

## 平成 17 年度入学者選抜学力検査問題

## 理 科

物 理	1 ページ～ 24 ページ
化 学	25 ページ～ 40 ページ
生 物	41 ページ～ 68 ページ
地 学	69 ページ～ 76 ページ

## 注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、まず最初に解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入しないでください。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認してください。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してください。
6. 退室の際には、解答用紙は記入の有無にかかわらず机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあつたら申し出てください。

# 生 物

注 意 1. 志望学部・学科別により、以下に示す番号の問題に解答すること。

志 望 す る 学 部 ・ 学 科	解 答 す る 問 題 番 号
教育学部 志望者のうち生物を選択する者	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">8</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">10</span> </div>
理学部 生物学科志望者	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">2</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">4</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">5</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%; margin-top: 5px;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">6</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">7</span> </div>
理学部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">2</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">9</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">11</span> </div>
医学部 志望者のうち生物を選択する者	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">7</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">10</span> </div>
看護学部 志望者のうち生物を選択する者	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">8</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">10</span> </div>
園芸学部 志望者のうち生物を選択する者	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">7</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">8</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">9</span> </div>

2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入せよ。

1 「インスリンの発見」について述べた次の文章を読んで、下の問1～5に答えなさい。

1889年、2人のドイツ人研究者、フォン・メーリングとミンコフスキーは実験動物のすい臓を除去すると直ちに血糖量があがり、重い糖尿病になることを偶然発見した。

それまで、すい臓の主なはたらきは [ 1 ] に分泌されるすい液によって食物の [ 2 ] を助けている外分泌作用であると考えられていたが、このことから、すい臓より分泌される [ 3 ] 物質によって血糖量が調節されている事が明らかになった。

1921年、カナダのトロント大学外科医バンディングは、マクラウド教授の指導のもとで、すい臓から抽出した物質がすい臓を除去したイヌの上昇した血糖量を下げる事を見出して、インスリンと名づけた。1922年トロント総合病院でこのインスリンの糖尿病患者への投与が始まり、多くの患者の命が救われた。1923年、マクラウド教授とバンディング医師はノーベル生理学医学賞を受賞した。

動物は糖質をおおく食べると血糖量が一時的にふえ、この血液がすい臓を流れるとすい臓にある [ 4 ] の [ 5 ] 細胞からインスリンが分泌され、また視床下部を流れると血糖調節中枢が興奮して [ 6 ] 神経を通じてインスリン分泌を促す。

一方、 [ 7 ] 神経の興奮によって副じんから分泌される [ 8 ] やすい臓から分泌される [ 9 ] が血糖量の増加に働きインスリンの作用に対抗する方向に働いて、血糖を上昇させる。

問 1 [ 1 ] ～ [ 9 ] にあてはまる最も適切な用語を入れなさい。

問 2 糖尿病で認められる尿にグルコースが出てくる糖尿現象について70字以内で説明しなさい。

問 3 インスリンによる血糖が下がる仕組みを 60 字以内で述べなさい。

問 4 血液によって運ばれたインスリンが特定の細胞(標的細胞)にだけ作用するしくみを 60 字以内で説明しなさい。

問 5 フィードバック作用について、血糖量の調節を例にして 100 字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読み、下の問1～8に答えなさい。

ブドウの絞り汁を樽に入れておくと自然にブドウ酒になる。この現象を 1 という。これはブドウの皮に付着していた酵母細胞が絞り汁の中のブドウ糖(グルコース)を分解して物質Aに変えることによる。この 1 <sup>(1)</sup> は酵母細胞が外界の物質を取り込み、その化学反応のエネルギーを利用して運動のためのエネルギー源となる物質Bを作る生命活動である。物質Bは身体を構成する物質をその構造単位となる物質から合成する際にも必要となるので、生命活動に必須な物質と言える。このような物質を作るために外から有機物を取り込まないといけない酵母細胞のような生物を 2 生物と呼ぶ。

物質Bは生命活動に必須な物質だが必要以上に作る無駄は避けたい。そこで細胞内には物質Bの産生を調節する仕組みが存在する。そのひとつが、細胞質でブドウ糖を分解して物質Bを作る代謝経路の酵素のうちのあるものと物質Bとの相互作用である。物質Bはこの酵素と相互作用してその活性を変えるので、新たに作られる物質Bの量が変化する <sup>(2)</sup>。一方、物質Bは細胞内で起こる化学変化や細胞の運動のために物質Cとリン酸に加水分解されてエネルギーを放出する。この反応で生じた物質Cも上で述べた酵素と相互作用しその活性を変える <sup>(3)</sup>ことが知られている。

酸素を十分に利用できる時、酵母細胞はブドウ糖代謝経路の中間生成物 <sup>(4)</sup>をミトコンドリアに送り込み、完全に酸化する事により大量の物質Bを作る。このミトコンドリアで作られた物質Bも、細胞質に放出されて様々な化学反応や運動に利用されると同時に、上で述べた酵素と相互作用してその活性を変化させる。

問1 上の文章中の 1 と 2 に最も適切な語句を入れなさい。

問2 下線部(1)の変化を化学反応式で表しなさい。

問3 物質Aの名前を書きなさい。

問 4 物質 B の名前を書きなさい。

問 5 下線部(2)の変化が物質 B の無駄な産生をさけるものとなるためには、物質 B はこの酵素の活性をどう変えるべきか。その理由とあわせて 60 字以内で述べなさい。

