帝京大学

2026 年度　一般選抜　生物

生物①

（2 科目　120 分）

1 発生に関する以下の問いに答えなさい。

問 1　以下の【記述】①〜④は，カエルの発生過程において一定の順序でおこる現象である。これらを発生の進行に沿って正しく並べなさい。

1 → **2** → **3** → **4**

【記述】

① 神経管が形成される。

② 神経板が形成される。

③ 原腸が形成される。

④ 胞胚腔が形成される。

問 2　カエルの発生に関する以下の【記述】について，正しいものには①を，誤っているものには⑨を，それぞれ選び，解答欄に答えなさい。

【記述】

5　卵割では，細胞が分裂するたびに，1 個あたりの細胞の体積は大きくなる。

6　前後軸，左右軸，背腹軸といった体軸は，受精前に決定されている。

7　母性因子とは，受精後につくられて発生を制御する物質である。

8　原口背唇の細胞群は，外胚葉の一部から神経組織を誘導する。

9　原口背唇の細胞群が胚の内部に陥入して，胞胚腔が形成される。

10　原口背唇の細胞群は，形成体としての性質をもつ。

問 3　図 A は，カエルの神経胚後期における胚の横断面を模式的に示したものである。図 A の空欄 **11** ～ **16** に入る最も適切な胚の基本構造の名称を，次の【語群】①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選び，答えなさい。（重複不可）

【語群】

① 表皮　② 神経板　③ 側板　④ 腎節
⑤ 体節　⑥ 腸管　⑦ 脊索　⑧ 神経管

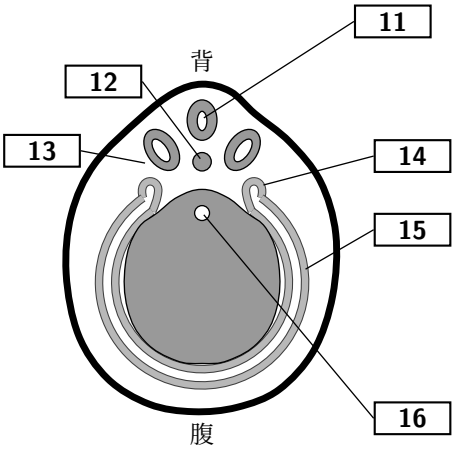


図 A

問 4　図 A の空欄 **11** から将来分化する器官を，次の【語群】①～⓪のうちから三つ選び，答えなさい。 **17** ～ **19** （順不同）

【語群】

① 心臓　② 網膜　③ 筋肉　④ 肺　⑤ すい臓
⑥ 脊髄　⑦ 腎臓　⑧ 血管　⑨ 脳　⓪ 皮膚

問 5　図 B に示すように，カエルの胞胚期の胚から，予定外胚葉域（以下，ア）と予定内胚葉域（以下，イ）をそれぞれ切り出し，以下の【実験】を行い結果が得られた。これらの結果をふまえた考察として適切なものを，次の【記述】①～⑥のうちから二つ選び，答えなさい。

20，**21**（順不同）

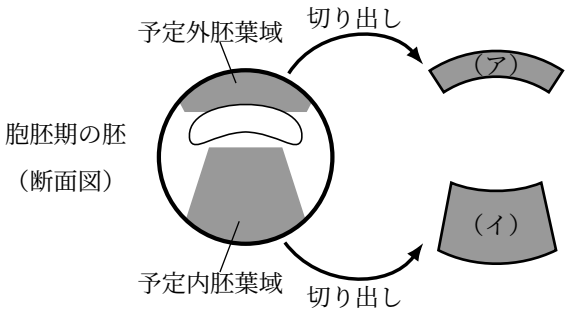


図 B

【実験】

・（ア）を単独で培養すると，（ア）は外胚葉にのみ分化した。
・（イ）を単独で培養すると，（イ）は内胚葉にのみ分化した。
・（ア）を単独で培養した後の培養液を用い（イ）を培養すると，（イ）は内胚葉にのみ分化した。
・（イ）を単独で培養した後の培養液を用い（ア）を培養すると，（ア）は外胚葉と中胚葉へ分化した。

【記述】

① 予定内胚葉域は，中胚葉と外胚葉の両方に分化できる性質をもつ。
② 予定外胚葉域は，中胚葉と外胚葉の両方に分化できる性質をもつ。
③ 予定内胚葉域は，中胚葉への分化を誘導する物質を分泌している。
④ 予定外胚葉域は，中胚葉への分化を誘導する物質を分泌している。
⑤ 予定内胚葉域は，外胚葉への分化を誘導する物質を分泌している。
⑥ 予定外胚葉域は，内胚葉への分化を誘導する物質を分泌している。

問 6　問 5 の【実験】に加えて，以下の【実験】を行い，新たな【結果】が得られた。これらの結果から，中胚葉誘導に関わる物質の分子量として最も適切なものを，次の【選択肢】①～④のうちから一つ選び，答えなさい。

22

【実験】と【結果】

・（イ）を単独で培養した後の培養液を，フィルターでろ過し，分子量 10 k 以下の物質を完全に除いたろ液を調製した。（ア）を単独で培養している培地にこのろ液を添加して（ア）を培養したところ，外胚葉と中胚葉に分化した。
・（イ）を単独で培養した後の培養液を，フィルターでろ過し，分子量 50 k 以下の物質を完全に除いたろ液を調製した。（ア）を単独で培養している培地にこのろ液を添加して（ア）を培養したところ，外胚葉のみに分化した。
・（イ）を単独で培養した後の培養液を，フィルターでろ過し，分子量 100 k 以下の物質を完全に除いたろ液を調製した。（ア）を単独で培養している培地にこのろ液を添加して（ア）を培養したところ，外胚葉の

