

平成 31 年度 入学試験問題

理 科

	ページ
物 理.....	1～15
化 学.....	16～29
生 物.....	30～57
地 学.....	58～65

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び解答用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後は、すべての解答用紙に受験番号（2か所）・氏名を記入すること。
3. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに記入すること。
4. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
5. 解答用紙は持ち出さないこと。

生 物

1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

ヒトの肝臓に入る血管には 1 と 2 があり、心臓から送り出された血液の約1/3が肝臓を通過する。1 は消化管に分布した毛細血管が合流したもので、消化管から吸収されて血中に入った栄養素を含むさまざまな物質の多くは、肝臓で処理されてから全身に送られる。ヒトの肝臓は、3 という1mmほどの六角柱状の基本単位からできており、3 は 4 の周りに約50万個の肝細胞が集まった構造をしている。

ヒトの肝臓は生体において、さまざまなはたらきをしている。まず、血しょう中に多く含まれるアルブミンなどを合成する。一方で、不要になったタンパク質やアミノ酸を分解する。例えば、血液中に存在する古くなった 5 は、アミノ酸まで分解されるとともに、この中のヘモグロビンに豊富に含まれていた鉄イオンは肝臓に蓄積される。

また、ヒトの肝臓では、タンパク質やアミノ酸などが分解される際に生じる毒^②性の強いアンモニアを毒性の弱い尿素に合成するはたらきがある。尿素は、水に溶けやすく、腎臓においては 6 されにくい濃縮率の高い物質^③である。一方で、アルコールや有害物質は肝臓で分解されたり、無害な物質に変えられたりする。これを解毒という。ヒトの血液に含まれるグルコースは血糖とよばれ、その含有量は空腹時で血液100mL当たりほぼ X mgである。自律神経^④とホルモンのはたらきを通じて、肝臓はグリコーゲンを貯蔵したり、グルコースを放出させたりすることで、血糖濃度の調節をおこなっている。7 病では、血糖濃度が正常に低下せず高い状態が持続し、動脈の硬化が引き起こされやすくなる。これによりさまざまな病気が引き起こされる。

ヒトの肝臓の機能は、AST(GOT)、ALT(GPT)、 γ -GTPなどの酵素の血液中濃度^⑤を調べることで評価でき、これら酵素の血液中濃度を利用した肝臓の病気に関する診断が広くおこなわれている。

問 1 文章中の ～ にあてはまる語句を記せ。

問 2 下線部①について、ヒトの肝細胞の長さ(μm)で最も適当なものを以下の(ア)～(カ)の中から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) 1 (イ) 5 (ウ) 15 (エ) 25 (オ) 40 (カ) 60

問 3 下線部②について、尿素は、アンモニアと、二酸化炭素と、あるアミノ酸とから合成されたアルギニンが分解されてできることが知られている。このアミノ酸として適当なものを以下の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) グリシン (イ) アスパラギン酸 (ウ) システイン
(エ) ヒスチジン (オ) グルタミン (カ) トレオニン

問 4 下線部③の濃縮率について、表1は2つの成分の濃縮率を示している。表1中の ～ について最も適当な語句や数値を記せ。

表1 種々の成分の濃縮率

成分	血しょう中濃度 (重量%)	尿中濃度 (重量%)	濃縮率
尿素	0.03	1.8	<input type="text" value="ア"/>
<input type="text" value="イ"/>	0.001	0.075	<input type="text" value="ウ"/>

問 5 文章中の について最も適当なものを以下の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) 0.001 (イ) 0.1 (ウ) 1
(エ) 10 (オ) 100 (カ) 1,000

問 6 下線部④の血糖濃度の調節について、図1は低血糖時における血糖量調節機構の概略を示している。図1中の (a) ~ (d) にあてはまるホルモンの適切な組み合わせを、以下の(ア)~(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

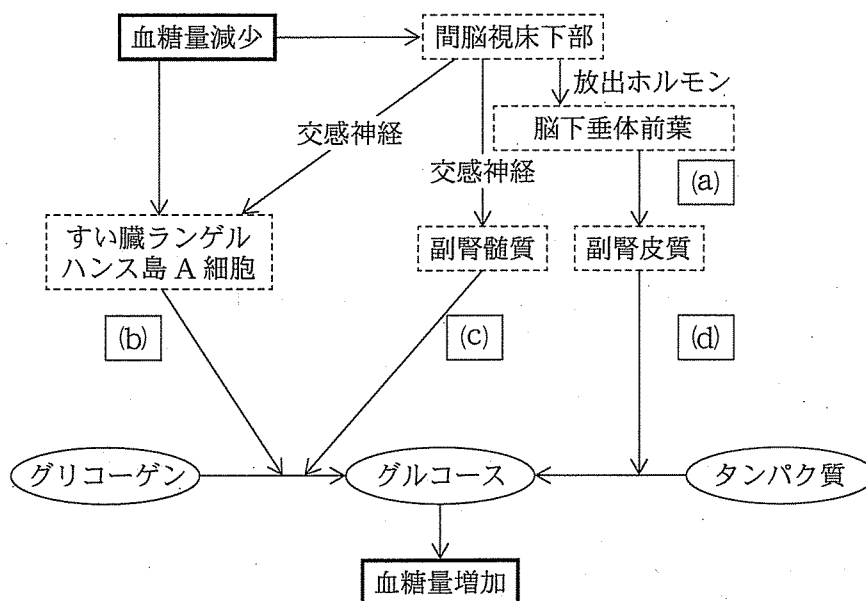


図1 低血糖時の血糖量調節機構の概略図

図1 記号	(a)	(b)	(c)	(d)
(ア)	副腎皮質刺激ホルモン	糖質コルチコイド	鉱質コルチコイド	グルカゴン
(イ)	成長ホルモン	糖質コルチコイド	アドレナリン	グルカゴン
(ウ)	成長ホルモン	糖質コルチコイド	鉱質コルチコイド	グルカゴン
(エ)	副腎皮質刺激ホルモン	グルカゴン	アドレナリン	糖質コルチコイド
(オ)	成長ホルモン	グルカゴン	アドレナリン	糖質コルチコイド
(カ)	副腎皮質刺激ホルモン	グルカゴン	鉱質コルチコイド	糖質コルチコイド

