

# 大気海洋物理学基礎論(海洋編)の試験

6月7日は予定通り、試験を行います。

10:30ぴったりに開始、5分前までにD201に来てください。  
直前の授業などで遅れる人には時間をずらして行います。

左右には2つ、前後には1つ以上の空席を  
必ず作って着席してください。

試験時間は10:30から11:35の65分

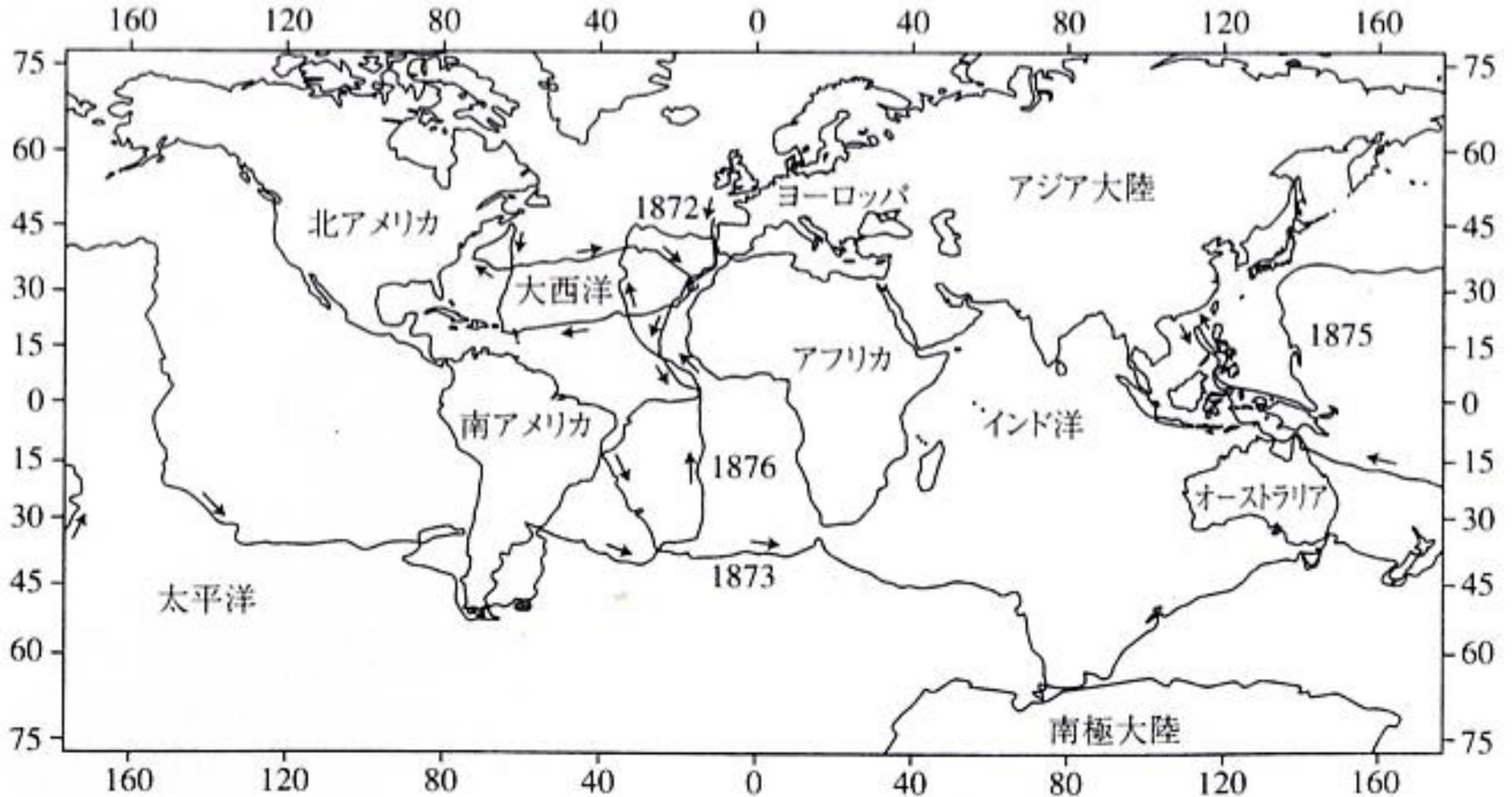
残りの25分はテスト問題を使っての解説・復習を行います。

諸事情(コロナの不安も含む)で試験を受けることができない学生は、6月7日の朝9時までに、大島まで理由を言って申し出て下さい(メールでも可)。別途レポート(試験より質・量が変わります)を課します。

