

学科試験【専門科目】 問題紙

平成30年8月21日（火）

解答上の注意

1. 試験開始の合図があるまで問題紙を開いてはいけない。
2. 自分が志望する「専攻名」「講座名」が、下欄に正しく表示されているか確認すること。
3. 解答用紙は、出題番号（＝出題内容）ごとに1枚である。4題を選択解答することになるため、解答用紙は合計4枚になる。
4. 解答用紙には必ず、「受験番号」「科目記号」「出題番号・出題内容」を記入すること。記入しなかった場合は無効となることもあるので注意すること。
5. 別紙の「選択した出題内容記入票」は、答案とともに回収するので、試験終了までに記入を終えること。
6. 問題紙によっては複数ページにわたるものがあるので注意すること。
7. 試験開始の合図があったらまず最初に、問題紙に落丁、印刷の不鮮明等がないか確かめること。

専攻名： 海洋生物資源科学専攻

講座名： 海洋環境科学講座

科目記号	科目名	出題番号	出題内容	備考
C	海洋環境科学	75	海洋化学	出題番号 75, 76, 81, 82, 115, 116 , 117, 118の計8題から、4題 を選択解答
		76	海洋化学	
		81	海洋物理学	
		82	海洋物理学	
		115	海洋環境科学	
		116	海洋環境科学	
		117	海洋環境科学	
		118	海洋環境科学	

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題番号75, 76, 81, 82, 115, 116, 117, 118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：海洋化学

出題番号75

以下の問い(1)～(3)に答えなさい。

(1) ある時刻 t における ^{14}C の個数を $^{14}\text{C}(t)$, ^{14}C の β 壊変の速度定数 κ を $4 \times 10^{-12} \text{ (s}^{-1}\text{)}$ とする。ある時刻 t における ^{14}C 個数の変化率は, $d^{14}\text{C}(t)/dt = -\kappa \times ^{14}\text{C}(t)$ で与えられる。 ^{14}C の個数が初期値の 0.2 倍になるまでの時間 (秒と年) を求めなさい。ただし, $\text{Ln}5 = 1.6$ とし, 1年を $3.2 \times 10^7 \text{ (s)}$ とする。途中の計算式を記すこと。(8点)

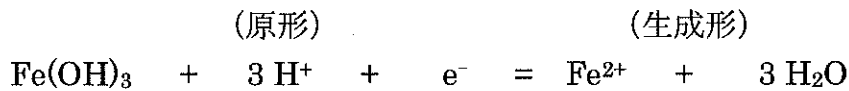
(2) 極域海洋では, 冬季にポリニアが形成される。ポリニアとは何か説明しなさい。また, どのような場所でポリニアができやすいか, ポリニアができることによって海洋循環にどのような影響を及ぼすか説明しなさい。(8点)

(3) 海洋の深層水中では, 時間の経過とともに全炭酸濃度とアルカリ度が上昇する。北大西洋の深層水中では, 全炭酸濃度の増加幅に比べて, アルカリ度の増加幅が小さい。その理由を説明しなさい。その説明文の中に「炭酸カルシウムの飽和」と「有機物の分解」についての記述を含めること。(9点)

出題番号 76

以下の問い (1) と (2) に答えなさい。

(1) 水酸化鉄(Fe(OH)₃)が還元されて、Fe²⁺イオンが生まれる半反応式は以下のように表される。



(1-1) 生成形と原形の標準生成ギブズエネルギー(G⁰)の合計差 ($\Delta G_{\text{合計差}} = \Sigma G_{\text{生成形}} - \Sigma G_{\text{原形}}$) を求めなさい。ただし、各物質の G⁰ は以下の通りとする。G⁰(Fe(OH)₃) = -700 (kJ mol⁻¹), G⁰(H⁺) = 0 (kJ mol⁻¹), G⁰(Fe²⁺) = -80 (kJ mol⁻¹), G⁰(H₂O) = -240 (kJ mol⁻¹) (5点)

(1-2) $\Delta G_{\text{合計差}}$ が半反応の電子のエネルギー (= 電荷量×電位) に等しくなる。上の半反応の標準電極電位(E⁰)を求めなさい。ただし、ファラデー定数(F)を 10⁵ (C mol⁻¹)とする。なお、G⁰の単位にキロ(k)がついていること、ファラデー定数は電子1モルの電荷量の絶対値なので電子の電荷量を計算するときにはマイナスを付けることに注意する。(5点)

(1-3) 半反応式にある物質が任意の濃度にあるとき、その半反応に生ずる酸化還元電位(E)はネルンストの式で表される。

$$\text{ネルンストの式: } E = E^0 + \frac{RT}{-nF} \ln \left(\frac{\text{生成形の濃度積}}{\text{原形の濃度積}} \right)$$

