

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 28 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理基礎・物理(3～14 ページ)、化学基礎・化学(15～24 ページ)、生物基礎・生物(25～40 ページ)、地学基礎・地学(41～50 ページ)の各問題があります。総ページは 50 ページです。
- 2 解答用紙は、生物基礎・生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。物理基礎・物理、化学基礎・化学、地学基礎・地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 下書き用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 4 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 5 解答は、解答用紙に記入しなさい。
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 6 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。
- 7 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。

生物基礎・生物 (4 問)

注 意 事 項

- 1 字数制限のある設問については、句読点を含めた字数で答えること。

〔Ⅰ〕 遺伝情報の複製および発現に関する次の問1と問2に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

問1 次の文章を読み、ア～エに適切な語句を記入せよ。またA～Cに入る数字を記入せよ。

核酸は糖にリン酸と塩基が結合したアを基本構成単位とする。DNAに含まれる糖はイ, RNAに含まれる糖はウである。これら2種の糖を構成している炭素原子には1'から5'までの番号が付けられており、A'の炭素原子には塩基が、B'の炭素原子にはリン酸が結合している。DNAポリメラーゼによってア鎖が作られるとき、B'→C'方向の一方方向に伸長する。これは、材料となるエ三リン酸の最も糖に近いリン酸が、一つ前のアのC'の炭素原子と結合することを繰り返すことによって生じる。

問2 次の文章を読み、以下の問(1)～問(5)に答えよ。

コドン(遺伝暗号)は全部で64種類からなり、20種類のアミノ酸を指定するため、複数のコドンが1種類のアミノ酸に対応することが多い。また、タンパク質合成の停止を指定する終止コドンも含まれる。

ニールンバーグらは、大腸菌をすりつぶし、これにアミノ酸、ATPなどとともに人工的に合成したRNAを加えると、人工合成RNAはmRNAとして働き、ポリペプチドが合成されることを発見した。この実験系(無細胞翻訳系という)を用いることにより、UUUのトリプレットがフェニルアラニンを指定するコドンであることを明らかにした。さらにコラーナらは、無細胞翻訳系に二つの塩基と三つの塩基がそれぞれ繰り返される人工RNAを用いてコドンの解読をすすめた。これらの研究をもとに次の実験からコドンを解読することにした。

問(3) [実験1]と[実験2]の結果をもとに予測した場合、UAA と AAU のトリプレットはそれぞれ何を指定するコドンか。可能性のある全ての組み合わせについて記入せよ。ただし、解答欄にある組み合わせ番号は、可能性のある組み合わせ個数と一致するとは限らない。

問(4) [実験1]，[実験2]，[実験3]から、UAA と AAU のトリプレットはそれぞれ何を指定するコドンか、答えよ。

問(5) [実験1]，[実験2]，[実験3]から、ロイシンを指定するトリプレットの配列を答えよ。

〔Ⅱ〕 動物の器官形成に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

脊椎動物の初期発生では卵割腔の形成と原腸陥入によって3つの胚葉が生じ、初期の神経胚で、前後軸、左右軸、背腹軸の3つを備えた基本形ができあがる。その後、尾部のもとになる膨らみが生じ、尾芽胚となる。

発生過程では、さまざまな細胞間の相互作用によって細胞の発生運命が決定する。たとえばカエルでは、桑実胚期に **ア** が赤道付近の割球に対して働きかけて中胚葉を誘導する。その後、原腸陥入が始まると、陥入した **イ** が分泌する物質によって外胚葉から神経管が誘導される。