問 7 下線部⑤について、なぜ、AST(GOT)、ALT(GPT)、 γ -GTPなどの酵素の血液中濃度を測定することで、肝機能を評価できるか、その理由を50字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

タンパク質はさまざまな機能を担っている最も重要な生体有機分子の1つである。通常、タンパク質は細胞内にて遺伝情報にもとづいて合成され、細胞内の小器官や細胞外などに運ばれる。タンパク質のアミノ酸どうしは 1 によってつながっており、多数つながったものを 2 という。タンパク質が機能するためには、アミノ酸配列にもとづく 3 によって決まる独自の立体構造を持つことが重要である。タンパク質の立体構造は、正しい折りたたみによって形成される。一般的に、多くのタンパク質は熱や酸・アルカリによって処理されると立体構造が変化し、結果として、そのはたらきが失われてしまう。また、細胞内にて機能を果たしたタンパク質や正常に折りたたまれなかったタンパク質などは、不要なものとして細胞内で分解される。

問1 文章中の 1 ～ 3 にあてはまる語句について、正しい組み合わせを(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

	1	2	3
(ア)	ペプチド結合	マルチペプチド	二次構造
(イ)	ペプチド結合	ポリペプチド	一次構造
(ウ)	モノペプチド結合	マルチペプチド	一次構造
(エ)	ジペプチド結合	オリゴペプチド	一次構造
(オ)	共有結合	ポリペプチド	三次構造

問 2 下線部①について、細胞外へ分泌される動物細胞内のタンパク質の合成経路について、正しい順を(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。mRNA は伝令 RNA を、tRNA は転移 RNA を表す。

- (ア) DNA → mRNA → 小胞体 → リボソーム → ゴルジ体 → ミトコンドリア
- (イ) DNA → tRNA → ゴルジ体 → 小胞体 → ミトコンドリア → リボソーム
- (ウ) DNA → 小胞体 → ミトコンドリア → リボソーム → ゴルジ体 → リソソーム
- (エ) DNA → ミトコンドリア → 小胞体 → リソソーム → リボソーム → ゴルジ体
- (オ) DNA → mRNA → リボソーム → 小胞体 → ゴルジ体

問 3 成人のヒトが、体内で合成できるアミノ酸の正しい組み合わせを(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) グリシン, ロイシン, グルタミン酸, セリン, チロシン, システイン
- (イ) アルギニン, アラニン, イソロイシン, プロリン, トレオニン, チロシン
- (ウ) アラニン, アルギニン, フェニルアラニン, ヒスチジン, グルタミン, セリン
- (エ) プロリン, グルタミン酸, アルギニン, バリン, トレオニン, ヒスチジン
- (オ) グルタミン, アルギニン, セリン, プロリン, チロシン, システイン

問 4 下線部②について、正しい折りたたみを補助するタンパク質は何か、その名称を記せ。

問 5 下線部③について、以下の問に答えよ。

- (1) 下線部③の現象とは何か、その名称を記せ。
- (2) 下線部③の現象が生じる理由を(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。
 - (ア) タンパク質を構成するアミノ酸が他のアミノ酸に入れ替わるため
 - (イ) 疎水領域のアミノ基に電荷が蓄積するため
 - (ウ) 親水領域と疎水領域の極性が入れ替わるため
 - (エ) 水素結合などが切れるため
 - (オ) タンパク質の折りたたみが過剰に生じるため

問 6 下線部④について、以下の問に答えよ。

- (1) 細胞が自己の細胞質の一部を取り込む小胞を作り、これをリソソームから供給される酵素によって分解する現象とは何か、その名称を記せ。
- (2) (1)の現象によって、分解されたタンパク質はどうなるのか、35字以内で述べよ。

問 7 図 1 は、細胞外へ分泌されるタンパク質の 1 つであるインスリンのアミノ酸配列を示す。

インスリンにはアミノ酸 21 個の A 鎖とアミノ酸 30 個の B 鎖があり、機能するためにジスルフィド(S-S)結合が 3 カ所存在する。その組み合わせを鎖名とアミノ酸番号を用いて記せ。

図 1 中のアミノ酸は 3 文字略号で記し、数字はアミノ酸の番号を表す。表 1 中の枠内は各アミノ酸の側鎖を表す。

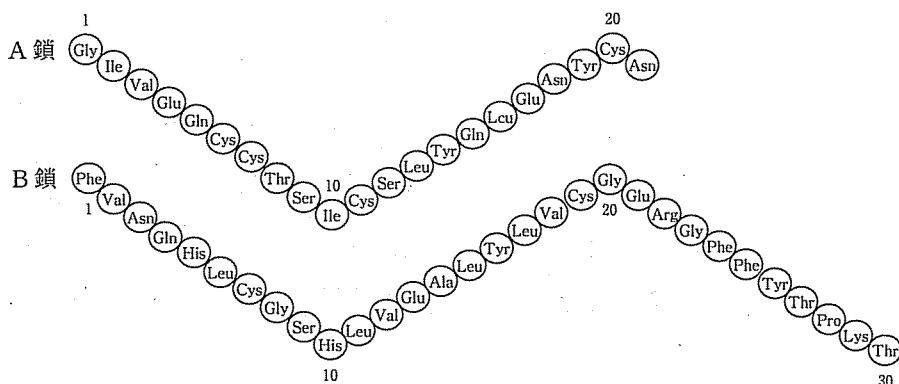


図 1 インスリンのアミノ酸配列

表 1 アミノ酸の構造

Gly	Ala	Ser	Cys	Thr	Val	Pro	Glu	Asn
$\begin{array}{c} \boxed{\text{H}} \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}_3} \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{OH}} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{SH}} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{OH}} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}_3} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}_2} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{HN}-\text{CH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{COOH}} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{NH}_2} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$
Leu	Ile	Lys	Gln	His	Phe	Tyr	Arg	
$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}_3} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}_3} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{NH}_2} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{NH}_2} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}} \\ \\ \text{HN} \quad \text{N} \\ \quad \quad \\ \text{C}=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{CH}} \\ \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{OH}} \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{C} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \boxed{\text{H}_2\text{N} \quad \text{NH}} \\ \quad \quad \\ \text{C} \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	

