

2018 年度一般入学試験(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 35 ページあり、問題数は、物理 4 問、化学 4 問、生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に、それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお、記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子、解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 試験終了時には、問題冊子の上に、解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙、問題冊子の回収後、監督者の指示に従い退出すること。

訂正 (理科)

(試験開始時に紙で全員に配布)

物理

5 ページ III 5 行目

誤 長さ 18cm の試験の・・・

↓

正 長さ 18cm の試験管の・・・

生物

25 ページ III 問 5 の選択肢

誤 a 問 4 のサンプル 1 で増幅された DNA 断片にはエキソンのみが含まれる。

b 問 4 のサンプル 2 で増幅された DNA 断片にはイントロンのみが含まれる。

c 問 4 のサンプル 1 には、青色遺伝子の cDNA と同じ配列が組み込まれている。

d 問 4 のサンプル 2 には、青色遺伝子の cDNA と同じ配列が組み込まれている。

e ペチュニア用のプライマーセットはペチュニア青色遺伝子のイントロンの配列上にある。

f パンジー用のプライマーセットはパンジー青色遺伝子のエキソンの配列上にある。

↓

正 a 問 4 のサンプル 1 から増幅された DNA 断片には、エキソン部分の塩基配列のみが含まれる。

b 問 4 のサンプル 2 から増幅された DNA 断片には、イントロン部分の塩基配列のみが含まれる。

c 問 4 のサンプル 1 には、青色遺伝子の DNA の全長と同じ塩基配列が組み込まれている。

d 問 4 のサンプル 2 には、青色遺伝子の DNA の全長と同じ塩基配列が組み込まれている。

e ペチュニア用の各プライマーと相補的な塩基配列は、ペチュニア青色遺伝子のイントロンの塩基配列の中にある。

f パンジー用の各プライマーと相補的な塩基配列は、パンジー青色遺伝子のエキソンの塩基配列の中にある。

生 物 (後期)

I 次の(1)~(10)の間に答えなさい。ただし、複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順あるいは番号順に並べなさい。該当するものがない場合は、「該当なし」を選びなさい。

(1) 次の生物が生息する岸壁におけるキーストーン種をすべて選びなさい。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| A イガイ | B イボニシ | C カメノテ |
| D ヒトデ | E 藻 類 | F 該当なし |

(2) 次の生物をゲノムの遺伝子数が多い順に並べた時、1 番目、3 番目、5 番目に多いものを順番に記号で書きなさい。

- | | | |
|-------|-------|-----------|
| A 酵母菌 | B ヒ ト | C シロイヌナズナ |
| D 線 虫 | E 大腸菌 | |

(3) 血清と血しょうに共通して含まれているものをすべて選びなさい。

- | | | | |
|---------|---------|--------|-------|
| 1 グルコース | 2 血小板 | 3 赤血球 | 4 好中球 |
| 5 フィブリン | 6 アルブミン | 7 該当なし | |

(4) 岡崎フラグメントの合成には関係していないものをすべて選びなさい。

- | | | |
|----------|--------------|------------|
| A 鋳型鎖 | B DNA ポリメラーゼ | C DNA リガーゼ |
| D ヌクレオチド | E プライマー | F プロモーター |
| G 該当なし | | |

(5) アルコール発酵にあてはまるが乳酸発酵にはあてはまらないものをすべて選びなさい。

- A 同じ反応がヒトの体内では起こらない。
- B 最後の反応の基質はピルビン酸である。
- C ATP が作られるのは解糖系の反応部分だけである。
- D CO_2 が生じる。
- E 最後の反応では補酵素が酸化される。
- F 酸素が必要な反応である。
- G 該当なし

(6) カンブリア紀にあてはまるものをすべて選びなさい。

- A RNA ワールドだった。
- B 酸素を作る生物が現れた。
- C 三葉虫がいた。
- D シーラカンスがいた。
- E 動物の種類が激増した。
- F 水中から出て陸上で生きる動物が現れた。
- G 該当なし

(7) シナプスについてあてはまらないものをすべて選びなさい。

- 1 交感神経の一部として働いている。
- 2 1つのシナプスには2個の神経細胞が関わっている。
- 3 放出ホルモンや抑制ホルモンがやりとりされる。
- 4 伝達に方向性がある。
- 5 1つの神経細胞が関わるのは1つのシナプスだけである。
- 6 細胞間でシナプス小胞がやりとりされる。
- 7 該当なし

