

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。
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. 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 20 ページまでです。
- ・ 物理の問題は, 21 ページから 33 ページまでです。
- ・ 化学の問題は, 34 ページから 46 ページまでです。

生 物

1 問 1 ～ 問 22 について、各設問の指示に従って答えよ。

問 1 光学顕微鏡では、低倍率に比較して高倍率ほど、対物レンズの長さは
ア。視野は イ， ウ。ア、イ、ウに当てはまる語の
 組合せで正しいのはどれか。

- | | ア | イ | ウ |
|----|-----|-----|-------|
| a. | 短 い | 広 く | 明るくなる |
| b. | 短 い | 広 く | 暗くなる |
| c. | 短 い | 狭 く | 明るくなる |
| d. | 短 い | 狭 く | 暗くなる |
| e. | 長 い | 広 く | 明るくなる |
| f. | 長 い | 広 く | 暗くなる |
| g. | 長 い | 狭 く | 明るくなる |
| h. | 長 い | 狭 く | 暗くなる |

問 2 同量の溶液 X, Y を半透膜で仕切った容器に入れた。X の溶質濃度が Y
 のものより低いとき、十分な時間が経過した後の状態として正しいのはどれ
 か。

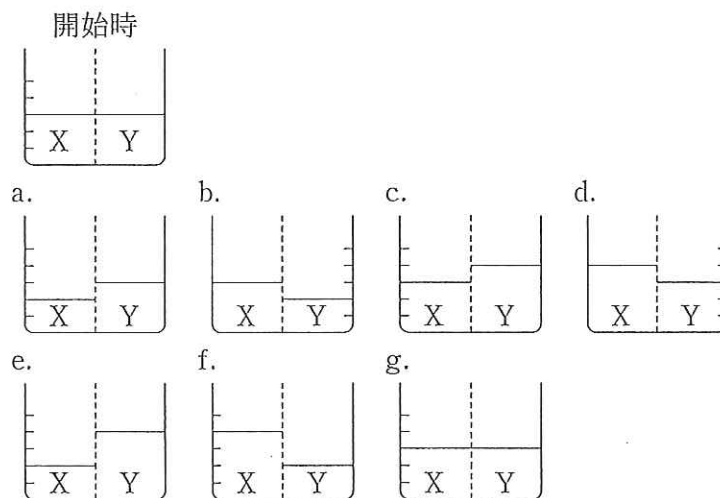


図 1

問 3 ナトリウムポンプによって細胞内へ取り込まれるのはどれか。

- a. 尿 素
- b. グルコース
- c. 塩化物イオン
- d. カリウムイオン
- e. カルシウムイオン
- f. ナトリウムイオン

問 4 ニワトリの卵黄の分布と卵割の様式について関連する用語はどれか。2 つ
選べ。

- a. 等黄卵
- b. 端黄卵
- c. 心黄卵
- d. 不等割
- e. 全 割
- f. 盤 割
- g. 表 割

問 5 カエルの発生で初期神経胚の断面を図 2 に示す。脊髄になるのはどれか。

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D
- e. E

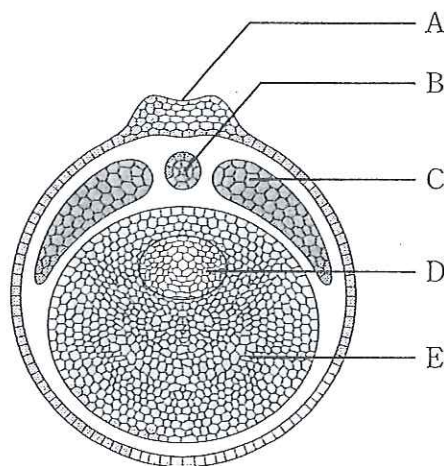


図 2

