

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. 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 18 ページまでです。
- ・ 物理の問題は, 19 ページから 27 ページまでです。
- ・ 化学の問題は, 28 ページから 41 ページまでです。

生 物

1 次の文を読み、問1から問6に答えよ。

(文)

各地域の植生は、生育環境により異なった特徴をもつ。長年かけて極相の森林へと変化していく過程において、さまざまな種類の植物が生育し、その植生が変化していくことを遷移^{せんい}という。日本の温暖帯における極相林への形成変化では、遷移は土壌のない裸地に始まり、①⁽¹⁾ → ②⁽²⁾ → ③ → ④ → ⑤を経て最終的に極相林へと移り変わる。各過程においてさまざまな生育環境を利用して生活している植物はそれぞれの生活様式をも反映しており、また、それぞれの植物は越冬や乾燥条件などに適応する形態をとり生活している。

さまざまな植生とそこに生息する動物や微生物を含めた生物の集まりをバイオームと呼び、それを取り巻く非生物的環境を合わせた生態系における食物連鎖⁽⁴⁾では、エネルギーの流れがみられる。

問1 下線部(1)の遷移に関する記述で正しいのはどれか、a～eから1つ選べ。

- a. 遷移初期には、光補償点の低い植物がよく生育する。
- b. 乾性遷移とは、湖沼等に土砂が流入し湿地となってやがて草原が形成されることをいう。
- c. 二次遷移によって生じた二次林は、陽樹で構成されることが多いが、やがて極相林になる。
- d. 森林伐採跡地にて開始するのを一次遷移といい、地衣類やコケ植物が定着し生育しやすい。
- e. 湿性遷移とは草原に外部から水が流入し、水生植物などの植生が見られるようになることをいう。

問2 下線部(2)について、その経過について①から⑤に適切な語句をa～eから1つ選べ。

- a. 草原 b. 混交林 c. 低木林 d. 陰樹林 e. 陽樹林

問3 下線部(3)を生活形という。生活形の区分を提唱したのはだれか。

- a. ヒル b. リンネ c. ラマルク d. ビードル
- e. シュワン f. フレミング g. オパーリン h. ラウンケル
- i. シュペーマン j. エンゲルマン

問 4 植物は、休眠芽を作ることにより生育に不利な時期を過ごしている。また、休眠芽の出来る位置により植物が分類される。ガマ、ヒマワリ、チューリップの休眠芽について、以下の a～f の休眠芽の分類より、ガマは(⑥), ヒマワリは(⑦), チューリップは(⑧)に選べ。

- a. 種子(一年生植物)
- b. 地中に埋もれている(地中植物)
- c. 水中や水で飽和した地中(水生植物)
- d. 地表から 30 cm 以下の高さ(地表植物)
- e. 地表から 30 cm 以上の高さ(地上植物)
- f. 地表に接した位置で、ロゼットを形成(半地中植物)

問 5 下線部(4)について図 1 に示した。ア, イ, ウは何を示すか。正しい組合せを a～f から選べ。

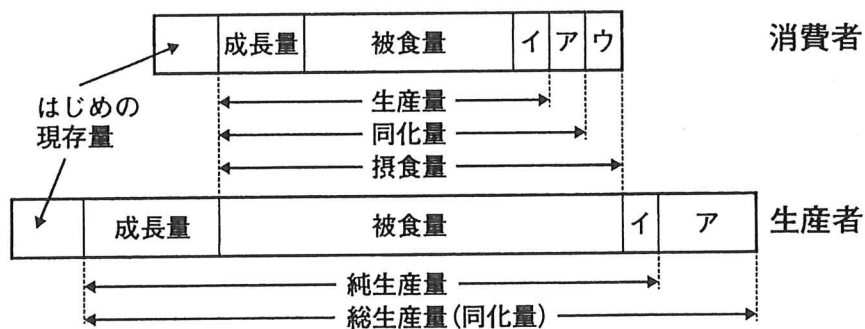


図 1

	ア	イ	ウ
a	呼吸量	不消化排出量	死亡・枯死量
b	呼吸量	死亡・枯死量	不消化排出量
c	不消化排出量	呼吸量	死亡・枯死量
d	不消化排出量	死亡・枯死量	呼吸量
e	死亡・枯死量	不消化排出量	呼吸量
f	死亡・枯死量	呼吸量	不消化排出量

問 6 下の表 1 に、ある湖沼におけるエネルギー収支を示した。消費者におけるエネルギー効率を求めたところ、ⅠⅡⅢ %であった。ⅠⅡⅢ に適する数字を選べ。ただし、Ⅰ は百の位、Ⅱ は十の位、Ⅲ は一の位を示し、小数点以下を切り捨てる。Ⅰ からⅢ に同じ数字が入ることもある。解答が45%の場合は、Ⅰ に0、Ⅱ に4、Ⅲ に5を入れよ。

