

札幌医科大学 一般 前期
理科問題紙

平成 23 年 2 月 25 日

自 13 : 50

至 15 : 50

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 20 までの 20 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦ , ⑧ , 化学 ⑨ , ⑩ , 物理 ⑪ , ⑫ , ⑬ の 7 枚である。
3. 生物、化学、物理のうち 2 科目を選択しなければならない。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書かなければならない。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定しなければならない。
6. 問題紙、草案紙は持ち帰ること。

生 物

1 被子植物では雄性の配偶子は花粉と呼ばれ、おしべの「やく」の中で形成される。これは昆虫などによってめしべの [1] へと運ばれたのち、発芽して [2] を伸ばす。1つの花粉の中には1個の [3] 細胞と1個の花粉管核が存在するが、このうち [3] 細胞は [2] の中で分裂し、2個の [4] となる。

雌性配偶子はめしべの中の胚珠の中でつくられる。 [5] は $2n$ の染色体を持つが、減数分裂を起こし n の染色体を持つ胚のう細胞となる。胚のう細胞は3回の核分裂を行い8個の核を持つ細胞となる。この核のうち [6] 個が助細胞の、 [7] 個が [8] の核となるが、これらは [4] とは受精しない。 [4] と受精する核のうち、1個は [9] の核となり、2個が [10] と呼ばれる中央細胞の核となる。

問 1 文中の空欄 [1] ~ [10] に適切な語句、数値を入れなさい。

問 2 被子植物の生殖の結果生じた種子は、「胚」、「胚乳」、「種皮」から構成される。このうち、花粉に由来する遺伝子を持たないものを答えなさい。

問 3 対立遺伝子 A と a をそれぞれホモ接合で持つ被子植物を交配させて Aa の遺伝子型を持つ個体 F_1 を得、これをさらに自家受精をさせて F_2 を得た。 F_2 の胚乳の持つ遺伝子型をすべて示し、その分離比を答えなさい。

問 4 「種なしスイカ」は人工的な処理により、染色体を $3n$ にした個体を栽培してつくったものであるが、その名の通り、種子をつくることができない。染色体が $3n$ の場合、種子をつくることができない理由を推察し、句読点も含めて50字以内で答えなさい。

問 5 果物のナシの品種である「二十世紀」は 19 世紀末にゴミ捨て場に一本だけ生えているものが発見され、それを挿木や接木といった栄養生殖でふやしてきたものである。「二十世紀」は種子をつくることが可能であるが、栄養生殖でふやした理由を推察し、句読点も含めて 50 字以内で答えなさい。

2 腎臓の機能単位は [1] と呼ばれ、そこで尿が生成される。腎臓へ送り込まれた血液は糸球体でろ過され、血球や [2] を除く成分のほとんどが [3] へ出て原尿となる。原尿は [4] へ送られ、ここでいろいろな成分や水分などが毛細血管内へ再吸収される。再吸収されたあとの残りが [5] に送られ、ここでさらに水分が吸収されて、尿ができあがる。

問 1 文中の空欄 [1] ~ [5] に適切な語句を入れなさい。

問 2 下の表は、血しょうと尿の中の主な成分を示している。これをみて、以下の問に答えなさい。なお、表中の血しょう成分の濃度は原尿中と同じとする。

成分	血しょう (%)	尿 (%)	濃縮率
水	90~93	95	1
グルコース	0.10	0	—
尿素	0.03	2.0	67
Na ⁺	0.32	0.35	1

- (1) グルコースが尿中にみられない理由を答えなさい。
- (2) 尿素が濃縮されるしくみを答えなさい。
- (3) Na⁺ の濃縮率が約 1 となる理由を答えなさい。

問 3 次の中から、誤っているものをすべて選びなさい。

- a 海産硬骨魚は多量の海水を飲み込み、多量の尿を排出する。
- b ラクダは濃い尿をつくって、体内水分の損失を防いでいる。
- c 鳥類は、タンパク質由来の老廃物を主に尿酸に変えて排出する。
- d 副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドは Na⁺ の再吸収を促進する。
- e ヒトの腎臓 1 個に、1 本の血管と 1 本の輸尿管がつながっている。
- f 腎臓は酸素や養分を多く必要とするため、心臓から送り込まれる血液の流量が非常に多くなっている。

問 4 ある健康な人に水を飲んでもらい、尿の量、尿と血しょう中のイヌリンの量を測定した。1日目はいつもと同じように水を飲んで測定し、2日目はまったく水を飲まないで12時間を過ごした後に測定し、3日目は1lの水を飲んだ90分後に測定した。ここでは、糸球体の働きを知るために、イヌリンを静脈内に注射してある。多糖類の一種のイヌリンは体内で利用されず、糸球体で水と同様に原尿中にろ過され、再吸収されずに尿中に排出される。下の表は測定値と、それから求めた数値を示している。なお、糸球体ろ過量とは、1分間にろ過される原尿の量のことである。

