

平成30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] 動物の器官形成に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

脊椎動物の胚では、原腸形成によって3つの胚葉が区分される。中胚葉からは最初に [ア] がつくられ、その両側の中胚葉は、[ア] に近い方から [イ]、腎節、[ウ] へと分かれる。発生の過程で [ア] は、その背側にある神経管や、腹側にある腸管にさまざまな影響を及ぼし、器官形成に重要な役割を果たしている。例えば、すい臓は ①将来十二指腸になる部域の腸管の一部が膨らんでつくられるが、②この膨らみ(すい芽という)の形成には、[ア] と、腸管近くに形成される大動脈が必要であることが報告されている。すい芽はやがてすい臓へと分化し、消化を助けるすい液や種々のホルモンを分泌するようになる。成体では、ベイリスとスターリングにより発見された [エ] とよばれるホルモンが、すい液の分泌を促進することが知られている。

問1 文中の [ア] ~ [エ] にあてはまる語句を入れよ。

問2 [イ]、[ウ] から分化するものを、以下の(あ)~(け)より2つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 心臓 (い) 脊髄 (う) 脊椎骨 (え) 骨格筋 (お) 大動脈
(か) 輸尿管 (き) 眼の網膜 (く) 気管の上皮 (け) 皮膚の表皮

問3 [エ] を分泌する器官をI群より、[エ] の分泌を促進するものをII群より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

I群 : (あ) 胃 (い) 十二指腸 (う) すい臓 (え) 肝臓 (お) 脳下垂体

II群 : (a) 胃酸 (b) 胆汁 (c) すい液 (d) 視床下部の放出ホルモン

問4 下線部②の ア と大動脈の働きを調べるため、マウスの胚を使って以下の各実験を行った。ただし、タンパク質Qとタンパク質Rは ア からのみ分泌されるタンパク質であり、腸管がすい芽を形成するためには、腸管での遺伝子Sの発現が不可欠であるとする。

【実験1】 大動脈が形成される前のマウス8日胚において、下線部①の腸管では遺伝子Tが発現し、遺伝子Sは発現していなかった。この腸管を摘出し、タンパク質Qを培養液に加えて培養したところ、遺伝子Sも遺伝子Tも発現に変化はなかった。これに対し、タンパク質Rを加えて培養した場合には、遺伝子Sは発現しなかったが、遺伝子Tの発現は急激に低下した。さらに培養を続けたが、タンパク質Qを加えて培養した場合も、③タンパク質Rを加えて培養した場合も、すい芽は形成されず、腸管はすべて十二指腸に分化した。

【実験2】 実験1と同様、マウス8日胚から下線部①の腸管を摘出し、タンパク質Q、タンパク質Rのいずれかを培養液に加えて培養した。その後、別のマウス10日胚より形成されたばかりの大動脈の一部を摘出し、腸管の近くに置いてさらに培養を続けた。タンパク質Rを加えて培養した場合には、大動脈近くの部位の腸管では遺伝子Sが発現し、その部位の腸管が大動脈に向かって膨らみ、すい芽が形成された(下図)。これに対し、④タンパク質Qを加えて培養した場合には、腸管で遺伝子Sは発現せず、培養を続けてもすい芽は形成されなかった。

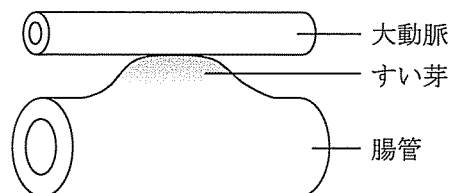


図 腸管と大動脈の培養

【実験3】 マウス8日胚の生体内において、タンパク質Qのみを阻害する物質を腸管近くに投与した。その後、発生が進み大動脈が形成されると、大動脈近くの腸管が膨らんですい芽が形成された。これに対し、タンパク質Rのみを阻害する物質を生体内投与した場合には、大動脈が形成されても、すい芽は形成されなかった。

