

福島県立医科大学

平成 27 年 度
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理基礎・物理」「化学基礎・化学」「生物基礎・生物」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

- 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 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
「物理基礎・物理」	1～2	左の 3 出題科目のうちから、あらかじめ届け出た 2 出題科目について解答しなさい。
「化学基礎・化学」	3～4	
「生物基礎・生物」	5～7	

- 3 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等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

生物基礎・生物

〔1〕 性決定に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

遺伝子による性決定には様々な様式がある。動物の多くは、常染色体(A)のほかに性染色体を持ち、性染色体の組成が性を決定する。雄 **ア** 型と呼ばれる性決定様式では、雌は1対の常染色体(2A)とX染色体を2本持つ(2A + XX)が、雄はX染色体の他にY染色体を持つ場合(2A + XY)とX染色体のみを持つ場合(2A + XO)がある。生物によっては雌 **ア** 型も存在し、雌の性染色体の組成は **イ** あるいは **ウ** と表わされる。ショウジョウバエと哺乳類はともにXY型の性決定を行うが、その分子機構は異なっている。ショウジョウバエではY染色体は性決定に影響を与えず、性決定は常染色体のセット数と性染色体数の比(X/A)に依存する(表)。一方、哺乳類ではY染色体上にX染色体と相同性の①ない領域があり、そこに存在する遺伝子SRYが性を決定する。従って、Y染色体を有する個体は雄、持たない個体は雌になる。遺伝子工学によってY染色体からSRYを除いたマウスを作製したところ、性染色体組成XYの個体は雌として発生し、卵細胞の産生も観察された。一方、SRY遺伝子を導入したXXのマウスの場合、雄として発生するが、精子の産生は見られなかった。ヒトの場合にもまれに同様の表現型が見られる。表現型が男性なのに性染色体組成がXXのヒトを調べたところ、X染色体上にSRY遺伝子を持っていた。なお性染色体上に位置する遺伝子は、SRY以外にも数多くあり、これらの遺伝子は③特徴的な遺伝様式をとることが知られている。例えばX染色体上にある遺伝子がY染色体の同じ遺伝子座にその **エ** ④遺伝子を持たない場合は、その遺伝子が劣性であっても発現する。

問1 文中の **ア** ~ **エ** に適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、表の結果をもとにショウジョウバエの性決定様式の機構を考察せよ。また、3A + XXX, 4A + XXの個体はそれぞれどのような性を示すと考えられるか。

問3 下線部②について、SRY遺伝子を導入したXXのマウスに精子の産生がみられない理由を考察せよ。

問4 下線部③について、X染色体上に本来存在しないSRY遺伝子が入ったのはどのような機構によると考えられるか、語群の単語をすべて用いて述べよ。

語群：乗り換え、組換え、減数分裂、二価染色体、Y染色体

問5 下線部④について、以下の問いに答えよ。

- (1) このような遺伝現象の名称を答えよ。
- (2) この遺伝の例として知られるディシェンヌ型筋ジストロフィーという疾患は、ジストロフィンと呼ばれる筋タンパク質の欠損による。ディシェンヌ型筋ジストロフィーは男性に多いが、その理由を述べよ。
- (3) (2)の疾患はまれに女性にも見いだされる。ある女性患者の染色体数を調べたところ全45本であることが分かった。また患者の両親は正常で染色体数も46本であった。この女性が遺伝病になった理由について述べた次の選択肢のうち、正しいものをすべて選び、数字で答えよ。
 1. 突然変異ジストロフィン遺伝子は父親が有していた。
 2. 女性患者の染色体組成は2A + XOであった。
 3. 父親より何らかの原因で性染色体を含まない精子が生じた。
 4. この突然変異ジストロフィン遺伝子は優性であった。
 5. 母親より常染色体が1本少ない卵子が生じた。

表 ショウジョウバエの染色体構成と性

染色体構成			
常染色体	性染色体	X/A	性
2A	XX	1.00	雌
2A	XXY	1.00	雌
2A	XY	0.50	雄
2A	X	0.50	雄
3A	XX	0.67	間性*
4A	XXX	0.75	間性*

