

1 生物の体内環境の維持に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

多くの動物では、体外環境が変化しても、体内環境としての体液の状態を常に一定の範囲内に保とうとするしくみがある。このしくみを恒常性といい、(a)自律神経系と内分泌系が重要な役割を果たしている。脊椎動物の心臓の拍動は、体内では主に自律神経系によって調節されているが、(b)体外に取り出され、神経の連絡が遮断されても、条件さえ整っていれば、リンガー液などの生理的塩類溶液中で自動的に拍動を続けることができる。激しい運動によって筋肉などの組織で大量の酸素が消費され、血液中の酸素が不足して二酸化炭素の濃度が高くなると、**ア**にある心臓の拍動を促進する中枢が興奮し、心臓に分布する**イ**神経を通して拍動数が増加する。その結果、血流量が増加して筋肉などの組織へ多くの酸素が供給されるようになる。

内分泌系では、主として(c)内分泌腺から分泌されるホルモンがそれぞれ特有の生理作用を現す。例えば、甲状腺から分泌されるチロキシンは、**ウ**はたらきをもつ。通常、ヒトでは、(d)体内のチロキシンの濃度は間脳視床下部や脳下垂体前葉で感知され、これにより、視床下部からの甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌や脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌が調節されることによって、チロキシンの濃度が適切に維持されている。

問1 下線部(a)に関して、自律神経系に関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 **1**

- ① 交感神経は、中脳および延髄から出る。
- ② 副交感神経は、すべての器官のはたらきを抑制する。
- ③ 自律神経系の主たる中枢は、間脳の視床下部にある。
- ④ 自律神経系は、感覚器官や骨格筋を支配する末しょう神経系である。
- ⑤ 交感神経の活動は安静時に、副交感神経の活動は緊張時や運動時に高まっている。

問2 下線部(b)に関して、これは心臓にあるペースメーカー(洞房結節)の自動性によるものである。ヒトのペースメーカーは心臓のどこにあるか。その位置として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。

2

- ① 右心房 ② 右心室 ③ 左心房 ④ 左心室

問3 文章中の**ア**・**イ**に入る語として最も適当なものを、次の中から一つずつ選べ。

ア **3** **イ** **4**

- ① 運動 ② 感覚 ③ 交感 ④ 副交感 ⑤ 中脳
- ⑥ 延髄 ⑦ 脊髄

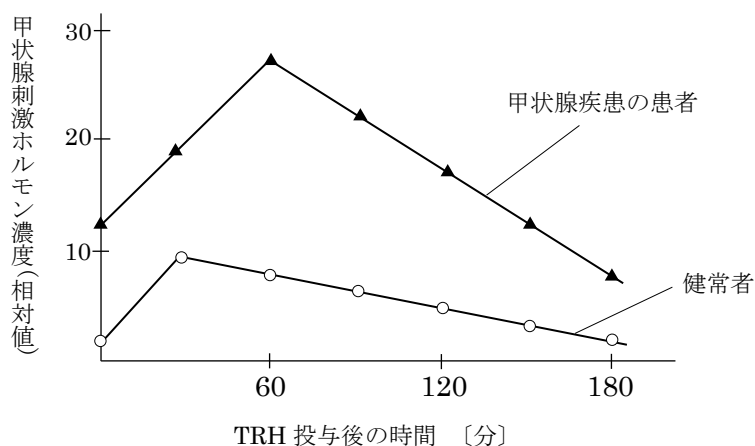
問 4 下線部(c)に関して、内分泌腺とその内分泌腺から分泌されるホルモンの組合せとして適当なものを、次の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 5 ・ 6

内分泌腺	ホルモン	内分泌腺	ホルモン
① 副腎皮質	グルカゴン	② 脳下垂体前葉	バソプレシン
③ 副腎髄質	パラトルモン	④ 脳下垂体前葉	成長ホルモン
⑤ 副腎皮質	インスリン	⑥ 脳下垂体後葉	糖質コルチコイド
⑦ 副腎髄質	アドレナリン	⑧ 脳下垂体後葉	鉱質コルチコイド

問 5 文章中の ウ に入るチロキシンのはたらきに関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 7

- ① 血中のカルシウム濃度を上昇させる ② 体内の代謝を促進する
- ③ 腎臓での水の再吸収を促進する ④ 糖質コルチコイドの分泌を促進する
- ⑤ グリコーゲンへの合成により血糖濃度を低下させる