(8) 肝門脈についてあてはまるものを3つ選びなさい。

- A 動脈である。
- B 静脈である。
- C 肝臓と心臓を結ぶ。
- D 肝臓と腎臓を結ぶ。
- E 肝臓と小腸を結ぶ。
- F 尿素の濃度が最も高い血液が流れる。
- G 尿素の濃度が最も低い血液が流れる。
- H 栄養分が最も豊富な血液が流れる。

(9) 生物学上の重要な業績を残した人物名とその業績の組み合わせとして、正しくないものをすべて選びなさい。

- 1 シュペーマン・形成体の発見
- 2 ヘッケル・3ドメイン説の提唱
- 3 ダーウィン・自然選択説の提唱
- 4 ビードルとテータム・DNA 構造の解明
- 5 パブロフ・刷込み現象の発見
- 6 木村資生・中立説の提唱
- 7 ガードン・クローン羊の作製

(10) 原生生物と原核生物に共通して存在するものをすべて選びなさい。

- | | | |
|---------|---------|-------------|
| A 核 膜 | B 細胞膜 | C ミトコンドリア内膜 |
| D リボソーム | E リソソーム | F ヌクレオソーム |
| G 該当なし | | |

Ⅱ バイオームと光合成について、以下の問1～問4に答えなさい。

バイオームとは、地域ごとに様々な生物が互いに関係を持ちながら形成する生物集団のことである。バイオームは(A)により分類される。陸上のバイオームは3つに大別され、年平均気温と年間降水量により、さらに幾つかのバイオームに区分される。^A

ある地域に生育する植物全体は、植生と呼ばれる。森林の外表面を覆っている部分を(B)と呼び、地表に近い部分を(C)という。(B)から(C)にかけて光環境は著しく変化し、それぞれの環境に適応した植物が見られる。植生が長い年月をかけて変化することは(D)と呼ばれる。陸上において、噴火による溶岩の裸地から始まる(D)は、最終的に、構成種に大きな変化が見られない極相林と呼ばれる森林が形成される。^B

問 1 空欄A～Dに当てはまる最も適当な語句を書きなさい。

問 2 下線部Aに関して、世界の陸上のバイオームをa～jに区分し、それぞれの「気候の特徴」、「植生の特徴」、「代表する生物」を下の選択肢に示した。a～jの各バイオームにはそれぞれ選択肢の項目が一つずつあてはまり、さらにそれぞれの選択肢は一度だけ選ぶことができるとする。この時a～eのバイオームについてあてはまるもっとも適当な「気候の特徴」、「植生の特徴」、「代表する生物」を選び例にならって解答しなさい。

解答例) a : 1 あ A

< バイオームの区分 >

- | | | |
|--------|--------|-------------|
| a 照葉樹林 | b 硬葉樹林 | c 夏緑樹林 |
| d 雨緑樹林 | e サバンナ | f 熱帯・亜熱帯多雨林 |
| g 砂 漠 | h ツンドラ | i ステップ |
| j 針葉樹林 | | |

<気候の特徴>

1. 冷温帯である。
2. 高温で雨季と乾季がある。
3. 冬に雨が多く、夏は乾燥する。
4. 年平均気温が -5°C 以下である。
5. 高温多湿で、気候変動が少ない。
6. 熱帯の乾燥地域である。
7. 熱帯と温帯の乾燥地域である。
8. 年平均気温が 0°C 前後である。
9. 温帯の乾燥地域である。
10. 暖温帯である。

<植生の特徴>

- あ) 冬に葉を落とす落葉広葉樹である。
- い) 樹木はほとんど無い。
- う) 植物はほとんど無い。
- え) 常緑広葉樹で、階層構造が複雑である。
- お) 小型で厚く硬い葉を持ち、夏の乾燥に耐える常緑広葉樹である。
- か) 葉の面積が狭い樹木で、樹種は少ない。
- き) 乾季に葉を落とす落葉広葉樹である。
- く) 背丈の低い樹木が点在する。
- け) 常緑広葉樹である。
- こ) 永久凍土である。

