

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は91ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
 物理 4～33ページ
 化学 34～59ページ
 生物 60～91ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
 氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

生 物

1 生物の体内環境の維持に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～8に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

A ヒトはさまざまな環境のもとで生活しているが、体外の環境が変化しても、体内は比較的安定した状態に保たれている。このように体の状態を一定に保とうとする性質を恒常性という。恒常性の維持には神経系と内分泌系が関わっている。

神経系は、神経細胞が集中化した と体の各部に分布する とから成り立っている。 は脳と脊髄からなる。一方、 には内臓や分泌腺の機能を支配する がある。 は交感神経と副交感神経とからなり、器官の多くはこの2つの神経による支配を受けている。

内分泌系ではホルモンと呼ばれる化学物質が特定の器官（内分泌腺）でつくられ、血液中に分泌される。血流によって運ばれたホルモンは、特定の組織や器官の働きを調節する。

問1 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 体性神経系 | 運動神経系 | 感覚神経系 |
| ② | 体性神経系 | 運動神経系 | 自律神経系 |
| ③ | 体性神経系 | 末梢神経系 | 感覚神経系 |
| ④ | 体性神経系 | 末梢神経系 | 自律神経系 |
| ⑤ | 中枢神経系 | 運動神経系 | 感覚神経系 |
| ⑥ | 中枢神経系 | 運動神経系 | 自律神経系 |
| ⑦ | 中枢神経系 | 末梢神経系 | 感覚神経系 |
| ⑧ | 中枢神経系 | 末梢神経系 | 自律神経系 |

問2 交感神経の作用に関する記述A～Dのうち正しいものの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

- A 気管支が収縮する。
- B 排尿が抑制される。
- C 胃のぜん動運動が抑制される。
- D 瞳孔が縮小する。

- ① A, B ② A, C ③ A, D
④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問3 内分泌腺とその内分泌腺が分泌するホルモンの組合せ(A～D)として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

内分泌腺	ホルモン
A 脳下垂体前葉	成長ホルモン
B 脳下垂体後葉	バソプレシン
C 副甲状腺	チロキシン
D 視床下部	甲状腺刺激ホルモン

- ① A, B ② A, C ③ A, D
④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

B ヒトの免疫反応に関わるリンパ球には、複数の種類がある。[エ] は骨髄中で分化し、抗体となる [オ] の遺伝子を再編成する。一方、[カ] は骨髄から [キ] へ移動し、成熟の過程で機能をもたない細胞や、自己を異物として認識して攻撃する細胞は除去される。

未熟な [エ] に起こる [オ] の遺伝子再編成によって、抗体の可変部は多様なアミノ酸配列をもつことになるため、さまざまな抗原に対応することができる。抗体は2種類のポリペプチド、H鎖とL鎖で構成されている。H鎖とL鎖の可変部に相当する遺伝子領域は、遺伝子断片が複数個存在し集団を形成している。すなわちH鎖の可変部の遺伝子には、V、D、Jと呼ばれる3つの各集団の中に複数の遺伝子断片が存在し、未熟な [エ] が成熟する過程でV、D、Jのそれぞれの集団の中から遺伝子断片が1つずつ選ばれて連結し、H鎖の遺伝子が形成される。L鎖の可変部ではH鎖とは異なるVとJの遺伝子断片があり、この2つの遺伝子断片がH鎖と同様に再編成して形成される。H鎖、L鎖ともに2つある対立遺伝子のうち、一方において再編成が行われ、他方の対立遺伝子は発現しない。その結果、個々の抗体産生細胞では1種類のアミノ酸配列を可変部にもつことになる。

問4 文中の [エ] ~ [キ] にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 [4]

	エ	オ	カ	キ
①	T細胞	MHC	B細胞	胸腺
②	T細胞	MHC	B細胞	ひ臓
③	T細胞	免疫グロブリン	B細胞	胸腺
④	T細胞	免疫グロブリン	B細胞	ひ臓
⑤	B細胞	MHC	T細胞	胸腺
⑥	B細胞	MHC	T細胞	ひ臓
⑦	B細胞	免疫グロブリン	T細胞	胸腺
⑧	B細胞	免疫グロブリン	T細胞	ひ臓

問5 L鎖の遺伝子の可変部遺伝子は κ （カッパー）と λ （ラムダ）と呼ばれ、2つの異なる染色体上に存在する。H鎖遺伝子の可変部遺伝子断片はV、D、Jそれぞれについて40個、25個、6個であり、L鎖の κ はV、Jそれぞれについて35個と5個、 λ はV、Jそれぞれ30個と4個であった場合、それら遺伝子断片の組合せで発生することが可能な抗体の種類数を求める計算式として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、1個の 工 では、 κ または λ のいずれか一方のみが、L鎖の可変部遺伝子として発現するものとする。

