

生 物

【第1問】 次の文章（A・B）を読み、以下の問い（問1～問9）に答えよ。

（解答番号 1－10）

A 真核細胞における呼吸や光合成での反応では、酸化還元反応による電子の出入りが重要である。

(1) 解糖系では、ビタミンBの一種で低分子の有機物である（ア）が、他の物質から電子を受け取り、還元される際に水素イオンを結合して還元型の（イ）になる。（イ）は、他の物質に電子を渡して還元し、自身は酸化型の（ア）に戻る。

(2) クエン酸回路では、（イ）だけではなく（ウ）の還元型の（エ）が、光合成の反応においては（オ）の還元型の（カ）が酸化還元反応を仲立ちしている。これらの物質は電子の運搬体として重要な役割を担っている。

このように解糖系とクエン酸回路で生じた還元型の有機物から、電子が電子伝達系に渡される。電子伝達系に渡された電子は、複数のタンパク質複合体の間を受け渡しされる。このとき放出されるエネルギーによって、水素イオンが（キ）に輸送される。水素イオンの濃度勾配ができると、水素イオンはATP合成酵素を通り、⁽³⁾ATP合成酵素はADPとリン酸からATPを合成する。

問1 文章中の空欄（ア）、（イ）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の

①～⑧のうちから一つ選べ。 1

	ア	イ
①	NADH	NAD ⁺
②	NAD ⁺	NADH
③	FADH ₂	FAD
④	FAD	FADH ₂
⑤	NADPH	NADP ⁺
⑥	NADP ⁺	NADPH
⑦	ADP	ATP
⑧	ATP	ADP

問2 文章中の空欄（ウ）、（エ）に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

	ウ	エ
①	NADH	NAD^+
②	NAD^+	NADH
③	FADH_2	FAD
④	FAD	FADH_2
⑤	NADPH	NADP^+
⑥	NADP^+	NADPH
⑦	ADP	ATP
⑧	ATP	ADP

問3 文章中の空欄（オ）、（カ）に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

	オ	カ
①	NADH	NAD^+
②	NAD^+	NADH
③	FADH_2	FAD
④	FAD	FADH_2
⑤	NADPH	NADP^+
⑥	NADP^+	NADPH
⑦	ADP	ATP
⑧	ATP	ADP

問4 文章中の空欄（キ）に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 4

- ① 核膜
- ② ゴルジ体
- ③ 細胞質基質
- ④ チラコイド膜
- ⑤ チラコイドの内側
- ⑥ ストロマ
- ⑦ ミトコンドリアのマトリックス
- ⑧ ミトコンドリアの内膜
- ⑨ ミトコンドリアの外膜と内膜の間

問5 文章中の下線部（１）の反応は細胞の中のどこで起きているか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 5

- ① 葉緑体
- ② ミトコンドリア
- ③ リソソーム
- ④ 細胞質基質
- ⑤ 粗面小胞体
- ⑥ ゴルジ体
- ⑦ 細胞壁
- ⑧ 細胞膜
- ⑨ 核

問6 文章中の下線部（２）の反応は細胞の中のどこで起きているか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 6

- ① 葉緑体
- ② ミトコンドリア
- ③ リソソーム
- ④ 滑面小胞体
- ⑤ 粗面小胞体
- ⑥ ゴルジ体
- ⑦ 細胞壁
- ⑧ 細胞膜
- ⑨ 核

問7 電子伝達系における文章中の下線部（3）の反応は、一般に何と呼ばれるか。最も
適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 7

- ① β 酸化
- ② 光リン酸化
- ③ 基質レベルのリン酸化
- ④ 酸化的リン酸化
- ⑤ 乳酸発酵
- ⑥ アルコール発酵
- ⑦ 窒素同化
- ⑧ 光化学系Ⅱ
- ⑨ 光化学系Ⅰ

B 細胞や細胞小器官では、⁽⁴⁾膜を介しての物質の出入りが行われている。生体膜の脂質二重層を通過できるのは、非常に小さな分子や、脂質になじみやすい疎水性の分子で比較的小さなものである。極性のある物質や、正や負の電荷をもった物質は脂質二重層を通過しにくい。このような物質は、生体膜に配置された輸送タンパク質を介して移動する。輸送タンパク質には⁽⁵⁾チャネルと担体（運搬体タンパク質）がある。タンパク質の機能には特異性があるので、どの物質が通過できるかは、輸送タンパク質の構造による。このように、細胞膜は特定の物質を透過させる性質をもっており、これを選択的透過性という。

