

奈良県立医科大学 後期

平成 30 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 ~ 10	2 枚	左の3科目のうちから 2科目を選択せよ。
生 物	11 ~ 26	2 枚	
物 理	27 ~ 38	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(7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. 物理を選択するものは、必要な計算等を解答用紙中の計算用余白で行え。採点の参考にする。
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。

生 物

【1】 次の文を読み、問1～問7に答えよ。

タンパク質には細胞質基質ではたらくもの、いろいろな細胞小器官ではたらくもの、細胞膜ではたらくもの、細胞外に分泌されてはたらくものがある。細胞質基質ではたらくタンパク質としては、神経細胞において、細胞体から軸索末端への物質輸送に関与するモータータンパク質である [1] や、軸索末端から細胞体への物質輸送に関与するモータータンパク質である [2] ，これらのタンパク質が足場とする微小管を構成する [3] がある。筋肉細胞において、筋原繊維を構成する太いフィラメントの構成タンパク質である [4] や、細いフィラメントの構成タンパク質である [5] ，筋肉の弛緩時にトロポニンとともに筋収縮を妨げているタンパク質である [6] も細胞質基質ではたらくしている。一方、酸化リン酸化の最終段階で機能する膜タンパク質 [7] は、エネルギー⁽¹⁾産生で主要な役割を果たす細胞小器官である [8] において⁽²⁾はたらくしている。また、DNAの複製においてヌクレオチドをつなげるタンパク質である [9] ，岡崎フラグメントを最終的に結合させるタンパク質である [10] ，転写において基本転写因子を認識しヌクレオチドをつなげるタンパク質である [11] は、DNAの複製や転写が行われる細胞小器官である [12] において機能している。このような細胞質基質や [8] ， [12] ではたらくタンパク質は細胞質基質に遊離したりリボソームで合成された後に、各細胞小器官に運ばれる。これらのタンパク質とは異なり、免疫⁽³⁾に関するタンパク質や神経系の情報伝達に機能するタンパク質の多くは細胞膜ではたらく⁽⁴⁾か、細胞外に分泌されてはたらく。これらのタンパク質は基本的には粗面小胞体上⁽⁵⁾のリボソームで合成された後に、小胞体に取り込まれるか、小胞体の膜に埋め込まれる。その後、このようなタンパク質の多くは小胞の形で運ばれ、一部の小胞は細胞膜と融合し、小胞内のタンパク質が細胞外へと分泌されたり、小胞膜内のタンパク質が細胞膜タンパク質⁽⁶⁾となり機能する。

問 1 文中の 1 ~ 12 に適切な細胞小器官またはタンパク質の名称をそれぞれ記せ.

問 2 下線部(1)について、この反応において、電子と H^+ を与える物質のうち (A)解糖系でもクエン酸回路でも生成される物質の名称、(B)解糖系では生成されず、クエン酸回路において生成される物質の名称、(C) H^+ が最終的に結合する分子の名称をそれぞれ記せ.

問 3 下線部(2)について、この細胞小器官で酸化的リン酸化により大量に生成される物質が、(A)細胞内での物質輸送や細胞小器官の輸送、(B)筋収縮、(C)神経系での活動電位の発生、(D)転写において果たす役割をそれぞれ記せ.

問 4 下線部(3)について、(A)自己・非自己の認識に利用される、脊椎動物の個体に固有な膜タンパク質の名称、(B)ヒトにおけるこの膜タンパク質の名称、(C)自然免疫において細菌やウイルスを認識する受容体の名称をそれぞれ記せ.

問 5 下線部(4)について、(A)細胞内外で Na^+ と K^+ の濃度差を生じさせている膜タンパク質の名称、(B)活動電位の発生において細胞内外の電位が逆転するために必要な膜タンパク質の名称、(C)活動電位の発生において膜電位が元に戻るために必要な膜タンパク質の名称をそれぞれ記せ.

問 6 下線部(5)について、(A)リボソームが表面に付着していない小胞体の一般的な名称、(B)筋原繊維を取り囲む特殊な小胞体の名称をそれぞれ記せ.

問 7 下線部(6)について、(A)ゴルジ体などから分離した小胞が細胞膜と融合して内部の物質を細胞外へ放出する現象の名称、(B)細胞膜が内部に陥入して、大きな分子や細菌などの異物を細胞内に取り込む現象の名称をそれぞれ記せ.

