

(平 28 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 3
化 学	4～11
生 物	12～21
地 学	22～26

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

生 物

I 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

1920年代にキイロショウジョウバエを用いた研究により、遺伝子の担体が核内^(A)の染色体であることが明らかとなった。染色体の主成分は核酸とタンパク質であり、そのどちらかが遺伝物質と想定されたが、物理化学的に複雑性の乏しい核酸が、極めて多様な生命活動を支配する遺伝子の本体であるとする科学者は当時少なかった。しかし、その後の研究から遺伝子の本体は核酸(DNA)であることが示され、その多様な生命活動を支配する仕組みとして発見されたのが、遺伝情報の翻訳機構であった。

真核生物では、遺伝情報を担う核内のDNAから転写されたmRNAが核外に輸^(B)送され、リボソームでタンパク質に翻訳される。この一連の過程により、一見複雑性の乏しいDNAをもとに、生命活動に必要とされる^(C)多種多様なタンパク質が作り出されている。タンパク質の合成を担うリボソームは原核細胞では細胞質に存在している。一方、真核細胞ではリボソームは細胞質のほか、生体膜に付着して存在し^(D)ている場合があり、また、ミトコンドリアや葉緑体の内部にも独自のリボソームが^(E)存在する。リボソームは原核生物から真核生物まですべての生物が共通して保有しているが、リボソームの構成タンパク質やリボソームRNAの塩基配列は、生物進化に伴って変化しており、特に原核生物と真核生物の持つリボソームはタイプが異なることが知られている。

問1 下線部(A)の研究を行った人物の名前を答えなさい。

問2 下線部(B)について、mRNAが核外へ輸送される際に通る核膜上の構造の名称を答えなさい。

問 3 下線部(C)に関連して、以下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) DNA などの核酸と比較して、タンパク質には化学的な性質の異なる多様な分子が存在する。それを可能にする理由として考えられることを、構成成分の違いに着目して 80 字以内で答えなさい。

(2) 核 DNA の塩基配列の変化は、必ずしもタンパク質のアミノ酸配列の変化を引き起こさない。その理由を 2 つ答えなさい。

問 4 下線部(D)について、リボソームが付着した膜構造の名称を答えなさい。

問 5 下線部(E)について、葉緑体に存在するリボソームの構成タンパク質やリボソーム RNA の塩基配列は、どのような特徴を持っていると考えられるか、15 字以内で答えなさい。

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点19点)

動物の体を構成する細胞は、1個の受精卵が分裂を繰り返すことによって形成される。受精卵は、アと呼ばれる周期の短い細胞分裂を繰り返し、2細胞期、4細胞期などを経て、桑実胚、胞胚^(A)へと胚発生が進む。動物種によっては、ある程度まで発生の進んだ胚を個々の細胞に分けても、それぞれの細胞が個体へと発生することから、これらの胚の細胞は個体を形成する全ての細胞に分化する能力である。イを失っていないことがわかる。発生の過程で、将来配偶子を形成するおおもとの細胞であるウが分化してくる。卵巣では、ウは体細胞分裂によって増殖するエになり、その後、減数分裂を行う卵母細胞になる。ヒトの場合、成体の卵巣には卵母細胞しか存在しないが、成体の精巣では配偶子形成過程のさまざまな段階の生殖細胞が混在しており、^(B)減数分裂を行っている細胞も含まれる。最終的に、減数分裂を経て形成された精子は、種々の酵素を含む内容物を精子頭部のオという細胞小器官から放出しながら、卵を取り巻くゼリー層を通過し、卵と受精する。^(C)

問1 空欄ア～オにあてはまる適切な語を答えなさい。

問2 下線部(A)に関して、哺乳類の胞胚の内部細胞塊から樹立された、多分化能を維持したまま分裂を繰り返すことができる細胞の名称を答えなさい。

問3 下線部(B)に関して、ヒトの精巣内に含まれる個々の細胞のDNA量を測定し、細胞1個当たりのDNA量の相対値に基づいて、細胞数の分布を表したものが図1のグラフである。DNA量を測定した細胞は、DNA量の相対値が1、2、4のところで細胞数がピークとなる3つの細胞集団(a、b、c)に大きく分けられる。図1を見て、以下の(1)～(3)に答えなさい。

