

情報科学部A方式Ⅱ日程・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	10～20
生 物	22～36

#### 〈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
情報科学部(コンピュータ科)	物理
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。

1865年に **ア** が、遺伝の法則を提唱したとき、彼は形質を決定する何らかの「要素」を仮定した。現代でいう遺伝子である。50年以上経た後に、**イ** <sup>(i)</sup>らは様々な交配実験をもとに遺伝子は染色体上にあることを明らかにした。一方、1928年に **ウ** <sup>(ii)</sup>は、ある物質によって形質が転換されることを示し、1944年にその物質がDNAであることを **エ** <sup>(iii)</sup>らが示した。さらに、**オ** <sup>(iv)</sup>とチェイスは、1952年に大腸菌とファージを用いた実験によってDNAが遺伝子の本体であることを示した。

では、遺伝子の本体であるDNAは、どのようにして形質の情報を保持し、その情報を次世代に伝えるのだろうか。1953年に **カ** <sup>(v)</sup>とクリックが提唱したDNAの分子構造にその答えが示されていた。彼らは、その構造が示す特定の塩基が対となる性質こそ遺伝情報がコピーされるメカニズムであろうと見抜いたのである。1958年にはDNAが複製される様式を **キ** <sup>(vi)</sup>とスタールが明らかにした。それは、親と同じDNAが複製され次の世代に受け継がれる様子を示すものであった。しかし、その後も研究が進むと、また新たな疑問が生じた。DNAが複製開始点からほどけて両側に向かって複製される際に、ほどける方向とは逆向きに新しいDNA鎖が伸長するしくみもその一つであった。 **ク** <sup>(vii)</sup>はその疑問を解決する仮説を1966年に実験で示し、さらに1968年にその仮説が正しいことを異なる実験によって明らかにした。 <sup>(viii)</sup>

1. 空欄  ～  に入る最も適切な人名を下記より選び記せ。

エイブリー	岡崎令治	木村資生	グリフィス
ダーウィン	ド・フリース	ハーシー	パスツール
ミーシャー	メセルソン	メンデル	モーガン
山中伸弥	ラマルク	ルスカ	ワトソン

2. 下線部(i)の交配実験で用いられた生物の名称は何か，適切な語句を記せ。

3. 下線部(ii)について，らは連鎖している3つの遺伝子の組換え価に基づいて染色体上の遺伝子の位置を表す地図(染色体地図)を作成する手法を考えた。この手法について，以下の問い1)～3)に答えよ。

1) この手法は何というか，その名称を記せ。

2) 連鎖する3つの遺伝子A1，A2，Bについて，A1-A2，A1-B，A2-Bの組み換え価がそれぞれ10%，3%，7%であったとする。これら遺伝子の染色体上での相対的な位置と距離を下図に示す。, , に入る最も適切な遺伝子名を記せ。



図 染色体上での遺伝子の相対的な位置と距離

3) この手法によって作成された染色体地図は遺伝学的染色体地図とよばれる。では，細胞分裂中期の染色体を異なった種類の蛍光色素で染め分けるなどの手法によって作成される染色体地図は何というか，その名称を記せ。

4. 下線部(iii)の特徴的な分子構造は何とよばれるか。その名称を記せ。

5. 下線部(iv)について，特定の塩基が対となると考えるヒントとなった規則が1949年に発見され，発見者の人名がつけられている。

1) この規則は何というか，その名称を記せ。

2) この規則はどのようなことを示しているのか，句読点を含め50字以内で述べよ。

## 生物

6. 下線部(v)を明らかにした実験では、まず N(窒素)源として  $^{15}\text{N}$  を含む培地中で大腸菌を複数世代にわたって培養した(第 0 世代とする)。その後、通常の培地(含まれる N はほとんど  $^{14}\text{N}$ )に移して培養し、一回の細胞分裂が起きた後の第 1 世代、さらにもう一回細胞分裂をした第 2 世代の菌体を集め、それぞれの世代から DNA を抽出し、密度勾配遠心分離にかけ DNA 層の位置を観察する。下図は第 1 世代、第 2 世代の菌体から抽出した密度勾配遠心分離後の DNA 層の位置を示している。以下の問い 1)~3)に答えよ。