	1日目 水を普通に飲む	2日目 水を飲まない	3日目 水1lを飲む
尿量(ml/分)	1.2	0.71	13.2
尿中イヌリン量(mg/ml)	15.2	25.8	1.4
血しょう中イヌリン量(mg/ml)	0.152	0.155	0.154
糸球体ろ過量(ml/分)	ア	118	120
水の再吸収量(%)	99.0	99.4	イ

- (1) 表中の ア と イ の数値を求めなさい。
- (2) 尿の量を増減させている腎臓の働きをあげ、その働きをあげた理由を表中の数値をもとに説明しなさい。

問 5 汗をかきながら長距離を走っている人の体内では、矢印で順に示すような一連の応答が起こる。最初の応答として、体内水分量が減少することを示してある。空欄 1 ~ 4 にあてはまるものを、a 増加, b 減少, c 変化なしの中から選び、記号で答えなさい。

体内水分量 減少 → 血しょうの浸透圧 1 → バソプレシンの分泌 2 → 集合管における水の透過性 3 → 尿の量 4

3 動物のからだの内部と外部を分けている組織は皮膚や消化管，呼吸器系，泌尿生殖器系の 1 組織である。それらの細胞によって外界と隔てられたからだの内側の細胞がおかれた環境には，急激な変化を起りにくくするしくみがある。ほ乳類などの恒温動物では，体温を含めた体内環境の状態は動物のおかれた状況や，動物が取り込んだ飲食物，動物の活動による栄養分の消費や老廃物の排出などによって刻々と変化する。生体には，これらの変化を敏感に感知して，体温，体液の酸素濃度，炭酸ガス濃度，浸透圧，pH，^a グルコース濃度などを一定に保とうとする働きがある。この働きを 2 という。

血液の約 55 % は血しょうと呼ばれる液体で，その中には 90 % の水分の他にタンパク質，無機塩類，グルコースなどが含まれている。もっとも多く含まれる無機塩類は塩化ナトリウムで，もっとも大量に含まれるタンパク質である 3 とともに血液の浸透圧調節に働いている。血しょうタンパク質には，3 のほかに血液凝固に必要なタンパク質や，抗体とも呼ばれる免疫グロブリン，各種のホルモンなどが含まれている。

血しょう以外の血液成分は，固形成分と呼ばれるがそのほとんどは細胞である。血液細胞の中でもっとも多いのは，酸素と結合する性質があるタンパク質であるヘモグロビンを持ち，身体すみずみまで酸素を運搬する役割を果たす赤血球である。ヘモグロビンは^b 酸素と結合するために金属を持っているタンパク質である。次に多いのは，細胞そのものではないが骨髄にある大型の細胞の細胞質の一部がちぎれて，血液中に放出された血小板である。血小板は空気などに触れると^c 血液凝固反応を開始させる因子を放出し，傷口をふさぐ役割を持つ。残りの細胞はまとめて白血球と呼ばれるが，食作用を持つものや，外敵とたたかう成分を含む顆粒を持つものの他に，免疫の働きを担うリンパ球がある。リンパ球の働きの 1 つは体液性免疫と呼ばれる反応を担う抗体をつくることであり，主に B リンパ球と呼ばれる細胞が行う。^d 臓器の拒絶反応などでみられるもう 1 つの免疫のしくみである 4 の際に主として働くのは^e T リンパ球と呼ばれるリンパ球である。

抗体は，体内に侵入した異物が抗原として認識され，B リンパ球によりつくられるタンパク質で，H 鎖と L 鎖と呼ばれる 2 種類の 5 が結合したもの

が2つずつ合わさったY字形をしている。抗原はH鎖とL鎖の先端部に結合するが、その部分の立体構造は抗体ごとに異なっていて、その部分の構造とうまく合った抗原だけが結合する。無数にあると考えられる抗原に対応する抗体をつくるために、f 未分化なBリンパ球には抗体をつくるために遺伝子がつなぎかわるしくみがあることを発見したのは日本人である。

普通、抗体は病原体がからだに侵入してからつくられるが、g あらかじめ働きを弱めた病原体や無毒化した毒素などを抗原としてからだに接種し、抗体をつくらせて病気を予防する方法があり、そのときに使われる抗原を と呼ぶ。また、毒蛇などにかまれたときや破傷風菌に感染したときなど緊急を要する場合には、あらかじめウマなどの動物によってつくらせておいた蛇毒や破傷風菌に対する抗体を注射して毒を中和することもあり、この治療法を という。

問 1 文中の空欄 ~ に適切な語を入れなさい。

問 2 下線部 a の血中グルコース濃度を一定に保つしくみについて、グルコース、ホルモン、血糖値というキーワードを必ず用いて簡潔に記しなさい。なお、文中に2つ以上のホルモンの具体的名称も使うこと。

問 3 下線部 b の金属の名称を答えなさい。

問 4 下線部 c で最終的に生成されるタンパク質は何か、答えなさい。

問 5 下線部 d の臓器の拒絶反応があるために、臓器のドナー(臓器提供者)とレシピエント(移植を受ける患者)の組み合わせが難しいと言われる。拒絶反応を抑えて移植を成功させるためにはどのような工夫が行われているか、知るところを記しなさい。

