

平成 20 年 度
前 期 日 程
理 科 問 題

〔注 意〕

1. 問題冊子及び解答用冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけない。
2. 問題冊子は、物理、化学、生物の順序で1冊にまとめてある。

問題は $\left. \begin{array}{l} \text{物理} \quad 2 \text{ ページから } 9 \text{ ページ} \\ \text{化学} \quad 10 \text{ ページから } 19 \text{ ページ} \\ \text{生物} \quad 20 \text{ ページから } 29 \text{ ページ} \end{array} \right\}$ にある。

ページの脱落があれば直ちに申し出ること。

3. 解答用紙は、物理3枚、化学4枚、生物4枚が一緒に折り込まれている。受験する科目の解答用紙をミシン目に従って切り離すこと。
4. 受験番号は、受験する科目の解答用紙の受験番号欄に1枚ずつ正確に記入すること。
5. 解答は、1ページの「理科の解答についての注意」の指示に従い、解答用紙の指定されたところに記入すること。
6. 問題冊子の余白は、適宜下書きに使用してもよい。
7. 配付した解答用紙は持ち帰ってはいけない。
8. 問題冊子は持ち帰ること。

生物問題

(解答はすべて生物解答用紙に記入すること)

[1] 免疫に関する以下の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

【実験 1】

ネズミ(系統 I)に $500 \mu\text{g}$ の A 毒素を注射すると、すべてのネズミが注射直後に死亡した。

【実験 2】

ネズミ(系統 I)に $5 \mu\text{g}$ の A 毒素を注射しても、1 匹も死亡することはなかった。

【実験 3】

実験 2 を行った後のネズミを用い、1 ヶ月後に $500 \mu\text{g}$ の A 毒素を注射したところ、半数のネズミは死亡したが、他の半数は生き残った。

【実験 4】

実験 2 を行った後のネズミを用い、1 ヶ月後に再度 $5 \mu\text{g}$ の A 毒素を注射した。この段階では、1 匹のネズミも死亡することはなかった。さらにそのネズミを 1 ヶ月間飼育した後、^① $500 \mu\text{g}$ の A 毒素を注射したところ、1 匹も死亡することはなかった。

【実験 5】

下線部①のネズミの血清を無処理のネズミ(系統 I)に注射し、その直後 $500 \mu\text{g}$ の A 毒素を注射しても、1 匹も死亡することはなかった。

【実験 6】

下線部①のネズミからリンパ球を採取し、無処理のネズミ(系統Ⅰ)に注射した。その後すぐに 500 μg の A 毒素を注射したところ、すべてのネズミが注射直後に死亡したが、1ヶ月後に 500 μg の A 毒素を注射した場合、1匹も死亡することはなかった。

【実験 7】

下線部①のネズミからリンパ球を採取し、無処理の別系統のネズミ(系統Ⅱ)に注射した。その1ヶ月後に 500 μg の A 毒素を注射したところ、すべてのネズミが注射直後に死亡した。

【実験 8】

無処理のネズミ(系統Ⅰ)に 500 μg の X 毒素を注射すると、すべてのネズミが注射直後に死亡した。下線部①のネズミに 500 μg の X 毒素を注射すると、20% のネズミが死亡した。

【実験 9】

系統Ⅰ、系統Ⅱのいずれとも異なる系統のネズミ(系統Ⅲ)に、500 μg の A 毒素を注射すると、すべてのネズミが注射直後に死亡した。下線部①のネズミからリンパ球を採取し、系統Ⅲのネズミに注射し、その1ヶ月後に 500 μg の A 毒素を注射したところ、ネズミは1匹も死亡することはなかった。

問 1 実験 1, 実験 3, 実験 4 で 500 μg の A 毒素を注射した時、各実験でネズミの死亡数に差が生じた理由を 150 字以内で述べよ。

問 2 実験 5 で 500 μg の A 毒素を注射してもネズミが死亡しなかった理由を 40 字以内で述べよ。

問 3 実験 6 において、リンパ球移植直後には 500 μg の A 毒素に対して抵抗性を示さなかったにもかかわらず、1 カ月後に抵抗性を獲得した理由、および実験 6 と実験 7 でネズミの死亡数に差が生じた理由を 120 字以内で述べよ。