5

- | | |
|---|--|
| ① $40 \times 25 \times 6 \times 35 \times 4 \times 30 \times 4$ | ② $40 + 25 + 6 + 35 + 5 + 30 + 4$ |
| ③ $40 \times (25 + 6) + 35 \times 5 + 30 \times 4$ | ④ $40 \times (25 + 6) \times (35 + 30) \times (5 + 4)$ |
| ⑤ $40 \times 25 \times 6 \times (35 + 30) \times (5 + 4)$ | ⑥ $40 \times 25 \times 6 \times (35 \times 5 + 30 \times 4)$ |
| ⑦ $40^{(25+6)} \times 35^5 \times 30^4$ | ⑧ $40^{(25+6)} + 35^5 + 30^4$ |

C 抗体には、シグナル分子（情報伝達物質やリガンドとも呼ばれる）に結合することによってその働きを止める効果をもつものがあり、このような作用を中和と呼ぶ。また、抗体には細胞表面に発現する受容体に結合するものもある。そのうち、受容体の機能を促進する作用をもつ抗体をアゴニスト抗体と呼び、受容体の機能を阻害する作用をもつ抗体をアンタゴニスト抗体と呼ぶ。アゴニスト抗体は受容体の働きを促進する作動薬として、アンタゴニスト抗体は受容体の働きを抑制する拮抗薬として利用することもできる。

抗体の働きを調べるために、次の実験1～3を行った。

【実験1】

細胞Xは細胞表面に分子C, D, Eを発現し、細胞Yは分子F, Gを発現している。分子C, D, Eは必ず分子F, Gのいずれか一方と相互作用することがわかっている。また、細胞Xと細胞Yのいずれか一方がサイトカインZを分泌する能力をもっており、それぞれの細胞表面に発現した分子どうしが結合することでサイトカインZが分泌される。

分子C, D, E, F, Gを指定する遺伝子（遺伝子C, D, E, F, G）のいずれかを生まれつきもたないマウスから細胞Xと細胞Yを取り出して混ぜたところ、培地中のサイトカインZの検出結果は表1のようになった。

表1

欠損している遺伝子	サイトカインZの検出
C	なし
D	あり
E	あり
F	なし
G	なし

【実験2】

細胞 X と細胞 Y を混合して培養しなくても、それぞれの表面分子に対する抗体をシャーレの底面に付着させておくことによって、細胞表面分子どうしの相互作用と類似した作用をもたらすことができる。抗 F 抗体と抗 G 抗体の両方を付着させておいたシャーレで細胞 Y を培養したところ、培地中にサイトカイン Z が検出されたが、いずれか一方の抗体だけでは検出されなかった。さらに遺伝子 C を欠損しているマウスから取り出した細胞 X と細胞 Y を混合して培養した際、シャーレに抗 F 抗体のみを底面に付着させておいたところ、培地中にサイトカイン Z が検出された。

【実験3】

細胞 X と細胞 Y を混合して培養した場合、細胞 Y だけを培養した場合に比べて細胞 Y の数が顕著に増加していた。このとき、サイトカイン Z に対する抗体を培地に添加して抗原抗体反応によりサイトカイン Z の働きを止めたところ、細胞 Y の細胞数の増加は観察されなかった。細胞 Y だけを培養している培養液にサイトカイン Z を添加したところ、添加しない場合に比べて細胞 Y の数は増加していた。

問6 実験1と実験2の結果から、分子C、D、Eと分子F、Gについて、相互作用する分子どうしの組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	C	D	E
①	F	F	F
②	F	F	G
③	F	G	F
④	F	G	G
⑤	G	F	F
⑥	G	F	G
⑦	G	G	F
⑧	G	G	G

問7 実験1～3の結果から、細胞Xまたは細胞Yに遺伝子の欠損があった場合、次のA～Cの条件で観察される反応として最も適当なものはどれか。下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

A サイトカインZの遺伝子をもたない細胞Xと、分子Fの遺伝子をもたない細胞Yの混合培養。

B サイトカインZの遺伝子をもたない細胞Yを、抗F抗体と抗G抗体を底面に付着させたシャーレで培養。

C サイトカインZの作用を細胞内に伝達するのに必須である受容体の遺伝子をもたない細胞Yを、抗F抗体と抗G抗体を底面に付着させたシャーレで培養。

- ① サイトカインZは培地中に産生され、細胞Yは増加する。
- ② サイトカインZは培地中に産生されず、細胞Yも増加しない。
- ③ サイトカインZは培地中に産生されないが、細胞Yは増加する。
- ④ サイトカインZは培地中に産生されるが、細胞Yは増加しない。

問8 ペプチドホルモンであるインスリンは、インスリン受容体に結合することで、グリコーゲンの合成を促し、血糖値を下げる作用をもつ。インスリン受容体に対して体内でアゴニスト抗体ができてしまう場合やアンタゴニスト抗体ができてしまう場合があり、いずれの場合も病気を引き起こす。次の記述 A・B の場合において引き起こされる症状の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10