(1) 下線部③および下線部④では、すい芽の形成はなぜ起こらなかったのか。この原因として最も適切なものを以下の(あ)～(く)より1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 大動脈が近くになかったため、その作用を受けられなかった。
- (い) が近くになかったため、その作用を受けられなかった。
- (う) 遺伝子 S が発現しなかったため、大動脈の作用を受けられなかった。
- (え) 遺伝子 S が発現しなかったため、 の作用を受けられなかった。
- (お) 遺伝子 T の発現が低下したため、大動脈の作用を受けられなかった。
- (か) 遺伝子 T の発現が低下したため、 の作用を受けられなかった。
- (き) 遺伝子 T の発現が低下しなかったため、大動脈の作用を受けられなかった。
- (く) 遺伝子 T の発現が低下しなかったため、 の作用を受けられなかった。

(2) 【実験 3】において、(i)タンパク質 Q のみを阻害する物質、または(ii)タンパク質 R のみを阻害する物質を生体内投与した場合、腸管での遺伝子 S および遺伝子 T の発現はどのようであったか。以下の(あ)～(え)よりあてはまるものを1つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。同じ記号を何度用いてもよい。

- (あ) 上昇した。
- (い) 低下した。
- (う) 高いまま維持された。
- (え) 発現しないままであった。

(3) 【実験 1】～【実験 3】の結果から、すい芽の形成に必要な現象を以下の(あ)～(き)より4つ選び、正常な発生過程で早く起こる順に、左から右へと記号を並べよ。

- (あ) 腸管で遺伝子 S の発現が上昇する。
- (い) 腸管で遺伝子 T の発現が低下する。
- (う) 腸管で遺伝子 T の発現が維持される。
- (え) 大動脈が形成され、腸管に作用する。
- (お) 大動脈が形成され、 に作用する。
- (か) からタンパク質 Q が分泌される。
- (き) からタンパク質 R が分泌される。

問 5 成体のすい臓において、ランゲルハンス島の(1) A細胞、(2) B細胞、および(3)ランゲルハンス島以外の細胞から主として分泌されるものをⅠ群より1つずつ、その物質にあてはまるものをⅡ群より2つずつ選び、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) アドレナリン (い) インスリン (う) グルカゴン (え) トリプシン
(お) ビリルビン (か) ペプシン (き) 糖質コルチコイド

Ⅱ群：(a) 血液中に分泌される。
(b) 排出管(すい管)を通して分泌される。
(c) 最適 pH は約 2 である。
(d) 最適 pH は約 8 である。
(e) タンパク質の合成を促進する。
(f) グリコーゲンの分解を促進する。
(g) グリコーゲンの合成を促進する。
(h) タンパク質からの糖の合成を促進する。

問 6 すい臓から分泌されるホルモンは、どのようにして標的細胞に情報を伝えるか。この過程で起こる現象を、以下の(あ)～(か)より3つ選び、早く起こる順に、左から右へと記号を並べよ。

(あ) ホルモンが細胞膜を通過する。
(い) ホルモンが、細胞膜にある受容体と結合する。
(う) 受容体の構造が変化し、別の分子を活性化する。
(え) ホルモンと受容体の複合体が、核内で DNA に結合する。
(お) ホルモンが、細胞質基質や核内にある受容体と結合する。
(か) 細胞内の情報伝達物質を介して、化学反応が促進される。

[II] 細胞の形と運動に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

真核細胞の細胞質基質には、さまざまな形をした繊維状の構造が張りめぐらされている。この構造は [ア] とよばれ、細胞の形の保持などにかかわる。

[ア] は、微小管、アクチンフィラメント、中間径フィラメントに分けられる。微小管は、[イ] とよばれる球状のタンパク質が集まって管状の構造となったものであり、細胞分裂の際には紡錘体を形成する。アクチンフィラメントは細い繊維であり、骨格筋では筋原繊維の主成分として筋収縮にかかわる。中間径フィラメントは、微小管とアクチンフィラメントの中間の太さの繊維である。ATP を分解して得られるエネルギーを利用して [ア] に沿って移動するタンパク質は、[ウ] タンパク質とよばれ、細胞小器官や物質の輸送などを行う。

