

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程  
2021年10月入学及び2022年4月入学

# 入学試験問題

園芸科学コース  
( 応用生命化学領域 )

## 共通問題

(Common Questions)

(注意事項)

1. この冊子は監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、最初に解答用紙に志望領域、受験番号を記入すること。

1. Do NOT open this question book until instructed by the supervisor.
2. Right after you are instructed to start the examination, fill in your program, and identification number on the answer sheet.

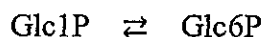
応用生命化学領域

1/1

以下の大問 [A], [B] のうち、どちらか一つを選択して解答しなさい。解答用紙には、どちらを選択したかを明記しなさい。

[A] 以下の問1～問4に答えなさい。

- 問1 塩化ナトリウム (NaCl) を水に溶解し、2 mM の塩化ナトリウム水溶液を 200 mL 得た。溶解した塩化ナトリウムの質量はいくらか。解答は小数点以下第一位まで求めること。ただし、原子量は Na: 23.0, Cl: 35.5 とする。(4点)
- 問2 試薬ラベルに 37% (w/w) と記された塩酸水溶液がある。ここからある量の水溶液を量り取ったとき、7.4 g の塩酸が含まれていた。量り取った溶液の質量はいくらか。(4点)
- 問3 0.1 M の希硫酸水溶液 0.5 L を中和するには、0.2 M の水酸化カリウム水溶液はいくら必要か。(4点)
- 問4 ホスホグルコムターゼはグルコース-1-リン酸 (Glc1P,  $C_6H_{13}O_9P$ ) をグルコース-6-リン酸 (Glc6P) に異性化する酵素であり、この反応は可逆反応である。



Glc1P を 2.60 g 量り取って水に溶解し、総量が 200 mL になるように水を加えて Glc1P 水溶液 を作成した。この溶液にホスホグルコムターゼを加えて平衡に達するまで放置したところ、Glc1P の濃度は 2.5 mM となった。

以下の問い (1)、(2) に答えなさい。

- (1) 下線部「Glc1P 水溶液」の濃度 (mM) を求めなさい。原子量は C: 12.0, H: 1.00, O: 16.0, P: 31.0 を用いること。(4点)
- (2) この反応における平衡定数  $K$  を求めなさい。ただし加えたホスホグルコムターゼの体積は無視できるものとする。(4点)

[B] 以下の問1、問2に答えなさい。

- 問1 ヒトタンパク質に由来するトリペプチド Asp-Phe-Ala を塩酸水溶液で加水分解して得られる3種類のアミノ酸の化学構造を、不斉炭素の立体がわかるように描きなさい。(10点)
- 問2 生体膜を構成するグリセロリン脂質の構造的特徴を、化学構造式を描いて具体的に説明しなさい。(10点)

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程  
2021年10月入学及び2022年4月入学

入 学 試 験 問 題

園芸科学コース  
( 応用生命化学 領域 )

指定科目

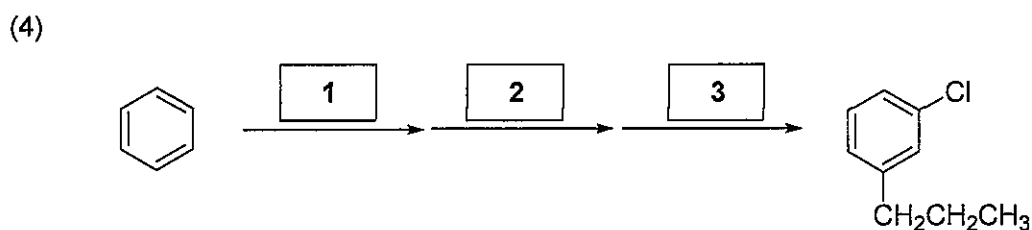
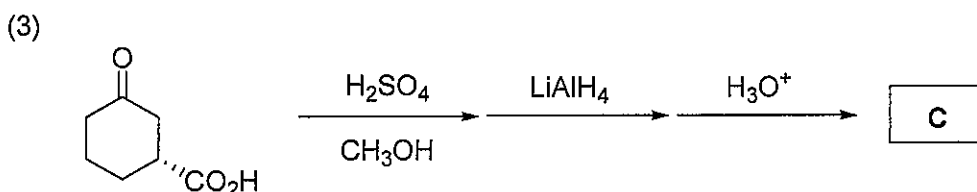
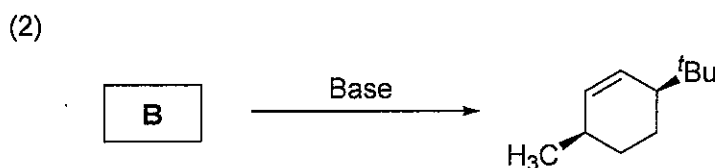
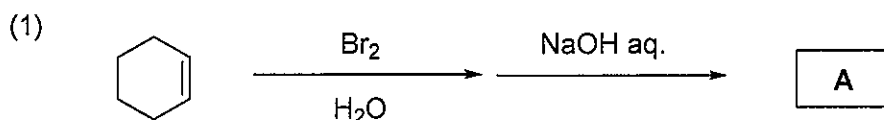
(Designated Subjects)

