

滋賀医科大学
平成30年度
医学科一般入試(前期日程)

問題冊子

理 科

物	理	1 ページ～6 ページ
化	学	7 ページ～12 ページ
生	物	13 ページ～21 ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 21 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち2科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

生 物 (4 問題)

I 次の文章を読み、問 1～7 に答えよ。(配点 25)

哺乳類の体液は、血管内を循環する血液、リンパ管内を流れるリンパ液、および組織の細胞を取り巻く組織液に分けられる。血液の液体成分である血しょうは、タンパク質、脂質、無機塩類などを含み、血液の有形成分である血球は、赤血球、白血球、 からなる。赤血球は核とミトコンドリアをもたず、酸素を運搬するタンパク質である を多量に含む。一方、白血球には顆粒球やリンパ球などいくつかの種類があり、そのどれもが核とミトコンドリアをもつ。好中球は顆粒球の中で最も数が多く、からだの一部に感染や損傷が起こると、その部位に集まり、異物を細胞内に取り込む。 ⁽¹⁾取り込まれた異物は とよばれる細胞小器官の酵素によって消化される。

問 1 文中の①～③に適切な語句を入れよ。

問 2 ヒトの赤血球を 3% 塩化ナトリウム水溶液の中に入れると、赤血球はどのようになるか。また、その理由を述べよ。

問 3 赤血球と白血球は、それぞれ必要なエネルギーをどのような代謝によって得ているか。比較して説明せよ。

問 4 下線部(1)について、組織の損傷によって細胞が壊れたとき、その周囲の組織液中に増えると考えられる物質を以下の①～⑤から 2 つ選び、記号で答えよ。

- ① グルコース ② ATP ③ 塩化物イオン
④ ナトリウムイオン ⑤ カリウムイオン

問 5 文中の について、以下の①～⑥の記述から適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

- ① 一重の膜からできている。 ② リポソームが膜に結合する。
③ ATP を合成する。 ④ 内部は酸性である。
⑤ 加水分解酵素を多く含む。 ⑤ 脱水素酵素を多く含む。
⑥ ポリメラーゼを多く含む。 ⑥ 通常、細胞内に 1 つ存在する。

問 6 下線部(1)と(2)のような現象が起こると、血液中の好中球の数は増加する。好中球は生体のどの場所でどのようにつくられるか述べよ。

問 7 細胞は異物だけでなく、自己の細胞質の一部を取り込む小胞をつくり、これを ③ の酵素によって消化する。この現象を何というか。また、この現象が細胞にとって必要な理由を2つ述べよ。



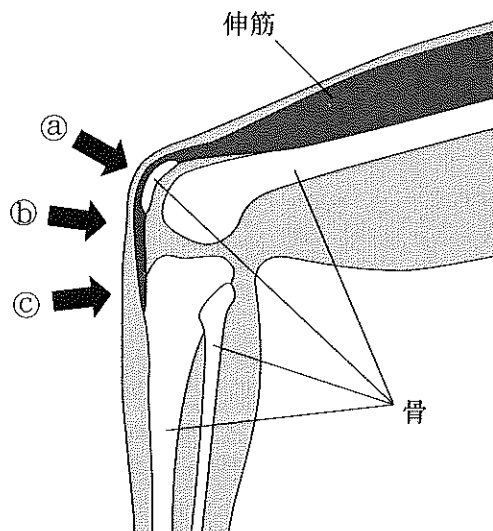
II 次の文章を読み、問1～7に答えよ。(配点25)

脊髄は脊椎骨に囲まれた円柱状の中樞神経で、中心管の周辺にはニューロンの細胞体が集まった があり、その外側に神経繊維が束になった がある。脊髄からは各椎骨に対応するように、原則として左右1対の腹根と背根が出ており、これらが束になり左右の となる。頸(けい)椎、胸椎、腰椎、仙椎、尾椎の各椎骨に対応して、脊髄も各 を出す頸髄、胸髄、腰髄、仙髄、尾髄に分けられる。

