

## ◇ 生 物

生 2-1～生 2-22 まで 22 ページあります。

第1問 生物の特徴に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A 細胞は生物体を構成する基本単位である。ヒトの体は<sup>ア</sup>真核細胞で構成され、最新の研究では約37兆個の細胞からなり、その種類は約270種類と推定されている。真核細胞の内部には、<sup>イ</sup>形態的・機能的に独立した構造体がある。これら構造体は細胞の持つ様々な機能を分担し、互いに連携することで生命活動を営んでいる。したがって、これら構造体はそれぞれの細胞の機能に大きく関与するため、生物の種や組織・器官によって細胞内構造は大きく異なる。また、細胞の大きさや形も異なっている。例えば、ヒトの口腔粘膜細胞の大きさは  $\mu\text{m}$ であるのに対し、ヒトの座骨神経ニューロンの長さは1 m以上にもなる。

問1 下線部アに関して、次のa~dの生物のうち真核細胞からなる多細胞生物の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

a 肺炎双球菌      b 酵母菌      c ネンジュモ      d オオカナダモ

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ dのみ      ⑤ aとb  
⑥ aとc      ⑦ aとd      ⑧ bとc      ⑨ bとd

問2 下線部イに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 核の最外層には核膜があり、物質が出入りする孔はなく完全に細胞質と仕切られている。  
② 原核細胞は、たいていの真核細胞より大きい。  
③ ヒトの細胞の最外層には細胞壁が存在する。  
④ 葉緑体には光合成色素が含まれている。

問3 空欄  の大きさを調べるために、ヒトの口腔粘膜細胞を、接眼レンズ10倍、対物レンズ40倍の組合せで顕微鏡観察したところ、接眼マイクロメーター32目盛分と計測された。同じレンズの組合せで、1mmを100等分した目盛がついている対物マイクロメーターを観察したところ、対物マイクロメーター5目盛分と接眼マイクロメーター20目盛分の長さが一致していた。計測した口腔粘膜細胞の大きさは何 $\mu\text{m}$ か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

$\mu\text{m}$

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ① 13 | ② 20 | ③ 25 |
| ④ 40 | ⑤ 50 | ⑥ 80 |

B 生体内では物質を合成したり分解したりする反応が常に起こっている。この化学反応全体をまとめて **工** と呼ぶ。**工** は同化と異化に分けられ、細胞内での **工** によるエネルギーのやり取りはオ ATP が仲立ちしている。

**工** の反応のうち、複雑な物質を単純な物質に分解しエネルギーを取り出す過程を **力** といい、その代表的な例としては、酸素を用いて有機物を分解してエネルギーを得る **キ** がある。

問 4 空欄 **工** ・ **力** ・ **キ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **4**

	工	力	キ
①	代謝	同化	呼吸
②	代謝	異化	呼吸
③	代謝	同化	燃焼
④	代謝	異化	燃焼
⑤	呼吸	同化	代謝
⑥	呼吸	異化	代謝
⑦	呼吸	同化	燃焼
⑧	呼吸	異化	燃焼

問 5 下線部オの模式図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

◻ 糖 ◻ 塩基 ○ リン酸

①



②



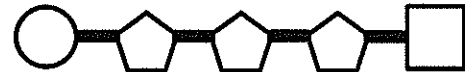
③



④



⑤



第2問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A ヒトをはじめとする脊椎動物の血管系は、血液が血管中だけを流れる閉鎖血管系である。ヒトの血管系は、動脈と静脈の間を毛細血管がつないでいる。ア動脈、静脈、毛細血管にはそれぞれ特徴的な構造がみられる。心臓から組織に送り出された血液は、組織の細胞との間で酸素と二酸化炭素の受け渡しを行う。酸素を多く含む血液を動脈血、含まれる酸素が少ない血液を静脈血とよび、肺動脈には  が、肝門脈には  が、腎動脈には  が流れている。

心臓は血液を全身に送り出すポンプの役割をしており、運動時には安静時に比べて心拍数が増加することで、組織への酸素供給量を増やしている。

問1 下線部アに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 動脈には弁があるが、静脈には弁がない。
- ② 静脈には弁があるが、動脈と毛細血管には弁がない。
- ③ 動脈と静脈は内皮の外側に筋肉の層があるが、毛細血管にも筋肉の層が存在する。
- ④ 動脈は内皮の外側に筋肉の層があるが、静脈と毛細血管は内皮細胞だけからなる。

