

奈良県立医科大学 後期

令和 2 年 度

試 験 問 題

理 科

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験科目、ページ、解答用紙数および選択方法は下表のとおりである。

科 目	ページ	解答用紙数	選 択 方 法
化 学	1 ~ 11	3 枚	左の3科目のうちから 2科目を選択せよ。
生 物	12 ~ 31	2 枚	
物 理	32 ~ 43	3 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない科目を含む全解答用紙(8枚)に受験番号と選択科目を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 選択科目記入欄に選択する2科目を○印で示せ。

上記①, ②の記入がないものおよび3科目を選択または1科目のみを選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

令和2年度奈良県立医科大学後期日程試験

理科（生物）入試問題『解答例等』

- *1 『解答例等』は解答の一例を示したもので、採点にあたっては、その他も含め慎重に対処します。
- *2 『解答例等』についての質問、照会には一切回答しません。

【1】

- 問1 1 DNA 2 核膜孔 3 NADH 4 マトリックス
5 クエン酸 6 中心小体 7 mRNA 8 生体膜
9 リン 10 ポンプ 11 チャネル 12 アクアポリン
- 問2 核小体 問3 酸化的リン酸化 問4 tRNA
- 問5 水になじみやすいリガンドは細胞膜を透過できないから
- 問6 水が赤血球内に入り、赤血球がふくれ、やがて細胞膜の一部が破れて、ヘモグロビンなどの内容物が漏れてくる。
- 問7 13 樹状細胞 14 マクロファージ 15 サイトカイン 16 自然
17 筋繊維 18 サルコメア 19 筋小胞体 20 ゼリー層
21 先体 22 鞭毛 23 受精膜 24 卵黄膜
- 問8 A B細胞 B ヘルパーT細胞 問9 カルシウムイオン
- 問10 はじめに到達して受精した精子以外の精子が卵に侵入できないようにすること
- 問11 A エ B ア C カ D ア E オ F ウ

【2】

- 問2 1 炭酸同化 2 光合成 3 化学合成細菌 4 窒素同化
5 根粒菌 6 チラコイド 7 グラナ 8 ストロマ
9 H₂O(水) 10 NADPH 11 カルビン・ベンソン 12 独立栄養生物
- 問2 A $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ B $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_3$
- 問3 クロロフィル 問4 窒素固定
- 問5 ゲンゲを土にすき込むことによって、ゲンゲの根に共生している（根粒）菌のはたらきで作られた窒素化合物を肥料とするため。
- 問6 脱窒
- 問7 A 液胞 B (細胞内)共生説
C 二重の生体膜で包まれていること 核と異なる独自のDNAを持っていること
- 問8 $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} (+\text{光エネルギー}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$

【3】

- 問1 1 ノックアウトマウス 2 胚性幹細胞 (ES 細胞)
- 問2 A 栄養外胚葉 B 胎盤
- 問3 DNA の認識配列が短いと、目的の場所以外を認識する可能性が高くなるため
(DNA の認識配列が長いほど、目的の場所を特異的に認識できるから)
- 問4 カルタヘナ法
- 問5 3 チューブリン (微小管) 4 アクチン (フィラメント)
- 問6 卵をつくる個体の遺伝子型を元にして作られた mRNA やタンパク質が卵細胞ではた
らき表現型を決めているから。
- 問7 ① DD : Dd : dd 1 : 2 : 1 右巻 : 左巻 1 : 0
② DD : Dd : dd 3 : 2 : 3 右巻 : 左巻 3 : 1
- 問8 ③ DD : Dd : dd 0 : 1 : 0 右巻 : 左巻 1 : 0
④ DD : Dd : dd 1 : 2 : 1 右巻 : 左巻 1 : 0
- 問9 右巻 : 左巻 0 : 1 問10 右巻 : 左巻 0 : 1

【4】

- 問1 1 内分泌系 2 間脳 3 脊髄 4 中脳
5 延髄 6 ノルアドレナリン 7 アセチルコリン 8 神経伝達物質
- 問2 A 脳下垂体前葉 タンパク質合成促進、血糖濃度の上昇
B 脳下垂体後葉 腎臓の細尿管における水分吸収の促進、血圧上昇
C 副腎皮質 血糖濃度の上昇
D 副甲状腺 血液中の Ca^{2+} 濃度の上昇
- 問3 脂溶性ホルモンは細胞膜を通過し、細胞質や核内にある受容体に結合し、特定の遺
伝子の発現を調節する。
- 問4 A 立毛筋の収縮による熱の放散の抑制
B 汗腺からの発汗の促進による熱の放散量の増加
- 問5 放出ホルモンの受容体の障害
- 問6 A イ B ア C ア D ウ

