

平成 31 年度前期日程入学試験学力検査問題

平成 31 年 2 月 25 日

理 科

物 理…… 4 ～19ページ, 化 学……20～41ページ

生 物……42～63ページ, 地 学……64～73ページ

志 望 学 部	試 験 科 目	試 験 時 間
理 学 部 農 学 部	物理, 化学, 生物, 地学のうちから 2 科目選択	13 : 30～16 : 00 (150 分)
医 学 部 歯 学 部	物理, 化学, 生物のうちから 2 科目選択	
薬 学 部 工 学 部	物理(指定), 化学(指定)	

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子, 解答用紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は, 73 ページである。問題冊子の白紙のページや問題の余白は草案のために使用してよい。ただし, 冊子の留め金を外したり, ページを切り離しては使用しないこと。なお, ページの脱落, 印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答は, 必ず黒鉛筆(シャープペンシルも可)で記入し, ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 解答用紙の受験記号番号欄(1 枚につき 2 か所)には, 忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は, 必ず選択した科目の解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ってはいけない。
7. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰ること。

問題訂正（前期）

理科【生物】42 ページ

1 下から7行目

（誤）「フェニルアラニン尿症では、・・・」

（正）「フェニルケトン尿症では、・・・」

理科【地学】64 ページ

1 問3 上から3行目

（誤）また、総質量 M_G には、主系列星以外の星や暗黒物質の質量は含めない。

（正）また、総質量 M_G と総光度 L_G には、主系列星以外の星、星間物質および暗黒物質の寄与は含めない。

平成31年2月25日

生 物

解答に字数の指定がある場合、字数には句読点、数字、アルファベット、および記号も1字として数えよ。

1 次の〔Ⅰ〕と〔Ⅱ〕の文章を読み、以下の問(1)～(8)に答えよ。

〔Ⅰ〕 ヒトをはじめ、多くの真核生物の1つの体細胞には、形や大きさが同じ染色体が2本ずつある。この1対の染色体を という。ヒトの体細胞の染色体は通常46本あるが、そのうちの44本は男女に共通して見られ、 という。残りの2本は という。染色体に占める遺伝子の位置のことを という。また、1つの に複数の形質に対応する遺伝子が存在する場合、それらの遺伝子を対立遺伝子といい、 A や a のような記号で表す。対立遺伝子が A と a の2種類の場合、体細胞の にある遺伝子の組合せは、 AA と Aa と aa の3通りである。このような遺伝子の組合せを遺伝子型という。遺伝子型に基づいて実際に現れる形質を という。

DNAの塩基配列の変化が形質に影響する例として、フェニルケトン尿症がある。フェニルケトン尿症は、フェニルアラニン水酸化酵素(PAH)(フェニルアラニンにヒドロキシル基を1つ付加させてチロシンを合成する酵素)の遺伝子変異に基づく単一遺伝子病である。PAHの遺伝子(PAH)は第12番染色体に位置し、13個のエキソンが存在する。フェニルアラニン尿症では、PAH遺伝子の変異によりPAHの酵素活性が消失する。このため、フェニルアラニンからチロシンが合成できなくなり、体内に多量のフェニルアラニンが蓄積し、フェニルケトンに変化して尿中に排出される。出生時はなんら異常を示さないが、乳児期以降の症状としては、フェニルアラニン過剰によると考えられる精神発達遅滞、難治性けいれん、脳波異常、チロシン代謝抑制による色白の皮膚、赤毛などがあげられる。近年、PAH遺伝子の塩基

変異を PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法によって解析することにより、フェニルケトン尿症の遺伝子診断が可能になった。遺伝子変異の中には、12 番目のイントロンのはじめにあるグアニンがアデニン^(b)に変化すると、スプライシングの際に 12 番目のエキソン (エキソン 12) が除かれてしまい、その分のアミノ酸配列が失われて正常な PAH タンパク質が合成されないタイプがある。フェニルケトン尿症の治療は、フェニルアラニンの摂取制限によりおこなう。具体的には、フェニルアラニンのみを除去し、その他の栄養成分が過不足なく配合された特殊な栄養ミルク^(c)を用いる。一方、必要量のフェニルアラニンは、一般粉乳、牛乳、一般食品などのフェニルアラニンを含む自然タンパク質から摂取する。このようにして、フェニルアラニンの摂取量を制限することができる。フェニルアラニン除去ミルクと一般食品の摂取量は、血中フェニルアラニン濃度を定期的に測定しながら調整する。

問(1) ア ~ オ に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)について、フェニルアラニン(A)とチロシン(B)の化学構造式はそれぞれどれか。図1の①~⑧から適切なものを1つずつ選び、それぞれ番号を記せ。