R は気体定数, T は絶対温度, n は半反応における電子のモル比 (上の場合 n=1) である。

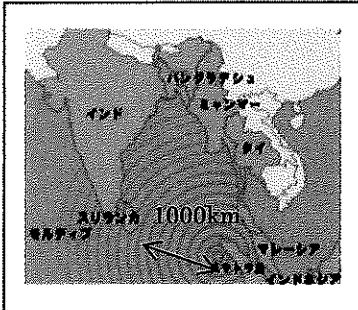
[H⁺] = 10⁻⁸ (mol L⁻¹)のとき, [Fe²⁺] = 10⁻⁵ (mol L⁻¹)となる酸化還元電位(E)を計算しなさい。ただし, R = 8 (J K⁻¹ mol⁻¹), T = 300 (K), Ln10 = 2.3 として, 活量がモル濃度と等しいことを仮定する。なお, 溶液反応における固体 (この場合 Fe(OH)₃) と水の活量は 1 とする。(5点)

(2) 海水や堆積物試料中の物質濃度を測定する方法を説明しなさい。ただし、以下の表から、測定対象の物質を2つ選び、それらの前処理に必要な試薬を表から選んで説明すること。(10点)

測定対象 の物質名	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻), 硫化水素(H ₂ S), 硫化鉄(FeS), 二硫化鉄 (FeS ₂), 酸素 (O ₂), 二価鉄イオン(Fe ²⁺)
前処理に 使う試薬	塩酸(HCl), 硝酸(HNO ₃), 硫酸(H ₂ SO ₄), 酢酸鉛(Pb(CH ₃ COO) ₂), 塩化バリウム(BaCl ₂), 塩化マンガン(MnCl ₂), ヨウ化カリウム(KI), 水酸化ナトリウム(NaOH), 炭酸水素ナ トリウム(NaHCO ₃), 炭酸ナトリウム(Na ₂ CO ₃), フェナントロリン(C ₁₂ H ₈ N ₂) チオ硫酸ナトリウム(Na ₂ S ₂ O ₃)

出題内容：海洋物理学

出題番号 81



左図は 2004 年のスマトラ島沖地震で発生した津波を示した模式図です。この津波に関して、以下の設問に答えなさい。

(<https://ja.wikipedia.org>)

(1) スマトラ島沖地震が発生した場所の緯度は北緯 5 度です。 $\sin(5^\circ) \sim 0.09$ として、この場所におけるコリオリパラメータ f (単位は秒⁻¹) と慣性周期 T_f (単位は日) を概算しなさい。
(4 点)

(2) 求まった慣性周期 T_f は地球の自転周期よりも十分に長いため、スマトラ島周辺の海では第一次近似としてコリオリの力を無視することができます。そのような場合、一次元 (空間 x 成分のみ) 方向に伝播する津波は下記の二つの式で表現することができます。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad \dots \quad \text{①} \quad \frac{\partial \eta}{\partial t} + H \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \dots \quad \text{②}$$

ここで、 $u(x,t)$ は流速、 $\eta(x,t)$ は海面変位、 g は重力加速度、 H は一定水深、 t は時間です。

(2-1) ①、②式はそれぞれ何を表現する式かを述べなさい。(4 点)

(2-2) ①、②式を用いて、 $\eta(x,t)$ に関する一つの式を作成しなさい。(7 点)

