

## 平成17年度入学試験問題

# 理 科

### (注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理ⅠB・物理Ⅱ	1 ～ 10	17 ～ 19	3
化学ⅠB・化学Ⅱ	11 ～ 24	20 ～ 25	6
生物ⅠB・生物Ⅱ	25 ～ 42	26 ～ 31	6
地学ⅠB・地学Ⅱ	43 ～ 57	32 ～ 36	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 経済学部経済工学科の配点は、表示されているものの $\frac{4}{5}$ 、医学部保健学科看護学専攻については $\frac{2}{5}$ です。

# 生 物 I B · 生 物 II

〔1〕 生殖と配偶子形成に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(21点)

生物は、生殖によって次の世代をつくり出す。生殖の方法には〔ア〕生殖と〔イ〕生殖がある。動物の〔イ〕生殖では、精子や卵子がつくり出され、受精を通じて、次の世代がつくられる。脊椎動物の生殖は次のように行われる。

個体が成熟すると、精巣では精原細胞の一部が〔ウ〕となり、〔エ〕の第一分裂期、第二分裂期を経て、〔オ〕が形成される。そして、〔オ〕は変形して精子になる。<sup>①</sup>

いっぽう、卵巣では卵原細胞が〔カ〕となり、〔エ〕の第一分裂前期まで進んで、いったん休止状態になる。そして、この間に〔カ〕は大きく成長する。<sup>②</sup>成長した〔カ〕はホルモンの刺激で〔エ〕を再開して第二分裂中期まで進み、排卵されて受精する。

問 1. 文中の〔ア〕～〔カ〕に当てはまるもっとも適切な語句を記入しなさい。

問 2. 下線部①について、どのような変形がおこるか。ヒトの精子を例にとつて、先体、べん毛、ミトコンドリアの3つの用語をすべて使って、100字以内で記述しなさい。

問 3. 下線部②について、その成長期にどのような変化が起こるか。また、その変化は胚発生にどのように役立つか。50字以内で記述しなさい。

問 4. 精原細胞と卵原細胞は同じ核相をもつ。その核相を答えなさい。

問 5. 精巣内に精原細胞が1000個、卵巣内に卵原細胞が100個存在したとする。結局いくつの精子、卵子が形成されるかを答えなさい。



〔2〕 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(20点)

細胞は、細胞内外への物質の移動を調節する細胞膜によってしきられ、細胞内部の環境は一定に保たれている。細胞膜における物質の出入りを考える上で、重要な性質の一つに「水や一部溶質は通すがその他の溶質は通さない」という性質がある。このような膜を〔 1 〕とよぶ。また、細胞の内と外では、イオン濃度が著しく異なっている。これは、細胞膜に備えられた「物質の種類によって通りやすさが異なる」という性質による。このような膜の性質を〔 2 〕という。例えばヒトの赤血球の場合、ナトリウムイオンとカリウムイオンの濃度が細胞の内と外で著しく異なる。これは、細胞膜に埋まったある種のポンプの働きにより、イオン濃度勾配に逆らいエネルギー<sup>①</sup>を使って、ナトリウムイオンやカリウムイオンをくみ出したりくみ入れたりしているからである。これを〔 3 〕という。

ヒトでは、細胞の大部分は体液に浸されており、体液の状態は、外部環境が変化してもほぼ一定に保たれている。<sup>②</sup>このように体内の環境を一定に保つ性質を〔 4 〕という。ヒトの体液のイオン濃度調節(浸透圧調節)をつかさどる主な臓器は腎臓で、体の状態に合わせて尿量とその成分比を変えて、浸透圧の調節をおこなっている。尿には多種類の物質が含まれるが、なかでも水と無機塩類(ナトリウムイオンなど)の再吸収による浸透圧調節が重要である。腎動脈から腎臓に入った動脈血は、細い血管が集まっている〔 5 〕で〔 6 〕にこし出される。こうしてこし出された液(原尿)は、細尿管(腎細管)へ送られる。そして、水や無機塩類が再吸収され、残りの成分は尿として体外に排出される。

