

理 科

平成 21 年度 入 学 試 験 問 題

受 番	驗 号
-----	-----

答 案 作 成 上 の 注 意

- 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 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などに気づいた場合は、手を挙げて、監督者に知らせなさい。
- 3 問題は物理、化学、生物いずれも①、②の2問、計6問あります。6問中任意の4問を選んで解答しなさい。5問以上答えた時には点数のよい4問を得点とします。

物 理 1 ページから 12 ページまで

化 学 13 ページから 26 ページまで

生 物 27 ページから 39 ページまで

- 4 解答用紙には、物理解答用紙、化学解答用紙、生物解答用紙の3種類があります。これらの3種類のすべての解答用紙の氏名、受験番号の記入欄および受験番号のマーク欄にそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。また、問題冊子の表紙の受験番号欄にも記入しなさい。
- 5 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。また、問題用紙の余白は計算用紙として自由に使用してよろしい。
- 6 試験場内で配布された問題冊子、解答用紙はいっさい持ち帰ってはいけません。
- 7 計算機能をもつ時計、計算器具などの使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。
- 8 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開けてはいけません。また、マークシートに記載してある「注意事項」も読んでおきなさい。

生 物

1 I～IIIについて答えよ。

I 免疫に関する問1～5について答えよ。

免疫を利用して、病気の予防法や治療法が開発されてきた。アは天然痘を予防する方法(種痘法)を、イは血清療法を開発した。また、ABO式血液型の発見により、輸血が安全におこなわれるようになった。

抗原となる異物は無数に存在しており、それらが体内に侵入すると、それに特異的な抗体が産生され、分泌される。抗原が無数にあるのに対して、抗体に関する遺伝子の数は限られている。ウは、この限られた遺伝子で多様な抗体が産生されるしくみを解明したことにより、ノーベル賞を受賞した。

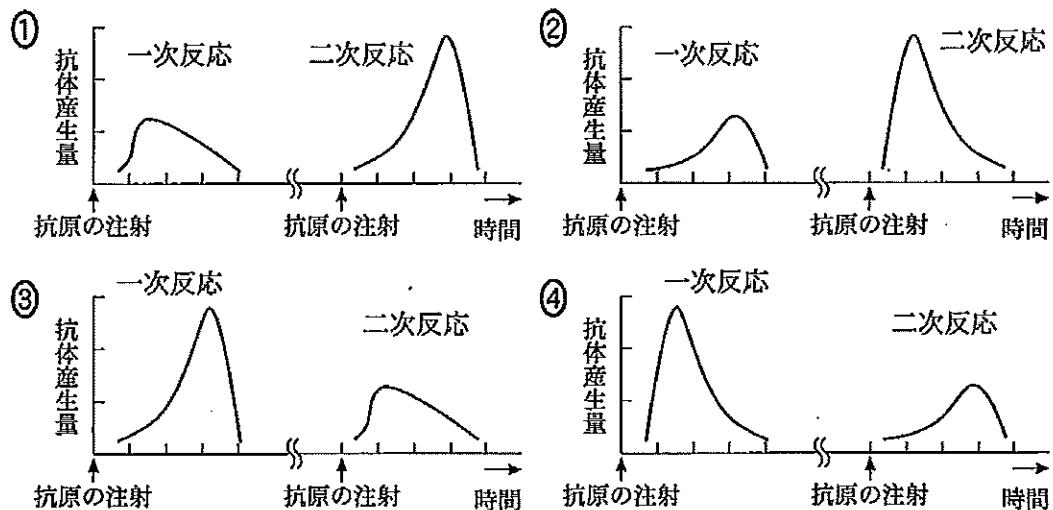
問1 文章中のア～ウに最も適当な人名を1つずつ選べ。

- ① コッホ
- ② ベーリング
- ③ ヒル
- ④ エールリヒ
- ⑤ パスツール
- ⑥ ジエンナー
- ⑦ 高峰譲吉
- ⑧ 利根川進
- ⑨ 木原均
- ⑩ 木村資生

