

平成31年度 入学試験問題

理 科 問 題 用 紙 (後期)

| | |
|------|-----------|
| 試験時間 | 120分 |
| 問題用紙 | 物理 1～8頁 |
| | 化学 9～18頁 |
| | 生物 19～30頁 |

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 携帯電話等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机上には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題用紙および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題用紙および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題用紙は持ち帰ること。

| | |
|------|--|
| 受験番号 | |
|------|--|

| | |
|----|--|
| 氏名 | |
|----|--|

生 物

[I] 動物の感覚器に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

ヒトの耳は外耳、中耳、内耳の3つの部分からなり、内耳には、平衡覚を受容する [ア] 管と前庭、聴覚を受容する [イ] 管が存在する。また、[ウ] 管は、中耳と咽頭をつなげ、外耳と中耳の気圧のバランスを保っている。

空気の振動は (1)音波として外耳道を通り、[イ] 管へと伝わり、リンパ液を介して感覚細胞である聴細胞によって受容される。聴細胞で生じた興奮は脳へと伝わり、最終的に (2)聴覚の中樞で音として認識される。

音の高低は音波の振動数の違いにより生じ、高音ほど振動数が大きい。コルチ器の下にある基底膜の幅は [イ] 管の入り口で狭く、先端部にいくほど広がっており、振動数が小さいほどより先端部近くの基底膜が振動し、その近くの聴細胞が興奮する。このようにして、音の高低は興奮する聴細胞の場所の違いとして識別される。また、音の強弱は反応の強さとして受容される。

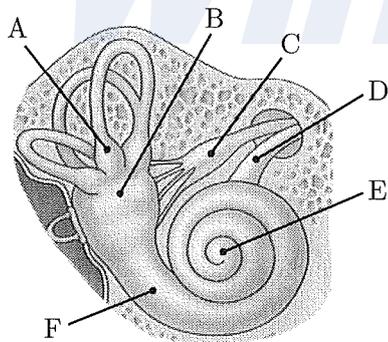


図1 内耳の構造

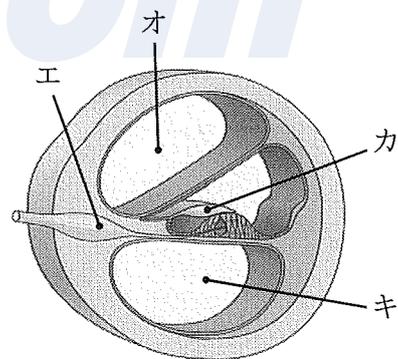


図2 [イ] の断面

問1 文中の [ア] ~ [ウ] にあてはまる語句を入れよ。

問2 図2のエ～キにあてはまる名称を，以下の(あ)～(け)より1つずつ選び，それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 聴細胞 (い) 聴神経 (う) 前庭神経 (え) 前庭階
(お) 鼓室階 (か) うずまき細管 (き) 基底膜 (く) おおい膜
(け) 平衡石

問3 前庭，管，管内にはそれぞれ感覚細胞が存在する。各感覚細胞にあてはまる記述を，以下の(あ)～(き)よりすべて選び，それぞれ記号で答えよ。同じ記号を何度用いてもよい。

- (あ) 感覚毛をもつ。
(い) 体の回転の感覚を受容する。
(う) 体の傾きの感覚を受容する。
(え) 平衡石が動くと刺激される。
(お) コルチ器の一部を構成する。
(か) 図1のAの内部に存在する。
(き) 図1のBの内部に存在する。

問4 図1のA～Fのうち，①高音および②低音を受容する感覚細胞（聴細胞）が内部に存在する部位はどれか。最もあてはまるものを1つずつ選び，それぞれ記号で答えよ。

問5 ①下線部(1)の，音波が聴細胞によって受容されるまでに起こる現象を，以下の(あ)～(か)より4つ選び，早く起こる順に左から右へと並べよ。また，②(あ)～(う)の振動のうち，リンパ液の振動によって生じるものをすべて選び，記号で答えよ。

- (あ) 鼓膜の振動 (い) 基底膜の振動
(う) 耳小骨の振動 (え) 聴神経の興奮
(お) シナプスでの興奮の伝達 (か) おおい膜との接触による感覚毛の変形