	生産者	消費者
同化量	465.7	61.9
呼吸量	97.9	18.4
被食量	64.0	13.8
死亡・枯死量	9.6	1.3
成長量	294.1	29.3

(単位は $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$)

表 1

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

2 次の文1，文2を読み，問1から問6に答えよ。

(文1)

ヒトの皮膚には温度や痛みなどの皮膚感覚を生じる部位として感覚点が分布している。感覚点には感
覚ごとに冷点，温点，痛点，触点(圧点)がある。刺激は種類ごとに異なる受容器で受容される。⁽¹⁾そのため，受容器の数が多いとその刺激で生じる感覚点の分布密度は高くなり，刺激に対して敏感になる。受
 容器が刺激を受容すると，その受容器につながる感覚神経が興奮する。感覚神経の興奮は脊髄に伝達さ
れ，さらに脳の各部位を経由して最終的に大脳皮質に伝達される。⁽²⁾⁽³⁾大脳皮質には皮膚感覚を司る特定の
部位⁽⁴⁾があって，受容器からの情報をもとに刺激された部位や刺激の大きさが識別される。

問1 下線部(1)について，手の甲にある感覚神経の種類と位置，感覚点の分布密度を図1に示した。

ア，イ，ウの感覚点として最も適している組合せはどれか，a～fから1つ選べ。ただし，感覚点の分布密度は1 cm² 当たりの数である。

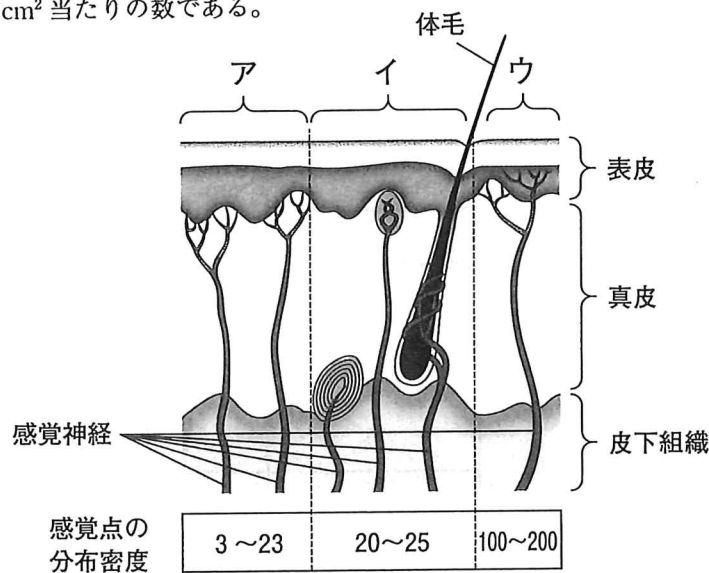


図1

	ア	イ	ウ
a	温・冷点	痛点	触(圧)点
b	温・冷点	触(圧)点	痛点
c	触(圧)点	温・冷点	痛点
d	触(圧)点	痛点	温・冷点
e	痛点	触(圧)点	温・冷点
f	痛点	温・冷点	触(圧)点

問 2 下線部(2)について、軸索の1カ所に興奮が生じるとその付近に局所電流が生じる。この局所電流は隣接する部位に活動電位を生じ、これが繰り返されることで興奮が軸索を伝導する。受容器側で生じた興奮は逆行することなく中枢側へ伝導する。その理由として正しいのはどれか、a～fから1つ選べ。

- a. 軸索内は、一方向にイオンの流れがあるため。
- b. 逆戻りした興奮は、次の興奮とぶつかり合って打ち消されるため。
- c. 興奮により電位依存性チャネルが、一定時間応答しなくなるため。
- d. 興奮により大量のイオンが移動して膜のイオン分布が変化するため。
- e. 再分極した後、過分極して静止電位が、マイナス方向に大きくなるため。
- f. 興奮により $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ アーゼ(ナトリウムポンプ)が、一時的に作動しなくなるため。

問 3 下線部(3)について、感覚神経から大脳皮質までに経由する伝達経路として正しいのはどれか、a～hから1つ選べ。

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| a. 脊髓腹根 ^{ふくこん} → 延髄 → 中脳 | b. 脊髓腹根 → 延髄 → 間脳 |
| c. 脊髓腹根 → 小脳 → 中脳 | d. 脊髓腹根 → 小脳 → 間脳 |
| e. 脊髓背根 ^{はいこん} → 延髄 → 中脳 | f. 脊髓背根 → 延髄 → 間脳 |
| g. 脊髓背根 → 小脳 → 中脳 | h. 脊髓背根 → 小脳 → 間脳 |