# 第6回：基礎論（海洋編）

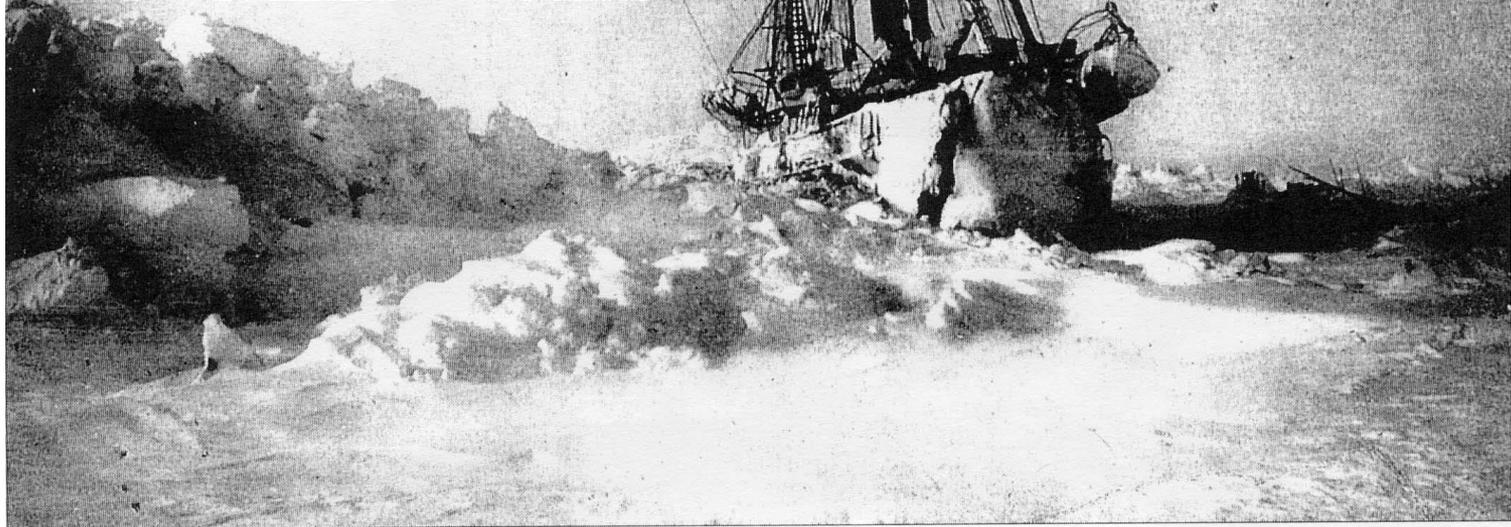
- ・ 海洋の観測

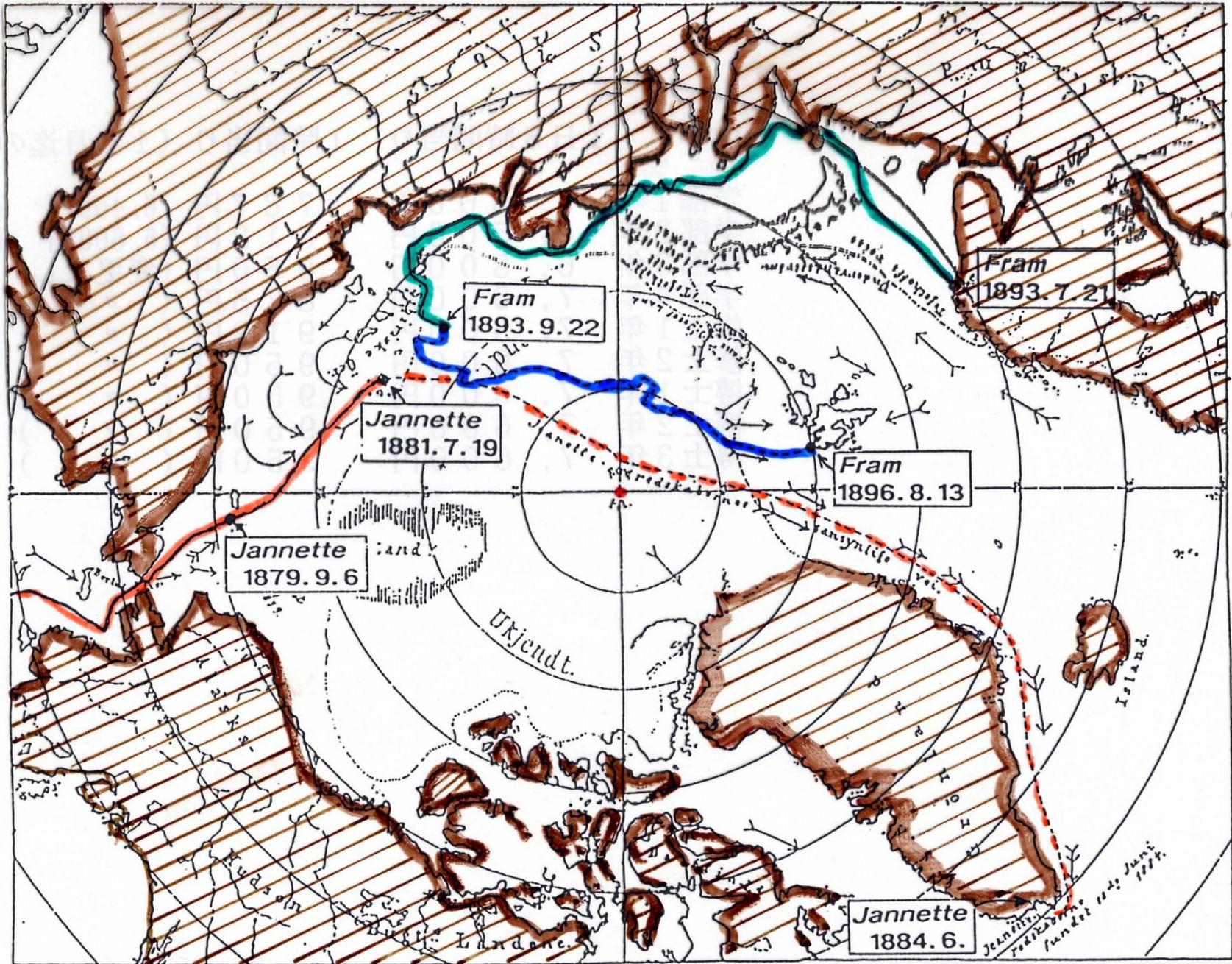
# 帆船チャレンジャー号による世界一周探検航海 (1872-1876)



# フリチョフ・ナンセン

氷に閉じこめられた  
フラム号(1895年)