【2】 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

植物は、光合成を行う多細胞の真核生物であり、主に陸上を生活の場としているので、陸上植物と呼ばれることもある。植物以外で光合成を行う真核生物は、一般的に と呼ばれ、五界説では に分類されている。

植物の核相に着目すると、配偶子を作る 世代は配偶体、⁽¹⁾ 孢子を作る 世代は孢子体と呼ばれる。植物では、これらの時期が交互に繰り返されるものが多い。⁽²⁾

陸上植物の直接の祖先の仲間と考えられている は、多細胞の孢子体をもたない。そのため、孢子体は、陸上の環境に適応した構造をしているといえる。陸上植物では、生活の主体が配偶体から孢子体へと変化し、配偶体は小型化して孢子体に保護されるように進化した。図1は植物の特徴の比較などから描かれた系統樹である。進化に伴って、陸上植物はより乾燥にも適応するようになった。例えば、 植物や 植物と比べて、 植物や 植物は、より乾燥に適した生殖方法をもつようになった。⁽³⁾ さらに、 植物は、この植物のみがもつ受精様式を獲得し、より繁栄したと考えられる。⁽⁴⁾

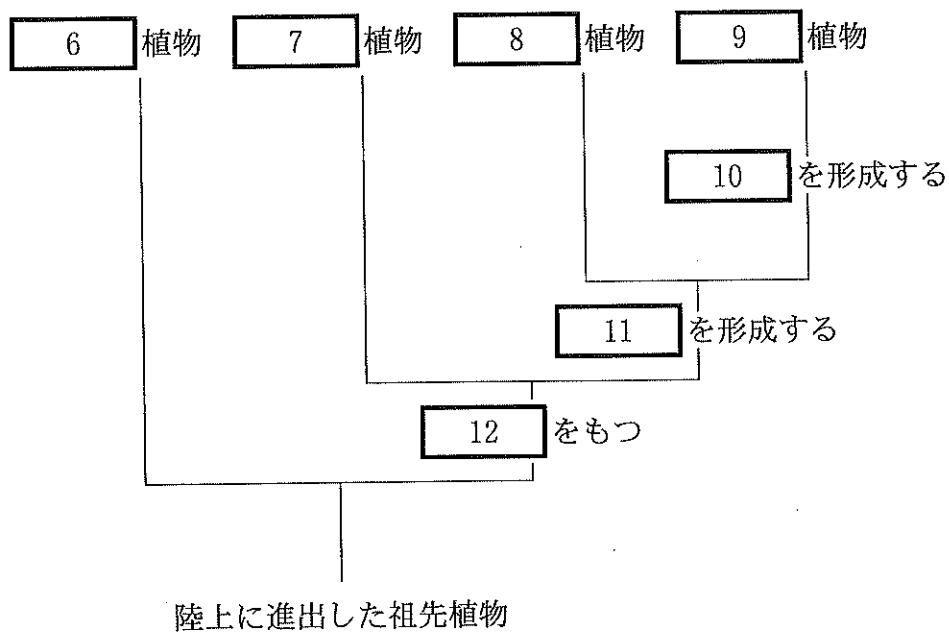


図1

問 1 本文中および図中の ~ に適切な語句をそれぞれ記せ。

問 2 下線部(1)について、植物の孢子体から孢子ができるときに共通にみられる現象の名称を記せ。

問 3 下線部(2)について、この現象の名称を記せ。

問 4 植物と 植物の胚乳の核相を下記から選んでそれぞれ記せ。

n, 2n, 3n, 4n, 5n, 6n

問 5 下線部(3)について、乾燥に適応するために生じた生殖方法の変化を具体的に記せ。

問 6 下線部(4)について、この受精様式の名称を記せ。また、この受精様式をもったことで得られる利点を記せ。

【3】 次のA、Bの文を読み、問1～問12に答えよ。

A 地球上に最初に出現した生物は [1] 生物で、海中に [2] していたと考えられている。原始生物はその生命活動の中で必要な物質を海中より [3] し、代謝産物を海中へ [4] して生体内の環境を維持していたと考えられる。しかし、生物が [5] 化かつ巨大化してくると、このような機能を果たす上で物理的な困難が生じた。生命活動に必要な物質の [6] や代謝産物の [7] は生物の生存に影響を及ぼす。このため生物は細胞外液などの体液として、細胞周囲に海水に類似した環境を作り、この⁽¹⁾ 体液の状態を一定に保つしくみを発達させた。特に生物が陸上に進出するため⁽²⁾ には、このしくみ発達が非常に重要であったと考えられる。