神経系を構成する神経回路はそれぞれに固有のしくみで情報を処理し、さまざまな機能を実現している。脊髄は脳と末梢神経の連絡路であり、脳からの指令を筋などの効果器に伝達する一方、筋、関節、皮膚などにある受容器から送られる感覚情報を脳に伝える。このほか、脊髄が中枢としてはたらき、受容器の刺激によって起こった興奮が、脊髄のみを経て筋肉などの効果器の反応を引き起こす脊髄反射がある。その一例は膝蓋腱(しつがいけん)反射であり、ひざ関節のすぐ下を軽くたたくと、ひざを伸ばす筋が収縮し足が跳ね上がる。このとき、伸筋が収縮するとともに、⁽¹⁾屈筋の収縮は抑制される。反射における興奮伝達の経路は反射弓とよばれ、膝蓋腱反射では受容器は であり、反射中枢は腰髄にある。

問1 文中の①～④に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(1)について、最も効率よく膝蓋腱反射が引き起こされるのは、下図のa～cのうちどこをたたいたときか。記号で答え、その理由を述べよ。



問 3 次の場合、膝蓋腱反射はどのように考えられるか答えよ。

- (i) 腰髄の背根が切断された場合
- (ii) 仙髄が切断された場合

問 4 下線部(2)と(3)について、反射中枢において運動ニューロンに刺激を伝達する神経伝達物質を以下の①~⑥からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- ① グルタミン酸 ② アクチン ③ γ -アミノ酪酸(GABA)
- ④ トロポミオシン ⑤ ロドプシン ⑥ ノルアドレナリン

問 5 下線部(2)と(3)について、伸筋の受容器から反射中枢までの長さが50 cm、その間の感覚神経の伝導速度が100 m/秒、シナプス伝達に要する時間は一定で0.5ミリ秒であるとき、受容器の感覚神経終末に活動電位が生じてから運動ニューロンに伝達されるまでに要する時間はいくらか。それぞれ計算式とともに答えよ。

問 6 脊髄反射には、熱いものに触れたときに瞬時に手を引っ込めるなどの屈曲反射(屈筋反射)もある。膝蓋腱反射と比較し、反射弓におけるおもな違いを説明せよ。

問 7 膝蓋腱反射と同じしくみの反射はほとんどの骨格筋に見られる。軽く曲げているAさんのひじをBさんがすばやく伸ばしたとき、ひじの関節の屈筋と伸筋にはそれぞれどのような反応が見られるか答えよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問1～7に答えよ。(配点25)

免疫は生体を病原体から守るシステムである。免疫システムがはたらかなくなると、通常病気を引き起こさない微生物による感染でも発病し、このような感染は ① とよばれる。免疫システムがはたらかなくなることは後天性にも先天性にも起こりうる。後天性の例として、後天性免疫不全症候群(AIDS)がある。この病気は ② による感染症である。② はヘルパーT細胞に感染して増殖し、ヘルパーT細胞は破壊され減少していく。感染後10年程度の期間は無症状であるが、ヘルパーT細胞が著しく減少すると、生体内の免疫反応が正常に起こらなくなり、⁽¹⁾さまざまな感染症やがんにより重症となる。このことから、免疫システムではヘルパーT細胞が重要な役割を担っていることがわかる。

先天性免疫不全症はいろいろな遺伝子の異常で起こる。ヒトの先天性免疫不全症の原因を解明するために、ヒトの病気に類似する症状を示すマウス(ハツカネズミ)が調べられてきた。その例として、ヌードマウスとSCIDマウスがある。ヌードマウスは胸腺を欠損し、T細胞が存在しない。一方、SCIDマウスには胸腺はあるが、T細胞とB細胞が存在しない。⁽²⁾これらのマウスを研究することにより、⁽³⁾リンパ球の生成の過程が明らかになった。

問1 文中の①と②に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(1)について、ヘルパーT細胞は種々の免疫細胞のはたらきを助ける。ア～ウの免疫細胞が、ヘルパーT細胞に補助され行うことはどれか。以下の㉔～㉑からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- ア マクロファージ
- イ キラーT細胞
- ウ B細胞

- ㉔ 形質細胞に分化する。
- ㉕ 多細胞性寄生虫を殺す。
- ㉖ 細菌を食食し、分解する。
- ㉗ ウイルス感染細胞を殺す。
- ㉘ 抗原受容体可変部遺伝子の再編成を行う。
- ㉙ 組織が破壊されたときにフィブリンを形成する。