問 8 耳小骨は、脊椎動物の進化の過程で発達してきたことが知られている。魚類のえらの骨の一部が両生類では「あぶみ骨」へ、は虫類の顎関節^{がく}を構成する骨の一部が哺乳類では「つち骨」と「きぬた骨」へと変化した。このことから、耳小骨として「あぶみ骨」1個のみをもつと考えられる動物を I 群より 2 つ選び、記号で答えよ。また、その動物にあてはまる特徴を II 群よりすべて選び、それぞれ記号で答えよ。同じ記号を何度用いてもよい。

I 群：

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| (あ) ホヤ | (い) カメ | (う) コウモリ |
| (え) モグラ | (お) ヤツメウナギ | (か) サンショウウオ |
| (き) ナメクジウオ | | |

II 群：

- (a) 四肢をもつ。
- (b) 羊膜類である。
- (c) 旧口動物である。
- (d) 恒温動物である。
- (e) 発生過程で脊索を形成する。
- (f) 発生過程で胎盤を形成する。

問9 リンパ液には、さまざまなリンパ球が存在する。リンパ球に属する細胞をI群より3つ選び、記号で答えよ。また、その細胞にあてはまる記述をII群よりすべて選び、それぞれ記号で答えよ。同じ記号を何度用いてもよい。

I群：

- (あ) 単球 (い) B細胞 (う) ヘルパー T細胞
(え) 好中球 (お) マスト細胞 (か) ナチュラルキラー細胞

II群：

- (a) 骨髄の造血幹細胞に由来する。
(b) 胸腺で分化する。
(c) ヒスタミンを分泌する。
(d) 食作用により異物を排除する。
(e) マクロファージへ分化する。
(f) 抗体を産生する形質細胞へ分化する。
(g) 同じ抗原を認識したB細胞を活性化する。
(h) 感染細胞を細胞表面の変化により識別し、攻撃する。

Windom

〔Ⅱ〕 有性生殖と遺伝に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

有性生殖では、配偶子どうしが合体して という1個の細胞ができ、親とは異なる遺伝情報をもつ新たな個体が生じる。配偶子が形成される過程で起こる減数分裂は、第一分裂と第二分裂の2回の連続した分裂からなる。第一分裂の前期では、染色体が凝縮し、対をなす相同染色体どうしが平行に並んで対合して が形成される。このとき、対合した相同染色体間の一部が交換することがある。これを染色体の といい、相同染色体の間で互いの染色体が交差している部分を という。その後、細胞質分裂を経て各相同染色体が2つの異なる細胞に分配されるため、第一分裂を終えた細胞の は $2n$ から n になる。続いて第二分裂が起こり、1個の母細胞から最終的に4個の配偶子がつくられる。

減数分裂によって、配偶子のもつ遺伝子の組み合わせは多様になる。複数の遺伝子が同じ染色体に存在する場合、これらの遺伝子は しているという。これに対して、複数の遺伝子が異なる染色体に存在する場合、これらの遺伝子は しているという。遺伝子が している場合、減数分裂により染色体の が起こると新たな遺伝子の組み合わせをもつ配偶子ができる。このように2本の染色体間で遺伝子が入れ換わることを遺伝子の組換えという。

問1 文中の ～ にあてはまる語句を、以下の(あ)～(せ)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|
| (あ) 独立 | (い) 連鎖 | (う) 転座 | (え) 乗換え |
| (お) キアズマ | (か) テロメア | (き) クロマチン | (く) 動原体 |
| (け) 接合子 | (こ) 核相 | (さ) 表現型 | (し) 常染色体 |
| (す) 性染色体 | (せ) 二価染色体 | | |

問2 被子植物の発生において、 が $2n$ のものを、以下の(あ)～(き)よりすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| (あ) 胚のう細胞 | (い) 胚乳細胞 | (う) 花粉母細胞 |
| (え) 反足細胞 | (お) 胚のう母細胞 | (か) 助細胞 |
| (き) 受精卵 | | |

問3 DNAの複製において、リーディング鎖はどのようにして合成されるか。この合成過程で起こる現象を以下の(い)~(く)より3つ選び、早く始まる順に(あ)から始めて左から右へと記号を並べよ。