*間性：雄と雌の中間的な性質

〔2〕 血液に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

血液は有形成分である赤血球、白血球、アと液体成分である血しょうからなる。異なるヒトの血液を混ぜ合わせると、赤血球が互いにくっつき凝集する。これは赤血球膜表面上にある凝集原と、血しょう中に含まれる凝集素とが反応することによる。採血した血液を静置した場合、血球成分の1つであるアや、血しょうに存在する凝固に関する各種の因子の働きによって血液が凝固する。各種の凝固因子が活性化すると、プロトロンビンからイが生成され、イは血しょうに存在するタンパク質ウを分解して、エに変える。このエに血球がからめとられ、血ペイが形成される。また、凝固を防ぐ際には、採血した血液中に含まれるオイオンを取り除くためにクエン酸ナトリウム等を加える。生体内で凝固が生じた後には、線溶という仕組みが働き、エはプラスミンによって分解される。このように、凝固、線溶という相反する2つの機構がともに働くことによって、血管系が守られ、体内環境が一定の状態に維持されている。

問1 文中の ア ~ オ に適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、以下の問いに答えよ。

(1) 白血球について述べた次の選択肢の中から正しいものをすべて選び、数字で答えよ。

1. 好中球や単球は、体内に侵入した異物を包み込んで消化・分解することで異物を体内から排除する。
2. 抗原を提示したマクロファージや樹状細胞によって、B細胞は直接、増殖分化の刺激を受ける。
3. リンパ球にはB細胞とT細胞があり、それぞれ体液性免疫、細胞性免疫の中心となる。
4. B細胞は、骨髄で作られ、胸腺に移動してそこで分化する。
5. T細胞は、骨髄で作られ、そのまま骨髄で分化する。

(2) 血しょうに含まれる、浸透圧やpHの維持に関与するタンパク質の名称を答えよ。

(3) ヒト赤血球は血液1mm³当たり500万個含まれており、120日で破壊される。血液量は体重の8%とすると、体重60kgのヒトは1日当たり何億個の赤血球を産生しているか。ただし、血液1gは1000mm³に相当する。

問3 下線部②について、以下の問いに答えよ。

(1) 凝集素はタンパク質の一種である。その名称を答えよ。

(2) A型、B型、AB型およびO型のいずれかの血液型を持つ4名(a～d)から採血し、赤血球と血しょうに分離した。4名の赤血球と血しょうをそれぞれ混合した際の凝集反応を調べた結果を表に示す(血液型判定)。dの血液型がB型るとき、a、bおよびcの血液型をそれぞれ答えよ。

表 4名のABO式血液型判定の結果 (+は凝集, -は凝集せず)

		赤血球			
		a	b	c	d
血しょう	a	-	-	+	+
	b	+	-	+	+
	c	-	-	-	-
	d	+	-	+	-

問4 下線部③について、凝固因子の1つである第Ⅷ因子の遺伝子に特定の変異をもつ場合、血友病となる。血友病患者は出血が止まりにくいので、治療には第Ⅷ因子を補充する必要がある。かつては献血血液から製造された血液製剤が用いられていたが、現在では、ヒトや動物由来のタンパク質を含まない培地を用いて生産された組換えタンパク質が治療に用いられている。組換えタンパク質を用いる利点を従来の方法と比較して述べよ。

問5 下線部④について、プラスミンは前駆体Xから活性化因子Yの作用により生成し活性を発揮するが、活性化因子Yは

阻害因子Zと結合することで抑制される。図は血管に傷害を受けた後、活性化因子Yと阻害因子Zの血中濃度の時間変化を示したものである。ただし、活性化因子Yは不安定であり、数分で失活する。以下の問いに答えよ。

- (1) プラスミン量が最も高くなるのはおよそ120分後であった。その理由を考察せよ。
- (2) 阻害因子Zがない場合、生体内ではどのような不都合が生じると考えられるか、プラスミンの活性に着目して述べよ。