問 4 下線部(4)について、図2に大脳左半球を示した。破線で区切られたアからキのうち皮膚感覚の中枢が存在する領域はどれか、a～gから1つ選べ。

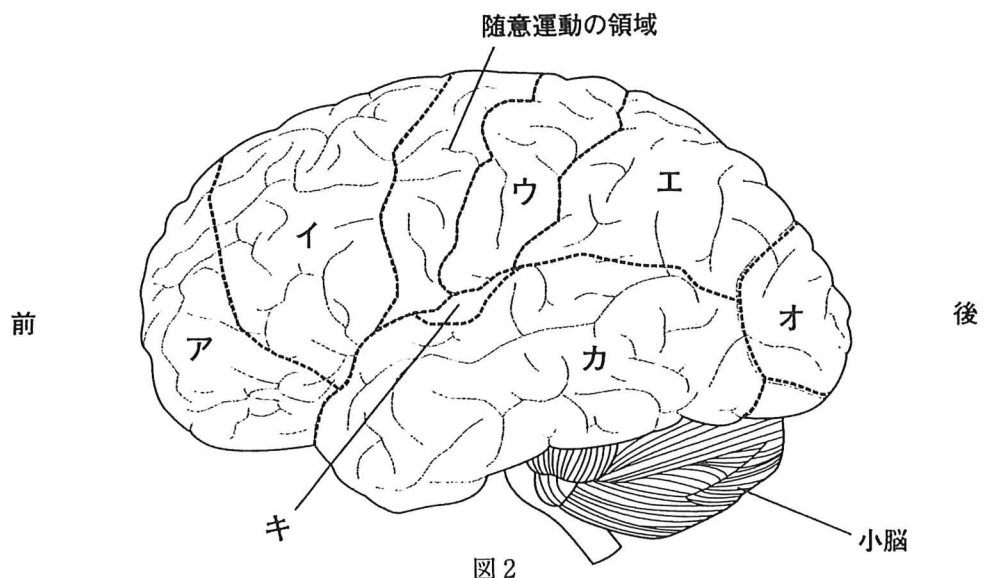


図 2

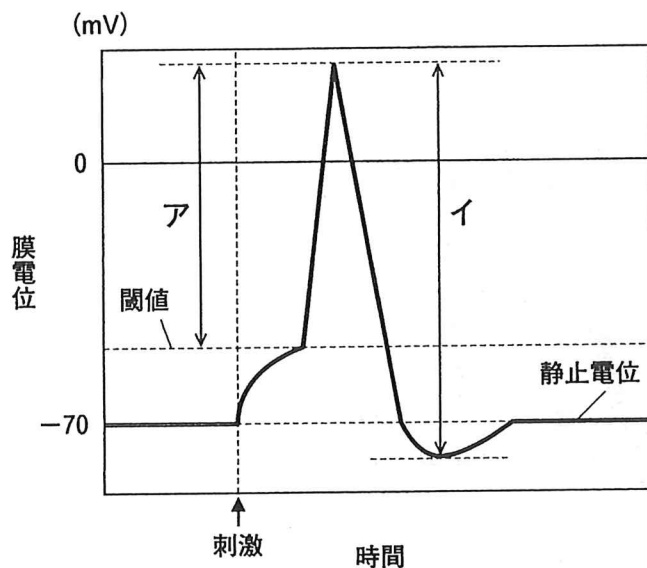
出典：Vectorized in CorelDraw by Mysid, based on the online edition of Gray's Anatomy, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Brain_diagram_without_text.svg から一部改変し引用

- a. ア b. イ c. ウ d. エ e. オ f. カ g. キ

(文2)

ニューロン(神経細胞)は閾値を超える強さの刺激が加わると興奮するが、閾値以下の刺激に対しては興奮しない。ニューロンに生じる活動電位の大きさは閾値以上であれば刺激を強くしても大きくならず、一定である。⁽⁵⁾ 1本のニューロンに加わる刺激が強くなると、ニューロンの興奮する頻度が増加する。また、刺激に対する閾値はニューロンごとに異なっているため、⁽⁶⁾多数の軸索からなる神経では全てのニューロンが興奮するまで、刺激が強くなるほど神経の興奮も大きくなる。このように、刺激の強さは興奮するニューロンの数と興奮の頻度に変換されて中枢神経へ伝達される。

問5 下線部(5)について、ニューロンの活動電位を図3に示す。矢印アとイで示した電位変化が一定となる理由について①から④の中から選び、右のa～jから正しい組合せを1つ選べ。



