

平成 29 年度 入学試験問題

理 科 問 題 用 紙 (前 期)

試験時間	120分
問題用紙	物理 1～8頁
	化学 9～20頁
	生物 21～31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] 動物の消化器系に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

従属栄養生物である動物では、体外から有機物を摂取するために消化器系が発達している。三胚葉動物では、発生の過程で胚の内側に [ア] が形成され、その入り口が原口となる。原口がそのまま成体の口になる動物と、①原口付近は肛門になり、その反対側に口が形成される動物の2つの系統に三胚葉動物は分けられるが、どちらの系統でも消化器系の主要な器官は [ア] からつくられる。

ヒトでは、口から入った食物は胃で部分的に消化された後、小腸に運ばれて最終的に分解され、栄養物として吸収される。小腸から吸収された物質の多くは、血管に入って肝臓へと運ばれる。肝臓は、[イ] とよばれる機能単位が集まってできており、その中心には中心静脈が走っている。肝細胞は中心静脈を囲んで放射状に配列し、肝細胞の間には太い毛細血管が存在する。[イ] の中の血液は、肝臓に入り込む2つの血管、すなわち、動脈血が流れる [ウ] と、静脈血が流れる [エ] から供給される。肝細胞は②血しょう中のタンパク質のほとんどを合成するなど、さまざまな働きをして血液成分を調節している。肝細胞で処理された血液は、[オ] とよばれる1本の血管に集められて肝臓から離れ、下大静脈を経て心臓の [カ] に入る。この他、肝細胞は胆汁も合成し、排出された胆汁は最終的に [キ] に注ぎ込まれ、そこでの脂肪の消化を助ける。これらの肝細胞の働きは、神経やホルモンなどによって調節されている。

問1 [ア] と [イ] にあてはまる語句を、漢字で答えよ。また、[ウ] ~ [キ] にあてはまる語句を以下の(あ)~(さ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|---------|----------|---------|---------|
| (あ) 右心房 | (い) 右心室 | (う) 左心房 | (え) 左心室 |
| (お) 食道 | (か) 十二指腸 | (き) 胆のう | (く) 胆管 |
| (け) 肝動脈 | (こ) 肝静脈 | (さ) 肝門脈 | |

問2 下線部①の動物の名称を、漢字で答えよ。また、この動物に属するものを以下の(あ)~(き)よりすべて選び、記号で答えよ。

- | | | | | |
|--------|-----------|---------|---------|---------|
| (あ) ウニ | (い) ホヤ | (う) クラゲ | (え) ミミズ | (お) カエル |
| (か) ヒト | (き) センチュウ | | | |

問3 ウ と エ から肝臓に運ばれた血液は、イ の中をどのように流れるか。以下の(あ)～(か)よりあてはまるものを2つ選び、記号で答えよ。

- (あ) イ に入ると合流し、同じ毛細血管の中を流れる。
(い) イ の中で異なる毛細血管に入り、別々に流れる。
(う) どちらの血管から運ばれた血液も、イ の中心静脈から 周辺部へと流れる。
(え) どちらの血管から運ばれた血液も、イ の周辺部から中心静脈へと流れる。
(お) ウ から運ばれた血液は中心静脈から周辺部へ、エ から運ばれた血液は周辺部から中心静脈へと流れる。
(か) ウ から運ばれた血液は周辺部から中心静脈へ、エ から運ばれた血液は中心静脈から周辺部へと流れる。

問4 以下の(あ)～(お)は、主として ウ、エ、オ のどの管に含まれるか。最も適するものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。ただし、いずれの管にも含まれない場合には「なし」と答えること。ウ、エ、オ の記号は何度用いてもよい。

- (あ) 尿素 (い) 胆汁 (う) 小腸から吸収された物質
(え) 肝細胞が働くために必要な酸素 (お) 肝細胞が血液中に分泌した物質

問5 下線部②に含まれるものを、以下の(あ)～(か)よりすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) アクチン (い) アルブミン (う) トリプシン (え) ヘモグロビン
(お) T細胞受容体 (か) フィブリノーゲン

問6 炭水化物を多く摂取した後、(1)肝細胞ではどのような働きが促進されるか。以下のA群より最も適するものを1つ選び、記号で答えよ。また、(2)その働きを促進するものをB群よりすべて選び、記号で答えよ。

- A群：(あ) 熱の発生 (い) 胆汁の生成 (う) 尿素の合成 (え) アルコールの分解
(お) グリコーゲンの合成 (か) グリコーゲンの分解

- B群：(a) 交感神経 (b) 副交感神経 (c) アンモニア (d) インスリン
(e) グルカゴン (f) セクレチン (g) アドレナリン (h) 糖質コルチコイド

