

筆記試験【専門科目】 問題紙

令和5年2月15日（水）

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。
- ※ この問題紙は、試験終了後回収する。

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

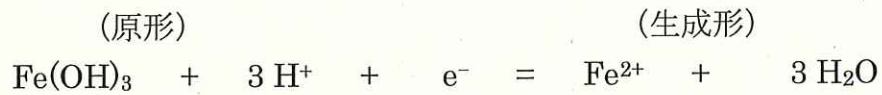
出題番号 75

ある時刻 t における放射性炭素同位体 ^{14}C の個数を $^{14}\text{C}(t)$, ^{14}C の β 壊変の速度定数 κ を $4 \times 10^{-12} \text{ s}^{-1}$ 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 (年) を求めなさい。ただし, $\text{Log}_e 5 = 1.6$ 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。(25 点)

出題番号 76

水酸化鉄の酸化還元反応に関して、以下の問い(1)と(2)に答えなさい。

水酸化鉄($\text{Fe}(\text{OH})_3$)が還元されて、 Fe^{2+} イオンが生まれる半反応式は以下のように表される。



- (1) 生成形と原形の標準生成ギブズエネルギー(G^0)の合計の差 ($\Delta G^0_{\text{合計差}} = \Sigma G^0_{\text{生成形}} - \Sigma G^0_{\text{原形}}$) を求めなさい。ただし、各物質の G^0 は以下の通りとする。 $G^0(\text{Fe}(\text{OH})_3) = -700 \text{ kJ mol}^{-1}$, $G^0(\text{H}^+) = 0 \text{ kJ mol}^{-1}$, $G^0(\text{Fe}^{2+}) = -80 \text{ kJ mol}^{-1}$, $G^0(\text{H}_2\text{O}) = -240 \text{ kJ mol}^{-1}$ (10点)
- (2) 上の半反応の標準電極電位(E^0)を求めなさい。ただし、ファラデー定数を 10^5 C mol^{-1} とする。なお、半反応で移動する電子のエネルギー(J)は電荷量(C)×電位(V)で表されること、原形と生成形のエネルギーをバランスさせることに注意して解くとよい。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。(15点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋物理学

出題番号 81

下の表は、水深 $H(\text{m})$ の異なる場所で観測された津波の進む速度 $V(\text{m/s})$ の記録である。このデータを用いて、 H/V 、 H/V^2 、 H^2/V の値を計算したところ、津波の進む速度 V は水深 H の関数であることが推測された。

水深 $H(\text{m})$	速度 $V(\text{m/s})$	H/V	H/V^2	H^2/V
10	9.9	1.0	0.1	10.1
40	19.8			
90	29.7			
250	49.5			

(1) まず、上の表の空白欄を計算して、数値（小数点以下1桁まで）を全て埋めなさい。なお、解答用紙にはこの表を手書きで写しなさい。(8点)

(2) この観測結果の場合、速度 V と水深 H の関係式として最も適当なものを、次の①～④から選びなさい。(5点)

- ① $V \propto 1/H$ ② $V \propto \sqrt{H}$ ③ $V \propto H$ ④ $V \propto H^2$

(3) あなたが問い(2)で選んだ関係式と完成させた表の数値を使って、津波の伝播特性について説明しなさい。(12点)

出題番号 82

外洋の海洋中規模渦に関する以下の問いに答えなさい。説明の補助に図を用いても良い。

- (1) 海洋中規模渦の形成メカニズムを1つ挙げ、説明しなさい。(7点)
- (2) 高気圧性中規模渦(暖水渦)中心の海面は、周辺海域より高くなっている。その理由を説明しなさい。2000 m 深の圧力が渦中心と渦周辺域で同じであると仮定してよい。(8点)
- (3) 海洋中規模渦は、熱・物質循環に影響を与えると指摘されている。その影響例を1つ挙げ、メカニズムを含めて説明しなさい。(5点)
- (4) 海洋中規模渦は、生物生産に影響を与えると指摘されている。その影響例を1つ挙げ、メカニズムを含めて説明しなさい。(5点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋環境科学