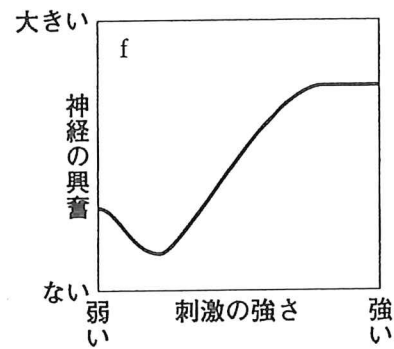
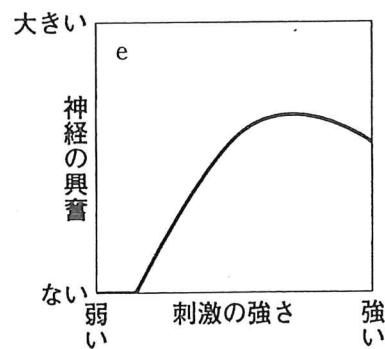
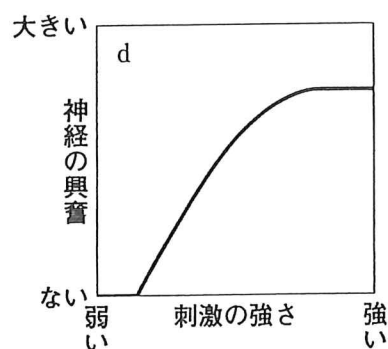
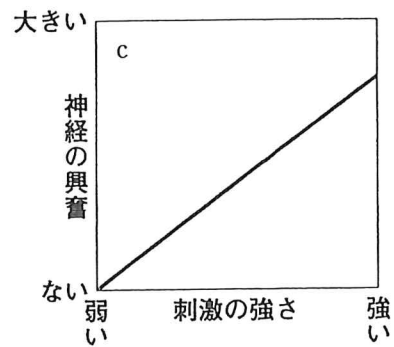
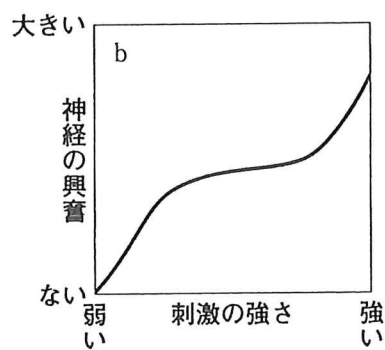
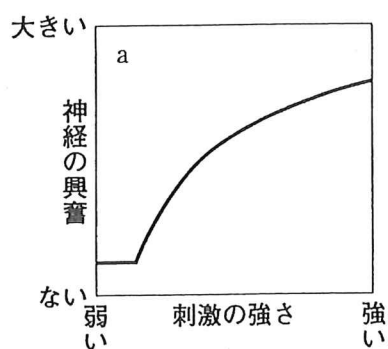
	ア	イ
a	①	②
b	①	③
c	①	④
d	②	①
e	②	③
f	②	④
g	③	①
h	③	②
i	④	①
j	④	②

図3

理由

- ① 開く電位依存性カリウムチャネルの数が、変わらないから。
- ② 開く電位依存性カルシウムチャネルの数が、変わらないから。
- ③ 開く電位依存性ナトリウムチャネルの数が、変わらないから。
- ④ 作動する $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ アーゼ(ナトリウムポンプ)の数が、変わらないから。

問 6 下線部(6)について、横軸に刺激の強さを、縦軸に神経の興奮の大きさを示したグラフとして最も適しているのはどれか、a～fから1つ選べ。



- 3 次の文1，文2を読み，問1から問8に答えよ。ただし，原子量は， $H = 1.0$ ， $C = 12.0$ ， $N = 14.0$ ， $O = 16.0$ とする。

(文1)

呼吸によって分解され代謝される物質を呼吸基質という。好気呼吸では，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，食事および運動療法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)に変化し，(イ)はさらに変換されて解糖系で使用される。(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している。その一方，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(CO_2 量/ O_2 量)を呼吸商という。呼吸商は，呼吸基質により異なる。表1は，1gの炭水化物，脂肪，タンパク質が好気呼吸で消費された時の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を示す。

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。

呼吸基質	酸素消費量(L)	二酸化炭素放出量(L)	尿中窒素量(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

—：未検出

表1

問1 文中の(ア)と(イ)に入る語の正しい組合せをa～iから1つ選べ。

	ア	イ
a	コレステロール	グルコース
b	コレステロール	ピルビン酸
c	コレステロール	グリセリン
d	リン脂質	グルコース
e	リン脂質	ピルビン酸
f	リン脂質	グリセリン
g	脂肪酸	グルコース
h	脂肪酸	ピルビン酸
i	脂肪酸	グリセリン

問 2 下線部(1)の反応が行われるのは細胞内のどこか, a ~ j から1つ選べ。

- 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
- h. ミトコンドリアの外膜
- 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

問 3 文中の(ウ)に入る正しい語はどれか, a ~ j から1つ選べ。

- 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(活性酢酸)
- j. コエンザイム A(補酵素 A)

問 4 下線部(2)について, この測定ではこの動物が既に体内に蓄えている物質は全く消費されず, 測定前に食べた食事のみが呼吸に消費されたとする。この食事に含まれるタンパク質の重量(g)を(①), 脂肪の重量(g)を(②), 炭水化物の重量(g)を(③)に a ~ j から1つずつ選べ。なお, ①から③に同じ数字が入ることもある。

- | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 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 |

(文2)

酵母では、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、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、生育環境によって大きく異なる。

