

平成29年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

人間学群 (教育学類, 心理学類, 障害科学類) ※1科目選択で60分

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)

※地球学類で地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)

情報学群 (情報科学類)

(知識情報・図書館学類) ※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)

(看護学類) ※1科目選択で60分

目 次

物	理	1
化	学	8
生	物	20
地	学	31

注 意

- 1 問題冊子は1ページから40ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
教 育 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
心 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
障 害 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
生 物 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生 物 資 源 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
地 球 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択
数 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応 用 理 工 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
工 学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
情 報 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知 識 情 報 ・ 図 書 館 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
看 護 学 類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
医 療 科 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

生 物

I 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

およそ 21 億年前に誕生して以来、真核生物は様々な系統群に多様化しながら進化してきた。これまで真核生物は、五界説のもとで動物界、植物界、菌界、原生生物界の4つに分類されてきた。^(a)しかし近年になり、分子系統解析が生物の系統関係を調べる手段として一般的になると、真核生物に少なくとも8つの大きな系統群^(b)(オピストコンタ、アミーボゾア、エクスカバータ、アーケプラスチダ、ハクロビア、アルベオラータ、ストラメノパイル、リザリア)が認識されるようになった(図1)。かつての動物界と菌界はオピストコンタに、植物界はアーケプラスチダにそれぞれ含まれる。

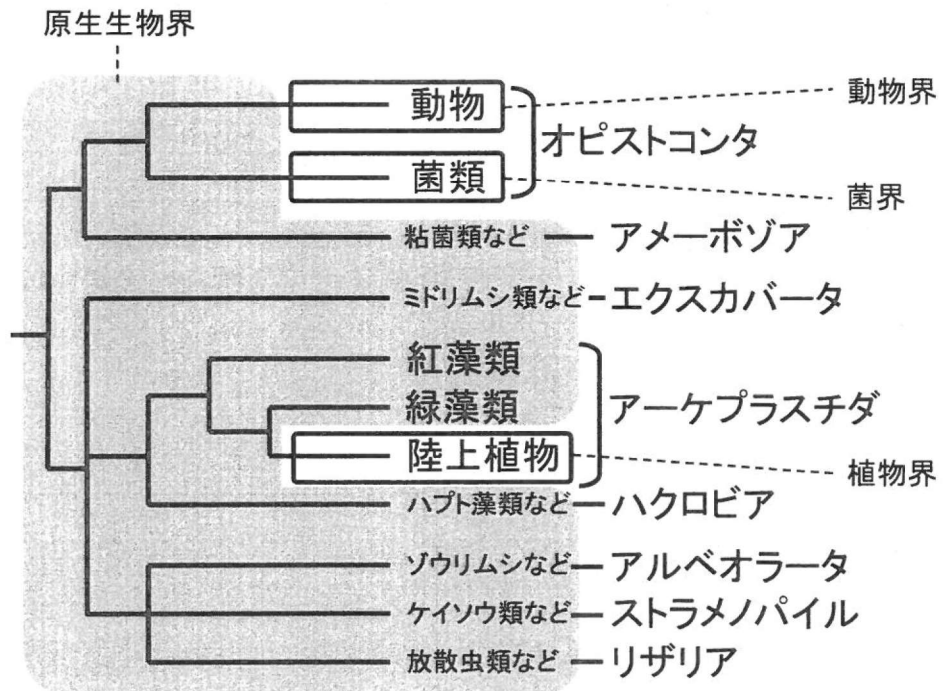


図1 真核生物の系統関係

アーケプラスチダは陸上植物(植物界)と緑藻類, 紅藻類など葉緑体をもつ生物のみで構成される。これらの葉緑体はアーケプラスチダの共通祖先で獲得されたと考えられている(図2)。^(c)アーケプラスチダが葉緑体を獲得した後, 紅藻類と緑藻類が分岐した。^(d)その後, コケ植物(ツソゴケ類, タイ類, セン類), シダ植物(ヒカゲノカズラ類, トクサ類, シダ類)が順に分岐し, 次に種子植物である裸子植物と被子植物が分岐した(図2)。