問 1 文中の [ア] ~ [ウ] にあてはまる語句を入れよ。

問 2 中間径フィラメントがかかわる現象として適切なものを、以下の(あ)~(お)より 1 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) べん毛や繊毛の運動 (い) 原形質流動 (う) アメーバ運動
(え) 核の形の維持 (お) 中心体の形成

問 3 [ウ] タンパク質のうち、微小管の上を動くものを、以下の(あ)~(か)より 2 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) カドヘリン (い) キネシン (う) サイトカイン
(え) シャペロン (お) ダイニン (か) ヘモグロビン

問 4 微小管は、どこに付着して紡錘体を形成するのか。以下の(あ)~(お)より 1 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) キアズマ (い) ゴルジ体 (う) 細胞膜
(え) テロメア (お) 動原体

問 5 下線部では、エ と オ が規則正しく交互に配列しており、エ の中央に Z 膜とよばれる仕切りがある。この Z 膜と Z 膜の間を カ という。キ は、オ にのみ存在する。

エ ～ キ にあてはまるものを I 群より 1 つずつ選び、それぞれ記号で答えよ。また、筋収縮において、II 群の (a)～(e) の現象はどの順に起こるか。現象が起こる順に、(a) から始めて左から右へと記号を並べよ。

I 群：(あ) T 管 (い) サルコメア (う) テロメア
(え) 暗帯 (お) 明帯 (か) 筋小胞体
(き) ゴルジ体 (く) アクチンフィラメント
(け) トロポミオシン (こ) ミオシンフィラメント

II 群：(a) 筋小胞体から Ca^{2+} が細胞質基質へ放出される。
(b) ミオシン頭部がアクチンフィラメントと結合する。
(c) ミオシン頭部が屈曲して、アクチンフィラメントを動かす。
(d) ミオシン頭部に ATP が結合し、ミオシン頭部がアクチンフィラメントから離れる。
(e) トロポミオシンの働きが抑制され、アクチンフィラメントのミオシン頭部との結合部位が露出する。

[III] ウイルスの感染と生体の防御機構に関する下記の文章を読み、各問いに答えよ。

インフルエンザウイルスは細胞に侵入すると、その細胞（宿主細胞という）の核内にウイルスの核酸を移行させる。そして、宿主細胞のシステムを利用して、ウイルスを構成する核酸やタンパク質をつくらせることで増殖する（図1）。増殖したウイルスは宿主細胞の外へ出て、呼吸器などの炎症を引き起こすが、ウイルスの増殖速度が速いほど、より早期に症状があらわれる。インフルエンザウイルスの種類によっては、感染した個体を死に至らしめる場合もある。

動物の細胞内では多種類の脂質が合成されており、まだ機能がわかっていないものも多い。脂質の原料となる脂肪酸としてはドコサヘキサエン酸（DHA）やアラキドン酸などがあり、それぞれを基質とする酵素も何種類か知られている。各脂肪酸に異なる酵素が働きかけることで、異なる脂質が合成される。なかでも脂質AはDHAから酵素Eによって合成されるが、脂質Aの量はインフルエンザウイルスが感染した細胞で減少することがわかっている。そこで、脂質Aとインフルエンザウイルスとの関連を、マウスの個体や培養細胞を用いた以下の各実験により調べた。ただし、脂質Aを合成することができる酵素は、酵素Eのみとする。