問2 抗体について誤っているのはどれか。最も適当なものを1つ選べ。エ

- ① 2本のH鎖と2本のL鎖からなる。
- ② アミノ酸配列が多様な可変部と、残りの定常部に分けられる。
- ③ 抗原と結合するところが2か所ある。
- ④ Y字状のタンパク質である。
- ⑤ 免疫グロブリンというタンパク質である。
- ⑥ 血しょう中に含まれる。
- ⑦ 毒ヘビにかまれたときの治療に利用される。
- ⑧ 予防接種では、それぞれの病気に対する抗体を注射する。

問 3 下の①～④の図は、ある動物に同じ抗原を 2 回、時間をあけて注射したときの抗体産生量の変化を示したものである。正しいのはどれか。最も適当なものを 1 つ選べ。 **[オ]**



問 4 **[カ]～[シ]**について、B 細胞に関連する記述ならば①を、T 細胞に関連する記述ならば②を、両方に関連する記述ならば③をマークせよ。

- | | |
|----------|-------------------------|
| カ | 臓器移植などによる他個体の移植細胞を認識する。 |
| キ | ヒト免疫不全ウイルス(HIV)が感染する。 |
| ク | 一部が抗体産生細胞に分化する。 |
| ケ | 一部が記憶細胞に分化する。 |
| コ | 骨髄の幹細胞に由来する。 |
| サ | 胸腺で成熟する。 |
| シ | 白血球である。 |

問 5 下線 1について、複数のヒトの血液を用いて実験 1～3をおこなった。

実験 1：A 型の血清を個々の血液に加えたところ、血球が凝集する血液群（グループ 1）と、凝集しない血液群（グループ 2）に分かれた。

実験 2：グループ 1 の個々の血清を A 型の血液に加えると、すべて血球が凝集した。

実験 3：グループ 2 の個々の血清を A 型の血液に加えると、血球が凝集する血清群（グループ 2-1）と凝集しない血清群（グループ 2-2）に分かれた。

各グループの血液型はどれか。最も適当なものを 1 つずつ選べ。ス～ソ

グループ 1 : グループ 2-1 : グループ 2-2 :

- | | | | |
|------------|-------------|-------------|--------|
| ① A 型 | ② B 型 | ③ O 型 | ④ AB 型 |
| ⑤ A 型か B 型 | ⑥ A 型か O 型 | ⑦ A 型か AB 型 | |
| ⑧ B 型か O 型 | ⑨ B 型か AB 型 | | |