みに分化した。

【選択肢】

① 10 k より小さい。

② 10 k より大きく，50 k より小さい。

③ 50 k より大きく，100 k より小さい。

④ 100 k より大きい。

問 7 カエルの発生過程では，BMP がノギンやコーディンと結合した場合，BMP と BMP 受容体との結合は，どのようになり，また外胚葉細胞は何に分化するか。15 字以上 20 字以内で記述しなさい（句読点は文字数に含める）。

2 真核生物における細胞内情報伝達と遺伝子発現に関する以下の文を読み，各問いに答えなさい。

細胞膜にある一部の受容体に，**1** が結合すると，**2** または GDP により調節をうける **3** を介して細胞膜にある酵素（タンパク質）が活性化される。この酵素は細胞質にある別の酵素を活性化し，活性化された酵素は，さらに別の酵素を活性化する。このように，酵素が連鎖的活性化することで受容体から細胞内へ情報が伝達される。

細胞内情報伝達には **4** のような非タンパク質性の物質も関与する。**4** は **5** を基質としてアデニル酸シクラーゼとよばれる酵素によって産生され，細胞内シグナルを **6** するはたらきがある。このような物質は **7** とよばれる。

問 1 文中の空欄 **1** ～ **7** に入る最も適切な語を次の【選択肢】①～ⓑのうちからそれぞれ一つずつ選び，答えなさい。（重複不可）

【選択肢】

① ATP	② 増幅	③ セカンドメッセンジャー	④ GTP
⑤ 減衰	⑥ TTP	⑦ ADP	⑧ G タンパク質
⑨ cAMP	⓪ CTP		
ⓐ リガンド	ⓑ AMP		

問 2 受容体に関連する以下の記述について，正しいものには①を，誤っているものには⑨を，それぞれ選び，答えなさい。

8 一般に，脂溶性ホルモンを結合する受容体は細胞質や核にある。

9 一般に，受容体には分子が非特異的に結合する。

10 一般に，転写調節因子としてはたらく受容体は，塩基配列非特異的に DNA に結合する。

問 3　受容体 R1 およびタンパク質 A，B および C は酵素である。R1 からのシグナルは細胞内にある A，B，C に特定の順序で一方向に伝達される（図 1）。R1，A，B および C をそれぞれの阻害剤（酵素の機能を完全に止める薬）で処理した後，R1 に結合する物質で刺激し，各分子の活性化の状態を調べたところ，表のような結果が得られた。R1 刺激後に活性化される酵素 A，B，C の順番を次の【選択肢】①～⑥のうちから一つ選び，答えなさい。 **11**

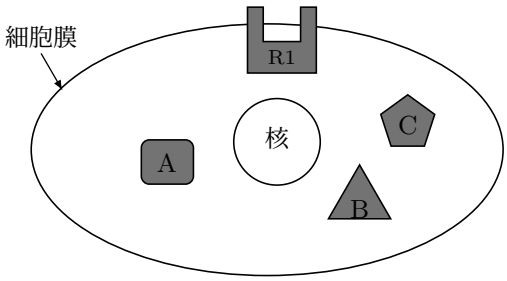


図 1

表

	R1 阻害剤	A の阻害剤	B の阻害剤	C の阻害剤
A	(−)	(−)	(−)	(−)
B	(−)	(+)	(−)	(−)
C	(−)	(+)	(+)	(−)

(+)：活性化した　(−)：活性化しなかった

【選択肢】

① A → B → C
② A → C → B
③ B → A → C
④ B → C → A
⑤ C → A → B
⑥ C → B → A

問 4　遺伝子 P は問 3 の受容体 R1 に結合する物質によって発現される。この遺伝子の転写調節領域（G1-G8）を図 2 のように欠失させて $P1$〜$P6$ を作製し，それぞれの転写の強さを調べた結果，以下の結果が得られた（図 2）。転写調節に関与していると最も推測される領域を次の①〜⑧のうちから二つ選び，答えなさい。

