

医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物、物理、化学の3科目から2科目を選択し、解答してください。
2. 解答用紙は、生物1枚(マークシート)、物理1枚(マークシート)、化学1枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには、右上から左下にかけて斜線を引いてください。どの2科目を選択したか、不明確な場合はすべて無効となります。また、選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。

受験番号 0001 氏名 東邦太郎
/

4. 「止め」の合図があったら、上から生物、物理、化学の順に解答用マークシートを重ねて置き、その右側に問題冊子を置いてください。

(受験番号のマークの仕方)

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子、全ての解答用マークシートに、それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入し、解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずHBの鉛筆を使用し、濃く正しくマークしてください。
 記入マーク例：良い例 ●
 悪い例 ○ ⊕ ⊖ ⊙
3. マークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してください。
4. 解答用マークシートの所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり、汚したりしないでください。

受 験 番 号			
千	百	十	一
0	0	7	2

受 験 番 号			
千	百	十	一
●	●	○	○
①	①	●	①
②	②	②	●
③	③	③	③
④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨

受験番号

氏 名

- ・生物の問題は、1ページから17ページまでです。
- ・物理の問題は、18ページから28ページまでです。
- ・化学の問題は、29ページから47ページまでです。

生 物

1 次の文1, 文2を読み, 続く問に答えよ。ただし, 同じ温度, 同じ圧力のもと(理想気体)では, 気体の体積は物質量(mol)に比例し, 気体の体積は同じ温度, 同じ圧力で得られた数値として解答しなさい。

(文1)

動物が, 呼吸によって分解し代謝する物質を呼吸基質という。呼吸では, グルコースのような炭水化物だけでなく脂肪やタンパク質も呼吸基質として使用される。皮下脂肪が豊かな人が, 食事制限や運動を行うと痩せるのは, 皮下脂肪が呼吸により消費されるためである。

脂肪は, 動物体内で分解され3分子の(ア)と1分子の(イ)になる。(イ)はさらに変換されて呼吸基質として使用される。(ア)も, 複雑な反応を経て(ウ)にまで分解される。

哺乳類では, 窒素を含むアミノ酸は有機酸とアンモニアに変換され, 生じた有機酸を呼吸基質として利用する。そしてアンモニアは, 二酸化炭素と結合し尿素に変換され尿として排泄される。

呼吸によって排出された二酸化炭素の体積と, 吸収された酸素の体積比(CO₂量/O₂量)を呼吸商という。呼吸商は, 呼吸基質により異なり1gの炭水化物, 1gの脂肪, 1gのタンパク質が呼吸(好気呼吸)で消費された時, 酸素消費量と二酸化炭素放出量, 尿中に排泄される窒素量は, 表1のようになる。同じ温度, 同じ圧力のもとでは, 気体の体積は物質量(mol)に比例する。

ある動物が食事をした後, 一定時間での呼吸量, 尿中窒素量を測定した。消費された酸素は25.0 L, 放出された二酸化炭素は21.5 L, 尿中の窒素量は815 mgであった。

ただし, 原子量は, H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0とする。

呼吸基質	酸素量(L)	二酸化炭素量(L)	窒素量(mg)
炭水化物	0.8	0.8	—
脂肪	2.0	1.4	—
タンパク質	0.6	0.5	163

表1 ー: 未検出

問1 文1の下線部(1)の反応を触媒する酵素はどれか, 選べ。
 a. セルラーゼ b. ペプシン c. リパーゼ d. アミラーゼ
 e. ウレアーゼ f. トリプシン g. スクララーゼ h. カタラーゼ
 i. オキシダーゼ j. ペプチダーゼ

問2 文1の文中の(ア)と(イ)にあてはまる語の正しい組合せを選べ。

	(ア)	(イ)
a	コレステロール	エタノール
b	コレステロール	ATP
c	コレステロール	グリセリン
d	リン脂質	エタノール
e	リン脂質	ATP
f	リン脂質	グリセリン
g	脂肪酸	エタノール
h	脂肪酸	ATP
i	脂肪酸	グリセリン

問3 文1の下線部(2)の反応が行われるのは細胞内のどこか, 選べ。

- a. 核
- b. 細胞膜
- c. 小胞体
- d. ゴルジ体
- e. リボソーム
- f. 細胞質基質
- g. ミトコンドリアの内膜上
- h. ミトコンドリアの外膜上
- i. ミトコンドリアのマトリックス
- j. ミトコンドリアの内膜と外膜の間(膜間腔)

