

平成 25 年度学力検査問題

理 科 ①

| | ページ | ページ | (解答用紙枚数) |
|-----|-----|------|----------|
| 物 理 | 1 | ～ 12 | 2 枚 |
| 化 学 | 13 | ～ 22 | 3 枚 |
| 生 物 | 23 | ～ 34 | 2 枚 |

○志望学部別，科目選択方法及び解答時間

| 志望学部 | 科 目 選 択 方 法 | 解答時間 |
|--------|---|-------|
| 医 学 部 | 物理，化学，生物から 2 科目選択すること。 | 150 分 |
| 工 学 部 | 物理，化学から 1 科目選択すること。 ただし，第 1・第 2 志望にかかわらず電気電子工学科を志望する場合は，物理を選択すること。 | 90 分 |
| 生物資源学部 | 物理，化学，生物から 1 科目選択すること。 | 90 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. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの解答欄に記入すること。
4. あらかじめ届け出た科目について解答すること。
5. 解答用紙の指定された欄(物理の場合は計 4 箇所，化学の場合は計 6 箇所，生物の場合は計 4 箇所)に，忘れずに本学の受験番号を記入すること。
6. 試験場内で配布された問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

生 物

1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ある植物において、花の色と花粉の形はそれぞれ遺伝子Bと遺伝子Lによって決定されており、花の色の紫色は赤色に対して優性、花粉の長型は丸型に対して優性であった。[紫花・長型花粉]と[赤花・丸型花粉]の個体を交雑すると、 F_1 の表現型はすべて[紫花・長型花粉]となった。

これら2つの遺伝子が完全に連鎖している場合、 F_2 での花の色と花粉の形の分離比は[紫花・長型花粉]：[赤花・丸型花粉] = 3：1になると予想されるが、実際にはこの比にならなかった。そこで、 F_1 に[赤花・丸型花粉]の花粉を交雑すると、[紫花・長型花粉]：[紫花・丸型花粉]：[赤花・長型花粉]：[赤花・丸型花粉] = 9：1：1：9に分離した。これは、花の色を決定する遺伝子Bと花粉の形を決定する遺伝子Lは同一染色体上に座乗し連鎖しているが、減数分裂の際に相同染色体の間で一部分が交換され、その結果、一部の配偶子で遺伝子Bと遺伝子Lの組み合わせが変わったことを示している。

問1 下線部(a)と(b)の現象をそれぞれ何というか答えよ。

問2 この F_1 個体を自家受粉した F_2 における表現型とその分離比の理論値を整数で答えよ。

問3 メンデルは遺伝に関する3つの法則を発見したが、その中で上の実験結果の遺伝子Bと遺伝子Lには当てはまらない法則が1つある。それは何か答えよ。

問 4 遺伝子 B と遺伝子 L は、必要な時期に必要な部位で転写・翻訳されることでそれぞれ花の色と花粉の形を決定している。この過程を説明する次の文章の [1] ~ [12] に適切な語句を入れよ。

核内に存在する DNA は、 [1] とよばれるタンパク質に巻きついた状態からほどかれ、転写に必要な [2] と [3] が転写を調節する領域であるプロモーターと相互作用することによって DNA から RNA へと情報が写し取られる。この RNA は伝令 RNA (mRNA) 前駆体とよばれ、情報をもつ部分である [4] と情報をもたない部分である [5] から構成され、 [5] は途中で除去され伝令 RNA が生成される。この生成過程を [6] という。その後、伝令 RNA は核膜孔を通じて細胞質へと運ばれ、 [7] と結合することでタンパク質への翻訳が開始される。翻訳では、 [8] 種類のアミノ酸の中から [9] とよばれるトリプレット情報に規定されたものが [10] によって運びこまれ、 [11] 結合によってつながれる。その後、立体構造化や様々な修飾などの過程を経てタンパク質は完成する。

このように、DNA に記されている遺伝情報は核酸からタンパク質へと伝えられ、逆にタンパク質から DNA へ情報が伝えられることはない。これは [12] とよばれ、すべての生物に共通する基本法則である。