【5】

- 問1 1 脳 2 眼胞 3 眼杯 4 網膜 5 角膜
- 問2 A ア B ウ C イ
- 問3 胚発生の中で、隣接あるいは近接する領域や細胞間でのシグナルの受け渡しを通
じて、細胞の発生運命が影響を受ける現象。
- 問4 外胚葉 エ、カ 中胚葉 ア、オ 内胚葉 イ、ウ
- 問5 A 植物極の領域 B アニマルキャップの領域

問6 6 プログラム細胞死

問7 核 (DNA) や細胞 (細胞小器官) の断片化、周囲を傷つけない

問8 中胚葉

問9 脊髄運動ニューロンが標的の筋肉に達して接続する際に競合し、接続できないニューロンがアポトーシスを起こす

問10 正常胚に比べて (より多くのニューロンがアポトーシスを起こし、) ニューロンの数がより減少する。

<訂正>

備考：試験実施中における主な訂正・補足

大問【3】B p.21 5行目から6行目

誤：卵に精子が

正：卵と精子が

大問【4】B p.26 3行目

誤：皮膚の毛細血管を

正：皮膚の血管を

大問【4】B p.27 問4

誤：毛細血管の変化以外で

正：血管の変化以外で

大問【4】 p.27 問5

誤：甲状腺刺激ホルモンの分泌量の低下以外で

正：作られた甲状腺刺激ホルモンの分泌障害以外で

大問【5】B p.30 13行目

誤：表皮外胚葉とは中胚葉を

正：表皮外胚葉と中胚葉を

生 物

【1】 次のA, Bの文を読み, 問1~問11に答えよ.

A 細胞は生物のからだをつくる基本単位である。細胞は細胞膜に包まれており, それにより内部と外部が隔てられている。細胞膜に囲まれた領域は細胞質基質という液状の成分で満たされている。この領域には, 核やミトコンドリアなど膜をもつ構造体や, 中心体やリボソームなど膜をもたない構造体が存在する。核の内部には遺伝情報の本体である 1 が染色体の形で貯蔵されており, ここでは 1 の複製も行われている。核では転写も行われ, 転写産物は 2 を通じて細胞質に移動する。⁽¹⁾ミトコンドリアはほとんどすべての細胞に存在するが, なかでも多量のエネルギーを使う筋肉などに多くみられる細胞小器官である。ミトコンドリアの内膜では, 還元型補酵素である 3 や FADH_2 のもつエネルギーをもとに, 電子伝達系とATP合成酵素により, 細胞の活動に必要なエネルギーのやりとりに用いられるATPを生産している。ミトコンドリアの内膜に囲まれた 4 には, 3 や FADH_2 を生成する 5 回路に関係する酵素が存在している。動物細胞に存在する中心体は, 中央に 6 を含む構造体で, 微小管形成の起点となる。リボソームは, 7 に転写された遺伝情報をもとにタンパク質を合成する場である。⁽³⁾

細胞膜や細胞小器官の膜は, 8 と呼ばれる。8 は主に 9 脂質で構成される脂質二重層からなり, そこにはさまざまな膜タンパク質が配置されている。膜タンパク質の中には, 特定のリガンド(細胞外シグナル分子)を認識することで情報を細胞内に伝える, 受容体と呼ばれるタンパク質が存在する。また, 細胞内外に物質を能動的に輸送する 10 のはたらきをもつ輸送タンパク質や, 特定の分子をエネルギーを使わずに, 拡散によって通過させる孔の役割を担う 11 タンパク質なども存在する。11 タンパク質には, 例えば水の分子を通過させる 12 という膜タンパク質があり, 細胞膜に半透性という特別な性質を与えている。細胞膜がこの性質をもつために, 赤血球を低張液に浸すと溶血が起こる。⁽⁵⁾

問 1 文中の 1 ~ 12 に当てはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部(1)について, rRNA の合成が行われる核内の場所の名称を記せ.

問 3 下線部(2)について, この ATP 合成過程の名称を記せ.

問 4 下線部(3)について, コドンが指定するアミノ酸をリボソームへ運ぶ, 短い RNA の名称を記せ.

