

平成28年度  
京都大学大学院生命科学研究科修士課程  
一般入試  
筆答試問

共通専門科目  
問 題

注意事項

- 1) 解答時間は、60分間である。
- 2) 満点は、100点である。
- 3) 全部で4問題ある。共通専門科目の問題1は必ず解答せよ。さらに問題2～問題4の3問題から1問題を選択して解答せよ（共通専門科目の問題1から問題4までの3問以上を解答した場合は、共通専門科目の全答案を無効とする。）
- 4) 解答は、問題ごとに別々の解答用紙1枚を使用すること。不足する場合は裏面を使用すること。
- 5) 解答時には、まず問題番号をそれぞれ所定の欄に明記すること。

## 問題 1

次の文章 (A)、(B) を読み、以下の問 1～問 6 の全てに答えよ。

(A) 多細胞生物の体を構成する細胞は、その種類によって構造や機能が異なる。これは多くの場合、細胞の種類によって遺伝子の発現パターンが変わり、異なる RNA やタンパク質が作られて機能しているからである。DNA から RNA への転写を行う酵素を (ア) と呼ぶ。真核生物は 3 種類の (ア) を持ち、それぞれ転写する遺伝子群が異なる。タンパク質をコードする遺伝子は (イ) によってメッセンジャー RNA (mRNA) に転写される。真核生物では、転写の開始には (イ) に加えて (ウ) と呼ばれるタンパク質複合体が必要である。DNA 上の転写開始点上流にはプロモーターと呼ばれる領域があり、真核生物の典型的なプロモーターには、主にチミンとアデニンからなる TATA ボックスと呼ばれる特殊塩基配列が存在する。TATA ボックスを認識して (ウ) がプロモーター領域に会合し、これが (イ) を正しい位置に配置することにより転写が開始される。

哺乳類の受精卵は、体を構成する全ての細胞に分化する能力である (エ) を持つ。発生が進むと、各細胞は遺伝子発現の変化によってそれぞれ特殊化した細胞に分化する。個体のゲノム情報を次世代へ受け渡す働きを持つように分化した細胞は (オ) と呼ばれ、それ以外の全ての細胞は (カ) と総称される。これらの細胞において、ごくまれに、DNA 複製や①DNA 修復の過程の異常によって DNA の塩基配列に変化が生じることがある。単一塩基対に影響を及ぼす変化を (キ) と呼ぶ。(キ) が (カ) に生じても、その個体には影響を及ぼすことはあるが、子孫には伝わらない。一方、(キ) が (オ) に生じた場合には、そこから発生した次世代の個体の全ての細胞に受け継がれ、さらにその次の世代にも伝わることもある。(キ) が (オ) に生じた結果起こる遺伝性の疾患として、②β-グロビン遺伝子の 1 塩基の変化により、1 つのアミノ酸が異なるヘモグロビンができてしまう鎌状赤血球貧血症が知られている。この変異をホモ接合で持つ患者は、致死率が高いという。

問 1. 上の文章の (ア) ～ (キ) にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部①について、紫外線の刺激によって、どのような DNA 損傷が生じ、それがどのような分子機構により修復されるか。以下の語句を全て用いて 5 行以内で述べよ。

「DNA リガーゼ」、「ヌクレアーゼ」、「チミン二量体」、「ニック」、  
「DNA ポリメラーゼ」

問3. 下線部②に関連して、マラリアが発症する地域では、鎌状赤血球型遺伝子の保有者が多くみられる。この地域特異性はなぜ生じるのか、その理由を3～5行程度で答えよ。なお、マラリアは赤血球で増殖するマラリア原虫を病原体とする。

(B) アブラナ科の植物シロイヌナズナは、雌しべと雄しべの中にそれぞれ多数の卵細胞と花粉をつくり、自家受精を行う。受精卵は、胚発生を経て、種子の中で幼植物体となる。これらの現象の分子機構を解明するため、以下の実験を行った。

