

# 選択科目

(医学部)

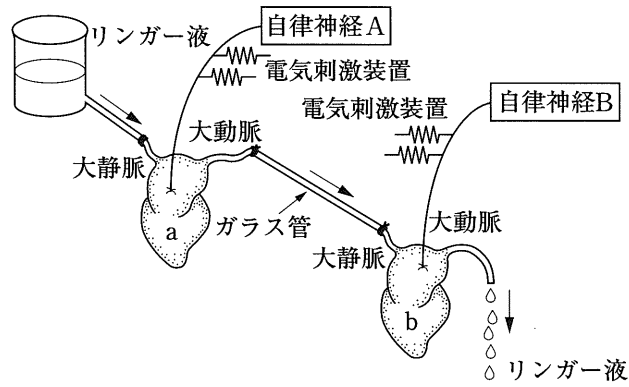
— 2月6日 —

物理 }  
化学 } この中から1科目を選択して解答しなさい。  
生物 }

科目	問題のページ
物理	1～6
化学	7～11
生物	12～16

1

2つのカエルの心臓 a, b を下図のようにつなぎ、リンガー液を矢印で示すような一方向に灌流した。この実験について以下の設問に答えなさい。



(1) 自律神経 A に電気刺激を加えると心臓 a の拍動が遅くなった。

問 1 自律神経 A の名称を答えなさい。

問 2 自律神経 A の末端から分泌される物質名を答えなさい。

問 3 このとき、心臓 b の拍動はどのようになると考えられるか。句読点を含めて 7 字以内で述べなさい。

問 4 問 3 のようになった理由を、句読点を含めて 50 字以内で説明しなさい。

(2) 自律神経 B を電気刺激したとき、心臓 b の拍動が速くなった。

問 5 自律神経 B の名称を答えなさい。

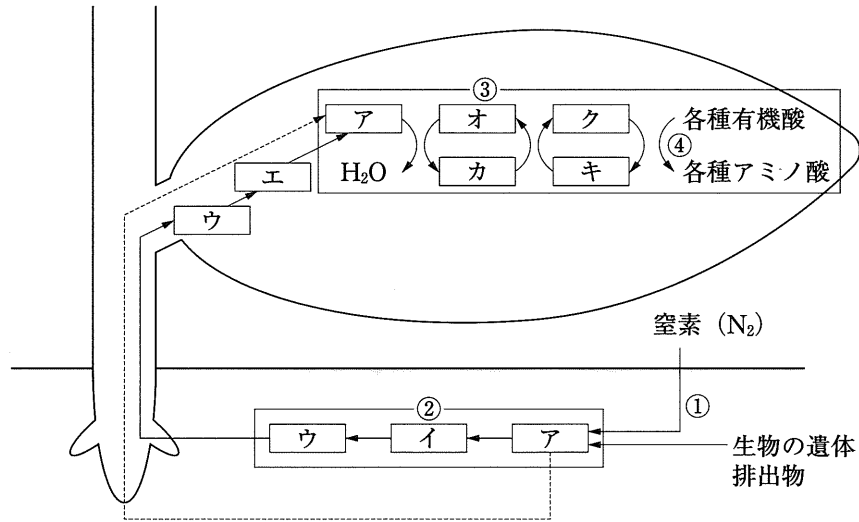
問 6 自律神経 B の末端から分泌される物質名を答えなさい。

問 7 このとき、心臓 a の拍動はどのようになると考えられるか。句読点を含めて 7 字以内で述べなさい。

問 8 問 7 のようになった理由を、句読点を含めて 50 字以内で説明しなさい。

2

下図は、植物を中心とした窒素循環の一部を模式的に示したものである。



問1 図中の空欄  ～  に最も適切な物質名または化学式を書き入れなさい。

問2 下の文章中の ( ① ) ～ ( ④ ) は図中の ① ～ ④ について述べている。文章中の空欄 ( ① ) ～ ( ④ ) および [ A ] と [ B ] に最も適切な語句を書き入れなさい。

