

滋賀医科大学

平成 27 年度

医学科一般入試(前期日程)問題

理 科

物 理	1 ページ～ 5 ページ
化 学	7 ページ～12ページ
生 物	13ページ～22ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 22 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

物 (4 問題)

I 次の文章を読み、問1～8に答えよ。(配点25)

ヒトの第 12 染色体には、アセトアルデヒド脱水素酵素 (ALDH2) をコードしている遺伝子の遺伝子座が存在する。ALDH2 は、アセトアルデヒドを酢酸に分解する酵素である。酒に含まれるエタノールは、肝臓でアセトアルデヒドに分解されたのち、ALDH2 のはたらきで酢酸にまで分解される。ALDH2 をコードする遺伝子には、特定の塩基がグアニンである G 型とアデニンである A 型⁽¹⁾がある。G 型では ALDH2 は高活性型となり、A 型では低活性型になる。高活性型の G 型遺伝子をホモ接合にもつ GG 型の人は酒に強いが、低活性型の A 型遺伝子をホモ接合にもつ AA 型の人は酒が飲めない体質になる。ALDH2 の遺伝子型を決めるために、以下の実験を行った。

(実験) 毛髪⁽¹⁾の毛根部分から DNA を抽出した。この DNA を鋳型として、ALDH2 遺伝子の G 型⁽²⁾と A 型にそれぞれ特異的なプライマーを用いて PCR 反応を行った。反応終了後、反応液を⁽³⁾アガロースゲル中で電気泳動した。ゲルを DNA 染色液で染色し、増幅された DNA バンドを検出した。

問 1 ALDH2 は、肝臓の細胞ではミトコンドリアに局在する酵素である。この酵素の遺伝子の翻訳はどこで起こるか。以下の①～④のうち適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- ① 小胞体に結合したリボソーム ② 細胞質の遊離リボソーム
③ 核の中のリボソーム ④ ミトコンドリアの中のリボソーム

問 2 ALDH2 の補酵素として機能する分子の名称を酸化型で記せ。

問 3 下線部(1)について、ALDH2 をコードする遺伝子の G 型と A 型の塩基配列の違いを、転写された mRNA の塩基配列で下に示す。翻訳開始コドンの最初の塩基を 1 番目とすると、G 型では 1510 番目の塩基がグアニンであるが、A 型ではアデニンとなっている。この変化によって、最初のコドンから合成されるアミノ酸を 1 番目としたとき、何番目のアミノ酸が変化したか。また、G 型と A 型のそのアミノ酸の名称を、遺伝暗号表を参考にしてそれぞれ答えよ。

1
 ↓
 G型 AUG AGGCAUACACUGAAGUGAAAACU
 A型 AUG AGGCAUACACUAAAGUGAAAACU
 ↓
 1510

遺 伝 暗 号 表

		2 番 目 の 塩 基							
		U		C		A		G	
1 番 目 の 塩 基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン
		UUC		UCC		UAC		UGC	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン
		CUC		CCC		CAC		CGC	
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA	
		CUG		CCG		CAG		CGG	
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン
		AUC		ACC		AAC		AGC	
		AUA	メチオニン(開始)	ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン
		AUG		ACG		AAG		AGG	
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン
		GUC		GCC		GAC		GGC	
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA	
		GUG		GCG		GAG		GGG	

問 4 下線部(2)について、PCR により増幅する部分の G 型遺伝子の塩基配列を下に示す。遺伝子の塩基配列は、転写の際に鋳型とはならない方の鎖の配列を 5' 末端側から示したもので、大文字はエキソン部分、小文字はイントロン部分である。矢印の位置の下線を引いた塩基は、G 型と A 型で異なる塩基である。G 型遺伝子(i)および A 型遺伝子(ii)を増幅するために用いたプライマーの塩基配列を以下の ㉔~㉙ からそれぞれ 2 つ選び、記号で答えよ。ただし、プライマーの塩基配列は左側が 5' 末端、右側が 3' 末端である。

