

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程
2022年10月入学及び2023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（化学）1/2

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5に答えなさい。

ただし、各元素の原子量は、C: 12.0, H: 1.0, O: 16.0, S: 32.0, Na: 23.0 とする。

- 問1 質量パーセント濃度 95.0%の濃硫酸の密度は 25°C で 1.84 g/cm^3 である。
この濃硫酸のモル濃度を求めなさい。
解答は小数点以下第一位まで求めること。（4点）
- 問2 問1の濃硫酸を水で希釈し、 2.0 mol/L の希硫酸を 500 mL 作りたい。
濃硫酸は何 mL 必要か。
解答は小数点以下第一位まで求めること。（4点）
- 問3 水酸化ナトリウム 0.04 g を水に溶かして 100 mL にした溶液の pH を求めなさい。ただし、温度は 25°C とする。（4点）
- 問4 問3の溶液を過不足なく中和するのに必要な、問2の希硫酸は何 mL か。
（4点）
- 問5 ホウレン草 5.0 g から抽出した溶液中のシュウ酸 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) を定量するために、硫酸酸性下で 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム (KMnO_4)（力価1）を加えたところ、過不足なく反応するのに 5.0 mL 要した。
ホウレン草中のシュウ酸含有率（質量%）を求めなさい。
ただし、ホウレン草からのシュウ酸抽出効率は100%と仮定して計算しなさい。（4点）

次頁に続く

応用生命化学領域（化学）2/2

【B】

グリセリン（プロパン-1,2,3-トリオール）に脂肪酸が結合したトリアシルグリセロール（A）を化学合成するため、次の実験操作を行った。

（操作）

グリセリン 1.0 g を反応容器にとり、20 mL のピリジン（塩基性溶媒）に溶解させた。この溶液に試薬（B）を少量ずつ加えて反応を行うと、分子量が異なる中間生成物（グリセリン誘導体）がいくつか確認された。

試薬（B）をさらに添加して反応を完結させた後、後処理と精製操作を行うと、目的とするトリアシルグリセロール（A）の乾燥固体が 7.6 g 得られた。

以下の問 1～問 4 に答えなさい。

ただし、各元素の原子量は、C: 12.0, H: 1.0, O: 16.0, Cl: 35.0 とする。

問1 B は炭素数 16 の直鎖飽和脂肪酸の誘導体で、塩素原子が 1 つ含まれている。この B の化合物名と構造式を答えなさい。（5 点）

問2 A の化合物名と構造式を答えなさい。（5 点）

問3 生じた中間生成物のうち分子量が異なる 2 種の化合物名と構造式を答えなさい。（5 点）

問4 この反応を完結させるのに必要な B の重量は何 g か。
計算過程とともに答えなさい。解答は小数点以下第一位まで求めること。
(5 点)

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程
2022年10月入学及び2023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.

分子生物学 1 / 2

問1. 以下の語句から3つを選択し、それぞれについて100字程度で説明しなさい。
(8点×3)

- (1) ジデオキシ法 (2) アグロバクテリウム (3) GU-AG 則
(4) 緊縮応答 (5) サプレッサー変異 (6) LC-MS 解析

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) DNAは約260 nmの波長の紫外線を最もよく吸収する性質を持つが、これは主にDNAを構成するデオキシリボースの環状構造の吸収によるものである。

(2) リボソームRNAとトランスファーRNAを除くすべてのRNAは、リボソームで翻訳され、タンパク質合成に用いられる。

(3) タンパク質の翻訳後修飾のうち、アミノ酸残基のリン酸化は、真核生物では知られていないが原核生物ではよく見られ、グリシンやアルギニンの側鎖にリン酸基が付加される。

(4) 同じ長さでコンフォメーションの異なるDNA分子を電気泳動によって分離すると、各分子の構造によって異なる移動度を示す。非常にコンパクトなスーパーコイル状の分子は最も速く、次いでニックが入った開環状の分子、そして直鎖状DNAが最もゆっくりと泳動される。

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) 植物に感染するDNAゲノムウィルスの遺伝子Xの発現の有無を逆転写PCRによって解析したい。検出には、感染した植物体から抽出したTotal RNAと、遺伝子XのORF内部に相補的なプライマーセットを用いる。ウィルス遺伝子Xに由来するmRNAであることを実証するためには、この実験においてどのようなコントロール(対照)をとるべきか。2つ以上挙げ、その理由とともに実験内容を具体的に説明しなさい。