問 5 下線部(4)について, 水になじみやすいリガンドを認識して情報を細胞内に伝えるタンパク質が細胞膜に存在する理由を述べよ.

問 6 下線部(5)について, 溶血が起こる過程を説明せよ.

B 動物では、多くの種類の細胞がはたらいている。例えば生体防御機構の1つである免疫においても多くの種類の細胞がはたらいており、中には [13] や [14] など、異物を細胞内に取り込んではたらく細胞もある。
[13] は適応免疫(獲得免疫)の始動にはたらき、[14] は [15] (6)と総称されるタンパク質を放出して、白血球を集めたり炎症を引き起こしたりする。このような細胞による免疫は、適応免疫(獲得免疫)に対して [16] 免疫と呼ばれる。

動物の運動で重要な役割を果たす骨格筋は、多数の細胞が融合した細長い筋細胞から構成されている。この特殊な形態をもつ細胞は [17] とも呼ばれる。[17] にぎっしり詰まった筋原繊維は、[18] という単位が長軸方向に繰り返してつながってできている。この [18] は細胞骨格タンパク質が規則正しく並んだものである。筋原繊維は [19] に囲まれており、活動電位が発生すると、筋肉の収縮を引き起こすためのイオンが [19] から放出される。

動物の配偶子である卵や精子も特殊な形態をもつ細胞である。例えばウニの未受精卵は [20] に囲まれた大型の細胞である。一方、精子は受精に特化した細胞で、頭部に [21] や核、中心体が存在し、尾部は中心体から生じた [22] からなる。精子が [20] に到達すると [21] 反応が起こる。その後、精子が卵の細胞膜に接すると、以下のようにして、[23] の形成が起きる。(8) まず、精子が卵の細胞膜に到達し、二つの細胞の細胞膜が融合する。その後、卵細胞内の表層粒の膜と卵の細胞膜が融合し、表層粒の中身が卵の細胞膜と [24] の間に放出される。これは表層反応と呼ばれ、表層粒から放出された物質に触れると [24] は細胞膜から離れ、硬くなり [23] となる。

問 7 文中の 13 ~ 24 に当てはまる適切な語句を記せ.

問 8 下線部(6)について, 適応免疫(獲得免疫)において(A)抗体産生細胞となる免疫細胞, (B)この抗体産生細胞となる免疫細胞を活性化する免疫細胞の名称をそれぞれ記せ.

問 9 下線部(7)について, このとき細胞質に放出されるイオンの名称を記せ.

問10 下線部(8)について, この現象が果たす役割について述べよ.

問11 細胞内部において, 以下の(A)~(F)が行われる場所として, 最も適したものを以下の(ア)~(カ)から1つ選び, その記号を記せ. ただし, 同じ記号を複数回選んでもかまわない.

- (A) 細胞外に分泌される多くのタンパク質の合成
- (B) 細胞骨格タンパク質の合成
- (C) 分泌小胞の形成
- (D) 核内ではたらくタンパク質の合成
- (E) 脂質の合成
- (F) 不必要になったタンパク質や細胞小器官などの分解

- | | | |
|-----------|-------------|-----------|
| (ア) 細胞質基質 | (イ) ミトコンドリア | (ウ) リソソーム |
| (エ) 粗面小胞体 | (オ) 滑面小胞体 | (カ) ゴルジ体 |

【2】 次の文を読み、問1～問8に答えよ。

二酸化炭素(CO₂)を取り入れ有機物を合成するはたらきを [1] という。これには生体内で起きる多くの化学反応が必要であるが、その際に必要なエネルギーとして光エネルギーを利用するものを [2] という。細菌の中には、光エネルギーではなく、無機物を酸化する際に得られるエネルギーを利用して [1] をするものがあり、これを行う細菌を [3] という。生物の遺骸⁽¹⁾、枯死体や排泄物から出てくるアンモニウムイオン(NH₄⁺)は、土壤中に放出され、亜硝酸菌のはたらきにより亜硝酸イオン(NO₂⁻)に、さらにNO₂⁻は硝酸菌のはたらきにより硝酸イオン(NO₃⁻)となる。これらの土壤中に豊富に存在する硝化菌も [3] である。植物はNH₄⁺に加え、NO₃⁻も直接吸収することができるが、このNO₃⁻は植物細胞内ではNH₄⁺に還元される。このNH₄⁺をもとにして、さまざまなアミノ酸や核酸などがつくられていく。このようにして取り入れた窒素化合物をもとに、生体の構成に必要な有機窒素化合物を合成するはたらきを [4] という。

