

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 14
生物	1 ~ 3	15 ~ 20
地学	1 ~ 4	21 ~ 28

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

遺伝子とは生物の遺伝形質を規定する細胞内構造単位で、ヒトではDNAがその本体である。
a) DNAはデオキシリボース、、塩基から構成されるヌクレオチドが鎖状に連なったポリヌクレオチドで、塩基はアデニン、グアニン、、の4種類から構成され、アデニンは、グアニンはとのみ結合することができる。これを相補的結合といい、2種類の塩基間で対合した2本鎖DNAは二重らせん構造となっている。真核生物の場合、2本鎖DNAはというタンパク質に巻き付けられという基本構造を形成している。細胞分裂の間期ではは縮合してクロマチンの状態で存在し、分裂期ではクロマチンが何重にも折りたたまれて染色体となっている。ヒトの体細胞には46本の染色体が含まれ、配偶子には23本の染色体が存在する。この23本の染色体にはヒトという生物個体を作るための全ての遺伝情報が含まれていると考えられている。このように、生物の生存に必要な1組の遺伝情報のセットをという。

DNAの複製は細胞分裂の間期に行われる。まず、2本鎖DNAがほぐれて1本鎖となり、この1本鎖を鋳型として、相補的な塩基をもつヌクレオチドがという酵素により次々とつながれ、新たに2本鎖状のDNAとなる。新しい2本鎖DNAは、元の2本鎖DNAの片側のDNA鎖と新しく合成されたDNA鎖により構成されるため、これを複製という。この仕組みは、通常^{c)}の窒素 ^{14}N より重い ^{15}N で置換したヌクレオチドにより元DNAと新規合成DNAを識別する方法を用いてとにより証明された。

DNAから転写されたmRNAの情報をもとにタンパク質(ポリペプチド)が合成されることをという。mRNAが持つ3つの塩基がアミノ酸の種類を規定し、これをという。は64種類^{d)}存在し、それらは20種類のアミノ酸ならびにポリペプチドの開始点と終止点を規定している。

(問1) 文中の～に適切な語句、もしくは人名をいれよ。

(問2) 下線部a)に関して、以下の設問に答えよ。

ある遺伝子は常染色体上に存在し優性に遺伝する。また、その遺伝形質は男性にのみ発現されるものとする。図1に示した家系図のア、イ、ウの遺伝子型を推定せよ。ただし、優性の形質を担う遺伝子をA、劣性の形質を担う遺伝子をaとする。○は女性、□は男性、■はこの家系内で唯一その遺伝形質を発現している男性であることを示している。

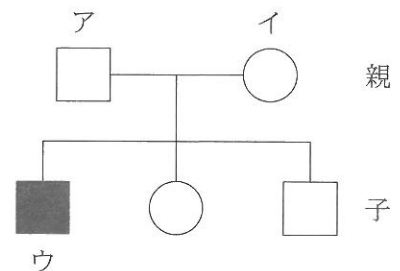


図1

(問 3) 下線部 b) に関して、下記のうち真核生物の細胞の特徴を 2 つ選べ。

- (ア) 染色体 DNA が細胞質内に存在する。
- (イ) ミトコンドリアやゴルジ体などの細胞小器官がない。
- (ウ) DNA から転写された RNA はスプライシングの後、成熟 mRNA となりタンパク質の合成に利用される。
- (エ) 一般に原核生物よりも細胞の大きさが小さい。
- (オ) 原形質流動が見られる。
- (カ) 細胞の分裂は無糸分裂による。

(問 4) 下線部 c) に関して、以下の設問に答えよ。

窒素 ^{15}N よりなる重い DNA を持つ大腸菌を、通常の重さの窒素 ^{14}N を含む培地で培養すると、1 代目は全て ^{15}N と ^{14}N の中間の重さの DNA を持つ大腸菌となる。この大腸菌をさらに窒素 ^{14}N を含む培地で培養すると、2 代目、3 代目、4 代目ではどのような重さの DNA を持つ大腸菌がどのような比で得られるか答えよ。ただし、重い DNA を A、中間の DNA を B、軽い通常の DNA を C とする。

(問 5) 下線部 d) に関して、以下の設問に答えよ。

図 2 は、ある遺伝子の 2 本鎖 DNA のうちの一部の塩基配列を示したものである。この遺伝子から転写された mRNA 由来のタンパク質には、アスパラギン・バリン・ヒスチジン・バリン・チロシンというアミノ酸配列が含まれていた。表 1 の遺伝暗号表をもとに、このアミノ酸配列に対応する mRNA の塩基配列を記載せよ。

..... TGTACACATGGACGTTCA
 ACATGTGTACCTGCAAGT

図 2

表 1

アミノ酸	遺伝暗号			
	アスパラギン	AAU	AAC	
バリン	GUU	GUC	GUA	GUG
ヒスチジン	CAU	CAC		
チロシン	UAU	UAC		

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

生物が誕生して以来、現在では学名が付けられた生物だけでも約150万種が存在する。このように多様な生物の存在は進化とよばれる事象の結果だと考えられている。進化を実証することは困難であるが、ある種類の生物が連続的に変化していった過程を示すような一連の化石がみつかることは進化の有力な証拠である。また、ヒトの手、イヌの前足、クジラの胸びれのような脊椎動物の前肢は、外見や機能が違っていても骨格の構造に共通点が見られる 器官であり、これらの動物が共通の祖先から進化してきたことを示している。このほか生物の分布や生態に関する情報も進化を検証する重要な手がかりとなる。

