

# 令和8年度 愛媛大学大学院農学研究科入学者選抜学力検査

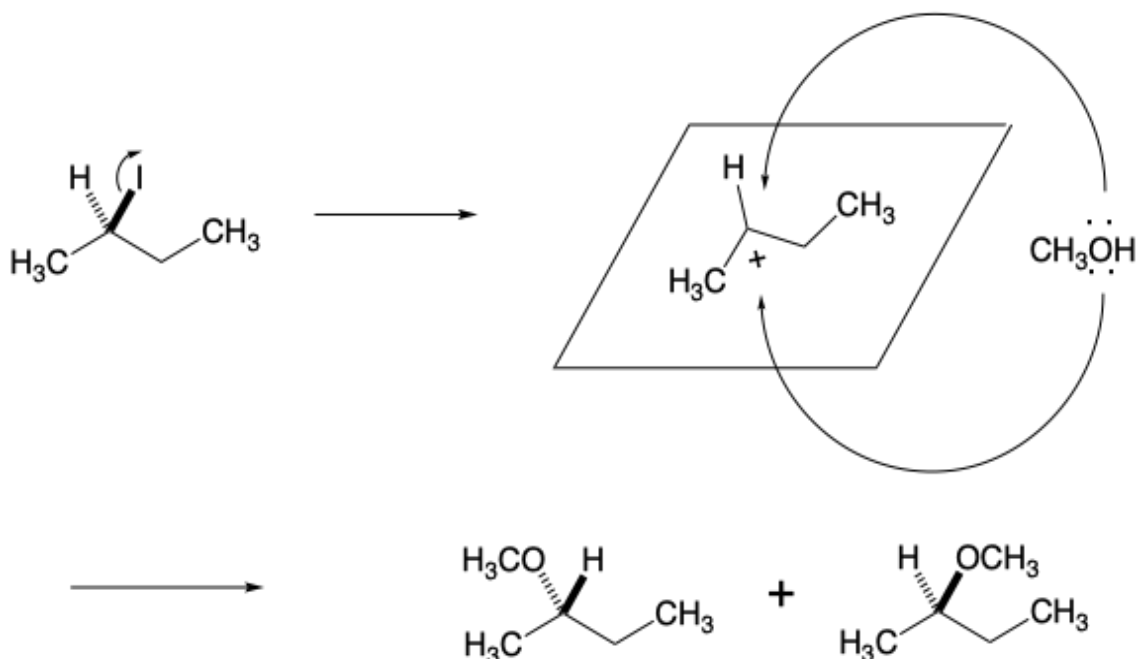
生命機能学専攻 応用生命化学コース 専門

生物有機化学教育分野

問1

正解又は解答例

脱離基として、脱離能が高いヨウ素を持つ2級ハロゲン化アルキルのプロトン性溶媒中での反応であるので、まず、脱離基の脱離が起こり、平面上に2級カルボカチオンが発生する。このカルボカチオンを面の上下から  $\text{CH}_3\text{OH}$  の酸素上の非共有電子対が攻撃する。従って、*R*体の2級ハロゲン化アルキルから、立体反転した *S*体及び、立体保持の *R*体の2-methoxybutane が得られる。



問2

正解又は解答例

1) 治療剤は病斑部位に直接散布する殺菌剤である一方、予防剤は病害が発生するのを未然に防ぐために散布する殺菌剤である。使用目的が異なることから散布のタイミングも異なっており、治療剤は発病後、予防剤は発病前に散布する。また、作用機構にも違いがあり、治療剤は細胞膜や細胞壁の生合成を阻害するなど病原菌に作用させるために浸透移行性を有するものが多い一方で、予防剤には、植物への菌糸の侵入を防ぐ目的で使用されるメラニン生合成阻害剤や植物の病害抵抗性を誘導する目的で使用される plant activator などが挙げられる。

2) RAC コードとは、薬剤の抵抗性対策委員会 Resistance Action Committee (RAC)が殺虫剤 (IRAC)、殺菌剤 (FRAC)、除草剤 (HRAC)を対象にそれぞれの作用機構ごとに分類

