

滋賀医科大学
平成 29 年度
医学科一般入試(前期日程)

問題冊子

理 科

物 理	1 ページ～6 ページ
化 学	7 ページ～12 ページ
生 物	13 ページ～22 ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 22 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

生 物 (4 問題)

Ⅱ 次の文章を読み、問 1 ～ 7 に答えよ。(配点 25)

原生生物は、起源の異なるいくつかの真核生物をまとめて分類したもので、非常に多様である。原生生物の中で、単細胞で葉緑体をもたず運動性のあるものは原生動物に分類される。葉緑体をもち光合成を行う原生生物は藻類に分類され、単細胞のものと多細胞のものがある。ケイ酸を含む殻をもつケイ藻類や、光合成を行うとともに鞭毛(べんもう)で運動してほかの生物や有機物を摂食するミドリムシ類や渦鞭毛藻類は単細胞であり、褐藻類、紅藻類、緑藻類、シャジクモ類は多細胞である。

葉緑体は、光合成生物が光エネルギーを利用して炭酸同化を行う場であり、内部にはチラコイドとよばれる袋状の構造が層状に重なっている。チラコイド膜には光合成色素が存在し、チラコイドの間を満たしているストロマには多数の酵素が含まれている。光合成生物は、光合成色素としてクロロフィル a を必ずもつが、表 1 に示すようにクロロフィル b、クロロフィル c をもつものもある。クロロフィル a およびクロロフィル b の吸収スペクトルは光合成速度の作用スペクトルの特徴と一致する。光合成色素には、クロロフィル以外にもフコキサンチン、フィコエリトリンなどがあり、藻類によってそれぞれもつ色素の種類が異なる。

表 1 光合成生物に含まれるクロロフィルの種類(○で示す)

光合成生物の種類		クロロフィル a	クロロフィル b	クロロフィル c
単細胞生物	シアノバクテリア	○		
	ハネケイソウ	○		○
	ツノモ	○		○
	ミドリムシ	○	○	
多細胞生物	テングサ	○		
	コンブ	○		○
	アオサ	○	○	
	シャジクモ	○	○	
	種子植物・コケ・シダ	○	○	

問 1 下線部(1)について、原生動物のアメーバは細胞の外形を変化させて移動する。この運動はどのようなしくみで引き起こされるか。関連するタンパク質のはたらきから説明せよ。

問 2 下線部(2)について、ミドリムシの移動に用いられる鞭毛の運動はどのようなしくみで引き起こされるか。関連するタンパク質のはたらきから説明せよ。

問 3 水中で岩陰においたミドリムシは、すぐに日の当たる水面近くの場所に移動する。このような性質を何というか答えよ。

問 4 葉緑体は、シアノバクテリアが別の宿主細胞に取り込まれたことが起源になったという共生説が提唱されている。この説の根拠を2つ述べよ。

問 5 葉緑体を破壊して取り出したチラコイドを酸性の溶液に入れてしばらくおいた。このチラコイドをアルカリ性の溶液に移すことにより ATP 合成が観察された。この理由を説明せよ。

