

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	20～31

〈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. 生物は生命科学部(環境応用化学科・応用植物科学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(建築学科), 理工学部(電気電子工学科・経営システム工学科・創生科学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

(生 物)

注意：生命科学部環境応用化学科・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〕 つぎの文章は、光学顕微鏡を用いて微生物の胞子を観察する方法について説明したものである。なお、文章中の空欄 ～ は、図中のア～コに対応している。以下の問いに答えよ。

顕微鏡の持ち運びは、一方の手で を握り、他方の手で を支えて行なう。顕微鏡は、直射日光の当たらない明るい水平な机の上に置く。まず、 レンズを取りつけ、その後 レンズを取りつける。つぎに、 を静かに回して最低倍率にしたあと を調節し、 レンズを覗きながら を動かして視野全体を明るくする。胞子の入ったプレパラートを の上にのせ、 で固定し、顕微鏡を横から見ながら を回して、 レンズとプレパラートを近づける。そして、 レンズを覗きながら レンズとプレパラートをゆっくりと遠ざけるように を回してピントを合わせる。

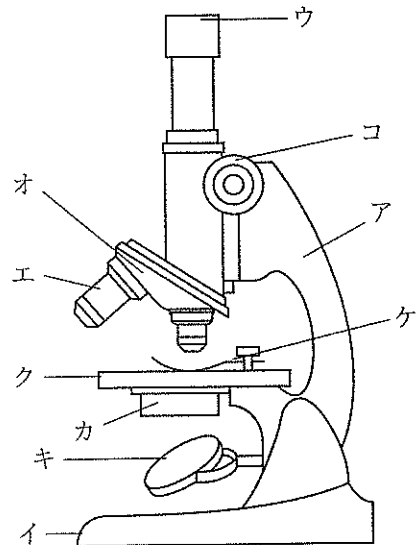


図. 光学顕微鏡の構造

1. 空欄 ～ に入る顕微鏡の各部位の名称を記せ。

2. 光学顕微鏡の限界分解能として最も適切な長さを以下の(a)~(e)の中から1つ選んで記号を記せ。

(a) $0.01\ \mu\text{m}$ (b) $0.05\ \mu\text{m}$ (c) $0.2\ \mu\text{m}$ (d) $0.5\ \mu\text{m}$ (e) $1\ \mu\text{m}$

3. 図のような光学顕微鏡を使用する際、直射日光を使って観察してはいけないのはなぜか。句読点を含めて30字以内で記せ。

4. 下線の順番でレンズを取り付ける理由を句読点を含めて30字以内で記せ。

5. 図のような顕微鏡を使ってプレパラートを右上に動かすと、胞子の像はどちらの方向に動くか。以下の(a)~(d)の中から1つ選んで記号を記せ。

(a) 右上 (b) 右下 (c) 左上 (d) 左下

6. 微生物の胞子の長さを接眼マイクロメーターで測定したところ53目盛りであった。このときの接眼マイクロメーターの30目盛りは対物マイクロメーターの7目盛り(1目盛りは $10\ \mu\text{m}$)に相当する。この胞子の長さを、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで記せ。

7. 水などに含まれる微生物数を調べる際、血球(細胞)計算盤を用いる。血球(細胞)計算盤はスライドガラスの中央に深さ $0.1\ \text{mm}$ のくぼみがあり、そこに水が溜まる仕組みになっている。そのくぼみには、縦横それぞれ $0.1\ \text{mm}$ の区画があり、その中の微生物数を数えることで、一定量の水に含まれる微生物数を知ることができる。一区画内に胞子が20個入っていた場合、 $1\ \text{ml}(=1\ \text{cm}^3)$ 中の胞子の数はいくつになるか。正しいものを以下の(a)~(e)の中から1つ選んで記号を記せ。

(a) 2×10^4 (b) 2×10^5 (c) 2×10^6
 (d) 2×10^7 (e) 2×10^8

生物

8. 光学顕微鏡で観察した胞子をスケッチすることにした。スケッチが写真より優れている点として正しいものを以下の(a)~(e)の中から2つ選んで記号を記せ。
- (a) より奥行きのある図を記録できる
 - (b) 目的の部分だけ記録できる
 - (c) 塗りつぶすことで濃淡を記録できる
 - (d) 焦点が合っている像のみを記録できる
 - (e) 部分的にはやかしながら記録できる
9. 胞子の内部および表面をさらに観察するために、電子顕微鏡を使う方法がある。電子顕微鏡には、(i)薄い切片にした胞子の内部を通過する電子線を像として観察する電子顕微鏡と、(ii)特殊な処理などをした胞子の表面に電子線を当てて反射してくる電子線を像にして観察する電子顕微鏡の二種類がある。(i)と(ii)の電子顕微鏡の名称を記せ。