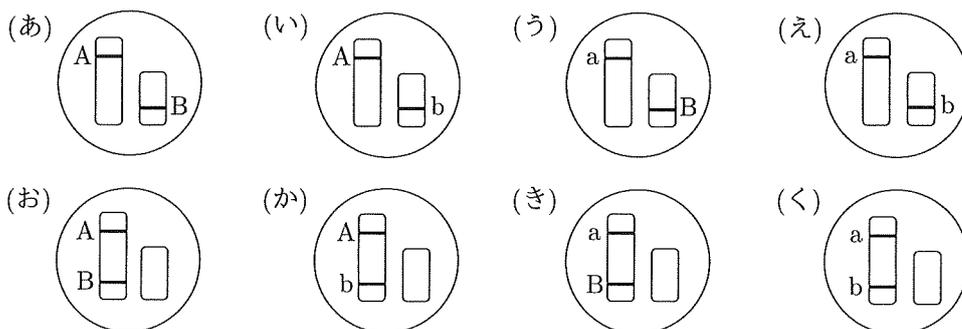
- (あ) 複製起点にDNAヘリカーゼが結合する。
- (い) 転写調節領域に調節タンパク質が結合する。
- (う) 鋳型鎖の塩基配列と同じ配列のプライマーが合成される。
- (え) 鋳型鎖の塩基配列と相補的な配列のプライマーが合成される。
- (お) DNAリガーゼによって短いDNA断片がつなぎ合わされる。
- (か) DNAヘリカーゼによってDNAの二重らせん構造がほどかれる。
- (き) DNAポリメラーゼによって5'末端から3'末端の方向にヌクレオチド鎖が合成される。
- (く) DNAポリメラーゼによって3'末端から5'末端の方向にヌクレオチド鎖が合成される。

問4 ある生物 ($2n = 4$) において、2組の対立遺伝子をそれぞれAとa, Bとbとし、この個体の遺伝子型がAaBbであるとする。① 2組の対立遺伝子A, aとB, bが互いに している場合と、② 遺伝子Aとbが同じ染色体に存在し、組換えが起こらない場合について、これらの個体から生じる配偶子の遺伝子型の種類とその比率をI群より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。また、③ 遺伝子Aとbが同じ染色体に存在し、組換えが起こる場合、組換えにより新たに生じる配偶子の遺伝子座を示す図として正しいものをII群よりすべて選び、記号で答えよ。ただし、組換えは遺伝子Aとbの間で、1回しか起こらないものとする。

I群:

- (あ) $Aa : Bb = 1 : 1$ (い) $AB : ab = 1 : 1$ (う) $Ab : aB = 1 : 1$
- (え) $Aa : Bb = 3 : 1$ (お) $AB : ab = 3 : 1$ (か) $Ab : aB = 3 : 1$
- (き) $AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$ (く) $AB : Ab : aB : ab = 9 : 3 : 3 : 1$

II群:



〔III〕 哺乳類の血糖調節に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

血液中のグルコースの濃度（血糖濃度）は、ほぼ一定に維持されている。食事後、血糖濃度が上昇すると、すい臓のランゲルハンス島 B 細胞からインスリンが分泌される。インスリンが標的細胞の細胞膜にある受容体と結合すると、細胞内のタンパク質 P が活性化され、標的細胞でのグルコースの取り込みが起こる（図 1）。その結果、血糖濃度は低下して、通常の濃度にもどる。

遺伝子 Q は、肥満になった動物の脂肪細胞でのみ発現し、正常な動物の脂肪細胞では発現しないことがわかっている。遺伝子 Q からつくられるタンパク質 Q は細胞外へ分泌され、脂肪細胞などのインスリン標的細胞の細胞膜にある受容体 R と結合する（図 1）。このタンパク質 Q がインスリンの作用に及ぼす影響を調べるため、マウスの培養細胞や個体を用いて以下の各実験を行った。ただし、どの実験においても標的細胞にはインスリン受容体と受容体 R は充分量存在するものとする。また、タンパク質 P は標的細胞にのみ存在し、実験前後でその量に変化はないものとする。なお、活性化したタンパク質 P の特定のアミノ酸にリン酸基が付加（リン酸化）されると、タンパク質 P の活性が変化することが知られている。

