

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	10～17
生 物	18～31

〈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. 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。

生物が営むすべての生命活動にはエネルギーが必要である。生体内では ATP がエネルギーのやりとりの仲立ちとしてはたらいている。ATP は ア という塩基とリボースという糖が結合したアデノシンに、3 個のリン酸が結合した化合物である。

細菌の多くは酸素を使ってグルコースを分解することで ATP をつくる。この過程は呼吸とよばれ、解糖系、イ、および電子伝達系から構成される。解糖系では図 1 の代謝経路によってグルコースが 2 分子のピルビン酸に分解される。この過程で 2 分子の ATP が消費されるとともに、4 分子の ATP が生産されるため、差し引き 2 分子の ATP がつくられることになる。解糖系ではリン酸基が ADP に転移することで ATP が合成される。

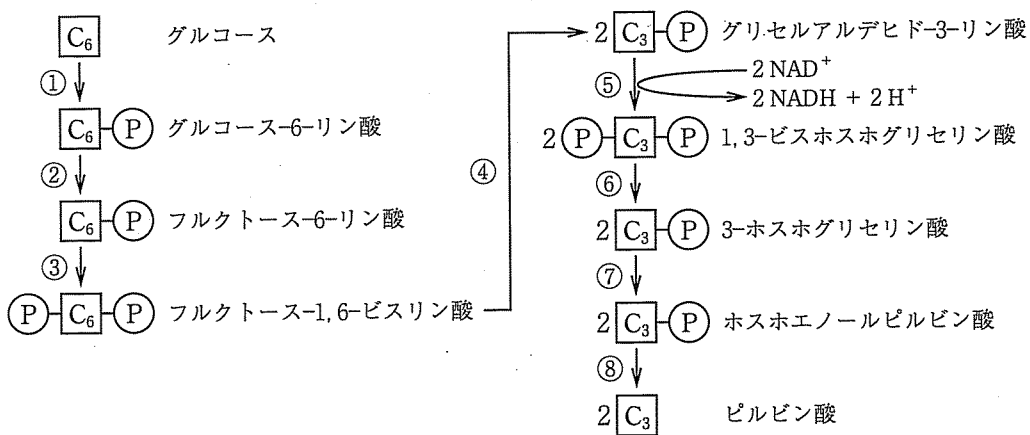
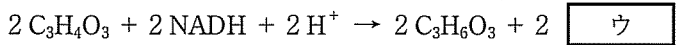


図 1 解糖系の代謝経路

C<sub>6</sub>：炭素数 6 の化合物，C<sub>3</sub>：炭素数 3 の化合物，P：リン酸基

酸素がある場合、解糖系で生じたピルビン酸は、イ と電子伝達系によって二酸化炭素と水にまで分解される。一方、酸素を用いずに有機物を分解し、ATPを合成する過程を発酵という。乳酸菌の場合は解糖系で生じたピルビン酸を乳酸に変換するが、その反応は以下の通りである。



動物の筋肉でも、激しい運動を行うなどして酸素の供給が不十分なときは、乳酸発酵と同じ反応が起きる。この反応をエ という。

呼吸の際に消費された酸素に対する排出された二酸化炭素の体積比  $\left(\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}\right)$  を呼吸商という。呼吸商を調べるために、図2に示した容器を用意して実験を行った。6つの容器A～Fの主室には、それぞれ表に示す物質を炭素栄養源とする培地が入っている。また、容器A、C、Eの副室には二酸化炭素を吸収するための水酸化カリウム水溶液が入っている。

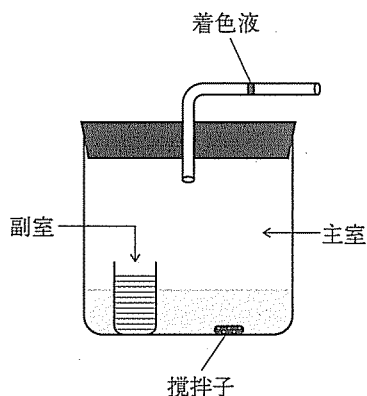


表 各容器における主室、副室の組成

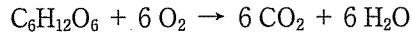
容器	主室	副室
A	グルコース	水酸化カリウム水溶液
B	グルコース	水
C	ピルビン酸	水酸化カリウム水溶液
D	ピルビン酸	水
E	グルコース、ピルビン酸	水酸化カリウム水溶液
F	グルコース、ピルビン酸	水