問8 文章中の下線部（4）に関する記述として適当なものを、次の①～⑨のうちから二つ選べ。 （順不同）

- ① 生体膜間で濃度が高い側から低い側へと移動する場合にはエネルギーが必要である。
- ② 濃度の高い溶液を水の中に入れると、入れた場所にとどまる。このことが生体膜を介しての物質の移動のための原理となる。
- ③ 高張液に細胞を入れた場合は、細胞内に水が移動し、細胞の体積が大きくなる。
- ④ 酸素や二酸化炭素は非常に小さな分子なので脂質二重層を通過できる。
- ⑤ カルシウムは電荷がないため脂質二重層を通過できる。
- ⑥ 細胞膜が物質を濃度勾配に逆らって輸送させることを、能動輸送という。
- ⑦ 受動輸送によって生体膜自体が小さな分子を包みこんで小胞を形成し、細胞内に取り込むことができる。
- ⑧ 水溶液と水を、水分子は通すが溶質分子は通さない半透膜でしきると、水溶液中の水分子は水側へ移動しようとする。
- ⑨ 一般に、小胞輸送は拡散によって行われる。

問9 文章中の下線部（5）の例として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

- ① ナトリウムポンプ
- ② グルコース輸送体
- ③ TLR（トル様受容体）
- ④ ATP 合成酵素
- ⑤ アクアポリン
- ⑥ アクチン
- ⑦ ミオシン
- ⑧ ダイニン
- ⑨ キネシン

【第2問】 体細胞分裂と DNA の複製に関する次の文章（A・B）を読み、以下の問い（問1～問6）に答えよ。（解答番号 11－20）

A 多細胞生物は、もともと1個の受精卵が、体細胞分裂を繰り返すことで生じた細胞から構成されている。体細胞分裂を繰り返した細胞は、やがて特定の形態や機能をもった細胞に分化していく。体細胞分裂において遺伝情報の本体である DNA は正確に複製されて、母細胞から娘細胞に分配されるので、分化した細胞においても原則的に遺伝情報は変化しない。細胞が同じ遺伝情報を持ちながら特定の機能をもつのは、細胞によって発現する遺伝子が異なるからである。例えば、真核生物において DNA は、（ア）などのタンパク質と結合して（イ）を形成し、（イ）のつながりはさらに折りたたまれ（ウ）と呼ばれる高次構造を形成している。⁽¹⁾この高次構造の状態が変化することで、遺伝子の発現が調節されることが知られている。

体細胞分裂において、体細胞分裂が終わってから、再び次の体細胞分裂が終わるまでの過程は細胞周期と呼ばれる。真核生物において細胞周期は、分裂の準備を行う間期と、分裂を行う分裂期に分けられ、間期はさらに DNA の複製を準備する（エ）期、DNA の複製が行われる（オ）期、細胞分裂を準備するための（カ）期に分けられる。細胞の中には（エ）期で細胞周期を停止し、（キ）期と呼ばれる休止期に入るものもある。

問1 文章中の空欄（ア）～（ウ）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥から一つ選べ。 11

	ア	イ	ウ
①	ヒストン	ヌクレオソーム	クロマチン
②	ヒストン	クロマチン	ヌクレオソーム
③	クロマチン	ヌクレオソーム	ヒストン
④	クロマチン	ヒストン	ヌクレオソーム
⑤	ヌクレオソーム	クロマチン	ヒストン
⑥	ヌクレオソーム	ヒストン	クロマチン

問2 文章中の空欄（エ）～（キ）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑨から一つ選べ。 12

	エ	オ	カ	キ
①	G ₁	M	G ₂	G ₀
②	G ₀	M	G ₁	G ₂
③	G ₂	M	G ₀	G ₁
④	G ₁	G ₂	S	G ₀
⑤	G ₀	G ₁	S	G ₂
⑥	G ₂	G ₀	S	G ₁
⑦	G ₁	S	G ₂	G ₀
⑧	G ₀	S	G ₁	G ₂
⑨	G ₂	S	G ₀	G ₁

問3 文章中の下線部（1）の高次構造に関する記述として適当なものを、次の①～⑧から二つ選べ。 13 14 （順不同）

- ① 高次構造がゆるんで（ほどけて）いる部分では、転写が活発に行われる。
- ② 高次構造がゆるんで（ほどけて）いない部分では、転写が活発に行われる。
- ③ RNA ポリメラーゼがDNA に結合することにより、高次構造がゆるむ（ほどける）。
- ④ 基本転写因子がDNA に結合することで、高次構造がゆるむ（ほどける）。
- ⑤ 高次構造がゆるんで（ほどけて）いる部分では、転写が行われない。
- ⑥ 高次構造がゆるんで（ほどけて）いない部分では、転写が行われない。
- ⑦ 調節タンパク質がDNA に結合することで、高次構造がゆるむ（ほどける）。
- ⑧ プライマーがDNA に結合することで、高次構造がゆるむ（ほどける）。