(実験1) タンパク質複合体 X のサブユニットをコードする遺伝子 A は、受精前後を通じて、雌しべ由来のものだけが発現し、花粉由来のものは不活化されている。

遺伝子 A のヘテロ変異株 a (遺伝子型: A/a) を自家受精させると、得られた種子は、表1-①の分離比で野生型と変異型の表現型を示した。また野生株 (遺伝子型: A/A) の雌しべ・花粉を用いてヘテロ変異株 a と交配させると、表1-②・③の分離比が見られた。

次に、遺伝子 A の配列を持つベクターを作製し、ヘテロ変異株 a に導入して、別の染色体にも遺伝子 A の配列 (遺伝子 A' と呼ぶ) を1つ持つ形質転換株 (遺伝子型: A/a +A') を得た。遺伝子 A' も、雌しべ由来のものだけが発現し、花粉由来のものは不活化されていた。この株を自家受精させたところ、③得られた種子の約25%は変異表現型を示した (表1-④)。

	交配に用いた植物の遺伝子型			得られた種子の表現型	
	雌しべ側		花粉側	野生型	変異型
①	A/a	X	A/a	50%	50%
②	A/a	X	A/A	50%	50%
③	A/A	X	A/a	100%	0%
④	A/a +A'	X	A/a +A'	75%	25%

(実験2) 転写因子をコードする遺伝子 B は、野生株の卵細胞では発現しないが、初期胚で徐々に発現が上昇する。一方ヘテロ変異株 a では約半数の卵細胞・初期胚で強く発現する。

遺伝子 B のプロモーター配列を含む DNA 断片を、実験1の遺伝子 A がコードするタンパク質を大腸菌で発現させて精製したものと混合したのち電気泳動を行うと、その DNA 断片だけの場合よりもバンドが高分子量側にシフトした。また、遺伝子 A のプロモーターによって④遺伝子 B の配列のうちの21塩基を二本鎖 RNA として発現させるベクターを作製し、ヘテロ変異株 a に導入したところ、得られた形質転換株の種子は全て野生型の表現型を示した。

問4. 下線部③から考えられることについて、次の1)～4)のうち、正しいものに○、間違っているものに×をつけ、解答用紙に番号とともに記せ。

- 1) 得られた種子のうちで野生型の表現型を示すものの中に、遺伝子 A に変異を持つものがある。
- 2) 得られた種子のうちで変異表現型を示すものの中に、ベクターで導入した遺伝子 A'を持つものがある。
- 3) ベクターで導入した遺伝子 A'は、ヘテロ変異株 a の変異表現型を相補しない。
- 4) ヘテロ変異株 a でみられた遺伝子 A の変異は、優性変異である。

問5. 下線部④により、遺伝子 B の発現が抑制されたと考えられる。このことについて、次の1)、2)の問いに答えよ。

- 1) 二本鎖 RNA の発現により遺伝子発現が抑制される現象を何と呼ぶか。
- 2) 1)の現象ではどのようにして遺伝子発現が抑制されるのか、その機構を1つ挙げよ。

問6. ヘテロ変異株 a の変異型の種子では、胚における異常な細胞増殖がみられた。タンパク質複合体 X と転写因子 B の機能について、次の1)～4)の結論のうち、実験1、2の結果から導くことのできるものに○、できないものに×をつけ、解答用紙に番号とともに記せ。

- 1) タンパク質複合体 X は細胞増殖を抑制する。
- 2) タンパク質複合体 X は遺伝子 B の発現を抑制する。
- 3) 転写因子 B は遺伝子 A のプロモーター領域に会合する。
- 4) 転写因子 B は遺伝子 A の発現を促進する。

## 問題2

次の文章を読み、以下の問1～問5の全てに答えよ。

細胞を構成する物質は、70%程度を水が占め、20～25%程度がタンパク質をはじめとする生体高分子からなる。このことは、細胞は大部分が水からなることを示すが、同時に、①およそ200～250 mg/mlの極めて高濃度の生体高分子を含むことを意味している。一方で、様々な生化学実験では試験管内で生体反応を解析するが、一般的に②試験管内の実験は、上記の細胞内環境とは桁違いな希薄溶液で行われている。試験管内での実験を元に細胞内での分子のはたらきを考察する場合、この大幅な濃度の差がもたらす影響を適切に考慮しなければならない。

