

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	生物化学	この科目について (4)枚のうち(1)枚目
--------------	------	------------------------------

各問題につきそれぞれ別の解答用紙を用いて解答しなさい。解答用紙には、選んだ問題の番号を明記すること。また表面で書ききれない場合は、各解答用紙の裏面を使用すること。

【問題1】 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

立体異性体は(1)のことをさすが、生体においてしばしば重要かつ興味深い性質を示す。例えば、11-シスレチナールは(2)と呼ばれるタンパク質に共有結合しているが、光によって全トランスレチナール(a)に変換されることで視覚において重要な役割を担う。また、20種類の標準アミノ酸の中で唯一、(3)環を有するトリプトファンはそのL体が苦味を呈するのに対し、D体は甘味を呈する(b)。哺乳類において視覚や味覚のほか、嗅覚など感覚受容に関わるタンパク質はGタンパク質共役型受容体(c)スーパーファミリーに属している。このスーパーファミリーには栄養素・ホルモン・神経伝達物質の受容体も含まれる。その中でも、体内で合成できない必須脂肪酸であり、多価不飽和脂肪酸の1種である α -リノレン酸(d)とその受容体はヒトの健康への影響が近年注目されている。

設問1：文中の空欄(1)には立体異性体の定義が入る。その内容を簡潔に記しなさい。

設問2：文中の空欄(2)と(3)に当てはまる最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。

設問3：下線部(a)の全トランスレチナールが還元された物質である全トランスレチノールには栄養素としての別名がある。その名称を答えなさい。

設問4：下線部(b)に記載の現象について、次の語句を全て使って説明しなさい。ただし、同じ語句を複数回使用しても構わない。

甘味受容体、苦味受容体、アゴニスト、結合、活性化

設問5：下線部(c)に共通した構造的特徴について簡潔に説明しなさい。ただし、リガンド結合部位をもつこととGタンパク質と相互作用する構造をもつことは除外する。

設問6：下線部(d)について、 α -リノレン酸の構造式を記しなさい。また、その立体異性体は α -リノレン酸を除いて理論上何種類存在するかを答えなさい。

受 験 専門科目名	生物化学	この科目について (4) 枚のうち (2) 枚目
--------------	------	---------------------------------

各問題につきそれぞれ別の解答用紙を用いて解答しなさい。解答用紙には、選んだ問題の番号を明記すること。また表面で書ききれない場合は、各解答用紙の裏面を使用すること。

【問題2】 生体膜について、以下の設問に答えなさい。

設問1: 生体膜は脂質二重層を基本とした裏表のある平面構造物で、構成要素の膜脂質や膜タンパク質は、細胞質の溶質と違い自由に三次元空間を移動できず、独自の場(ば)を形成している。

(1-1) 動植物の膜脂質の主要成分であるホスファチジルコリン(PC)の構造式を書きなさい。ただし、脂肪酸アシル基は16:0と18:1(Δ^9)とする。また、構造式中の水素原子およびキラル結合表記は省略する。

(1-2) 生体膜内の膜脂質1分子に注目し、どのように分子運動をするか述べなさい。同様に、膜タンパク質の分子運動の特徴を簡潔に述べなさい。キーワードとして「脂質二重層」「側方拡散」「横断移動」を用いること。分子運動を促進するタンパク質性因子があれば挙げること。

(1-3) 生体膜中での膜脂質の分子移動速度を実験的に調べる方法を簡潔に述べなさい。

設問2: 目的タンパク質のアミノ酸配列と、表A、および図B内のF-local式を用いたハイドロパシープロットから、そのタンパク質が膜タンパク質かどうかや、ポリペプチド鎖の膜トポロジーを予測することができる。

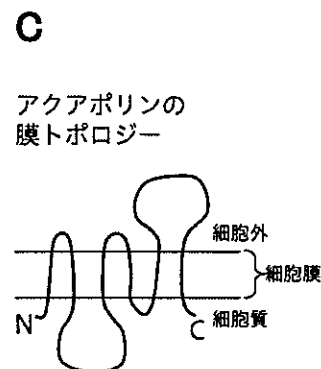
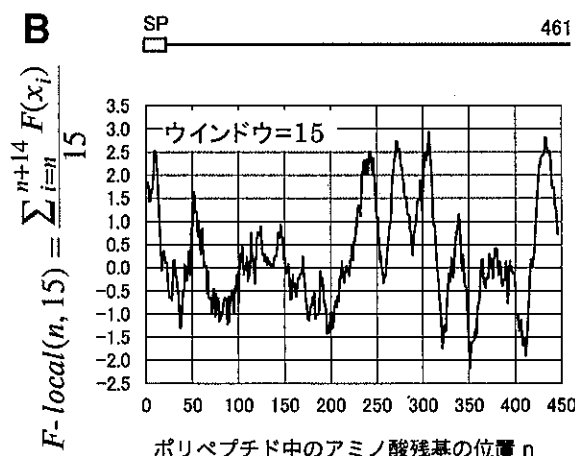
(2-1) 表AのF(x)は標準アミノ酸のどのような特徴を数値化したものか答えなさい。また空欄a、b、cに該当する標準アミノ酸を答えなさい。

