

一般選抜入試(前期日程)

生物(1月31日)

生物

解答範囲は、解答番号 から までです。

大問1の解答範囲は、解答番号 から までです。

I 次の文章を読んで、後の問い(問1～問6)に答えなさい。

真核生物では、細胞は酸素を使って有機物を分解し、生じたエネルギーを利用している。これを呼吸という。グルコースが分解される過程は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系で構成されており、各過程でATPを合成している。

解糖系では、グルコースは何種類もの酵素によって段階的に分解される。グルコースは、まず、ATPを用いて、リン酸基をもつC₆化合物に変えられる。この化合物は、次に炭素3個のC₃化合物2分子に分解されたのち、酸化還元反応によって酸化される。続いて、分解された基質から少量のATPが直接合成されて、最終的には【 1 】が生じる。

クエン酸回路では、【 1 】から生じた2個の炭素を含むC₂化合物の【 2 】が、4個の炭素を含むC₄化合物の【 3 】と反応して6個の炭素を含むC₆化合物の【 4 】が生じる。【 4 】は、クエン酸回路の反応が進むなかで段階的に分解され、ふたたび【 3 】となる。

解糖系やクエン酸回路で生じた高いエネルギーをもつNADHやFADH₂は運搬体によって電子伝達系に運ばれる。電子伝達系では、NADHやFADH₂から水素イオン(H⁺)と電子(e⁻)が放出され、e⁻はシトクロムとよばれるタンパク質などの間を次々に伝達される。e⁻が、電子伝達系のタンパク質の間を移動する際に生じるエネルギーを利用して大量のATPが合成される。これを酸化的リン酸化という。

問3 文章中の下線部⑤「少量のATP」に関して、次の文中の空所(ア)～(ウ)に入る数値の組み合わせとして最も適当なものを、次の選択肢の中から1つ選びなさい。

解糖系ではグルコース1分子当たり(ア)分子のATPが消費され、(イ)分子のATPが新たにつくられるため、差し引き(ウ)分子のATPが合成される。

解答番号

〔選択肢〕

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	1	2	1
②	1	3	2
③	1	4	3
④	2	3	1
⑤	2	4	2
⑥	2	6	4
⑦	3	4	1
⑧	4	6	2
⑨	4	8	4

問1 文章中の下線部④「グルコース……構成されており」について、反応過程が進行する場の組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

	解糖系	クエン酸回路	電子伝達系
①	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアのマトリックス
②	細胞質基質	細胞質基質	ミトコンドリアの内膜
③	細胞質基質	ミトコンドリアのマトリックス	細胞質基質
④	細胞質基質	ミトコンドリアの内膜	ミトコンドリアのマトリックス
⑤	細胞質基質	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの内膜

問2 ミトコンドリアは内外2枚の膜構造をもつが、他の細胞小器官のうち、2枚の膜からなるもの(二重膜構造)、1枚の膜からなるもの(一重膜構造)、膜をもたないものの組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

	二重膜構造	一重膜構造	膜をもたない構造
①	ゴルジ体	葉緑体	核
②	ゴルジ体	葉緑体	リボソーム
③	ゴルジ体	リソソーム	小胞体
④	葉緑体	小胞体	核
⑤	葉緑体	ゴルジ体	リボソーム
⑥	葉緑体	ゴルジ体	小胞体
⑦	葉緑体	リソソーム	ゴルジ体

問4 文章中の空所【 1 】～【 4 】に当てはまる物質として最も適当なものを、次の中からそれぞれ1つずつ選びなさい。

空所【 1 】は、解答番号

空所【 2 】は、解答番号

空所【 3 】は、解答番号

空所【 4 】は、解答番号

- ① クエン酸
- ② α-ケトグルタル酸
- ③ ビルビン酸
- ④ コハク酸
- ⑤ フマル酸
- ⑥ リンゴ酸
- ⑦ オキサロ酢酸
- ⑧ アセチル CoA

問5 文章中の下線部④「クエン酸回路……運ばれる」について、クエン酸回路では2分子の【 1 】から何分子のNADHとFADH₂が生じるか。それぞれの分子の数の組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