してナンバリングしたもので、農薬製品ラベルに記載されている。例えば、IRAC コード 1 は、神経系に作用するアセチルコリンエステラーゼ阻害剤のグループであり、カーバメート系 1A と有機リン系 1B とに細分化されている。交差抵抗性の出現可能性を低減させるため、抵抗性管理で必要なローテーションを組む際に、1A の次に使用する薬剤として同じ IRAC コードの 1B を使用するべきではなく、「作用機構が異なる」＝「違う IRAC コード」の薬剤を使用するべきであることを意味している。RAC コードは、農薬使用者である農業従事者が防除計画を立案する際に作用機構を知らなくても RAC コードで使用するべき農薬を選択できる利点がある。

## 天然物有機化学教育分野

### 問 1

#### 正解又は解答例

薬剤送達技術とは、特定の薬剤を生物に与える際に体内での振る舞いを想定して必要な場所に必要な量だけ届けるための技術である。薬剤そのものの分子構造を改良するプロドラッグや様々なカプセルで包むような工夫が含まれる。特に体内動態における分解や吸収に着目して見かけ上の効果量を最大化することが目指される。

### 問 2

#### 正解又は解答例

化学コミュニケーションは化学物質を媒介とした生物個体間の情報応答を指す。一例として昆虫の集合フェロモンがあげられる。食糧の発見時や外敵との遭遇時などといった特定の状況では、蝶やハチなどでは集合フェロモンとなる揮発性の化合物群を分泌・放出することで同種の個体を呼び寄せることができる。同様の物質でもより高濃度である場合などには警報フェロモンとして作用し、その場合には逆に同種の個体が忌避的な行動をとるようになる。

(解答では集合フェロモン以外についても該当例が示せていれば正解とする)

## 栄養科学教育分野

### 問 1.

#### 正解又は解答例

血中カルシウム濃度は狭い範囲に厳密に保たれている。血中カルシウム濃度が、わずかにでも低下すると、副甲状腺ホルモンの分泌が増加し、甲状腺からのカルシトニンの分泌は低下する。前者により骨吸収および腎臓でのカルシウムの再吸収が促進されるとともに腎臓での活性型ビタミン D の産生が増加し消化管からのカルシウム吸収が増加し、また、後者により骨形成が低下することにより血中カルシウム濃度が増加する。血中カルシウム濃度が増加すると、この逆の作用が生じ、血中カルシウム濃度が低下する。

### 問 2.

#### 正解又は解答例

インスリンは血糖値上昇に応答して膵島 B ( $\beta$ ) 細胞より分泌され、肝臓、筋肉、脂肪組織に働きかけ、グルコースの利用およびグリコーゲンとしての貯蔵、脂質としての貯蔵を促す。一方血糖値が低下すると、膵島 A ( $\alpha$ ) 細胞からグルカゴンが分泌され、肝臓、脂肪組織に働きかけ、グリコーゲンの分解、糖新生の促進、脂肪の動員が促される。また、グルココルチコイドが副腎皮質から分泌され、グルカゴンとも協力してアミノ酸からの糖新生を促す。また、アドレナリンが副腎髄質から分泌され、グルカゴンの分泌をさらに促すとともに肝臓や筋肉のグリコーゲン分解を促進する。

## 生化学教育分野

### 問 1.

#### 正解又は解答例

(1) 不可逆的阻害では、阻害剤が酵素と安定な共有結合を形成して、その機能を不活性化する。一方、可逆的阻害では、阻害剤は水素結合等の非共有結合力（弱い化学結合力）を介して酵素と相互作用し、その機能を阻害する。不可逆的阻害とは異なり、阻害剤は容易に遊離し、それによって酵素機能は復活する。

