

理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～12	4 問
化学	13～22	4 問
生物	23～41	4 問

注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で41ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から1科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙1枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

生 物

1 植生に関する次の文章を読み、以下の問い（問1～4）に答えなさい。

[解答番号 ～]

陸域の多くは植物によって広くおおわれており、地域や場所によってさまざまな植物の種類が見られる。ある場所に植物が生育しているとき、その場所をおおっている植物全体をまとめて(ア) 植生といい、植生全体の外観を(イ) 相観という。植生を構成する植物のうち、数が多いもしくは広い面積を占めているなど量的な割合の高い種を優占種という。また、植物は生育する環境に適した生活様式と形態を有しており、これを生活形という。ある場所に生育している植物の集団の(ウ)は(エ)の生活形に大きく特徴づけられる。

問1 下線部(ア)の用語の使い方として誤っているものを、次の①～⑤から1つ選びなさい。

- ① 仙台市の丘陵地にはコナラなど冬に葉を落とす落葉樹を主体とする雑木林などの森林植生が見られる。
- ② トノサマバッタはイネ科など単子葉植物の葉を好む植生を示す。
- ③ 砂漠の植生がサバクトビバッタの被食害を受け、消失した。
- ④ 民家の近くには、スギの植林地、作物が生育する畑など人工的につくられた植生が多く見られる。
- ⑤ 陸上のバイオームは、植生の相観にもとづいて分類される。

問2 下線部(イ)を用いた以下の説明文で誤っているものを、次の①～⑤から1つ選びなさい。

2

- ① 同じような環境では、種の構成は異なっても同じような相観をもつ植生を基盤としたバイオームが存在する。
- ② 同じような気温や降水量の地域には、同じような相観をもつ植生が成立する。
- ③ アメリカの乾燥地は、多肉植物であるサボテン科の植物が多く見られる。一方、アフリカ大陸の乾燥地は、トウダイグサ科の多肉植物が見られ、アメリカの乾燥地と相観が大きく異なる。
- ④ 溶岩流や大規模な山崩れなどによってできた裸地は、時間の経過にともないススキやイタドリなどの先駆植物がパッチ状に点在する荒原となる。さらに時間が経過すると、荒原の相観から草原のそれへと移り変わっていく。
- ⑤ 森林は、降水量が多い地域に成立する植生で、密に生えた樹木が相観を特徴づけている。

問3 文中の空欄(ウ)、(エ)には次に示した①～④の語句のうちいずれかが当てはまる。それぞれに当てはまる語句を選びなさい。

(ウ) 3

(エ) 4

- ① 植生
- ② 相観
- ③ 優占種
- ④ バイオーム

問4 次の文章は、東北工業大学八木山キャンパスが位置する八木山周辺3 km 圏内に見られる自然を説明したものである。この説明文を読んで (1)～(4) の問題に答えなさい。

八木山キャンパス周辺に存在する森林のうち、伐採など人間の干渉を頻繁に受けた場所では高木層にコナラ、クリ、アカマツが見られる。10年ほど前はアカマツが最も多く見られたが、松枯れ病によって多くが枯れてしまい現在はコナラやクリのほうに優勢である。亜高木層や低木層には、ハウチワカエデやイロハモミジ（イロハカエデ）のようなカエデ属とイヌシデやアカシデのようなクマシデ属の樹木が分布する。クマシデ属の樹木は季節変化に対する葉の存在様式がこの地域に分布するカエデ属の樹種と同じである。

一方、人間の干渉を受ける頻度が少なかった場所では、モミと冷温帯夏緑広葉樹林の代表的な構成種であるブナやカエデ属、クマシデ属の樹木が高木層で混生する森林が見られる。モミは他の樹木よりも樹高が高くなることができ、高木層で優占する。この森林の高木層に出現する樹種の多くはアカマツより耐陰性が強く、アカマツと異なり亜高木層や低木層にも出現する。さらに、亜高木層もしくは低木層には、暖温帯照葉樹林の代表的な構成種であるアカガシなどカシ類やアオキ、シロダモなどが数は多くないが分布する。アオキやシロダモは、季節変化に対する葉の存在様式がカシ類と類似している。