図2 呼吸商を測定するための装置

容器Aと容器Bの主室にはグルコースのみを炭素栄養源とする培地が入っている。ある細菌を両容器の主室に等量ずつ入れ、温度を35℃に保ち、主室を攪拌しながら細菌を一定時間培養した。その結果、着色液の位置の移動量から算出した容器内の気体の体積は、容器Aでは5ml減少し、容器Bでは増減は認められ

## 生物

なかった。この結果は、消費された酸素が5 ml、排出された二酸化炭素が5 mlであることを示しており、グルコースの呼吸商=1であることがわかる。なお、グルコースを呼吸基質として用いるときの反応式は以下のとおりである。



1. 文章中の空欄 

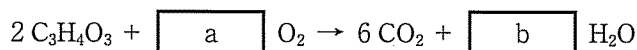
ア
---

 ~ 

エ
---

 に適する語句を記せ。
2. 以下の(a)~(f)の生物の中から細菌をすべて選び、記号で記せ。  
(a) ミドリムシ                      (b) 酵母                              (c) クモノスカビ  
(d) 根粒菌                            (e) 粘菌                              (f) ビフィズス菌
3. 図1の代謝経路①~⑧のうち、ATPが消費される経路を2つ選び、番号で記せ。
4. 図1の代謝経路①~⑧のうち、ATPが合成される経路を2つ選び、番号で記せ。
5. 図1の代謝経路⑤を触媒する酵素の種類を以下の(a)~(e)から1つ選び、記号で記せ。  
(a) 脱水素酵素                      (b) 脱リン酸化酵素                  (c) 脱炭酸酵素  
(d) 加水分解酵素                    (e) 異性化酵素
6. 下線部(i)について、呼吸における一連の反応経路において、グルコース1分子から最終的に最大で何分子のATPが合成されるか。最も適当な分子数をつぎの(a)~(f)から選び、記号で記せ。  
(a) 2              (b) 12              (c) 16              (d) 18              (e) 38              (f) 64
7. 下線部(ii)について、乳酸発酵を利用してつくられる食品を以下の(a)~(e)からすべて選び、記号で記せ。  
(a) 紅茶                              (b) 納豆                              (c) チーズ  
(d) ビール                            (e) ヨーグルト
8. 酸素がない場合、乳酸菌は下線部(iii)の反応を行わないと効率よくATPを合成することができない。その理由を図1の代謝経路⑤の反応にふれながら説明せよ。

9. ピルビン酸を呼吸基質として用いるときの反応式と呼吸商について、以下の空欄  ～  に適する数値を記せ。ただし、 および  は整数で記し、 は整数または小数で記せ。小数の場合は必要であれば小数点第2位を四捨五入して、小数点第1位まで記せ。



$$\text{ピルビン酸の呼吸商} = \text{c}$$

10. 容器Cおよび容器Dの主室には、ピルビン酸のみを炭素栄養源とする培地が入っている。それぞれの容器の主室に等量の細菌を懸濁し、攪拌しながら一定時間培養したところ、容器Cの気体の体積は5 ml 減少した。容器Dの気体の体積は何 ml 増加するか計算し、整数または小数で記せ。ただし、小数の場合は必要であれば小数点第2位を四捨五入して、小数点第1位まで記せ。なお、細菌成分の分解や酸素との反応は生じないものと考えてよい。
11. 容器Eおよび容器Fの主室には、炭素栄養源としてグルコースとピルビン酸を等モル(同じ分子数)ずつ含む培地が入っている。この培地で細菌を培養したときの呼吸商をもっとも簡単な分数で答えよ。
12. 容器Eおよび容器Fの主室に等量の細菌を懸濁し、攪拌しながら一定時間培養したところ、容器Eの気体の体積は3.4 ml 減少した。容器Fの気体の体積は何 ml 増加するか計算し、整数または小数で記せ。ただし、小数の場合は必要であれば小数点第2位を四捨五入して、小数点第1位まで記せ。なお、細菌成分の分解や酸素との反応は生じないものと考えてよい。