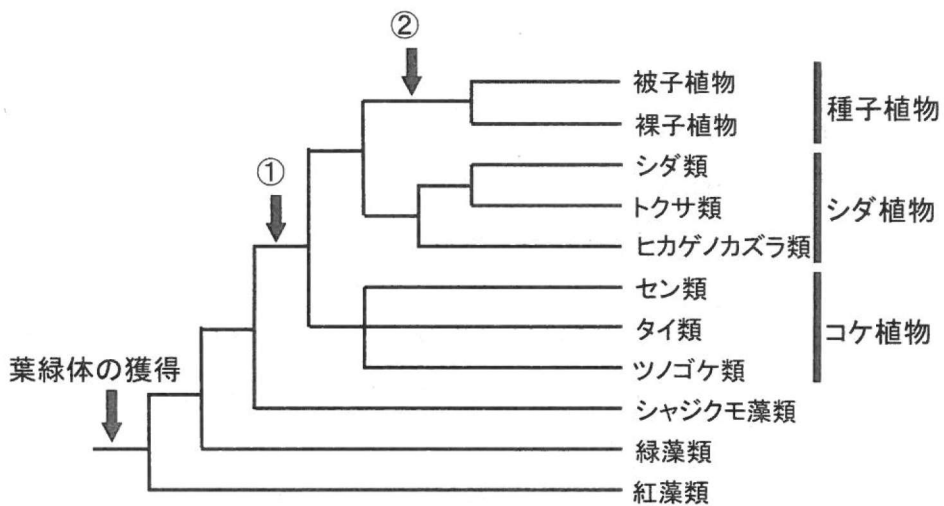


図2 アーケプラスチダの系統関係

問1 下線部(a)について五界説を構成するもう1つの分類群(界)の名称を記せ。

問2 下線部(b)について, 従来の形態形質などに基づく系統樹推定に比べて, DNAの塩基配列などの分子情報に基づく系統樹推定が優れている点は何か, 100字以内で述べよ。

問3 下線部(c)の葉緑体はどのように獲得されたと考えられているか, 40字以内で述べよ。

問 4 下線部(d)の紅藻類と緑藻類は、それぞれがもつ主要な光合成色素である葉緑素(クロロフィル)が異なっている。紅藻類と緑藻類がもつクロロフィルの名称を全て記せ。

問 5 図2の矢印①で植物におこった変化として最も適切なものを以下のア～オから1つ選び、記号で記せ。また、それを可能にした地球環境の変化を60字以内で説明せよ。

ア. 維管束をもつようになった

イ. べん毛を失った

ウ. 花粉をつくるようになった

エ. 陸上で生育するようになった

オ. 子房をつくるようになった

問 6 図2の矢印②で植物が獲得した特徴の一つに、種子の形成がある。植物が種子を獲得したことでもたらされた変化として、最も適切なものを以下のア～オから1つ選び、記号で記せ。

ア. 子房が発達して果実となり、動物による子孫散布の可能性が広がった。

イ. 植物が乾燥地や寒冷地を含む陸上の広い地域へ進出した。

ウ. 植物体の機械的強度が増した。

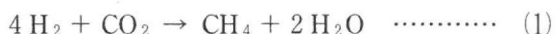
エ. 生殖の際に精子が必要なくなった。

オ. 花が大型化・複雑化した。

(次ページに第Ⅱ問があります。)

II 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

メタン菌は式(1)の異化反応でメタン(CH₄)を生成してエネルギーを得る絶対嫌気性の微生物である。



メタン菌は 地球上の多くの嫌気環境に見られるが、このような環境では、メタン菌は発酵細菌が生産する H₂ を利用することが知られている。発酵細菌が存在しないとメタン菌は生育に十分な H₂ を得られない。

発酵細菌は NAD⁺ などの酸化型補酵素を用いて栄養物を酸化分解することにより ATP を得る。その結果生産される NADH などの還元型補酵素は生合成等に使われる。しかし、嫌気環境では、生合成における使用があっても、NADH は過剰になりがちである。その場合、NADH の一部分は 細胞内の特定の酸化分解産物の還元により NAD⁺ に戻され、その還元産物は発酵産物として菌体外に放出される。NADH がさらに過剰な場合には周囲の H⁺ の還元により NAD⁺ に戻される。



式(2)に示した H⁺ の還元は、H₂ の濃度が低いときには反応が進んでも、H₂ が蓄積すると止まる。すると NADH が過剰な状態は解消されず、発酵細菌の増殖が阻害される。

この状況下にメタン菌が共存すると H₂ が栄養物質として消費されるので、H₂ による発酵細菌に対する増殖阻害が緩和される。このようにして発酵細菌とメタン菌は、双方が利益を得る関係を築くことができる。両者の関係は、栄養物質である H₂ を介した共生であることから、栄養共生と呼ばれる。

問 1 式(1)で表わされる過程は次のうちどれか、記号で答えよ。

- ア. 発 酵
- イ. 呼 吸
- ウ. 生合成
- エ. 分 解

問 2 下線部(a)に関して、地球上の嫌気環境の例を1つあげよ。

問 3 メタン菌は独立栄養細菌として認識されている。その理由として、最も適切なものを以下の選択肢から1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 無機物の酸化によりエネルギーを得ているから
- イ. エネルギーを得るための反応で有機物を生産しているから
- ウ. 無機物だけを用いて自らが必要とする有機物を合成しているから
- エ. 無機物の酸化によりエネルギーを得て、かつ無機物だけを用いて自らが必要とする有機物を合成しているから