12, **13**（順不同）

＊物質を添加したときに観察された遺伝子 P から転写される mRNA 量を 100％ として各欠失遺伝子の転写の強さを表した。

① G1　② G2　③ G3　④ G4　⑤ G5　⑥ G6　⑦ G7　⑧ G8

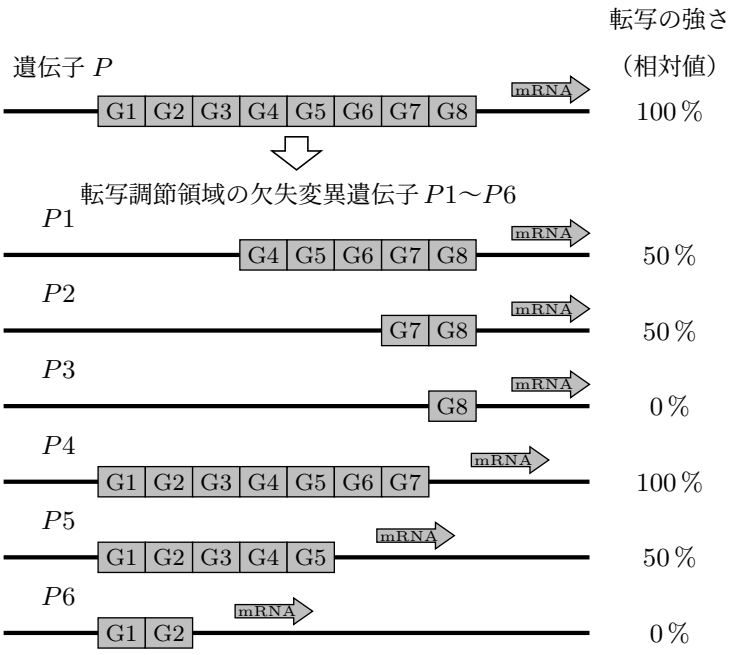


図 2

問 5　真核生物の RNA ポリメラーゼのプロモーター領域への結合は，原核生物の RNA ポリメラーゼが結合する場合とは異なる。真核生物ではどのようにプロモーター領域へ結合しているか，主語を「RNA ポリメラーゼは」として 25 字以上 30 字以内で答えなさい（主語および句読点は文字数に含める）。

問 6　真核生物のクロマチンの状態と転写に関連する以下の記述について，正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

14　一般に，ヒストンのメチル化が起こる部位によって，転写が活性化される場合と抑制される場合がある。

15　一般に，ヒストンがアセチル化されるとクロマチンの高次構造が密になり，転写されにくくなる。

16　一般に，ヒストンの修飾は先天性にされるため，一卵性双生児のヒストンでは，同一の修飾である。

3 生態系と物質循環に関する次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

長い時間をかけて多様な進化を遂げてきた生物は，自然界において，さまざまな同種の個体の集まりと，それによって構成される生物群集，そして光や土壌などの非生物的環境からなる生態系を形成している。ある一定の地域に生息する同種の個体の集まりは個体群とよばれる。個体群を構成する個体はさまざまな種内関係を保ちながら生活しており，個体群内での個体の分布にはさまざまな様式がみられる。

生態系では，個体どうしは捕食と被食などのさまざまな関係性をもち，それらの影響を互いに受けながら生活している。このような生物間にみられるはたらき合いは相互作用とよばれる。生物は有機物を利用して生命活動を行っている。生態系において，生産者が有機物を生産することや，消費者が摂食した有機物から新たに有機物を合成することを物質生産といい，その大半は植物の光合成によって行われている。生産者がつくり出した有機物は，食物連鎖を通じて上位の栄養段階である消費者へと順に移動し利用され，生態系が支えられている。ある時点における単位面積内に存在する生物量を現存量という。

森林は生産者と消費者で構成される一つの生態系を形成している。下の表 1 は，ある森林（森林 X とする）を対象に，生産者における単位面積当たりの年間の物質収支を調べてまとめたものである。得られた呼吸量，枯死量，被食量，成長量を合わせたものを総生産量といい，総生産量から［ 1 ］量を引いたものを純生産量という。

表 1　森林 X における生産者の単位面積当たりの年間物質収支

植物の呼吸量	枯死量	被食量	成長量
1350	550	90	520

（単位：g/m^2/年）

問 1　文中の空欄［ 1 ］に入る最も適切な語を，次の【語群】①～④のうちから一つ選び，答えなさい。

【語群】

① 成長
② 枯死
③ 被食
④ 呼吸

問 2　生態系に関連する以下の【記述】について，正しいものには①を，誤っているものには⑨を，それぞれ選び，答えなさい。

【記述】

［ 2 ］ 緯度が高い地域に分布する森林の生態系ほど，純生産量が小さくなる傾向がある。

［ 3 ］ 生態系における窒素の循環サイクルの中で，窒素固定細菌によって土壌中の窒素化合物の一部が窒素分子に変換され，大気中にもどる。

［ 4 ］ 生産された有機物に含まれる化学エネルギーは，食物連鎖を通じて生産者から消費者へ移動し，生態系の中を循環している。

［ 5 ］ 海洋底にある熱水噴出孔の付近では，化学合成細菌を生産者とする生態系が形成されている。

問 3　文中の下線部の個体群内における個体の分布様式に関する以下の【記述】について，正しいものには①を，誤っているものには⑨を，それぞれ選び，答えなさい。

【記述】

6　ランダム分布は，風により散布された植物の種子が発芽・成長したようなときにみられる。

7　アメリカシロヒトリ（ガの一種）は，幼虫から成虫へと成長するにつれ，集中分布からランダム分布へと分布様式を変化させる。

8　個体間の競争が激しかったり，他の個体を避ける性質をもつ生物ほど，ランダム分布する傾向が強い。

9　縄張りをもつアユは，一様分布を示す。

10　ペンギンは，生息地ではランダム分布を示す一方，観察範囲を拡大すると，沿岸部に偏った集中分布をしている。

問 4　下の図は，さまざまな生態系の生産者における純生産量と現存量のおおよその関係性を示したものである。図中の A から D に該当する生態系の組み合わせとして最も適切なものを次の表 2 の①～⑥のうちから一つ選び，答えなさい。 **11**

