

生 物

学 部	学 科	配 点
理工学部	化学・生命理工学科	300点
農学部	植物生命科学科，応用生物化学科，森林科学科，食料生産環境 学科，動物科学科	300点
	共同獣医学科	200点

注 意 事 項

1. 問題は，**1** から **5** までの計 5 問です。
2. **1** から **5** までのすべてを解答しなさい。
3. 解答用紙は，(5 の 1) から (5 の 5) までの計 5 枚です。解答は，すべて解答用紙の指定欄に記入しなさい。
4. 必ず解答用紙のすべてに，本学の受験番号を記入しなさい。
5. 印刷不鮮明およびページの落丁・乱丁等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよい。
7. 試験終了後，問題冊子および計算用紙は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

植物は、環境の変化や周囲からの刺激に応答しながら成長するしくみを備えており、これには光受容体や植物ホルモンと総称される物質が深くかかわっている。

種子は、発芽に最適な条件がそろうまで [ア] しており、これはアブシシン酸により維持されている。発芽条件がそろうと、胚で合成されたジベレリンが糊粉層に働きかけ、 [イ] の合成を誘導する。 [イ] によって胚乳中のデンプンが糖に分解され、これが栄養として胚に供給されて発芽にいたる。発芽すると、茎や根は光や重力といった刺激に対し屈性を示し、多くの場合、根は地中へ伸び、^①茎は上へと伸びる。茎や葉の成長はオーキシンやジベレリン、 [ウ] などにより調節されており、オーキシンは、側芽付近での [ウ] の合成を阻害することで側芽の成長を抑制し、頂芽の成長を優先させる。このような現象を [エ] と呼ぶ。

植物の成長が進み、日長や温度の条件がそろうと植物は花芽を形成する。生物が日長の変化に反応する性質を [オ] と呼び、日長の変化に応じて花芽形成する植物には、長日植物と短日植物がある。これらの植物の花芽形成に影響を与えるのは、連続した暗期の長さであり、花芽形成が起こる連続暗期の長さを [カ] という。日長の変化が葉の光受容体に感知されると、 [キ] と呼ばれる物質が合成され、茎の [ク] を通って茎頂に達し、花芽形成を誘導する。また、花芽形成は温度の影響を受けることがある。例えば秋まきコムギの花芽形成は、一定の低温状態を経験することで引き起こされる。このような現象を [ケ] と呼ぶ。

花が咲き、受粉すると種子が形成され、果実ができる。やがて老化した葉や熟した果実は、 [コ] の働きにより落葉、落果する。^②

問1. 文中の空欄 [ア] ～ [コ] に入る適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部①の現象にはオーキシンが関与している。植物の芽生えを暗所で水平に置くと、茎と根のどちらの部位でも下側(重力側)のオーキシン濃度が高くなるが、茎は負の重力屈性を、根は正の重力屈性を示す。根と茎で反対の重力屈性を示す理由を、以下の3つの語句をすべて用い、80字以内で説明せよ。

語句：感受性 促進 抑制

問 3. 日長にかかわらず一定の大きさになると花芽を形成する植物の総称を記せ。また、そのような性質を示す植物を以下の選択肢から3つ選び、記号で答えよ。

選択肢：(a) トマト (b) キク (c) アヤメ
(d) アブラナ (e) トウモロコシ (f) イネ
(g) コスモス (h) キュウリ

問 4. 植物は、生育に不利な環境に反応するしくみをもっている。以下の(a)~(f)の文から正しいものを2つ選び、記号で答えよ。

- (a) 強風や踏みつけなどの接触刺激を受けた植物では、ジベレリンが合成され、茎の伸長が抑制され、肥大が促進される。
- (b) 昆虫に食害された葉では、ジャスモン酸類の合成が誘導され、タンパク質の消化を阻害する物質の合成が促進される。
- (c) 光の方向が限定された環境に置かれた植物の茎では、光の当たる側にオーキシシンが移動し、正の光屈性を示す。
- (d) 植物が生い茂り、光がほとんど当たらない環境において、発芽が抑えられる性質の種子を暗発芽種子と呼ぶ。
- (e) 植物に病原菌が感染すると、ファイトアレキシンと呼ばれる植物ホルモンが合成される。
- (f) 植物が乾燥状態におかれると、葉でのアブシシン酸濃度が高まり、気孔が閉鎖する。