2 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ヒトが食べた炭水化物は [1] や [2] に含まれるアミラーゼ、さらには小腸上皮から分泌されるマルターゼによって消化されグルコースとなり、小腸の [3] で毛細血管に吸収される。グルコースが吸収されると血糖値は上昇し、血糖値の上昇は [4] で感知されると [4] が興奮する。その興奮は [A] 神経を介してすい臓に伝わり、すい臓から [5] が血液中に分泌される。一方、血糖値の低下は [4] で感知され、 [B] 神経を介して副腎髄質に伝わり血液中に [6] が分泌される。 [6] によって [7] や筋肉に貯蔵されていた [8] がグルコースに分解され、その結果血糖値が上昇する。また、血糖値の低下は直接すい臓を刺激し、すい臓から [9] が分泌されることによっても血糖値は上昇する。

問1 本文中の [1] ～ [9] に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a), (b)に関して、 [5] および [9] が分泌されるすい臓内の部位と細胞名を答えよ。

問3 [A] および [B] に適切な自律神経名を入れよ。

問4 [B] 神経のはたらきによって、①～⑤はどのような作用を示すか、記せ。

- ① 瞳孔 ② 心臓の拍動 ③ 気管支平滑筋
④ 胃腸の運動 ⑤ 立毛筋

3 神経に関する次の文章〔A〕,〔B〕を読み,問1~問4に答えよ。

〔A〕 ニューロンは核が存在する細胞体とこれから伸びた一本の長い突起である

1 および枝分かれした多数の短い突起である 2 からなる。
1 の多くはシュワン細胞からなる 3 に包まれ, 1
と 3 により神経繊維が形成される。神経繊維にはシュワン細胞が幾
重にも巻き付いた 4 を持つ 5 と 4 がない
6 がある。 5 には0.05~1.0 mm ごとにランビエ絞輪があり,
この部位には 4 は存在しない。ニューロンの末端部は他の
ニューロンの細胞体や 2, 効果器の細胞等とわずかな隙間を介して
接しており, この部分をシナプスと呼ぶ。シナプスを構成するニューロンの
末端部には多数のシナプス小胞が存在する。興奮したニューロンの末端部か
らはシナプス小胞に含まれていた神経伝達物質が放出され, 他のニューロン
や細胞の膜上の 7 へ結合し, 興奮が伝えられる。その後, 放出され
^(a)
た神経伝達物質は速やかに分解されるか, もしくは再びニューロンの末端部
に吸収される。

〔B〕 静止状態にあるニューロンでは細胞膜上のナトリウムポンプの働きにより
細胞内へ 8 が取り込まれ, 逆に 9 は細胞外へ汲み出され
る。また静止状態では 8 はある量まで細胞外へ拡散するが, 細胞内
が一定の負電位に達すると見かけの出入りが止まる。この時の細胞内外の電
位差を静止電位と呼ぶ。

ニューロンに刺激が加わると刺激部位の細胞膜上に存在する 10 が
開き, 細胞内へ 9 が流入する。これにより刺激を加えた部位の細胞
内外の電位は逆転して興奮が起こる。刺激を受けて開いた 10 は短時
間で閉じ, 代わりに 11 が開き, 8 が細胞外へ流出して細胞
内の電位は負となる。その後, ナトリウムポンプの働きにより細胞内外の電
位差は再び静止状態と同じ電位差となる。これらの一連の過程で起こる電位
変化を活動電位と呼ぶ。

問 1 本文[A], [B]中の空欄 ~ に適切な語句を入れよ。

問 2 と では興奮の伝導速度が異なり, の方が速い。

(1) この伝導速度を速める仕組みを何と呼ぶか答えよ。

(2) この仕組みは の性質によるものである。その性質について10文字以内で説明せよ。

問 3 図1は[B]での細胞内の電位変化と時間との関係を示すものである。

(1) 図1における活動電位の大きさを答えよ。

(2) [B]で加えた刺激の2倍の強さの刺激を加えた場合に活動電位はどうか30字以内で説明せよ。

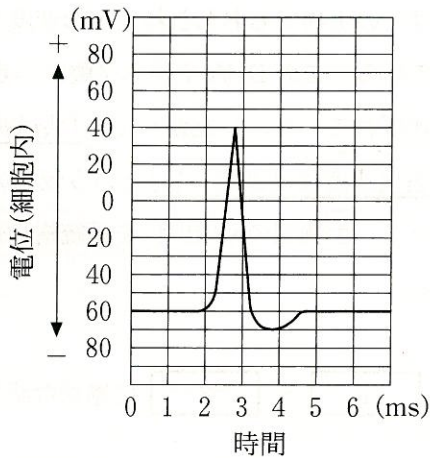


図1：刺激を加えた後の細胞内電位変化と時間との関係

問 4 [A]中の下線部(a)の現象はニューロンからの興奮を時間的, 空間的に正確に伝える上で, 重要な利点を持つ。その利点について100字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