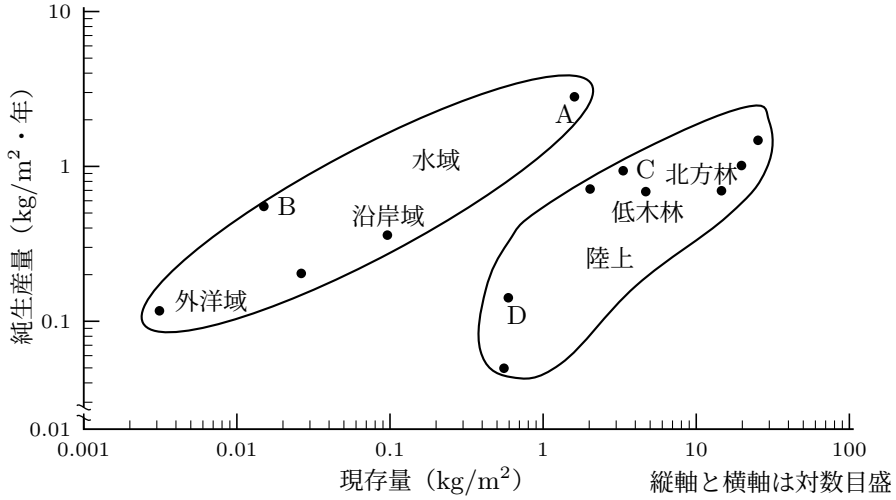


表 2

	A	B	C	D
①	サンゴ礁	湖・河川	サバンナ	砂漠
②	サンゴ礁	大陸棚	温帯林	ツンドラ
③	大陸棚	湖・河川	ステップ	ツンドラ
④	大陸棚	サンゴ礁	ステップ	砂漠
⑤	サンゴ礁	大陸棚	サバンナ	ツンドラ
⑥	大陸棚	湖・河川	温帯林	砂漠

問 5　問 4 の図について，海洋の生態系では，外洋域に比べ，沿岸域の方が生産者における単位面積当たりの純生産量が大きい。その理由を，「生産者」で始まる 20 字以上 25 字以内の文で説明しなさい。ただし，「生産者」は文字数に含める。また，句読点は文字数に含め，アルファベットは 1 文字とする。

問 6　表 1 の森林 X における消費者について，一次消費者を中心に，単位面積当たりの年間の物質収支を調べたところ，以下の【結果】が得られた。これらの結果および表 1 をもとにして，一次消費者の 1 年当たりの生産量を算出するといくらになるか。次の【選択肢】①～⑤のうちから一つ選び，答えなさい。 **12**

【結果】

1. 一次消費者の同化量は，1 年当たり 80 g/m^2 であった。
2. 一次消費者の 1 年当たりの呼吸量は，1 年当たりの摂食量の 60 % を占めていた。
3. 一次消費者の死滅量は，1 年当たり 14 g/m^2 であった。

4. 二次消費者以上の上位消費者から土壌動物や菌類・細菌類で構成される分解者への有機物の移動量は極めて少なく，無視できるレベルであった。

【選択肢】単位は $g/m^2/$年

① 14

② 26

③ 36

④ 44

⑤ 54

問 7 問 6 の【結果】および表 1 をもとにして，一次消費者の不消化排出量を算出するといくらになるか。次の【選択肢】①〜⑤のうちから一つ選び，答えなさい。 **13**

【選択肢】単位は $g/m^2/$年

① 10

② 14

③ 18

④ 24

⑤ 36

問 8 森林 X の分解者における呼吸量は 1 年当たり 170 g/m^2 であった。このとき，問 6 の【結果】および表 1 をもとにして，土壌中に蓄積される有機物の量（移動量）を算出するといくらになるか。次の【選択肢】①〜⑤のうちから一つ選び，答えなさい。 **14**

【選択肢】単位は $g/m^2/$年

① 206

② 267

③ 324

④ 404

⑤ 506

生物②

（2 科目　120 分）

1 バイオテクノロジーに関する次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

バイオテクノロジーは，遺伝子や細胞の性質を利用して，生活の向上や病気の治療に役立てる技術である。その応用例の一つに脊髄性筋萎縮症（SMA）の治療がある。SMA の患者は，*SMN 1* 遺伝子の異常によって SMN タンパク質が発現できない。このタンパク質は，運動ニューロンのはたらきに必要不可欠であり，その結果，筋力が低下する。

この病気にも関係するが神経系とは，外界からの刺激が［ 7 ］によってうけ取られ，そこから発生したニューロンの［ 8 ］が，［ 9 ］ニューロンを介して［ 10 ］に伝えられる。［ 10 ］で処理された情報は［ 11 ］ニューロンを介して，筋肉などの［ 12 ］に伝えられ体が反応を起こす。しかし，SMA では，運動ニューロンが変性しているため，筋肉が正しく動かなくなってしまう。そこでこのような病気に対する治療法として，バイオテクノロジーが用いられている。

問 1　下記の【治療法】の例としてあてはまる最も適切なものを次の【選択肢】①～④のうちからそれぞれ一つずつ選び，答えなさい。（重複不可）

【治療法】

遺伝子治療法　：［ 1 ］
再生医療　　：［ 2 ］
免疫療法　　：［ 3 ］
薬物療法　　：［ 4 ］

【選択肢】

① 感染症の原因となる細菌を殺すために抗生物質を服用した
② ウイルスを利用して細胞内に正常な遺伝子を導入し遺伝子の異常を補う治療をした
③ がん細胞を攻撃するリンパ球のはたらきを強めた
④ 人工多能性幹細胞を用いて機能を失った組織を回復させた