ジャネット号とフラム号の漂流経路

**深海温度測定  
(1894年)**



**拡大鏡で温度を読み取る  
(1894年)**





ナンセン採水器  
on 1991 at 南極

# A. 水温・塩分の観測

## 1. 採水観測

ナンセン採水器 → ニスキン採水器

## 2. CTD (Conductivity – Temperature – Depth profiler)

アーマードケーブル使用, 記録内蔵式

## 3. XBT (eXpendable BathyThermograph)

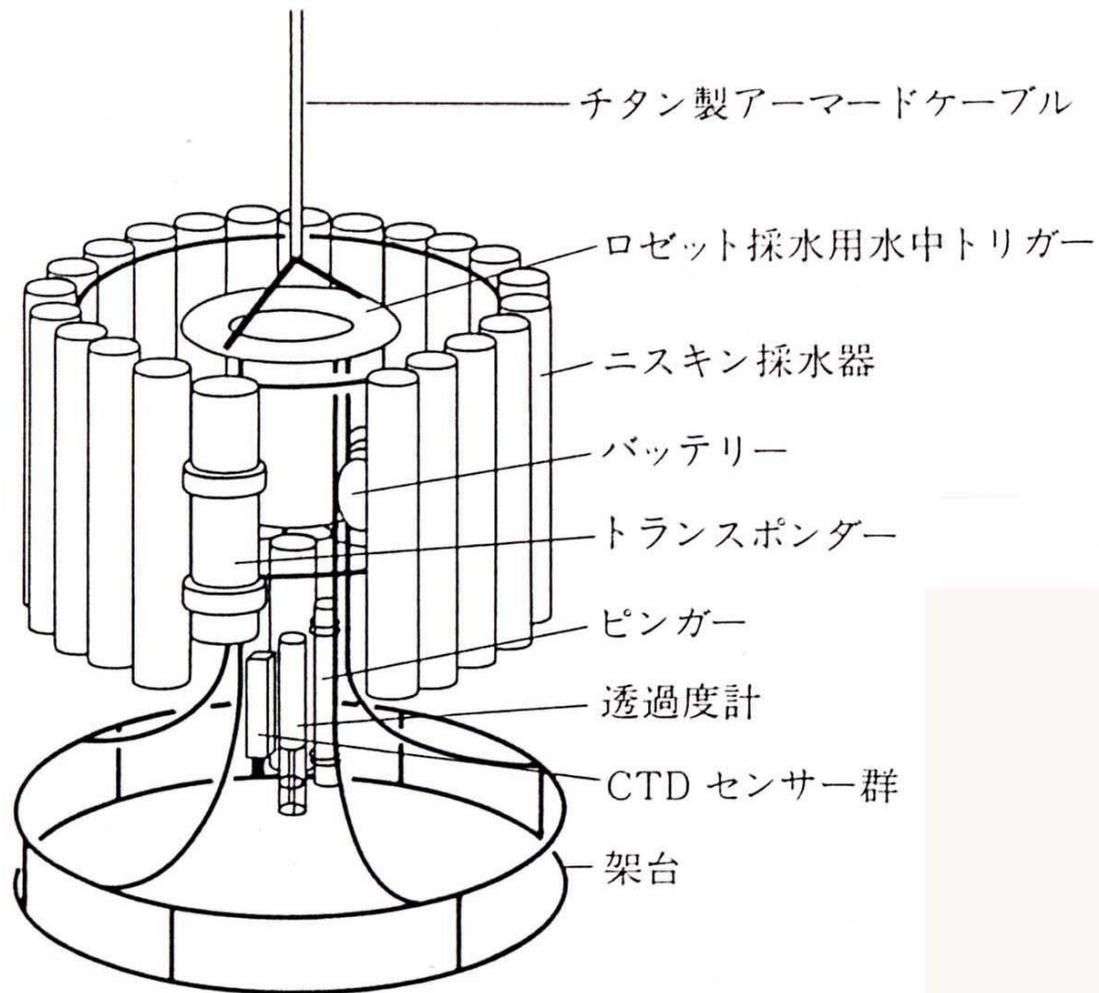
XCTD (eXpendable CTD)