アオキとシロダモは、種子が鳥によって散布されるため、人間の干渉の程度によらず、この地域の森林下層に広く点在する。そしてモミも、人間の干渉の程度が高いところであっても、近隣に伐採されずに残っているモミが優占する森から種子が供給されるため、亜高木層や低木層に点在しているのを目にすることができる。

(1) 下線部について、モミと同じ種子散布方法をとる樹種を、次の①～⑤から1つ選びなさい。

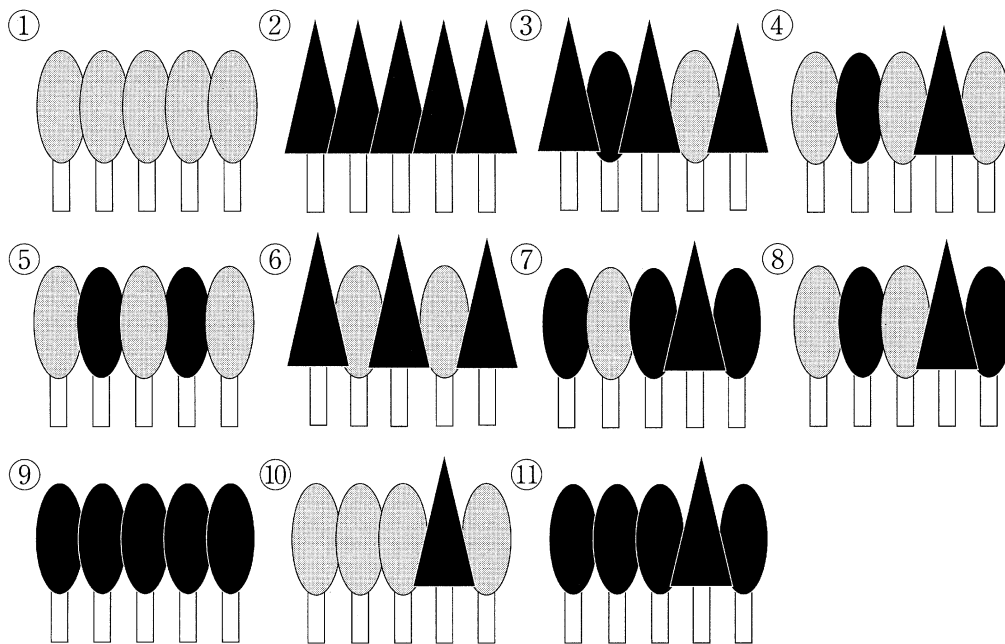
5

- ① アカガシ ② イロハモミジ（イロハカエデ） ③ クリ
④ コナラ ⑤ シロダモ

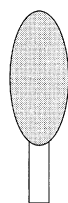
(2) 八木山キャンパスが位置する丘陵地一帯は江戸時代までは伊達藩の「御城林」として立ち入りが厳しく制限され，人間の干渉頻度が低かった。しかし明治以降，人為干渉の頻度が高まり，特に大正13年に仙台市の実業家であった八木久兵衛氏に山林が買い取られた後は，娯楽施設や住宅地の建設など開発がすすめられた。八木山キャンパスの目の前に広がる森林の大部分は，そのような人間の干渉圧が高かった場所に成立した二次林である。このような八木山キャンパス近くに見られる森の相観を，冒頭の地域の自然に関する説明文で言及されている種組成にもとづいて (A) 高木層，(B) 亜高木層・低木層と階層別に植生断面図で表現するとき，最も適当なものはどれか。それぞれ次の解答群から選びなさい。