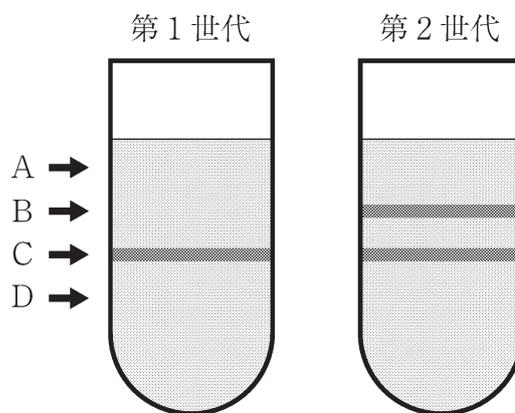


図 密度勾配遠心分離後の DNA の位置

- 1) この実験によって明らかにされた、DNA 複製の様式を何というか、その名称を記せ。
- 2) 図に示すように、第 1 世代の菌体から抽出した DNA は図の矢印 C の位置に層を形成した。その場合、第 0 世代の菌体から抽出した DNA は図の矢印 A~D のどの位置に層を形成すると考えられるか、A~D の中から一つ選び、記号で答えよ。
- 3) 第 2 世代から抽出した DNA を密度勾配遠心分離したところ、図の B と C の位置に層を形成した。これらの位置にある DNA の状態を、 $^{14}\text{N}$  および  $^{15}\text{N}$  に着目して、それぞれ句読点を含め 20 字以内で述べよ。なお、 $^{14}\text{N}$ 、 $^{15}\text{N}$  はそれぞれ 1 字とする。

7. 下線部(vi)について、以下の問い1), 2)に答えよ。
- 1) 複製開始点からほどける方向とは逆向きに伸長する DNA 鎖は何というか、適切な語句を記せ。
  - 2) ほどける方向と同じ向きに伸長する DNA 鎖は何というか、適切な語句を記せ。
8. 下線部(vii)の「その疑問」は、DNA ポリメラーゼのある性質によって生じた。その性質とは何か、下記(a)~(d)の中から一つ選び、記号で答えよ。
- (a) 5' 末端から 3' 末端に向かってのみ DNA 鎖を伸長する。
  - (b) 3' 末端から 5' 末端に向かってのみ DNA 鎖を伸長する。
  - (c) 5' 末端と 3' 末端のいずれの方向にも DNA 鎖を伸長する。
  - (d) 細胞分裂の状態によって DNA 鎖を伸長する方向が決まる。
9. 下線部(viii)の実験では、細胞が分裂する際に DNA 鎖をつなぐ酵素を阻害した。その結果、細胞内にどのような状態で DNA が観察されたか、句読点を含め 20 字以内で述べよ。



## 生物

- 2) タンパク質 A やタンパク質 B をコードする mRNA は卵の前後端に局在し、そこから翻訳されることでタンパク質が生ずる。このような発生過程に影響を及ぼす卵内の物質を総称して何とよぶか、その名称を記せ。
- 3) アフリカツメガエルの背腹軸の決定について正しく説明しているものを下記(a)~(d)の中から一つ選び、記号で答えよ。
- (a) コーディンがはたらく背側で消化管がつくられ、BMP がはたらく腹側で神経管がつくられる。
  - (b) コーディンがはたらく背側で神経管がつくられ、BMP がはたらく腹側で消化管がつくられる。
  - (c) BMP がはたらく背側で消化管がつくられ、コーディンがはたらく腹側で神経管がつくられる。
  - (d) BMP がはたらく背側で神経管がつくられ、コーディンがはたらく腹側で消化管がつくられる。
3. 下線部(iii)について、からだを区画化して体節の形成を促す調節遺伝子は分節遺伝子とよばれるが、ショウジョウバエの体節構造の形成において以下の分節遺伝子群が作用する順序を正しく並べ替え、記号で答えよ。
- (a) セグメントポラリティ遺伝子群
  - (b) ペアルール遺伝子群
  - (c) ギャップ遺伝子群

## 生物

4. 下線部(iv)について，体節が形成されたあと各部位に器官が発生する。以下の問い1)～3)に答えよ。

1) ある遺伝子に突然変異が生じると触角の代わりに脚が生えるなど一部の器官が別の器官に転換する。このような器官形成にはたらいっている遺伝子の総称を何とよぶか，その名称を記せ。