問 6 下線部(3)について、物質 C はこの酵素の活性をどう変えるべきか。理由とあわせて 60 字以内で述べなさい。

問 7 下線部(4)の中間生成物の名前を書きなさい。

問 8 ブドウの絞り汁がブドウ酒になるとき気泡を生じ、表面に外気を遮断する泡の層が形成される。この泡の層をひんぱんに取り除き、棒などで絞り汁を攪拌かくはんしつづけたとき、ブドウ糖の分解と物質 A の生成は何もしなかったときと比べどうなるか。その理由とあわせて 100 字以内で述べなさい。

3 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

マウスを用いて実験1をおこなったところ、体色が縞模様<sup>しま</sup>の個体が出現した。この現象に興味を持ったため、組織の移植実験によりその仕組みを調べようとしたが、子宮内で発生するマウス胚では実験が困難だった。そこで、代わりにニワトリ胚を用いて実験2の移植実験をおこない、その結果から仮説を立てた。

[実験1] 毛色が黒の系統のマウスと白の系統のマウスを用い、図1のようにそれぞれから発生途中の割球を取り出し、混合し、胚盤胞(子宮に着床可能な発生段階)まで発生を進めた。複数の胚盤胞を養母の子宮に移植し、産まれてきた子マウスの毛色を調べたところ、黒と白の横縞模様の個体が多かった。なお、図1中の割球には両者を区別するため便宜上色がつけてあるが、実際の割球は両者とも無色である。

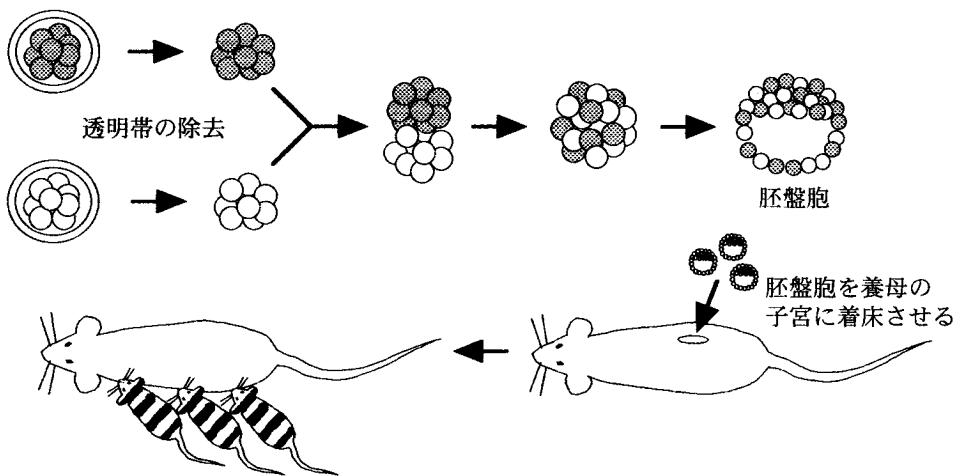


図1 実験1の手順

[実験2] 羽毛の色が茶のニワトリと白のニワトリを用い、神経管が背側で閉じる発生段階の胚をそれぞれ準備した。白色胚を宿主とし、図2の斜線部で示した神経管領域を前後軸に沿って一部取り除き、そこに茶色胚の相当する組織を移植した。産まれてきたニワトリの羽毛の色を調べると、茶色の領域は移植部位から左右に帯状に広がっていた。

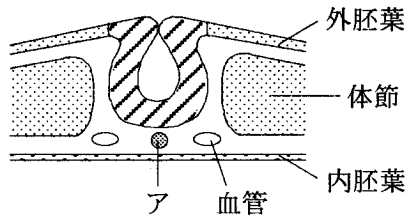


図2 ニワトリ胚正中線付近の横断面模式図

[仮説] 神経管領域の細胞から誘導物質が分泌され、誘導物質は側方へと拡散し、未分化な色素細胞に作用し分化を促した。白色ニワトリが白色である原因は、色素細胞自身の色素合成能力に欠陥があったためでなく、神経管領域の細胞が誘導物質を合成・分泌できなかったためである。

- 問1 (1) 図2の神経管の真下にある器官アの名称を答えなさい。  
 (2) この器官は両生類胚ではどのように形成されるか説明しなさい。  
 (3) この器官は両生類胚の発生過程でどのような役割があるか説明しなさい。

問2 仮説のように、神経管には誘導作用があることが知られている。分化した神経管の誘導作用により表皮から形成される構造物の名称を1つ答えなさい。

問3 仮説のように2つの組織の間に拡散性の誘導物質が関与するかどうかを調べるために、細胞が通過できない孔を持つろ紙を、2つの組織の間に挿入する実験がよくおこなわれる。マウス胚やニワトリ胚の細胞が通過できない孔の最大直径は(ア)~(カ)の値のどれが最も適切か、記号で答えなさい。

- (ア)  $1000\ \mu\text{m} = 1\ \text{mm}$       (イ)  $100\ \mu\text{m}$       (ウ)  $10\ \mu\text{m}$   
 (エ)  $1\ \mu\text{m}$       (オ)  $0.1\ \mu\text{m}$       (カ)  $0.01\ \mu\text{m}$

問 4 鳥類のウズラ胚の細胞とニワトリ胚の細胞を比較観察したところ、どの細胞も核の染色像が両者で異なっており、ウズラの細胞かニワトリの細胞かを区別できることが判明した。そこで、白色ニワトリ胚を宿主、ウズラ胚の組織を移植片として用い、実験 2 と同様な実験をおこなった。その結果、実験 2 と同様なパターンで色素を持った領域が広がり、その色素細胞は全てウズラ由来であることが判明した。