<代表的な生物>

- | | | |
|---------|------------|------------|
| A) アカシア | B) カラマツ | C) ゲッケイジュ |
| D) トナカイ | E) ヒトコブラクダ | F) タブノキ |
| G) チーク | H) イネ科の植物 | I) オランウータン |
| J) ブナ | | |

問 3 下線部Bの極相林について、日本で見られる極相林が陰樹林である理由として、選択肢から適当なものをすべて選びなさい。

＜選択肢＞

- 1) 陰樹は陽樹より多湿環境に強いから。
- 2) 陰樹は陽樹より弱い光でも成育できるから。
- 3) 陰樹は陽樹より平均の樹高が高いから。
- 4) 陰樹は陽樹より平均の寿命が短いから。
- 5) 陰樹は陽樹より環境圧に弱いから。
- 6) 陰樹は陽樹より平均の成長速度が早いから。

問 4 図1は、2つの植物の葉について、照射する光の強さと酸素の排出速度の関係を示したものである。このグラフをもとに以下の1)～5)に答えなさい。ただし、酸素は呼吸にのみに使われ、かつ呼吸量は常に一定とする。

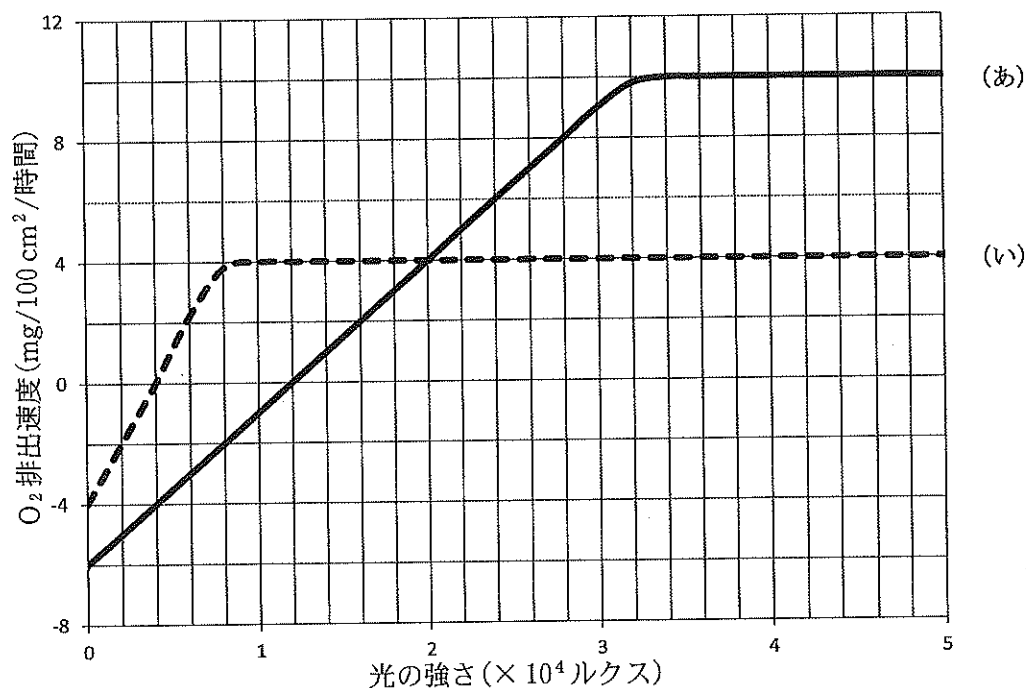


図1 照射する光の強さと植物の酸素の排出速度の関係

- 1) 300 cm^2 の植物(あ)の葉に、 28000 ルクスの強さの光を 2 時間照射した時に光合成によりつくられる酸素量を答えなさい。
- 2) 植物(あ)と植物(い)の葉で 300 cm^2 あたりの光合成量が同じになる光の強さを答えなさい。
- 3) 植物(あ)の葉を 300 cm^2 切り出し、密閉容器に入れ 8 時間暗所に置いたのち、ある強さの光を 16 時間照射したところ、容器内の酸素濃度は実験開始時と 24 時間後で変わらなかった。照射した光の強さを答えなさい。ただし、葉の切り出しや密閉容器内の気体の組成の変化は植物に影響を与えないものとする。
- 4) 植物(あ)に、 28000 ルクスの光を 10 時間照射した後、 14 時間暗黒下で生育させた。(1)この 24 時間に、光合成によって 100 cm^2 あたりの葉で合成されたグルコースの量を答えなさい。(2)また、この 24 時間での 100 cm^2 あたりの葉のグルコース量の増減を求めなさい。ただし、解答は小数点第三位を四捨五入しなさい。また、呼吸基質も光合成産物もグルコースのみであることとし、葉でのグルコースの移動はないものとする。なお、原子量は $\text{C}:12$, $\text{H}:1$, $\text{O}:16$ とする。
- 5) 植物(い)が植物(あ)と同じかそれよりも早く成長する光の強さの範囲を答えなさい。そのような範囲がない場合は「なし」と記入しなさい。それぞれの植物の大きさは同じとする。ただし、図1のグラフの縦軸は植物全体の酸素排出速度の相対値であるとして解答しなさい。

