があるため、このキャピラリー電気
泳動が行われる。その不都合とは何か。 《やや難》
47. ある生物学者がヒトの肝臓から取り出した遺伝子を細菌の染色体に挿入した。細菌はこの遺伝子を転写し
翻訳したが、作られたタンパク質は機能を持たない上、ヒトの細胞によって作られたタンパク質よりも
ずっと多くのアミノ酸を含んでいることが見出された。これはなぜか説明せよ。 《基本》
48. 細菌ウイルス M13 から単離した DNA の組成は、A = 25%、T = 33%、C = 22%、G = 20% であった。
なぜこのようなことが起こり得るのか説明せよ。
49. リソソームは様々な加水分解酵素を含み、細胞内消化を行う細胞小器官であるが、リソソームが破れてリ
ソソーム内の酵素が流出しても細胞成分に損傷を与えることはほとんどない。その理由を答えよ。
50. 木星の衛星の 1 つ、エウロパの深海で採取された試料の性質を調べてみたところ、栄養豊富な培養液中で
育つ生命体が含まれていた。予備分析では、それらは細胞性で DNA、RNA、タンパク質を含む。この結
果が、地球上の生物の混入によるものか、それとも新規の細胞性生物なのかを区別するにはどうすればよ
いか。 《やや難》
51. 遺伝子の水平伝播（水平転移）は多細胞生物よりも単細胞生物で多く見られる。その理由を説明せよ。
52. 300 個のアミノ酸から成るポリペプチド鎖の可能な種類すべての質量を合計するとどれだけか。ただし、
アミノ酸の平均分子量は 110 とする。

53. イソ酵素とは同一の触媒能を有するが化学構造の異なる酵素群のことであり、一部の疾患によって組織細胞に含まれるイソ酵素の種類が変化するため、どのイソ酵素が異常値を示すかによって異常のある臓器を推定できる場合がある。このようなイソ酵素を分析するにはどのような方法が考えられるか。

— ミカエリス・メルテンの式 —

酵素 (E) が基質 (S) から生成物 (P) が生じることは次式のように表わせる。



反応の速さを V とすると、 $V = k_{cat}[ES]$ 。

ここで、 $[ES]$ は酵素-基質複合体の濃度、 k_{cat} は代謝回転数である。この速度定数は酵素 1 分子が毎秒処理する基質分子の数に等しい。ここで、定常状態では $[ES]$ はほぼ一定であるから、