	NADH	FADH ₂
①	4	2
②	6	2
③	8	2
④	4	4
⑤	6	4
⑥	8	4
⑦	4	6
⑧	6	6
⑨	8	6

問6 文章中の下線部④「酸化のリン酸化」に関する記述として誤っているものを、次の中から2つ選びなさい。ただし、解答の順序は問いません。

解答番号
解答番号

- ① 酸素の消費にともない、ATPが合成される。
- ② グルコースを乳酸に分解してATPが合成される。
- ③ 膜を介したH⁺の濃度勾配を利用してATPが合成される。
- ④ NADHが酸化されることにともない、ATPが合成される。
- ⑤ リブロースビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(ルビスコ)という酵素によってATPが合成される。

大問Ⅱの解答範囲は、解答番号 から までです。

Ⅱ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問3)に、(2)の文章については後の問い(問4～問7)に、それぞれ答えなさい。

(1) ⑤ DNAは遺伝情報を担う物質である。DNAの複製が始まる場所は【 1 】とよばれている。DNA複製の際には【 2 】という酵素により二重らせん構造がほどこれ、DNAポリメラーゼによりDNAが合成される。このとき、【 3 】鎖は連続的に、【 4 】鎖は短いDNAが不連続に複製される。短いDNA断片は【 5 】という酵素によって連結され、最終的に1本の長いDNA鎖となる。DNA合成の開始には⑥ プライマーが必要である。そのため、真核生物の染色体のような直鎖状DNAの場合には、その末端部は完全に複製することができない。DNAの末端部には【 6 】とよばれる特定の塩基配列のくり返しが存在し、この長さが一定以下になると細胞分裂が停止する。

問1 文章中の空所【 1 】～【 6 】に当てはまる語句として最も適切なものを、次の中からそれぞれ1つずつ選びなさい。

空所【 1 】は、解答番号
空所【 2 】は、解答番号
空所【 3 】は、解答番号
空所【 4 】は、解答番号
空所【 5 】は、解答番号
空所【 6 】は、解答番号

- | | | |
|-----------|-------------|----------|
| ① DNAリガーゼ | ② DNAポリメラーゼ | ③ テロメア |
| ④ スクレオソーム | ⑤ DNAヘリカーゼ | ⑥ ラギング |
| ⑦ 複製起点 | ⑧ センス | ⑨ リーディング |
| ⑩ アンチセンス | | |

問2 文章中の下線部③「DNA」に関する記述として誤っているものを、次の中からすべて選び、解答番号 の欄を使用して、選んだすべての番号をマークしなさい。

解答番号

- ① DNAは2本のスクレオチド鎖が二重らせん構造をとる。
- ② DNAを構成するスクレオチドは糖、塩基とリン酸からなる。
- ③ DNAの糖はデオキシリボースである。
- ④ DNAは2本の鎖が互いに向かい合って、内側の塩基どうしが共有結合により塩基対を形成する。
- ⑤ 向き合った塩基はアデニンとチミン、グアニンとシトシンが対となる。
- ⑥ スクレオチド鎖には方向性があり、リン酸側の末端を3'末端、糖のOH側の末端を5'末端とよぶ。

問3 文章中の下線部⑤「プライマー」に関する記述として最も適切なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

- ① 細胞内で合成されるプライマーはRNAだが、PCR法で用いられるプライマーはDNAである。
- ② 細胞内で合成されたプライマーは、複製後のDNAにもすべて含まれている。
- ③ PCR法で増幅されたDNA断片には、プライマーは含まれていない。
- ④ 細胞内で合成されるプライマーは酵素が関与することなく合成される。
- ⑤ PCR法で用いられるプライマーは、増幅する目的の塩基配列によらず、すべて同じ塩基配列のものが用いられる。

(2) DNA複製のしくみとその利用に関する実験1と実験2を行った。

〔実験1〕 大腸菌を窒素原子¹⁴Nの同位体である¹⁵Nのみを窒素源として含む培地で培養し、DNAの複製過程で¹⁵NをDNAに取りこませた。何世代も培養すると、DNAのすべての窒素原子が¹⁵Nに置き換わった大腸菌が得られた。次に、この大腸菌を¹⁴Nのみを窒素源として含む培地で培養を始めて、1回、2回、…n回と細胞分裂させ、それぞれの分裂回数的大腸菌からDNAを回収した。得られたDNAのうち、それぞれ同量のDNAを塩化セシウムの密度勾配遠心法により解析した。その結果を図1に示す。¹⁴Nのみを窒素源として含む培地で培養する前は重い(密度が大きい)DNAだけが検出されたが、1回分裂後には中間の重さのDNAのみが検出された。さらに、2回分裂後には中間の重さのDNAと軽いDNAが1:1の割合で検出された。この実験の結果より、DNAは半保存的に複製されることが明らかになった。