2) 上記の遺伝子群は180塩基対からなる相同性の高い領域を共通してもっている。この領域は60アミノ酸からなるポリペプチドをコードしているが，このポリペプチドはどのようなはたらきをしているか，句読点を含め30字以内で述べよ。

3) 植物も上記に類似の機能を持った遺伝子群が見出されており，器官形成にはたらいっている。これに該当するタンパク質として適切なものを下記(a)～(d)の中から一つ選び，記号で答えよ。

(a) AP1                      (b) RubisCO                      (c) AUX                      (d) GFP

5. 四肢動物では発生の過程でからだの側方から肢芽を形成し，ここから指を形成する。以下の問い1)，2)に答えよ。

1) 肢芽の基部後方には極性化活性帯(ZPA)とよばれる領域があり，ニワトリではここから分泌される誘導シグナルによりZPAに近い側から順に第4指，第3指が形成される。一方，ZPAを切り出して前方に移植すると指が前後に鏡像対称となるように生じる。このことからZPAから分泌される誘導シグナルは正常な指の形成にどのような役割を果たしていると考えられるか，句読点を含め60字以内で述べよ。

2) マウスなどの動物では，水かきに当たる部分の細胞が死ぬことで指が形成される。このような細胞の消失を何とよぶか，その名称を記せ。

6. ニワトリの皮膚は外胚葉性の表皮と中胚葉性の真皮からなり，背中の皮膚では羽毛が，肢の皮膚ではうろこが形成される。ある発生段階のニワトリの胚を用いて，背中と肢の皮膚をそれぞれ表皮と真皮に分け，それらを相互に交換して培養すると，背中の表皮と肢の真皮を組み合わせた場合にはうろこが，肢の表皮と背中の真皮を組み合わせた場合には羽毛が生じた。以下の問い1)，2)に答えよ。

1) 以上の実験から，皮膚の分化について何がいえるか，句読点を含め20字以内で述べよ。

2) この実験は，組織を切り出す時期によって結果が異なる。取り出す背中の表皮および肢の真皮の胚の日数を変えてそれぞれの組み合わせで培養したところ，5日目の胚の背中の表皮と15日目の肢の真皮の組み合わせではうろこが形成された。一方，8日目の背中の表皮と15日目の肢の真皮の組み合わせでは羽毛が形成された。このことから皮膚の形成の過程における表皮と真皮について何がいえるか，句読点を含め60字以内で述べよ。

## 生物

〔Ⅲ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

オルドビス紀からシルル紀にかけて陸上に進出した植物は、 紀に生殖器官を進化させ効率的に繁殖できるようになった。その後に進化した種子植物は、種子が外界の環境変化の影響を受けにくいことから、ペルム紀以降に発生した複数回の大量絶滅の危機を乗り越えて中生代以降に繁栄を極めた。現在では、約 25 ～ 40 万種の種子植物が存在すると考えられている。

白亜紀以降に出現した被子植物は、本来であれば葉になる部分が花弁やおしべなどに変化して花器官を形成する。<sup>(i)</sup>花器官の配置には一定のパターンがあり、一般的には花を上から見たときに最も外側から中心に向かって同心円状にかく片、花弁、おしべ、そしてめしべが配置されている。この花器官の分化は 組織ではたらくいくつかの調節遺伝子によって制御されている。モデル植物のシロイヌナズナでは、 組織の外側から中心に向かって各花器官の配置と一致して4つの領域があり、それぞれの領域で3種類の調節遺伝子(A 遺伝子、B 遺伝子、C 遺伝子)が単独または複合的にはたらくことで各器官を分化させている。<sup>(ii)</sup>すなわち、かく片はA 遺伝子、花弁はA と B 遺伝子、おしべはB と C 遺伝子、そしてめしべはC 遺伝子のはたらきによりそれぞれ形成される。これを「ABC モデル」とよぶ。

被子植物のおしべの先端にある の中には多数の花粉母細胞がある。そこでつくられた花粉がめしべの柱頭に付着すると、花粉は発芽して花粉管を胚のうに向けて伸長させる。<sup>(iii)</sup>胚のうに到達した花粉管は、管内の二つの精細胞を放出しその内の一つを使って卵細胞を受精させる。<sup>(iv)</sup>受精卵は細胞分裂を繰り返し植物体の原型となる胚を形成する。<sup>(v)</sup>こうして受精した は成熟して種子になる。