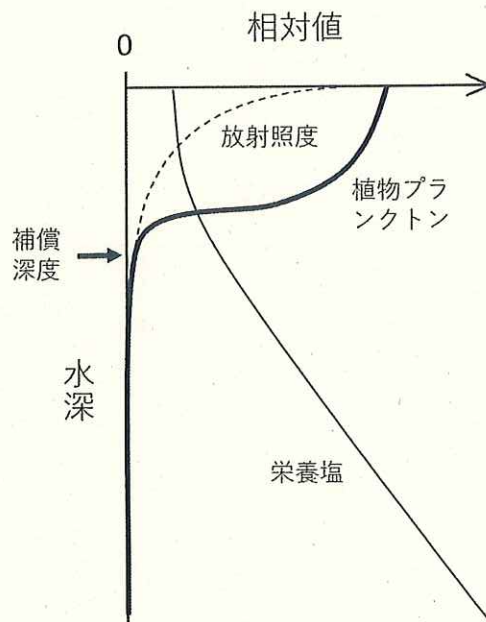
出題番号 115

- (1) 海産植物の主体を占めるのは、目に見えないくらい小さな植物プランクトンである。なぜ植物プランクトンは微小なのか、下記のキーワードを用いて説明しなさい。(10点)
キーワード：光、光合成、密度、ストークスの法則、栄養塩、表面積、体積
- (2) 亜熱帯循環域の中央部は生物生産が低く、海の砂漠と呼ばれる。その理由を説明しなさい。(8点)
- (3) 腐食連鎖とは何か、生食連鎖との違いを踏まえて説明しなさい。また、海中のどのような場所で腐食連鎖が重要であるか、答えなさい。(7点)

出題番号 116

下記の図は、春季の亜寒帯外洋域における、放射照度、栄養塩濃度、植物プランクトン濃度の鉛直分布を、模式的に表したものである。

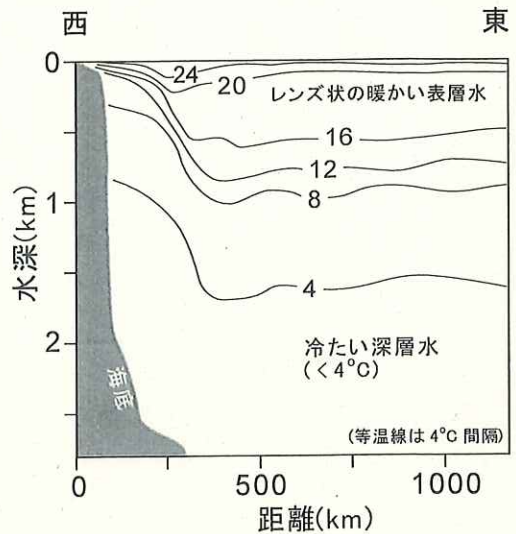
- (1) 同時季の亜熱帯外洋域における、放射照度、栄養塩濃度、植物プランクトン濃度の鉛直分布を、模式的に示しなさい。また、補償深度も描き加えなさい。(7点)
- (2) 亜寒帯外洋域と比較して、亜熱帯外洋域の放射照度、補償深度、栄養塩濃度、植物プランクトン濃度にはどのような特徴があるか、理由とともに説明しなさい。(12点)
- (3) 春季の亜寒帯の河口付近の場合、下図に示す亜寒帯外洋域と比較して、放射照度、栄養塩濃度、植物プランクトン濃度はどのような違いが予想されるか、理由とともに説明しなさい。(6点)



図：春季の亜寒帯外洋域における、放射照度（破線）、栄養塩濃度（実線）、植物プランクトン濃度（太線）の鉛直分布。

右の図は、北大西洋の緯度 30°N 付近に沿って、北米大陸東岸の距離 0 km から、東に向けて大西洋沖の約 1200 km までの海洋観測を行った際の水温断面図である。等温線は 4 °C 間隔で描かれており、この断面図は北大西洋を代表する海流である北上する「湾流」を横断している。以下の問いに答えなさい。

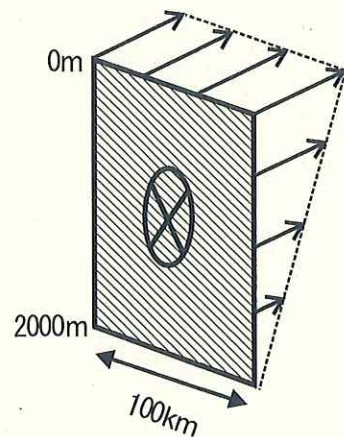
(右図： Pinet, 2010 の図を一部改変)