問 6 下線部(d)に関して、チロキシンの分泌に関わる組織や器官の機能が低下することによって、チロキシンの分泌が抑制される病気が知られている。甲状腺の機能の低下によって血液中のチロキシン濃度の低下がみられたある患者と、健康な人(健常者)にそれぞれ甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン(以下、TRH と表記)を投与し、血液中の甲状腺刺激ホルモン濃度を測定したところ下のグラフのようになった。この結果に関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 8



- ① TRH を投与する前の甲状腺疾患の患者の甲状腺刺激ホルモンの濃度は、健康な人と比べて低い。
- ② 患者の視床下部では TRH が分泌されないために、血液中のチロキシンの濃度が低くなっている。
- ③ 甲状腺疾患の患者に TRH を投与すると、甲状腺刺激ホルモンの濃度が上昇しているの、脳下垂体は機能している。
- ④ TRH 投与後 30 分以降に、健康者の甲状腺刺激ホルモン濃度が低下するのは、甲状腺刺激ホルモンが脳下垂体に作用し、甲状腺刺激ホルモンの分泌が抑制されたためである。

2 代謝に関する次の文章を読み、下の問い（問1～8）に答えよ。

I 生体内では、物質の合成や分解が常に起こっている。この化学反応全体をまとめて代謝とよび、代謝は、大きく①異化と同化に分けられる。生体内で起こるさまざまな化学反応は②酵素が触媒することによって進められている。また、細胞内での代謝によるエネルギーのやり取りは③ATPとよばれる物質を仲立ちとして行われている。同化の中でも、二酸化炭素を取り込み、有機物につくりかえるはたらきを炭酸同化という。炭酸同化は、同化に必要なエネルギーとして光を用いる光合成と **X** することで得られるエネルギーを用いる④化学合成に分けられる。

問1 下線部(a)に関して、異化と同化に関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 **9**

- ① 呼吸は異化の反応であり、エネルギーを吸収する反応である。
- ② 呼吸は同化の反応であり、エネルギーを放出する反応である。
- ③ 光合成における糖の合成は異化の反応であり、エネルギーを放出する反応である。
- ④ 光合成における糖の合成は同化の反応であり、エネルギーを吸収する反応である。

問2 下線部(b)に関して、酵素の一般的な性質に関する記述として誤っているものを、次の中から一つ選べ。 **10**

- ① 酵素の主成分は、タンパク質からできている。
- ② 自身は変化せず、繰り返し反応することができる。
- ③ 細胞内で1つの酵素が多くの異なる反応を促進する。
- ④ 熱に弱く、一度、立体構造が崩れてしまうと働きを失ってしまう。

問3 下線部(c)に関して、ATPに関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 **11**

- ① ATPはアデニンにリン酸が2つ付加された化合物である。
- ② ATPがADPとリン酸に分解されると、多量のエネルギーが放出される。
- ③ アデノシンは、アデニンにデオキシリボースが結合している。
- ④ アデノシンとリン酸との結合を高エネルギーリン酸結合という。

問4 文章中の **X** に入る語句として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 **12**

- ① 有機物を酸化 ② 有機物を還元 ③ 無機物を酸化 ④ 無機物を還元

問5 下線部(d)に関して、化学合成を行う細菌(化学合成細菌)を、次の中から一つ選べ。 **13**

- ① 亜硝酸菌 ② 紅色硫黄細菌 ③ ネンジュモ ④ 酵母菌
- ⑤ 乳酸菌 ⑥ オオカナダモ

Ⅱ ミトコンドリアや葉緑体における ATP 合成のしくみが十分に明らかでなかった 1961 年に、ミッチェルは新たな考え方である化学浸透説を提唱した。当初は仮説の域を出なかったものの、⑥ヤーゲンドルフが葉緑体を用いて行った実験を契機として、多くの研究者が化学浸透説を支持するようになった。次の図 1 は、葉緑体において実際に行われている ATP 合成のようすを模式的に示したものである。

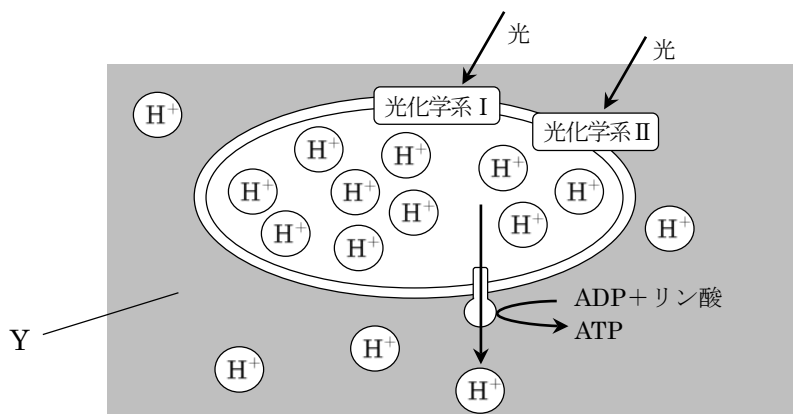


図 1

問 6 図 1 中の Y (網掛けの ■ 部分) は、葉緑体のある部分領域を示している。その部分の名称として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 **14**