問 2 空欄  ～  に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	イ	ウ	エ
①	動脈血	動脈血	動脈血
②	動脈血	動脈血	静脈血
③	動脈血	静脈血	動脈血
④	動脈血	静脈血	静脈血
⑤	静脈血	動脈血	動脈血
⑥	静脈血	動脈血	静脈血
⑦	静脈血	静脈血	動脈血
⑧	静脈血	静脈血	静脈血

問 3 次の表 1 は、ある人の安静時と運動時における左心室の最大容積と最小容積、および 1 分間当たりの心拍数を示したものである。運動時に心臓から送り出される 1 分間当たりの血液量は、安静時に心臓から送り出される 1 分間当たりの血液量のおよそ何倍になるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  倍

表 1 ある人の安静時と運動時における左心室の最大容積と最小容積、および 1 分間当たりの心拍数

状態	最大容積 (mL)	最小容積 (mL)	心拍数 (回/分)
安静時	130	80	60
運動時	130	60	200

- ① 3.5
- ② 3.8
- ③ 4.0
- ④ 4.4
- ⑤ 4.7

B マウスにニワトリの卵白アルブミンの投与を繰り返すと、卵白アルブミンに対して獲得免疫（適応免疫）がはたらき、卵白アルブミンに結合する抗体がつけられた。このマウスを用いて、次の実験 1～3 を行った。

実験 1 マウスの脾臓<sup>ひそう</sup>やリンパ節の細胞を取り出してシャーレ A で培養した後、卵白アルブミンを加えると、T 細胞が増殖し、培地から多量の抗体が得られた。

実験 2 シャーレ A 中の培養細胞から T 細胞だけを取り出してシャーレ B で培養した後、卵白アルブミンをシャーレ B に加えても、T 細胞の増殖はみられなかった。

実験 3 実験 2 で T 細胞を取り出したシャーレ A 中にある残りの細胞を実験 2 で用いたシャーレ B に入れると、T 細胞の増殖がみられた。

問 4 抗体に関連する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

9

- ① B 細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、特異的に結合する抗体を産生する。
- ② B 細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、非特異的に結合する抗体を産生する。
- ③ T 細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、特異的に結合する抗体を産生する。
- ④ T 細胞が抗体産生細胞（形質細胞）へと分化し、非特異的に結合する抗体を産生する。



問 5 実験 1～3 について述べた文として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 

10
----

- ① 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはヘルパーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいた細胞は樹状細胞と考えられる。
- ② 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはヘルパーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいた細胞は好中球と考えられる。
- ③ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはヘルパーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいた細胞はキラーT 細胞と考えられる。
- ④ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはキラーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいた細胞は樹状細胞と考えられる。
- ⑤ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはキラーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいた細胞は好中球と考えられる。
- ⑥ 実験 1 で増殖し抗体産生に関わったのはキラーT 細胞であり、実験 3 で T 細胞の増殖にはたらいた細胞はヘルパーT 細胞と考えられる。

第3問 岩場における生態系のバランスに関する次の文章を読み、後の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

図1は、ある海岸の岩場における食物網の一部を示している。この食物網には、肉食動物のヒトデ、イボニシ、そのえさとなるヒザラガイ、カサガイ、イガイ、フジツボ、カメノテが含まれる。イガイ、フジツボ、カメノテは岩場の表面に付着して、水中のプランクトンなどを食べて成長する。一方、カサガイ、ヒザラガイは移動しながら岩場表面に付着している藻類を食べている。しかし、イガイなどが付着して岩場表面を覆うと、藻類は生育できなくなる。ヒトデは、主にフジツボとイガイを捕食し、イボニシは、主にフジツボを捕食している(図の太い矢印)。岩場に付着する動物の中では、フジツボが最も多く、岩場表面の40%程度を覆っている。それに比べるとイガイやカメノテは少なく、岩場表面の5%以下に過ぎない。

