

試験問題(択一式) — 理科(生物)

受験番号

受験心得

1. この試験問題は、指示があるまで開かないこと。
2. 試験問題には、受験番号を忘れずに記入すること。
3. 問題数は25問である。
4. 試験時間は、13時50分から14時50分までの60分間である。
5. 携帯電話等は、電源を切り、使用できない状態にすること。
6. 解答用紙には、解答欄以外に次の記入欄があるので、試験係官の指示に従って、それぞれ正確に記入しマークすること。

① 氏名欄, 受験番号欄

氏名, 受験番号を解答用紙の氏名欄, 受験番号欄に記入すること。

② 性別欄

性別を解答用紙の性別欄に正確にマークすること。

③ 受験地本名欄 (※自衛官候補看護学生受験者のみマークすること)

受験番号に記載されている受験地本名を, 受験地本名欄から選び, 正確にマークすること。

(例) 受験地本名が札幌の場合

受験地本名 (※自衛官候補看護学生受験者のみマークすること)				
札幌: <input checked="" type="radio"/>	栃木: <input type="radio"/>	石川: <input type="radio"/>	鳥取: <input type="radio"/>	長崎: <input type="radio"/>
函館: <input type="radio"/>	群馬: <input type="radio"/>	福井: <input type="radio"/>	島根: <input type="radio"/>	大分: <input type="radio"/>

④ 受験地名欄 (※技官候補看護学生受験者のみマークすること)

受験番号に記載されている受験地名を, 受験地名欄から選び, 正確にマークすること。

(例) 受験地名が所沢の場合

受験地名 (※技官候補看護学生受験者のみマークすること)					
札幌: <input type="radio"/>	所沢: <input checked="" type="radio"/>	名古屋: <input type="radio"/>	広島: <input type="radio"/>	福岡: <input type="radio"/>	宮崎: <input type="radio"/>
仙台: <input type="radio"/>	金沢: <input type="radio"/>	大阪: <input type="radio"/>	高松: <input type="radio"/>	熊本: <input type="radio"/>	那覇: <input type="radio"/>

⑤ 番号欄

受験番号に記載されている4桁の数字を正確にマークすること。

(例) 4桁の数字が1012の場合

番号			
0: <input type="radio"/>	0: <input checked="" type="radio"/>	0: <input type="radio"/>	0: <input type="radio"/>
1: <input type="radio"/>	1: <input checked="" type="radio"/>	1: <input type="radio"/>	1: <input type="radio"/>
2: <input type="radio"/>	2: <input checked="" type="radio"/>	2: <input type="radio"/>	2: <input type="radio"/>

⑥ 科目欄

理科(生物)を選び, 正確にマークすること。

⑦ 問26から問50までの解答欄は用いないので, 記入しないこと。

7. 受験番号や解答が正しくマークされていない場合や, 解答を訂正するときの消しゴムのカスなどで, 採点されない場合があるので, 注意すること。

8. 解答はすべてマークシート方式となるので, 各設問について最も適切な解答を1つ選択し, マークすること。

(例) 設問1に対して, (3)と解答する場合

解答マーク欄					
問1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1 酵素反応に関する次の文章 A, B を読み、以下の設問 1～7 に答えよ。

A 生体内で進行する様々な化学反応は酵素により促進される。酵素が作用する反応物を基質と呼び、化学反応によって生じたものを生成物と呼ぶ(図1)。基質が化学反応を起こすのに必要なエネルギーは活性化エネルギーと呼ばれる。①酵素が触媒としてはたらき活性化エネルギーを変化させることで生体内でも様々な化学反応が進行する。酵素が基質特異性を示すのは、酵素が特有の立体構造をした をもつからである。酵素反応はまず が基質と結合し酵素-基質複合体が形成されることから始まり、基質から生成物が生じると酵素は離れ、再び反応を触媒できるようになる。そして、②反応液中で形成される酵素-基質複合体の濃度は化学反応の速度に直接影響する。