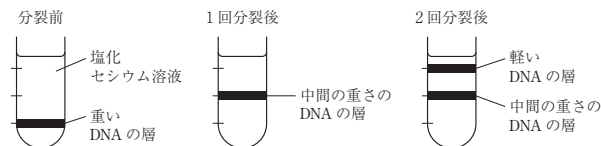


図1 密度勾配遠心分離により得られた結果

〔実験2〕 ヒトの頬の内側から上皮細胞を採取し、DNAを抽出して精製した。それを用いて、ある遺伝子をPCR法により増幅した。このPCR法による増幅では、精製したDNAに、4種類のスクレオチド(デオキシリボスクレオチド三リン酸)、その遺伝子を増幅するためのプライマー、特別なDNAポリメラーゼを加え、(i) 94℃ 30秒、(ii) 60℃ 30秒、(iii) 72℃ 60秒、の(i)～(iii)を1サイクルとし、このサイクルを30回くり返した。反応終了後、アガロースゲルを用いた電気泳動により確認すると、予想される大きさのDNA断片を得ることができた。

一般選抜入試(前期日程)

生物(1月31日)

問4 窒素原子を必ず含む生体分子として適当なものを、次の中からすべて選び、
解答番号 の欄を使用して、選んだすべての番号をマークしなさい。
解答番号

- ① 炭水化物
- ② 核酸
- ③ 脂質
- ④ タンパク質

問5 実験1において、n回目の細胞分裂後に、重いDNA、中間の重さのDNA、
軽いDNAの量比として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。
解答番号

- ① $2^{n-1}-1:1:0$
- ② $2^{n-1}-1:0:1$
- ③ $0:1:2^{n-1}-1$
- ④ $1:0:2^{n-1}-1$
- ⑤ $2^{n-1}:1:0$
- ⑥ $2^{n-1}:0:1$
- ⑦ $0:1:2^{n-1}$
- ⑧ $1:0:2^{n-1}$

問6 実験2において、(i)～(iii)の操作は、PCR法の反応におけるどの過程
に相当するか。相当する過程として最も適当なものを、次の中からそれぞれ1
つずつ選びなさい。
(i)は、解答番号

(ii)は、解答番号

(iii)は、解答番号

- ① DNAの伸長
- ② プライマーの結合
- ③ プライマーの合成
- ④ プライマーの除去
- ⑤ 二本鎖の解離
- ⑥ スクレオソームの形成

問7 あるDNAの複製が図2のように行われるとき、矢印の部分に岡崎フラグ
メントが見つかった。図3に示すように、同じ場所のDNAにRNAポリメ
ラーゼが結合し、B鎖を鋳型にmRNAが転写されるとき、RNAポリメラーゼはど
ちらの方向に移動し、mRNAは合成されるか。このときのmRNA合成の様子
についての記述として最も適当なものを、次の選択肢の中から1つ選びなさい。
解答番号

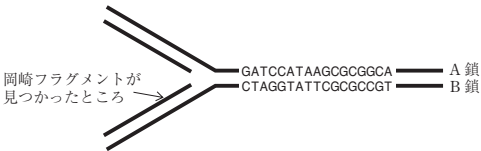


図2 DNAの複製

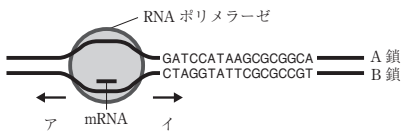


図3 転写

[選択肢]

- ① 両方向に移動しながらmRNAを合成する。
- ② アの方向に移動しながらmRNAを合成する。
- ③ イの方向に移動しながらmRNAを合成する。
- ④ このDNA鎖からは転写できない。