(2) 目的遺伝子の機能を知る上で、生育に必須であるなどの理由で欠損株の取得が難しい場合は、遺伝子発現抑制株の利用が有効である。生物種(原核生物・真核生物のいずれでも構わない)を示した上で、その生物において遺伝子発現抑制株を取得し解析に用いる場合、どのような手法が利用できるか。少なくとも2つ以上の例を挙げ、遺伝子発現抑制の原理や抑制株の取得に至る実験方法を詳しく説明しなさい。

次頁に続く

分子生物学 2 / 2

問3. つづき

(3) 図1で示されたプラスミドAを大腸菌に導入し、その後大腸菌からプラスミドを再び精製した。得られたプラスミドを制限酵素 *EcoRI* で処理し、電気泳動により分離した結果、図2のようなバンドパターンが得られた。この結果から考えられることを述べるとともに、この次にどのような実験を行うべきか、説明しなさい。

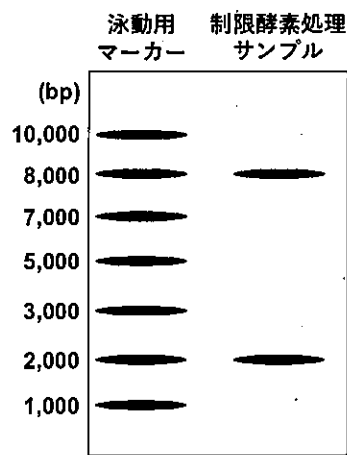
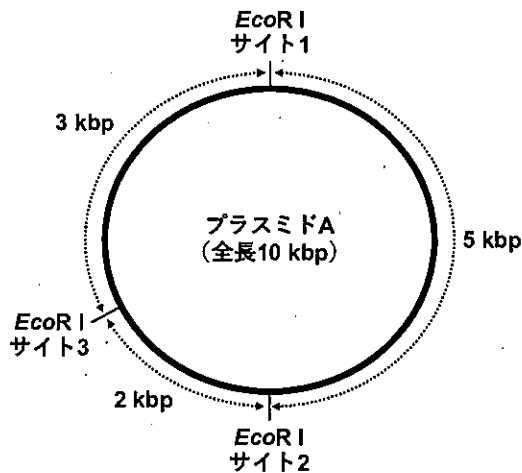


図1. プラスミドAにおける *EcoRI* の認識サイト

図2. 核酸電気泳動の結果

(4) ある真核生物が持つ遺伝子 A について、その機能を失った変異株を作出するために、ゲノム編集を行った。図3に示す位置に変異を導入できるように設計を行い、ゲノム編集株を作出したところ、ゲノム編集株 1~3 の3系統を得ることに成功した。それぞれのゲノム編集株では、図3に示すような遺伝子配列を持つことが判明した（図3に示された配列以外に変異はないものとする）。ゲノム編集株 1~3 についてどのような変異が導入されたのか、また今後の研究にいずれのゲノム編集株を用いるべきか、その理由とともにそれぞれ説明しなさい。

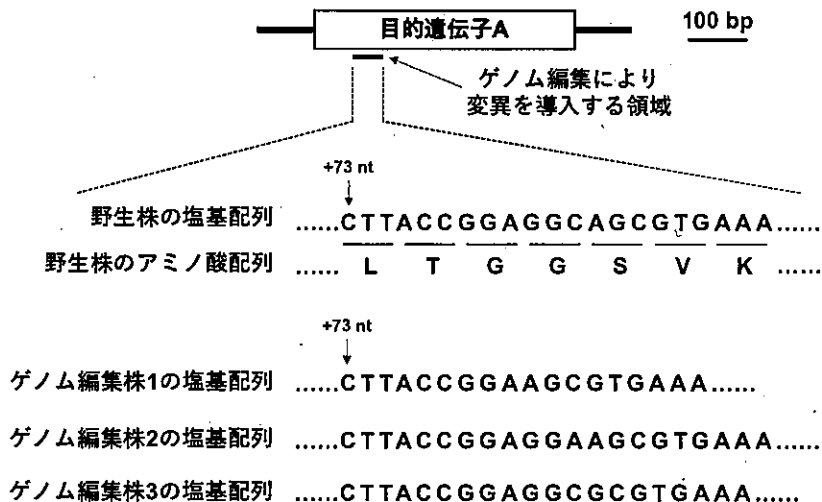


図3. ゲノム編集株のDNA配列

食品栄養学

問1. 次の問いに答えなさい。

- (1) 動物の生体内における炭水化物の消化・吸収について説明しなさい。(10点)
- (2) 動物の生体内におけるペントースリン酸経路の役割について説明しなさい。(10点)