細胞呼吸にかかわる代謝酵素には酸化還元反応を触媒するものが多い。これらの酵素反応では基質の酸化にともなって NADH などの が生じるものがある。細胞呼吸では、これら から放出される を最終的に ATP 合成に利用している。

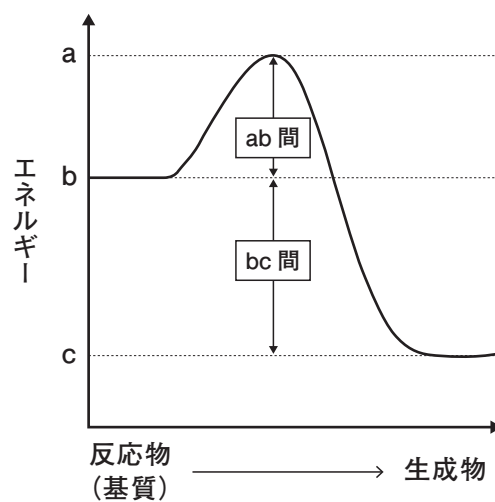


図1 酵素反応と活性化エネルギー

問1 文中の空欄 に当てはまる語句の正しい組み合わせを1つ選べ。

- | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> | <input type="text" value="ウ"/> |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| (1) 活性部位 | 還元型補酵素 | リン酸 |
| (2) 活性部位 | 酸化型補酵素 | リン酸 |
| (3) 活性部位 | 還元型補酵素 | エネルギー |
| (4) 反応中心 | 酸化型補酵素 | エネルギー |
| (5) 反応中心 | 還元型補酵素 | NAD ⁺ |

問2 下線部①について、図1を参考にして酵素による活性化エネルギーの変化を1つ選べ。

- (1) aの位置が上がってab間が大きくなる。
- (2) aの位置が下がってab間が小さくなる。
- (3) bの位置が上がってab間が小さくなる。
- (4) bの位置が下がってbc間が小さくなる。
- (5) cの位置が上がってbc間が小さくなる。

問3 下線部②について、酵素 - 基質複合体形成に直接影響しないものを1つ選べ。

- (1) 温度
- (2) 基質濃度
- (3) 酵素濃度
- (4) 酵素の最大反応速度
- (5) 競争的阻害物質濃度

B 細胞呼吸のクエン酸回路ではたらくコハク酸脱水素酵素の酵素反応実験を、ツンベルク管を用いて行った(図2)。ニワトリの胸肉(筋肉)をすりつぶしてろ過した懸濁液(白色)を酵素液とした。メチレンブルーは酸化されると青色、還元されると無色になる。脱気して O_2 の無い条件下で酵素液中のコハク酸脱水素酵素がはたらくと図3のような反応経路によって、メチレンブルーは還元型になる。

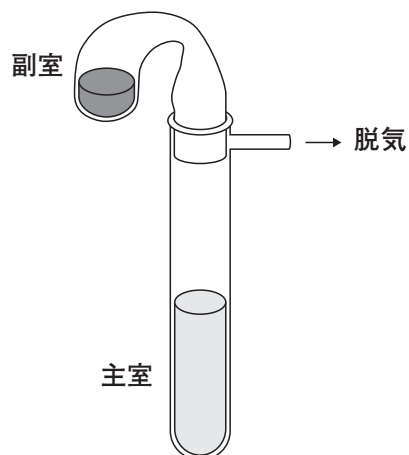


図2 ツンベルク管

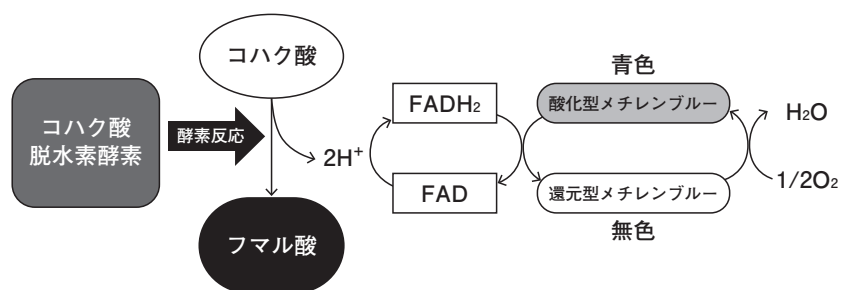


図3 コハク酸脱水素酵素の活性を検出する化学反応経路

問4 細胞呼吸において、クエン酸回路で生じた $FADH_2$ はどの過程で酸化されるか、正しいものを1つ選べ。

- (1) 解糖系
- (2) 電子伝達系
- (3) 酸化リン酸化のATP合成
- (4) ピルビン酸からアセチルCoAの合成
- (5) クエン酸回路でのコハク酸からオキサロ酢酸の合成