問 2　バイオテクノロジーに関する記述として誤っているものを①～⑥のうちから二つ選び，答えなさい。［ 5 ］，［ 6 ］（順不同）

① 遺伝子組換え実験の方法などを規制する法律の一つにカルタヘナ法がある。
② DNA の塩基配列からタンパク質のアミノ酸配列を解析する技術を DNA マイクロアレイ解析という。
③ 胞胚（胚盤胞）の内部から取り出した細胞でつくられる幹細胞を ES 細胞という。
④ 外来の遺伝子が導入された生物をトランスジェニック生物という。
⑤ ヒトのインスリンなどの医薬品が大腸菌を用いた遺伝子組換え法によって大量生産されている。
⑥ 植物に外来の遺伝子を導入するときは，アグロバクテリウム法は用いられない。

問 3　文中の［ 7 ］～［ 12 ］にあてはまる最も適切な語を次の【選択肢】①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選び，答えなさい。（重複不可）

【選択肢】

① 感覚　② 効果器　③ 受容器　④ 自律　⑤ 中枢
⑥ 軸索　⑦ 運動　⑧ 興奮　⑨ 抑制

問 4 ニューロンに関する記述として最も適切なものを①〜⑤から一つ選び，答えなさい。 **13**

① 一つのニューロンでは，情報が軸索末端から細胞体の方向へ伝わる。

② 刺激をうけていないニューロンの内側は，外側に対して電気的に負である。

③ 一つのニューロンは，閾値より弱い刺激でも活動電位を生じる。

④ 神経伝達物質は，イオンチャネルによりシナプス後細胞に入る。

⑤ 興奮が軸索内を伝わることを興奮の伝達という。

問 5 有髄神経繊維は，無髄神経繊維より興奮の伝導速度が大きい。この理由を「有髄神経繊維」というキーワードを必ず含めて記述解答用紙に 15 文字以上 20 文字以内で答えなさい（句読点は文字数に含める）。

問 6 運動ニューロンと骨格筋の接合部の仕組みに関する記述として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

14： アセチルコリンが筋繊維（筋細胞）の受容体に結合すると，イオンチャネルが開きカリウムイオンが流入する。

15： 活動電位は，筋小胞体から筋原繊維に伝導する。

16： 興奮が T 管を通じて筋小胞体に伝わると，カルシウムイオンが放出される。

17： 筋小胞体から放出されたカルシウムイオンがトロポニンと結合する。

問 7 下の図は，ゲノム DNA を鋳型にある特定の遺伝子 x を PCR 法で増幅させ，これをプラスミドに組み込み，組換えプラスミドを作製する方法を模式的に示したものである。

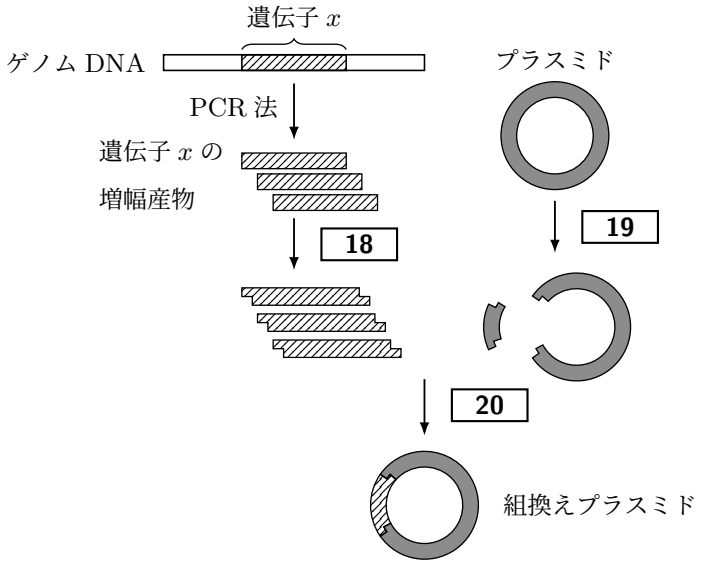


図　遺伝子 x の組換えプラスミド作製

(1) 図の **18** 〜 **20** では，いずれも酵素反応をおこなう。用いられる酵素は何か。次の【選択肢】①〜⑥のうちからあてはまる最も適切なものをそれぞれ一つずつ選び，答えなさい。（重複可）

【選択肢】

① DNA リガーゼ　② 制限酵素　③ DNA ポリメラーゼ　④ プロテアーゼ

⑤ DNA 分解酵素　⑥ ヘリカーゼ

(2) PCR 法の 1 サイクルに含まれる過程として誤っているものを①〜④から一つ選び答えなさい。 **21**

① 伸長（複製）　② アニーリング　③ 変性（解離）　④ 転写

(3) PCR 法で用いられるプライマーの役割としてあてはまる最も適切なものを①〜⑤から一つ選び，答えなさい。 **22**

① DNA の合成に必要なエネルギーを供給する

② 鋳型 DNA から目的の DNA だけを切断する

③ 2 本鎖 DNA を 1 本鎖にする

④ DNA 合成を開始する位置を指定する

⑤ DNA 合成を止めるための阻害物質である

(4) 図の PCR 法をおこなったとき，両端がプライマー配列からはじまる遺伝子 x を含む DNA 断片が最初にできるのは何サイクル目か。あてはまる数字を①〜⑨のうちから一つ選び，答えなさい。ただし，PCR 法は理想的な条件でおこなわれるとする。