植物は大気中の窒素(N₂)を直接有機窒素化合物に変換できない。したがって、土壤中のNH₄⁺やNO₃⁻が不足すると、有機窒素化合物の合成ができなくなり、葉の黄化などさまざまな症状が生じる。⁽²⁾そのため、マメ科の植物の根に共生する [5] は、大気中のN₂をNH₄⁺に還元することができるので、農業上も重要な生物である。⁽³⁾春さきに田んぼで、ゲンゲ(レンゲソウ)が植えられているのを見かけることがあるが、これは稲作に向けて栽培しているものである。⁽⁴⁾植物に吸収されなかった土壤中のNO₃⁻やNO₂⁻は、別の種類の細菌のはたらきにより、N₂となり、大気中に放出される。

⁽⁵⁾植物は葉緑体で [2] を行っているが、同じしくみで [2] を行う細菌が地球上に広く分布しており、シアノバクテリアと呼ばれている。⁽⁶⁾葉緑体は平らな袋状構造をもつ [6] , および [6] が多数重なった [7] と、それ以外の [8] という部分からできている。 [6] にはいろいろな色素が含まれており、光エネルギーを吸収して [9] を分解するとともにATPと [10] を合成する。続いて [8] では [11] 回路と呼ばれ

る一連の反応が行われる。これらの 2 反応をまとめてみると、呼吸全体の反応式とちょうど逆の⁽⁷⁾関係になっていることがわかる。植物やシアノバクテリアのように、外界から摂取した無機物だけを利用して自身が必要とする有機物を合成し、外界から有機物を摂取しなくても生きることができる生物を 12 という。

問 1 文中の 1 ~ 12 に当てはまる適切な語句を記せ。

問 2 下線部(1)について、(A)亜硝酸菌が行う NH_4^+ を NO_2^- にする化学反応、(B)硝酸菌が行う NO_2^- を NO_3^- にする化学反応について、化学反応式をそれぞれ記せ。ただし、化学反応式において、 NH_4^+ は NH_3 、 NO_2^- は HNO_2 、 NO_3^- は HNO_3 で表せ。

問 3 下線部(2)について、その合成ができなくなると葉の黄化が起こる有機窒素化合物の名称を記せ。

問 4 下線部(3)について、大気中の N_2 を NH_4^+ に変えるはたらきの名称を記せ。

問 5 下線部(4)について、このようなことをする理由を農業的観点から述べよ。

問 6 下線部(5)について、この作用の名称を記せ。

問 7 下線部(6)について、(A)動物細胞ではほとんどみられないが植物細胞に特徴的な、葉緑体以外の細胞小器官の名称を記せ。また、(B)葉緑体の起源として提唱されている説の名称を記せ。さらに、(C)その説の根拠となる、葉緑体がもっている特徴を2つ記せ。

問 8 下線部(7)について、一連の反応をまとめた化学反応式を記せ。

【3】 次のA, Bの文を読み, 問1～問10に答えよ。

A 特定の遺伝子を破壊することで, 個体においてその遺伝子が本来どのようなはたらきをしているのかを調べることができる。実験室でよく使われる遺伝子破壊動物はマウスであり, 特に と呼ばれる。これまで, などの遺伝子破壊動物の作製には, 相同染色体の乗換えを応用した手法が用いられてきた。ただし, この手法は胚盤胞の内部細胞塊から得られた ⁽¹⁾ を通常用いるため, が得られていない多くの動物種における遺伝子破壊動物の作製は, 困難または不可能であった。

近年, ゲノム編集と呼ばれる手法が開発された。例えば, ゲノムDNA上の⁽²⁾ 目的の場所を認識するRNA を作製し, DNA切断酵素と組み合わせてはたらかせることにより, 目的の場所に変異を導入できる。この手法を応用することにより, 受精卵において直接遺伝子を破壊することができるようになり, の得られていない動物種においても遺伝子破壊動物の作製が可能となった。

このような, 遺伝子に変異をもたらす実験の中には, 「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」⁽³⁾ に基づいて実施されなければならないものがある。

問 1 文中の , に当てはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部(1)について, (A)胚盤胞を構成する内部細胞塊以外の部分の名称と, (B)それが将来形成する構造物の名称を記せ.