問4 文1の文中の(ウ)にあてはまる正しい語はどれか, 選べ。

- a. クエン酸 b. コハク酸 c. リンゴ酸 d. フマル酸
- e. グルコース f. イソクエン酸 g. オキサロ酢酸 h. α-ケトグルタル酸
- i. アセチル CoA j. コエンザイム A(CoA)

問5 文1の下線部(3)について, この測定ではこの動物がすでに体内に蓄えている呼吸基質は消費せず, 直前に食べた食事のみが呼吸で消費されたとする。この食事に含まれるタンパク質量(g)を(エ)に, 脂肪量(g)を(オ)に, 炭水化物量(g)を(カ)に選べ。

- a. 0 b. 0.5 c. 1.0 d. 2.5 e. 5.0
- f. 10.0 g. 12.5 h. 15.0 i. 20.0 j. 25.0

121

(文2)

酵母には、グルコースを解糖系でピルビン酸へ変換し好氣的にクエン酸回路から電子伝達系に至る経路と、嫌氣的にピルビン酸からエタノールを生成する経路(アルコール発酵)がある。酵母がどちらの経路をどの程度利用するかは、生育環境による。

酵母を液体培地で増殖させるため、同一の形状および容量の三角フラスコを2本用意した。フラスコには、同一組成の液体培地 250 mL を入れた。液体培地には、呼吸基質としてグルコース 4.5 g と、酵母の増殖に必要な微量元素、ビタミンなどをすべて含んでいる。

液体培地温度が酵母の増殖に最適な温度であることを確認後、十分に増殖した酵母液体培地から 1 mL を、無菌的にそれぞれ液体培地 250 mL が入った 2 本のフラスコへ同時に加えた。

酵母を液体培地で増殖させる場合、栄養分や酸素をフラスコ内で均等にするため、フラスコを水平回転させる。表2の培養条件1と培養条件2の異なる条件で、培養を開始した。この時、ゴム栓または綿栓に液体培地の飛沫がからないように回転速度を調整した。

なお、フラスコ内の液体培地中の呼吸基質はグルコース 4.5 g のみ、これ以外の培地成分は呼吸基質として利用されない。また、加えた 1 mL の液体培地の呼吸基質は完全に消費されているものとする。

次の条件下で実験を行った。

1. 培養を行なっている部屋の温度は、酵母の増殖の最適温度を維持する。
2. 培養を行なっている部屋には、常に新鮮な空気が補給されている。
3. 使用器具や培地などはすべて滅菌済みであり、酵母以外の生物が混ざり込むことはない。
4. 培地に溶存している酸素量は、二つのフラスコで同一である。
5. 空気の割合は、窒素が約 78 %、酸素が約 21 %、二酸化炭素が 0.05 % 含まれる。

培養条件 1	1 mL の酵母液体培地を加えた直後に、フラスコの口をゴム栓で完全に密封した。フラスコ中に残された空気中の酸素のみを呼吸で消費した。
培養条件 2	1 mL の酵母液体培地を加えた直後に、フラスコの口をガーゼで通気性の良い綿を包んだ綿栓で封をした。そのため、フラスコ内外の空気は、常に置換している。

表 2

問 6 文2の下線部1)のとき、培養条件1では、最終的にエタノールが 460 mg 生成した。この培養で消費した O₂ の物質質量(mol)は . , 生成した CO₂ の物質質量(mol)は . であった。

から にあてはまる数字を選ぶ。なお、 と は、一の位、 と は、小数第一位、 と は、小数第二位の数字を入れなさい。小数第二位は、小数第三位を四捨五入して求め、解答例に従って正しい数値をマークしなさい。

グルコースからはエタノール、二酸化炭素、水以外は生成されず、グルコースは、この培養で完全に分解されたものとする。グルコースの分子式は C₆H₁₂O₆、エタノールの分子式は C₂H₅OH、原子量は、H = 1.0、C = 12.0、N = 14.0、O = 16.0 とする。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |

解答例

- 1.00 の場合 に a、 に j、 に j。
 0.92 の場合 に j、 に i、 に b。このようにマークしなさい。

問 7 前問(問6)のように培養条件1では、エタノールが生成したが、培養条件2では、エタノールがまったく生成されなかった。培養条件2と培養条件1は、加えた酵母液体培地(1 mL)、液体培地組成、フラスコの容量、形状、回転速度も同一であるのに、培養条件2ではエタノールが生成されなかった理由として正しいのはどれか、選べ。

