

平成 19 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	1～7 ページ	化 学	8～18 ページ
生 物	19～29 ページ	地 学	30～37 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者

教育学部 ②④⑤

医学部医学科 ①③⑥

医学部保健学科 ②④⑥

理工学部 ①④⑤⑥

農学生命科学部 ②③⑤

(2) 化学を選択した受験者

教育学部 ②③④⑤

医学部医学科 ①④⑤

医学部保健学科、看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ②⑤⑥

医学部保健学科、放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ①②⑤

理工学部 ②③④⑤⑥

農学生命科学部 ①②③⑤

(3) 生物を選択した受験者

教育学部 ①②③ ならびに ⑤ または ⑥ の 4 問

医学部医学科 ①③④

医学部保健学科 ①③④

理工学部 ①②③④ ならびに ⑤ または ⑥ の 5 問

農学生命科学部 ①②③ ならびに ⑤ または ⑥ の 4 問

⑤ と ⑥ は選択問題である。教育学部、理工学部、農学生命科学部の受験者は ⑤ または ⑥ のいずれかを選択のこと。

(4) 地学を選択した受験者

教育学部 ①②③④

理工学部 ①②③④⑤

農学生命科学部 ①②③④

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

## 生 物

1 以下の文章を読み、問(1)～(7)に答えよ。

桜(さくら)さんと弘(ひろし)君はキイロショウジョウバエの染色体を見てみようと考えた。桜さんはキイロショウジョウバエ幼虫の頭部付近の組織を、弘君は尾部の組織を取り出して、酢酸オルセインをたらし染色体を観察した。桜さんが観察した染色体を記録したレポートには、「リボン状で巨大な染色体」とある。弘君は顕微鏡観察の結果を下の図のようにスケッチした。

翌日、桜さんと弘君は染色体標本を交換した。以下はその後の2人の会話である。

桜：弘君の標本は何も見えなかったよ。

弘：そんなはずないよ。僕はきちんと観察できたよ。でも桜さんの染色体標本のように、しま模様は見えずに、小さかったように思うけど。

桜：それじゃ、私が昨日見たのとはかなり違うわね。

弘：僕はバッタやトンボの染色体も見たことがあるんだ。キイロショウジョウバエの染色体構成と違っていたよ。

桜：そうなの。

弘：ところで、桜さんが飼育しているキイロショウジョウバエの成体の眼の色は何色？

桜：赤眼の純系よ。

弘：僕は白眼の純系を飼育しているんだ。



図 弘君のスケッチ

問(1) 桜さんが観察できたりボン状で巨大な染色体を何というか。

問(2) 桜さんが弘君の染色体標本を観察できなかった理由として、それぞれの標本で染色体の大きさが違っていたことが考えられる。桜さんの見た染色体は弘君が見た染色体のおおよそ何倍の大きさか。10倍、100倍、500倍、1000倍から、最も近い値を選べ。

問(3) 弘君がスケッチしたキイロショウジョウバエの染色体は8本あった(図)。

これらの染色体に関する以下の問に答えよ。

- (a) 8本の染色体のうち3対は雌と雄に共通にある。この3対の染色体を何と呼ぶか。
- (b) また、それぞれ対になっている染色体を何と呼ぶか。

問(4) 弘君が染色体観察の材料にしたキイロショウジョウバエは雌と雄のどちらか答えよ。

問(5) キイロショウジョウバエにおける雌の配偶子の染色体構成を  $n = 3 + X$  で表した場合、以下の文章の(①)~(④)に適切な数字またはアルファベットを記入せよ。

- (a) キイロショウジョウバエの雌の体細胞の染色体構成は  $2n = (①) + (②)$  となる。
- (b) ヒトの受精前の卵は  $n = (③) + (④)$  となる。

問(6) 下線部Aについて、以下の問に答えよ。

- (a) キイロショウジョウバエとバッタやトンボの性決定の様式は異なる。どのように異なるか、50字以内(句読点を含む)で述べよ。
- (b) また、これら3種類の昆虫に共通している性決定の型を何と呼ぶか。

