

令和 8 年度 工学研究科博士前期課程入学試験問題（令和 8 年 4 月入学）

大阪大学大学院工学研究科生物工学専攻生物工学コース

生物工学Ⅱ

問題 1 ～問題 6 のすべてを解答しなさい。

解答には，問題ごとに 1 枚の解答用紙を使用しなさい。

問題用紙にも受験番号を記載しなさい。

試験終了時に回収します。

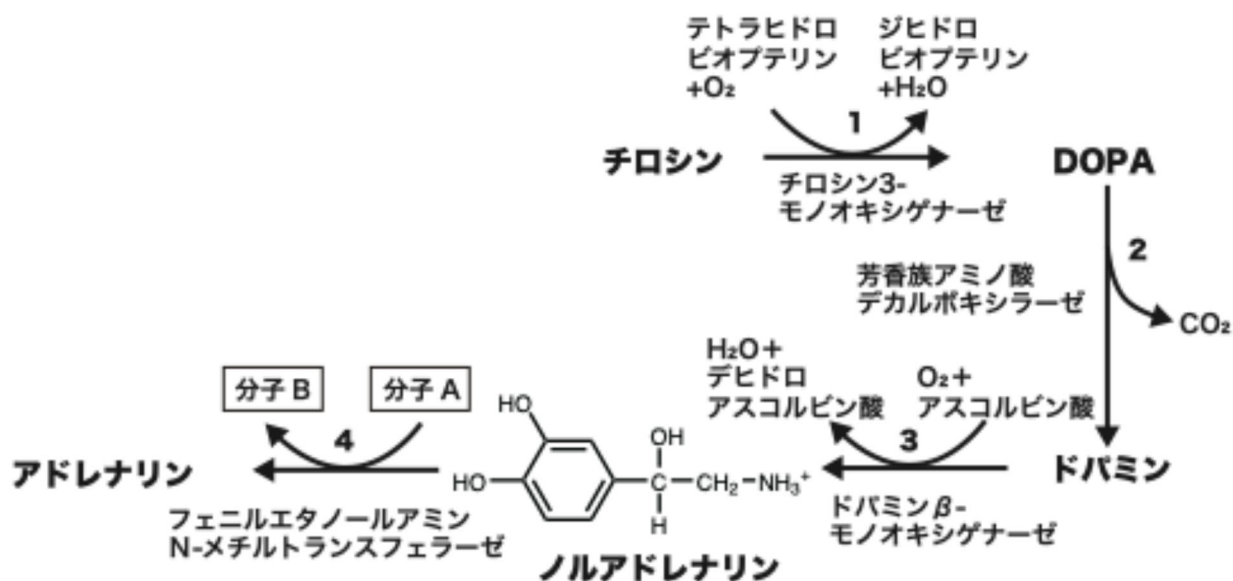
受験番号	
------	--

問題 1 (配点率 17/100)

以下の設問(1)～(4)に答えなさい。

(1) カテコールの構造を書きなさい。

(2) カテコールアミンの一つであるアドレナリン(米国ではエピネフリンともいう)は、チロシンから以下に示す 4 段階の反応を経て合成される。以下の生合成経路において、チロシンの構造式、DOPA の構造式、ドパミンの構造式をそれぞれ書きなさい。ただし、立体化学は問わない。



(3) アドレナリンは上記 4 の反応で前駆体のノルアドレナリンをメチル化して合成される。本反応においてメチル基供与体として働く分子 A の名称を答えなさい。また、分子 B の名称を答えなさい。

(4) カテコールアミンの情報を伝達するアドレナリン受容体は大別すると X 受容体と Y 受容体の 2 種類ある。それぞれの受容体の名称を答えなさい(X 受容体と Y 受容体は順不同とする)。またこれら受容体の特徴を記した以下の文章中の(ア)～(オ)に入る適切な語句を選びなさい。

「カテコールアミンの情報を伝達する細胞膜のアドレナリン受容体には X 受容体と Y 受容体の 2 種がある。どちらも(ア)で、(イ)の(ウ)や(エ)に対する(オ)により区別された」

<語句>

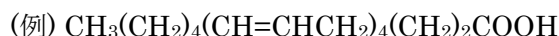
アゴニスト、アンタゴニスト、膜貫通型糖タンパク質、可溶型糖タンパク質、応答の一致、

応答の差違、特定、全て

問題 2 (配点率 17/100)

