

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題番号 71, 72, 81, 82, 91, 92, 101, 102, 11, 12, 111, 112 の計 12 題から、4 題を選択して解答しなさい。

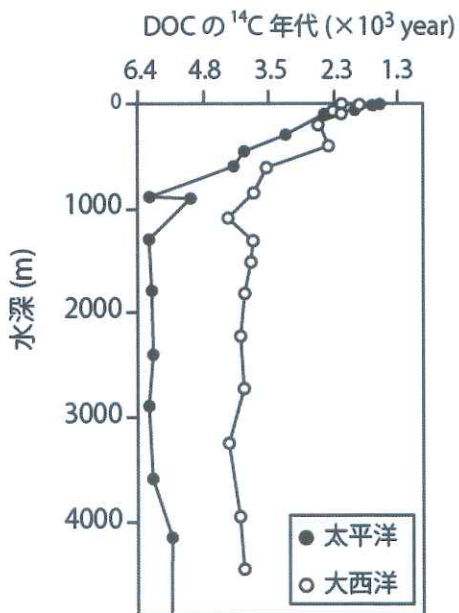
解答用紙には、科目記号・科目名、出題番号を記入すること。

出題内容：化学海洋学

出題番号 71

海洋の深層循環と放射性炭素同位体比について以下の問いに答えなさい。

- (1) 海水中の炭素化合物(全炭酸や溶存有機物)の放射性炭素同位体(^{14}C)比率を測定して、 ^{14}C 年代推定が行われる。 ^{14}C 年代推定の原理を詳しく説明しなさい。なお、海水中の全炭酸の ^{14}C 年代推定をすると、どのような情報が得られるのか例示すること。 ^{14}C の半減期は 5730 年である。(10 点)
- (2) 下の図は、大西洋と太平洋で表層から深層までの水を採取して、含まれる溶存有機炭素(DOC)の ^{14}C 年代推定を行った結果である。両海洋の表層では 1500 年くらいで同じなのに対して、深層では 2000 年くらいの違いがあることに着目して、DOC の ^{14}C 年代の分布を特徴づける要因について詳しく説明しなさい。(15 点)



(Biogeochemistry of Marine Dissolved Organic Matter, p420-421)

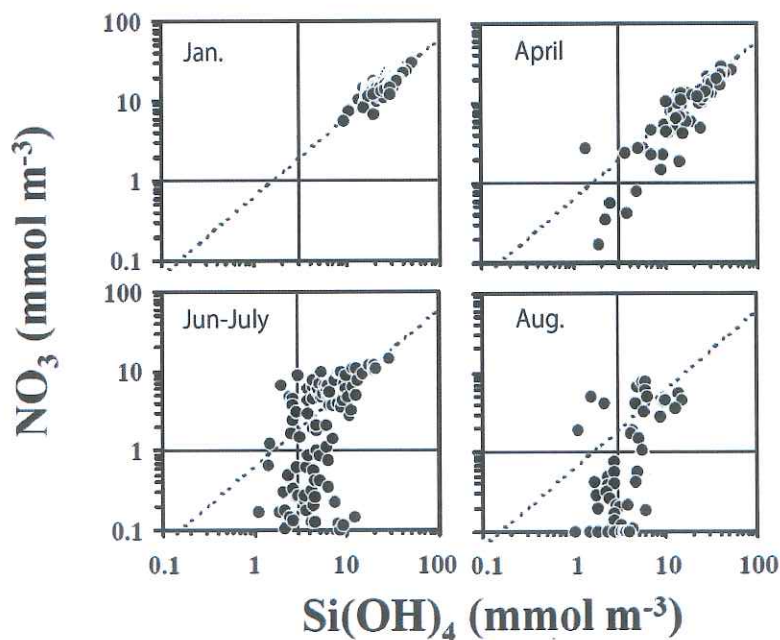
科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：化学海洋学