問 8 哺乳類系培養細胞で発現しているタンパク質と細胞小器官との関係について研究するため、細胞分画法による実験をおこなった。細胞分画法とは、細胞を細かく粉砕した後で、遠心分離機にかけ、遠心力を利用して細胞小器官を分ける技術である。図2のように、細胞破碎液に遠心力をかけて、上澄みと沈殿物に分け、その上澄みをさらに強い遠心力をかけて遠心分離をおこない、細胞小器官を分けた。

図2において、細胞小器官のうち、核、ゴルジ体、ミトコンドリアが(ア)~(ウ)のどの分画に多く含まれるか、それぞれ記号で答えよ。ただし、図2において遠心の強さを g 、遠心の時間を分で示す。

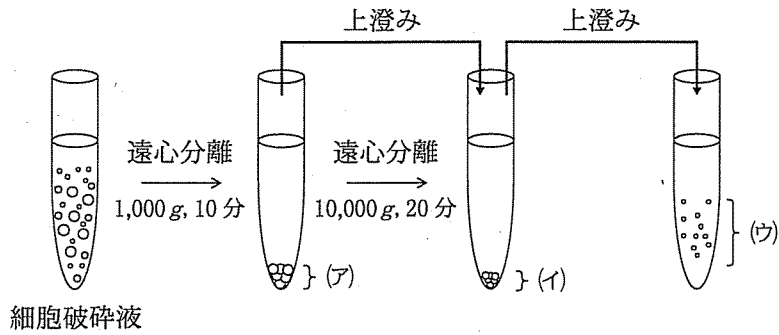


図2 細胞分画の操作

3 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

① 遺伝子の発現制御は、細菌から動植物に至るまですべての細胞に備わっている機能である。

原核生物における遺伝子の発現調節は、栄養条件の変化が関与していることが知られている。原核生物である大腸菌は通常炭素源としてグルコースを利用するが、ラクトースなどの糖も利用できる。② ラクトースを代謝するためのいくつかの酵素遺伝子(β-ガラクトシダーゼなど3種類の酵素)は、DNAの別の場所に存在する調節遺伝子によって発現が制御されている。調節遺伝子から作られる調節タンパク質(リプレッサー)は [1] が結合するプロモーターのすぐそばにある [2] に結合する。また、調節タンパク質の [2] への結合は、ラクトースに由来する誘導物質によって調節されている。このように、大腸菌では複数のタンパク質をコードする遺伝子群が1つのプロモーターによって調節される。これら遺伝子群とそれらの発現を調節するDNA配列のまとまりのことを [3] という。

一方、真核生物のDNAはヒストンなどと結合して [4] とよばれる構造を形成している。 [4] は折りたたまれ、クロマチン繊維を形作っている。このような状態では遺伝子の発現調節は起こらないが、ヒストンが修飾を受けて③ DNAとの結合が弱くなることで、DNAのプロモーター領域に基本転写因子や [1] が結合できるようになり、遺伝子の転写が開始される。プロモーター領域から離れた位置には転写調節領域があり、この領域に結合したリプレッサーや活性化因子などの転写調節因子が転写複合体に作用して転写を調節する。転写④ 調節領域は1つの遺伝子に対して複数存在することが多く、さまざまな刺激に 応答して転写調節がおこなわれている。

問1 文章中の [1] ～ [4] にあてはまる語句を記せ。

問 2 下線部①について、遺伝子の発現制御と関係ないものはどれか。以下の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 筋肉の前駆細胞である筋芽細胞が筋管細胞へと分化する。
- (イ) キイロショウジョウバエのだ液染色体にパフが観察される。
- (ウ) 筋収縮において、アクチンフィラメントがサルコメアの中央部に滑り込む。
- (エ) ステロイドホルモンが核内受容体に結合する。
- (カ) mRNAの一部と同じ塩基配列をもつ短い2本鎖RNAが細胞中にあると、mRNAが分解される。

問 3 下線部②について、培地に炭素源としてグルコースとラクトースを等量加え大腸菌を培養した。以下の問に答えよ。

(1) グルコースとラクトースの量の変化について、最も適当なものを図1の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

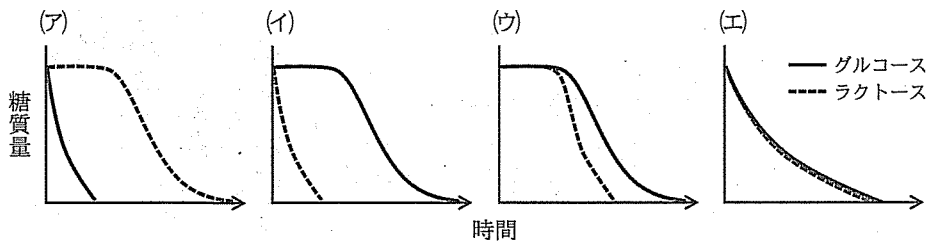


図 1

(2) β -ガラクトシダーゼの発現はどのように変化するか。図1における培地中の糖質量の変化を踏まえ、50字以内で説明せよ。

問 4 下線部③について、ヒストンにはどのような官能基が化学修飾されるか。最も適当なものを以下の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) アミノ基 (イ) エチル基 (ウ) プロピル基
- (エ) カルボニル基 (カ) アセチル基 (カ) アゾ基