- ① クリステ ② チラコイド ③ マトリックス ④ ストロマ

問 7 図 1 中の光化学系 I と光化学系 II において、光エネルギーが吸収されることで生じる反応について述べた文として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。 **15**

- ① 光化学系 I では酸素が発生し、光化学系 II では NADPH が生成される。
 ② 光化学系 I では酸素が発生し、光化学系 II では NADPH が分解される。
 ③ 光化学系 I では NADPH が生成され、光化学系 II では酸素が発生する。
 ④ 光化学系 I では NADPH が分解され、光化学系 II では酸素が発生する。

問 8 文章中の下線部(e)に関して、ヤーゲンドルフが行った実験は、次のようなものである。

【実験】 ADP とリン酸を含まない溶液に葉緑体を浸して光を十分に与え、その後、光を与えない条件にして ADP とリン酸を加えると、ATP が合成された。

上記の **【実験】** に対して、 H^+ が生体膜を自由に通過できるようにする薬品を加えて同様の操作を行うと、結果はどのようになると考えられるか。最も適当なものを、次の中から一つ選べ。ただし、加える薬品は生体膜にのみ作用し、他の生体反応には影響を与えないものとする。 **16**

- ① 水素イオンの濃度勾配が形成されやすくなり、合成される ATP の量が増加する。
 ② 水素イオンの濃度勾配が形成されやすくなり、合成される ATP の量が減少する。
 ③ 水素イオンの濃度勾配が形成されにくくなり、合成される ATP の量が増加する。
 ④ 水素イオンの濃度勾配が形成されにくくなり、合成される ATP の量が減少する。

3 植生の遷移と生態系に関する次の文章（Ⅰ・Ⅱ）を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

Ⅰ 植生が一定の方向に移り変わっていくことを(a)遷移という。森林が形成される過程では、まず(b)陽樹を中心とする陽樹林が形成され、そこに陰樹が混ざるようになり（混交林）、やがて陰樹を中心とする陰樹林となると、全体として大きな変化を示さなくなる。本州の関東以西の平野部に見られる、ある照葉樹林帯の多くの地域では、**ア**などが優占する陽樹林から**イ**などが優占する陰樹林へと変化し、その状態で安定したものである。

問1 文章中の**ア**および**イ**に入る植物の組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選べ。

17

- | | ア | イ | | ア | イ |
|---|------|------|---|------|------|
| ① | アカマツ | クスノキ | ② | アカマツ | ミズナラ |
| ③ | タブノキ | クスノキ | ④ | タブノキ | トドマツ |
| ⑤ | コナラ | トドマツ | ⑥ | コナラ | ミズナラ |

問2 下線部(a)に関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。

18

- ① 陸地で起こる遷移を乾性遷移といい、温暖湿潤な地域においては、湿原、草原を経て森林を形成する。
- ② 山火事などにより既存の植生が損なわれた状態から始まる遷移を二次遷移といい、一次遷移に比べると進行が遅い。
- ③ 土壌のない裸地から始まる遷移を一次遷移といい、多くはコケ植物や地衣類などが初期の先駆植物として現れる。
- ④ 湖沼で起こる遷移を湿性遷移といい、遷移の最終段階に達すると水底から水面にかけて階層構造が発達した状態で安定する。

問3 下線部(b)の変化に関する記述として適当なものを、次の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

19

20

- ① 陰樹を中心とする陰樹林では、種子は風による散布型のものが多くみられるようになる。
- ② 陽樹が陰樹よりも先に森林を形成するのは、陰樹の光飽和点が陽樹の光飽和点よりも高いためである。
- ③ 遷移の最終段階に見られる植物種を極相樹種といい、その多くの樹種は窒素固定細菌が根に共生している。
- ④ 遷移に伴って陽樹林から陰樹林へと変化するのは、陰樹の幼木の光補償点が、陽樹の幼木の光補償点よりも低いためである。
- ⑤ 遷移の初期から後期の環境変化として、土壌に含まれる栄養塩類は多く、地表の植物に届く光の強さも強くなる。
- ⑥ 林冠に大きなギャップができると、林床部分では飛来したり土壌に埋もれたりしていた先駆樹種の種子も発芽して生育できるようになる。