問(7) キイロショウジョウバエの野生型は赤眼で、劣性形質は白眼である。この眼の色を現す遺伝子はX染色体にある。桜さんと弘君が飼育しているキイロショウジョウバエを用いて交雑試験を行った結果、 $F_1$ では赤眼が35匹、白眼が36匹現れた。ただし、桜さんと弘君の飼育しているハエは交雑前に雄と雌にわけてから実験を行ったものとする。

- (a) 交雑試験に使った桜さんのハエは雄と雌のどちらか答えよ。
- (b) また、 $F_1$  どうしを交雑して得た  $F_2$  で、赤眼の雄、白眼の雄、赤眼の雌、白眼の雌はどのような比率で出現するか答えよ。

2 次の文章を読み、問(1)～(6)に答えよ。

細胞のいろいろな運動にはアクチンフィラメントと微小管が関係している(微小管とは、紡錘糸、べん毛、繊毛を構成している細胞小器官である)。筋肉の収縮運動では、筋原繊維を構成する細いフィラメントと太いフィラメントが重要な役割をもっている。筋肉が収縮する時には、これらのフィラメントの長さは変わらないが、サルコメアが短縮する。収縮のためのエネルギーはATPを分解して得られる。

細胞分裂も運動のひとつである。細胞分裂では、核分裂と細胞質分裂が連続して起きる。細胞分裂の仕組みを探るために次のような実験を行なった。

#### 実験 1

分裂が盛んな動物細胞に微小管を壊す薬剤を与えた後に、固定・染色して顕微鏡で観察したところ、薬剤を与える前と比べて細胞の数はあまり増えておらず、細胞の中央付近に染色体が観察された。

#### 実験 2

アクチンフィラメントを壊す薬剤を与えた後に、固定・染色して顕微鏡で観察した。この場合も細胞の数は増えていなかった。前の実験とは異なり、複数の核が存在する大きな細胞が観察された。

問(1) 下線部Aの太いフィラメントを構成しているタンパク質の名前を答えよ。

問(2) 下線部Aのタンパク質の働きを、句読点を含めて80字以内で述べよ。

問(3) 下線部BのATPを供給している細胞小器官の名前を答えよ。

問(4) 実験1または実験2の結果として適切なものをそれぞれ選び、番号で答えよ。

- ① 核分裂も細胞質分裂も起きた。
- ② 核分裂は起きたが、細胞質分裂は起きなかった。
- ③ 核分裂も細胞質分裂も起きなかった。
- ④ 核分裂は起きなかったが、細胞質分裂は起きた。

問(5) 実験1と実験2の両方の結果から細胞分裂の仕組みに関する仮説として適切なものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① 染色体の分離には微小管が関係している。
- ② 染色体の分離にはアクチンフィラメントが関係している。
- ③ 細胞質分裂にはアクチンフィラメントが関係している。
- ④ 細胞質分裂には微小管が関係している。
- ⑤ 核分裂が起きないと細胞質分裂も起こらない。
- ⑥ 核分裂が起きると細胞質分裂は必ず起きる。
- ⑦ 細胞質分裂は細胞が複数の核を含むように起きる。

問(6) 実験2の手法の他に、核が2つ存在する細胞を作るバイオテクノロジーの名称を2つ答えよ。

3 次の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

ヒトが恒常性を維持しながら生存するためには、様々な栄養素を含んだ食物を適切に摂取し、効率よくエネルギーに変換する必要がある。これまでの研究から、様々な栄養素の中で、最も優先的にエネルギー変換に利用されるものは炭水化物であることが知られている。ジャガイモ、コメ、コムギなどに多く含まれ、植物細胞のエネルギー貯蔵体といわれる(①)は、ヒトが食物として摂取する炭水化物の代表的なものの1つである。(①)の生体内における役割をみてみよう。(①)は摂取されると、だ液、すい液に含まれる酵素の(②)によりマルトースへと加水分解される。次にマルトースは、マルターゼなどの酵素によってグルコースになり、小腸粘膜から吸収され、血液中に移動する。さらにすい臓のランゲルハンス島で分泌されるインスリンのはたらきを受け、解糖系といわれる細胞呼吸の過程に入りピルビン酸になる。酸素が不足した状態では、ピルビン酸は(③)に変わる。酸素が十分にある状態では、ピルビン酸はクエン酸回路といわれる細胞呼吸の過程に入り、脱炭酸反応および(④)の化学反応を受けながら二酸化炭素を生成する。この際に切り離された(⑤)は、さらに(⑥)と(⑦)に分かれ、後者は電子伝達系という細胞呼吸の過程に渡されて最終的には水を生成する。以上の細胞呼吸の過程でアデノシン三リン酸(ATP)が生成され、それが生体内のエネルギー代謝の仲立ちをしている。