(注意事項)

1. この冊子は監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
  2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、最初に解答用紙に科目名、志望領域、受験番号を記入すること。
  3. 届け出た科目以外で受験すると失格となります。
  4. 解答用紙が2枚以上ある場合は、それぞれに科目名、志望領域、受験番号を記入すること。
- 
1. Do NOT open this question book until instructed by the supervisor.
  2. Right after you are instructed to start the examination, fill in your subject, program, and identification number on the answer sheet.
  3. If examinations are not taken in the designated subject, you will be disqualified.
  4. When you use two or more answer sheets, write your subject, program, and identification number on each sheet.

有機化学 1/2

問1. 次の反応 (1) - (3) の空欄 **A** - **C** に該当する適切な化合物の構造式、および反応 (4) の空欄 **1** - **3** に該当する試薬の化学式をそれぞれ書きなさい。化合物の構造式は立体化学を明記すること (**A, B, C**: 各7点、**1, 2, 3**: 各3点)

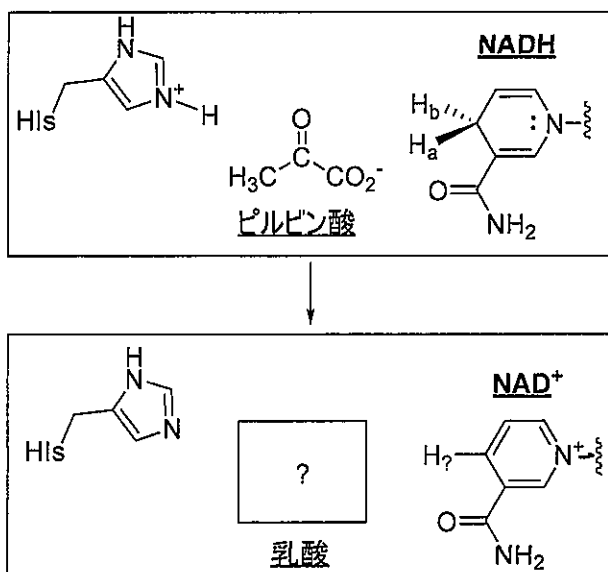


問2. 以下の (a) - (d) の二つの化合物をそれぞれ確実に見分ける方法とその根拠を述べなさい。どのような方法でもかまわないが、同じ手法は2度以上使用しないこと。また、すべての化合物を標品として使用できるものとする。(各5点)

- (a) リボースと2'-デオキシリボース
- (b) D-グルコースとD-マンノース
- (c) (*R*)-2-bromobutane と(*S*)-2-bromobutane
- (d) L-グルタミン酸ナトリウムとD-グルタミン酸ナトリウム

有機化学 2/2

問3. 筋肉の激しい運動に際して、ピルビン酸は乳酸デヒドロゲナーゼによって乳酸へと変換される。この反応は、下図に示す NADH の  $H_a$  と  $H_b$  のうち *pro-R* 水素の方がピルビン酸のカルボニル炭素原子に *Re* 面側から付加し、カルボニル酸素原子がヒスチジン残基からプロトンを受け取ることで乳酸と  $NAD^+$  が生成する。この反応における電子移動を、下図を参考にしながら巻矢印で表しなさい。ただし  $NAD^+$  と乳酸に  $H_a$  と  $H_b$  のいずれの水素が結合しているかを明示し、乳酸の構造式は絶対配置がわかるように書きなさい。(15点)



問4. ある芳香族化合物 ( $C_9H_{10}O_3$ ) の  $^1H$ NMR スペクトルは以下の様であった。予想される化合物 A の構造式とそのように予想した理由を述べなさい。(15点)

$^1H$  NMR (400 MHz,  $CDCl_3$ ):  $\delta$  7.98 (doublet, 2H), 6.90 (doublet, 2H), 3.87 (singlet, 3H), 3.84 (singlet 3H).

