

生 物

1 次の文章を読み、問に答えなさい。

ある生物が形態・生殖・遺伝などの特徴から、他の生物と明らかに違うときに適用される分類の基本単位として、種が定められている。近縁の種は（ア）にまとめられ、いくつかの（ア）は（イ）にまとめられる。同様にして、しだいに高次の（ウ）・綱・（エ）・界という段階が設けられている。種を正確に表すために、国際的に命名法が定められ、それによってつけられた学名が用いられる。学名は（ア）名と（オ）を組み合わせで表記される。この方法を（カ）といい、スウェーデンの（キ）により提唱された。学名には（ク）語が用いられる。学名に対して日本語で生物名を表したものを（ケ）という。界は以前、図1のように2つに区分されていたが、ホイタッカーは図2のように区分する（コ）説を提唱した。界の分け方には、この他にもいくつかの説がある。

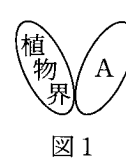


図1

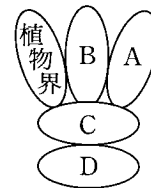


図2

問1 文章の空欄（ア）～（コ）に適切な語句を書きなさい。

問2 ヒトの学名の正しい表記はどれか、番号にマークしなさい。

1. Homo sapiens 2. Homo Sapiens 3. *Homo sapiens* 4. *Homo Sapiens*

問3 図1、図2のA～Dに適切な界の名称を書きなさい。

問4 次の生物はA～Dのどれに属するか、記号にマークしなさい。

1. 乳酸菌 2. マツタケ 3. ミドリムシ

問5 図2のC以上のグループの細胞には、Dには見られない共通の特徴がある。どのような特徴かを30字以内で説明しなさい。

2

次の文章を読んで問に答えなさい。

両生類の胚初期の赤道付近の帯域を除いて、動物極側の予定 (1) 胚葉組織と植物極側の予定 (2) 胚葉組織を再結合して培養すると、予定 (1) 胚葉から中胚葉組織が分化してくる。この実験は予定 (2) 胚葉の産生する何らかの因子が中胚葉の分化を誘導したことを示す。そこで図 1 のように $0.2 \mu\text{m}$ 径の穴のあいたフィルターを隔てて両者を培養したところ、やはり中胚葉組織が分化してきた。

このように多細胞生物の発生・分化においては異なる種類の細胞からの働きかけが重要である場合がよくあるが、その分子の実体・働きかけの様式は必ずしも一様ではない。ヒトの血球系の幹細胞からは T 細胞、B 細胞などのリンパ球をはじめ、赤血球、好中球、血小板、マクロファージなど複数種の細胞が分化する。この分化には支持細胞

(ストローマ細胞) と呼ばれる細胞からの働きかけが必要であることが知られている。支持細胞にはさまざまな種類が存在するが、どのような種類の支持細胞の、いかなる産生因子が分化を指令するかを研究することは発生、分化のメカニズムを考える上で有用なモデルとなるばかりでなく、医学への応用の観点からも重要である。

B 細胞は骨髄において支持細胞の存在下で血液幹細胞からの分化を完了する。一方 T 細胞は骨髄に存在する血液幹細胞から分化するが、骨髄で T 細胞に分化することなく胸腺に移行した後、はじめて成熟 T 細胞に分化する。そこで骨髄から採取した支持細胞 X、および Y、胸腺から採取した支持細胞 Z を用いて (a) ~ (g) の実験を行い、以下の結果が得られた。

実験 (a) 支持細胞 X、Y および Z をシャーレで培養するといずれの細胞もシャーレに付着し、伸展して増殖した。

実験 (b) シャーレに伸展した支持細胞 X の上に血液幹細胞をのせて培養したところ (図 2)、血液幹細胞から未成熟な B 細胞、ついで成熟した B 細胞が分化した。