被子植物の種子は、内部構造の違いから有胚乳種子と無胚乳種子に分けられる。<sup>(vi)</sup>前者では、胚乳に糖、脂肪、タンパク質などの栄養分が蓄積され発芽時に利用される。後者では、発芽時に必要な栄養分は胚乳の代わりに に蓄えられる。

1. 空欄 ア ~ オ に入る最も適切な語句を記せ。
2. 下線部(i)について、以下の問い 1), 2) に答えよ。
  - 1) 陸上に進出したと考えられている最古の植物の名称を記せ。
  - 2) 1) の組織学的な特徴について、句読点を含め 40 字以内で述べよ。
3. 下線部(ii)について、花芽に分化させる物質は「フロリゲン(花成ホルモン)」である。この物質の生合成から花器官の調節遺伝子を発現させるまでのしくみを、下記の語群にあるすべての語句を必ず 1 回は使い、句読点を含め 80 字以内で述べよ。
 

語群：光刺激      師管      花芽形成
4. 下線部(iii)の花器官を形成する調節遺伝子のはたらきについて、以下の問いに答えよ。
 

変異体作出実験で得られたシロイヌナズナは花芽形成部位に異常が生じていた。その観察結果は以下の通りである。

(観察結果)花芽に分化する部位でがく片だけがロゼット状<sup>\*</sup>に形成されていた。

<sup>\*</sup>ロゼット状=バラの花冠のように放射状に並んでいる状態のこと

このシロイヌナズナはどの調節遺伝子が欠損して異常となったのか、下記(a)~(h)の中から一つ選び記号で答えよ。

(a) A 遺伝子	(b) B 遺伝子
(c) C 遺伝子	(d) A と B 遺伝子
(e) A と C 遺伝子	(f) B と C 遺伝子
(g) すべての遺伝子	(h) A と B と C 以外の遺伝子
5. 下線部(iv)について、花粉管を胚のうに誘導する物質を放出する細胞の名称を記せ。
6. 下線部(v)の受精卵が形成されるとき、もう一つの精細胞は中央細胞と受精し胚乳細胞を形成する。以下の問い 1), 2) に答えよ。
  - 1) このような現象を何受精とよぶか、適切な語句を記せ。
  - 2) 受精後の胚乳細胞の核相は何  $n$  か、適切な整数を記せ。



〔Ⅳ〕 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

本来はその場所に生息していなかったが、人間の活動などによって他の場所からその場所に持ち込まれ、定着して住み着いた生物のことを外来生物という。<sup>(i)</sup>一方で、その場所に古くから生息している生物のことを  生物という。

外来生物が定着すると、その場所の  がかく乱され、そのバランスが崩れることがある。<sup>(ii)</sup>生物は進化の過程で、他の生物との間で様々な関係性を長い時間をかけて構築し、生活している。このため、本来の  では、ある特定の生物が一方的に増えることがないように調節されている。しかし、ここに外来生物が移入された場合、その外来生物の捕食者や  が存在せず、また、 生物が外来生物に対する  を持っていないことなどから、生物の間で個体数を調節する関係が崩れてしまうことがある。そのため、 生物が外来生物により一方的に駆逐され、その数が激減し、絶滅の危機にさらされることもある。<sup>(iii)</sup>

例えば、北アメリカ産のオオクチバス(ブラックバス)は、1920年代に釣りの対象などの目的で国内に移入され、その後全国各地の湖沼などに放流された。オオクチバスは琵琶湖ではホンモロコなど、本来その場所で生息していた魚種の個体数を激減させた。<sup>(iv)</sup>このオオクチバスのように、外来生物の中でも地域の自然環境に大きな影響をあたえ、生物多様性を脅かす恐れのあるものを特に  外来生物という。

また北アメリカ原産のセイタカアワダチソウは、他の植物の成長を阻害する化学物質を土壤中に放出し、 を変えることで、その場所固有の植物を排除していると考えられている。

2004年に制定された外来生物法では、外来生物の中でも特に  や人命、産業に被害を及ぼしているものや、その恐れのある生物を特定外来生物としてその取り扱いを規制している。このうち、オオクチバスやファイリマングースは駆除が行われている。<sup>(vi)</sup>