- (1) この実験結果は仮説と矛盾するか。「矛盾する」、「矛盾しない」で答えなさい。
- (2) 「矛盾する」とした場合にはこの実験結果と矛盾しない新たな仮説を、「矛盾しない」とした場合にはその理由を、どちらも 150 字以内で述べなさい。なお、ニワトリとウズラの間で色素細胞の発生の仕組みには差がないことが判明している。

問 5 実験 1 で得られた横縞模様のオスマウスと横縞模様のメスマウスを交配し、産まれてきた複数の子マウスの体色を調べたところ、全ての個体が白色であった。黒色が優性形質である時、その原因として考えられることを 50 字以内で述べなさい。

4 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

ミトコンドリアは真核生物の細胞に共通な細胞小器官で、細胞の機能にとって必須の役割を果たすとともに、細胞核とは独立に遺伝情報を担うDNAを持つことが知られている。<sup>(1)</sup>しかし、ミトコンドリアのDNA 1分子に存在する遺伝子の数は、ヒトでは37個でありミトコンドリア内部で転写されるが、そのうちタンパク質の<sup>(2)</sup>アミノ酸配列を指定しているものは13個のみであり、これらのタンパク質はミトコンドリア内で翻訳される。ミトコンドリア内に存在して機能しているタンパク質には非常に多くの種類があるが、上記したもの以外はすべて細胞核のDNAがタンパク質の<sup>(3)</sup>アミノ酸配列を指定しているタンパク質である。また、ミトコンドリアは生殖細胞を介して子孫に受け継がれるが、<sup>(4)</sup>例えば、心臓の筋肉細胞のミトコンドリアの内膜は他の組織の細胞のものよりもよく発達しているなど、さまざまな組織でその形態が著しく変化していることが知られている。ところで、カエルの体細胞の核に存在するDNAの総量は約 $10^{10}$ 塩基対であるが、ミトコンドリアのDNA 1分子は約20,000塩基対と小さい。また、体細胞1個あたりにはおよそ1000個のミトコンドリアが存在し、さらにミトコンドリア1個あたりおよそ10分子のDNAが存在している。一方、受精卵の核とミトコンドリアに存在するDNAの総量を比較したところ、<sup>(5)</sup>重量比で1:200とミトコンドリアのDNAの方がずっと多いことがわかった。しかし、ミトコンドリア1個あたりに含まれるDNA分子の数は卵でも体細胞でも平均10個であった。

問1 下線部(1)と同様の特徴をもつ細胞小器官に葉緑体がある。両者の構造上の共通点は他にどのようなことがあるか、25字以内で述べなさい。

問2 下線部(2)の残りの24個は何の遺伝子と考えられるか、2つ書きなさい。

問3 下線部(3)に非常に多くの種類のタンパク質とあるが、ミトコンドリアのどのような機能に関わるタンパク質が存在すると考えられるか、呼吸に関与するもの以外の機能を2つ書きなさい。

問 4 下線部(4)で、ミトコンドリアの形態は生殖細胞ではほぼ均一であるのに、組織によってさまざまに形態が変化し得るのはなぜか。細胞の分化や機能などを考慮して、120字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(5)をもとに、受精卵中のミトコンドリアの個数を求めなさい。また、受精卵でミトコンドリアがそのような数になる理由を考え、40字以内で述べなさい。

5 次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

一定の地域に生息する同一種の生物の個体の集まりを個体群とよぶ。個体群を構成する個体の数の変化(個体群成長)について考えてみよう。なお、以下の説明および設問はメス個体のみを対象とする。

ある年  $t$  における個体数を  $N_t$ 、 $t$  から翌年  $t+1$  の期間に新たに生まれた個体数を  $B$ 、この期間に死んだ個体数を  $D$ 、この期間に他の場所から移入した個体数を  $I$ 、この期間に他の場所に移出した個体数を  $E$  とすると、 $t+1$  における個体数  $N_{t+1}$  は次の式で表される。

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E$$

問1 寿命が1年以下である昆虫2種の個体群について、個体数  $N_t$  と1個体が産む子供(卵)の個体数  $B/N_t$  の関係を調べたところ、図1のような結果を得た。

- (1) 上記2種のうち、個体数がやがてある一定の値に収束するのはどちらの種か記入しなさい。
- (2) その収束値を何とよぶか答えなさい。
- (3) そのときの個体数を答えなさい。

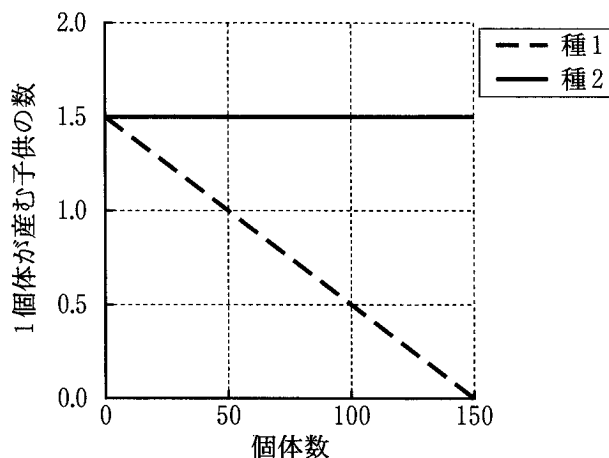


図1

問 2 問 1 の昆虫 2 種について、今年の個体数が 10 個体だった場合の 2 年後の個体数を求めなさい。なお、この個体群では移入と移出はなく、また、産まれた子供は、翌年成虫となって産卵するまで死亡しないと仮定する。小数点以下の値は四捨五入して整数で解答すること。