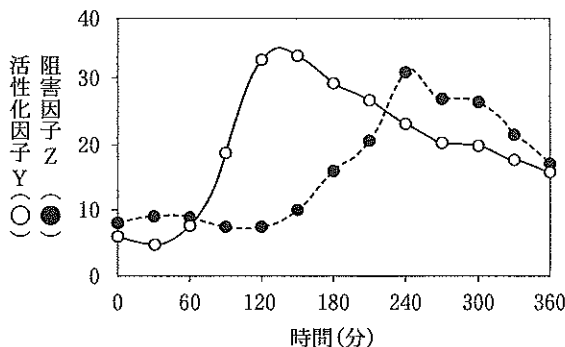


図 血管傷害後のプラスミン調節因子の濃度変化

〔3〕 個体群の生存と生殖に関する次の文(I), (II)を読み, 下の問い(問1~7)に答えよ。

(I) 生物は各年齢での生存率が異なり, その違いは生存曲線として表される(図)。横軸は相対的な時間で, 左端が生まれた年, 右端が大部分の個体が死亡する年であり, 縦軸は生存率を対数目盛りで示している。生存曲線を大まかに見ると, 種によって図に示したA, B, Cの3タイプがある。

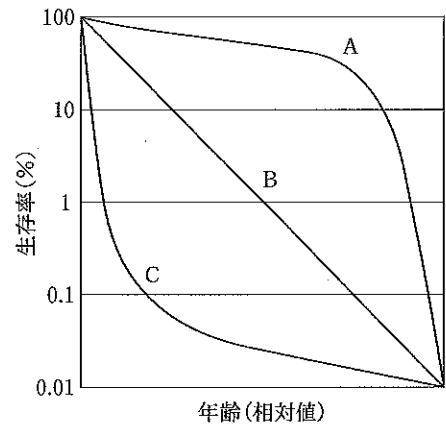


図 生存曲線の3つのタイプ

問1 下記の5種の生物について, 生存曲線はA, B, Cのうちどのタイプになるか。解答欄にA, B, Cのいずれかを記入せよ。

〈アサリ, ミツバチ, イワシ, シジウカラ, ニホンザル〉

問2 A, Cの生存曲線をもつ生物について, 一度に生む産子数(または産卵数), および産子後(または産卵後)の親の行動の違いを説明せよ。

問3 マツやサクラのような樹木の場合, 生存曲線はどのタイプになるか。理由とともに述べよ。

(II) 各年齢の生存率は対象生物種の個体群を2回計測することで簡易的に得ることができる。ある多年生植物A種の生育する個体群に調査枠を設けて2013年秋と2014年秋の2回調査を実施した。この植物は形態から年齢が明瞭にわかるため, 各年齢の個体数が得られた(表)。なお, 生存率は年齢のみに依存し, 年変動はなく生育密度にも依存しないこと, また4才の個体は翌年必ず枯れることとする。

表 2013年と2014年に調査枠内に出現したA種の各年齢の個体数

年齢	2013年	2014年
0	1,000	2,700
1	500	500
2	400	300
3	300	200
4	100	60

問4 表から各年齢の生存率を算出せよ。なお, ここでいう生存率とは各年齢の個体が1年後(翌年秋)まで生存している確率である。

問5 調査枠内に毎年0才の個体が1000個体, 外部から供給され続け, 種子の産生はないとすると, この植物の各年齢の個体数(即ち年齢ピラミッド)はそれぞれ何個体になるか。なお, 供給される0才個体は秋の測定時点で1000個体とする。

問6 この植物は2才までの若い個体は結実しないが, 3才の個体は1個体平均40個, 4才の個体では1個体平均150個の種子をつける(結実時期は秋)。また, 種子は休眠せず, 調査地と類似した環境下で種子が発芽し, 秋まで生存する率は10%である。問5で得られた年齢ピラミッドの状態の個体群からは, 翌年実際には何個体の0才個体が生じると考えられるか, 計算過程とともに答えよ。なお, 外部からの種子の供給はなく, 個体群は均質で種子の散布も均一におこるとする。

問7 問4~問6で示したような分析は, 絶滅危惧種の個体群がその環境下で増加するか, 減少するか, あるいは変化しないかを見積もる際に用いられる。問6の個体群はどれであるか, 理由とともに述べよ。