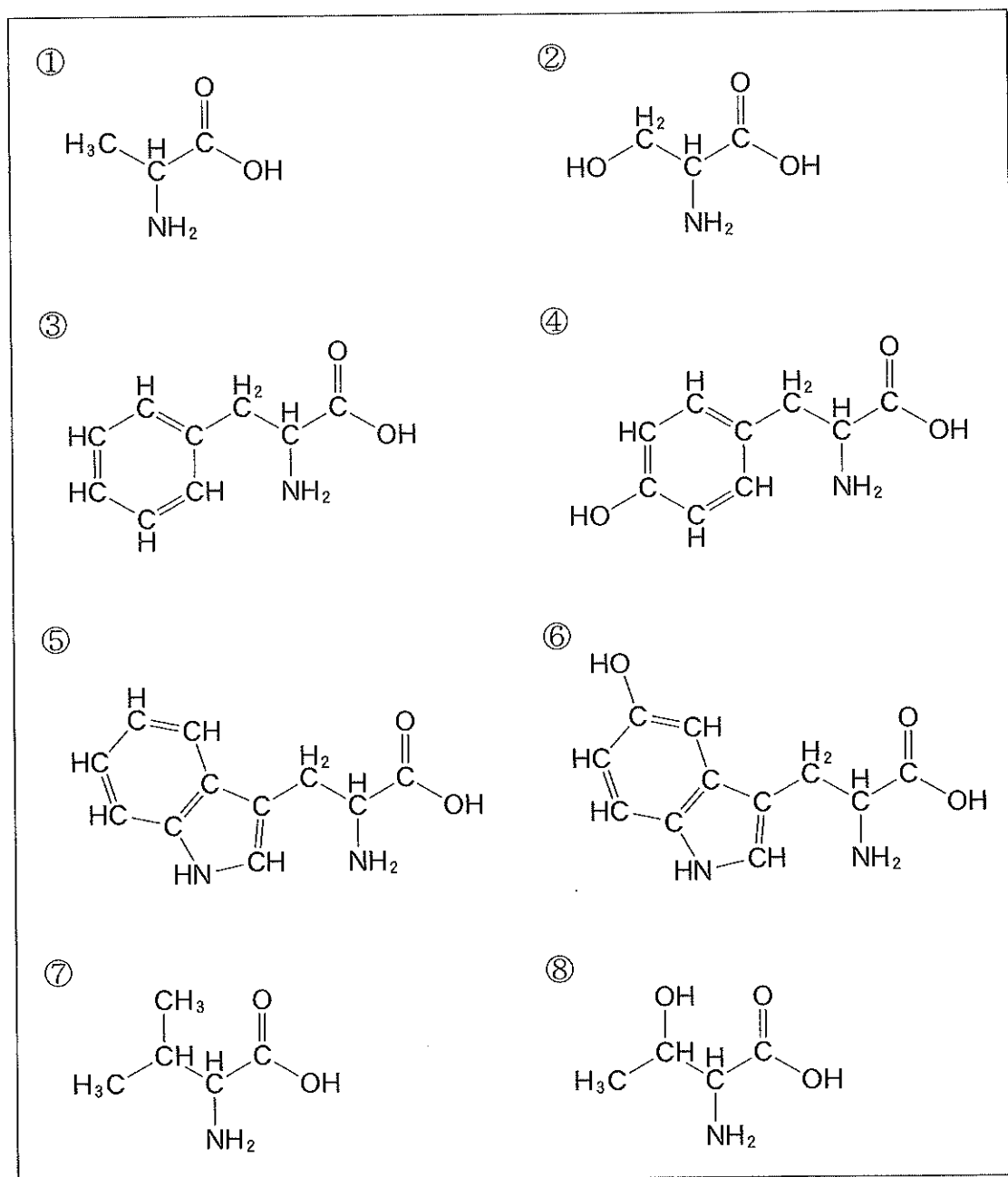


図 1

問(3) 下線部(b)について、エキソン 12 が欠失することを、患者由来の細胞から抽出した RNA を利用して確かめることができる。どのような方法が適切か、次の①～④から適切なものを 1 つ選び、番号を記せ。

- ① tRNA (転移 RNA) のアンチコドンの情報から、エキソン 12 の欠失を確かめる。
- ② rRNA (リボソーム RNA) のサブユニット構造の変化から、エキソン 12 の欠失を確かめる。
- ③ mRNA (伝令 RNA) から逆転写酵素により相補的な塩基配列をもつ DNA (cDNA) を合成し、その配列情報から、エキソン 12 の欠失を確かめる。
- ④ tRNA, rRNA および mRNA の混合物から RNA ポリメラーゼにより PAH タンパク質を合成し、そのアミノ酸配列から、エキソン 12 の欠失を確かめる。

問(4) 下線部(c)について、フェニルケトン尿症の治療において、フェニルアラニン除去ミルクだけでなく、一般粉乳、牛乳、一般食品などのフェニルアラニンを含む自然タンパク質を摂取する理由を 60 字以内で記せ。

〔Ⅱ〕 タンパク質は、多数のアミノ酸が縮合してできている。1つのアミノ酸のアミノ基($-\text{NH}_2$)と別のアミノ酸のカルボキシル基($-\text{COOH}$)との間で水分子が1つとれて生じる $-\text{CO}-\text{NH}-$ 結合を 結合という。多数のアミノ酸が 結合によりつながった分子を という。 鎖の分子中に水素結合ができ、らせん状になった構造を という。また、複数の 鎖が平行に並び、となりどうしで水素結合してびょうぶ状に折れ曲がった構造を という。酵素はタンパク質でできており、体内で起こる物質の合成・分解の化学反応において重要な役割を果たしている。たとえば、過酸化水素に という酵素を作用させると、過酸化水素が水と酸素に分解される。このとき、添加した 自身は変化しない。このように自身は変化せずに、特定の化学反応を促進する物質を触媒という。酵素は触媒作用をもち、酵素が作用する物質を基質という。酵素が特定の基質にしか作用しない性質のことを という。