## 生物

〔Ⅱ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

裸子植物の雌花では胚珠が裸出しており、胚珠内の胚のうに造卵器が形成される。造卵器にならない胚のうの細胞は、すべて受精前に胚乳になる。イチヨウとソテツでは雄花でつくられた花粉が雌花の胚珠に付着すると花粉管内から精子が放出され、精子が胚珠内の水中を泳いで造卵器内の卵細胞に達して受精する。

一方、多くの被子植物では、おしべとめしべが同じ花の中で形成され、同じ花の中で受粉・受精が起こる。しかし、同一個体の花粉がめしべの柱頭に付着しても花粉が発芽しなかったり、花粉管が伸長しても途中で止まる、自家不和合性<sup>(i)</sup>とよばれる性質を持つ植物もある。

受粉が成立すると、花粉は発芽して、花粉管を胚珠に向かって伸ばす。また、花粉の雄原細胞は分裂して2個の精細胞になる。めしべの子房の中では胚珠が形成され、その中に胚のうが形成される。一般的な胚のうでは、胚珠の入口に近い側に卵細胞と2個の助細胞が、反対側には3つの反足細胞があり、それらの間に中央細胞がある。そして、花粉管が胚珠の入口に達すると、花粉管の先端が破裂<sup>(ii)</sup>し、精細胞が胚のう中に放出され、受精する。この花粉管の胚のうへの誘引には、胚のう内のある細胞の関与<sup>(iii)</sup>が知られている。

1. 被子植物の受精には、裸子植物であるイチヨウ、ソテツの受精と比較してどのような利点があるか。句読点を含めて80字以内で記せ。
2. 下線部(i)の、自家不和合性を有する植物には、自家受精をする植物と比べて、どのような特徴があるか。以下の文章①～④のうち、適切なものを選べ。
  - ① 受精の頻度が上がり、遺伝的多様性が高くなる。
  - ② 受精の頻度が下がり、遺伝的多様性が高くなる。
  - ③ 受精の頻度が上がり、遺伝的多様性が低くなる。
  - ④ 受精の頻度が下がり、遺伝的多様性が低くなる。
3. 下線部(ii)について、被子植物の受精の様式は重複受精と呼ばれる。そのように呼ばれる理由となっている現象を、句読点を含めて50字以内で説明せよ。

4: 下線部(iii)の花粉管の誘引に参与する細胞については、園芸植物のトレニアを用いて調べられた。トレニアは多くの被子植物とは異なり、胚のうが珠皮から外に裸出している。この特徴を利用してトレニア胚のうの特定の細胞をレーザーで破壊する実験を行った。くり返し試行したうち花粉管の誘引が見られた胚珠の割合を調べた実験とその結果が表1である。以下の問いに答えよ。

表1

破壊された細胞の数	卵細胞	中央細胞	助細胞		誘引頻度(%)
0	+	+	+	+	98
1	-	+	+	+	94
	+	-	+	+	100
	+	+	-	+	71
2	-	-	+	+	93
	-	+	-	+	61
	+	-	-	+	71
	+	+	-	-	0

+は細胞が存在していることを，-は細胞が破壊されたことを表す。

- 1) 表1の実験結果から、花粉管の胚のうへの誘引にもっとも関わると考えられる細胞名と、その細胞の特定に至った根拠を記せ。
- 2) さらに、細胞を3個破壊する実験をおこなうことにした。表2の実験をおこなったとき、それぞれどのような誘引頻度ア〜ウが得られると予想されるか。誘引頻度①〜③から選び、番号を記せ。