## 4. プロファイリングフロート (CTD 内蔵)

衛星によりリアルタイム

## 5. 音響トモグラフィー (acoustic tomography)

ソーファークチャネルの利用

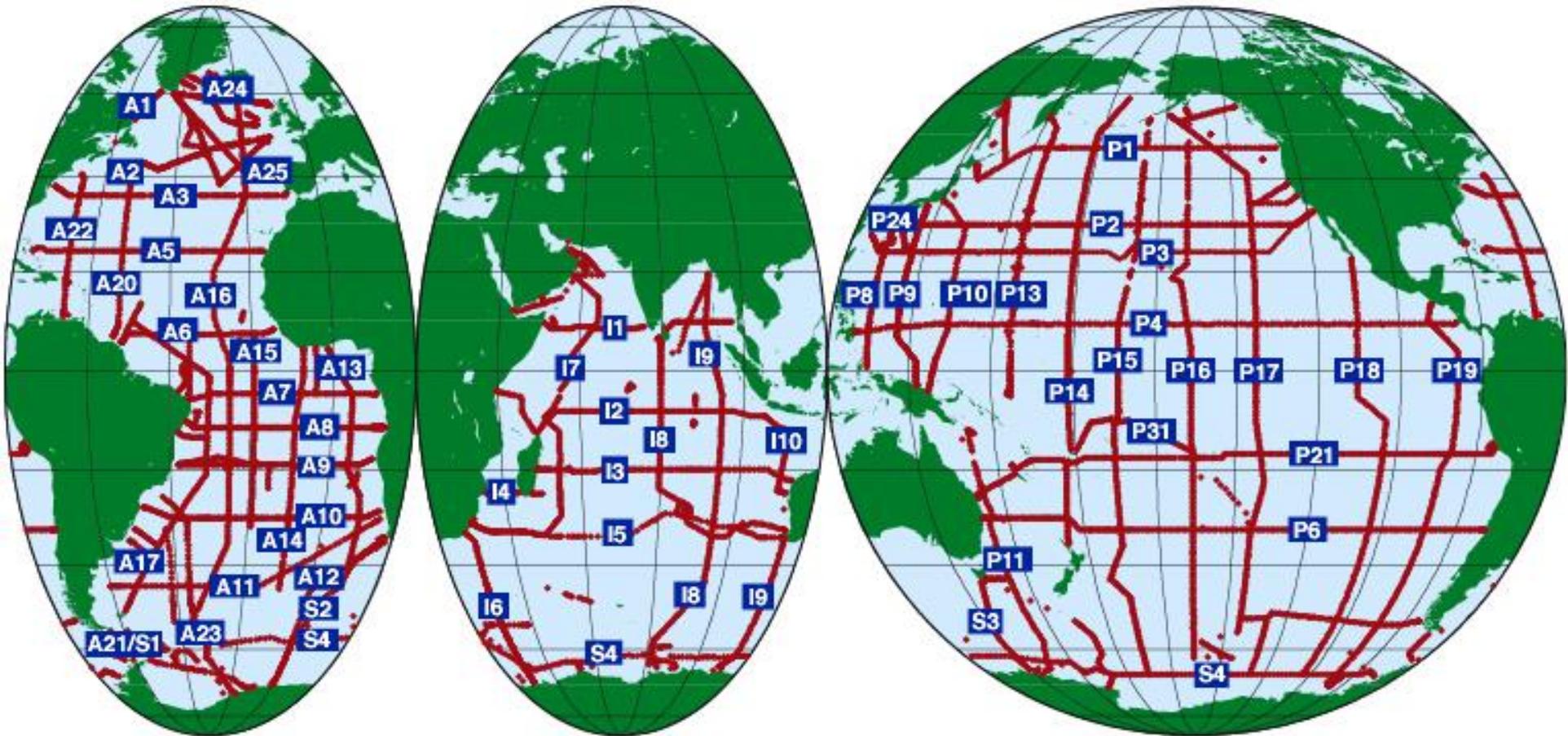


## ロゼット採水システム

採水器のほか、CTDセンサー、ピンガー、トランスポンダー(システムの正確な位置を決めるための音響機器)などが搭載できる

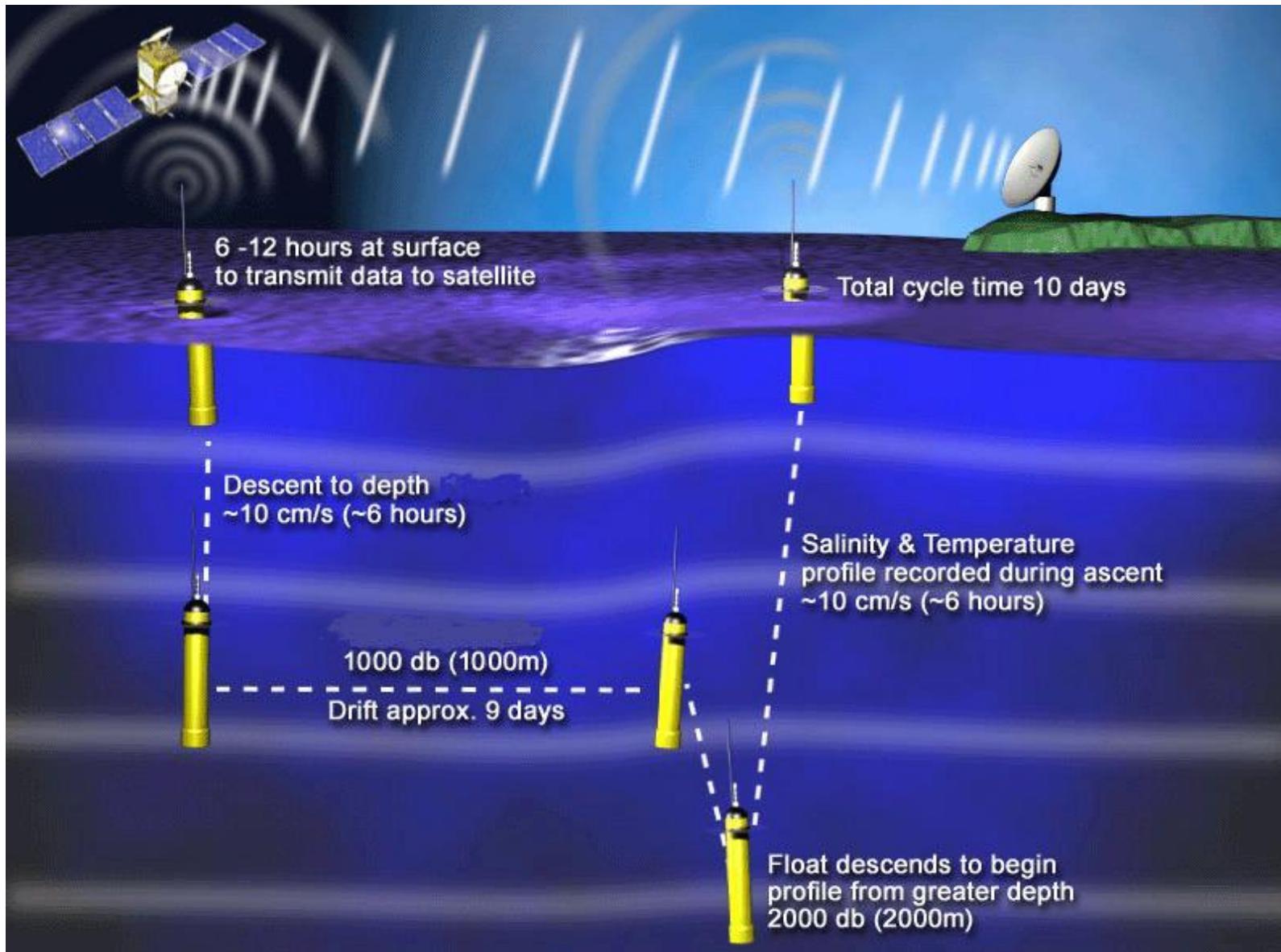
# WOCE (World Ocean Circulation Experiment: 世界海洋循環実験)

海面から海底まで高精度で観測(化学成分も); 各国が手分けして定期的に再観測 → 長期変化(地球温暖化の影響を捉える)