シトクロム P450 2C19 (CYP2C19) は、主に肝細胞の小胞体に存在する酵素で、薬物の代謝に関与している。たとえば、一部の消化性潰瘍治療薬を酸化して、薬物活性のない構造に代謝する反応を触媒する。CYP2C19 タンパク質をコードする遺伝子 (CYP2C19) は、第 10 番染色体に位置し 9 個のエキソンが存在する。日本人集団では、酵素活性を有する CYP2C19 の遺伝子 (CYP2C19*1) の他に、一塩基多型を有する対立遺伝子 (CYP2C19*2 および CYP2C19*3) の 3 種類が存在する。CYP2C19*2 および CYP2C19*3 由来の CYP2C19 変異タンパク質は酵素活性を持たない。^(d)したがって、CYP2C19*2/CYP2C19*2、CYP2C19*3/CYP2C19*3 および CYP2C19*2/CYP2C19*3 の遺伝子型のヒトでは消化性潰瘍治療薬が分解されにくいため、CYP2C19*1/CYP2C19*1 の遺伝子型のヒトよりも薬の効果が得られやすい。

問(5) ～ に適切な語句を入れよ。

問(6) 日本人集団における *CYP2C19* の対立遺伝子頻度(括弧内の数値)がそれぞれ, *CYP2C19*1*(0.6), *CYP2C19*2*(0.3), *CYP2C19*3*(0.1)であることがわかった。500 人中の各遺伝子型(表 1)(C)~(H)の推定人数をそれぞれ求めよ。ただし, ハーディー・ワインベルグの法則が成り立つと仮定する。

表 1

	遺伝子型
(C)	<i>CYP2C19*1/CYP2C19*1</i>
(D)	<i>CYP2C19*1/CYP2C19*2</i>
(E)	<i>CYP2C19*1/CYP2C19*3</i>
(F)	<i>CYP2C19*2/CYP2C19*2</i>
(G)	<i>CYP2C19*2/CYP2C19*3</i>
(H)	<i>CYP2C19*3/CYP2C19*3</i>

問(7) 下線部(d)について、被験者の白血球からゲノム DNA を抽出し、*CYP2C19* の遺伝子型を調べた。図 2 は *CYP2C19*1* の塩基配列の一部であるが、*CYP2C19*2* は、この塩基配列中の 119 番目のグアニンがアデニンに置換されている。図 2 に示す DNA 配列全長(168 塩基対)を PCR 法によって増幅し、PCR 産物を制限酵素で処理した。

- (i) *CYP2C19*2* の存在を調べるために適切な制限酵素はどれか。図 3 の選択肢①～⑤の中から 1 つ選び、番号を記せ。
- (ii) 被験者の遺伝子型が *CYP2C19*1/CYP2C19*2* のヘテロ接合体であった場合、PCR 産物を(i)で選択した制限酵素で処理した後の DNA 断片は、ゲル電気泳動で何本検出されるかを記せ。ただし、制限酵素はその認識する DNA 配列をすべて完全に切断することとする。

10	20	30	40	50
5'-AATTACAACC	AGAGCTTGGC	ATATTGTATC	TATACCTTTA	TTAAATGCTT
3'-TTAATGTTGG	TCTCGAACCG	TATAACATAG	ATATGGAAAT	AATTTACGAA
60	70	80	90	100
TTAATTTAAT	AAATTATTGT	TTTCTCTTAG	ATATGCAATA	ATTTTCCCAC
AATTAAATTA	TTTAATAACA	AAAGAGAATC	TATACGTTAT	TAAAAGGGTG
110	120	130	140	150
TATCATTGAT	TATTTCCCGG	GAACCCATAA	CAAATTACTT	AAAAACCTTG
ATAGTAACTA	ATAAAGGGCC	CTTGGGTATT	GTTTAATGAA	TTTTTGGAAC
160	168			
CTTTTATGGA	AAGTGATA -3'			
GAAAATACCT	TTCATAT -5'			

A(アデニン), T(チミン), G(グアニン), C(シトシン)

図 2

制限酵素	認識される塩基配列
① <i>Apa</i> I	$\begin{array}{c} 5'-GGGCC C-3' \\ 3'-C CCGGG-5' \end{array}$
② <i>Bam</i> HI	$\begin{array}{c} 5'-G GATCC-3' \\ 3'-CCTAG G-5' \end{array}$
③ <i>Bln</i> I	$\begin{array}{c} 5'-C CTAGG-3' \\ 3'-GGATC C-5' \end{array}$
④ <i>Stu</i> I	$\begin{array}{c} 5'-AGG CCT-3' \\ 3'-TCC GGA-5' \end{array}$
⑤ <i>Sma</i> I	$\begin{array}{c} 5'-CCC GGG-3' \\ 3'-GGG CCC-5' \end{array}$
	↑ 切断面

図 3

問(8) *CYP2C19*1* に由来する CYP2C19 タンパク質を人工的に合成し、水素イオン指数 (pH) 7.4, 37 °C の条件下で CYP2C19 タンパク質の酵素濃度を一定に保ち、基質濃度を変化させて試験管内で反応速度を測定したところ、図 4 のようになった。曲線上の黒丸●は、各基質濃度を反応させたときの反応速度をプロットしたものである。次に、この曲線をもとに、横軸に基質濃度の逆数 ($1/\text{基質濃度}$)、縦軸に反応速度の逆数 ($1/\text{反応速度}$) をプロットすると、図 5 のような直線になった。ただし、縦軸と直線の交点は最大反応速度の逆数 ($1/\text{最大反応速度}$) とする。試験管内に CYP2C19 タンパク質の基質薬物と同時に、ある競争的阻害物質を一定量加えた場合、図 5 の直線は阻害物質がない場合と比較してどのように変化するか、図 6 の①～⑥から最も適切なものを 1 つ選び、番号を記せ。