- a. 酸素が、乳酸発酵を促進したため。
- b. 酸素が、乳酸発酵を抑制したため。
- c. 酸素を利用した方が、ATP を効率よく産生できるため。
- d. 酸素を利用しない方が、ATP を効率よく産生できるため。
- e. 酸素が、アルコール発酵を担当する酵素の酵素活性を促進したため。
- f. 酸素が、アルコール発酵を担当する酵素の酵素活性を低下したため。
- g. 酸素が、解糖系を阻害しグルコースの分解効率が低下したため。
- h. 酸素が、解糖系を促進しグルコースの分解効率が増加したため。

問 8 培養条件2のような条件で、エタノール生成が抑制される現象を見いだしたのは誰か、選べ。

- | | | | |
|-----------|----------|---------|-----------|
| a. プフナー | b. クレブス | c. カルビン | d. エムデン |
| e. ベンソン | f. パスツール | g. コッホ | h. ワールブルグ |
| i. マイヤーホフ | j. 高峰讓吉 | | |

問9 ヒトが培養条件1と同様に酸素が十分に供給されない状況で、運動を行うと筋肉組織にある物質が蓄積する。この物質はどれか、選べ。

- a. 乳酸 b. 酢酸 c. 尿素 d. アラニン
- e. グリシン f. ビルビン酸 g. エタノール h. アンモニア
- i. グリコーゲン j. クレアチンリン酸

問10 前問(問9)で筋肉に蓄積された物質は、ある臓器に運搬され、そこで新たな呼吸基質に変換される。その物質が、運搬される臓器はどれか、選べ。

- a. 肺 b. 小脳 c. 大脳 d. 骨髄 e. 肝臓
- f. 胸腺 g. 脾臓 h. 小腸 i. 大腸 j. すい臓

問11 ヒトでは、筋肉に蓄えられた問9とは異なる物質がその場で分解されエネルギーを得ることが出来る。この物質はどれか、選べ。

- a. 酢酸 b. 乳酸 c. リン脂質 d. デンプン
- e. ビルビン酸 f. グルコース g. ラクトース h. スクロース
- i. グリコーゲン j. コレステロール

2 次の文1と文2を読み、続く問に答えよ。

(文1)

PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)は、試験管内でDNAの特定領域を大量に増幅する技術で、さまざまな分野に応用されている。PCR法は、次のような手順で進められる。

まず、鋳型とするDNAを含むPCR反応液を95℃に加熱すると、2本鎖DNA間の水素結合が切断されて、DNAは1本鎖に分かれる。

次に増幅をしたいDNA領域の配列により50～60℃の間の適正温度に下げると、1本鎖の鋳型DNAに相補的塩基配列の(ア)が結合する。そして、72℃に上げて(イ)を作用させると、1本鎖DNAが鋳型となり、A、T、C、Gのいずれかの塩基を持つ4種類の(ウ)を材料(基質)にして、複製が始まる。

95℃に加熱、50～60℃に冷却、72℃に加熱という反応サイクルを繰り返すことで、数時間で特定のDNA領域を大量に増幅することができる。

DNAの長さや量を調べるには、寒天ゲルなどに電流を流し、その中でDNAなどの帯電物質を分離する電気泳動法が行われる。

PCR法などで増やしたDNAの分離には、寒天ゲル(アガロースゲル)を利用したアガロースゲル電気泳動法が一般に用いられる。アガロースゲル電気泳動法は、図1のように緩衝液に浸した平板状のアガロースゲルの試料穴にPCRで増幅したDNA試料(PCR反応液)に、電気泳動中の移動度の目安とするためブロモフェノールブルー(BPB)のような色素液を混合し試料穴に入れ電極Aと電極Bの間で電流を流す。

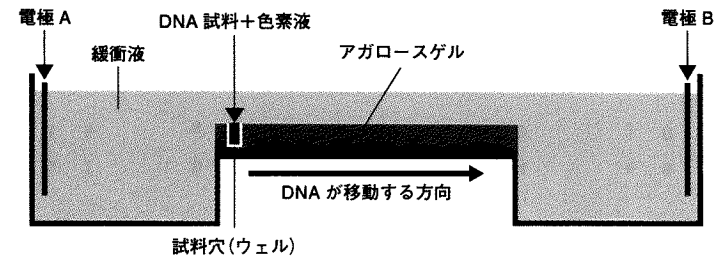


図1

問1 文1のア、イ、ウにあてはまる正しい語を選べ。

- a. DNAポリメラーゼ b. DNAリガーゼ c. スクレオチド
- d. DNAプライマー e. プライマーゼ f. 制限酵素
- g. ベクター h. DNAヘリカーゼ i. リボスクレオチド
- j. トポイソメラーゼ