A～Eのツンベルク管を用意して表1に示す溶液をそれぞれ主室と副室に入れ、脱気してから密閉し、温水につけて酵素液を40℃にした。続いてツンベルク管を傾けて副室の溶液を主室の溶液と混合し、再び温水につけて40℃に保ち酵素反応による色の時間変化を観察した。結果を表2に示す。(ただし、0.02%メチレンブルー、10%コハク酸ナトリウム、10%マロン酸の濃度でそれぞれ使用する。また、Eの*印は20%マロン酸とする。)

表1 ツンベルク管 A～Eの酵素反応

ツンベルク管に加える液		A	B	C	D	E
主室	酵素液	5 mL	5 mL	/	5 mL	5 mL
	煮沸後、常温に戻した酵素液	/	/	5 mL	/	/
副室	コハク酸水溶液	1 mL	/	1 mL	1 mL	1 mL
	蒸留水	1 mL	2 mL	1 mL	/	/
	メチレンブルー水溶液	0.5 mL	0.5 mL	0.5 mL	0.5 mL	0.5 mL
	マロン酸水溶液	/	/	/	1 mL	1 mL*

表2 実験結果

	主室で酵素反応を開始してからの時間変化				
	0分後	5分後	10分後	15分後	最後に空気を入れ攪拌
A	青	淡青	白	白	青
B	青	青	淡青	白	青
C	青	青	青	青	青
D	青	青	淡青	白	青
E	青	青	青	淡青	青

問5 ツンベルク管Bでコハク酸を加えていないのに10分後に溶液が淡青に変化した理由として正しいものを1つ選べ。

- (1) メチレンブルーが熱によって還元されたから。
- (2) 時間とともにメチレンブルーが分解したから。
- (3) 他よりも蒸留水を多く入れて色が薄まったから。
- (4) 酵素液の酸素によってメチレンブルーが酸化されたから。
- (5) 筋肉をすりつぶした酵素液が少量のコハク酸を含むから。

問6 ツンベルク管Dに加えるコハク酸の濃度を上げると、ツンベルク管Aと同様の結果に近づいた。マロン酸のコハク酸脱水素酵素への作用として正しいのはどれか、1つ選べ。

- (1) フィードバック阻害因子としてはたらいっている。
- (2) 非競争的阻害物質として活性を阻害している。
- (3) 競争的阻害物質として活性を阻害している。
- (4) コハク酸の代りに還元された。
- (5) 補酵素としてはたらいっている。

問7 酵素液をセロハンの袋に入れて流水中で透析を十分長い時間行った後、ツンベルク管 A と同様の組成で実験を行うと、ツンベルク管 C のように30分経っても反応液の青色は変化しなかった。この反応液の酵素活性を元に戻すためには、以下のどれを添加すればよいか、1つ選べ。

- (1) FAD
- (2) コハク酸
- (3) フマル酸
- (4) メチレンブルー
- (5) コハク酸脱水素酵素

2 咀嚼に関する次の文章を読み、以下の設問8～12に答えよ。

①ある種の生物にとって外部の有機物を栄養分として取り入れるという行為は、死活的に重要な行動である。ヒトも毎日食べ物を口腔で咀嚼した後、Aを通過中に消化、吸収された栄養分が体内の静脈へと入る。咀嚼において、下顎が上下（開口・閉口）に動く運動は、とくに意識しなくても自動的に継続される運動である。咀嚼運動には開口・閉口それぞれの運動をもたらす筋群が逆の位相で収縮と弛緩のリズムをもつ必要がある。このときペアとなる筋群同士は互いの収縮・弛緩の情報に基づいてリズム運動を維持するのではなく、②脳幹に存在する中枢パターン発生器（CPG）とよばれる介在ニューロンが一元的にあらかじめ定められた運動パターンを双方の筋群に伝達していることが分かっている。また、進化的な観点でみると咀嚼の違いは哺乳類の頭骨形態に大きく影響を与える要因であり、③食性が異なる近縁種間の顔面には大きなかたちの違いが存在する。