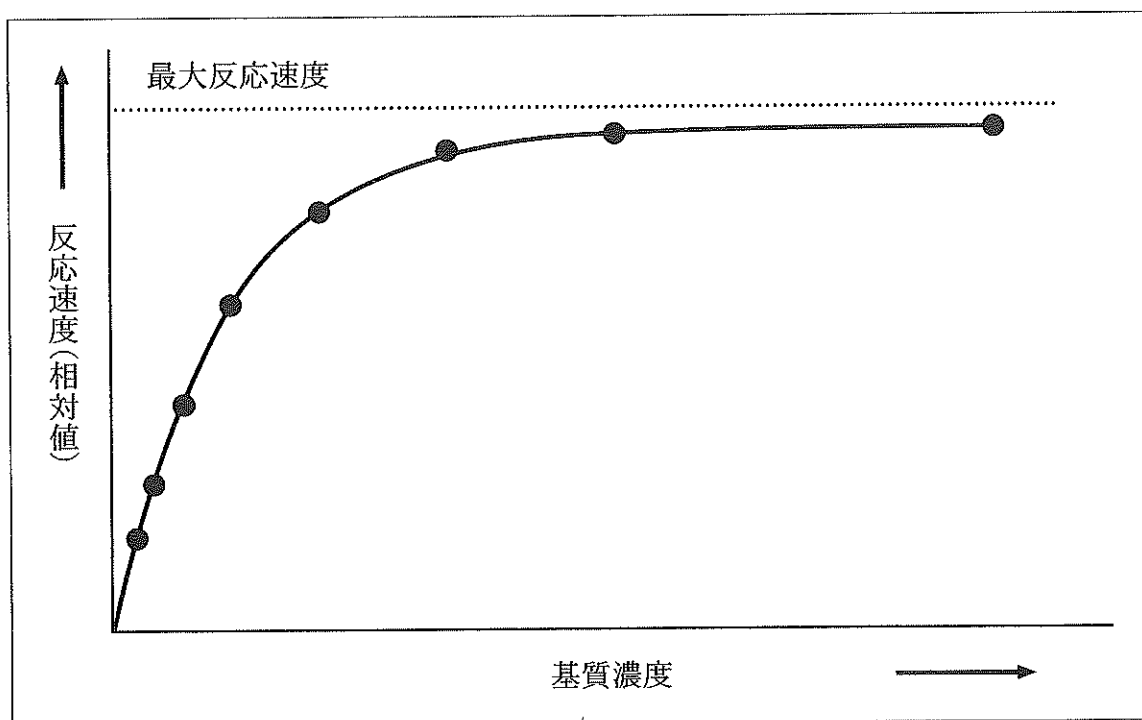


図 4

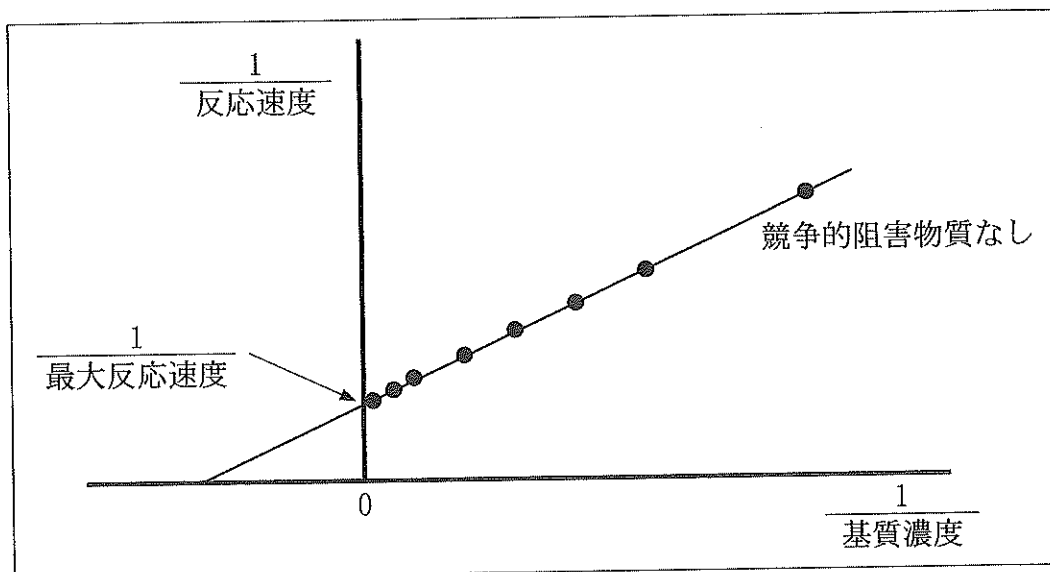


図 5

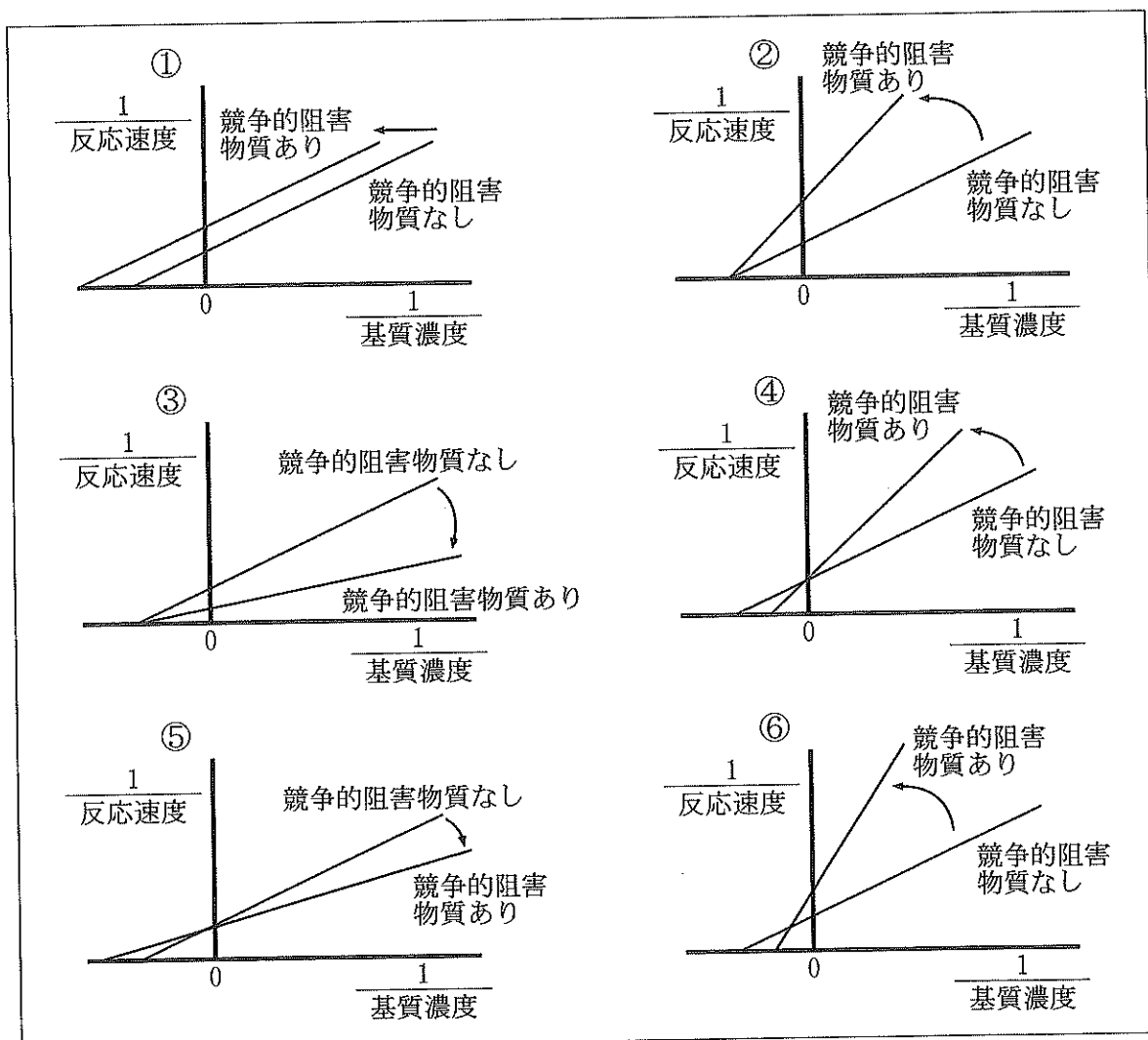


図 6

2 次の文章を読み、以下の問(1)～(7)に答えよ。

生体防御機構のひとつとして、獲得免疫があり、抗体などによる体液性免疫^(a)と、免疫担当細胞が直接作用する細胞性免疫がある。体液性免疫では抗原が侵入するとマクロファージや樹状細胞が抗原を取りこみ、その情報をヘルパーT細胞に伝える。ヘルパーT細胞は、サイトカインを放出し、B細胞を活性化する。活性化されたB細胞は **ア** に分化し、その抗原特異的な抗体を産生し、抗体が抗原と結合して抗原抗体反応を起こす。細胞性免疫では、抗原の情報はマクロファージや樹状細胞により未活性のT細胞に伝えられ、未活性のT細胞はキラーT細胞やサイトカインを産生するヘルパーT細胞となる。サイトカインは、マクロファージなどの貪食細胞の作用を活性化する。また、増殖したキラーT細胞は、非自己として認識した移植片の細胞、がん細胞、ウイルスに感染した細胞を攻撃して破壊する。

