

科目記号	科目名
E	水産工学

解答（解答例）・出題の意図

出題内容：水産海洋工学

出題番号 151

【解答例】

(1)

$$Re = \frac{\rho_w RU}{\mu}$$

(2)

鉛直下向きを正として、餌の質量を m 、流体抵抗を D 、餌に生じる重力を G 、浮力を B とすると、

$$m \frac{dU}{dt} = -D + G - B$$

よって、

$$V\rho \frac{dU}{dt} = -6\pi\mu RU + V\rho g - V\rho_w g$$

(3) 加速度が 0 ($dU/dt=0$) と考えることで、終端速度を計算できる。

$$0 = -6\pi\mu RU + Vg(\rho - \rho_w)$$

整理して、

$$U = \frac{Vg(\rho - \rho_w)}{6\pi\mu R}$$

※ (2) で求めた運動方程式を解き、 $t \rightarrow \infty$ を取ることで終末速度を求めても構わない。

(4) 例) 上記の回答から、分母に直径 R が、分子に体積 $V \propto R^3$ があることが分かる。よって、直径が増加する、沈降速度は直径の 2 乗倍に増加するといえる。

出題番号 152

【解答例】

(1) 例) 流体の密度が一定で変化しない流れ場

(2)

$$\text{div} V = -2xyz + 4xyz - 2xyz = 0$$

$$\text{grad} T = (2x, 3y^2, 4z^3)$$

(3) 例) 温度場 T の勾配を表す。各方向へのスカラー量の変化量を示し、値が大きいほどその変化量（傾き）が大きいことを示す。

- (4) 例) $\text{div} \boldsymbol{V}$ は流れ場の発散を表し，特に連続の式 $\text{div} \boldsymbol{V} = 0$ は非圧縮性の流れ場における質量保存の法則に該当する。検査体積内の流量の出入りが一定であることを示している。

【出題の意図】

進学後に水産工学，特に水産海洋工学関連での研究を希望する受験者は流体力学やシミュレーションに関する知識が必要となる。また，単に知識として習得しているだけでなく，その知識を水産の現場に応用的に活用できることが望ましい。そのため，水産現場を想定した流体力学を含めた運動方程式を用いた問題（出題番号 151）と，流体力学及びシミュレーションで必要となるベクトルに関する基礎的な問題（出題番号 152）をそれぞれ出題した。

科目記号	科目名
E	水産工学

解答（解答例）・出題の意図

出題内容：水産情報・工学

出題番号 161

【解答例】

(1) この問題では、それぞれが解答例に示すような内容を含んで説明されていることが求められる。

標準（編）回帰係数：

標準回帰係数（標準偏回帰係数ともいう）は、重回帰分析において各説明変数の寄与の大きさを比較できるようにするため、変数を標準化（平均 0、分散 1 に変換）したうえで算出される回帰係数である。単位の異なる変数間で影響の大きさを比較する際に用いられる。絶対値が大きいほど目的変数に与える影響が大きいことを示す。

自由度調整済決定係数：

自由度調整済決定係数（Adjusted R^2 ）は、重回帰分析において決定係数（ R^2 ）の欠点を補うために算出される指標である。決定係数は説明変数を増やすと必ず大きくなる傾向があるが、Adjusted R^2 は説明変数の数とサンプル数を考慮して過剰適合を防ぐように調整される。

$$\text{Adjusted } R^2 = 1 - \frac{(1 - R^2)(n - 1)}{n - k - 1} \quad \text{ここで } n \text{ はサンプル数、} k \text{ は説明変数の数である。}$$

多重共線性：

多重共線性とは、重回帰分析において複数の説明変数の間に強い相関が存在し、説明変数同士が互いに似た情報を持つてしまう現象をいう。この状態になると、個々の回帰係数の推定値が不安定になり、標準誤差が大きくなるため、各変数の有意性の検定や解釈が難しくなる。多重共線性の検出には VIF（Variance Inflation Factor、分散拡大係数）などが用いられる。

ダミー変数：

ダミー変数とは、質的データ（カテゴリー変数）を重回帰分析などの数量的解析に利用するために、0 または 1 で表現する変数である。例えば性別が「男性」「女性」という 2 つのカテゴリーの場合、「男性=1、女性=0」のように置き換える。