問 2 文 1 下線部(1)のような PCR 反応サイクルを 20 回繰り返すと、目的の DNA は理論上何倍に増幅されるか、最も近い数値を選べ。反応は、適正な反応系で行われ、阻害反応はなかったものとする。

- a. 80 倍 b. 160 倍 c. 640 倍 d. 1280 倍 e. 2560 倍
 f. 5120 倍 g. 10240 倍 h. 10^5 倍 i. 2^{20} 倍 j. 4^{20} 倍

問 3 文 1 の下線部(2)のアガロースゲル電気泳動法では、図 1 のように DNA(試料)が左から右へ移動する時、電極 A と電極 B は、陽極(+), 陰極(-)のいずれとなるか。また、このようにアガロースゲル中を DNA が移動するのは、DNA を構成する物質または官能基が帯電しているからである。

	電極 A	電極 B	物質または官能基
a	陽極(+)	陰極(-)	デオキシリボース
b	陽極(+)	陰極(-)	アデニンとグアニン
c	陽極(+)	陰極(-)	シトシンとチミン
d	陽極(+)	陰極(-)	リン酸基
e	陽極(+)	陰極(-)	ヒドロキシ基
f	陰極(-)	陽極(+)	デオキシリボース
g	陰極(-)	陽極(+)	アデニンとグアニン
h	陰極(-)	陽極(+)	シトシンとチミン
i	陰極(-)	陽極(+)	リン酸基
j	陰極(-)	陽極(+)	ヒドロキシ基

電極 A と電極 B のいずれが陽極 (+)か陰極 (-)か、帯電している物質または官能基の正しい組合せを選べ。

問 4 以下の図 2 の中央部分の黒塗り部分を PCR で増幅したい。この領域を増幅するためのプライマーを a から j の中から 2 つ選べ。

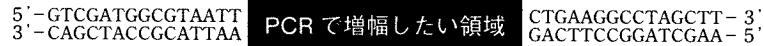


図 2

- a. 5'-GTCGATGGCGTAATT-3' b. 5'-GTCGATGGCGTAAAA-3'
 c. 5'-GTCGATGGCGTTTAA-3' d. 5'-TTCGATCCGGAAGTC-3'
 e. 5'-CTGAAGGCCTAGCAA-3' f. 5'-CTGAAGGCCATGCAA-3'
 g. 5'-AATTACGCCATCGAC-3' h. 5'-AAGCTAGGCCTTCAG-3'
 i. 5'-TTAATGCGGTAGCTG-3' j. 5'-AAGCTAGGCCTTCTTG-3'

(文 2)

窒素は、天然では大部分が ^{14}N であるが、 ^{15}N がごく微量存在する。 ^{14}N と ^{15}N は、化学的性質は同一であるが質量数は異なる安定同位体である。 ^{14}N と ^{15}N は、ともに細胞に取り込まれ、DNA 複製に利用される。

細胞に取り込まれた ^{15}N と ^{14}N は、生物学的にはまったく差がないが、 ^{15}N を含んだ DNA (^{15}N -DNA)は、 ^{14}N を含んだ DNA (^{14}N -DNA)より重く比重(g/cm^3)が大きくなる。

大腸菌を、窒素源として ^{15}N のみを含む培地で培養すると DNA の窒素がすべて ^{15}N からなる大腸菌 (P)が得られる。この大腸菌 (P)を窒素源として ^{14}N のみを含む培地に移し、1 回分裂したものを F_1 、2 回分裂したものを F_2 、n 回分裂したものを F_n とする。

P, F_1 , F_2 の大腸菌から DNA を抽出し、塩化セシウム密度勾配遠心法にかけたところ、それぞれの DNA は、図 3 のア、イ、ウ、エの層に分かれた。負荷遠心力、遠心前の 3 本の遠心管の塩化セシウム濃度は、等しかった。

塩化セシウム密度勾配遠心法とは、高濃度の塩化セシウム溶液を図 3 のような遠心管に入れ、高速回転で遠心力を長時間負荷すると、遠心管の上下で塩化セシウムの濃度勾配が形成される方法である。図 3 では、密度の勾配を濃淡で表している。濃淡が濃いほど、塩化セシウム濃度が高い。

あらかじめ塩化セシウム溶液に DNA を加えておき、塩化セシウム密度勾配遠心法を行うと DNA の密度と等しい塩化セシウム密度の位置に DNA が集まり層を形成する。このように、塩化セシウム密度勾配遠心法は、層の位置から DNA の比重のわずかな違いを検出することができる。