(A) 高木層

6



凡例



落葉
広葉樹



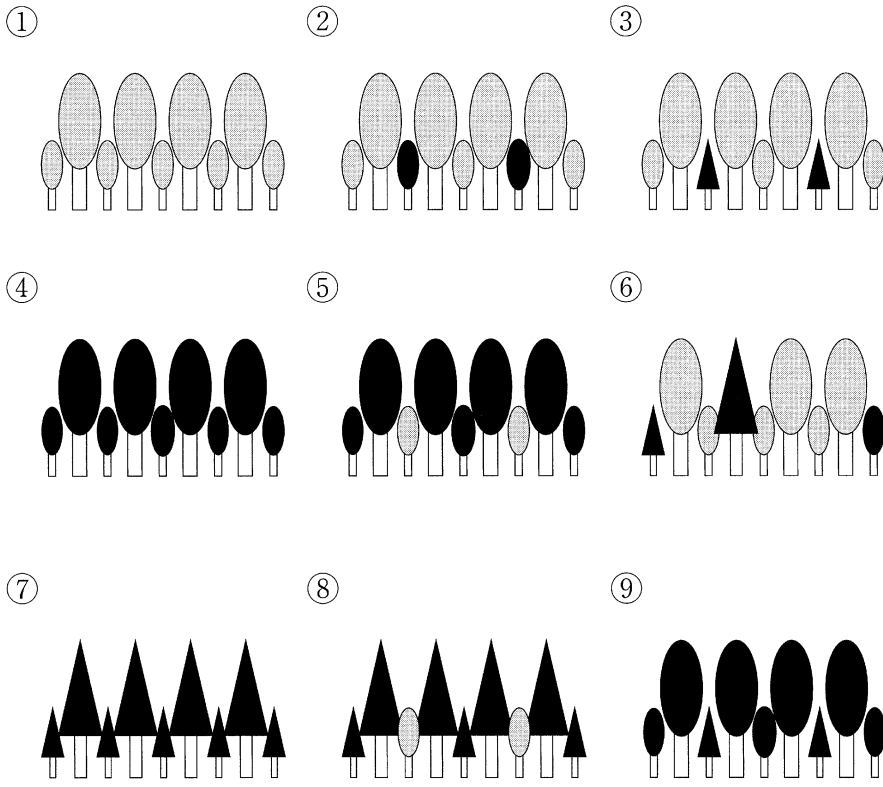
常緑
広葉樹



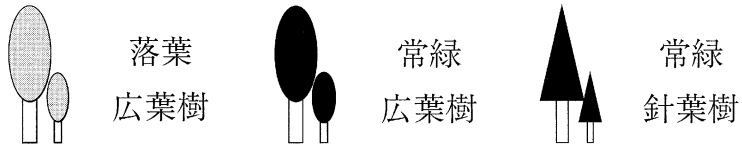
常緑
針葉樹

(B) 亜高木層・低木層

7



凡例



(3) 八木山キャンパスから 2 km 程離れた鉤取（かぎとり）地区に東北工業大学のグラウンドが存在するが、その隣には古くから国有林として保護されてきた人為干渉を受けた頻度が低い天然林が存在する。この植生の相観を冒頭の地域の自然に関する説明文で言及されている種組成にもとづいて (A) 高木層, (B) 亜高木層・低木層と階層別に植生断面図で表現するとき、最も適当なものはどれか。それぞれ (2) の解答群から選びなさい。(2) の解答と同じものを選んで構わない。