問 5 下線部④について、遺伝子の発現調節機構を確かめるために、図 2 に示すようなレポーターアッセイという実験をおこなった。ある遺伝子の上流域の転写調節領域を図 2 左側のようにさまざまな長さに分け、発光酵素であるルシフェラーゼ遺伝子を結合させた(遺伝子 A ~ I を作製)。その後、遺伝子 A ~ I を含むプラスミドをそれぞれ培養細胞へ導入し、24 時間後に細胞からルシフェラーゼを含むタンパク質抽出物を得た。回収されたタンパク質をルシフェラーゼの基質であるルシフェリンと反応させたところ、図 2 右側のような発光強度の結果を得た。本実験ではそれぞれの遺伝子が細胞へ導入される割合は同じであるとし、細胞ごとの翻訳効率は同等とする。また、転写調節領域どうしの結合による相乗効果の影響はないものとする。以下の問に答えよ。

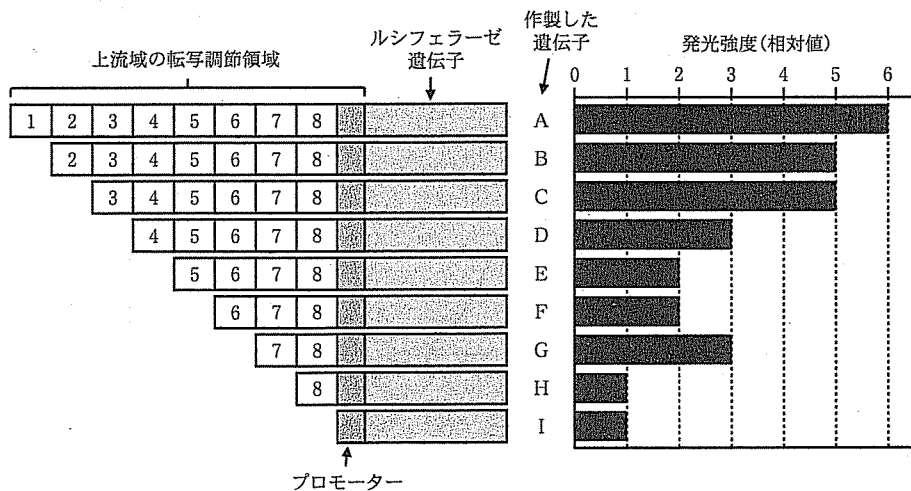


図 2

(1) 上流域の転写調節領域について、転写を促進および抑制する領域はどこか。転写促進・抑制領域を、1 ~ 8 からすべて選び、番号で答えよ。

(2) 上流域の転写調節領域 4 に転写調節因子と結合できないような点変異を施した遺伝子 A' を作製した。遺伝子 A' を使った時の発光強度は遺伝子 A と比べて、どのように変化するか。以下の(ア)~(ウ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 発光強度が増加する。
- (イ) 発光強度が減少する。
- (ウ) 発光強度は変化しない。

(3) 上流域の転写調節領域を選んで図 3 に示すような遺伝子 J~M を作製した。これら 4 種類の遺伝子を使った時の発光強度はどのようになるか。最も適当なものを図 4 の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、図 4 は発光強度の一番低い値を 1 として表している。

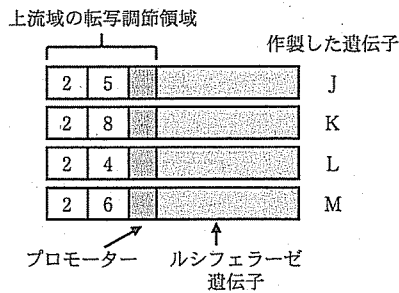


図 3

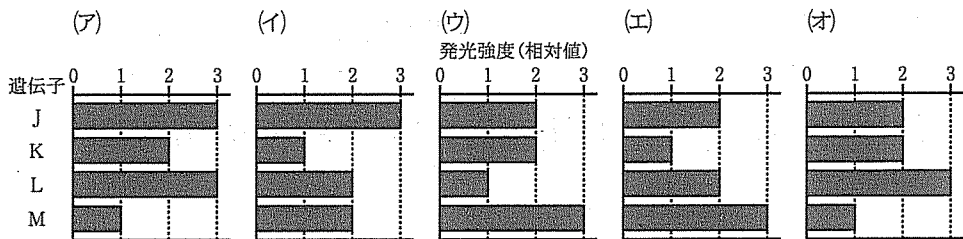


図 4

4 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

花は被子植物にとって生殖器官であり、植物体の伸長成長に関与する茎の先端部(茎頂分裂組織)から分化する。被子植物の花は、がく片、花弁、おしべ、めしべが同心円状に配置している。このうちおしべのやくの中では、花粉母細胞が [1] をおこない花粉四分子となり、各々1回の細胞分裂により、花粉管細胞と [2] から成る4個の成熟した花粉となる。一方、めしべの子房の中では、胚のう母細胞が [1] により4個の細胞を生ずるが、そのうち3個は退化し、残りの1個だけが胚のう細胞となる。胚のう細胞は3回の核分裂により8個の核を生じ、各々の核が1個ずつ膜で仕切られて1個の卵細胞、2個の助細胞、3個の反足細胞となり、残りの2個の核は中央細胞の [3] となる。

成熟した花粉がめしべの柱頭に付着すると、花粉から花粉管が発芽し、花粉管核を先頭にして胚のうに向かって伸長する。この過程で、 [2] が花粉管の中で1回分裂して2個の精細胞となる。花粉管が胚のうに達すると、1個の精細胞は卵細胞と受精し、受精卵となる。もう1個の精細胞の核は中央細胞のもつ [3] と融合して胚乳核となり、胚乳細胞を形成する。被子植物に特有な、このような受精の様式のことを [4] とよぶ。

