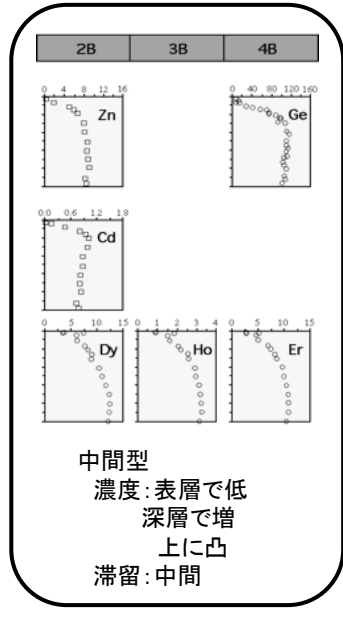
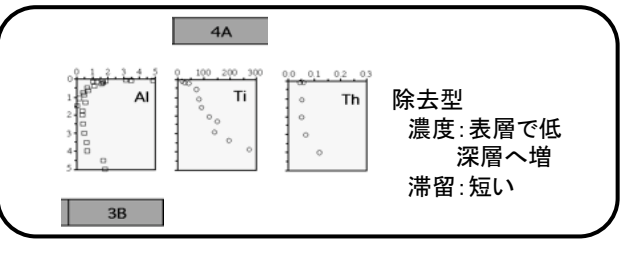
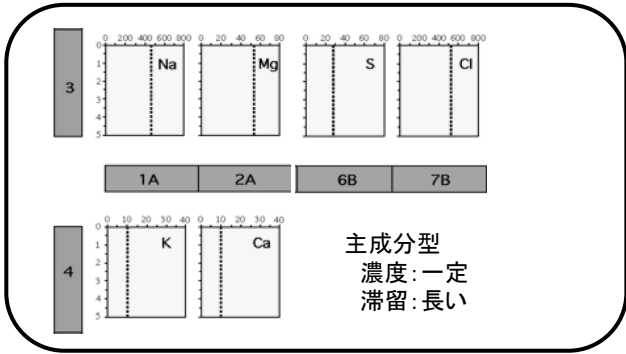


# 海は元素の博物館である

元素の周期表

族	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIII	IB	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	0			
1	H 1.00794 水素															He 4.002602 ヘリウム			
2	Li 6.941 リチウム	Be 9.012182 ベリリウム												B 10.811 ホウ素	C 12.0107 炭素	N 14.00674 窒素	O 15.9994 酸素	F 18.9984032 フッ素	Ne 20.1797 ネオン
3	Na 22.989768 ナトリウム	Mg 24.3050 マグネシウム												Al 26.981538 アルミニウム	Si 28.0855 ケイ素	P 30.973761 リン	S 32.066 硫黄	Cl 35.4527 塩素	Ar 39.948 アルゴン
4	K 39.0983 カリウム	Ca 40.078 カルシウム	Sc 44.955910 スカンジウム	Ti 47.867 チタン	V 50.9415 バナジウム	Cr 51.9961 クロム	Mn 54.938045 マンガン	Fe 55.845 鉄	Co 58.933200 コバルト	Ni 58.6934 ニッケル	Cu 63.546 銅	Zn 65.39 亜鉛	Ga 69.723 ガリウム	Ge 72.61 ゲルマニウム	As 74.92160 ヒ素	Se 78.96 セレン	Br 79.904 臭素	Kr 83.80 クリプトン	
5	Rb 85.4678 ルビジウム	Sr 87.62 ストロンチウム	Y 88.90585 イットリウム	Zr 91.224 ジルコニウム	Nb 92.90638 ニオブ	Mo 95.94 モリブデン	Tc 98.906250 テクネチウム	Ru 101.07 ルテチウム	Rh 102.90550 ロジウム	Pd 106.42 パラジウム	Ag 107.8682 銀	Cd 112.411 カドミウム	In 114.818 インジウム	Sn 118.710 スズ	Sb 121.760 アンチモン	Te 127.60 テルル	I 126.90447 ヨウ素	Xe 131.29 キセノン	
6	Cs 132.90545 セシウム	Ba 137.27 バリウム	L 137.327 ランタノイド	Hf 178.49 ハフニウム	Ta 180.9479 タンタル	W 183.84 ウラン	Re 186.207 レニウム	Os 190.23 オスミウム	Ir 192.222 イリジウム	Pt 195.078 白金	Au 196.96655 金	Hg 200.59 水銀	Tl 204.3873 タリウム	Pb 207.2 鉛	Bi 208.98038 ビスマス	Po 209 ポロニウム	At 210 アステチン	Rn 222 ラドン	
7	Fr 132.90543 フランシウム	Ra 137.33 ラジウム	A 137.33 アクチノイド																
	L 138.9055 ランタン	La 140.116 セリウム	Ce 140.90765 プラセオジウム	Pr 144.24 ネオジム	Nd 144.24 プロメチウム	Pm 144.9128 サマリウム	Sm 150.36 ユウロピウム	Eu 151.964 ガドリウム	Gd 157.25 テルビウム	Tb 158.92534 ドセラニウム	Dy 162.50 ジスプロシウム	Ho 164.93032 ホルムシウム	Er 167.26 エルビウム	Tm 168.93421 テュルミウム	Yb 173.04 イットリウム	Lu 174.967 ルテチウム			
	A 138.9055 アクチノイド	Ac 138.9055 トリアクトニウム	Pa 231.03688 プロトアクチノイド	Th 232.03772 ウラン	U 238.02891 ウラン	Np 237.04817 ネプツニウム	Pu 244.06422 プルトニウム	Am 243.06138 アメリシウム	Cm 247.07725 キュリウム	Bk 247.07725 バークリウム	Cf 251.0825 カリフォルニウム	Es 252.083 アインシュタイン	Fm 257.10528 フェルミウム	Md 258.10528 メンデルビウム	No 259.10528 ノーベリウム	Lr 260.10528 ローレンツ			