出題番号 72

海洋基礎生産と栄養塩・微量栄養素の供給について以下の問いに答えなさい。

- (1) 海洋には High Nutrient Low Chlorophyll (HNLC) 海域と呼ばれる海域がいくつかあることが知られている。代表的な HNLC 海域を 2ヶ所例示したうえで、HNLC 海域となる要因について詳しく説明しなさい。(12点)
- (2) 下の図は、1月から8月までに北西太平洋混合域(北緯 39 - 42 度付近)で採取した表面海水中の硝酸塩と珪酸塩濃度をプロットしたものである。プロットが時系列的に変化する特徴を述べ、その環境要因として考えられることを説明しなさい。なお、図中の縦実線と横実線は、植物プランクトンによる硝酸塩と珪酸塩の半飽和定数、破線は $\text{Si}(\text{OH})_4 : \text{NO}_3^-$ 比率 1.65 を表している。(13点)



(Saito et al., Deep Sea Research II, 2002)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：物理海洋学

出題番号 81

地球上(回転系)の流体(海水や大気)では、水平 y 方向の密度勾配 $\partial\rho/\partial y$ の観測値を用いて、この y 軸に直交する x 軸方向の任意水深 z における水平流速成分 $u(x,y,z)$ を求める、という「力学計算」が行われる。それを数式で表現すれば、

$$u(x, y, z) = u(x, y, z_0) + \frac{g}{\rho f} \int_{z_0}^z \frac{\partial \rho}{\partial y} dz \quad \text{①}$$

となる。ここで、 g は重力加速度、 f はコリオリパラメータ、 z_0 はある特定の水深である。

- (1) ①式において $u(x,y,z_0)=0$ とする仮定を行う場合があり、この仮定を何と呼ぶのでしょうか。(5点)
- (2) この①式は、温度風の関係式を z 軸方向に積分して得ることができる。①式の各変数およびパラメータを用いて、積分される前の式を示しなさい。(10点)
- (3) 設問(2)で導いた温度風の関係式は、どのような近似式から導くことができるのかを説明しなさい。(10点)

出題番号 82

一般の流体において、直交座標系 x,y,z 方向の流速成分をそれぞれ u,v,w とする。

- (1) まず、非圧縮流体における「体積保存則」の一般式を示しなさい。(10点)
- (2) 次に、 u,v,w の流速成分で表現される流れに沿って、密度 ρ が時間変化しない場合に限り、「密度保存則」が成立する。この「密度保存則」の式を示しなさい。(10点)
- (3) 最後に、設問(1)(2)で示された「体積保存則」と「密度保存則」の両式から「質量保存則」を導くことができる。流体力学では、これを定常状態の連続方程式とも呼ぶ。導かれる「質量保存則」の式を示しなさい。(5点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：分析化学

出題番号 91

計算及び実験結果について以下の問いに答えなさい。

(1) 有効数字に注意して次の計算をなさい。また、得られた結果は有効数字何桁ですか。

(5点)

(a) $4.3257 - 1.28$, (b) $0.2548 \times 10000 \div 120$,

(c) $(56.36 \times 0.1000 \times 0.05000 \div 1.1000) \times 100\%$

(2) 96.0% (重量%) の濃硫酸のモル濃度 (mol/liter) を、有効数字に注意して計算しなさい。ただし、その濃硫酸の密度は 1.8375 g/ml であり、 H_2SO_4 式量は 98.0 とする。(5点)

(3) 94.0% (重量%)、密度 1.830 g/ml の濃硫酸何 ml が 0.100 mol/liter 硫酸溶液 1 liter を調整するために必要か、有効数字に注意して計算しなさい。ただし、 H_2SO_4 式量は 98.0 とする。(5点)

(4) 実験結果の精密さを表す手段として、標準偏差 (σ) が使われる。その標準偏差 (σ) を、 n (分析回数)、 x_i (個々の測定値) 及び \bar{x} (x_i の平均値) を使って表しなさい。また、同じ方法で測定実験を 4 回行って次のデータを得た。有効数字に注意して、4 個のデータの平均値を、標準偏差 ($\pm\sigma$) を付して示しなさい。(10点)

