

令和 8 年度 九州大学大学院生物資源環境科学府  
修士課程一般入試問題

科 目 名：専門科目  
専 攻：生命機能科学  
教育コース：システム生物学  
研 究 分 野：微生物工学

注意

1. 「解答はじめ」の合図があるまで問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は 9 枚（表紙を含む）あります。試験開始後、まずすべての用紙がそろっていることを確認しなさい。
3. 解答のスペースが足りないときには、裏を使用しなさい。

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

問題 1. 以下の文章を読んで、下記の問 1～問 5 に答えよ。

細菌は、長径および短径が数（ A ）程度の単細胞の原核生物であり、<sup>(1)</sup>その染色性の違いから、グラム陽性細菌とグラム陰性細菌に分類できる。 いずれにおいても、細胞を包む細胞質膜とそれに囲まれた細胞質、細胞質膜の外側にある細胞壁が基本的な構造の単位である。細胞質膜は、ホスファチジルエタノールアミンなどの（ ① ）を主要成分とした脂質二重層である。細胞壁は糖鎖とペプチド鎖からなる（ ② ）を基本的な構造としており、その厚さはグラム陽性細菌で数十（ B ）程度、グラム陰性細菌で数（ B ）程度である。グラム陰性細菌では、この（ ② ）層の外側に脂質二重層の外膜が存在し、外膜と細胞質膜の間の空間は（ ③ ）と呼ばれる。外膜の内側の脂質層と（ ② ）層は（ ④ ）によってつながれており、外膜の外側には<sup>(2)</sup>リポ多糖（lipopolysaccharide, LPS）と呼ばれる構造が存在する。

問 1. 空欄 A, B にそれぞれ当てはまる長さの単位を答えよ。

問 2. 空欄①～④それぞれ当てはまる言葉を答えよ。

問 3. 下線（1）に関して、グラム染色による陽性細菌と陰性細菌の染色性の違いについて、2～3 行程度で説明せよ。

問 4. 一般に、グラム陽性細菌は浸透圧の変化などの物理的ストレスに強く、グラム陰性細菌は抗生物質などの薬剤に対する抵抗性が強い。その理由を細胞表層構造の違いの観点から、2～3 行程度で説明せよ。

問 5. 下線（2）に関して、リポ多糖が我々ヒトに及ぼす影響について、2～3 行程度で説明せよ。

解答は次頁に記述

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

---

問題 1 解答欄

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

---

問題 2. 微生物の代謝について，下記の問 1～問 4 に答えよ．

問 1. 好気呼吸と嫌気呼吸について，共通点と相違点を計 2～3 行程度で説明せよ．

問 2. 嫌気呼吸と発酵について，共通点と相違点を計 2～3 行程度で説明せよ．

問 3. 一次代謝と二次代謝について，各代謝物の例を挙げて計 2～3 行程度で説明せよ．

問 4. 基質 A から中間代謝物 B を経て最終産物 C を生じ，A から B への反応の酵素活性が最終産物 C によって低下する代謝経路がある．このような調節機構は何と呼ばれるかを答えよ．また，この場合に，最終産物 C を大量に発酵生産するにはどのような方法があるかを説明せよ．

解答は次頁に記述

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

---

問題 2 解答欄

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

問題 3. 以下の文章を読んで、下記の問 1～問 4 に答えよ。  $\ln 10 = 2.3$  として、有効数字 2 桁で答えなさい。  
比増殖速度  $\mu = 2.0 \text{ [h}^{-1}\text{]}$  の乳酸菌を増殖制限基質をグルコースとする培地 1 リットル(L)に  $10^3$  個(cell)を接種して培養を開始した。3 h の誘導期を経て対数増殖が始まった。その後、 $10^{11}$  cells/L の菌密度になるまで対数増殖を続けた後、増殖が停止した。なお、この乳酸菌のグルコースに対する基質親和性  $K_s$  は限りなく小さいものとする。