問 3 寿命が非常に長いほ乳類 1 種の個体群について、1 個体が 1 年間に産む子供の個体数(産子数) $B/N_t$ と、1 個体が 1 年間あたりに死亡する確率(死亡率) $D/N_t$ について、個体数  $N_t$  との関係調べたところ図 2 のような結果を得た。今年の個体数が、(1) 20 個体未満の場合、(2) 20 個体より多く、100 個体より少ない場合、(3) 100 個体より多い場合について、今後個体数はどのように変化すると予測されるか説明しなさい。なお、この個体群では移入と移出はなく、また、産まれた子供は翌年から繁殖を開始すると仮定する。

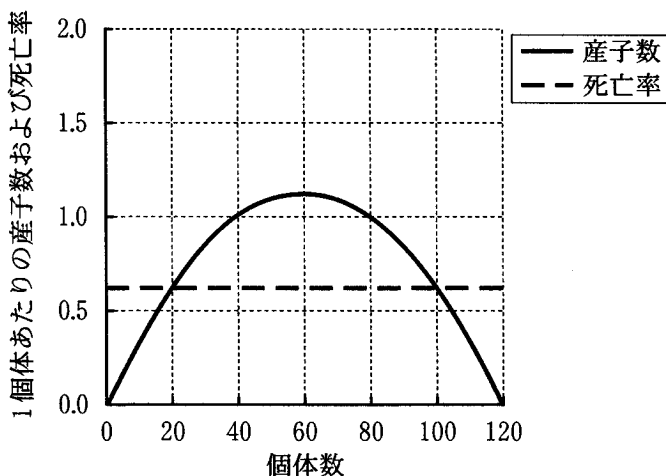


図 2

問 4 3つの島に生息する1種の鳥の個体群について、それぞれの島から移出する個体数  $E$  と島に移入する個体数  $I$  を調べたところ、表1のような結果を得た。この表の値は毎年一定であり、また、各島の移出・移入直後の個体数は200個体で、長年にわたり安定している。この地域で開発計画が持ち上がり、3つの島の鳥の生息地の1つが破壊されることになった。

- (1) この鳥の個体数を維持するためにもっとも保全すべき島を答えなさい。
- (2) その理由を200字以内で説明しなさい。

表 1

	移出個体数	移入個体数
島 1	20	40
島 2	100	0
島 3	0	80

6 次の文章を読んで下の問1～4に答えなさい。

あるマツ科の植物(裸子植物の一種)は、高山帯に分布する「ほふく型」と、低山の岩場に分布する「高木型」がある。ほふく型と高木型のたくさんの個体について核遺伝子座A、ミトコンドリア遺伝子座B、および葉緑体遺伝子座Dを調べたところ、それぞれの型に特徴的な対立遺伝子に固定されていた。それぞれの遺伝子座についてほふく型に見られる対立遺伝子を大文字で、高木型に見られる対立遺伝子を小文字で表すことにした(表1)。三遺伝子座合わせた遺伝子型は、ほふく型がAABD、高木型がaabdとなる。なお、ミトコンドリア遺伝子と葉緑体遺伝子は細胞質遺伝子と呼ばれ、核遺伝子とは独立に遺伝する。

表1. 各型における各遺伝子座の遺伝子型

	遺伝子座 A	遺伝子座 B	遺伝子座 D	三遺伝子座
ほふく型	AA	B	D	AABD
高木型	aa	b	d	aabd

ところでこのマツ科の植物には、ほふく型の分布と高木型の分布が接する標高に、中間的形態の「中間型」があることが明らかにされている。中間型はいずれも若い個体で、十分に成熟していないため、雄の生殖器官はつけるが雌の生殖器官はつけない。中間型の成因を明らかにするために以下の実験を行った。実験の結果は表2にまとめた。

実験1：中間型の遺伝子座A、B、Dを調べたところ、すべての個体で遺伝子型はAaBdであった。

実験2：ほふく型の雌の生殖器官に高木型の花粉を交配し、その結果できたF<sub>1</sub>の遺伝子座A、B、Dを調べたところ、遺伝子型はAaBdであった。

実験3：高木型の雌の生殖器官にほふく型の花粉を交配し、その結果できたF<sub>1</sub>の遺伝子座A、B、Dを調べたところ、遺伝子型はAabDであった。

実験4：ほふく型の雌の生殖器官に中間型の花粉を交配し、その結果できたF<sub>1</sub>を育てたところ、ほふく型と中間型の二つの形態に分かれた。

実験5：高木型の雌の生殖器官に中間型の花粉を交配し、その結果できたF<sub>1</sub>を育てたところ、高木型と中間型の二つの形態に分かれた。

表2. 各実験で観察された遺伝子型と形態の表現形。表中の(—)は未調査

	遺伝子座A	遺伝子座B	遺伝子座D	三遺伝子座	形態
実験1	Aa	B	d	AaBd	中間型
実験2	Aa	B	d	AaBd	中間型
実験3	Aa	b	D	AabD	中間型
実験4	—	—	—	—	ほふく型と中間型
実験5	—	—	—	—	高木型と中間型

問1 実験1の結果から、中間型が発現する原因として、下の二つの仮説を立てた。しかしこの仮説のうちの一つは実験2から5のいずれかによって否定される。否定される仮説とその根拠となる実験を数字で答え、そう判断される理由を100字以内で答えなさい。ただし、根拠となる実験が複数ある場合はすべてあげること。

仮説1：核遺伝子がヘテロになることで中間的形態になる。

仮説2：ほふく型と高木型の両方の細胞に由来する細胞質遺伝子を持つことで中間的形態になる。

問2 実験2と実験3の結果から、核遺伝子、ミトコンドリア遺伝子、および葉緑体遺伝子の遺伝様式は同じでないことがわかる。それぞれがどのような遺伝様式であるか、あわせて80字以内で説明しなさい。

