

選 択 科 目

(医 学 部)

— 2 月 2 日 —

物 理
化 学
生 物

この中から 1 科目を選択して解答しなさい。

科 目		問 題 の ペ ー ジ
物	理	1～7
化	学	9～18
生	物	20～33

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

1

次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

動物は呼吸によって、酸素を取り入れ、他の生物がつくった炭水化物、脂肪、タンパク質の呼吸基質を分解し、二酸化炭素を放出して、得られたエネルギーを ATP 合成に利用している。たとえば、炭水化物はグルコースまで分解されて ATP を生成する呼吸の化学反応過程に入る。このグルコースからの ATP 産生過程は、反応がおこる順に（あ）→（い）→（う）の3つの段階からなっている。

第一段階の（あ）は、（え）でおこる反応であり、呼吸基質としてグルコースをいくつかの酵素群によってピルビン酸にまで分解する。この段階では、グルコースの段階的なリン酸化・脱リン酸化による分解にともない、ピルビン酸の生成とともに ATP がつくられる。（あ）では、脱水素酵素のはたらきによる酸化還元反応が生じ、途中でできた化合物から水素イオン（ H^+ ）が奪われ、化合物の酸化と補酵素 NAD^+ の還元がおこり、還元型補酵素 $NADH$ が生成する。

第二段階の（い）は、ミトコンドリアの（お）でおこる反応であり、（あ）でつくられたピルビン酸の酸化により生じた化合物は、オキサロ酢酸と結合して循環的な反応経路をつくる。ピルビン酸からの反応化合物の酸化とともに二酸化炭素が放出される。この過程でも、補酵素 NAD^+ や FAD が還元され、還元型補酵素 $NADH$ 、 $FADH_2$ と ATP が生じる。

第三段階の（う）は、ミトコンドリアの（か）でおこる反応であり、還元力の強い物質から弱い物質に順次電子（ e^- ）が渡され、ATP が合成される反応系である。

（あ）と（い）においてつくられた還元型補酵素 $NADH$ と $FADH_2$ は、 e^- と H^+ を放出する。 e^- は、関連するタンパク質複合体のあいだを次々と受け渡され、それと連動して H^+ は（お）から（か）を横断して膜間腔に輸送され、（か）を挟んで H^+ の濃度勾配ができる。最終的に e^- と H^+ は、吸収した酸素によって酸化され水になる。濃度勾配ができた H^+ は、膜間腔から（お）に戻ろうとして、（か）に存在する ATP 合成酵素の中を通過する。このとき、酵素の一部が回転して ADP がリン酸と反応してリン酸化されて ATP が生成される。

このように、（う）では、還元型補酵素 $NADH$ と $FADH_2$ の酸化により生じた H^+ の濃度勾配から ATP 合成酵素がはたらいて ATP が生成される。脂肪やタンパク質の呼吸による分解について、脂肪は（き）とグリセリンに分解され、グリセリンは（あ）に、（き）は（い）に入る。タンパク質は、消化されてアミノ酸になった後、（く）を遊離して有機酸となり、（あ）や（い）に入る。

問1 文章中の空欄（あ）～（く）に当てはまる最も適切な語句を以下の語群1～14の中から選び、記号で答えなさい。

（語群）

- | | | | | |
|--------|-----------|----------|------------|-----------|
| 1. 有機物 | 2. 無機物 | 3. 電子伝達系 | 4. オルニチン回路 | 5. クエン酸回路 |
| 6. 解糖系 | 7. 内膜 | 8. 外膜 | 9. マトリックス | 10. 細胞質基質 |
| 11. 核 | 12. アンモニア | 13. 窒素 | 14. 脂肪酸 | |

問2 図1に、ADPとATPの構造模式図を示す。以下の各問に答えなさい。

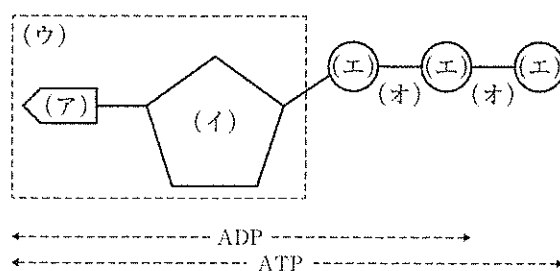


図1. ADPとATPの構造

(1) 図中の(ア)～(エ)の順に当てはまる最も適切な語句の組み合わせを以下の選択肢1～5の中から選び、記号で答えなさい。ただし、(ア)と(イ)は、それぞれ塩基と糖を示す。

1. リン酸, アデニン, リボース, アデノシン
2. アデノシン, リボース, リン酸, アデニン
3. リボース, アデノシン, アデニン, リン酸
4. アデニン, リボース, アデノシン, リン酸
5. アデノシン, アデニン, リボース, リン酸