複数のカテゴリーがある場合にはカテゴリー数-1 個のダミー変数を作成するのが原則であり、基準となるカテゴリー（基準カテゴリー）との比較が可能になる。

AIC：

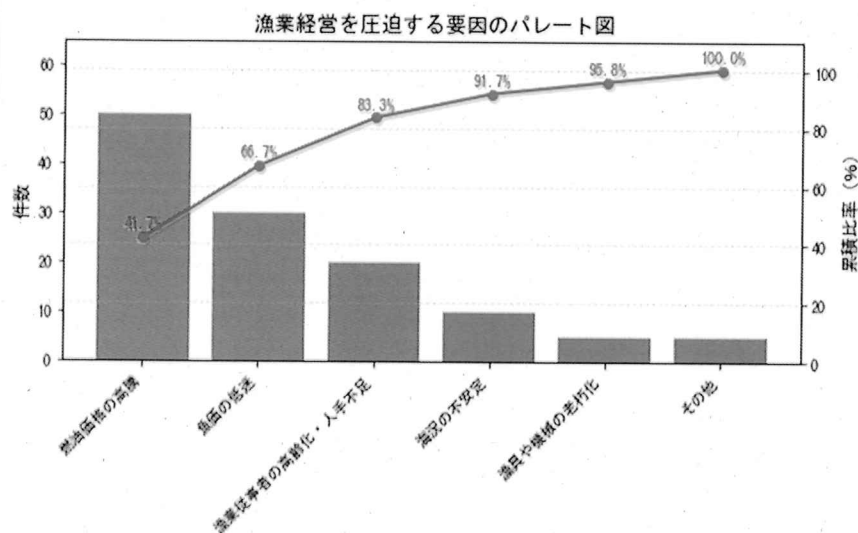
AIC（赤池情報量基準）は、統計モデルの良さを比較するための指標であり、モデルの当てはまりの良さとモデルの複雑さのバランスを評価する。

$AIC = -2 \times \log(\text{尤度}) + 2k$ ここで k はモデル内のパラメータ数を表す。AIC が小さいほど、データに対して適切で過剰適合しないモデルとみなされる。

(2) この問題では以下のような図（および表）の提示と説明が求められる。

(ア) 以下のような情報を得てパレート図を作成する

項目	件数	構成比 (%)	累積比率 (%)
燃油価格の高騰	50	41.7%	41.7%
魚価の低迷	30	25.0%	66.7%
漁業従事者の高齢化・人手不足	20	16.7%	83.4%
海況の不安定	10	8.3%	91.7%
漁具や機械の老朽化	5	4.2%	95.9%
その他	5	4.2%	100.0%
合計	120	100.0%	-



(イ) パレート図より、「燃油価格の高騰」と「魚価の低迷」で全体の約 67%を占めており、特に大きな課題である。したがって、漁協はまずこれら 2つの課題への支援策（燃油コスト削減の助成や魚価安定のための販路拡大など）を優先して検討すべきである。（または、「パレートの法則（80:20の法則）」を根拠に、漁業者の高齢化・人手不足まで（累積比率 83.4%）を優先課題として説明してもよい）

【解答例】

(5) この問題では、以下の特徴等が解答されていることが求められる。

主成分：元の変数の情報を保持しつつ、ばらつきが最大になる方向を表す新しい軸のこと。データの次元を減らす際の基準となる。

固有値：共分散行列の固有値は、対応する主成分方向のデータの分散の大きさを表し、その主成分がどれだけ情報を保持しているかを示す。

寄与率：全体の分散のうち、各主成分がどの程度説明しているかを割合で示したもの。第1主成分の寄与率が高いほど、情報の圧縮効率が良い。

共分散行列：複数の変数間の分散や共分散をまとめた正方行列。主成分分析では、この行列の固有値分解により主成分が決定される。

スコアプロット：各サンプルを、主成分得点を用いて主成分空間上にプロットした図。データの分布やパターンを視覚的に把握でき、クラスタリングや群分け、外れ値の検出、類似度の評価などに用いられる。特に第1主成分と第2主成分を軸にすることが多く、次元を減らしてもデータ構造を把握しやすい。