問 3 実験 1 から実験 5 の結果から、中間型の成因についてわかったことを 60 字以内で答えなさい。

問 4 実験 3 の  $F_1$  の雌の生殖器官に、実験 2 の  $F_1$  の花粉を交配してできる種子の胚乳の三遺伝子座の遺伝子型をすべて示しなさい。

7 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

バクテリオファージは、大腸菌などの細菌に寄生し、その内部で増殖するウイルスである。大腸菌の表面に付着したファージのDNAが大腸菌内に注入されると、大腸菌がもつ酵素系を利用してファージのDNAおよびタンパク質が合成され、やがて多数の子ファージが菌体を破って外に出てくる。ある種の大腸菌Ⅰは、ある種のファージAから身を守るため、特定の制限酵素を持っている。制限酵素はDNAの特定の領域を切断する働きを持つことから、特定の遺伝子を取りだし別の遺伝子と組み合わせて新しい遺伝子の構造をつくりだすことにも利用されている。大腸菌Ⅰにおいては、自分自身の染色体DNAが自分自身がつくりだす制限酵素によって切断されるのをさけるため、DNAの特定の領域をメチル化酵素の働きにより保護する仕組みが備わっている。また別の種の大腸菌Ⅱは、別の種のファージBから身を守るため、大腸菌Ⅰとは異なる制限酵素およびメチル化酵素を持っている。これら的大腸菌が外敵であるファージから身を守る仕組みを調べるため、以下の実験を行った。

[実験1] 大腸菌ⅠとファージAを含む液を混ぜ合わせ、2～3分後に激しく<sup>かく</sup>攪拌してファージAを大腸菌の表面から外した。この液を遠心分離して大腸菌を沈殿させたところ、ファージA由来のDNAは沈殿物中に検出されたが、DNAの大きさは本来のファージAのDNAとは異なっていた。沈殿させた大腸菌Ⅰを培養しつづけたが、子ファージは現れなかった。

[実験2] 大腸菌Ⅰを破碎して得た抽出液をファージAから直接とりだしたDNAに加え、十分に反応させたところ、実験1と同じ大きさのDNAが検出された。

[実験3] 大腸菌Ⅰが死なない程度に短時間、紫外線を照射することにより、大腸菌Ⅰが持つ制限酵素の遺伝子に突然変異を起こさせ、機能する制限酵素をつくれなようにした。その直後にファージAを含む液と混ぜ合わせて培養したが、子ファージは現れなかった。

[実験 4] 大腸菌 I とファージ B を含む液を混ぜ合わせて培養したところ、多数の子ファージが現れ、大腸菌 I はすべて死滅した。また、大腸菌 II とファージ A を含む液を混ぜ合わせて培養したところ、多数の子ファージが現れ、大腸菌 II はすべて死滅した。

[実験 5] 大腸菌 I に大腸菌 II の破碎液を混ぜ合わせてしばらく培養した後、ファージ B を含む液と混ぜ合わせて培養すると、子ファージが現れたが、少数の大腸菌は生存していた。また、大腸菌 II の破碎液に含まれるプラスミドを大腸菌 I 内に入れてしばらく培養した後、ファージ B を含む液と混ぜ合わせて培養すると、すべての大腸菌が生存し続けた。

[実験 6] 大腸菌 II に大腸菌 I の破碎液を混ぜ合わせてしばらく培養した後、ファージ A を含む液と混ぜ合わせて培養すると、子ファージが現れ、大腸菌はすべて死滅した。また、大腸菌 I の破碎液に含まれるプラスミドを大腸菌 II 内に入れてしばらく培養した後、ファージ A を含む液と混ぜ合わせて培養しても同様の結果となった。

問 1 下線部(1)のことを何と呼ぶか、最も適切な用語を答えなさい。

問 2 実験 1, 2 では、ファージ A の DNA の大きさはどの様になったと考えられるか、本来のファージ A の DNA の状態に留意し、80 字以内で述べなさい。

問 3 実験 3 で子ファージが現れなかった理由を、80 字以内で述べなさい。

問 4 実験 5 では、生存しつづける大腸菌に何が起こったと考えられるか、最も適切な用語を答えなさい。

問 5 実験 5, 6 から、大腸菌 I および大腸菌 II が持つ制限酵素の遺伝子はどのような DNA 上に存在していると考えられるか、問題および実験の文中に含まれる語句を用いて、それぞれ答えなさい。

8 森林生態系での物質循環に関する以下の文を読み、問1～4に答えなさい。

図1は森林生態系での炭素と窒素の循環を簡略化して示している。

炭素の循環についてみると、植物は [ a ] によって大気中の二酸化炭素を有機物に変え、生態系内に取り込む。有機物の一部は、植物の [ b ] により二酸化炭素として大気に放出され、あるいは動物に摂食されて動物の体の一部となったり、動物の [ b ] によって二酸化炭素として大気に放出される。動植物の体をつくる有機物は、最終的に分解者と呼ばれる微生物の [ b ] で、二酸化炭素として大気に放出される。

(1) [ a ] と各種生物の [ b ] の結果、差分の有機物が生態系内に蓄積される。

窒素は鉱物には含まれず、大気由来の元素である。大気中の窒素ガスはある種<sup>(2)</sup>の微生物による [ c ] 作用によって生態系に取り込まれ、形態を [ d ] に変えられる。この [ d ] は直接、あるいは形態を変化させた後、植物の [ e ] <sup>(3)</sup>作用によって、植物体を形成する。植物体中の窒素の一部は植物の枯死により土壤に供給され、また、動物に摂食されて動物体の一部となった後、排泄物や遺体等として土壤に供給される。土壤に供給された窒素は分解者と呼ばれる微生物のはたらきによって [ d ] に分解され、再び植物に利用されたり、微生物による [ f ] 作用によって大気中に放出される。