Ⅲ バイオテクノロジーについて、以下の問1～問5に答えなさい。

自然界のバラは青色色素を合成するのに必要な酵素の遺伝子(青色遺伝子)を持たない。近年、パンジーの花の青色遺伝子を取り出し、バラに導入することで、青いバラが作り出された。PCR法で増幅したパンジーの青色遺伝子由来のDNAを、土壌細菌から取り出した^AプラスミドのT-DNAという領域(植物細胞のDNAに取り込まれる部分)に組み込んだ後土壌細菌に戻し、バラの葉から誘導したカルスに感染させた。青色遺伝子由来のDNAが導入されたカルスを選択後、カルスを生育している培地中の あ と い の濃度を調節することによって、バラの植物体に再生させ青い花を咲かせるバラを作出した。

問1 植物では土壌に生息する細菌(土壌細菌)を利用して、遺伝子導入が行われている。この細菌の名称を答えなさい。

問2 あ は根の伸長を調節する植物ホルモン、い は側芽の伸長を促進する植物ホルモンで、その濃度の組み合わせを調節することにより未分化のカルスになったり、根や茎の再分化をしたりする事が知られている。それぞれの植物ホルモンの名称を答えなさい。

問3 下線部Aについて、PCR法でのDNAの増幅からプラスミドに組み込むまでの実験操作に用いる酵素を下の語群(A～H)からすべて選び、例にならって使用する順に並べて答えなさい。(例 B→E→C→Gの場合は、B E C G)

- | | | |
|-------------|-------------|---------|
| A プロテアーゼ | B カタラーゼ | C 制限酵素 |
| D DNAポリメラーゼ | E RNAポリメラーゼ | F マルターゼ |
| G DNAリガーゼ | H ガラクトース | |

問 4 同様の手法がカーネーションでも用いられているが、青いカーネーションには、パンジーの他にペチュニアの青色遺伝子由来の DNA が導入されている種類もある。二種類の青いカーネーション(サンプル 1, サンプル 2)を準備し、ペチュニアとパンジーのどちらの青色遺伝子由来の DNA が組み込まれているのかを確認する実験を行った。ペチュニアまたはパンジーの青色遺伝子の一部を特異的に増幅するプライマーセットの両方を混ぜた PCR 反応液に、サンプル 1, サンプル 2 から抽出した DNA をそれぞれ鋳型として加え青色遺伝子の DNA を増幅した。PCR 産物を染色し、アガロースゲルで電気泳動をした結果、+極からの距離はサンプル 1 の DNA のバンドの方が遠く、サンプル 2 の方が近くに確認された。なお、この実験ではペチュニア用のプライマーセットでは 700 塩基対、パンジー用のプライマーセットでは 350 塩基対の長さの DNA が増幅されることがわかっている。

- (1) どちらがペチュニアの青色遺伝子を持つか答えなさい。
- (2) (1)の解答理由を書きなさい。

問 5 青い花を咲かせるペチュニアとパンジーの花からそれぞれ DNA を抽出し、問 4 と同様のプライマーを用いた PCR 反応後、電気泳動により増幅された DNA の確認を行った。その結果、ペチュニアでは 1900 塩基対の、パンジーでは 350 塩基対の DNA 断片のバンドが確認された。さらに、青い花を咲かせるペチュニアとパンジーの花からそれぞれ mRNA を抽出し、逆転写酵素を用いて mRNA と相補的な DNA (cDNA) を合成し、その cDNA を鋳型に同様の PCR 反応を行った。その結果、ペチュニアでは 700 塩基対の、パンジーでは 350 塩基対の DNA 断片のバンドが確認された。

