

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(医学科・保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	① ~ ③	1 ~ 4
化学	① ~ ④	5 ~ 11
生物	① ~ ③	12 ~ 18
地学	① ~ ④	19 ~ 24

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部, 及び受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子または解答紙に落丁・乱丁, および印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

生 物

1 次の文を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

脊椎動物の中樞神経系は脳と脊髄からなる。脳は大脳・間脳・中脳・小脳・延髄から構成され、ヒトでは大脳の発達が著しい。大脳皮質のいくつかの領域は、感覚の中樞や運動の中樞など部位により機能がはっきりしており、運動機能を持つ部位を運動野という。運動野のニューロンは軸索を脊髄にまでのばし、運動指令を脊髄に伝える。脊髄のニューロンはその指令を自身の軸索を経由して筋細胞まで伝え、そのことで筋肉の収縮が生じ、運動が起こる。ヒトで意識的に運動をする場合、この経路がはたらいっている。運動やからだのさまざまな反応は無意識的に起こることもある。熱いものに触れたとき手を瞬間的に引っ込めたり、飛んできたボールをとっさに避ける首の運動など、入ってきた感覚情報に対する無意識的な運動である。これらは大脳の支配を受けず反射と呼ばれ、反射中枢が脊髄にあるものを脊髄反射という。一方、脳はからだの恒常性維持のために無意識に反応することもある。酸っぱいものを口に含むと多量の唾液が分泌されたり、明るい光が眼に入ると瞳孔が縮小したりする運動である。このように、神経系の制御による筋肉や内臓の円滑な運動が、われわれの効率的で快適な生活を可能にするために大きく役立っている。

(問1) 下線部a)について、以下の設問(ア)～(イ)に答えよ。

(ア) 運動野はどこか、図1のA～Dより選んで答えよ。ただし、この図は大脳を左側方から見たものである。

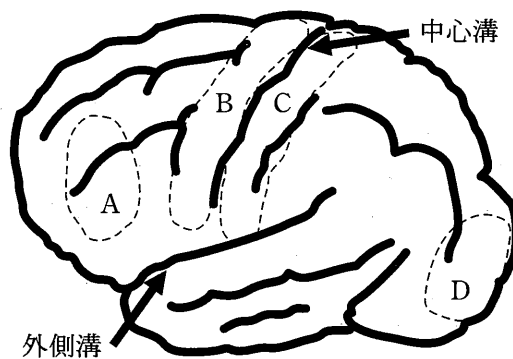


図1

(イ) ニューロンとニューロンやニューロンと筋細胞(効果器)の接続部をシナプスという。軸索末端まで興奮が伝わり、シナプスを介して次の細胞が情報を受け取るまでの仕組みを説明せよ。

- (ウ) 右側運動野のニューロンの軸索がどのような経路をたどり、筋細胞まで情報を伝えるかを模式図(解答紙の図2)に書き込みなさい。ただし、ニューロン(ここでは細胞体と軸索を示す)やシナプスは図3のように表記すること。