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

1. 図1はトウモロコシのCO₂の固定経路を示したものである。トウモロコシではCO₂は葉肉細胞で **ア** に結合し、 **イ** を生じることで固定され、いったん **ウ** などに変えられて維管束鞘細胞へと送られる。維管束鞘細胞では **ウ** などはCO₂と **エ** に分解され、生じたCO₂はカルビン・ベンソン回路において **オ** と結合し、2つに分解されて **カ** になる。

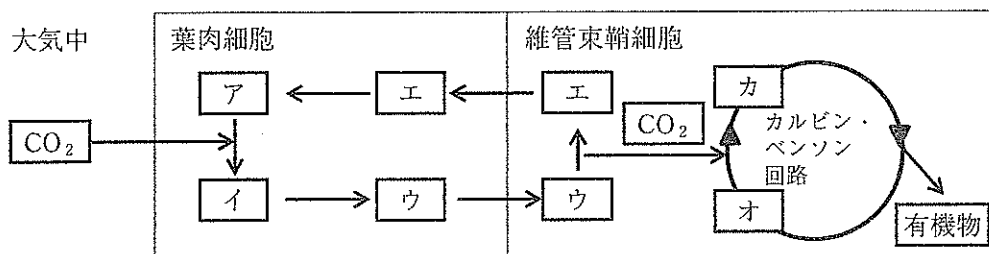


図1. トウモロコシのCO₂の固定経路

ベンケイソウは日中は気孔を閉じ、夜に開いてCO₂を吸収する。吸収されたCO₂はトウモロコシと同じ反応経路で **ウ** として固定されたのち液胞に蓄積される。そして **ウ** は、昼間に再びCO₂と **エ** に分解され、生じたCO₂はカルビン・ベンソン回路を経て有機物に取り込まれる。

- 1) 空欄 **ア** ~ **カ** にあてはまる物質名を以下の(a)~(f)から1つずつ選んで記号を記せ。また、それらの物質の炭素数を記せ。
- | | |
|---------------------|--------------------|
| (a) オキサロ酢酸 | (b) ピルビン酸 |
| (c) ホスホエノールピルビン酸 | (d) ホスホグリセリン酸(PGA) |
| (e) リブローズ二リン酸(RuBP) | (f) リンゴ酸 |

生物

2) トウモロコシとベンケイソウの CO_2 の固定経路について、以下の説明文中の空欄 (i) ~ (iv) にあてはまるのは「同じ」か「異なる」のいずれか、記せ。

トウモロコシでは CO_2 の固定反応とカルビン・ベンソン回路における反応は (i) 細胞内で (ii) 時間帯に行われる。いっぽう、ベンケイソウでは CO_2 の固定反応とカルビン・ベンソン回路における反応は (iii) 細胞内で (iv) 時間帯に行われる。