II (a)生態系には部分的に破壊を受けても、もとにもどろうとする力（**ウ**）が備わっている。しかし、急速な人口増加や生活様式の変化、エネルギー消費量の急激な増加によって、地球上のさまざまな生態系のバランスが乱れつつある。(a)生態系の保全には、多様な生物の豊かなかかわり合い、すなわち生物多様性を維持する取り組みが必要である。しかしながら、日本においても**エ**など絶滅の恐れのある生物種が数多く存在する。

問4 文章中の**ウ**および**エ**に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選べ。

21

- | | ウ | エ | | ウ | エ |
|---|--------|-------|---|--------|--------|
| ① | 作用 | アライグマ | ② | 作用 | アカウミガメ |
| ③ | 環境形成作用 | アライグマ | ④ | 環境形成作用 | アカウミガメ |
| ⑤ | 復元力 | アライグマ | ⑥ | 復元力 | アカウミガメ |

問5 下線部(c)の生態系に関する記述として適当なものを、次の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。**22**・**23**

- ① 炭素の循環において、生物と大気との間で行われる炭素の移動は、生産者にみられるが消費者にはみられない。
- ② 生産者の光合成により光エネルギーが有機物中に化学エネルギーとして蓄積され、そのエネルギーは食物連鎖を通じて消費者に移り、最終的に熱エネルギーとして生態系外へ放出される。
- ③ 生産者が一定期間に成長する量は、生産者の総生産量（光合成によって生産する有機物の総量）・枯死量・被食量で決まり、呼吸量は影響しない。
- ④ 消費者のうち、生物の遺体や排出物などに含まれる有機物が無機物に分解される過程に関わるものは、分解者に位置づけられる。
- ⑤ 生態系において食物連鎖にもとづく位置づけを栄養段階とよび、一般的に栄養段階の上位の生物ほど、被食者・捕食者相互関係により、個体数は多くなる。
- ⑥ 湖や海などの水界生態系においては、生産者は水生植物に限られるため、水生植物が生育していない領域の総生産量は0になる。

問6 下線部(d)に関して、近年では、生態系の保全のために干潟^{ひがた}や里山を保護する取り組みが行われている。干潟や里山に関する記述として最も適当なものを、次の中から一つ選べ。**24**

- ① 干潟には貝類やゴカイなどが生息しているが、水質を浄化するはたらきはない。
- ② 里山では多様な生物が複雑な食物網を形成しているが、里山では放置されても森林は維持され、生物の多様性はほとんど低下しない。
- ③ 干潟に飛来するシギやチドリ類などの鳥類は干潟の貝類や魚類を食べるので、干潟に飛来しないようにし、生物多様性を保全する必要がある。
- ④ 里山の雑木林は主に落葉広葉樹からなり、人間が管理することで遷移の途中の段階が維持されている。

4 動物の発生と遺伝子に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

動物の初期胚で起こる体細胞分裂を(a)卵割と呼ぶ。(b)卵割の様式は卵における卵黄の量と分布に大きく左右され、たとえば昆虫類が形成する心黄卵は、卵黄の多くが卵の中心部に分布するので、卵割の様式は表割となる。また、卵の細胞質に含まれるタンパク質や mRNA の分布も発生の過程に大きな影響を与える。特に、雌親の細胞内で発現し、その mRNA など遺伝子産物が卵に蓄積される遺伝子は、**ア** 遺伝子と呼ばれる。

ショウジョウバエの場合、代表的な **ア** 遺伝子にビコイド遺伝子やナノス遺伝子があり、卵の前方にはビコイド遺伝子の mRNA（ビコイド mRNA）が、後方にはナノス遺伝子の mRNA（ナノス mRNA）が局在している。(c)卵が受精すると、ビコイド mRNA やナノス mRNA の翻訳が開始され、胚の前後軸に沿ってビコイドやナノスなどのタンパク質の濃度勾配が形成される。

カエルなどの両生類では、胞胚において、植物極側の予定 **イ** 胚葉域が接する予定 **ウ** 胚葉域の細胞に作用し、これを **エ** 胚葉へと誘導する。この現象を **エ** 胚葉誘導という。**エ** 胚葉誘導で生じた背側の **エ** 胚葉は、原腸胚後期に接する **ウ** 胚葉にはたらきかけて(d)神経に誘導する形成体としてはたらく。

問1 下線部(a)について、一般的な体細胞分裂と比較したときの、ウニやカエルなどの初期胚の卵割の特徴として適当なものを、次の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 **25** ・ **26**