土壤中で生活しているある種の微生物は大気中の窒素を直接取り込み、 に変えることができる。このような働きを ( ① ) という。( ② ) は  から  へ、さらに  から  へと酸化する土壤中の化学合成細菌によって進行し、化学合成細菌はこの酸化の過程で得られるエネルギーを利用して二酸化炭素を固定する。この反応の進行には酸素が必要であり、化学合成細菌は [ A ] 的環境でよく生育する。マメ科植物は [ B ] が作った  を根から直接吸収できる。生物が外界から窒素成分を取り入れ、体を構成する物質に変える過程を ( ③ ) という。 の窒素は炭水化物の分解で生じた  から  にアミノ基として取り込まれる。呼吸や光合成の過程でできた種々の有機酸にアミノ基が移り、様々なアミノ酸が生成される反応を ( ④ ) という。

生 物

3

表1～表3は、アルフレッド・スタートバントが1913年に発表した論文より抜粋して一部を改変したものである。スタートバントはこの論文の中でショウジョウバエの各表現型を制御する遺伝的な要素が直線上に位置する関係を初めて示した。A, B, C, D, Eはそれぞれ異なる表現型に対する野生型の遺伝子を表し、同一染色体上にある。対立遺伝子を表す場合、大文字は小文字に対して優性である。以下の問に答えなさい。

表1

世代	性	表現型	遺伝子型	配偶子の遺伝子型
親	雌	長翅朱眼	Bd/Bd	Bd
	雄	痕跡翅赤眼	bD	bD
F <sub>1</sub>	雌	長翅赤眼	Bd/bD	Bd, bD, BD, bd
	雄	長翅朱眼	Bd	Bd

- 問1 表1の雌において、例えばBd/bDは相同染色体の一方にBとdが、他方にbとDが存在することを意味している。また、雄ではその染色体が一本しか存在しないことを意味している。BとDが存在する染色体名を答えなさい。
- 問2 表1におけるF<sub>1</sub>の雌の配偶子の遺伝子型のなかで、組換えを起こしたと考えられる遺伝子型を答えなさい。
- 問3 表1におけるF<sub>1</sub>の雄と雌を交配(同系交配)させてF<sub>2</sub>を得た。F<sub>2</sub>の雄において組換えを起こしたと考えられる個体の表現型を答えなさい。

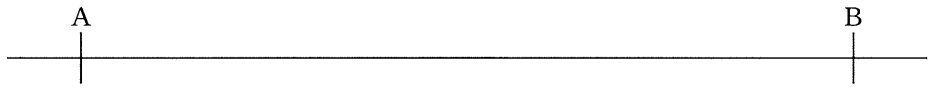
表2

遺伝子	組換え体	非組換え体
AE	214	21522
BD	109	349
CE	2062	4054
DE	471	1113

表3

遺伝子	計算値	実測組換え価
AB	①	37.6
AC	②	35.5
AD	③	32.2
BE	④	45.7

問4 表2は、それぞれの形質について問3と同様の同系交配を行って得られたF<sub>2</sub>の表現型を解析した結果を示している。組換え価(%)を小数点第2位以下は切り捨てて求め、AとBには含まれたC, D, Eの位置関係とその遺伝的距離を解答欄に記入しなさい。



- 問5 表3における空欄①～④には、問4の遺伝地図より計算された遺伝的距離が当てはまる。それぞれの数値を解答欄に記入しなさい。
- 問6 表3における実測組換え価は、それぞれの形質について問3と同様の同系交配を行って得られたF<sub>2</sub>の表現型を解析した結果を表す。ABとBEでは、問5の計算値と実測組換え価が大きく異なる数値を示している。その理由について、句読点を含めて60字以内で説明しなさい。

4

以下の文を読んで問に答えなさい。

スーパーマンはイモリの初期原腸胚から ( 1 ) を切り取り、同じ時期の胚の将来腹側の表皮になる部分に移植した。すると本来腹になる部分に神経管が作られ、これからもう一つの胚が形成された(二次胚と呼ぶ)。二次胚を詳しく調べたところ、体節の一部と脊索が移植片に由来しており、他の部分は宿主に由来していた。<sup>(A)</sup>このことは、( 1 ) が外胚葉に働いて神経に分化させる能力を持っていたことを示している。この働きを誘導と呼び、これを行うものを ( 2 ) と名付けた。

スーパーマンの実験で観察された誘導は、どのような分子によって行われるのであろうか。この分子を探索する目的で、アフリカツメガエルの初期原腸胚の ( 1 ) を含む周辺組織から物質“X”を、腹側の外胚葉(図の黒くぬりつぶした部分)から物質“Y”を抽出して、以下の実験を行った。