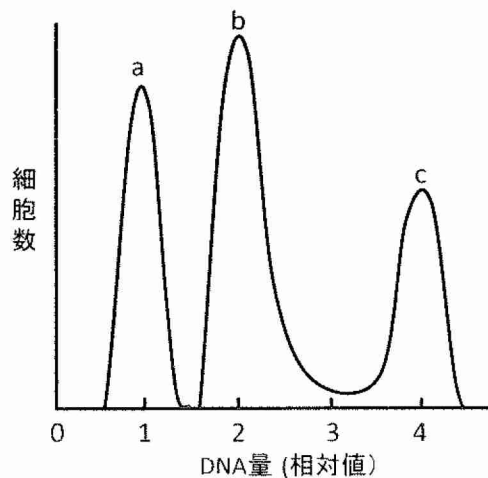


図 1

(1) a, b, c の各細胞集団に含まれる生殖細胞の組合せとして最も適切なものを、それぞれ以下の①～⑤から選び、番号を記入しなさい。

- ① 精原細胞，一次精母細胞
- ② 精細胞，精子
- ③ 二次精母細胞，精細胞，精子
- ④ 精原細胞，一次精母細胞，二次精母細胞
- ⑤ 二次精母細胞，精細胞

(2) 減数分裂において、DNA の複製および相同染色体の分離が起こるのは、それぞれ図 1 のどの細胞集団からどの細胞集団へ移行するときか、a, b, cの中から選び、記号を記入しなさい。

(3) a の細胞集団は、細胞の核に含まれる DNA 量のわずかな違いにより、さらに 2 つのグループに分けられる。その DNA 量の違いは何に起因するか、60 字以内で答えなさい。

問 4 下線部(C)に関して、精子と卵の細胞膜が接すると、卵の細胞膜直下にある表層粒の内容物が細胞膜と卵黄膜(あるいは透明帯など)の間に放出される。この反応は何のために起こると考えられているか、答えなさい。

Ⅲ 次の文章(Ⅲ a)，(Ⅲ b)を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。(配点 18 点)

(Ⅲ a)

私たちはさまざまな感覚を働かせることで周囲の環境を知ることができる。例えば、視覚を使って色を見分けることもできるし、明るさを感知することもできる。
⁽¹⁾一般に、さまざまな感覚に関わる刺激を受けとる受容器がそれぞれの閾値以上の強
さの適刺激を受けると神経(軸索の束)が興奮し、刺激の強さに応じた情報が脳へ伝
⁽²⁾
えられる。

問 1 下線部(1)に関して、ヒトが色を見分ける視覚受容器の働きについて、「網膜」、「視細胞」、「波長」の語をすべて用いて 80 字以内で説明しなさい。

問 2 下線部(2)に関して、刺激の強さと神経の興奮との関係について説明しなさい。

(Ⅲ b)

ゴキブリ駆除のため、グルコース(ブドウ糖)と無味無臭の殺虫剤が混ざった毒エサを多用した結果、普通は甘く感じて摂取するはずのグルコースを苦く感じるために、これを摂取しようとせず避ける性質を持つゴキブリが出現するに至った。また、この性質は世代を越えて遺伝することが分かった。この性質を持つゴキブリの個体群 A と、グルコースを甘く感じる普通のゴキブリの個体群 B を用いた以下の実験 1 と実験 2 を考える。

< 実験 1 >

長方形の実験場を準備して、左半分に敷いたろ紙には水だけを、右半分に敷いたろ紙にはグルコース水溶液をそれぞれ浸みこませておく。次に、個体群 A または B のゴキブリを実験場の中央に放し、それぞれの水飲み行動を観察する。

<実験 2 >

個体群 A と B のゴキブリにペパーミントの匂いを吹きかけてからグルコース水溶液を舐めさせて訓練し、ペパーミントの匂いを学習させておく。次に、新しく長方形の実験場を準備して、左半分に敷いたろ紙にはペパーミントの匂いをつけた水を、右半分に敷いたろ紙に水だけをそれぞれ浸みこませておき、先に訓練しておいた個体群 A または B のゴキブリを実験場の中央に放し、それぞれの水飲み行動を観察する。ただし、ペパーミントの匂いは訓練をしていないゴキブリの水飲み行動に影響を与えないものとする。

問 3 実験 1 の結果、個体群 A と B のゴキブリは左右のどちら側のろ紙で、より頻繁に水飲み行動を示すようになると考えられるか、それぞれ「左」か「右」で答えなさい。