生物化学および酵素化学 1/3

次の6問のうちから4問を選択し、答えよ。

問1. 以下の説明が正しいものには○、誤りが含まれているものには、誤りであると判断した理由について説明せよ。(各4点)

- (1) pH の定義から水素イオン濃度が10倍増加した場合、pHは0.1上昇する。
- (2)  $\beta$  シートは平行/逆平行に並んだ $\beta$  ストランドが横方向に共有結合した構造である。
- (3) トレハロースは $\alpha$ -グルコースが1,1-グリコシド結合した還元糖である。
- (4) 膜タンパク質の膜貫通領域の構造は主に疎水性アミノ酸から構成されている。
- (5) 膜輸送機構である能動輸送では、濃度の高い側から濃度の低い側へ輸送タンパク質を介して輸送が行われる。

問2. 以下の酵素のEC番号のクラスにあたる数字を書き、そのクラスに分類される酵素群の特徴について説明せよ。(各5点)

- (1) トリプシン
- (2) アラニンラセマーゼ
- (3) ナトリウムイオントランスポーター
- (4) アルコールデヒドロゲナーゼ

問3. pH 8.0 の緩衝液を使用して調製したタンパク質混合溶液から目的タンパク質(等電点  $pI=6.5$ ) をイオン交換クロマトグラフィーにより精製する。カラムの担体に陰イオン交換体を用い、平衡化には pH 8.0 の緩衝液を使用した。溶出には塩化ナトリウムを緩衝液 (pH 8.0) に溶解した溶液を使用し、塩化ナトリウム濃度を 0.0 M から 5.0 M まで徐々に上昇させるグラジエント溶出を行った。その結果、目的タンパク質は塩化ナトリウム濃度が 2.3 M のときに溶出された。

- (1) イオン交換クロマトグラフィーの原理を次の語句を使用して説明せよ。(10点)  
【タンパク質の表面電荷・塩濃度・pH】
- (2) 溶出溶液 (pH 8.0) のときの目的タンパク質の溶出状況と比較して、溶出溶液 (pH 6.5) のときに、目的タンパク質を溶出させるのに必要な塩化ナトリウムの濃度はどのように変化するか、説明せよ。ただし、溶出溶液を pH 6.5 にした場合には、タンパク質混合溶液および担体の平衡化にも pH 6.5 の緩衝液を使用したものとする。(10点)

生物化学および酵素化学 2/3

問4. 酵素の性質に関する次の語句を説明せよ。(各5点)

- (1) ピンポン機構
- (2) 酵素における収斂進化
- (3) ホモトロピック酵素
- (4) ヒドロパシー値

問5. 表は光化学反応に関する過程とその標準酸化還元電位を示す。この表を参考にZ機構について説明せよ。(20点)

反応	$E^{\circ}$ (V)
$P700 + \text{光エネルギー} \rightarrow P700^*$	-1.2
$P680 + \text{光エネルギー} \rightarrow P680^*$	-0.8
$P700^+ + e^- \rightarrow P700$	0.5
$P680^+ + e^- \rightarrow P680$	1.2
$\text{チトクローム}b6/f(Fe^{3+}) + e^- \rightarrow \text{チトクローム}b6/f(Fe^{2+})$	-0.13
$NADP^+ + H^+ + 2e^- \rightarrow NADPH$	-0.32
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	0.82

生物化学および酵素化学 3/3

問6. pHがキシラナーゼの酵素活性に与える影響を図に示した。キシラナーゼはアミノ酸置換による酵素改良が研究されている。至適pHをアルカリ性側に移動させることで生じる産業利用上のメリットを図を参考に説明せよ。（6点）