(2-2) 図Bにニコチン性アセチルコリン受容体の一次構造の模式図(上)とF-local値の散布図(下)を示す。このタンパク質の膜トポロジー図を作図しなさい(図C、アクアポリンの作図例を参考にする)。ただし、ポリペプチド鎖の二次構造は不明で、N末端のシグナルペプチド(SP)は合成過程で切り離される。さらにSPが切断された後のポリペプチド鎖のN末端は細胞外に配置されるものとする。

(2-3) ハイドロパシープロットで膜トポロジーを予測する場合、F-local値の算出には連続した15~20個のアミノ酸配列(ウインドウ)を用いることが適しているとされる。その理由を簡潔に説明しなさい。

A

アミノ酸 x	F(x)
イソロイシン	4.5
a	4.2
ロイシン	3.8
フェニルアラニン	2.8
システイン	2.5
メチオニン	1.9
アラニン	1.8
グリシン	-0.4
トレオニン	-0.7
b	-0.8
トリプトファン	-0.9
チロシン	-1.3
プロリン	-1.6
ヒスチジン	-3.2
アスパラギン	-3.5
グルタミン	-3.5
アスパラギン酸	-3.5
グルタミン酸	-3.5
c	-3.9
アルギニン	-4.5



設問3: 細胞膜の主要な膜タンパク質であるアクアポリンは浸透圧に従って1分子当たり 10^9 s^{-1} の速さ(a)で水分子を輸送する水チャネルとして働く。その輸送メカニズムはやや複雑で、タンパク質分子内に単に水分子を通過させる親水性トンネルを形成するだけではなく、トンネル内に配置されたアスパラギン(b)残基で水分子間の相互作用ネットワークをいったん断ち切る(c)仕組みをもっている。

(3-1) 下線部(a)を表す酵素反応速度論の用語を答えなさい。

(3-2) 下線部(b)について、遊離アミノ酸としてのL-アスパラギンの構造式を書きなさい。

(3-3) 下線部(c)について、もし水分子間の相互作用ネットワークをいったん断ち切る機能がいない水トンネルが存在すると、生体膜の重要な機能が損なわれる。その理由を簡潔に説明しなさい。

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

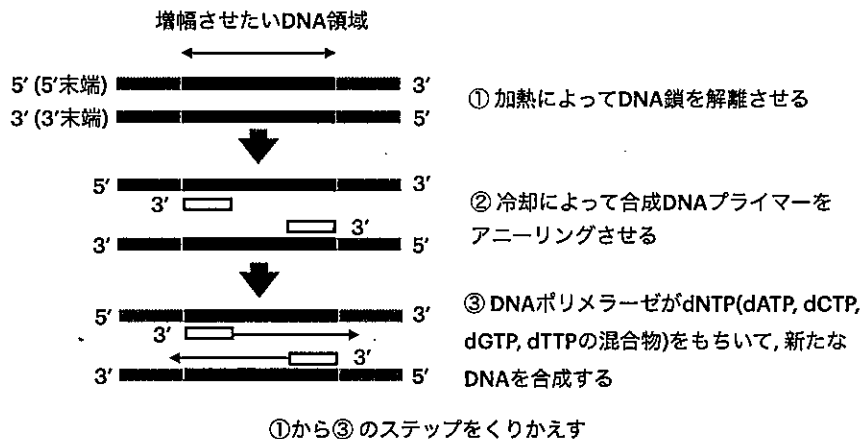
受 験 専門科目名	生物化学	この科目について (4)枚のうち(3)枚目
--------------	------	------------------------------

各問題につきそれぞれ別の解答用紙を用いて解答しなさい。解答用紙には、選んだ問題の番号を明記すること。また表面で書ききれない場合は、各解答用紙の裏面を使用すること。

【問題3】 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

ポリメラーゼ連鎖反応 polymerase chain reaction (PCR)によって、目的のDNA断片を飛躍的に増幅することができる。PCRは3つのステップから成る。① DNA鎖を熱によって解離させる。② 目的のDNA領域をはさむ短い人工合成DNAプライマー(a)をアニーリングさせる。③ DNAポリメラーゼ(b)によって触媒される重合によって新たなDNAを合成させる。この3つのステップをくりかえすことで目的のDNA断片を増幅する。