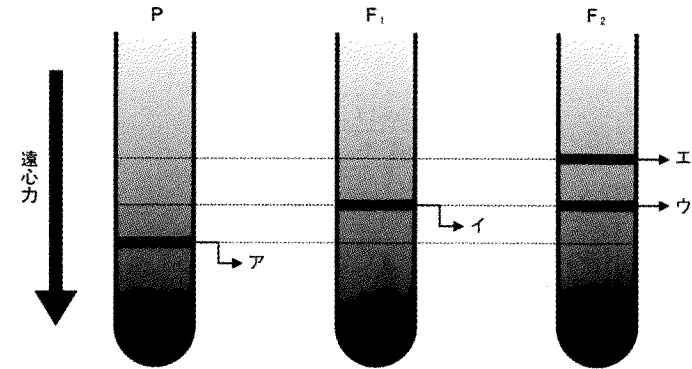


図 3

問 5 塩化セシウム密度勾配遠心法後、図 3 のように F_1 のイ層と F_2 のウ層は同じ位置となった。イ層とウ層で、 ^{15}N からなる DNA 鎖 (^{15}N -DNA 鎖) と ^{14}N からなる DNA 鎖 (^{14}N -DNA 鎖) の量比として正しいのはどれか、選べ。

	^{15}N -DNA 鎖 : ^{14}N -DNA 鎖
a	1 : 0
b	1 : 1
c	1 : 2
d	1 : 3
e	1 : 4
f	2 : 3
g	0 : 1
h	2 : 1
i	3 : 1
j	4 : 1

問 6 図 3 の F_2 のエ層で、 ^{15}N からなる DNA 鎖 (^{15}N -DNA 鎖) と ^{14}N からなる DNA 鎖 (^{14}N -DNA 鎖) の量比として正しいのはどれか、選べ。

	^{15}N -DNA 鎖 : ^{14}N -DNA 鎖
a	1 : 0
b	1 : 1
c	1 : 2
d	1 : 3
e	1 : 4
f	2 : 3
g	0 : 1
h	2 : 1
i	3 : 1
j	4 : 1

問 7 ^{14}N のみを含む培地で n 回分裂した F_n で、 ^{15}N からなる DNA 鎖 (^{15}N -DNA 鎖) と ^{14}N からなる DNA 鎖 (^{14}N -DNA 鎖) の量比として正しいのはどれか、選べ。

	^{15}N -DNA 鎖 : ^{14}N -DNA 鎖
a	1 : 1
b	1 : 2
c	1 : n
d	1 : 2n
e	1 : 4n
f	1 : 8n
g	1 : 16n
h	1 : 2 ⁿ
i	1 : 2 ⁿ - 1
j	1 : 2 ⁿ⁻¹ - 1

問 8 文 2 のような研究手法で明らかにされた DNA 複製様式と複製様式を明らかにした研究者名の正しい組合せはどれか、選べ。

	DNA 複製様式	研究者名
a	保存的複製	ワトソンとクリック
b	半保存的複製	ワトソンとクリック
c	分散的複製	ワトソンとクリック
d	保存的複製	ジャコブとモノー
e	半保存的複製	ジャコブとモノー
f	分散的複製	ジャコブとモノー
g	保存的複製	メセルソンとスタール
h	半保存的複製	メセルソンとスタール
i	分散的複製	メセルソンとスタール

3 次の文を読み、続く問に答えなさい。

(文)

遺伝的に雌雄が決定される生物の染色体構成は、雌雄共通の常染色体と、性により異なる性染色体からなる。性染色体を2種類持つ生物では、2本の性染色体が異なる場合にオスになる(ア)型と、メスになる(イ)型に分けられる。性染色体を1種類のみ持つ生物の場合は、1本でオス、2本でメスになる(ウ)型と、1本でメス、2本でオスになる(エ)型に分けられる。

多くの哺乳類では、オスがX染色体を1本持ち、メスがX染色体を2本持っている。このため、X染色体に存在している遺伝子の量はメスがオスの2倍であるが、雌雄でX染色体上の遺伝子発現量が同程度になるような仕組み(遺伝子量補償)が存在している。すなわち、メスでは父親由来または母親由来のどちらかのX染色体が不活性化されている。

白色毛、茶色毛、黒色毛を持つ三毛猫のメスは、発生過程において一方のX染色体がランダムに不活性化されるため、X染色体からの遺伝子の発現量がオスの発現量と同等になる。これも遺伝子量補償の例である。