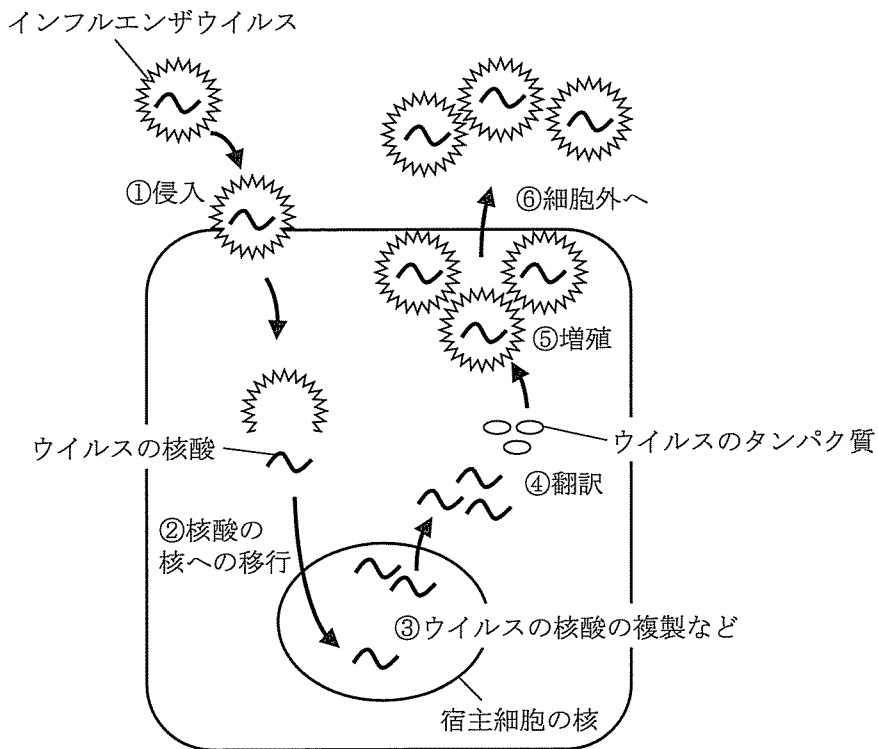


図1 インフルエンザウイルスが侵入後、増殖して宿主細胞の外へ出るまでの模式図

【実験 1】 マウスにインフルエンザウイルスを感染させると、8 日以内にすべての個体が死亡した。しかし、脂質 A を感染の 12 時間前にあらかじめマウスに投与しておいたところ、40%の個体は 8 日以降も生存し続けた。次に、新たに用意したマウスにインフルエンザウイルスを感染させ、2 日後に脂質 A を投与したところ、30%の個体は 8 日以降も生存し続けた。なお、脂質 A のかわりに DHA を投与した個体は、投与したタイミングにかかわらず 8 日以内にすべて死亡した。

【実験 2】 マウスにインフルエンザウイルスを感染させ、24 時間後に肺での酵素 E の発現量と活性を調べたところ、感染させていないマウスに比べて発現量は大幅に減少していたが、分子あたりの酵素活性に変化はなかった。

【実験 3】 マウスの培養細胞にインフルエンザウイルスを侵入させた後、通常の培養液で培養すると、5 時間でウイルスの核酸がすべて核内に移行した。侵入から 12 時間後にはウイルスの RNA やタンパク質は細胞質で検出されなかったが、24 時間後にはこれらが細胞質で検出されるようになり、ウイルスも増殖していた。次に、ウイルス侵入直後の培養細胞を脂質 A を加えた培養液で培養すると、同様に 5 時間でウイルスの核酸がすべて核内に移行した。しかし、侵入から 24 時間経過しても、細胞質でウイルスの RNA やタンパク質は検出されず、ウイルスも増殖していなかった。