一方、(①)を過剰に摂取した場合、ATPを生成するほかに、(①)とは異なった炭水化物へと新たに作り変えられて、生体内にある臓器に貯蔵される。そして必要なときに、分解されて再び解糖系の細胞呼吸の過程に入り、ATPの生成に利用される。また、炭水化物以外のものへと変化することもできる。その代表的なものは(⑧)である。同じく(①)を過剰に摂取した場合、生成された多量のピルビン酸がクエン酸回路に進んでも、そこから先の電子伝達系の過程には入りきらず、ATP生成に利用されないものがある。これらが、最終的に(⑧)になって生体内に蓄えられる。そして必要に応じて(⑧)は(⑨)と(⑩)に分解され、前者は解糖系に、後者はクエン酸回路の細胞呼吸の過程にそれぞれ入っ

て代謝され、再びATPの生成に利用される。

以上から、炭水化物はヒトが生きていくために非常に重要なものであり、その代謝が異常になると様々な病気を引き起こすことが理解できる。

問(1) 文中の空欄(①)～(⑩)に適切な語を記入せよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されている箇所を示す。

問(2) 下線部Bの状態では下線部Aの状態に比較して、1分子のグルコースから、解糖系、クエン酸回路および電子伝達系の細胞呼吸の過程を経て生成されるATPの量が多い。何倍多いか、その数値を答えよ。

問(3) 下線部Cについて以下の問に答えよ。

- (a) 炭水化物の名称を1つ答えよ。
- (b) 貯蔵される代表的な臓器の名称を1つ答えよ。

問(4) (a)糖尿病の患者、(b)飢餓(食物を満足に摂取できず、長期間にわたって栄養不足な状態)の人はATPの生成が低下している。その理由を、ATP生成におけるグルコースの利用の観点から100字以内(句読点を含む)でそれぞれ答えよ。なお、記述する際には、(a)と(b)における相違点を明確にさせること。

4 抗体遺伝子についての以下の文章を読み、問(1)~(8)に答えよ。

ヒトにおいて抗体は(ア)で作られる。ヒトのゲノムプロジェクトの結果、ヒトの遺伝子数は約3万個であると予想されている。一遺伝子一酵素説に従うと、そのすべてを抗体の遺伝子としても、抗体の種類は3万種類にしかならないことになる。しかし、ヒトの抗体は数百万種類の抗原を認識することができると言われており、一遺伝子一酵素説と矛盾してしまう。

このような抗体の多様性を確保しているシステムについて、様々な研究が行われた。その結果、ヒトのH鎖を例にとると、以下のようなことが分かった。

- ① H鎖遺伝子は、下の図のように3つの可変部と定常部で構成されており、その3つの領域から各1つずつ遺伝子断片が選択される。選択された遺伝子断片以外の部分が削除され、1つの抗体遺伝子として再構成される。
- ② 再構成された遺伝子を鋳型として、最終的にH鎖 mRNA が合成される。