以下の設問(1)～(5)に答えなさい。

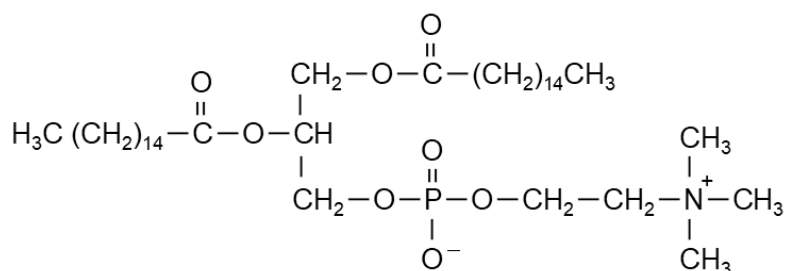
- (1) 飽和脂肪酸「14:0」および不飽和脂肪酸「18:1*n*-9」の名称（常用名もしくは系統名のどちらでも可）を答えるとともに、(例)にならってそれぞれの構造を示しなさい。



- (2) 20°C で培養していた細菌を 30°C に温めると細菌は (a) 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸, (b) 短鎖脂肪酸と長鎖脂肪酸, のそれぞれどちらを使用して膜脂質を合成すると考えられるか答えなさい。また, その理由を 3 行以内で答えなさい。

- (3) 下記の構造のグリセリン脂質について,

- i) ホスホリパーゼ C および D が加水分解する位置をそれぞれ矢印で図示しなさい。
 ii) ホスホリパーゼ A₂ で加水分解したときに生じるリゾリン脂質の構造を示しなさい。



- (4) ガングリオンドのみから成る脂質二重層は不安定である。その理由を 3 行以内で述べなさい。

- (5) 下記の i)～iv)の文章で間違っているものをすべて選びなさい。

- i) リソソームに輸送されるタンパク質はリボソームの結合していない滑面小胞体で合成される。
 ii) 分泌タンパク質は分泌小胞に積込まれ, 小胞が細胞膜に融合することで分泌される。このとき, 小胞の内側と細胞の外側はトポロジーとして同等である。
 iii) 分泌タンパク質への N 結合オリゴ糖の付加はゴルジ体で起きる。

小胞体から小胞輸送された分泌タンパク質は, まずトランスゴルジネットワークに到達しトランスゴルジ, メディアルゴルジ, シスゴルジの順に輸送された後, 最終目的地へと輸送される。

問題3 (配点率 17/100)

窒素代謝に関する下記の文章を読んで問いに答えよ。

N_2 を NH_3 に還元する酵素である【A】は、マメ科植物に【B】を形成して共生する【B】菌や、酸素発生型光合成細菌であるシアノバクテリア（ラン藻）など、一部の限られた微生物にしか見出されておらず、我々の生命活動はこれら窒素固定菌の機能に大きく依存している。また自然界には、 NH_3 を NO_2^- 、 NO_3^- へと酸化する過程である【C】や、 NO_3^- を N_2 へと戻す【D】の過程を担う微生物も存在し、これらの微生物は窒素固定菌とともに地球上の窒素サイクルの駆動を担っている。

細胞内では、ピルビン酸、オキサロ酢酸、2-オキソグルタル酸のケト基がアミノ基転移酵素によりアミノ化を受けることで、それぞれ【E】、【F】、【G】が生じる。微生物や植物では、【G】が【H】シンターゼにより、ATP 依存的に【H】へと変換されるが、本酵素反応は脊椎動物では見られない。【H】シンターゼはまず、ATP をリン酸基供与体として、【G】の 【 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ 】_(ア)炭素に結合したカルボキシ基がリン酸化された中間体_(イ)を生成する。本中間体は NH_3 とアミド結合を形成し、【H】を生成する。この反応は生体内で遊離の NH_3 を有機物に取り込む鍵反応であり、窒素代謝を制御する上で重要な意味を持つ。

(1) 【A】～【H】に該当する語句を記せ。

(2) 一部のシアノバクテリアは、数百の細胞が数珠状に連なった糸状体を形成する。ある種の糸状性シアノバクテリアは、10～15 細胞ごとに1細胞ずつの割合で、ヘテロシストと呼ばれる窒素固定に特化した細胞を分化させる。ヘテロシストでは光化学系Ⅱが不活性化しており光合成を行うことができない。このため隣接した細胞から光合成により生産された糖などを受け取り、これをエネルギー源として利用している。ヘテロシストが光合成を行わない理由について考察し、1～2行で説明せよ。

(3) 下線部（ア）の $\alpha \sim \epsilon$ のうち、最もふさわしい文字1つを記せ。

(4) 下線部（イ）の物質は、生体内でNAD(P)H 依存的にセミアルデヒドへと還元される。本セミアルデヒドは、非酵素的に環化した後、さらに還元を受けて標準アミノ酸である【I】を生じる。一方、本セミアルデヒドのアルデヒド基がアミノ基転移反応を受けると【J】が生じる。【I】および【J】に当てはまる物質の構造式と名称を示せ。