## 海水中の元素の分布の形



## 海水中の元素の分布は様々

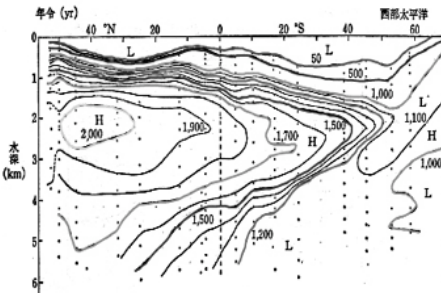
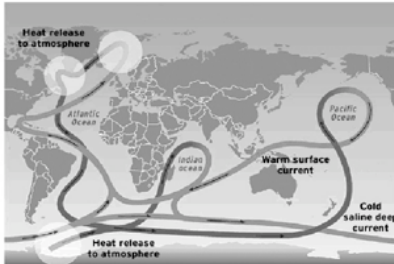
(野崎義行による編集, 2001)



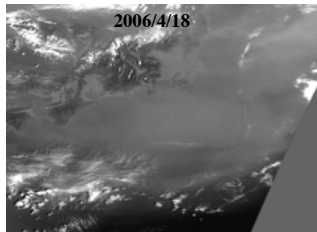
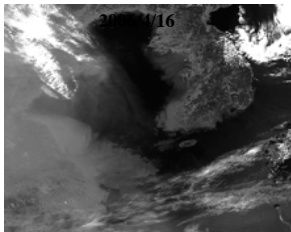
Nozaki, Y. (2001) Elemental distribution: Overview. In: Encyclopedia of Ocean Sciences, Ed. by J. H. Steele, K. K. Turekian and S. A. Thorpe, Academic Press London, pp. 840-845.

## 海水中の元素の分布に影響を与える要因

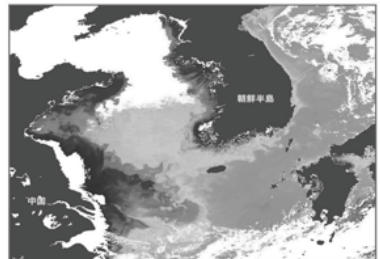
海水の流れ・動き



海への元素の供給経路

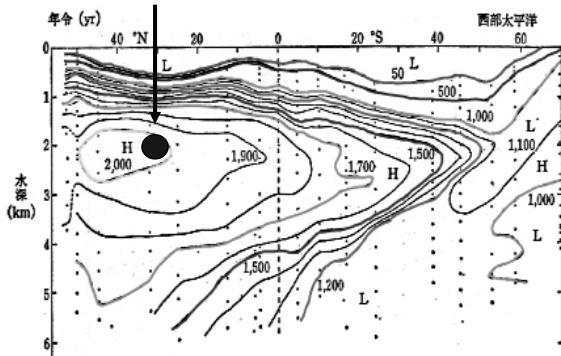


海でのプランクトン活動



<http://www.eoc.jaxa.jp/satellite/sendata/image>

## 船上自由テーマ: 古代塩製塩・とうふ作り



製塩に使う海水

30° 0.0' N, 137° 40.0' E, 2001 m

- \* 海水を煮詰めるとどうなるか？
- \* ”にがり”ってどんなもの？
- \* できた”にがり”でとうふを作ろう！

$H_2O$ 965 g
Salt 35 g

Cl: 19.35			
Na: 10.77			
SO <sub>4</sub> : 2.71			
Mg	Ca	K	Others
1.29	0.41	0.40	0.11
g/kg			