2. 図2はトウモロコシ、タバコおよびアルファルファの光合成曲線である。

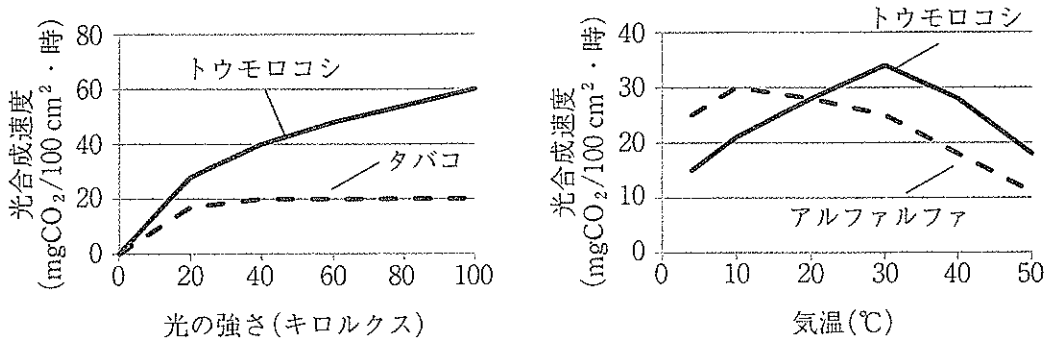


図2. トウモロコシ、タバコおよびアルファルファの光合成曲線

- 1) 以下の文(a)~(d)について、この図の説明として正しい場合は○、誤っている場合は×を記せ。
- (a) タバコは CO_2 をいったん葉肉細胞に取り込み、その後、維管束鞘細胞へ送るという二段階の反応を行うため、強光下における光合成速度が小さい。
 - (b) トウモロコシは強光下でも十分に CO_2 固定ができるので、光が強い環境下での生育に適している。
 - (c) アルファルファはカルビン・ベンソン回路以外に CO_2 固定反応経路を持っておらず、エネルギーの損失が少ないため、気温が低い時はトウモロコシと比べて光合成速度が大きい。
 - (d) トウモロコシは夜間に CO_2 を固定し、昼間にカルビン・ベンソン回路における反応を行うため、気温が高い時はアルファルファと比べて光合成速度が大きい。
- 2) 高温条件下でアルファルファの光合成速度が小さくなるのはなぜか。気孔の開閉に触れながら、句読点を含めて 30 字以内で記せ。

生物

〔Ⅲ〕 植物の系統と進化に関して、以下の問いに答えよ。

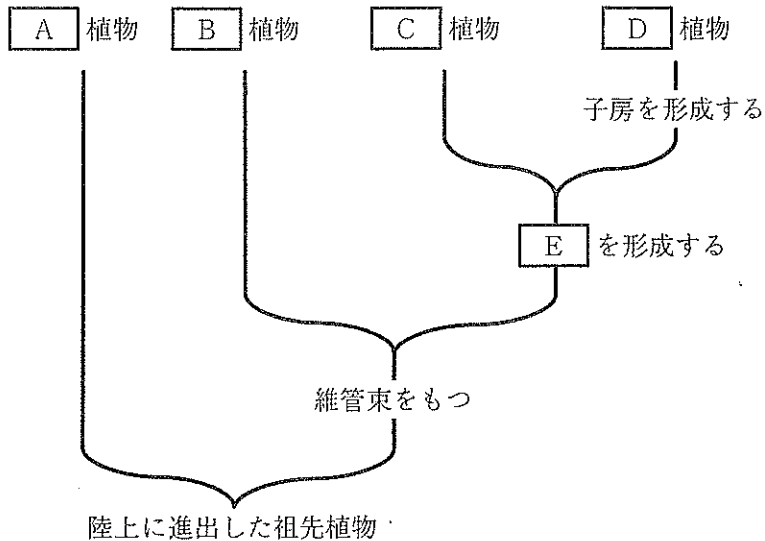


図. 植物の系統

1. 上の図は植物の系統を示すものである。図中の ~ の名称を記せ。
2. 以下の植物は 植物 ~ 植物のいずれのグループに属するか、それぞれ適するものを A ~ D より 1 つ選んで記号を記せ。

(a) サクラ	(b) スギゴケ	(c) イネ
(d) クロマツ	(e) スギナ	(f) トクサ
(g) ナズナ	(h) マダケ	(i) イチョウ
3. 植物と 植物は を形成するため、まとめて 植物とよばれる。
 の名称を記せ。
4. 植物および 植物の胚乳の核相として適するものを、それぞれ以下の(a)~(d)より 1 つ選んで記号を記せ。

(a) n	(b) $2n$	(c) $3n$	(d) $4n$
---------	----------	----------	----------

5. 地球上に , および の植物が繁栄した時代と一致するものを, それぞれ以下の(a)~(f)より1つ選んで記号を記せ。
- (a) 哺乳類の繁栄 (b) エディアカラ生物群の繁栄
(c) 両生類の繁栄 (d) クラゲの繁栄
(e) バージェス動物群の繁栄 (f) 恐竜類の繁栄
6. 植物の祖先となった生物のなかまとして当てはまるものを, 以下の(a)~(e)より1つ選んで記号を記せ。
- (a) オビケイソウ (b) ヒジキ (c) オニアマノリ
(d) ムラサキホコリ (e) シャジクモ
7. 緑藻類がもつ葉緑素として適するものを, 以下の(a)~(d)よりすべて選んで記号を記せ。
- (a) クロロフィル a (b) クロロフィル b
(c) クロロフィル c (d) クロロフィル d
8. 最古の陸上植物とされるものの名称を記せ。また, その化石が発見された地質時代として適するものを, 以下の(a)~(e)より1つ選んで記号を記せ。
- (a) カンプリア紀 (b) シルル紀 (c) デボン紀
(d) 石炭紀 (e) ペルム紀
9. 原核細胞から植物細胞への進化は共生説により説明されているが, これについて細胞小器官に触れながら, 句読点を含めて60字以内で記せ。