【実験 4】 RNA の核外への移行には、何種類かの核タンパク質が関与していることが知られている。そこで、RNA の核外輸送に関与していると考えられる核タンパク質 1 と核タンパク質 2 について、インフルエンザウイルスの RNA と結合するかどうかを調べた。ウイルスから抽出した RNA を、核タンパク質 1 か核タンパク質 2 のいずれか、あるいは両方と混和してから電気泳動にかけた後、RNA を検出した (図 2)。この実験では、ウイルスの RNA の分子サイズはすべてのサンプルで同じであるが、タンパク質と結合した RNA は大きな分子サイズのものとして検出される。

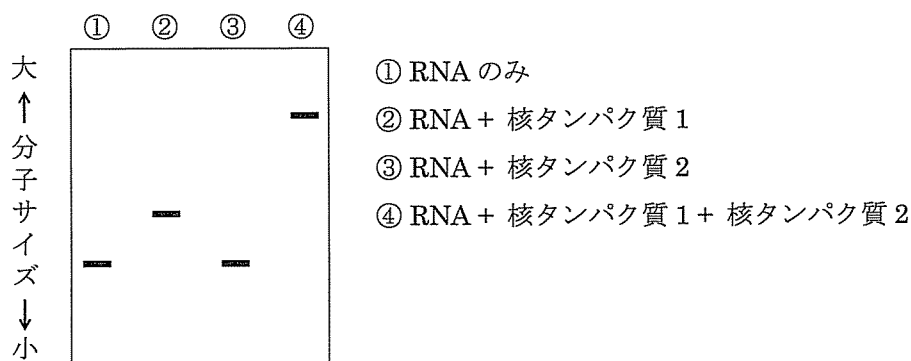


図 2 電気泳動後に RNA を検出した結果 RNA は 1 本のバンド (—) として検出される。①と③で検出された RNA の分子サイズは同じである。

【実験 5】 核タンパク質 1 のみを発現しないようにした培養細胞 N1 と、核タンパク質 2 のみを発現しないようにした培養細胞 N2 を、それぞれ作製した。これらの培養細胞にインフルエンザウイルスを侵入させた後、通常の培養液で培養すると、5 時間でウイルスの核酸がすべて核内に移行した。しかし、どちらの培養細胞でも、侵入から 24 時間後に、細胞質でウイルスの RNA やタンパク質は検出されず、ウイルスも増殖していなかった。

【実験 6】 培養細胞にインフルエンザウイルスを侵入させた後、通常の培養液あるいは脂質 A を加えた培養液で培養した。侵入から 12 時間後に、核タンパク質 1 に結合しているウイルスの RNA の量を比較したところ、脂質 A を加えた培養液で培養した細胞では、通常の培養液で培養した細胞よりも、核タンパク質 1 に結合している RNA の量が少なかった。

【実験 7】 酵素 E のみを発現しないようにした培養細胞 E を作製した。この培養細胞にインフルエンザウイルスを侵入させた後、通常の培養液で培養すると、5 時間でウイルスの核酸がすべて核内に移行した。侵入から 12 時間後にはウイルスの RNA やタンパク質が細胞質で検出されるようになり、ウイルスも増殖していた。

【実験 8】 培養細胞を通常の培養液あるいは脂質 A を加えた培養液で 24 時間培養し、核と細胞質に分画後、それぞれの画分から RNA を抽出した。脂質 A の有無によって各画分に存在する RNA の種類や量が変わるかどうかを調べたところ、違いはみられなかった。さらに、インフルエンザウイルスを侵入させた直後の培養細胞を用いて同様の実験を行い、培養細胞由来の RNA のみを解析したところ、同じ結果を得た。

問 1 脂質 A はどのようにインフルエンザウイルスの増殖を抑制するのか。正しく説明しているものを以下の(あ)～(き)より 1 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) ウイルスの RNA を分解する。
- (い) 酵素 E の発現を高めて、脂質 A をさらに合成させる。
- (う) ウイルスの RNA と核タンパク質 1 の結合を阻害する。
- (え) ウイルスの RNA と核タンパク質 2 の結合を阻害する。
- (お) ウイルスの核酸が宿主細胞の核内へ移行するのを阻害する。
- (か) ウイルスの核酸が宿主細胞の核内で RNA へ転写されるのを阻害する。
- (き) ウイルスの RNA が宿主細胞の細胞質でタンパク質へ翻訳されるのを阻害する。

