生　　物

第１問　呼吸に関する次の文章を読み，下の問い（**問１～５**）に答えよ。

呼吸において，グルコース（$C_6H_{12}O_6$）は解糖系，クエン酸回路および電子伝達系の３つの反応過程を通して，酸素で酸化されて ATP が合成される。下の**図１**は，グルコースの酸化における解糖系とクエン酸回路までの反応過程を示している。

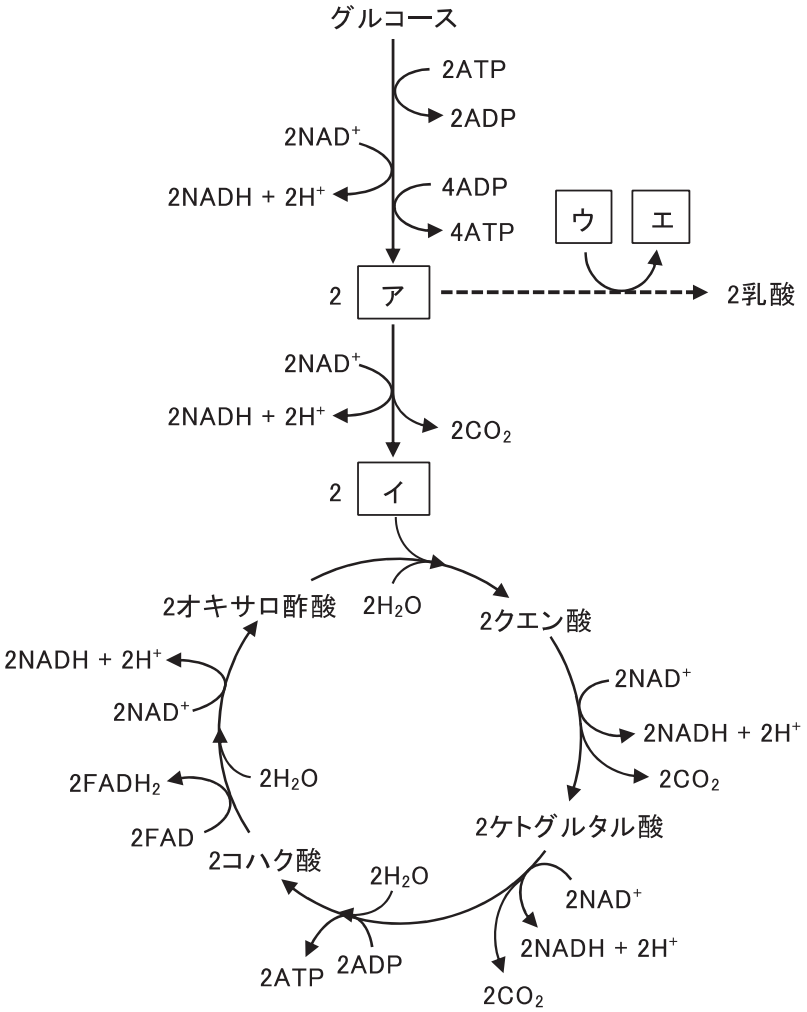

図１　呼吸におけるグルコースの反応過程（解糖系とクエン酸回路）

問1　**図1**の空欄 ア と イ に入る物質の組み合わせとして，正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 1

	ア	イ
a	アセチルCoA	ピルビン酸
b	グルタミン酸	アセチルCoA
c	ピルビン酸	アルコール
d	ピルビン酸	アセチルCoA
e	ホスホグリセリン酸	グリセルアルデヒド

問2　激しい運動をしたときの筋肉では， ア から乳酸（$C_3H_6O_3$）が生成する。このとき，**図1**の空欄 ウ と エ に入る物質の組み合わせとして，正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 2