5'-c a a a t t a c a g G G T C A A C T G C T A T G A T G T G T T T G G A G C C C
 A G T C A C C C T T T G G T G G C T A C A A G A T G T C G G G G A G T G G C C
 G G G A G T T G G G C G A G T A C G G G C T G C A G G C A T A C A C T G A A G
 T G A A A A C T g t g a g t g t g g -3'
 ↑

- ㉔ GAAGTGAAAAC TGTGAGTGTGG
- ㉕ CAAATTACAGGGTCAACTGCT
- ㉖ AAAGTGAAAAC TGTGAGTGTGG
- ㉗ CCACACTCACAGTTTTTCACTTC
- ㉘ AGCAGTTGACCCTGTAATTTG
- ㉙ CCACACTCACAGTTTTTCACTTT

- 問 5 PCR 反応を 4 サイクル行った後では、鋳型の 2 本鎖のゲノム DNA 1 組から、2 つのプライマーではさまれた長さの DNA は何分子できるか。1 本鎖 DNA を単位として答えよ。答に至る過程も示せ。ただし、鋳型のゲノム DNA は増幅する領域を含んだ十分な長さのもので、PCR は理想的な条件で行われるとし、4 サイクル後は鋳型 DNA を含めて 1 本鎖 DNA が全部で 32 分子存在する考える。
- 問 6 下線部 (3) について、DNA を電気泳動するとプラス極とマイナス極のどちらに移動するか。また、その理由を DNA の化学構造の点から述べよ。
- 問 7 ALDH2 はサブユニットが 4 つ結合して 4 量体となつてはたらく。サブユニットは合成された後ランダムに会合し、G 型のサブユニット 4 つで構成されているときだけ酵素は活性をもつ。GA 型の人では、GG 型の人に比較して酵素の活性はどのくらいになるか説明せよ。
- 問 8 母親が GA 型であり、父親は母親とは血縁関係がないとき、この両親から生まれた子が GG 型である確率を求めよ。計算過程も示せ。ただし、この家族が属している集団の G 型遺伝子の頻度は 0.8、A 型遺伝子の頻度は 0.2 とする。

Ⅱ. 次の文章を読み、問 1 ～ 9 に答えよ。(配点 25)

1 つの細胞で個体ができている生物を単細胞生物という。単細胞生物には、大腸菌や乳酸菌のように内部に複雑な構造の見られない原核細胞生物と、酵母やゾウリムシのようにさまざまな内部構造をもつ真核細胞生物がある。真核単細胞生物の細胞は、それぞれの種に特有の構造をもち、生存するのに必要なすべての機能が 1 つの細胞に備わっている。

酵母は比較的特徴の少ない円形あるいは楕円(だえん)形の形態をもち、運動性はない。酵母の大きな特徴は、一定の条件のもとでアルコール発酵を行うことである。発酵は多くの生物においてエネルギーを獲得する反応として使われており、たとえば乳酸菌は乳酸発酵を行う。

一方、ゾウリムシを顕微鏡で観察すると、図 1 に示すようにさまざまな役割をもつ構造があることがわかる。ゾウリムシは淡水に生息し、細胞表面の「繊毛」(図 1 A)を動かすことによって泳ぎ、外部からの種々の刺激に反応して移動の方向を変える。細胞内に侵入してきた水は「収縮胞」(図 1 B)によって細胞外へ排出される。また、1 つの細胞の中に、細胞の活動に関与する「大核」(図 1 C)と、生殖に関与する「小核」(図 1 D)の 2 つの核をもつ。ゾウリムシは細胞分裂によって増殖するが、成熟すると、ある種の有性生殖を行うことができるようになる。