生物

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ヒトの鼻と舌には、化学物質を刺激として受容する化学受容器がある。嗅覚の受容細胞である嗅上皮の嗅細胞には と呼ばれる細長い突起があり、その表面に特定のにおい物質と強く結合する嗅覚受容体がある。また、味覚には、苦味、甘味、塩味、酸味があり、最近ではこれらに加えて の存在が明らかになった。それらの化学物質は味細胞によって感知され、味細胞、支持細胞および基底細胞が集まって がつくられている。

ヒトの耳では、空気の振動として伝わってきた音は、耳殻で集められ、鼓膜を振動させ、 骨、 骨および 骨からなる によって増幅され、2枚の長いしきり板でくぎられて二重構造をしている に伝えられる。 の内部は、 で満たされている。 の振動は、基底膜を振動させる。基底膜の上には、おおい膜と聴細胞からなる があり、聴細胞を興奮させる。この興奮が神経を経て大脳に伝わり聴覚が生じる。

耳の前庭には感覚毛を持った感覚細胞があり、その上に炭酸カルシウムのできた がのっており、体が傾くと が動いて体の傾きを感じることができる。また、回転は左右の耳に3つずつある で感じる。

1. 文章中の空欄 ～ に入る適切な語句を記せ。なお、 ～ については鼓膜側から順に記せ。
2. 動物の種類によって、受容できる聴覚の信号の範囲は異なる。ヒトの耳が聞ける周波数の範囲はおおむね ～ Hzである。 , に入る最も適切な数字を以下の(a)～(e)よりそれぞれ1つずつ選んで記号を記せ。
(a) 20. (b) 500 (c) 2,000 (d) 20,000 (e) 100,000
3. ヒトが体の傾き、体の回転を感じる器官はどこにあるか、以下の(a)～(e)より1つ選んで記号を記せ。
(a) 内耳 (b) 耳管 (c) 外耳道 (d) 中耳 (e) 外耳

[V] つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

真核生物の遺伝子発現は、転写、スプライシング、翻訳の3段階から成り立っている。転写によって合成された ア は、スプライシングの過程により加工され、イ が切り捨てられて mRNA となる。また、スプライシングの際、取り除かれる部位が変化することによって、一つの遺伝子の転写によってつくられた ア から2種類以上の mRNA が合成されることがある。このような現象は、ウ と呼ばれる。

真核生物の遺伝子発現を調節するタンパク質は調節タンパク質と呼ばれ、その遺伝子を調節遺伝子という。調節遺伝子にはさまざまな種類があり、調節遺伝子の発現が別の調節タンパク質によって調節されたり、あるいは複数の調節遺伝子が協同的に働いて遺伝子発現を制御したりする。例えば図1は、U～Yの5つの調節遺伝子が遺伝子Zの発現を調節している例である。調節遺伝子Wと調節遺伝子Xの両方が働いた場合に、遺伝子Zの発現が促進される。

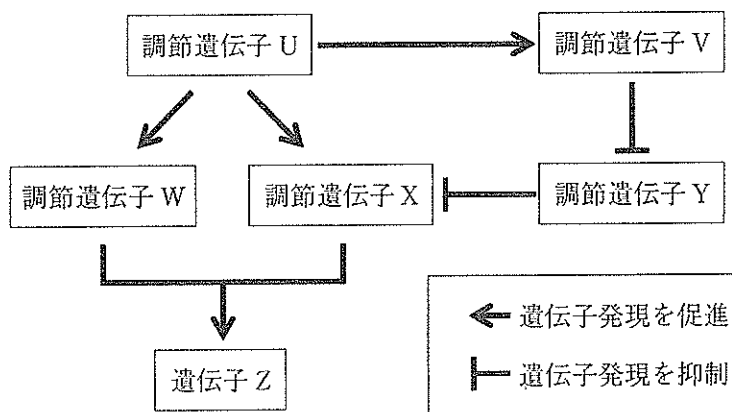


図1. 調節遺伝子による遺伝子発現の制御

細胞が特定の形や働きを持つようになる分化には、多くの調節遺伝子が関わっている。シロイヌナズナなどの花の形態形成には、A, B, Cクラスの3種類の遺伝子が関与しており、ABCモデルと呼ばれている。図2は、ABCモデルを模式的に表したものである。花芽の領域1～4のうち、Cクラス遺伝子だけが働く領域4は エ に分化し、AクラスとBクラスの両方の遺伝子が働く領域2