## 船上研修／海洋観測の体験: 海水中の化学成分を調べる



CTD-Crousel採水システム



栄養塩試料の採水



溶存酸素試料の採水



pH試料の採水

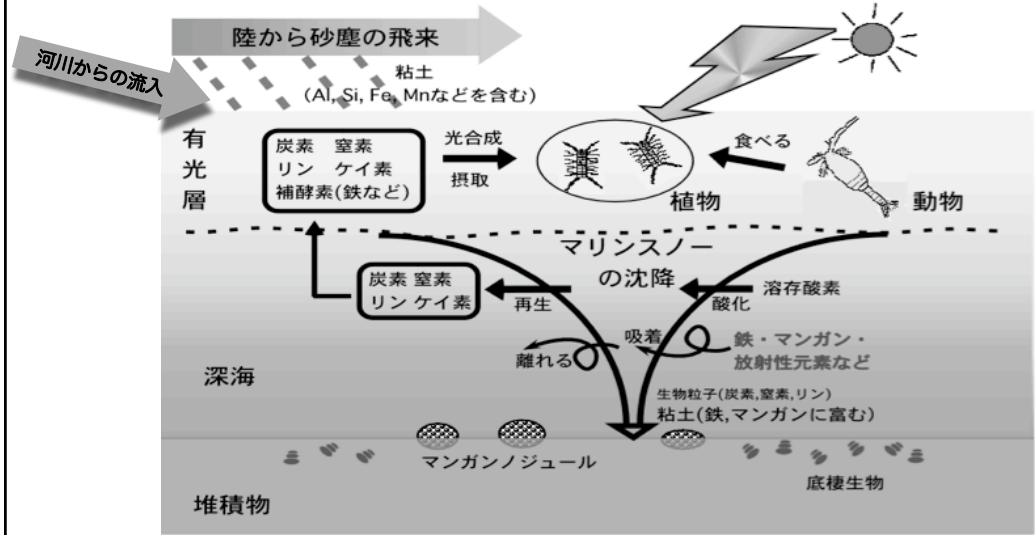


塩分試料の採水

## 研修テーマ: 海の中の化学成分の分布とその役割を学ぶ

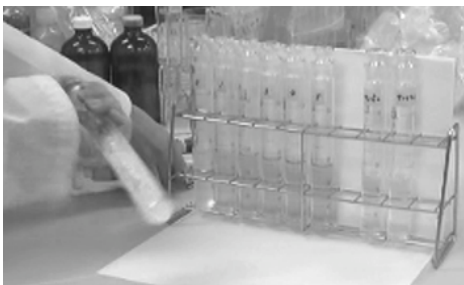
“表層から深層”、“沿岸から外洋へ”

海水中の化学成分がどのように変化するかを調べてみよう!

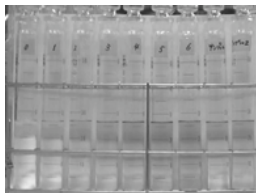


## 研修テーマ 6: 海水に溶けている栄養物質を調べる

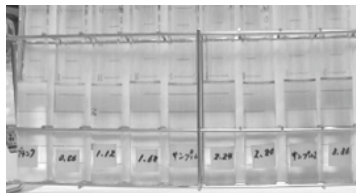
海水に色をつけて栄養物質の濃度を測定する



海水に発色試薬を加えよく振り混ぜる



海水が発色した様子: 濃度に応じて濃さが違う  
(左: 硝酸、右: リン酸)