この結果を踏まえて、次の文章が正しい場合は○を、間違っている場合は×を、この結果からは判断出来ない場合は△で答えなさい。

- a 問 4 のサンプル 1 で増幅された DNA 断片にはエキソンのみが含まれる。
- b 問 4 のサンプル 2 で増幅された DNA 断片にはイントロンのみが含まれる。
- c 問 4 のサンプル 1 には、青色遺伝子の cDNA と同じ配列が組み込まれている。
- d 問 4 のサンプル 2 には、青色遺伝子の cDNA と同じ配列が組み込まれている。
- e ペチュニア用のプライマーセットはペチュニア青色遺伝子のイントロンの配列上にある。
- f パンジー用のプライマーセットはパンジー青色遺伝子のエキソンの配列上にある。

IV 動物の反応と行動に関する次の文章を読んで、以下の問1～問6に答えなさい。

アメフラシは背中のえらに続く水管から海水を出し入れして呼吸している。水管に接触刺激を与えるとえらを縮めて体の中に引っ込める(反射)。何度もこの刺激を繰り返すと、次第にえらを引き込まなくなる(慣れ)。慣れを起こした個体の尾へ電気ショックを与えると、水管の接触による引き込み反応は回復する。尾へより強い電気ショックを与えると、水管に対する弱い刺激に対してもえらを引っ込める反応を示すようになる(鋭敏化)。

問1 アメフラシにあてはまるものを下の選択肢からすべて選んで答えなさい。

- | | | | |
|-------------|-------------------|---------|---------|
| 1 軟体動物 | 2 環形動物 | 3 原索動物 | 4 扁形動物 |
| 5 旧口動物 | 6 新口動物 | 7 集中神経系 | 8 散在神経系 |
| 9 脱皮して成長する。 | 10 幼生期にトロコフォアをもつ。 | | |
| 11 脊索を形成する。 | | | |

問2 ヒトの反射はそれに関与する中枢により分類することが出来る。下の反応は反射とそれ以外の反応である。選択肢の中から反射をすべて選び、どの反射中枢(A—延髄、B—中脳、C—脊髓)を介した反応であるかを答えなさい。該当するものがない場合は、「なし」と記入しなさい。

- 1 ひざの下をたたくと、足がはね上がった。
- 2 梅干しを口に入れたら唾液が分泌された。
- 3 熱いやかんを触って思わず手をひっこめた。
- 4 明暗に応じてひとみの大きさが調節された。
- 5 ネコが急に飛び出してきたので、自転車のブレーキをかけた。
- 6 鼻をこよりで刺激すると、くしゃみが出た。
- 7 熱くなり、セーターを脱いだ。

問 3 「慣れ」は、水管の感覚神経からえらの運動神経への伝達効率が変化する事によりおこる。「慣れ」により伝達効率が変化する原因となりうる現象をすべて選び番号で答えなさい。

- 1 神経伝達物質の受容体の数が増える。
- 2 神経伝達物質の受容体から神経伝達物質が離れにくくなる。
- 3 シナプス小胞の数が減る。
- 4 シナプス付近での Ca^{2+} チャネルの不活性化がおこる。
- 5 活動電位の継続時間が長くなる。
- 6 放出される神経伝達物質の種類が変化する。

問 4 「鋭敏化」は、尾からの情報が水管の感覚神経の末端に伝わり、水管の感覚神経からえらの運動神経への伝達効率を変化させる事で起こる。

- (1) 尾からの情報を水管の感覚神経の末端に直接伝える神経の名称を答えなさい。
- (2) 「鋭敏化」している時に生じている現象を、反応が起こる順番に並べ、記号を答えなさい。

- A 水管感覚神経への Ca^{2+} の流入量が増える。
- B 水管感覚神経で K^{+} チャネルの不活性化が起こる。
- C 水管感覚神経での神経伝達物質の放出量が多くなる。
- D 水管感覚神経での活動電位の発生時間が長くなる。
- E えらの運動神経で活動電位が発生する。

問 5 アメフラシは強い尾への電気ショックによりえらを引っ込めることがわかっている。通常えらを引っ込めないほどの水管への弱い刺激の直後に尾への強い電気ショックをあたえることを繰り返すと、強い電気ショックを与えなくても弱い水管への刺激によりえらを引っ込めるようになる。このような刺激による学習をなんというか答えなさい。

