

平成16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 ～ 26	20 ～ 25	6
生物ⅠB・生物Ⅱ	27 ～ 40	26 ～ 31	6
地学ⅠB・地学Ⅱ	41 ～ 51	32 ～ 36	5

4. 各解答紙の2箇所に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〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(26点)

タンパク質は生物にとって重要な構成成分であるとともに、生体の生命維持に重要な役割をもっている。なかでも酵素は生体内のさまざまな化学反応の触媒となる物質である。酵素が作用する物質を基質と呼び、酵素は特定の基質としか反応できない。^(A)たとえばペプシンはタンパク質を分解できるが、デンプンや脂肪を分解することができない。逆にアミラーゼはデンプンをマルトースにまで分解できるが、タンパク質は分解できない。酵素の成分はタンパク質であるが、酵素の中にタンパク質以外の物質と結合して酵素活性を示すものもある。^(B)

一方、タンパク質は生体防御にも重要な働きをもっている。リンパ球の一種である〔1〕が産生する抗体は免疫グロブリンとよばれるタンパク質である。われわれの体に侵入してきた微生物や異物(抗原)は〔2〕とよばれる食作用がある細胞によって捕食され、抗原の断片が〔2〕の細胞表面に現れる。リンパ球の一種である〔3〕が〔2〕の細胞表面にある抗原の断片を認識して、その情報を〔1〕に伝える。情報を受け取った〔1〕が増殖し、多量の抗体を産生する。^(C)抗体と抗原が接触すると、抗原抗体反応をおこして結合し、この複合体がやがて白血球などによって処理される。しかしながら、生体防御反応は生体に不利なものもある。たとえば、花粉やダニなどのような通常無害な物質に対して、抗体が異常に産生される免疫反応を〔4〕と呼ぶ。さらに、生体防御機構を働かなくさせるウイルスも存在する。〔5〕ウイルスは〔6〕症候群という病気を引き起こし、〔3〕を攻撃するため、免疫機能が低下する。

問 1. 1 から 6 の空欄に語句を記入しなさい。

問 2. 下線部(A)について、酵素は特定の基質としか反応できないことを何とよぶか。

問 3. ペプシンを含んだマウスの胃液を室温で1日放置しておいたら、タンパク質を分解することができなくなっていた。その可能性として考えられるものには○、考えられないものには×をつけよ。

- (a) 室温に置いたので、ペプシンの構造が変化してしまった。
- (b) 室温に置いたので、酵素のもつ最適温度が変化してしまった。
- (c) 胃液の中でペプシン分子が他のペプシン分子を分解してしまった。
- (d) ペプシンが胃液の中の他の酵素によって分解されてしまった。
- (e) 室温に置いたので、酵素のもつ最適 pH が変化してしまった。

問 4. 下線部(B)の酵素のタンパク質に結合したり、遊離したりできる(ア)低分子の物質を何とよぶか。また、その場合の(イ)タンパク質の部分のみを何とよぶか。

問 5. 下線部(C)について、このような免疫反応を何とよぶか。

〔2〕 図1～図3を参照しながら、神経に関する文章中の空欄〔1〕～〔10〕に
適当な語句あるいは数値を入れなさい。(21点)