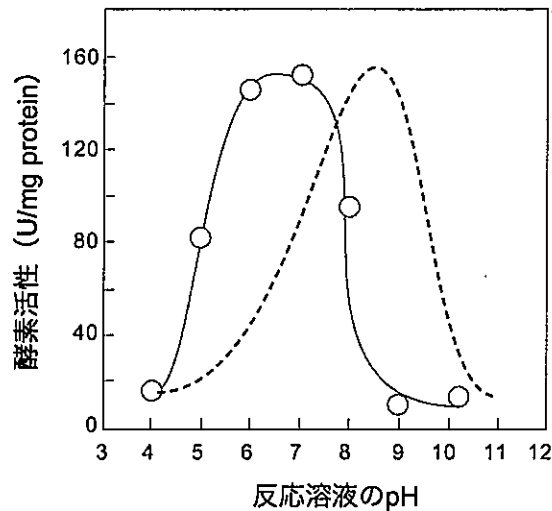


図 酵素反応時のpHがキシラナーゼの酵素活性に与える影響

実線は微生物由来のキシラナーゼの酵素活性の測定値を示す。点線は製紙工場での利用で最適と想定されるキシラナーゼの活性を示す。

また酵素の改良ではアミノ酸置換が活性に与える影響を調べて得られる基礎的なデータが重要である。以下に示すアミノ酸置換方法について説明し、そこから得られる知見が酵素の改良にどのように反映されるか、説明せよ（各7点）。

アミノ酸置換方法

- (1) alanine scanning
- (2) site scanning



分子生物学

問1. 以下の語句から3つを選択し、その特徴や構造・機能についてそれぞれ100字程度で説明しなさい。（8点×3）

- (1) フォトリアーゼ      (2) イムノブロット法      (3) ヒストンコード  
(4) ヌクレオソーム      (5) アクチンフィラメント      (6) ゲルシフトアッセイ

問2. 以下の各文について、内容が正しければ○を、誤っていればその理由を具体的に説明しなさい。（4点×4）

- (1) 緑色蛍光タンパク質（GFP）は細胞毒性が低いため、GFPとの融合タンパク質も細胞内で正常に機能する。
- (2) 真核生物の核ゲノムとオルガネラゲノムの遺伝子は共通のRNAポリメラーゼにより転写され、そのRNAポリメラーゼ遺伝子は核ゲノムにコードされている。
- (3) あるアミノ酸をコードしているコドンが終止コドンになってしまう変異のことを、サイレント変異と呼ぶ。
- (4) 二本鎖DNAの変性とは、短いDNAに断片化されることを指す。

問3. 以下の4題から2題を選択し解答しなさい。必要に応じて図表を用いても良い。（20点×2）

- (1) 大腸菌と酵母はいずれも単細胞微生物であるが、そのゲノム構造や遺伝子発現機構は大きく異なっている。①転写機構または転写装置、及び②翻訳機構または翻訳装置における大腸菌と酵母の違いを①②それぞれにおいて2つ以上挙げ、詳しく説明しなさい。
- (2) 植物または微生物における環境変化に応答した遺伝子発現制御について、環境認識や情報伝達に関わる因子の構造・機能的な特徴にも触れつつ、詳しく説明しなさい。
- (3) シロイヌナズナのある変異体では、核遺伝子XのDNA配列に1塩基置換（G→A）が起こっている。野生型と変異体からなる複数の個体群からジェノタイプングにより変異体を特定するためにはどのような実験を行えば良いか、詳しく説明しなさい。
- (4) 2種類のタンパク質AとBの間の相互作用を調べる方法を2つ以上挙げ、それぞれの原理や手法について詳しく説明しなさい。