実験 (c) 骨髄由来の別の支持細胞 Y で同じ実験を行ったところ、未成熟な B 細胞は出現したが、成熟した B 細胞まで分化することはなかった。

実験 (d) 支持細胞 X を単独で数日間培養した上澄み液を採取し、支持細胞 Y の上に幹細胞を乗せて行う培養系 (実験 (c) と同様) に加えたところ、成熟した B 細胞が出現した。

実験 (e) $0.2 \mu\text{m}$ 径の穴のあいたフィルターを隔てて支持細胞 X および Y と幹細胞を培養したが (図 3)、未熟 B 細胞および成熟 B 細胞の分化は見られなかった。

実験 (f) Z は胸腺から採取した支持細胞であるにも関わらず、図 2 のように、この上に血液幹細胞を乗せて行う培養では T 細胞は出現せず B 細胞に分化した。

実験 (g) 幹細胞を支持細胞 Z と共に遠心して 3 次元的な凝集塊を形成した後培養したところ (図 4)、塊の内部に成熟した T 細胞が現れた。

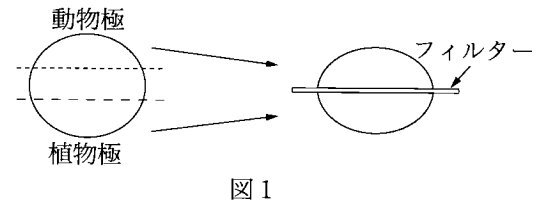


図 1

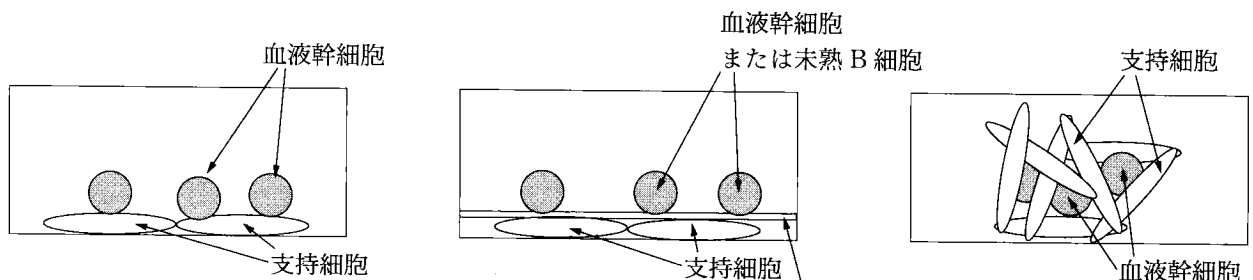


図 2

図 3

図 4

生	物
---	---

問1 空欄(1)(2)に適切な語句を入れなさい。

問2 下線(3)から、中胚葉を誘導した分子の実体についてどのようなことがわかるか、句読点を含め30字以内で説明しなさい。

問3 下線(4)に関連して、支持細胞 Y の上での培養で現れた未熟 B 細胞を回収し、図3のようにフィルターを隔てて支持細胞 X と培養するとどうなると考えられるか、句読点を含め15字以内で説明しなさい。

問4 下線(5)より未熟 B 細胞の分化には何が必要と考えられるか、句読点を含め25字以内で説明しなさい。

問5 支持細胞 X, Y の性質について推測される事柄を句読点を含め70字以内で述べなさい。

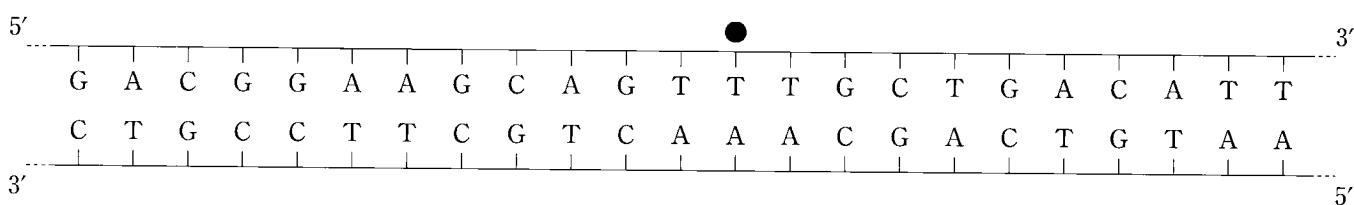
問6 上の実験から、血液幹細胞から T 細胞が分化するためにはどのような条件が必要と考えられるか、句読点を含め30字以内で説明しなさい。