高濃度の高分子が引き起こす影響は、分子クラウディング（分子混み合い効果）と呼ばれる。図1右に示すように、空間中に多くの高分子（灰色：クラウディング分子）が存在する場合、それら自体が占める体積および構造により、対象分子（黒色）が占有できる領域（網掛け部）は制限される。この制限効果の強さは分子体積に依存し、同じクラウディング空間で

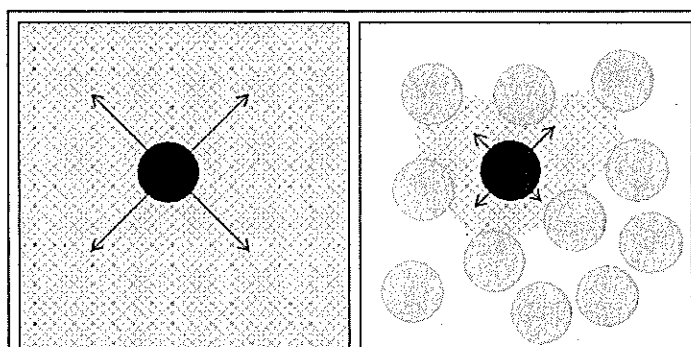


図1. 分子クラウディングの無い場合(左)とある場合(右)の分子動態の模式図  
 黒色:対象分子、灰色:クラウディング分子、網掛け部:対象分子が占有できる領域。矢印は分子の動きやすさを示す。

あっても対象分子が大きいほど受ける影響は(ア)。

分子クラウディングは、タンパク質の分子構造に影響を与える。タンパク質は、分子内の(イ)結合部分にあるC=OおよびN-H間に電氣的偏りが存在する。タンパク質の代表的な二次構造である $\alpha$ ヘリックスや $\beta$ シートは、(ウ)結合の形成により、この電氣的偏りを中和して構造を安定化する。また、更なる高次構造は、アミノ酸側鎖の電荷に由来する(エ)結合や、水中での非極性部分同士の引き合う力である(オ)によって安定化される。これらの③分子構造形成に關与する多数の結合力が不安定化するような大きなエネルギーが与えられると、タンパク質分子は本来の高次構造を失い、変性する。またこれらの相互作用力は、定常状態であっても常に分子を取り囲む水の熱エネルギーにさらされて動的な状態にあり、④様々な要因で溶媒の環境が変化すると、分子の構造や動態は変化する。

分子クラウディングは、水分子の欠乏による水和力の低下をもたらし、一般的にはタンパク質構造の安定化に寄与する。

分子クラウディングは、生化学反応の効率にも影響を与える。これにより分子が受ける影響には、分子の占有体積の減少によりその実効濃度を上げる側面と、分子の運動を制限して会合機会を減らす側面がある。そのため、⑤分子クラウディングが生化学反応の効率に与える影響は、その反応の律速段階がどこにあるかによって異なることが知られている。

問1. 上の文章の(ア)～(オ)に当てはまる適切な語句を答えよ。

問2. 下線部①および②に関連して、細胞内タンパク質を「平均分子量 25,000 のタンパク質分子の 250 mg/ml 溶液」とし、試験管内の実験でのタンパク質溶液を「分子量 20,000 のタンパク質分子の 1 mg/ml 溶液」としたとき、以下の問いに答えよ。

- 1) 上記の細胞内タンパク質溶液および試験管内タンパク質溶液の、それぞれのタンパク質モル濃度はいくらか。
- 2) 上記の細胞内タンパク質溶液および試験管内タンパク質溶液について、細胞の体積に相当する 1 pl (ピコリットル) の溶液中に含まれるタンパク質分子の数は、それぞれいくつか。ただし、アボガドロ数は  $6 \times 10^{23}$  とする。