(2) ADPとATPの構造について、(オ)は、(エ)をつなげる特徴的な化学的構造を示す。その化学的構造を特に何というか、名称を答えなさい。

問3 下線部(a)のような生物を何というか答えなさい。

問4 下線部(b)について、図2は、文章中の空欄(イ)の経路を示している。C2, C4, C5, C6は反応経路における炭素(C)を含む代謝産物であり、数字は各代謝産物の炭素(C)の数を示す。

図中のC2, C4, C5の順に当てはまる最も適切な語句の組み合わせを以下の選択肢1～6の中から選び、記号で答えなさい。

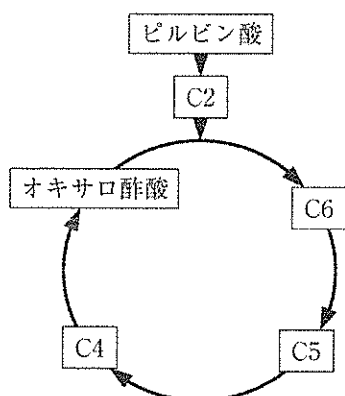


図2

1. ケトグルタル酸, アセチル CoA, コハク酸
2. ケトグルタル酸, コハク酸, アセチル CoA
3. アセチル CoA, ケトグルタル酸, コハク酸
4. アセチル CoA, コハク酸, ケトグルタル酸
5. コハク酸, ケトグルタル酸, アセチル CoA
6. コハク酸, アセチル CoA, ケトグルタル酸

問5 下線部(c)について、ATP合成過程の名称を答えなさい。

問6 呼吸の化学反応過程について、生体内から放出する二酸化炭素の量を生体外部から吸収する酸素の量で割ったものを呼吸商と呼ぶ。以下の各問に答えなさい。

(1) $C_{16}H_{32}O_2$ の化学構造式をもつ有機物の呼吸商を小数点第二位を四捨五入して答えなさい。また、この有機物は炭水化物、脂肪、タンパク質のいずれに分類されているかを答えなさい。

(2) 炭水化物、脂肪、タンパク質が含まれている食事 A と B についての呼吸商を考えてみる。下の表にある食事 A と B のタンパク質以外の呼吸商を求めなさい。小数点第三位を四捨五入して答えなさい。ただし、1 g のタンパク質が呼吸で消費されると、0.95 L の酸素が吸収され、0.16 g の窒素が尿中に排出されるものとする。また、タンパク質の呼吸商は一般的に知られている値の小数点第一位までを用いるものとする。

表. 食事 A および B の呼吸商に関する気体の出納量

	食事 A	食事 B
吸収する酸素量 (L)	416	450
放出する二酸化炭素量 (L)	373	340
尿中窒素排出量 (g)	14.0	20.0

(3) 食事 A と B のどちらが、炭水化物を多く含んでいるか、記号で答えなさい。

2

次のⅠとⅡの文章を読み、以下の各問に答えなさい。

Ⅰ. 赤血球の内部にはヘモグロビンと呼ばれる鉄を含んだタンパク質が含まれ、肺からほかの体内の細胞や組織へ酸素を運搬し、供給する役割を担っている。ヒトの赤血球の寿命は約（ A ）日で、古くなった赤血球は、（ B ）で破壊される。ヘモグロビンは4本のポリペプチド（ α 鎖2本、 β 鎖2本）で構成される金属含有タンパク質である。成人に多くみられるヘモグロビンには、2価の鉄があり、鉄はデオキシヘモグロビン（酸素と結合していないヘモグロビン）を酸素に結合させて、酸素ヘモグロビンになる。

ヘモグロビンが酸素と結合する力は、血液中の酸素濃度・二酸化炭素濃度・pH・体温などによって大きく変化する。酸素ヘモグロビンの割合が酸素濃度に依存して変化する曲線を酸素解離曲線という（図1）。

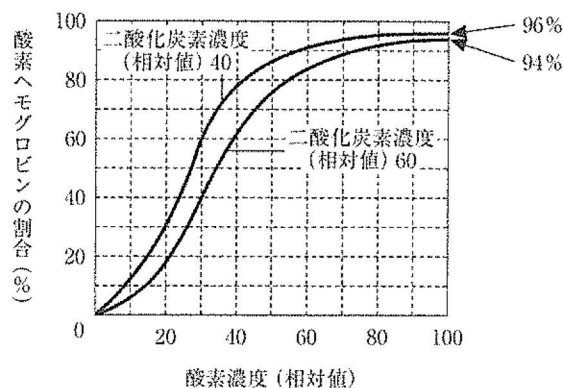


図1. 酸素解離曲線

問1 文章中の空欄（ A ）と（ B ）に当てはまる最も適切なものを、それぞれ以下の選択肢ア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