一般に、酵母は固形寒天培地や液体培地で生育・増殖させる。同一の形状および容量の三角フラスコを2本用意した。2つのフラスコには、液体培地 250 mLが入っている。液体培地には、呼吸基質としてグルコース 4.5 g および酵母の増殖に必要な窒素源、アミノ酸、微量元素、ビタミンなどをすべて含んでいる。

酵母の増殖に最適な 25℃に室温が保たれた部屋にフラスコを数時間置き、液体培地温度が室温と同じになったのを確認した。その後、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2本のフラスコへ同時に加えた。

通常、酵母を液体培地で増殖させる場合、栄養分や酸素が液体培地全体に均等になるようにフラスコを震盪(往復)運動させる。表2の培養条件1と培養条件2のように異なる封をフラスコに行った後、2つのフラスコを同一の震盪機に固定し震盪した。この時、ゴム栓または綿栓に液体培地の飛沫がかからないように震盪速度を調整した。

なお、液体培地の呼吸基質はグルコース 4.5 gのみであり、加えた 1 mLの酵母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。また、25℃に保たれた部屋へは、絶えず外の空気が入り込んでいる。また、使用した器具や液体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まないように無菌的に操作を行った。

フラスコが置かれた室内の空気は、窒素が約 78 %、酸素が約 20 %、二酸化炭素が 0.05 %含まれ、培養中に大きな組成の変化はないものとする。

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。
培養条件 2	1 mLの酵母液体培地を加えた直後に、フラスコの口を通気性の良い綿をガーゼで包んだ綿栓で封をした。そのため、フラスコ内外の空気は、常に置換されている。

表2

問 5 培養条件1では、エタノールが 460 mg 生成した。

この培養で消費した O_2 の mol は、 I II III，生成した CO_2 の mol は IV V VI であった。 I から VI にあてはまる数字を選べ。なお、 I と IV は一の位、 II と V は小数第一位、 III と VI は小数第二位の数字を選べ。また、グルコースからは、エタノール、 CO_2 、 H_2O 以外は生成されず、グルコースの分子式は $C_6H_{12}O_6$ 、エタノールの分子式は C_2H_5OH であり、グルコースは、この培養で完全に分解されたものとする。 I から VI には、同じ数字が入ることもある。

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

問 6 培養条件2で酵母を培養したところ、エタノールが全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、フラスコの大きさや形状、震盪速度も同一であるのに、エタノールが生成されなかった。この理由として正しいのはどれか、a～hから1つ選べ。

- a. 酸素が、乳酸発酵を促進したため。
- b. 窒素が、乳酸発酵を促進したため。
- c. 酸素を利用した方が、ATPを効率よく産生できるため。
- d. 窒素を利用した方が、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を失活させるため。
- f. 窒素が、アルコール発酵を担当する酵素を失活させるため。
- 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. 窒素が、解糖系を阻害しグルコースの分解効率が低下したため。

問 7 培養条件2のような条件では、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、a～jから1つ選べ。

- | | |
|-----------|-----------|
| a. ブフナー | 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. マーグリス | h. ワールブルグ |
| i. マイヤーホフ | j. ブラッグマン |

問 8 培養条件1と同様な条件下で、ヒトが運動を行うと筋肉組織にある物質の蓄積が見られる。この物質はどれか、a～jから1つ選べ。

- a. 乳酸
- b. 酢酸
- c. 尿素
- d. アラニン
- e. グリシン
- f. ピルビン酸
- 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

4

次の文1，文2を読み，問1から問6に答えよ。

(文1)

単相(n)の卵と精子が融合し，それぞれの核も融合することにより，体細胞と同じ複相($2n$)の受精卵をつくりだす過程を受精という。棘皮動物ウニは産卵期になると雄は精子を，雌は卵を海水中に放出して，体外受精を行う。このとき，他の種のウニとの間で受精する事はなく，同種のウニの配偶子同士が受精する。この機構には，同じ種であることを見極めるしくみが卵と精子との間で存在することが予想された。そこで，ウニの受精では，精子膜と卵細胞膜の結合に先立って，ウニのそれぞれの種に特異的な精子のタンパク質Aと卵のタンパク質Bが結合することが必要で，これにより同種同士のウニの卵と精子が受精すると考えた。

問1 精子が，卵のゼリー層に触れると生じる精子の変化はどれか，a～hから1つ選べ。

- a. 鞭毛の伸長
- b. 鞭毛の退縮
- c. 先体突起の伸長
- d. 先体突起の分解
- e. 鞭毛運動の開始
- f. 鞭毛運動の停止
- g. ミトコンドリアの縮小
- h. ミトコンドリアの脱落

問2 受精時に最初の精子が卵に進入すると，それが刺激となって新たな精子の進入が妨げられる現象を多精拒否という。多精拒否を担うしくみはどれか，a～fから2つ選べ。

- a. 卵割の開始
- b. 極体の形成
- c. 表層粒の分泌
- d. 先体突起の分解
- e. ゼリー層の拡散
- f. 卵細胞膜の脱分極

(文2)