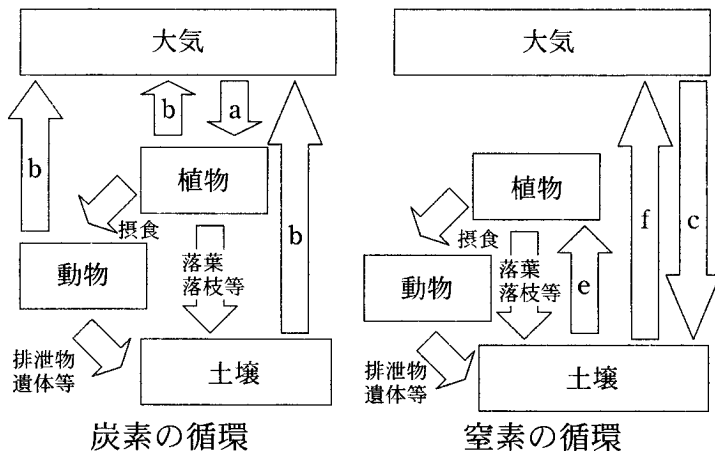


図1 森林生態系における炭素と窒素の循環

問 1 図 1 および文中の  ～  に適切な語句を入れなさい。

問 2 文中の下線部(1)について、ともに平衡状態にある日本の冷温帯落葉広葉樹林とマレーシアの熱帯多雨林で炭素(有機物)の蓄積量を調査したところ、以下の表のような結果を得た。

- a) 植物体の炭素蓄積量に違いを生じた理由を 60 字以内で述べなさい。
- b) 土壌の炭素蓄積量に違いを生じた理由を 70 字以内で述べなさい。
- c) 土壌の炭素蓄積量を照葉樹林で調査すると、冷温帯落葉広葉樹林や熱帯多雨林と比べてどのような結果になると予想されるかを述べなさい。また、そのもっとも大きな理由を 80 字以内で述べなさい。

表 1

	冷温帯落葉広葉樹林	熱帯多雨林
全炭素蓄積量 (t/ha)	377	365
植物体の炭素蓄積量 (t/ha)	229	297
土壌の炭素蓄積量 (t/ha)	148	68

問 3 文中の下線部(2)について、この微生物の代表的なものを三つあげなさい。

問 4 文中の下線部(3)について、 の形態が変化して生じる物質を二つあげなさい。

9 次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

初夏の暑い日にキクイモ(ヒマワリに近い多年生植物で地下に塊茎とよばれるいもを形成する)が、水不足のために葉や茎がしおれて、どの葉も垂れ下がり、茎は曲がって先端は下を向いていた。しかし、よく見ると茎の全体がしおれているのではなく、上部だけが垂れていて、下部はまっすぐのままであった。夕方になって夕立があり、その後はしおれていた葉の葉身はほぼ水平に葉柄で支えられて元の姿勢になり、茎の上部もまっすぐにもどった。このような反応の違いが、茎の内部構造とどのような関係があるかを調べるために、まっすぐの時の状態の茎の上部と下部の横断切片をつくり、染色した後にプレパラートを作成した。図1の左側と右側の写真はそれぞれ茎の上部と下部の横断切片の一部を示したもので、外側を上に向けて並べてある。図中の格子は特定の場所を示すための座標として写真上に置いたもので、例えばエリア(B3)はBの行と3の列が交差する部分の4角形の範囲を指す。

問1 植物体はいくつかの組織で構成され、さらにそれらの組織は3つの組織系に区分される。図1の右側の写真で、茎の表面から中心に向かう間に現れる順序(ア⇒イ⇒ウ)に3つの組織系の名称を答えなさい。

問2 図1のエリアのうち、次の(a)～(f)の各エリアの中に含まれる組織のうち主要な範囲を占める組織の名称を下の語群の中から選んで記号で答えなさい。ただし、そのうちエリア(c)と(e)の細胞の細胞壁は他のエリアの場合とは異なる染色性を示した。

- |       |           |           |           |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| <エリア> | (a) (A 5) | (b) (B 3) | (c) (D 8) |
|       | (d) (F 8) | (e) (H 3) | (f) (J 2) |
| <語群>  | (ア) 柔組織   | (イ) 木部    | (ウ) 師部    |
|       | (エ) 表皮    | (オ) 厚角組織  | (カ) 厚壁組織  |