抗体は、免疫グロブリンと総称されるタンパク質で、そのおもなものはIgGであり、H鎖とL鎖が対になったものが2組結合した構造をしている。H鎖とL鎖の先端部分は、抗原に応じて部分的にアミノ酸配列が異なっており、**イ** とよばれる。それ以外の部分は、アミノ酸配列が一定で、**ウ** とよばれる。抗体遺伝子にはV領域、D領域、J領域が存在し、その後にC領域が並んでいる。VDJ領域は抗体の機能を決定し、C領域は抗体のクラス(IgM、IgGなど)を決定する。

問(1) **ア** ～ **ウ** に適切な語句を入れよ。

問(2) 抗体について考えてみる。仮に、H鎖の遺伝子領域の中には、V遺伝子が51種類、J遺伝子が6種類あり、また、L鎖の遺伝子領域の中では、V遺伝子が40種類およびJ遺伝子が5種類あるとする。この条件で再編成された抗体遺伝子の組合せが1,530,000種類できるとすれば、D遺伝子は理論上何種類あると考えられるか。この際、遺伝子への塩基の挿入や欠失は起こらないものとする。また、H鎖とL鎖の遺伝子領域はそれぞれ1つであるとする。

問(3) ワクチンは、免疫反応を利用しているものである。結核は、ヒトに対して毒性を示す結核菌が感染することにより起こる疾病である。結核菌はマクロファージのような貪食細胞内に寄生する特徴がある。日本では、ウシ型結核菌の実験室培養を繰り返して弱毒化した BCG 菌を結核に対する BCG ワクチンとして接種している。BCG 菌の接種により結核菌に対しての抵抗性を得ることができる。この際の作用を下の①～⑩から正しいものをすべて選び、反応する順に番号を左から並べて記せ。