(2) 酵素 X： (アセチル) コリンエステラーゼ  
神経伝達物質 Y： アセチルコリン

### 問 2.

#### 正解又は解答例

タンパク質の立体構造は階層構造という概念で説明される。一次構造とは、20 種類の標準アミノ酸がペプチド結合したポリペプチド鎖の線状配列のことである。ペプチド結合の C-N 結合は二重結合性を帯びており自由に回転できないことが、取りうる構造に大きな制限を与えている。二次構造とは、ポリペプチド鎖が局所的にとる規則的構造のことであり、 $\alpha$ ヘリックスと  $\beta$  シートがある。主鎖の間の水素結合によって形成される。三次構造とは、二次構造がコンパクトに折りたたまれた構造のことで、主鎖だけでなく側鎖間の種々の相互作用によって形成される。折りたたみの組み合わせにはある程度のパターンが存在し、小規模な組み合わせをフォールド、大規模なものをドメインと呼ぶ。四次構造とは、複数の三次構造がサブユニットとして会合したものである。

アンフィンセンの実験では、まずリボヌクレアーゼ A を尿素とメルカプトエタノールによって完全に変性させた。この段階で、リボヌクレアーゼ A の天然構造の中に含まれるジスルフィド結合はすべて還元され、二次構造より上の階層構造は完全に失われた。こうしておいて尿素とメルカプトエタノールを除去したところ、リボヌクレアーゼ A の機能が回復したことから、天然構造が再生したと考えられる。これは、タンパク質の立体構造に関する情報は一次構造に書き込まれており、理論的にはアミノ酸配列から立体構造を予測できる可能性を示唆する。

## 微生物学教育分野

### 問 1.

#### 正解又は解答例

#### ① 醸造工程と関与する微生物の特徴

##### 1. 製麴工程

本工程の主目的は、発酵微生物への栄養供給や風味形成に関わる酵素類の獲得である。コウジカビ *Aspergillus oryzae* がこれら酵素生産に関わる代表的な微生物である。カビの代表的な特徴は、孢子周辺の形態とコロニーの着色が挙げられる。本菌は、中核となる頂囊から梗子および分生子が放射状に着生した形態、いわゆるアスペルジアと呼ばれる分生子構造を形成し、外観的には、分生子に起因する黄緑色から緑褐色のコロニーを形成する。

##### 2. 発酵工程（アルコール発酵）

製麴工程で産生した糖化酵素の働きによりデンプンから発酵性糖が得られる。この糖を、清酒酵母 *Saccharomyces cerevisiae* によってアルコールに変換させることが本工程の主な目的である。本菌は、子囊菌類に属する単細胞性の微生物であり、大きさ  $5\sim 10\mu\text{m}$  の球形もしくは楕円形で、増殖時期には出芽による娘細胞が観察される。

##### 3. 発酵工程（酢酸発酵）

アルコール発酵で産生したエタノールから酢酸を獲得することが主な目的である。この発酵には *Acetobacter aceti* が関わる。本菌はグラム陰性偏性好気性細菌であり、大きさ  $1\sim 2\mu\text{m}$  の桿菌で、細胞表層には運動性を有する鞭毛を形成する。

#### ② 微生物の代謝的特徴

最後の工程、すなわち *Acetobacter aceti* による酢酸発酵は一般的な発酵と異なり、好気環境下における代謝反応である。一般的な呼吸代謝（完全酸化）では、基質酸化により引き抜かれた電子が呼吸鎖に伝わり最終電子受容体である酸素を水に還元するとともに炭酸ガスの発生がみられるが、本菌の場合、基質は炭酸ガスに無機化されることはなく、酢酸が最終生成物として蓄積される。このことからこの代謝を「不完全酸化」あるいは「酸化発酵」と呼ぶ。