問 4 発酵細菌の名称を1つあげ、その細菌が発酵のために利用する特定の酸化分解産物、および生産される発酵産物を、それぞれ代謝産物名で記せ。

問 5 下線部(b)に関して、発酵は、人間の立場からは「微生物が有用有機物を生産する過程」と定義されるが、微生物の立場からはどのような過程と定義できるか、「ATP」と「NADH」という語を含め50字以内で記せ。

問 6 下線部(c)に関して、微生物と植物の間の栄養共生の例を1つあげよ。また、それぞれの生物が共生相手に何を与えているかを記せ。

Ⅲ 次の文章 1 と 2 を読み、以下の問に答えよ。

[文章 1]

骨格筋を構成する筋細胞の中には多数の筋原繊維があり、それらを顕微鏡で観察すると明るく見える部分(明帯)と暗く見える部分(暗帯)が交互に並んでいる。これは という構造がくり返しているためであり、このくり返し構造の間は で仕切られている。

骨格筋を支配する運動ニューロンは、脳や脊髄に細胞体をもち、そこから軸索を伸ばして末梢の筋細胞の収縮を制御する。運動ニューロンからの刺激により活動電位を発生した筋細胞は、 と が相互に滑ることにより収縮する。この相互作用には から放出されるカルシウムイオンが必要である。カルシウムイオンは と結合することにより、収縮をひきおこしている。

[文章 2]

カエルの座骨神経と腓腹筋(ひふくきん) (ふくらはぎの部分にある筋肉) からなる神経筋標本を作った。この標本では、座骨神経も腓腹筋もたくさんの細胞の集まりである。また、ここでは、座骨神経中には中枢から末梢に向かい情報を伝える遠心性の運動ニューロンのみが含まれるものとする。

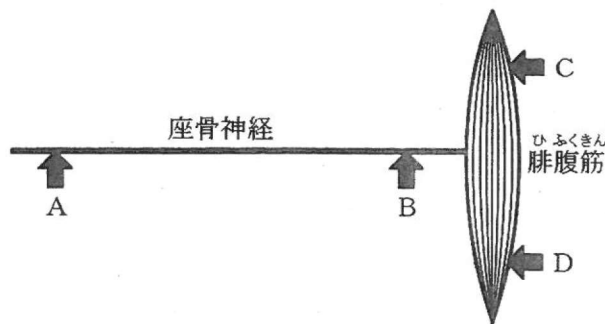


図 1

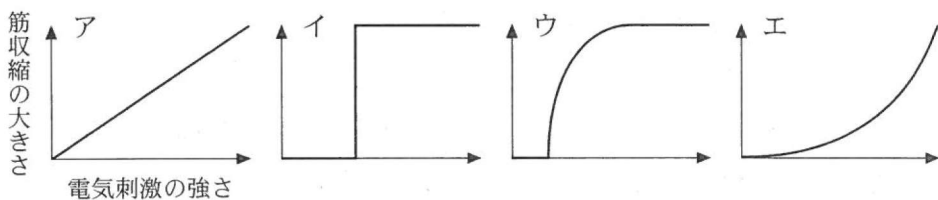
図 1 に示すように、座骨神経の 2 カ所 (A, B) と腓腹筋の 2 カ所 (C, D) にそれぞれ金属製の電極をおいた。これらの電極に、電気刺激装置をつなげば神経や筋を電気刺激でき、電位記録用の装置をつなげば神経や筋の表面の電位変化を記録できる。電気刺激と電位記録の場所を様々に変えて実験を行った。

問 1 空欄 ~ に当てはまる最も適切な語を記せ。

問 2 B の位置に電気刺激を与えて筋収縮が生じたとき、A、C、D では活動電位が記録されたか。記録された場合は○を、記録されなかった場合は×をそれぞれの解答欄に記せ。

同様に、D の位置に電気刺激を与えて筋収縮が生じたとき、A、B、C では活動電位が記録されたか。上と同様に、それぞれの解答欄に○または×を記せ。

問 3 C の位置に強さの異なる電気刺激を与えたとき、刺激の強さと筋収縮の大きさの関係を示す最も適切なグラフを下のア～エから選び、記号で記せ。また、選んだ理由を 100 字以内で記せ。



問 4 クラーレは南米の先住民が狩猟に用いる矢毒である。クラーレを加えた生理的塩類溶液(クラーレ溶液)を神経筋標本全体にかけると、A の位置に電気刺激を与えたとき、B で活動電位が記録されたが、筋の収縮は生じなかった。このとき、C の位置に刺激を与えると筋収縮が生じた。クラーレはこの標本のどのような構造に作用したと考えられるか、その名称を記せ。また、クラーレが作用した部分では、通常の状態(クラーレ溶液をかけていない状態)で A の位置に刺激を与えると何が起こるか、40 字以内で記せ。