(A) 高木層

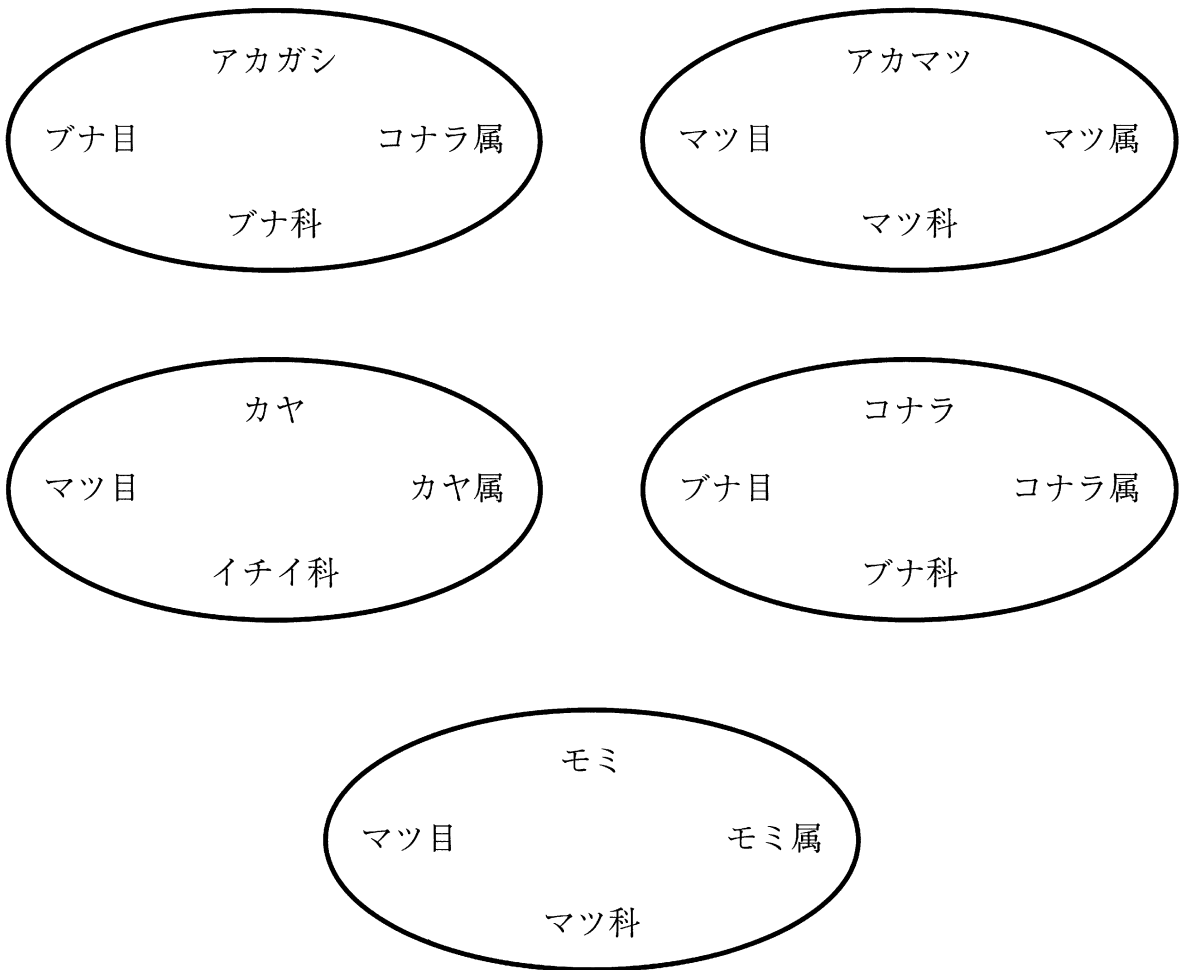
8

(B) 亜高木層・低木層

9

- (4) 次に示す図は、八木山キャンパス周辺に見られるアカガシ、アカマツ、カヤ、コナラ、モミという5樹種の分類階級をまとめたものである。分類学上アカマツに最も近縁な種類を下の①～④から選びなさい。なお、カヤは、アカマツやモミと似た葉の形を示す樹種であるが、これら樹種とは異なり林冠を占めることは少なく、鉤取国有林のような人為干渉を受けた頻度が低い天然の亜高木層や低木層に多く存在する樹種である。

10



- ① アカガシ ② カヤ ③ コナラ ④ モミ

2 核酸に関する次の文章 (A・B) を読み、以下の問い (問 1~7) に答えなさい。

[解答番号 11 ~ 17]

A 核酸は、ヌクレオチドどうしが (ア) と (イ) の部分で多数つながってできたヌクレオチド鎖である。ヌクレオチド鎖の一方の端は (イ) に含まれる 5 番目の炭素 (5' C) に結合した (ア) で終わり 5' 末端とよばれ、他方の端は (イ) に含まれる 3 番目の炭素 (3' C) にヒドロキシ基がついたままで終わり 3' 末端とよばれる。ヌクレオチドがつながってヌクレオチド鎖をつくる時、ヌクレオチド鎖は 5' → 3' の方向に伸長する。DNA はヌクレオチド鎖 2 本が互いに向き合い、内側に突きだした (ウ) どうしが (エ) してできた二重らせん構造をしている。(ウ) どうしの結合は、(オ)、(カ) と決まっていて、ヌクレオチド鎖の一方の塩基が決まると、もう一方も決まる (キ) 的な関係にある。(ウ) どうしの結合は、(オ) は 2 か所、(カ) は 3 か所で (エ) する。DNA の複製時には、(エ) が切れて、二重らせん構造の一部がほどかれる。次に、そのヌクレオチド鎖が鋳型となり、(キ) 的な塩基をもつ新たなヌクレオチドが結合する。(ク) のはたらきによって、新たに結合するヌクレオチドの (ア) と、隣りあったヌクレオチドの (イ) とが結合する。この過程が繰り返されて、もとと全く同じ塩基配列をもった DNA が 2 分子できる。このような複製のしかたを (ケ) 的複製という。