	ウ	エ
a	2ADP	2ATP
b	$2NAD^+$	$2NADH + 2H^+$
c	$2NADH + 2H^+$	$2NAD^+$
d	$2NADP^+$	2NADPH
e	2NADPH	$2NADP^+$

問3　**図1**の NAD^+ に関する記述として，正しいのはどれか。次のa～eのうちから最も適当なものを一つ選べ。 3

a　高エネルギーリン酸化合物である。

b　他の物質に電子を運搬する役割を担う。

c　ATP合成酵素の補酵素としてはたらく。

d　他の物質から電子を受け取る役割を担う。

e　基質から二酸化炭素を切り離す反応を触媒する。

問 4　クエン酸回路に関する記述として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **4**

a　クエン酸の炭素数は 4 である。

b　基質レベルのリン酸化が起こる。

c　水を分解するとともに ATP を合成する反応がある。

d　還元型補酵素と酸化型補酵素が同時に生成される反応がある。

e　肺呼吸によって取り込まれた酸素が，基質の炭素に結合して二酸化炭素が生成する。

問 5　電子伝達系に関する記述として，正しいのはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **5**

a　水素と酸素が結合する反応がある。

b　二酸化炭素を放出する反応がある。

c　酸化型補酵素が還元型補酵素に変わる反応がある。

d　基質が酵素反応によって分解されて ATP が生じる。

e　電子の伝達は，ミトコンドリアのマトリックスで進行する。

第２問　遺伝子と核酸に関する次の文章を読み，下の問い（**問１～３**）に答えよ。

DNA と RNA はよく似た分子構造をもつ核酸であるが，遺伝子の本体は DNA である。RNA と異なり，遺伝情報を担う DNA は基本的に２本鎖の構造をもつため，①半保存的に複製され，元の分子と同じ情報をもつ分子をつくることができる。これは，遺伝情報を娘細胞や次世代へ伝達する唯一の方法である。一方，高分子 RNA は，DNA の配列を鋳型（いがた）とする②転写によってつくられる。RNA のうち，③mRNA（伝令 RNA）・tRNA（転移 RNA）・rRNA（リボソーム RNA）は翻訳に必要とされる。

問１　下線部①について，半保存的複製に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **6**

a　リーディング鎖では岡崎フラグメントがつくられるため，DNA 合成は不連続に進行する。

b　5’末端から 3’末端の方向に娘鎖を合成するため，親鎖となる鋳型 DNA は常に 3’末端から 5’末端の方向へほどかれる。

c　DNA ポリメラーゼはヌクレオチド鎖の伸長反応のみを担っており，鋳型 DNA があっても新規のヌクレオチド鎖を合成できない。

d　１本の２本鎖 DNA を鋳型として，２本の２本鎖 DNA ができるが，このうち１本が元の２本鎖 DNA に由来する。

e　鋳型となる２本鎖 DNA のうち，片方の鎖は常にリーディング鎖の鋳型となり，他方の鎖は常にラギング鎖の鋳型となる。

問 2　下線部②について，転写に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **7**

a　プロモーターから始まるため，合成された RNA の末端にはプロモーター配列がある。

b　RNA ポリメラーゼは，新生 RNA を両方向へ（3'末端および 5'末端側へ）合成できる。

c　真核生物のゲノムには，転写されない DNA 配列が多く存在し，それらの塩基配列は遺伝子ではない。

d　鋳型となる 2 本鎖 DNA のうち，片方の鎖からセンス鎖，他方の鎖からアンチセンス鎖を合成する。

e　転写が開始されると RNA 合成が進行し，次の遺伝子のプロモーター直前まで転写すると合成が止まる。

問 3　下線部③について，翻訳に必要とされる RNA に関する記述として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **8**

a　rRNA は，リボソームを構成するタンパク質の情報をもつ。

b　mRNA にはコドンがあり，tRNA のアンチコドンと相補的に結合する。

c　tRNA は多数存在し，それぞれ各アミノ酸を合成するための情報をもつ。

d　mRNA は遺伝子として鋳型 DNA から合成されるが，tRNA と rRNA の合成は鋳型を必要としない。

e　mRNA は，真核生物では核内でスプライシングされるが，多くの原核生物では細胞質基質でスプライシングされる。

第3問　減数分裂と有性生殖に関する次の文章を読み，下の問い（**問1・問2**）に答えよ。

ヒトは①23種類の染色体に，およそ30億塩基対からなるゲノムをもつ。このゲノム情報はDNAの遺伝情報として次世代に引き継がれる必要がある。ヒトのような有性生殖で子孫を残す生物は，両親がそれぞれ②減数分裂によって配偶子をつくる。配偶子は接合し，接合子（受精卵）から新たな個体が形成される。ヒトのような多細胞生物では，体細胞分裂によって1個の細胞である受精卵から細胞数を増やし，個体が発生し，成長する。