問7 胃では、上皮内にタンパク質分解酵素を分泌する腺細胞が存在する。この腺細胞において、DNAから酵素がつくられ、分泌されるまでに起こる現象を、以下のA群より5つ選び、早く起こる順に左から右へと記号を並べよ。また、各現象が起こる細胞内の部位をB群よりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。ただし、B群の記号は何度用いてもよい。

A群：(あ) 翻訳 (い) 転写 (う) DNAの複製 (え) スプライシング
(お) タンパク質の分解 (か) 小胞を介したタンパク質の輸送
(き) エクソサイトーシス (く) エンドサイトーシス

B群：(a) 核の中 (b) 核膜 (c) 細胞膜 (d) リソソーム
(e) ゴルジ体 (f) 滑面小胞体 (g) 粗面小胞体

問8 (1)胃の上皮および筋組織は、発生過程においてどこから形成されるか。以下のA群よりあてはまるものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。また、(2)胃の上皮および筋組織と由来が同じものをB群よりそれぞれ2つずつ選び、記号で答えよ。

A群：(あ) 脊索 (い) 体節 (う) 腎節 (え) 側板 (お) 外胚葉 (か) 内胚葉

B群：(a) 心臓 (b) 肝細胞 (c) 骨格筋 (d) 脊椎骨 (e) 肺の上皮
(f) 皮膚の真皮 (g) 小腸の結合組織

問9 従属栄養生物を、以下の(あ)～(き)よりすべて選び、記号で答えよ。

(あ) スギゴケ (い) シイタケ (う) シヤジクモ (え) アメフラシ
(お) 大腸菌 (か) 化学合成細菌 (き) シアノバクテリア

〔Ⅱ〕 酵素に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

〔ア〕は基質のデンプンを加水分解して、生成物のマルトースをつくる。マルトースは〔イ〕によりさらに分解されて、単糖の〔ウ〕に変わる。〔ア〕の性質を調べるために、一定量の酵素と基質をpH7の緩衝液に溶かして、37℃に保った。一定時間毎に生成物の量を測定したところ、図の折線Bのようであった。この酵素は反応中に失活しないものとする。

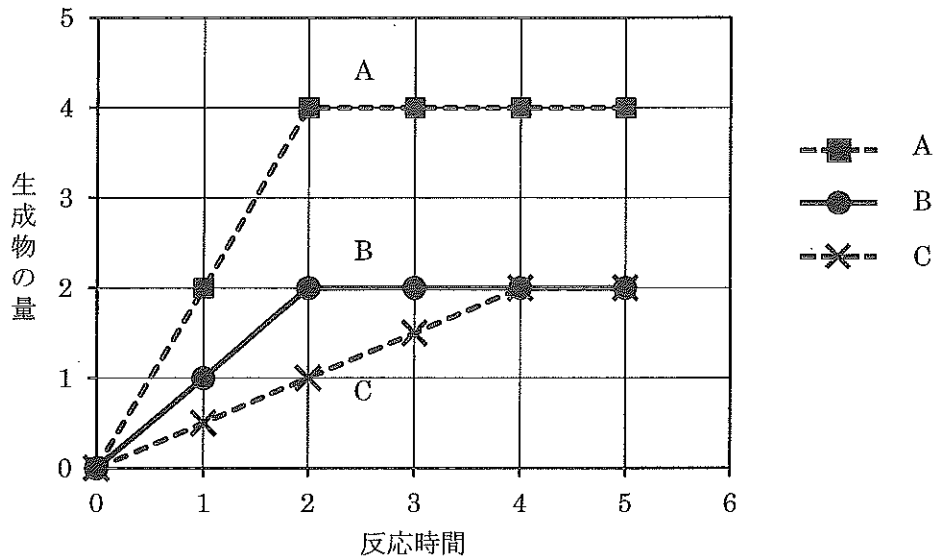


図 酵素反応における反応時間と生成物量の関係

問1 〔ア〕と〔イ〕にあてはまる名称を、以下の(あ)～(く)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。また、〔ウ〕にあてはまる名称を答えよ。

- (あ) ATPアーゼ (い) アミラーゼ (う) カタラーゼ (え) 制限酵素
 (お) トリプシン (か) ペプシン (き) マルターゼ (く) リパーゼ

問2 〔ア〕による酵素反応で、折線Bと比べて、折線Aと折線Cは基質の量を〔エ〕倍に、酵素の量を〔オ〕倍にしたときの結果をグラフにしたものである。他の条件は折線Bと同じである。折線Aと折線Cそれぞれについて、〔エ〕と〔オ〕にあてはまる数値を以下の(あ)～(き)より1つずつ選び、記号で答えよ。同じ記号を何度用いてもよい。