II 問1～7について答えよ。

問1 図1は、電子顕微鏡で観察した真核細胞の模式図である。□タ～□ナは

図1の①～⑧のどれについての記述か。最も適当なものを1つずつ選べ。

同じものを何度選んでもよい。

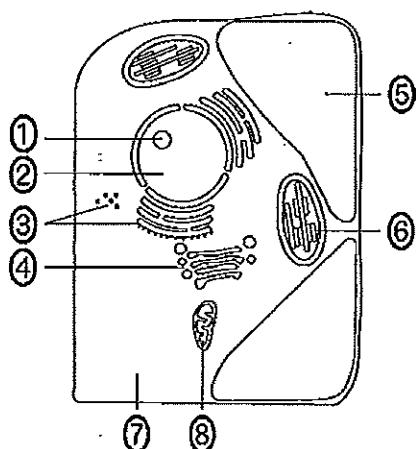


図1

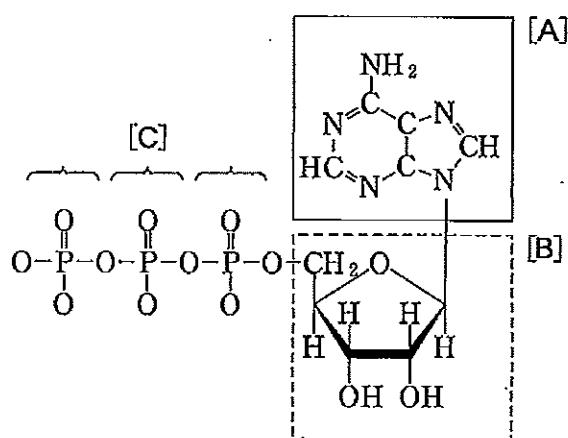


図2

- タ タンパク質を合成する。
- チ 解糖系の反応が起こる。
- ツ アントシアニンを含むものもある。
- テ カルビン・ベンソン回路の反応が起こる。
- ト 細胞の成長に伴って発達し、浸透圧調節などをおこなっている。
- ナ タンパク質を細胞内の適切な場所に運搬したり、分泌する。

問2 図2で示した物質は、図1の⑦と⑧ともう1つどこでつくられるか。図

1の①～⑥から最も適当なものを1つ選べ。□二

問 3 図 2 の構造 [A], [B], [C] を示すものはどれか。最も適当なものを 1 つずつ選べ。

[A] : ヌ

[B] : ネ

[C] : ノ

- ① タンパク質 ② アミノ基 ③ 核 酸 ④ 水酸基
⑤ メチル基 ⑥ リン酸 ⑦ 糖 ⑧ 脂 質
⑨ カルボキシル基 ⑩ 塩 基

問 4 図 2 の構造 [A] は何か。最も適当なものを 1 つ選べ。 ハ

- ① アクチン ② チミン ③ シトシン ④ グアニン
⑤ アデニン ⑥ ウラシル ⑦ ミオシン

問 5 図 2 の構造 [B] は何か。最も適当なものを 1 つ選べ。 ヒ

- ① リボース ② ラクトース ③ グルコース
④ スクロース ⑤ フルクトース ⑥ ガラクトース
⑦ デオキシリボース

問 6 図 2 が示す物質はどれか。最も適当なものを 1 つ選べ。 フ

- ① FAD ② mRNA ③ AMP ④ DNA
⑤ ADP ⑥ tRNA ⑦ rRNA ⑧ ATP
⑨ NADH

問 7 ハ ~ ム の生命現象のうち、図 2 で示す物質が実際に利用される現象には①を、利用されない現象には②をマークせよ。

ハ 原形質分離

ホ ホタルの発光

マ 神経における刺激の伝導

ミ 赤血球による酸素の運搬

ム マルピーギ小体(腎小体)における水分のろ過

III 発生に関する問1～6について答えよ。

問1 ウニやカエルの発生において正しいのはどれか。最も適当なものを1つ選べ。メ

- ① カエルは等割のあとに不等割をおこなう。
- ② ウニは不等割のあとに等割をおこなう。
- ③ カエルは8細胞期までは等割をおこなう。
- ④ ウニは16細胞期までは等割をおこなう。
- ⑤ ウニの孵化は胞胚後期に起きる。
- ⑥ ウニの孵化は原腸胚初期に起きる。

問2 ウニやカエルの発生において正しい記述の組み合わせはどれか。最も適当なものを1つ選べ。モ

- a ウニもカエルも桑実胚期には卵割腔をもつ。
- b ウニのみが桑実胚期には卵割腔をもつ。
- c カエルのみが桑実胚期には卵割腔をもつ。
- d ウニの胞胚は一層の細胞からできている。
- e ウニの胞胚は多層の細胞からできている。
- f カエルの原腸胚中期には胞胚腔はなくなる。
- g カエルの原腸胚中期には中胚葉が存在する。

- ① a, d, f ② a, d, g ③ a, e, f ④ a, e, g
- ⑤ b, d, f ⑥ b, d, g ⑦ b, e, f ⑧ b, e, g
- ⑨ c, d, f ⑩ c, d, g ⑪ c, e, f ⑫ c, e, g