$$k_{-1}[ES] + k_{cat}[ES] = k_1[E][S]$$

つまり、

$$[ES] = \frac{k_1}{k_{-1} + k_{cat}}[E][S]$$

なお、 $[E] = [E_0] - [ES]$ だから、 $k_n = \{k_1/(k_{-1} + k_{cat})\}^{-1}$ と定義すると、

$$k_n[ES] = ([E_0] - [ES])[S]$$

$$[ES] = \frac{[E_0][S]}{k_n + [S]}$$

さらに、 $V = k_{cat}[ES]$ を代入すると、ミカエリス・メルテンの式が得られる。

$$V = \frac{k_{cat}[E_0][S]}{k_n + [S]}$$

また、 $[S]$ が十分に大きいとき、 $V_{MAX} \approx k_{cat}[E_0]$ だから、

$$V = \frac{V_{MAX}[S]}{k_n + [S]}$$

7 生態学

54. 生態的地位の同位者を同一空間で飼育すると、普通一方の種しか生き残れない（ガウゼの排他律）。ここで、両者を長く共存させるためには何を導入すればよいか。 《やや難》
55. 熱帯雨林の光合成量は地球全体の光合成の 20 % 以上と見積もられている。そのため、熱帯雨林が大量の二酸化炭素を消費することによって地球温暖化を防ぐと期待するのは理に叶っているように思われがちだが、現在多くの科学者は、熱帯雨林は地球温暖化の実質的な防止にはほとんど寄与していないと考えている。その理由を説明せよ。
56. 厚紙でタカの模型を作り、空中に張った針金の上を一方方向に滑らせ、地面にいるガチョウにそれを見せて、反応を調べたところ、次のような結果を得た。
- (1) 孵化後まもないガチョウのひなに、タカの模型を見せても逃避反応を示さなかった。
 - (2) 孵化後まもないガチョウのひなが親と一緒にいるときは、親が発する警戒音を聞いて逃避反応を示した。
 - (3) タカの模型をくり返し見せながら、それと同時に親の警戒音を聞かせて育てたガチョウのひなは、孵化後 3 週間たつと、タカの模型を見せただけでも逃避反応を示すようになった。
- このような実験結果にもかかわらず、タカの模型に対するガチョウの反応が条件反射によるものではないことが知られている。どのような実験を行えばこれを示すことができるか。
57. 陸域では植物が 1 年間固定する窒素元素の推定量 100 億トンのうち、動物に移動するのは約 10 億トン（10 %）である。一方、海洋では植物が 1 年間固定する窒素元素 50 億トンのうち、動物に移動するのは約 45 億トン（90 %）である。このような違いはなぜ生じると考えられるか。 《やや難》
58. 陸域には大量の無機窒素化合物が存在しているにもかかわらず、窒素肥料を人工合成して農地に撒くのはなぜか。
59. 生物的防除とは農業などにおいて、害虫の天敵や病原菌を導入し、害虫密度を下げる防除法のことをいう。また、そのために導入される生物を通常の化学農薬に対して生物農薬という。化学農薬に対する生物農薬の長所と短所にはどのようなものがあると考えられるか。

8 進化学

60. セキツイ動物ゲノムには多くの場合、ある遺伝子（群）と類似した遺伝子（群）が同一ゲノム内にある。こうした遺伝子重複は生物進化を加速すると考えられるが、それはなぜか。
61. 生命の起源にせまる化学進化説には、DNA ワールド仮説、RNA ワールド仮説、プロテインワールド仮説がある。しかし、現在のところ、DNA ワールド仮説は RNA ワールド仮説、プロテインワールド仮説と比べて根拠に乏しいとされる。それはなぜか。
62. GADV 仮説の概要を説明せよ。

— 進化に関する学説 —

進化論といえばやはり C. ダーウィンが非常に有名だが、実は最初に進化を体系的に唱えたのはラマルクである（1809 年）。その後、多くの研究者が様々な進化に関する学説を提唱してきた。それらのうちの代表的なものを以下に挙げておく。

ex. 要不要説（ラマルク）、天変地異説（キュビエ）、自然選択説（ダーウィン）、隔離説（ワグナー）、反復説（ヘッケル）、定向進化説（アイマー）、生殖質説（ワイスマン）、突然変異説（ド・フリース）、純系説（ヨハンセン）、中立説（木村資生）、断続平衡説（グールド） etc.

9 免疫学

63. 血液中に凝集原とそれに反応する凝集素が共存することはない。この現象を説明するしくみとしてどのようなことが考えられるか。
64. 節足動物内で増殖し、それらの吸血活動によってセキツイ動物に伝播するウイルスをアルボウイルスと総称する。ある種のセキツイ動物は増幅動物と呼ばれ、多数の媒介節足動物にウイルスを伝播する。増幅動物はどのような特徴をもつと考えられるか。
65. マクロファージの欠損は先天性防御と後天性防御にどのような影響を与えるか説明せよ。 《基本》
66. 一般に、抗真菌剤は抗菌剤（抗細菌剤）に比べヒトに対する副作用が大きく、種類も少ない。その理由を答えよ。

10 実験論理

67. 「精度（精密度）」と「確度（正確度）」の違いを説明せよ。
68. 「仮説」と「理論」の違いを説明せよ。
69. 「渡り鳥はなぜ渡りをするのか？」という問いに、(1) 至近要因、(2) 究極要因に注目して答えよ。
70. 「細胞 C に薬剤 D を与えると、酵素 E の活性が上昇する」ということが既知である系が存在する。今、ある研究者が「薬剤 D' も D と同様に酵素 E の活性を上昇させるのか」を調べるために「細胞 C に薬剤 D' を与えたときの酵素 E の活性」を調べる実験を行おうとしている。この実験で必要となるポジティブコントロール（陽性対照）とネガティブコントロール（陰性対照）を設定せよ。
71. ある研究グループがアルツハイマー病の症状改善が期待できる薬効成分 X の臨床実験を行った。まず、アルツハイマー病の患者を 60 人集め、30 人ずつ A,B の 2 グループに分けた。グループ A には薬効成分 X を含む薬を 1 ヶ月間投与した。一方、グループ B には薬効成分 X を含まない偽薬（プラシーボ）を 1 ヶ月間投与した。すると、グループ A の患者には予想通り症状の改善がみられたが、グループ B の患者にも明らかな症状の改善がみられた。この現象を説明する仮説を立てよ。