問 6 ある家族の家系図を図 3 に示す。第一世代の女性と同じミトコンドリア DNA を受け継いでいる第四世代はどれか。すべて選べ。

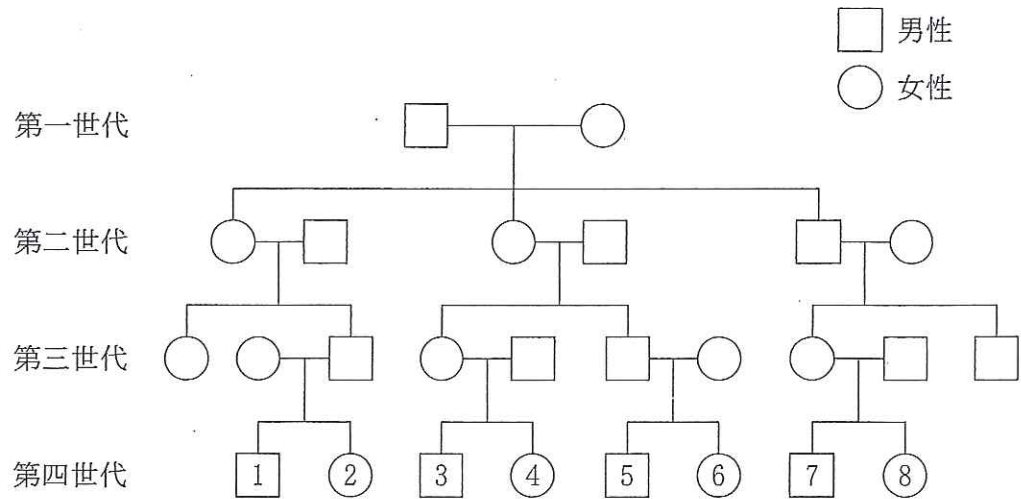


図 3

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

問 7 遠くのものを見るときには、毛様筋が ア し、チン小帯が イ , 水晶体は ウ なる。ア, イ, ウに当てはまる語の組合せで正しいのはどれか。

- | | ア | イ | ウ |
|----|-----|-------|-----|
| a. | 収 縮 | 引っ張られ | 厚 く |
| b. | 収 縮 | 引っ張られ | 薄 く |
| c. | 収 縮 | ゆるみ | 厚 く |
| d. | 収 縮 | ゆるみ | 薄 く |
| e. | 弛 緩 | 引っ張られ | 厚 く |
| f. | 弛 緩 | 引っ張られ | 薄 く |
| g. | 弛 緩 | ゆるみ | 厚 く |
| h. | 弛 緩 | ゆるみ | 薄 く |

問 8 交感神経刺激によってのみ反応し，副交感神経刺激には反応しないのはどれか。3つ選べ。

- a. 汗の分泌
- b. 涙の分泌
- c. だ液の分泌
- d. 胃腸の運動
- e. 心臓の拍動
- f. 瞳孔の大きさ
- g. 立毛筋の収縮
- h. 血圧の大きさ
- i. 体表の血管収縮

問 9 骨格筋細胞において細胞内カルシウムイオンの濃度調節に働く細胞小器官はどれか。

- a. 核小体
- b. 中心体
- c. 筋小胞体
- d. ゴルジ体
- e. リソソーム
- f. リボソーム

問10 末梢組織を通過する前の血液は酸素を豊富に含み，組織通過後の血液は酸素が少なく二酸化炭素を多く含む。前者を動脈血，後者を静脈血という。動脈血が流れている血管はどれか。すべて選べ。

- a. 大動脈 b. 大静脈 c. 肺動脈 d. 肺静脈 e. 肝門脈

問11 T細胞が成熟するのはどれか。

- a. 骨 髄
- b. ひ 臓
- c. 胸 腺
- d. リンパ節
- e. 腎 臓

問12 抗体の説明で正しいのはどれか。

- a. 抗体分子は W 字型の構造を呈する。
- b. 抗体が関与する免疫応答を細胞性免疫と呼ぶ。
- c. 抗体分子は抗原との結合に関与する定常部をもつ。
- d. 抗体分子は 2 本の L 鎖と 1 本の H 鎖から構成される。
- e. 抗体は免疫グロブリンと総称されるタンパク質でできている。