問 1. 文章中の〔 1 〕～〔 6 〕に適切な語句を記入しなさい。

問 2. 下線部①をふまえて、以下の問いに答えなさい。

健康なヒトの血液を採取し、すぐにその一部をとって血しょうのナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )とカリウムイオン( $\text{K}^+$ )の濃度を測定した。残りの血液を24時間低温(4℃)で保管した後、再び血しょうの両イオンの濃度を測定した。その結果についての記述のうち正しいものはア～エのどれか、記号で答えなさい。

ア. 24時間低温で保管しても、細胞膜の性質は変わらないので、もとの $\text{Na}^+$ と $\text{K}^+$ の濃度はそのまま維持されている。

イ. 24時間低温で保管することで、赤血球の代謝活動と各種酵素活性はおさえられるが、もとの $\text{Na}^+$ と $\text{K}^+$ の濃度はそのまま維持されている。

ウ. 24時間低温で保管することで、赤血球の代謝活動と各種酵素活性はおさえられ、血しょう中の $\text{Na}^+$ 濃度は増加し、逆に $\text{K}^+$ 濃度は減少する。

エ. 24時間低温で保管することで、赤血球の代謝活動と各種酵素活性はおさえられ、血しょう中の $\text{Na}^+$ 濃度は減少し、逆に $\text{K}^+$ 濃度は増加する。

問 3. 下線部②に関して、浸透圧以外で体液の状態が一定に維持されている例を2つあげなさい。

問 4. 表 1 に、ヒトの血しょう中・原尿中・尿中での主な物質(成分ア～キ)の割合を 100 分率で示す。以下の問いに答えなさい。

- 1) 成分アは、血しょう・原尿・尿の主成分であり、成分アの量の調節は浸透圧調節に重要である。成分アは何か。また、血液の浸透圧が上昇したときには、あるホルモンが腎臓にはたらくいて、成分アの再吸収を促進する。このホルモン名を答えなさい。
- 2) 成分ウは、原尿中にこし出されるが細尿管ですべて再吸収され尿中には出てこない。また、健康なヒトでは血中濃度 0.1 % 程度に維持されている。成分ウは何か答えなさい。
- 3) 成分エ・オ・カ・キは、どれも無機イオンである。成分オは、塩素イオン( $\text{Cl}^-$ )である。ナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )はどれか。エ・カ・キの記号から選びなさい。

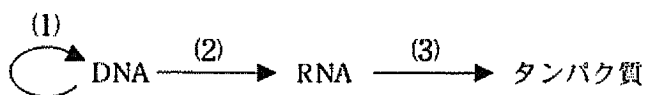
表 1. ヒトの血しょう・原尿・尿中の各成分の割合と濃縮率

成分	血しょう (%) A	原尿 (%)	尿 (%) B	濃縮率 B/A
ア	90 ~ 93	99	95	1
イ	7 ~ 9	0	0	0
ウ	0.1	0.1	0	0
エ	0.3	0.3	0.35	1
オ	0.37	0.37	0.6	2
カ	0.02	0.02	0.15	8
キ	0.001	0.001	0.04	40



〔3〕 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(25点)

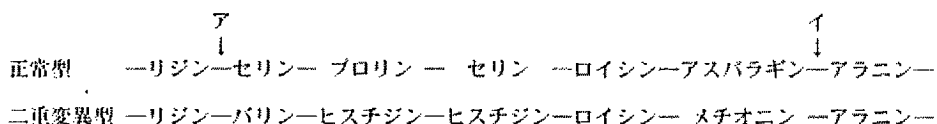
遺伝情報は、DNA 中に塩基配列としておさめられ、子孫に伝えられている。タンパク質は、この遺伝情報に基づいて、アミノ酸が特定の順番にペプチド結合によってつながれることにより合成される。DNA の二重らせん構造を解明した研究者の一人であるクリックは、この過程を次のように表した。