大問Ⅲの解答範囲は、解答番号 から までです。

Ⅲ 次の文章を読んで、後の問い(問1～問8)に答えなさい。

生体には、病原体などの異物の侵入を防いだり、侵入した異物を除去したりする生
体防御のしくみがある。生体防御では、まず物理的・化学的防御がはたらく。これら
の防御機構をすり抜けて体内に侵入した異物は、生まれつきそなわっている自然免疫
で排除され、自然免疫で排除できない異物に対しては獲得免疫で対応する。自然免疫
と獲得免疫にはさまざまな物質や細胞がかかわっている。獲得免疫は、【 1 】と
【 2 】に分けられる。【 1 】は、ウイルスなどに感染した細胞やがん化した細胞
を排除する反応であり、感染細胞やがん細胞を攻撃し排除する【 3 】、他の免
疫細胞を活性化する【 4 】がはたらく。【 2 】は、【 5 】が中心になる反
応であり、【 4 】に活性化された【 5 】が抗体を産生する。

問1 文章中の下線部①「物理的・化学的防御」の例として誤っているものを、次
の中から1つ選びなさい。
解答番号

- ① 白血球のはたらきにより、侵入した病原体を分解して排除する。
- ② 強酸性の胃酸は、食物に含まれる病原体の繁殖を防ぐ。
- ③ 汗に含まれるリゾチームは、細菌の細胞壁を分解する。
- ④ 気管の繊毛のはたらきにより、異物を体外に排出する。
- ⑤ 粘膜から分泌される粘液は、病原体の細胞への付着や侵入を防ぐ。

問2 文章中の下線部②「自然免疫」の説明として最も適当なものを、次の中から
1つ選びなさい。
解答番号

- ① 食細胞は、細菌やウイルスなどに共通する特徴を認識する。
- ② 代表的な食細胞は、NK細胞、マスト細胞、好中球である。
- ③ マスト細胞は、細菌を取りこんで食作用により分解する。
- ④ NK細胞は、周りの細胞にはたらきかけて炎症を引き起こす。
- ⑤ 好中球は、ヒスタミンを放出して他の食細胞を引き寄せる。

問3 文章中の空所【 1 】～【 5 】に当てはまる語句として最も適当なも
のを、次の中からそれぞれ1つずつ選びなさい。

空所【 1 】は、解答番号

空所【 2 】は、解答番号

空所【 3 】は、解答番号

空所【 4 】は、解答番号

空所【 5 】は、解答番号

- ① マクロファージ
- ② キラーT細胞
- ③ 樹状細胞
- ④ B細胞
- ⑤ ヘルパーT細胞
- ⑥ 細胞性免疫
- ⑦ 体液性免疫
- ⑧ 血小板
- ⑨ フィブリン

問4 文章中の下線部㉔「抗体」の説明として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

- ① 抗体は、2本のポリペプチド鎖からなる。
- ② 抗体は、3カ所の抗原結合部位をもつ。
- ③ 抗体は、特定の抗原と特異的に結合する。
- ④ 抗体は、食細胞による食作用には影響しない。
- ⑤ 抗体は、免疫グロブリンというY字型の炭水化物である。

問5 図1は、同じ抗原が時間をおいて体内に2回侵入したときの抗体産生量の変化を示したものである。1回目と2回目の抗原侵入に対する反応やそのしくみについての説明として誤っているものを、次の選択肢の中から1つ選びなさい。

解答番号

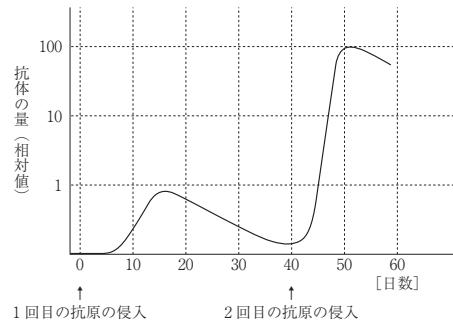


図1 抗体の産生量の変化

[選択肢]