問 4 実験 2 の訓練によって、ゴキブリがペパーミントの匂いを学習することができたとするならば、実験 2 の結果、個体群 A と B のゴキブリは左右のどちら側のろ紙で、より頻繁に水飲み行動を示すようになると考えられるか、それぞれ「左」か「右」で答えなさい。

問 5 実験 1 と実験 2 について述べた次の文章中の空欄 ア ～ エ にあてはまる適切な語を、それぞれ以下の①、②から選び、番号を記入しなさい。

動物の行動は、自発的に起きる場合と外界の刺激によって引き起こされる場合がある。実験 1 においてゴキブリが自発的に水を飲むときに感じる味によって、水飲み行動をとる場所を選ぶようになるのは、ア の結果と考えてよい。一方、外界の刺激に引き寄せられたり刺激から遠ざかったりする行動は一般に イ と呼ばれる。実験 2 の訓練で使われたペパーミントの匂いは、雌のカイコガが出す性フェロモンのように、その匂いを感じた相手の ウ 行動を引き起こす物質ではない。しかし、実験 2 の訓練で使われたペパーミントの匂いは、グルコースの味と組み合わせられることによってゴキブ

りの水飲み行動に影響を与えるようになると考えられる。この場合、グルコース水溶液は エ として使われている。

- ア ① 条件反射(古典的条件づけ) ② 試行錯誤学習(オペラント条件づけ)
- イ ① 走 性 ② 屈 性
- ウ ① 生得的 ② 刷り込み
- エ ① 条件刺激 ② 無条件刺激

IV 次の文章を読んで、問 1～4 に答えなさい。(配点 19 点)

現在、陸上生態系で最も多様な種が見られる陸上植物は、被子植物である。白亜紀以降に多様化したと考えられている被子植物は、多くのバイオームにおいて優占する として、哺乳類や昆虫類などの が利用する有機物を光合成によって作り出し、生態系を支えている。他のバイオームとは異なり、世界の亜寒帯に広く分布する森林のバイオームでは、 植物が優占している。^(A)また、寒帯に分布するバイオームであるツンドラでは、低木の被子植物の他に地衣類や 植物が優占している。

被子植物と哺乳類、、昆虫類などの動物との間には、被食者と捕食者の関係が多く見られる。一方、ミツバチやチョウの仲間など多くの昆虫は、被子植物の花粉や花蜜を餌として利用しつつ花粉媒介を行っており、ここでは の関係が見られる。また、小形の肉食(獣脚類)恐竜から進化したと考えられている には、被子植物の種子散布を行うものが多く存在し、ここでも の関係が見られる。

被子植物の花の基本的な構造は共通しており、外側から内側に向かって、がく片、花弁、おしべ、めしべの4つの花器官が同心円状に配置している。これらの花器官の形成は、A、B、Cの3つのクラスの調節遺伝子の組み合わせによって制御されている。^(B)被子植物の花器官の形態やサイズは種ごとに大きく異なっており、その多様化は昆虫などの花粉媒介者との によって促進されたと考えられている。

問 1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語を以下の語群からそれぞれ一つ選び、記入しなさい。

[語群]

カメ類	寄生	共進化	競争	種分化	消費者
食物連鎖	生産者	相利共生	鳥類	トカゲ類	
片利共生	両生類	ワニ類			

問 2 空欄 a と b について、以下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 空欄 a と b にあてはまる適切な語を記入しなさい。

(2) 被子植物と a 植物は、ともに種子によって繁殖する。陸上植物における種子の進化はどのような環境に適応したものと考えられているか、答えなさい。

問 3 下線部Aについて、以下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) この森林のバイオームの名称を答えなさい。

(2) この森林のバイオームの日本国内での分布について、水平分布と垂直分布それぞれの観点から説明しなさい。

問 4 下線部Bの花器官の形成における調節遺伝子による制御のしくみに関連して、以下の(1)～(3)に答えなさい。

(1) シロイヌナズナのA、B、C遺伝子群の突然変異は、花のホメオティック突然変異を引き起こす。Bクラスの遺伝子が欠損したシロイヌナズナ突然変異株の花はどのような構造をしているか、答えなさい。

(2) 園芸植物などで見られる八重咲きの花は、Cクラスの遺伝子の欠損により生じると考えられている。Cクラスの遺伝子の欠損により八重咲きの花をつける個体は、自然集団ではほとんど見られない。この理由として考えられることを説明しなさい。

(3) 花器官と相同な被子植物の栄養器官の名称を答えなさい。