- ① 活性化された抗体がサイトカインを分泌する。
- ② マクロファージが Toll (トル) 様受容体からの刺激を受け T 細胞へと変化する。
- ③ マクロファージが BCG 菌を貪食する。
- ④ 活性化された T 細胞が抗体を産生する。
- ⑤ BCG 菌に反応する T 細胞が増殖する。
- ⑥ T 細胞の一部が記憶細胞として残る。
- ⑦ マクロファージが BCG 菌を分解する。
- ⑧ マクロファージが T 細胞に BCG 菌の一部を提示する。
- ⑨ 活性化された T 細胞が BCG 菌の一部を提示する。
- ⑩ マクロファージが抗体を産生する。

問(4) BCG ワクチンの接種を受けて免疫を獲得している人が、結核菌に感染した時の作用機序を下の①～⑩から正しいものをすべて選び、反応する順に番号を左から並べて記せ。

- ① マクロファージが B 細胞を活性化する。
- ② サイトカインがマクロファージに作用する。
- ③ マクロファージが結核菌を分解し、T 細胞に結核菌の一部を提示する。
- ④ 好中球の T 細胞受容体が活性化され、結核菌の殺菌作用を増加する。
- ⑤ 活性化された記憶 B 細胞が、サイトカインを産生し好中球を活性化する。
- ⑥ 結核菌に反応する記憶 T 細胞が増殖する。
- ⑦ マクロファージが好中球に結核菌の一部を提示する。
- ⑧ マクロファージが結核菌を貪食する。
- ⑨ 増殖した結核菌特異的に反応する T 細胞がサイトカインを産生する。
- ⑩ 活性化されたマクロファージが殺菌作用を増強し結核菌の増殖を抑制する。

問(5) 結核菌に対しての生体防御反応は、下線部(a)による効果が低いことが知られている。その理由について 40 字以内で記せ。

問(6) 自己と非自己の識別は、自己に固有な主要組織適合抗原(MHC 抗原)によりおこなわれている。ヒトでは、ヒト白血球型抗原(HLA)とよばれている。HLA は多様性があり個人ごとに異なる。他人からの臓器移植などにより移植された組織由来の HLA は非自己と認識される。子には両親から 1 セットずつ異なる *HLA* 遺伝子が伝わるので、臓器移植をおこなう場合、親子間では HLA が完全に一致せず拒絶反応が起きるが、兄弟姉妹間であれば拒絶反応を起こさず移植できる可能性がある。以下の (i) と (ii) に答えよ。ただし、両親は近親者ではなく、兄弟姉妹は一卵性双生児ではない。

- (i) 兄弟姉妹間で拒絶反応が起こらず移植できる確率は何%か記せ。
- (ii) なぜ (i) の確率で移植が可能なのか 100 字以内で記せ。

問(7) *MHC* 遺伝子がホモ接合である A 系統マウスと B 系統マウス、および A 系統と B 系統を交配させてできた第 1 世代(F_1)を用意した。それぞれのマウスでお互いに交換皮膚移植を行った。以下の (i) と (ii) に答えよ。

- (i) 移植した皮膚が生着するのはどれか、次の表 1 の (ア)~(ケ) からすべて選べ。

表 1

ドナー

レシピエント		A 系統	B 系統	F_1
	A 系統	(ア)	(イ)	(ウ)
	B 系統	(エ)	(オ)	(カ)
	F_1	(キ)	(ク)	(ケ)

- (ii) あるマウスでは交換皮膚移植をおこなった後、皮膚の脱落が移植後 2 週間で起きた。このマウスに、以前移植したのと同じマウスからの皮膚片を移植した。移植片は、どうなるか。30 字以内で記せ。

3 次の〔Ⅰ〕から〔Ⅲ〕の文章を読み、以下の問(1)~(9)に答えよ。

〔Ⅰ〕 植物は発芽したのち、茎・葉・根の形態形成をおこない、成長する。この植物の成長の調節には植物ホルモンが関与しているが、なかでもオーキシンが重要な働きを担っている。オーキシンは植物の伸長成長に関わる一群の化学物質の総称だが、植物が合成する天然のオーキシンは ア という物質である。

植物の茎が成長するとき、オーキシンはその先端部で合成される。合成されたオーキシンは茎の中を基部方向に移動し、下部の組織の細胞に作用する。このような方向性をもったオーキシンの移動は、イ とよばれる。

植物は環境からの刺激を受けたときに、屈曲する反応を示すことがあり、光屈性や重力屈性などがある。光屈性においては、ウ 色光受容体の**(b)**フォトリポピンによって光を感知し、屈曲が起こる。

問(1) ア ~ ウ に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)に関して、オーキシンは植物体内を先端部から基部に一方方向のみに移動する。その機構について下記の語群の用語をすべて用いて80字以内で説明せよ。

〔語群〕 排出輸送体 排出 細胞膜

問(3) 図1(例)のように、マカラスムギ(アベナ)の幼葉鞘^{ようようしょう}に一方向から光を照射すると、幼葉鞘の成長にともない屈曲する。下線部(b)の光屈性について調べるため、マカラスムギ(アベナ)の幼葉鞘の先端部にさまざまな処理をおこない、図1(例)と同様に一方向から光を照射した。

(i) 図1中のaからhのうち、幼葉鞘が屈曲するものに○、屈曲しないものに×を記せ。

(ii) 図1中のbからhにおいて、幼葉鞘先端部におけるオーキシン濃度について調べたところ、光を当てた側と反対側でオーキシン濃度に差が出ないと考えられるのはどれか、bからhの中からすべて選んで、記せ。

