

科目記号	科目名
I	海洋生物工学

出題番号 271, 272, 281, 282, 291, 292, 301, 302 の計 8 題から、4 題を選択して解答しなさい。

解答用紙には、科目記号・科目名、出題番号を記入すること。

出題内容：海洋生物工学

出題番号 271

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

細胞に含まれる物質のうちアミノ酸と単糖に着目すると、両者の共通点として不斉炭素（ $\alpha$ 炭素）原子を分子中にもつことがあげられる。また、異なる点のひとつとして、アミノ酸は両性イオンとしての性質をもつ。それゆえに a アミノ酸の解離の状態は溶液中の pH によって異なる。また、アミノ酸は直鎖状に連なることにより、b 酵素やホルモンなどの c 機能タンパク質として働くことができる。

- (1) 下線部 a について、酸性領域、中性、アルカリ性領域のそれぞれにおいてアラニンがどのような解離の状態をとるかそれぞれ化学式を用いて示しなさい。(5 点)
- (2) 下線部 b のようなタンパク質を構成している各アミノ酸は、アミノ酸残基と呼ばれる。なぜ、このような場合、「アミノ酸」が「残った基」と呼称されるのか説明しなさい。(10 点)
- (3) 下線部 c のようなタンパク質の構造や性状を詳細に研究するためには、多くのタンパク質混合溶液から目的のタンパク質を単離する必要がある。タンパク質を分画するためには、その性質に応じたさまざまな手法があるが、それらのうちタンパク質の溶解度および極性の違いを利用した方法についてひとつずつあげ、それぞれの原理について説明しなさい。(10 点)

出題番号 272

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

生体内で起る化学反応には酵素によるものがある。例えば、カタラーゼは過酸化水素を酸素と水に分解する酵素で、それがいない場合と比較して a 反応速度を上昇させることができる。

また、酵素の性能は、b 最大反応速度と基質に対する親和性の解析により評価できる。

近年では、c 大腸菌などを用いて組換えタンパク質を作成することで、高機能化酵素を開発する試みが種々の酵素で取り組まれている。

- (1) 下線部 a について、カタラーゼが存在する場合の反応速度が触媒のないときと比較して何倍に上昇しているか求めなさい。なお、以下に示すある温度における化学反応速度の予測を表したアレニウスの式と各数値を用いなさい。但し、反応温度 ( $t$ ) は  $27^{\circ}\text{C}$  とする。(10点)

$$\text{アレニウスの式: } \log k = \log A - E/2.3RT$$

( $k$  は反応速度定数、 $A$  は比例定数、 $E$  は活性化エネルギー、 $R$  は気体定数で  $2 \text{ cal/deg} \cdot \text{mol}$ 、 $T$  は絶対温度で  $t+273$ )

- (2) 下線部 b の解析時には、横軸に基質濃度、縦軸に反応速度をプロットしたグラフを作成する。酵素 X と酵素 Y について下線部 b の解析を行い、以下の条件①～④を満たす結果が得られた場合、それぞれの酵素についてどのようなプロットとなるかひとつのグラフ中に図示しなさい。また、それぞれの  $K_m$  および  $K_{max}$  を図中に示しなさい。(10点)

条件① 酵素 X は酵素 Y よりも基質に対する親和性が高い。

条件② 基質濃度が高い条件では、酵素 X と酵素 Y の酵素活性は同等である。

条件③ 基質濃度が低い条件では、酵素 X の酵素活性は同条件下における酵素 Y のものよりも高い。

条件④ 酵素 X も酵素 Y も反応生成物による障害はない。

- (3) 下線部 c について、酵素を高機能化するにはどのような戦略が考えられるか説明しなさい。(5点)

出題内容：海洋微生物学

出題番号 281

*Candidatus* “*Pelagibacter ubique*” (図1)のように、海洋で存在量が多い微生物の細胞サイズは特に小さいことが知られるようになってきた。海洋微生物の形態と生理に関して以下の問いに答えなさい。

- (1) 細胞サイズの小さい微生物は、それが大きいものよりも、溶存の栄養物吸収において有利であると考えられている。この理論的背景を述べなさい。(10点)
- (2) 細胞サイズの小ささに加え、*Candidatus* “*P. ubique*”は、海洋環境に適応した様々な生理学的特徴を示す。これらの特徴を説明しなさい。(15点)



図 1. *Candidatus* “*Pelagibacter ubique*” HTCC 1062 株の電子顕微鏡写真。黒い球体はサイズマーカーとなる  $0.514 \mu\text{m}$  のラテックスビーズ。(Nature, 418, 630-633, 2002 から抜粋)。

出題番号 282

海洋は、培養の困難な微生物が最も多い環境の一つである。この科学的根拠を与える背景の一つに、細菌計数法と群集構造解析法の発展が挙げられる。これらに関して以下の問いに答えなさい。

- (1) 細菌の計数法は大きく二つの方法に分けられる。各方法の計数原理およびその特徴(利点・欠点)を説明しなさい。また、なぜ、海洋は難培養微生物の多い環境として捉えられようになってきたか、その理由を述べなさい。(15点)
- (2) 微生物の群集構造を調べるための定性的あるいは定量的な方法論が確立している。津軽海峡のある定点において培養例のない微生物群集の存否を調べたい。どのような方法論を用いるのが適切か説明しなさい。(10点)

出題内容：海洋分子生物学

出題番号 291

生物が合成する高分子物質（生体高分子）は、building stonesあるいはbuilding blocksとよばれる基本単位低分子が特有の結合様式により重合した構造をもつ。これらの生体高分子に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 生体高分子を3種類あげ、それらの基本単位低分子の構造と生体高分子中での結合様式を図示しなさい。(15点)
- (2) 上で解答した生体高分子のうちの2つを選び、それらの生合成過程を簡単に説明しなさい。(10点)

出題番号 292

真核生物と原核生物の遺伝子に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 真核生物と原核生物の遺伝子では翻訳領域（コード領域）の構造に大きな違いが見られる。それほどのようなものか説明しなさい。(5点)
- (2) 大腸菌の $\beta$ -ガラクトシド代謝を担う一連の遺伝子の転写制御の仕組みについて、簡単に説明しなさい。(15点)
- (3) 真核生物の遺伝子は核内で転写され、その転写産物は核内でプロセッシングを経て成熟し細胞質で翻訳される。この核内での転写産物のプロセッシングのうちの主要なものについて説明しなさい。(5点)

出題内容：魚病学

出題番号 301

ウイルスに感染した魚体は、宿主の抵抗性の強弱や時間経過とともに様々な病態を示す。ウイルスの感染様式について以下の問いに答えなさい。

- (1) ウイルスの感染様式のうち、一過性感染、潜伏感染および慢性感染について説明しなさい。  
(15点)
- (2) 魚類に潜伏感染するウイルスをひとつ挙げ、初感染時および感染耐過後に観察される宿主の病態・症状を説明しなさい。(10点)

出題番号 302

グラム陰性菌による魚類感染症は、淡水魚、海水魚を問わず、産業被害の報告が後を絶たない。抗生物質による治療法や抗生物質に頼らない予防法が確立され、実用化されているものもある。グラム陰性菌を対象とした魚類防疫対策に関して以下の問いに答えなさい。

- (1) ワクチンはグラム陰性菌による感染症に対して効果的かつ実用的な予防法として知られている。ワクチンの作用機序およびワクチンの一般的な製造法を説明しなさい。(15点)
- (2) グラム陰性菌による魚類感染症の中で産業被害が多いものをいくつか挙げ、ワクチンが実用化されている疾病の原因菌およびその効果的な投与方法を説明しなさい。(10点)