### 問 2.

#### 正解又は解答例

#### ① 関与する微生物名

- ・ *Clostridium perfringens*
- ・ *Clostridium botulinum*

## ② 特殊な細胞組織、特徴

1. 生育にとって不適な環境におかれると休眠細胞である孢子（芽胞）を形成する。これは細胞内に形成されることから内生孢子と呼ばれる。
2. 芽胞の構造は、外側から孢子殻、外膜、コルテックス、発芽細胞壁、孢子細胞膜、コアの順で構成されており、中心となるコアは水分活性が低く乾燥した環境であるとともに、その中にある DNA は酸可溶性低分子タンパク質（SASP）によって保護されている。
3. 芽胞は熱や乾燥、放射線、酸、アルカリ、薬剤など外的ストレスに対して高い耐性をもった細胞組織である。

## ③中毒のしくみ

### ・ *Clostridium perfringens*

大量調理される煮込み料理において事例が多い。土壌由来の細菌芽胞が付着した食材で加熱調理したケースにおいて、加熱調理後の温度低下時、およそ 45°C 近辺で発芽増殖が始まる。喫食後、本菌は腸管内で芽胞を形成する際に易熱性エンテロトキシンを生産する。結果として腹痛下痢等の症状があらわれるが、ほとんどの場合発症後 1～2 日で回復する。しかしながら、基礎疾患のある患者、特に子供や高齢者でまれに重症化することがある。

### ・ *Clostridium botulinum*

缶詰や真空パックした食品など容器包装詰低酸性食品において事例がある。食品に付着した芽胞は、好適な環境下で発芽増殖を開始し、同時にタンパク質性のボツリヌス毒素を生産する。いわゆるボツリヌス食中毒の原因菌であるが、この毒素を含む食品を食すと、悪心、嘔吐及び下痢など消化器系の症状があらわれ、悪化すると神経麻痺がみられるようになる。

## 発酵化学教育分野

### 問 1

#### 正解又は解答例

真正細菌は、細胞壁構造の違いによりグラム陽性菌とグラム陰性菌に大別される。

- ① グラム陽性菌は、厚いペプチドグリカン層からなる細胞壁を持ち、外膜を欠くことが特徴である。細胞壁中にはテイコ酸やリポテイコ酸が含まれ、細胞の形態維持や表面電荷に関与する。一方、グラム陰性菌は、薄いペプチドグリカン層を内膜と外膜の間（ペリプラズム空間）に持ち、さらに外側に外膜を有する。外膜にはリポ多糖（LPS）やポーリンが存在し、物質の透過を選択的に制御する。
- ② これらの違いはグラム染色によって判別される。グラム陽性菌は厚いペプチドグリカン層によりクリスタルバイオレット - ヨウ素複合体を保持し、脱色後も紫色に染色される。一方、グラム陰性菌は脱色により染料が流出し、対比染色によって赤色（またはピンク色）を呈する。

### 問 2

#### 正解又は解答例

活性汚泥法は、廃水中の有機物や窒素成分を、微生物群集の代謝活動によって除去する生物学的廃水処理法である。

- ① 活性汚泥中には、好気性の従属栄養細菌、硝化細菌、脱窒菌などの細菌を中心とした微生物群集が形成され、これらはフロック状の集合体を形成する。また、原生動物は細菌を捕食することで微生物群集の安定化や処理水の清澄化に寄与する。
- ② 廃水中の有機物は、主に従属栄養細菌によって取り込まれ、好気条件下での呼吸により二酸化炭素と水へと分解されるとともに、一部は微生物の細胞成分として同化される。これにより BOD や COD が低下する。窒素成分については、まずアンモニアが硝化細菌により亜硝酸、さらに硝酸へと酸化される（硝化）。次に、無酸素条件下で脱窒菌が硝酸を電子受容体として利用し、窒素ガスへ還元することで水系から除去される。

このように活性汚泥法は、微生物の多様な代謝機能を組み合わせることで、廃水中の有機物および窒素成分を効率的に分解・除去する技術である

## 動物細胞工学教育分野

### 問 1.

#### 正解又は解答例

保健機能食品制度とは、健康の保持・増進に役立つことを科学的根拠や表示ルールに基づいて示せる食品の制度である。安全性・機能性の表示を消費者庁が一定のルールで認め、消費者が適切に食品を選べるようにする仕組みであり、3つのカテゴリーがある。