この岩場の一部の区画で、継続的にヒトデだけを取り除く実験を行った。実験開始からしばらくすると、優占していたフジツボに代わってイガイとカメノテが増え始めた。実験開始3年後には岩場表面の95%がイガイに、5%がカメノテに覆われ、カサガイやヒザラガイはこの区画で見られなくなった。その後、岩場表面はすべてイガイで覆われた。なお、実験区画の近くの、ヒトデの除去を行わなかった場所で同じように観察を行ったが、そこではこの期間に岩場表面を覆っている生物の割合に変化はほとんど見られなかった。

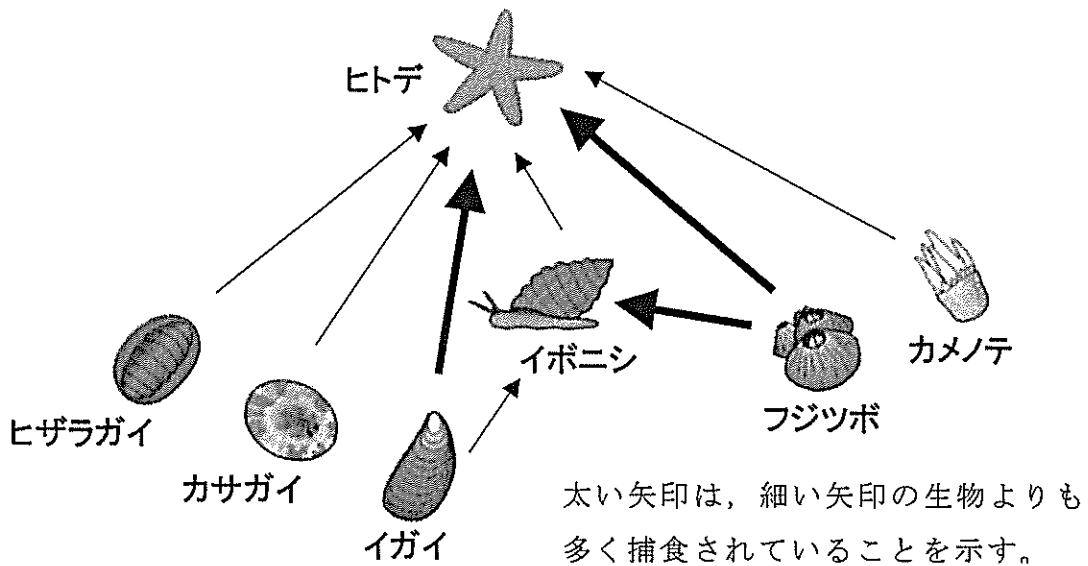


図1 ある海岸の岩場における食物網

問 1 生態系に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

11

- ① 生物が環境に影響を与えることを生態形成作用という。
- ② 物質は生態系の中で循環するが，エネルギーは一方向に流れる。
- ③ 生態系を支える生産者のうち，優占率が最も高い生物種をキーストーン種という。
- ④ 陸上の生態系は高度（標高）の影響を受けるが，水界の生態系は水深の影響を受けない。

問 2 下線部の実験開始前のこの生態系の栄養段階に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

12

- ① プランクトンは，分解者である。
- ② ヒザラガイは，動物食性動物である。
- ③ ヒトデが最高次の捕食者である。
- ④ ヒトデよりもプランクトンの個体数の方が少ない。

問 3 食物をめぐる争いが起こることがない生物の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

13

- ① カメノテとフジツボ
- ② カメノテとイガイ
- ③ ヒザラガイとカサガイ
- ④ ヒザラガイとイガイ

問 4 下線部の実験の結果から考えられるヒトデの果たす役割に関する記述として適切なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

14, 15

- ① すべての動物や藻類を均等に捕食することによって、群集の構成を一定に保つ。
- ② 捕食によって、動物や藻類が新たに定着できる場所を作り出す。
- ③ 動物間の競争で優位なイガイを捕食することにより、他の劣位な種の存在を可能にする。
- ④ 中間的な捕食者であるイボニシを捕食することによって、イガイとフジツボの間の競争を緩和する。
- ⑤ 捕食によって藻類の生育場所を減少させる。