問1　下線部①について，ヒトの染色体とゲノムDNAに関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **9**

a　精子や卵は，染色体を46本もつ。

b　DNA複製前の体細胞は，23本の染色体をもつ。

c　受精卵はおよそ60億個の塩基からなるDNAをもつ。

d　第一卵割を開始する直前の受精卵は，92本の染色体をもつ。

e　分裂中の細胞は，およそ120億個の塩基からなるDNAをもつ。

問2　下線部②について，減数分裂と体細胞分裂に関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **10**

a　減数分裂の前に，DNAは複製されない。

b　減数分裂の第一分裂終了時，核相は複相である。

c　体細胞分裂の際に，二価染色体は観察されない。

d　体細胞分裂では，DNA複製により単相から複相へ変化する。

e　減数分裂の第二分裂終了時に，それぞれの相同染色体は1対となる。

第４問　ヒトの中枢神経系での情報処理に関する次の文章を読み，下の問い（**問１～３**）に答えよ。

刺激に対して無意識的に起こる一定パターンの身体反応は，反射と呼ばれる。例えば，膝蓋腱反射（しつがいけん）は，ひざの関節の下の腱（膝蓋腱）をたたくと，思わず足が前に跳ね上がるという反射であるが，このような機構は，筋の緊張状態をうまく保ち，重力に逆らって身体を支えて立つことなどにも役立っている。このような反射反応において，刺激を受容してから反応がひき起こされるまでの経路を反射弓といい，（１）受容器，（２）感覚神経，（３）反射中枢，（４）運動神経，（５）効果器の要素で構成される。膝蓋腱反射の反射弓における感覚神経や運動神経は，ヒトの生体内でも特に伝導速度の速い神経である。

なお，以下の問題では伸筋に伝わる経路について考えなさい。

問１　膝蓋腱反射の反射弓に関する説明として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 $\boxed{11}$

a　受容器は膝蓋腱である。

b　反射中枢は大脳皮質である。

c　感覚神経は腹根を通って脊髄に入る。

d　主な効果器の反応は，ふくらはぎの筋の収縮である。

e　感覚神経から伸筋の運動神経に至るまでの経路に，介在ニューロンは存在していない。

問 2　膝蓋腱反射における（4）の運動神経に関する記述として，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **12**

a　太さの細い無髄神経である。

b　シナプス前細胞からの神経伝達物質を受け取る受容体は，終板に存在する。

c　シナプス前細胞からの神経伝達物質が受容体に結合することにより，抑制性のシナプス後電位が発生する。

d　神経終末に流れ込んだカリウムイオンにより，シナプス小胞が移動し，神経終末の細胞膜と融合する。

e　軸索終末方向に伝わる活動電位が，細胞体の方向に逆戻りしないのは，不応期が存在するためである。

問 3　（5）の効果器である筋に関する記述として，正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **13**

a　収縮の前にまず活動電位が発生し，その興奮が筋小胞体に伝わり，筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。

b　カルシウムイオンがトロポミオシンに結合することにより，トロポニンの形が変わって，アクチンとミオシンが結合できるようになる。

c　ミオシン頭部に ATP が結合しているときに，アクチンとミオシン頭部は結合状態になる。

d　筋が収縮（短縮）するとき，暗帯の長さは短くなるが，明帯の長さは変化しない。

e　筋収縮で多量の ATP が消費されると，筋細胞中には一時的にクレアチンリン酸が増えてくる。

第5問　植物の種子の発芽調節に関する次の文章を読み，下の問い（**問1・問2**）に答えよ。

多くの植物の種子では，植物ホルモンを介して休眠や発芽の調節が行われる。植物ホルモンの［ア］は発芽を促進し，［イ］は発芽を抑制する。レタスなど光発芽種子では，［ウ］光が種子に当たると，［ア］が合成され，発芽が促進される。胚と胚乳と，胚乳を包む糊粉層（こふんそう）からなるイネやオオムギの種子の場合，胚から分泌された［ア］が糊粉層に作用して，酵素であるアミラーゼの発現を誘発し，アミラーゼが胚乳中のデンプンを糖に分解する。この糖が胚で利用されて，胚の成長が起こる。

この様子を確かめる実験として，①オオムギを使った次のような実験がある。デンプンを含んだ寒天培地（**培地A**）と，それに［ア］を加えた培地（**培地B**）に，外皮を除いた種子や種子の一部を置き，室温でしばらく置いておくと，アミラーゼが存在する部分のデンプンが分解されて，その部分が溶解する。寒天培地にヨウ素液を散布すると，デンプンが分解されたところだけヨウ素デンプン反応が起こらず，アミラーゼが合成されたかどうか確認できる。