眼の形成過程においても、細胞間相互作用が重要な役割をもつ。神経誘導と、それに続いておこる脊椎動物の眼の形成過程を図1に示す。

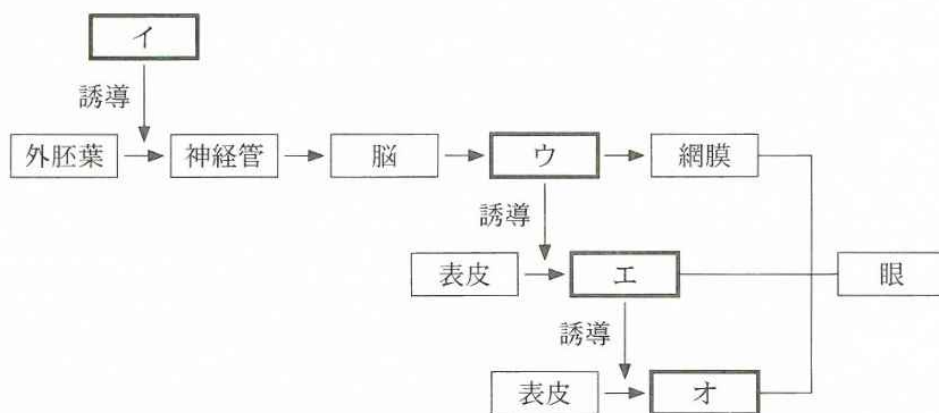


図1

問1 本文および図中の **ア** ～ **オ** にあてはまる組織または器官の名称を答えよ。

問2 カエルの尾芽胚の背側後方に存在し、門レベルでの分類を特徴づける構造を一つ答えよ。

問 3 次の図 2 はヒトの眼の網膜における桿体細胞の分布をグラフ化したものである。横軸は視軸の中心の位置をゼロとし、力 を通る断面上の角度で表す。次の問(1)～問(4)に答えよ。

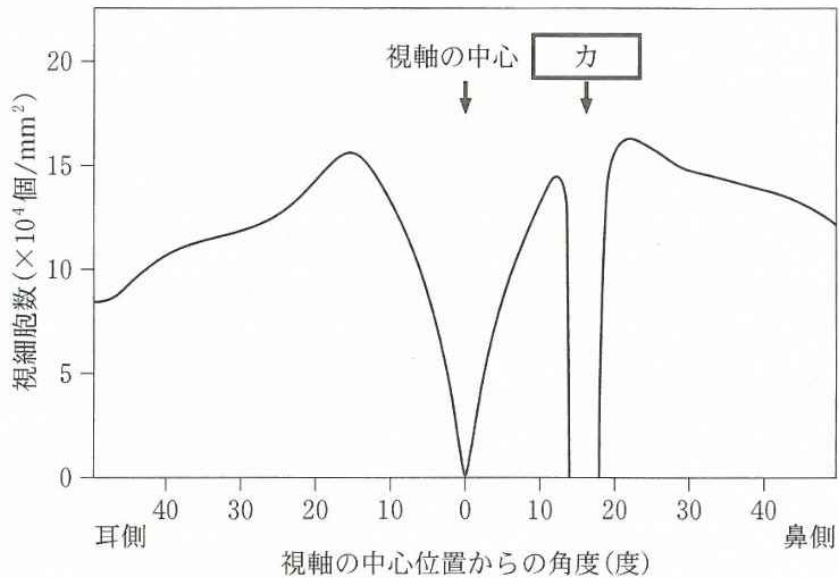


図 2

問(1) 解答用紙の図に錐体細胞の分布を記入せよ。ただしこのグラフの範囲内で、最も錐体細胞が多いところで約 15×10^4 個/mm² とする。

問(2) 図中の 力 の位置には眼の特定の構造がある。その構造は何か、答えよ。

問(3) ヒトはどのように色を見分けるのか、視細胞の種類と数にふれつつ、60 字以内で説明せよ。

問(4) 視細胞の感じた光の情報は、視神経によって脳に伝達される。このとき光の強弱の情報は、視神経の軸索において、どのような情報として伝達されるか、答えよ。

問 4 今からおよそ 5 億 4000 万年前、固い殻やヒレ、肢をもつ多種多様な動物
が^(a)いっせいに出現した。この出来事を引き起こしたのは一体何だったの
うか。アンドリュー・パーカーは著書「眼の誕生」の中で、像を結ぶことが出
来る眼を獲得したことがその原動力となったとする学説を提唱している。こ
れに関して次の問(1)と問(2)に答えよ。

問(1) この出来事を何というか、答えよ。

問(2) 眼の獲得が下線部(a)の出来事をいかにして引き起こしたと考えられる
か、動物の捕食―被食関係に着目し、100 字以内で説明せよ。

〔Ⅲ〕 生態系に関する次の問1と問2に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

問1 次の文章を読み、問(1)～問(5)に答えよ。

外来生物は、侵入先で生態系の攪乱^{かくらん}を引き起こす場合がある。生態系や産業に及ぼす影響の大きいものは、外来生物法により に指定され、飼育や輸入などが原則として禁止されている。日本の湖沼で繁殖して問題となっている として、オオクチバスやブルーギルが挙げられる。オオクチバスはエビ類や魚類などを広く捕食し、繁殖力が強い。ブルーギルは昆虫などを主に捕食し、在来生物と食物をめぐる が生じやすい上に、他魚種の卵や稚魚を捕食することもある。これらにより、在来生物の激減や絶滅、ひいては生物多様性の低下を招くことが懸念されている。