問題は次のページに続く。

第4問 真核生物の遺伝子発現に関する次の文章を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

真核生物の遺伝子発現調節のしくみは、原核生物よりも複雑で多様である。

真核生物のRNAポリメラーゼは、多くの基本転写因子とともに転写複合体をつかって  領域のDNAに結合し転写を開始する。合成されたmRNA前駆体は  の過程を経てmRNAとなる。このmRNAの塩基配列にしたがって翻訳が行われる。翻訳の過程では、mRNAの3個の塩基配列であるコドンが1個のアミノ酸を指定する。次の表1は、コドンとアミノ酸の対応関係を示した遺伝暗号表である。

表1 遺伝暗号表

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

問1 空欄  に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① プライマー                      ② リプレッサー  
③ オペレーター                    ④ プロモーター

問2 空欄  に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① スプライシング                  ② イントロン  
③ エキソン                          ④ フレームシフト

問3 翻訳に関する次の反応ウ～オが起こる順序として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 18

ウ mRNA とリボソームが結合する。

エ アミノ酸どうしが結合する。

オ tRNA と mRNA が結合する。

- ① ウ→エ→オ      ② ウ→オ→エ      ③ エ→ウ→オ  
④ エ→オ→ウ      ⑤ オ→ウ→エ      ⑥ オ→エ→ウ

問4 次のペプチドのアミノ酸配列を指定する mRNA の塩基配列には何通りの組合せがあるか。表1を用いてその数値として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 19 通り

ペプチドのアミノ酸配列：メチオニン－グリシン－ロイシン

- ① 12      ② 16      ③ 24      ④ 36      ⑤ 48

問5 タンパク質とその構造に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① タンパク質は，ペプチド結合によりアミノ酸のつながり方に枝分かれ結合を含むことがある。
- ② タンパク質の一次構造とは，アミノ酸配列の順序を指す。
- ③ タンパク質に強い酸やアルカリを作用させても立体構造は変化しない。
- ④ 複数のポリペプチドが組み合わさってできる立体構造を，タンパク質の三次構造という。
- ⑤ タンパク質は翻訳されたあとすぐに折り畳まれ，修飾されたり部分分解を受けたりすることなくはたらく。

第5問 生殖と発生に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 配偶子のもとになる細胞は始原生殖細胞と呼ばれ、発生の比較的早い時期に分化する。始原生殖細胞は、将来生殖器官となる部位に移動したのちに、体細胞分裂を経て、卵巣では卵原細胞に、精巣では精原細胞に分化する。

卵原細胞は体細胞分裂を繰り返して増殖したのち、一部が卵黄を貯えて一次卵母細胞に成長し、二次卵母細胞となる。多くの脊椎動物では、その後受精すると分裂がすすみ、卵が形成され、卵核と精核が合体して受精が完了する。

卵には、卵黄が含まれるほか、各種のタンパク質やRNAなどが貯えられている。

問1 下線部Aの物質は、受精後どのように役立つか。その説明として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 胚の発生のエネルギー源になる。
- ② 卵のゼリー層を溶解する。
- ③ 胚の前後（前後軸）を決めるもとになる。
- ④ 胚の細胞を作る原材料となる。

問2 卵の形成過程において、減数分裂第一分裂が起こる時期として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 始原生殖細胞が卵原細胞に変化する時期。
- ② 卵原細胞が一次卵母細胞に変化する時期。
- ③ 一次卵母細胞が卵黄を蓄積する時期。
- ④ 一次卵母細胞が二次卵母細胞に変化する時期。
- ⑤ 二次卵母細胞が卵に変化する時期。



問題は次のページに続く。

B 図 1a に示したように被子植物の花は 4 種類の器官が同心円状に配置される。このような花の形態分化は 3 つのクラスの遺伝子 ( $A, B, C$ ) によって制御されている。茎頂分裂組織を図 1b のように同心円状に領域 D~G とする。このとき野生型においてそれぞれの領域ではたらく遺伝子と形成される器官の組合せを表 1 に示した。また、これまでの研究から、 $A$  クラスと  $C$  クラスの遺伝子は互いに発現を抑制しあい同一の領域では発現しないことが分かっている。また、 $C$  クラスの遺伝子は茎頂分裂組織の成長を抑制し、めしべへの分化を促進する。ィ  $A, B, C$  が野生型と異なる領域で発現すると、その領域では野生型と異なる器官が分化する。