これを、セントラルドグマと呼ぶ。

伝令 RNA の塩基の配列がアミノ酸の配列に (3) されるルールは、1960 年代に試験管の中(生体外)での解析によって明らかにされ、遺伝暗号表にまとめられた(表1)。生体内において、同じアミノ酸に対応する複数のコドンのうちどのようなコドンが使われているかということは、遺伝学的手法とタンパク質のアミノ酸配列の解析とを組み合わせた研究により明らかにすることができる。

リゾチームという酵素の遺伝子に1塩基の付加または欠失の変異が起きた T4 ファージ変異体では、リゾチームは酵素活性を失い大腸菌に正常には感染することができない。ところが、遺伝学的手法を使って、欠失と付加の両方が起きているようなリゾチーム遺伝子を作成すると、ほぼ正常に感染する場合がまれにあることがわかった。欠失と付加の両方が起きていると推定される二重変異型リゾチームと正常型のリゾチームを比べると、アミノ酸配列に下の図で示すように矢印アから矢印イの範囲で違いが見つかったが、それ以外は完全に一致していた。この結果をもとに、T4 ファージで使われているコドンが推定された。



問 1. セントラルドグマの(1)~(3)のそれぞれの過程は何とよばれるか答えなさい。

問 2. 1塩基の欠失あるいは1塩基の付加のどちらか一方の変異を持つ遺伝子からできたリゾチームが酵素活性を持たなくなるのはなぜか、60字以内で答えなさい。

問 3. 1塩基の欠失と1塩基の付加の両方が起きた二重変異型リゾチーム遺伝子を持っていると、ほぼ正常に感染する場合がまれにあるのはなぜか、100字以内で答えなさい。

問 4. 変異体では1塩基の欠失(矢印アの位置)と付加(矢印イの位置)が1つずつ起きていたとして、正常型ではどのような塩基配列だったと推定されるか、解答欄の□の中にA, C, G, Uのいずれかを書きなさい。

リジン—セリン—プロリン—セリン—ロイシン—アスパラギン—アラニン  
AA?—AGU—CC□—□□□—□U□—AAU—GC?  
(?は、この実験では決められない塩基をあらわす。)

表1. 伝令 RNA の遺伝暗号表

		コドンの2番目の塩基					
		U	C	A	G		
コ ド ン の 1 番 目 の 塩 基	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U	コ ド ン の 3 番 目 の 塩 基
		フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C	
		ロイシン	セリン	停 止	停 止	A	
		ロイシン	セリン	停 止	トリプトファン	G	
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U	
		ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C	
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A	
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G	
	A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U	
		イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C	
		イソロイシン	トレオニン	リジン	アルギニン	A	
		メチオニン	トレオニン	リジン	アルギニン	G	
	G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U	
		バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C	
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A	
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G	

遺伝暗号表の読み方

A：アデニン    C：シトシン    G：グアニン    U：ウラシル

コドンの1番目の塩基は左、2番目の塩基は上、3番目の塩基は右から選ぶ。

たとえば、ACUのコドンでは、1番目がA、2番目がC、3番目がUでトレオニンに対応する。



〔4〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。なお、H、C、Oの原子量はそれぞれ1、12、16とし、実験温度におけるCO<sub>2</sub>の密度は1.8g/lとして計算しなさい。(24点)

植物の光合成速度と呼吸速度は、植物のCO<sub>2</sub>の吸収量と放出量から求めることができる。そこで、ある植物の光合成速度と呼吸速度を測定するために透明なアクリル板で図1のような装置(同化箱)を作り、実験をおこなった。この装置では、同化箱の入口と出口以外は密閉され、入口から一定の流量(30 l/時)で出口の方向に空気が流れている。同化箱の入口(図中のA点)における空気中のCO<sub>2</sub>濃度は300 ppmである。なお、1 ppmは、空気中にその体積の1/10<sup>6</sup>の体積のCO<sub>2</sub>を含む濃度である。

この同化箱の中に、面積が100 cm<sup>2</sup>の葉を入れて密閉し、光の強さを0～12,000ルクスに変化させて、同化箱出口(図中のB点)におけるCO<sub>2</sub>濃度を測定した。B点でのCO<sub>2</sub>濃度(ppm)は表1のとおりであった。なお、すべての実験は同一の温度でおこなった。