問13 交差適合試験は輸血副作用を未然に防ぐためにおこなわれる検査である。

この検査には主試験と副試験がある。主試験は受血者となる患者の血しょうと血液の供血者(ドナー)血球との組合せ、副試験は患者血球とドナー血しょうとの組合せで、それぞれの赤血球に対する凝集素があるかどうかを調べる。どちらか一方でも凝集素による赤血球凝集反応がみられれば原則として輸血をおこなうことはできない。なお、患者とドナーの血液には ABO 式血液型の凝集素 α と凝集素 β しか存在しないものとする。B 型の患者に、各血液型のドナーとの間で交差適合試験をおこなって表 1 の結果を得た。

凝集がみられるのはどれか。すべて選べ。

表 1

ドナー	A 型		B 型		AB 型		O 型	
	主試験	副試験	主試験	副試験	主試験	副試験	主試験	副試験
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.

問14 クロロフィル *b* が最もよく吸収する光はどれか。

- a. 赤 色
- b. 橙 色
- c. 黄 色
- d. 緑 色
- e. 青 色

問15 ある空間に生息する植物群について、一定時間に発生する気体の量を測定したところ、576 mg の酸素の発生が確認された。この時間内に、光合成によって産生されたブドウ糖量は何 mg か。ただし、原子量は $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$ とし、呼吸の影響は無視するものとする。

- 百の位① a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0 または ナシ
- 十の位② a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0 または ナシ
- 一の位③ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

問16 解糖系では、1分子のグルコースは ア 分子の ATP を消費して分解され、その後、2分子のピルビン酸になるまでに イ 分子の ATP を生成するため、差し引き ウ 分子の ATP が生成される。ア、イ、ウに当てはまる数字はどれか。同じものをういてもよい。

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

問17 発生段階において全く脊索を もたない 新口動物はどれか。

- a. 節足動物
 b. 軟体動物
 c. 脊椎動物
 d. 環形動物
 e. キョク皮動物

問18 魚類の進化に関する説明について 誤っている のはどれか。

- a. 原始的な無ガク類にはひれがある。
 b. 現生の無ガク類(円口類)には脊索がある。
 c. 原始的な肺は消化管が変化して出来たと考えられる。
 d. 無ガク類のえらを支える骨が変化して有ガク類のあごとなった。
 e. 現生のシーラカンスはユーステノプテロンと同じ仲間と考えられている。

問19 ある蛾において体色が暗色型の系統と淡色型の系統を交雑すると雑種第一代は全て暗色型となった。この体色は遺伝子 A/a に支配されており、A は a に対して優性である。ある地域のこの蛾の集団において、暗色型の割合が 91 % であった時、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つと仮定すると、優性ホモ(AA)、ヘテロ(Aa)、劣性ホモ(aa)の遺伝子型を持つ個体の割合として適切なのはどれか。

	AA (%)	Aa (%)	aa (%)
a.	49	42	9
b.	42	49	9
c.	36	55	9
d.	55	36	9
e.	25	66	9
f.	66	25	9
g.	16	85	9
h.	85	16	9
i.	77	14	9
j.	14	77	9

問20 あるタンパク質のアミノ酸配列を現存する A～E の生物種間で比較し、配列中で異なるアミノ酸の数を表 2 に示した。最も近縁な生物種 D と E がそれらの共通の祖先から 9 千万年前に分岐したとすると、最も遠縁な生物種が分岐したのは何千万年前か。