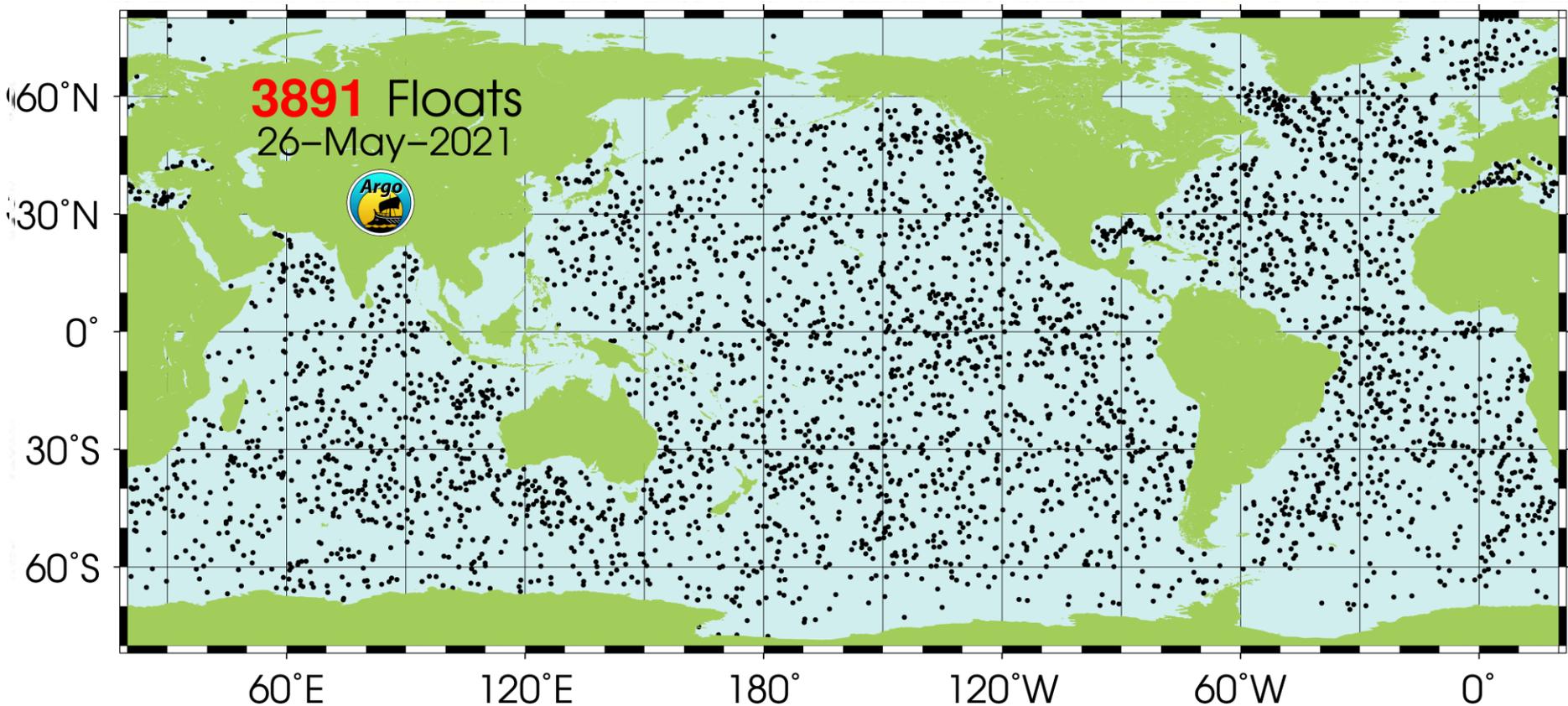
# Profiling float

中層に浮遊し、一定時間ごとに浮上してその際の温度・塩分のプロファイルを送るフロート  
衛星を介して送るフロート



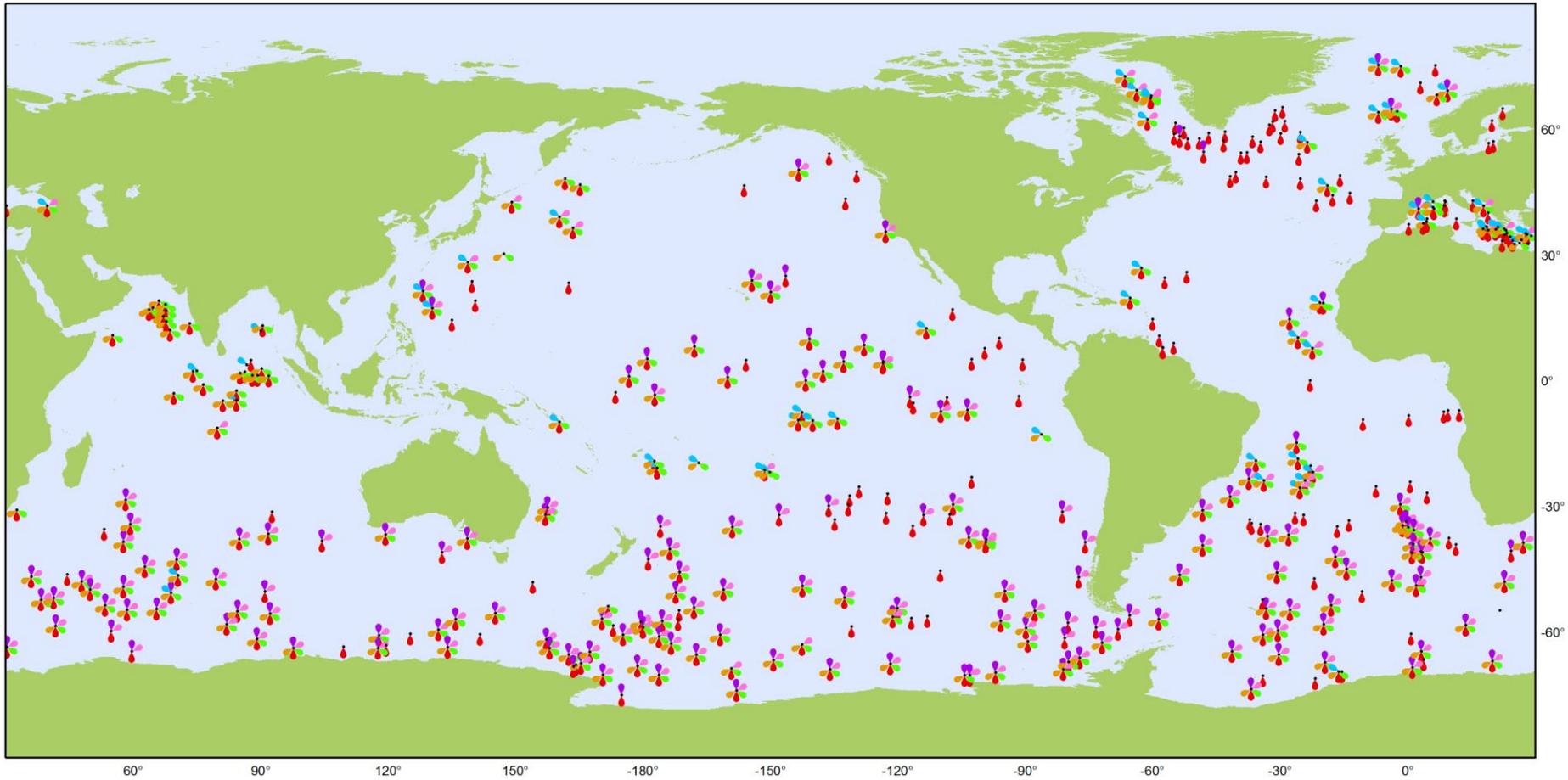
# ARGO(アルゴ)計画(2000年～ )