問 6 下線部(3)について、藻類の種類によって葉緑体のもつ光合成色素の種類が異なる理由について考察せよ。

問 7 光合成生物の系統樹について、図1の①～⑤に入る適切な分類名を以下の①～⑤から選び記号で答えよ。

① 緑藻類

② 紅藻類

③ 褐藻類

④ ミドリムシ類

⑤ シンジクモ類

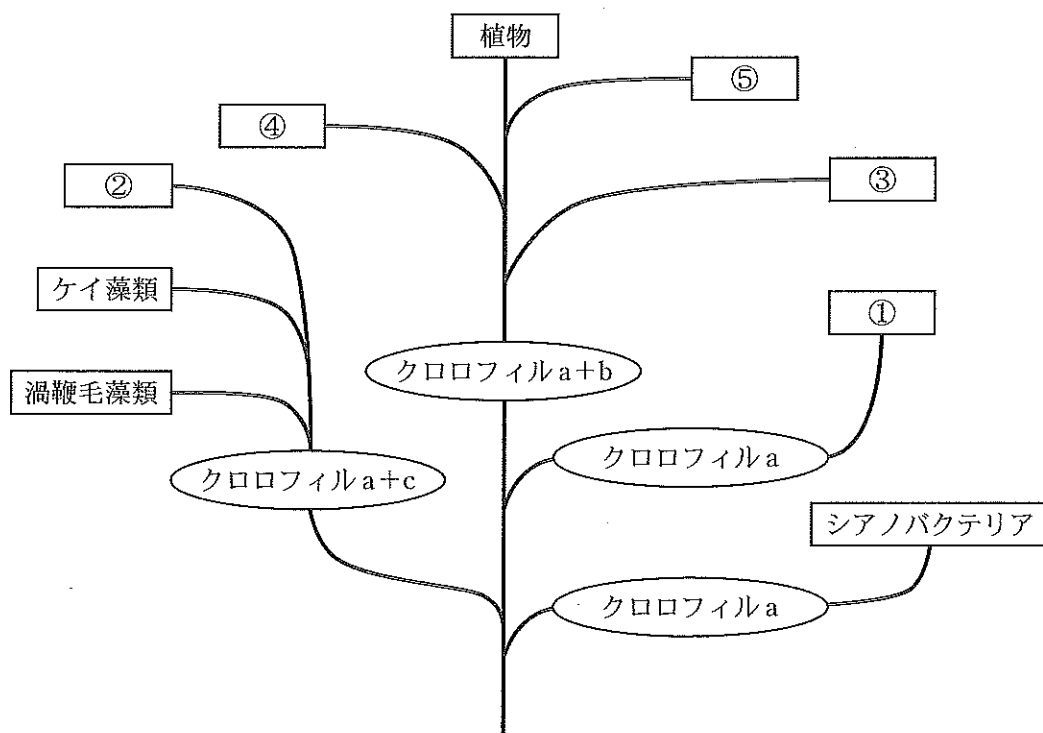


図1 光合成生物の系統樹

Ⅲ 次の文章を読み、問1～6に答えよ。(配点25)

細菌に供給される栄養は環境によって変動することがあり、細菌が生き残れるかどうかは、さまざまな基質に対する代謝系をもち、それを適切に利用できるかどうかにかかっている。グルコースは好ましい栄養源であり生育に必要であるが、グルコースがないときでもラクトースなど代わりの栄養源があれば、細菌はそれを利用する。ジャコブとモノーは大腸菌の例を詳しく調べ、ラクトースの利用に必要な酵素の合成がまとめて転写調節を受けるしくみを明らかにした。この転写単位はラクトースオペロンとよばれる。

ラクトースオペロンは約6,000塩基対のDNAであり、図1のように遺伝子 *lacI*、アクチベーター(活性化因子)結合部位、プロモーター、オペレーター、遺伝子 *lacZ*、*lacY*、*lacA* が配置している。① 遺伝子である *lacI* は独立した転写単位を形成しリプレッサー(抑制因子)をコードしている。② 遺伝子である *lacZ*、*lacY*、*lacA* はラクトースの取り込みと消化に必要な3種類の酵素をコードし1本のmRNAとしてまとめて転写されるが、その転写開始点付近にはオペレーターとよばれる領域がある。

グルコースが豊富にあるとき、細胞内のシグナル分子Xの濃度が低いためアクチベーターは活性化されず、ラクトースオペロンから② 遺伝子は転写されない。グルコースがないとき、シグナル分子Xの産生が高まり、その濃度が上昇してアクチベーターが活性化される。しかし、⁽¹⁾ラクトースがなければリプレッサーがオペレーターに結合しているため、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できず、② 遺伝子の転写は妨げられて酵素は合成されない。グルコースがなくラクトースがあるとき、活性化されたアクチベーターがラクトースオペロンに結合するとともに、⁽²⁾リプレッサーにラクトースの代謝産物が結合することでリプレッサーはオペレーターに結合できなくなる。その結果、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合し、② 遺伝子が転写されるようになる。ラクトースがなくなり代謝産物を取り除かれると転写は停止し、mRNAは速やかに分解されるので、酵素は合成されなくなる。

