

| | |
|---|---|
| 理 | 科 |
|---|---|

理科は **物理** **化学** **生物** のうち 2 科目を選択受験のこと。

物理 …… 1 頁 **化学** …… 19 頁 **生物** …… 35 頁

問題 **I** はマークシート方式, **II** は記述式である。

I の解答はマークシートに, **II** の解答は解答用紙に記入すること。

〔注 意 事 項〕

1. 監督者の指示があるまでは, この問題冊子を開かないこと。
2. マークシートは, コンピュータで処理するので, 折り曲げたり汚したりしないこと。
3. マークシートに, 氏名・受験番号を記入し, 科目選択・受験番号をマークする。
マークがない場合や誤って記入した場合の答案は無効となる。

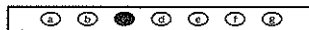
受験番号のマーク例(13015の場合)

| 受 験 番 号 | | | | |
|---------|----|----|----|----|
| 1 | 3 | 0 | 1 | 5 |
| 万位 | 千位 | 百位 | 十位 | 一位 |
| | ① | ● | ① | ① |
| ● | ① | ① | ● | ① |
| ② | ② | ② | ② | ② |
| ③ | ● | ③ | ③ | ③ |
| ④ | ④ | ④ | ④ | ④ |
| ⑤ | ⑤ | ⑤ | ⑤ | ● |
| ⑥ | ⑥ | ⑥ | ⑥ | ⑥ |
| ⑦ | ⑦ | ⑦ | ⑦ | ⑦ |
| ⑧ | ⑧ | ⑧ | ⑧ | ⑧ |
| ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ |

4. マークシートにマークするときは, HB または B の黒鉛筆を用いること。誤ってマークした場合には, 消しゴムで丁寧に消し, 消しにくい^{ていねい}を完全に^{ていねい}取り除いたうえで, 新たにマークし直すこと。
5. 下記の例に従い, 正しくマークすること。

(例えば c と答えたいとき)

正しいマーク例



誤ったマーク例

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ | Ⓔ | Ⓕ | Ⓖ | マークが薄い |
| Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ | Ⓔ | Ⓕ | Ⓖ | マークが不完全 |
| Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ | Ⓔ | Ⓕ | Ⓖ | マークが○印 |
| Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ | Ⓔ | Ⓕ | Ⓖ | マークがV印 |

6. 各科目とも基本的に正解は一つであるが, 科目によっては二つ以上解答を求めている場合があるので設問をよく読み解答すること。
7. 解答は所定の位置に記入すること。

生 物

I

第1問 発生に関する以下の各問い(問1～3)に答えよ。

(解答番号 ～)

問1 以下の文の空欄ア～キに最も適当な語を語群1から、またA～Dに最も適当な遺伝子名を語群2からそれぞれ一つずつ選べ。 ～

ショウジョウバエでは の前端に の が蓄えられ、 後に が開始される。合成された は、胚の前端部から後端部に向かって濃度勾配を形成し、他の母性因子と共同で胚の前後軸を決める。 などの母性因子は として働き、次の 群の および を促す。この 群によってつくられた の働きで、次に 群の発現が促され、胚は前後軸に沿って7つの帯状のパターンが形成される。 群からつくられる の働きで、今度は 群の発現が促進され、ショウジョウバエのボディプランを構成する14体節が決定する。

[語群1]

- | | | |
|-----------|-------------|---------|
| ① 卵細胞 | ② 胞 胚 | ③ 卵 割 |
| ④ 受 精 | ⑤ 転 写 | ⑥ 翻 訳 |
| ⑦ スプライシング | ⑧ DNA | ⑨ mRNA |
| ⑩ tRNA | ⑪ rRNA | ⑫ 調節遺伝子 |
| ⑬ 調節タンパク質 | ⑭ ビコイドタンパク質 | |

[語群2]

- | | |
|------------------|-----------|
| ① セグメントポラリティー遺伝子 | ② ギャップ遺伝子 |
| ③ ベアルール遺伝子 | ④ ビコイド遺伝子 |

問 2 ホメオボックスの説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 12

- ① ホメオティック遺伝子群のことである。
- ② アンテナペディア複合体のことである。
- ③ ホメオティック遺伝子群にみられる相同性の高い塩基配列のことである。
- ④ 分節された1個ずつの体節のことである。

