

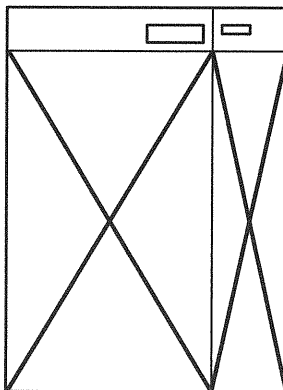
令和3年度入学試験問題（一般入試）

理 科

13:20 ~ 15:00

注 意

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題文は、物理：1～7 ページ，化学：8～13 ページ，生物：14～19 ページである。
3. 解答紙は計3枚で、物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
4. 解答開始前に、試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
5. 試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目の解答紙に下記のように×印を大きく2カ所記入すること。



6. 「始め」の合図があったら、問題冊子のページ数を確認すること。
7. 解答は、黒色鉛筆（シャープペンシルも可）を使用し、すべて所定の欄に丁寧な字で正確に記入すること。英文字，ギリシャ文字は大文字・小文字の区別をすること。欄外および裏面には記入しないこと。
8. 下書き等は、問題冊子の余白を利用すること。
9. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙を物理，化学，生物の順番にそろえること。
10. 解答紙は持ち帰らないこと。

生物

[1] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

地球上には、肉眼では見えない細菌や酵母などの微生物が生息している。ヒトの皮膚や消化管にもさまざまな細菌が生息しており、①私たちに有利にはたらいている。このような細菌を [ア] という。しかし、免疫力が低下したヒトでは [ア] が原因菌となり、[イ] という感染症を引き起こすことがある。また、その菌が抗菌薬（抗生物質）に耐性を示すと治療が困難になる。一方、②パン、味噌、醤油、ヨーグルト、酒類などのように微生物の [ウ] 作用を利用して作られたものもある。このように、私たちと微生物は密接な関係にある。

ブドウ球菌属の菌は鼻腔の [ア] で、高濃度の NaCl に耐性である。その一種である黄色ブドウ球菌はエネルギー源として糖類のマンニトールを分解し、酸を産生する。抗菌薬であるメチシリンに耐性をもつ MRSA（メチシリン耐性黄色ブドウ球菌）は、院内感染の原因菌として知られている。

1. [ア] ～ [ウ] に当てはまる語句を答えなさい。
2. 下線部①について、具体例を答えなさい。
3. 下線部②以外に [ウ] 作用を利用して作られている食品を1つ挙げなさい。
4. ヒトと細菌を比較して、それぞれの細胞にのみに存在するものを、次の (1) ～ (7) の中からすべて選び、番号で答えなさい。
(1) DNA (2) 細胞膜 (3) 細胞壁 (4) 核膜 (5) ミトコンドリア
(6) リボソーム (7) 中心体
5. 細菌の形を決めている構造は何か。また、その構造の主成分を答えなさい。
6. 神経細胞を高濃度の NaCl 水溶液に入れると収縮するが、大腸菌を同じ高濃度の NaCl 水溶液に入れるとどのような形態変化が起きるか、答えなさい。

7. 滅菌綿棒で被験者の鼻腔より検体を採取し、培地①と培地②（表 1）に塗布して 37℃で 24 時間培養した。その結果、両方の寒天培地で菌の生育がみられた。被験者が MRSA を保有しているかどうかを判断するには、培地①、培地②を用いてどのような実験を行うとよいか、答えなさい。

表 1 培地成分

	肉エキス	ペプトン	高濃度 NaCl	メチシリン	マンニトール	澱粉	pH 指示薬
培地①	+	+	+	+	-	+	-
培地②	+	+	+	-	+	-	+

+ : 添加, - : 非添加, pH 指示薬 : 低 pH で黄色

8. メチシリン耐性遺伝子 X の塩基配列が分かっている時、培地①で生育した菌が遺伝子 X をもつかどうかを調べるにはどのような実験を行うとよいか、手順を簡潔に説明しなさい。
9. 細菌が抗菌薬に耐性を示す仕組みについて説明しなさい。

〔 2 〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

ゲノムとは、生物の形成と生命活動に必要な、最小の遺伝情報の1セットのことであり、生殖細胞に含まれるDNAの全遺伝情報である。地球上に存在する生物種のゲノムの大きさは、種によって大きく異なる。様々な生物のゲノムの大きさと遺伝子数を表1に示す。ヒトゲノムプロジェクトによりヒトゲノムの全塩基配列が決定されたが、その結果タンパク質の配列情報を担っている領域の割合は全体の1.5%にすぎず、イントロンと調節配列を加えた遺伝子全体でも26.5%であることが示された(図1)。体細胞が分裂する際には、ゲノムのもつ遺伝情報は、分裂した2個の細胞に正確に伝えられる必要がある。このときに、DNAから全く同じDNAがつくられる過程を〔ア〕といい、これを行う酵素には〔ア〕をより正確に行う仕組みである〔イ〕の機能を持つ物がある。タンパク質が合成される際には、DNAの遺伝情報がmRNAの配列に写し取られ、さらにその情報をもとにタンパク質がつくられる。前者の過程を〔ウ〕、後者の過程を〔エ〕という。

