

令和9年度

試験名:学群編入学

【生命環境学群 生物資源学類】

区 分	標準的な解答例又は出題意図
問題 1	【出題意図】 アドミッション・ポリシーに基づき生物資源学類で学ぶために必要な基礎学力と語学力を評価する。取り扱う現象を理解する基礎として、その実施条件に関する記述を読解し、理解力、基本的な学力（生物、化学に関する知識）と表現力を問う設問である。
設問 1	核酸の構造とタンパク質合成過程について、基礎的な知識を問う問題である。 【解答】 1. エステル 2. ホスホジエステル（リン酸ジエステル） 3. 水素 4. 転写 5. 翻訳
設問 2	ヌクレオチドの種類と化学構造に関する知識から考察する推理力を問う問題である。 【解答】 ク
設問 3	物質量を理解し、正しく計算する能力を問う問題である。 【解答】 遺伝子 A の DNA 1mol あたりの質量は $300 \times 660 = 198,000 \text{ (g/mol)}$ 従って溶液中のモル濃度は $0.2 \text{ (}\mu\text{g/}\mu\text{L)} / 198,000 \text{ (g/mol)} = 1.01 \times 10^{-6} \text{ (mol/L).}$ 分子の個数濃度は、 $1.01 \times 10^{-6} \text{ (mol/L)} \times 6 \times 10^{23} \text{ (個/mol)} = 6.06 \times 10^{17} \text{ (個/L)}$ $= 6.06 \times 10^{11} \text{ (個/}\mu\text{L)}$ よって 6.06×10^{11} (個/μL)
設問 4	コドン表を正確に理解し、考察する推理力を問う問題である。 【解答例】 (1) メチオニン (2) プロリン, トレオニン, アラニン, グリシン (3) 1 (番目) 理由: コドンの 1 番目の塩基に対応する DNA の一塩基置換では、ロイシンのように別のアミノ酸を指定するコドンに変化しないことがあるが、2 番目の場合は、別のアミノ酸を指定するコドンに必ず変化するため。 [95 字]

問題 2

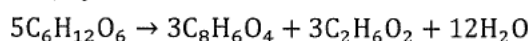
【出題意図】

アドミッション・ポリシーに基づき生物資源学類で学ぶために必要な数学、物理、化学に関する学力を評価する。菌の探索から同定に至る一連の研究プロセスを例として、数学的な裏付けに基づいて、取り扱う現象を物理化学の観点から総合的に評価するとともに、生物学の観点から論証する力を問う設問である。

設問 1

【解答例】

PET の分解物である TPA と EG は、分子量が示している通り、それぞれテレフタル酸 ($C_8H_6O_4$)、エチレングリコール ($C_2H_6O_2$) である。テレフタル酸とエチレングリコールは、PET の繰り返し単位から 1 対 1 のモル比で生じる。これら 1 モルずつの炭素数の合計とグルコースの炭素数を考慮すると、全体的な変換反応式は以下のようになる。



すなわち、1 mol のグルコースから 0.6 mol のテレフタル酸とエチレングリコールが合成されるとみなせる ($C_6H_{12}O_6 \rightarrow \frac{3}{5}C_8H_6O_4 + \frac{3}{5}C_2H_6O_2 + \frac{12}{5}H_2O$)。

この反応の反応 Gibbs エネルギーの分、グルコースから取り出せる最大仕事 (総エネルギー) は変化する。

ここで、反応 Gibbs エネルギーは次のように計算される。

$$\begin{aligned}\Delta_r G &= \Delta_r H - T\Delta_r S \\ &= 0.6 \times (-816) + 0.6 \times (-392) + 2.4 \times (-286) - (-1274) \\ &\quad - 298 \times (0.6 \times 180 + 0.6 \times 167 + 2.4 \times 69.9 - 212) \times 10^{-3} \\ &= -186 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

$\Delta_r G < 0$ であり、この変換反応によって既にエネルギー (仕事) が取り出されているため、PET の分解物を代謝して得られるエネルギーはグルコース代謝によるエネルギーよりも少ないと評価できる。

設問 2

【解答例】

細胞の増殖速度 $\frac{dN(t)}{dt}$ がその時点での細胞数 $N(t)$ に比例するならば、次の式が成り立つ。

$$\frac{dN(t)}{dt} = \mu N(t)$$

この微分方程式を解くと

$$\begin{aligned}\frac{dN(t)}{N(t)} &= \mu dt \\ \int \frac{dN(t)}{N(t)} &= \int \mu dt \\ \ln \frac{N(t)}{N(0)} &= \mu t \\ N(t) &= N(0)e^{\mu t}\end{aligned}$$

コロニーの面積 S が細胞数に比例すると仮定すると、コロニー直径 $d(t)$ と培養

時間の関係は

$$S = \pi \left(\frac{d(t)}{2} \right)^2 = kN(t) = kN(0)e^{\mu t}$$

より

$$d(t) = 2 \sqrt{\frac{kN(0)}{\pi}} e^{\frac{\mu}{2}t}$$

となり、増殖速度定数 μ に依存して、時間の経過とともに指数関数的に大きくなる。

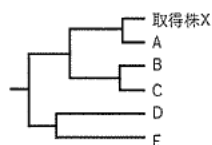
このようにコロニー直径は、増殖速度定数を反映したものであるが、PET 分解活性と関係するものであるとするためには、以下の条件が満たされる必要がある。

1. PET 分解酵素による PET の低分子化プロセスが、微生物増殖に関わる他のプロセスよりも遅い「律速段階」であることが必要であり、分解物の細胞内への取り込みや、その後の細胞内での代謝がどの微生物株でも十分に速く、株間で差がないこと。
2. 1つの細胞のサイズに大きな差がないこと。
3. 培養開始時点における初期細胞数に大きな違いがないこと。
4. 分裂を開始するまでの遅滞期（ラグ期）の長さに株間で大きな差がないこと

【解答例】

16S rRNA は、原核生物のリボソーム 30S 小サブユニットを構成する主要な RNA であり、タンパク質の生合成において不可欠な役割を担っているため、変異しにくい保存領域がある。一方で、変異しやすい超可変領域も含む。これらの領域を比較し相同率などを評価することで、近縁種から遠縁種まで広範な系統関係の推定が可能となり、その結果に基づいて微生物の分類を行うことができる。

相同率のデータから次のような系統樹が考えられる。



相同率および系統樹から、取得株 X は既存株 A に最も近縁であり、同じ属に属すると推定できる。また、B と C は同一種であると推定できる。D と E は互いに別の属であり、かつ A・X の属や B (C) の属とも異なる属であると推定できる。