1. 空欄  と  に入る最も適切な語句を記せ。

## 生物

2. 空欄  ～  に入る最も適切な語句を下記(a)～(h)の中からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 生物的環境                      (b) 攻撃的                              (c) 分解者  
(d) 防御機構                        (e) 侵略的                              (f) 順応的管理  
(g) 非生物的環境                    (h) 寄生者

3. 下線部(i)について、以下の問い1), 2)に答えよ。

1) 外来生物の説明として誤っているものを下記(a)～(d)の中からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 人間による外来生物の導入速度は生物の自然界での分布拡大よりも急激である。  
(b) 日本から海外にわたり、その地域で外来生物となった生物もいる。  
(c) 国内で他の地域に移された生物は、外来生物として扱われない。  
(d) 外来生物の中で、農作物を直接食害するものはない。

2) 意図的に持ち込まれて定着した外来生物とその目的の組み合わせにおいて、誤っているものを下記(a)～(e)の中からすべて選び、記号で答えよ。

- | 外来生物             | 目的        |
|------------------|-----------|
| (a) セイヨウオオマルハナバチ | － 受粉      |
| (b) フイリマンゲース     | － ペット     |
| (c) ウシガエル        | － 食用      |
| (d) ボタンウキクサ      | － 鑑賞      |
| (e) カミツキガメ       | － 他の生物の駆除 |

4. 下線部(ii)について、次の問いに答えよ。

外来生物は移入先の  生物と交配が可能な場合がある。このように、外来生物と  生物の間で交配が進むと、両者の遺伝子を受け継いだ個体が増える。この個体のことを示す適切な語句を下記(a)～(d)の中から一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 絶滅危惧種      (b) 雑種                      (c) 優占種                      (d) 野生種

5. 下線部(iii)について、以下の問い1), 2)に答えよ。
- 1) 個体数が減少して小さくなった個体群は、その個体群がさらに小さくなる様々な過程が次々に起こって、絶滅へ向かう。この現象を示す適切な語句を記せ。
  - 2) 絶滅を加速させるものを、下記(a)~(f)の中からすべて選び、記号で答えよ。
    - (a) 近交弱勢
    - (b) 生息地の増加
    - (c) 人口学的確率性
    - (d) 生物多様性の保全
    - (e) アリー効果の低下
    - (f) メタ個体群間の交流
6. 下線部(iv)について、オオクチバスの説明として適切なものを、下記(a)~(d)の中からすべて選び、記号で答えよ。
- (a) 繁殖力が強い。
  - (b) 成長にかかわらず、限られた生物種を捕食する。
  - (c) 国内にオオクチバスの天敵はいなかった。
  - (d) 流れの急な水域でのみ生息する。
7. 下線部(v)について、ある植物が生産した化学物質によって他の植物が影響を受ける現象を示す適切な語句を記せ。
8. 下線部(vi)について、ある場所に生息する特定外来生物の取り扱いとして適切なものを、下記(a)~(d)の中から一つ選び、記号で答えよ。
- (a) 対象となる特定外来生物をあらかじめ調べず、野外で直接採取して、保管した後に飼育および栽培して観察する。
  - (b) 対象となる特定外来生物をあらかじめ文献やインターネット等で調べ、野外で直接採取して、保管した後に飼育および栽培して観察する。
  - (c) 対象となる特定外来生物を野外で直接採取し、隔離された閉鎖系実験施設で飼育および栽培して観察する。
  - (d) 対象となる特定外来生物をあらかじめ文献やインターネット等で調べ、野外で観察する。

## 生物

9. 次の文章を読み、以下の問い1), 2)に答えよ。

複数の外来生物が同じ場所に侵入している場合、その外来生物同士で関係が出来上がっており、外来生物を駆除する順番が自然の再生にとって重要な場合がある。ある湖沼で、以下のような外来生物と保全したい生物種の関係があったとする。

(a) オオクチバス(外来生物)

↓(捕食)

(b) アメリカザリガニ(外来生物)

↓(食害)

(c) ヒシ(保全したい水生植物)

1) この湖沼で外来生物を駆除し、(c)ヒシを保全したい場合、(a)と(b)のどちらを先に駆除した方が良いか、記号で答えよ。

2) 1)の駆除の順番を逆にするとどのような事態が生じると考えられるか、句読点を含め50字以内で述べよ。