1. 〔ア〕～〔エ〕に当てはまる語句を答えなさい。

2. 図2はDNA二重らせんの一部を示している。

(1) Xに当てはまる最も適切な数値を次の(a)～(f)から選び、記号で答えなさい。

(a) 0.2 (b) 2 (c) 20 (d) 50 (e) 100 (f) 200

(2) 解答紙の図にペプチドの一部である-メチオニン-トリプトファン-をコードする塩基対を、下の記号を用いて書き込み完成させなさい。ただし書き込むのは6塩基対のみでよい。メチオニン、トリプトファンを表すコードはそれぞれATG, TGGである。図中の両矢印は二重らせんが半回転する長さを示す。記号の大きさ、文字の向きは考慮しなくてよい。



3. 〔イ〕の仕組みについて説明しなさい。

4. 〔ア〕が行われる際、相補的塩基対の形成には 10^{-4} ～ 10^{-5} の頻度で誤りが生じるが、〔イ〕が行われることで誤りは 10^{-7} 以下に抑えられる。さらにミスマッチ修復により誤りの頻度は 10^{-9} ～ 10^{-10} となる。〔イ〕による誤りの頻度を 10^{-7} 、ミスマッチ修復により抑えられる誤りの頻度を 10^{-2} とすると、ヒトの体細胞が1回分裂する時、

(1) 〔イ〕のみが行われた場合、何ヶ所の誤りを生じるか答えなさい。

(2) 〔イ〕と共にミスマッチ修復も行われた場合、何ヶ所の誤りを生じるか答えなさい。

(3) 1回分裂を行う際に(2)の誤りが生じても細胞の生存にほとんど影響はない。その理由を説明しなさい。

5. ヒトがつくるタンパク質は10万種以上と推定されているが、ゲノムプロジェクトにより明らかにされた遺伝子数は2.9万である。この遺伝子数からどのようにして10万種ものタンパク質がつくられているのか、その機構を説明しなさい。

表 1

生物種	ゲノムの大きさ (塩基対)	遺伝子数
大腸菌	460 万	4300
酵母	1300 万	6600
線虫	1.3 億	2.1 万
ショウジョウバエ	2 億	1.5 万
ヒト	32 億	2.9 万
シロイヌナズナ	2.2 億	2.9 万

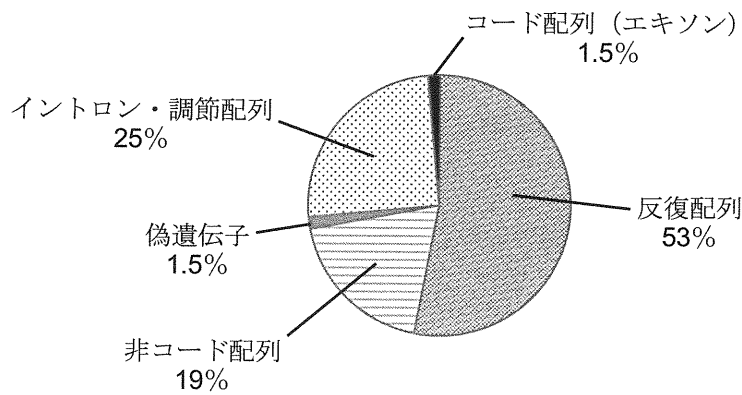


図 1

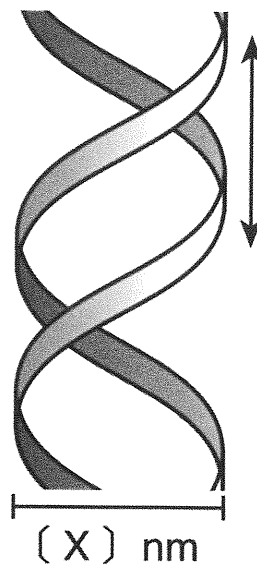


図 2

[3] 次の文章を読み、説問に答えなさい。

[I] 血管に傷ができると凝固系と線溶系で修復されるが、図 1 はこれらの系で働く物質を示している。血液凝固は最終的に [ア] が赤血球や [イ] を絡めて [ウ] をつくることで成立する。正常な血液では凝固がおこらないように肝臓で作られる [エ] が抗凝固因子として働いている。しかしながら凝固系や線溶系の異常により血管がつまると脳梗塞や心筋梗塞を発症し、放置すれば生命に危険がおよぶことがある。

