

平成16年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合せて120分
- 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)
- 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)
- 医学専門学群 (医学類, 看護・医療科学類(医療科学主専攻))
(看護・医療科学類(看護学主専攻)は、1科目選択で60分)
- 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

目 次

物	理	1
化	学	6
生	物	14
地	学	23

注 意

1. 問題冊子は1ページから32ページまでである。
2. 受験者は、下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

学類・専門学群		出 題 科 目				備 考
		物理	化学	生物	地学	
自	然 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地学を除いた○印から1科目選択
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
情	報 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印から1科目を選択解答
工	学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印から1科目を選択解答
工	学 基 礎 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印から1科目を選択解答
医 学 専 門 学 群	医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	看護・医療科学類(看護学主専攻)	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
	看護・医療科学類(医療科学主専攻)	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
図書館情報専門学群		○	○	○	○	○印の中から1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。

植木鉢に植えた草花を横倒しにしてしばらくおくと、茎が上方に向かって屈曲してくる。この現象にかかわる可能性のある環境要因として 1 と 2 ^(a) をあげることができる。しかし、この植物を暗室内に置いたときにも同様の現象が見られることから、 1 はこの現象にかかわっていないことがわかる。この茎の屈曲現象には、植物ホルモンの一種である 3 がかわっており、茎の 4 側における 3 の濃度が高まることにより、 4 側の成長が 5 される結果、茎の上方への屈曲が起こると考えられる。

一方、この時、土中の根を観察すると、下方への屈曲が見られる。通常の植物では、暗黒中に置いた根でもこの屈曲反応が見られるが、ある種のトウモロコシ品種では、根は暗い土中では屈曲せず、根が地表に出て光を受けると初めて下方へ屈曲する。この際、屈曲の方向は光の方向には依存しない。

このトウモロコシ品種の種子を暗室中で発芽させ、生えてきた根が水平方向になるように置いた。この根に光を当て、しばらくおいた後に、根を上側の半分と下側の半分に切り分け、各々から植物ホルモン類の含まれる抽出物を得た。また、暗黒中に置き続けた種子の芽生えでも同様の操作を行った。次に、抽出物に含まれるインドール酢酸の量を測定した。また、これらの抽出物には、インドール酢酸以外にもトウモロコシの根の伸長を制御する物質Xが含まれていたため、物質Xの量も測定した。結果を量比として表1に示す。

表 1

根の置かれた 条件	根の屈曲	インドール酢酸の 量比 (上側：下側)	物質Xの量比 (上側：下側)
暗黒中	屈曲しない	1 : 3	1 : 1
光照射後	下方へ屈曲	1 : 3	1 : 2

問 1 空欄 ～ にあてはまる語を記せ。

問 2 下線部(a)の がこの茎の屈曲現象にかかわることを検証するためには、植物体をある条件においた時に屈曲が起きないことが観察されればよい。どのような条件か、25字以内で述べよ。

問 3 表1の結果から、インドール酢酸はこのトウモロコシ品種の根の屈曲現象に、直接には関係がないと考えられる。その理由を35字以内で述べよ。

問 4 表1の結果から、物質Xは根の伸長を促進すると考えられるか、阻害すると考えられるか、促進または阻害を解答欄に記せ。ただし、物質Xの作用は、濃度によって促進と阻害が逆転することはないものとする。

問 5 以下の文章は、このトウモロコシ品種の根の屈曲について、表1の結果をもとに考察したものである。空欄 ～ にあてはまる語句を記せ。

根が光を受けることにより、 が根の 側に多く分布するようになり、根の 側の伸長が された結果、下方へ屈曲した。

II 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

1962年、英国の生物学者ガードンは、オタマジャクシの小腸上皮から取り出した核を、あらかじめ核を不活化しておいた受精卵に移植し、移植を受けた卵をオタマジャクシにまで発生させることに成功した。このことは、分化した細胞でも核は全能性をもっていることを示唆している。ほ乳類についても、1997年にウィルムットらが、ヒツジの乳腺細胞を用いた核移植実験で外見上正常な体細胞クローンを作り出すことに成功した。この実験では、核を提供する親(親1)と受精卵を提供する親(親2)、子宮内で胚を発生させるための仮親(親3)、という3種類の親が用いられた。