問1　上の文章中の空欄［ア］，［イ］，［ウ］にあてはまる語として，最も適当な組合せを，次のa～eのうちから一つ選べ。［14］

	ア	イ	ウ
a	アブシシン酸	ジベレリン	遠赤色
b	アブシシン酸	オーキシン	赤　色
c	アブシシン酸	オーキシン	遠赤色
d	ジベレリン	アブシシン酸	赤　色
e	ジベレリン	アブシシン酸	遠赤色

問 2　下線部①の実験の結果として，正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 15

a　胚乳を置いた**培地 A** の部分は，ヨウ素液で青く染まらなかった。

b　胚乳を置いた**培地 B** の部分は，ヨウ素液で青く染まらなかった。

c　胚乳と糊粉層を置いた**培地 A** の部分は，ヨウ素液で青く染まった。

d　胚乳と糊粉層を置いた**培地 B** の部分は，ヨウ素液で青く染まった。

e　胚と胚乳と糊粉層を置いた**培地 A** の部分は，ヨウ素液で青く染まった。

第6問　個体群密度に関する次の文章を読み，下の問い（**問1・問2**）に答えよ。

個体群の大きさを，単位空間当たりの個体数で示したものを，個体群密度という。個体群密度の変化は，生物の成長，死亡，繁殖以外にも形態，生理，行動などを顕著に変化させることがある。

問1　一定の面積に密度を変えてダイズをまいたときに，区画ごとの成長に関する記述として，正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **16**

a　最終的な個体群全体の質量は，個体群密度が低い区画の方が大きい。

b　最終的な個体群全体の質量は，個体群密度が高い区画の方が大きい。

c　個体の質量増加の割合は，個体群密度にかかわらずほぼ一定である。

d　個体群密度が高い区画で激しくなる個体間の競争を，種間競争という。

e　芽生えて間もないころの全体の質量は，個体群密度が高い区画の方が大きい。

問2　トノサマバッタは幼虫期の個体群密度により，孤独相または群生相のどちらかになる。それぞれの相と，その特徴の組み合わせとして正しいものはどれか。次の**a**～**e**のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **17**

a　群生相 ―― 産卵数が多い

b　群生相 ―― 発育速度が速い

c　群生相 ―― 前翅（まえばね）（相対的な長さ）が短い

d　孤独相 ―― 後脚が短い

e　孤独相 ―― 個体群密度が高いときに出現する

第７問　生存曲線に関する次の文章を読み，下の問い（**問１・問２**）に答えよ。

個体群において，出生後の時間経過とともに，生まれた子の数がどのように減っていくかを示した表を生命表といい，生命表をグラフにしたものを生存曲線という（**図２**）。生存曲線の形は種によって大きく異なり，**図２**で示すような**A**～**C**の３つの型に区分される。

A型の種は親が子を保護するものが［　ア　］。産まれる卵や子の数は［　イ　］。**B型**の種は，生存する全期間でほぼ一定の生存率を示す。**C型**の種は出生直後の死亡数は［　ウ　］。そして産まれる子や卵の数は［　エ　］。