問2. 次の問いに答えなさい。(各4点)

- (1) 食品中のたんぱく質の変性について説明しなさい。
- (2) D-グルコースのエピマーを2つ挙げなさい。
- (3) 食品中の結合水について説明しなさい。
- (4) 血液凝固に関与するビタミンを挙げなさい。
- (5) 欠乏すると脚気を引き起こすビタミンを挙げなさい。

問3. カイロミクロン (キロミクロン)、LDL、HDL について、それぞれの違いがわかるように説明しなさい。(20点)

問4. ケトン体について説明しなさい。(10点)

問5. 多種類の香辛料から、脂肪細胞における遺伝子 A の発現を抑制する香辛料を選抜するスクリーニング実験を計画した。この実験では、脂肪細胞を 24 well plate に 1.0×10^5 cells/mL で播種し、香辛料 1 種類につき 4 well の細胞 (n=4) を用いて実験を行う。

10 cm シャーレで培養していた脂肪細胞をトリプシンを用いて剥離し、チューブに回収して遠心分離を行った。上清を捨て、10 mL の培地を入れて懸濁後、懸濁液中の細胞密度を測定したところ、 8.5×10^5 cells/mL であった。

この細胞を希釈して 24 well plate に播種し、スクリーニング実験を行う場合、何種類の香辛料の評価が可能か。計算式または考え方とともに答えなさい。

ただし、24 well plate とは図のように 1 枚あたり 24 穴 (well) を有する培養容器をさし、1 well には 0.5 mL の細胞懸濁液を入れて細胞を播種するものとする。

また、操作過程での細胞の損失はないものとする。(10点)

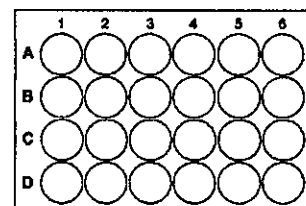
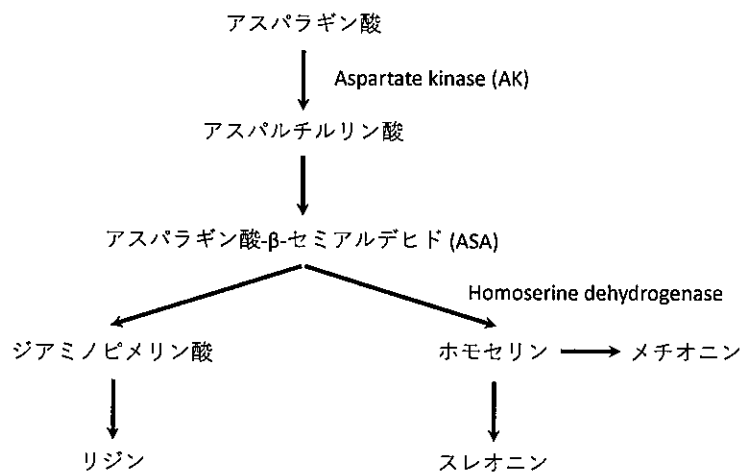


図 24 well plate

応用微生物学 1/2

問1. 次の文章を読み、以下の問い(1)~(4)に答えなさい。

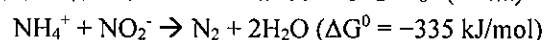
コリネ型細菌のアミノ酸生合成系では、以下の図のように、アスパラギン酸からアスパラギン酸-β-セミアルデヒド (ASA) を経て、枝分かれをした後にリジン、メチオニン、スレオニンが合成される。この際、アスパラギン酸をリン酸化する Aspartate kinase は、リジンとスレオニンの両方が存在すると、その酵素活性が阻害される。また、ASA からホモセリンを合成する Homoserine dehydrogenase の酵素活性は、スレオニンによって阻害される。