問3. 下線部③に関連して、以下の1)～5)の記述のうち、タンパク質の変性を述べているものに○を、そうでないものに×をつけ、解答用紙に番号とともに記せ。

- 1) 制限酵素の DNA 切断反応を停止するため、65°C で 10 分間処理した。
- 2) 細胞抽出液にエチレンジアミン四酢酸 (EDTA) を加えたところ、ある種のプロテアーゼのタンパク質分解活性が抑えられた。
- 3) タンパク質溶液にトリプシンを加えたところ、小さなポリペプチド鎖に断片化された。
- 4) ある酵素を含む溶液を泡が出来るほど激しく振り混ぜたところ、酵素活性を失った。
- 5) あるタンパク質溶液に、そのタンパク質に対する抗体を加えたところ、タンパク質の機能が阻害された。

問4. 下線部④について、溶媒環境の変化によるタンパク質の構造変化に関する以下の1)～4)の記述のうち、正しいものには○を記し、誤りを含むものは×を記した上で、誤っている部分を書き出して訂正せよ。

1) 水中でのタンパク質は、一般的に、疎水性領域を内側に、親水性領域を外側に配置するような立体構造をとる。これは、水中では非極性領域が孤立しているよりも凝集した方がエネルギー的に安定なためである。

2) タンパク質溶液の中に陰イオン性界面活性剤であるラウリル硫酸ナトリウム (SDS) を加えると、その硫酸塩の電荷によりタンパク質分子内の疎水性領域に結合し、タンパク質の高次構造を破壊する。

3) アルコールと水の混合溶媒は、 $\alpha$ ヘリックス構造を安定化する目的でよく用いられる。これは、分子の周りの水分子の欠乏によって分子内での静電的相互作用力が強まるため、この効果はアルコールの疎水基が小さいほど大きくなる。

4) 分子クラウディング状態においては、タンパク質のフォールディング速度は速くなる。この理由の一つとしては、水分子が少ない状態ではペプチド鎖の電荷を水和によってカバーしにくくなり、表面積の大きいアンフォールディング状態の構造が維持されにくいからである。

問5. 下線部⑤に関連して、RNase A が RNA を分解する反応における分子クラウディングの影響を考えたい。この反応は以下の生化学式に対して、E (酵素) は RNase A、S (基質) は RNA、P (産物) は分解された RNA として考えることができ、律速段階は X もしくは Y である。



分子クラウディングは、ポリエチレングリコール (PEG) などのクラウディング剤 (不活性な高分子) を溶媒に加えることで、試験管内で再現できる。以下の図2は、異なる濃度の PEG を含む溶液で、RNase A による RNA 分解速度を測定した結果である。PEG の濃度を上昇させたとき、RNA の分解は促進 (図中(ア)の範囲) あるいは抑制 (図中(イ)の範囲) された。

(ア)および(イ)の範囲における分解速度の変化の理由を、分子クラウディングの影響と反応の律速段階を考察しながら、それぞれ2～3行程度で説明せよ。ただし、この実験で用いたRNase AとRNAの量は常に一定であり、PEGはRNase Aの機能に直接影響せずに分子クラウディング効果のみをもたらすものとする。