問 1 文中の空欄 (ア)~(カ) に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の ①~⑥ から選びなさい。 11

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	(カ)
①	塩基	糖	リン酸基	水素結合	A と T	C と G
②	塩基	糖	リン酸基	ペプチド結合	A と T	C と G
③	リン酸基	糖	塩基	水素結合	A と T	C と G
④	リン酸基	糖	塩基	ペプチド結合	A と T	C と G
⑤	糖	リン酸	塩基	水素結合	C と G	A と T
⑥	糖	リン酸	塩基	ペプチド結合	C と G	A と T

問2 文中の空欄 (キ)～(ケ) に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑥から選びなさい。

12

	(キ)	(ク)	(ケ)
①	対称	DNA ポリメラーゼ	半保存
②	対称	DNA リガーゼ	半保存
③	半保存	DNA ポリメラーゼ	相補
④	半保存	DNA リガーゼ	相補
⑤	相補	DNA ポリメラーゼ	半保存
⑥	相補	DNA リガーゼ	半保存

B 遺伝子検査などで、DNA の特定の領域だけを効率よく増幅するとき用いる方法に PCR 法がある。次の 1～3 は、PCR 法の操作手順を述べたものである。

1. 目的の DNA と (コ), 2 種類の (サ), 4 種類の (シ) を含む水溶液を (ス) °C に調整すると、2 本鎖 DNA の結合は切れ、2 本の 1 本鎖 DNA に分離する。
2. 温度を約 (セ) °C に調整し、増幅したい DNA 領域の (ソ) 末端に、(サ) を結合させる。
3. 温度を (タ) °C に調整すると、(コ) によって (サ) に続く DNA を複製することができる。

新型コロナウイルスの PCR 法を用いた遺伝子検査では、このウイルスが (チ) のゲノムをもつため、まず (チ) を (ツ) に変換してから、変換した (ツ) を PCR 法で増幅する必要がある。セントラルドグマでは (ツ) から (チ) への変換を (テ) とよぶのに対し、(チ) から (ツ) への変換は、(ト) とよばれている。

問 3 文中の空欄 (コ), (サ), (シ), (ソ) に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の ①～⑧ から選びなさい。

13

	(コ)	(サ)	(シ)	(ソ)
①	制限酵素	プラスミド	DNA のヌクレオチド	3'
②	DNA ポリメラーゼ	プラスミド	DNA のヌクレオチド	5'
③	制限酵素	プライマー	DNA のヌクレオチド	5'
④	DNA ポリメラーゼ	プライマー	DNA のヌクレオチド	3'
⑤	制限酵素	DNA のヌクレオチド	プライマー	5'
⑥	DNA ポリメラーゼ	DNA のヌクレオチド	プラスミド	5'
⑦	制限酵素	DNA のヌクレオチド	プラスミド	3'
⑧	DNA ポリメラーゼ	DNA のヌクレオチド	プライマー	3'

問4 文中の空欄(ス)(セ)(タ)に当てはまる数値の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④から選びなさい。

14

	(ス)	(セ)	(タ)
①	72	55	95
②	95	72	55
③	55	72	95
④	95	55	72

問5 文中の空欄(サ)の塩基配列が「5' - CTACGCCAACGT - 3'」のとき、これが結合するDNA領域の塩基配列として最も適当なものを、次の①～④から選びなさい。

15

- ① 3' - CTACGCCAACGT - 5'
- ② 5' - GATGCGGTTGCA - 3'
- ③ 3' - TGCAACCGCATC - 5'
- ④ 5' - ACGTTGGCGTAG - 3'