B 体細胞分裂において DNA は、⁽²⁾半保存的複製によって複製されることが知られている。まず、DNA の二重らせん構造が（ ク ）によってほどかれ、それぞれの鎖が鋳型となって相補的な新しい DNA が DNA ポリメラーゼによって合成される。⁽³⁾新しく合成される 2 本の鎖はそれぞれ合成のされ方が異なっており、連続的に合成される鎖を（ ケ ）鎖、不連続に合成される鎖を（ コ ）鎖と呼ぶ。（ コ ）鎖の合成においては、断続的に合成された DNA が（ サ ）によって連結される。複製が“半保存的”と呼ばれるのは、複製された DNA が鋳型となったヌクレオチド鎖と新生されたヌクレオチド鎖の組み合わせでできているためである。

問 4 文章中の空欄（ク）～（サ）に入る語句として最も適切なものを、次の①～⑧からそれぞれ一つずつ選べ。 ク 15 ケ 16 コ 17 サ 18

- ① DNA リガーゼ
- ② リーディング
- ③ ラギング
- ④ プライマー
- ⑤ テロメア
- ⑥ センス
- ⑦ アンチセンス
- ⑧ DNA ヘリカーゼ

問5 文章中の下線部（2）について、半保存的複製はメセルソンとスタールによる ^{15}N と大腸菌を用いた実験によって証明された。 ^{15}N は ^{14}N の同位体であり、化学的性質は ^{14}N と同じだが、質量が ^{14}N より重い。ここで、 ^{14}N のみを窒素源として含む培地で何世代も培養し、DNA中のNのほとんどが ^{14}N に置換された大腸菌のDNAを ^{14}N -DNAとし、 ^{15}N のみを窒素源として含む培地で何世代も培養しDNA中のNがほぼ ^{15}N に置換された大腸菌のDNAを ^{15}N -DNAとする。また、 ^{14}N -DNAと ^{15}N -DNAの中間の重さのDNAを ^{14}N - ^{15}N -DNAとする。

^{15}N のみを窒素源として含む培地で何世代も培養し、DNA中のNがほぼ ^{15}N に置換された大腸菌の一部を、 ^{14}N のみを窒素源として含む培地で培養し、分裂のたびにDNAを回収したとき、1回目の分裂で回収したDNAは ^{14}N - ^{15}N -DNAのみからなっていた。また、2回目の分裂で回収したDNAは ^{14}N -DNAと ^{14}N - ^{15}N -DNAの混合物であり、その比率は ^{14}N -DNA： ^{14}N - ^{15}N -DNA＝1：1であった。さらに、3回目の分裂で回収したDNAも ^{14}N -DNAと ^{14}N - ^{15}N -DNAの混合物であり、その比率は ^{14}N -DNA： ^{14}N - ^{15}N -DNA＝（ a ）：1であった。（ a ）に当てはまる数値として予測される、最も適当な数値を、次の①～⑧から一つ選べ。 [19]

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 6
- ⑦ 7
- ⑧ 8

問6 文章中の下線部（3）について、2本の鎖の合成のされ方が異なるのは、DNAポリメラーゼのどのような性質に起因するものであるか、最も適当な記述を、次の①～⑤から一つ選べ。 [20]

- ① DNA合成の開始にはプライマーを必要とする。
- ② DNA合成に鋳型となるDNAを必要とする。
- ③ 5'末端から3'末端方向、3'末端から5'末端方向、いずれの方向にもDNAを合成できる。
- ④ 5'末端から3'末端方向にしかDNAを合成できない。
- ⑤ 3'末端から5'末端方向にしかDNAを合成できない。

【第3問】 生命の起源と生物の変遷に関する次の文章を読み、以下の問い（問1～問4）に答えよ。（解答番号 21－30）

地球の地質時代は、地層の中に残された生物化石の出現状況により区分されている。大まかな時代区分として代が、また代の区分として紀が用いられている。⁽¹⁾代や紀などの特定の時代区分に出現し、その時代を特徴づける化石は（ ア ）化石と呼ばれる。

