

デザイン工学部A方式Ⅱ日程・理工学部A方式Ⅱ日程
生命科学部A方式Ⅱ日程

3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～18
生 物	20～32

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(建築)	物理または化学
理工学部(電気電子工・経営システム工・創生科)	
生命科学部(環境応用化・応用植物科)	物理、化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。
一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(生 物)

注意：生命科学部環境応用化学科または応用植物科学科を志望する受験生のみ選択できる。解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入せよ。

〔I〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

発芽後の種子植物では、茎頂分裂組織と根端分裂組織の2か所で器官を形成する活動がおきている。これらの分裂組織では細胞分裂が生じ、分裂した細胞の一部は器官を形成する組織へと分化する。茎頂分裂組織に残った細胞は分裂を継続し、細胞を増殖させるが、分裂組織を構成する細胞塊の大きさはほぼ同じに保たれている。⁽ⁱ⁾

茎頂分裂組織の下側には茎の組織がつくられ、組織内の細胞が縦方向に成長して茎が伸長する。茎の細胞の伸長方向は細胞壁の 繊維の方向で決まり、 やブラシノステロイドが作用すると 繊維は横方向に合成される。そして、オーキシンが細胞壁をゆるめて細胞の を容易にすることで、細胞が縦方向に成長する。一方、 やサイトカイニン⁽ⁱⁱ⁾は細胞の縦方向への伸長を抑制し、横方向への成長を促進して茎の肥大を引きおこす。茎の断面を観察すると、葉でつくられた栄養分を通す と、根で吸収した水分を通す が見られ、これらは合わせて 系とよばれる。裸子植物と被子植物には と の間に とよばれる分裂組織があり、 が発達することで茎が肥大する。

一方、根端分裂組織からは根を構成する組織が分化する。根端分裂組織の先端側には根冠が形成され、根端分裂組織を保護している。また、根端分裂組織の中央には静止中心とよばれる部位があり、根端分裂組織の維持に関与している。⁽ⁱⁱ⁾

根冠は重力刺激の感知にも関与する。⁽ⁱⁱⁱ⁾植物の根を水平方向におくと、根冠で感知した重力刺激により、根冠内のオーキシンが根の下側に多く分布するようになる。その後、オーキシンは根冠部分から根の基部方向に移動し、根の下側の成長

が抑制されて、根は重力方向に屈曲する。茎でも重力刺激によりオーキシンは下側に多く分布するようになるが、反対に茎は上方に屈曲する。
(iv)

1. 下線部(i)について、茎頂分裂組織を構成する細胞塊の大きさを保つためには、CLAVATA (CLV) とよばれる遺伝子群と WUSCHEL (WUS) とよばれる遺伝子とが関わることが知られている。このうち、CLV 遺伝子群の機能が損なわれた突然変異体では、茎頂分裂組織内の WUS 遺伝子の発現範囲が広くなり、茎頂分裂組織が肥大化する。この観察結果から考えられる、茎頂分裂組織を構成する細胞塊の大きさを保つための CLV 遺伝子群と WUS 遺伝子の役割を、句読点を含めてそれぞれ 40 字以内で記せ。

2. 文中の空欄 ~ について、以下の問い 1), 2) に答えよ。

1) ~ に入る適切な語句を記せ。

2) , は葉の内部にも通じている。, の葉の内部における位置関係はどのようになっているか。適切なものを以下の(a)~(d)より選んで記号で記せ。

(a) は葉の表側に近い側に、 は葉の裏側に近い側に位置する。

(b) は葉の裏側に近い側に、 は葉の表側に近い側に位置する。

(c) は葉の中央に近い側に、 は葉の周縁に近い側に位置する。

(d) は葉の周縁に近い側に、 は葉の中央に近い側に位置する。

生物

3. 下線部(ii)について、静止中心付近の細胞の成長の様子を観察すると、通常は、静止中心を構成する細胞(静止中心細胞)に隣接する始原細胞に細胞分裂が生じる。そして、静止中心細胞に近い側の娘細胞は始原細胞として残り、遠い側の娘細胞は根を構成する細胞に分化する。そこで、静止中心の役割を調べるために、以下の図のように静止中心細胞をレーザーで破壊する実験をおこなったところ、隣接する始原細胞は分裂せずに、その後、根を構成する細胞に分化した。この結果から考えられる、根端分裂組織を維持するうえでの静止中心細胞の役割を、句読点を含めて40字以内で記せ。