1回目 : 10.0 cm^3 , 2回目 : 12.0 cm^3 , 3回目 : 9.0 cm^3 , 4回目 : 9.0 cm^3

出題番号 92

酸塩基平衡について以下の問いに答えなさい (計算過程も示しなさい)。

(1) 下記に示すようにアンモニアの解離定数 K_b は 25°C で 2.00×10^{-5} である。 2.00×10^{-1} mol/liter のアンモニア溶液の pH および pOH を計算しなさい。(10点)



(ただし、温度は 25°C とする。また、常用対数値 $\log 2 = 0.301$ とする。)

(2) 4.00×10^{-1} mol/liter の塩化アンモニウム水溶液の pH を計算しなさい。ただし、アンモニアの解離定数 K_b は上記で示す 25°C で 2.00×10^{-5} である。(10点)

(ただし、温度は 25°C とする。また、常用対数値 $\log 2 = 0.301$ とする。)

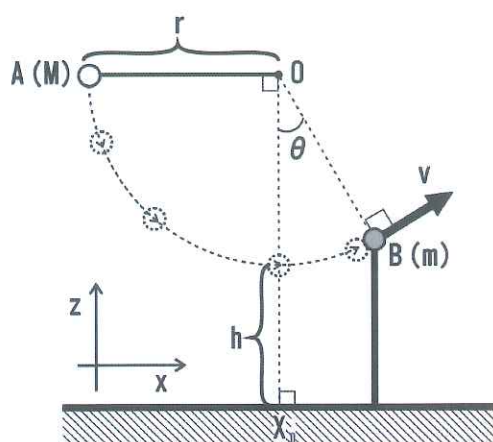
(3) 緩衝液について簡単に説明しなさい。(5点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：力学一般

出題番号 101

鉛直面内 (x - z 面) の運動を考える。床面からの高さが $h+r$ [m] の中心点 O から、摩擦・質量・抵抗を無視できる糸でつるされた質量 M [kg] の小球 A を、中心点と同じ高さまで持ち上げて静かに離し、半径 r [m] の円運動をさせる。円周軌道上には、中心点を通る垂線から反時計回りに角度 θ ($0 < \theta < 90$) を成す位置に質量 m [kg] の小球 B を予め設置しておき小球 A を衝突させる (下図参照)。小球 A と B との反発係数を e ($0 < e < 1$) とし、小球 B は円運動の接線方向に初速を得て飛ばされるものとする。



設置台と B との摩擦、両小球の大きさ・空気抵抗は無視でき、重力加速度を g [ms^{-2}] とし、以下の間に答えなさい。

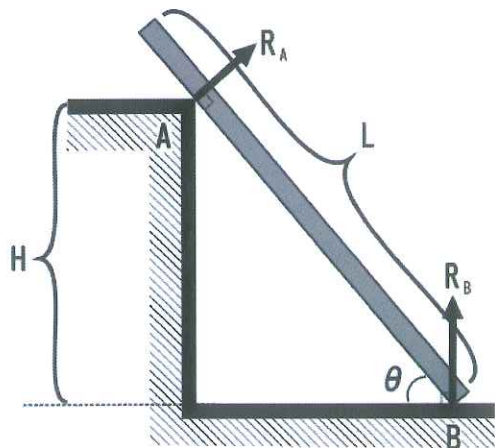
- (1) 小球 B との衝突直前の小球 A の接線速度を、上記に与えられた記号を用いて示しなさい。(5 点)
- (2) 小球 B が衝突直後に飛び出す速度を鉛直上向き成分と水平方向成分に分けて、上記に与えられた記号を用いて示しなさい。(10 点)
- (3) $e = (\sqrt{3} - 1)$, $\theta = 60^\circ$ とした場合、小球 B の最高到達点が原点 O の高さを超える条件が、

$$M \geq 2m$$

となることを証明しなさい。(10 点)

出題番号 102

高さ H [m] の段差に、質量 M [kg] の均質な板を斜めに立てかける (下図参照)。板の長さは L [m] で、 $L/2 < H < L$ の関係にあり、折曲がったりせず、厚みは無視できる。板を徐々に寝かせて行き、床面との角度が θ を下回った時、板は右方向に床面を滑り出した。床面および段差の角 (A 点) と板との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度を g [ms^{-2}]、 A 点で板と直角する抗力を R_A [N]、床面接点の B 点での鉛直上向きの抗力を R_B [N] とし、以下の間に答えなさい。