誘引頻度：① ほぼ100%，② 60〜70%，③ 0%

表2

破壊された細胞の数	卵細胞	中央細胞	助細胞		誘引頻度(%)
3	-	-	-	+	ア
	-	+	-	-	イ
	+	-	-	-	ウ

+は細胞が存在していることを，-は細胞が破壊されたことを表す。

## 生物

5. 正常な胚および胚乳の形成のためには、ある遺伝子(遺伝子 A とする)が必要である。野生型遺伝子 A をホモ接合に持つ個体(遺伝子型 AA), あるいは野生型遺伝子 A と突然変異によって機能を失った対立遺伝子 a とのヘテロ接合体(遺伝子型 Aa)の個体のめしべに、遺伝子型 AA あるいは Aa の個体の花粉を受粉させると、胚珠から種子が形成された割合が表 3 のようになった。このうち、実験①および②では、胚珠内で花粉管の先端と助細胞の一つが破裂している様子が観察された。一方、実験③および④では、約半数の胚珠で、先端が破裂せずに胚のう内に侵入している花粉管が観察された。以下の問いに答えよ。

表 3

実験	交配させた個体の遺伝子型 (めしべ×花粉)	胚珠から種子が形成された およその割合(%)
①	AA × AA	100
②	AA × Aa	100
③	Aa × AA	50
④	Aa × Aa	50

- 1) 遺伝子 A はめしべと花粉のどちらで働くと考えられるか、記せ。
  - 2) 遺伝子 A はどのような働きをすると考えられるか、句読点を含めて 30 字以内で記せ。
6. コケ植物の生殖では、まず胞子のうで行われる減数分裂によって生殖細胞である胞子がつくられる。コケ植物の胞子と同じ核相を持つものは、被子植物では以下の語群①～⑥のどれに対応するか。該当するものすべてを選び、番号を記せ。
- ① 胚珠, ② 胚のう母細胞, ③ 胚のう細胞, ④ やく, ⑤ 花粉母細胞,
  - ⑥ 花粉四分子



〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

植物は環境の変化に応答するさまざまなしくみをもつ。植物が感知する外的な要因には、光、温度、重力、水分などがあり、種子の発芽、成長、および老化にわたる植物の一生において、その環境応答には、体内における植物ホルモンの変動が深く関わっている。

成長段階において、茎には正の光  があり、これは光の強い方向に伸長し光合成のための光を確保するという意味がある。この環境応答には植物ホルモンであるオーキシンが関与しているが、体内のオーキシンの移動には方向性<sup>(i)</sup>あり、これは  移動とよばれる。茎のうち、オーキシンの濃度が高い方は伸長が促進され、低い方は成長が抑制されるために、茎は光のあたる側に向かう。一方、根は負の光  があり、光があたらない側に伸長<sup>(ii)</sup>する。

また、多くの植物では花芽の形成<sup>(iv)</sup>に、光や温度の影響<sup>(v)</sup>を受けている。人工的に日長を変化させて植物を育てると、一定の日長時間で花芽の形成が見られることがあるが、昼間と夜間の長さの影響を受けて反応する生物の性質は一般に  とよばれる。このような環境応答を行うことは植物が自らの生育ステージを季節に適合させて生活するという生態的な意義をもっている。

1. 空欄  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)について、種子の休眠の維持、および発芽の促進に関わる植物ホルモンの名称をそれぞれ記せ。
3. 下線部(ii)について、オーキシンが体内で移動し、濃度差が生ずる機構について句読点を含めて60字以内で述べよ。

## 生物

4. 下線部(iii)について、図1のように植物体に側面の一方向から光をあてたところ、根が光とは逆の方向に伸びた。この理由について、最も適切なものを以下の(a)~(d)から選び、記号で記せ。