- (1) 水深 500~1000 m 付近の水温は等温線が混み合っていて描かれている(約 8~16 °C)。この水温の鉛直変化が大きい層を一般的に何というか。(2 点)
- (2) 湾流の強流帯は約 100 km の幅があるとされている。この断面図からどの距離帯が湾流の強流帯にあたりと考えられるか、10 km を最小精度とした距離幅で答えなさい。(3 点)
- (3) (2) の湾流強流帯の範囲を判断した理由を述べなさい。(4 点)
- (4) (2) の解答を踏まえ、図の横軸の距離(0~1200 km)に合わせて、海面高度の相対的な高低を示す折れ線グラフを描きなさい(海面高度の絶対値は問わない)。(4 点)
- (5) (4) のグラフの最高点から東側は、流れが緩やかでホンダワラ類の海藻が多く漂っている海域として知られている。この特徴から名付けられたこの海の名前を答えなさい。(3 点)

- (6) 次に湾流の地衡流量を求める。右の模式図に示すように、海面(水深 0 m)での地衡流速が最も速く 50 cm s⁻¹、水深 2000 m に向かって線形に減速して 2000 m での流速は 0 cm s⁻¹であったと仮定する。東西の幅 100 km での湾流の流量は何 Sv か求めなさい。但し、1 Sv=10⁶m³s⁻¹である。

(5 点)



- (7) 北大西洋の「湾流」や北太平洋の「黒潮」「親潮」に代表されるような幅が狭く、深層にまで至る流れの速い海流は、西岸強化された海流と呼ばれる。この西岸強化が起こる理由として、2 つの重要な概念が必要で、1 つは地球自転による見かけの力で、この力は緯度により変化する。もう 1 つは保存特性を有する物理量で、鉛直軸回りの水柱の回転の大きさである。これら 2 つの概念の名前を答えなさい。(4 点)

出題番号 118

下図 (a) で示す地中海と黒海について以下の問いに答えなさい。

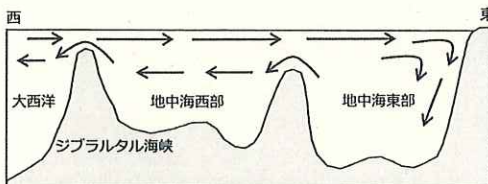
- (1) 下図 (b) は、地中海の東西の断面図と海水の循環を示す。表層では西から東に流れ、地中海東部で亜表層に沈み込む。そして、亜表層では東から西に流れる。このような循環になる主な理由を以下のキーワードを使用して答えなさい。(12点)

キーワード：蒸発、圧力傾度、塩分、密度

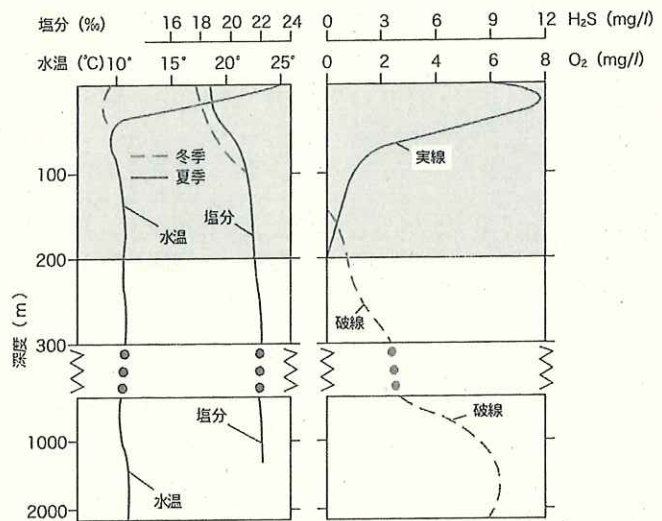
- (2) 下図 (c) 右は、黒海における溶存酸素および硫化水素の鉛直分布を示す。実線および破線はそれぞれ硫化水素および溶存酸素のどちらを示しているか答えなさい。また、その理由を答えなさい。(13点)



(a) 地中海と黒海の地図



(b) 地中海の断面と循環



(c) 左：黒海の水温と塩分の鉛直分布、
右：黒海の溶存酸素と硫化水素の鉛直分布

Pinet, 2010 の図を一部改変