問1 文中の(ア)～(エ)にあてはまる染色体型の正しい組合せはどれか、選べ。

	ア	イ	ウ	エ
a	XX	ZZ	YO	XO
b	XX	ZW	YO	ZO
c	XY	ZZ	XO	ZO
d	XY	ZW	XO	ZO
e	ZW	XX	ZO	XO
f	ZW	XY	ZO	XO
g	ZZ	XX	XO	ZO
h	ZZ	XY	XO	ZO

問2 ネコの体毛に白斑を生じるA遺伝子は顕性(優性)で、a遺伝子は潜性(劣性)であり常染色体上に存在する。

一方、ネコの体毛をB遺伝子は茶色毛に、b遺伝子は黒色毛とし、X染色体上に存在する。下線部(1)のような三毛猫のメスの遺伝子型はどれか、正しいのを選べ。

なお、「AA」、「Aa」、「aa」の表記は、常染色体上の白斑に関わる遺伝子がこの組合せで存在し、「X^BX^b」の表記は、X染色体上にB遺伝子とb遺伝子がヘテロで存在することを意味する。ヘテロとは、二つの対立遺伝子が同一ではないことをいう。

- a. aa · X^BX^B b. aa · X^BX^b c. aa · X^bX^b d. aa · X^BY
 e. aa · X^bY f. Aa · X^BX^B g. Aa · X^BX^b h. Aa · X^bX^b
 i. Aa · X^BY j. Aa · X^bY

問3 前問(問2)のメスの三毛猫とオスの黒猫(全身黒)を交配した場合、黒猫が生まれる割合(頻度)を選べ。

なお、A、a、B、bの遺伝子の組合せによる成長率、生殖効率、生存率(寿命)に雌雄の差はない。

- a. 1/2 b. 1/3 c. 2/3 d. 1/4
 e. 3/4 f. 1/8 g. 3/8 h. 5/8
 i. 1/16 j. 3/16

問4 ごく稀にオスの三毛猫が生まれるが、その理由として不適切なのはどれか、選べ。

- a. すべての体細胞が、1本のY染色体と2本のX染色体を持っている。
 b. すべての体細胞が、2本のY染色体と2本のX染色体を持っている。
 c. すべての体細胞が、2本のY染色体と1本のX染色体を持っている。
 d. XY染色体を持つ体細胞とXX染色体を持つ体細胞が混在している。
 e. 受精時に父ネコ由来の精子にX染色体とY染色体が含まれていた。
 f. 受精時に母ネコ由来の卵子に2本のX染色体が含まれていた。

問 5 メスの三毛猫(ドナー)の体細胞から核を取り出し、三毛猫ではないネコの核を除去した未受精卵に移植しクローンネコを作成した。生まれてきたクローンネコは、三毛猫と同じ核ゲノム情報を持つが、三毛猫とはならなかった。三毛猫とならなかった理由として考えられるのはどれか、選べ。

- 移植した核の X 染色体の不活性化が完全に初期化されるため。
- 移植した核のドナーの母ネコ由来の X 染色体の不活性化が完全に初期化されるため。
- 移植した核のドナーの父ネコ由来の X 染色体の不活性化が完全に初期化されるため。
- 移植した核の片方の X 染色体の不活性化の影響が反映されるため。
- 移植した核の両方の X 染色体が不活性化されるため。
- 核移植先の未受精卵の細胞質にミトコンドリアが残存していたため。

問 6 ヒトの疾患や症状や特徴で、原因となる遺伝子が X 染色体上に存在するのを 2 つ選べ。

- 血友病
- 巻き舌
- 高血圧症
- II 型糖尿病
- 色覚多様性
- Rh 式血液型
- ABO 式血液型
- アルコール代謝(分解)能力
- 耳あかの湿潤(ドライとウェット)
- 家族性(遺伝性)パーキンソン病

4 ヒトに発熱^{いんとう}や咽頭(のど)痛をもたらす感染症に関する次の文 1、文 2 を読み、続く問に答えよ。

(文 1)

のどに感染し咽頭痛、発熱などの風邪^{かぜ}症状を引き起こすウイルス感染症が発生した。大学の研究所に勤める A 博士は、原因ウイルスを特定するプロジェクトチームに参加した。チームの活動により風邪症状の原因となるウイルスが同定されたが、このウイルスには*血清型が異なる V、W、X、Y、および Z の 5 つの異なる型(亜型)が存在し、同時に流行していることが判明した。患者から**分離したウイルスから各亜型のワクチンを作成し、その 3 年後にワクチンによる免疫に関する調査結果が報告された。ある亜型のワクチンを接種するとその亜型ウイルスの感染を防止したが、異なる亜型ウイルスに対しては感染を防止しないことが判明した。