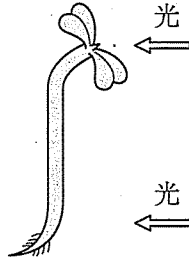


図1 光と成長の実験

- (a) 光があたらない側では、あたる側よりもオーキシンの濃度が相対的に低くなり、根の光があたらない側の成長が抑制されるため。
- (b) 光があたらない側では、あたる側よりもオーキシンの濃度が相対的に高くなり、根の光があたらない側の成長が抑制されるため。
- (c) 光があたらない側では、あたる側よりもオーキシンの濃度が相対的に低くなり、根の光があたらない側の成長が促進されるため。
- (d) 光があたらない側では、あたる側よりもオーキシンの濃度が相対的に高くなり、根の光があたらない側の成長が促進されるため。
5. 下線部(iv)について、以下の問いに答えよ。

- 1) 長日植物にあたるものを以下の(a)~(e)からすべて選び、記号で記せ。
- (a) アサガオ                      (b) トマト                      (c) キク
- (d) アブラナ                      (e) アヤメ

2) 図2のような条件に長日植物をおいたときに起こる反応として、最も適切なものを以下の(a)~(d)から選び、記号で記せ。

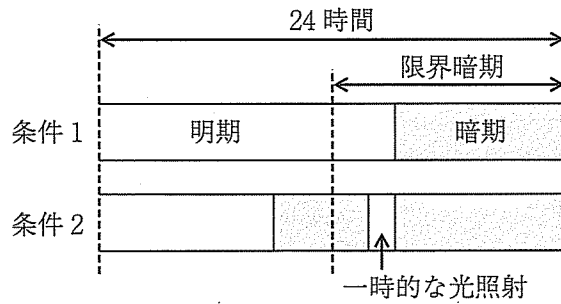


図2 日長条件

- (a) 条件1：花芽形成する，条件2：花芽形成する
- (b) 条件1：花芽形成する，条件2：花芽形成しない
- (c) 条件1：花芽形成しない，条件2：花芽形成する
- (d) 条件1：花芽形成しない，条件2：花芽形成しない