プロファイリングフロートを全世界に約3000個投下し、  
中層から表層までの水温・塩分・流れをリアルタイム  
にかつグローバルにモニターする計画



<http://www.argo.ucsd.edu/>

# Biogeochemical Argo: 酸素 硝酸 クロロフィル PH 濁度



Biogeochemical Argo

## Sensor Types

April 2020

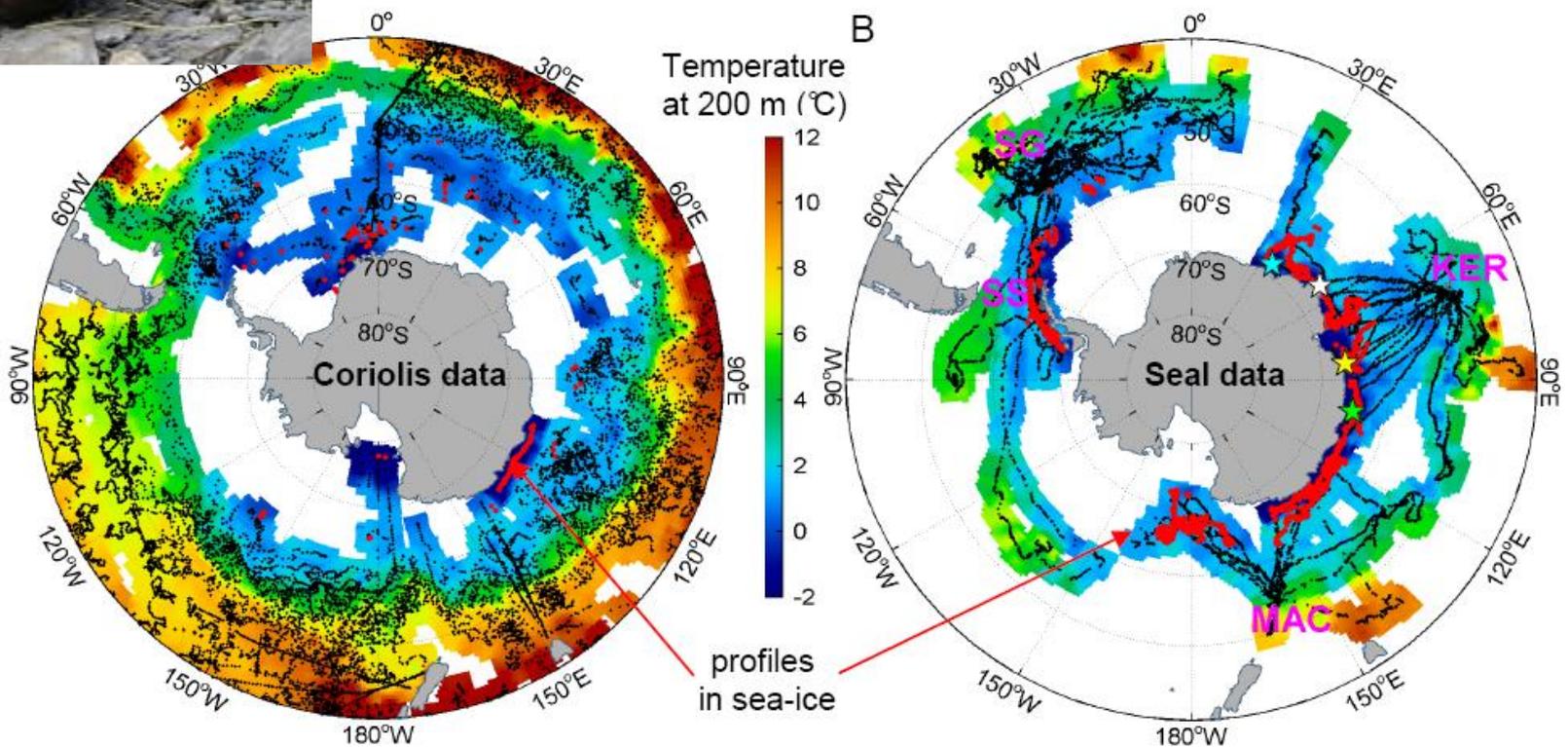
Latest location of operational floats (data distributed within the last 30 days)

- Operational Floats (397)
- Suspended particles (228)
- Downwelling irradiance (59)
- pH (173)
- Nitrate (180)
- Chlorophyll a (228)
- Oxygen (382)





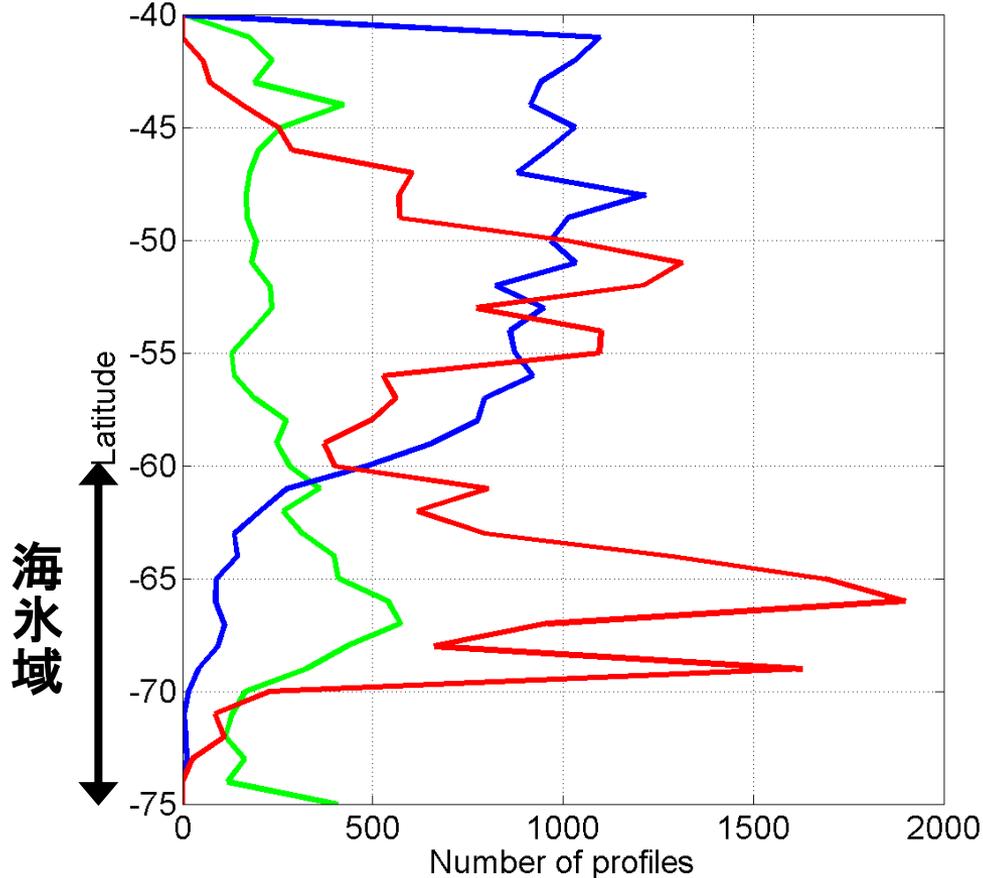
# バイオロギング Elephant seal oceanography



Mapping the ocean underneath the sea ice for the first time (Charassin et al., PNAS, 2008).