空欄A： ア. 120 イ. 180 ウ. 240 エ. 300
 空欄B： ア. ひ臓 イ. すい臓 ウ. 腎臓 エ. 肝臓

問2 図1において、肺胞における血液の酸素濃度は相対値100、二酸化炭素濃度は相対値40であり、組織を流れる血液の酸素濃度は相対値30、二酸化炭素濃度は相対値60である。組織での酸素濃度が30であった場合、肺胞で酸素を結合した酸素ヘモグロビンのうち、酸素を組織へ渡すヘモグロビンの割合(%)を小数点以下を四捨五入して答えなさい。

問3 2,3-ジホスホグリセリン酸 (2,3-DPG) と呼ばれる分子は赤血球に多く、デオキシヘモグロビンとの親和性が高い。標高が高い高地で生活するヒトはこの 2,3-DPG の合成が促進されており、平地で生活する健常なヒトと比較して組織への酸素供給量が増加している。2,3-DPG と結合したデオキシヘモグロビンは、どのような性質を持つようになって、酸素解離曲線はどのように変化するのか、最も適切なものを以下の選択肢ア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 安定化して、酸素親和性が低下することで、酸素解離曲線は右へ移動する
- イ. 安定化して、酸素親和性が低下することで、酸素解離曲線は左へ移動する
- ウ. 安定化して、酸素親和性が上昇することで、酸素解離曲線は右へ移動する
- エ. 不安定化して、酸素親和性が低下することで、酸素解離曲線は左へ移動する
- オ. 不安定化して、酸素親和性が上昇することで、酸素解離曲線は右へ移動する
- カ. 不安定化して、酸素親和性が上昇することで、酸素解離曲線は左へ移動する

問4 以下の文章中の空欄 (D) ～ (F) に当てはまる最も適切なものを、それぞれ以下の選択肢アまたはイのいずれか1つ選び、記号で答えなさい。

胎児のヘモグロビン (HbF) は、成人のヘモグロビン (HbA) と構造が異なるため、HbF は 2,3-DPG と (D)。これにより、HbF の酸素親和性が (E) するため、酸素解離曲線は HbA よりも (F) へ移動する。これが通常の肺呼吸ができない胎児における、胎盤を介して母体の血液から酸素を取り入れるためのメカニズムである。

- | | |
|------------------|-------------|
| 空欄D： ア. あまり結合しない | イ. より強く結合する |
| 空欄E： ア. 増加 | イ. 低下 |
| 空欄F： ア. 左 | イ. 右 |

II. 鎌状赤血球症の原因は、常染色体劣性遺伝病で第11染色体にあるヘモグロビンの β 鎖をコードする遺伝子(β グロビン遺伝子)上のDNA変異である。このDNA変異は6番目のアミノ酸のグルタミン酸をバリンへと置換するアデニンからチミンへの変異である。このため、 β 鎖グロビンの立体構造が変化し、結果として赤血球が鎌状となる。 β グロビン遺伝子の正常型の対立遺伝子をA、変異型の対立遺伝子をSとすると、AA(正常)、AS(ヘテロ接合)、SS(鎌状赤血球症)の3つの遺伝子型が生じる。遺伝子型ASでは通常の生活の限り発症しないが、SSでは重度の貧血症状を示す。一方、この対立遺伝子Sはヒトの生存に不利であるにもかかわらず、マラリアの流行地域ではこの対立遺伝子頻度が高い地域が存在する。マラリアは蚊の媒介にて感染し、死に至ることもある急性熱性疾患である(世界で年間約200万人の死者が出る)。マラリアを引き起こす病原体はヒトの赤血球を介して分裂する。しかし、遺伝子型ASを持つヒトでは増殖できず、マラリアの発症を抑えることができると考えられている。

問5 細胞内小器官を有する微生物であるマラリアはどのような分類に属するのか、最も適切なものを以下の選択肢ア～ウの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. ウイルス
- イ. 原核生物
- ウ. 真核生物

問6 マラリアに感染すると赤血球のpHが低下することが知られている。この時、図1の酸素解離曲線はどのように変化するか、最も適切なものを以下の選択肢ア～ウの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 左へ移動する
- イ. 変わらない
- ウ. 右へ移動する

問7 西アフリカのマラリア流行地において成人12,387人を対象に鎌状赤血球症の原因変異の遺伝子型を調査した。その結果、AA型が9,365人、AS型が2,993人、SS型が29人であり、A対立遺伝子頻度は0.877、S対立遺伝子頻度は0.123であった。この集団がハーディ・ワインベルグ平衡の法則に従うと仮定し、この観察された対立遺伝子頻度から各遺伝子型の期待値を算出すると、観察値と期待値が異なっていることが明らかとなった。その違いはどのようなものか、各遺伝子型の空欄 の中に、観察値と期待値の間の違いを正しく示す最も適切な不等号または等号(>, <, =)のいずれかを、それぞれ答えなさい。