A インスリン受容体にアゴニスト抗体が作用した場合

B インスリン受容体にアンタゴニスト抗体が作用した場合

	A	B
①	インスリンが不足して起こるインスリン依存性糖尿病	インスリンに対する反応性が鈍るインスリン抵抗性糖尿病
②	インスリンが不足して起こるインスリン依存性糖尿病	血糖値の著しい低下（低血糖）
③	インスリンに対する反応性が鈍るインスリン抵抗性糖尿病	インスリンが不足して起こるインスリン依存性糖尿病
④	インスリンに対する反応性が鈍るインスリン抵抗性糖尿病	血糖値の著しい低下（低血糖）
⑤	血糖値の著しい低下（低血糖）	インスリンが不足して起こるインスリン依存性糖尿病
⑥	血糖値の著しい低下（低血糖）	インスリンに対する反応性が鈍るインスリン抵抗性糖尿病

2 生殖と発生に関する次の文 (A・B) を読み、下の問1～6に答えなさい。

[解答番号 ～]

A 受精卵が成体に至るまでの過程を発生という。動物の発生では、卵の形成時に極体が放出された側を , 反対側を といい、両生類など卵黄が偏って分布する卵では、卵黄は 側に偏って分布している。

動物の発生初期の細胞分裂である卵割は、ふつうの体細胞分裂と比べて、分裂後に細胞が成長しない、細胞周期が短い、同調的に分裂するなどの特徴がある。これは細胞周期における 期や G_2 期がほとんどないためと考えられる。

ウニ胚では卵割が進むと、胚の中央に大きく発達した胞胚腔をもつ胞胚になる。やがて、植物極側の細胞層が胚の内部へもぐり込み原腸胚になるが、このとき生じる原腸の開口部を原口という。原腸胚の時期に 外胚葉、中胚葉、内胚葉 が分化する。

ドイツのシュペーマンは、イモリの初期原腸胚の予定表皮域から得た移植片を、同じ時期の別の胚の予定神経域に移植すると、移植片は に分化するが、初期神経胚の予定表皮域から得た移植片を同じ時期の別の胚の予定神経域に移植すると、移植片は に分化することを確かめて、イモリの外胚葉の発生運命は初期原腸胚と初期神経胚の間に決定すると結論した。さらに、イモリの初期原腸胚の 胚葉の一部である原口背唇部を、同じ時期の別の胚の胞胚腔内に入れると背側の本来の胚とは別に、腹側に二次胚が生じることを確かめた。これによって、原口背唇部は外胚葉から神経管を分化させる作用をもつと結論した。

問1 文中の **ア** ~ **エ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

	ア	イ	ウ	エ
①	植物極	動物極	植物極	S
②	植物極	動物極	動物極	S
③	植物極	動物極	植物極	G ₁
④	植物極	動物極	動物極	G ₁
⑤	動物極	植物極	植物極	G ₁
⑥	動物極	植物極	動物極	G ₁
⑦	動物極	植物極	植物極	S
⑧	動物極	植物極	動物極	S

問2 ウニと両生類の発生について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① ウニでは原口側に口、両生類では原口側に肛門が形成される。
- ② ウニの一次間充織細胞は筋肉、二次間充織細胞は骨片に分化する。
- ③ ウニは原腸胚期、両生類は尾芽胚期にふ化する。
- ④ ウニも両生類も胞胚腔は一層（単層）の細胞で覆われている。
- ⑤ 第3卵割はウニ胚では等割、両生類胚では不等割である。
- ⑥ 両生類では、卵の受精直後に精子進入点と同じ側に灰色三日月環が現れる。

問3 下線部について、外胚葉、中胚葉、内胚葉それぞれから分化する器官や組織の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

外胚葉 , 中胚葉 , 内胚葉

- | | | | |
|---|-----|----|------|
| ① | 肝臓 | 心臓 | 腎臓 |
| ② | 肝臓 | 脊髄 | 網膜 |
| ③ | 肝臓 | 肺 | ほうこう |
| ④ | 骨格筋 | 心臓 | 腎臓 |
| ⑤ | 骨格筋 | 脊髄 | ほうこう |
| ⑥ | 骨格筋 | 肺 | 網膜 |
| ⑦ | 水晶体 | 心臓 | 腎臓 |
| ⑧ | 水晶体 | 脊髄 | 網膜 |
| ⑨ | 水晶体 | 肺 | ほうこう |

問4 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- | | | | |
|---|----|----|---|
| | オ | カ | キ |
| ① | 神経 | 表皮 | 外 |
| ② | 神経 | 表皮 | 中 |
| ③ | 神経 | 表皮 | 内 |
| ④ | 表皮 | 神経 | 外 |
| ⑤ | 表皮 | 神経 | 中 |
| ⑥ | 表皮 | 神経 | 内 |

B ショウジョウバエの卵の前端には、受精前の卵形成時からピコイド遺伝子の mRNA が局在しており、この遺伝子の産物は胚の頭部を形成させる作用をもつことがわかっている。また、卵の後端にはナノス遺伝子の mRNA が局在している。

ピコイド遺伝子やナノス遺伝子の産物は調節タンパク質であり、受精後に翻訳されて調節タンパク質の濃度勾配が形成される。胞胚期以降にその濃度勾配が位置情報となって分節遺伝子群を発現させる。