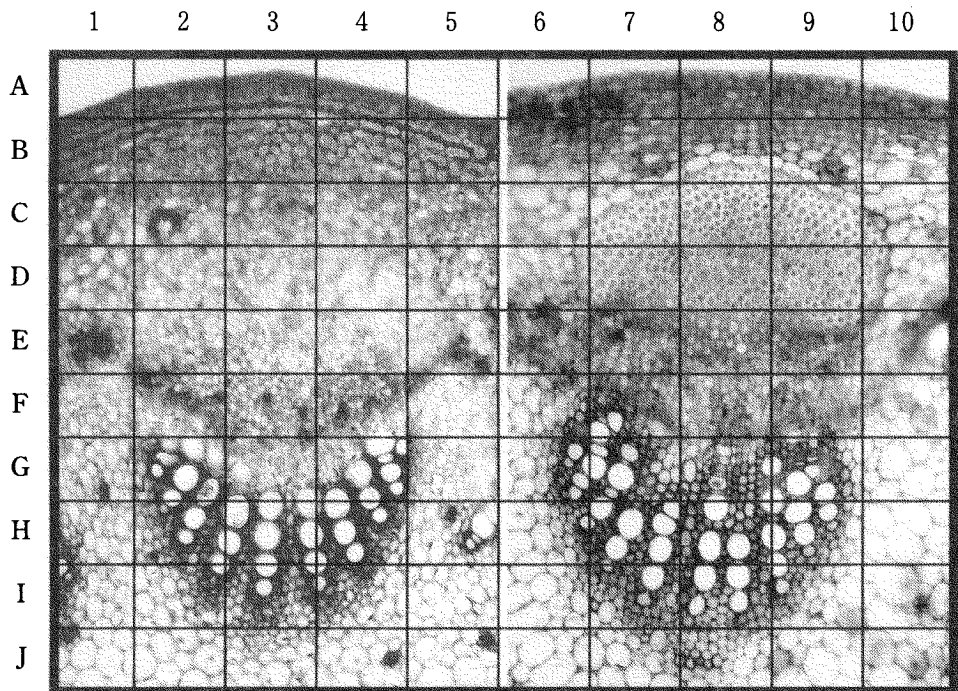


図 1

問 3 図 1 の左側の写真でみられる茎上部の構造から右側の茎下部の構造への変化の中で、組織の分化の面から最も特徴的な変化について 40 字以内で説明しなさい。

問 4 図 1 の右側の茎下部の部分よりもさらに下側の部分では、別の分裂組織の活動がみられる。これについて次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) その分裂組織の名称を答えなさい。

(2) その分裂組織が発生する場所に最も近いものを次の(a)から(d)のエリアの中から 1 つ選んで記号で答えなさい。

- <エリア> (a) (B 8 と C 8 の間)      (b) (E 8 と F 8 の間)  
(c) (F 8 と G 8 の間)      (d) (I 8 と J 8 の間)

問 5 組織によってはその細胞の細胞壁に特別な化学成分が加わって特殊な性質の細胞壁となる。これについて次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 図1の表面の組織の細胞壁に特別に加わる成分は何か答えなさい。

(2) 図1のエリア(D 8)の組織の細胞壁に特別に加わる成分は何か答えなさい。

問 6 水不足の時や夕立後の茎の変化は、茎の組織の構成の違いと関連しているように思われる。図1の茎の上部や下部で見られる支持組織を2つあげ、水が不足した場合と水が十分にある場合とで、それらの支持のはたらきにどのような差があると考えられるかを、120字以内で説明しなさい。

10 次の文章を読み、～にあてはまる最も適切な用語を書きなさい。

動物は、環境の変化を受けるとそれに対して特定の反応を示す。それらの反応をバランスよく調整しているのが神経系である。神経系は、神経の単位が集まって作られており、個体の刺激に対する反応を調節している。神経系は、とよばれる神経細胞からできている。は、核が存在するとそこから伸びる多数の突起からできている。長く伸びた突起をといい、細かく枝分かれした短い突起をという。は長いのでから栄養分をもらうことが難しく、多数のが取り巻いて養っている。ヒトの坐(座)骨神経では、1 mに達するものがある。

はそのはたらきから次の3種類に分けられる。は受容器からの刺激を中枢へ伝える。は脳・脊髄などの中枢にあり、間の連絡をする働きをおこなう。は多数のと1本の長いからなり、中枢からの興奮を作動体へ伝える。

も一つの細胞であり、細胞膜で包まれている。この膜の外側にはイオンが多く、内側にはイオンが多い。これは細胞膜にポンプとよばれるイオンののしくみがあって、を細胞外へくみだし、を細胞内へ取り込んでいるからである。その結果、静止状態のでは、細胞膜の外側はに、内側はに帯電していて、膜の内外で電位差が生じている。この膜内外の電位差をという。は刺激を受けると、その部位の細胞膜の透過性が変化し、が急激に膜内に流入する。このため、膜内外の電位が瞬間的に逆転し、内側がに、外側がになり、やがてもとの状態にもどる。この一連の電位の変化をといい、このような電位変化を発生することを興奮という。1本のに一定の強さの刺激を加えると興奮が起こるが、刺激が弱ければ興奮は起こらない。興奮が起こる最小の刺激の強さをという。以上の刺激では、刺激をいくら強くしても

ソ の大きさは変わらない。これを チ という。

興奮が起こると、興奮部とその隣接部分との間に電位差が生じ、微弱な電流(活動電流)が流れる。この電流が刺激となって左右の隣接部が興奮し、さらに次の隣接部へ興奮が伝わっていく。ア と ア の接続部を ツ といひ、これらは密着しているのではなく、 テ とよばれる間隔を隔てて接続しており、興奮の伝達は電氣的变化が直接伝わるものでない。興奮が ウ の末端まで伝導されると、末端部にある ト から ナ , ニ などの神経伝達物質が分泌される。一方、興奮が伝達される側の ア には、神経伝達物質を受け取るための構造(受容体)があり、この部分に神経伝達物質が作用すると新たに電氣的な興奮が起こり、興奮が伝達される。興奮が伝達されると、神経伝達物質は ヌ により分解されたり、神経末端に ネ されたりして、興奮はおさまる。このように、 ツ では神経伝達物質によって仲介されるので、興奮は ノ へしか伝達されないのである。地下鉄サリン事件で使用された神経毒サリンは、 ナ の分解をおこなう ヌ (コリンエステラーゼ)を阻害する作用を有している。