ダーウィンは1859年に発行された著書「1」の中で、進化のメカニズムとして自然選択説を唱えた。この説は現在でも広く受け入れられ、ダーウィンは進化論の父とされている。一方、1968年に木村資生は、DNAやタンパク質の進化では自然選択とは関係のない突然変異が一定の割合でたえず起こり、これが偶然によって集団内に蓄積されるという2説を提唱した。木村の説は最初自然選択説を支持する人たちから激しく攻撃されたが、分子生物学による証拠が多く得られたことにより現在では広く受け入れられている。

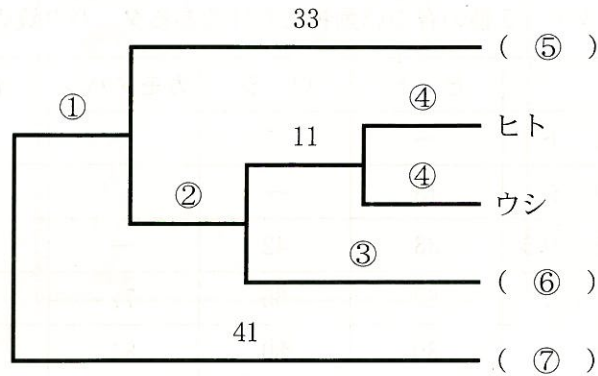
ズッカーカンドルとポーリングは、比較した生物の間で見られるアミノ酸の置換数と化石から知られている生物の分岐時期をグラフに表わしてみたところ、この両者の間には見事な直線関係があることを明らかにした。このことは、同じタンパク質であればどの生物でもおおむね一定の速度でアミノ酸の置換が起こっていることを示している。このDNAやアミノ酸が一定速度で変化する現象は一般に3と呼ばれている。したがって、共通祖先から分岐した生物群の同じタンパク質の進化速度はほぼ等しいという仮定のもとに、生物間のアミノ酸の違いの数によって、生物間の系統関係を系統樹の形で現したり、生物の分岐の年代を推測できる。

問1 本文中の 1 ～ 3 に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a)の自然選択説とはどのような説か説明せよ。

問3 下線部(b)の偶然によっておこる集団内の遺伝子頻度の変化を何と呼ぶか。

問 4 5 種類の脊ついで動物種間の進化系統関係を明らかにするため、あるタンパク質のアミノ酸配列を比較し、それらのアミノ酸置換数を表 1 に示した。下線部(c)の仮定のもとに作成した系統樹を下図に示している。表 1 の結果をもとに、①～④の進化的距離(アミノ酸置換数)を計算し、系統樹を完成させよ。また、⑤、⑥、⑦には適切な生物種の名称を記せ。



(注) 数字は、分岐点間の進化的距離をアミノ酸置換数で示している。

問 5 化石を用いた研究からヒトとウシとは今から約 8 千万年前に共通祖先から分岐したと推定されている。ヒトとサメとが分岐したのはおよそ何年前と考えられるか。表 1 を使って計算し、(1)～(4)から最も適切なものを一つ選べ。

- (1) 約 2 億 2 千万年前
- (2) 約 2 億 8 千万年前
- (3) 約 3 億 6 千万年前
- (4) 約 4 億 4 千万年前

問 6 このタンパク質のアミノ酸配列は 140 アミノ酸からなり、ヒトとウシとは今から 8 千万年前に分岐したとする。このアミノ酸配列の分子進化の速度を、10 億年あたりにおける 1 アミノ酸あたりの置換数として計算し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、2 つの系統間のアミノ酸置換数は、分岐後の 2 つの系統におけるアミノ酸の置換の合計であることに留意すること。

表 1 5 種の脊ついで動物におけるあるタンパク質のアミノ酸置換数

| | ヒ ト | ウ シ | カモノハシ | イモリ | サ メ |
|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| ヒ ト | — | | | | |
| ウ シ | 18 | — | | | |
| カモノハシ | 38 | 42 | — | | |
| イモリ | 62 | 65 | 71 | — | |
| サ メ | 80 | 80 | 84 | 84 | — |