23 サイクル目

2 ヒトの免疫に関する説明文 A と B を読み，各問いに答えなさい。

A 我々のさまざまな組織にはマクロファージが存在しており，侵入した異物を排除する役割を担う。マクロファージは異物を貪食するとともに，(あ)サイトカインを分泌して炎症を引き起こす。一方，同じ(い)食細胞である樹状細胞は適応免疫を開始し，自然免疫と適応免疫を連携させる役割も担っている。樹状細胞の細胞表面には，(う)主要組織適合遺伝子複合体（MHC）抗原が発現しており，この分子を介して抗原提示を行う。MHC 抗原は B 細胞やマクロファージにも発現されており，侵入した異物を排除するために必要である。

問 1 下線部 (あ) に関連する記述として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

1 炎症部位では血流が減少している。

2 炎症部位では血管の透過性が高まっている。

3 炎症部位では痛みを引き起こす物質が産生されている。

問 2 下線部 (い) の細胞の特徴として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

4 血液中の食細胞の中で，好中球は最も数が少ない。

5 血液中の単球はマクロファージへと分化する。

6 他の食細胞とは異なり，樹状細胞は取り込んだ異物を分解しない。

問 3 下線部 (う) の MHC 抗原に関する記述として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

7 MHC 抗原は個体ごとに構造が少しずつ異なり，他の個体と一致する確率は非常に低い。

8 MHC 抗原と MHC 抗原上に存在する抗原が T 細胞に認識される。

9 MHC 抗原は臓器移植の際の拒絶のしくみに関与する。

問 4 B 細胞に関連する記述として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

10 一般に，B 細胞は樹状細胞によって活性化されたヘルパー T 細胞に抗原を提示する。

11 一般に，B 細胞は増殖せずに形質細胞へと分化する。

12 一般に，B 細胞はリンパ節ではなく感染部位で抗体産生細胞へ分化する。

問 5 抗体に関連する記述として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ答えなさい。

13 抗体の重鎖と軽鎖はジスルフィド結合で連結している。

14 産生された抗体は血管を通らずに感染部位へ到達する。

15 さまざまな抗原に対する抗体がひとつの B 細胞から産生される。

問 6 異物の侵入部位におけるマクロファージのはたらきに関連する記述として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

16 マクロファージがヘルパー T 細胞へ抗原提示すると，マクロファージの食作用が活発になる。

17 マクロファージは，既に抗原提示をうけたヘルパー T 細胞に抗原を提示する。

18 マクロファージは，キラー T 細胞に攻撃されて破壊された感染細胞は除去しない。

B 抗体はさまざまな分子生物学的実験に利用されている。たとえば，ウエスタンブロット法*においては，SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動によって分離された多数のタンパク質の中から特定のタンパク質を同定するために使われている。

＊SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動とウエスタンブロットの方法（図 1）

細胞を還元剤とドデシル硫酸ナトリウム（SDS）を含む溶液で溶解し加熱すると，溶解液中のタンパク質は，還元剤の作用により S-S 結合（ジスルフィド結合）が切断されてタンパク質の立体構造がなくなる。さらに，タンパク質には負の電荷を帯びた SDS が結合して，溶液中のタンパク質は負の電荷を帯びた状態になる。これを図 1 のようにアクリルアミドを重合させて網目構造をつくらせたゲル（ポリアクリルアミドゲル）にて電気泳動を行うと，タンパク質の分子量が小さいものほど速く（＋）の方向へ移動する。泳動後，ナイロン膜にゲル中のタンパク質を移し，このナイロン膜と，検出したいタンパク質を認識する抗体を反応させると，図 1 のように目的のタンパク質が存在する膜上の位置で，目的タンパク質の量に比例して抗原と抗体の複合体が形成される。抗体に目印となる蛍光色素を結合させておけば，そのタンパク質をバンドとして可視化でき，バンドの太さや位置から目的タンパク質の発現量や分子量を知ることができる。

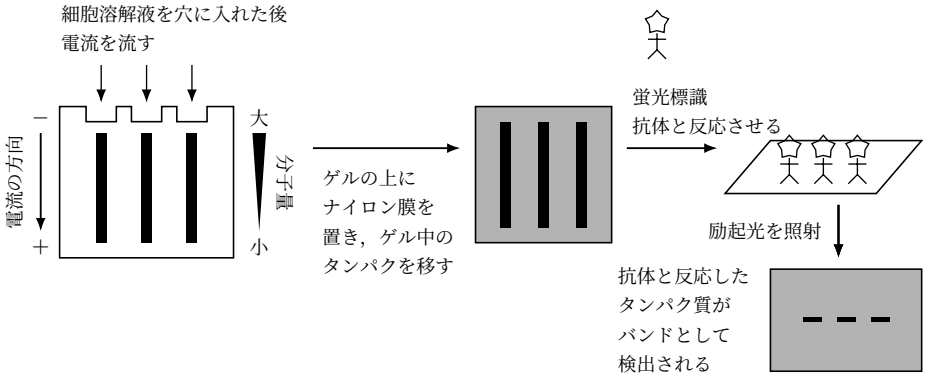
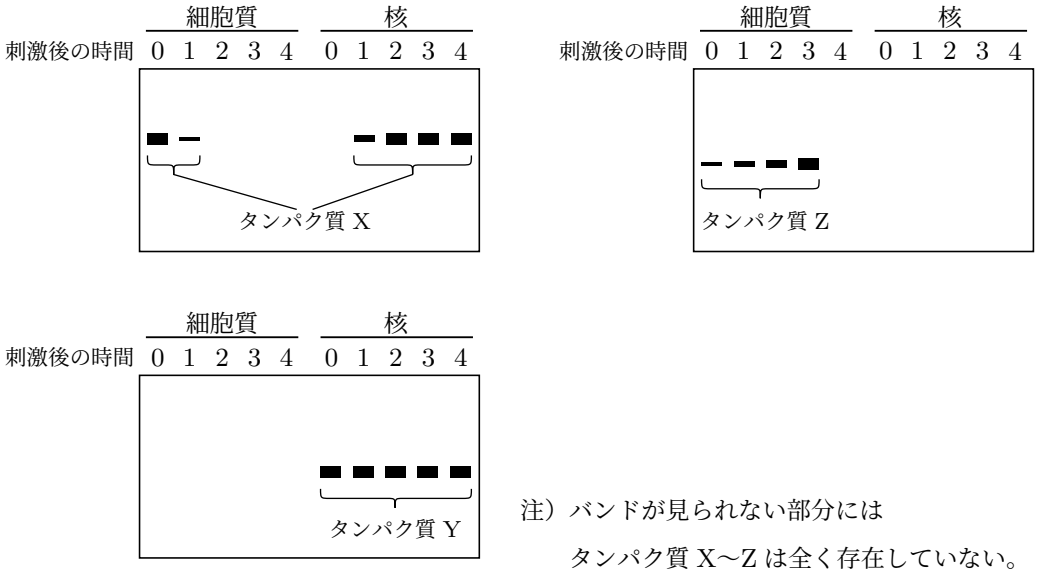