表 2

	A	B	C	D
E	68	62	25	18
D	65	64	25	
C	71	69		
B	74			

ア イ ウ 千万年前

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

問21 出芽によって増殖する生物はどれか。

- a. シダ
- b. ヒドラ
- c. プラナリア
- d. ゾウリムシ
- e. クラミドモナス

問22 核相が $2n$ なのはどれか。

- a. コケの胞子体
- b. コケの配偶体
- c. シダの前葉体
- d. シダの造卵器
- e. 被子植物の胚乳

2 ニワトリの翼の発生に関する以下の文を読み、問 23～27 に答えよ。

(文 1)

ニワトリの翼(前肢)と後肢は、それぞれ翼芽と肢芽と呼ばれる体表に生じた隆起から発生する。翼芽と肢芽は 組織とそれをおおう表層の 組織の 2 層から構成され、A 組織には後端部に位置する ZPA 領域が見られる。また、B 組織は肥厚して AER と呼ばれる。正常な翼の骨格では前方から 3 本の指が形成される(図 4)。以下、これらの指は前方から第 2、3、4 指として表す。

翼芽の発生について調べるために以下の実験 1～4 を行い、形成された骨格を観察した。

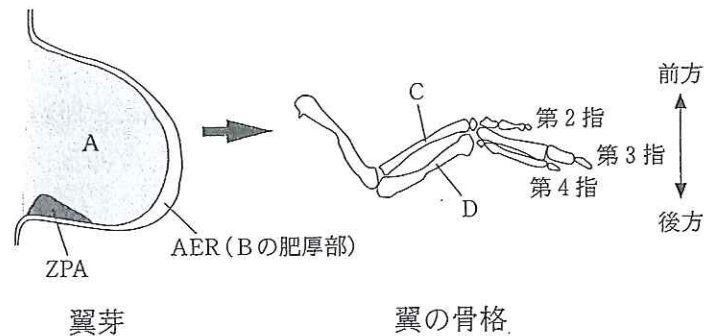


図 4 翼の発生

問23 A 組織と B 組織が由来する胚葉はどれか。それぞれ選べ。

A 組織: , B 組織:

- a. 内胚葉
- b. 中胚葉
- c. 外胚葉

問24 図 4 の C と D の組合せで正しいのはどれか。

- | | | |
|--------|---|-----|
| C | — | D |
| a. 上腕骨 | — | とう骨 |
| b. 上腕骨 | — | 尺 骨 |
| c. 尺 骨 | — | 上腕骨 |
| d. 尺 骨 | — | とう骨 |
| e. とう骨 | — | 上腕骨 |
| f. とう骨 | — | 尺 骨 |

(実験 1) 肢芽の A 組織中に存在する大腿形成予定部位 (E) を、同時期の翼芽先端部の AER 直下に移植した。その結果、図 5 に示すように末端部にけづめのある足指が形成された。