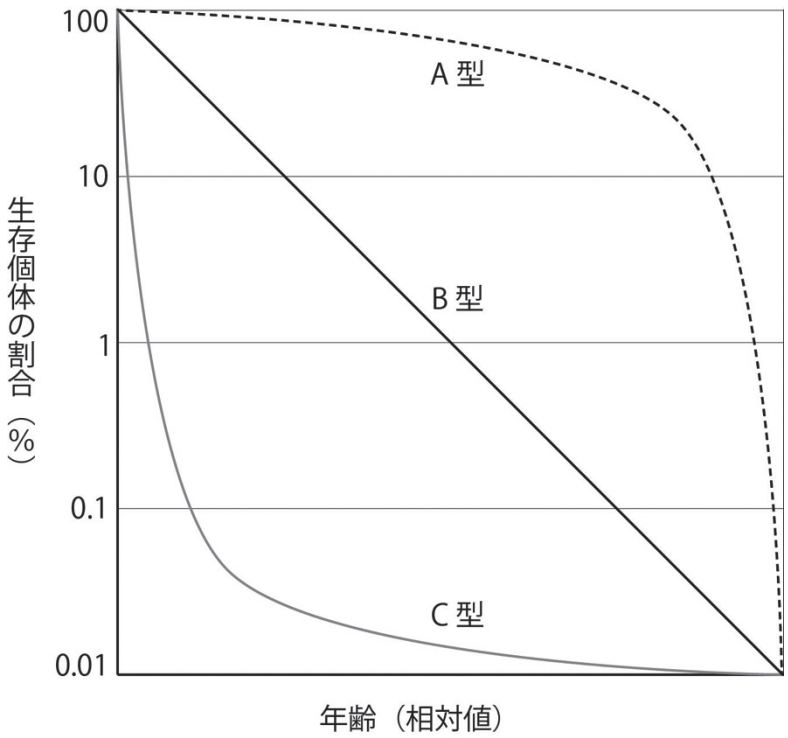

図２　生存曲線の３つの型

問 1　前の文章中の空欄 ア ～ エ にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。最も適当なものを次の a ～ e のうちから一つ選べ。 18

	ア	イ	ウ	エ
a	多　い	少ない	多　い	多　い
b	多　い	少ない	少ない	多　い
c	多　い	多　い	多　い	少ない
d	少ない	多　い	少ない	少ない
e	少ない	少ない	多　い	多　い

問 2　**図 2** の生存曲線における 3 つの型と，動物種の組み合わせとして正しいものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 19

a　A 型 ―― アサリ

b　A 型 ―― ミツバチ

c　B 型 ―― イワシ

d　C 型 ―― トカゲ

e　C 型 ―― ニホンザル

第 8 問　生物クラブでは，多細胞生物の変遷について地質時代ごとの特徴をまとめることにした。部長と部員の会話を読んで，下の問い（**問 1 ～ 4**）に答えよ。

部　長：今から約［ア］億年前に地球が誕生し，それから約［イ］億年前までは，先カンブリア時代と呼ばれているね。この時期に小形の多細胞生物が誕生していたと考えられている。

部　員：でも，約 7 億年前に全球凍結（ぜんきゅうとうけつ）が起こって，多くの生物が絶滅したんですよね。

部　長：その後に，比較的大形で軟体質の体をもつ多様な［ウ］が出現した。それ以降では出現する生物化石の種類が大きく変化している。その時代を特徴づける化石は何と呼ばれているかな？

部　員：［エ］です。

部　長：正解！古生代に入ると海水中の酸素濃度が高まり，①カンブリア大爆発と呼ばれる大形動物の急速な多様化が起こったんだ。

部　員：そのころは，今とはずいぶん形の異なる生物が存在していたんですね。

部　長：中生代に入ると有名な恐竜や翼竜類などの［オ］が繁栄したんだ。

部　員：あんな巨大な生物が繁栄していたなんて不思議です。でも，彼らも結局絶滅したんですよね。

部　長：そう，その中で生き残った哺乳類が，次の新生代で急速に多様化して，その中から霊長類が出現したんだ。そして，新生代の［カ］の頃，②類人猿の仲間が現れ，我々の祖先の人類は 600 万年から 1000 万年前までの間に出現したんだ。

問 1　前ページの文章中の［ア］～［ウ］にあてはまるものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 20

	ア	イ	ウ
a	100	2.5	バージェス動物群
b	100	2.5	エディアカラ生物群
c	46	2.5	チェンジャン動物群
d	46	5.4	バージェス動物群
e	46	5.4	エディアカラ生物群

問 2　前ページの文章中の［エ］～［カ］にあてはまるものはどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 21

	エ	オ	カ
a	示準化石	無顎類	古第三紀
b	示準化石	は虫類	新第三紀
c	示相化石	無顎類	古第三紀
d	示相化石	は虫類	新第三紀
e	示相化石	は虫類	第四紀

問 3　下線部①のカンブリア大爆発で現れた生物はどれか。次の a ～ e のうちから最も適当なものを一つ選べ。 22

a　シーラカンス

b　アンモナイト

c　イクチオステガ

d　アノマロカリス

e　ディッキンソニア

問 4　下線部②の類人猿に関する記述として正しいものはどれか。次の **a** ～ **e** のうちから最も適当なものを一つ選べ。 **23**

a　尾をもっていない。

b　立体視はできない。

c　直立二足歩行が可能である。

d　拇指（ぼし）対向性は認められない。

e　脳の容積は約 1000 mL 程度である。