問6 手順1～3を1回としてこの操作を繰り返すとき、目的のDNAを100万倍に増幅するためには、理論上この操作を最低何回繰り返せばよいか。最も適当なものを、次の①～⑧から選びなさい。ただし増幅反応の効率率は100%とし、元のDNAと増幅したDNAの長さは等しいものとする。

16

- ① 10回 ② 20回 ③ 200回 ④ 2×10^3 回
- ⑤ 2×10^4 回 ⑥ 2×10^5 回 ⑦ 2×10^6 回 ⑧ 2×10^7 回

問7 文中の空欄(チ)～(ト)に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～④から選びなさい。

17

	(チ)	(ツ)	(テ)	(ト)
①	DNA	RNA	転写	翻訳
②	DNA	RNA	逆転写	転写
③	RNA	DNA	転写	逆転写
④	RNA	DNA	翻訳	転写

3 代謝に関する次の文章（A・B）を読み、以下の問い（問1～10）に答えなさい。

[解答番号 18 ~ 27]

A 生物は（ア）によって取り出したエネルギーを用いて、いったんATPを合成する。一般的に、細胞内での代謝によるエネルギーのやりとりはATPを介して行われる。そして、ATPの分解によって放出されるエネルギーを利用して生命活動を営んでいる。次の図は、代表的な（ア）である呼吸の概要を示している。

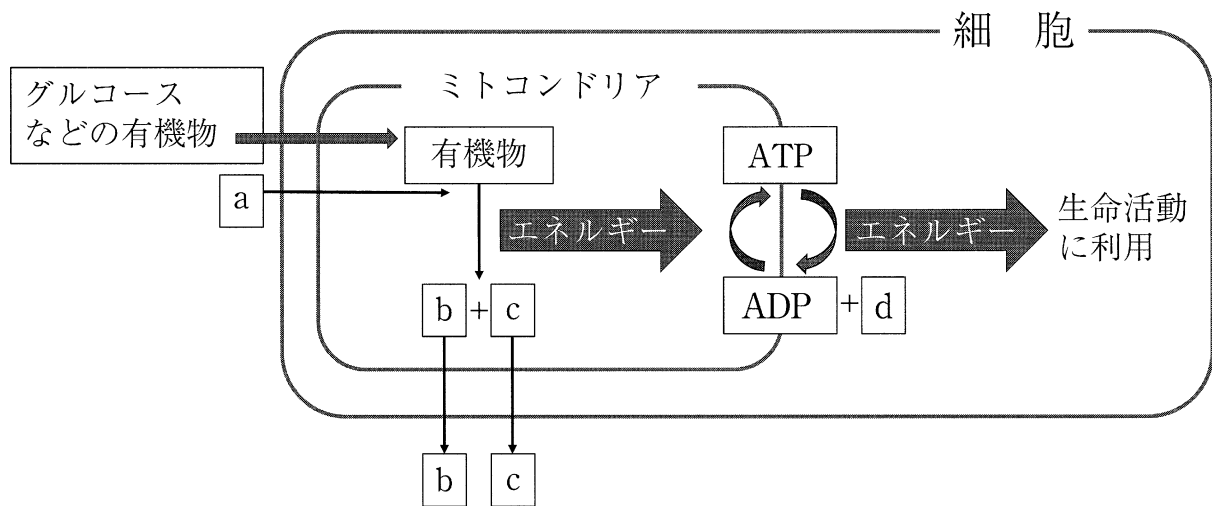


図 呼吸の概要

問1 文中の空欄（ア）に当てはまる語句を次の①、②から選びなさい。

18

- ① 異化 ② 同化

問2 図中のaは有機物を分解してエネルギーを取り出す際に必要な物質である。aに該当するものを、次の①～⑥から1つ選びなさい。

19

- ① O₂ ② CO ③ CO₂ ④ H₂O ⑤ Na⁺ ⑥ K⁺

問3 図中のbとcは有機物が分解されて最終的に生成した物質である。bとcに該当するものの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥から選びなさい。