3

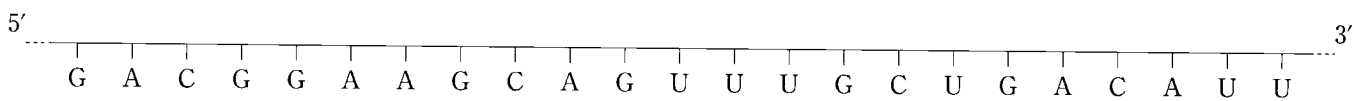
次の文章を参考にして、下記の問に答えなさい。

フェニルケトン尿症は、フェニルアラニン水酸化酵素の先天性欠損によって発症するヒトの疾患である。この酵素は、フェニルアラニンをチロシンに変える反応を触媒する。この酵素の欠損により血液や脳にフェニルアラニンが蓄積し、生後数カ月以内に知的障害の症状が現れる。

図Aには、正常なフェニルアラニン水酸化酵素遺伝子の2本鎖DNAの一部の塩基配列が示されている。図Bには、この2本鎖DNAの片方の鎖が読み取られることによって作られた伝令RNAの塩基配列が示されている。図Aと図Bに示されている5'および3'は、ヌクレオチドがつながってできたDNAやRNAの方向性を表している。図Cには、遺伝暗号表が示されており、伝令RNAの5'から3'の方向(図の左から右)の3つの塩基の文字に1つのアミノ酸が対応することを表している。図Bに示された伝令RNAの塩基配列のすべてが、何らかのアミノ酸に対応する。



図A



図B

一番目の塩基 (5' 末端側)	二番目の塩基				三番目の塩基 (3' 末端側)
	U	C	A	G	
U	UUU } フェニル UUC } アラニン UUA } ロイシン UUG }	UCU } UCC } セリン UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } 終止 UAG }	UGU } システイン UGC } UGA } 終止 UGG } トリプトファン	U C A G
C	CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }	CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } イソロイシン AUA } AUG } メチオニン	ACU } ACC } スレオニン ACA } ACG }	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リジン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }	U C A G
G	GUU } GUC } バリン GUA } GUG }	GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }	U C A G

図C

問1 フェニルアラニン水酸化酵素が肝臓だけで作られ、他の組織や器官では作られていないとすると、下の記述のうち正しいものはどれか。記号を選びなさい。

- a. 肝臓の細胞には図AのDNAは存在するが、図Bの伝令RNAは存在しない。
- b. 肝臓の細胞には図AのDNAは存在しないが、図Bの伝令RNAは存在する。
- c. 肝臓の細胞には図AのDNAも図Bの伝令RNAも存在する。
- d. 脳の細胞には図AのDNAは存在するが、図Bの伝令RNAは存在しない。
- e. 脳の細胞には図AのDNAは存在しないが、図Bの伝令RNAは存在する。
- f. 脳の細胞には図AのDNAも図Bの伝令RNAも存在しない。

問2 フェニルケトン尿症の発病には、フェニルアラニン水酸化酵素遺伝子の突然変異が関係している。図Aに示した遺伝子の黒丸(●)の位置の塩基対において、T(チミン)がC(シトシン)に、A(アデニン)がG(グアニン)に置き換わったとすると、図Bの伝令RNAにおいては、何の塩基が何の塩基に置き換わるかを日本語で答えなさい。

問3 問2における変異したDNAから作られるフェニルアラニン水酸化酵素では、正常なものに対して1つのアミノ酸の置き換えがおこり、その結果、酵素活性がゼロになる。すなわち、酵素としての働きがなくなる。正常な遺伝子から作られる酵素の何のアミノ酸が、変異によって何のアミノ酸に置き換わるのかを答えなさい。