生物

6. 図3のように短日植物であるオナモミについてA～Cの処理をして、それぞれ栽培したところ、下記のような結果が得られた。

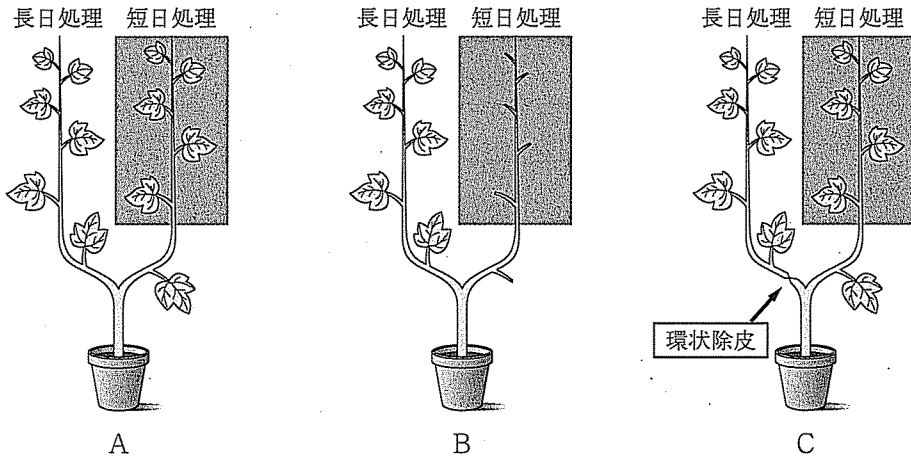


図3 オナモミの日長処理の実験

<処理>

A：図のように、二つの枝をそれぞれ長日処理，短日処理の条件においた。

B：枝をそれぞれ長日処理，短日処理の条件におくが，短日処理の枝の葉はすべて除去した。

C：枝をそれぞれ長日処理，短日処理の条件におくが，長日処理の枝の根元の部分について，茎の形成層の外側を取り除く環状除皮を行った。

<結果>

A：長日処理，短日処理の枝はともに花芽形成した。

B：長日処理，短日処理の枝はともに花芽形成しなかった。

C：長日処理の枝では花芽形成されず，短日処理の枝では花芽形成した。

1) AとBの結果の比較からどのようなことが言えるか，句読点を含めて50字以内で述べよ。

2) AとCの結果の比較からどのようなことが言えるか，句読点を含めて30字以内で述べよ。

- 3) 花芽形成で光受容体として働く物質の名称を記せ。
- 4) 花芽形成を誘導する物質はフロリゲンとよばれるが、シロイヌナズナにおけるフロリゲンとしてあてはまるものを以下の(a)~(e)から選び、記号で記せ。
- (a) DELLA タンパク質 (b) FT タンパク質 (c) G タンパク質  
(d) LEA タンパク質 (e) PIN タンパク質

7. 下線部(v)について、ダイコンは花芽形成に春化が必要な植物である。ペトリ皿にダイコンの種子をまいて吸水させ、以下のような条件においたのちに、土に移植して花芽形成する日長にて育成した。このときに起こる反応として、最も適切なものを以下の(a)~(e)から選び、記号で記せ。ただし、土に移植して育成したタイミングは同一とする。

条件1：暗所で発芽させたのち、冷蔵庫に入れて1か月低温処理を行い、土に移植した。

条件2：発芽させずに、直ちに冷蔵庫に入れて1か月低温処理を行い、土に移植した。

条件3：暗所で発芽させ、低温処理を行わず、土に移植した。

- (a) 条件2に比べ、約1か月早く条件1、3が花芽形成した。  
(b) 条件1に比べ、約1か月早く条件2、3が花芽形成した。  
(c) 条件2、3に比べ、約1か月早く条件1が花芽形成した。  
(d) 条件1、3に比べ、約1か月早く条件2が花芽形成した。  
(e) 条件1、2に比べ、約1か月早く条件3が花芽形成した。

## 生物

〔IV〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

日本における森林のバイオームは主に気温による影響を受け、南から北へ、<sup>(i)</sup>低地から高地へと相観が変化する。本州中部地方の山岳地帯の場合、標高700 m 付近までの  帯には照葉樹林が、標高1700 m 付近までの  帯には夏緑樹林が、標高2500 m 付近までの  帯には針葉樹林が分布している。そして、<sup>(iii)</sup>さらに標高が高く高木が生育できない  帯には低木林が分布している。

森林は、植生が遷移することで形成される。日本では、火山活動によってできた溶岩の上で、まず地衣類やコケ植物が侵入することで荒原となり、草原、低木林、陽樹林、混交林、陰樹林の順に遷移することが多い。<sup>(iv)</sup>

1. 空欄  ～  に入る適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)のような緯度の違いにより植生の相観が変化する分布と、下線部(ii)のような標高の違いにより変化する分布をそれぞれ何とよぶか記せ。
3. 下線部(iii)のように森林形成の上限の標高を何とよぶか記せ。
4. 照葉樹林、夏緑樹林、針葉樹林、低木林の代表的な植物名を以下の(a)～(l)から2つずつ選んで記号を記せ。

(a) メヒルギ	(b) コケモモ	(c) タブノキ
(d) ミズナラ	(e) ガジュマル	(f) ブナ
(g) オオカナダモ	(h) シラビソ	(i) スダジイ
(j) コメツガ	(k) ヘゴ	(l) ハイマツ
5. 森林は草原に比べて純生産量はやや大きい程度であるが、現存量ははるかに大きい。この主な理由を「光合成器官」という語を用いて、句読点も含め70字以内で説明せよ。
6. 下線部(iv)の陽樹林、混交林、陰樹林へと植生が移行する理由を句読点も含め80字以内で説明せよ。

7. 下線部(iv)のような植生遷移を一次遷移という。一方、伐採や山火事などによって森林が破壊されたり、耕作地が放棄されたりした場所で見られる遷移を二次遷移という。二次遷移の特徴を、一次遷移の特徴と比較して句読点も含め60字以内で説明せよ。