問 5. 下線部②について、以下の問いに答えよ。

- (1) 落葉広葉樹は、環境に適応するため、ある時期になるとすべての葉を落とす。落葉広葉樹が優占する森林バイオームを以下の選択肢より2つ選び、記号で答えよ。

選択肢：(a) 熱帯多雨林	(b) 雨緑樹林	(c) 硬葉樹林
(d) 夏緑樹林	(e) 照葉樹林	

- (2) (1)で選んだ2つの森林バイオームの樹木が落葉するのは、どのような環境に適応するためか。40字以内で説明せよ。

2 次の[I]と[II]の文章を読み、問1～問5に答えよ。

[I] 図1のAからCは、人工林などの同樹種、同齢林における生産者(植物、特に樹木)の物質収支の時間的変化を模式的に表したものである。まずAにおいて、(ア)は、はじめ急激に増加しピークを迎えた後、やや減少しその後ほぼ一定となる。また、(イ)は時間と共に増加していく。Bにおいて、(ウ)は、(ア)の変化にともなうため同じ曲線で示され、(エ)も同様に(ア)と同じパターンを示す。一方、(オ)は(イ)の変化にともなうため同じ曲線で示される。この(エ)と(オ)の合計が全体の(カ)となり、(ウ)から(カ)を差し引いたもの(塗りつぶし部分)が(キ)を表す。Cにおいて、曲線で示す(キ)から(ク)を差し引いたもの(塗りつぶし部分)が(ケ)となる。

問1. 図1および文中の(ア)～(ケ)にあてはまる語句を以下の語群より選び記号で答えよ。

語群：(a) 葉現存量	(b) 葉呼吸量
(c) 枯死・被食量	(d) 非同化部(枝・幹・根)現存量
(e) 非同化部(枝・幹・根)呼吸量	
(f) 総生産量	(g) 純生産量
(h) 成長量(植物体の増加量)	(i) 呼吸量

問2. 近年の大気中CO₂濃度の増加問題に対し、森林の持つCO₂吸収能力に関心が持たれている。図1にしたがって考えた場合、この森林の発達にともなうCO₂吸収量の変化について、十分に森林が発達した段階ではどのようになるかを踏まえて、図1のどの部分から読み取ったかという根拠とともに80字以内で説明せよ。