問 6 下線部 e の T リンパ球は、B リンパ球と同じ幹細胞からつくられるが、特別な器官に移動しなければ成熟することができない。両方のリンパ球の幹細胞がある器官と、その後移動して T リンパ球が成熟する器官の名称を答えなさい。

問 7 下線部 f の抗体をつくる遺伝子のつなぎかえを発見してノーベル賞を受賞した日本人は次のうちの誰か、1 人選び解答欄に記入しなさい。

北里柴三郎、木村資生、黒沢英一、高峰譲吉、利根川進、野口英世

問 8 下線部 g は獲得免疫の持つ 2 つの性質を利用した予防法である。自然免疫とは異なる、獲得免疫だけが持っている 2 つの性質とは何と何か、答えなさい。

4 イヌの祖先は 14,000 年以上前にオオカミから家畜化されたものと考えられている。そしてイヌが持つ特定の形態や、性質、能力などをもとにさまざまな品種改良が行われた結果、狩猟や牧羊などを手伝う使役犬やペットである愛玩犬など、現在までに多くの品種がつくられている。このように古くから人間社会のなかで暮らすイヌだが、今もオオカミとしての特徴を保持している。

問 1 イヌがオオカミから受け継いだ感覚能力は、ヒトのものとは異なっている。たとえば視覚であるが、光を受容する視細胞はヒトと同様に [1] と [2] の 2 種類からなるが、そのほとんどは [1] である。そのためイヌの色覚は弱く、特に 600~700 nm の波長の光は [3] 色に見えない。また、近くが良く見えないなど視力もヒトと違うが、イヌは優れた [4] や [5] によって対象を認識することができる。

- (1) 文中の空欄 [1] ~ [5] に適切な語を入れなさい。
- (2) イヌの視細胞にみられる特徴は、実は多くのほ乳類に共通したもので、ほ乳類の進化の初期に生じた特徴であると考えられている。視細胞としての [1] と [2] の性質をもとに、初期のほ乳類はどのような行動様式を持つ動物だったか、考察しなさい。
- (3) イヌは地震などの災害を被った地域で、その優れた感覚能力を発揮して人間の役に立っている。被災地でイヌの [4] と [5] がどのように役立つか、答えなさい。

問 2 イヌは飼い主とその家族を同じ群れの仲間とみなして行動していると考えられている。イヌがみせるこの社会的な行動は、もともとオオカミにみられるものである。イヌがみせる社会的な行動の具体例を 1 つあげ、その行動にはどのような意味があるのか、答えなさい。

問 3 イヌとオオカミの類縁関係については、いろいろな考え方がある。図の A と B は、それらの考え方にみられる相違点の 1 つを示したもので、それぞれ異なる地域に分布するオオカミ(●：集団)と家畜化されたイヌの祖先(○：集団)との遺伝的な類縁関係を模式的に表している。図では、A と B の違いを分かり易くするため便宜的に、オオカミは 3 集団からなり、イヌの祖先は B では 2 集団であると設定してある。

図の A と B のそれぞれを正しいとした場合、現生のイヌは遺伝的にどのような集団であるといえるか、それぞれについて答えなさい。ただし、どちらの文中にも次の語を必ず用いることとする：遺伝的、家畜化、系統、祖先、地域。

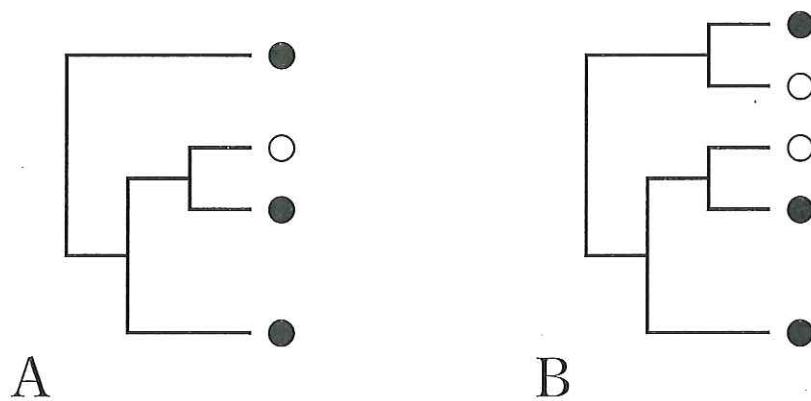


図 イヌとオオカミの類縁関係

図は類縁関係だけを表し、時間に関する意味は含まない。

⑧



生 物
解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で生物のほか に選択した科目	

3	問 1	(1)	(2)	(3)	(4)
		(5)	(6)	(7)	

問 2

問 3

--

問 4

--

問 5

--

問 6

幹細胞がある器官	成熟する器官
----------	--------

問 7

--

問 8

--	--

4	問 1	1	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
---	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----

2	
---	--

3	
---	--

問 2

行 動	
意 味	

問 3

A	
B	