問3 カエルの発生において、次の組織や器官のうち外胚葉由来のものには①を、中胚葉由来のものには②を、内胚葉由来のものには③をマークせよ。

- | | | |
|--|---|--|
| 皮膚の真皮： <input checked="" type="checkbox"/> ヤ | 末梢神経： <input checked="" type="checkbox"/> ユ | 肝臓： <input checked="" type="checkbox"/> ヨ |
| 心臓： <input checked="" type="checkbox"/> ラ | 腸の筋肉： <input checked="" type="checkbox"/> リ | 輸尿管： <input checked="" type="checkbox"/> ル |

問 4 2匹のイモリのある時期の胚における予定神経域片と予定表皮域片をそれぞれ一部分交換移植した。その結果、移植された予定神経域片は正常な発生時間で表皮になった。この移植実験をおこなったのはどの時期か。最も適当なものを1つ選べ。 レ

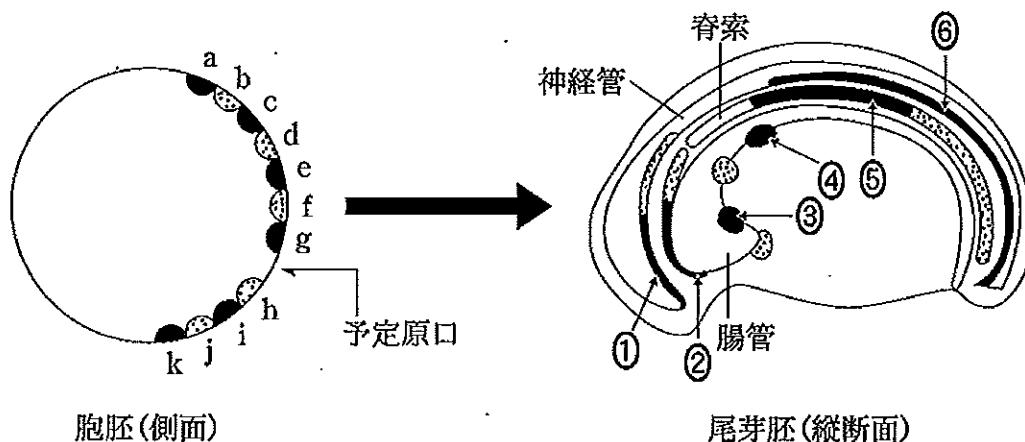
- ① 原腸胚初期 ② 原腸胚中期 ③ 原腸胚後期 ④ 神経胚初期

問 5 原口側が肛門になる動物はどれか。最も適当なものを1つ選べ。 口

- ① ミミズ ② セミ ③ アサリ ④ プラナリア ⑤ ホヤ

問 6 フォークトはイモリの胞胚の表面を部分的に染め分け、胚の各部がどのように変化するかを調べた。下の左図の胞胚の各染色部分(a, c, e, g, i)が右図の尾芽胚のどの番号の部分に相当したか。最も適当なものを1つずつ選べ。