設問1. PCRによるDNAの増幅の概略を示した下の図あるいは説明文には誤っている箇所があり、これでは増幅ができない。増幅できるようにするためには図あるいは説明文をどのように変更したらよいか、100字以内で答えなさい。



設問2. PCRでは、下線部(a)のように人工合成したDNAプライマーを用いるが、多くの生物がDNAを複製する際には、別の生体分子からなるプライマーを用いる。この生体分子を答えなさい。

設問3. 下線部(b)について、現在一般的にPCRに用いられるDNAポリメラーゼは、特殊な環境下で生育できる生物から単離されたものである。この特殊な環境として適切なものを答えなさい。また、その理由を簡潔に説明しなさい。

設問4. PCRを実施したところ、目的のDNA領域が全く増幅できなかった。原因として、プライマーのmelting temperature (T_m)値が低かったことがあげられた。

1) プライマーを再設計する場合、どのような変更が最も適切か、答えなさい。またその理由も簡潔に説明しなさい。なお、目的のDNA領域は変更できないものとする。

2) 何らかの問題でプライマーの再設計ができない場合、PCRの反応条件の検討をおこなう。①から③の行程の中でどの工程をどのように変更するのがよいか。最も増幅が期待される条件の変更を答えなさい。またその理由も簡潔に説明しなさい。

設問5. DNA断片の配列を解読する方法として、サンガー配列決定法(サンガー法)がある。サンガー法では、基質として、dNTPに加えてdNTPの類似化合物を利用して、DNA鎖の伸長を停止させる。この類似化合物の通称名を答えなさい。また、この類似化合物による伸長停止のしくみについて、「求核基」という用語を用いて100字以内で答えなさい。

2025年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	生物化学	この科目について (4)枚のうち(4)枚目
--------------	------	------------------------------

各問題につきそれぞれ別の解答用紙を用いて解答しなさい。解答用紙には、選んだ問題の番号を明記すること。また表面で書ききれない場合は、各解答用紙の裏面を使用すること。

【問題4】 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

窒素は、生物を構成する元素のなかで酸素、炭素、水素に次いで4番目に多く、その大部分はアミノ酸中に存在する(a)。20種類の標準アミノ酸を合成する能力は生物種によって異なる。植物と多くの微生物は全種類を合成できるのに対し、哺乳類では約半分しか合成できない。哺乳類が合成できるアミノ酸は非必須アミノ酸、食物から摂取しなければならないものは必須アミノ酸と分類される。標準アミノ酸の分類方法としては、合成経路の類似性に基づくものもある。すなわち、各アミノ酸は代謝前駆体に応じて六つのグループに分けられる。それぞれのグループの代表的なアミノ酸は、グルタミン酸、セリン(b)、フェニルアラニン、アスパラギン酸、アラニン、[1]である。

アミノ酸の分解は、通常、 α -アミノ基の除去(c)から始まる。除去されたアミノ基は特定の代謝産物(d)に変換され、体外に排出される。炭素骨格は分解され、炭素代謝系に導入される。標準アミノ酸は、炭素骨格の異化経路の違いにより糖原性とケト原性(e)に分類することができる。

設問1: 下線部(a)に関して、一般的に、アミノ酸の次に多くの窒素が分配される生体分子の総称を答えなさい。ポリマーを形成しうる生体分子の場合、モノマーの名称を答えること。

設問2: 下線部(b)を含むグループの他のメンバーは、グリシンとシステインである。これらに共通した代謝前駆体を生成する主要な代謝系は、動物と植物で異なる。この代謝前駆体の名称と、その生成に関わる動物と植物の代謝系の名称をそれぞれ答えなさい。

設問3: 文中の空欄[1]に当てはまる適当な語句を答えなさい。ただし、このグループは[1]のアミノ酸のみにより構成される。

設問4: 下線部(c)の反応はアミノトランスフェラーゼ(トランスアミナーゼ)によって触媒される。この酵素が触媒する化学反応の平衡定数は約1であるため、生体エネルギー論的には完全に可逆的な反応であると言える。そのように言える理由について、「自由エネルギー変化」という用語を用いて簡潔に説明しなさい。

設問5: 下線部(d)は生物種によって異なる。魚類と哺乳類が体外に排出する主要な代謝産物名をそれぞれ答えなさい。また、魚類と哺乳類で排出する代謝産物が異なる理由を、生息環境の観点から簡潔に答えなさい。

設問6: 下線部(e)について、それぞれに代表的なアミノ酸名を一つずつ挙げなさい。また、それらが糖原性またはケト原性に分類される理由について、関連する代謝物や代謝経路に触れながら簡潔に説明しなさい。