- (1) リジンを大量生産するために、ホモセリン要求変異株を取得することとした。この変異株のスクリーニング方法について説明しなさい。(5点)
- (2) ホモセリン要求変異株が、リジンを大量に生産できる理由を説明しなさい。(10点)
- (3) いま、リジンではなくスレオニンを大量に生産したい。この際、ASA からリジンへと代謝される経路を欠損させてもスレオニンの生産量は増加しない。その理由を説明しなさい。(5点)
- (4) スレオニンと構造がよく似た物質、α-アミノ-β-ヒドロキシ吉草酸 (AHV) を入手した。AHV を利用してスレオニンを大量に生産する方法を説明しなさい。(10点)

問2. 細菌の好気呼吸において、1分子のグルコースから最大で38分子のATPが生成する。このエネルギー収支を説明しなさい。ただし、1分子のNADHとFADH₂当たり、それぞれ10H⁺と6H⁺が細胞膜外に汲み出されるものとし、H⁺-ATPaseによる1分子のATP合成には3H⁺が消費されるものとする。(15点)

問3. 以下の反応を触媒する微生物について説明しなさい。(15点)



応用微生物学 2/2

問4. 以下に示す酵素やタンパク質のうち、4つを選択してそれぞれ50～100字程度で説明しなさい。(5点×4)

- (a) Glucose isomerase (Xylose isomerase)
- (b) Chymosin (Rennin)
- (c) Lysozyme
- (d) Cytochrome *c* peroxidase (Ccp)
- (e) Outer membrane cytochrome (Omc)
- (f) Hydrogenase

生物化学および酵素化学 1/2

次の6問のうちから4問を選択し、答えなさい。

問1. タンパク質を構成する20種のアミノ酸に関して以下の問いに答えなさい。

(1) 次の側鎖をもつアミノ酸の中から1つ選び、その名称および3文字表記を答えなさい。
(各4点)

- (a) 酸性側鎖
- (b) 塩基性側鎖
- (c) 芳香族側鎖
- (d) ヒドロキシ基を含む脂肪族側鎖

(2) (1) で回答したアミノ酸のうち親水性アミノ酸の名称を全て答えなさい。(4点)

問2. 化合物A、化合物Bを基質として、ミカエリス-メンテンの式に従う酵素の K_M 値と k_{cat} 値を求め、以下の結果を得た。ただし、酵素はモノマーとして存在し、1分子あたりの触媒部位は1ヶ所であるとする。(各5点)

基質	K_M (mM)	k_{cat} (s^{-1})
化合物A	0.1	1000
化合物B	1	2000

- (1) 化合物A、Bに対する酵素の触媒効率はどちらが高いか、理由をつけて説明しなさい。
- (2) 化合物A、Bに対する酵素の基質親和性はどちらが高いか、理由をつけて説明しなさい。
- (3) 酵素濃度が $1\ \mu\text{M}$ の時の、最大反応速度を計算しなさい。なお、単位は $\text{mM} \cdot \text{s}^{-1}$ として答えなさい。
- (4) 酵素濃度が $1\ \mu\text{M}$ 、化合物A、Bの濃度が $2\ \text{mM}$ の時の、反応速度を計算しなさい(小数点第2位まで)。なお、単位は $\text{mM} \cdot \text{s}^{-1}$ として答えなさい。

問3. 光化学系I (PSI) 複合体と光化学系II (PSII) 複合体に関する以下の問いに答えなさい。(各10点)

- (1) 両複合体の電子伝達経路について説明しなさい。
- (2) 両複合体の葉緑体チラコイド膜上での分布の特徴を説明し、電子伝達経路の視点からなぜそのような分布になるのか説明しなさい。

生物化学および酵素化学 2/2

問4. 制限酵素について以下の問いに答えなさい。

(1) 以下の文章に当てはまる語句を答えなさい。(各2点)

制限酵素が触媒する反応は、DNA 骨格のリン酸ジエステル結合を ア する反応である。この反応により生成物として、3'- イ 基と 5'- ウ 基をもつ二つの DNA 鎖が得られる。分子生物学実験においてよく利用されている制限酵素は、 エ と呼ばれる特定の塩基配列を、平滑末端または オ 末端となるように切断するクラス II 制限酵素である。