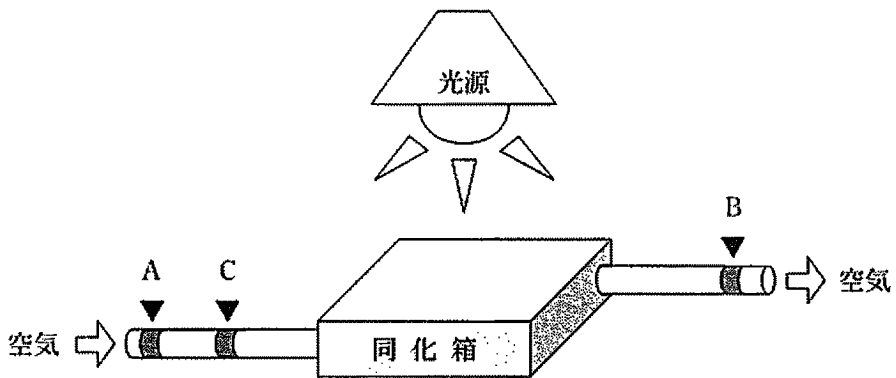


図1

表1

光の強さ (ルクス)	0	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000
CO <sub>2</sub> 濃度 (ppm)	330	300	270	240	210	210	210

- 問 1. 葉の呼吸速度はいくらか。葉面積  $100 \text{ cm}^2$ ・1時間当たりの  $\text{CO}_2$  重量 ( $\text{mg CO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ ) を小数点以下第 1 位(小数点以下第 2 位を四捨五入)まで求め、解答欄に記入しなさい。
- 問 2. 葉の光飽和における光合成速度 ( $\text{mg CO}_2/100 \text{ cm}^2 \cdot \text{時}$ ) はいくらか。小数点以下第 1 位(小数点以下第 2 位を四捨五入)まで求め、解答欄に記入しなさい。
- 問 3. 10,000 ルクスで 2 時間照射した後、暗黒下に 2 時間置いた。光合成で作られる炭水化物と呼吸の基質はすべてグルコース(ブドウ糖)とすると、4 時間後の葉に含まれるグルコース量 ( $\text{mg}$ ) の増減はいくらか。小数点以下第 1 位(小数点以下第 2 位を四捨五入)まで求め、増加する場合には「+」、減少する場合には「-」の記号をつけて、解答欄に記入しなさい。
- 問 4. 10,000 ルクスでしばらく照射を続けた後、 $\text{CO}_2$  吸収剤であるソーダライムが入った管を図中の C 点に挿入した。その後、葉中のカルビン・ベンソン回路の  $\text{C}_3$  化合物と  $\text{C}_5$  化合物の量はどのように変化しはじめるか、30 字以内で解答欄に記入しなさい。

- 〔5〕 次の文章はハーバード大学の古生物学者 S. Gould 教授のエッセイ(大きさと形, 1974 年)からの抜粋である。この文章を読み、以下の問いに答えなさい。(17 点)

私達は生物の基本的なデザインに関する法則性を理解しなければならない。私達の表面積は身体(体積)に比べて非常に小さいので、体重にかかる重力により大きさが規定されている。体積は長さの 3 乗、体表面積は長さの 2 乗で増えるので、単純に大きく成長すれば、体積は表面積より急速に増加する。表面積に依存する多くの機能は身体を維持するために必要である。この問題を解決する一つの方法、すなわち〔1〕の出現は、大きくて複雑な生物の進化に重要であった。〔1〕の出現は、動物が内部に大きな体積を含みながら単純な外面を保つことができるという非常に成功した形である。〔2〕は、ガス交換のために非常に入り組んだ豊富な袋状の構造である。〔3〕の柔毛は表面積を増やして食物を吸収するのに都合がよい。しかし、より単純な生物は〔1〕を発達させることはなかった。かくして、サナダムシは全長が 20 フィートくらいあるが、その厚さは 1 インチの何分の 1 かである。