問3 病原体が体内に侵入してから、その病原体の抗原に特異的なヘルパーT細胞が抗原を識別するまでのしくみを述べよ。

問 4 ウイルス抗原に反応する T 細胞が初めて抗原を識別する場所はリンパ節などであり、ウイルス感染細胞が存在する場所とは異なることが多い。皮膚にウイルスが感染したとき、リンパ節で抗原を認識した T 細胞は、皮膚までどのように移動するか。移動の経路を述べよ。

問 5 下線部(2)について、ヌードマウスの体内に SCID マウスの胸腺を移植すると、T 細胞が血液中に出現するようになる。この結果から、胸腺に関してわかることを述べよ。

問 6 下線部(3)について、SCID マウスに放射線を照射し骨髄細胞を死滅させた後、ヌードマウスの骨髄細胞を移植すると、T 細胞と B 細胞が血液中に出現するようになる。この結果から、SCID マウスとヌードマウスの骨髄細胞に関してわかることをそれぞれ述べよ。

問 7 問 5 と問 6 の移植後のマウスでは、血液中の T 細胞は ㊸ ヌードマウスと ㊹ SCID マウスのどちらに由来するか。それぞれ記号で答えよ。

ア 問 5 の移植後のマウス

イ 問 6 の移植後のマウス

Ⅳ 次の文章を読み、問1～8に答えよ。(配点25)

初期の人類は猿人とよばれ、最古のものは中央アフリカで発見された ① で、およそ700万年前に出現したと考えられている。エチオピアのおよそ440万年前の地層から発見された ② の一種であるラミダス猿人の化石からは、初期の人類が直立二足歩行をしていたと推定される。⁽¹⁾400万年前から200万年前にかけて人類の多様性は劇的に増加し、この時期の多くの種はまとめて ③ 類とよばれる。これらの初期人類は、類人猿と異なる特徴をもっている。およそ200万年前になると、ホモ・エレクトスなどの原人が出現した。

80万年ほど前には、より脳の発達した旧人が出現し、その中から30万年ごろにネアンデルタール人が出現した。ネアンデルタール人は現生人類と同じくらい大きな脳をもち、狩猟のための道具もつくっていた。彼らはヨーロッパから西アジア、中央アジア、南シベリアへと広がったが、約3万年前に絶滅したと考えられている。現生人類であるホモ・サピエンスは、およそ20万年前にアフリカで出現し、10～5万年ほど前にアフリカを出た集団が全世界に広がったと⁽³⁾考えられている。アフリカを出たホモ・サピエンスは、ヨーロッパや西アジアでネアンデルタール人と共存していた可能性がある。

近年、人類の起源や進化について、DNAの研究が大きな役割を果たすようになった。まず、注目されたのはミトコンドリアDNAである。ミトコンドリアDNAは核DNAに比較すると分析が容易であった。⁽⁴⁾一時は、多くの古人類学者は、ネアンデルタール人が原人からホモ・サピエンスへの進化の1つの段階であると考えたが、ミトコンドリアDNAの分析の結果からは別の系統であると考えられた。一方、DNAの塩基配列を高速に読む技術が開発され、⁽⁵⁾ゲノムDNAの全配列を読み取ることが可能になり、ネアンデルタール人の骨片由来DNAから全ゲノム配列が解読された。その結果、ヨーロッパとアジアの現生人類のゲノム配列の2%程度はネアンデルタール人に由来している。⁽⁶⁾ことがわかった。ホモ・サピエンスがアフリカを出た後にネアンデルタール人と交雑し、世界の各地域に移動したと考えられる。

問1 文中の①～③に当てはまる語句を以下の㉔～㉙からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- | | |
|--------------|------------|
| ㉔ アウストラロピテクス | ㉙ サヘラントロプス |
| ㉕ パラントロプス | ㉚ アルディピテクス |
| ㉖ オロリン | ㉛ ケニアントロプス |