問 4 実験 8 の結果から予想される X 毒素の特徴を 50 字以内で述べよ。

問 5 実験 9 の結果から予想される系統 III のネズミの免疫学的特徴を細胞性免疫の観点から 50 字以内で述べよ。

〔2〕 神経系の発生に関する以下の文章を読み、問1～問3に答えよ。

脊椎動物の神経系の発生は、(ア)胚葉からの誘導によって(イ)胚葉の一部に形成された(ウ)が管状に折りたたまれて神経管を形成することから始まる。また、眼の発生は、神経管の一部が突出して(エ)を形成することから始まり、(エ)は表皮外胚葉に働きかけて(オ)を誘導する。さらに、(オ)は表皮外胚葉から(カ)を誘導する。(エ)の一部からは網膜が分化する。網膜神経節細胞(以下神経節細胞と呼ぶ)は(キ)と呼ばれる神経突起を脳に向けて伸展させる。

両生類では、視覚中枢は中脳に存在し視蓋と呼ばれる。神経節細胞は、自らの網膜内の位置に応じて、視蓋の特定の場所まで(キ)を伸長させ、そこで標的となる視蓋の神経細胞に対して(ク)と呼ばれる結合を形成する。網膜と視蓋の神経結合関係は、視蓋に網膜の像が映し出されるように順序よく構成されている。右目の網膜の内側(鼻側)の神経節細胞は左側視蓋の前部に、右目の網膜の外側(耳側)の神経節細胞は左側視蓋の後部に、右目の網膜の上側の神経節細胞は左側視蓋の内側に、右目の網膜の下側の神経節細胞は左側視蓋の外側に(キ)を伸長して結合する。したがって、網膜と視蓋の対応関係は図1のようになる。たとえば、網膜上のA地点の神経節細胞は、視蓋上のA'地点の神経細胞と結合する。

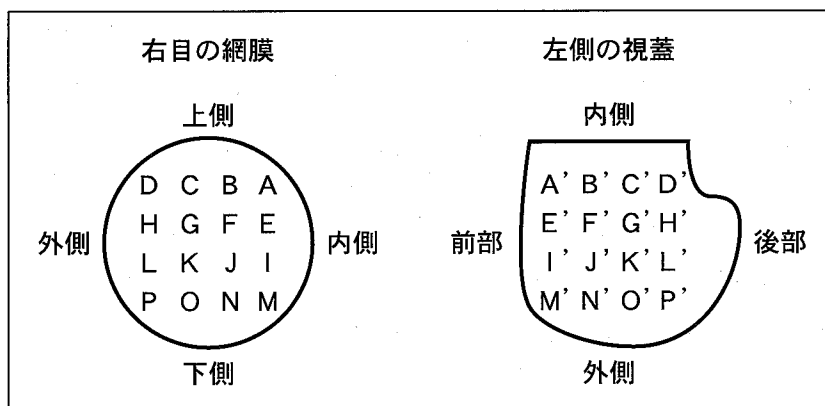


図1

問 1 (ア)～(ク)に適切な語句を入れよ。

問 2 神経管のある部分(ここではXとする)に近接する表皮から、内耳を形成する細胞群が生まれることが知られている。そこで、「Xには内耳を誘導する性質がある。」という仮説をたてた。この仮説を証明するための実験を2例あげ、実験の方法と、この仮説が正しい場合に予想される結果をそれぞれ簡潔に述べよ。

問 3 両生類の視神経(網膜神経節細胞の神経突起の束)は、切断されると切断部から先は消失するが、神経節細胞からの神経突起は再び伸長し視蓋の正しい位置の神経細胞と結合する。図1のような網膜と視蓋の対応関係がどのようにして決められているのかを解析するために、視神経を切断した後に、網膜の下側半分(図2a 灰色部分)を切除して神経突起の再生を観察した。再生後の神経結合を解析したところ、図2aのような実験結果になった。逆に、視蓋の外側半分(図2b 灰色部分)を除去した後に再生させると図2bのような結果になった。網膜、視蓋の切除面を図中に点線で示す。正確な神経結合形成のために働くタンパク質群が存在するが、この実験からそれはどのようなタンパク質と予測されるか。以下の2種類の仮説(1)、(2)のうち、この実験結果から適切と思われる仮説を選択し、その理由を述べよ。