a : ワ c : あ e : い g : う i : え



2 I, IIについて答えよ。

I 循環系に関する問1～11に答えよ。

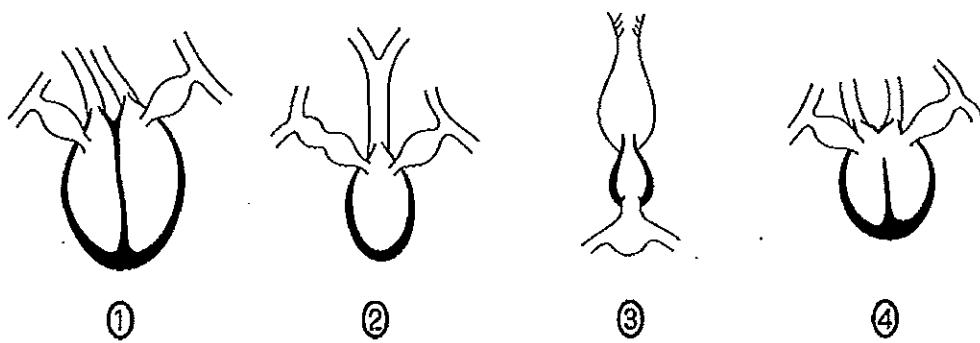
問1 閉鎖血管系の動物はどれか。最も適当なものを1つ選べ。ア

- ① バッタ ② エビ ③ 貝 ④ ミミズ ⑤ プラナリア

問2 毛細血管に関する記述で正しいのはどれか。最も適当なものを1つ選べ。イ

- ① 厚い筋肉層が収縮して血液を送り出す。
② 血液の逆流を防ぐ弁がある。
③ 一層の薄い内皮細胞のみからなる。
④ すき間から赤血球が組織内に出る。
⑤ 血しょうがしみ出すことはない。

問3 受精後約4週間のヒトの胎児は魚類とよく似た構造の心臓をもつ。①～④の模式図のどれに似ているか。最も適当なものを1つ選べ。ウ



問4 ヒトの血しょう中に通常含まれないのはどれか。最も適当なものを1つ選べ。エ

- ① 水 ② タンパク質 ③ 脂質
④ 無機塩類 ⑤ グリコーゲン

問 5 赤血球はどの組織に属するか。最も適当なものを1つ選べ。 オ

- ① 上皮組織 ② 神経組織 ③ 筋組織 ④ 結合組織

問 6 表はウシとニワトリの1細胞あたりのDNA量を示したものである。ウシの赤血球のDNA量は何pgか。最も適当なものを1つ選べ。

表 1細胞あたりのDNA量(pg) pg(ピコグラム)= $1/10^{12}$ g

	ウシ	ニワトリ
すい臓	6.8	2.4
腎臓	6.4	2.4
赤血球	カ	2.3
精子	3.3	1.3

- ① 6.6 ② 3.3 ③ 2.2 ④ 1.7 ⑤ 1.3
⑥ 1.1 ⑦ 0.0

問 7 古くなった赤血球の分解産物は肝細胞で胆汁として生成される。胆汁が排出されるのはどこか。最も適当なものを1つ選べ。 キ

- ① 門脈 ② 腸管 ③ 肝動脈 ④ 中心静脈

問 8 血管が傷ついて出血すると複雑な反応が①～④の過程を経て起こり血液は凝固する。次のク～コの血液凝固を防止する方法は①～④のどの過程に作用するか。最も適当なものをそれぞれ1つずつ選べ。

- ク クエン酸ナトリウムを加える。
ケ ヘパリンを加える。
コ 棒でかきまわし、からみついたものを取る。

- ① 血小板から放出される因子が血しょう中のカルシウムイオンと協調して働く。
② 血しょう中のプロトロンビンからトロンビンを生成する。
③ トロンビンが血しょう中のタンパク質をフィブリンにする。
④ フィブリンは血球を包み込み、血ペイを形成する。