現在の多様な生物群を理解するために、これまでは形態的な類似性に基づく系統分類が行われてきた。しかし、チョウの翅とトリの翼のように、異なる系統の生物が同じような環境や生活様式に適応した結果、発生上の起源は異なるのに形態や働きがよく似た 器官をもつ例がある。このような現象を というが、 器官を生物の比較に用いた場合や、イヌのチワワとコリーのように同一種であるにもかかわらず外見的特徴が著しく異なる場合などは、系統分類が困難になることがある。そこで近年では形態情報に加え、DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列を利用した分子系統学により、生物間の類縁関係や分岐年代を推定する試みも盛んになっている。

(問1) 文中の ～ にあてはまる適切な語句を答えよ。

(問2) 下線部a)の進化のしくみに関する理論のうち、以下のi)～iii)を提唱した人物と、その理論の名称を答えよ。

- i) 突然変異で変化した形質が子孫にも遺伝することで進化が起こる。
- ii) 同じ親から生まれた子にも個体差があるため、生存競争のなかでより環境に適した個体が生き残り、その個体の形質が遺伝することで進化が起こる。
- iii) 生物はそれぞれの環境において、よく使われる器官は発達し、そうでない器官は退化していく。それによって獲得した形質が遺伝によって子孫に伝えられることで進化が起こる。

(問3) 下線部b)のような化石は系列化石と呼ばれる。これに対して中間化石と呼ばれるものがある。中間化石とはどのようなものか、始祖鳥を例に、句読点を含めて60字以内で説明せよ。

(問 4) 下線部 c) について、ガラパゴス諸島のフィンチやオーストラリア大陸の有袋類の例で知られているように、共通の祖先をもつ生物群が様々な異なる環境に適した多数の種へと分かれていく現象をなんというか答えよ。

(問 5) 下線部 d) の手法を用いて、大腸菌、ラン藻、昆虫、ほ虫類、ほ乳類、被子植物すべての類縁関係を調べるために適したものを選択肢から選び、記号で答えよ。

[選択肢]

- (ア) ヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列
- (イ) 葉緑体 DNA の塩基配列
- (ウ) リボソーム DNA の塩基配列
- (エ) ミトコンドリア DNA の塩基配列

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

私たちヒトは、一個の 卵から細胞分裂し、様々に分化した細胞の集合体である。多数の細胞が集まった生物を多細胞生物とよぶ。多細胞生物では、細胞はそれぞれ特定の形や働きをもつように分化している。同じような形と働きをもった細胞が集まって組織を形成し、さらに^{a)}関連したいくつかの組織が組み合わさって一定の形と働きを持つ器官を形成している。

消化器官の1つである小腸は、内側がひだ状になっており、それぞれのひだには とよばれる突起が密集している。この1つ1つの は、 といわれる小さな突起が多数ある1層の 細胞に覆われており内側に毛細血管が入り込んでいる。

小腸ではさまざまな物質の吸収が行われるが、脂肪は、消化酵素により脂肪酸とグリセリンへ^{c)}と分解され、大部分が を経由して、循環血液中へ運ばれる。肝臓は物質の合成や分解^{d)}に関する酵素が多く含まれており、活発な化学反応の場でもある。

(問1) 文中の ～ に適切な語句をいれよ。

(問2) 下線部 a) に関する次の文を読み、設問(ア)～(ウ)に答えよ。

組織は大きく4つに分けられる。体表面や消化管などの内表面を覆っている 組織、刺激により細胞の興奮を伝える 組織、収縮性のある 組織、器官の間を埋めたり、支持したりする 組織である。

(ア) 文中の ～ に適切な語句をいれよ。

(イ) 以下の①～⑥は、 ～ のうちいずれの組織に属するか、6～9の記号で答えよ。

- | | | |
|-------|------|--------|
| ① 表皮 | ② 真皮 | ③ 毛細血管 |
| ④ 内臓筋 | ⑤ 脊髄 | ⑥ 血液 |

(ウ) 以下の①～⑥は、外胚葉、内胚葉、中胚葉のいずれの胚葉由来か答えよ。ただし、外胚葉由来の時は「外」、内胚葉由来の時は「内」、中胚葉由来の時は「中」と答えよ。

- | | | |
|------|------|--------|
| ① 表皮 | ② 網膜 | ③ 毛細血管 |
| ④ 肝臓 | ⑤ 腎臓 | ⑥ 膵臓 |

(問3) 下線部 b) の小腸に関する下記の記述のうち誤っているものを一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 吸収面積を大きくするための構造が備わっている。
(イ) 小腸の外側は、平滑筋が取り巻いている。
(ウ) 小腸の内部は胃液に含まれる胃酸により酸性である。
(エ) 小腸は迷走神経による神経支配を受けている。

(問 4) 下線部 c)に関する次の文章を読み、文中の ～ に適切な語句をいれよ。

細胞内への物質の吸収には、エネルギーを使って輸送する とエネルギーを使わない がある。 は細胞内外の物質の濃度勾配に逆らって物質を輸送する。 とは、細胞内外での物質の濃度に差があるときに、濃度の 側から 側に、 などによって物質が輸送されることをいう。一方、特定の物質のみを膜透過させる性質を という。

(問 5) 下線部 d)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

体内でタンパク質が分解されると有害なアンモニアが生じるが、肝臓ではそれを毒性の低い物質に変換する働きがある。そのため、何らかの原因により肝臓の機能が低下した場合には体内にアンモニアが蓄積する。

(ア) 肝臓でアンモニアが変換されてできる最終産物は何か。下記の選択肢より選び記号で答えよ。

- ① ピルビン酸 ② 尿 素 ③ クエン酸
④ 乳 酸 ⑤ アルギニン

(イ) 上記(ア)の最終産物はどの臓器から体外に排出されるか答えなさい。