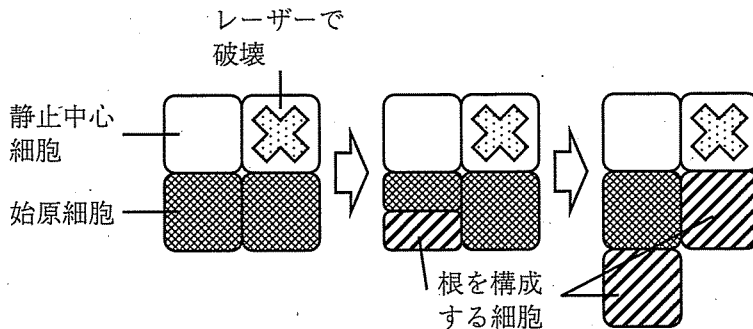


図. 静止中心細胞をレーザーで破壊する実験

4. 下線部(iii)について、以下の4つの実験をした。以下の問い1)～4)に答えよ。

実験1. 先端を下向きにして垂直においた根の根冠を除去した。

実験2. 先端を下向きにして垂直においた根の根冠の左半分を除去した。

実験3. 先端を横向きにして根を水平におき、しばらく重力刺激を与えてから根冠を除去した。

実験4. 先端を横向きにして根を水平におき、しばらく重力刺激を与えてから根冠を除去し、水平のまま、もとの下側が上になるように反転させた。

1) 実験1の結果、根冠を除去した根の長さは、根冠を除去しなかった場合と比べてどのようになるか。以下の(a)～(c)より選んで記号で記せ。

- (a) 長くなる。
- (b) 短くなる。
- (c) 同等の長さになる。

2) 実験2の結果、根はどのように成長するか、以下の(a)～(c)より選んで記号で記せ。

- (a) 屈曲せずに伸長する。
- (b) 根冠の残っている方向(右方向)に屈曲する。
- (c) 根冠の残っていない方向(左方向)に屈曲する。

3) 実験3, 実験4の結果、根はどのように成長するか。それぞれ以下の(a)～(c)より選んで記号で記せ。

- (a) 屈曲せずに伸長する。
- (b) 下方に屈曲する。
- (c) 上方に屈曲する。

4) 根冠の細胞に存在する、デンプン粒を密に含み、重力刺激の感知に関わる細胞小器官を何とよぶか。適切な語句を記せ。

5. 下線部(iv)について、芽生えを水平方向においたときに茎は根とは反対に上方に屈曲する理由を、句読点を含めて60字以内で記せ。

生物

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

多くの生物は、外界からの刺激を情報として受け取って、それに応じた反応や行動をおこす。⁽ⁱ⁾さまざまな状況の感知や対応をおこなうためには、体内で情報をやりとりする必要がある。このやりとりに重要な役割を担っているのが神経系である。神経系に集中化がみられる場合、その集中の中心部を中枢神経系とよぶ。中枢神経系では、介在ニューロンどうしの接続部分を多数つくることによって、⁽ⁱⁱ⁾アとよばれる複雑なネットワークが構築されている。脊椎動物の中枢神経系は、脳とそれに続く脊髄からできている。ヒトの基本的な脳の構造として、⁽ⁱⁱⁱ⁾大脳、中脳、小脳、間脳、延髄などがあり、部分ごとにはたらきや役割が異なる。脊髄は、受容器や効果器と脳との間の興奮伝達経路としてはたらくとともに、反射の中枢としてもはたらいている。脊髄の反射の例として、ひざの関節のすぐ下を軽くたたかれると無意識にあしが跳ね上がる膝蓋腱反射がある。^(iv)

一方、中枢神経系とからだの各部との間をつないでいる神経をイ系という。イ系は、はたらきの面からウ系とエ系とにわかれる。さらにウ系は交感神経と副交感神経、エ系は感覚神経と運動神経にわかれる。感覚神経は感覚情報を末梢から中枢に伝え、運動神経は中枢の指令を筋肉に伝えて運動をおこす役割を果たしている。

1. 空欄ア～エに適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)について、外界からの刺激を受容する器官(受容器)が最も敏感に反応する刺激を何とよぶか。適切な語句を記せ。
3. 下線部(ii)を何とよぶか。適切な語句を記せ。