問4 フェニルアラニン水酸化酵素の遺伝子は、常染色体に存在する。正常な遺伝子と上記の変異した遺伝子をヘテロにもつ人(ヘテロ接合体)は、正常であり、発病しない。ヘテロ接合体の男性と、正常な遺伝子をホモにもつ女性のあいだにできる子供は、何パーセントの確率で発病するかを答えなさい。

問5 ヘテロ接合体の男性とヘテロ接合体の女性のあいだにできる子供は、何パーセントの確率で発病するかを答えなさい。

問6 フェニルアラニン水酸化酵素遺伝子の変異は、集団内に一定の頻度で存在する。また、この疾患を発症する以前に、フェニルアラニンを含まない食事を与えることにより、知的障害の症状を抑えることができる。この疾患の発症を予防するために、すべての新生児に対してどのようなことを行ったらよいか。30字以内で説明しなさい。

4

動物細胞の細胞小器官に関する下記の問に答えなさい。

問1 細胞は細胞膜によって囲まれて、細胞の形態を保っている。細胞膜の基本構造を図示し、親水性部分、疎水性部分がどこにあるのかを矢印で示しなさい。

問2 細胞は通常1個の核を持つ。しかし、細胞によって核の数は異なる。次の細胞ア～オの核の数はいくつか、記号にマークしなさい。

ア. Bリンパ球

イ. ヒト成熟赤血球

ウ. 神経細胞

エ. 骨格筋細胞

オ. 骨髄細胞

a : 0個

b : 1個

c : 複数個

生 物

問3 核には小さな穴があいている。この名前を書きなさい。また、下記の a～e の中で、正常の細胞でこの穴を通過するものはどれか。その記号を書きなさい。

a : DNA

b : リソソーム

c : 核

d : 染色体

e : RNA

問4 ミトコンドリアの構造を図示し、内膜、外膜、クリステ(クリスタ)、マトリックスの部分をそれぞれ矢印で示し、その名称を書き込みなさい。

問5 ミトコンドリアには DNA が存在することが知られている。このミトコンドリア DNA の存在場所を問4 で描いた図の中に示しなさい。また、ミトコンドリアと細胞の進化の過程について 40 字以内で述べなさい。

5

環境問題に関する問1～5の問題について誤っているものはどれか。解答欄の記号にマークしなさい。

問1 大気汚染

- A. 産業の発展に伴う大量のエネルギー消費が原因と考えられている。
- B. エネルギー源の多くは化石燃料である。
- C. 化石燃料の燃焼により二酸化炭素や水蒸気のほかに CO や HNO_3 が放出される。

問2 光化学スモッグ

- A. 光化学オキシダントを含む大気は光化学スモッグと呼ばれる。
- B. 大気中の窒素酸化物が赤外線的作用により変化し発生する。
- C. 気温の高い夏の晴天の日に発生することが多い。

問3 地球の温暖化

- A. 地球の表面は太陽の日射により温められる。
- B. 地表面からはたえず熱エネルギーが大気中に放射されている。
- C. 大気中の一酸化炭素や水蒸気は放射熱を吸収し気温を上昇させる。
- D. 化石燃料の大量消費や森林の減少が一因と考えられている。

問4 オゾン層の破壊

- A. 成層圏にあるオゾン層は太陽から放射される紫外線を吸収する。
- B. フロンガス自体は無毒である。
- C. フロンガスは上空で窒素を生じ、これがオゾンを分解する。
- D. フロン11 やフロン12 が主に関与している。

問5 水質の汚染

- A. 窒素やリン化合物は、水質の富栄養化をもたらす原因となる。
- B. 湖水や海水の富栄養化が進行すると、水面近くのプランクトンが異常繁殖することがある。
- C. プランクトンは、魚類のえらに付着し魚類の呼吸を妨げる。
- D. プランクトンの遺体が分解される際に大量の塩素が放出される。