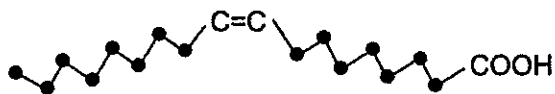
(2) 一般的なプライマーを用いて DNA 配列を PCR 増幅した場合と制限酵素で切断した場合での、5'末端の修飾の違いを説明しなさい。(10点)

問5. グルコース代謝の説明について正しいものは○、誤りが含まれているものは、誤りを説明しなさい。(各4点)

- (1) 解糖系ではグルコース1分子からNADH、ピルビン酸、ATPが2分子ずつ得られる。
- (2) グルコースがリン酸化されてグルコース6-リン酸となる反応は発エルゴン反応であり、ATPの加水分解によるエネルギーを必要としない。
- (3) 糖新生ではミトコンドリアでピルビン酸がカルボキシル化されオキサロ酢酸が合成される。
- (4) カルビン回路は光合成の暗反応であり、光エネルギーをATPとNADPHに変換する。
- (5) ペントースリン酸回路では核酸合成と脂肪酸合成に必須な物質を生産している。

問6. 脂質に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 図は、オレイン酸 (C₁₈Δ⁹c) を模式的に表したものである。この図に基づいて、リノール酸、α-リノレン酸の同様な模式図を書きなさい。(各3点)



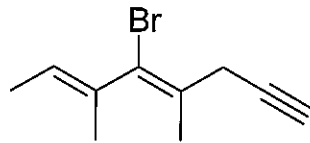
- (2) 脂質二重膜における極性脂質の反転拡散と水平拡散について説明しなさい。(各3点)
- (3) 葉緑体のチラコイド膜と包膜を構成する極性脂質の特徴について説明しなさい。(各4点)

有機化学 1/2

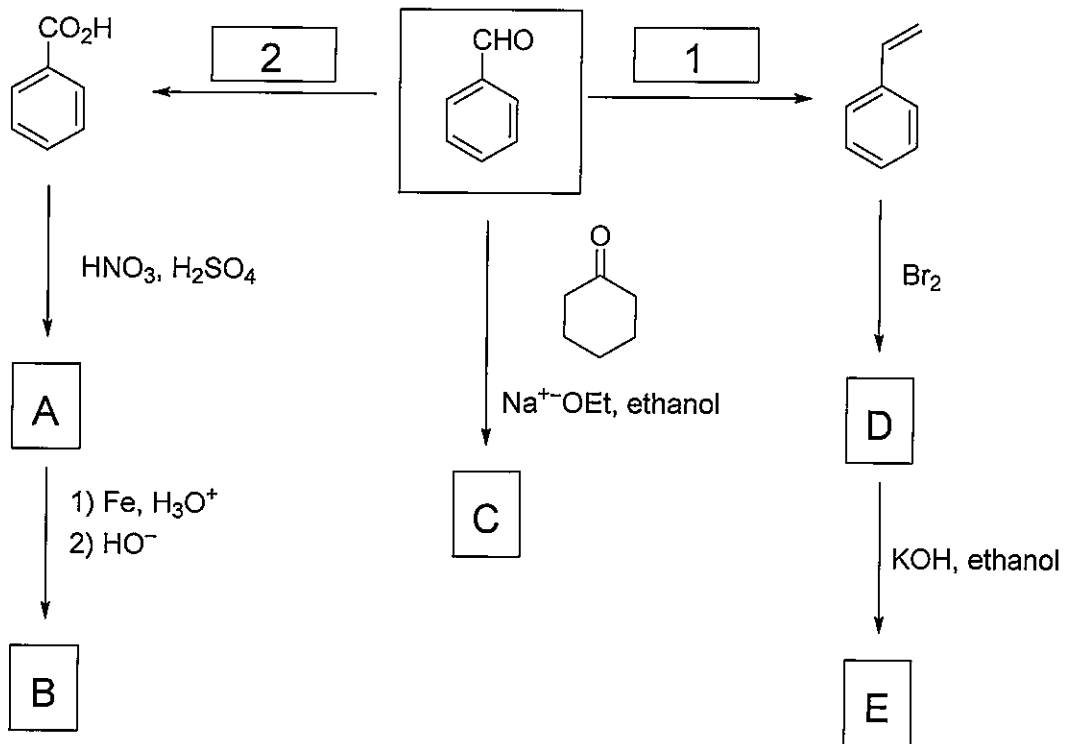
問1. 以下の (a), (b) それぞれについて、2つの化合物のうちどちらが強い酸かを理由とともに答えなさい。(各7点)