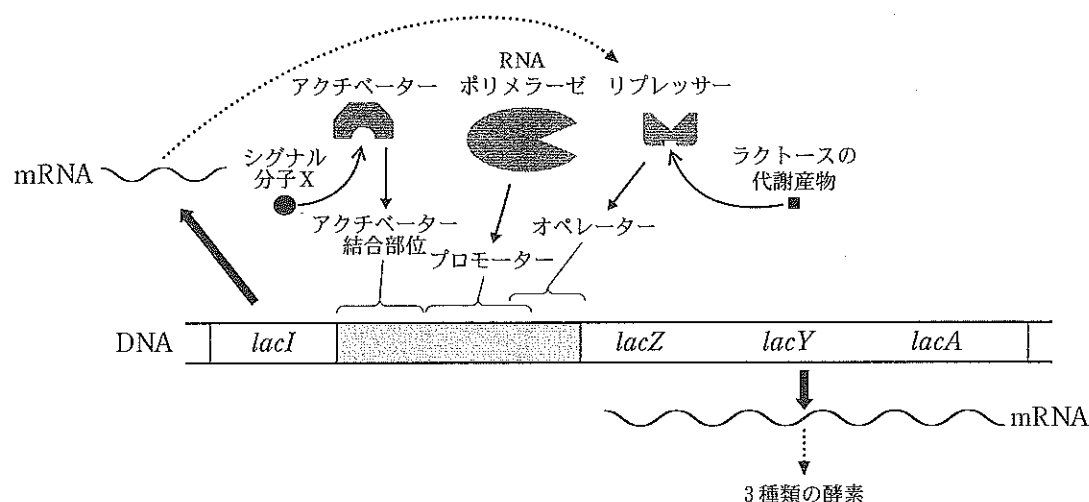


図1 ラクトースオペロンと関連する因子の模式図

問 1 文中の①と②に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(1)について、シグナル分子 X は細胞内を自由に拡散できるが、細胞内では X を分解する酵素が常に活性化状態にあるため速やかに分解されてしまう。このしくみが細胞にとって有利と考えられる点を述べよ。

問 3 下線部(2)について、リプレッサーがオペレーターに結合できなくなる理由を説明せよ。

問 4 ラクトース代謝に必要な酵素がまったく発現しない 2 種類の突然変異株がある。それぞれの変異株は、遺伝子 *lacI*、プロモーター、オペレーターのいずれかの領域に原因となる突然変異を 1 つもつ。

(i) 2 種類の変異株は、それぞれどの領域にどのような突然変異をもつと考えられるか答えよ。

(ii) DNA の塩基配列を調べずに 2 種類の変異株を見分けるには、どのような実験をすればよいか答えよ。

問 5 ラクトース代謝に必要な 3 種類の酵素が制御を受けず常に発現する 2 種類の突然変異株がある。それぞれの変異株は、遺伝子 *lacI*、プロモーター、オペレーターのいずれかの領域に原因となる突然変異を 1 つもつ。

(i) 2 種類の変異株は、それぞれどの領域にどのような突然変異をもつと考えられるか答えよ。

(ii) DNA の塩基配列を調べずに 2 種類の変異株を見分けるには、どのような実験をすればよいか答えよ。

問 6 ラクトースオペロンに見られる遺伝子発現のしくみから考えられる利点を 2 つ答えよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問 1 ～ 9 に答えよ。(配点 25)

ほとんどの動物は、損傷した細胞や組織を再生する能力をある程度もっているが、その能力は動物の種、器官、発生段階などによってさまざまである。再生は、組織の恒常性を維持するために細胞を置換する場合や、外傷や切断などに対して組織を修復する場合に起こる。イモリ、プラナリア、ヒドラなどの動物は顕著な再生能力を示し、哺乳類の肝臓も切除されると代償性に再生する。

ヒドラは淡水産の刺胞動物で、約 0.5 cm の長さの管状のからだをもつ(図 1)。一方の端の頭部領域には、餌(えさ)をとるための触手に囲まれた小さな円錐形の口丘があり、ここに口が開く。もう一方の端にある足盤で岩や水草に付着する。頭部と足盤の間には、体幹部と柄部がある。このようにヒドラは頭部と足盤を結ぶ体軸をもつ。ヒドラは二胚葉性の動物で、内胚葉と外胚葉から構成されている。通常的环境下では、① ⁽¹⁾により無性生殖で新個体ができる。ヒドラの頭部領域と柄部・足盤領域を切除すると、体幹部の断片は頭側に頭部を、足側に柄部と足盤を再生することから、からだの断片でも ② ⁽²⁾が維持されていることがわかる。ヒドラを用いて以下のような移植実験 1 と 2 が行われ、これら一連の実験から、② ⁽³⁾の維持には、特定の因子のからだの各部分における濃度が関与すると考えられるようになった。

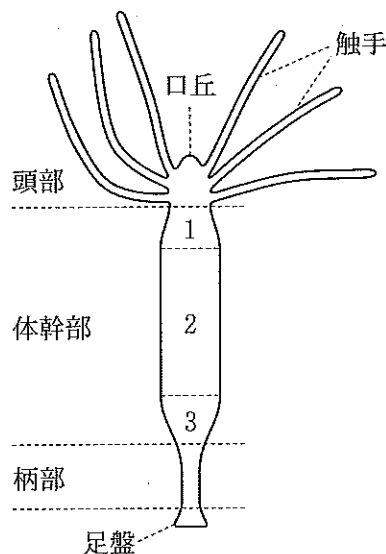


図 1 ヒドラの体制の模式図(体幹部は領域 1 ～ 3 に区分してある。)