タンパク質 B のアミノ酸配列の情報を調べるため、大量のウニ卵より mRNA(伝令 RNA, メッセンジャー RNA)を抽出した。⁽¹⁾多種の mRNA が得られたが、どの mRNA がタンパク質 B に対応するのか分からなかった。そこで、タンパク質 B の機能を利用して、多種の mRNA の中からタンパク質 B の mRNA を選ぶために、以下の実験 I から実験 VI を行った。

実験 I 下線部(1)で得られたすべての mRNA をそれぞれ DNA 断片に写し取り、 ヒト培養細胞と大腸菌でタンパク質を発現できるプラスミドに組みこんだ(プラスミド DNA)。⁽²⁾

実験 II それぞれのプラスミド DNA をヒト培養細胞に導入し、含まれる DNA 断片に対応するタンパク質をヒト培養細胞の中で作らせた。ただし、1つのヒト培養細胞あたり1種類のプラスミド DNA が取り込まれるとし、発現したタンパク質はウニ卵で発現したときと同様にヒト培養細胞内に分布し機能する。

実験 III タンパク質 B の機能を利用して、タンパク質 B を産生しているヒト培養細胞を選び出し⁽³⁾た。

実験 IV タンパク質 B を産生している培養細胞よりプラスミド DNA を回収した。

実験 V 回収したプラスミド DNA を、大腸菌に導入し大腸菌を大量に培養し、大腸菌に⁽⁴⁾タンパク質 B を大量に作らせ精製した(大腸菌合成タンパク質 B)。大腸菌合成タンパク質 B は、ウニ卵のタンパク質 B と同じ構造と機能を持っていた。

実験 VI 精製した大腸菌合成タンパク質 B をウサギに2回、数日間の間隔をおいて注射して、しばらくウサギを飼育した。そののち、ウサギの血液を採取し、その血球成分などを取り除き⁽⁵⁾血清を得た。

問 3 下線部(2)の反応に用いるタンパク質はどれか、a～i から1つ選べ。

- | | | |
|------------|---------------|---------------|
| a. ヒストン | b. 制限酵素 | c. 逆転写酵素 |
| d. テロメラーゼ | e. 転写抑制因子 | f. DNA リガーゼ |
| g. 転写活性化因子 | h. DNA ポリメラーゼ | i. RNA ポリメラーゼ |

問 4 下線部(3)について、タンパク質 B が存在する細胞構造はどれか、a～j から1つ選べ。

- | | | | |
|----------|------------|---------|----------|
| a. 核膜 | b. 核小体 | c. 中心体 | d. 細胞膜 |
| e. 細胞骨格 | f. 分泌小胞 | g. ゴルジ体 | h. 細胞質基質 |
| i. リソソーム | j. ミトコンドリア | | |

問 5 下線部(3)について、ヒト培養細胞で発現したタンパク質 B に結合するのはどれか、a～j から 2 つ選べ。

- | | | |
|----------------|-------------|------------|
| a. ユニ卵 | b. ヒト卵 | c. ユニ卵核 |
| d. ユニ精子先体突起 | e. ヒト精子先体突起 | f. ユニ精子鞭毛 |
| g. ヒト精子鞭毛 | h. タンパク質 A | i. タンパク質 B |
| j. ユニ精子ミトコンドリア | | |

問 6 ユニの精子と卵、下線部(4)の大腸菌合成タンパク質 B と下線部(5)の血清を用いて、以下の実験 VII をおこなった。

実験 VII ユニの受精に最適な 18℃ に保たれた海水中で、表 1 の①から④の組合せでそれぞれを混合し静置した(この処置を前処理とよぶ)。ただし、①と②のユニ精子は、まず卵ゼリー層を溶解した海水に懸濁してから、前処理を行う海水に加えた。その後、未反応の大腸菌合成タンパク質 B または血清を大量の海水で洗い流した。

次に①と②は前処理なしの卵と、③と④は前処理なしの精子と混合した(表 1)。

その結果、受精した卵の数を計測し、 $\text{受精率}(\%) = \frac{\text{受精卵数}}{\text{卵数}} \times 100$ で算出した。
(6)
ただし、前処理なしの精子と前処理なしの卵の組合せでは、受精率は 100 % であった。

実験 VII の結果、表 1 の①から④のうち、下線部(6)の受精率が大きく減少すると考えられる組合せはどれか、a～j から 1 つ選べ。

	前処理あり	前処理なし
①	精子と大腸菌合成タンパク質 B	卵
②	精子と血清	卵
③	卵と大腸菌合成タンパク質 B	精子
④	卵と血清	精子

表 1

- | | |
|------------|---------------|
| a. ①, ② | b. ③, ④ |
| c. ①, ④ | d. ②, ③ |
| e. ①, ③ | f. ②, ④ |
| g. ①, ②, ③ | h. ①, ③, ④ |
| i. ②, ③, ④ | j. ①, ②, ③, ④ |