問8 下線部①の方法のみで栄養を獲得する生物はどれか、1つ選べ。

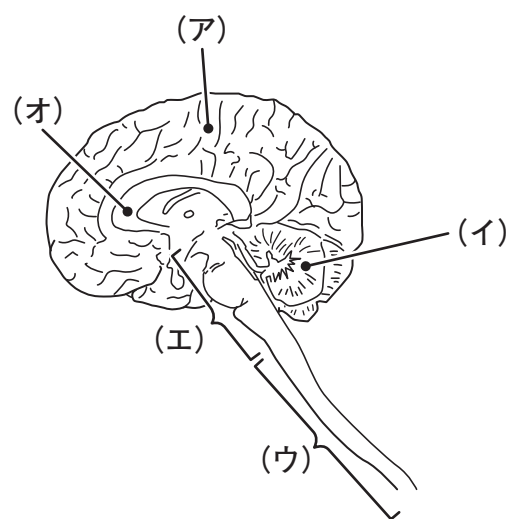
- (1) 緑藻類
- (2) 亜硝酸菌
- (3) 環形動物類
- (4) 緑色硫黄細菌
- (5) シアノバクテリア

問9 Aに入る臓器はどれか、1つ選べ。

- (1) 胃，膵臓，腎臓
- (2) 胃，肝臓，脾臓
- (3) 胃，大腸，心臓
- (4) 胃，十二指腸，小腸
- (5) 十二指腸，膵臓，腎臓

問10 下線部②に関して、下図で脳幹はどれか、1つ選べ。

- (1) ア
- (2) イ
- (3) ウ
- (4) エ
- (5) オ



問11 下線部②に関して、動物実験において、切除すると正しいパターンの咀嚼運動が継続しなくなるのはどれか、正しいのを1つ選べ。

- (1) 海馬
- (2) 大脳新皮質の運動野
- (3) 大脳新皮質の感覚野
- (4) 開口筋・閉口筋の収縮を命令する運動ニューロン
- (5) 開口筋・閉口筋の弛緩時の伸びを中枢へ伝達する感覚ニューロン

問12 下線部③に関して、ヒトとゴリラを比較した場合にヒトの頭骨にみられる形質として最も適切なものはどれか、1つ選べ。

- (1) 前後に長い歯列
- (2) 発達した眼窩上隆起
- (3) オトガイが発達した顎
- (4) 他の歯に対して大きな犬歯
- (5) 眼窩より前方に大きく突出した顎