脊ついで動物の中樞神経系には脳と〔1〕が含まれる。〔1〕は脳を介さず
無意識的におこる〔2〕の中樞として重要である。例えば、ひざの下をたたく
と足がはね上がるのは感覚神経繊維と α 運動繊維が〔1〕で連絡するため
である。この〔2〕に関して、ヒトで実験をしてみた(図1)。ひざの裏にある
後脛骨神経を電気刺激すると α 運動繊維が興奮する。その興奮により発生した
〔3〕は効果器であるヒラメ筋を収縮させる。この筋肉の収縮を筋電図で記録
したものをM波という(図2)。一方、Ia感覚繊維も電気刺激により興奮するた
め、その興奮は中枢側の〔1〕に伝わる。Ia感覚繊維は α 運動繊維に直接
〔4〕で連絡するため、 α 運動繊維が興奮し、H波とよばれる筋肉の収縮がM
波に引き続いておこる(図2)。刺激部位からヒラメ筋の筋電図の記録部位までは
20 cmあり、筋肉が収縮し始める時間は4.5ミリ秒(図2矢印a)であった。 α 運
動繊維からヒラメ筋へ〔4〕を介して興奮が伝達する時間を0.5ミリ秒とす
ると、 α 運動繊維の伝導速度は〔5〕m/秒である。次に、H波が記録される時
間は電気刺激後32.5ミリ秒(図2矢印b)であった。ここで、刺激部位から
〔1〕までのIa感覚繊維と α 運動繊維の長さは等しく75 cmと仮定する。ま
た、Ia感覚繊維から直接〔4〕を介して α 運動繊維へ興奮が伝わるのに0.5
ミリ秒かかる。これらの条件下では、Ia感覚繊維の伝導速度は〔6〕m/秒で
ある。このように有髄繊維の伝導速度が速いのは、1～2 mmおきに〔7〕と
よばれる髄鞘のない部分があり、興奮が〔7〕から〔7〕へつぎつぎに伝
わるためである。この伝導のしかたを〔8〕伝導という。この〔8〕伝導の
ため、同じ太さの〔9〕繊維より有髄繊維の方が伝導速度は速い。後脛骨神経
に流す電流の強度を興奮閾値より下から次第に上げると、まずH波が出現する
(図3)。さらに上げるとM波のあとにH波が出現する(図2)。これは、Ia感覚
繊維が α 運動繊維よりその直径が太く、興奮閾値が〔10〕からである。この
ようにH波は、ヒトの〔2〕の研究によく使われている。