問 3 下線部(2)について, この RNA の DNA 認識配列はある程度以上の長さを必要とするが, その理由を述べよ.

問 4 下線部(3)について, この法律の通称名を記せ.

B 巻貝であるヨーロッパモノアラガイは雌雄同体で、貝殻の巻型に優性の右巻と劣性の左巻の2つの形質がある。巻型は1つの遺伝子座の遺伝子によって決定されており、卵をつくる個体の遺伝子型によってその卵から発生する個体の巻型が決まる。⁽⁴⁾ 左右の巻型の違いは図1に示すように、第3卵割により4細胞から8細胞になると、細胞の配置の違いとして明確になる。この卵割では大きさの等しい4細胞のそれぞれが大きさの異なる2つの細胞に分裂するが、小さい細胞が大きい細胞に対して、将来右巻となる貝では右側にねじれた方向に、左巻となる貝では左側にねじれた方向に位置するようになる。第3卵割時にガラス棒を使って人為的に細胞の配置を変えると巻型を変更できる。⁽⁵⁾

細胞分裂には細胞骨格が関与することが知られている。細胞骨格の重合に関わる阻害剤を使った実験では、紡錘糸や繊毛を構成する 3 の重合阻害剤は、右巻・左巻とも8細胞期の細胞の配置に影響しなかった。一方、細胞質分裂や原形質流動に関わる 4 の重合阻害剤は、右巻となるはずの貝の第3卵割の分裂の向きに(その結果として8細胞期の細胞の配置に)影響を及ぼし、左巻へと変化させた。純系の左巻の貝では、ゲノム配列の解析により、4 の重合に関わる *D* 遺伝子座に突然変異が発見され、この遺伝子産物が機能していないことがわかった。さらに、純系の右巻の貝を用いてゲノム編集により *D* 遺伝子を破壊することにより、*D* 遺伝子の産物が第3卵割の分裂の向きを制御して貝殻の巻型を決定していることが確認された。⁽⁶⁾

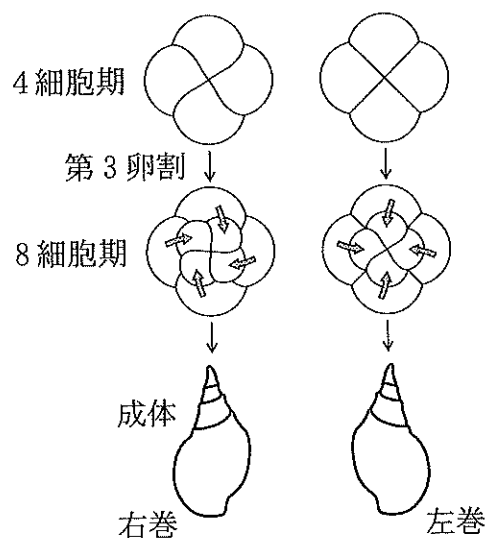


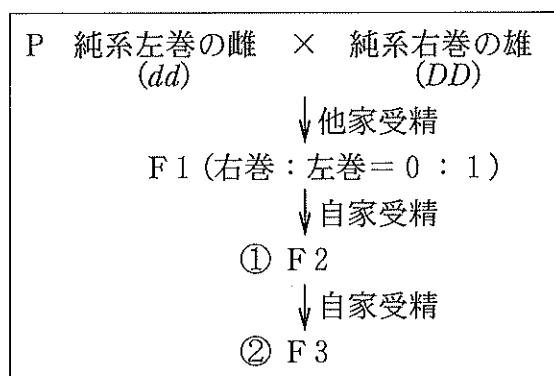
図1

純系の優性・右巻の貝(遺伝子型を DD とする), および純系の劣性・左巻の貝(遺伝子型を dd とする)を用いて, 以下に示す実験 1~4 を行った. 雌雄同体であるこの貝は, 他家受精・自家受精のどちらの様式も行う. 他家受精では, それぞれ別の個体でつくられた卵と精子が受精する. ここでは卵を供与する個体を雌, 精子を供与する個体を雄とする. 自家受精では, 1つの個体でつくられた卵に精子が受精する. どちらの受精様式においても, どの個体からも遺伝子型や表現型にかかわらず同数の子孫が得られるとし, P(親)のかけあわせでは他家受精が, F1(雑種第1代)以降のかけあわせでは自家受精のみが行われたとする. 遺伝子型の割合, $DD : Dd : dd$ は $2 : 1 : 0$, 巻型の割合, 右巻 : 左巻は $1 : 0$ のように記せ.