一方、人為的な影響による在来生物の減少が生態系の攪乱につながる場合もある。北太平洋沿岸部では、18～19世紀にラッコが乱獲されたことにより、海藻群落や周辺の生物群集が消失して裸地となり^(b)、生態系が一変した。その後、ラッコの個体数が回復すると、元の生態系が復元した。このラッコのような生物種はキーストーン種と呼ばれ、生物量は小さいが生態系への影響が大きいことが特徴である。

問(1) および に適切な語句を記入せよ。

問(2) 自然界では生物の捕食―被食関係は単純ではなく、ある生物種は複数種を捕食し、また複数種から捕食される。このような複雑なつながりを何というか、答えよ。

問(3) 生物多様性には「○の多様性」で表される三つの側面が含まれている。

問(i) ○にあてはまる三つの語句を全て答えよ。

問(ii) 下線部(a)について、ここで述べられている多様性の低下が最も顕著に表れるのは、問(i)で答えた三つのうちのどれか答えよ。

問(4) 下線部(b)について、ラッコが乱獲されたことでなぜ海藻群落や周辺の生物群集が消失したのか。30 字以内で説明せよ。

問(5) ある池で、オオクチバスが持ち込まれた数年後に在来のコイのサイズ^(c)
が大型に偏り、動物プランクトンの現存量が増加した。下線部(c)および
(d)の理由について、それぞれ 25 字以内で説明せよ。

問 2 次の文章を読み、問(1)～問(3)に答えよ。

図 1 は、ある河川におけるアユ釣り解禁前のアユの生息密度(単位面積あたりの個体数)、および天然アユの 1 尾あたりの平均体重を示したものである。この河川では、人工アユの放流が 2001 年から実施されており、放流時期は釣り解禁の約 1 ヶ月前で、放流数は毎年同じである。河川環境の年による変化は無視できるものとする。

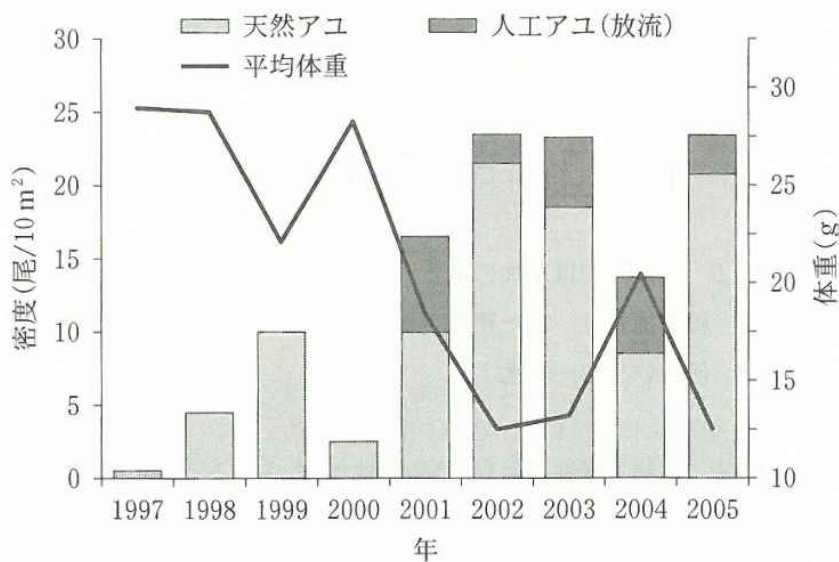


図 1

問(1) 次の文章を読み、ア ~ ウ にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

図1において、アユの平均体重は年によって変動している。密度がア い年ほど1尾のアユが利用できる餌の量が多くなることが要因として考えられる。このような密度の作用をイ という。また、天然アユが非常に多い年では人工アユの生息密度が低くなっている。それは、アユの密度がウ に達してしまっているためである。

問(2) 人工アユについて、わずかな個体数の親魚を用いて生産し、さらにその一部を親として翌年に生産する、ということを繰り返した場合、将来的に病気にかかりやすくなることがある。このような現象を何というか、答えよ。なお、アユの寿命は1年である。

問(3) アユは縄張りをもち、縄張りに侵入した他のアユを追い払う習性がある。また、縄張りをもてなかったアユは群れをなして泳ぐことが知られている。縄張りをもっていた天然アユの行動観察を定期的に行い、縄張りの面積を調べた。