また、仮にもう一方の仮説が正しいのであれば、この実験はどのような結果になると予想されるか、網膜の下側半分を切除した場合^(a)と視蓋の外側半分を切除した場合^(b)について、それぞれ解答用紙の図の中にアルファベット(A', B' など)を記入せよ。

仮説(1): 網膜と視蓋の対応する位置において、相互に結合する部位特異的なタンパク質が存在する。

仮説(2): 網膜、視蓋の前後軸などに沿って濃度勾配を持ち座標軸を決めているタンパク質が存在する。

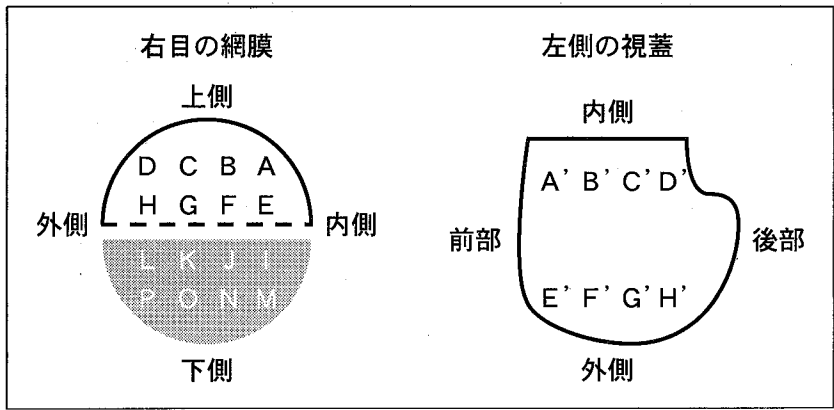


図 2 a

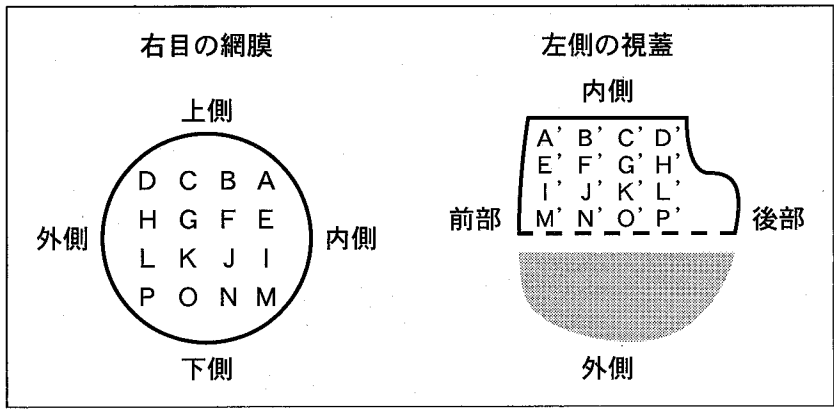


図 2 b

〔3〕 遺伝子実験に関する以下の文章を読み、問1～問6に答えよ。なお、必要に応じて表1を参照すること。

大腸菌の破砕液に、人工合成した伝令RNA (mRNA)を加えるとポリペプチド^(a)が合成される。例えば、反復配列で構成される人工 mRNA “…UGUGUG…”を用いた場合、システインとバリンを含むポリペプチドが生じる。

【実験A】

反復配列で構成される人工 mRNA “…AAGAAG…”と大腸菌の破砕液を混合し、ポリペプチドを合成した。^(b)

【実験B】

開始コドンを含む鋳型 DNA 配列“ATG CAA TCA …(中略)… CGA TGC TTA TAA”をポリメラーゼ連鎖反応(PCR)法により増幅した。得られた DNA を精製し、不純物を除いた。次に、この精製した DNA を、大腸菌内でタンパク質発現能を有するプラスミドに組み込んだ。得られたプラスミドを大腸菌へ取り込ませ、その大腸菌を増殖させてタンパク質を合成させた。PCR 反応で生じたエラーのため、得られたタンパク質の配列は、鋳型の DNA 配列から予測されるアミノ酸配列とは異なるものであった。^(c)^(d)