記入例 遺伝子型(観察値 期待値)

AA型(観察値 期待値), AS型(観察値 期待値), SS型(観察値 期待値)

問8 問7における観察値と期待値の違いの進化生物学的な原因は何か、句読点を含めて20字以内で答えなさい。

3

遺伝子と染色体に関する、以下の各問に答えなさい。

問1 スイートピーの花の色は紫 (B) と赤 (b) で、花粉の形は長い (L) と短い (l) がある。紫色で花粉の形は長い個体と、赤色で花粉の形は短い個体とを掛け合わせた雑種第一代はすべて紫色で長い個体が出た。B (紫) と b (赤)、L (長い) と l (短い) は対立遺伝子を示し、遺伝子型の大文字は小文字に対して優性の遺伝形質を表す。遺伝子 B (b) と L (l) は連鎖しておらず独立している。以下の各問に答えなさい。

- (1) 雑種第二代の紫色で短い個体と、赤色で短い個体を交配した場合、次の代の個体の表現型として可能性のあるものを全て答えなさい。
- (2) 雑種第一代と、ある別の個体 (Z) を交配したところ、次の代の個体の表現型と分離比は (紫・長) : (紫・短) : (赤・長) : (赤・短) = 3 : 3 : 1 : 1 であった。ある別の個体 (Z) の遺伝子型を答えなさい。
- (3) 遺伝子型の分からない2つの個体を交配したところ、次の代の個体の表現型が (紫・長) : (紫・短) : (赤・長) : (赤・短) = 1 : 1 : 1 : 1 となった。交配に用いたそれぞれの個体の遺伝子型の組み合わせとして可能性のあるものを全て答えなさい。

解答例：BBLL×BBLL

問2 遺伝子型 XxYyZz の個体を検定交雑したところ、子の表現型が次の表のように分離した。この結果から、遺伝子 X, Y, Z の位置を図に示した。図中の空欄 (あ) ~ (う) に当てはまる最も適切な各遺伝子間の組換え価を小数点以下を四捨五入して、百分率の単位を付記して答えなさい。なお、遺伝子型の大文字は小文字に対して優性の遺伝形質を表す。

表現型	XYZ	XYz	XyZ	Xyz	xYZ	xYz	xyZ	xyz	合計
個体数	880	3	29	88	88	29	3	880	2000

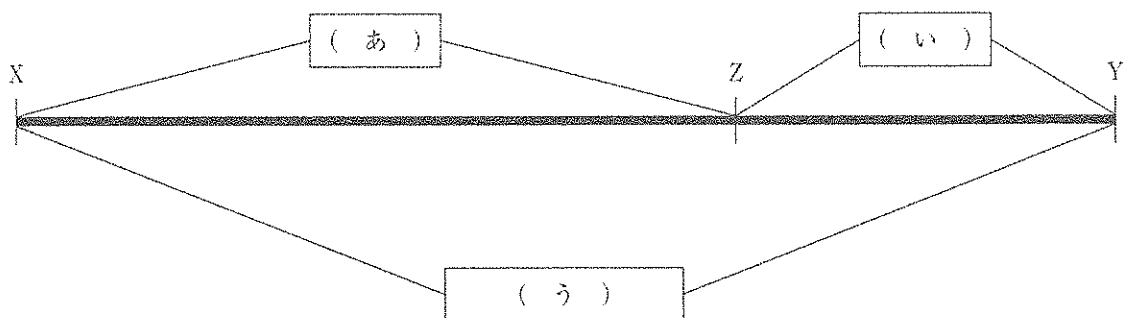


図1. 同一染色体上における遺伝子 X, Y, Z の位置

問3 図2は、遺伝子型 AABBEe と aabbee の個体を交配した結果、得られた個体の減数分裂時における相同染色体を表している。遺伝子型の大文字は小文字に対して優性の遺伝形質を表す。

- (1) 空欄アとイが示す矢印の部分は何と呼ぶか、最も適切な語句を答えなさい。なお、イは分裂時に微小管が結合する部分になる。
- (2) 空欄Hが示す矢印の面を何と呼ぶか、最も適切な語句を漢字で答えなさい。
- (3) このような染色体が最初に見られるのは、どの分裂過程の何期であるか、答えなさい。
- (4) 図2のように染色体の一部に乗換えが起こったとき、それぞれの対立遺伝子を考慮して、雑種第一代がつくる配偶子の遺伝子の組み合わせとして適切なものを、以下の選択肢1～8の中から全て選び、記号で答えなさい。