このような花の形態形成の仕組みを利用して花卉だけの花を品種改良によって作製した。ウ クラスの遺伝子が欠損した変異型の花を遺伝子操作して、エ クラスの遺伝子をすべての領域で発現するようにした。その結果、バラのように多数の花弁からなる花となった。

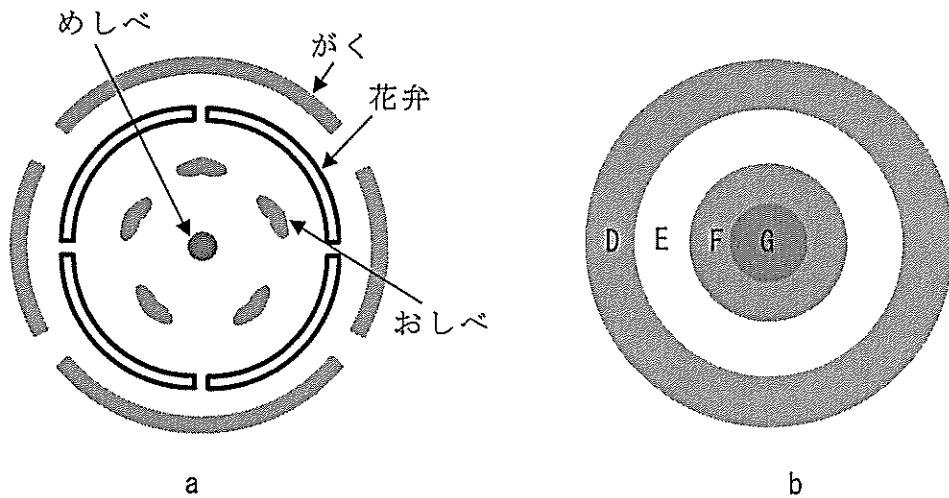


図 1 花の 4 つの器官の模式図

表 1 野生型の各領域ではたらく遺伝子と形成される器官

領域	D	E	F	G
遺伝子	$A$	$A$ と $B$	$B$ と $C$	$C$
器官	がく	花弁	おしべ	めしべ

問 3 下線部イのような変異は、動物においても共通の原理がはたらいしていることが知られている。ショウジョウバエで初めて発見され、すべての動物に存在するボディプランに関する遺伝子群で、前後軸に沿った形態形成において中心的な役割を果たすものは何と呼ばれるか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① ギャップ遺伝子群
- ② ホックス遺伝子群
- ③ ペアルール遺伝子群
- ④ ハウスキーピング遺伝子群
- ⑤ セグメント・ポラリティ遺伝子群

問 4 突然変異によって A クラスの遺伝子が発現しなくなると C クラスの遺伝子がすべての領域で発現するようになる。このときの各領域に形成される器官として適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じ番号を二度以上選んでもよい。

領域 D -  , 領域 E -  , 領域 F -  , 領域 G -

- ① がく
- ② 花卉
- ③ おしべ
- ④ めしべ

問 5 空欄  ・  に当てはまる遺伝子の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ウ	エ
①	A	B
②	A	C
③	B	A
④	B	C
⑤	C	A
⑥	C	B

第 6 問 生物の環境応答に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い (問 1~5) に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A ヒトの受容器と効果器の間は、神経系によって連絡されている。神経系には多くのニューロンが存在しており、電気信号や化学信号によって情報の伝達を行っている。脳と脊髄をまとめて中枢神経系といい、中枢神経系以外のニューロンはすべてまとめて末梢神経系という。脊髄は、受容器や効果器と脳との間の興奮の中継にはたらくとともに、脊髄反射の中枢としてもはたらいっている。

問 1 ヒトの受容器についての記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 内耳のコルチ器には、血液の振動として音を受容するための構造がある。
- ② 内耳の半規管には、からだの回転を受容するための構造がある。
- ③ 眼の網膜には、比較的波長の長い光を受容するための青錐体細胞や、比較的波長の短い光を受容するための赤錐体細胞がある。
- ④ 眼の遠近調節は、チン小帯に存在する横紋筋によって行われる。