問1 下線部(a)に含まれる物質のうち、各種アミノ酸の他にポリペプチドの合成に必要な物質を2つ記せ。

問2 下線部(b)のポリペプチドに含まれる可能性のあるアミノ酸をすべて記せ。

問3 実験Aで合成されたポリペプチドの分子量が642であったとすると、用いた人工 mRNA はどのような配列になるか。その全長を記せ。

問 4 下線部(c)で得られたタンパク質のアミノ酸配列の一部を以下に記す。

“メチオニン-グルタミン-セリン…(中略)…アルギニン-トリプトファン-ロイシン”

鋳型 DNA 配列から予測されるアミノ酸配列と実験 B で合成されたアミノ酸配列に違いが生じたのは、PCR 反応時にどのようなエラーが生じたためと考えられるか。25 字以内で説明せよ。

問 5 生体内では、PCR 反応とは異なり、下線部(d)のような変化が生じることはまれである。その理由を 80 字以内で説明せよ。

問 6 実験 B では DNA 配列から転写された RNA 配列が、そのままポリペプチドへと翻訳されたが、真核生物においては、スプライシングと呼ばれる過程が存在する。このスプライシングの過程で何が起きているかを 80 字以内で説明せよ。

表 1 伝令 RNA の遺伝暗号(コドン)表

フェニルアラニン (165)	UUU UUC	セリン (105)	UCU UCC UCA UCG AGU AGC	ヒスチジン (155)	CAU CAC
ロイシン (131)	UUA UUG CUU CUC CUA CUG	プロリン (115)	CCU CCC CCA CCG	グルタミン (146)	CAA CAG
イソロイシン (131)	AUU AUC AUA	トレオニン (119)	ACU ACC ACA ACG	アスパラギン (132)	AAU AAC
メチオニン (149)	AUG	アラニン (89)	GCU GCC GCA GCG	リシン (146)	AAA AAG
バリン (117)	GUU GUC GUA GUG	アルギニン (174)	CGU CGC CGA CGG AGA AGG	アスパラギン酸 (133)	GAU GAC
システイン (121)	UGU UGC			グルタミン酸 (147)	GAA GAG
トリプトファン (204)	UGG			グリシン (75)	GGU GGC GGA GGG
チロシン (181)	UAU UAC			終止	UAA UAG UGA

()は分子量を表す。

〔4〕 植物の生殖に関する以下の文章を読み、問1～問4に答えよ。

被子植物においては、まず、おしべの若いやくの中で染色体数 $2n$ の花粉母細胞が減数分裂により染色体数 n の小胞子を形成し、続いておきる体細胞分裂により花粉管核と雄原核を有する成熟した花粉細胞へと変化する。ついで、めしべに付着した花粉細胞は花粉管を伸長させる。花粉管核や雄原核は伸びていく花粉管の先端方向へ原形質流動により導かれる。その後、胚珠に存在する生殖細胞との融合により次世代をになう種子が形成される。また、植物には、めしべが自己の花粉を受け入れる自家和合性のものと、自己の花粉を受け入れない自家不和合性のものが存在する。ブドウは自家和合性のものが多いが、リンゴやナシでは自家不和合性のものが多い。

問1 下線部①の原形質流動により、花粉管核や雄原核は花粉管の先端へ一方向性に動く。この運動にはブドウ糖やショ糖などが必要である。花粉管核や雄原核が動く仕組みを100字以内で説明せよ。

問2 花粉管核や雄原核はその後どのように挙動し、どのような機能をしない種子を形成するか。胚珠の生殖細胞との関連を考慮し100字以内で説明せよ。

問3 下線部②、下線部③は植物にとってどのような利点や不利な点があると考えられるか。100字以内で記せ。

問4 次の表1は、ブドウ園でいろいろな時期にジベレリン処理をほどこし栽培されたブドウの果粒の状態を示したものである。この実験結果をもとに、果粒サイズの直径が8 mm以上の種なしブドウをつくる過程でのジベレリンの作用を100字以内で説明せよ。

表1 一房あたりの平均果粒数

ジベレリン処理	果粒のサイズ(直径 mm)			種の有無	
	2以上～5未満	5以上～8未満	8以上	あり	なし
無処理	2	5	55	60	2
開花前のみ1回	50	10	5	7	58
開花後のみ1回	1	3	56	58	2
開花前と開花後の計2回	2	2	55	2	57