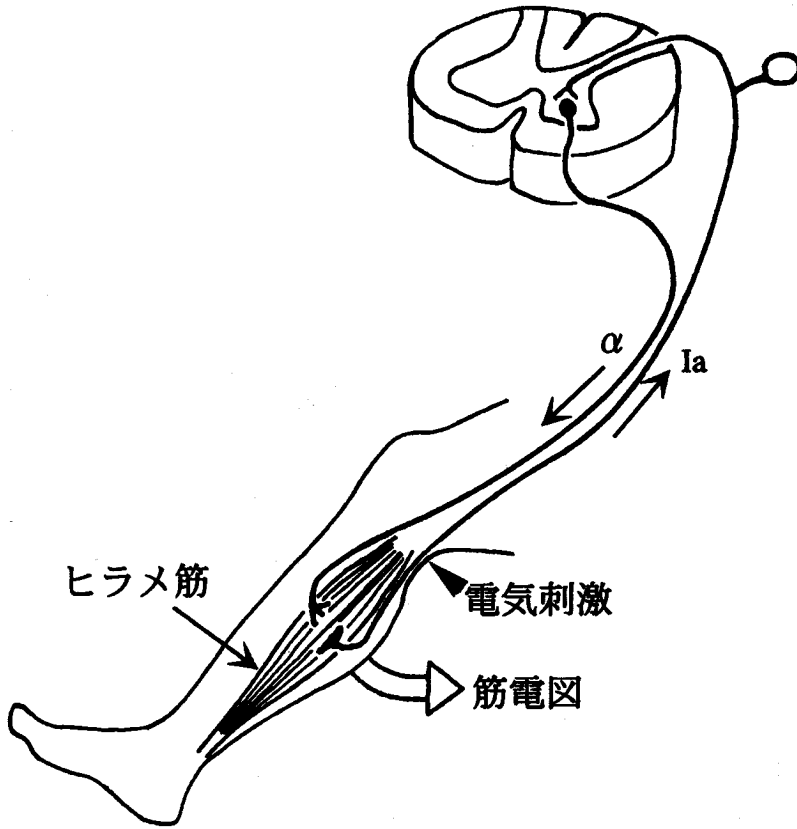


図 1

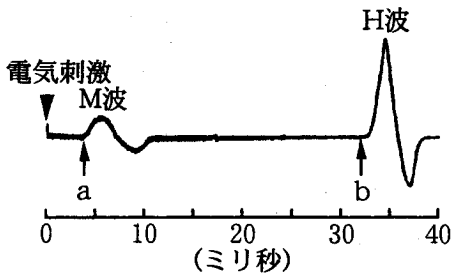


図 2

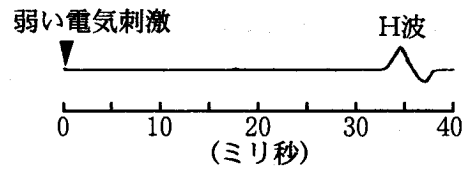
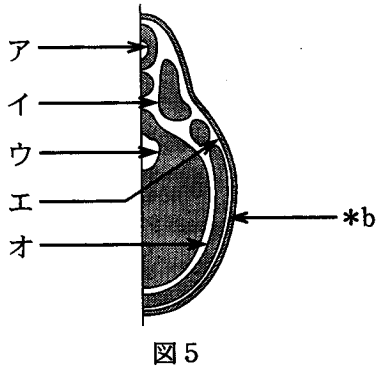
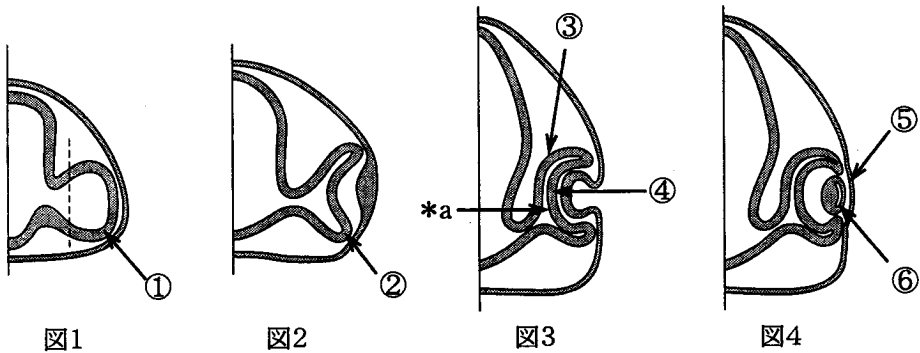


図 3

〔3〕 次の図1～図4は、イモリの眼の形成過程を示す模式図であり、眼が形成される位置での横断面を示している。また、図5は図1と同じ発生段階の胚の体の中央部での横断面を示している。これらの図を参照して以下の問いに答えなさい。
(22点)



問 1. ①と②, ⑤, ⑥の矢印で示した部分の名称を答えなさい。

問 2. ③は、眼が完成した時には、どのような構造になるか。その名称を答えなさい。

問 3. 眼が完成する時に④の部分で分化してくる細胞の名称を2つ答えなさい。

- 問 4. 図 1 の点線の位置で①の部分を切り出し、別の胚の図 5 の *b で示す位置の表皮の下に移植すると、その表皮から⑥の構造が誘導された。この実験の結果から「①の部分が内側から表皮に接していることが、⑥の構造を誘導するための十分な条件である」ということが分かる。では、「①の部分が眼の形成において表皮から⑥の構造を誘導するために必要不可欠である」ということを示すためには、どのような実験を行ないどのような結果が得られればよいか。60 字以内で答えなさい。
- 問 5. 図 3 の *a で示した部分は、神経胚の初期には何とよばれる部分であったか答えなさい。
- 問 6. 図 5 のア～オの矢印で示した面のうち、原腸陥入が始まった時点で胚の表面にあったもの 2 つを記号で答えなさい。