問2 次の図1はヒトの膝蓋腱反射における反射弓を模式的に示したものである。  
 図1の矢印の部分に瞬間的な強い圧力を加えたところ、伸筋の収縮と屈筋の弛緩が観察された。この現象について調べるため、後の実験1~4を行った。

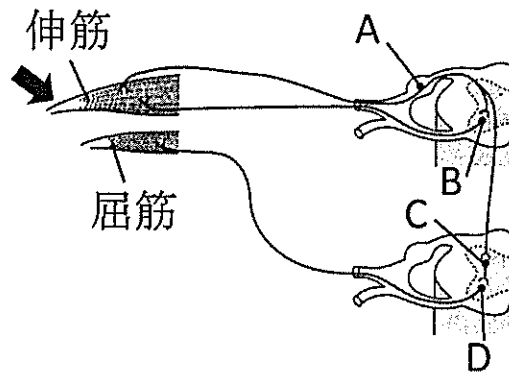


図1 膝蓋腱反射における反射弓 (模式図)

- 実験1 ニューロンBを刺激すると、伸筋の収縮が観察された。  
 実験2 ニューロンDを刺激すると、屈筋の収縮が観察された。  
 実験3 ニューロンAを刺激すると、ニューロンCで活動電位が生じた。  
 実験4 ニューロンCを刺激すると、ニューロンDでは活動電位が生じなかった。

ニューロンA~Dのうち、刺激を加えても、屈筋が収縮しないものの組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 30

- ① Cのみ
- ② AとB
- ③ BとC
- ④ CとD
- ⑤ A, B, C
- ⑥ A, B, D
- ⑦ A, C, D
- ⑧ B, C, D

B 植物の環境応答には、植物ホルモンと呼ばれる物質が重要な役割を果たしている。

光屈性は、オーキシンの作用によって起こる。オーキシンは頂芽優勢という現象にも関わっており、これはオーキシンによって側芽での  の合成が抑制されるために起こると考えられている。 はイネの馬鹿苗病の研究から発見された植物ホルモンで、伸長成長の促進や発芽の促進にはたらく。 は気体として放出される植物ホルモンで、伸長成長を抑制して肥大成長を促進する作用がある。

花芽形成を促進するフロリゲンは、近年になり物質としての存在が発見され、長日植物であるシロイヌナズナでは FT タンパク質と呼ばれる物質が、フロリゲンとしてはたらくことが証明された。

問 3 光屈性とオーキシンに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 光屈性による屈曲角（曲がる角度）は、オーキシンの濃度に比例する。
- ② 幼葉鞘の先端部を切り取り、切り口に寒天片をはさんでその上に切り取った幼葉鞘の先端をのせて一方向（横）から光を照射すると、幼葉鞘は光の方向とは逆方向へと屈曲する。
- ③ 幼葉鞘の先端を切り取り、切り取った先端を片側にずらしてのせ、暗所に放置すると、幼葉鞘は先端をのせた側へと屈曲する。
- ④ 切り取った幼葉鞘の先端を寒天片の上ののせてしばらく放置する。この寒天片を、先端部を切り取った幼葉鞘の片側にずらしてのせ、暗所放置すると、幼葉鞘は寒天片をのせた側と逆方向へ屈曲する。

問 4 空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **32**

	ア	イ	ウ
①	エチレン	サイトカイニン	ジベレリン
②	エチレン	ジベレリン	サイトカイニン
③	サイトカイニン	エチレン	ジベレリン
④	サイトカイニン	ジベレリン	エチレン
⑤	ジベレリン	エチレン	サイトカイニン
⑥	ジベレリン	サイトカイニン	エチレン

問 5 下線部エについて，シロイヌナズナでのフロリゲンのはたらきに関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **33**

- ① 日長が長くなると葉で合成され，茎頂分裂組織へ移行する。
- ② 日長が長くなると茎頂分裂組織で合成され，葉へ移行する。
- ③ 日長が短くなると葉で合成され，茎頂分裂組織へ移行する。
- ④ 日長が短くなると茎頂分裂組織で合成され，葉へ移行する。