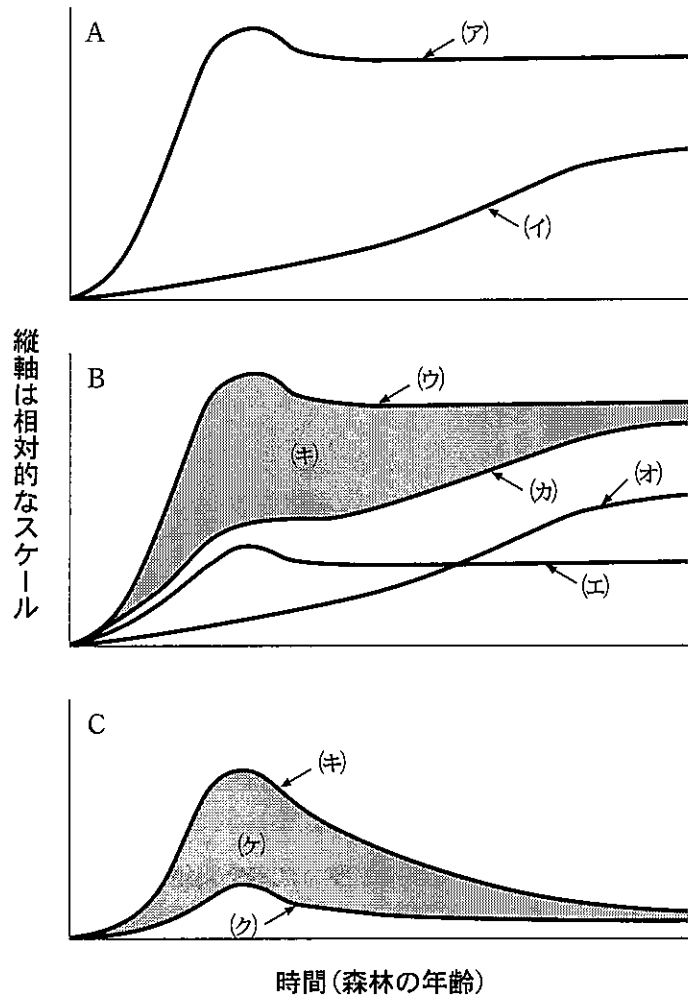


図1. 森林の物質収支の時間的变化

[Ⅱ] 様々な生態系における物質生産の推定によれば、森林の平均的な単位面積あたりの純生産量は、草原と比較して約2倍程度であるが、現存量はかなり大きく、約10倍近くあるとされている。一方、水界における物質生産の特徴は、生産の場がほぼ表層に限られており、生産者の光合成量と呼吸量がつりあう水深を (A) という。水界の単位面積あたりの純生産量および現存量は、森林や草原にくらべかなり小さいが、純生産量を現存量で割った値(回転速度もしくは回転率と呼ばれる)は非常に高い。地球全体の純生産量の合計のうち、全面積のほぼ30%を占める陸地で約6割、70%を占める海洋で約4割が生産されていると推定されている。また、陸地のバイオーム(生物群系)と単位面積あたりの純生産量は一定の関係があり、それらに強く影響を与える環境要因は主に (B) と (C) であるが、水界では沿岸部や高緯度地域の海洋で高く、熱帯地域の外洋で低いなどの特徴があり、(D) の制限を強く受けると考えられている。

問 3. 文中の (A) ~ (D) に入る適切な用語を答えよ。

問 4. 下線部①について、以下の問いに答えよ。

- (1) 「現存量」という用語について25字以内で説明せよ。
- (2) 草原に対して森林の現存量が純生産量の差以上に大きくなる理由を45字以内で説明せよ。

問 5. 下線部②について、このような特徴を持つ理由は、水界の主な生産者が草原・森林と異なるからである。水界の主な生産者の名称と、現存量の小ささや回転率の高さに関連するこの生産者の代表的な生態的特徴をひとつあげよ。

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

動物は環境中の刺激を受容器により知覚し、神経系によりその情報の統合・伝達を行い、効果器により行動することができる。脊椎動物における神経系は中枢神経系と末梢神経系に分けられる。中枢神経系は脳と脊髄から構成され、多数の神経細胞が集まって様々な情報の統合・処理を行なっている。また、中枢神経系は部位によって異なる機能の中枢としての機能を有しており、脳はさらに5つの構造に分化している。脊髄は脳と体の各部を結ぶ連絡路としての機能も有する。末梢神経系は受容器の情報を脳や脊髄に伝えたり、脳や脊髄からの情報を体の各部へ伝えたりする働きを持つ。

環境への対応の一つとして反射がある。反射とは熱いものに触れたときに手を引っ込める、ボールが飛んできたときに目をつぶるなどの反応であるが、反射独自の興奮伝達経路により反応するため、瞬間的な行動が可能になる。

問1. 下線部①について、ヒトの代表的な感覚である五感に関する文章として正しいものに○、誤っているものに×をつけよ。

- (1) 特定の受容器が受け取ることのできる刺激を適刺激といい、受容器内の感覚細胞が受けた情報を感覚神経が脳に伝えることで、適刺激に応じた感覚が生じる。
- (2) 視覚は眼の角膜に存在する視細胞が光刺激を受容することで生じるが、視細胞には感度が高いが色の識別に関与しない桿体細胞と、色の識別を行うが一定の明るさが必要な錐体細胞の二種類がある。
- (3) 聴覚は音波の振動が鼓膜を振動させ、耳小骨が増幅してうずまき管に振動を伝え、うずまき管内の空気の振動が聴細胞の感覚毛を動かすことで生じる。
- (4) 嗅覚は空気中の化学物質を嗅上皮にある嗅細胞が受容することで生じ、味覚は液体中の化学物質を舌の味蕾にある味細胞が受容することで生じる。
- (5) 皮膚は圧力、高温、低温、化学物質など多様な刺激を単一の受容器で受けることで様々な感覚を生じる。

問 2. 下線部②について、脊椎動物の代表的な効果器に筋肉が挙げられる。筋肉は横紋の有無によって分類できる。脊椎動物に存在する骨格筋、平滑筋、心筋においてそれぞれ横紋の有無を答えよ。また、筋原繊維の横紋を形成する二種類のタンパク質を答えよ。

問 3. 下線部③について、図 2 はヒトの脳の模式図である。図 2 における (A) ~ (E) の部位の名称を答え、それぞれの部位が担っている中枢機能を語群の中からすべて選び、記号で答えよ。