4. 下線部(iii)について以下の問い1), 2)に答えよ。

1) 以下の(a)~(d)のはたらきや役割を担う部分として最も適切なものは、大脳、中脳、小脳、間脳、延髄のいずれか。それぞれ1つだけを選んで名称を記せ。

(a) 血圧、体温を調節する。

(b) 呼吸運動、心臓の拍動を調節する。

(c) 言語、記憶、意志、判断などの精神活動の中枢である。

(d) からだの平衡を保つ中枢である。

2) 図1は、魚類(フナ)と両生類(カエル)の中樞神経系を示したものである。

図中(e)~(h)の指し示す部分は、大脳、中脳、小脳、間脳、延髄のいずれか。

それぞれ1つを選んで名称を記せ。

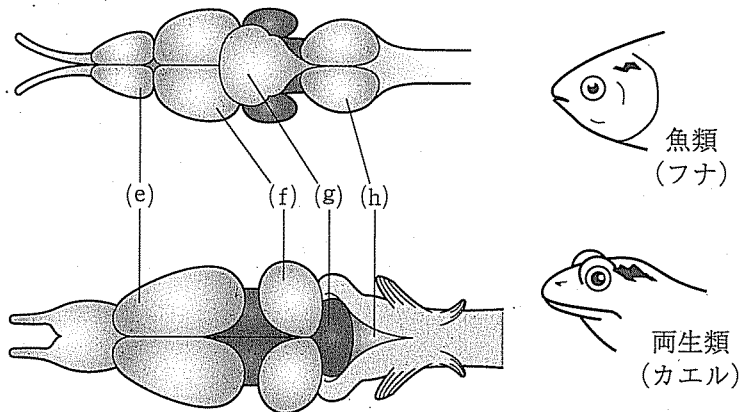


図1. 魚類と両生類の中樞神経系

生物

5. 図2は、下線部(iv)のしくみを示したものである。以下の問い1)～5)に答えよ。

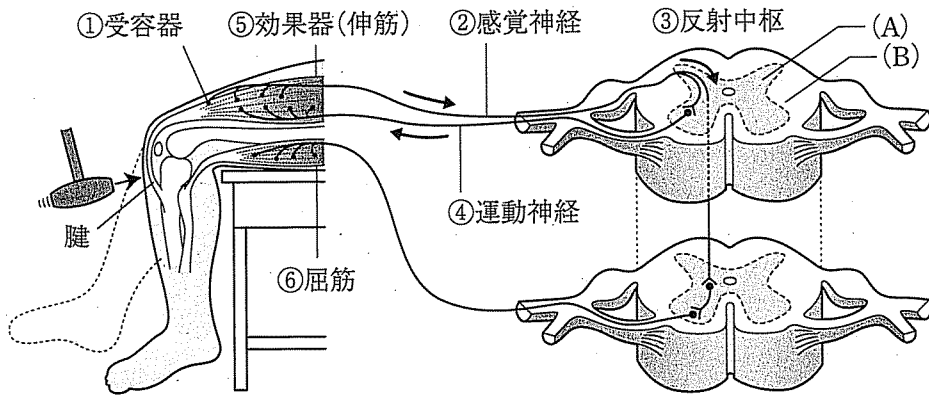


図2. 膝蓋腱反射のしくみ

- 1) 図2の①受容器→②感覚神経→③反射中枢→④運動神経→⑤効果器(伸筋)の一連の経路を何とよぶか。適切な語句を記せ。
- 2) 筋肉の長さを感じ取る筋肉内の①受容器を何とよぶか。適切な語句を記せ。
- 3) 図2の(A)神経細胞の細胞体が集まった部分と(B)神経繊維が束になった部分をそれぞれ何とよぶか。適切な語句を記せ。
- 4) 膝蓋腱反射では⑤効果器(伸筋)の収縮に加えて⑥屈筋でも反応がおこる。⑥屈筋ではどのような反応がおこるかについて、その反応経路を含めて句読点を含めて60字以内で記せ。その際、「運動神経」、「介在ニューロン」という用語を用いること。
- 5) 膝蓋腱反射は、他の反射に比べて反応時間が短い。その理由を、反射中枢と経路の違いを含めて、句読点を含めて60字以内で記せ。

〔Ⅲ〕 つぎの会話文を読んで、以下の問いに答えよ。

先生：植物も病気になる。植物の病気は時に大飢饉をもたらし、また、森林の外観をすっかり変えてしまうこともあった。病気が発生した場合、⁽ⁱ⁾正確に診断し適切な処置をすることが大切だよ。

生徒：正確な診断で大切なことは何ですか？

先生：病気の原因を把握することだ。時に栄養の不足や過多が原因となって病気のような症状を示すこともあるよ。

生徒：植物が必要とする元素の過不足ですね。

先生：⁽ⁱⁱ⁾そう。非伝染病と言うこともある。しかし、やはり厄介なのは伝染する病気だよ。伝染性の病気の原因を病原とよび、その多くは、「菌類」、「細菌」、「ウイルス」によるものだ。