問 3 記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

13

- ① ホックス遺伝子とは、ほぼすべての動物に存在するショウジョウバエのホメオティック遺伝子群と相同な遺伝子群である。
- ② ホックス遺伝子は調節遺伝子である。
- ③ ホメオティック遺伝子が発現される胚の中での領域の並び順は、それぞれの遺伝子が染色体上で並んでいる順とほぼ一致している。
- ④ ホメオティック遺伝子が転写・翻訳されてできるタンパク質は、体の特定部位をつくる構造体となる。

第2問 個体群内の個体間の関係に関する以下の各問い(問1～4)に答えよ。

1 ～ 15

問1 以下の文の空欄ア～カに、最も適当な語を、語群の①～⑯のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 1 ～ 6

ある一定地域で生活する同種の個体の集まりを個体群と呼ぶ。個体群の中での各個体の分布はさまざまで、アリのように巣を作って生活する場合は **ア** 分布、エサをめぐる競争などから規則的に広がった場合には **イ** 分布などと呼ばれる。個体群は、繁殖によりしだいに個体数を増やしていくが、その変化を示したものを **ウ** と呼ぶ。個体の増加は、やがて **エ** となって、生物の生理的な変化をもたらす、あるところで限界に達する。このときのその地域での最大個体数を **オ** という。場合によっては、**カ** は **キ** と呼ばれる、生物の形質の変化まで引き起こす。

[語群]

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 密度効果 | ② 集団効果 | ③ 生存曲線 |
| ④ 成長曲線 | ⑤ 増加指数 | ⑥ 形質置換 |
| ⑦ 相変異 | ⑧ 最大個体数 | ⑨ 環境収容力 |
| ⑩ 最大収容力 | ⑪ 局所 | ⑫ 集団 |
| ⑬ 集中 | ⑭ 分散 | ⑮ 一様 |
| ⑯ 平均 | | |

問 2 個体群の大きさを調べた以下の結果に関して、(1)、(2)の各問いに答えよ。

ある池にいる 1 種類の魚の全個体数を標識再捕法を用いて調べた。まず最初に、100 匹をとらえ、ひれの一部を着色してから再び池に放した。その後、1 日ごとに魚を捕獲して、そのうちの標識された個体の数を確認する作業を行った。表は、この作業を 7 日間行った結果をまとめたものである。ただし、捕獲・標識確認の作業の後は、捕獲した魚は再び池に放った。

| 標識個体を放してからの日数 | 捕獲数 | 標識個体数 |
|---------------|-----|-------|
| 1 | 80 | 25 |
| 2 | 120 | 30 |
| 3 | 64 | 10 |
| 4 | 160 | 20 |
| 5 | 125 | 16 |
| 6 | 120 | 15 |
| 7 | 131 | 16 |

(1) 標識個体と無標識個体が均一に混ざり合うのにかかる日数として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① 1 日 ② 2 日 ③ 3 日 ④ 4 日
⑤ 5 日 ⑥ 6 日 ⑦ 7 日

(2) 推定されるこの魚の全個体数はおよそどれくらいか、最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 400 ② 600 ③ 800 ④ 1000 ⑤ 1200

問 3 図1はある河川において、X年およびY年の異なる年に観察された群れアユと縄張りアユの割合と体長の分布を示している。また図2は縄張りから得られる利益と、縄張りを維持するのに要する労力の大きさを示している。図を参考に、(1)~(5)の各問いに答えよ。