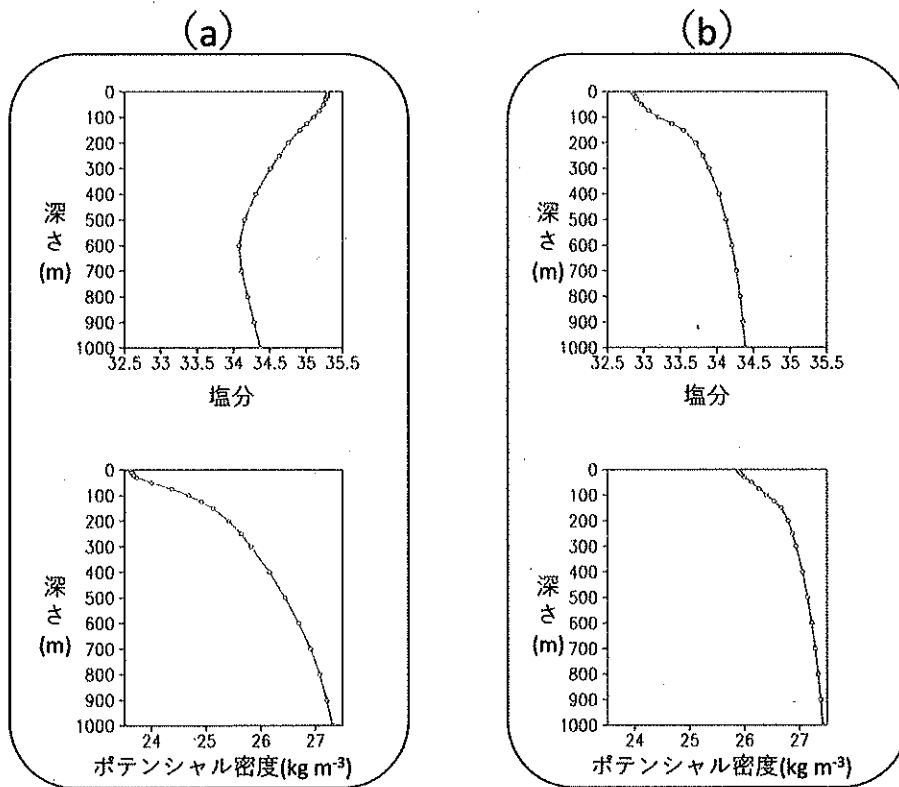
(2-3) 波動解が $\eta(x,t) = \eta_0 \cos(kx - \sigma t)$ で与えられたとき、津波の位相 (伝播) 速度 $C = \frac{\sigma}{k}$ がどのような関係式になるか導出しなさい。ここで、 k は波数、 σ は周波数、 η_0 は振幅です。(6 点)

(2-4) スマトラ島とスリランカ間の距離は $x=1000\text{km}$ 、平均水深は $H=4000\text{m}$ です。 $G = 10\text{m 秒}^{-2}$ として、スマトラ島沖地震による津波の伝播速度 (単位は km 時^{-1})、地震 (津波) が発生してからスリランカへの津波到達時間をそれぞれ概算しなさい。(4 点)

出題番号 82

下の図は、太平洋経度 180°の緯度 25°N と 50°N における塩分・密度（ポテンシャル密度）プロファイルを示している。以下の問いに答えなさい。

- (1) 図中の (a) および (b) の塩分・密度プロファイルは、25°N、50°N のどちらのものか答えなさい。(3 点)
- (2) (1) の答の根拠を (2-1) 塩分の値、(2-2) 密度の値、(2-3) 塩分の鉛直構造、(2-4) 密度の鉛直構造、の 4 つの観点から説明しなさい。もし、25°N、50°N のどちらの緯度であるか判断することができない場合は、理由も付した上で、「この観点からは判断できない」と記述しなさい。(16 点)
- (3) 図中の (a) および (b) の密度躍層は、水温・塩分のどちらが主な構成要素となっていると考えられるか答えなさい。また、図から判断できる範囲でその根拠を説明しなさい。(6 点)

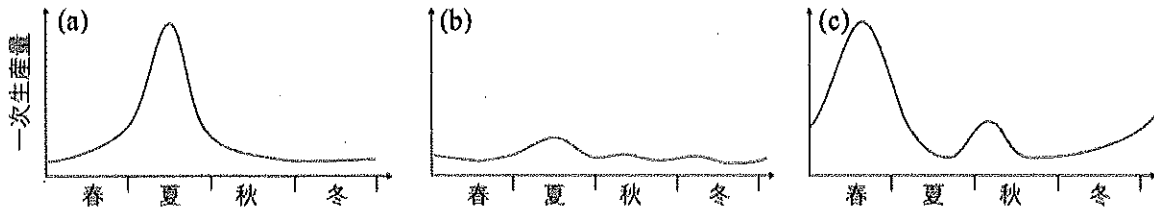


図：180°における塩分・密度（ポテンシャル密度）プロファイル。
データは World Ocean Atlas 2009 の年平均気候値。

出題内容：海洋環境科学

出題番号 115

下記の図は、熱帯域、温帯域、極域における一次生産量の季節変動を模式的に描いたものである。この図をもとに、下記の問いに答えなさい。



(A.K.Heinrich, J Cons. Int. Explor. Mer. 27 (1962)を改変)

- (1) 一般に、海洋の一次生産を制限する要因となるものを3つ挙げなさい。(3点)
- (2) 上記の(a), (b), (c)はそれぞれ熱帯域、温帯域、極域のどの海域に相当するか、答えなさい。(6点)
- (3) (a), (b), (c)それぞれの海域における一次生産量の特徴を述べ、そのような特徴が表れる理由を述べなさい。(16点)