多くの場合、発生過程を通じて核内の遺伝物質は変化せず、細胞の予定運命は核をとりまく細胞質に依存して決定される。また、細胞質の性質は細胞間相互作用の影響を受けて変化する。発生における誘導は、この細胞間相互作用の連続にほかならない。イモリ初期原腸胚の [1] を切り取って同じ時期の別の胚に移植すると、移植を受けた胚には、移植片の付近にもう一つの神経管が形成される。正常発生では [1] は [2] によって胞胚腔へと移動し、 [3] 胚葉を裏打ちすることで神経管の形成を誘導する。ウニ胚では [2] は [4] 極側から始まるので、16細胞期の胚を [4] 極側と [5] 極側に二分して発生させると、前者は不完全ながら形態形成がある程度進んだ幼生へと発生するが、後者は胞胚のままである。この両半球の性質の違いは、未受精卵でも観察される。たとえば、未受精卵を核が [4] 極側あるいは [5] 極側のどちらかに入るように分割し、核のある半球を受精させて発生させる実験を行うと、この場合にも、同様の結果が得られる。つまり、未受精卵内では物質が不均一に分布しており、^(b)このことが、誘導の連続で進行する個体発生の出発点になると考えられる。

問1 空欄 [1] ~ [5] にあてはまる適当な語句を記せ。

問 2 下記のア～カの文は、下線部(a)の親 1～親 3 がもつ DNA の異常が、誕生する子にも見つかることを想定したものである。各々について、親 1 または親 2、親 3 から遺伝したとして説明できる場合は該当する親の番号を、説明できない場合は×印を記せ。

- ア. 親の肝臓細胞のみで見つかった核 DNA の異常が、子の細胞でも見つかる。
- イ. 親の生殖細胞のみで見つかった核 DNA の異常が、子の細胞でも見つかる。
- ウ. 親の体細胞で見つかった核 DNA の異常が、子の細胞でも見つかる。
- エ. 親の肝臓細胞のみで見つかったミトコンドリア DNA の異常が、子の細胞でも見つかる。
- オ. 親の生殖細胞のみで見つかったミトコンドリア DNA の異常が、子の細胞でも見つかる。
- カ. 親の体細胞のみで見つかったミトコンドリア DNA の異常が、子の細胞でも見つかる。

問 3 ショウジョウバエでは、さまざまな発生異常の突然変異体が知られている。頭部の構造が 2 箇所形成されて発生が停止してしまう突然変異体では、図 1 に示すように、成熟途中の卵母細胞をとりまく構造が野生型とは異なっている。図 1 と下線部(b)を参考にして、突然変異体で頭部の構造が 2 箇所形成される理由を推測し、野生型と比較しながら、80 字以内で説明せよ。なお、ほ育細胞は、発生に必要な物質を卵母細胞に供給するはたらきをもつ細胞である。

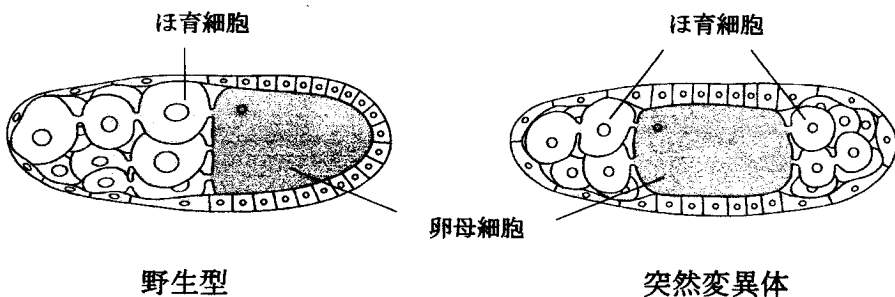


図 1

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

約 46 億年前に地球が誕生してから現在まで、大気を構成する気体の濃度は、生物の進化と関連しながら、大きく変化してきた。図 1 は生物の代謝系の進化と深い関係をもつ 2 種類の気体の大気中における濃度の変化を示している。