生物

は **オ** に分化する。一方、調節遺伝子の働き方が異常になり、例えばBクラス遺伝子が機能を失うと、花卉と **カ** を持たない花が形成される。AクラスとCクラスの遺伝子はお互いにその働きを抑制しており、例えば、Cクラス遺伝子の機能が欠失するとAクラス遺伝子が領域3および領域4でも働くようになる。また、A、B、Cクラスすべての遺伝子が機能を失うと、領域1～4には葉が形成される。

	領域1	領域2	領域3	領域4
発現する遺伝子		B		
	A		C	
器官	がく片	花卉	おしべ	めしべ

図2. ABCモデル

- 文章中の空欄 **ア** ～ **カ** に適する語句を記せ。
- 下線部(i)に関して、以下の(a)～(c)の過程が行われる細胞小器官をそれぞれ記せ。
 - 転写
 - スプライシング
 - 翻訳
- 下線部(ii)に関して、以下の(a)～(d)の文章のうち、正しいものには○、誤っているものには×を記せ。ただし、調節遺伝子Uは恒常的に発現しているものとする。
 - 調節遺伝子Vが機能を失った変異体では、遺伝子Zの発現量が増加する。
 - 調節遺伝子Wが機能を失っても、遺伝子Zの発現量は変化しない。
 - 調節遺伝子Yが過剰発現する変異体では、遺伝子Zの発現量が増加する。
 - 調節遺伝子Xが機能を失った変異体では、遺伝子Zの発現量は減少する。
- 下線部(iii)に関して、器官形成に関わる調節遺伝子の総称を記せ。
- Aクラス遺伝子が機能を失った場合には、領域1～4にはそれぞれ何が形成されるか。最も適切な語句を記せ。

6. A～Cクラスの調節タンパク質は、図3のように、Eクラスの調節タンパク質と四量体を形成してプロモーターに結合し、転写を調節することがわかっている。また、図3に示した以外の組み合わせの四量体では機能しない。Cクラス遺伝子が機能を失った場合には、領域3、4にはそれぞれどのような四量体が形成されるか。以下の(a)～(g)よりそれぞれ1つ選んで記号を記せ。

- (a) A-A-E-E (b) A-B-B-E (c) B-B-E-E (d) B-B-B-E
 (e) C-B-B-E (f) C-C-E-E (g) E-E-E-E

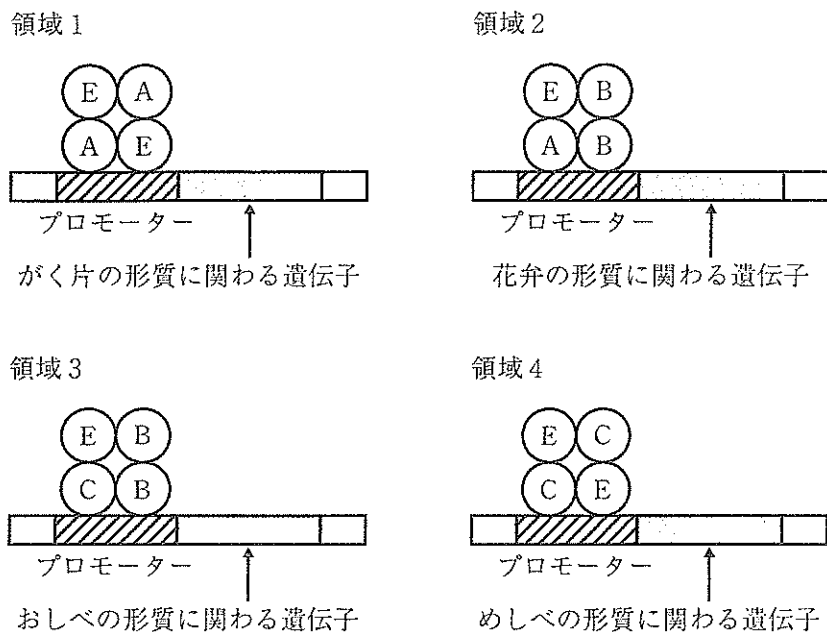


図3. 調節タンパク質の四量体形成とプロモーターへの結合

7. 植物に病気を引き起こす細菌であるファイトプラズマは、AクラスおよびEクラスの調節タンパク質を分解することが知られている。ファイトプラズマが感染した植物では、領域1および領域2にそれぞれ何が形成されると予想されるか。最も適切な語句を記せ。