①栄養機能食品：特定の栄養成分（ビタミン・ミネラル等 20 種類）について、国が定めた基準量を満たす食品であり、消費者庁に対する届出は不要であり、基準に適合すれば自己認証で表示できる。

②特定保健用食品：食品の持つ特定の保健効果（整腸、血圧、血糖、脂肪の吸収など）について、消費者庁長官の個別審査・許可を受けた食品である。科学的根拠としてヒト介入試験による評価が必須であり、安全性・有効性を国が審査する。

③機能性表示食品：2015 年から始まった制度であり、科学的根拠を事業者が自ら評価し、そのデータを消費者庁へ届け出る制度である。特定保健用食品とは異なり許可制ではないため、消費者庁による審査はない。科学的根拠としては、ヒト介入試験のデータ、または文献レビュー（システマティックレビュー）のいずれかで示す。

機能性食品の研究・開発は多くの企業や研究機関で行われている。動物細胞を用いた食品機能性の評価は、比較的簡便に実施することができるため、農産物や食品が持っている、食品の生体調節機能のスクリーニングや作用機構の解明に広く使用されている。例えば、ヒスタミンを内包した顆粒を含み、アレルギー誘発物質（アレルゲン）による抗原刺激により顆粒を放出する好塩基球やマスト細胞がある。これらの細胞は、アレルゲン刺激により顆粒を放出する。この現象を脱顆粒というが、脱顆粒により顆粒に内包されたヒスタミンが血管や粘膜を刺激することにより、くしゃみ、鼻水、発赤、血圧低下などのアレルギー症状を誘発する。好塩基球やマスト細胞による顆粒放出を抑制することができれば、アレルギー症状を緩和できる。脱顆粒を抑制する様々な食品成分が見出されており、例えば緑茶のカテキンや柑橘に含まれるノビレチン等のフラボノイド類がある。

### 問 2.

#### 正解又は解答例

動物細胞に普遍的に見られる主要な細胞小器官には、小胞体、ゴルジ体、リソソーム、ミトコンドリアが挙げられる。

小胞体の機能として、脂質の合成やカルシウムイオンの貯蔵が挙げられる。特に、リソソームが結合した小胞体は粗面小胞体と呼ばれ、タンパク質合成に関与する。小胞体で合成された脂質やタンパク質は、輸送小胞によってゴルジ体へと運ばれる。

ゴルジ体の機能として、小胞体から受け取った脂質やタンパク質を小胞に積載し、細胞膜、リソソーム、あるいは細胞外分泌など、さまざまな最終目的地へと仕分け・輸送する

役割が挙げられる。また、タンパク質に対して糖鎖付加などの翻訳後修飾を行う。

リソソームの機能として、細胞内消化が挙げられる。リソソームは多数の酸性加水分解酵素を含んでおり、エンドサイトーシス、ファゴサイトーシス、オートファジーなどによって形成された小胞と融合し、その内容物を分解する。

ミトコンドリアの機能として、エネルギーを必要とする細胞内反応に用いられる ATP の産生が挙げられる。クエン酸回路などで生成された還元型補酵素から電子が電子伝達系へと受け渡され、その過程で形成されるプロトン濃度勾配を利用して、酸化的リン酸化により ADP が ATP へと変換される。

## 遺伝子制御工学教育分野

### 問 1.

#### 正解又は解答例

宿主が持つべき性質は以下の3点である。

1. 制限系の欠如：目的遺伝子の分解を避けるために大腸菌が持つ外来遺伝子の分解システムである制限系を欠如させた株を使用する。大腸菌 K-12 株では *hsd* 遺伝子により規定される EcoK 制限系，*mcr* 遺伝子による Mcr 制限系，および *mrr* 遺伝子による Mrr 制限系が知られる。
2. 組換え系の欠如：大腸菌内での遺伝子組換えを避けるために組換え反応に関わる *rec* 遺伝子群を欠損させることが望ましく，特に *recA* 遺伝子欠損が重要である。
3. タンパク質分解系の欠如：発現した目的タンパク質の分解を避けるために、*lon* 株等，タンパク質分解酵素の欠損株を使用する。