5 次の文1、文2を読み、問1から問5に答えなさい。

(文1)

図1、図2に模式的に示したように、核酸を構成するヌクレオチドはリン酸、糖、塩基からなる。RNAを構成するリボヌクレオチドは、糖としてリボースを持ち、DNAはデオキシリボースを持つ。これらの糖は5個の炭素原子を持ち、図2のように、炭素原子の位置からそれぞれの炭素原子をC1'からC5'と呼ぶ。C2'とC3'に結合する元素または分子の違いが、リボースとデオキシリボースの違いとなっている。⁽¹⁾また、C1'に塩基が、C5'にリン酸が結合し、このリン酸が他のヌクレオチドのC3'に結合することで、リン酸と糖が交互に結合しヌクレオチド鎖となる。ヌクレオチド鎖のリン酸側を5'末端、糖側を3'末端と呼び、ヌクレオチド鎖の合成時には3'末端にその他のヌクレオチドがつながって伸長する。DNA塩基配列解析法の一つであるサンガー法では、ヌクレオチド鎖の伸長反応で基質となるデオキシリボヌクレオチドに、糖としてジデオキシリボースを持つヌクレオチドを少量加えることで、部分的にヌクレオチド鎖の合成を停止させて、さまざまな長さのヌクレオチド鎖を生成させる。⁽²⁾

DNAの二重らせん構造は5'末端と3'末端が逆方向のヌクレオチド鎖が、内側に突き出た塩基間で水素結合が形成され、DNA複製時にはそれぞれのヌクレオチド鎖が鋳型となって新しいヌクレオチド鎖が合成される。⁽³⁾

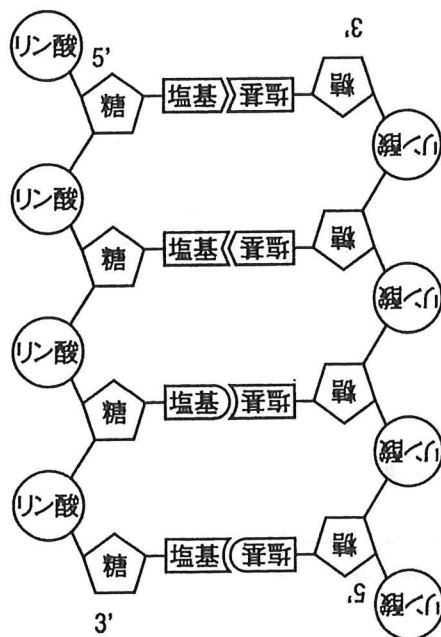


図1

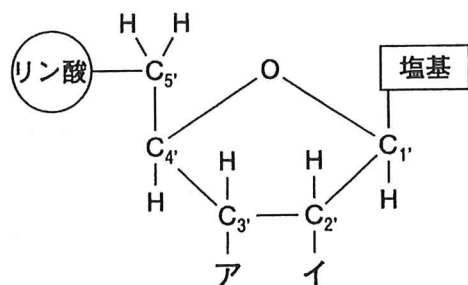


図2

問 1 下線部(1)のリボースとデオキシリボースでは、C3' と C2' にヒドロキシ基(−OH)あるいは水素原子(H)が結合している。図 2 に示したアとイの位置に入るヒドロキシ基、水素原子の組合せとして正しいのはどれか。 a ～ j から 1 つ選べ。

	リボース		デオキシリボース	
	ア	イ	ア	イ
a	水素原子	水素原子	水素原子	ヒドロキシ基
b	水素原子	水素原子	ヒドロキシ基	水素原子
c	ヒドロキシ基	水素原子	水素原子	ヒドロキシ基
d	ヒドロキシ基	水素原子	水素原子	水素原子
e	水素原子	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基
f	水素原子	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基	水素原子
g	水素原子	ヒドロキシ基	水素原子	水素原子
h	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基	水素原子	ヒドロキシ基
i	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基	水素原子
j	ヒドロキシ基	ヒドロキシ基	水素原子	水素原子

問 2 下線部(2)に記したように、ジデオキシリボースを持つヌクレオチドが、ヌクレオチド鎖の合成を停止させる理由として正しいのはどれか、 a ～ j から 1 つ選べ。

- a. C1' に塩基が結合しているため
- b. C1' にリン酸が結合しているため
- c. 図 2 イがヒドロキシ基であるため
- d. 図 2 イが水素原子であるため
- e. 図 2 アがヒドロキシ基であるため
- f. 図 2 アが水素原子であるため
- g. C4' にヒドロキシ基が結合しているため
- h. C4' に水素原子が結合しているため
- i. C5' にリン酸が結合しているため
- j. C5' に塩基が結合しているため