生物資源利用学

以下の問いに答えなさい。

問1. 食品製造あるいは生物資源の利用に関する以下の（1）～（8）に示した語句の中から 6つ を選び、それぞれについて説明しなさい。

（各5点）

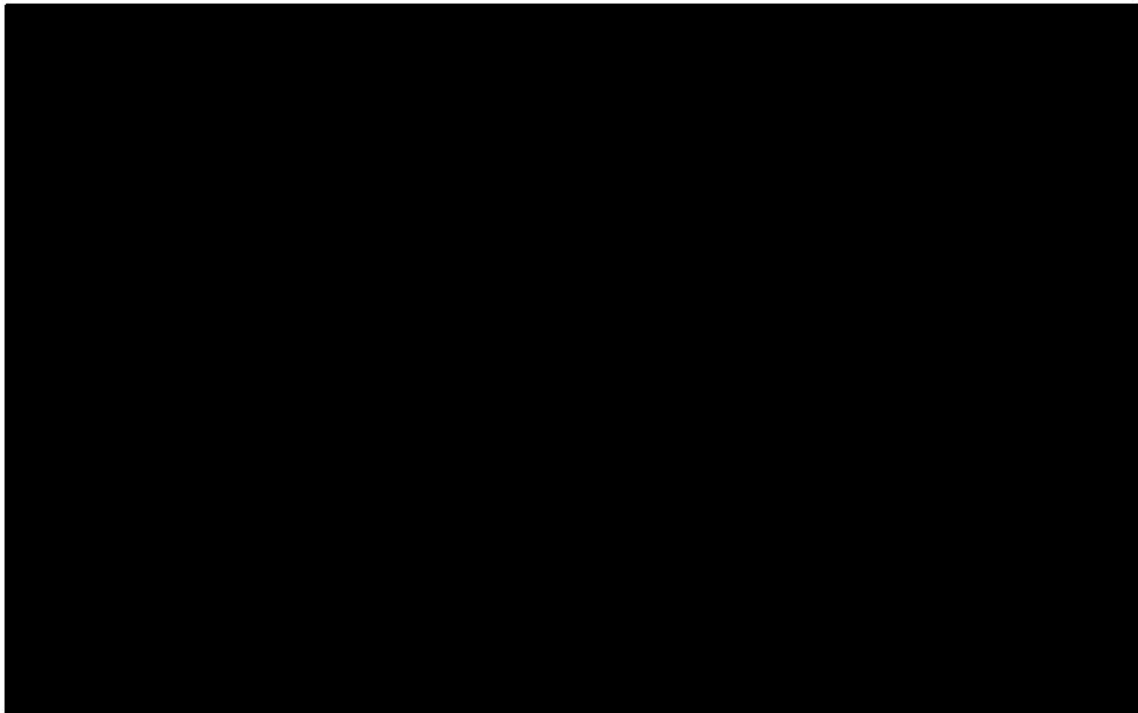
- (1) 乳化剤 (Emulsifier)
- (2) カップリングシュガー (Coupling sugar)
- (3) バイオリファイナリー (Bio-refinery)
- (4) 分離大豆タンパク
- (5) 超臨界流体 (超臨界ガス) 抽出法 (Supercritical Fluid Extraction)
- (6) ブリックス (Brix)
- (7) テオブロミン (Theobromine)
- (8) 必須脂肪酸 (Essential fatty acid)

問2. 以下の 4題から2題 を選択して答えなさい。（各25点）

- (1) ジャガイモおよびトウモロコシはともにデンプン製造の原料となるが、その製造方法は異なる。それぞれの原料からデンプンを製造する工程を各工程の意味とともに示しなさい。次に小麦より得られるデンプンと対比して、ジャガイモより得られるデンプンの特徴を述べなさい。
- (2) 紅茶および煎茶は同じ茶葉から作られるが、それぞれの製造工程が異なる。両者の製造工程を、各工程の意味とともにそれぞれ説明しなさい。次に、紅茶は酵素的褐変反応を利用した飲料と言えるが、食品によっては、褐変は消費者の購買意欲を下げ、商品価値を下げるため好ましくない場合もある。酵素的褐変反応を抑える手法を3つ説明しなさい。
- (3) ジャム類に属するジャムおよびゼリー、マーマレードの違いを説明しなさい。次に、ジャム類がゼリー化するために必要な因子とその条件について説明しなさい。さらにジャム類が長期間貯蔵できる理由を説明しなさい。
- (4) 近年、植物が作る香り成分の生合成系を明らかにし、その生合成系に関わる遺伝子を酵母などに導入して、食品製造の段階で香料を付与することがヨーロッパなどで行われている。植物が作る香り成分の生合成系に関わる遺伝子を調べる際、遺伝子の発現情報は重要な情報となる。遺伝子の発現量を調べる手法を1つ挙げて説明しなさい。