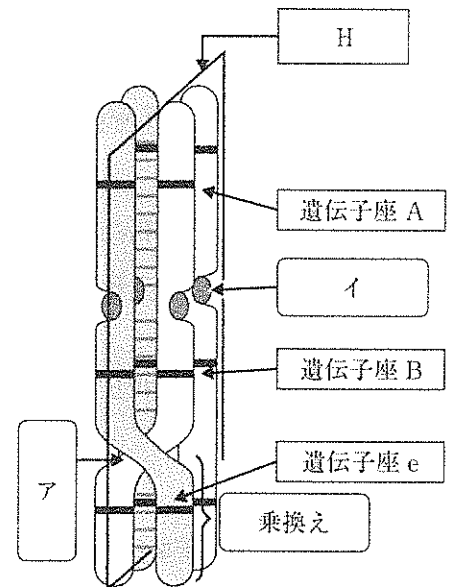


図2. 染色体の乗換え

- | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. abE | 2. abe | 3. Abe | 4. AbE | 5. ABe | 6. ABE | 7. aBe |
| 8. aBE | | | | | | |

4

DNA 複製に関する次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

1966 年に Sakabe と Okazaki は、大腸菌の DNA 複製における一連の実験結果を短報として発表した。そこで発見された短い DNA 断片は、後に岡崎フラグメントと呼ばれるようになる。以下に、彼らが行った実験方法について示す。

実験

- 1) 培養液に $[^{14}\text{C}]$ デオキシチミジン^{*1} を添加し、摂氏 37 度において大腸菌 15T-株 (DNA 分解酵素を欠損) を数世代にわたって培養した。
- 2) 大腸菌を遠心分離して培養液を除き、沈殿を生理食塩水に懸濁した。さらに、この懸濁液を遠心分離して得た沈殿を、デオキシチミジンを全く含まない培養液に懸濁した。この大腸菌懸濁液 (試料) を摂氏 37 度で 10 分間培養した。
- 3) $[^3\text{H}]$ デオキシチミジン^{*2} を試料に添加し、摂氏 20 度で 10 秒間培養した (この過程を「パルス」とする)。このパルスの後に 4) に進まず、5) に進んだ試料を「a」とした。
- 4) パルスの後に、放射性同位元素を含まない非標識のデオキシチミジンを $[^3\text{H}]$ デオキシチミジンの 10000 倍量加え、さらに 2 分間または 20 分間培養した (この過程を「チェイス」とする)。このとき 2 分間培養した試料を「b」、20 分間培養した試料を「c」とする。
- 5) 試料を氷上に移動させ、シアン化カリウムを加えて培養を終了させた。
- 6) 全ての試料を凍結させた後、DNA の抽出を行った。さらにアルカリ溶液中で変性させ、DNA を 1 本鎖の状態にした。
- 7) 遠心分離用のチューブの中でショ糖の密度勾配を生じさせた溶液の上部に、6) の 1 本鎖 DNA 溶液を重ねるように静かに滴下した。これらの試料の入ったチューブを超遠心機により遠心した。この方法を密度勾配遠心法と呼ぶ。なお、このショ糖密度勾配では、底面のショ糖濃度が高く、上部の液面に向かって濃度を低くした。
- 8) 遠心後のチューブの底面に穴を開けて試料を滴下させ、上部の液面に向かって定量を分画して回収した。したがって、分画番号が小さいほどチューブの底面側に近く、分画番号が大きくなると上部の液面側に近い。

9) それぞれの分画の放射線量を、シンチレーション検出器^{*3}で測定した。この数値をグラフ化した試料 a, b, c の結果を、それぞれ図 1 a, b, c に示す。