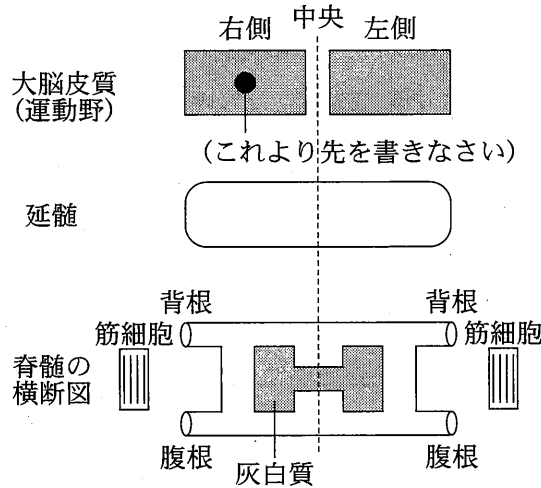


図2

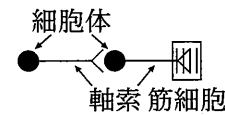


図3

- (問2) 下線部b)について、以下の設問に答えよ。

しつがい腱反射は脊髄反射の一つである。この反射経路について、刺激の受容から効果器までの情報の流れを説明せよ。

- (問3) 下線部c)について、以下の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

- (ア) ~ に適切な用語を入れよ。

からだの恒常性維持のため無意識的に働く神経系を といい、交感神経系と副交感神経系の2系統に分類される。中脳、延髄、脊髄から発したニューロンは循環系、呼吸系などさまざまな内臓器官の調節に多くは対抗的に関与する。体温の調節も自律神経系の大事な役割である。恒温動物の場合、外気温が低下すると自律神経系の最高中枢である は皮膚の温度受容器からの情報や、血液の温度変化によってからだの温度を感知し、体温維持のための活動をさまざまな器官に指令する。この活動は放熱抑制と、熱産生の増加に分けられる。 系の活動を介して皮膚の血管や を収縮させて放熱を抑え、副腎髄質から を分泌させて代謝を高めることで熱産生を増やすのである。

- (イ) 心臓拍動に対する交感神経系と副交感神経系の作用をそれぞれ説明せよ。
 (ウ) 呼吸運動や心臓拍動を直接制御する脳の部分の名前を答えよ。

2 次の文を読み、下記の(問1)～(問7)に答えよ。

地球上に生息する生物の起源は、原始海洋に蓄積された物質に由来すると考えられている。化学進化によって生じた有機物質が膜に包まれ、自己増殖能力を獲得したものが現れ、最初の生命体が誕生したと考えられている。生命体の中に光合成を行うものが出現したことにより酸素が原始海洋中や大気中に増加していき、この環境変化により呼吸形態がそれまでと異なった生物が現れた。また、大気中の酸素の増加は、生物の中に海洋から陸上へと生活環境を変えるものが出現するきっかけともなった。その後も生物は、さまざまな環境に適応するように形態や機能を変化させていった。このように形態や機能が変化する主な原因として、遺伝子の突然変異や染色体の異数化などがあげられる。集団中の各個体に生じたそのような遺伝的変化は、有性生殖により個体間で混ぜ合わされることで、各個体は多様な組み合わせの遺伝子を持つようになった。このようにして遺伝子の多様性が集団内に生じ、それぞれの環境に適応した集団が自然選択によって生まれた。異なった環境に適応した集団間で繁殖行動や繁殖時期などに違いが生じるとお互いに交配できなくなり、その結果、それら集団間での遺伝的相違が大きくなった。このようにして進化が起こった結果、現在の地球には多種多様な生物が存在するようになったと考えられている。

(問1) 下線部a)について、酸素は何から生じたか。もとになった物質名を答えよ。

(問2) 下線部b)について以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) この呼吸形態を何とよぶか。

(イ) この呼吸形態になったことで、現在の生物はある物質を多量に生産することができるようになったと考えられる。その物質名を答えよ。

(問3) 下線部c)について、酸素の増加により生物は陸上で生活できるようになったと考えられている。その理由を述べよ。

(問4) 下線部d)に関する次の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 同一染色体に存在する遺伝子aとbがある。遺伝子aに突然変異が生じた個体と遺伝子bに突然変異が生じた個体が交配し、さらにその子孫が交配を重ねるうちに、突然変異を起こしたこれら2つの遺伝子が連鎖する場合がある。この原因の1つとして、減数分裂のときにある現象が起こることがあげられる。

(a) ある現象とは何か。

(b) 核相が単相のときのDNA量を1としたとき、この現象が起こっている細胞のDNA量はいくらか。

(c) この現象とは別に、もともと異なった種類の染色体に存在していた遺伝子群が染色体突然変異により連鎖することがある。この現象を何とよぶか。

(イ) 文中の [1] ~ [7] に適切な語句を入れよ。

キイロショウジョウバエは、4対の染色体($2n=8$)をもつが、そのうち3対は雌雄とも同じであり、この染色体を [1] という。他の1対は雌雄で異なっており、この染色体を [2] という。キイロショウジョウバエのように、雌ではX染色体を1対、雄ではX染色体とY染色体を1つずつもつ性決定様式を [3] とよぶ。ヒトも、この性決定様式を示す。