*血清型：ウイルスタンパク質から抗体を作成すると、抗原タンパク質の違いで異なる反応性を示す血清が得られる。このような異なる血清の性質を血清型とよび、亜型ウイルスの同定ができる。

**分離：原因ウイルスを患者の血液や鼻汁、咽頭ぬぐい液などから単離することを分離という。

報告を読んだ A 博士は「亜型ごとの生体防御(免疫)ってどういうことだろうか？すべての亜型の感染を防ぐ手段はないだろうか？」とぼんやりと考えた。

A 博士は、5 つの亜型ウイルスがマウスにも感染し、免疫反応を誘導する事に気が付いた。A 博士はマウスを用いて亜型ごとの免疫応答を調べる実験をした。マウスを 6 つのグループに分け、そのうちの 5 つにワクチンを 1 亜型ずつ接種した。6 つ目はワクチンをうたない比較対照用グループとした。

6 週間後、マウスから採血し、血清を得た。これらの血清と各ウイルス破壊液とを用いた沈降線観察法(後ほど図 1 で説明する)により、ウイルスの亜型ごとの抗原タンパク質の特徴を調べた。

図 1 の V 型ウイルスの沈降線観察実験を参考にしてそれぞれの型のウイルスで同様の実験を行ない、その結果を図 2 に示した。A 博士は同僚の B 博士と C 博士と、この結果を見ながら次のような会話をした。

A：図 1 と図 2 の沈降線が 9 種類あるから、抗原タンパク質は全部で 9 個もあるんだ。

判りやすいようにそれぞれの沈降線をイからりと名づけよう。

B：沈降線は、すべてのウイルス亜型にあるけど、それぞれの型にだけある沈降線もあるんだね。

C：沈降線へは、V 型、X 型、Z 型にあるけど、W 型と Y 型には存在しないだね。

B：同じウイルスの仲間なのに抗原の成分の組合せは、かなり多様性があるね。

このような多様性があるから、すべての亜型に効くワクチンが出来ないのかもね。

C：どの抗原タンパク質を選べば、1 種(1 回)のワクチン接種ですべての亜型ウイルスの感染を防衛できるかな？

B：抗原を 1 つずつ選んでいけば、きっとこの組合せだよな。

C：うーん、なかなか難しいな。

続いて、図1と図2の解説を示す。

図1は、V型ウイルスワクチンを接種したマウスの血清とV型ウイルス破壊液との沈降線観察法を示している。破線で囲んで示した長方形の寒天の上下に2つの穴(穴1、穴2)を作成する。

寒天を水平におき、穴1にV型ウイルスワクチンを接種したマウスから得た血清の希釈液を、穴2にV型ウイルス破壊液をそれぞれ添加すると、両方の穴から寒天内に拡散した溶液成分が、寒天中で混じり合い、抗原と抗体による抗原-抗体複合体を形成し白濁した沈降線として目視できるようになる。この時、タンパク質は分子量や形状の違いから、寒天内の拡散速度(移動度)はそれぞれで異なる。そのため、図1では5本の沈降線が現れたので、V型ウイルスには5種の抗原タンパク質があると判明する。