問 5 文中の 3, 4 に当てはまる適切な語句を記せ.

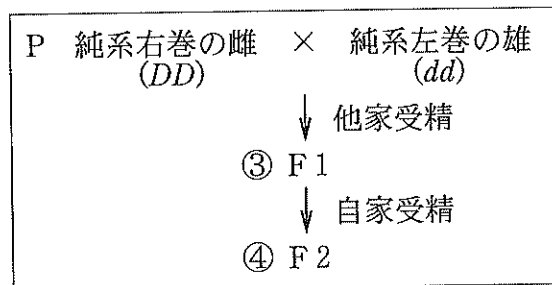
問 6 下線部(4)に関して, 卵をつくる個体の遺伝子型によって次世代の表現型が決定する理由として考えられることを述べよ.

問 7 実験 1 では, 純系左巻の雌と純系右巻の雄を P(親)として, F1(雑種第1代)~F3(雑種第3代)を得た. ① F2 と, ② F3 の遺伝子型と巻型の割合を記せ. なお, 新たな突然変異は起こらないものとする.



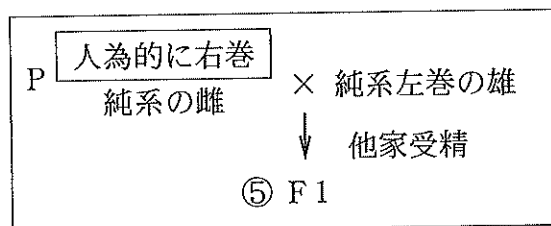
実験 1

問 8 実験 2 では、純系右巻の雌と純系左巻の雄を P(親)として、F1 (雑種第 1 代)、F2 (雑種第 2 代)を得た。③ F1 と、④ F2 の遺伝子型と巻型の割合を記せ。なお、新たな突然変異は起こらないものとする。



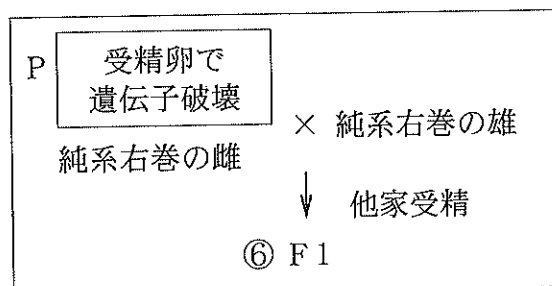
実験 2

問 9 実験 3 では、純系の *dd* の卵に対して下線部(5)の操作を行ったため右巻となった雌と、純系左巻の雄を交配した。⑤ F1 の巻型の割合を記せ。なお、新たな突然変異は起こらないものとする。



実験 3

問10 実験 4 では、下線部(6)の操作により *D* 遺伝子座の 2 つの対立遺伝子を受精卵で破壊した純系右巻の雌と、純系右巻の雄を交配した。⑥ F1 の巻型の割合を記せ。



実験 4

— 余 白 —

(このページに問題はありません)

【4】 次のA, Bの文を読み, 問1～問6に答えよ.

A ヒトの体内環境は, 各器官へ命令を伝える自律神経系と, ホルモンを介して各器官を調節する によって維持されている. これらは, 脳の にある視床下部によって意識とは無関係に調節されている.

自律神経系は, 交感神経と副交感神経の2種類からなる. 交感神経は, 主に活発な状態や興奮した状態のときにはたらき, 副交感神経は主に休息時などのリラックスしている状態のときにはたらく. 多くの場合, 両者は相反する拮抗した支配によって内臓などはたらきを調節している. 交感神経は, すべて から出て内臓などの器官に分布している. 一方, 副交感神経は脳の から出て眼に, 脳の から出て心臓などに, の下部から出て大腸などに分布している. 交感神経の末端からは主として が, 副交感神経の末端からは主として が分泌され, これらの物質は と総称される.

ホルモンは, 内分泌腺などから血液中に放出され, 特定の器官(標的器官)に⁽¹⁾作用して一定の変化を起こさせる. 標的器官には標的細胞があり, 特定のホル⁽²⁾モンに結合する受容体が存在する.

問 1 文中の ~ に当てはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部(1)について, (A)成長ホルモン, (B)バソプレシン, (C)糖質コルチコイド, (D)パラトルモンを分泌する内分泌腺の名称と, それぞれのホルモンのはたらきを記せ.