問9 赤血球はヘモグロビンを含む。タンパク質であるヘモグロビンは何本のポリペプチドから構成されているか。最も適当なものを1つ選べ。サ

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 6

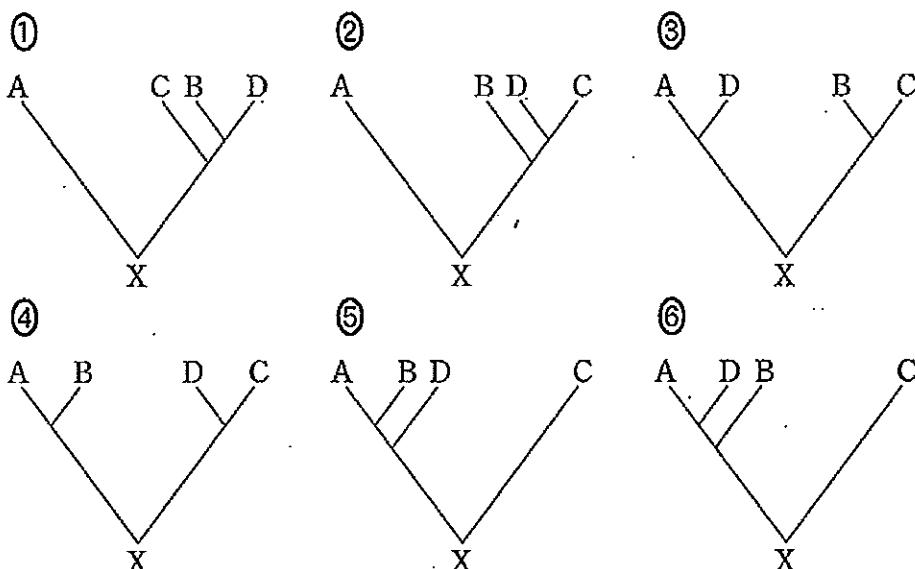
問10 ヘモグロビンに含まれている金属はどれか。最も適当なものを1つ選べ。シ

- ① 銅 ② 亜鉛 ③ 鉄 ④ マグネシウム ⑤ ニッケル

問11 表は4種の脊椎動物(A, B, C, D)の間でヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列を比較し、それぞれの間で異なるアミノ酸の数を示したものである。次の(1)~(3)に答えよ。

	A	B	C	D
A	0	27	68	17
B	27	0	71	26
C	68	71	0	65
D	17	26	65	0

(1) これら4種の共通の祖先をXとすると、表から考えられる分子系統樹はどれか。最も適当なものを1つ選べ。ス



(2) A と B の祖先はおよそ 1 億 3500 万年前に分かれたと仮定すると、表と図から考えてヘモグロビン α 鎌のアミノ酸配列が 1 つ変化するのにかかる年数はおよそいくらか。最も適当なものを 1 つ選べ。〔セ〕

- ① 50 万年 ② 100 万年 ③ 500 万年 ④ 1000 万年
⑤ 5000 万年 ⑥ 1 億年

(3) 共通祖先 X から A, B, C, D の祖先動物が別れたのは約何万年前か。最も適当なものを 1 つ選べ。〔ソ〕

- ① 7 億 1000 万年 ② 6 億 8000 万年 ③ 3 億 4000 万年
④ 1 億 7000 万年 ⑤ 8000 万年 ⑥ 4000 万年

II 遺伝に関する問 1 ~ 6 に答えよ。

問 1 染色体数の異常は、減数分裂のときに染色体が適切に分配されないにより生じる。余分な XY 染色体をもつ場合(XXY 型、染色体数 47)は「クラインフェルター症候群」とよばれ、X 染色体を 1 本しかもたない場合(XO 型、染色体数 45)は「ターナー症候群」とよばれる。次の〔タ〕～〔テ〕の場合における子どもの性染色体構成の異常の原因はどのように推定されるか。最も適当なものを①～③から 1 つずつ選べ。ただし、両親はいずれも染色体が $2n=46$ で正常である。また、両親に由来する受精卵の発生における体細胞分裂は正常におこなわれたものとする。

〔タ〕 父親は赤緑色覚異常、母親は正常色覚、娘は赤緑色覚異常でターナー症候群であった。

〔チ〕 父親は赤緑色覚異常、母親は正常色覚、娘は正常色覚であるがターナー症候群であった。

〔ツ〕 父親は正常色覚、母親は赤緑色覚異常、息子は正常色覚であるがクラインフェルター症候群であった。

〔テ〕 父親は正常色覚、母親は赤緑色覚異常、息子は赤緑色覚異常でクラインフェルター症候群であった。

- ① 父親由来 ② 母親由来 ③ 両親のいずれとも判定できない

問 2 「ハンチントン病」とよばれる遺伝病は、常染色体上にある優性対立遺伝子Aによって引き起こされる。Aに対してaは劣性として、ト、ナの遺伝子型の組合せの両親のもとに、この病気の子どもが産まれる確率はどういうに推測されるか。①～⑤から最も適当なものを1つずつ選べ。