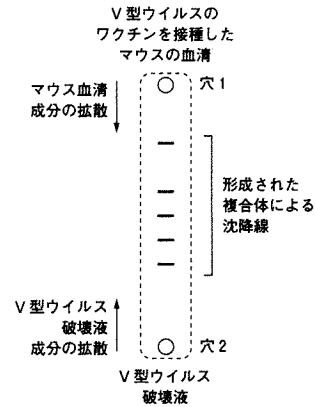


図1

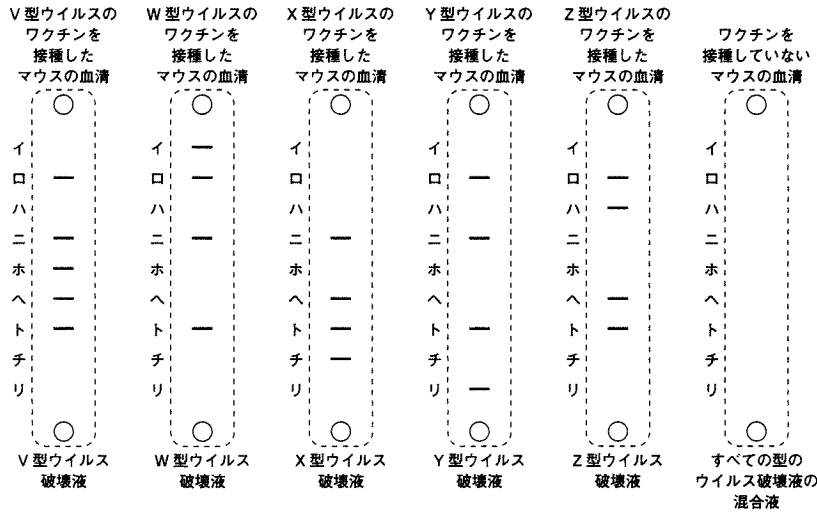


図2

図2は、各亜型ウイルスで図1と同様の実験を行った結果である。ワクチンを接種していないマウスの血清(比較対照)では、沈降線は現れなかった(図2右端)。図2のように各亜型ウイルスには計9種の抗原タンパク質が存在することが明らかになり、9種の抗原タンパク質を沈降線の位置からイ、ロ、ハ、ニ、ホ、ヘ、ト、チ、リと名づけた。

問1 文1の下線部①の「ワクチン接種」により誘導され感染防止に関与するタンパク質と、そのタンパク質を生産する細胞が関与する作用の正しい組合せはどれか

	関与するタンパク質	関与する作用
a	免疫グロブリン	免疫記憶
b	免疫グロブリン	免疫寛容
c	免疫グロブリン	細胞性免疫
d	補体	免疫記憶
e	補体	免疫寛容
f	補体	細胞性免疫
g	ディフェンシン	免疫記憶
h	ディフェンシン	免疫寛容
i	ディフェンシン	細胞性免疫

問2 X型ウイルスの感染に関与すると考えられる抗原タンパク質はどれか、選べ。

- a. イ b. ロ c. ハ d. ニ e. ホ
f. ヘ g. ト h. チ i. リ

(文2)

A博士はワクチンに対する免疫応答の実験を繰り返していた。Z型ウイルスのワクチン(「ワクチンα」とする)を接種したマウスから得た血清とZ型ウイルス破壊液との沈降線観察法を行ったところ、図3A(図3左)の結果となった。

図3Aの結果が、図2のZ型ワクチンの結果と違う事に気づき、ワクチンを保存した試験管の表記ミスがあったと考えた。つまり、接種したワクチンαの中身がZ型ワクチンではないと仮定した。

この仮定を確認するために、すべての型のウイルス破壊液と今回の血清(ワクチンα接種で得られた血清)とで沈降線法を実施した。その結果を図3B(図3右)に示した。これを「ヒント実験」とする。

図3の結果からA博士はワクチンαには、2つのウイルスに対するワクチンが混ざっていると予想した。そこで5匹のマウスにワクチンαを接種した。ワクチンによる免疫応答が誘導されるのを待った後に、この5匹に各型のウイルスを個別に感染させた。A博士が混ざっていると予想した2つの型でウイルスの感染防御が認められた。これを「正解実験」とする。

「ヒント実験」と「正解実験」の結果をA博士は、B博士とC博士に報告した。そしてA博士は「Bさん、先日の組合せはこれですよね?」といくつかの沈降線を挙げた。B博士は「そうだよ、きっとその組合せですべての型の感染防御が可能だよ。よくわかったね」と笑顔で答えた。A博士、B博士からの丁寧な説明から、C博士はすっかり理解し、3人は新たなワクチンの開発研究に取り組むこととした。

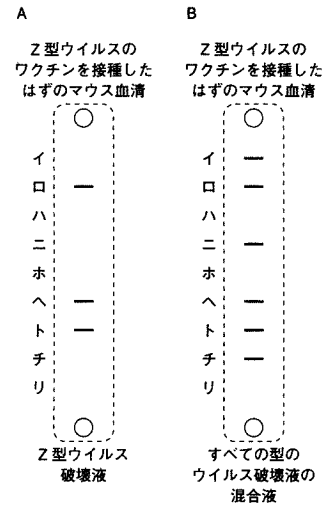


図3

問3 文2の下線部(2)で、感染防御されたウイルスの亜型2つの正しい組合せはどれか、選べ。

- a. V型とW型 b. V型とX型 c. V型とY型 d. V型とZ型
- e. W型とX型 f. W型とY型 g. W型とZ型 h. X型とY型
- i. X型とZ型 j. Y型とZ型

問4 5つの亜型ウイルスすべてに感染防止に有効と考えられる抗原の正しい組合せはどれか、選べ。

- a. イ, ロ, ト, チ, リ b. イ, ハ, ホ, チ, リ c. ロ, ニ, ヘ, ト, チ
- d. ハ, ニ, ホ, ヘ, ト e. ハ, ホ, ヘ, ト, リ