問 3 下線部(2)について, ステロイドホルモンが細胞に作用するしくみを, 「細胞膜」と「受容体」という 2 つの語句を用いて説明せよ.

B 鳥類や哺乳類などの恒温動物では、環境の変化に関係なく体温は一定の範囲に保たれている。皮膚や血液の温度が変化すると、視床下部の体温調節中枢が感知し、交感神経のはたらきにより、皮膚の毛細血管を収縮させるなどして体温が調節される。⁽³⁾

また、さまざまなホルモンの作用により肝臓や筋肉などで物質の分解が促進され、それに伴って熱が発生する。例えば、甲状腺から分泌されるチロキシンは、筋肉での物質の分解を促進する。チロキシンが体内で不足すると視床下部で感知され、放出ホルモンが分泌される。放出ホルモンは脳下垂体前葉に作用し、甲状腺刺激ホルモンの分泌を促す。この甲状腺刺激ホルモンは、甲状腺に作用し、チロキシンの分泌を促す。分泌されたチロキシンは標的細胞に作用し代謝を促進するが、同時に、視床下部と脳下垂体前葉のホルモンの分泌を抑制する。

視床下部や脳下垂体前葉、甲状腺からの上記ホルモンの分泌量低下などの障害⁽⁴⁾が起こると、血液中のチロキシン濃度が低下する。視床下部、脳下垂体前葉、甲状腺のいずれか1つで生じた。ホルモン分泌量低下の障害により、血液中のチロキシン濃度が低くなったマウスを用意し、以下の実験1と2を行い、その結果を表1にまとめた。

なお、複雑な機構により、実験2において甲状腺に障害があるマウスに放出ホルモンを投与しても、血液中の甲状腺刺激ホルモン濃度は、投与前と投与後で変わらない(表1)。

実験 1 : 血液中の甲状腺刺激ホルモンの濃度を測定し、正常なマウスと比較した。

実験 2 : 放出ホルモンを投与し、甲状腺刺激ホルモンの濃度を投与前と投与後で比較した。

障害の部位	視床下部	脳下垂体前葉	甲状腺
実験 1	低い	A	B
実験 2	C	D	変わらない

表 1 : 実験 1, 2 における血液中の甲状腺刺激ホルモン濃度の比較

問 4 下線部(3)について、毛細血管の変化以外で、皮膚において(A)体温を上昇させるしくみ、(B)体温を低下させるしくみを述べよ。

問 5 下線部(4)について、甲状腺刺激ホルモンの分泌量の低下以外で、血液中のチロキシン濃度を低下させる脳下垂体前葉の障害として考えられるものを述べよ。

問 6 実験 1, 2 について、表 1 の A~D に当てはまる、血液中の甲状腺刺激ホルモンの変化として適切なものを以下の(ア)~(ウ)から 1 つ選び、その記号をそれぞれ記せ。

(ア) 高い

(イ) 低い

(ウ) 変わらない

【5】 次のA, Bの文を読み, 問1～問10に答えよ.

A 胚発生や器官発生では, さまざまな時期に誘導と呼ばれる現象が見られる.

例えば, 胚発生⁽¹⁾の初期に見られる誘導現象は, 両生類の胞胚を用いた実験で確かめられた. この実験では, 胞胚の動物極のアニマルキャップと呼ばれる領域と植物極の領域を切り出し, 以下の2つの実験を行った.

実験1: それぞれの領域を単独で培養する

実験2: 2つの領域を接着させて培養する

その結果, 実験1では, アニマルキャップは 性の組織に, また植物極の領域は 性の組織に分化した. 一方, 実験2では, 新たに 性の組織が分化した. この誘導では, ノーダルと呼ばれるタンパク質⁽²⁾が誘導シグナルとしてはたらいていると考えられている.

さらに発生が進行して器官形成の段階になると, 誘導が連鎖的に起こることによって複雑な器官が形成される. 例えば, 眼の発生では, 神経管の前方部分が に分化し, その一部が左右に膨らんで1対の を生じる. はその前端部がくぼんで となる. この過程には表皮(表皮外胚葉)による誘導がはたらいていると考えられている. 同時に は表皮外胚葉から水晶体を誘導し, それ自体は に分化する. さらに, 水晶体は隣接する表皮外胚葉にはたらきかけて, を誘導する.