注：図1の棒グラフは群れ全体における体長別の個体数の割合を示している。

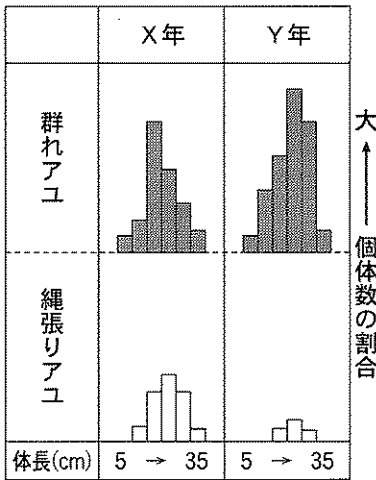


図1

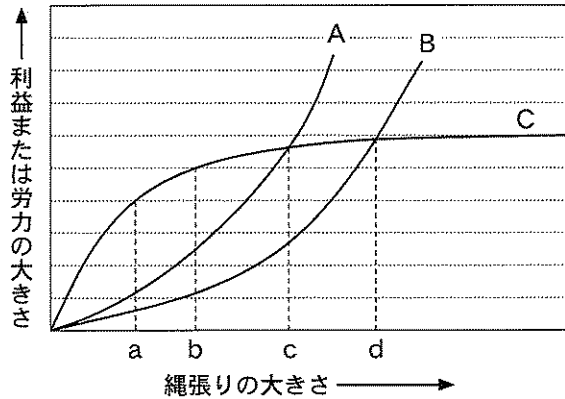


図2

(1) 図1のX年、Y年それぞれの個体群密度を比較した説明として最も適当なものを、次の①~③のうちから一つ選べ。 9

- ① 個体群密度が低いと縄張りをつくらなくても十分なえさが確保できるので縄張りアユの割合が低くなる。それゆえ、Y年の方がX年より個体群密度が低い。
- ② 個体群密度が低いと縄張りをつくってもそれに要する労力が小さいので縄張りアユの割合が高くなる。それゆえ、X年の方がY年より個体群密度が低い。
- ③ 個体群密度が高いと縄張りをつくらなければ十分なえさが確保できないので縄張りアユの割合が高くなる。それゆえ、X年の方がY年より個体群密度が高い。