一方、小さな動物は体積に対する表面積の比が大きいため、重力はほとんど無視できる。重力は摩擦力や表面張力で拮抗されるので、昆虫は壁を昇り、池の水面を歩くことができる。巨大昆虫が壁をはい上がったたり、恐竜のような大きな動物が飛んだりする空想科学映画は枚挙にいとまが無い。普通の羽アリは数分の 1 インチの大きさで、数百フィート飛ぶことができる。したがって、映画製作者は数フィートもある想像上の巨大女王アリは、1,000 マイル以上も飛ぶことができるはずであると考える。

大きくなると異なる尺度が必要になるというこの単純な原理は、生物の形を決めるのにもっとも重要なものである。重力はある規則性により大きさに対して変化するが、動物は自然選択でその形を変えることで対応した。このように限界は拡大されたが、法則は常に生きている。私はかつてニューヨークの公園で子供達の会話を小耳にはさんだことがある。二人の少女は犬の大きさについて話をしていた。一人の少女が「犬は象のように大きくなれるの」とたずねた。彼女の友達は

「もし、犬が象のように大きければ、それは象のように見えるのよ」と答えた。私<sup>②</sup>は彼女が真実を語っていることに驚いた。

(注) 1インチ：約2.5 cm, 1フィート：約30 cm, 1マイル：約1.6 km

問 1. 文章中の空欄〔 1 〕～〔 3 〕に適切な語句を記入しなさい。

問 2. 下線部①が間違っている理由を50字以内で述べなさい。

問 3. 著者が少女達の会話に驚いた(下線部②)理由を著者の立場から70字以内で述べなさい。

[ 6 ] 次の文章と表1を参考にして、以下の問いに答えなさい。(18点)

海中には様々な生物が生息している。それらの生活様式は、

- (1) 一般に体が小さく、海中を漂いながら生活する浮遊生物(プランクトン),
- (2) 魚類やほ乳類のように遊泳力が強く、活発に泳ぎ回る遊泳生物(ネクトン),
- (3) 海底で生活する底生生物(ベントス),

に大きく分けることができる。

底生生物には大型の藻類や多種の無脊椎(ムセキツイ)動物がふくまれる。このうちのとくに無脊椎動物について、分類群別にすみ場所(海底の表面にいるか=表在性, 砂や泥に埋まって生活しているか=内在性), 運動性(動けるか, 付着しているかなど)および食性(何を餌にしているか)に注目して整理したら, 表1に示すようにA~Iの9のグループにまとめることができた。空白の欄はそのような生活様式を示す分類群はいないか, いても種類数が限られることを示している。

表1. 海産底生無脊椎動物の生活様式

		食性 ①(ろ過食者)	食性 ②	食性 ③	食性 ④
表在性	動ける	A 甲殻類		B 巻貝類 ウニ類	C 巻貝類 環形動物 甲殻類 ヒトデ類 クモヒトデ類
	付着している	D 海綿動物 コケムシ類 二枚貝類 甲殻類 ウミユリ類			E 腔腸動物
内在性	砂や泥の柔らかい海底に埋まっている	F 二枚貝類 環形動物	G 二枚貝類 環形動物 クモヒトデ類 ウニ類		H 巻貝類 甲殻類
	木や岩などに穴を開けて入る	I 海綿動物 二枚貝類			

問 1. 強力な遊泳力を持つので、遊泳生物として扱われる無脊椎動物はどれか。

次のなかから一つ選び記号を解答欄に記入しなさい。

- A) スルメイカ                      B) ウミシダ                      C) ムラサキウニ  
D) ミズクラゲ                      E) ゴカイ

問 2. 表 1 の食性①は、エラなどで海水をろ過し、小型の餌を食べるろ過食者である。②～④はそれぞれ(A)植物食者、(B)肉食および腐肉食者、(C)沈澱物食者のいずれかを示している。食性②～④がどれに相当するか解答欄に記号で解答しなさい。

問 3. 表 1 の E、すなわち刺胞を持ち、付着生活する生物にはどのようなものがあるか。動物名を 2 つあげなさい。