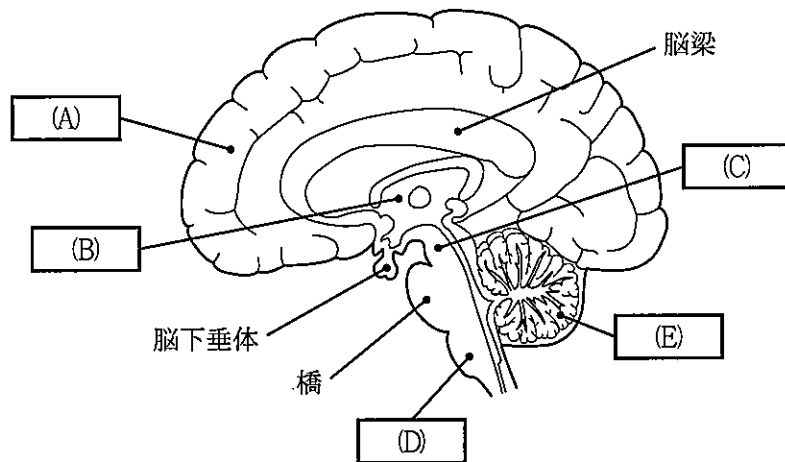


図 2. ヒトの脳の模式図

語群：(a) 消化器官	(b) 自律神経	(c) 随意運動	(d) 眼球運動
(e) 精神活動	(f) 内分泌	(g) 呼吸運動	(h) 感覚
(i) 平衡感覚	(j) 血液循環器官		

問 4. 下線部④について，以下の問いに答えよ。

- (1) この経路の名称を答えよ。
- (2) ヒトの指先に熱いものが触れた時に腕を引っ込める屈筋反射における興奮伝達の経路を，反射中枢の名称を含めて 80 字以内で説明せよ。
- (3) ヒトの膝蓋腱反射しつがいけんの中樞は第 2 ～ 4 腰髄に存在している。そのため，重度の脊髄損傷により下肢が完全麻痺になった場合でも，第 2 ～ 4 腰髄より上位の脊髄損傷であれば膝蓋腱反射がみられることがある。この時，膝蓋腱反射が消失しない理由を 120 字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

地球の誕生は約 (ア) 億年前といわれている。その当時の地表は微惑星の衝突などによって発生したエネルギーによって高温の (イ) でおおわれていたため、生物は存在していなかった。微惑星の衝突が収まり、しだいに地表が冷えてくると、まず表面が固まって地殻が形成され、さらに冷えると大気中に含まれていた水蒸気が雨となって降り注ぎ、地表に (ウ) が形成された。しかし、大気中には酸素がほとんどなく、紫外線は現在よりもはるかに強く地表に降り注いでいた。^①

一方、生物の誕生に関しては、原始地球において無機物から有機物が作られる必要があった。これについては、1953年、(エ) が原始地球の大気を想定した混合ガスに高圧電流を流して放電し、アミノ酸などの有機物の合成に成功した。これによって、無生物状態でタンパク質や核酸などの複雑な有機物生成の可能性が示唆された。ただし、現在では生命が誕生した時代の原始大気の成分は (エ) の実験で使われた気体とは異なり、(オ) や二酸化炭素、水蒸気が主成分であったと考えられている。また、現在の海底に見られる (カ) 付近では、(エ) が用いた気体のほかに (キ) などが噴出しており、このような環境では (エ) の実験と同様に有機物が合成される可能性がある。さらに、最近の研究では (ク) からアミノ酸などが検出されることがあるので、有機物の起源を地球外に求める説もある。なお、これらの生命が誕生する以前の有機物の生成過程は (ケ) と呼ばれている。

生命が誕生したのは、岩石に含まれる化石の特色によって、先カンブリア時代から新生代までの4つの代に区分し、全体を (コ) と呼んでいる。

問 1. 文中の ア ~ コ に適切な数値、用語及び人名を入れよ。

問 2. 下線部①の状態海中で誕生した初期の生物には、従属栄養生物と独立栄養生物がいたと考えられる。それぞれの生物をエネルギー獲得の面から 40 字以内で説明せよ。