(2) 図1のX年における縄張りアユの縄張りを維持する労力の大きさを示すグラフは図2のA~Cのどれになるか、最も適当なものを次の①~③のうちから一つ選べ。 10

- ① A ② B ③ C

(3) 図1のY年における縄張りアユの縄張りを維持する労力の大きさを示すグラフは図2のA~Cのどれになるか、最も適当なものを次の①~③のうちから一つ選べ。 11

- ① A ② B ③ C

(4) 図1のX年における縄張りアユの最適な縄張りの大きさは、図2のa~dのどれになるか、最も適当なものを次の①~④のうちから一つ選べ。 12

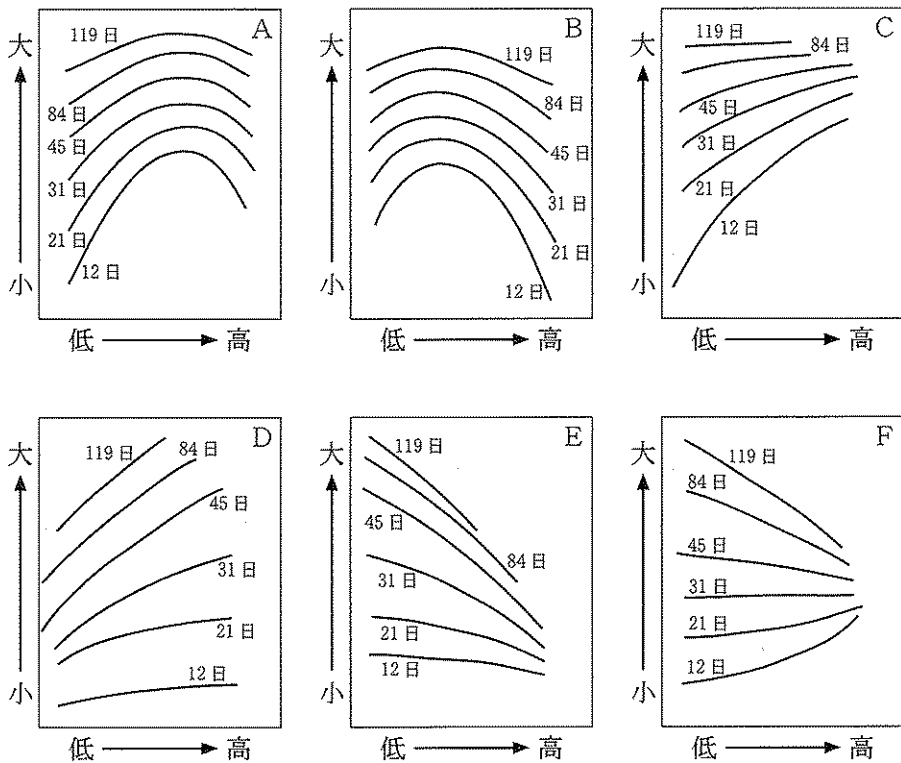
- ① a ② b ③ c ④ d

(5) 図1のY年における縄張りアユの最適な縄張りの大きさは、図2のa~dのどれになるか、最も適当なものを次の①~④のうちから一つ選べ。 13

- ① a ② b ③ c ④ d

問 4 以下の図はダイズを異なった個体群密度で育てたときの単位面積当たりの個体群の質量および個体の平均質量を示したものである。図を参考に(1), (2)の各問いに答えよ。

注：縦軸はダイズの質量，横軸は個体群密度を示している。ただし，各軸は値を対数で示したものである。また，日数はダイズをまいてから計測までの日数を示している。



(1) 個体群の質量を示したグラフとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

(2) 個体の平均質量を示したグラフとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

第3問 動物の陸上への進出と進化に関する以下の各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ~]

動物の中で最も早く陸上に進出したものは で、 の末期から であったと推測されている。一方、 は、 の中期に一部の が浅瀬や水辺の陸上をはい始め、 の末期には が現れ、 の初期には、 として最初に完全に陸上生活に適応した が出現したと考えられている。陸上生活に適応するには、からだの構造や仕組みの変化が重要であった。これらの変化はおもに化石に基づいて推測されているが、化石としては残らないようなからだの仕組みの変化については、現存する生物どうしを比較して推測されることもある。

問1 空欄ア～オに最も適当なものを、次の①～⑮のうちからそれぞれ一つずつ

選べ。 ~

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① 節足動物 | ② 軟体動物 | ③ 脊椎動物 |
| ④ アンモナイト | ⑤ クックソニア | ⑥ 古トンボ類 |
| ⑦ 三葉虫 | ⑧ カプトガニ | ⑨ 両生類 |
| ⑩ 硬骨魚類 | ⑪ 軟骨魚類 | ⑫ は虫類 |
| ⑬ 鳥類 | ⑭ 哺乳類 | ⑮ 恐竜類 |

問2 空欄A～Cに最も適当地質時代名を、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

~

- | | | |
|----------|----------|--------|
| ① オルドビス紀 | ② カンブリア紀 | ③ シルル紀 |
| ④ 石炭紀 | ⑤ デボン紀 | ⑥ ベルム紀 |
| ⑦ 三疊紀 | ⑧ ジュラ紀 | ⑨ 白亜紀 |

問 3 両生類的な特徴を示す硬骨魚類(a), および, 最古の両生類の一種(b)はどれか。最も適当なものを, 次の①~⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

,

- ① アノマロカリス ② イクチオステガ ③ イクチオサウルス
④ ピカイア ⑤ ユーステノプテロン

問 4 脊椎動物の進化の過程におけるからだの構造の変化に関して, 正しい順番はどれか。最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 顎の形成→原始的な肺の形成→肋骨の発達→胚膜の形成
② 顎の形成→胚膜の形成→原始的な肺の形成→肋骨の発達
③ 顎の形成→肋骨の発達→原始的な肺の形成→胚膜の形成
④ 原始的な肺の形成→顎の形成→肋骨の発達→胚膜の形成
⑤ 原始的な肺の形成→顎の形成→胚膜の形成→肋骨の発達
⑥ 原始的な肺の形成→肋骨の発達→顎の形成→胚膜の形成