20

	b	c
①	酸素	二酸化炭素
②	酸素	一酸化炭素
③	水素	二酸化炭素
④	水素	酸素
⑤	水	二酸化炭素
⑥	水	酸素

問4 図中のdはADPからATPを合成する際に必要な物質である。dに該当するものを、次の①～④から1つ選びなさい。

21

- ① ピルビン酸 ② リン酸 ③ 二酸化炭素 ④ 水

B 生物では、エネルギーの出入りをともなうさまざまな代謝が行われている。たとえば、ATP を合成する主要な代謝には呼吸と光合成があり、呼吸は有機物の分解で得られたエネルギーを、光合成は光エネルギーをそれぞれ ATP の合成に利用している。多くの植物では光合成は (イ) 葉緑体で行われるが、(ウ) 葉緑体をもたなくとも光合成を行うことができる生物もいる。また、代謝を理解する上で、化学反応の1つである酸化還元反応という視点で学ぶことも大切である。細胞内におけるエネルギーの受け渡しを ATP と ADP が仲立ちするように、酸化還元反応を仲立ちする(エ)補酵素が存在する。たとえば、呼吸では NAD^+ (還元型: NADH) や FAD (還元型: FADH_2) が、光合成では NADP^+ (還元型: NADPH) が酸化還元反応の仲立ちをしている。このように生体内で起こっている多くの酸化還元反応では、これらの補酵素が (オ) の運び手として重要な役割を果たしている。

問5 下線部 (イ) に関連する用語として誤っているものを、次の①～⑤から1つ選びなさい。

22

- ① クロロフィル
- ② チラコイド
- ③ ストロマ
- ④ 炭酸同化
- ⑤ クエン酸回路

問6 下線部 (ウ) に該当するものを、次の①～④から1つ選びなさい。

23

- ① ワカメ
- ② シアノバクテリア
- ③ インフルエンザウイルス
- ④ 乳酸菌

問7 問6で答えた理由として最も適当なものを，次の①～④から選びなさい。

24

- ① 光エネルギーを吸収するための色素をもっているから。
- ② 酸素発生をとまなわない光合成を行う細菌だから。
- ③ ウイルスは生物の特徴の一部しかもっていないから。
- ④ 酸素を使わず有機物を分解してエネルギーを得ることができる微生物だから。

問8 細胞に含まれる構造体の有無（有：+ 無：-）を細胞の種類別に示した表として正しいものを，次の①～④から1つ選びなさい。

25

①

構造体 \ 細胞	原核細胞	真核細胞	
		動物	植物
DNA	+	+	+
細胞膜	+	+	+
細胞壁	+	-	+
核膜	-	+	+
ミトコンドリア	-	+	+
葉緑体	-	-	+

②

構造体 \ 細胞	原核細胞	真核細胞	
		動物	植物
DNA	+	+	+
細胞膜	-	+	+
細胞壁	+	-	+
核膜	+	+	+
ミトコンドリア	+	+	+
葉緑体	-	-	+

③

構造体 \ 細胞	原核細胞	真核細胞	
		動物	植物
DNA	+	+	+
細胞膜	+	+	+
細胞壁	-	-	+
核膜	-	+	+
ミトコンドリア	-	+	+
葉緑体	+	-	+

④

構造体 \ 細胞	原核細胞	真核細胞	
		動物	植物
DNA	+	+	+
細胞膜	+	+	+
細胞壁	-	-	+
核膜	-	+	-
ミトコンドリア	-	+	+
葉緑体	-	-	+

問9 下線部(エ)に関する記述として誤っているものを、次の①～③から1つ
選びなさい。

26

- ① 酵母のしぼり汁に含まれる酵素本体(アポ酵素)と補酵素が弱い力で結び
ついている場合、セロハンなどの半透膜を用いて補酵素を分けることが
できる。
- ② 呼吸での脱水素酵素による反応の中には、ビタミン類のアスコルビン酸が
結合した高分子タンパク質を補酵素として反応を進めることがある。
- ③ 解糖系の途中には酸化還元反応があり、脱水素酵素のはたらきによって化
合物から水素が奪われ、補酵素の NAD^+ に渡され NADH が生成する。