(例)

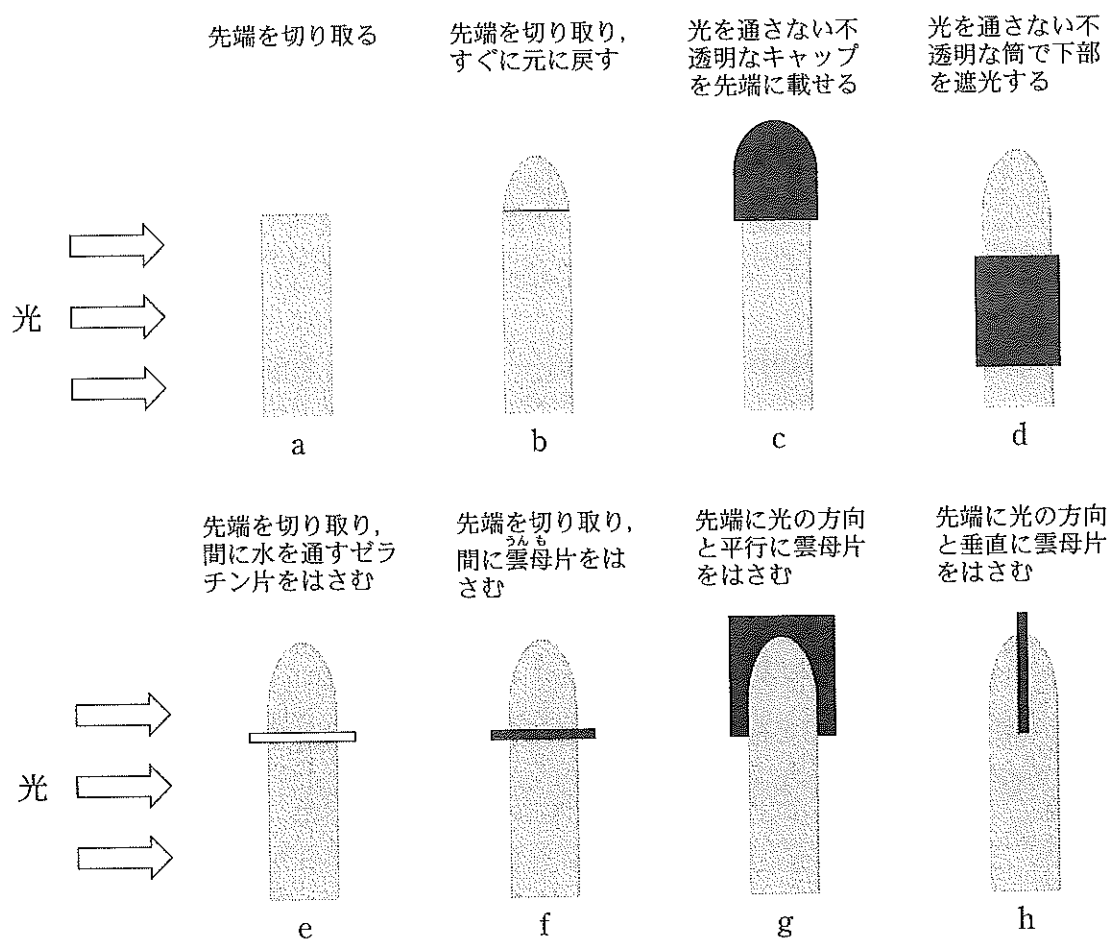
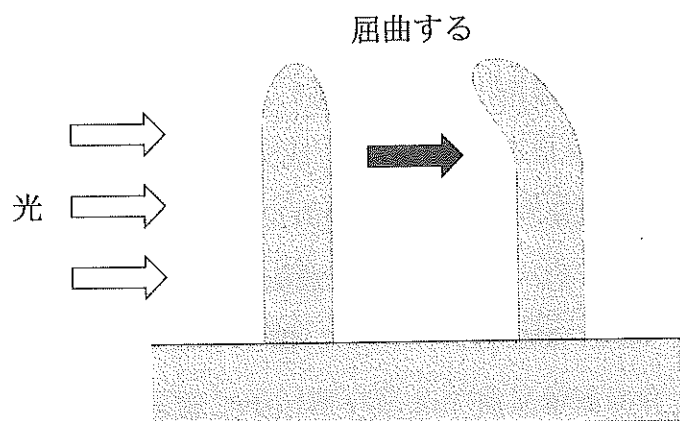


図 1

〔Ⅱ〕 植物は動物のように移動せず、生育場所の環境変化に応じて形態などを変化させることで、成長や生殖をおこなっている。アジアの洪水地域で栽培される浮きイネは、洪水の時期に急激に草丈を伸ばすことにより、水面から葉を出すことができる。浮きイネはジベレリンを合成する酵素タンパク質の一つ SD1 タンパク質を多量に生産することで多量のジベレリンを合成し、草丈の急激な伸長を引き起こしている。逆に SD1 遺伝子の機能を失ったイネはジベレリン含量が低くなるため矮性^{わいせい}（背丈が低い形質）になる。フィリピンで育成された IR8 などの高収量品種では SD1 遺伝子に変異が生じており、肥料をたくさん与えても倒伏しにくいため収量が増加する。