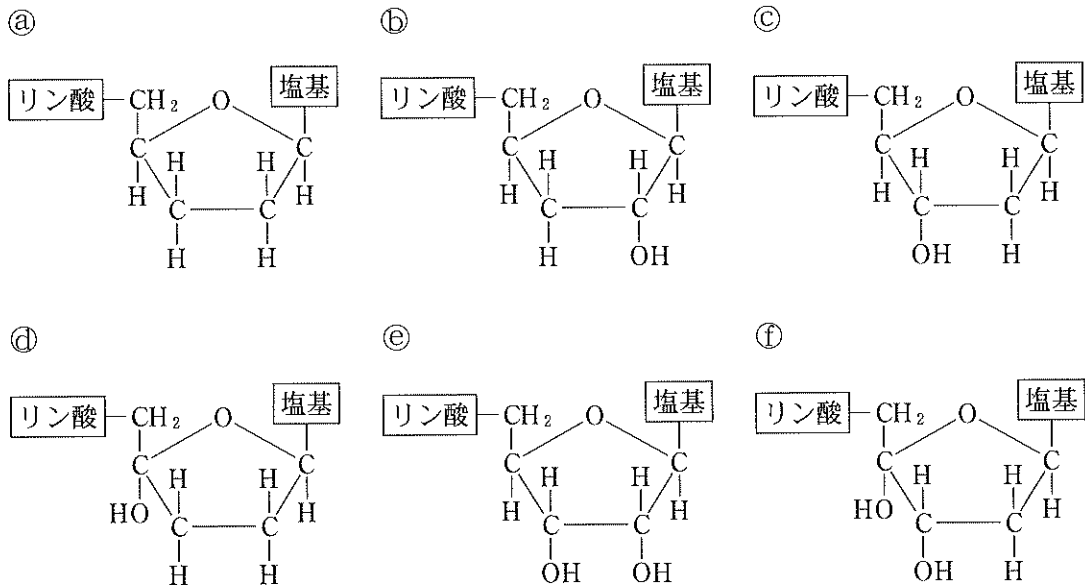
問2 下線部(1)について、直立二足歩行をしていたと推定する根拠となる骨の特徴を2つ記せ。

問3 下線部(2)について、直立二足歩行以外の特徴を2つ述べよ。

問 4 下線部(3)に関連して、2017年にアフリカでおよそ30万年前のものとみられる初期のホモ・サピエンスの化石が発見されたとの報告があった。化石の年代はどのように測定するか。方法を1つあげて説明せよ。

問 5 下線部(4)について、ミトコンドリア DNA が核 DNA より分析しやすい理由を説明せよ。

問 6 下線部(5)に関連して、これまで塩基配列の解析には、サンガーが開発した方法が使われてきた。この方法では、DNA の一方の鎖を鋳型として、それに相補的な DNA 鎖を合成させてきた。このとき、材料となるヌクレオチドの中に、取り込むと合成が止まるような特殊なヌクレオチドを少量混ぜておく。この特殊なヌクレオチドを以下の①~⑥から1つ選び、記号で答えよ。



問 7 下線部(6)について、ネアンデルタール人由来ゲノムは、現代人の核ゲノムのさまざまな場所に短い領域として存在する。一方、4万5000年前ごろのホモ・サピエンスの化石の核ゲノムの解析では、ネアンデルタール人由来ゲノム領域の個々の長さは現代人に見られるものより長かった。このことから考えられることを述べよ。

問 8 ネアンデルタール人とホモ・サピエンスが共存していた時代の、それぞれの個体と交雑の結果生じた個体の核 DNA とミトコンドリア DNA が得られたと仮定する。核 DNA とミトコンドリア DNA の塩基配列を決定し、それぞれについて個体間で異なっている塩基の割合を求め、これを相違度とする。ネアンデルタール人を P、ホモ・サピエンスを Q、交雑個体を R として、表 1 に核 DNA とミトコンドリア DNA の相違度を示す。表中の ア と イ は、それぞれ Q と R のどちらか答えよ。また、この結果からわかることを述べよ。

表 1 DNA の相違度

	核 DNA	ミトコンドリア DNA
P と ア の間の相違度	0.26 %	1.38 %
P と イ の間の相違度	0.54 %	1.36 %
Q と R の間の相違度	0.27 %	0.01 %