- (あ) 3 (い) 2 (う) 1.5 (え) 1 (お) 0.67 (か) 0.5 (き) 0.33

問 3 ア はデンプンのみに作用する。このような性質を何とよぶか答えよ。

問 4 コハク酸脱水素酵素はミトコンドリアのクエン酸回路で働く酵素の 1 つである。この酵素はコハク酸を酸化してフマル酸を生成すると同時に、FAD を還元して FADH₂ にする。この酵素の競合阻害剤としてマロン酸が知られている。マロン酸の性質として最も適切なものを、以下の(あ)～(か)より 2 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) コハク酸と構造が似ている。
- (い) フマル酸と構造が似ている。
- (う) FADH₂ の酸化に関与する。
- (え) FAD の還元に関与する。
- (お) コハク酸脱水素酵素の活性部位に結合する。
- (か) コハク酸脱水素酵素の活性部位とは違う部位に結合する。

問 5 酵素に関する以下の(あ)～(お)の記述のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) 酵素の量は反応の前後で変化する。
- (い) 70℃以上で活性をもつ酵素が存在する。
- (う) 酵素を構成するアミノ酸の配列を、二次構造とよぶ。
- (え) システイン側鎖間につくられる S-S 結合は、酸化されると SH 基になる。
- (お) アロステリック酵素には、基質が結合する部位とは別に、酵素活性を調節する物質が結合する部位がある。

[III] ステロイドホルモンと配偶子形成に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

ステロイドホルモンは、ステロイド核とよばれる構造をもつ疎水性ホルモンで、一般にコレステロールから合成される。その合成過程では、さまざまな酵素が関与し、数百種類ものステロイドホルモンが生体内で産生される。図1は、配偶子形成に関与するステロイドホルモンの合成経路の一部を示している。ステロイドホルモンAは、酵素1の作用によりステロイドホルモンBに転換される。ステロイドホルモンBは、酵素1が作用するとステロイドホルモンCに、酵素2が作用するとステロイドホルモンDに、それぞれ転換される(図1)。このように、ステロイドホルモン合成酵素には、2種類以上のステロイドホルモン分子を基質とすることができるもの(例:酵素1)と、1種類のステロイドホルモン分子を基質とするもの(例:酵素2)がある。なお、図1の合成経路では、矢印で示した以外の方向にステロイドホルモンの転換が起こることはない。

ステロイドホルモンの受容体は、多くの場合は細胞内部に存在し、ホルモンと結合すると核内へ移行して、標的遺伝子の転写を活性化する。しかし、ステロイドホルモン受容体には細胞膜に存在するものもあり、ホルモンと結合すると核には移行せず、細胞質に存在する酵素の活性を変化させる。

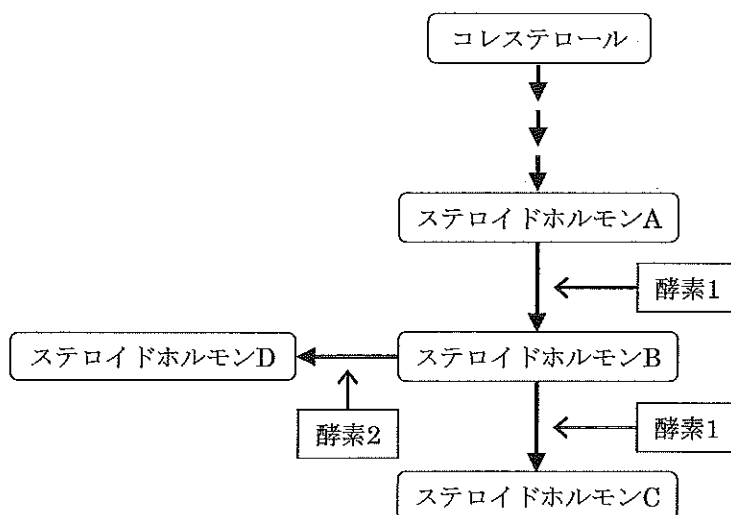


図1 配偶子形成に関与するステロイドホルモンの合成経路

硬骨魚類に属するウナギは、飼育環境下では配偶子形成が進行しないため、繁殖することができない。メスの卵巣内では、ろ胞細胞に囲まれた卵母細胞は、本来は個体の成長にともなって成熟するはずであるが、飼育環境下では成魚になっても成熟せず、産卵されない。そこで、卵成熟のメカニズムを調べるため、飼育環境下にあるメスのウナギ成魚を用いて以下の各実験を行った。ただし、ウナギが産卵した場合は、卵成熟が起こったものとし、産卵しなかった場合は卵成熟が起らなかったものとする。