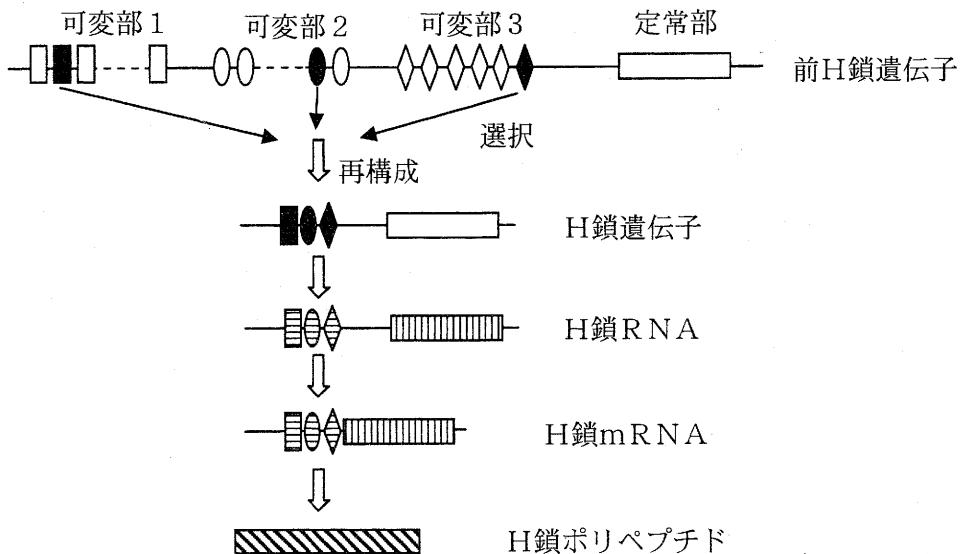


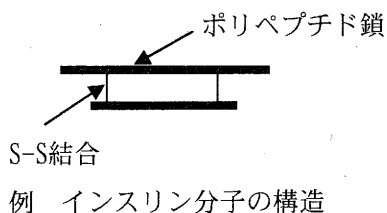
図 H鎖を作る際の遺伝子断片の再構成

問(1) 抗体のタンパク質の名称を答えよ。

問(2) (ア)に入る言葉を答えよ。また、抗体による免疫の名称を答えよ。

問(3) 下線部Aを提唱した科学者を2人挙げよ。また、研究に使用した生物名と利用した性質も挙げよ。

問(4) 抗体の構造をインスリンの例をもとに図示せよ。また、L鎖、H鎖、可変部をそれぞれ図中に示せ。



問(5) 抗体遺伝子の再構成には、遺伝子断片を選択するシステム以外に最低でも1つ、別のシステムが必要であると考えられる。どのようなシステムが必要であるか答えよ。

問(6) 図中の「H鎖RNA」から「H鎖mRNA」に変化する際にRNAに起こる現象を答えよ。

問(7) ここで示したようなランダムな選択による抗体の多様性を確保するシステムは、一方で個体にとって深刻な問題を引き起こす可能性も秘めていると考えられる。どのような問題があるか答えよ。

問(8) 抗体遺伝子の再構成後の(ア)を用いてクローン動物の作成が可能な場合、どのような欠陥を持った動物となることが予想されるか、正確に述べよ。

5 または 6 のいずれかを選択のこと。

5 次の文章を読み、問(1)～(4)に答えよ。

霊長類の中で、ヒトは直立(①)をし、道具を使う動物である。

ヒトには、霊長類に共通する特徴にくわえて、直立(①)などから生じる特徴がある。

ヒトでは、(②)はゆるやかなS字を描いている。類人猿や猿人と比較すると、頭骨が(②)に結合する部分にある(③)は、頭骨の中央真下に位置している。そして、(④)の幅が広く、内臓を下から支えるようになっている。歯は、歯列が半円形で、(⑤)が他の霊長類と比べて小さい。足は、親指がほかの4本の指と平行しており、足の裏には(⑥)がある。

動物の前肢では、外見や機能は様々であるが、その骨を比較すると基本的な配列は共通している場合がある。このように外見や機能が異なっても、基本構造が同じで、発生上の起源も同じ器官を(⑦)という。一方、発生上起源は異なるが、機能や外見が似ている器官を(⑧)という。また、進化の過程で不要になり、すでにその機能を失った器官を(⑨)という。