3 遺伝子発現に関する次の文章 A, B を読み、以下の設問13~18に答えよ。

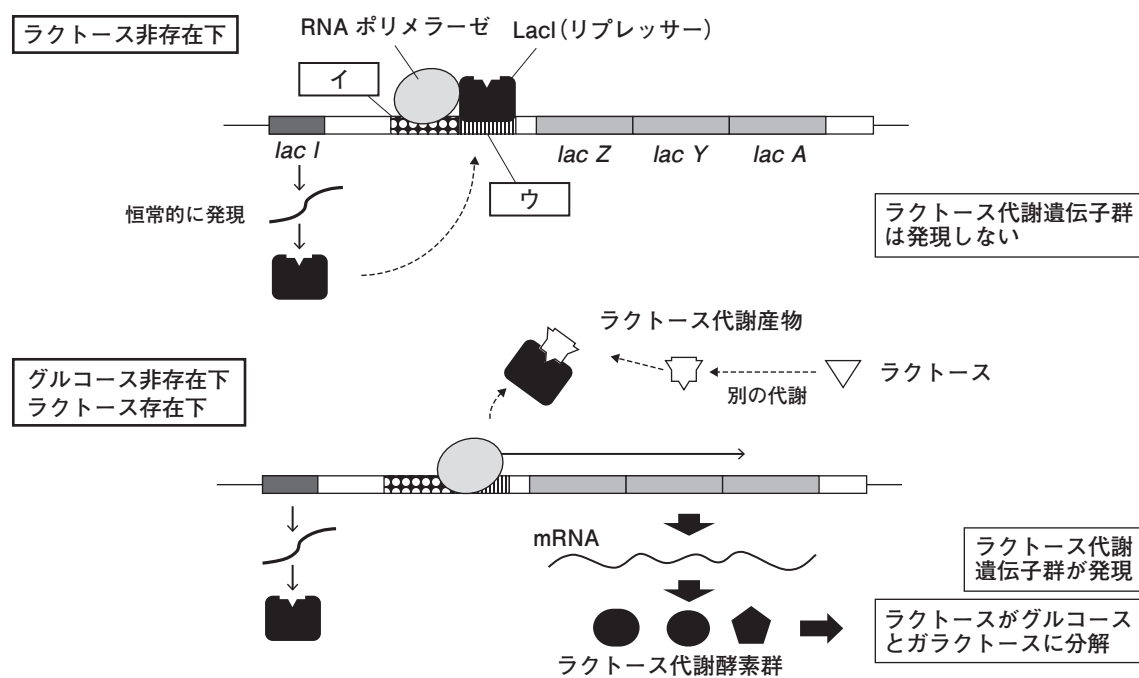
A 原核生物では、一連の化学反応にはたらく複数の酵素の [ア] が染色体上に並んでオペロンを形成している場合がある。転写は [イ] に RNA ポリメラーゼが結合することで始まる。これに対して調節タンパク質が [ウ] に結合したりはずれたりすることで環境条件の変化に応じた転写調節をしている。

大腸菌は、炭素源としてグルコースを利用する。ラクトースはグルコースとガラクトースが結合した二糖類であるため、大腸菌はこれを分解することでグルコースを利用できるようになる。そこで大腸菌は、環境中にグルコースがなくラクトースがあるときだけラクトース代謝の遺伝子群を発現するしくみをもっている。これが①ラクトースオペロンである。

問13 文中の空欄 [ア] [イ] [ウ] に当てはまる語句として正しいのを1つ選べ。

- | [ア] | [イ] | [ウ] |
|-----------|--------|--------|
| (1) 調節遺伝子 | オペレーター | エンハンサー |
| (2) 調節遺伝子 | オペレーター | プロモーター |
| (3) 構造遺伝子 | プロモーター | オペレーター |
| (4) 調節遺伝子 | プロモーター | エンハンサー |
| (5) 構造遺伝子 | エンハンサー | オペレーター |

問14 下線部①について、図はラクトースオペロンの概要を示している。ラクトースオペロンの研究のために複数の大腸菌の変異体を作製したとする。ラクトース代謝の遺伝子群の発現が増加する変異の組み合わせはどれか、1つ選べ。



- (あ) [イ] 配列の変異 (RNA ポリメラーゼが結合できなくなる)
 (い) [ウ] 配列の変異 1 (リプレッサーが結合しなくなる)
 (う) [ウ] 配列の変異 2 (結合したリプレッサーが離れなくなる)
 (え) *lac I* リプレッサーの変異 (ラクトース代謝産物が離れなくなる)
 (お) ラクトースの別の代謝経路の変異 (ラクトース代謝産物が作られなくなる)

- (1) あ, い
 (2) あ, う
 (3) い, え
 (4) い, お
 (5) う, お

問15 大腸菌のトリプトファンの合成にかかわるトリプトファンオペロンでは、遺伝子発現調節のしくみがラクトースオペロンとは異なっている部分がある。トリプトファンオペロンを正しく記述しているのはどれか、1つ選べ。