【実験 1】 ウナギにステロイドホルモン A, B, C のいずれかを投与したところ、ステロイドホルモン B を投与したウナギのみ少量産卵した。その他のステロイドホルモンを投与したウナギおよびステロイドホルモンを投与しなかった対照群は産卵しなかった。

【実験 2】 ウナギに酵素 1 の阻害剤を投与し、酵素 1 の活性を完全に阻害した。このウナギに、実験 1 と同様にステロイドホルモンを投与したところ、ステロイドホルモン A を投与したウナギとステロイドホルモン B を投与したウナギがどちらも大量に産卵した。ステロイドホルモン C を投与したウナギおよびステロイドホルモンを投与しなかった対照群は産卵しなかった。

【実験 3】 ウナギに酵素 2 の阻害剤を投与し、酵素 2 の活性を完全に阻害した。このウナギに、実験 1 と同様にステロイドホルモンを投与したところ、どのウナギも産卵しなかった。ステロイドホルモンを投与しなかった対照群も産卵しなかった。

【実験 4】 ウナギに酵素 1 の阻害剤と酵素 2 の阻害剤の両方を投与し、酵素 1 と酵素 2 の活性を完全に阻害した。このウナギに、実験 1 と同様にステロイドホルモンを投与したところ、どのウナギも産卵しなかった。ステロイドホルモンを投与しなかった対照群も産卵しなかった。

【実験 5】 実験 1～4 の結果から、図 1 の合成経路で働く酵素は、酵素 1 と酵素 2 の他にもう 1 つあることが示唆された。そこで、ウナギ卵巣の抽出液を解析したところ、酵素 3 をみつけた。ウナギ卵巣での酵素 3 の発現量を調べたところ、酵素 1 と同程度の発現量であった。また、酵素 3 の活性は、実験 2～4 で用いた阻害剤では阻害されなかったが、酵素 1 によって阻害された。

【実験 6】 実験 1～4 の結果から、ウナギの卵母細胞に直接働きかけて卵成熟を促すホルモンは、ステロイドホルモン であることがわかった。そこで、ウナギの卵巣から卵母細胞をとりだして、以下の 6a～6c の各実験を行った。

【実験 6a】 卵母細胞をステロイドホルモン を含む培養液で培養したところ、この卵母細胞では卵成熟の指標である減数分裂が進行した。さらに、ステロイドホルモン の標的遺伝子である遺伝子 T の転写も促進された。しかし、その他のステロイドホルモンを含む培養液およびいずれのステロイドホルモンも含まない培養液では、卵成熟が起きず、遺伝子 T の転写も促進されなかった。なお、いずれのステロイドホルモンを加えた場合でも、ミトコンドリア DNA 上の遺伝子の発現量は、ステロイドホルモンを加えなかった場合とくらべて変化しなかった。

【実験 6b】 新たに卵母細胞を用意し、ステロイドホルモン を細い注射針で卵母細胞の中に直接注入すると、遺伝子 T の転写は促進されたが、卵成熟は起きなかった。

[実験 6c] ①新たに卵母細胞を用意し、この卵母細胞から核を取り除いた。除核した卵母細胞をステロイドホルモン を含む培養液で培養した後、細い注射針を刺して細胞質の一部を吸い出した (図 2①)。②吸い出した細胞質を、新たに用意した卵母細胞の中に注入すると、この卵母細胞はいずれのステロイドホルモンも含まない培養液中で卵成熟を起こした (図 2②)。