ト aaとAa ナ AaとAA

- ① 0% ② 25% ③ 50% ④ 75% ⑤ 100%

問 3 ヒトの血液型は赤血球の表面に存在する物質の違いによって分類され、ABO式やRh式などがある。Rh⁻は遺伝子dによるもので、遺伝子Dに対してdは劣性である。母親がO型でRh⁻、父親がO型でRh⁺(遺伝子型Dd)のとき、この両親から産まれてくる子どもについて、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) ABO式血液型はどれになるか。最も適当なものを1つ選べ。ミ

- ① A型 ② B型 ③ AB型 ④ O型

(2) Rh⁺になる確率は何%か。最も適当なものを1つ選べ。ヌ

- ① 0% ② 25% ③ 50% ④ 75% ⑤ 100%

問 4 あるヒトの集団のRh式の血液型を調べたところRh⁻が9%存在していた。この集団は以下の条件を満たすものとして、(1)～(3)のそれぞれの割合を求めよ。□には数字をマークせよ。同じ数値を何度も答えるてもよい。

- (a) 個体数が十分に多い。
(b) この集団への移入や移出は起こらない。
(c) 結婚はRh型には無関係になされる。
(d) 遺伝子Dとdに関して突然変異は起こらない。
(e) Rh型による生存率に差がない。

(1) この集団に存在する遺伝子Dの割合

ネ ノ %

(2) この集団内全体で、遺伝子型がDdのヒトの割合

ハ ヒ %

(3) この集団の次の世代の遺伝子dの割合

フ ヘ %

問 5 遺伝子BとVは連鎖していて、bとvはそれぞれBとVの劣性対立遺伝子であるとする。雑種第一代 $F_1(BbVv)$ どうしを交雑して F_2 をつくった場合、次の(1), (2)の条件では、 F_2 の表現型の分離比 $[BV] : [Bv] : [bV] : [bv]$ はどうなるか。□には数字をマークせよ。同じ数値を何度も答えてよい。

(1) 雌雄ともにBとVは完全連鎖である場合

$$[BV] : [Bv] : [bV] : [bv] = \boxed{\text{ホ}} : \boxed{\text{マ}} : \boxed{\text{ミ}} : \boxed{\text{ム}}$$

(2) 雌ではBとVの組換え率(組換え率)が20%であるが、雄ではBとVは完全連鎖である場合

$$[BV] : [Bv] : [bV] : [bv] = \boxed{\text{メ}} \ \boxed{\text{モ}} : \boxed{\text{ヤ}} : \boxed{\text{ユ}} : \boxed{\text{ヨ}}$$

問 6 ある動物には互いに独立の2組の対立遺伝子(Aとa, Bとb)があり、優性遺伝子AとBの補足作用で胎児の段階で死亡してしまうと仮定する。この動物のある純系と、遺伝子型 $AAbb$ 、また $aaBB$ を交配した場合について〔ラ〕、〔リ〕に最も適当なものを1つずつ選べ。ただし、Aはaに対し、Bはbに対し優性であり、これらは独立の法則に従って遺伝するものとする。

〔ラ〕 両方の場合とも雑種第一代がすべて生存する場合、交配した純系の遺伝子型はどれか。

- ① $AABB$
- ② $AAbb$
- ③ $aaBB$
- ④ $aabb$
- ⑤ $AaBb$

〔リ〕 $aaBB$ との雑種第一代はすべて死亡し、 $AAbb$ との雑種第一代はすべて生存する場合、交配した純系の遺伝子型はどれか。

- ① $AABB$
- ② $AAbb$
- ③ $aaBB$
- ④ $aabb$
- ⑤ $AaBb$