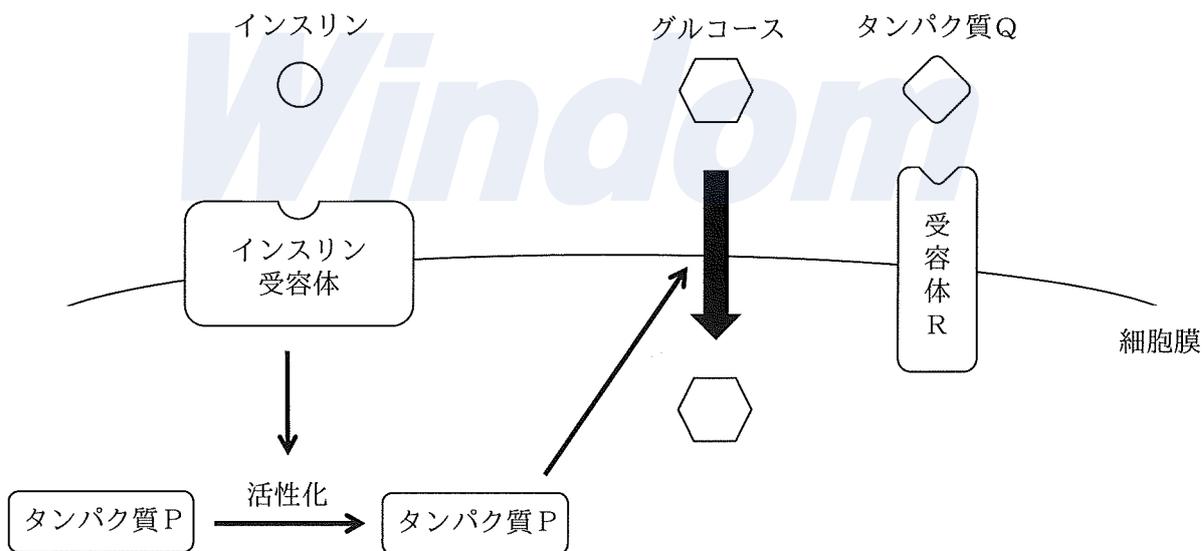


図 1 標的細胞でのインスリンの作用および関連する物質

【実験 1】 正常なマウスから採取した脂肪細胞を、表 1 に示した各培養液で培養した。1 時間後、脂肪細胞でのグルコースの取り込み量、タンパク質 P の活性およびタンパク質 P のリン酸化の有無を調べた。結果を表 1 に示す。

表1 各培養液での培養結果

| 培養液の種類 | | 培養液 1 | 培養液 2 | 培養液 3 | 培養液 4 |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 培養液に加えた物質 | インスリン | — | + | + | + |
| | タンパク質 Q | — | — | + | + |
| | リン酸化阻害剤 | — | — | — | + |
| グルコースの取り込み量(相対値) | | 1 | 10 | 1 | 10 |
| タンパク質 P の活性 | | なし | あり | なし | あり |
| タンパク質 P のリン酸化 | | なし | なし | あり | なし |

「—」は培養液に物質を加えなかったことを、「+」は培養液に物質を加えたことを、それぞれ示す。
リン酸化阻害剤はタンパク質 P のリン酸化のみを阻害するものとする。

その後、培養液 3 の脂肪細胞を 2 群に分け、各群の培養液にタンパク質 Q と受容体 R の結合を完全に阻害する薬剤 (阻害剤 S)、あるいはリン酸化阻害剤を加え、引き続き 1 時間培養した。結果を表 2 に示す。

表2 培養液 3 の脂肪細胞を引き続き培養した結果

| 培養液 3 に加えた物質 | 阻害剤 S | リン酸化阻害剤 |
|------------------|-------|---------|
| グルコースの取り込み量(相対値) | 10 | 1 |
| タンパク質 P の活性 | あり | なし |
| タンパク質 P のリン酸化 | なし | あり |

