

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
--------------	------	------------------------------

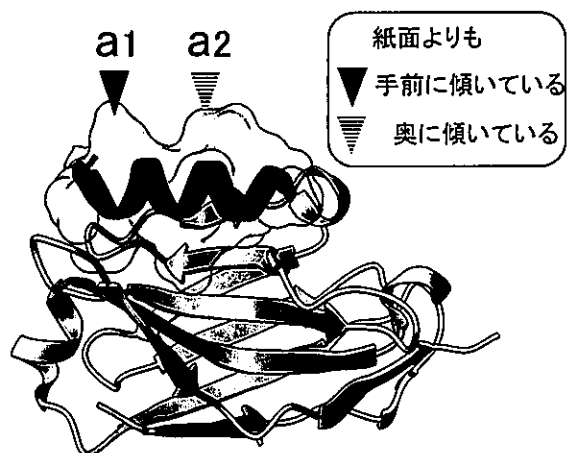
各問題につきそれぞれ別の解答用紙を用いて解答しなさい。解答用紙には、該当する問題の番号を明記すること。また表面で書ききれない場合は、各解答用紙の裏面を使用すること。

【問題1】次の文章を読み、図を見て、以下の設問に答えなさい。

タンパク質は多数のアミノ酸がペプチド結合で連なった高分子化合物である。一部のタンパク質ではひも状のアミノ酸の連なりそのものに意味があるが、多くのタンパク質の場合はそうではなく、その立体構造が分子機能を規定する。

右図は合成ペプチド1（黒のリボンモデルに、表面モデルを重ね合わせ）と、それを特異認識して結合する抗体様タンパク質Nanobody 2（グレーのリボンモデル）がつくる複合体全体の立体構造を示している（結晶構造 PDB:6I2Gより作図）。

ペプチド1は「SRLEEELRRRLTE」のアミノ酸配列を持ち、図中の左側がN末端側である。Nanobody 2の配列は示さないが、すべての標準アミノ酸で構成される単一ポリペプチドのタンパク質である。矢じりa1、a2はペプチド1の特定のアミノ酸残基の側鎖に属する原子である。



設問1：ペプチド1がとっている二次構造は何か答えなさい。

設問2：a1がペプチド1の5番目のグルタミン酸残基の側鎖だとすると、a2は何番目のどのアミノ酸残基の側鎖であるか答えなさい。また、そう考えた理由を簡単に説明しなさい。

設問3：問題図に示したNanobody 2と、ヒトの抗体分子免疫グロブリンG (IgG) は、どちらも特定の抗原を認識し結合する能力を持つタンパク質であるが、その四次構造は大きく異なる。どう違うのか説明しなさい。

設問4：Nanobody 2がない水溶液中で、遊離状態のペプチド1が、設問1で指摘した二次構造をとるか、それとも別の構造をとるか調べたい。どのような実験手法があるか答えなさい。

設問5：ペプチド1とNanobody 2の複合体は中性の水溶液中では容易に形成され安定であるが、酸性条件 (pH 2.2) では可逆的に解離すると報告されている(設問6の下に書かれている補足も参照のこと)。複合体の形成にかかると考えられるアミノ酸残基の種類や原子間相互作用に注目し、下線部の現象を説明しなさい。

設問6：4種類の試薬(高濃度の塩/3M NaCl、カオトロピック塩/2M グアニジン塩酸塩、界面活性剤/1% デオキシコール酸ナトリウム、還元剤/100mM ジチオトレイトール)それぞれについて、水溶液中でのペプチド1とNanobody 2の複合体形成を試薬が妨害するかどうか判定したい。どのような生化学実験をすればよいか、どの試薬に対しても適用可能な方法を1つ挙げ、具体的な手順と判定の仕方を説明しなさい。下の補足も参照のこと。説明に図を用いてもよい。タンパク質の検出方法と試薬の個別名は省略してよい。

補 足：設問5、6の実験条件でペプチド1とNanobody 2は変性、不溶化しないものとする。

2026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( 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、該当する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】 次の文章を読み、以下の設問に答えなさい。

非金属の第16族元素のひとつである硫黄(S)は、大腸菌からヒトにいたる様々な生物にとって必須な元素であり、生体内には様々な硫黄化合物が存在している。哺乳動物の主な硫黄源は、食餌中のタンパク質に含まれる含硫アミノ酸や硫酸イオンなどである。含硫アミノ酸のうち、メチオニンは哺乳動物における必須アミノ酸であるが、システインは体内で生合成される。このシステインの硫黄源はメチオニンであり、メチオニンアデノシルトランスフェラーゼの作用によりメチオニンとATPからS-アデノシルメチオニンが生じた(1)後、S-アデノシルホモシステインを経て、ホモシステインが生成する。ホモシステインは[ A ]と反応することにより、最終的にシステインが生じる。