- ① 抗原が1回目に体内に侵入したときは、免疫系はゆっくりと反応し、1～2週間かけて抗体をつくり始める。これを一次応答という。
- ② 一次応答では、抗体の産生量は多くないが、T細胞とB細胞の一部は記憶細胞として体内に残る。
- ③ 同じ抗原が2回目に体内に侵入したときに短期間のうちに大量の抗体が産生されるのは、記憶細胞がはたらいたためである。
- ④ T細胞の記憶細胞は、以前に刺激を受けた抗原に出会うと直ちに増殖し、形質細胞に変化する。
- ⑤ 記憶細胞によって抗原の情報が記憶されるしくみを免疫記憶といい、免疫記憶を医療に応用したものの例として、ワクチンがある。

問6 免疫は私たちの体を守っているが、免疫応答が過敏に起こって生体に不都合な影響を与える場合がある。このような反応をアレルギーという。アレルギーの例として適当なものを、次の中からすべて選び、解答番号 の欄を使用して、選んだすべての番号をマークしなさい。

解答番号

- | | | |
|-----------|-----------|---------------------------------|
| ① 花粉症 | ② 破傷風 | ③ <small>ひよりみかんせん</small> 日和見感染 |
| ④ インフルエンザ | ⑤ AIDS | ⑥ 日本脳炎 |
| ⑦ ポリオ | ⑧ 気管支ぜんそく | |

問7 ハブなどの毒ヘビにかまれた場合など、緊急時に用いられる治療法として血清療法がある。血清療法が用いられる理由として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

- ① 毒素や抗原を直接分解する酵素を含んでいるから。
- ② 白血球を活性化させて免疫反応を強めるから。
- ③ 毒素や抗原と反応する抗体を含んでいるから。
- ④ 赤血球の数を増やして呼吸を楽にするから。
- ⑤ 記憶細胞を刺激して抗体の数を増やすから。

問8 I型糖尿病や関節リウマチなどは自己免疫疾患の例として知られている。自己免疫疾患の状態についての記述として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

- ① ヘルパーT細胞が破壊され、免疫系がはたらかなくなる状態。
- ② 自然免疫力の低下により、異物が体内に侵入しやすくなる状態。
- ③ ホルモン作用の異常により、免疫応答が著しく低下した状態。
- ④ 自己の正常な細胞や組織を、異物とみなして攻撃している状態。
- ⑤ 他人の臓器や皮膚を移植した場合に、非自己と認識される状態。

一般選抜入試(前期日程) 生物(1月31日)

大問Ⅳの解答範囲は、解答番号 37 から 47 までです。

Ⅳ 次の文章を読んで、後の問い(問1～問8)に答えなさい。

地球上には、森林や草原、河川、湖沼、海洋など、さまざまな生態系が存在し、それぞれの生態系にはさまざまな生物が生息し、相互にかかわりあいながら生活している。生態系は常に安定した状態ではなく、台風、洪水、森林伐採や火入れといった、さまざまな種類のかく乱が生じている。生態系の【 1 】を超えなければかく乱が発生しても生態系は元にもどることができる。特に、【 2 】のかく乱がある一定の頻度で発生した場合は、かく乱に強い種や種間競争に強い種だけでなく、多様な生物が共存できるようになり、高い生物多様性が維持される。これを「【 2 】かく乱説」という。

日本で見られる生態系の代表例としてブナ林がある。この林にはブナをはじめとする生産者と、ウサギやクマなどの消費者が食物連鎖で複雑につながりあって生息している。また、林内の地表には土壌があり、多くの細菌類や菌類といった【 3 】が、枯れた植物や、動物の死骸と排泄物などを無機物に変えている。

生態系がもつさまざまな機能は、結果的に私たちにも多岐にわたる生態系サービスを提供している。例えば森林は光合成による一次生産に付随して多くの二酸化炭素を吸収している。これは、地球温暖化の一因といわれている大気中の二酸化炭素を減少させることができる効果といえる。

問1 文章中の空所【 1 】、【 2 】に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号 37

	【 1 】	【 2 】
①	限界	大規模
②	限界	中規模
③	環境収容力	大規模
④	環境収容力	中規模
⑤	復元力	大規模
⑥	復元力	中規模
⑦	抵抗力	大規模
⑧	抵抗力	中規模

問2 文章中の空所【 3 】に入る語として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号 38

- ① 一次生産者
- ② 一次消費者
- ③ 分解者
- ④ 共生者
- ⑤ 寄生者

問3 文章中の下線部㉓「生物多様性」について、生物多様性のとらえ方には3つの階層がある。この3つの階層を過不足なく含む組み合わせとして最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号 39

