

科目記号	科目名
I	海洋生物工学

## 解答（解答例）・出題の意図

### 出題内容：海洋生物工学

#### 出題番号 271

##### 【解答例】

- (1) 1つのアミノ酸に対して、対応する3つの塩基から構成されるコドンが複数存在すること。
- (2) 遺伝子の塩基配列に突然変異が生じて、その影響を最小限に抑えられる点。特にコドンの3番目の塩基に変異が起きても、縮重性によってアミノ酸が変化しない場合があり、これによりタンパク質の立体構造や機能が維持される。
- (3) メチオニン、標準的な遺伝暗号において唯一「AUG」という1つのコドンによってのみ指定されており、縮重性が無い。(トリプトファンの「UGG」も正解とする)
- (4) ミトコンドリアにおける遺伝暗号には例外がみられる。通常、終止コドンとして機能する「UGA」が、ミトコンドリア内ではトリプトファンを指定する。また、通常イソロイシンを指定する「AUA」がメチオニンを指定する場合もある。

##### 【出題の意図】

- (1) 生命科学の根幹をなす「遺伝暗号（コドン）」の仕組みについて、重要かつ基本的な用語についての理解を問う。
- (2) 遺伝暗号の仕組みが、単なる翻訳だけではなく、突然変異というリスクに対する防御策としても機能している点についての理解を問う。
- (3) 多くの遺伝暗号は重複しているが、重複していないものもあることを正確に理解しているかを問う。
- (4) 遺伝暗号にも例外があり、ミトコンドリアなどの細胞小器官における独自の進化という知識を有しているかを評価する。

#### 出題番号 272

##### 【解答例】

- (1) 日本語の場合、2-メルカプトエタノール（ $\beta$ -メルカプトエタノール）またはジチオスレイトール。英語の場合、2-mercaptoethanol（ $\beta$ -mercaptoethanol）または dithiothreitol。
- (2) 還元されたシステイン残基のチオール基を酸化し、再びジスルフィド結合を形成させる酸化剤としての役割。
- (3) 手法の名称：透析。原理：半透膜を用いて、膜の孔を通過できる低分子を濃度勾配に従った拡散によって膜外へ除去し、膜の孔より大きいタンパク質を膜内に保持する。
- (4) 105分の1。8個のCys残基がランダムに4つのペアを作る組み合わせの総数を以下の式によって算出する。

$$1/7 \times 1/5 \times 1/3 \times 1/1 = 1/105$$

【出題の意図】

- (1) タンパク質の構造を維持するジスルフィド結合を切断するために、実際の研究で良く使用されている具体的な試薬名を問う。
- (2) チオール基をジスルフィド結合へ戻す化学的な反応機構を適切に説明できるかを問う。
- (3) タンパク質実験の基本的かつ重要な操作の1つである溶液から特定の物質を取り除く手法についての理解を問う。
- (4) 与えられた情報から、ジスルフィド結合を形成する複数の組み合わせを正しく算出できるか評価する。

**出題内容：海洋微生物学**

**出題番号 281**

【解答例】

- (1) 1~6の順でC, H, N, O, S, P (なお, 1-5は順不同でも可)。それらの主たる機能は、順に、生体成分の骨格、酸化還元反応、核酸・タンパク質の骨格、アミノ酸合成である。
- (2) 合成培地のこと。利点は、成分や濃度などを自在に変えられるため、微生物の栄養要求や物質代謝を詳細に調べることができる。欠点は、一般的に、増殖が遅いあるいは弱い。
- (3) 増殖速度定数あるいは比増殖速度のこと。 $dX/dt = \mu X$  (Xは細胞量) から求めることができる。
- (4) 核酸は核酸塩基・糖・リン酸の基本構造とする化合物。遺伝情報を担う分子。細菌では核酸は細菌細胞質内に局在し、DNAは核様体としてスーパーコイルと呼ばれる状態をとり存在し、RNAはリボソームで多く見られる。

これらに加えて、細菌の栄養要求や取り込み系、核酸の合成や分子構造、など、に関する解答が望ましい。

【出題の意図】

海洋生物工学の研究分野では、ライフサイエンスや生物工学に関する先進的な学術成果を正確に読み取るための知識が求められる。細菌の栄養要求や増殖などに関する基礎的な知見を問うため、本問題を出題した。

