

受験番号	M						
------	---	--	--	--	--	--	--

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
 生物工学プログラム 入学試験問題

専 門 科 目 I

2025 年 8 月 26 日 9:00～10:30

注 意 事 項

(1) 以下の用紙が配付されているので、確認しなさい。

問題用紙（表紙を含む）	8 枚
解答用紙（表紙を含む）	7 枚
下書用紙	1 枚

(2) すべての指定された枠に受験番号を記入しなさい。

(3) 専門科目 I は、生物化学工学、微生物学、バイオテクノロジー基礎 I、およびバイオテクノロジー基礎 II の 4 科目である。

この中から 2 科目を選択して解答しなさい（3 科目以上を解答しても得点には加えない）。

ただし、広島大学工学部第三類生物工学プログラムを卒業（見込み）の者は、生物化学工学および微生物学を選択すること。上記以外の者は、生物化学工学、微生物学、バイオテクノロジー基礎 I、バイオテクノロジー基礎 II の 4 科目から任意の 2 科目を選択すること。

選択した科目を○で囲みなさい。

科目	生物化学工学	微生物学	バイオテクノロジー基礎 I	バイオテクノロジー基礎 II

(4) 試験終了後、解答用紙および下書用紙を提出すること。問題用紙は持ち帰ること。

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目

専門科目 I

生物化学工学

問題 1. 以下の問いに答えよ。

- 1) ある微生物を 0.10 g-乾燥菌体/L を初発菌体濃度として、8.0 g/L のグルコースを炭素源とする天然培地で培養した。菌体は遅延なく対数増殖した。培養開始後 24 時間で 3.5 g/L の菌体を得られ、0.80 g/L グルコースが培地中に残存した。本培養において、菌体増殖の維持定数が 0.080 g-グルコース/g-乾燥菌体/h であるとき、真の増殖収率 Y_G は、以下の手順で計算できる。なお必要であれば以下の値を用いよ。 $\ln(2)=0.69$, $\ln(3)=1.10$, $\ln(5)=1.61$, $\ln(7)=1.95$, $\ln(11)=2.40$

(1) この培養におけるグルコースに対する増殖収率 $Y_{X/S}$ を計算せよ。

(2) この培養における微生物の比増殖速度を計算せよ。

(3) この培養における微生物のグルコースの比消費速度を計算せよ。

(4) この培養における菌体増殖の維持定数を用いてグルコースに対する真の増殖収率 Y_G を計算せよ。

(5) この微生物発酵液の 120℃での加熱滅菌における熱死滅速度定数 k_d は 0.50 min^{-1} であった。全ての菌体が生細胞であり、細胞形状が同一と仮定して、生菌数 1.0%以下とするために必要な 120℃での加熱滅菌時間を計算せよ。

- 2) ある微生物を、天然培地を用いグルコースを基質として好気培養したところ、菌体以外に生産物は生成せず、次のデータを得た。

- ・消費グルコースに対する増殖収率 ($Y_{X/S}$) = 90 g-乾燥菌体/mol-グルコース
- ・消費酸素に対する増殖収率 ($Y_{X/O}$) = 25 g-乾燥菌体/mol- O_2
- ・基質レベルのリン酸化による ATP 生成収率 ($Y_{ATP/S}$) = 2.0 mol-ATP/mol-グルコース
- ・消費酸素一原子あたりの酸化的リン酸化による ATP 生成量 ($R_{P/O}$) = 0.90 mol-ATP/mol-O

これらのデータを用い、以下の手順にて ATP 基準の増殖収率 Y_{ATP} を求める。

(1) 単位グルコース消費量当たりの酸素消費量 ($R_{O/S}$) を計算せよ。

(2) 酸化的リン酸化によりグルコース 1 モルから生成する ATP 量を計算せよ。

(3) この培養における Y_{ATP} を計算せよ。

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目	専門科目 I
------	--------

生物化学工学

問題 2. 10 L の培地量を仕込んだ発酵槽，グルコースを唯一の炭素源とした最少培地を用い，完全好気条件下，ある微生物のケモスタット連続培養を実施した。ここで，制限基質はグルコースとし，投入新鮮培地のグルコース濃度 (S_{in}) は 12 g/L とした。本微生物の増殖収率 ($Y_{X/S}$) は 0.50 g-乾燥菌体/g-グルコース，最大比増殖速度 (μ_{max}) は 0.80 h^{-1} であるとして，次の問いに答えよ。

- 1) 微生物の比増殖速度に対するグルコース濃度の影響をモノーの式で表せるとして，定常状態での培養液中の希釈率 (D) を，グルコース濃度 (S)， μ_{max} ，飽和定数 (K_S) を用いて記せ。
- 2) S_{in} ， S ，および $Y_{X/S}$ を用いて発酵槽内の菌体濃度 (X) を表す式を記せ。
- 3) 培養において， $D=0.40 \text{ h}^{-1}$ の時 $X=5.0 \text{ g/L}$ であった。 K_S を計算せよ。
- 4) 3) の条件において，100 時間連続培養したときに得られる全菌体量を計算せよ。なお，培養槽にある培養液の菌体は考慮しないこと。
- 5) この培養において，どの希釈率においても，溶存酸素濃度をゼロ以上とするために最低限必要な培地容積当たりの酸素供給速度 (dC/dt) を計算せよ。ここで， C は培地中の溶存酸素濃度である。また，本微生物の比酸素消費速度 (q_{O_2}) は $10 \text{ mmol-O}_2/\text{g-乾燥菌体/h}$ である。