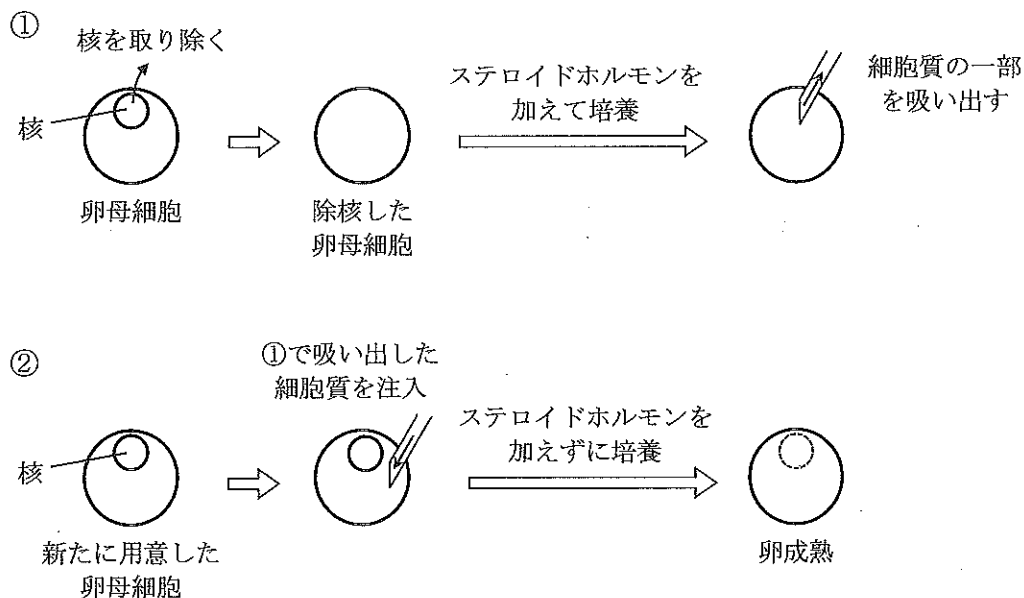


図 2 実験 6c の操作

問 1 硬骨魚類について正しく説明しているものを、以下の(あ)～(か)よりすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) 無顎類に属する。
- (い) うきぶくろをもつ。
- (う) エイやサメが属する。
- (え) ペルム紀に初めて出現した。
- (お) 発生の過程で脊索を形成する。
- (か) トロコフォア幼生の時期を経る。

問 2 にあてはまるアルファベットを、A～D より 1つ選べ。

問3 酵素3の性質を正しく説明しているものを、以下の(あ)~(え)より1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) ステロイドホルモンAをステロイドホルモンBに転換する。
- (い) ステロイドホルモンBをステロイドホルモンCに転換する。
- (う) ステロイドホルモンBをステロイドホルモンDに転換する。
- (え) ステロイドホルモンAをステロイドホルモンBに転換し、ステロイドホルモンBをステロイドホルモンDに転換する。

問4 ウナギで卵成熟が起こるために必要なことを、以下の(あ)~(き)より2つ選び、記号で答えよ。

- (あ) ステロイドホルモンAの合成量が増加する。
- (い) ステロイドホルモンCの合成量が増加する。
- (う) 酵素1の発現量あるいは活性が低下する。
- (え) 酵素2の発現量あるいは活性が低下する。
- (お) 酵素3の発現量あるいは活性が低下する。
- (か) 遺伝子Tの転写が促進される。
- (き) 遺伝子Tの転写が抑制される。

問5 ウナギの卵母細胞では、酵素の発現はどのようなようであるか。以下の(あ)~(う)より最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。また、その根拠となる結果を得た実験はどれであるか。実験番号を示した以下の(a)~(e)のうち、最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 酵素2のみが発現している。
- (い) 酵素2と酵素3が発現している。
- (う) いずれの酵素も発現していない。

- (a) 実験1 (b) 実験2と実験3と実験4 (c) 実験5 (d) 実験6a (e) 実験6c

問6 ステロイドホルモン の受容体は、ウナギの卵母細胞のどの部位に存在するか。以下の(あ)～(う)より1つ選び、記号で答えよ。また、その根拠となる結果を得た実験はどれであるか。実験番号を示した以下の(a)～(e)のうち、最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。さらに、その実験結果がどのようなものであったか説明せよ。

- (あ) 細胞膜にのみ存在する。
- (い) 細胞内部にのみ存在する。
- (う) 細胞膜と細胞内部の両方に存在する。

- (a) 実験1 (b) 実験2と実験3と実験4 (c) 実験5
- (d) 実験6a (e) 実験6aと実験6b

問7 実験6cで、卵母細胞から核を取り除いた理由について、以下の(あ)～(え)より最も適切に述べているものを1つ選び、記号で答えよ。また、核を取り除かずに実験6cと同様の実験を行うためには、図2①でステロイドホルモン の他にどのような物質を培養液に加えればよいか。以下の(a)～(d)より最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 卵成熟には、細胞質の変化のみが必要であることを示すため。
- (い) 卵成熟には、新たな遺伝子発現が起こる必要があることを示すため。
- (う) 卵成熟には、いかなるタンパク質も関与していないことを示すため。
- (え) 卵成熟を促すホルモンが、ステロイドホルモン のみであることを示すため。

- (a) 酵素2 (b) 酵素1の阻害剤 (c) 転写阻害剤 (d) タンパク質分解酵素