IV 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

多くの動物では、卵の中で偏って存在する母性因子が、胚発生初期の体軸形成に重要な役割をはたしている。例えば、ショウジョウバエでは、遺伝子 B の mRNA は卵の前端部に局在し、遺伝子 N の mRNA は卵の後端部に局在している。これらの mRNA は、卵形成中に DNA から 1 され、受精後にタンパク質に 2 される。遺伝子 B のコードするタンパク質は胚の前側で濃度が高くなり、逆に、遺伝子 N のコードするタンパク質は胚の後側で濃度が高くなる。これらのタンパク質の濃度勾配^(a)が胚の前後軸を決めている。遺伝子 B の mRNA を卵の後端部に注射すると、発生を続けたのち、胚は前後ともに前側の特徴をもつようになる。また、遺伝子 N の mRNA を卵の前端部に注射すると、発生を続けたのち、胚が前後ともに後側の特徴をもつようになる。一方、ショウジョウバエの背腹軸は、前後軸とは別の母性因子のはたらきで決まる。

前後軸と背腹軸に加え、動物の体には、左右の違いもみられる。ヒトで、心臓が体の左側にあることは、その一例である。このような左右の違いはショウジョウバエにおいても観察することができ、孵化直前の胚では、後腸の前端が右側を向いている(図1)。



図1 孵化直前のショウジョウバエの正常胚を背側から見た図
斜線部が後腸で、前端が右側を向いている。

左右の違いが作られる仕組みとして、次の2つの可能性が考えられる。一つ目は、「卵の中で左右に偏って存在する母性因子があり、その母性因子に依存して左右の違いが作られる」という可能性である。もう一つは、「前後軸と背腹軸にのみ依存して左右の違いが作られる」という可能性である。これらの可能性を検証するために、背腹軸はそのまま、前後軸だけ逆転させた胚を作製し、^(b) 孵化直前まで発生させたのち、胚の後側にできた後腸の前端がどちら側を向いているか観察した。

問 1 空欄 , に当てはまる最も適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)に記した濃度勾配に従って、ショウジョウバエの胚は14個の体節に分けられる。これらの体節では、ある一群の遺伝子のはたらきによって、それぞれ決まった特徴をもつ構造がつくられる。この一群の遺伝子は何と呼ばれているか、その名称を記せ。

問 3 母性因子である遺伝子 B のタンパク質は、受精後に胚内で、遺伝子 H を発現させることで頭部の形成に関わっている。そのため、遺伝子 B と遺伝子 H のいずれかのタンパク質の機能を欠くと頭部が形成されない胚が生じる。図 2 に示した交配の結果、得られる F₁ 胚において、「頭部が形成された胚」と「頭部が形成されなかった胚」の予想される比を記せ。遺伝子 B と遺伝子 H は同一の染色体上に存在しているが、組換えはおこらないものとする。

	メス親の遺伝子型	オス親の遺伝子型
交配1	$\begin{array}{c} \underline{b} \quad \underline{h} \\ \hline B \quad H \end{array}$ bとh, BとHが連鎖している	$\begin{array}{c} \underline{b} \quad \underline{h} \\ \hline B \quad H \end{array}$ bとh, BとHが連鎖している
交配2	$\begin{array}{c} \underline{b} \quad \underline{h} \\ \hline b \quad H \end{array}$ bとh, bとHが連鎖している	$\begin{array}{c} \underline{B} \quad \underline{h} \\ \hline B \quad H \end{array}$ Bとh, BとHが連鎖している
交配3	$\begin{array}{c} \underline{b} \quad \underline{H} \\ \hline B \quad h \end{array}$ bとH, Bとhが連鎖している	$\begin{array}{c} \underline{b} \quad \underline{H} \\ \hline b \quad H \end{array}$ bとH, bとHが連鎖している

図 2 交配実験に用いたメス親とオス親の遺伝子型

B と H は、それぞれ、遺伝子 B と遺伝子 H の野生型を示しており、b と h は、それぞれ、遺伝子 B と遺伝子 H の機能を欠いた劣性突然変異を示している。

問 4 下線部(b)のような胚はどのような方法で作製できるか、その方法を 50 字以内で記せ。

問 5 下線部(b)のような胚を観察した結果、「左右の違いは、前後軸と背腹軸に依存して作られる」ことが明らかになった。この胚において、後腸の前端はどちら側を向いていたと考えられるか。図 1 を参考に、後腸の前端の向きが明瞭にわかるよう、後腸を図示せよ。