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目

専門科目 I

微生物学

問題 1. 微生物の増殖や呼吸、抗生物質に関する問いに答えなさい。

- 1) 微生物の増殖(菌数や菌量の増加など)を測定する方法には直接的なものと間接的なものがある。それぞれの手法を一つずつ簡潔に答えなさい。
- 2) 下表に示す微生物は酸素がない嫌気条件下で呼吸することができる。それぞれの微生物において、最終電子受容体として使われる物質を選択肢から選んで答えなさい。また、これらの微生物は偏性嫌気性菌、通性嫌気性菌のいずれであるか答えなさい。

微生物	大腸菌	デスルホビブリオ 属細菌	メタン生成菌	デハロコッコイデス 属細菌
最終電子受容体				
嫌気性菌の種類				

最終電子受容体の選択肢：硝酸塩、硫酸塩、二酸化炭素、有機ハロゲン化物、フマル酸

- 3) ペニシリンとストレプトマイシンは抗生物質として知られる。それぞれの作用機作を説明しなさい。

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
 生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目	専門科目Ⅰ
------	-------

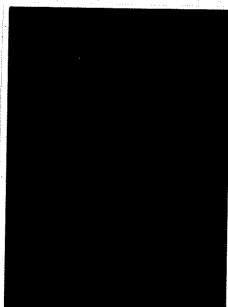
微生物学

問題 2. 下記の各微生物群の形態，学名，分類について答えなさい。(a) 形態と(b) 学名については，下記の選択肢からそれぞれ一つずつ選び，記号で答えなさい。(c) 分類については真核生物，原核生物のどちらか，また原核生物の場合はグラム陽性かグラム陰性かを記載しなさい。

微生物群	コリネ型細菌	大腸菌	糸状菌	酵母	ブドウ球菌	放線菌
(a) 形態						
(b) 学名						
(c) 分類						

(a) の選択肢

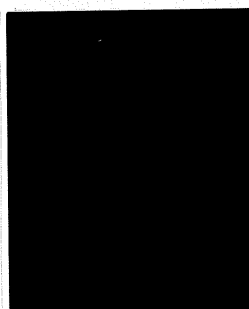
い.



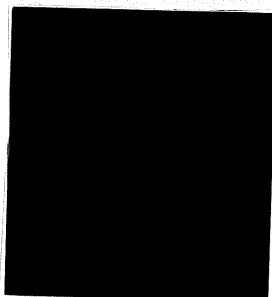
ろ.



は.



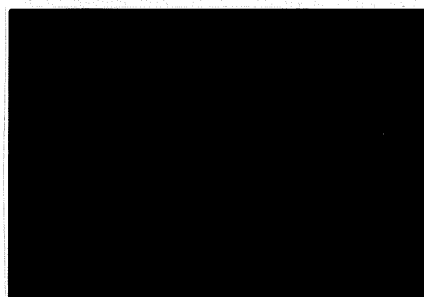
に.



ほ.



へ.



(出典：い～ほ：微生物学-地球と健康を守る- 坂本順司著，へ： <https://atlas.actino.jp>)

(b) の選択肢

ア. *Staphylococcus aureus* イ. *Saccharomyces cerevisiae* ウ. *Streptomyces coelicolor*

エ. *Escherichia coli* オ. *Aspergillus oryzae* カ. *Corynebacterium glutamicum*

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目	専門科目 I
------	--------

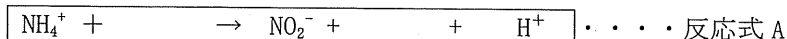
微生物学

問題 3. 資源循環に関わる微生物について下記の問いに答えなさい。

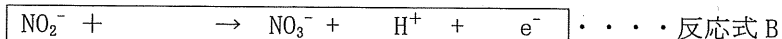
1) 窒素の循環は次の 3 つの群の微生物がそれぞれ重要な役割を担っている。下記の a~c にあてはまる言葉を答えなさい。また、反応式 A, B については空欄の化学式や係数を埋めて完成させなさい。ただし、完全アンモニア酸化微生物 (Comammox) は除外して回答すること。

動物の死骸や排泄物などの有機物が分解されるとアンモニア（アンモニウム NH_4^+ ）を生じる。 NH_4^+ は植物に吸収される他に（ a ）菌によって硝酸塩となる。硝酸塩は（ b ）菌により窒素ガス N_2 に還元する。 N_2 は反応性が低いので、動植物は直接利用できないが、（ c ）菌がアンモニアに還元しアミノ酸を生成する。

（ a ）にはアンモニア酸化と亜硝酸酸化の 2 段階の反応があり、それぞれの反応を担う偏性好気性菌が自然界で共存して硝酸塩を生成する。アンモニア酸化細菌またはアンモニア酸化古細菌は NH_4^+ を NO_2^- に酸化する独立栄養生物であり、



の反応を担う。亜硝酸酸化細菌は NO_2^- を NO_3^- に酸化し、



の反応を行い、得られた電子が呼吸鎖を流れてエネルギー獲得に寄与する。

2) 炭素循環において二酸化炭素の吸収には植物の他に微生物による光合成が挙げられる。紅色硫黄細菌の光合成における明反応と暗反応についてそれぞれどのような反応か、簡潔に説明しなさい。なお、明反応では酸素発生の有無、暗反応では中心となる酵素名も含めて説明しなさい。

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目

専門科目Ⅰ

バイオテクノロジー基礎Ⅰ

問題

2024 年のノーベル化学賞は「コンピューターや AI を用いたタンパク質の設計と構造予測技術の開発」に対して授与された。これらの技術がバイオテクノロジーの発展に及ぼす影響についてのあなたの考えを述べよ。

広島大学大学院統合生命科学研究科 博士課程前期一般入試（一次）
生物工学プログラム 入学試験問題

試験科目

専門科目 I

バイオテクノロジー基礎 II

問題

新型コロナウイルスワクチンで知られるようになった核酸医薬についての将来性や課題など，あなたの考えを自由に述べよ。