酵母を用いて以下の実験 1 を、ゾウリムシを用いて実験 2 および 3 を行った。

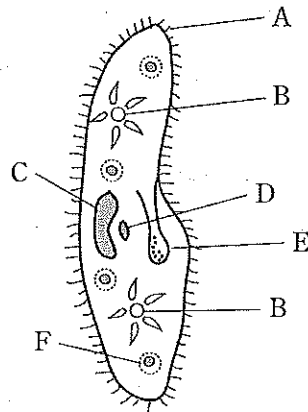


図 1 ゾウリムシの構造

A : 繊毛, B : 収縮胞, C : 大核, D : 小核, E : 細胞口, F : 食胞

(実験1) グルコースを含む酵母の培養液が 100 mL ずつ入った同じ大きさの 2 つのビーカー A, B に酵母を同量ずつ入れて室温におき、以下のようにそれぞれ異なる条件で培養した。しばらくおいた後、ビーカー A, B から得られたエタノールの量を測定し、2 つのビーカーから取り出した酵母の細胞小器官の様子をそれぞれ顕微鏡で観察した。

(ビーカー A) 十分な濃度の酸素を与えて培養

(ビーカー B) 酸素のない状態で培養

(実験2)

(a) 培養液の入った 2 本の試験管 A, B にゾウリムシを同数ずつ入れ、それぞれよく混ぜてから以下のような場所に垂直に立てておいた。しばらくすると、試験管 A, B のゾウリムシは同じように水面近くに集まっていた。

(試験管 A) 明るい室内

(試験管 B) 光のない暗室

(b) 培養液の入った 3 枚の時計皿 A~C にゾウリムシを同数ずつ移すと、それぞれ自由に泳ぎ回る様子が見られた。次に、時計皿 A~C の培養液の中央に、以下のような溶液をそれぞれ 1 滴ずつ落としたところ、時計皿 A のゾウリムシは中央付近に集まり、時計皿 B のゾウリムシは培養液の周辺に移動した。時計皿 C のゾウリムシは培養液の中を均等に泳ぎ続けた。

(時計皿 A) 0.02 % 酢酸

(時計皿 B) 2 % 酢酸

(時計皿 C) 蒸留水

(実験3) ゾウリムシの 2 つの収縮胞は、交互にふくらんだり縮んだりして水を排出しており、蒸留水の中ではいずれの収縮胞も、約 10 秒に 1 回の間隔で規則的に収縮を繰り返していた。これらのゾウリムシを以下のような溶液の入った 5 枚の時計皿 D~H にそれぞれ移してしばらくおいた後、収縮胞の収縮周期を記録した。

(時計皿 D) 蒸留水

(時計皿 E) 0.1 % 食塩水

(時計皿 F) 0.2 % 食塩水

(時計皿 G) 0.3 % 食塩水

(時計皿 H) 0.4 % 食塩水

問 1 実験 1 の結果, エタノール生成量が多かったのはピーカー A, B のうちどちらか。また, それぞれのピーカーから取り出した酵母では, どの細胞小器官にどのような違いが観察されたか。

問 2 実験 1 の結果から, 酵母に対する酸素の有無の影響について推察されることを述べよ。

問 3 下線部 (1) について, 多細胞生物の細胞内でもグルコースを乳酸に分解する反応が起こることがある。どのような場合にこの反応が起こるか, 説明せよ。

問 4 下線部 (2) について, 繊毛を構成し, その運動に関与する細胞骨格は何か。

問 5 下線部 (3) について, このような生物の反応を何というか。

問 6 実験 2(a) の結果から推察されるゾウリムシの性質は何か。

問 7 ゾウリムシが生存していく上で, 実験 2(b) の結果に示される性質をもっていることは, どのような利点があると考えられるか。

問 8 実験 3 の結果を表すグラフとして最も適切なものはどれか。図 2 の ①~③ から選び, 番号で答えよ。また, その番号を選んだ理由を述べよ。

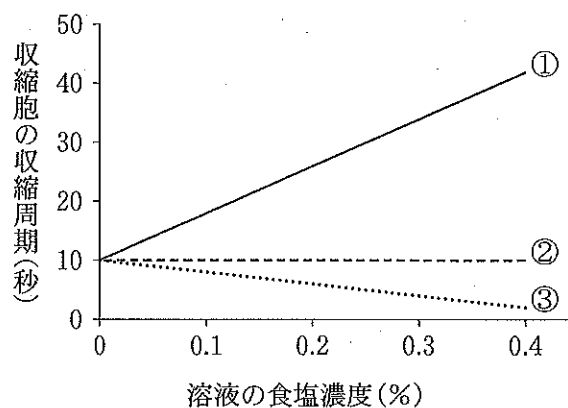


図 2 ゾウリムシの収縮細胞の収縮周期と溶液の食塩濃度との関係

問 9 下線部 (4) について, この生殖方法を何というか。また, ゾウリムシにとって, 細胞分裂に加えてこの生殖方法を行うことはどのような利点があると考えられるか。