古生代の（ イ ）紀中期の地層より、植物の胞子の化石が発見されていることから、植物は、この時期には陸上へ進出しはじめていたと考えられる。最古の陸上植物の化石は、（ ウ ）である。また、古生代末では、陸地は（ エ ）と呼ばれる1つの大陸にまとまっていたと考えられるが、次の代になると大陸が分裂しはじめた。これに伴って地球規模で火山活動が活発化し、大量絶滅が起こったと考えられている。過去6億年の間に、少なくとも5回の大規模な絶滅が起こったことが、化石の研究からわかっている。中でも最大規模とされる大量絶滅が古生代の（ オ ）紀末に起きたものである。大量絶滅は、中生代の（ カ ）紀末に大隕石の衝突が原因でも起こった。この時、繁栄していた恐竜は絶滅し、⁽²⁾裸子植物は衰退したといわれている。

問1 文章中の空欄（ア）に入る語句として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 21

- ① 生きている
- ② 示相
- ③ 中間形
- ④ 示準

問2 文章中の空欄（イ）～（カ）に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

イ 22 ウ 23 エ 24 オ 25 カ 26

- ① パンゲア
- ② ローラシア
- ③ ゴンドワナ
- ④ リニア
- ⑤ クックソニア
- ⑥ オルドビス
- ⑦ ペルム
- ⑧ 三疊 さんじょう
- ⑨ 白亜

問3 文章中の下線部（1）に関して、古生代の地層からしか産出されない化石として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。 27 28 （順不同）

- ① 三葉虫
- ② サング
- ③ メタセコイア
- ④ カブトガニ
- ⑤ フズリナ
- ⑥ アンモナイト
- ⑦ シーラカンス

問4 文章中の下線部（2）に該当するものとして適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。 29 30 （順不同）

- ① イチョウ
- ② スギナ
- ③ アグラオフィトン
- ④ オオイヌノフグリ
- ⑤ フウインボク
- ⑥ ソテツ
- ⑦ ハス

【第4問】 体内環境の維持に関する次の文章を読み、以下の問い（問1～問5）に答えよ。（解答番号 31－40）

ヒトの肝臓は、腹部の右上、（ア）の真下で（ア）に接しており、（イ）の内側に位置する暗赤褐色をした器官である。肝臓には、（ウ）と（エ）という2種類の血管から血液が大量に流れ込んでいる。

腎臓は、（ア）の下、背側に左右1対ある、ソラマメ形の器官である。腎臓の内部には、尿を生成する（オ）という構造と機能上の単位構造がある。

問1 文章中の空欄（ア）～（オ）に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお、ウ、エは順不同である。

ア 31 イ 32 ウ 33 エ 34 オ 35

- ① 横隔膜
- ② 鎖骨
- ③ 肝静脈
- ④ ネフロン（腎単位）
- ⑤ ボーマンのう
- ⑥ 肋骨
- ⑦ 肝門脈
- ⑧ 肝動脈

問2 肝臓と腎臓は、体液の調節器官、排出器官である。それぞれの臓器と臓器が調節する物質、臓器が排出する物質の組み合わせで最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 36

	臓器	臓器が調節する物質	臓器が排出する物質
①	腎臓	炭水化物	尿素
②	腎臓	イオン	アミノ酸
③	肝臓	脂質	ビリルビン
④	肝臓	グルコース	無機塩類

問3 次の表は、血しょう・原尿・尿の中の物質濃度の比率と濃縮率を示したものである。(カ)、(キ)に入る数値として、最も適当なものを、以下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 カ 37 キ 38

表

成分	質量パーセント濃度 (%)			濃縮率
	血しょう	原尿	尿	
ナトリウムイオン	0.33	0.32	0.1～0.3	0.30～0.91
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15	(カ)
アンモニア	0.001	0.001	0.04	40
イヌリン	0.01	0.01	1.2	(キ)

- ① 1.2
- ② 3.0
- ③ 6.5
- ④ 7.5
- ⑤ 12
- ⑥ 120

問4 問3の表より、1分間あたり何 ml の原尿が生成されるのか、最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。なお、尿は1分間に1 ml 生成されるものとする。

39

- ① 10
- ② 12
- ③ 100
- ④ 120

問5 尿成分と尿量の調節に関する記述について、最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 40

- ① 水を飲み過ぎると、体液濃度が低下するため、水分の再吸収が促進される。
- ② 多量の発汗などがあると、体液濃度が上昇し、集合管でナトリウムイオンの再吸収が促進される。
- ③ 体内の水分量が減少すると血圧が上昇し、糸球体でろ過される量が減る。
- ④ 原尿中の尿素は、尿中の尿素より濃度が高い。
- ⑤ 体液の量とナトリウムイオンの濃度が適正なときには、尿中のナトリウムイオンの濃度は血しょう中とほぼ同じになる。