問 6 細胞内物質の放出方法として，シナプス小胞からの神経伝達物質の放出と違うものをすべて選び，番号で答えなさい。

- 1 筋小胞体の Ca^{2+}
- 2 視床下部の放出ホルモン
- 3 唾液アミラーゼ
- 4 インスリン
- 5 神経細胞の Na^{+}
- 6 抗体

V 免疫に関する以下の問 1 ～問 2 の問題に答えなさい。

問 1 2014 年から 2015 年にかけて、西アフリカでエボラウイルスの感染によって起こるエボラ出血熱病が大流行し、世界中がパニックになりかけたことはまだ記憶に新しい。この病気が世界中で恐れられた大きな理由は、当時この病気に対する有効な薬もワクチンも全く存在しないという状況下で感染が広まったことである。しかしそのような状況下でも、エボラウイルスに感染し発病した後、回復し、健康になった人は多数存在する。これらの人々は自らの免疫力によって感染症から回復したのである。現地の一部の医療機関においては、このような自力で回復した元患者の免疫力を利用した医療行為も試みられたという。その医療行為は、米国の財団から贈られた最新装置を用いて回復した元患者(ドナー)から血しょうを分離し、それを患者に投与するという方法である。この医療行為及び関連する免疫のメカニズムに関して以下の 1) ～ 4) に答えなさい。

1) この医療行為はどのような原理に基づいて行われたと考えられるか。論理的に正しいと考えられるものを一つ選び記号で答えなさい。

- A ドナーのナチュラルキラー(NK)細胞が患者の体内でウイルスを取り込む。
- B 患者の樹状細胞がドナーの T 細胞に抗原提示を行い活性化する。
- C ドナーの分解酵素が患者の体内でウイルスを分解する。
- D ドナーの抗体産生細胞が患者の体内で抗体を産生する。
- E ドナーのヘルパー T 細胞が患者の B 細胞を活性化する。
- F ドナーのキラー T 細胞がウイルスに感染した患者の細胞を攻撃する。
- G ドナーの抗体が患者の体内で働いてウイルスの活動を抑える。
- H ドナーの免疫記憶細胞が患者の体内で活性化する。

2) この医療行為と同じ原理を利用して行われている治療は以下のいずれか、正しいものを一つ選んで番号で答えなさい。

- 1 代謝異常の病気に対する遺伝子治療
- 2 抗ウイルス薬を組み合わせたエイズの治療
- 3 リンパ球を使ったガンの免疫治療
- 4 抗ウイルス薬によるインフルエンザの治療
- 5 抗生物質による感染症の治療
- 6 毒ヘビにかまれた患者の治療

3) 以下の文の中から体液性免疫の一次応答の過程を示しているものをすべて選び、感染後ヒトの体内で起こる順番に記号を並べなさい。

- A ナチュラルキラー(NK)細胞がウイルスを取り込む。
- B 樹状細胞がT細胞に抗原提示を行い活性化する。
- C 血しょう中の分解酵素がウイルスを分解する。
- D 抗体産生細胞が抗体を産生する。
- E ヘルパーT細胞がB細胞を活性化する。
- F キラーT細胞がウイルスに感染した細胞を攻撃する。
- G 抗体が働いてウイルスの活動を抑える。
- H 免疫記憶細胞が活性化する。

4) 以下のア)～ケ)の文の中からヒトの免疫系に関して(A)自然免疫の特徴を示しているもの、(B)獲得免疫の特徴を示しているもの、(C)自然免疫と獲得免疫の両方にあてはまるものをそれぞれすべて選び記号で答えなさい。ただし、各記号を複数回選ぶことはできない。

ア) 白血球が関係している。

イ) エイズが発症すると機能が破壊される。

ウ) 交感神経が関係している。

エ) 同じ病原体の感染が複数回あった時、基本的に毎回同じ強さで反応する。

オ) 感染が起こった時にはこちらの方が先に始動する。

カ) 食作用を持つ細胞が働く。

キ) 病原体に対する特異性が高い。

ク) 遺伝子の再編成(再構成)が起こったタンパク質が働く。

ケ) ワクチンに利用される反応である。

問 2 図1のA～Eの図形と太線は抗体の模式図を描くために使用するパーツである。図形の色の違いはアミノ酸配列が一定の領域と多様なアミノ酸配列をとる領域を示し、Cの太線はある特定のペプチド間の化学結合を示している。必要な数の各パーツを回転/反転させた後に組み合わせてヒトの抗体分子(IgG)の模式図を描くことができる。ただし、AはBと1本のポリペプチドを形成するものとする。これに関して1)～8)に答えなさい。