原始地球においては、まず無機物から生命体のもととなる有機物がつくられた。この過程は 1 と呼ばれる。^(a) さらにこの有機物をもとにして、海洋において生物が誕生した。最初の生物は嫌気呼吸型従属栄養生物であったと考えられ、以降、新しい代謝系をもつ生物が現れた。^(b) このような進化の初期の段階で現れた生物は、核や細胞小器官をもたない 2 であった。その後、核やその他の細胞小器官を備えた生物である 3 が現れ、エネルギーの調達や物質の合成などを、独立した細胞小器官で行うことが可能となった。^(c)

生物の代謝による大気中の気体濃度の変化は、陸上に生物が生息することを妨げていた障害を軽減し、その結果、まず植物が陸上に進出した。^(d) この陸上植物と系統的に最も近い水中の植物は、光合成色素が共通であることなどから、4 類であると考えられている。

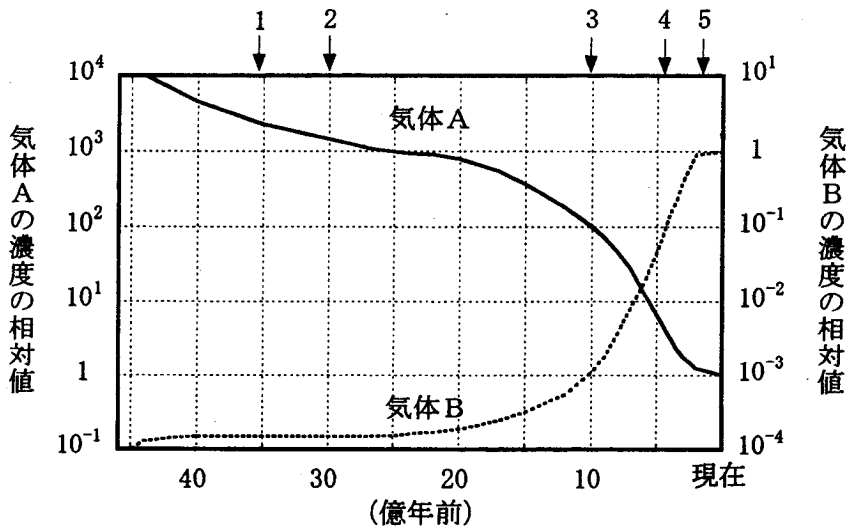


図 1

問 1 空欄 ～ にあてはまる語を記せ。

問 2 下線部(a)について最も関係の深い科学者を人名群から 1 名、また、その科学者に関係する語を語群から 2 つ選び、それぞれ記号で答えよ。

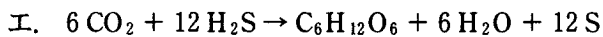
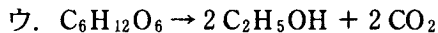
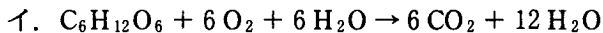
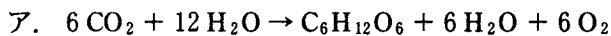
〔人名群〕

ア. パスツール イ. ビードル ウ. ミラー エ. ワトソン

〔語群〕

ア. 放電 イ. DNA ウ. 水素・水蒸気・メタン・アンモニア
エ. 白鳥の首フラスコ オ. ストロマトライト カ. コアセルベート

問 3 生物が下線部(b)の過程で獲得した代謝系に類似したものは、下記のア～エに示すように、現在の生物にも見られる。ア～エを、それらに対応した代謝系が獲得された順に、年代の古いものから記せ。