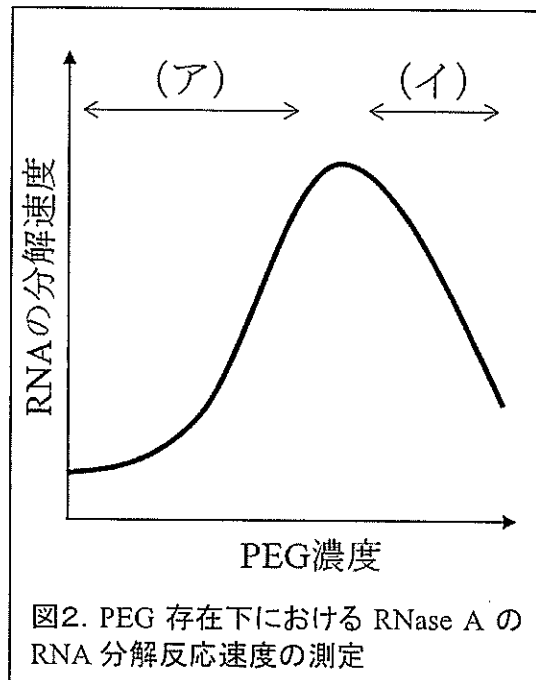


図2. PEG 存在下における RNase A の RNA 分解反応速度の測定



## 問題3

次の文章（A）～（C）を読み、以下の問1～5の全てに答えよ。

（A）細胞表面に存在する細胞膜は、細胞の内部と細胞外環境との境界を維持し、①細胞外の様々な物質と接する重要な役割がある。②細胞膜は脂質の二重層で構成されており、その中に様々な機能を持ったタンパク質が存在している。細胞膜に局在するタンパク質の多くは、シグナル配列と呼ばれる（ア）性のアミノ酸から成る特徴的な配列を利用し、まず（イ）の膜に組み込まれ、その後、（ウ）を經由して細胞表面へと運ばれる。細胞表面受容体は、細胞外からの様々な信号を細胞内に伝達する。細胞膜を構成する脂質の一部は、細胞表面受容体からのシグナル伝達にも利用される。例えば、一部の細胞表面受容体によって活性化される（エ）は、ホスファチジルイノシトール 4,5-ビスリン酸を加水分解することで、（オ）とイノシトール 1,4,5-トリスリン酸の産生を引き起こし、（オ）は（カ）の活性化、イノシトール 1,4,5-トリスリン酸は（イ）からの（キ）イオンの放出を引き起こす。一方、ホスファチジルイノシトール 4,5-ビスリン酸は（ク）によってイノシトール環の3位の-OH基がリン酸化を受け、その生成物は様々なシグナル伝達の活性化を引き起こす。中でもラパマイシンの標的であるセリン・スレオニンキナーゼの（ケ）は、タンパク質翻訳やオートファジーなどの制御を行って、細胞の成長に関わる重要な役割を持つことが明らかになっている。

問1. 上の文章中の（ア）～（ケ）に当てはまる適切な語句を答えよ。

問2. 下線部①について、細胞と培養皿との接着を強化するためにポリリジンで培養皿上を覆うことがある。その理由を示せ。

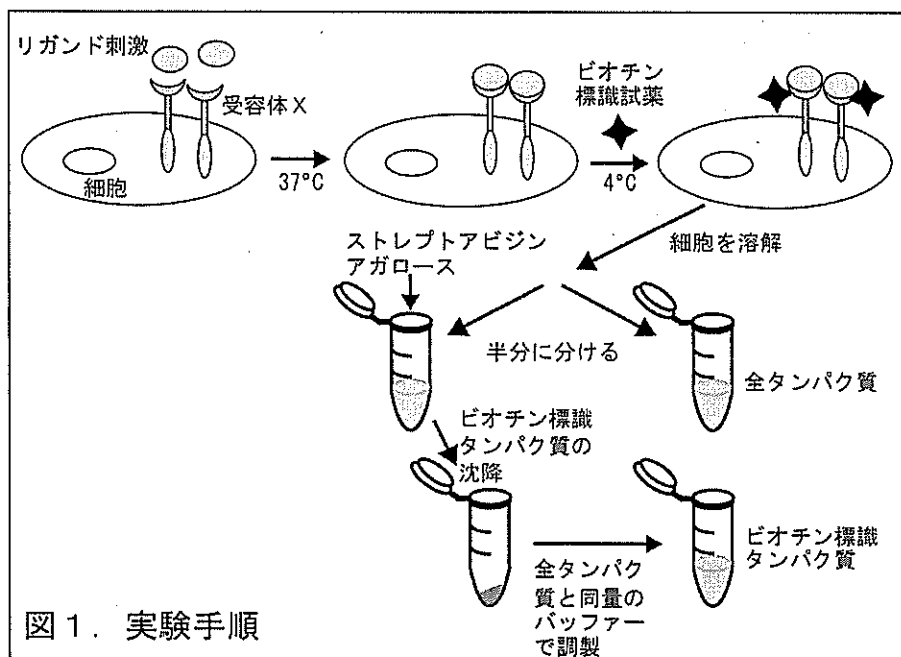
問3. 下線部②について、タンパク質が存在しない人工の脂質の二重層の膜を使って、物質が単純拡散によって膜を通過する速度を調べた。以下の物質について拡散する速度が速い物質の順に並べよ。