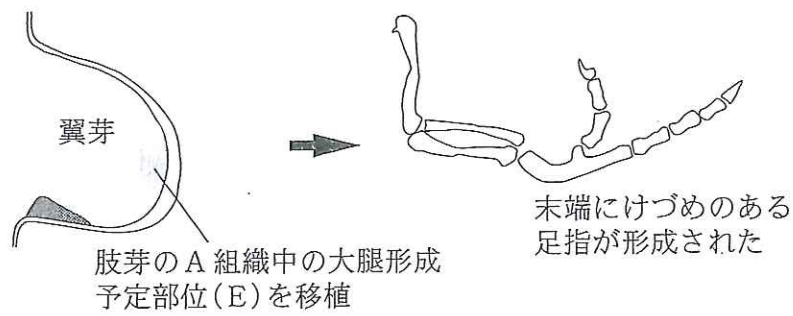


図 5 大腿形成予定部位 (E) の移植実験

(実験 2) 翼芽形成期の初期と後期の翼芽から AER を切除した。その結果、図 6 に示すように不完全な翼が形成された。

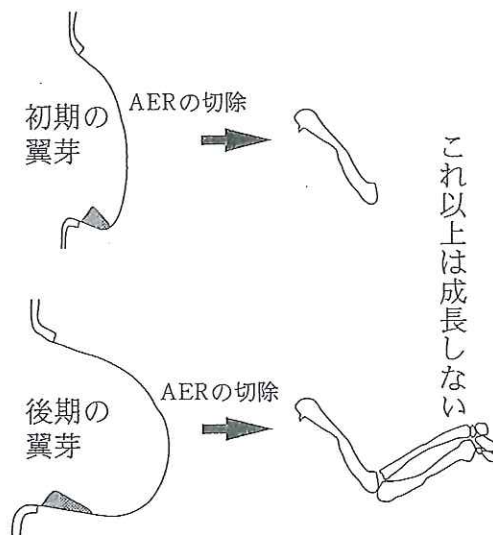


図 6 各発生段階での AER の切除

問25 実験1と2から考えられることで適切なのはどれか。2つ選べ。

- a. 移植片(E)はすでに後肢の構成成分になることが決定している。
- b. 翼芽のA組織のみで翼のすべての構造を形成できる。
- c. 翼芽のAERは各発生段階で翼の成長に関係する。
- d. 翼芽のAERが翼の構成成分を順次誘導している。
- e. 翼芽のAERはA組織が翼になることを決定する。

(実験3) 他の個体の翼芽のZPAを翼芽前端部のB組織直下へ移植した。その結果、図7に示すように鏡像の過剰指が形成された。

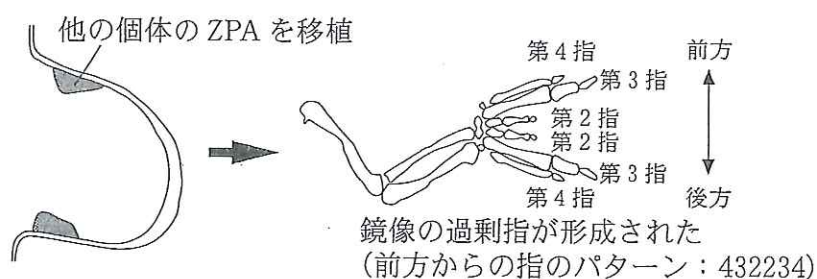


図7 ZPAの移植

(実験4) ZPAでは指の誘導物質であるソニックヘッジホッグタンパク質(SHH)の濃度が高いことが知られている。さまざまな濃度のSHHを樹脂(ア～エ)に含ませて翼芽前端部のB組織直下へ移植した(図8)。この樹脂からは徐々に周囲の組織へSHHがしみだす。その結果、表3に示すようにさまざまなパターンの指が形成された。



図8 SHHを含む樹脂の移植

表3 実験4の結果

SHHを含む樹脂	指のパターン (前方から)
ア	2234
イ	3334
ウ	234
エ	4334

問26 実験4の樹脂に含まれる SHH 濃度が低いものから順に並べた。正しいのはどれか。

- a. アーイーウーエ
- b. アーウーエーイ
- c. イーエーアーウ
- d. イーアーウーエ
- e. ウーアーイーエ
- f. ウーイーエーア
- g. エーイーアーウ
- h. エーイーウーア

問27 正常な ZPA はそのまま、他の個体の ZPA の組織を翼芽先端部の AER 直下に移植した場合、予想される指のパターンはどれか。2つ選べ。

- a. 23332
- b. 23432
- c. 23434
- d. 234434
- e. 32423
- f. 43234
- g. 434434

3 アミノ酸代謝に関する以下の文を読み、問 28～32 に答えよ。

(文 1)