問 5 脊椎動物の陸上への進出とは直接的な関係がないとされているものを, 次の①~⑧のうちから一つ選べ。

- ① うろこの形成 ② 体内受精
③ 歯の形成 ④ 胚膜の形成
⑤ 肋骨の発達 ⑥ 耳小骨の形成
⑦ 腎臓の浸透圧調節機能の発達 ⑧ 副甲状腺の発達

問 6 窒素代謝物の排出にも脊椎動物の陸上進出のあとが見られる。現存するさまざまな脊椎動物における窒素代謝物の排出に関して正しい記述はどれか。

最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13

- ① 両生類の幼生は尿素排出型だが、成体になると尿酸排出型に変わる。
- ② ニワトリは胚発生の段階で、アンモニア排出型、尿素排出型、尿酸排出型に順次変わる。
- ③ マウスの胎児は胚発生の段階で、尿酸排出型から尿素排出型に変わる。
- ④ 軟骨魚類はアンモニア排出型だが、硬骨魚類は尿素排出型である。
- ⑤ は虫類は孵化する時に尿素を排出し、その後すぐに尿酸排出型に変わる。

問 7 地層の相対年代の推定に利用される示準化石、および、岩石や遺物の絶対年代の測定に用いられる放射性同位体に関する以下の(1)、(2)の各問いに答えよ。

(1) 示準化石に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 14

- ① 特定の年代に特定の地域だけに生息していたことがわかっている。
- ② 生きていた当時から希少生物だったことがわかっている。
- ③ 生きていた当時の生態的地位や生息環境がわかっている。
- ④ ある期間を経て形態や個体数が大きく変化したことがわかっている。

(2) 放射性同位体に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 15

- ① 放射性同位体の量は、半減期の2倍の時間が経つとゼロになる。
- ② 動物の死骸に含まれる炭素の放射性同位体は、生態系での炭素の循環に伴って動物の体内に取り込まれたものである。
- ③ 放射性同位体の半減期は元素の種類を問わず一定だが、化石など生物由来の遺物の年代測定にはもっぱら炭素の同位体が用いられる。
- ④ 最古の両生類の一種と思われる化石の年代測定には、炭素の放射性同位体を用いるのが最適である。

II PCR に関する以下の各問い(問 1～8)に答えよ。解答は記述式解答用紙に記入せよ。

問 1 下の文中の空欄 A, B に最も適当な語をいれよ。

PCR の反応には鋳型となるゲノム DNA, 4 種類の DNA ヌクレオチド, 酵素 , 複製したい領域の末端と相補的な塩基配列をもつ短いヌクレオチド鎖である が 1 組必要となる。

問 2 酵素 はどんな生物から単離されたものか。

問 3 鋳型となるゲノム DNA と をつなぐ結合は何か。

問 4 は, ある程度の長さをもつヌクレオチド鎖にのみ作用して鎖を伸長させるために を必要とするが, PCR と細胞内での複製に用いられる の違いについて, 40 字以内で述べよ。

問 5 PCR は下の(a)~(c)の 3 ステップの反応を繰り返して行うことで, 短時間で目的の DNA を大量に増幅できる。(a)~(c)の反応で, DNA に何がおこっているか, 各々 30 字以内で述べよ。

(a) 反応液を 94℃ 程度に 30 秒～1 分間熱する。

(b) 温度を 50～60℃ 程度に下げて 1 分間おく。

(c) 温度を 72℃ に上げて 1～2 分間保つ。

問 6 長さ 1000 塩基対 (bp) のある遺伝子 X 上の 400 bp を増幅するために、B を設定した。なお、増幅前のゲノム中に遺伝子 X は 1 個のみ存在し、PCR 反応液を準備した時には、ゲノムが Y セット 含まれていたものとする。また、PCR 反応は理想的に行われたものとする。以下の(1)、(2)の各問いに答えよ。

(1) 問 5 (a)~(c)の過程を 5 サイクル繰り返した時、両鎖とも 400 ヌクレオチドからなる二本鎖 DNA 断片は反応液中に何本存在するか。

(2) 問 5 (a)~(c)の過程を 7 サイクル繰り返した後で、さらに(a)の反応を行った直後に、400 ヌクレオチドからなる一本鎖 DNA 断片は反応液中に何本存在するか。

問 7 PCR を行う際には、反応液に目的の DNA を加えるものの他に、DNA を加えない反応液だけのものを用意し、他のサンプル同様に PCR 反応を行う。この対照実験を行う理由を、40 字以内で述べよ。

問 8 PCR 法は、品種の判別などに使われるが、それ以外の利用例を、4 文字で 1 つ挙げよ。