問10 文中の空欄(オ)に当てはまるものを、次の①～④から1つ選びなさい。

27

- ① 酸素
- ② 水素
- ③ ニコチン酸
- ④ ビタミン B_2

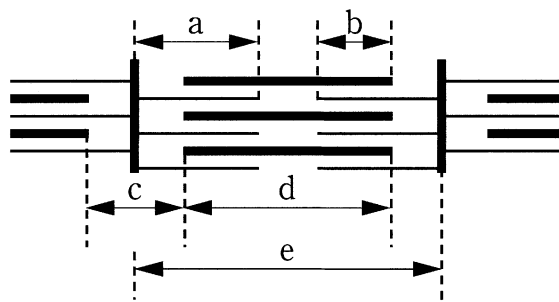
4 筋肉の構造と収縮に関する次の文章を読み、以下の問い(問1~4)に答えなさい。

[解答番号 28 ~ 34]

骨格筋は筋繊維とよばれる筋細胞からなり、筋繊維の中には多数の筋原繊維が束になって存在する。筋原繊維はアクチンフィラメントとミオシンフィラメントが規則的に配列しているため(ア)明帯と(イ)暗帯の横縞が見られる。明帯の中央にはZ膜があり、このZ膜とZ膜の間を(ウ)サルコメアという。アクチンフィラメントにはアクチンのほか、(エ)・(オ)などのタンパク質で構成されている。神経の興奮が筋繊維に伝わると、筋原繊維をおおっている(カ)から(キ)が放出される。この(キ)がアクチンフィラメントをおおっている(エ)と結合することで筋収縮が起こる。

問1 次の図は筋原繊維のアクチンフィラメント、ミオシンフィラメント、Z膜を示したものである。下線(ア)~(ウ)は図中に示したa~eのどの部分にあたるか。最も適当な組み合わせを、下の①~⑥から選びなさい。

28



図

	ア	イ	ウ
①	a	c	e
②	a	d	e
③	c	d	a
④	c	d	e
⑤	d	c	e
⑥	d	c	a

問2 問1の図中に示したa～eのうち、筋収縮時に長さが短くなる部分の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥から選びなさい。

29

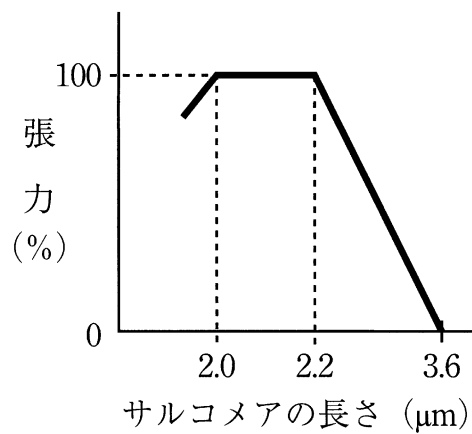
- ① a・d ② c・d ③ c・e
 ④ d・e ⑤ a・c・d ⑥ a・c・e

問3 文中の空欄(工)～(キ)に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧から選びなさい。

30

	工	オ	カ	キ
①	トロポニン	トロポミオシン	筋小胞体	Na ⁺
②	トロポニン	トロポミオシン	筋小胞体	Ca ²⁺
③	トロポニン	トロポミオシン	シナプス小胞	Na ⁺
④	トロポニン	トロポミオシン	シナプス小胞	Ca ²⁺
⑤	トロポミオシン	トロポニン	筋小胞体	Na ⁺
⑥	トロポミオシン	トロポニン	筋小胞体	Ca ²⁺
⑦	トロポミオシン	トロポニン	シナプス小胞	Na ⁺
⑧	トロポミオシン	トロポニン	シナプス小胞	Ca ²⁺

問4 次の図はサルコメアの長さで発生する張力の関係を示したものである。張力はミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが重なりあう部分が多いほど増大し、アクチンフィラメントどうしが重なり合うと減少する。図からミオシンフィラメントとアクチンフィラメントの長さをそれぞれ求め、2ケタの数字で答えなさい。たとえば、数値が5.0の場合は⑤⑩というようにマークすること。



図

ミオシンフィラメント	<input type="text" value="31"/>	<input type="text" value="32"/>	μm
アクチンフィラメント	<input type="text" value="33"/>	<input type="text" value="34"/>	μm

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

(生物問題終わり)