### 問 2.

#### 正解又は解答例

PCR 法による DNA 断片の増幅では，耐熱性の DNA ポリメラーゼを使用する。

増幅したい 2 本鎖 DNA の 5' および 3' 末端にアニールするプライマーをそれぞれ準備し、鋳型 DNA，デオキシリボヌクレオチド，耐熱性 DNA ポリメラーゼ等とともにチューブに入れ，以下の反応を行う。

1. DNA を 95°C 付近まで加熱し，鋳型 2 本鎖 DNA を熱変性により 1 本鎖に分離する
  2. 温度を 50~60°C まで下げ、プライマーをアニーリングさせる
  3. 温度を 72°C 付近に上昇させ、DNA ポリメラーゼによる DNA 伸長反応を行わせる
- 1~3 の過程を n 回繰り返すことにより、理論上目的 DNA 断片が  $2^n$  倍に増幅される。

## 細胞分子機能学教育分野

### 問 1

#### 正解又は解答例

(1) 核は、二層の核膜により包まれており、核膜は、小胞体と連結している。核膜には、核内で起きる生命現象にとって必要なタンパク質や、低分子を通すための核膜孔が存在し、核膜孔は、タンパク質因子によりバスケットボールのゴール様の構造をしている。

(2) 核の内部では、染色体の複製・転写・スプライシング・tRNA の修飾・リボソームの組立・DNA の修復・クロマチン構造の変化、等がおきる。

### 問 2

#### 正解又は解答例

(1) 「セントラルドグマ」とは、クリックによって提唱された遺伝子の流れについての概念であり、遺伝情報の流れが、DNA から RNA を介してタンパク質の順に伝達される。

(2) タンパク質は、正しい場所に至り、正しい構造をとって初めて機能を発揮することができる。さらに、タンパク質の中には、機能を発現するまでにリン酸化、アシル化、グルコシル化、ユビキチン化などの分子修飾を受けるものもある。

## 地域健康栄養学

### 問 1.

#### 正解又は解答例

- ・ 食事記録法はきちんと記録がとれていれば、摂取量の絶対値も正確とされている食事調査方法の一つである。
- ・ ただし、記録期間中の飲食をすべて記録するため対象者の負担は大きい。
- ・ また食事摂取量は個人内変動が大きいため、1日など短い期間ではその影響が大きく、個人の習慣的な摂取量を反映しない可能性も考えられる。
- ・ 食事記録法は我が国の国民健康・栄養調査で用いられている。

### 問 2.

#### 正解又は解答例

(1)	統計解析名 マンホイットニーの U 検定 (ウィルコクソンの順位和検定)
	理由 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 血糖値は連続値でありかつ正規分布を示さないため、要約統計量を示す場合は、中央値が望ましい。</li><li>・ 2 群間の中央値の差の検定の代表的な分析方法はマンホイットニーの U 検定 (ウィルコクソンの順位和検定) であり、この分析方法を用いることで 2 群間の中央値の差を比較することで、コーヒーを飲むグループ・飲まないグループの血糖値の比較ができる。</li></ul>
(2)	統計解析名 ① カイ二乗検定 ② t 検定 (マンホイットニーの U 検定)
	理由 <ul style="list-style-type: none"><li>① 糖尿病型の有無を集計する場合は、割合で示すことが一般的であり、割合の差の検定の代表例としてカイ二乗検定が挙げられる。(1) 同様コーヒーを飲む群・飲まない群に分けて分析することでカイ二乗検定を実施することができる。</li><li>② 糖尿病型の有無の 2 群の、コーヒーの飲用量 (ml/日) の平均値を比較する t 検定 (中央値を比較するマンホイットニーの U 検定) を実施することも、コーヒーの飲用量と糖尿病型の有無の関連を分析することができる。</li></ul>