水生動物の体液の浸透圧も、それぞれの動物において様々な方法で調節されている。図1はある淡水生硬骨魚類(a)、海水生硬骨魚類(b)、海水生軟骨魚類(c)の体液の浸透圧を、海水と淡水の浸透圧と比較して棒グラフで表したものである。aでは体液の浸透圧は環境水(淡水)より [8] ので、水が体外から体内に侵入する。そのため、体液より [9] な尿を多量に排出し、⁽³⁾ 塩類を能動的に吸収することにより、浸透圧を保っている。 bでは体液の浸透圧は環境水(海水)より [10] ので、水が体内から体外へ絶えず出て行く傾向にある。そのため塩類を能動的に排出している。cでは⁽⁴⁾ 窒素代謝物を体液に溶かすことにより浸透圧を調節している。 図1の棒グラフcの白抜き部分はこの窒素代謝物による浸透圧を示している。浸透圧を調節する能力は動物によって異なっている。図2は実験的に塩濃度の異なる溶液中にコイとウナギをおいたときの、溶液の浸透圧変化に対する体液の浸透圧変化を表したグラフである。⁽⁵⁾ この変化はそれぞれの生活史を反映している。

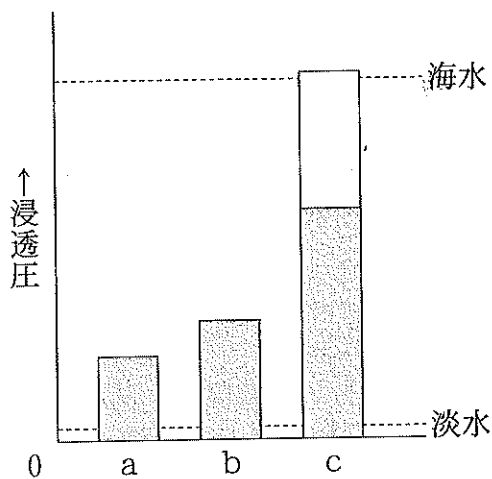


図1

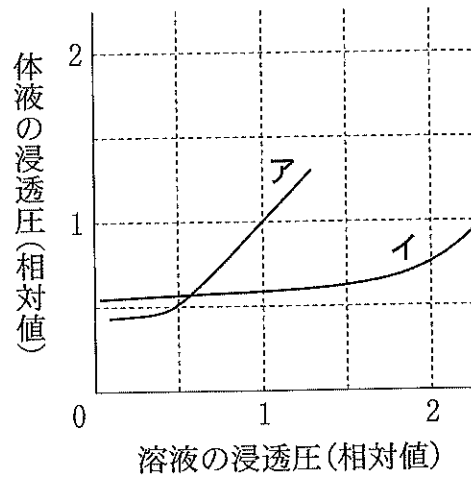


図2

問1 ~ に当てはまる語句を下記から選び、それぞれ記せ。

単細胞 固着 低い 排泄 蓄積 低張 等張
 多細胞 浮遊 高い 摂取 欠乏 高張

問2 下線部(1)について、(A)このしくみの名称、(B)ヒトでの細胞外液の名称をそれぞれ記せ。

問3 下線部(2)について、生物が陸上へ進出できた一連の環境変化を説明せよ。

問4 下線部(3)について、塩類の吸収をおこなう腎臓以外の器官の名称を記せ。

問5 下線部(4)について、この窒素代謝物は哺乳類の尿中に含まれるものと同じ物質である。哺乳類でこの物質が作られる器官の名称を記せ。また、硬骨魚類および鳥類において排泄物中の主要な窒素代謝物の名称を記せ。

問6 図1のグラフにおいて、cの体液の浸透圧は海水の浸透圧よりわずかに高くなっている。この利点を述べよ。

問7 図2のグラフにおいて、ア、イの動物名をそれぞれ記せ。また、その動物であると考えた理由を、下線部(5)の観点から述べよ。

B 哺乳類において、体液量や体液濃度は主に腎臓という器官によって調節されている。ヒトの腎臓は、腹部背側に左右一対あり、そこには [11] と呼ばれる構造が、約 100 万個ほど存在している。[11] は [12] とそこから伸びる [13] からなる。[12] は毛細血管が球状に密集した [14] とこれを囲む [15] からなる。腎臓に入った血液は、[14] からこし出されて、これを囲む [15] に入る。このこし出された液体を原尿という。血液中の物質のうち、水分・無機塩類・グルコース・老廃物はろ過されるので、原尿に含まれるが、血球や血しょうタンパク質などはろ過されない。その後原尿が [13] や [16] を流れる間に、体に必要な物質は毛細血管中に再吸収され、老廃物は再吸収されにくいため濃縮され、⁽⁶⁾尿として体外に排出される。