問 1. この培養における、菌密度(cells/L)の時間変化の様子を、片対数グラフで示しなさい。

問 2. このような培養法を何と呼ぶか、以下の選択肢から一つ選んで答えなさい。

流加培養、連続培養、回分培養、回文培養、集積培養

問 3. 菌の増殖を停止させず継続させるために、増殖制限基質であるグルコースを添加したが、菌のさらなる増殖は観察されなかった。考えられる理由を述べなさい。

問 4. この培養において、培養条件を改変して生産性を上げるための方法として、ふさわしいものを下記の説明からすべて選び、番号で答えなさい（複数回答可）。

- (1) 接種する菌体数を増やす。
- (2) 前培養において対数増殖期にある菌体を接種することで、誘導期を短くする。
- (3) 培地のグルコース濃度を高くする。
- (4) 酸素を散気管より供給する。

解答は次頁に記述

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

---

問題 3 解答欄

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

問題 4. 連続培養について、下記の問 1～問 3 に答えよ。

- 問 1. ケモスタット連続培養のシステムを模式図を書いて説明しなさい。図には、流量(flow rate) $F$ ，流入基質濃度  $S_0$ ，培養槽実用量  $V$ ，細胞濃度  $X$ ，槽内基質濃度(=流出基質濃度) $S$  を書き込むこと。
- 問 2. 上記のシステムにおいての定常状態を数式で表しなさい。数式には、培養槽の菌体濃度の変化速度 ( $dX/dt$ )，培養槽内における単位実容量あたりの菌体増殖速度 ( $dX/dt$ )<sub>g</sub>，流量  $F$ ，培養槽実容量  $V$  を用いなさい。
- 問 3. 連続培養の問題点および適用例に関する下記の説明のうち、誤っているものをすべて選び、番号で答えなさい（複数回答可）。
1. 培養装置の構成が複雑で、また培養時間が長期化することから、雑菌汚染のリスクが高く、純粋培養を長期維持するのが困難である。
  2. 培養時間の長期化から、細菌の分裂回数が多くなり、細菌の変異のリスクが高まる。そして、変異株の倍化時間が野生株に比べて長い場合は、変異株が優勢して増殖してしまう。
  3. アルコール発酵や有機酸発酵においては、生産物が雑菌汚染のリスクを回避しながら連続培養が行える。
  4. 炭酸塩などの無機炭素源を利用する独立栄養細菌を培養する場合は、従属栄養細菌の汚染に特に注意する必要がある。

解答は次頁に記述

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

---

問題 4 解答欄

## <解答例>

### 令和 8 年度 九州大学大学院生物資源環境科学府 修士課程一般入試問題

科 目 名：専門科目  
専 攻：生命機能科学  
教育コース：システム生物学  
研 究 分 野：微生物工学

#### 注意

1. 「解答はじめ」の合図があるまで問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は 9 枚（表紙を含む）あります。試験開始後、まずすべての用紙がそろっていることを確認しなさい。
3. 解答のスペースが足りないときには、裏を使用しなさい。

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

## 問題 1 解答欄

問 1. 空欄 A, B にそれぞれ当てはまる長さの単位を答えよ.

A  $\mu\text{m}$  B nm

問 2. 空欄①～④それぞれ当てはまる言葉を答えよ.

①リン脂質 ②ペプチドグリカン ③ペリプラズム ④リポタンパク質

問 3. 下線 (1) に関して, グラム染色による陽性細菌と陰性細菌の染色性の違いについて, 2～3 行程度で説明せよ.

グラム陽性細菌はクリスタルバイオレットで染色され (ヨウ素と複合体を形成し), アルコールで脱色されず, 紫色を示す. グラム陰性細菌ではクリスタルバイオレットがアルコールで脱色され, サフラニンで再染色され, ピンク色 (赤～橙色) を示す.

問 4. 一般に, グラム陽性細菌は浸透圧の変化などの物理的ストレスに強く, グラム陰性細菌は抗生物質などの薬剤に対する抵抗性が強い. その理由を細胞表層構造の違いの観点から, 2～3 行程度で説明せよ.

グラム陽性細菌は厚く固いペプチドグリカン層を有するため, 物理的ストレスに強い. 一方, グラム陰性細菌は最も外側に存在する外膜が透過を遮断するため, 薬剤への抵抗性が強い. (ペリプラズム内の酵素の働きなど)

問 5. 下線 (2) に関して, リボ多糖が我々に及ぼす影響について, 2～3 行程度で説明せよ.