分節遺伝子群には、ピコイドタンパク質やナノスタンパク質によって発現が調節される **ク** 遺伝子、**ク** 遺伝子の産物によって発現が調節される **ケ** 遺伝子、**ケ** 遺伝子の産物によって発現が調節される **コ** 遺伝子の3つのグループがある。分節遺伝子群の産物も調節タンパク質や、シグナル伝達に関与する分子であることが知られており、グループに属する複数の遺伝子が各々異なる場所で発現するため、その発現のパターンが位置情報となって、さらに次のグループに属する遺伝子を決まったパターンで発現させることになる。このようにして、分節遺伝子群はショウジョウバエの胚に体節を生じさせる。

ショウジョウバエの胚に体節が生じると、それぞれの体節でその体節に特異的なホメオティック遺伝子が発現するようになる。ホメオティック遺伝子の産物も調節タンパク質であり、その作用によって体節に特異的な構造をつくらせる。

図1はピコイドタンパク質とナノスタンパク質、およびハンチバックタンパク質の胞胚期の濃度を示している。なお、ハンチバック遺伝子は母性効果遺伝子であるとともに **ク** 遺伝子に属し、受精前からその mRNA が胚全体に高濃度で均一に分布していることがわかっている。

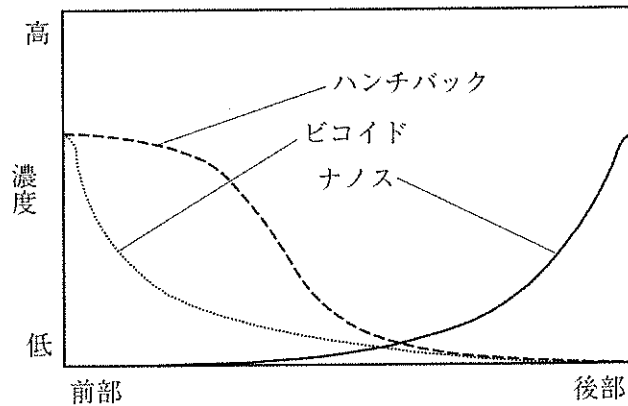


図 1

問 5 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

	ク	ケ	コ
①	ギャップ	セグメントポラリティ	ペアルール
②	ギャップ	ペアルール	セグメントポラリティ
③	セグメントポラリティ	ギャップ	ペアルール
④	セグメントポラリティ	ペアルール	ギャップ
⑤	ペアルール	ギャップ	セグメントポラリティ
⑥	ペアルール	セグメントポラリティ	ギャップ

問 6 図 1 について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ナノスタンパク質はハンチバック遺伝子の転写を阻害する。
- ② ナノスタンパク質はハンチバック遺伝子の mRNA の翻訳を阻害する。
- ③ ナノスタンパク質はハンチバック遺伝子の mRNA の翻訳を促進する。
- ④ ビコイドタンパク質はハンチバック遺伝子の転写を阻害する。
- ⑤ ビコイドタンパク質はハンチバック遺伝子の mRNA の翻訳を阻害する。

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

3 動物の反応と行動に関する次の文 (A～C) を読み、下の問1～8に答えなさい。

[解答番号 1 ～ 10]

A ヒトの神経組織は、ニューロンとグリア細胞からなる。神経回路を構成する細胞であるニューロンは、核が存在する細胞体の部分に多数の短い樹状突起と、軸索という1本の長い突起をもつ。一方、グリア細胞はニューロンを支持する役割をもち、中枢神経においてはグリア細胞の一種である **ア** が軸索に巻き付いて髄鞘を形成している。

ニューロンでは、ナトリウムポンプの働きによって、細胞膜の内外で Na^+ と K^+ の濃度差が生じているが、細胞膜上に常に開いている K^+ チャネルが存在しており、 K^+ が細胞 **イ** に拡散するため、細胞膜の内側の電位は外側に対して **ウ** になっている。これを静止電位という。一方、ニューロンがある一定の強さ以上で刺激されると、 Na^+ チャネルが短時間開くため、電位は逆転する。この膜電位の変化を活動電位という。

ニューロンは、ある強さ以下の刺激ではまったく興奮せず、また、ある強さ以上の刺激では興奮の大きさが変化しない。また、刺激が強くなるほど、単一のニューロンでは興奮する **エ** が増加する。神経繊維束は **オ** の異なる多数のニューロンを含むので、刺激が強くなるほど、神経繊維束に含まれるニューロンの興奮する **カ** が増加する。

問1 文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

	ア	イ	ウ
①	オリゴデンドロサイト	外	正 (+)
②	オリゴデンドロサイト	外	負 (-)
③	オリゴデンドロサイト	内	正 (+)
④	オリゴデンドロサイト	内	負 (-)
⑤	シュワン細胞	外	正 (+)
⑥	シュワン細胞	外	負 (-)
⑦	シュワン細胞	内	正 (+)
⑧	シュワン細胞	内	負 (-)