〔4〕 トウモロコシの遺伝に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(21点)

草丈の低い黄色種子のトウモロコシを母親に、草丈の高い白色種子のトウモロコシを父親として交配し、 F_1 種子を得た。この F_1 種子をまいて育てた雑種植物 (F_1) を自家受粉させたところ、 F_2 種子は、黄色種子が 234 粒と白色種子が 82 粒であった。これらの F_2 種子をまいて育てた F_2 集団では、交配にもちいた両親と同じ草丈を示す個体のほかに、黄色種子の親よりも草丈の低い個体や、白色種子の親よりも草丈の高い個体が出現した。そこで、同じ条件で栽培した両親植物、 F_1 植物、 F_2 集団の草丈を計測したところ、 F_1 植物の草丈は白色種子の親よりも高かった。 F_2 集団においては、黄色種子の親よりも草丈の低い個体が 5 個体、黄色種子の親と同じ草丈の個体が 48 個体、白色種子の親と同じ草丈の個体が 133 個体、 F_1 植物と同じ草丈の個体が 130 個体であった。それぞれのグループの草丈の平均値を求めると、それぞれ 90 cm、120 cm、150 cm、180 cm であった。この現象は、草丈を支配する完全優性を示す 3 個の遺伝子が、それぞれ異なる染色体上にあつて、各々の優性対立遺伝子が 30 cm ずつ草丈を高くする作用をもつことによる。いま、草丈を決める遺伝子の優性対立遺伝子をそれぞれ D、E、F、劣性対立遺伝子をそれぞれ d、e、f とすると、草丈の低い黄色種子の親の遺伝子型は ddeeFF、草丈の高い白色種子の親の遺伝子型は DDEEff と表すことができる。

問 1. 下線部(A)の遺伝現象から予測される F_1 種子の色を〔 1 〕に書きなさい。また、種子の色を決める遺伝子について、 F_1 種子の胚の遺伝子型を〔 2 〕に、胚乳の遺伝子型を〔 3 〕に記入しなさい。ただし、実験に用いたトウモロコシの親はいずれも純系であるものとし、黄色種子の親の遺伝子型を AA、白色種子の親の遺伝子型を aa とする。

問 2. 草丈の低い黄色種子の親(ddeeFF)と草丈の高い白色種子の親(DDEEff)とを交配して得られた F_1 の配偶子の遺伝子型は何種類あるか、数字で答えなさい。

問 3. 下線部(B)の F_2 個体の草丈に関する遺伝子型を書きなさい。

問 4. 下線部(C)の F_2 個体を自家受粉させて F_3 植物を育成すると、その草丈がすべてもとの F_2 個体と同じになるものがあつた。そのような場合の F_2 個体の遺伝子型のうち、最初の交配に用いた草丈の低い植物の遺伝子型 (ddeeFF) とは異なるものが 2 つある。その遺伝子型を書きなさい。

問 5. 下線部(D)の F_2 個体を自家受粉させて F_3 植物を育成すると、その草丈がすべて F_1 植物と同じになるものがあつた。その割合は、下線部(D)の F_2 個体の何% か答えなさい。答えは四捨五入して小数点以下第一位まで求めなさい。

〔5〕 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(14点)

多くの植物は、特定の地方において、それぞれの種によって決まった時期に花芽が分化し、開花がおこる。あるタイプの植物は、温帯地方では春早く種子をまけば、初夏には開花する。しかし、この植物を低緯度の熱帯地方で同じ時期にまいても、開花しにくいという。

問 1. 下線部のような現象が見られた理由を、日長時間の面から60字以内で説明しなさい。

問 2. 下線部の現象は日長時間による効果よりも、むしろ熱帯地方の気温、雨量などの気候要素によるものではないかとの疑問がだされた。この疑問にこたえるための実験を熱帯地方において計画するとすれば、どのようにすればよいか。60字以内で説明しなさい。