感染防御に有効な免疫反応を活性化するが, 過剰な反応によって炎症を引き起こして種々の疾患の原因となることがある. その程度は O 抗原糖鎖の構造によって大きく異なる.

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

---

問題 2. 微生物の代謝について，下記の問 1～問 4 に答えよ．

問 1. 好気呼吸と嫌気呼吸について，共通点と相違点を計 2～3 行程度で説明せよ．

問 2. 嫌気呼吸と発酵について，共通点と相違点を計 2～3 行程度で説明せよ．

問 3. 一次代謝と二次代謝について，各代謝物の例を挙げて計 2～3 行程度で説明せよ．

問 4. 基質 A から中間代謝物 B を経て最終産物 C を生じ，A から B への反応の酵素活性が最終産物 C によって低下する代謝経路がある．このような調節機構は何と呼ばれるかを答えよ．また，この場合に，最終産物 C を大量に発酵生産するにはどのような方法があるかを説明せよ．

解答は次頁に記述

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

## 問題 2 解答欄

問 1. 好気呼吸と嫌気呼吸について、共通点と相違点を 2～3 行程度で説明せよ。

電子伝達系および酸化リン酸化を利用して ATP を合成する点は共通しているが、好気呼吸では酸素を、嫌気呼吸では酸素以外の酸化化合物を最終電子受容体として利用する点で異なる。

問 2. 嫌気呼吸と発酵について、共通点と相違点を 2～3 行程度で説明せよ。

酸素を利用せずに ATP を合成する点で共通しているが、嫌気呼吸では基質レベルのリン酸化に加えて電子伝達系および酸化リン酸化を利用して ATP を合成する一方、発酵では基質レベルのリン酸化のみで ATP を合成する。

問 3. 一次代謝と二次代謝について、各代謝物の例を挙げて 2～3 行程度で説明せよ。

生育に必須なアミノ酸や脂質などの化合物を生み出すための代謝を一次代謝と言う。一方、生育に必須ではない抗生物質などを合成する代謝を二次代謝と言う。

問 4. 基質 A から中間代謝物 B を経て最終産物 C を生じ、A から B への反応の酵素活性が最終産物 C によって低下する代謝経路がある。このような調節機構は何と呼ばれるかを答えよ。また、この場合に、最終産物 C を大量に発酵生産するにはどのような方法があるかを説明せよ。

このような調節機構は、フィードバック阻害と呼ばれる。

最終産物 C を大量に得るには、アナログ耐性変異株の取得によるフィードバック阻害の解除や、最終産物 C の培養系外への除去によるフィードバック阻害の回避が有効である。

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

問題 3. 以下の文章を読んで、下記の問 1～問 4 に答えよ。  $\ln 10 = 2.3$  として、有効数字 2 桁で答えなさい。  
比増殖速度  $\mu = 2.0 \text{ [h}^{-1}\text{]}$  の乳酸菌を増殖制限基質をグルコースとする培地 1 リットル(L)に  $10^3$  個(cell)を接種して培養を開始した。3 h の誘導期を経て対数増殖が始まった。その後、 $10^{11}$  cells/L の菌密度になるまで対数増殖を続けた後、増殖が停止した。なお、この乳酸菌のグルコースに対する基質親和性  $K_s$  は限りなく小さいものとする。

問 5. この培養における菌密度(cells/L)の時間変化の様子を片対数グラフで示しなさい。

問 6. このような培養法を何と呼ぶか、以下の選択肢から一つ選んで答えなさい。

流加培養、連続培養、回分培養、回文培養、集積培養

問 7. 菌の増殖を停止させず継続させるために、増殖制限基質であるグルコースを添加したが、菌のさらなる増殖は観察されなかった。考えられる理由を述べなさい。

問 8. この培養において、培養条件を改変して生産性を上げるための方法として、ふさわしいものを下記の説明からすべて選び、番号で答えなさい（複数回答可）。

- (5) 接種する菌体数を増やす。
- (6) 前培養において対数増殖期にある菌体を接種することで、誘導期を短くする。
- (7) 培地のグルコース濃度を高くする。
- (8) 酸素を散気管より供給する。