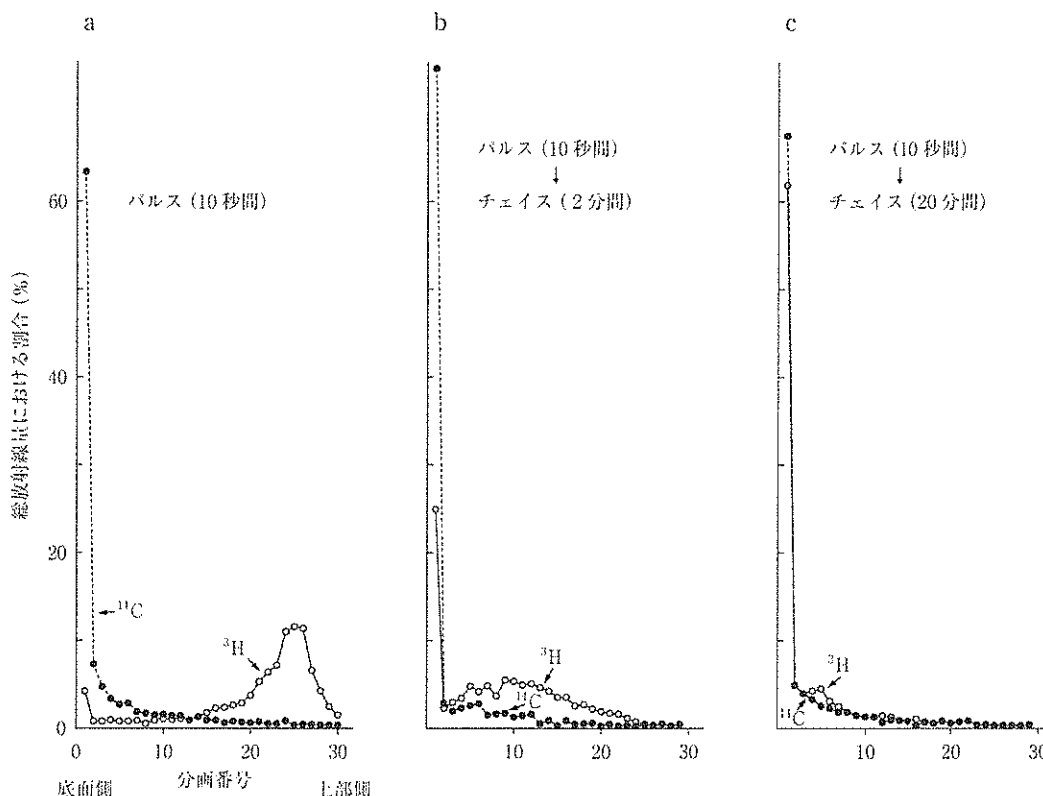


図 1. 各分画における各種放射線量

*1: 通常の炭素 ^{12}C の代わりに、放射性同位元素である ^{14}C で構成されたデオキシチミジン。デオキシチミジンは、DNA を構成するチミンを含むデオキシヌクレオチドである。培養液中のデオキシヌクレオチドは、大腸菌に取り込まれ、DNA 合成に用いられる。

*2: 通常の水素 ^1H の代わりに、放射性同位元素である ^3H で構成されたデオキシチミジン。

*3: シンチレーションという現象を利用して、それぞれの放射性核種の放射線量を測定できる装置。

問 1 放射性同位元素で構成される物質は、放出される特有の放射線をシンチレーション検出器等で測定できるので、それぞれ判別することができる。このため、放射性同位元素を含む物質は「標識された」や「ラベルされた」などと表現される。図 1 において ^{14}C デオキシチミジンで標識された DNA 断片は、どのような領域か。適切なものを以下の選択肢ア～エの中から全て選び、記号で答えなさい。

- ア. ^{14}C デオキシチミジンを加える前に合成された DNA の領域
- イ. ^{14}C デオキシチミジンを加えた後に合成された DNA の領域
- ウ. ^3H デオキシチミジンを加える前に合成された DNA の領域
- エ. ^3H デオキシチミジンを加えた後に合成された DNA の領域

問2 実験3)で、パルスの過程で標識された DNA の説明について、適切なものを以下の選択肢ア～エの中から全て選び、記号で答えなさい。

- ア. 摂氏 20 度で 10 秒間培養する前に、既に合成されていた DNA の領域
- イ. 摂氏 20 度で 10 秒間培養した間に、新たに合成された DNA の領域
- ウ. [^3H] デオキシチミジンが取り込まれた DNA
- エ. [^{14}C] デオキシチミジンが取り込まれた DNA

問3 実験4)のチェイスの説明について、適切なものを以下の選択肢ア～エの中から全て選び、記号で答えなさい。

- ア. チェイスの過程で合成された DNA は、ほとんどが非標識のデオキシチミジンが取り込まれているが、 [^3H] デオキシチミジンで標識される場合もある
- イ. チェイスの過程で合成された DNA は、ほとんどが [^3H] デオキシチミジンで標識されるが、非標識のデオキシチミジンが取り込まれる場合もある
- ウ. チェイスの培養時間によって、パルスで標識された DNA 断片の大きさの経時変化がわかる
- エ. チェイスの培養時間によって、パルスで標識された DNA の量的変化がわかる

問4 実験7)の密度勾配遠心の結果について、適切なものを以下の選択肢ア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 試料中の DNA 断片は、自身の密度と一致するショ糖密度の位置まで移動して静止する
- イ. 試料中の DNA 断片は、自身の密度より大きいショ糖密度の位置まで移動して静止する
- ウ. 試料中の DNA 断片は、自身の密度より小さいショ糖密度の位置まで移動して静止する
- エ. 試料中の DNA 断片は、全て底面に移動する

問5 実験8)の分画と分画番号について、適切なものを以下の選択肢ア～エの中から全て選び、記号で答えなさい。

- ア. 分画番号が大きいと、質量が大きく、長い DNA 断片を含む
- イ. 分画番号が大きいと、質量が小さく、短い DNA 断片を含む
- ウ. 分画番号が小さいと、密度勾配遠心における移動速度が大きく、長い DNA 断片を含む
- エ. 分画番号が小さいと、密度勾配遠心における移動速度が小さく、短い DNA 断片を含む