問題 4 (配点率 17/100)

以下の問いに答えよ。

(1) サイレント点変異、ミスセンス変異、ナンセンス変異、フレームシフト変異について、それぞれの意味とコードされたタンパク質の機能への影響について、それぞれ 100 字程度で説明せよ。

(2) 下記の文章の(a) ～ (e)にあてはまる最も適切な語句を答えよ。

遺伝子の構造や機能を分子レベルで調べるには特定の DNA 断片を大量に得る必要があり、そのために DNA クローニングが利用される。多くの場合、DNA クローニングでは目的の DNA 断片を大腸菌プラスミドベクターに挿入する。プラスミドベクターには、(a)、(b)、挿入部位 (ポリリンカー) という DNA クローニングに必須の三つの領域が組み込まれている。挿入部位には複数の (c) による切断部位があり、切断したベクターDNA と挿入したい DNA 断片を、(d) を用いて連結する。大腸菌細胞と組換えベクターDNA を混ぜて熱ショックなどを与えると、ごく一部の細胞がプラスミド DNA を取り込む。この現象を (e) と呼ぶ。

(3) クローン化した遺伝子から大腸菌発現系を用いてタンパク質を合成したいと考えている。その際に考慮すべき問題点を 2 つ挙げ、それぞれの解決策とともに説明せよ。また、大腸菌由来の内在タンパク質と組換えタンパク質との分離を容易にするためにクローン化遺伝子にどのような配列を付加すれば良いか答えよ。

問題 5 (配点率 16/100)

タンパク質のリン酸化に関する以下の問いに答えよ。

(1) タンパク質のリン酸化は、シグナル伝達において広く用いられている。リン酸基が付加されるアミノ酸残基の 1 つとしてチロシン残基が挙げられる。チロシン残基以外で、リン酸基が付加されるアミノ酸残基の名称と構造を 2 つ示せ。

(2) リン酸化チロシンを介したシグナル伝達においては、刺激に応じてリン酸化されたチロシン残基に特定のシグナル伝達タンパク質が特異的に結合し、特定の経路を活性化する。多くのシグナル伝達タンパク質に存在するリン酸化チロシンに結合するドメインの名称を 1 つ答えよ。また、このドメインの結合特異性は何によって決まるのか 1~2 行程度で答えよ。

(3) がん化を誘発する受容体チロシンキナーゼの変異の例を 1 つ挙げよ。また、正常な受容体チロシンキナーゼ活性化機構と比較し、その変異がどのようにがん化を誘発するのかを 3~4 行程度で説明せよ。

問題 6 (配点率 16/100)

以下の文章を読んで問いに答えよ。

低密度リポタンパク質 (LDL) 粒子は、細胞膜表面の LDL 受容体と結合し、エンドサイトーシス小胞に取り込まれる。この小胞の被覆は2層になっており、内側には (A)、外側に (B) という繊維状のタンパク質からなる層がある。(A) は受容体タンパク質の細胞質側部分と結合し、どのタンパク質を小胞に取り込むかを決めている。受容体と LDL の複合体の入った小胞は、(C) を使った機構によって細胞膜から切り離される。被覆が除去された後のエンドサイトーシス小胞 (初期エンドソーム) は後期エンドソームと融合する。この区画内の低い pH によって受容体と結合していた LDL 粒子が解離する。これは、受容体の β プロペラドメインの (D) 残基が、低 pH では正に帯電し、負に帯電したリガンド結合アームと強く相互作用するようになるためである。後期エンドソームはリソソームと融合し、LDL 粒子中のタンパク質と脂質はリソソーム酵素によってその構成成分に分解される。LDL 受容体は細胞表面に戻され再利用される。

(1) A-D に入る名称を答えよ。

(2) リソソームへの水素イオンの取り込みは ATP 駆動 H^+ ポンプを用いて行われるが、ATP 駆動ポンプだけでは十分に酸性化できない。

1) その理由を 2-3 行程度で答えよ。

2) 細胞ではこの問題をどのように解決しているか。1 行程度で答えよ。

(3) ATP 駆動 H^+ ポンプなどは、リソソームで分解されることなく、リソソーム膜に送られる。一方で、エンドサイトーシスで取り込まれ分解される予定の膜タンパク質はリソソーム内腔に送られ分解される。こうして分解される膜タンパク質はどのように選択され、どのようにリソソーム内腔に送られるか。1-3 行で答えよ。