問2 ニューロンの興奮について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① 活動電位が生じた後に静止電位が回復するときは、多くの K^+ チャネルが短時間開くため、 K^+ が細胞外へ拡散する。
- ② 活動電位が生じると、膜電位は静止電位に対して +1000 mV ほど変化する。
- ③ 活動電位の継続する時間は1秒ほどである。
- ④ 静止電位が生じていることを脱分極、活動電位が生じるように電位が変化することを過分極という。
- ⑤ 静止電位が生じている際は、細胞内は細胞外より K^+ 濃度が低く、 Na^+ 濃度が高くなっている。

問3 文中の「工」～「力」にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは
どれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- | | 工 | 才 | 力 |
|---|----|-----|----|
| ① | 強度 | 閾値 | 速度 |
| ② | 強度 | 閾値 | 割合 |
| ③ | 強度 | 不応期 | 速度 |
| ④ | 強度 | 不応期 | 割合 |
| ⑤ | 頻度 | 閾値 | 速度 |
| ⑥ | 頻度 | 閾値 | 割合 |
| ⑦ | 頻度 | 不応期 | 速度 |
| ⑧ | 頻度 | 不応期 | 割合 |

B ニューロンが刺激を受けて興奮すると、興奮部位と隣接部位の間に活動電流（局所電流）が流れる。活動電流は、細胞膜の **キ** 側では興奮部位から隣接部位へ、細胞膜の **ク** 側では隣接部位から興奮部位へ流れる。活動電流によって隣接部位が刺激されて興奮し、興奮が両方向に伝わって行く。これを興奮の伝導という。

一方、ニューロンの軸索の末端と隣接するニューロンや効果器の細胞との接続部分であるシナプスでは、神経伝達物質によって隣接する細胞（シナプス後細胞）に興奮が伝わる。これを興奮の伝達という。

興奮が軸索末端まで伝導すると、細胞膜上に存在する Ca^{2+} チャネルが短時間開くため、軸索内の Ca^{2+} 濃度が上昇し、これが引き金となって軸索の末端に存在するシナプス小胞から **ケ** によって神経伝達物質がシナプス間隙に放出される。この神経伝達物質がシナプス後細胞の細胞膜上にある受容体に結合して、シナプス後細胞の膜電位を変化させる。

ヒトの神経伝達物質は多く知られており、興奮性シナプスでは **コ** が神経伝達物質として知られている。

問4 文中の **キ** ~ **コ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **4**

	キ	ク	ケ	コ
①	内	外	エキソサイトーシス	アセチルコリン
②	内	外	エキソサイトーシス	γ -アミノ酪酸
③	内	外	エンドサイトーシス	アセチルコリン
④	内	外	エンドサイトーシス	γ -アミノ酪酸
⑤	外	内	エキソサイトーシス	アセチルコリン
⑥	外	内	エキソサイトーシス	γ -アミノ酪酸
⑦	外	内	エンドサイトーシス	アセチルコリン
⑧	外	内	エンドサイトーシス	γ -アミノ酪酸

問5 興奮の伝導と伝達について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の

①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① シナプス後電位が重なりあう現象を加重といい、複数のニューロンによって発生したシナプス後電位が重なりあう現象を空間的加重という。
- ② シナプス後細胞には神経伝達物質に反応する電位依存性イオンチャネルが存在する。
- ③ 興奮性シナプスと抑制性シナプスからの刺激で加重が生じた場合、興奮性シナプス後電位は大きくなる。
- ④ ランビエ絞輪は絶縁性が高いため、有髄神経繊維では、興奮は髄鞘から髄鞘へと跳躍して伝導する。
- ⑤ 抑制性シナプスでは、神経伝達物質の放出によってシナプス後細胞にシナプス後電位の上昇が起こる。

問6 ニューロンの正常な働きを阻害する次のA～Cの物質が知られている。これらの阻害物質をシナプス前細胞に加えたときに観察される現象として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

A , B , C

物質名	作用
A テトロドトキシン	電位依存性Na ⁺ チャネルの開口を阻害する
B テトラエチルアンモニウム	電位依存性K ⁺ チャネルの開口を阻害する
C カドミウムイオン	電位依存性Ca ²⁺ チャネルの開口を阻害する

- ① 興奮が発生し、伝導も起こるが、伝達が起こらなくなる。
- ② 興奮が発生し、伝導も伝達も起こるが、活動電位の継続時間が長くなる。
- ③ 興奮が発生し、伝導も伝達も起こるが、活動電位の継続時間が短くなる。
- ④ 興奮が発生し、伝導も伝達も正常に起こる。
- ⑤ 興奮が発生するが、伝導も伝達も起こらなくなる。
- ⑥ 興奮が発生せず、伝導も伝達も起こらなくなる。

C ヒトの脊髄は脳とともに髄膜で覆われ保護されており、その前端は脳に繋がっている。脊髄の内側には、細胞体の集まった【サ】がみられ、【サ】の外側は神経繊維が束になった【シ】になっている。脳から出る神経を脳神経、脊髄から出る神経を脊髄神経といい、脊髄神経のうち感覚神経は脊髄の【ス】を通る。図1は、脊髄に接続する感覚神経の脳までの連絡経路を模式的に表したものである。