問 3. 生物の陸上進出について次の問いに答えよ。

- (1) 化石が確認されている最も古い陸上生物の名称を答えよ。
- (2) (1)の化石が発見された地層は、何代の何紀か答えよ。

問 4. 次の各文は、生物の陸上進出までに起こったことについて記述したものである。これらの中から正しい文を 5 つ選び、それらが起こった時代を古い順に並べよ。

- (a) 単細胞生物が多細胞生物に進化した。
- (b) 酸素が大気中に増加し、オゾン層が高層にできた。
- (c) シアノバクテリアが最初に酸素発生型の光合成を行った。
- (d) 初期に栄えた太陽虫がストロマトライトと呼ばれる化石になった。
- (e) 海中に酸素が増え、エディアカラ生物群と呼ばれる多様な生物が進化した。
- (f) 葉緑体が非光合成生物に寄生し、クロロフィル a ができた。
- (g) 原核細胞が他の細胞に寄生し、真核生物が生まれた。
- (h) 海藻類が酸素発生型の光合成を行った。

問 5. 陸上に進出した植物にとっては、海中より陸上の方が利点があった。どのような利点があったのか、理由とともに 30 字以内で答えよ。

5 以下の文章を読み、問1～問4に答えよ。

DNA の遺伝子情報に基づいて、mRNA 前駆体へ写しとられる現象は転写と呼ばれる。mRNA 前駆体はスプライシングされ、mRNA 成熟体が作られる。mRNA 成熟体を元にポリペプチド、最終的にタンパク質が作られる。この過程を翻訳と呼ぶが、翻訳が開始される配列に対応したトリプレットコドン [ア] に対してアミノ酸 [イ] が運ばれる。次のトリプレットコドンに対するアミノ酸が運ばれ、 [イ] と [ウ] する。翻訳を司るリボソームは mRNA 成熟体の [エ] 方向へ移動し、最後のトリプレットコドンまで翻訳を続ける。最後のトリプレットコドンは終止コドンと呼ばれる。

ある生物から取り出した DNA を別の DNA に結合させ、導入と増幅する技術を遺伝子組み換え技術という。特定の塩基配列を認識し、切断する酵素を [オ] と呼ぶ。この酵素が認識する配列の特徴として、二本鎖 DNA の片側の一本鎖における特定の方向での塩基配列が、もう片方の相補鎖における同じ方向の塩基配列と一致することが多い。このような配列構造を回文配列と呼ぶ。

[オ] によって切り出された目的の DNA 断片を回収し、相補的な末端配列を持つ [カ] に挿入することで、数日という短時間のうちに生物学的に増幅することができる。挿入反応には [キ] という酵素を使用することが多い。

問 1. [ア] ～ [キ] に入る語句を以下の選択肢から選び、記号で答えよ。

- 選択肢：(a) AUG (b) AAA (c) UAA (d) UUU
(e) グリシン (f) フェニルアラニン (g) メチオニン
(h) ヒスチジン (i) トリプトファン (j) 水素結合
(k) ペプチド結合 (l) ジスルフィド結合 (m) 5'
(n) 3' (o) 還元酵素 (p) 代謝酵素
(q) 制限酵素 (r) 逆転写酵素 (s) 大腸菌
(t) プラスミド (u) 培養細胞 (v) プライマー
(w) Taq ポリメラーゼ (x) DNA リガーゼ
(y) DNA トポイソメラーゼ (z) CRISPR/cas 9

問 2. ある遺伝子の mRNA 成熟体の構造を調べた。 と終止コドンを含む翻訳される領域の塩基の数は 333 であった。この mRNA 成熟体がコードするポリペプチドのアミノ酸の数はいくつであるか。その数字を答えよ。

問 3. の認識する回文配列に該当する配列を以下の中から 2 つ選択し、アルファベット順に答えよ。なお、配列は DNA の片側の配列のみを記載している。

- (a) -GCCGCC-
- (b) -GATGAT-
- (c) -GTTAAC-
- (d) -GAATTC-
- (e) -CCAACC-
- (f) -CTGGTC-
- (g) -AAAAAA-
- (h) -GGGGGG-
- (i) -CGTTGC-
- (j) -GCCGAT-

問 4. 完全にランダムな 21,000 塩基から構成される直鎖状 DNA を特定の 6 塩基の回文配列を認識する で切断した。

- (1) 切断箇所はランダムな塩基配列の場合、理論的に何塩基に 1 回の頻度で出現するか。期待される塩基数を答えよ。
- (2) 21,000 塩基の直鎖状ランダム DNA を切断した場合、得られる DNA 断片のもっとも可能性の高い本数を整数で答えよ。