⑤ は次ページにつづく

⑤

（以下は極く淡く印刷された文章の抜粋と思われる。内容はほとんど読み取れない。）

（この部分にも淡く印刷された文章の抜粋が見られる。）



5 次の〔A〕および〔B〕の文章を読み、問1～問7に答えよ。

〔A〕琵琶湖は日本最大の湖であるとともに、世界有数の古代湖としても知られる。通常、湖は数万年程度までの短い期間のうちに、流入する土砂や 1 などの堆積にともなって浅くなり、湿原を経て陸地化し、消滅する。このような現象を湿性 2 という。しかし、琵琶湖は400万年以上もの間、場所や形を変えながら消滅することなく存続し、ほぼ現在の状態になってからも既に40万年以上が経過している。

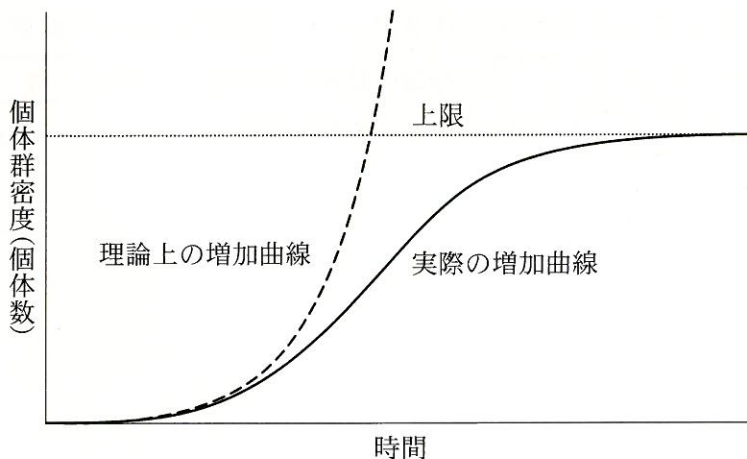
このような歴史の古い湖では多くの固有種が確認される事が多く、琵琶湖もその例外ではない。固有種とはその地域だけに生息する種のことである。その一方で、琵琶湖にはオオクチバス(ブラックバス)やブルーギル、ホテイアオイなど、本来生息しない生物が持ち込まれ、定着している。このような生物は、^(a)侵入先の生物多様性を喪失させる要因となりうるため、地域や種によっては駆除活動が積極的に行われている。

問1 本文中の 1 と 2 に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(a)のような生物を何というか。

問3 下線部(a)のような生物はどのような作用を通じて生物多様性に悪影響を与えるか。代表的なものを3つ答えよ。

〔B〕



左の図は、一定の間隔で繁殖して個体数を増加させる生物の時間経過にともなう個体群密度(ある生息地における単位面積あたりの個体数)の変化を概念的に表したものである。これは新しい環境に侵入した生物の振る舞いにもあてはめる事が出来ると考えられる。すなわち、持ち込まれた個体数が十分に少なかった場合、侵入後しばらくは急激に個体数を増加させる。しかし、 や といった資源には限りがあるため、次第に増加速度は低下し、個体数は一定の値に収束する。この維持可能な個体数の上限を と呼ぶ。また、高い個体群密度の下では、一般的に死亡率の上昇や出生率の低下、発育速度の低下などが認められており、これを と呼ぶ。

問 4 本文中の ~ に適切な語句を入れよ。

問 5 侵入後充分時間が経過し、個体群密度の上限近くまで増加した状態から駆除を始めるとする。その場合、駆除が進むにつれて捕獲効率(一定時間・一定労力あたりの捕獲個体数)はどうかと考えられるか。ただし、駆除とはその生物の増加速度を超えて捕獲する行為とし、このときの駆除方法では捕獲効率は個体群密度に比例するものとする。

問 6 駆除を進め、個体群密度が上限の半分ほどになった時、駆除を中止した。その後この生物の個体群密度はどうか。変化の速度と増減について答えよ。ただし、個体群密度と増加速度の関係は駆除前と変わっていないものとする。

問 7 ある池にブルーギル(魚類)が侵入し、個体群密度の上限近くまで増加してしまった。この池でブルーギルの駆除を行い、最終的に池の中から完全に取り除きたい場合、どのような点に注意して駆除を行う必要があるか。「個体群密度」という用語を用いて答えよ。ただし、ブルーギルは文章[B]に示されたような個体群密度の増加特性を示すものとする。