- ① G₁ 期や G₂ 期が極めて短く、細胞周期も極端に短い。
- ② DNA の複製を伴わずに分裂が繰り返される。
- ③ 生じた割球が分裂前の大きさに成長してから次の分裂が起こる。
- ④ 分裂の前後で染色体数が半減する。
- ⑤ 初期には各割球が同調的に分裂する。
- ⑥ 間期がなく、分裂速度が非常に速い。

問2 下線部(b)について、ビコイドタンパク質の濃度勾配が胚の広い領域にわたって効果をもつことができるのはキイロショウジョウバエをはじめ、昆虫類の胚がもつ、ある卵割様式の重要な特徴と関係がある。その重要な特徴とは何か。最も適するものを、次の中から一つ選べ。 **27**

- ① 卵が基質に産み付けられた時点で、原腸形成と中胚葉の誘導が完了している。
- ② 発生の初期に、細胞膜に複数の小孔が開き、物質交換ができるようになるため、細胞間で物質の移動が起きやすい。
- ③ 発生の初期には、受精卵全体を等分する形で分裂が起こり、物質の配分が正確に制御される。
- ④ 発生の初期には、核分裂のみが行われ、細胞質分裂が行われず、細胞膜による仕切りが形成されない。

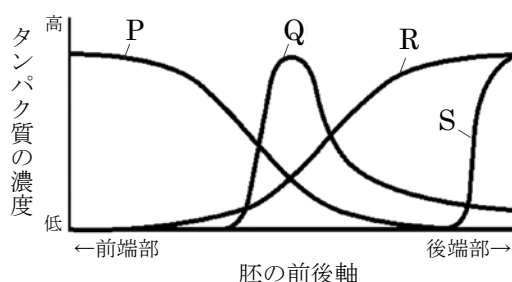
問3 文中の空欄 **ア** に当てはまる適当な語として適当なものを、次の中から一つ選べ。 **28**

- ① 母性効果 ② ホメオティック ③ 体節 ④ 構造

問4 空欄 イ ～ エ に当てはまる語句として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。 29

	イ	ウ	エ
①	中	内	外
②	内	外	中
③	内	中	外
④	外	内	中

問5 下線部(c)に関して、調節遺伝子の一つであるハンチバックの mRNA は未受精卵では卵全体に分布しているが、ビコイドとナノスのタンパク質がハンチバックの発現を調節し、ハンチバックタンパク質の濃度勾配が形成される。ビコイドタンパク質はハンチバックの発現を活性化し、ナノスタンパク質は抑制することがわかっているとき、初期胚におけるハンチバックタンパク質の分布を表したグラフは図の P～S のいずれになると予想されるか。次の中から最も適当なものを一つ選べ。 30



- ① P ② Q ③ R ④ S

問6 下線部(d)に関して、カエル胚では、原腸胚期に原腸陥入が起こって形成体が神経を誘導する。この現象については、BMP が重要な役割を果たしている。BMP は、胞胚期には胚の全域に分布しており、細胞表面の受容体に結合して、細胞の増殖や分化を促進するタンパク質である。なお、形成体から分泌されるタンパク質は、BMP と結合する性質があることがわかっている。

次の実験結果 1～4 および、上記の BMP に関する特徴から、どのような結論が導けるか。次の中から正しいと考えられるものを二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 31 ・ 32

実験結果 1：胞胚の動物極側の予定表皮域を取り出して培養すると、表皮に分化した。

実験結果 2：胞胚の動物極側の予定表皮域から取り出した組織を形成体と接触させて培養すると、神経に分化した。

実験結果 3：胞胚の動物極側の予定表皮域を取り出し、細胞をばらばらにして互いに接触しないようにした状態で培養すると、神経に分化した。

実験結果 4：胞胚の動物極側の予定表皮域を取り出し、細胞をばらばらにして互いに接触しないようにした状態で BMP を加えて培養すると、表皮に分化した。

- ① 表皮になる部分も神経になる部分も、形成体からの誘導を受けると表皮になる。
 ② BMP が予定表皮域の細胞の細胞膜にある BMP 受容体と結合することで、表皮が分化する。
 ③ 予定表皮域は本来神経に分化する性質があるが、形成体から分泌されるタンパク質により神経への分化を阻害される。
 ④ 予定表皮域は本来神経に分化する性質があるが、BMP により神経への分化を阻害され表皮になる。
 ⑤ 形成体から分泌されるタンパク質は、BMP を活性化させ神経への分化を誘導する。