(実験 1) 口丘と足盤の組織を別の個体に移植する実験を行った。体幹部の領域 2 は図 1 に示す。

- (a) 口丘の組織を別の個体の体幹部の領域 2 に移植すると、そこに頭部をもつ新たな体軸(二次軸)が形成された。
- (b) 足盤の組織を別の個体の領域 2 に移植すると、そこに先端に足盤をもつ二次軸が形成された。
- (c) 口丘と足盤の組織を同時に別の個体の領域 2 に移植すると、二次軸はほとんど形成されなかった。

(実験 2) 領域 1 の組織を別の個体に移植する実験を行った。体幹部の領域 1 と 3 は図 1 に示す。

- (a) 領域 1 の組織を別の個体の領域 1 に移植すると、そこに頭部をもつ二次軸は形成されなかった。
- (b) 領域 1 の組織を別の個体の領域 3 に移植すると、そこに頭部をもつ二次軸が形成された。
- (c) 領域 1 の組織を、頭部を切除した別の個体の領域 1 に移植すると、そこに頭部をもつ二次軸が形成された。

ヒドラと比べてヒトの再生能力は限定的であるが、肝臓のように再生能力をもつ組織もある。ヒトの肝臓が手術などで切除されると、残された肝細胞は失われた部分を補うように増殖する。通常、肝細胞は細胞周期を外れて ③ とよばれる静止期に入っているが、再生時には ③ から ④ に帰り、細胞分裂を再開する。

問 1 文中の①～④に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(1)について、動物は胚葉のでき方によって、(i)胚葉が未分化な動物、(ii)二胚葉性の動物、(iii)三胚葉性の動物に分けられる。(i)と(ii)に当てはまる動物を以下の②～⑥からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- | | | |
|---------|-----------|-----------|
| ② センチュウ | ③ プラナリア | ④ カイメン |
| ⑤ ミミズ | ⑥ イソギンチャク | ⑦ ユウコウチュウ |

問 3 問 2 の(iii)三胚葉性の動物は、タコやカニなどを含む系統とホヤやヒトデなどを含む系統の大きく2つに分けられる。ホヤやヒトデなどを含む系統の名称を答え、タコやカニなどを含む系統と異なる特徴を1つ述べよ。

問 4 下線部(2)について、①以外の無性生殖の方法を2つ記せ。

問 5 実験 1 について、この結果からどのようなことが推察されるか述べよ。

問 6 実験 1 について、新たに形成された組織が、移植片に由来するか、宿主に由来するか調べたい。どのような方法を用いればよいか述べよ。

問 7 口丘の組織を別の個体の体幹部に移植したときに形成された二次軸は、問 6 の方法を用いて調べると、ほとんど宿主の細胞由来であった。一方、口丘以外の組織を体幹部に移植したときに形成された二次軸は移植片由来であった。この結果からどのようなことがわかるか述べよ。

問 8 実験 2 について、このような結果が得られた理由を、下線部 (3) の観点から推察して述べよ。

問 9 下線部 (3) に関連して、動物の発生において、胚の各部分における特定のタンパク質の濃度が形態形成に重要な役割を果たす例は多い。(i) ショウジョウバエの例と (ii) カエルの例をそれぞれ 1 つあげ、タンパク質名を含めて説明せよ。

Ⅳ 次の文章を読み、問 1 ～ 8 に答えよ。(配点 25)

赤血球の表面には種々の分子が発現している。これらの中には輸血のときに凝集反応を起こす原因となる分子があり、① とよばれる。この 1 つは ABO 式血液型における赤血球表面の糖鎖であり、A 型赤血球と B 型赤血球は異なる糖鎖を発現する。B 型の人の血清には、A 型赤血球の糖鎖に対する抗体である ② が含まれ、A 型赤血球の凝集反応を引き起こす。一方、AB⁽¹⁾型の人の血清を A 型赤血球と混合しても凝集反応は起こらない。

Rh 式血液型では、アカゲザルと共通するタンパク質抗原の Rh 因子が赤血球にある場合を Rh 陽性(Rh⁺)、ない場合を Rh 陰性(Rh⁻)とする。Rh⁻型の母が Rh⁺型の子を妊娠すると、出産時に胎児の Rh⁺型赤血球が母体血液中に移行し、母体に Rh 因子に対する抗体(Rh 抗体)がつくられる場合がある。この女性が次回に Rh⁺型の子を妊娠した場合、胎児内で抗原抗体反応が起こり、⁽²⁾胎児に障害が現れることがある。この現象を血液型不適合とよび、これを防止するために、Rh⁺⁽³⁾型の子を出産した直後に母体に Rh 抗体を投与することがある。投与された Rh 抗体は母体中の⁽⁴⁾Rh 因子に結合し、胎児由来の Rh⁺型赤血球は食細胞により排除される。