- (1) トリプトファン合成酵素量を感じてリプレッサーがはたらく。
- (2) トリプトファン量が少ないときリプレッサーの発現は抑制される。
- (3) トリプトファン量が少ないとき合成酵素遺伝子群の発現は抑制される。
- (4) トリプトファン量が多いときにリプレッサーがオペロンの調節領域に結合する。
- (5) トリプトファン量が多いときにリプレッサーがRNAポリメラーゼを活性化する。

B 真核多細胞生物のゲノムには非常に多数の遺伝子が記録されているが、すべての遺伝子が常に発現しているわけではない。特定の組織では適切な①遺伝子発現が起こるように、複雑な②遺伝子発現調節機構がはたらいっている。

ユスリカのだ腺細胞にみられるだ腺染色体は、細胞分裂を伴わずに DNA 複製を繰り返した染色体 DNA が束ねられた巨大な染色体である。③だ腺染色体上には膨らんだパフと呼ばれる場所が観察される。だ腺染色体はゲノム上の遺伝子と遺伝子発現調節の関係を直接観察できる良い例である。

問16 下線部①について、真核生物の遺伝子発現の説明として間違った文章を1つ選べ。

- (1) 転写は核内で起こる。
- (2) 転写開始には基本転写因子が必要である。
- (3) 転写が起こる領域のクロマチンの折り畳みは緩んでいる。
- (4) 調節たんぱく質は転写調節領域に結合して転写を調節する。
- (5) RNA ポリメラーゼは mRNA のプロモーター配列に結合する。

問17 下線部②について、遺伝子発現の調節遺伝子ではないものはどれか、1つ選べ。

- (1) ホメオドメインをもつ *Hox* 遺伝子
- (2) 神経管形成にかかわる N カドヘリン遺伝子
- (3) アフリカツメガエルの中胚葉誘導にかかわる β カテニン遺伝子
- (4) シロイヌナズナの花芽形成にかかわる A, B, C の3クラスの遺伝子
- (5) 糖質コルチコイドなど細胞膜を通過するステロイドホルモンの受容体遺伝子

問18 下線部③について、だ腺染色体のパフについての説明として最も適当なものを1つ選べ。

- (1) 多くのリボソームが結合している。
- (2) 幼虫期と蛹期ではパフの位置が変化する。
- (3) 蛹化に必要なすべての遺伝子群が転写されている。
- (4) 対合した染色体が集中的に乗換えを起こしている。
- (5) 多数の複製起点から DNA 複製が盛んに起きている。

4 酸素の運搬に関する次の文章を読み、以下の設問19～25に答えよ。

ヒトの体を構成する細胞は、①血液や組織液から酸素や栄養を供給される体内環境で生命活動を維持している。ヒトでは主に酸化的リン酸化によってATPが合成されるため、②たえず酸素が必要となる。酸素を肺から組織へと運ぶのが③赤血球である。組織の細胞は④その状態に応じて、赤血球から酸素を供給されている。もし、何らかの原因で血圧が低下した場合、⑤血圧を回復させないと、⑥めまいやふらつきを引き起こす。

問19 下線部①について、このような体内環境の維持傾向を何というか、1つ選べ。

- (1) 自然浄化
- (2) 富栄養化
- (3) 環境形成作用
- (4) 生態系サービス
- (5) ホメオスタシス

問20 下線部②について、神経細胞は常にATPを消費する細胞であるため、低酸素によるダメージに弱い。神経細胞はATPをどのような恒常的な活動に用いているか、1つ選べ。

- (1) 静止膜電位の維持
- (2) 神経伝達物質の放出
- (3) 神経伝達物質の受容
- (4) 酸素の細胞内への拡散
- (5) ミオシンとアクチンの結合