図 1

問 7　細胞をあるサイトカインで刺激してから 4 時間後まで，1 時間ごとに細胞を採取し核と細胞質に分け，それぞれを SDS と還元剤を含む溶液で溶解した。これらの溶解液を SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動し，細胞由来のタンパク質 X と Y と Z の発現量を，ウエスタンブロット法を用いて調べた（図 2）。また，刺激前（これを 0 時間とする）と刺激 4 時間後の細胞から mRNA を単離し，細胞由来の遺伝子 *A* と遺伝子 *B* の発現量を解析した（図 3）。次に RNA 干渉（RNAi）技術を用いてタンパク質 X〜Z のいずれかの発現を抑制した細胞をサイトカインで刺激し，この 4 時間後に遺伝子 *A* と遺伝子 *B* の発現量を解析した（図 4 と 5）。

以上の結果から，タンパク質 X は遺伝子 *A* に対してどのようにはたらいていると考えられるか，主語を「タンパク質 X は」として記述解答用紙に 15 文字以上 20 文字以内で記述しなさい（主語および句読点は文字数に含める）。



注）バンドが見られない部分には
タンパク質 X〜Z は全く存在していない。

図 2

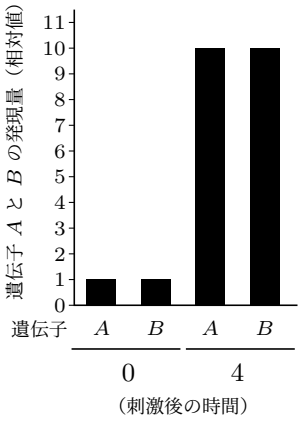


図 3

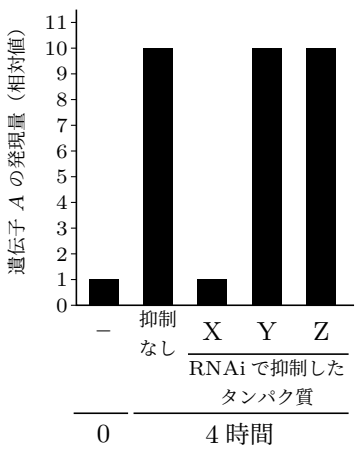


図 4

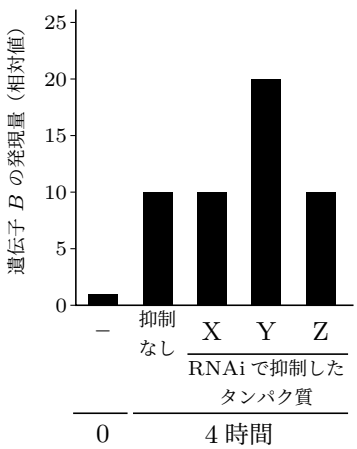


図 5

問 8　問 7 の実験の考察として正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

19　タンパク質 Z は，サイトカイン刺激前から細胞質ではたらいていると考えられる。

20　タンパク質 Y の発現が，タンパク質 Z の発現の影響をうけると考えられる。

21　タンパク質 Y は，サイトカインによる遺伝子 B の発現を促進していると考えられる。

3 呼吸に関する文を読み，以下の問いに答えなさい。

ヒトが活動するためには，主に有機物からエネルギーを取り出す必要がある。有機物を燃焼させた場合，酸素を消費して二酸化炭素と水を生成する過程で内包するエネルギーを熱や光という形で急激に放出する。しかし生物による代謝では，結果として二酸化炭素と水を生成することは燃焼と同一であるが，複数の化学反応を経ることにより化学エネルギーを内包する ATP を産生することで，生体内の反応に利用可能なエネルギーを獲得している。

炭水化物，脂質，タンパク質の 3 大栄養素はいずれも分解されて ATP を産生するエネルギー源になりうる。炭水化物のうちグルコース 1 分子の場合，酸素[1]が利用できる環境ではおよそ 32 から 38 分子の ATP を産生することができる。グルコース 1 分子の分解の過程では，電子運搬体[2]として 10 個の NADH と 2 個の $FADH_2$ が産生され，これらの分子がミトコンドリア内膜を挟んで水素イオンを動かしてその濃度勾配を形成する。水素イオンがその濃度勾配を解消するために ATP 合成酵素を通過する際に ATP が合成される。