**出題番号 282**

【解答例】

- (1) 研究対象のウイルスの一部の遺伝子の配列をサンガー法やゲノムの一分子配列決定法などにより解読した後、その配列に基づく分子系統解析により分子系統樹を推定する。分子系統樹の樹形の確からしさなどを検定した後、ウイルスの分離年代などの情報と分子系統樹の樹形を比較しながら祖先型のウイルスがどこで分岐したかを推定する。
- (2) 感染実験の不安定さや宿主の適正水温などの不確定要素を取り除き、宿主の相違がウイルスの毒性と関連することのみを議論するため。
- (3) Ebola, feline calicivirus, HIV, SARS-CoV-2, *Mycoplasma gallisepticum*などで、宿主の跳躍によるウイルスの毒性が高まる研究例が知られている。例えば、Ebola や SARS-CoV-2 の自然宿

主はコウモリ、HIVのそれはサル、*M. gallisepticum*は野生の鳥類や家禽であると考えられている。

これらに加えて、研究対象の魚類ウイルスの感染動態、宿主により毒性が変化する理由に関する解答を加えることが望ましい。

#### 【出題の意図】

海洋生物工学に関する研究を大学院で進めるにあたり、新たな知見を収集・整理し、自身の研究の質の向上に反映させることが求められる。魚類と微生物の相互作用がもたらす微生物側の遺伝的な進化、それに伴う毒性の変化などを調べるために、よく計画された緻密な研究方針に沿って行われた成果報告を例として、実験に用いられたウイルス株の特徴、感染実験の進め方などを読み取るための知識を問う問題を出題した。

#### 出題内容：魚病学

##### 出題番号 301

#### 【解答例】

(1) 細菌は、全生物分類における「ドメイン (Domain)」の一つ (細菌ドメイン) に属し、その下に門・綱・目・科・属・種が配置される。対してウイルスは、単一のドメインには属さない。ICTVは近年、ドメインに相当する最上位分類として「レルム (Realm)」という階層を新設した。ウイルスは、核酸の種類、一本鎖か二本鎖かの違い、複製の様式に基づいた分類が、ICTVの分類体系の基礎として用いられる。

(2) 伝染性造血器壊死症ウイルスは、マイナス鎖の一本鎖 RNA の群に分類される。非分節型一鎖 RNA を有することから、モノネガウイルス目に分類され、ウイルスの生化学的特徴からラブドウイルス科に分類される。ラブドウイルス科内のウイルスのうち、Non-virion タンパク質をコードする遺伝子を有する特徴から、ノビラブドウイルス属に分類される。

#### 【出題の意図】

本設問は、伝染性造血器壊死症 (IHN) を題材として、ウイルスに関する専門的知識だけでなく、病原体の分類がどのように行われているのかを論理的に整理・説明する力を評価することを目的とする。さらに、こうした分類とウイルスの特徴がどのように関係しているのかを問うことで、大学院レベルの研究能力の基礎となる課題設定力・思考力・表現力を測ることを意図している。

##### 出題番号 302

#### 【解答例】

(1) ブリ・カンパチ・シマアジ・マグロなど。

(2) ブリ類における *Lactococcus garvieae* による連鎖球菌症においては、ワクチンの利用が可能である。注射ワクチン・経口ワクチンが利用可能であり、これらを投与することで、疾病の発生を未然に防ぐことが可能となる。また、疾病が発生した場合においてはマクロライド系抗生剤あるいはリンコマイシンを用いて治療する。一方で、既存ワクチンの有効性が低い、新しい血清型の菌株や薬剤耐性を獲得した菌株が知られるため、こうした点に留意してワクチンや治療剤を使用する必要がある。

【出題の意図】

本設問は、*Lactococcus garvieae* による養殖魚の連鎖球菌症を題材とし、本疾病の特徴とその防疫に関して、論理的に整理・説明する力を評価することを目的とする。本疾病は甚大な被害をもたらす疾病であり、こうした疾病に対して適切な対応策を構想できるか問うことで、大学院レベルの研究能力の基礎となる課題設定力・思考力・表現力を測ることを意図している。