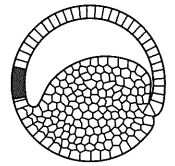


図 初期原腸胚  
(断面図)

#### 実験1

アフリカツメガエル初期原腸胚の動物極側の一部を切り出し、シャーレで培養したところ、この切片は表皮に分化した。一方、物質“X”を含んだ培養液で培養したところ、神経細胞への分化が認められた。

#### 実験2

アフリカツメガエル初期原腸胚の動物極側の一部(実験1で切り出したのと同じ部分)を切り出し、カルシウムイオンを除いた溶液で処理すると、細胞間の接着がはがれて細胞1つ1つに分離した。この状態でシャーレにて培養を行うと、細胞は神経細胞に分化した。このとき培養液に物質“Y”を添加すると、表皮に分化した。

#### 実験3

アフリカツメガエル初期原腸胚の腹側外胚葉(図の黒くぬりつぶした部分)に、物質Yの働きを阻止する物質を注入したところ、その場所に2次胚が形成された。

問1 空欄 ( 1 ) ( 2 ) に最も適切な語句を書き入れなさい。

問2 下線部(A)において、2次胚のどの部分が移植片や宿主に由来するかを知るためにはどのような工夫が必要か。考えられる方法を、句読点を含めて20字以内で述べなさい。

問3 実験1, 2から導かれる結論として適切でないものを1つ選び、記号で答えなさい。また、それを選んだ理由について、句読点を含めて40字以内で説明しなさい。

- (a) 動物極側の細胞は他からの働きかけがない場合には、神経細胞に分化するように運命づけられている。
- (b) 動物極側の細胞が神経に分化するために“X”は必要である。
- (c) “Y”は、動物極の細胞が神経細胞に分化するのを抑制する働きがある。
- (d) 動物極の細胞は、互いに接着することによって神経細胞への分化を抑制している。

問4 実験1, 2, 3の結果から、( 2 ) が神経細胞の分化を誘導する機構としていくつかの可能性を考えることができる。その可能性について、句読点を含めて60字以内で説明しなさい。

5

ウイルスは細菌、動物細胞、植物細胞などに感染する。細菌に感染するウイルスはバクテリオファージとも呼ばれ、遺伝子の研究などに広く用いられ分子生物学の発展に大きく貢献している。一方、ヒトに感染するウイルスはエイズなどのいろいろな疾患の原因となる。ウイルス、バクテリオファージに関する以下の質問に答えなさい。

(1) ハーシーとチェイスは  $T_2$  ファージのタンパク質を放射性同位元素  $^{35}\text{S}$ 、DNA を  $^{32}\text{P}$  で標識し、大腸菌に感染させる実験を行い、DNA が自己複製能力を持つ事を示した。

問1  $T_2$  ファージの構造を図で示し、ゲノム DNA の存在部位、細菌への付着部位を示しなさい。

問2 標識に S (硫黄) と P (リン) を選んだ理由を、句読点を含めて 40 字以内で書きなさい。

問3 この系において細菌内に侵入するのはどれか記号で答えなさい。

- a. タンパク質のみ      b. DNA のみ      c. タンパク質と DNA

問4 1 個の大腸菌に  $T_2$  ファージが感染した時、感染後の時間と大腸菌内の感染性ファージの数との関係を図で示しなさい。

問5 この系において感染後に産生される多数の  $T_2$  ファージのタンパク質の遺伝子をコードしているのはどれか記号で答えなさい。

- a. 大腸菌の DNA      b. バクテリオファージの DNA

(2) ヒト免疫不全ウイルス (HIV) はヒトのある特定の T 細胞を認識してこの細胞に感染し、免疫不全を引き起こす。その結果、HIV に感染したヒトでは健康なヒトでは通常感染症を発症しない病原性の低い病原体によっても重篤な感染症が引き起こされる。

問6 下線(a)について、どのような T 細胞であるか。その名称を答えなさい。

問7 下線(b)に関し、このような病原体の例を 1 つあげなさい。

問8 下線(c)について、このような感染症は何と呼ばれるかを答えなさい。

問9 病原体に対するワクチンにはその病原体の中で特に毒性が弱いものを接種するもの (生ワクチン)、病原体を不活性化させて用いるもの (不活性化ワクチン) などがあるが、HIV に対する効果的なワクチンは作りにくいとされている。その理由はなぜか。句読点を含めて 15 字以内で答えなさい。

## メモ・計算用紙