- (1) 床面との成す角が θ となった限界釣り合いのとき、水平方向・鉛直方向の力の釣り合い式を、 R_A , R_B , M , g , μ , θ を用いて示しなさい。(10 点)
- (2) 同じく限界釣り合いのとき、 B 点まわりの板の回転モーメントの釣り合い式を R_B , M , g , θ , L , H を用いて示しなさい。(5 点)
- (3) 上記 (1) (2) の関係式から R_A , R_B , M , g を消去し、 θ , μ , L , H の関係式を示しなさい。(10 点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：プランクトン学

出題番号 11

海域の基礎生産者である植物プランクトンの増殖や死滅に対し様々な要因が影響を与えるが、ブルームの結果海水が着色する赤潮の発生は植物プランクトンの大量増殖を抑制する機構が働かなかつた結果とみなすことができる。一方で赤潮の消滅は、抑制の機構が働いた結果である。赤潮の発生から消滅に関わる以下の問いに答えなさい。

- (1) 赤潮の発生と消滅に与える栄養塩類の影響を論じなさい。(5点)
- (2) 植物プランクトンの捕食者として、濾過食性の二枚貝類と植食性カイアシ類があげられるが、これらの捕食者が植物プランクトンを制御する可能性と限界を論じなさい。(6点)
- (3) 細菌、ウイルス、および従属栄養性渦鞭毛藻類が植物プランクトンの殺滅に重要と認識されるようになったが、殺滅の機構を各々説明しなさい。(7点)
- (4) 赤潮の発生予防に細菌、ウイルス、および従属栄養性渦鞭毛藻類等の微生物を用いる際に検討の必要な事項を論じなさい。(7点)

出題番号 12

動物プランクトンに関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 動物プランクトンの変態 (Metamorphosis) は、どのようなもので、どのような分類群に見られるか、また変態を行う理由は何であるか、知るところを述べなさい。(15点)
- (2) 海洋生態系におけるエネルギーと物質の流れの違いについて述べなさい。(10点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：衛星海洋学

出題番号 III

近年、MODISのような多波長のスペクトル・センサーが利用できるようになってきました。図にはこれまで利用してきた海色センサーの波長帯を示しました。これを見て次の間に答えなさい。

- すべてのセンサーに共通している点についてあげ、なぜそうなのか説明しなさい。(8点)
- CZCSとSeaWiFSとの相違点を述べ、どのようにSeaWiFSがCZCSに比較して優位な点があるかを説明しなさい。(10点)
- MODIS、MERIS、GLIのある波長帯に共通点があります。これを指摘し、その波長帯は何のために設計されたか説明しなさい。(7点)