O<sub>2</sub>、Na<sup>+</sup>、グルコース、尿素

(B) 細胞表面受容体は、リガンドの刺激に応じて細胞内を輸送されることが知られている。ある細胞表面受容体 X は、細胞膜を 1 回貫通し、細胞内領域にチロシンキナーゼ活性を持つ。受容体 X をリガンドで刺激すると、受容体 X は細胞内に取り込まれる (エンドサイトーシス)。この受容体 X について、そのキナーゼ領域に変異を入れ、キナーゼ活性を欠失させた変異体タンパク質を作製した。この変異体と野生型の受容体 X をそれぞれ内在性の受容体 X を持たない細胞に発現させ、図 1 に示すような実験を行った。

(実験) 細胞を 37°C において一定時間、刺激なし (-) あるいは受容体 X のリガンドで刺激 (+) したのち、細胞を洗浄後、タンパク質をビオチン標識できる試薬で細胞を③4°C において処理した。このビオチン標識試薬は細胞膜を透過しない。その後、余分なビオチン標識試薬を完全に除去してから細胞を溶解し、細胞溶解液の半分を、細胞に含まれるすべてのタンパク質 (全タンパク質) として取得した。残り半分の細胞溶解液については、ストレプトアビジンアガロースによってビオチン標識されたタンパク質を特異的に沈降させ、沈降物をビオチン標識タンパク質として取得した。各サンプルに含まれている受容体量の違いを野生型と変異体で比較するため、各サンプルを同量のバッファーで調製後、SDS (ラウリル硫酸ナトリウム) ポリアクリルアミドゲル電気泳動で分離し、受容体 X の抗体を用いてウェスタンブロッティングを行った。

次に、野生型の受容体 X を発現させた細胞を用いて、阻害剤 Y あるいは阻害剤 Z であらかじめ細胞を処理した後、細胞を 37°C において受容体 X のリガンドで刺激して、その後は同様の操作を行った。これらの実験結果を図 2 に示す。いずれの実験条件においても、リガンドが受容体 X に結合する量には変化がなく、またリガンド刺激によって細胞膜上の受容体 X のタンパク質の安定性には変化がなかった。実験結果において、各レーンの下の数字はそれぞれのバンドの量を定量化したときの相対値を示している。



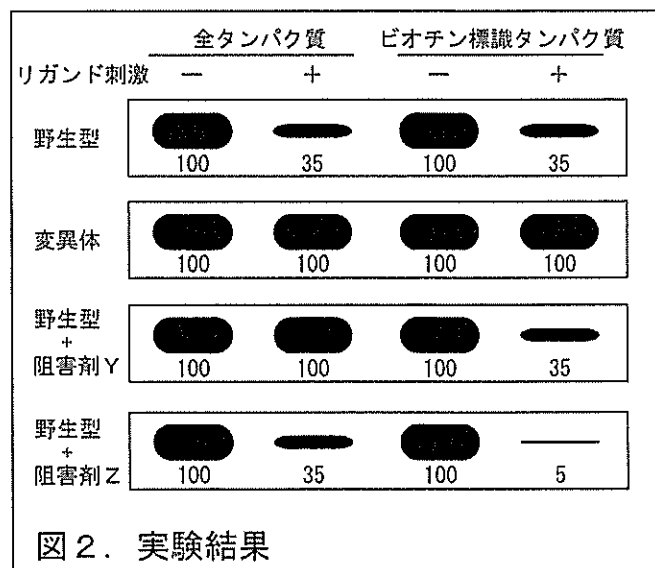
問4.(B)の実験に関して1)～4)に答えよ。

1) 下線部③について、この実験において細胞をビオチン標識試薬で処理する際、4°Cで行う理由を答えよ。

2) チロシンキナーゼ型受容体Xの野生型と変異体を用いた実験の結果から、受容体Xのチロシンキナーゼ活性は、受容体Xのどのような機能に必要であると考えられるか答えよ。