下線部(4)に関連して、以下の実験 1 ～ 3 を行った。

(実験 1) Rh 抗体を含まない血清または Rh 抗体を含む血清と Rh⁺型赤血球を混合し、しばらくおいた。血清を取り除いた後、食細胞を加えて培養し、顕微鏡で赤血球を食食(どんしょく)している食細胞数を測定した。加えた食細胞のうち、赤血球を食食した食細胞の割合を表 1 に示す。

表 1

加えた血清	赤血球を食食した食細胞の割合(%)
Rh 抗体を含まない血清	2
Rh 抗体を含む血清	69

(実験 2) Rh 抗体を含む血清と Rh⁺型の赤血球を混合し、しばらくおいた。血清を取り除いた後、新たに表 2 の溶液と食細胞を加え培養し、顕微鏡で赤血球を食食している食細胞数を測定した。加えた食細胞のうち、赤血球を食食した食細胞の割合を表 2 に示す。

表 2

加えた溶液	赤血球を食食した食細胞の割合(%)
生理食塩水	86
Rh 抗体を含まない血清	4
Rh 抗体を含む血清	4

(実験3) 免疫グロブリンを図1のように断片1と断片2に分解する酵素がある。この酵素を用いてRh抗体を含まない血清中の免疫グロブリンを処理し、断片1のみを含む溶液を作製した。

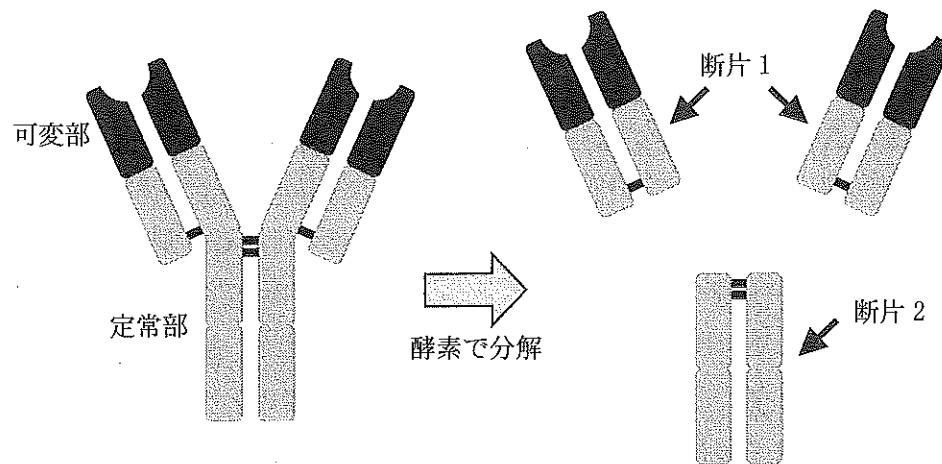


図1 酵素による免疫グロブリンの分解

Rh抗体を含む血清とRh⁺型の赤血球を混合し、しばらくおいた。血清を取り除いた後、新たに表3の溶液と食細胞を加えて培養し、顕微鏡で赤血球を食食している食細胞数を測定した。加えた食細胞のうち、赤血球を食食した食細胞の割合を表3に示す。

表3

加えた溶液	赤血球を食食した食細胞の割合(%)
生理食塩水	92
酵素処理していない免疫グロブリンの溶液	2
図1の酵素で処理した免疫グロブリンの断片1の溶液	90

問1 文中の①と②に適切な語句を入れよ。

問2 下線部(1)について、AB型の人血清を(i)B型赤血球または(ii)O型赤血球と混合した場合、凝集反応は起こるか。それぞれ理由とともに述べよ。

問3 下線部(2)に関連して、胎児の体内で抗原抗体反応が起きるのはなぜか。理由を述べよ。

問4 下線部(3)について、胎児にはどのような障害が現れると考えられるか述べよ。

問5 実験1について、Rh抗体の食作用に対するはたらきを述べよ。

問 6 実験 2 について、新たに血清を加えた 2 つの培養を比較したとき、赤血球を貪食した食細胞の割合に差が見られないのはなぜか。理由を述べよ。

問 7 実験 3 の結果から、どのようなことがわかるか述べよ。

問 8 実験 3 において、血清を取り除いた後、新たに断片 2 のみを含む溶液と食細胞を加えて培養した場合、赤血球を貪食する食細胞の割合はどのようにになると予測されるか。理由とともに述べよ。