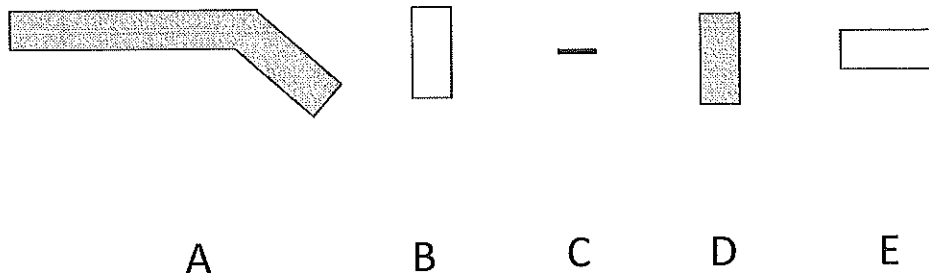


図1 抗体を構成するパーツの模式図

- 1) C と E は抗体分子のどの部分か、それぞれ名称を書きなさい。複数の類似のパーツがある場合は、「△鎖の○○○」のように答えること。
- 2) C のパーツに関係しているアミノ酸名を答えなさい。
- 3) 抗体を産生する細胞の核相は他の体細胞と同じく $2n$ であり、各抗体遺伝子も 2 個ずつ存在する。細胞が分化して DNA 再構成が起こる過程で片方の遺伝子の再構成が完了すると、残った方の遺伝子の再構成は中止され、遺伝子の発現が起こらなくなることが知られている(この現象をアレル排除という)。アレル排除の結果、抗体産生においてある特徴が生まれる。その特徴はどのようなものか答えなさい。
- 4) 抗体の産生について誤っている記述をすべて選びなさい。該当するものがない場合は、「該当なし」を選びなさい。
- 1 様々な抗体をつくる多様な B 細胞の集団が存在する。
 - 2 正常な人の血液中には自分の抗原に反応する抗体は存在しない。
 - 3 B 細胞の一部は記憶細胞として残り、次の感染に備える。
 - 4 ある抗原が侵入したら、それに反応する 1 つの B 細胞のみが増殖して抗体を産生する。
 - 5 二次応答では一次応答より速やかに抗体産生細胞が増殖し抗体が産生される。
 - 6 該当なし

- 5) 抗体を構成する H 鎖と L 鎖の抗原結合の特異性に関わる領域は 2 ないし 3 種類の遺伝子断片に分かれている。それぞれの遺伝子断片は異なるものが複数あり、再構成時に一つずつが選ばれる。ヒトにおいては 1 個の遺伝子には下記の個数だけ遺伝子断片があると仮定すると、それらの組み合わせによって理論上抗体は何種類できるか。ただし、ここでは父方と母方の遺伝子の DNA 配列は全く同じものとし、遺伝子断片の組み合わせ以外の要素は考えないものとする。

H 鎖 V 断片 = 40 個 D 断片 = 23 個 J 断片 = 6 個

L 鎖 V 断片 = 40 個 J 断片 = 4 個

- 6) A~E のパーツを必要な個数を組み合わせ、角度などを調整して、一分子の抗体の模式図を描きなさい。さらに、上記 5) の遺伝子断片に対応する部分についても遺伝子断片の境界線を点線で H 鎖と L 鎖上に書きなさい。ただし、A と D については図 1 のように鉛筆で薄く塗ることとする。また A~E のパーツおよび点線以外は書き込まないこと。