左右対称形の生物体で前面・背面の中央を頭から縦にまっすぐ通る線を正中線という。一般に、正中線を基準として右半身を支配する感覚神経と運動神経は脳の左半球に連絡し、左半身を支配する感覚神経と運動神経は脳の右半球に連絡するため、その脳までの連絡経路は間脳の視床より下（足側）で交差している。すべての運動神経（図には表していない）と、大部分の触覚、圧覚に関わる感覚神経の連絡経路は【セ】で交差しているが、痛覚、温度覚（温覚、冷覚）に関わる感覚神経と、一部の触覚、圧覚に関わる感覚神経の連絡経路は、脊髄で左右が交差している。

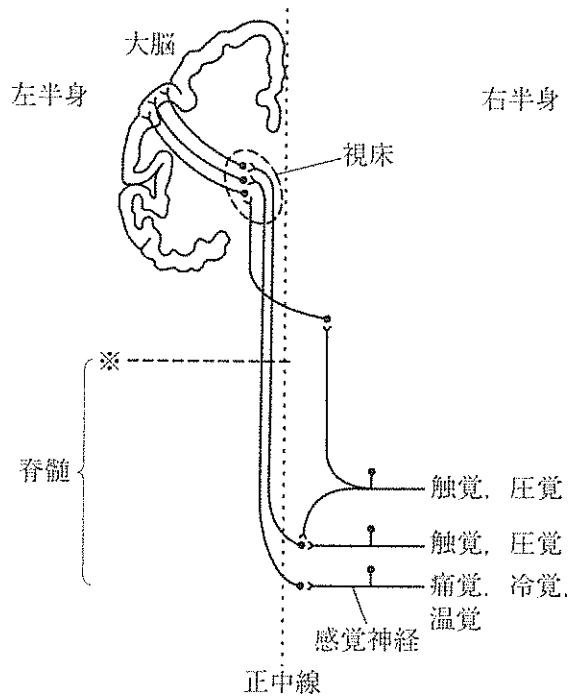


図1

問7 文中の **サ** ～ **セ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **9**

	サ	シ	ス	セ
①	灰白質	白質	背根	延髄
②	灰白質	白質	背根	中脳
③	灰白質	白質	腹根	延髄
④	灰白質	白質	腹根	中脳
⑤	白質	灰白質	背根	延髄
⑥	白質	灰白質	背根	中脳
⑦	白質	灰白質	腹根	延髄
⑧	白質	灰白質	腹根	中脳

問8 図1中の感覚神経について、※の位置で脊髄の左半側が傷害されたときに生じる、※の位置よりも下（足側）の麻痺について述べた記述のうち、誤っているものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。なお、※は脊髄の上端を示しており、感覚神経はすべて※の位置よりも下（足側）から脊髄に入るものとする。 **10**

- ① 左半身の痛覚はまったく麻痺しないが、右半身の痛覚はすべて麻痺する。
- ② 両半身の触覚がまったく麻痺しない。
- ③ 左半身の痛覚がまったく麻痺しない。
- ④ 左半身の冷覚がまったく麻痺しない。
- ⑤ 右半身の温覚がすべて麻痺する。
- ⑥ 右半身の痛覚がすべて麻痺する。

(下書き用紙)

生物の試験問題は次に続く。

4 植物の環境応答に関する次の文 (A・B) を読み、下の問1～5に答えなさい。

[解答番号 ～]

A 植物は生育場所の環境に応じて形態などを変化させ、乾燥や昆虫による食害など、さまざまなストレスに応答しながら、成長や生殖を行っている。

問1 植物のストレス応答に関する次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

(1) 乾燥への応答には孔辺細胞の開閉が重要な役割をもつ。孔辺細胞の開閉に関する記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

A 孔辺細胞の細胞壁は気孔側が厚く、外側が薄いため、膨圧が上昇すると細胞の外側が伸びて細胞全体が湾曲し、気孔が開く。

B 孔辺細胞に Ca^{2+} が流入すると細胞内の浸透圧が上昇し、細胞内に水が浸透して細胞全体が膨張するため、気孔が閉じる。

C 根や葉の細胞で合成されたアブシシン酸が孔辺細胞に作用することで、孔辺細胞から K^+ が流出し、浸透圧が低下することで気孔が閉じる。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

- (2) 昆虫による食害や病原体への抵抗に関する記述 A～Dのうち、正しいものの組合せとして最も適切なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

2

- A 感染部位の周辺の細胞を自発的に細胞死させる過敏感反応には、病原体を感染部位に閉じ込める効果がある。
- B 病原体の構成成分を細胞膜にある受容体で受容することで、ファイトアレキシンと呼ばれる情報伝達物質の合成が誘導される。
- C 昆虫による食害を受けた部位で合成が誘導されるジャスモン酸は、食害部位に昆虫に対するタンパク質分解酵素阻害物質を合成して攻撃を行う。
- D 昆虫による食害を受けた部位で合成された食害情報の伝達物質は、道管を通して植物体全体に伝わることで、植物体全体での食害応答が行われる。