受精卵は細胞分裂を繰り返して [5] と胚球となり、胚球がさらに発生を続けて幼芽、 [6]、胚軸、幼根から成る胚となる。一方、胚乳核が分裂を繰り返して多核となり、膜で仕切られてできた多細胞から胚乳が形成される。この胚乳は種子の完成まで発達を続けて、発芽に必要となる栄養分を蓄えるが、このような種子を有胚乳種子とよぶ。一方、発生の過程で胚乳の栄養分が [6] に吸収され胚乳自身が消失した種子を無胚乳種子という。

問1 文章中の [1] ～ [6] にあてはまる語句を記せ。

問 2 下線部①のはたらきを調べるために、次の実験をおこなった。図 1 に、被子植物のめしべの構造の模式図を示す。胚のう中に存在する 2 個の助細胞だけにレーザーを照射して破壊し、その結果として起こる現象を観察した。以下の間に答えよ。

(1) 実験結果として最もふさわしいものを以下の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 花粉管の伸長が止まる。
- (イ) 花粉管は伸長するが、精細胞 2 個の形成は起こらない。
- (ウ) 花粉管は伸長するが、卵細胞まで到達しない。
- (エ) 花粉管は伸長し卵細胞まで到達するが、受精は起こらない。
- (オ) 花粉管は伸長し卵細胞まで到達して受精は起こるが、受精卵の細胞分裂は起こらない。

(2) この実験からわかる助細胞のはたらきについて、「放出」という言葉を用いて 40 字以内で説明せよ。

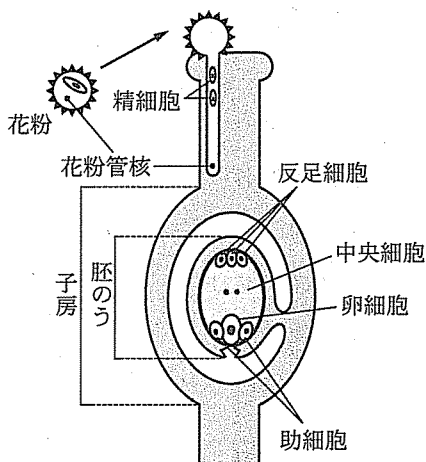


図 1 被子植物のめしべの構造

問 3 花粉母細胞と胚のう母細胞の核相が $2n$ であるとき、下線部②および下線部③の核相を答えよ。

問 4 下線部④の有胚乳種子をもつ果実の構造を図 2 に示す。下線部③の胚乳細胞が発達してできる「胚乳」、子房壁が発達してできる「果皮」について、図中の(ア)~(オ)のうちどの部位に相当するか、最もふさわしいものを1つずつ記号で選べ。

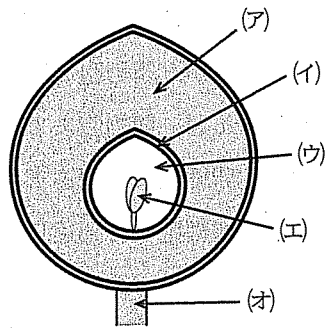


図 2 有胚乳種子をもつ果実の構造

問 5 下線部⑤の無胚乳種子をもつ植物の組み合わせとして正しいものを(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) モモ, カキ, ナズナ
- (イ) トウモロコシ, エンドウ, ダイズ
- (ウ) イネ, トウモロコシ, ムギ
- (エ) インゲン, ダイズ, クリ
- (オ) ダイコン, ソラマメ, カキ

問 6 ある時期になると被子植物の茎頂分裂組織では、図 3 に示すような ABC モデルにより分化が調節されて花器官の形成が起こる。ABC モデルでは、A クラス、B クラス、C クラスの遺伝子から調節タンパク質が合成されることにより、各花器官の形成に関わる遺伝子群のはたらきが制御される。これはショウジョウバエで各体節の構造の分化を調節する遺伝子のはたらきと同様であり、このような遺伝子のことをホメオティック遺伝子とよぶ。A・B・C クラス遺伝子の欠損により生ずるホメオティック突然変異体に関する以下の問に答えよ。

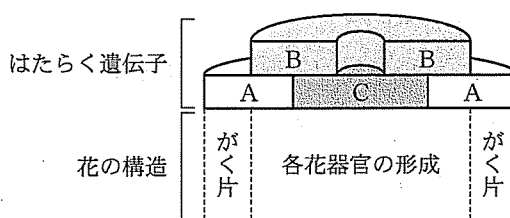


図 3 ABCモデル

(1) B クラス遺伝子が欠損した場合、A・B・C クラス遺伝子すべてが欠損した場合、茎頂分裂組織に形成される器官はそれぞれどのようなになるか。最もふさわしいものを(ア)~(オ)からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) めしべとがく片からなる花器官ができる。
- (イ) がく片のみからなる花器官ができる。
- (ウ) 葉が形成される。
- (エ) がく片と花弁からなる花器官ができる。
- (オ) がく片とおしべからなる花器官ができる。

(2) Cクラス遺伝子が欠損したホメオティック変異体に関する(ア)~(オ)の文章のうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

(ア) Cクラス遺伝子は、おしべとめしべの形成に関与する。

(イ) Cクラス遺伝子は、Bクラス遺伝子とともにめしべの形成を誘導する。

(ウ) Cクラス遺伝子の欠損により、花弁とがく片だけからなる八重咲きの花ができる。

(エ) Cクラス遺伝子が欠損すると、その部分では代わりにAクラス遺伝子がはたらく。

(オ) Cクラス遺伝子の欠損は、おしべとめしべからなる花器官の形成を誘導する。

5 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

動物の神経系は、受容器(感覚器)で受け取った外界からの刺激に対して、効果器に命令を下して適切な反応を起こすまでの過程をつかさどっている。この過程では、神経系を構成する神経細胞(ニューロン)がいくつものニューロンとの間でネットワークを形成し、互いに電気信号や化学信号を介して情報のやりとりをおこなっている。ニューロンの形態は、核を含む **1** と、それから延びる細長い突起で特徴づけられる。これらの突起のうち、軸索は他のニューロンや効果器へ情報を伝える部分であり、樹状突起は **A** である。ニューロンどうしが互いに接し、情報のやりとりがおこなわれる部分を **2** という。**2** では、情報を渡すニューロンの末端部から **3** が放出され、これが情報を受け取るニューロンの細胞膜表面にある **4** と特異的に結合すると、続いて **5** が開いて活性化する。