キイロショウジョウバエの野生型の眼は赤褐色(赤眼)であるが、まれに白色(白眼)の劣性形質が現れる。赤眼の雌に白眼の雄を交配したところ、 F_1 はすべて [4] 眼になり、その F_1 同士の交配によって得られた F_2 では、雌はすべて赤眼、雄は赤眼と白眼が1:1の割合で現れた。一方、白眼の雌に赤眼の雄を交配すると、 F_1 の雌はすべて [5] 眼、雄はすべて [6] 眼になり、この両者を交配して得た F_2 では、雌雄ともに赤眼と白眼が1:1であった。この結果は、赤眼遺伝子とその対立遺伝子である白眼遺伝子がX染色体に存在すると仮定すると説明することができる。このように、形質の現れ方が雌雄で異なってくる遺伝を [7] という。

(問 5) 下線部 e) に関して、自然選択について不適切な記述が含まれているものを下記の①~④から選び、番号で答えよ。

- ① 自然選択がはたらく対象となる個体変異には、遺伝するものもあれば、遺伝しないものもある。
- ② 自然選択説は、ダーウィンによって提唱された。
- ③ 集団内の個体変異のうち、生存や繁殖に有利な個体変異の割合が、世代を重ねるうちに集団中で増えていく。
- ④ 食物や生活場所などが限られるため、集団内の個体間で生存競争が起こる。

(問 6) 下線部 f) で示した集団間の隔離を何とよぶか。

(問 7) 下線部 g) について、さまざまな生物の比較に関する次の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

- (ア) 発生上の起源は異なるが、機能や形態が類似している器官のことを何とよぶか。
- (イ) 機能は異なっても発生上の起源が同じ器官のことを何とよぶか。
- (ウ) 多種多様な生物群を自然分類する場合、(ア)と(イ)に示した器官のどちらを用いて調べるべきか。また、その理由を述べよ。

3 次の文を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

生物は物質輸送、生体防御、物質代謝などのさまざまな生命活動をたえず行っており、その活動にはさまざまなタンパク質が主要な物質としてはたらいっている。たとえば、赤血球に多量に含まれる は酸素を運ぶタンパク質である。血管が損傷したときには、血しょう中に含まれるタンパク質の が凝集性の高い に変化することにより血液が凝固する。体内に侵入し、抗原として認識された異物は体液性免疫と細胞性免疫で排除される。体液性免疫ではたらく抗体もタンパク質である。物質代謝は化学反応を触媒するタンパク質である酵素のはたらきにより進行する。細胞内でグルコースを分解しエネルギーを生成する過程は、、、電子伝達系の3段階に分けられる。ではたらく酵素は細胞質基質にあり、はの基質(マトリックス)にある酵素のはたらきで進行する。また、緑色植物は太陽の光エネルギーを利用してから糖を合成する。この反応にはたらく酵素は葉肉細胞中のにある。

タンパク質は、遺伝子の情報にもとづいてつくられる。1940年代に、ビードルとテータムはアカパンカビを用いて一連の実験を行い、一遺伝子一酵素説を唱えた。それまで遺伝子の変異は子孫に受け継がれることが知られていたものの、酵素やタンパク質との関係は明らかではなかった。1950年代以降、「遺伝情報の発現過程(セントラルドグマ)」が確立した。その後、さまざまな生物の突然変異体で遺伝子に生じた変異がタンパク質のアミノ酸配列に影響を及ぼすことが明らかになった。

(問1) 文中の ～ に適切な用語を入れよ。

(問2) 下線部 a) の初期段階で異物をある程度分解し、抗原提示を行う細胞名を答えよ。

(問3) 下線部 b) について以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 二度目に同じ抗原が侵入してきたときに、一度目よりすばやい抗原抗体反応を起こす理由を述べよ。