Ⅲ 次の文章を読み、問 1～8 に答えよ。(配点 25)

生体に侵入する非自己成分を排除するしくみを免疫という。免疫には、生まれつき備わっている自然免疫と生後体内に侵入してきた異物に対して誘導される獲得免疫がある。生体がウイルスに感染してから 1 週間程度たつと、抗体の産生とキラー T 細胞の反応が起こる。キラー T 細胞はウイルス感染細胞表面の ① に提示されたウイルス由来の抗原を認識し、感染細胞を破壊する。

いろいろな病気により、腎臓や肝臓などの機能が著しく低下した場合、他人の臓器を移植することがある。移植された臓器も異物であるため、移植を受けた患者(レシピエント)の T 細胞は臓器提供者(ドナー)の臓器の ① ⁽¹⁾ を認識し、反応することがある。この反応が起こると移植された臓器はキラー T 細胞により破壊され、生着率は低下する。そのため移植の時にはレシピエントとドナーの ① ⁽²⁾ が一致していることが望ましい。

骨髄には血液中の種々の細胞のもとになる ② ⁽³⁾ がある。血液細胞の病気である白血病などの治療のために骨髄移植が行われることがある。移植前には、放射線をレシピエントに照射する。その後、ドナーの ② ⁽²⁾ を含む骨髄細胞を移植する。数週間たつとレシピエントの体内の細胞 ⁽³⁾ の一部はドナー由来の細胞に置き換わり、病気は治癒(ちゆ)する。

これらの免疫反応について、異なる系統のマウス(ハツカネズミ)A、マウス B、および A と B の雑種第一代((A × B)F1 と表す)を用いて以下の実験 1～3 を行った。

(実験 1) マウス A とマウス B および(A × B)F1 マウスにウイルス X を感染させ、1 週間後に脾臓(ひぞう)細胞(キラー T 細胞が含まれる)を採取した。また、ウイルスを感染させていないマウスから採取した皮膚の細胞に、ウイルス X を試験管内で感染させた。これらの脾臓細胞とウイルス X を感染させた細胞と一緒に培養し、数時間後にウイルス感染細胞の破壊の有無を測定した。

(実験 2) マウス A とマウス B および(A × B)F1 マウスをドナーあるいはレシピエントとして用いて皮膚移植実験を行った。マウス(ドナー)の皮膚の一部を他のマウス(レシピエント)に移植し、移植された皮膚組織の様子を観察した。

(実験 3) マウス A とマウス B および(A × B)F1 マウスをドナーあるいはレシピエントとして用いて骨髄移植実験を行った。放射線をレシピエントマウスに照射後、ドナーマウスの骨髄細胞を移植した。移植された骨髄細胞が生着した後、実験 2 と同様に皮膚移植を行い、移植された皮膚組織の様子を観察した。

問 1 文中の①, ②に適切な語句を入れよ。

問 2 ヒトの①を略して何とよぶか。

問 3 実験 1 において, ウイルス感染細胞が破壊されない培養の組み合わせはどれか。表中の④~①から選び, 記号で答えよ。

培養の組み合わせ	脾臓細胞の由来	ウイルス X を感染させた細胞の由来
④	マウス A	マウス A
①	マウス A	(A × B)F1 マウス
③	マウス B	マウス A
②	(A × B)F1 マウス	マウス B

問 4 下線部(1)の反応を何というか。

問 5 実験 2 において, 移植された皮膚が生着したのはどれか。以下の④~②から選び, 記号で答えよ。

- ④ (A × B)F1 マウスの皮膚をマウス A に移植した。
- ① (A × B)F1 マウスの皮膚をマウス B に移植した。
- ③ マウス B の皮膚をマウス A に移植した。
- ② マウス A の皮膚を (A × B)F1 マウスに移植した。