応用微生物学 1/2

問1. 次の図は清酒の製造工程を示したものである。これについて、以下の(1)～(4)に答えなさい。



千古乃岩酒造ホームページより転載 (<http://www.chigonoiwa.com/koutei.html>)

- (1) 麴に用いられる微生物の学名を答えなさい。(5点)
- (2) アに入る微生物の名前を答えなさい。(5点)
- (3) イに入る適切な語句を答えなさい。(5点)
- (4) ウの工程の名称を答え、この工程がなぜ必要か説明しなさい。(10点)

問2. 近年の腸内細菌に関する研究から、Firmicutes 門細菌や、ある種のメタン生成古細菌 (*Methanobrevibacter smithii*) が宿主の肥満に関与することがわかってきた。これら腸内微生物が、どのようなメカニズムで宿主の肥満に関与するのか説明しなさい。(15点)

問3. 次の文章を読み、以下の(1)～(4)に答えなさい。

微生物の生育・増殖は、個体が大きくなることではなく、集団中の細胞の数が増えることを意味する。細胞分裂の際に、1つの細胞は2つになる。これにかかる時間を世代時間というが、この間に細胞数と細胞質量も倍になる。一定の

応用微生物学 2/2

決まった時間の中に細胞数が倍になるパターンの増殖を示す時期を、**ア**期（log phase）という。しかし、培地中の必須栄養素が枯渇したり、自身の老廃物が蓄積するため、**ア**期も永久には続かない。**ア**期が終了すると、細胞は**イ**期（stationary phase）に入る。この**イ**期には細胞数の正味の増加・減少は起こらないが、エネルギー代謝や生合成は少ないながらも続けている。**イ**期に分裂する菌もいるが、同じ数だけ死んでいるので正味の細胞数の増加はない。遅かれ早かれ細胞は死滅期に入るが、その死には**ア**期の増殖の速さに比べるとずっと遅く、培養液中で数ヶ月から数年も生き続ける細胞もある。

- (1) 文章中の**ア**と**イ**にあてはまる、最も適切な語句をそれぞれ答えなさい。（2点×2）
- (2) **ア**期のある時間に好気性細菌 X の濁度（optical density）を測定すると、0.04 だった。24 時間後に同じ操作を繰り返したところ、濁度が大きすぎて測定できなかった。このため、培養液を 5 倍希釈して測定したところ 1.02 であった。この細菌 X の世代時間を求めなさい。計算の過程も示しなさい。（5 点）
- (3) 細菌 X が死滅期に入ったと思われたため、濁度を測定したが、**イ**期とほとんど変化がなかった。細菌 X が死滅期に入ったかどうか調べる、別の方法について述べなさい。（6 点）

問 4. 以下に示す微生物の特徴を、それぞれ 50～100 字程度で説明しなさい。（5 点×5）

- (a) *Staphylococcus aureus*
- (b) *Zygosaccharomyces rouxii*
- (c) *Rhizobium leguminosarum*
- (d) *Nitrobacter winogradskyi*
- (e) *Oenococcus oeni*

食品栄養学

- 問1. 血液中のグルコースの濃度を一定に保つために、肝臓ではどのような代謝調節が行われているかを説明しなさい。（15点）
- 問2. ナイアシンの欠乏症について述べ、生体内での役割について説明しなさい。（10点）
- 問3. デンプンの化学構造について説明し、セルロースとの違いについて説明しなさい。（10点）
- 問4. レシチンについて説明しなさい。（5点）
- 問5. ホルモンによる血中カルシウム濃度の調節機構について説明しなさい。（15点）
- 問6. 脂肪酸の生合成について説明しなさい。（15点）
- 問7. 食品成分を用いた動物および細胞実験に関わる、次の①・②の問題に答えなさい。
- ① 体重 (kg) あたり 1.5 g のグルコースをマウスに経口投与する実験を行う場合、150 mg/mL のグルコース溶液を体重 (g) あたり何  $\mu$ L 投与すればよいか答えなさい。（5点）
- ② 食品成分 A が細胞機能に及ぼす影響を調べるために、100 mM に調整した食品成分 A を 45 mL の培養培地に添加して、100  $\mu$ M 食品成分 A 含有培養培地を作製したい。何  $\mu$ L 添加すればよいか整数で答えなさい。（5点）