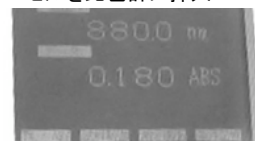
色の濃さの度合いは比色計で測定



発色させた海水をセルに移す



セルを比色計に挿入



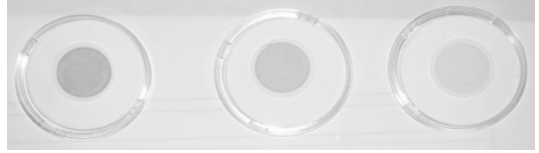
吸光度が表示

## 研修テーマ 7: 海の植物プランクトンを調べる



海水をろ過し植物プランクトンを集める

植物プランクトンは、光エネルギーを吸収するためのクロロフィルaという色素をもっている



海水をろ過したフィルターの色  
一定量の海水をろ過した場合、海水中の植物プランクトン量と種類を反映する



色素測定に用いる蛍光光度計

ろ過したフィルターを、一定量の有機溶媒に浸しクロロフィルaという色素抽出

この溶液中のクロロフィルa濃度を蛍光光度計で測定

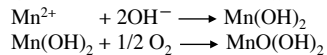
海水中の植物プランクトンの総量が推定できる

## 研修テーマ 8: 海水中の酸素を調べる

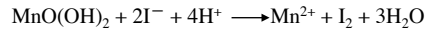
海水中の植物プランクトンは、光合成の結果、酸素を作り出す  
生物は、呼吸して酸素を消費する  
死んだ生物は、バクテリアが酸素を使って分解する

海水中の酸素濃度(溶存酸素)は、  
どんな分布になっているか？

- (1) 海水に試薬を加え、酸素をかつ色の沈殿として固定



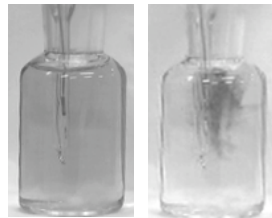
- (2) KIとHClを加えるとマンガンは酸化され、  
代わりにヨウ素が遊離



- (3) このヨウ素をチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定



海水の酸素量(溶存酸素)を測定するための自動滴定計



最後は、でんぷん溶液を加え青紫色に

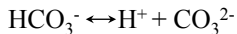
研修テーマ 9: 海水中の二酸化炭素を調べる  
10: 海水中のpHを調べる

海水の主要陽イオンの総電価数と陰イオンの総電価数を比べた場合、陽イオンの総電価数の方が多く、この差は全アルカリ度と呼ばれている

全アルカリ度は以下の式で定義される

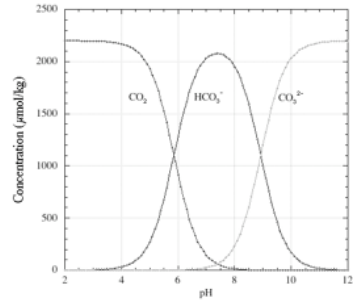
$$\text{Total Alkalinity} = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{H}_2\text{BO}_3^-]$$

水に二酸化炭素が溶けると、以下の式で表したように二段階に解離して、2価の炭酸となる



海水中に溶けた二酸化炭素はpHに応じて

様々な化学形で存在:  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$



海水中の陽イオンの総電価数はどのくらい多いのか？

様々な元素の溶けている海水のpHはいくつだろうか？

海水のpHは何で決まるのか？ 海水にはどのくらいCO<sub>2</sub>が溶けているか？

海水のアルカリ度とpHを測定してみよう！

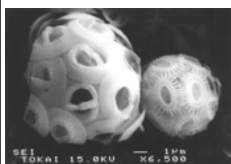
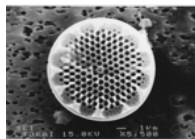
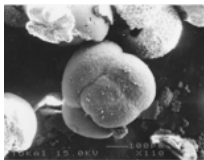
研修テーマ 11: 海底の堆積物を調べる

- A. 海には様々な大きさ形の粒子が存在する  
 ・海水に浮かんでいる粒子、海底にたまった粒子を見て触って実感してみよう！  
 ・小さなものは、電子顕微鏡を使って拡大してみよう！



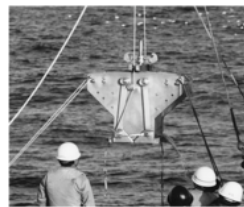
沿岸

海水に浮かんでいる粒子をろ紙に集めたもの



ミクロの世界を見るための電子顕微鏡

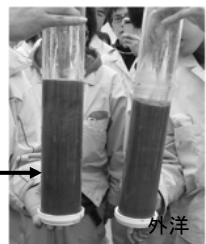
- B. 堆積物の化学成分を分析してみよう  
 ・沿岸と外洋では、堆積物の色が違います。化学成分を測定してその違い原因を探ってみよう！



海底の堆積物を採取する装置



沿岸



外洋

沿岸と外洋の海底では堆積物の色も違う