(2) この問題では、以下の特徴等が解説されていることが求められる(図を使う場合は(説明用の図のイメージ)のようなものを用いる)。

標本化(サンプリング)：

- 役割

標本化は、連続的な時間変化を持つアナログ信号を、一定の時間間隔ごとに値を取り出して、離散的な時間軸上のデータ列に変換する過程である。

- 仕組み

たとえば、アナログの音声波形は時間軸上で滑らかな曲線を描く。この波形を、例えば1秒間に8000回の頻度(8kHz)で測定し、瞬間ごとの値を記録する。これにより波形は「点の列」として表現される。

- 説明用の図のイメージ

- 横軸：時間
- 縦軸：音圧(信号の強さ)
- 曲線：アナログ音声波形
- 曲線上に等間隔で点が打たれている(これが標本化された点)

量子化：

- 役割

量子化は、標本化によって得られた各点の値(連続的な数値)を、限られた段階(離散的な数値)に置き換える過程である。

- 仕組み

デジタル機器は無限の値を扱えないため、例えば8ビットの場合は $2^8=256$ 段階に分けられる。標本化した各点の振幅値を、最も近い段階の値に丸めることで、数値をデジタルデータに変換する。

- 説明用の図のイメージ

- 横軸：時間
- 縦軸：音圧(信号の強さ)
- 階段状の波形：量子化された波形
- 元の滑らかな曲線と階段状の波形を比較して表示

【出題の意図】

最近の計測技術の発展は著しく、特に工学分野においては、多くの情報が同時並行的に取得可能となっている。水産工学講座の大学院生には、数ある計測データの中から必要な情報を判断・抽出したうえで、的確な処理・解析（モデリング）を行う、データサイエンスに関する基礎知識が必須であり、「水産情報・工学」は、これらの知識を問うことを目的に出題されている。出題番号 161 では、上記の情報処理・解析において最も基礎的な重回帰モデルに関する出題（1）と、情報抽出における初期プロセスに関する出題（2）を行った。また、出題番号 162 では、情報のモデル化において重要なプロセスである次元削減（主成分分析）と、計測データのデジタル処理（AD 変換）に関する出題を行った。

科目記号	科目名
E	水産工学

解答（解答例）・出題の意図

出題内容：行動計測工学

出題番号 471

【解答例】

（１）光学カメラによる計測の基礎となる画像処理関連技術の知識を問う問題。画像処理の入出力関係から、最も適切な用語を選択できていればよい。

①狭義の画像処理

②画像解析

③コンピュータビジョン

（２）②画像解析は、魚体を自動的に検出する画像認識と幾何的な属性を計測する画像計測の２つの処理から構成される。③コンピュータビジョンは、２次元の画像データから３次元空間上の実世界を再構成する技術である。解答は②と③を利用した魚体モニタリング技術が示されていればよい。

「近年、養殖業に導入されている②画像解析および③コンピュータビジョンの技術を用いた魚体モニタリング手法としては、光学ステレオカメラによる魚体長の計測がある。この手法では、③による３次元計測に加え、②の画像計測（あるいは画像認識や AI を用いた自動計測）が活用されている。」

出題番号 472

【解答例】

この問題では、以下の特徴等が解答されていることが求められる：

（６）フリッカとは、照明の明るさが周期的に変動しカメラで撮影した映像にちらつきや明滅が現れる現象である。対応方法としては明滅しない直流電源の照明を用いることや、デジタルシャッター速を明滅周期と一致させることでフリッカの発生を防ぐことができる。（動画撮影のフレームレートを明滅周期に合わせるなど）

（７）Hue（もしくは色相） Saturation（もしくは彩度） Value（もしくは明度）

（８）以下の２点が記載されていればよい

- 軌跡の粗さ・不連続性が増し、細かな動きや変化が失われる。
- 周回周期とサンプリング周期の不整合によりエイリアシングが発生し、周回周期の推定精度が低下する可能性がある

【出題の意図】進学後に水産工学講座での研究を希望する受験者の多くは、行動計測工学を選択することが想定される。近年の水産分野においては、特に養殖業を中心に、光学カメラを用いた計測技術が魚体モニタリングの主要な手段として広く用いられるようになってきている。進学後にこの分野の研究を進めるために必要な基本的な考え方と知識を習得しているかどうかを確認することを目的に、光学カメラによる計測の基礎となる技術体系や関連技術の知識（出題番号 471）、および画像を用いた行動計測の基礎（出題番号 472）を中心とした問題を出題した。