問2 脂質 A をインフルエンザの感染前に予防薬として投与したときと、感染してから治療薬として投与したときの効果を比較し、得られる結論として最も適切なものを以下の(あ)～(お)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番号を1つ選び、数字で答えよ。

- (あ) 予防薬として投与したときのみ効果がある。
- (い) 治療薬として投与したときのみ効果がある。
- (う) 予防薬として投与しても、治療薬として投与しても等しい効果がある。
- (え) 予防薬として投与したほうが効果は高いが、治療薬として投与しても一定の効果がある。
- (お) 治療薬として投与したほうが効果は高いが、予防薬として投与しても一定の効果がある。

問3 核タンパク質とインフルエンザウイルスの RNA の結合について、正しく述べているものを以下の(あ)～(き)より3つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 核タンパク質1は、ウイルスの RNA と直接結合することができる。
- (い) 核タンパク質1は、ウイルスの RNA と直接結合することができない。
- (う) 核タンパク質2は、ウイルスの RNA と直接結合することができる。
- (え) 核タンパク質2は、ウイルスの RNA と直接結合することができない。
- (お) 核タンパク質1は、ウイルスの RNA と核タンパク質2が形成した複合体に結合することができる。
- (か) 核タンパク質2は、ウイルスの RNA と核タンパク質1が形成した複合体に結合することができる。
- (き) 核タンパク質1と核タンパク質2が複合体を形成すると、ウイルスの RNA と結合することができなくなる。

問4 インフルエンザウイルスが感染した細胞で、脂質 A の量が減少する理由として最も適切なものを、以下の(あ)～(お)より1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 脂質 A が分解されるから。
- (い) DHA の合成が促進されるから。
- (う) 酵素 E の発現が抑制されるから。
- (え) 酵素 E の活性が阻害されるから。
- (お) 酵素 E の発現が抑制され、活性も阻害されるから。

問5 インフルエンザウイルスのRNAの核外への移行について正しく述べているものを、以下の(あ)～(え)より1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 核タンパク質1がなくても核タンパク質2があれば、核外へ移行できる。
- (い) 核タンパク質2がなくても核タンパク質1があれば、核外へ移行できる。
- (う) 核タンパク質1と核タンパク質2の両方がないと、核外へ移行できない。
- (え) 核タンパク質1および核タンパク質2とは関係なく、核外へ移行できる。

問6 実験8から導き出される結論として、最も適切なものを以下の(あ)～(お)より1つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 脂質Aが核外への移行を阻害するのは、ウイルスのRNAのみである。
- (い) 脂質Aが核外への移行を阻害するのは、宿主細胞のRNAのみである。
- (う) 脂質Aが核外への移行を阻害するのは、ウイルスのRNAと宿主細胞のRNAの両方である。
- (え) 脂質Aは、インフルエンザウイルスが感染した宿主細胞の遺伝子発現を活性化する。
- (お) 脂質Aは、インフルエンザウイルスが感染した宿主細胞の遺伝子発現を抑制する。

問7 酵素Eのみを発現しないようにしたマウスEを作製した。このマウスEと野生型マウスをそれぞれインフルエンザウイルスに感染させると、どのような結果になるか。以下の(あ)～(う)より1つ選び、記号で答えよ。また、その理由を説明せよ。ただし、これらのマウスでは免疫系の働きに違いはないものとする。

- (あ) 生存率が0%になるのは、マウスEの方が野生型マウスより早い。
- (い) 生存率が0%になるのは、マウスEの方が野生型マウスより遅い。
- (う) 生存率が0%になるのは、マウスEと野生型マウスで同じである。