この SD1 遺伝子に変異が生じて矮性を示すイネ品種 A、変異の原因遺伝子はわからないが矮性の形質を示す品種 B および品種 C がある。ジベレリン生合成には複数の酵素が関係しているが、これら 3 つの矮性品種はジベレリン生合成に関わるいずれかの酵素の遺伝子に変異が生じていることがわかっていて、これら 3 つの矮性品種を用いて実験をおこない、以下の結果が得られた。

結果 1. 3 つの矮性品種の SD1 遺伝子の塩基配列を解析したところ、品種 A では SD1 遺伝子の一部に欠失があったが、品種 B および品種 C の SD1 遺伝子にはこの欠失は見られなかった。

結果 2. 3 つの矮性品種 A, B, C を用い、矮性を示さない野生型のイネ品種 D とそれぞれ交配した結果、それぞれの雑種第一代 (F_1) は矮性を示さなかった。

結果 3. 品種 A と品種 B を交配して得られた F_1 は、すべて矮性を示した。

結果 4. 品種 A と品種 C を交配して得られた F_1 は、すべて矮性を示さなかった。

問(4) ジベレリンの働きを示す現象として適切なものを以下の①～⑦からすべて選び、番号を記せ。

- ① 密閉した容器に未熟なバナナと成熟したリンゴを一緒に入れるとバナナの成熟が促進される。
- ② 乾燥状態になると、孔辺細胞の浸透圧が低下して気孔が閉じる。
- ③ 受粉することなく子房を成長させ、種子のないブドウの果実を作ることができる。
- ④ 秋になると、落葉樹では葉柄の付け根に離層が形成され、落葉する。
- ⑤ 昆虫などから摂食され、傷害を受けた植物では、防御物質に関わる遺伝子が活性化される。
- ⑥ 植物の横方向への成長が促進されて茎が肥大する。
- ⑦ 頂芽の成長が活発なときは、側芽の成長が抑えられている。

問(5) 品種 B と品種 C を交配して得られる F_1 の形質はどのようなになると考えられるか。以下の①～③から最も適切なものを 1 つ選び、番号を記せ。

- ① すべて野生型(矮性を示さない)を示す。
- ② 矮性と野生型(矮性を示さない)が 3 : 1 に分離する。
- ③ 矮性と野生型(矮性を示さない)が 1 : 3 に分離する。

問(6) 結果 3 により得られる品種 A と品種 B の F_1 を自殖させて得られる後代(F_2)の形質はどのようなと考えられるか。以下の①～③から最も適切なものを 1 つ選び、番号を記せ。

- ① すべて野生型(矮性を示さない)を示す。
- ② すべて矮性を示す。
- ③ 矮性と野生型(矮性を示さない)が 1 : 3 に分離する。

〔Ⅲ〕 遺伝子組換え植物を作出するときは、組織培養の技術が利用されることが多い。イネなどの植物では、組織の一部をオーキシンと栄養分などを含む培地で培養すると、植物の細胞は 分化して増殖し、 とよばれる未分化な細胞塊をつくる。この細胞塊を適当な栄養分と植物ホルモンを含む培地上に置くと、再び分化して根や葉ができ、完全な個体まで発生する。このように生物の一部の組織が完全な個体を形成する性質は とよばれる。

植物の遺伝子組換えにはアグロバクテリウムとよばれる微生物が利用される。アグロバクテリウムは身近に存在する土壌細菌で、この菌が植物に感染すると、腫瘍が形成される。この腫瘍はクラウンゴール^(c)とよばれ、 のような無秩序な細胞塊である。この腫瘍の形成には植物ホルモンが関係している。

アグロバクテリウムがもつプラスミド DNA 上の T-DNA 領域にはオーキシン合成に関わる遺伝子とサイトカイニン合成に関わる遺伝子^(d)があり、アグロバクテリウムが植物に感染すると、この T-DNA 領域が植物ゲノムに組み込まれ、植物ホルモンを合成するために腫瘍が形成される。植物への遺伝子導入は、アグロバクテリウムがもつこのしくみを利用した方法で、導入したい遺伝子を T-DNA 領域に組み込んだアグロバクテリウムを植物細胞に感染させることで、目的の遺伝子を植物に導入することができる。

問(7) ～ に適切な語句を入れよ。

問(8) 下線部(c)のクラウンゴールのみを植物から切り取り、除菌したのちに、ある培地上で生育させたところ、クラウンゴールは未分化のまま成長を続けた。このとき用いた培地はどのような培地と考えられるか。以下の①～⑥から最も適切なものを1つ選び、番号を記せ。

- ① 栄養分は含まれないがオーキシンとサイトカイニンが含まれる培地。
- ② 栄養分とオーキシンが含まれる培地。
- ③ 栄養分とサイトカイニンが含まれる培地。
- ④ 栄養分は含まれないがオーキシンが含まれる培地。
- ⑤ 栄養分は含まれないがサイトカイニンが含まれる培地。
- ⑥ 栄養分は含まれるが植物ホルモンを含まない培地。

問(9) 下線部(d)のサイトカイニン合成に関わる遺伝子に変異が生じ、この遺伝子が機能しなくなったアグロバクテリウムを用い、未分化なタバコの細胞に感染させた。この細胞を培養した場合、細胞はどのようなようになると考えられるか。以下の①～⑤から最も適切なものを1つ選び、番号を記せ。

- ① 未分化なタバコ細胞は小さくなり、やがて枯死する。
- ② 未分化なタバコ細胞から芽が分化する。
- ③ 未分化なタバコ細胞から根が分化する。
- ④ 未分化なタバコ細胞から芽と根が分化する。
- ⑤ タバコ細胞は未分化のまま成長を続ける。

——このページは白紙——