- ① 生態系、種、遺伝子
- ② 生態系、種、エネルギー
- ③ 種、遺伝子、生殖
- ④ 種、遺伝子、エネルギー
- ⑤ 遺伝子、生殖、生態系
- ⑥ 遺伝子、生態系、エネルギー
- ⑦ 生殖、エネルギー、遺伝子
- ⑧ 生殖、種、エネルギー
- ⑨ エネルギー、生殖、生態系

問4 文章中の下線部㉕「日本で見られる生態系」について、日本の生態系にもち込まれた外来生物が、在来生物に大きな影響を及ぼす要因となっている場合がある。これについて、次の小問((ア)、(イ))に答えなさい。

(ア) 日本における外来生物を、次の中から2つ選びなさい。ただし、解答の順序は問いません。

解答番号 40

解答番号 41

- ① ヤンバルクイナ
- ② アホウドリ
- ③ オオクチバス
- ④ マングース

(イ) 在来生物は外来生物の影響を受けやすい。その理由について述べた記述として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号 42

- ① 外来生物がもち込む病原体に対して、在来生物は防衛機構をもっていない場合があるから。
- ② 外来生物がもち込まれた環境では、在来生物は外来生物とだけ交配して子孫を残すようになるから。
- ③ 外来生物がもち込まれた環境では、在来生物の乱獲が進むことが多いから。
- ④ 外来生物がもち込まれた環境では、在来生物は外来生物のみから捕食されるようになるから。
- ⑤ もち込まれた外来生物は、在来生物に寄生する生物や病原体に対して抵抗性をもっていない場合があるから。

問5 文章中の下線部㉖「日本で見られる生態系」の1つに里山がある。日本の里山の林に関する記述として最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号 43

- ① 里山の林には多様な動物が生息しているため、植物のほとんどが食い荒らされてしまい、植物の種類は少ない。
- ② 里山の林を維持するために人間が手を加え管理すると人工林になってしまい、里山ではなくなってしまう。
- ③ 里山の林を維持するためには人間はなるべく手を加えず放置しておく必要がある。
- ④ 里山の林を維持するためには、適度な伐採や枝打ち、下草刈りや落ち葉かきなど人間の管理が必要である。

問6 文章中の下線部㉔「光合成による一次生産」はさまざまな生態系サービスを担っている。光合成に伴う酸素の生成に対応する生態系サービスとして最も適当なものはどれか。また、農作物などの一次生産物は食料として人類に不可欠なものである。食料生産に対応する生態系サービスとして最も適当なものはどれか。次の中からそれぞれ1つずつ選びなさい。

酸素の生成は、解答番号

食料生産は、解答番号

- ① 調整（調節）サービス

② 供給サービス
- ③ 基盤サービス

④ 文化的サービス

問7 文章中の下線部㉔「地球温暖化」について、二酸化炭素以外の温室効果ガスとして最も適当なものを、次の中から1つ選びなさい。

解答番号

- ① メタン

③ ヘリウム

④ 酸素

⑤ 窒素

問8 生態系の中における食物連鎖の過程で、ある種の物質の濃度が高次消費者になるにつれて、ある種の物質の体内濃度が高まっていく場合があり、これを生物濃縮という。その結果、人間にまで影響が及んだ化学物質の例として有機水銀やPCBなどが知られている。図1に示すPCBの生物濃縮の例に関する記述として誤っているものを、次の選択肢の中から1つ選びなさい。

解答番号

海水	→	プランクトン	→	イワシ	→	イルカ
0.00028		48		68		3700

図1 PCBの生物濃縮の例
(数字は試料1トンあたりに含まれるPCBのミリグラム数)

- [選択肢]
- ① 高次消費者になるほど体内のPCBの濃度は高くなるため、重大な影響が出ることもある。

② 高次消費者に移るときの体内のPCBの濃度上昇の割合は、ほぼ一定である。

③ 高次消費者になるほど寿命が長く、蓄積される体内のPCBの濃度が高い。

④ 高次消費者になるほど体内のPCBの濃度が高いのは、体外に排出されにくいからである。