- 7) 下記はマウスにおいて抗体遺伝子の再構成が起こっていることを示すための実験である。図 2 はマウスの肝臓細胞のゲノムで L 鎖の遺伝子の一部を示している。V 遺伝子断片の 1 つ (V_n) と J4 遺伝子断片に相補的な標識 DNA 1 と標識 DNA 2 を用いると、それぞれの DNA 断片のみを検出することができる。肝臓細胞からゲノム DNA を抽出した後、制限酵素処理、電気泳動、標識 DNA による検出を順に行うと、図 3 の左のレーンのように 2 本のバンドが検出できる。これらの標識 DNA と B 細胞のゲノム DNA を用いて同様の実験を行うことによって、B 細胞の抗体遺伝子で再構成が起きているかどうかを知ることができる。抗体遺伝子の V_n と J4 の間で正しく再構成を起こした B 細胞から、その組換えを起こした遺伝子部分だけを取り出して同様の実験をすると、どのようなバンドのパターンが予想されるか、図 3 の 1 ~ 6 の中から最も適当なものを選びなさい。

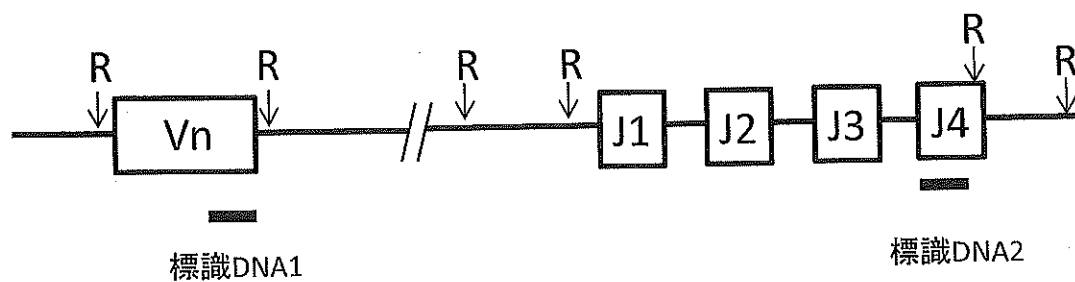


図2 抗体遺伝子の構造(再構成に関係する一部分のみを示す)

V は V 遺伝子断片であり、ここでは V_n として1個のみを示している。
 J は J 遺伝子断片で4個ある。 R は制限酵素の切断部位を示す。

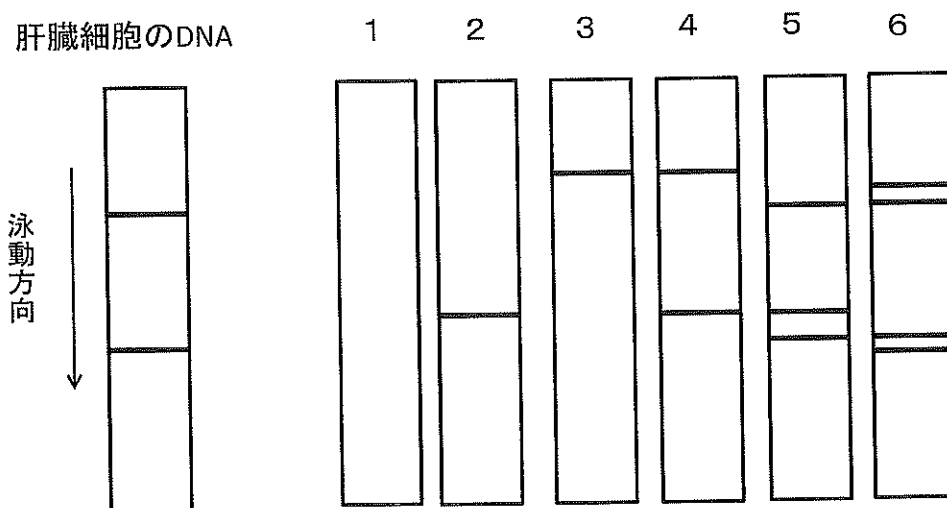


図3 抗体遺伝子領域の電気泳動のパターン

レーン1～6はB細胞のDNAの予想パターンを示す。

8) 抗体分子をある強力な界面活性剤で溶かして、還元条件下で加熱しポリペプチド鎖にある側鎖間の結合を壊した時、タンパク質は一様に負に帯電し伸びきったポリペプチド鎖になる。このような状態のポリペプチド鎖は DNA と同様の原理でゲル電気泳動により分離され、染色によりバンドとして観察することができる。この時の抗体の電気泳動の結果のパターンを解答欄にある泳動レーンを模した長方形の中に書き込みなさい。ただし、バンドが複数本ある場合、ポリペプチドの長さが長いものを相対的に太く書きなさい。