問6 図1の結果より、パルスで標識された DNA 断片は、チェイスの時間の経過にともなってどのように変化するか。句読点を含めて 20 字以内で説明しなさい。

問7 DNA複製の仮説モデルとして、図2に示した3つのモデル(A, B, C)を想定した。このうち、図1の実験結果に当てはまるDNA複製モデルを1つ選び、記号で答えなさい。

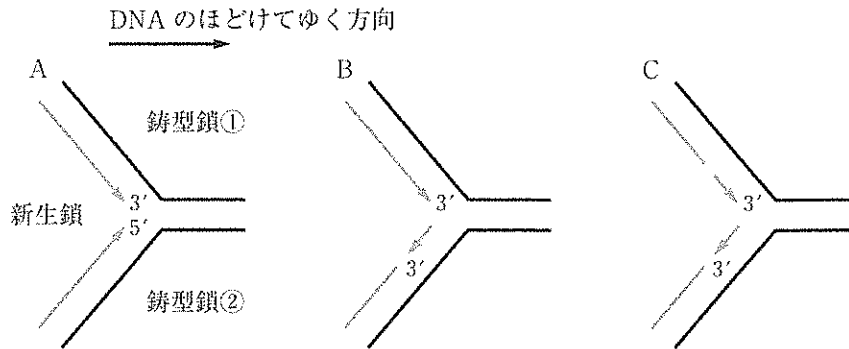


図2. DNA複製領域の構造と反応の仮説モデル

問8 仮に、図1 aと同じ条件でパルス実験(チェイスなし)を行った結果が、図3 aとbのパターンになったとする。その場合、図2のどの仮説モデルに当てはまるか、図3 aとbに対し、図2 A-Cからそれぞれ適切なものを選びなさい。

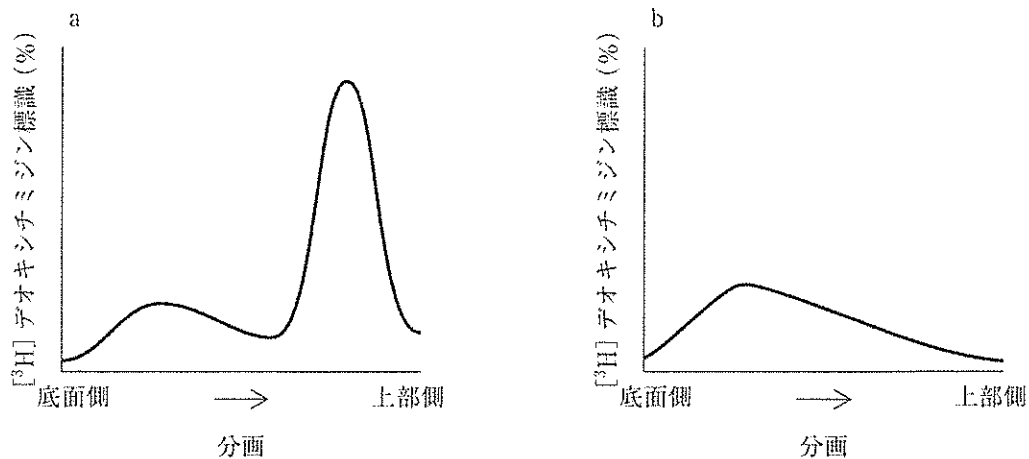


図3. 仮説モデルより予想される実験結果のパターン

問9 SakabeとOkazakiの実験より50年後に、CronanらはDNA修復を行う酵素を欠損した大腸菌株を用いて同様のパルスラベル実験を行い、その結果を発表した。それによると、用いたDNA修復酵素欠損株では、図3 aに合致する実験結果が得られた。大腸菌内はリボヌクレオチドの濃度がデオキシリボヌクレオチドのそれより高く、またDNA合成酵素が低率でリボヌクレオチドを基質として合成を行うため、一定の率でリボヌクレオチドを含んだDNA鎖が合成されてしまう。この誤って挿入されたりリボヌクレオチドを取り除くために修復酵素が必要なのである。DNA複製におけるこの実験結果の解釈について、以下の選択肢ア～エの中から適切なものを全て選び、記号で答えなさい。ただし、鋳型鎖①、鋳型鎖②、新生鎖は、図2で示されたものを指す。

- ア. 鋳型鎖①に対する新生鎖は連続的に合成されるが、DNA修復の過程で一時的に短い断片となる
- イ. 鋳型鎖①に対する新生鎖は不連続に合成される
- ウ. 鋳型鎖②に対する新生鎖は連続的に合成されるが、DNA修復の過程で一時的に短い断片となる
- エ. 鋳型鎖②に対する新生鎖は不連続に合成される