# 南大洋での海洋プロファイル観測数

Number of profiles per degree Latitude (south of 40° S)



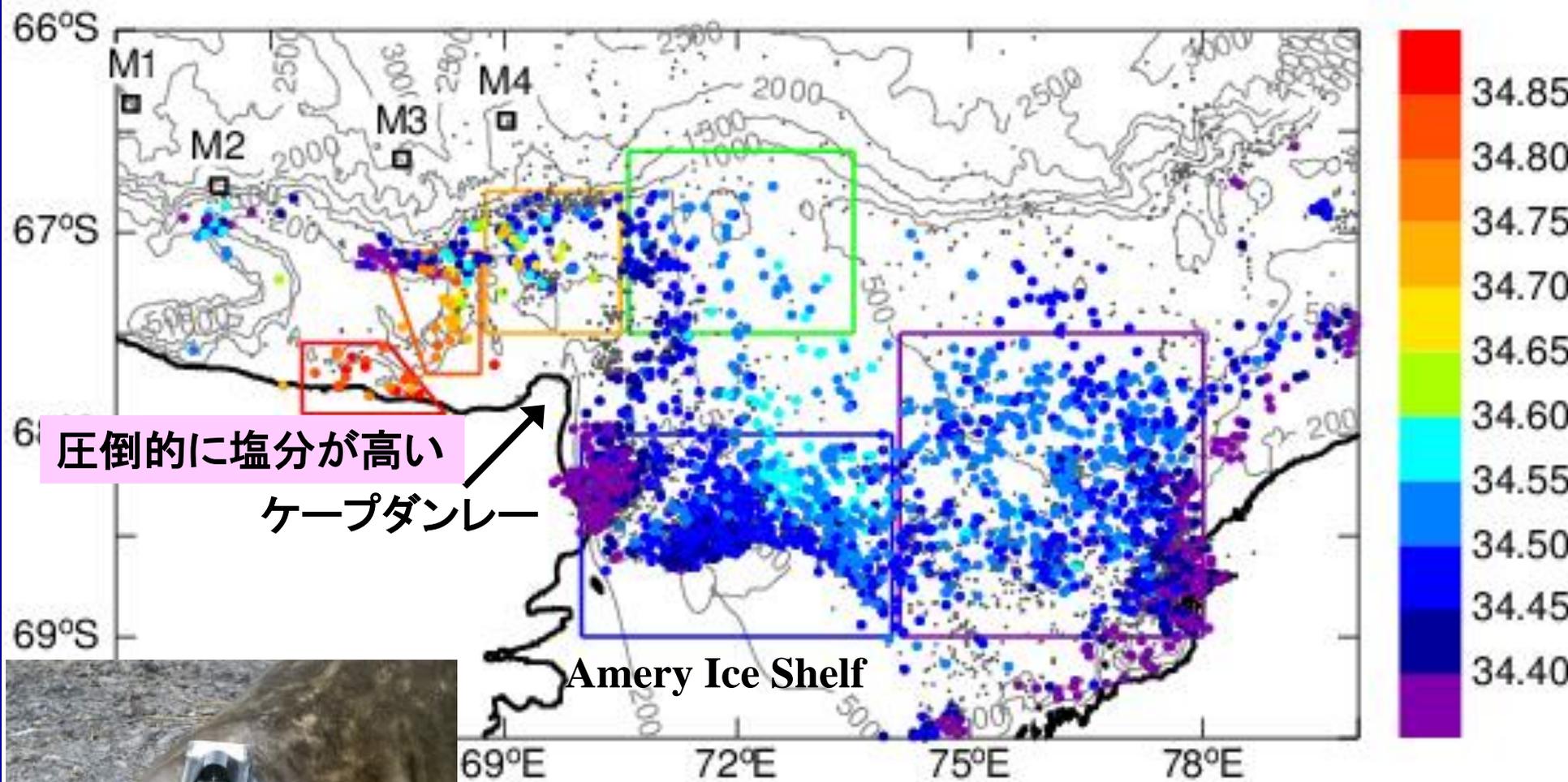
船舶: 10513

Argo: 19463

アザラシ: 22230

Courtesy L. Boehme

ゾウアザラシは2000mまで潜る  