単一のニューロンで起こる電氣的現象を観察するために、解剖して取り出したイカの軸索に微小な電極を挿入し、細胞の外を基準(0 mV)として、細胞内の電位(膜電位)をオシロスコープで測定した。このような膜電位の測定方法を細胞内記録法という。活動をしていない静止状態のニューロンでは、細胞膜を介して^①−80 mV 程度の電位差、すなわち静止電位が生じていた。静止状態のニューロンに対して、軸索のある場所にさまざまな刺激を与え、^②刺激によって生じる活動電位を観察した。

次に、カエルを解剖して、脊髄から出る座骨神経とふくらはぎの筋肉(腓腹筋)がつながった神経筋標本を図1のように作製し、神経の表面に活動電位記録用の電極(R1, R2)を接触させた。このように、活動電位を神経の表面に接触させた電極によって測定する方法を細胞外記録法という。神経の表面に接触させた刺激用の電極対(S1, S2)から電気刺激をおこない、筋肉の収縮力を張力測定器(F)^③で、活動電位の応答をオシロスコープ(O)で観察した。なおオシロスコープは、R2を基準としたR1の電位を測定することとし、S1およびS2における電極対間の距離は無視するものとする。

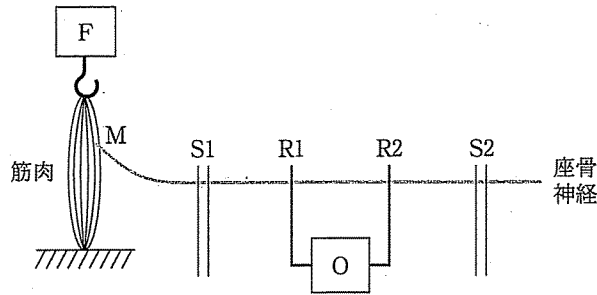


図 1

問 1 ~ に最もあてはまる語句を以下の(ア)~(イ)からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、同じ語句を繰り返し選んではならない。

- | | | |
|------------|--------------|-------------|
| (ア) 神経伝達物質 | (イ) ナトリウムイオン | (ウ) 受容体 |
| (エ) アクチン | (オ) 形成体 | (カ) イオンチャネル |
| (キ) 電子伝達系 | (ク) 接着タンパク質 | (ケ) アクアポリン |
| (コ) フェロモン | (サ) シナプス | (シ) 小胞体 |
| (ス) 細胞体 | (セ) リボソーム | (ソ) 中心体 |

問 2 にあてはまる語句として適当なものを(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

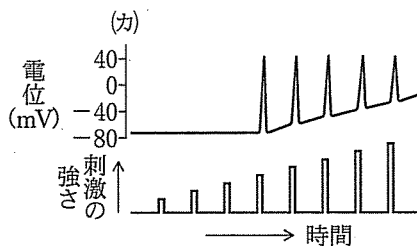
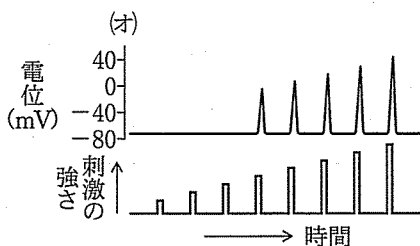
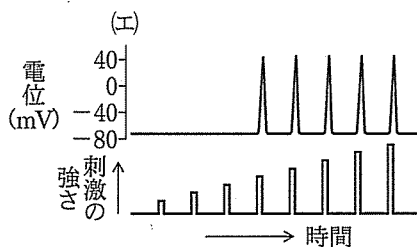
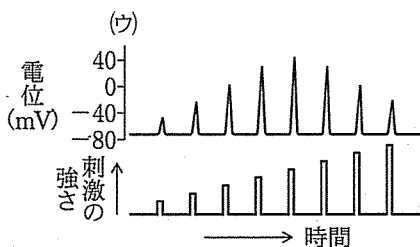
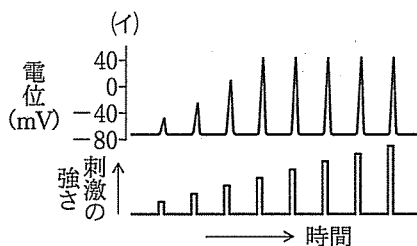
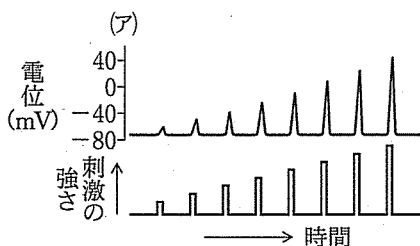
- (ア) 他のニューロンから情報を受け取る部分
- (イ) 他のニューロンへ情報を伝える部分
- (ウ) 効果器から情報を受け取る部分
- (エ) 効果器へ情報を伝える部分
- (オ) 他のニューロンから情報を受け取り、かつ別のニューロンへ情報を伝える部分
- (カ) 効果器から情報を受け取り、かつ別の効果器へ情報を伝える部分

問 3 下線部①のとき，膜電位に依存するナトリウムチャンネル，膜電位に依存するカリウムチャンネル，ナトリウムポンプの状態として，最も適当な組み合わせを(ア)～(ク)から1つ選び，記号で答えよ。なお，ナトリウムポンプが活性化している状態とは，能動輸送をおこなっている状態を示す。