問 4 下線部(c)について、問 3 に示した反応式アおよびイに関係の深い細胞小器官の名称をそれぞれ記せ。

問 5 下線部(d)について、以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) 図 1 に示された 2 種類の気体のうち 1 種類は、陸上に生物が生息できるようになった理由に深く関係している。その気体を A あるいは B の記号で答えよ。また、その気体の名称を記せ。

(2) (1)で答えた気体の濃度変化が、陸上における生物の生息を可能にした理由を、50 字以内で記せ。

(3) 陸上植物が現れた時点を、図 1 中の矢印から選び、数字で記せ。

問 1 下線部(a)の遺伝病を何と呼ぶか記せ。

問 2 次の文章は、遺伝子上に生じた変化が酵素Eのアミノ酸配列に及ぼした影響について述べたものである。空欄 1 ～ 10 にあてはまる語、または数字を記せ。

遺伝子上の塩基の置換により、酵素Eの 1 番目のアミノ酸に対応するコドンが、Aさんでは、 2 から 3 に変化する。この位置のアミノ酸が 4 から 5 に変化した。また、酵素Eの 6 番目のアミノ酸である 7 に対応する位置の塩基配列が、Bさんでは、 8 から 9 に変化していた。 9 は、翻訳の終止コドンであるため、Bさんの酵素Eは、 10 番目のアミノ酸までの短いタンパク質になっていると予想された。

問 3 本文中の波線部について、代謝に異常をもたらす突然変異は、酵素のはたらきや血液中における酵素の量などに影響することが考えられる。AさんとCさんから採血した血液を用いて行った次ページに示した実験内容とその結果をもとに、Aさんのもつ遺伝子突然変異が酵素Eの活性と血液中の濃度に及ぼした影響について考えられることを60字以内で記せ。

(次ページに続く)

[実験]

AさんとCさんの血液より酵素Eを十分に純化した。精製した酵素Eを十分量のフェニルアラニンと反応させ、1分間に生成されたチロシンの量を測定した。酵素Eの濃度をさまざまに変化させて行った測定の結果を図1に示す。また、AさんとCさんから得た血液サンプル0.1mlを十分量のフェニルアラニンと反応させた。このときの反応時間と生じたチロシンの量を表1に示す。ただし、血液サンプル中の細胞は十分に破壊した。

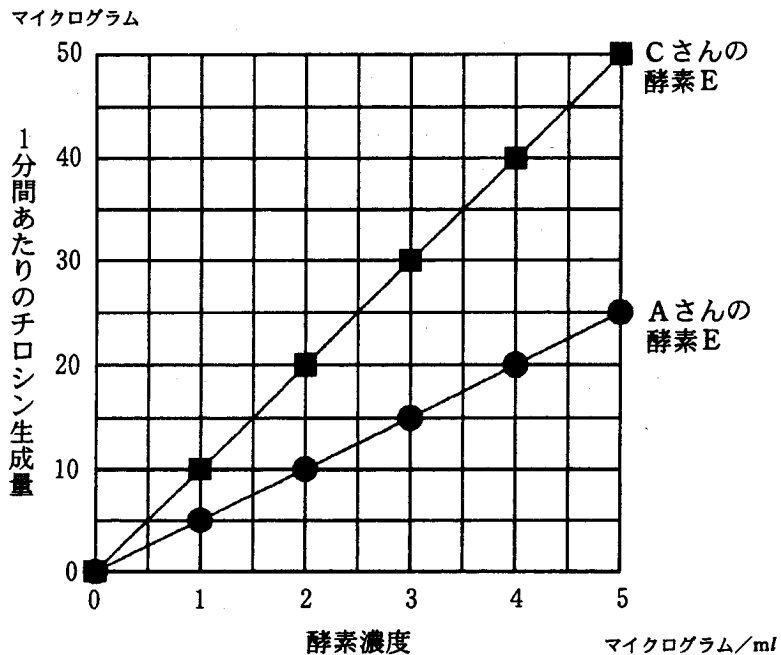


図1

表1

血液の由来	反応時間 [分]	チロシンの生成量 [マイクログラム]
Aさん	20	960
Cさん	5	480