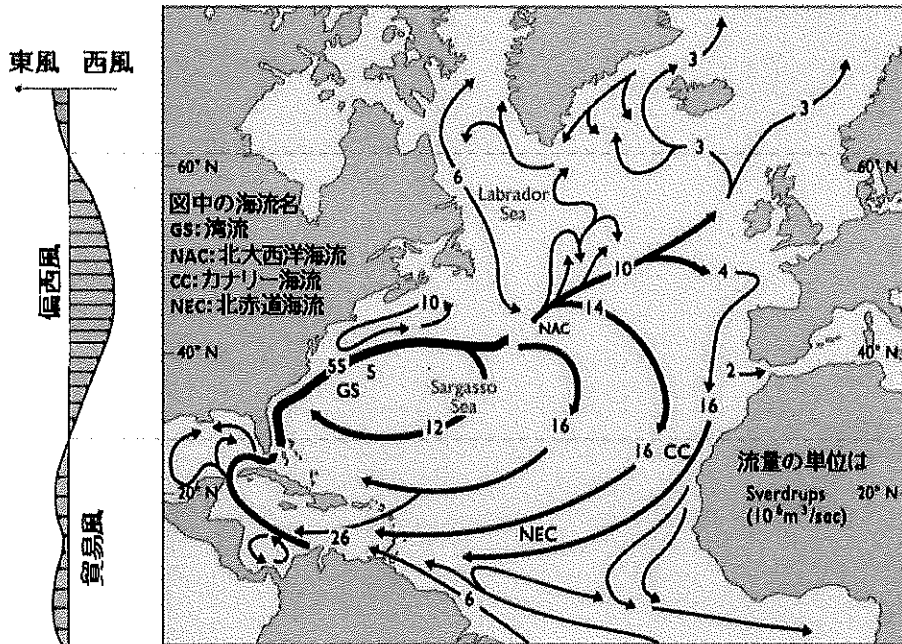
出題番号 116

下の表は、各海域における魚類生産に関わる要素をまとめたものである。この表をもとに、下記の問いに答えなさい。

海域	一次生産 gC m ⁻² yr ⁻¹	面積 km ²	総一次生産 tC yr ⁻¹	平均栄養 段階数	転送効率 %	魚類生産 t yr ⁻¹
外洋域	50	325 × 10 ⁶	(A)	5	10	1.6 × 10 ⁶
沿岸域	100	36 × 10 ⁶	(B)	3	15	120 × 10 ⁶
湧昇域	300	0.36 × 10 ⁶	(C)	1.5	20	120 × 10 ⁶

J.H. Ryther, Science 166 (1969)を改変

- (1) 表中の(A), (B), (C) の値を求めなさい。(6点)
- (2) 各海域において生態系の最上位に位置する動物の1年間の生産量を求めなさい。但し、計算上、湧昇域の栄養段階数は2としてよい。(9点)
- (3) 南米ペルー沿岸は、魚類生産が高いことで有名である。それはなぜか、メカニズムを説明しなさい。(10点)



図の出典： Invitation to Oceanography, 5th Ed. by Paul R. Pinet (一部日本語化)

上図は平均的な北大西洋の東西風の分布（緯度変化）と代表的な海流の位置やその流量を示した模式図である。これらの海流は全て地衡流平衡が成り立った状態であると仮定して、以下の問いに答えなさい。

- (1) 海流が書かれた範囲の海面高度の分布図を描きなさい。分布図は上図をまねて略地図を描いた上に等値線（等高線）を用い、極大点は「高」、極小点は「低」の文字を入れて描きなさい。但し、等値線の絶対値を示す必要はありません。(13点)
- (2) 風系と海面高度の分布図、さらに地衡流速や流量の大小の関係を、次に挙げる語句を全て用いて説明しなさい。(12点)

「コリオリ力」「圧力傾度力」「エクマン輸送」「発散」「収束」「海面傾斜」

出題番号 118

以下の問い (1), (2) に答えなさい。

(1) 深海の堆積物の分布について以下の問題に答えなさい。

(1-1) 北太平洋および南極海南緯 60 度付近の堆積物には, 珪藻軟泥の分布帯が多く見られる。
その理由を海洋の栄養塩と生物生産力の観点から説明しなさい。(7 点)

(1-2) 大西洋中央部の堆積物には, 石灰質軟泥の分布帯が多く見られる。その理由を炭酸塩
補償深度の観点から説明しなさい。(7 点)

(2) 海洋表層への酸素の供給過程を 2 つ挙げなさい。また, 海洋深層への酸素の供給過程につ
いて説明しなさい。(11 点)