解答は次頁に記述

|          |           |
|----------|-----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号 (自筆) |
| 微生物工学    |           |

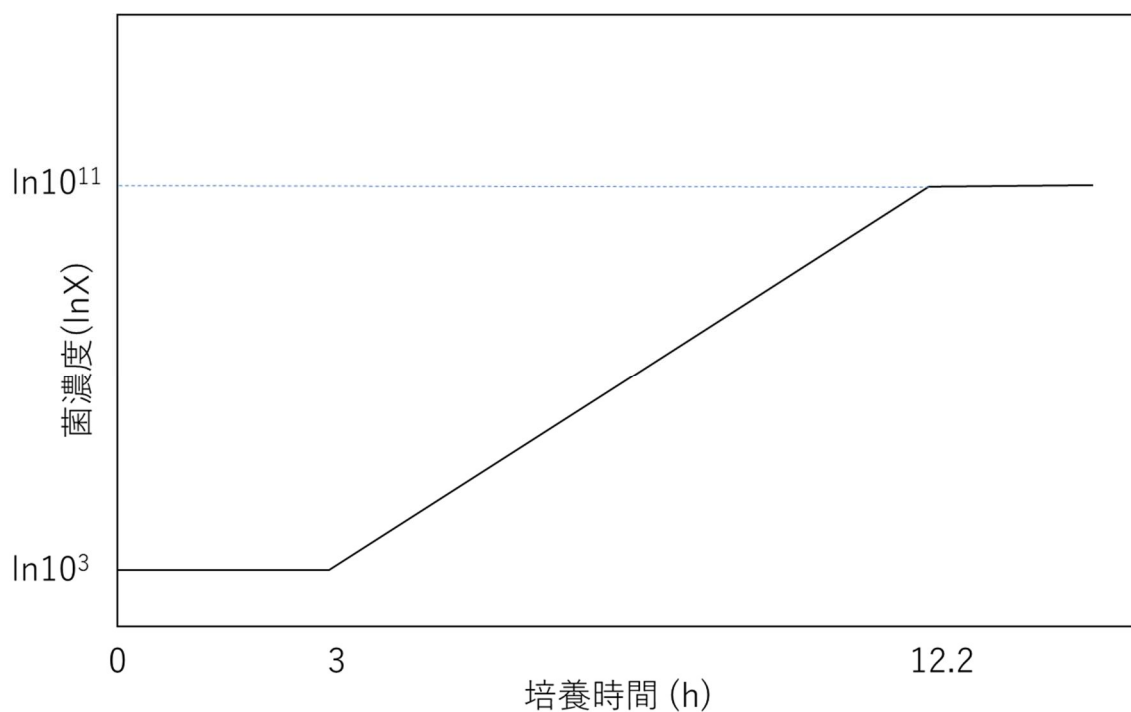
問題 3 解答欄

問1.

$$\ln X = \mu t_1 + \ln X_0$$

$$\text{より } t_1 = (\ln X - \ln X_0) / \mu$$

$$t_1 = (\ln X / X_0) / \mu = \ln 10^8 / \mu = 8 \ln 10 / 2 = 8 \times 2.3 / 2 = 9.2$$



問2. 回分培養

問3. 乳酸菌自身が乳酸を生産し、菌が増殖することができない有機酸酸性条件となり、菌の増殖が停止しているので、グルコースを新たに加えても増殖は起こらない。

問4. (1), (2)

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

問題 4. 連続培養について、下記の問 1～問 3 に答えよ。

問 4. ケモスタット連続培養のシステムを模式図を書いて説明しなさい。図には、流量(flow rate) $F$ ，流入基質濃度  $S_0$ ，培養槽実用量  $V$ ，細胞濃度  $X$ ，槽内基質濃度(=流出基質濃度) $S$  を書き込むこと。