11 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

動物の体には傷や外敵からの攻撃から身を守る生体防御の仕組みがある。このうち、外傷などによる血液の流出を防ぐ働きが血液凝固である。採血した血液はしばらくすると [ 1 ] といわれる塊と軽度に黄色い [ 2 ] に分離する。血液凝固は血液中の液体成分である [ 3 ] に存在する凝固因子と呼ばれるタンパク質によって担われている。凝固因子には多くの種類があり、ある凝固因子が別の凝固因子を酵素的に活性化し、その凝固因子がさらに次の凝固因子を活性化するという連続した反応が進行する。この反応の最終産物は、 [ 4 ] であるが、これは [ 5 ] が [ 6 ] の作用を受けて生ずる。 [ 6 ] の生成には [ 3 ] の中に存在する [ 7 ] イオンを必要とする。生体では血管の中で血液が固まらないような仕組みがあり、これが障害されると重い病気をひきおこす。血液が固まるには血液中の凝固因子だけではなく、血液中の [ 8 ] も重要である。 [ 8 ] が減少すると皮膚に出血斑<sup>はん</sup>があらわれる。

微生物などによってひきおこされる感染症からの生体防御機構は免疫と呼ばれる。血液の中の細胞成分としては赤血球、白血球、そして止血に関連する [ 8 ] がある。白血球はさらに顆粒球、 [ 9 ]、リンパ球などの細胞にわけられる。顆粒球は細胞の中に顆粒を有し、顆粒の染色性によってさらにいくつかの細胞群にわけられるが、もっとも数の多い好中球は体内に侵入した細菌などを貪食<sup>どん</sup>して排除する役割を持っている。 [ 9 ] は細菌やウイルスを取り込んで消化するが、さらにその分解産物を細胞の表面に出してその情報をリンパ球の一つであるT細胞に伝える役割を有する。リンパ球にはT細胞の他にB細胞があり、B細胞はT細胞の助けをかりて [ 10 ] とよばれる抗体蛋白を産生する。

問1 上の文章中の [ 1 ] ～ [ 10 ] に当てはまる最も適切な語句を書きなさい。

問 2 インフルエンザワクチンは、翌年に流行するウイルスの種類を予測して毎年作成している。なぜこのようなことが必要であるのかを抗体の特徴をもとに 100 字以内で述べなさい。

問 3 病原体やその毒素に対する免疫能を与える目的でワクチンと血清療法が知られている。両者の違いについて 100 字以内で述べなさい。

問 4 免疫に関する以下の記述で誤っているのをひとつ選びなさい。

- 1) 骨髄で作られた未熟リンパ球は胸腺で成熟して T 細胞となる
- 2) B 細胞は脾臓やリンパ節で成熟する
- 3) 好中球などの先天的に備わっている免疫(自然免疫)に対して B 細胞や T 細胞は獲得免疫と呼ばれる
- 4) エイズウイルス(HIV)は B 細胞に感染して免疫系を破壊する
- 5) 花粉・食物・薬物などに対する抗体が過剰にできるとアレルギーになりやすい

問 5 免疫は移植の時の拒絶反応にもかかわっている。図 1 に皮膚移植実験例を示す。以下の問に答えなさい。

(1) 移植皮膚片の拒絶に要する日数の組み合わせで正しいのはどれか。ただし、B 系統と C 系統のマウスに対する A 系統のマウスの免疫応答性には差がないとする。

- |                  |                   |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|
| 1. X : 5, Y : 5  | 2. X : 5, Y : 10  | 3. X : 5, Y : 15  |
| 4. X : 10, Y : 5 | 5. X : 10, Y : 10 | 6. X : 10, Y : 15 |
| 7. X : 15, Y : 5 | 8. X : 15, Y : 10 | 9. X : 15, Y : 15 |

(2) 移植拒絶にかかわる免疫反応はなんとよばれているか。またその免疫反応に主にかかわるリンパ球はなにか。

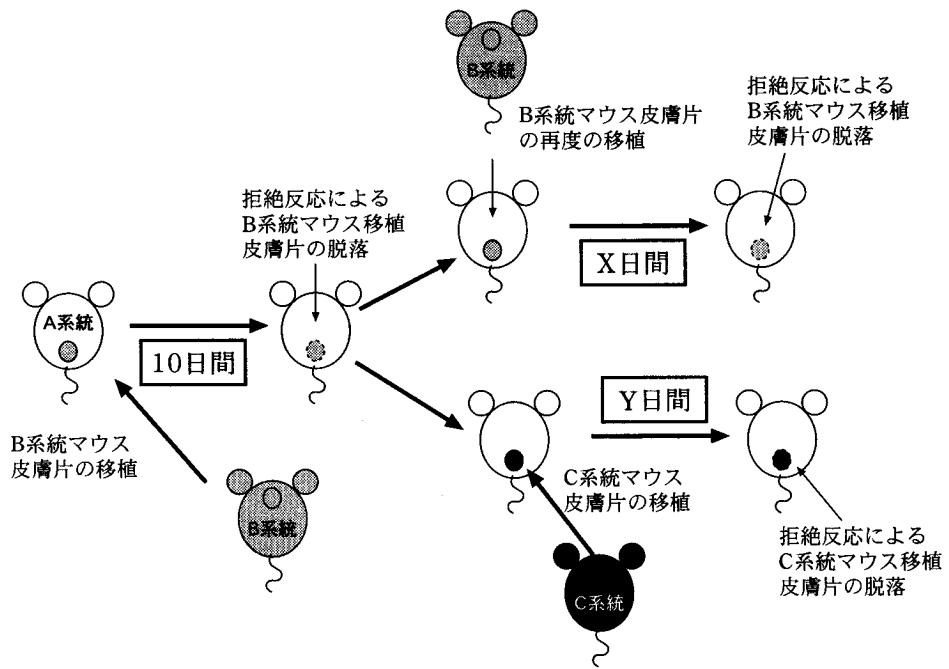


図 1