脂肪は加水分解されて脂肪酸と **A** になる。脂肪酸はさらに β 酸化[3]によって分解され，グルコースの分解（呼吸）過程に合流する。

また，タンパク質が分解されるときには，含まれる窒素原子は **B** で **C** に代謝されて体外に排出される。

分解にあたっては酸素を消費し，二酸化炭素を産生する。グルコースの分解では，6 分子の酸素を消費し，分子内の炭素原子の数を反映した **D** 個の二酸化炭素を産生する。このときの酸素[4]に対する二酸化炭素の体積比（CO_2/O_2）を呼吸商という。呼吸商の値は分解される基質の種類によって異なる。

問 1　下線部 1 に関連して，酸素が利用できない環境でグルコース 1 分子あたりで産生される ATP の数はいくつか。次の【選択肢】①〜⓪のうちから一つ選び，答えなさい。 **1**

【選択肢】

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

問 2　下線部 2 に関連して，NADH と $FADH_2$ がそれぞれ 1 分子当たり 10 個と 6 個の水素イオンを動かして濃度勾配を形成し，水素イオンが ATP 合成酵素を通過して濃度勾配が解消するときに，仮に合計 34 分子の ATP が産生されたとする。このときに 1 分子の $FADH_2$ が産生する ATP の数はいくつか。次の【選択肢】①〜⓪のうちから最も近い値を一つ選び，答えなさい。 **2**

【選択肢】

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

問 3　文中の **A** にあてはまる，脂肪が分解されて生じる分子は何か。次の【選択肢】①〜⑥のうちから一つ選び，答えなさい。 **3**

【選択肢】

① エタノール　② グルコース　③ グリセリン
④ 酢酸　⑤ 乳酸　⑥ ピルビン酸

問 4　下線部 3 に示された，脂肪酸が分解して生成した分子が合流するのはどの段階か，次の【選択肢】①〜④のうちから一つ選び，答えなさい。 **4**

【選択肢】

① カルビン回路　② クエン酸回路　③ 解糖系　④ 電子伝達系

問 5　文中の［ B ］にあてはまる臓器はどれか，次の【選択肢】①〜⑥のうちから一つ選び，答えなさい。［ 5 ］

【選択肢】

① 肝臓　② 筋肉　③ 小腸　④ すい臓　⑤ ひ臓　⑥ 脳

問 6　文中の［ C ］にあてはまる分子はどれか，次の【選択肢】①〜⑥のうちから一つ選び，答えなさい。［ 6 ］

【選択肢】

① アンモニア　② クレアチニン　③ 窒素

④ 尿酸　⑤ 尿素　⑥ AMP

問 7　文中の［ D ］にあてはまる数字はどれか，次の【選択肢】①〜⓪のうちから一つ選び，答えなさい。［ 7 ］

【選択肢】

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⓪ 0

問 8　次の【記述】のうち，正しいものには①を，誤っているものには⑨をそれぞれ選び，答えなさい。

【記述】

［ 8 ］ クエン酸回路にとりこまれたアセチル CoA が完全に分解されるまでに，脱炭酸反応が 2 回起こる。

［ 9 ］ 電子伝達系では，NADH と $FADH_2$ の酸化エネルギーを用いて水素イオンをミトコンドリアのマトリックスに輸送する。

［ 10 ］ アルコール発酵では，生成したピルビン酸を用いて NADH を酸化し，ホルムアルデヒドができる。

［ 11 ］ 呼吸商が 0.91 であるとき，分解された 3 大栄養素の中でタンパク質が最も多い。

問 9　下線部 4 に関連して，三角フラスコにある植物の種子を入れ，気体体積測定機（フラスコ内部の気体の体積変化量を測定する装置）に接続して密閉した。このようなフラスコを 2 組用意し，1 組には，二酸化炭素をすべて吸収するために水酸化カリウム溶液を入れた容器を種子とは離して入れた。もう 1 組には，対照として水を入れた容器を入れた。一定時間種子の発芽成長をおこなった後，フラスコ内の気体体積を測定した。その結果，水酸化カリウム溶液を入れたフラスコでは 1500 mm^3 減少し，水を入れたフラスコでは 200 mm^3 減少した。この種子の発芽成長における呼吸商は小数点第 3 位を四捨五入していくつか。次の【選択肢】①〜⑥のうちから一つ選び，答えなさい。［ 12 ］

【選択肢】

① 0.13　② 0.15　③ 0.76　④ 0.87　⑤ 1.13　⑥ 1.15

問 10　下線部 4 に関連して，炭水化物と脂肪の分解は，酸素と反応して二酸化炭素と水を生成する反応式で表される。そしてその反応式にもとづいて呼吸商を求めることができる。分子式が $C_{51}H_{98}O_6$ である脂肪を完全に分解した際の呼吸商はいくつか。小数点第 3 位を四捨五入した時，次の【選択肢】①〜⑥のうちから最も近い値を一つ選び，答えなさい。［ 13 ］

【選択肢】

① 0.51　② 0.53　③ 0.70　④ 0.84　⑤ 1.19　⑥ 1.45

問 11　乳酸発酵とアルコール発酵の ATP 産生効率は等しい。この理由をピルビン酸というキーワードを用いて記述解答用紙に 15 文字以上 20 文字以内で書きなさい（句読点は文字数に含める）。