問 5. 上記のシステムにおいての定常状態を数式で表しなさい。数式には、培養槽の菌体濃度の変化速度 ( $dX/dt$ )，培養槽内における単位実容量あたりの菌体増殖速度 ( $dX/dt$ )<sub>g</sub>，流量  $F$ ，培養槽実容量  $V$  を用いなさい。

問 6. 連続培養の問題点および適用例に関する下記の説明のうち、誤っているものをすべて選び、番号で答えなさい（複数回答可）。

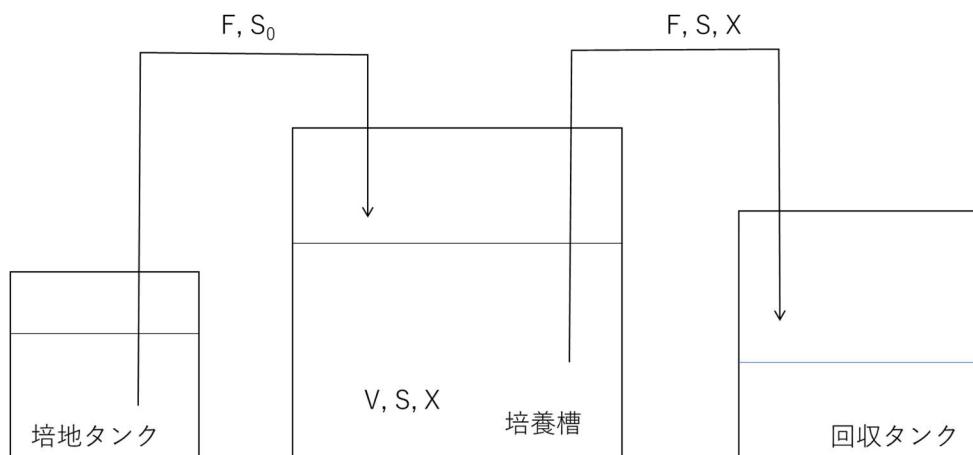
5. 培養装置の構成が複雑で、また培養時間が長期化することから、雑菌汚染のリスクが高く、純粋培養を長期維持するのが困難である。
6. 培養時間の長期化から、細菌の分裂回数が多くなり、細菌の変異のリスクが高まる。そして、変異株の倍化時間が野生株に比べて長い場合は、変異株が優勢して増殖してしまう。
7. アルコール発酵や有機酸発酵においては、生産物が雑菌汚染のリスクを回避しながら連続培養が行える。
8. 炭酸塩などの無機炭素源を利用する独立栄養細菌を培養する場合は、従属栄養細菌の汚染に特に注意する必要がある。

解答は次頁に記述

|          |          |
|----------|----------|
| 第一志望研究分野 | 受験番号（自筆） |
| 微生物工学    |          |

問題 4 解答欄

問 1. ケモスタット連続培養のシステムを模式図を書いて説明しなさい。図には，流量  $F$ ，流入基質濃度  $S_0$ ，培養槽実用量  $V$ ，細胞濃度  $X$ ，槽内基質濃度(=流出基質濃度) $S$  を書き込むこと。



問 2.

$$(dX/dt)V = (dX/dt)_g V - FX$$

問 3. (2), (4)

# 出題意図

令和 8 年度 九州大学大学院生物資源環境科学府  
修士課程一般入試問題

科 目 名：専門科目  
専 攻：生命機能科学  
教育コース：システム生物学  
研 究 分 野：微生物工学

## 注意

1. 「解答はじめ」の合図があるまで問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は 7 枚（表紙を含む）あります。試験開始後、まずすべての用紙がそろっていることを確認しなさい。
3. 解答のスペースが足りないときには、裏を使用しなさい。

問題 1. 細菌の大きさや表層構造、分類についての理解を問う。

問題 2. 微生物の代謝について、とくにエネルギー代謝や物質生産に関わる代謝についての理解を問う。

問題 3. 微生物の増殖について、基本的な概念、つまり分裂による増殖における比増殖速度と世代時間の関係、基質消費と細胞増殖の関係、さらには基質による増殖阻害について微生物工学的な理解を問う。

問題 4. 微生物の連続培養法について、システムとその原理について、微生物工学的な理解を問う。