問21 下線部③について、図1に血球のスケッチを示す。赤血球はどれか、1つ選べ。

- (1) ア
- (2) イ
- (3) ウ
- (4) エ
- (5) オ

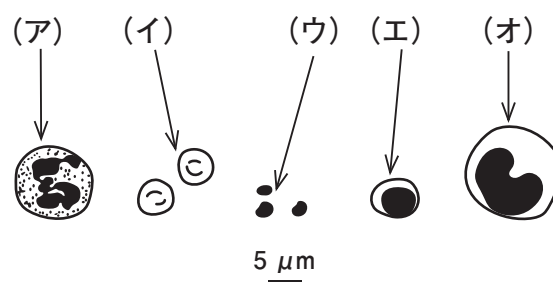


図1 血球のスケッチ

問22 ヒトの血球のなかで正常な赤血球にだけみられる特徴はどれか，1つ選べ。

- (1) 核がない。
- (2) くびれた核をもつ。
- (3) 鎌状の輪郭をもつ。
- (4) 細胞表面に MHC 分子をもつ。
- (5) 中央がくぼんだ円盤状である。

問23 下線部④について，図2は酸素解離曲線を示す。安静時の筋肉組織は肺胞における酸素濃度の40%であることがわかっている。運動中の筋肉組織では細胞呼吸が盛んとなるため，組織に大量の二酸化炭素が発生することで，酸素解離曲線は実線から左右どちらかの点線へと移動することが知られている。運動時に赤血球により肺胞から筋肉組織に供給される酸素の相対量を示すのはどれか，1つ選べ。

- (1) ア
- (2) イ
- (3) ウ
- (4) エ
- (5) オ

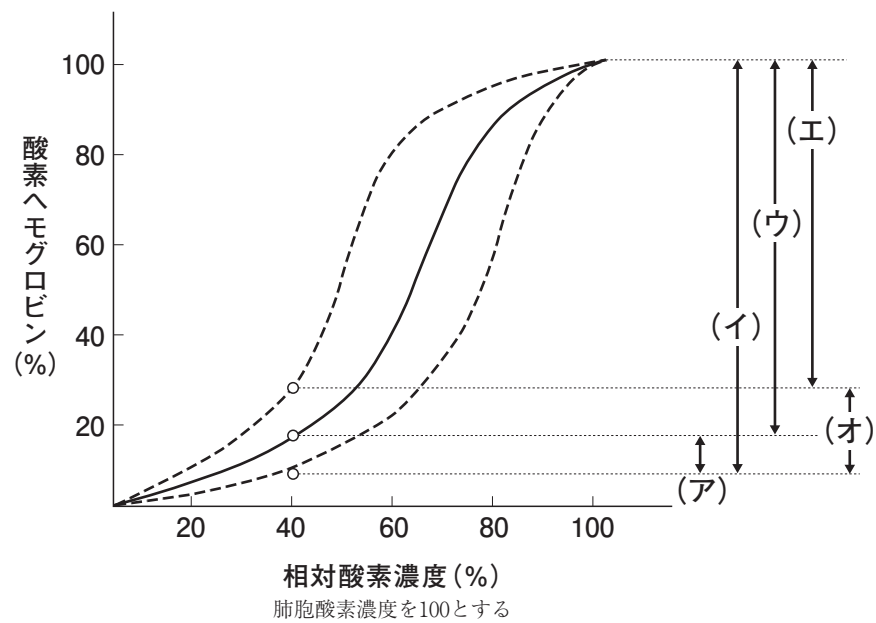


図2 酸素解離曲線

問24 下線部⑤について，熱中症では発汗などにより血しょうから水分が失われて，低血圧を引き起こす。血圧回復方法の1つとして，腎臓での水の再吸収を増やすことがあげられる。このときはたらくホルモンとして正しいのはどれか，1つ選べ。

- (1) インスリン
- (2) グルカゴン
- (3) アドレナリン
- (4) パラトルモン
- (5) バソプレシン

問25 下線部⑥について，低血圧でめまいやふらつきを起こすのはなぜか，1つ選べ。

- (1) 心臓の心拍数と収縮力が減少するため
- (2) 脳の神経細胞への酸素と栄養供給が低下するため
- (3) 脳の神経細胞の興奮が起こる閾値が低下するため
- (4) 下肢の筋肉組織への酸素と栄養供給が低下するため
- (5) 頭部の筋肉組織への酸素と栄養供給が低下するため