	膜電位に依存する ナトリウムチャンネル	膜電位に依存する カリウムチャンネル	ナトリウムポンプ
(ア)	開いている	開いている	活性化している
(イ)	開いている	開いている	不活性化している
(ウ)	開いている	閉じている	活性化している
(エ)	開いている	閉じている	不活性化している
(オ)	閉じている	開いている	活性化している
(カ)	閉じている	開いている	不活性化している
(キ)	閉じている	閉じている	活性化している
(ク)	閉じている	閉じている	不活性化している

問 4 下線部②について、以下の問に答えよ。

(1) 刺激の強さを徐々に強くしながら、刺激を繰り返した場合にオシロスコープに記録される活動電位の波形として最も適当なものを(ア)~(カ)から1つ選び、記号で答えよ。ただし、個々の刺激の時間的長さは、個々の活動電位の時間的長さより短いものとする。

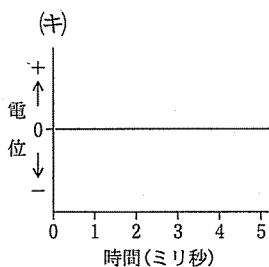
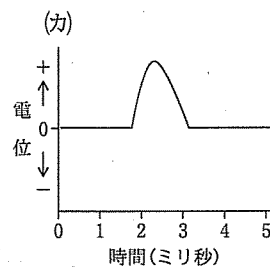
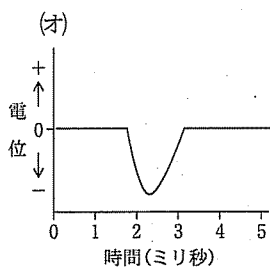
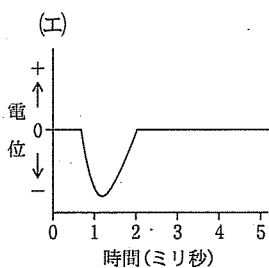
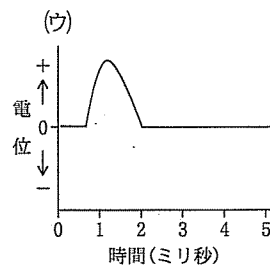
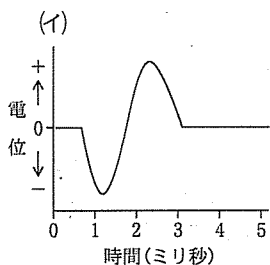
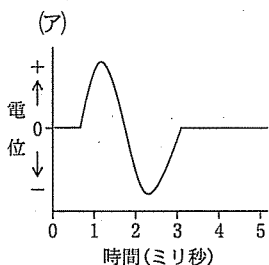
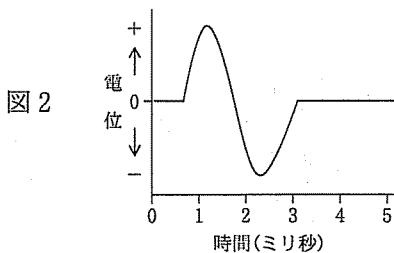


(2) (1)で選んだ波形と刺激の強さの関係について、50字以内で説明せよ。

(3) (2)で説明したような性質を何とよぶか、名称を記せ。

問 5 下線部③について、以下の問に答えよ。

- (1) 刺激電極対 S2 から神経をある刺激の強さで 1 回刺激したところ、オシロスコープには図 2 の波形が現れた。刺激電極対 S1 から同程度の刺激の強さで 1 回刺激した場合の波形として最も適当なものを(ア)~(キ)から 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、各グラフにおいて、時間 0 ミリ秒は刺激した瞬間を示す。また、刺激の時間的長さは、個々の活動電位の時間的長さより短いものとする。



- (2) 刺激電極対 S2 から神経に与える刺激の強さを変えたところ、弱い刺激では、オシロスコープに図 3 の(ア)のような波形が記録された。刺激の強さをさらに上げていくと(イ)、(ウ)、(エ)の順に波形が記録され、その先、刺激の強さを上げてても波形は(エ)のまま変わらなくなった。刺激の強さにより、このような波形の変化が起こる理由について、50 字以内で説明せよ。ただし、図 3 のグラフにおいて、時間 0 ミリ秒は刺激した瞬間を示す。

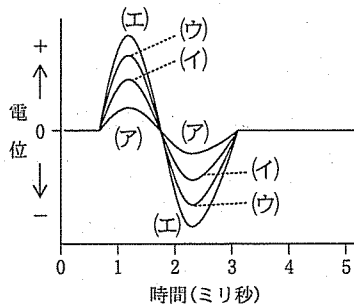


図 3

- (3) 刺激電極対 S1 と S2 を、筋肉と神経が接する M 地点からの距離がそれぞれ 30 mm および 105 mm になるように座骨神経に置き、1 回のみ刺激したところ、S1 の刺激では刺激から 3.5 ミリ秒後に、S2 の刺激では刺激から 5.5 ミリ秒後に筋肉の単収縮が記録された。この座骨神経における興奮の伝導速度(m/秒)を四捨五入して整数で答えよ。なお、興奮が筋肉に達してから収縮が起こるまでには一定の時間がかかるものとする。

6 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

地球上では、地域ごとに、その環境に適応した植物や動物、菌類や細菌類などが互いに関係をもちながら特徴のある集団を形成している。このような集団をバイオームという。陸上のバイオームは植生にもとづいて分類される。