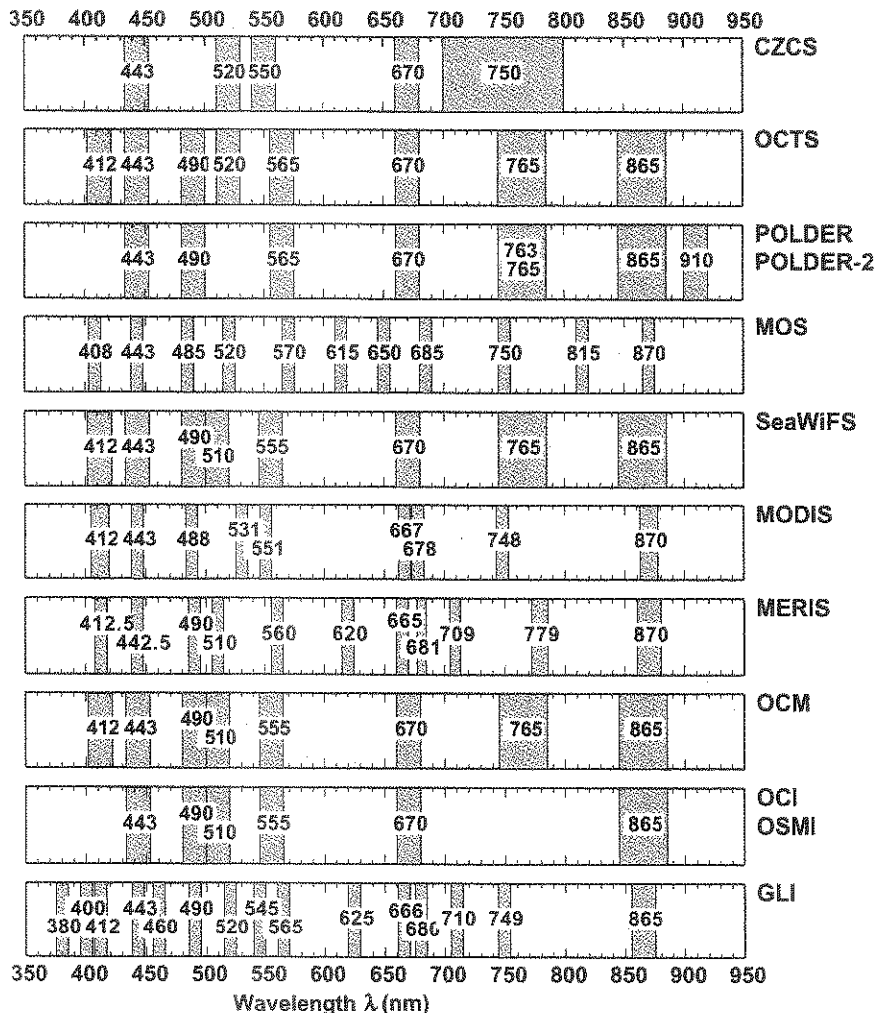


図 各種海色センサーの波長帯 (IOCCG Report No.1, 1998)

出題番号 112

- (1) 以下の括弧内に適当な用語を下記より選び記入し、文章を完成させなさい。用語は複数回使っても構いません。また、下記用語の中には不要なものも含まれています(15点)

衛星海色リモートセンシングの主たる推定プロダクトは植物プランクトンの(1)の指標となる(2)である。その推定のために、「海の色」つまり海面から空中へ射出する海面射出放射輝度あるいは海面における(3)のスペクトルを測定している。放射輝度は単位面積あたり、(4)あたりの放射束であり、反射率は海面に入射する(5)に対する射出する(6)の比で表される。海面に入射した光エネルギーは水中において、海水自身や海水中の物質による(7)の影響を受け、そのスペクトルが変化するため、水中に存在する物質の量や質によって「海の色」は変化する。光学的性質のうち、(8)・(9)およびそれらの消散係数、反射率など、放射の場の特性(光学場の幾何学的構造)に依存する性質をもつものを「(10)の光学的特性」と呼ぶ。それに対して、(11)や(12)のようにその大きさが海水を構成している物質のみに依存し、光学場の幾何学的構造に依存しない性質を「(13)の光学的特性」と呼ぶ。光学的特性と物質の量を定量的に表したものが(14)であり、その関係を衛星海色リモートセンシングデータに適用することにより、衛星データから物質の量が推定される。また、衛星が捉える光エネルギーには海面射出放射輝度以外の光も含まれるため、近赤外域の放射輝度を利用して(15)を行う必要がある。

放射照度、放射輝度、自然蛍光、キャリブレーション、吸収係数、散乱係数、水中アルゴリズム、現場観測、放射照度の消散係数、可視、近赤外、見かけ、基礎生産、大気補正、単位時間、バイオマス、単位立体角、単位面積、単位体積、大気補正、吸収・散乱、海水固有、光合成活性、動物プランクトン、定量的、大気補正、放射伝達、反射率、スペクトル、定性的、植物プランクトン、クロロフィル a 濃度

- (2) 衛星リモートセンシングを利用して海洋植物プランクトンの基礎生産力を推定する際、利用する衛星データプロダクト、推定方法および問題点について説明しなさい。(10点)