問(1) 文中の(①)～(⑨)内に該当する語句を入れよ。

問(2) 下線部Aは、ある器官にとって利点があると考えられる。どの器官に対するどのような利点か、句読点を含めて35字以内で答えよ。

問(3) 下の部位と基本構造が同じであるヒトの部位を答えよ。

- (a) ニワトリの手羽先
- (b) ウマのひづめ

問(4) 下線部Bについて、クジラの場合ではどのような器官か。また、この器官から祖先のどのようなことが推定できるか、句読点を含めて50字以内で述べよ。

5 または 6 のいずれかを選択のこと。

6 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えよ。

日本は世界有数の火山国であるが、火山の噴火によって、それまであった森林や草原が、高温の溶岩流や火砕流によって焼き尽くされたり、火山灰によっておおわれたりすると、植物が全くみられない裸地ができる。裸地には、最初に貧栄養状態や乾燥に強い( A )などのまばらな群落が出現し、土壌の形成が始まる。土壌中に有機物や栄養塩類が蓄積されてくると、背が低く、成長の速い草本が侵入し、さらには( B )のような多年生草本が優占する草原ができる。本州の中部地方では、やがて比較的成長の速いヌルデなどの木本が侵入し、それがアカマツやコナラなどを主とする( C )と交代し、最終的にはスタジイやタブノキなどが優占する( D )となる。発達した(D)は、種類組成があまり変化しない安定な群落であり、このような状態を( ① )という。また、こうした植物も土壌もない土地で起きる植物群集の変化の過程を( ② )という。

土壌は、森林や草原などの陸上生態系における非生物的環境の1つを構成しているが、上記のような(②)の過程で風化した岩石から形成される。陸上生態系では、( ③ )者である植物が合成した有機物は、茎、枝、葉や根などが枯死して脱落することにより土壌に供給される。これらの有機物は、土壌中で( ④ )者であるミミズ、ダニやトビムシなどの動物によって利用される。(③)者や(④)者の遺体や排泄物は、( ⑤ )栄養の微生物によって分解されて無機物に変わるが、一部は分解されずに腐植質のような有機物として土壌中に蓄積する。わが国には、火山噴出物から形成した黒ボク土と呼ばれる黒色の表土を持つ土壌が広く分布する。植物ケイ酸体の分析によって黒色の表土には(B)などの多年生草本の遺体が腐植化して蓄積していることが判明しており、黒ボク土は火山活動や山火事などの自然の作用もしくは火入れなどの人為作用により草原が維持されてきたところに形成されたと推定されている。

土壌への有機物の蓄積量は、植物による有機物生産量と土壌中の微生物による有機物の分解量のバランスによって決まる。微生物による分解は、温度が高いほど活発になることから、熱帯や亜熱帯では土壌に入ってくる有機物は急速に分解

され、土壌に蓄積する有機物の量は少ない。一方、温帯や亜寒帯では微生物による有機物分解は熱帯・亜熱帯ほど活発でなくなるため、年平均気温が低いほど土壌への有機物の蓄積量は多くなる。しかし、寒帯になると微生物による有機物分解は非常に遅くなるが、植物の生育も悪くなるため、土壌への有機物の蓄積量は少なくなる。また、土壌への有機物の蓄積量は、森林と草原とでも異なる。土壌への有機物の供給は、森林では主に枯葉や枯枝の落下により供給されるのに対して、草原では草本の枯死した根によって供給される。草本は生産された有機物のうち、根に分配される割合が大きいいため、年平均気温が同程度であれば、草原は森林よりも多くの有機物を土壌に蓄積する。

問(1) 文中の空欄( A )～( D )に入るもっとも適切な語句を、下記の1～8の中から1つずつ選び、番号で答えよ。なお、同じ記号は繰り返し使用されている箇所を示す。

- |        |        |         |        |
|--------|--------|---------|--------|
| 1. 低木林 | 2. 細菌類 | 3. ススキ  | 4. 陰樹林 |
| 5. アカザ | 6. 陽樹林 | 7. ブタクサ | 8. 地衣類 |

問(2) 文中の空欄( ① )～( ⑤ )に適切な語句を入れよ。なお、同じ数字は繰り返し使用されている箇所を示す。

問(3) 下線部アについて土壌以外の非生物的環境を3つあげよ。

問(4) 下線部イのような草原を維持する条件がもしなかったとすると、東北北部の標高800 m以下の場所では、自然状態ではどのような植物が優占するようになるか。考えられる植物名を1つ答えよ。

問(5) 下線部ウのように、土壌への有機物の蓄積量は、植物による有機物生産量と土壌中の微生物による有機物の分解量のバランスによって決まる。下線部ウ以下に述べられた法則性が成り立つとすると、ツンドラ、ステップ、夏緑樹林、熱帯・亜熱帯雨林、針葉樹林のうち、土壌の有機物量が多いと推定される植物群系上位2つを答えよ。