含硫アミノ酸以外にも、チオール基として分子内に1つの硫黄原子をもつ補酵素(2)や分子内に2つの硫黄原子をもつ補酵素(3)、またチオエーテル結合を有する補酵素(4)などの硫黄化合物が存在し、生体内で様々な代謝系に関与している。

設問1：空欄[ A ]にあてはまる最も適切なアミノ酸の名称を答えなさい。

設問2：ホモシステインの化学構造を答えなさい。

設問3：下線(1)の反応について、ATPが関与する他の一般的な生化学反応と比較して特徴的な点を簡潔に説明しなさい。

設問4：下線(2)について、チオール基を1つ有する補酵素の名称を答えなさい。また、脂肪酸がこの補酵素にチオエステル結合している場合と通常の酸素エステルの場合について、加水分解の自由エネルギー変化を比較した場合、両者の加水分解後の生成物はほぼ同じ自由エネルギー量( $\Delta G$ )を有するのにも関わらず、チオエステル型の方がより大きな自由エネルギー変化を示す。その理由を簡潔に説明しなさい。

設問5：下線(3)について、分子内に2つの硫黄原子を含む補酵素のうち、ピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体の反応に関与する補酵素の名称とその化学構造(酸化型)を答えなさい。

設問6：下線(4)について、ピルビン酸カルボキシラーゼ反応に関与する補酵素の名称を答えなさい。

2026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、該当する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。

生物化学において、似たような名称で異なる意味を持つ例が多々ある。ヌクレオチドとヌクレオシドを混同してはいけない。エナンチオマーとジアステレオマーも似て非なるものである。補酵素であるFADの部分構造であるフラビンと植物由来の化合物であるフラボンは、名称が似ていても異なる構造をもつ分子である。酵素についてもまぎらわしい名称がある。たとえばリアーゼ、リガーゼ、キナーゼはそれぞれ異なる反応を触媒する。キナーゼのひとつ、ホスホフルクトキナーゼ-1はアロステリックな調節を受ける。

設問1：ヌクレオチドとヌクレオシドとの構造上の違いについて、ヌクレオチドに特徴的な構成要素に触れながら説明しなさい。

設問2：エナンチオマーとジアステレオマーについて、両者の相違点ができるように説明しなさい。

設問3：FADの正式名称および、FADの部分構造でフラビンを含まないヌクレオシドの化学構造を答えなさい。

設問4：脂肪酸合成では、原料となる炭素化合物をミトコンドリアからサイトゾルに運搬する過程が必要になる。この過程で働くサイトゾルのリアーゼの名称とその触媒する反応を化学反応式で書きなさい。反応式の化合物については化学構造ではなく名称で記述してもよい。

設問5：アロステリック酵素について簡潔に説明しなさい。

設問6：ホスホフルクトキナーゼ-1のアロステリック調節は様々な物質によって行われる。このうち、この酵素を阻害するヌクレオチドと活性化するヌクレオチドの名称を答えるとともに、それぞれの解糖系の調節における役割を説明しなさい。

2026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、該当する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。

任意のDNA断片をプラスミドに挿入したものを大腸菌に導入し、その大腸菌を培養することで、目的のDNA断片を増幅することができる。このため、プラスミドは遺伝子を扱う研究において基本的な実験ツールとして利用されている。下の図1はあるプラスミド (pBR322) の模式図であり、 $Amp^R$ と $Tet^R$ はそれぞれアンピシリン耐性遺伝子、テトラサイクリン耐性遺伝子の位置を示す。図1中のPstIは制限酵素(制限エンドヌクレアーゼ) PstIの切断位置である。また、図2にPstIが切断する塩基配列を示す。