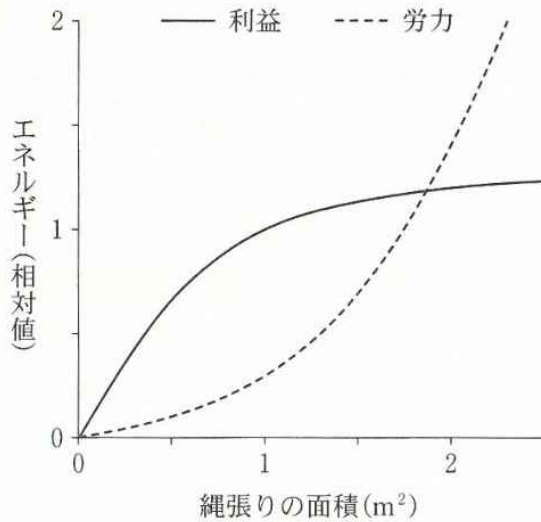


図 2

問(i) 図 2 は、1999 年における、アユ 1 個体あたりの縄張りの面積と、縄張り内で得られる利益および縄張りを維持するための労力との関係を示したものである。2001 年において、人工アユを放流した後では、どのような状況が想定されるか、面積と、利益および労力との関係を作図せよ。

問(ii) 人工アユの放流後では、アユの縄張りの面積は放流前に比べてどのように変わると考えられるか。大きくなる、小さくなる、変わらない、のいずれかを選んで答えよ。また、その理由を 50 字以内で説明せよ。

〔Ⅳ〕 有性生殖に関する次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

多くの動物は繁殖のために有性生殖を行う。生殖腺の中では生殖細胞が減数分裂を行い、体細胞に比べて染色体数が半減した配偶子を形成する。フタホシコオロギについて、オスの精巣組織から染色体標本を作成し、光学顕微鏡下で減数分裂を観察した。次の図は、同じ分裂中期にある 2 つの染色体像を示してある。それぞれの細胞は、15 本(図 1)ないし 14 本(図 2)の染色体を含んでおり、これら 2 種類の細胞数の比率はほぼ 1 : 1 であった。また、同種で別の複数オスの精巣を観察しても同様の結果であった。

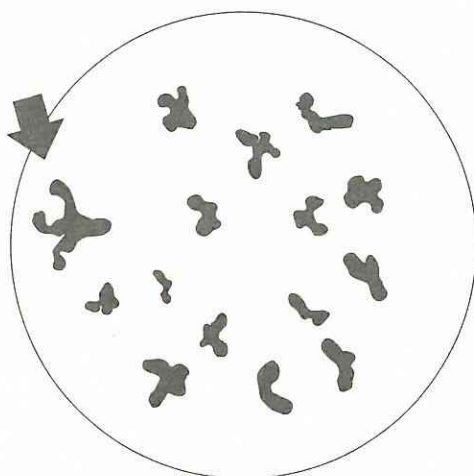


図 1

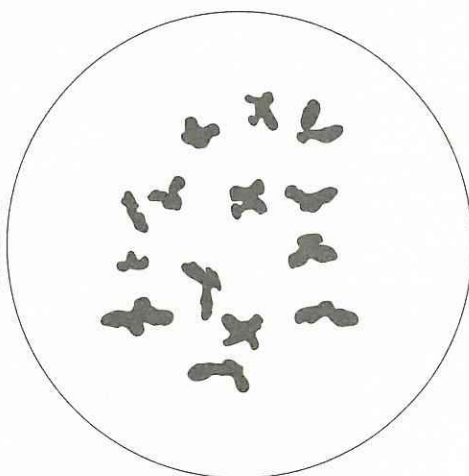


図 2

問 1 下線部(a)の分裂を何と呼ぶか。その分裂名を答えよ。

問 2 このコオロギにおいて、精原細胞の分裂中期には何本の染色体が観察されると予想されるか。その本数を答えよ。

問 3 図 1 の細胞は、体細胞(G1 期)と比べておよそ何倍の DNA 量を含んでいるか。次の(ア)~(オ)の中から一つ選び、記号で答えよ。

(ア) 0.5 (イ) 1 (ウ) 2 (エ) 3 (オ) 4

問 4 図 1 の細胞には他の染色体に比べてひととき大きな染色体(矢印で示す)が一本含まれており、図 2 の細胞にはそれが含まれていなかった。一方、メスの卵巣の同じ分裂中期における細胞にはすべて、この大きな染色体が 1 本ずつ含まれていた。

問(1) このように雌雄で構成が異なる染色体を何と呼ぶか、答えよ。

問(2) また、その機能は何か、答えよ。

問(3) さらに、このコオロギの大きな染色体(矢印)を何と呼ぶか、答えよ。

問 5 蛾(ガ)の間でも雌雄間で染色体の構成は異なる。それらの染色体構成を説明し、このコオロギの染色体構成との相違点について 80 字以内で述べよ。