原尿の生成量を計算するには、イヌリンと呼ばれる物質が用いられる。イヌリンは [15] にこし出されるが、[13] ではほとんど再吸収されない。したがって、イヌリンを血管内に投与し、その後、尿中に排出されるイヌリン量と、血しょう中のイヌリン濃度を測定すれば、原尿の生成量がわかる。表 1 はある人の腎臓での再吸収を調べるために行った実験の結果で、血しょうと尿における物質の濃度の測定値を示している。尿は測定した 15 分間で 17 mL 生成されたものとする。

表 1

成分	血しょう中の濃度 (mg/mL)	尿中の濃度 (mg/mL)
イヌリン	0.10	12.0
尿 素	0.30	20.0
グルコース	1.00	0.00

問 8 ~ に適切な語句をそれぞれ記せ.

問 9 下線部(6)について、再吸収を制御しているホルモンである、(A)パソプレシンと、(B)硬質コルチコイドについて、それぞれのホルモンを分泌する器官の名称とそれぞれのホルモンのはたらきを記せ.

問10 この人の、(A)イヌリンの濃縮率、(B)尿素の濃縮率を計算し、小数点以下を四捨五入して、整数でそれぞれ記せ.

問11 測定した15分間で、(A)こし出された原尿量、(B)再吸収されたグルコース量を計算し、それぞれ記せ.

問12 測定した15分間で、(A)原尿中の水分量に対する、再吸収された水分量の比率(%), (B)原尿中の尿素の量に対する、再吸収された尿素の量の比率(%), を計算し、小数点以下を四捨五入して、整数でそれぞれ記せ.

【4】 次のA, Bの文を読み, 問1～問13に答えよ。

A ヒトの体は, 病原体や有害物質などの非自己の物質(異物)が体内へ侵入するのを防いだり, 侵入した異物を排除したりするしくみをもっている。これを免疫という。体内に侵入した異物に対しては, 生まれつき備わっている や, 生後獲得する がはたらく。 の主なはたらきは食作用であり, 主に3種類の食細胞が異物を直接取り込み, 消化や分解することによって異物を排除する。 で重要な役割を果たしているT細胞やB細胞といったリンパ球は, 骨髄にある という細胞から作られるが, T細胞はさらに に移動して成熟する。リンパ球は体内の異物を ⁽²⁾抗原として認識し, ⁽³⁾特異的な抗体を産生する。抗原と抗体が結合した複合体は, 食作用によって排除される。 体内に同じ抗原が再び侵入した場合, 記憶細胞として一部残っていたT細胞やB細胞が直ちに活性化してはたらく。このような, 2回目以降の急速で強い免疫応答を といい, このしくみを と呼ぶ。特定の病原体による病気を予防するための予防接種は, このしくみを利用している。この場合には, 抗原として死滅あるいは弱毒化したウイルスや細菌を接種して, あらかじめ体内に抗体をつくらせておく。この抗原を という。

ABO式血液型において, 異なる型の血液を混合すると, 通常, 赤血球の凝集が起るが, ⁽⁴⁾これも抗原抗体反応によるものである。この場合, 抗原は と呼ばれ, 抗体は と呼ばれる。 は赤血球の表面に存在する糖鎖である。O型のヒトの赤血球では糖鎖の末端にフコースという単糖が結合しており, このような糖鎖をH抗原と呼ぶ。A型のヒトの赤血球では, H抗原に加えて, A抗原が存在する。A抗原とは, H抗原にN-アセチルガラクトサミンという単糖が付加したものである。B型のヒトの赤血球ではH抗原に加えて, B抗原が存在する。B抗原は, H抗原にガラクトースという単糖が付加したものである。AB型のヒトの赤血球では, H抗原, A抗原, B抗原の3種類が存在している。これらの抗原が細胞表面に存在しない場合に, その仕組みは不明であるが, として存在しない抗原に対する抗体が産生される。

問 1 文中の 1 ~ 9 に適切な語句をそれぞれ記せ.

問 2 下線部(1)について, この3種類の食細胞の名称を記せ.