【実験 2】 生体内でのタンパク質 Q のはたらきを調べるために、正常マウスと肥満マウスを用いて以下の実験を行った。まず、空腹時の血糖濃度と血液中のインスリン濃度を測定した (図 2)。このとき、(1) どちらのマウスの脂肪細胞もグルコースをほとんど取り込んでいなかった。次に、これらの正常マウスと肥満マウスに同じ食事を与えた。1 時間後に脂肪細胞でのグルコースの取り込み量を調べた結果、正常マウスの脂肪細胞は、グルコースを多く取り込んでいたが、(2) 肥満マウスの脂肪細胞は、グルコースをほとんど取り込んでいなかった。

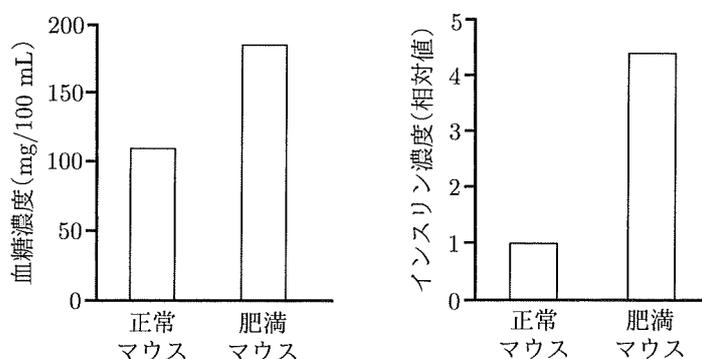


図 2 空腹時の血糖濃度とインスリン濃度 (正常マウスのインスリン濃度を 1 とする)

問1 実験1の脂肪細胞において、① タンパク質Pのリン酸化を引き起こすものとして、最も適切なものをI群より1つ、また、② タンパク質Pのリン酸化により起こる結果をII群より1つ選び、それぞれ記号で答えよ。

I群：

- (あ) 細胞外にあるグルコース
- (い) 細胞内にあるグルコース
- (う) インスリンと結合していないインスリン受容体
- (え) インスリンと結合したインスリン受容体
- (お) タンパク質Qと結合していない受容体R
- (か) タンパク質Qと結合した受容体R

II群：

- (a) タンパク質Pが活性化し、グルコースの取り込み量が増える。
- (b) タンパク質Pが活性化し、グルコースの取り込み量が減る。
- (c) タンパク質Pが不活性化し、グルコースの取り込み量が増える。
- (d) タンパク質Pが不活性化し、グルコースの取り込み量が減る。

問2 下線部(1)の、グルコースをほとんど取り込んでいなかった理由として最も適切なものを、正常マウスと肥満マウスについて、以下の(あ)～(お)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 血糖濃度が通常の濃度だったため。
- (い) 血糖濃度が通常の濃度よりも高かったため。
- (う) タンパク質Pが活性化していたため。
- (え) タンパク質Pがリン酸化されていたため。
- (お) インスリンがインスリン受容体と結合していたため。

問3 実験2において、肥満マウスの空腹時の血糖濃度を正常マウスの空腹時の血糖濃度近くまで下げるためには、血液中に何を投与すればよいか。以下の(あ)～(か)より最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) グルコース
- (い) インスリン
- (う) インスリンとインスリン受容体の結合を阻害する薬剤
- (え) 実験1で用いたリン酸化阻害剤
- (お) タンパク質Q
- (か) 阻害剤S

問4 実験2において、阻害剤Sを空腹時の正常マウスと肥満マウスの血液中に投与すると、血糖濃度はそれぞれどうなるか。以下の(あ)～(う)より最も適切なものを1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 血糖濃度が上がる。
- (い) 血糖濃度が下がる。
- (う) 血糖濃度は変化しない。

問5 下線部(2)において、肥満マウスの脂肪細胞は食事を与えてもグルコースをほとんど取り込んでいなかった理由を説明せよ。

問6 正常マウスでは、血液中のグルコースは腎臓で原尿へと排出されるが、再び吸収され血液の中にもどされる。このグルコースの再吸収がおもに起こる場所はどこか。以下の(あ)～(か)より最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|---------|------------|---------|
| (あ) 糸球体 | (い) 集合管 | (う) 細尿管 |
| (え) 輸尿管 | (お) ボーマンのう | (か) 腎う |