生徒：病原は多様ですね。ウイルスは生物とは考えないと習いました。また、菌類と細菌は分類的にも大きく異なるのですよね。⁽ⁱⁱⁱ⁾

先生：そう。そして、時にはさらに細かい分類も大切になる。

生徒：菌類がさらに細かく分類されることを学びました。^(iv)

先生：菌類は、形成した胞子の形などを光学顕微鏡で観察することで、ある程度属や種が推定できる。光学顕微鏡は、古く **ア** が改良を加えて「Cell (細胞)」と名づけた構造を観察したことでも知られているね。現在でもさまざまな手法が開発・改良され新知見が得られ、それに応じて分類が変化することもある。

生徒：塩基配列を比較する分類のことや、全ゲノム解析などのことを授業で聞いた覚えがあります。

先生：分類に塩基配列に基づく系統解析が取り入れられ、**イ** は生物を 3つのドメインに分ける考えを提唱した。^(v) また、そのような塩基配列に基づく系統解析を用いた分類には、**ウ** が1980年代に着想したPCR法が大変重要な役目を果たしているよ。かつて **エ** が生物の類縁関係を示すために作成した系統樹も、現在では塩基配列に基づく系統解析を用いてつくられることが多い。

生物

生徒：PCR法の実用化は、極限環境に生息する微生物から見つかった酵素なし^(vi)では不可能であったと教わりました。この酵素は **オ** 性質を持つため、反応のサイクルのうち **カ** をおこなうステップの **キ** でも **ク** することがなく、そのため、1サイクルごとに外から酵素を加えなくとも反応を進めることが可能となったのですよね。

先生：そうだよ。新しい研究手法の開発には異なる分野の研究が役立つことが多くある。ところで、PCR法でDNAを増幅するためには、調べたい生物種の持つDNAの塩基配列に合った「プライマー」を設計する必要がある。しかし、調べたい生物の種類がわからない時、プライマーはどのようにして設計するのだろうか？

生徒：考えたことなかったです。病原の分類をするためにPCR法を利用したくても、そもそも病原の分類がわからないとプライマーがつかれないということですよ。

先生：そうなんだ。しかし、たとえば菌類や細菌はゲノム中に、図に示すような構造をした領域をもつことが知られている。このような領域を用いることで、種類がはっきりしない菌類や細菌からPCR法をおこない、DNAを増幅して、分類に用いる情報を得ることが可能だよ。

生徒：やりかたがあるのですね。よくわかりました。

先生：ところでここまで、菌類や細菌が作物や樹木に病気を起こす厄介者であることばかり話してきたけど、実際の生態系の中でこれらの微生物は枯れた植物や落葉を栄養に変える大切な役割も持っていることを忘れてはいけな
^(vii)
いよ。

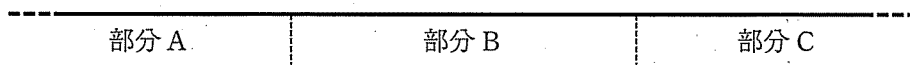


図. 分類のための PCR 法に用いる領域

部分 A, 部分 C : 菌類や細菌の種類が異なっても, ほぼ同じ塩基配列である部分

部分 B : 菌類や細菌の種類によって特徴ある塩基配列である部分

- 空欄 ~ の人物名を下記より選んで記せ。
 ウーズ, グリフィス, ジャコブ, フック, ヘッケル,
 ホイッターカー, マリス, モノー, ワトソン
- 空欄 ~ にあてはまる語句を下記より選んでそれぞれ記号を記せ。
 オ : (a) 不純物に強い (b) 高温に強い (c) 低温に強い
 カ : (d) 2本鎖 DNA を 1本鎖にする (e) DNA を伸長させる
 (f) アニールリングする
 キ : (g) 95℃ (h) 60℃ (i) 4℃
 ク : (j) 失活 (k) 凍結 (l) 固化
- 下線部(i)について, かつてアメリカで「胴枯れ病」とよばれる病気が森林を構成するアメリカグリをほぼ全滅させ, 植生の外観をすっかり変えたことがある。
 - このアメリカグリのように, 植生において葉や枝の広がりが大きく個体数の多い種類のことを何とよぶか。適切な語句を記せ。
 - そのような植物によって特徴づけられる植生の外観を何とよぶか。適切な語句を記せ。
- 下線部(ii)の元素のひとつに硫黄がある。タンパク質を構成するアミノ酸の中で, 硫黄を含む2種のアミノ酸の名称を記せ。