アミノ酸は単にタンパク質の構成成分であるだけではなく、神経伝達物質やホルモン、色素、核酸の前駆物質になるなど、多くの役割を担う。必須アミノ酸はヒトの体内では十分に合成できず、食事から摂取しなければならないが、他のアミノ酸は体内で合成できる。各アミノ酸の窒素成分と炭素成分は、複雑な代謝経路によって、他のアミノ酸や糖質、脂質の合成に用いられる。これらのアミノ酸代謝経路に遺伝的異常が発生すると、代謝されるべきアミノ酸や代謝産物の過剰蓄積が生じる。ヒトの体内におけるアミノ酸 **A** の代謝経路を図 9 に示す。図中、①～⑤の酵素反応のいずれかが障害を受けると、フェニルケトン尿症、アルカプトン尿症、チロシン血症などの疾患を発症する。これらの疾患におけるアミノ酸および代謝産物の血中濃度を表 4 に示す。

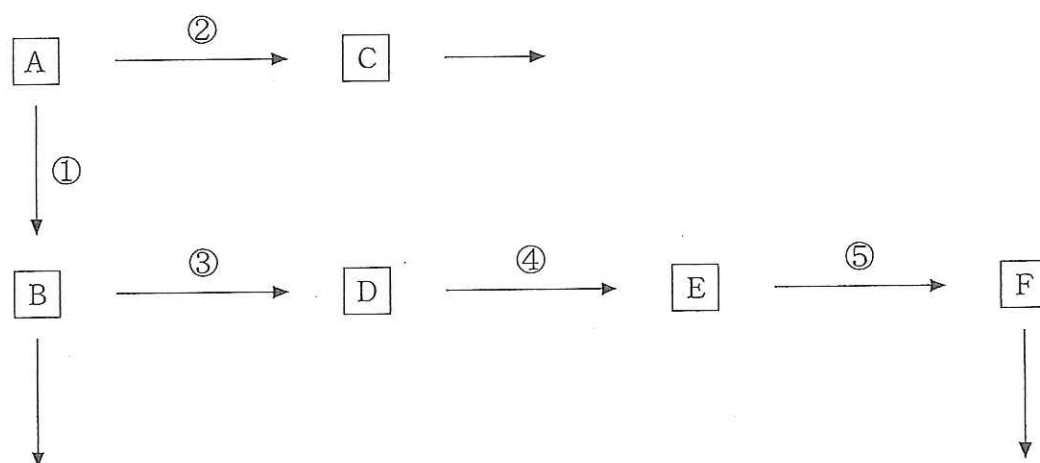


図 9

表 4

疾患 \ 血中アミノ酸・代謝産物	A	B	C	D	E	F
アルカプトン尿症	—	—	—	↑	↑	↓
チロシン血症	—	↑	—	↑	↓	↓
フェニルケトン尿症	↑	↓	↑	↓	↓	↓

健康なヒトと比べた場合、↑：多い、↓：少ない、—：変らず。

問28 アルカプトン尿症 , チロシン血症 , フェニルケトン尿症 はそれぞれ図 9 に示した①～⑤の酵素反応のどこの障害と考えられるか。

- a. ① b. ② c. ③ d. ④ e. ⑤

問29 アルカプトン尿症で障害が認められる酵素は、ある染色体上に存在する遺伝子 X によってコードされている。遺伝子 X は同じ染色体上の他の遺伝子 A, B, C と連鎖しており、それぞれの組換え価を表 5 に示す。

表 5

遺伝子	X—A	A—B	B—C	C—X	A—C
組換え価 (%)	10	15	30	5	15

遺伝子 A, B, C と遺伝子 X は染色体上でどのような位置関係にあるか。

遺伝子 A , B , C の位置を以下の図 10 の a～j から選べ。ただし、図の 1 目盛りは 5 センチモルガンに相当する (1 センチモルガンは 1 % の組換え価を生じる染色体上の距離)。