〔6〕 動物の増殖に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(21点)

同一種の動物は、食物や生活空間などをめぐる競争などでお互いに影響しあって生活している。ある地域にすむこのような同一種の集団を〔1〕という。また、一定の生活空間にすむ、単位面積あたりの同一種の個体数を〔2〕という。〔2〕の変化曲線は、食物や生活空間などをめぐる競争がない場合、その種が本来もっている増殖率を維持して増えていくので、図1のAのような急激な増加を示す曲線になる。しかし、一定の環境のもとでは、ある〔1〕が利用できる食物や生活空間などの資源には限りがあるので、これらの資源をめぐる〔3〕競争が激しくなって、〔4〕が働く。その結果、時間とともに〔2〕は一定の値に近づき、増加曲線は図1のBのような〔5〕の曲線になる。

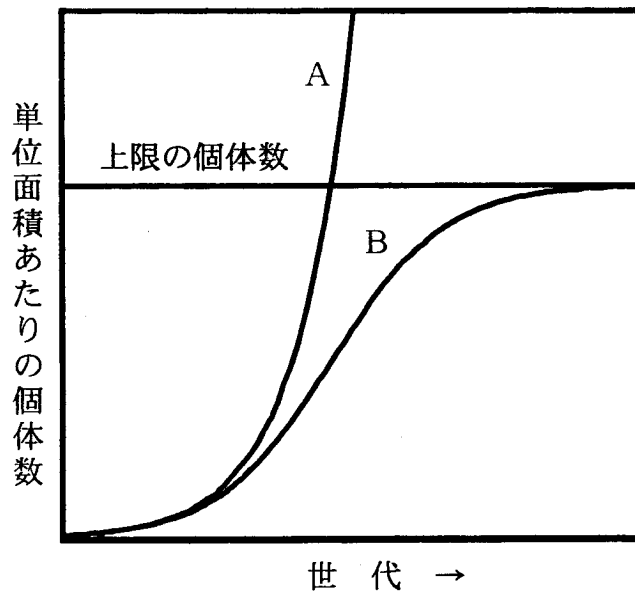


図1

問1. 〔1〕～〔5〕にあてはまる語句を書きなさい。

問 2. 食物や生活空間などの資源に限りがない場合、世代あたり増殖率(1世代で何倍に増えるかの値)が10の動物は、第1世代の単位面積あたりの個体数を10匹とすると、第7世代には単位面積あたり何匹になるか計算しなさい。なお、解答欄の各マスに入れる数字はそれぞれ1つとし、右詰で記入しなさい。

問 3. 利用できる食物や生活空間などの資源に限りがある場合、その動物が本来もっている世代あたり増殖率は維持できなくなり、実際の世代あたり増殖率は低下する。つまり、実際の世代あたり増殖率は、上限の個体数に対するその上限の個体数とある世代(n世代)の個体数との差の比に依存して低下する。すなわち、この動物の次世代(n+1世代)の単位面積あたり個体数は、下式で求めることができる。この式の〔ア〕～〔オ〕にあてはまる語句を選んでその記号を記入しなさい。ただし、同じ語句を複数回使ってよい。

$$\text{次世代}(n+1\text{世代})\text{の個体数} = \text{〔ア〕} \times \text{〔イ〕} \times \frac{(\text{〔ウ〕} - \text{〔エ〕})}{\text{〔オ〕}}$$

- 〔語句〕
- a 本来もっている世代あたり増殖率
 - b 第1世代の個体数
 - c 上限の個体数
 - d ある世代(n世代)の個体数
 - e 前世代(n-1世代)の個体数

問 4. 問3の動物の世代あたり増殖率が10で、上限の個体数が単位面積あたり10000匹とすると、この動物の第1世代の単位面積あたり個体数が10匹のときの、第4世代の個体数を計算しなさい。ただし、計算する際には小数点以下は四捨五入しなさい。