- (a) フェノールとメタノール
 (b) 酢酸とトリフルオロ酢酸

問2. 以下の化合物の IUPAC 名を書きなさい。(8点)



問3. 以下の反応の空欄 **A** - **E** に該当する化合物の構造式、および空欄 **1**, **2** に該当する試薬類をそれぞれ書きなさい。(各4点)



有機化学 2/2

問4. 配糖体の一種であるメチルアルブチンの合成法に関する文章を読み、以下の問い (a)–(c) に答えなさい。

1. D-グルコースをピリジン中で無水酢酸を作用させることで全てのヒドロキシ基をアセチル化して penta-O-acetyl-D-glucopyranose を得る。
2. penta-O-acetyl-D-glucopyranose を臭化水素で処理して化合物 1 に変換する。
3. 化合物 1 と *p*-メトキシフェノールを酸化銀 (I) と作用させて化合物 2 とし、化合物 2 の全てのアセチル基を除去するとメチルアルブチンが得られる。

- (a) 下線部の反応について、ヒドロキシ基を R-OH として反応機構を巻矢印で表しなさい。ただし、全てのヒドロキシ基の反応を表す必要はない。(8点)
- (b) 化合物 1 の ^1H NMR スペクトルを測定したところ、アノマー位と2位のプロトンのカップリング定数 ($J_{1,2}$) が 2 Hz であった。化合物 1 の構造を立体配置がわかるように書き、そのように考えた理由を述べなさい。(7点)
- (c) 化合物 2 の $J_{1,2}$ は 7.5 Hz であった。化合物 2 の構造を立体配置がわかるように書き、化合物 2 が生成した理由を反応化学の観点から述べなさい。(15点)

生物資源利用学

以下の問いに答えなさい。

問1. (1)～(8)から6つを選択し、それぞれに示した食品製造あるいは生物資源の利用に関する語句について説明しなさい。(各5点)

- (1) 乾性油と不乾性油 (Drying oil and Nondrying oil)
- (2) グルテニンとグリアジン (Glutenin and Gliadin)
- (3) アミノカルボニル反応とカラメル化反応 (Amino-carbonyl reaction and Caramelization)
- (4) プロバイオティクスとプレバイオティクス (Probiotics and Prebiotics)
- (5) 微生物の耐熱表示におけるD値、F値、Z値 (D value, F value, Z value)
- (6) バイオディーゼル (Bio Diesel)
- (7) カーボンニュートラル (Carbon neutrality)
- (8) サーマルリサイクルとケミカルリサイクル (Thermal recycle and Chemical recycle)

問2. 以下の5題から2題を選択して答えなさい。(各25点)

- (1) デンプンから90%果糖異性化糖を製造する工程を各工程の意味とともに説明しなさい。さらに「ぶどう糖果糖液糖」はどのようなものか説明しなさい。
- (2) 糖質系甘味料のうち糖アルコールに属するものを1つ、人工甘味料のうち非糖質系のを1つ挙げ、それぞれの甘味料の工業的製造工程を示し、さらにそれぞれの甘味料の特性について知ることを述べなさい。
- (3) フリーズドライとはどのようなものか、「固相、液相、気相、昇華」という言葉を用いて説明しなさい。食品加工におけるフリーズドライの利点と、問題点を述べなさい。また、凍り豆腐の作り方を示し、フリーズドライとの違いを説明しなさい。
- (4) カカオ豆からココア粉末を作る製造工程を、各製造工程の意味とともに説明しなさい。またその製造工程で分離されるカカオバターを利用した加工食品を1つ挙げ、その製造工程を、各製造工程の意味とともに説明しなさい。
- (5) 近年、有用物質の生産や基礎研究における機能未知遺伝子の機能解析のために、プロモーターを利用して遺伝子の発現量を増減させることがある。有用物質の生産や遺伝子の機能解析のために、植物の遺伝子組換え体を用いる場合に利用されるプロモーターの例を2つ挙げ、それぞれのプロモーターの特徴を説明しなさい。