1. 本文および図 1 の [ア] ~ [キ] に当てはまる語句を答えなさい。
2. [ア] の構造的特徴と水溶液に対する性質を答えなさい。
3. 図の A と B に当てはまるタンパク質名をそれぞれ 1 つ答えなさい。
4. 下線部に関して、次の(1)と(2)の場合どのような作用を示す薬を投与すればよいか。図 1 を参考に答えなさい。
 - (1) はじめて発症したとき。
 - (2) 治療後に再び発症しないように予防するとき。

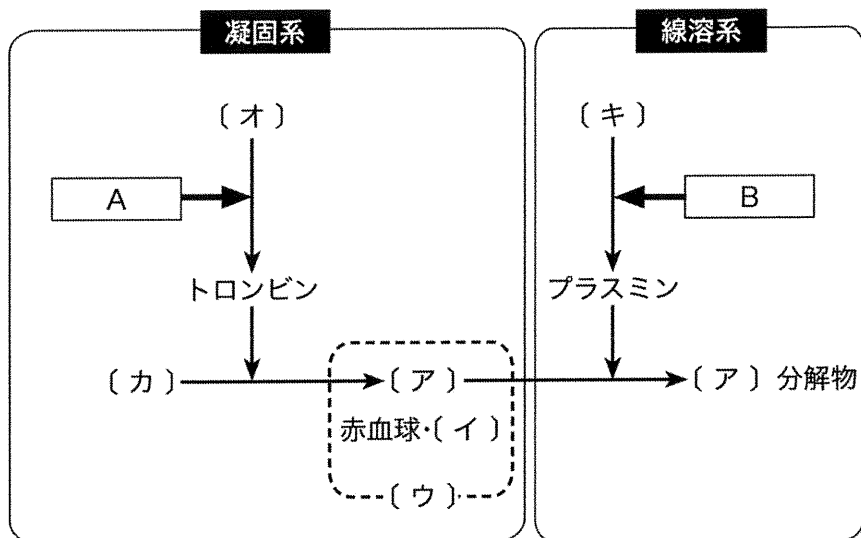


図 1

〔II〕血液を使った検査に血沈検査（赤血球沈降速度検査）がある。測定方法と判定を以下に示す。

【測定方法】

- ① 血液と3.2%クエン酸ナトリウムを4:1に混合し、ガラス管に注入する。ガラス管には図2に示すような上部（0 mm）から下部（200 mm）まで1 mm ごとに目盛りがある。
- ② ガラス管を台に固定し、室温で1時間静置する。
- ③ 血液成分が沈んでできた上澄み液の位置を目盛り（図2のX）から読み取る。

【判定】

血液内の赤血球は負に帯電しているため電氣的反発力により赤血球の沈殿が妨げられているが、時間が経過するにつれて沈んでいく（図2の沈降物）。Xの値が正常値（基準値）より小さい場合を血沈遅延、大きい場合を血沈亢進とする。

5. クエン酸ナトリウムを加えることにより血液にどのような変化が起きたか、「イオン」という語句を使って説明しなさい。
6. 医療現場ではクエン酸ナトリウムは血沈検査以外にどのように利用されているか答えなさい。
7. 血液内にはアルブミン、〔カ〕、免疫グロブリンが含まれており、アルブミンは負に、〔カ〕と免疫グロブリンは正に帯電している。次の患者のうち、血沈亢進がみられるのはどれか、患者A～患者Eからすべて選び、アルファベットで答えなさい。
患者A：ネフローゼ症候群を発症し、アルブミンが減少した。
患者B：膠原病を発症し、免疫グロブリンが増加した。
患者C：播種性血管内凝固症候群を発症し、〔カ〕が減少した。
患者D：脱水症により、血液中の液性成分が減少した。
患者E：貧血により、血液中の血球成分が減少した。

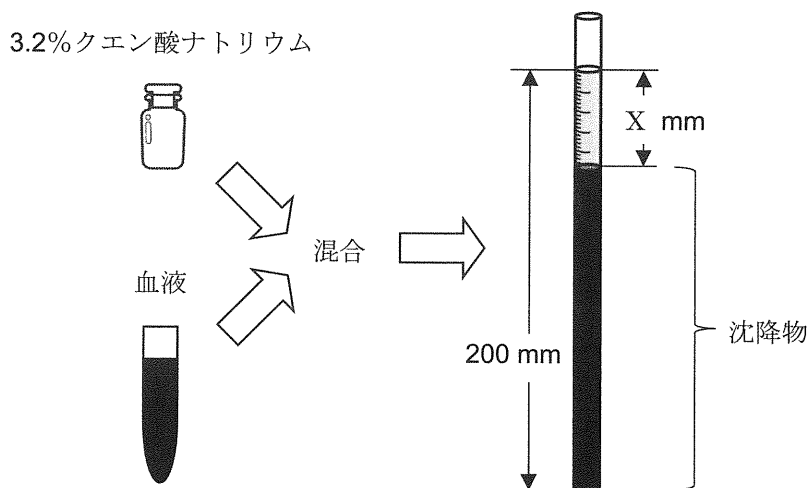


図2