- ① A, B ② A, C ③ A, D
④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問2 植物は日長と花芽形成の関係から短日植物, 長日植物, 中性植物に分けられる。植物とこれらの分類に関する次の記述 A~D のうち, 正しいものの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 3

- A アブラナは, 秋から冬にかけて栄養成長し, 早春から初夏にかけて開花する長日植物である。
- B エンドウは, 春から夏にかけて栄養成長を行い, 夏から秋にかけて開花する短日植物である。
- C トウモロコシは, 日長とは関係なく, ある程度成長すると花芽をつける中性植物である。
- D イネは, 日長とは関係なく, ある程度成長すると花芽をつける中性植物である。

- ① A, B ② A, C ③ A, D
- ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

問3 植物を一定の期間低温にさらすことで花芽形成が誘導されることを春化という。次の植物 A~D のうち, 春化により花芽形成が誘導される植物の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- A キク
- B トマト
- C 秋まきコムギ
- D ダイコン

- ① A, B ② A, C ③ A, D
- ④ B, C ⑤ B, D ⑥ C, D

B ジベレリンは種子の発芽促進などにおいて重要な役割を担う。その情報伝達では、ジベレリン量が少ないときには DELLA タンパク質が転写因子 A に結合することで、転写因子 A の機能を抑制する。しかし、ジベレリン量が増えると、DELLA タンパク質が分解されることで転写因子 A が解放され、下流の遺伝子の転写量が増える。たとえばオオムギやイネの種子では、ジベレリン量が増え始めると、アミラーゼ遺伝子の転写量が増える。このことで種子の発芽が誘導される。

種子と同じように、緑葉においても DELLA タンパク質は転写因子 A に結合することで、転写因子 A が制御する遺伝子の転写量は減少する。これに加えて DELLA タンパク質はジャスモン酸の情報伝達における制御タンパク質 B にも作用することが知られている。ジャスモン酸量が少ないときには、制御タンパク質 B は転写因子 C に結合することで、転写因子 C の働きを抑制する。緑葉でジャスモン酸量が増えると、制御タンパク質 B の多くが分解される。その結果、転写因子 C が制御する遺伝子 D の転写量が増える。一方、DELLA タンパク質が制御タンパク質 B に結合すると、制御タンパク質 B は転写因子 C に結合できなくなる。緑葉でジベレリン量が増えると、DELLA タンパク質が分解されるため、制御タンパク質 B は転写因子 C に結合できるようになる。これにより遺伝子 D の転写量は減少する。

なお、緑葉における DELLA タンパク質、転写因子 A、制御タンパク質 B、転写因子 C それぞれの合成速度は一定である。上述のように、DELLA タンパク質と制御タンパク質 B の分解速度は、緑葉内のジベレリン量やジャスモン酸量の増減によって変動する。一方、転写因子 A と転写因子 C それぞれの分解速度は、緑葉内のジベレリン量やジャスモン酸量の増減によっても変動しない。したがって、転写因子 A と転写因子 C の濃度は一定であり、それらの働きは、DELLA タンパク質や制御タンパク質 B との分離と結合のみによって制御され、下流の遺伝子の転写量が調節される。

問4 ジベレリン量とジャスモン酸量が少ない緑葉に、十分な濃度のジベレリン、ジャスモン酸を与えた場合、遺伝子Dの転写量が変化する。このとき、遺伝子Dの転写量が多い順に並べた場合、次の不等式の 、、 にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

転写量が多い 転写量が少ない

$$\boxed{\text{ア}} > \boxed{\text{イ}} > \boxed{\text{ウ}}$$

	ア	イ	ウ
①	ジベレリンを与えた場合	ジャスモン酸を与えた場合	両方を与えた場合
②	ジベレリンを与えた場合	両方を与えた場合	ジャスモン酸を与えた場合
③	ジャスモン酸を与えた場合	ジベレリンを与えた場合	両方を与えた場合
④	ジャスモン酸を与えた場合	両方を与えた場合	ジベレリンを与えた場合
⑤	両方を与えた場合	ジベレリンを与えた場合	ジャスモン酸を与えた場合
⑥	両方を与えた場合	ジャスモン酸を与えた場合	ジベレリンを与えた場合

問5 ある変異型植物では、野生型植物のDELLA遺伝子に突然変異が生じ、DELLAタンパク質が働かなくなっていた。この変異型植物をDELLA変異株と呼ぶことにする。このDELLA変異株の緑葉での特徴に関する記述A~Cの正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 6

- A 転写因子 A が制御する遺伝子の転写量は野生株よりも多い。
- B 遺伝子 D の転写量は野生株よりも多い。
- C ジベレリンを与えたDELLA変異株は、ジベレリンを与えない野生株よりも遺伝子 D の転写量は多い。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