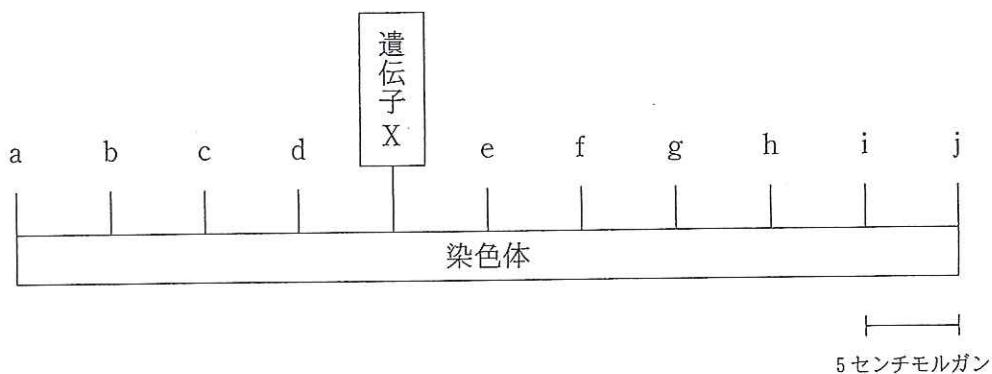


図 10

問30 遺伝子 X が変異し、アルカプトン尿症を発症するある家系図を図 11 に示す。□は男性、○は女性を表し、アルカプトン尿症を発症しているヒトは黒塗りで表す。

図中、二重丸で示した女性 A がアルカプトン尿症を発症する確率は何％か。

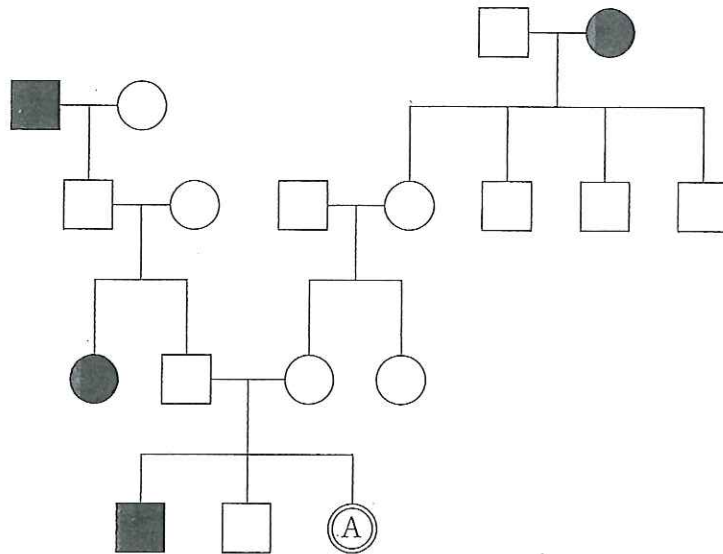


図 11

- 十の位① a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0 または ナシ
- 一の位② a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

(文2)

図9で①の酵素活性に障害を持つ患者の皮膚を用いて細胞培養を行い、①の酵素をコードしている正常な遺伝子を培養細胞に導入することでアミノ酸代謝が正常な状態に回復するか確認実験を行いたい。

問31 ある遺伝子を細胞に導入する際に運び屋となるDNAはどれか。

- a. DNA ポリメラーゼ b. RNA ポリメラーゼ c. イニシエーター
- d. オペレーター e. トランスポーター f. プライマー
- g. プロモーター h. ベクター i. リプレッサー

問32 アミノ酸代謝を回復するには、どの物質の合成酵素をコードする遺伝子を導入すればよいか。その物質名を選べ。

- a. アルカプトン
- b. アルギニン
- c. オルニチン
- d. シトルリン
- e. チロシン
- f. フェニルアラニン
- g. フェニルピルビン酸
- h. メラニン