3) 阻害剤Yを用いた実験の結果から、阻害剤Yはどのような働きを持つタンパク質を阻害したと考えられるか答えよ。

4) 阻害剤Zを用いた実験の結果から、阻害剤Zはどのような働きを持つタンパク質を阻害したと考えられるか答えよ。

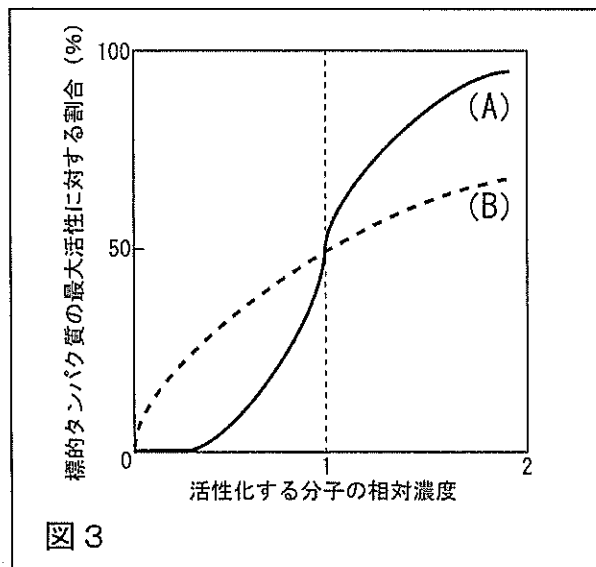


(C) 細胞表面受容体によって引き起こされる細胞内のシグナル伝達では、シグナル分子がその標的タンパク質を活性化する際、活性化する分子が同時に4分子結合することがその標的タンパク質の活性化に必要な場合がある。このように、④活性化するシグナル分子が同時に4分子結合することが標的タンパク質の活性化に必要な場合は、活性化する分子と標的タンパク質の結合が1:1の場合と比べて、その応答性に違いが見られる。

問5. 下線部④に関連して、以下の1)、2)に答えよ。

1) 図3は、活性化する分子の相対濃度に対して、標的タンパク質がどれだけ活性化されたかを示した曲線で、活性化する分子と標的タンパク質の結合が4:1の場合と1:1の場合を示したものである。活性化する分子が同時に4分子結合することが標的タンパク質の活性化に必要な場合は、図3の(A)、(B)どちらの曲線になるか答えよ。

2) 活性化する分子が同時に4分子結合することが標的タンパク質の活性化に必要な場合は、活性化する分子と標的タンパク質の結合が1:1の場合と比べて、細胞内のシグナル伝達にとってどのような特徴があると考えられるか答えよ。



## 問題4

次の文章を読み、以下の問1～問6の全てに答えよ。

我々の体は、免疫機構によって病原体から守られている。皮膚や粘液などの物理的障壁を乗り越え侵入してきた細菌やウイルスに対し、まず働くのが自然免疫応答である。自然免疫応答では、マクロファージなどの細胞が病原体を直接貪食し排除するだけでなく、病原体の特徴的な構成成分を認識し、炎症反応を惹起する。自然免疫の活性化の結果、T細胞の活性化および①B細胞による抗体産生を中心とした獲得免疫の活性化へと繋がっていく。この獲得免疫の活性化は、同じ病原体に再度遭遇した時の病原体の排除に重要である。ただし異物に対して、免疫応答が過剰に働きアレルギーを引き起こしてしまう場合もある。

ある細菌Xがマウスの体内に感染した際、その増殖を抑制する抗体を作製するために実験1を行った。

[実験1] 細菌Xの表面タンパク質と抗原性補強剤であるアジュバントを混合し、マウスに皮下注射した。上記の皮下注射を4週間毎に合計3回行った。最後の投与から2週間後にマウスの心臓から採血を行うとともに、脾臓を摘出した。マウスから血清を分離し、さらにIgGに強く結合するビーズを用いて②ポリクローナルIgGを精製した。細菌Xを感染させる際、この精製IgGをマウスに投与することで、細菌Xに対する増殖抑制効果を検討した。抑制効果が確かめられたIgGを産生していたマウスに関して、保管していた脾臓中のB細胞を用いて③モノクローナル抗体を作製し、得られたIgG抗体を用いて、各クローンの細菌Xに対する増殖抑制効果を再検討した。