モデル生物

生物学研究者は実験をする上で、便利な特徴を備えるいくつかの特定の種の生物を集中的に用いて研究をすることが多い。このような生物をモデル生物といい、研究対象となる生命現象が観察しやすい生物が選ばれる。

例えば、分子生物学の分野では次のような特徴をもつ生物であることが望ましい。

- (1) 遺伝子構成（ゲノム構造）が単純
- (2) 世代時間が短い（増殖速度が速い）
- (3) 取り扱いが容易
- (4) 研究しようとする形質を持つ
- (5) 分子生物学的情報の蓄積がある

あるいは、発生学の研究では入手や実験操作の上で容易であったことと共に、透明で内部が良く見えるという理由でウニが多用されたなど、各々の分野において要求される特徴が異なる。以下に、特に代表的なモデル生物を挙げておく。

ex. キイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*), 線虫 (*Caenorhabditis elegans*),
酵母菌 (*Saccharomyces cerevisiae*), ゼブラフィッシュ (*Danio rerio*),
シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*), マウス (*Mus musculus*) etc.

おわりに

「何か少しでも生物の勉強に役立つものを作りたい」と考え、いくつかの出典やこれまで作成してきた種々の自作問題から約 70 題を集めて編集したのが本問題集ですが、いかがだったでしょうか。最初はノーヒントでは少々難しいと感じたかも知れませんが、色々調べたり考えたりしながら問題を解いているうちに徐々に慣れて、自分である程度解答の予測がつく問題が増えてきたのではないのでしょうか。

本問題集では、高校生物およびそれを若干越える程度の知識やテーマをなるべく網羅的に選別し、配列したつもりです。つまり、この問題集を解き切った人は、科学の甲子園や生物学オリンピックといった大会で出題される可能性の高いテーマや〈ものの考え方〉を一通り概観できたと言うことができると思います。

しかし、本問題集では物事の本質を捉えるため比較的抽象的な題材を扱う問題を多く集めた都合上、実験考察や図表解析の練習がやや不足しているかもしれません。ただし、基本さえ抑えていれば、そういった問題はちょっとしたコツさえ掴めば恐るるに足りません。そのちょっとしたコツを掴むための練習として（また、決められた時間内に問題を解く練習として）、この問題集を解き終えた人には、生物学オリンピック予選問題を数年分、時間を計って解くことを強くお勧めします。そうすることで、本問題集によって鍛えた基礎力をより実践的な力に発展させることができると思います。

それでは、これまでに引き続き、今後も大いに勉学に勤んでください。読者諸氏の活躍を祈っています。

2013 年 8 月吉日 ワトソン

参考文献

- [1] Alberts, B. 他. 細胞の分子生物学. 第 5 版, ニュートンプレス, 2010.
- [2] Campbell, A. 他. 小林興 監訳, キャンベル生物学. 原著 7 版, 丸善, 2007.
- [3] Wilt, F. 他. 赤坂甲治, 大隅典子, 八杉貞雄 訳, ウィルト発生生物学, 東京化学同人, 2006.
- [4] 巖佐庸, 倉谷滋, 斎藤成也, 塚谷裕一. 岩波生物学辞典. 第 5 版, 岩波書店, 2013.
- [5] 大森茂. 東大の生物 25 カ年. 第 3 版, 教学社, 2012.
- [6] ブリタニカ国際大百科事典, 第 3 版, ブリタニカ・ジャパン, 2004.
- [7] 吉田邦久 他. 生物用語集, 初版, 駿台文庫, 2005.