5 生態系と環境に関する次の文を読み、下の問1～4に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

図1は全地球の炭素移動の一部を推定値で示した模式図である。図1中の円内の数値は、地球表面1m²あたりに円内に記載した形で存在している炭素量(kg)を表し、矢印の数値は、地球表面1m²・1年あたりに移動する炭素量(kg)を表す。

生態系の生物群集内における有機物の収支について考えてみる。ある時点で単位面積上に存在している生物体の総量を現存量といい、ある時点での現存量と一定時間後の現存量の差を成長量という。植物の光合成によって生産された有機物の総量を総生産量、総生産量から呼吸によって消費された有機物量を引いた量を純生産量という。生産者の成長量は、

$$\text{成長量} = \text{ア} - (\text{被食量} + \text{枯死量})$$

となる。また、動物が他の生物を摂食・消化して体内に吸収する有機物の量を同化量、同化量から呼吸によって消費された有機物量を引いた量を生産量という。消費者の成長量は、

$$\text{成長量} = \text{イ} - (\text{呼吸量} + \text{被食量} + \text{ウ})$$

となる。

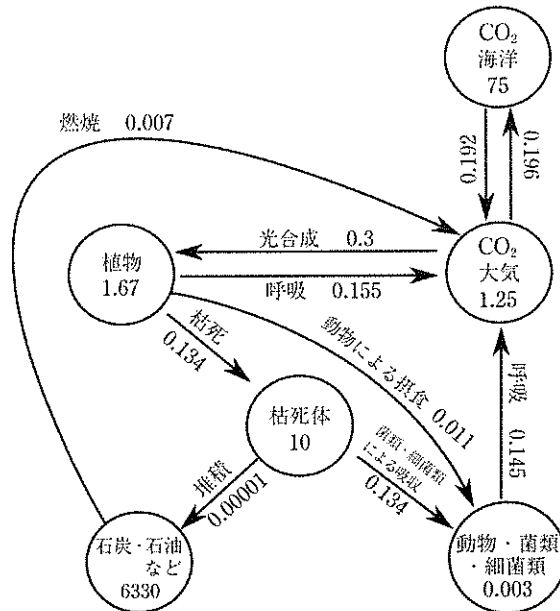


図1

問1 文中の **ア** ～ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **1**

	ア	イ	ウ
①	純生産量	生産量	死亡量
②	純生産量	生産量	不消化排出量
③	純生産量	同化量	死亡量
④	純生産量	同化量	不消化排出量
⑤	総生産量	生産量	死亡量
⑥	総生産量	生産量	不消化排出量
⑦	総生産量	同化量	死亡量
⑧	総生産量	同化量	不消化排出量

問2 図1について説明した記述のうち、誤っているものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① 海洋には大気で増加した二酸化炭素の一部を吸収する機能がある。
- ② 植物の炭素量は $0.003 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 減少している。
- ③ 石炭、石油などの化石燃料は、計算上5億年以上の年月をかけて堆積している。
- ④ 大気中の二酸化炭素は $0.003 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 増加している。
- ⑤ 有機物を分解する量は、生きた植物を摂食するよりも、枯死した植物を吸収する方が10倍以上大きい。

問3 生態系について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

3

- ① 極相が森林となる陸上の生態系では、時間経過とともに純生産量が増加し続ける。
- ② 一般に栄養段階が高くなるほどエネルギー効率の値は小さくなる。
- ③ 海洋では物質生産に必要な栄養塩類が不足しやすいため、栄養塩類が豊富な外洋域の物質生産量が大きい。
- ④ 水界における主な生産者は植物プランクトンであり、植物プランクトンの光合成と呼吸量がつりあう限界の水深を補償深度という。
- ⑤ 温度や光などの非生物的環境が生物へ与えるさまざまな影響を、環境形成作用という。
- ⑥ 生態ピラミッドのうち、現存量を積み重ねる生物量ピラミッドは、必ず生産者>一次消費者>二次消費者という関係になり、逆転しない。

問4 下線部について、熱帯多雨林（パナー）と照葉樹林（水俣）の例を表1に示す。
 表1をもとに次のA～Cの有機物量を計算した場合の数値として最も適当なものはどれか。下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。なお、表中の数値は面積が 10^4 m^2 の森林における1年間の有機物の移動量（ 10^3 kg ）を表しており、この例では枯死体・遺体・排出物の増減はないものとする。

- A 熱帯多雨林の純生産量
- B 熱帯多雨林の生産者の成長量
- C 照葉樹林の消費者・分解者の成長量

表1

	生産者				生産者・消費者・分解者の合計呼吸量
	総生産量	呼吸量	被食量	枯死量	
熱帯多雨林	99.1	73.4	0.3	19.6	93.3
照葉樹林	51.0	34.1	0.1	12.5	46.7

- ① 0.0 ② 4.3 ③ 4.4
 ④ 5.8 ⑤ 6.1 ⑥ 16.9
 ⑦ 17.9 ⑧ 25.7 ⑨ 26.7