問1. 下線部①のB細胞から産生される抗体に関して、IgG抗体の構造を模式図で表せ。ただし軽鎖、重鎖に相当する部分を明示せよ。また、抗原との結合に関わる可変領域とFc領域も示せ。

問2. 抗原で感作したマウス血清中のポリクローナル抗体（下線部②）と、同じマウスの脾臓の抗体産生細胞より作製したモノクローナル抗体（下線部③）に関する以下の1)～5)の記述において、正しいものには○、正しくないものには×を記入せよ。また×の場合、その理由を2～3行程度で簡潔に述べよ。

- 1) ポリクローナル抗体でバクテリアXに対する増殖抑制効果が高かった場合、モノクローナル抗体として得られたクローンはすべて高い抑制効果が保証されている。
- 2) 同じ抗体量で比較した場合において、ポリクローナル抗体よりモノクローナル抗体の方が高い増殖抑制効果を示すことがある。
- 3) バクテリアXに類似したバクテリアYに対しても増殖抑制効果を示すことを避ける場合（交差しないためには）、モノクローナル抗体ではなくポリクローナル抗体を低濃度で使用するべきである。
- 4) モノクローナル抗体は、血清由来のポリクローナル抗体と異なり、大量調製が可能である。
- 5) バクテリアXの表面タンパク質が変異しやすいことが知られている場合、これを検出する際にモノクローナル抗体よりポリクローナル抗体を用いた方が良いと考えられる。

マクロファージによる細菌の貪食作用を試験管内で検討するために実験2を行った。

[実験2] 1万個の細菌Xを、ある一定数のマクロファージ存在下や、さらに実験1で作製した細菌Xに対するポリクローナルIgG (IgG (X))、もしくはダニに対するポリクローナルIgG (IgG (ダニ))存在下で培養した。サンプルA～Fにおいて16時間後の細菌の生菌数は表1に示す通りとなった。例えば、何も加えていないサンプルAでは64万個、マクロファージのみ存在下で培養したサンプルBでは2万個となった。

表1

サンプル	A	B	C	D	E	F
マクロファージ	-	+	-	+	+	-
IgG (X)	-	-	+	+	-	-
IgG (ダニ)	-	-	-	-	+	+
結果 (細菌Xの生菌数)	640,000	20,000	60,000	300	22,000	615,000

問3. 実験2において、以下の条件で追加実験をした場合に、16時間培養後の細菌の数が1万個以下の数になる可能性がある条件をすべて選べ。

- 1) サンプルBにおいて、マクロファージの数を増加させる
- 2) サンプルCにおいて、IgG (X)の量を80%減少させる
- 3) サンプルCにおいて、IgG (X)と等量のIgG (ダニ)を加える
- 4) サンプルBにおいて、培養する細菌の数を半分に減少させる

問4. 実験2の結果(表1)から、マクロファージによる細菌貪食の際に抗体が与える影響に関して、Fc領域という言葉を用いて3～4行程度で考察せよ。

問5. 下線部③で作製し、バクテリア X に対して増殖抑制効果が確かめられたマウス由来のモノクローナル抗体に関して、このままヒトに投与すると、このマウス抗体は異物として認識されてしまう。バクテリア X に対する高い増殖抑制効果を保ち、異物として認識されることは回避するためにはどのような抗体をデザインすれば良いと考えられるか。3～4行程度で述べよ。

問6. アレルギー反応において、ダニなどの抗原に対する抗体が、肥満細胞からのヒスタミン産生を誘導することが知られている。以下の A～E の細胞、抗原および抗体の組み合わせの中で、肥満細胞からヒスタミンが産生される組み合わせが E のみであった。Eのみである理由を考え、肥満細胞がヒスタミンを産生する機構について5行程度で述べよ。ただし IgG (ダニ)、IgE (ダニ) とは、ダニ抗原に対する IgG、IgE とする。

- A. 肥満細胞 + IgG (ダニ)
- B. 肥満細胞 + IgE (ダニ)
- C. 肥満細胞 + ダニ抗原
- D. 肥満細胞 + IgG (ダニ) + ダニ抗原
- E. 肥満細胞 + IgE (ダニ) + ダニ抗原