問 1 文中の ~ に当てはまる適切な語句を記せ.

問 2 文中の ~ に当てはまる語句を以下の (ア) ~ (ウ) から選
び, その記号を記せ.

(ア) 外胚葉 (イ) 中胚葉 (ウ) 内胚葉

問 3 下線部 (1) について, 発生における誘導という現象を説明せよ.

問 4 正常発生において, 外胚葉, 中胚葉, 内胚葉の各組織から将来分化する組
織または器官名を以下の (ア) ~ (カ) から 2 つずつ選び, その記号を記せ.

(ア) 筋 肉 (イ) 胃の上皮 (ウ) 肺の上皮
(エ) 脊 髄 (オ) 腎 臓 (カ) 交感神経

問 5 下線部 (2) について, (A) ノーダルタンパク質がつくられる領域と, (B) それ
が作用する領域を記せ.

B 発生過程では、ある特定の時期に一定の細胞群が自発的に死に至り、そのことによって正常な器官が形成されることが知られている。このような細胞死は 6 と呼ばれ、その大部分はアポトーシスであると考えられている。⁽³⁾ アポトーシスが起るしくみは解明されていて、進化の過程で良く保存されている。発生過程では、何らかの環境の要因によってアポトーシスが引き起こされると考えられている。

鳥類や哺乳類の四肢形成過程では、まず肢芽と呼ばれる小さな肢の原基が形成され、これが次第に伸長し、その先端部に指がつくられる。肢芽は中胚葉と表皮外胚葉から構成されている。水かきにあたる指間の組織が、ニワトリでは、アポトーシスを起こして消失する。近縁種であるアヒルではこの部分はアポトーシスを起こさず、水かきとなる。アポトーシスが起るメカニズムを調べるために、まだ肢芽の段階のニワトリとアヒルの胚を用意して、それぞれの後肢芽で、表皮外胚葉とは中胚葉を図1のように組合せ、さらにふ卵を続けて発生させる実験をおこなった。その結果が図1に示されている。

中枢神経系の発生においては、⁽⁴⁾神経細胞(ニューロン)は標的細胞とつながないとアポトーシスを起こすことが知られている。この機構により、標的細胞とつながらない神経細胞は排除され、適正な数の神経細胞が生存すると考えられる。この現象を調べるために、ニワトリ胚を用いて、主に後肢芽を支配する脊髄の特定の位置にある脊髄運動ニューロンの数を、ふ卵日数を追って数える実験を行った。その結果、図2のように、ふ卵6～9日の間に急激に脊髄運動ニューロンの数が減少する⁽⁵⁾という結果を得た。さらに、4日胚のニワトリの後肢芽を切除して発生させ、同様の実験を行った。⁽⁶⁾

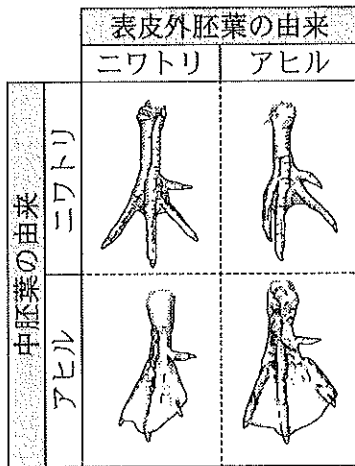


図 1

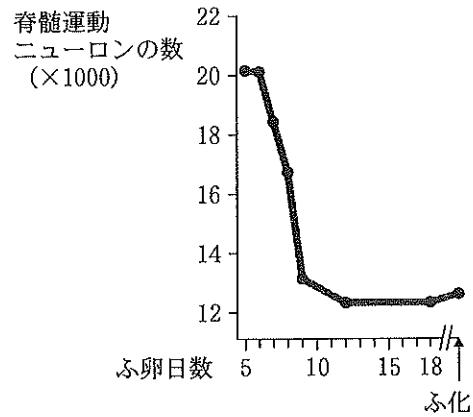


図 2

問 6 文中の 6 に当てはまる適切な語句を記せ.

問 7 下線部(3)について、アポトーシスを起こした細胞の特徴を述べよ.

問 8 下線部(4)について、この実験結果から、指間組織にアポトーシスを誘導すると考えられる胚葉の名称を記せ.

問 9 下線部(5)について、急激に脊髄運動ニューロンの数が減少した理由として考えられることを述べよ.

問10 下線部(6)について、この実験の予想される結果を述べよ.