問 3 下線部(2)について, 成熟過程で自己の抗原に関する抗体が除かれる. この結果生じる状態の名称を記せ.

問 4 下線部(3)について, 体液性免疫において異物が抗原として認識され最終的に排除されるまでのしくみを説明せよ.

問 5 下線部(4)について, 赤血球をそれぞれの血液型の血液に混ぜたときに, 凝集を引き起こさない赤血球の血液型をすべて記せ.

問 6 下線部(4)について, 血液をそれぞれの血液型の赤血球と混ぜたときに, 凝集を引き起こさない血液の血液型をすべて記せ.

B 赤血球表面の H 抗原にどのような単糖が付加されるかは、9 番染色体上の A 遺伝子、B 遺伝子、O 遺伝子と呼ばれる 3 つの対立遺伝子によって決定される。A 遺伝子は H 抗原に N-アセチルガラクトサミンを付加する 354 アミノ酸からなる酵素をコードしている。B 遺伝子は、A 遺伝子に複数の変異が起きた結果、H 抗原に N-アセチルガラクトサミンのかわりにガラクトースを付加する酵素をコードしている。O 遺伝子では A 遺伝子の 1 塩基が欠失する変異が起きている。その結果、⁽⁵⁾O 遺伝子の成熟 mRNA は、A 遺伝子の成熟 mRNA の 261 番目のシトシンが欠失したものとなっている。この O 遺伝子は 117 アミノ酸からなるタンパク質をコードしている。A 遺伝子においてある特殊な変異が生じたものは、⁽⁶⁾H 抗原にガラクトースを付加することも、N-アセチルガラクトサミンを付加することもできる酵素をコードする。結果として、この遺伝子をもつヒトの赤血球では、H 抗原、A 抗原、B 抗原の 3 種類が存在する。この変異遺伝子をここでは C と呼ぶ。

これらとは別に、ABO 式血液型に関与するものとして、h 遺伝子があげられる。H 遺伝子と h 遺伝子は 1 組の対立遺伝子である。多くの場合、ヒトは 19 番染色体に H 遺伝子を少なくとも 1 つもっているが、h 遺伝子を 2 つもっている場合、この個体は糖鎖末端へのフコースの付加活性をもたないため、H 抗原が形成されない。そのため、通常は存在しない抗体が産生される。

ABO 式血液型の判定方法として、抗 A 抗体を含む血清 (抗 B 抗体は含まない)、および抗 B 抗体を含む血清 (抗 A 抗体は含まない) を対象者の血液と反応させて凝集反応の有無により判定する方法がある。この方法をオモテ検査と呼ぶ。一方で対象者の血液の血清を用いて、A、B、O の各型の赤血球との凝集反応の有無により判定する方法もある。この方法をウラ検査と呼ぶ。⁽⁷⁾オモテ検査とウラ検査の結果が一致した場合に血液型が確定する。

問 7 下線部(5)について、このような突然変異の名称を記せ。

問 8 遺伝子型が HHAO の父親と, HHAB の母親から生まれてくる子供のオモチ検査で判定される ABO 式血液型について、それぞれの血液型になる確率は何%であるか記せ。なお、突然変異は起こらないものとする。

問 9 下線部(6)について、遺伝子型が HHCO のヒトの血液型について、オモチ検査で判定される ABO 式血液型を記せ。

問10 遺伝子型が HHAO の父親と HHCO の母親から生まれてくる子供のオモチ検査で判定される ABO 式血液型について、それぞれの血液型になる確率は何%であるか記せ。なお、突然変異は起こらないものとする。

問11 遺伝子型が hhBC のヒトの血液型について、オモチ検査で判定される ABO 式血液型を記せ。

問12 遺伝子型が HhAO の父親と hhBC の母親から生まれてくる子供のオモチ検査で判定される ABO 式血液型について、それぞれの血液型になる確率は何%であるか記せ。なお、突然変異は起こらないものとする。

問13 下線部(7)について、この方法により血液型が確定しない遺伝子型について、その遺伝子型とオモチ検査、ウラ検査の結果について具体的に説明せよ。

【5】 次のA, Bの文を読み, 問1～問8に答えよ.

A 無脊椎動物である節足動物の体には, 明瞭な分節構造が見られる. これは, 分節単位の繰り返しに加えて, 分節ごとの特殊化と捉える事ができる. 例えば昆虫では, 触覚は頭部体節に, 肢は胸部体節に形成されるように, 特定の体節に特定の構造が発生する. 同じような分節構造が脊椎動物にも存在し, 発生中の胚では成体に比べてより明瞭な分節性が見られる.