5

次のⅠとⅡの文章を読み、以下の各問に答えなさい。

Ⅰ. 植物は、ほぼ全ての有機物の生産を担っている。植物群集の有機物生産能力は、群集をつくる植物体の形状で異なり、それは植物種の環境適応や生存戦略にも反映する。図1は、光の利用のしかたが対照的である植物Aと植物Bの両植物群集において、光合成器官と非光合成器官の重量の垂直分布と、植物群内の相対照度との関係を表す図である。

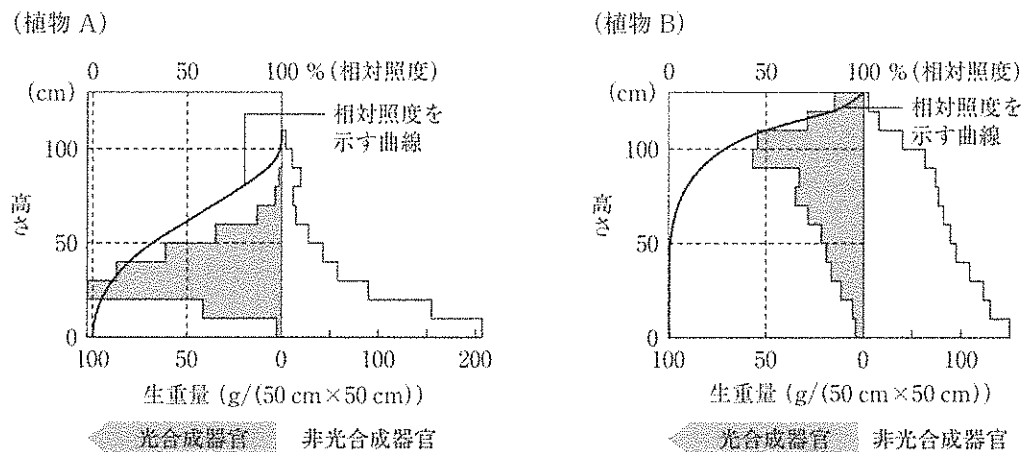


図1. 植物Aと植物Bの光合成器官と非光合成器官の垂直分布と植物群集内の相対照度

問1 図1は何と呼ばれる図か、答えなさい。

問2 植物Aの特徴について述べているものを、以下の選択肢あ～おの中から3つ選び、記号で答えなさい。

- あ. 植物体あたりの光合成能力が高く、生育が早い
- い. 降水量と気温が充分な条件で極相になる場合、優占種となる
- う. 三大穀物（イネ、小麦、トウモロコシ）と同じ仲間である
- え. 低温など厳しい条件に強く、痩せた土地でも生育できる
- お. 葉脈は網状をしている

問3 植物の競争戦略は基本的に光の奪い合いである。植物Aは上から下まで光合成器官が多く、全体で光合成をおこなう戦略である。一方、植物Bは非光合成器官が多い。図1から読み取れる、植物Bの競争戦略を句読点を含めて25字以内で答えなさい。

問4 図2は、図1の植物の茎を輪切りにしたものである。植物AとBどちらのものか、記号で答えなさい。

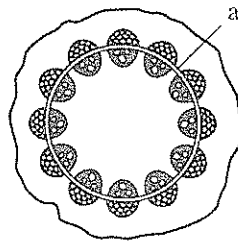


図2. 茎の断面図

- 問5 (1) 図2の記号aの組織の名称を答えなさい。
(2) 図2の記号aの組織のはたらきを答えなさい。

Ⅱ. 下表は、代表的な各生物群系の単位面積あたりの純生産量と地球上に占める表面積の割合を示している。

生物群系	純生産量 乾燥重量 (t/ha/年)	地球上の表面積の割合 (%)
熱帯常緑樹林	23	13
雨緑樹林	17	4
温帯針葉樹林	9.5	2
温帯落葉樹林	12	2.5
温帯常緑樹林	15	2.5
サバンナ	6	15
ステップ	4	6
ツンドラ	2.5	4
砂漠	8	8

問6 表にある生物群系のうち、植物が年間に生産している有機物の量が多い上位2つの生物群系の名称を、生産量の多い順に解答欄の(1)と(2)に答えなさい。

問7 地球上の総面積を127.3億haとする。植物が生産している有機物の量が最も多い生物群系において、植物の純生産総量(億トン)を小数点第二位を四捨五入して答えなさい。

問8 問7同様、地球上の総面積を127.3億haとする。植物が生産している有機物の量が最も多い生物群系において、植物の純生産量を全てグルコースと換算して、呼吸量は純生産量の95%とした時、植物が一旦吸収するCO₂の総量(億トン)を小数点第二位を四捨五入して答えなさい。グルコースの分子量は180、CO₂の分子量は44とする。