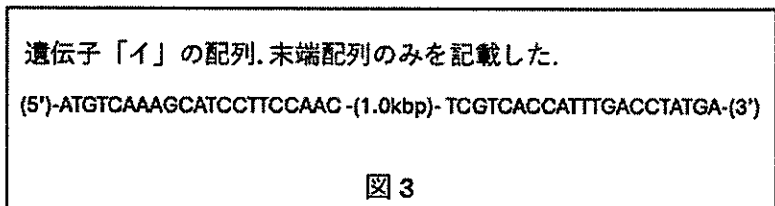
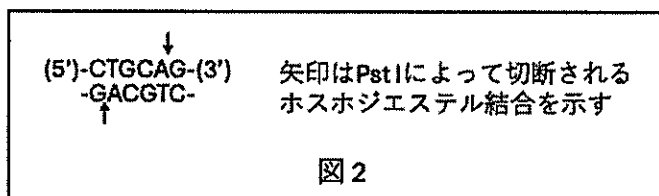
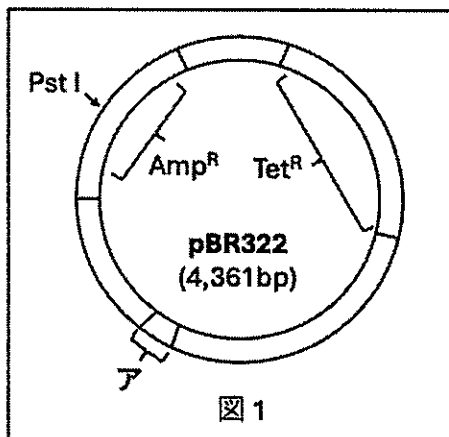
設問1: 図1に示されている「ア」はプラスミドにおいて必須の配列である。その名称を答えなさい。

設問2: pBR322をPstIで切断し、そこに研究対象とする遺伝子「イ」のDNA断片をPCRで増幅して挿入したい。この目的でPCRを行う際に用いるのにふさわしい2本のプライマーの配列を答えなさい。ただし、遺伝子「イ」のDNA断片の両末端の配列を図3に示す。なお、pBR322およびPCR産物の両方ともPstIで切断するが、連結前にはそれ以外の酵素処理を行うことはなく、同じ分子数の両断片をリガーゼ反応に用いることとする。また、遺伝子「イ」の内部にはPstIで切断される配列はないものとする。

設問3: 設問2の方法に従ったリガーゼ反応の産物を大腸菌へ導入した。複数の形質転換体からプラスミドを抽出し、これをPstIで切断し、ゲル電気泳動で解析したところ、約4.4 kbpと約1.0 kbpのバンドが検出されるプラスミド「ウ」が得られたが、別のプラスミド「エ」も多く得られた。このプラスミド「エ」は、どのようなものか簡潔に答えなさい。

設問4: PCRで用いるDNAポリメラーゼには高い校正(プルーフリーディング)活性を持つものがある。校正活性とはどのような活性か、100字程度で説明しなさい。

設問5: PCRで増幅したDNAに比べて大腸菌内で増幅したDNAには変異が生じにくいことが知られている。その主な理由について、DNAポリメラーゼの性質のほかに大腸菌内ではたらくしくみを一つ挙げ、100字程度で説明しなさい。



2026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  
解答例及び出題意図

専門科目名	生物化学
-------	------

【問題1】

・ 出題意図

タンパク質の高次構造と、構造形成の基盤となる弱い原子間相互作用について基礎的な知識を問う。また、関連するタンパク質化学実験法の理解と簡単な課題への応用力を問う

・ 解答例

設問1:

$\alpha$ ヘリックス

設問2:

8番目のアルギニン残基。

$\alpha$ ヘリックスはひと巻き約3.6アミノ酸残基のポリペプチドで形成される。 $\alpha 2$ の側鎖は $\alpha 1$ のそれよりも若干後ろに傾いているので、 $\alpha 1$ から数えて3番目のアミノ酸残基とわかる。

設問3:

Nanobody 2 は単一サブユニットで構成されるが、IgGは重鎖2つ、軽鎖2つの4サブユニットからなる複合体タンパク質である。

設問4:

円二色性分光分析 (CDスペクトル)

別解) 核磁気共鳴 (NMR)、旋光分散 (ORD) 測定など

設問5:

中性条件では、ペプチド1とNanobody2のいずれか、または両方の酸性アミノ酸残基(アスパラギン酸残基、グルタミン酸残基)のカルボキシ基が電離状態にあって、(カルボン酸アニオンの)負電荷をもつ酸素原子を起点とした静電相互作用、水素結合を形成する。こうした弱い原子間相互作用が分子間ではたらいで複合体が形成される。(ペプチド1のカルボキシ末端も結合面に近いので相互作用に関わる可能性がある。)一方、酸性条件では、カルボキシ基がプロトン化して本来の相互作用ができないため、複合体が解離する。

設問6:

プルダウン法: ペプチド1またはNanobody2のいずれか一方を支持体に共有結合して固相化する。テストする試薬を含む水溶液に固相と対になる分子を加えて混合したのち、対になる分子が固相に移るか、液相に留まるか調べる(テスト試薬溶液での洗浄過程を追加記載してもよい)。固相に移ればその条件で複合体を形成する。液相に留まる場合は解離状態になると判定できる。

別解) サイズ排除クロマトグラフィー法: 対照条件でペプチド1とNanobody2の複合体を形成させたのち、テスト試薬を含む水溶液を移動相とするゲルろ過に供する。複合体を形成する場合は、ペプチド1とNanobody2が同じ溶出体積で溶出される。複合体が解離する場合は異なる溶出体積に(分布する)タンパク質成分が検出される。

【問題2】

・ 出題意図

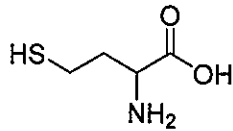
含硫化合物を題材にして、生物化学に関連する生体成分に関する基礎的知識を問う

・ 解答例

設問1:

セリン

設問2:



設問3:

メチオニンの求核性の硫黄原子がATPのリン酸基のひとつではなく、リボース部分の5'位の炭素を攻撃して三リン酸を遊離させる点

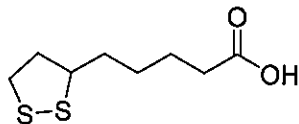
設問4:

補酵素A

酸素エステルは共鳴により安定化して自由エネルギー量が小さくなっているが、チオエステルは共鳴安定化がほとんど起こらないため酸素エステルに比べて大きなエネルギー量を有するから

設問5:

リポ酸



設問6:

ビオチン

### 【問題3】

#### ・ 出題意図

生物化学におけるよく似た用語を題材とし、ヌクレオチドを中心とする生体物質の構造・特性について問う。

#### ・ 解答例

##### 設問1：

ヌクレオチドは特徴的な三つの構成要素、含窒素塩基、ペントースおよびリン酸から成る。ヌクレオチドからリン酸基を除いた分子をヌクレオシドという。

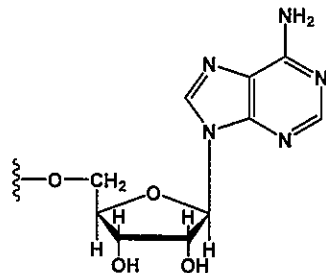
##### 設問2：

ある分子の立体異性体のうち、互いに鏡像関係にあって重ね合わせることができないものをエナンチオマーといい、それ以外の鏡像関係にない立体異性体をジアステレオマーという。

##### 設問3：

正式名称：フラビンアデニンジヌクレオチド

構造：



##### 設問4：

酵素名：(ATP-) クエン酸リアーゼ

化学反応式：クエン酸 + CoA-SH + ATP  $\rightleftharpoons$  オキサロ酢酸 + アセチル CoA + ADP + Pi

##### 設問5：

活性部位以外の部位に特定の化合物やイオンが非共有結合することによってコンホメーション変化が起こり、触媒活性が変化する酵素。

##### 設問6：

阻害するヌクレオチド：ATP

解糖系の調節における役割：ホスホフルクトキナーゼ-1 (PFK-1) は解糖系の主要な流束調節酵素（または律速酵素）である。ATPの濃度が高い場合は細胞内のエネルギーレベルが充足されていることを意味するため、PFK-1を抑制することで解糖系を抑制し、余剰なATPの生産を抑える。

活性化するヌクレオチド：AMP（またはADP）

解糖系の調節における役割：AMP（やADP）の濃度が高い場合は相対的にATPの濃度が低下していること（すなわち細胞内のエネルギーレベルが低下していること）を意味するため、PFK-1の活性化により解糖系を活性化しATPの生産を増やす。

#### 【問題4】

・ 出題意図

核酸 (DNA) の合成に関する生化学的な基礎知識を問う。

・ 解答例

設問1:

複製起点(複製開始点, ori)。

設問2:

(5')-NNNNCTGCAGATGTCAAAGCATCCTTCCAAC-(3')と

(5')-NNNNCTGCAGTCATAGGTCAAATGGTGACGA-(3')。

Nは任意配列(なくてもいい)。

設問3:

pBR322 (セルフライゲーションしたもの)

設問4:

複製中のDNAの3'末端に誤って取り込んだヌクレオチドを、DNAポリメラーゼが持つ3'→5'エキソヌクレアーゼ活性によって除去する活性。(67字)

設問5:

プルーフリーディング機能をもったDNA複製後にも稀に残る変異を、ミスマッチ修復によって修復するから。ミスマッチ修復では、古い鋳型鎖の情報を反映して修復する。(78字)