問 6 下線部(2)の処置を行うのはなぜか。理由を 2 つ述べよ。

問 7 下線部(3)について, 骨髄移植後レシピエントの体内でドナーに由来する細胞はどれか。以下の④~①からすべてを選び, 記号で答えよ。

- ④ T細胞 ③ 好中球 ② 赤血球 ① 神経細胞 ⑤ 肝細胞

問 8 実験 3 において, (A × B)F1 マウスの骨髄を移植されたマウス B にマウス A の皮膚を移植した場合, 皮膚は生着するか。また, その理由も述べよ。

Ⅳ 次の文章を読み、問 1～7 に答えよ。(配点 25)

原始地球には酸素がほとんどなかった。大気中に酸素を生み出したのは光合成細菌の ① である。真核生物は、原核生物から進化したと考えられている。真核生物の細胞小器官であるミトコンドリアや葉緑体は、嫌気性細菌に ② や ① ⁽¹⁾ が共生することで誕生したとする共生説が大筋で支持されている。多くの多細胞の植物や動物が生まれ、まず植物、そして動物が陸上へ進出した。それを可能にするには ① ⁽²⁾ による地球環境の変化が必要であった。

脊椎動物の発生初期の胚を比べると、その形態はとてもよく似ている。すべての脊椎動物のグループに共通する一般的な特徴が出現した後、個々のグループに限定される特徴が少しずつ出現する。このことは、脊椎動物が共通の祖先から進化した証拠であると考えられている。

動物が陸上へ進出するには、乾燥に耐える皮膚や、身体を支える四肢の発達などいろいろな変化が必要であった。脊椎動物のうち、水中で産卵する魚類や両生類とは異なり、鳥類や爬(は)虫類が陸上で産卵し発生できるのは、卵殻に守られているからである。陸上で発生する動物は、胚膜という構造をもつようになった。胚膜のうち ③ の内部は ④ で満たされ、胚は乾燥することなく、この中で発生することができる。また成長に必要とされる栄養を包む ⑤、老廃物を処理する ⑥、さらに一番外側の胚膜である ⑦ などがある。鳥類や爬虫類では発生が進むと、⑥ と ⑦ ⁽⁴⁾ は胚の保護以外の重要な役割を果たす。哺乳類の卵は ⑧ の中で受精後、子宮内膜に着床し発生する。哺乳類では ⑦ が発達し、子宮内膜とともに胎盤を形成する。

問 1 文中の①～⑧に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(1)の説は最初から受け入れられたわけではなく、遺伝子レベルの研究の結果から支持されるようになった。どのような研究か説明せよ。

問 3 下線部(2)の地球環境の変化は何か。

問 4 下線部(3)のうち、動物が水生から陸生になった事実を示す特徴は何か。

問 5 下線部(4)の胚の保護以外の重要な役割とは何か。

問 6 動物の卵の卵割の様式は卵黄の量と分布によって決定される。植物極側に非常に多くの卵黄がある魚類、爬虫類、鳥類の卵の卵割様式(i)、卵黄が少なく均等に分布している棘皮(きょくひ)動物のウニや哺乳類の卵の卵割様式(ii)の名称を書け。

問 7 タンパク質の分解で生じる窒素化合物の排泄は、魚類と陸上生活を始めた動物では異なった方法で行われている。表の窒素化合物について、ア～ウの間に答えよ。

動物種	窒素化合物
多くの魚類, 両生類(幼生)	A
陸生爬虫類, 鳥類	B
哺乳類, 両生類(成体)	C

ア. 各動物種が排泄する A～C の窒素化合物名はそれぞれ何か。

イ. 物質 A と比べた物質 B の特性を 2 つ示し、卵殻内での発生に都合のよい理由を述べよ。

ウ. 物質 C の特性を 2 つ示し、それと関連する排泄方法を述べよ。