熱帯多雨林は常緑広葉樹からなる森林で、年間を通して降水量の多い地域に分布し、階層構造が発達し、構成する植物の種類数が非常に多い。熱帯多雨林の高木層は、50メートルを超える高さにまで到達することもある。また、沿岸部や河口付近には、海水に浸っても枯死しない常緑広葉樹からなる **A** 林が見られる。雨緑樹林は、季節によって降水量が大きく変動する地域に分布する。このバイオームを構成するおもな樹木は落葉広葉樹であり、その代表的な樹種には、家具材として知られる **1** がある。これらの落葉広葉樹は、雨季に葉をつけ、乾季に落葉する。照葉樹林は、温帯の中でも年平均気温が比較的高い暖温帯に分布し、タブノキなどが優占種である。これらの樹木の葉は、表面にクチクラ層が発達しており、固くて光沢がある。硬葉樹林は、冬に雨が多く、夏に乾燥する地中海性気候の地域に分布し、厚いクチクラ層をもつ **2** が代表的な樹種である。夏緑樹林は、冷温帯に分布し、ブナ、ミズナラなどが主な樹種である。芽吹き、紅葉、落葉など季節による変化が著しい。針葉樹林はシベリアや北アメリカ北部などの **B** 帯に分布し、耐寒性の強い常緑針葉樹である **3** 類が優占種である。ここでは樹種の多様性が低いのが特徴である。ツンドラは北極圏などの高緯度に分布する。その地下には **C** 層が存在するため、微生物による有機物の分解が遅く、栄養分に乏しく、生育できる植物の種類は限られている。ここでは、おもに地衣類やコケ植物が見られる。

地球環境問題の1つに地球温暖化がある。これは大気温度を上昇させる作用をもつ二酸化炭素などの温室効果ガス^①が一因といわれている。21世紀末には20世紀末と比べて大気中の二酸化炭素が2倍になり、平均気温が1.8℃から4.0℃ほど上昇するという予想もある。気温上昇により、バイオームの水平分布および垂直分布^②に影響が及ぶことが考えられる。

問 1 文章中の 1 ~ 3 にあてはまる語句を以下の(ア)~(ク)からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|---------|-----------|----------|
| (ア) ブナ | (イ) コルクガシ | (ウ) サボテン |
| (エ) カエデ | (オ) スダジイ | (カ) チーク |
| (キ) トウヒ | (ク) アカシア | |

問 2 文章中の A ~ C にあてはまる語句を記せ。

問 3 図1は、世界の陸上のバイオームと気候の関係を示す。以下の問に答えよ。

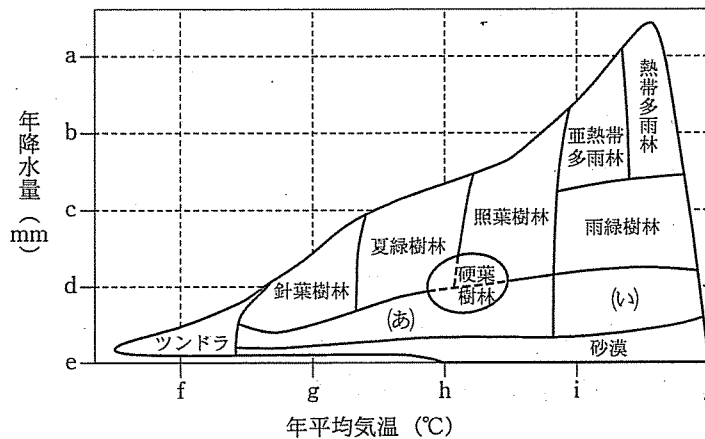


図 1

(1) 年降水量 1,000 mm を示す目盛と、年平均気温 10 °C を示す目盛を図 1 の a ~ e と f ~ j からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。

(2) 図 1 の(あ)と(い)のバイオームを答えよ。また、両方で共通して優占する代表的な植物を答えよ。

問 4 下線部①について、以下の問に答えよ。

(1) 温室効果ガスを以下の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) メタン
- (イ) 水素
- (ウ) 亜酸化窒素
- (エ) 窒素
- (オ) 酸素

(2) 大気中の二酸化炭素が最近 100 年間で急激に増大したおもな原因として、以下の(ア)～(カ)から最も適当なものを 2 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 森林伐採
- (イ) 海洋の酸性化
- (ウ) 人間の呼吸
- (エ) 火山活動
- (オ) 自然発火による山火事
- (カ) 化石燃料の燃焼

問 5 下線部②について、本州中部の標高 2,700 m の山岳地で 21 世紀末に起こりうる状況を考えてみよう。バイオームの垂直分布は、標高が低い順に、丘陵帯、山地帯、亜高山帯、高山帯がそれぞれ存在する。地球温暖化により、最も深刻な影響を受けるのは、これら 4 つの地帯のうち、いずれに生育する植物と考えられるか。地帯名を記し、その理由を 50 字以内で述べよ。ただし、気温以外の条件については考慮しないものとする。

問 6 日本のように、降水量が十分ある地域では、バイオームの種類はおもに気温によって決まる。また、植物の順調な成長には、一般に月平均気温で5℃以上が必要とされる。「暖かさの指数」は、月平均気温が5℃以上を示した各月のデータから5℃を引いた値を1年分(1月～12月)積算して求められる値で、日本のバイオームと良く対応することが分かっている。表1は、暖かさの指数と、そこに生育するバイオームの関係を示す。また、表2は、日本の都市Aおよび都市Bにおける2017年の月平均気温を示す。

表1

暖かさの指数	バイオーム
240 以上	熱帯多雨林
240 ～ 180	亜熱帯多雨林
180 ～ 85	照葉樹林
85 ～ 45	夏緑樹林
45 ～ 15	針葉樹林

表2

(単位：℃)

都市名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
A	5.8	6.9	8.5	14.7	20	22	27.3	26.4	22.8	16.8	11.9	6.6
B	-5.3	-4	-1.3	5.6	11.3	12.1	19.4	18.3	16	9.2	2.6	-3.3

地球温暖化により、21世紀末に年平均気温が2017年から4℃上昇した場合、都市Aと都市Bのバイオームはそれぞれどのようなようになるか。表1に示したバイオームから1つ選び、答えよ。ただし、21世紀末における月平均気温は、表2のデータから一律に4℃上昇するものとする。