問 3 下線部(3)の DNA 複製開始時には、図 3 のように縦の破線で示した複製起点から双方向に新たにヌクレオチド鎖が合成され、複製される。複製開始後、連続的に合成されるヌクレオチド鎖(リーディング鎖)および不連続的に合成されるヌクレオチド鎖(ラギング鎖)の伸長方向と長さを矢印線で模式的に図示したものとして正しいのはどれか、a～h より 1 つ選べ。

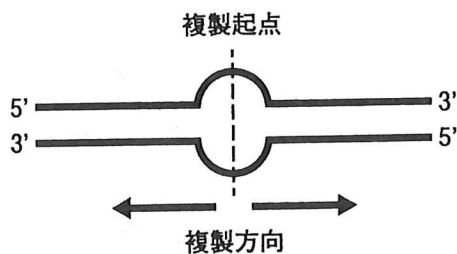
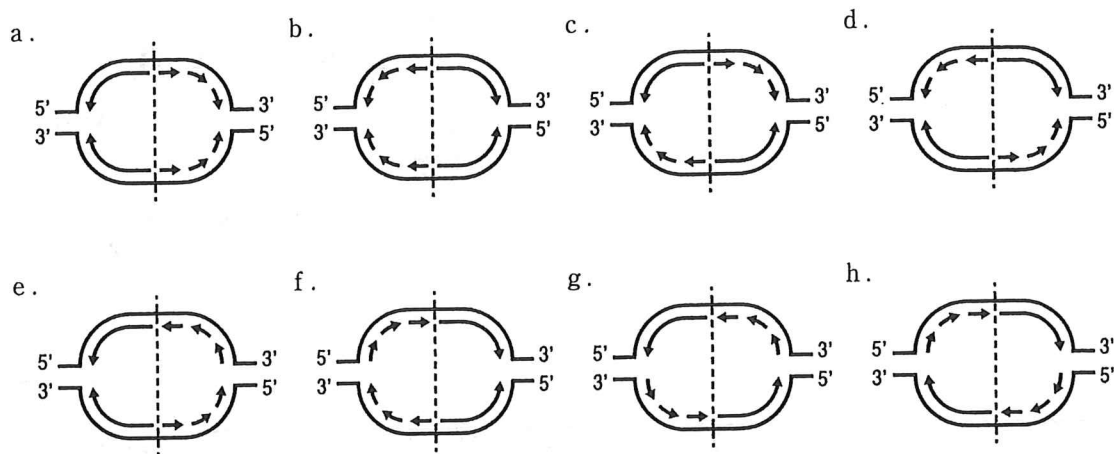


図 3



(文2)

遺伝子発現の過程で DNA から RNA に遺伝子の情報が転写される時には、原核生物、真核生物ともに、二重らせんの片方のヌクレオチド鎖を鋳型として RNA ポリメラーゼによってヌクレオチド鎖が合成される。(4) 原核生物、真核生物ともにタンパク質のアミノ酸配列の情報を含む DNA 塩基配列が mRNA に転写され、それに基づいて翻訳される。真核生物では核内で転写された mRNA 前駆体は、いくつかの修飾(加工)過程を経てから成熟 mRNA として細胞質へ移動し、リボソームによりタンパク質に翻訳される。このように原核生物と真核生物での遺伝子発現の過程を比較すると、共通する部分とそれぞれに特徴的な部分がある。(5)

問 4 下線部(4)について、ある特定の DNA 領域から転写された RNA の塩基組成が、ウラシル 15 %、アデニン 25 % のとき、その DNA 領域の二重らせん構造に含まれるグアニンの塩基組成は、 I II %、チミンの塩基組成は、 III IV % である。ただし、RNA の転写に伴う修飾(加工)過程は考えないものとする。 I および III は十の位、 II 及び IV は一の位を示す。解答が 5 % の場合は、 I または III に 0、 II または IV に 5 を入れなさい。 I から IV には、同じ数字が入ることもある。

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

問 5 下線部(5)について、原核生物および真核生物において、それぞれの転写から翻訳の過程に見られる特徴についての説明として誤っているのはどれか、a ~ j から 1 つ選べ。

- 原核生物では、mRNA のスプライシングは起こらない。
- 原核生物、真核生物ともに、共通のコドンによって翻訳される。
- 原核生物では、転写中の mRNA にリボソームが結合し翻訳される。
- 原核生物、真核生物ともに、tRNA が対応するアミノ酸を運搬する。
- 真核生物では、RNA ポリメラーゼは単独でプロモーターに結合する。
- 真核生物では、選択的スプライシングにより複数種類の mRNA ができる。
- 原核生物、真核生物ともに、リボソームは大サブユニットと小サブユニットからなる。
- 真核生物では、mRNA 前駆体の 3' 末端に連続してアデニンヌクレオチドが付加される。
- 原核生物、真核生物ともに、メチオニンに対応する開始コドン(AUG)から翻訳が始まる。
- 原核生物では、複数の構造遺伝子の mRNA が、連続した 1 本の mRNA として転写される場合がある。