生物

5. 下線部(iii)について、下記1)～3)の特徴は(a)菌類のみにみられる、(b)細菌のみにみられる、(c)菌類、細菌ともにみられる、(d)菌類、細菌のどちらにもみられない、のいずれであるかを選びそれぞれ記号を記せ。
- 1) ゲノムはRNAで構成される。
 - 2) ゲノムはDNAで構成される。
 - 3) 核膜で囲まれた核が存在する。
6. 下線部(iv)について、下記1)～3)の記述は菌類の中で、(a)子実体のある菌類、(b)接合菌類、(c)担子菌類、(d)ツボカビ類、のいずれにあたるかを選びそれぞれ記号を記せ。
- 1) クモノスカビ、ケカビを含む。
 - 2) アカパンカビを含む。
 - 3) キノコとよばれる大型の子実体を形成するものが多い。
7. 下線部(v)の3つのドメインのそれぞれの名称を記せ。
8. 下線部(vi)のPCR法に用いられる酵素の名称を記せ。
9. 下線部(vii)について、種類がはっきりしない菌類や細菌から分類に用いる情報を得るためには、図中のどの部分に対応するプライマーを設計し、どの部分を増幅すればよいか。句読点を含めて40字以内で記せ。
10. 生態系で下線部(viii)「枯れた植物や落葉を栄養に変える大切な役割」を持つ生物を何とよぶか。適切な語句を記せ。

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

原始の地球では高熱や高圧、紫外線などによって無機物や簡単な有機物が複雑な有機物に変化し、それを素材として生命が誕生したと推測されている。

1953年にミラーは、原始の地球を想定した4つの主成分からなる混合気体から有機物の合成に成功した。またオパーリンは、ミラーの実験以前に有機物が集まることで とよばれる液状の粒が原始生命体の初期段階であるという説を提唱した。原始の地球における有機物の合成の場については、いくつかの説があるが、近年、海洋底の 付近が注目されている。地球上に最初に現れた生物と思われる原核生物は、環境中の有機物を分解してエネルギーを得る 栄養生物だったか、それとも細胞内で無機物から有機物を合成できる 栄養生物だったか、まだはっきりしていない。 栄養生物は、化学合成細菌、光合成細菌、シアノバクテリアの順に現れたとする見方が有力である。シアノバクテリアの出現は、環境中の 濃度を大きく上昇させた。この結果、好気性原核生物は大いに繁栄したが、 性原核生物の多くは死滅、または がほとんど、あるいは全くない環境でのみ生存するようになった。原核生物はその後、真核生物に進化したと考えられる。真核生物の細胞小器官の起源については、原核生物に取りこまれた好気性細菌がミトコンドリアに、シアノバクテリアの一種が葉緑体になったとするマーグリスらにより提唱された、 説が有力である。

1. 空欄 ～ に適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)の原始の地球におけるこのような過程を何とよぶか。適切な語句を記せ。
3. 下線部(ii)のミラーが想定した原始大気に含まれる4つの主成分の物質名称を記せ。
4. オーストラリアの地層から、下線部(iii)が存在したことを示す層状構造を持つ岩石が見つかった。その構造物の名称を記せ。

生物

5. 下線部(iv)の好気性原核生物が大いに繁栄した理由の1つとして呼吸が発酵に比べ、より多くのATPを生じることができるからと考えられている。同量のグルコースを利用した場合、呼吸は発酵と比べ最大で約何倍のATPを生じることができるか。もっとも適切な数字を以下の(a)~(e)より1つ選んで記号を記せ。
- (a) 3倍 (b) 19倍 (c) 38倍 (d) 57倍 (e) 81倍
6. 下線部(v)の仮説はミトコンドリアや葉緑体のもつどのような特徴から示唆されるか、句読点を含めて80字以内で記せ。
7. ごく初期の生命体は、RNAを遺伝情報の保持と触媒の両方に使っていたという説が提唱されている。(1)RNAが遺伝子本体としてはたらいっていた時代、と、(2)DNAがはたらくようになってからの時代、を何とよぶか。それぞれ適切な語句を記せ。
8. 現生の生物が単一の共通の祖先から由来したことを示す特徴として、最も不適切なものを以下の(a)~(d)より1つ選んで記号を記せ。
- (a) 細胞壁をもつ。
(b) DNAをもつ。
(c) 自己複製能をもつ。
(d) ATPを介してエネルギーを利用する。
9. 真核生物を以下の(a)~(f)よりすべて選んで記号を記せ。
- (a) 変形菌 (b) 乳酸菌 (c) 枯草菌
(d) 納豆菌 (e) 酵母菌 (f) 大腸菌