(イ) 細胞内に侵入するウイルスは抗体の作用を受けにくいのが、その理由を簡潔に述べよ。

(問 4) タンパク質と遺伝情報の関係について、以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

(ア) アミノ酸の1つであるアルギニンの合成経路を図1に示す。この合成経路の遺伝子 A, B, C に欠損のあるアカパンカビの変異株 I, II, III は、それぞれ酵素 A, B, C がはたらかないためであることがわかっている。

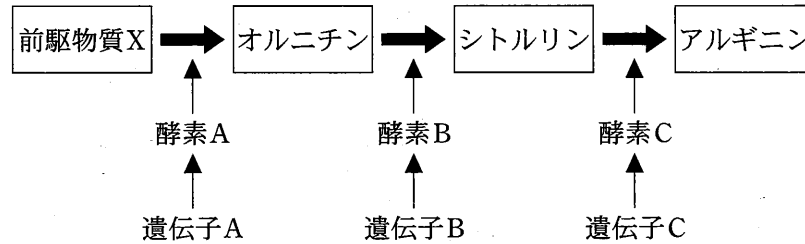


図 1

(a) 下線部 c) について、ビードルとテータムは変異株の分離のため、表 1 の培地に胞子をまいた。変異株 II と III について、どのような結果が予想されるか。 ~ に、生育したものを+, 生育不能だったものを-の記号で答えよ。

表 1

	最少培地に加えた添加物質			
	なし	オルニチン	シトルリン	アルギニン
変異株 I	—	+	+	+
変異株 II	—	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	+
変異株 III	—	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	+

(b) 下線部 d) に関する交配実験を行った。野生株と変異株 III の菌糸 (n) から接合子 (遺伝子型は Cc) を作成し、8 個の子のう胞子を得た。子のう胞子にあらわれる栄養要求性は次の分離比になった。 に予想される数字を答えよ。ただし、アカパンカビの有性生殖では、接合子 ($2n$) は減数分裂を経た後に、もう一度体細胞分裂を行い、最終的に子のう胞子 (n) を 8 個つくる。

(野生株) : (アルギニン添加培地でないと生育不能な要求株) = 1 :

(c) 別の交配実験で、変異株 II と III の菌糸から接合子 (遺伝子型は $BbCc$) を作成した。このとき、予想される子のう胞子の栄養要求性は次の分離比になった。 , に予想される数字を答えよ。ただし 2 つの遺伝子は独立であるものとする。

(野生株) : (シトルリン添加培地で生育可能な要求株) : (アルギニン添加培地でないと生育不能な要求株) = 1 : :

(イ) 下線部 e) について以下の設問(a), (b)に答えよ。

(a) アカパンカビの酵素 B と同じ反応を触媒する酵素 B' は、ほ乳類の肝臓に存在し、アルギニン合成の他に尿素合成を行っている。ヒトの遺伝子 B' からできる mRNA (伝令 RNA) の塩基配列のうち、活性部位をコードする領域の一部を図 2 に示した。この塩基配列から予想される最も長いポリペプチドのアミノ酸配列は、どのようなになるか。表 2 の遺伝暗号表を使って、翻訳される方向の順に答えよ。

塩基配列 ···¹G²C³U⁴C⁵G⁶A⁷G⁸U⁹G¹⁰U¹¹A¹²U···
 翻訳される方向 \longrightarrow

図 2

表 2

コドン	アミノ酸
AGU	セリン
CGA	アルギニン
CUU	ロイシン
CUC	ロイシン
GAG	グルタミン酸
GCU	アラニン
GUA	バリン
GUG	バリン
UAU	チロシン
UCG	セリン
UGU	システイン
UGA	終 止
UUG	ロイシン

(b) 図 2 の 4 番目の C が突然変異によって U に変わったとき、設問(a)で答えたポリペプチドにどのような変化が生じるか。また、酵素 B' はどのような性質をもつものになると予想されるか。それぞれ説明せよ。