4 DNA の構造に関する以下の文を読み、問 33～37 に答えよ。

遺伝情報を保持する DNA は、2 本のヌクレオチド鎖が塩基部分で水素結合した右巻きの二重らせん構造(2 本鎖 DNA の形状)をとる。2 本鎖 DNA は、アルカリ条件や高温条件で塩基間の水素結合が解離し、それぞれ塩基組成の異なる 1 本のヌクレオチド鎖(1 本鎖 DNA の形状)に分かれる。シャルガフはいくつかの生物由来の DNA の塩基組成を分析し、特定の塩基の組成が等しくなる規則性を見出した。二重らせん構造はこの規則性を手がかりにモデル化された。表 6 は 10 万塩基対の長さを持ついろいろな 2 本鎖 DNA 試料(1～5)および同じ長さの 1 本鎖 DNA 試料(6～10)の塩基組成を記したものである。

表 6

DNA 試料	形状	DNA 試料中に含まれる塩基の割合(%)			
		シトシン	①	②	③
1	2 本鎖 DNA	10	40	10	40
2	2 本鎖 DNA	15	35	15	35
3	2 本鎖 DNA	20	30	20	30
4	2 本鎖 DNA	30	20	30	20
5	2 本鎖 DNA	35	15	35	15
6	1 本鎖 DNA	10	20	30	40
7	1 本鎖 DNA	10	30	20	40
8	1 本鎖 DNA	20	10	40	30
9	1 本鎖 DNA	30	40	10	20
10	1 本鎖 DNA	40	30	10	20

問33 表中の①～③に対応する塩基として、それぞれ正しいのはどれか。ただし、塩基③の分子量は塩基①の分子量よりも大きい。

- a. アデニン
- b. アラニン
- c. ウラシル
- d. グアニン
- e. グリシン
- f. チミン
- g. プリン
- h. ピリミジン

問34 1本鎖 DNA 試料(6～10)の中に、2本鎖 DNA 試料(1～5)が解離して生じたものが含まれるとき、もとの2本鎖 DNA と生じた1本鎖 DNA の組合せを選べ。

2本鎖 DNA

ア

 — 1本鎖 DNA

イ・ウ

- a. DNA 試料 1
- b. DNA 試料 2
- c. DNA 試料 3
- d. DNA 試料 4
- e. DNA 試料 5
- f. DNA 試料 6
- g. DNA 試料 7
- h. DNA 試料 8
- i. DNA 試料 9
- j. DNA 試料 10

問35 あるバクテリアの環状 DNA (2 本鎖 DNA) の塩基組成を調べたところ、シトシンと②の割合は合計 40 % であった。この環状 DNA の 2 本のヌクレオチド鎖の片方だけの塩基組成を調べると、①は 20 % であった。もう片方のヌクレオチド鎖の組成において、①の占める割合(%)はどれか。

- a. 10
- b. 20
- c. 25
- d. 30
- e. 33
- f. 40
- g. 50
- h. 60
- i. 66
- j. 70

問36 DNA 二重らせん構造の両方のヌクレオチド鎖が鋳型となり、各鋳型の塩基に相補する塩基が順次連結されることにより新しいヌクレオチド鎖が複製される。この DNA の複製方法 とそれを研究で確認した 2 人の研究者 を選べ。

複製方法

- a. 保存的複製
- b. 半保存的複製
- c. 分散的複製

研究者

- a. アベリー
- b. クリック
- c. グリフィス
- d. スタール
- e. チェース
- f. ハーシー
- g. パネット
- h. ベーツソン
- i. メセルソン
- j. ワトソン

問37 制限酵素 *Sma*I は $\begin{array}{c} \text{CCCGGG} \\ \text{GGGCCC} \end{array}$ という 6 塩基対を認識して切断する。この酵素で処理した時、最も切断箇所が多いと予想されるのは DNA 試料 1 ~ 10 のどれか。ただし、1 本鎖 DNA は相補するヌクレオチド鎖を補って 2 本鎖として考えること。

- a. DNA 試料 1
- b. DNA 試料 2
- c. DNA 試料 3
- d. DNA 試料 4
- e. DNA 試料 5
- f. DNA 試料 6
- g. DNA 試料 7
- h. DNA 試料 8
- i. DNA 試料 9
- j. DNA 試料 10