脊椎動物の体の中軸構造をつくっているのは脊柱とそれに付随する筋肉であり, 体の柔軟な運動や複雑な姿勢の保持を可能にしている. 脊柱は多数の脊椎骨が連なる骨格構造で, 脊椎骨という基本となる骨単位の繰り返しに加えて, 前後方向(頭尾方向)の位置による脊椎骨の構造の特殊化と見ることができる. 例えば, 胸部の脊椎骨にだけ肋骨が形成される. 脊柱の内部には中枢神経が通っており, 末梢神経を介して筋肉や皮膚組織と連絡している.

このような脊椎動物の中軸構造がどのように発生するのかを調べてみると, 初期の胚では脊柱はまだ形成されておらず, 神経管とその腹側に脊索があり, ⁽¹⁾ 神経管の両側には体節が存在する. 神経管や脊索が前後軸(頭尾軸)に沿って連続した構造であるのに対して, 体節は竹の節のように前後にくびれのある構造で, 発生の進行にともなって尾部側に新しい体節が次々と形成される. 形成された各体節は, 発生が進むと元の頭尾方向の位置に対応した構造上の特徴を持つ. このような頭尾軸に対応した特徴を決定することに関わっている一群の調節遺伝子の存在が知られている. ⁽²⁾

問 1 脊椎動物の初期の胚にみられる分節構造には、体節以外にどのようなものがあるか、1つ記せ。

問 2 下線部(1)について、本文を参考にして、胚の横断面を図示せよ。なお、下線部にある構造だけでなく、他の主要な構造も描け。また、描いたすべての構造の名称を図中に記せ。動物の種は問わない。図は解答用紙の上が胚の背側になるように描くこと。

問 3 下線部(2)について、(A)これらの遺伝子の名称、(B)これらの遺伝子からつくられるタンパク質のはたらき、(C)これらの遺伝子に共通した遺伝子構造上の特徴をそれぞれ記せ。

B 発生が進むと、各体節はさらに発生運命の異なるいくつかの領域に分かれる。腹側は将来の骨組織となる領域で、背側は将来の骨格筋や真皮になる領域⁽³⁾であり、発生とともにこれらの領域内の細胞は骨や骨格筋、真皮に発生する。このように体節内の部位によって発生する組織が異なるのは、周囲の組織から⁽⁴⁾のはたらきによるものと考えられている。このことを調べるために、ニワトリ胚において、形成されたばかりの体節を用い、組織培養および組織の移植操作による以下の実験 1～5 を行った。

[実験 1] 予定骨領域や予定筋肉領域をそれぞれ単独で培養すると、骨細胞や筋肉細胞は分化しなかった。

[実験 2] 予定筋肉領域を神経管および表皮と隣接させて培養すると、筋肉細胞が分化した。

[実験 3] 予定骨領域や予定筋肉領域をそれぞれ脊索と隣接させて培養すると、どちらにも骨細胞が分化した。

[実験 4] 同じ発生ステージのニワトリ胚を 2 つ用意し、1 つの胚から発生したばかりの体節を取り出し、背と腹を逆転させて別の胚の同じ位置に移植した。このとき、移植される胚からはあらかじめ対応する体節を除去しておいた。その結果、正常な胚と同様の発生が観察された。

[実験 5] 発生したばかりの胸部体節を胚から切り出して、5 番目の頸部体節と交換移植して、胚を発生させたところ、頸部へ移植された体節からは肋骨をもった脊椎骨が発生し、胸部へ移植された体節からは肋骨をもたない脊椎骨が発生した。

- 問 4 下線部(3)について、皮膚の主要な構成組織は表皮と真皮である。表皮と真皮の形態上の違いについて、それぞれが分類される組織の名称とその特徴を述べよ。
- 問 5 実験 1～4 の結果から、体節の発生に関して推測できることを簡潔に述べよ。
- 問 6 予定骨領域を神経管および表皮と隣接させて培養したときに分化することが予想される細胞の種類を記せ。
- 問 7 下線部(4)について、体節の周囲組織のはたらきが、周囲組織から分泌された分子による効果か、あるいは直接接触していることが必要かどうかを調べたい。実験 1～3 に追加するべき実験として、考えられるものを述べよ。
- 問 8 実験 5 の結果から、体節の発生に関して考えられることを簡潔に述べよ。