【第5問】 生態系内の物質生産と生態系に関する次の文章（A・B）を読み、以下の問い（問1～問5）に答えよ。（解答番号 41～50）

A 生態系内で生産者が光合成によって無機物から有機物を生産する過程は、物質生産と呼ばれる。生産者が一定期間内に光合成によって生産した有機物の総量は、（ア）と呼ばれる。生産者は光合成を行うと同時に、合成した有機物の一部を呼吸で消費する。（ア）から呼吸量を差し引いたものは、（イ）と呼ばれる。（イ）から被食量と枯死量を引いたものが生産者の（ウ）となる。消費者は、下位の栄養段階の生物を摂食して有機物を吸収し、自らのからだを構成する有機物をつくっている。そのため、消費者についても栄養段階ごとに摂食した有機物の内訳について考えることができる。

また、光合成を行う生産者は、太陽の光エネルギーを利用して、物質生産を行い、有機物の中に化学エネルギーを蓄える。この化学エネルギーは食物連鎖にしたがって、消費者のからだに移り、それぞれの栄養段階で生命活動に利用される。食物連鎖の各栄養段階において、前の段階のエネルギー量のうち、その段階でどれくらいのエネルギーが利用されるかの割合を示したものを⁽¹⁾エネルギー効率という。

問1 文章中の空欄（ア）～（ウ）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 41

	ア	イ	ウ
①	総生産量	摂食量	現存量
②	総生産量	現存量	摂食量
③	総生産量	純生産量	成長量
④	総生産量	純生産量	摂食量
⑤	純生産量	成長量	現存量
⑥	純生産量	現存量	成長量

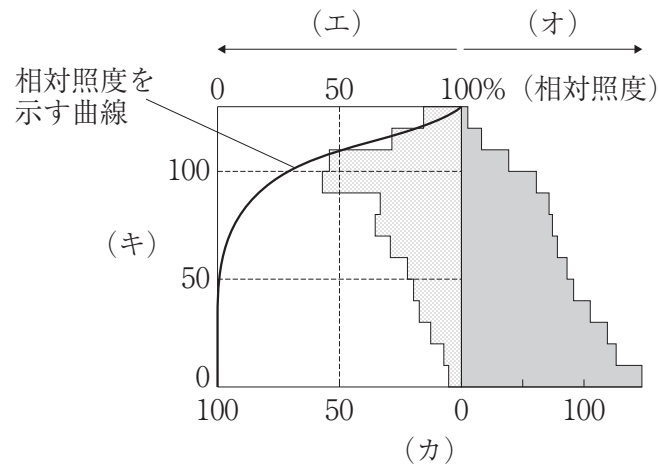
問2 文章中の下線部（1）について、ある生態系において、入射した太陽の光エネルギー量が1000、生産者の総生産量は20、一次消費者の同化量は60、二次消費者の同化量は9であった。このとき、(a) 生産者のエネルギー効率（％）と（b）二次消費者のエネルギー効率（％）として、最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(a) 生産者のエネルギー効率（％） 42

(b) 二次消費者のエネルギー効率（％） 43

- ① 0.5
- ② 1
- ③ 2
- ④ 3
- ⑤ 5
- ⑥ 10
- ⑦ 15
- ⑧ 20
- ⑨ 25

B 生産構造図とは植物群集を上方から順に一定の厚さの層別に切り分け、各層ごとに、各器官の質量を測定した結果を表したものである。草本の植物群集の生産構造図は、⁽²⁾ イネ科型と⁽³⁾ 広葉型の2つに大別される。次の図はある植物群集の生産構造図である。



図

問3 図中の空欄 (エ) ~ (キ) に入る語句として最も適当なものを、次の①~⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

エ オ カ キ

- ① 光合成器官 (葉など)
- ② 非光合成器官 (茎・枝・花など)
- ③ 気温 (℃)
- ④ 生重量 (g/0.25m²) (乾燥させていない生物体の質量)
- ⑤ 高さ (cm)
- ⑥ 相対湿度 (%)
- ⑦ 光飽和点
- ⑧ 光補償点

問4 下線部（2）の生産構造図を示す植物群集として、適当なものを次の①～⑤のうちから二つ選べ。 48 49（順不同）

- ① アカザ
- ② ダイズ
- ③ ススキ
- ④ ミゾソバ
- ⑤ チカラシバ

問5 下線部（3）の特徴として、最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選べ。
50

- ① 葉は比較的上部に集中する。
- ② 葉は茎の比較的低い位置に多くつく。
- ③ 非同化器官の割合が低い。
- ④ 植物群集の内部では光は急激に強くなる。