海氷域では90%以上がアザラシデータによる

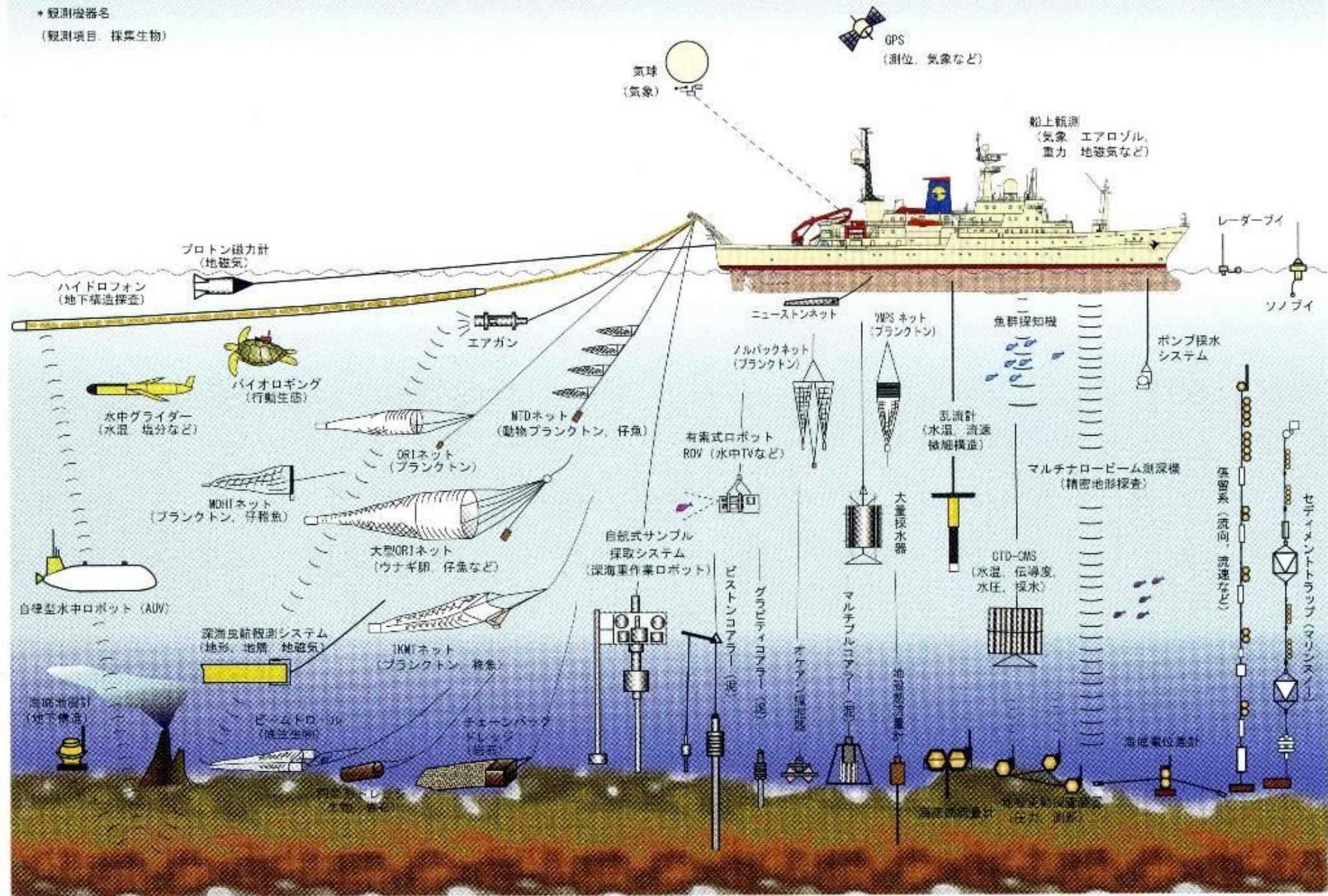


アザラシデータによる海の底層での塩分



\*観測機器名

(観測項目: 採集生物)



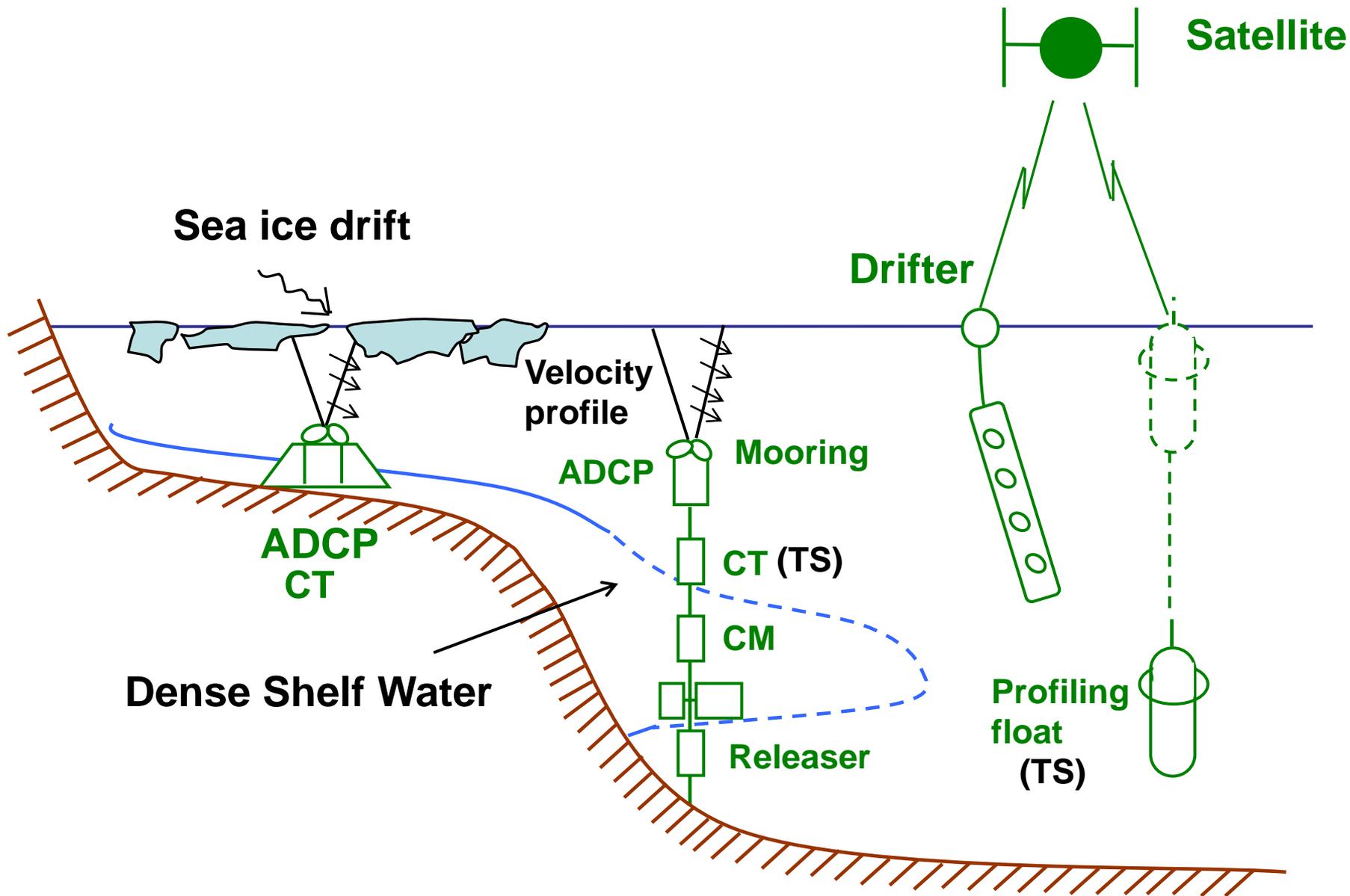
観測船 白鳳丸の観測設備 (JAMSTEC; 東大大気海洋研究所)

## B. 流速の測定

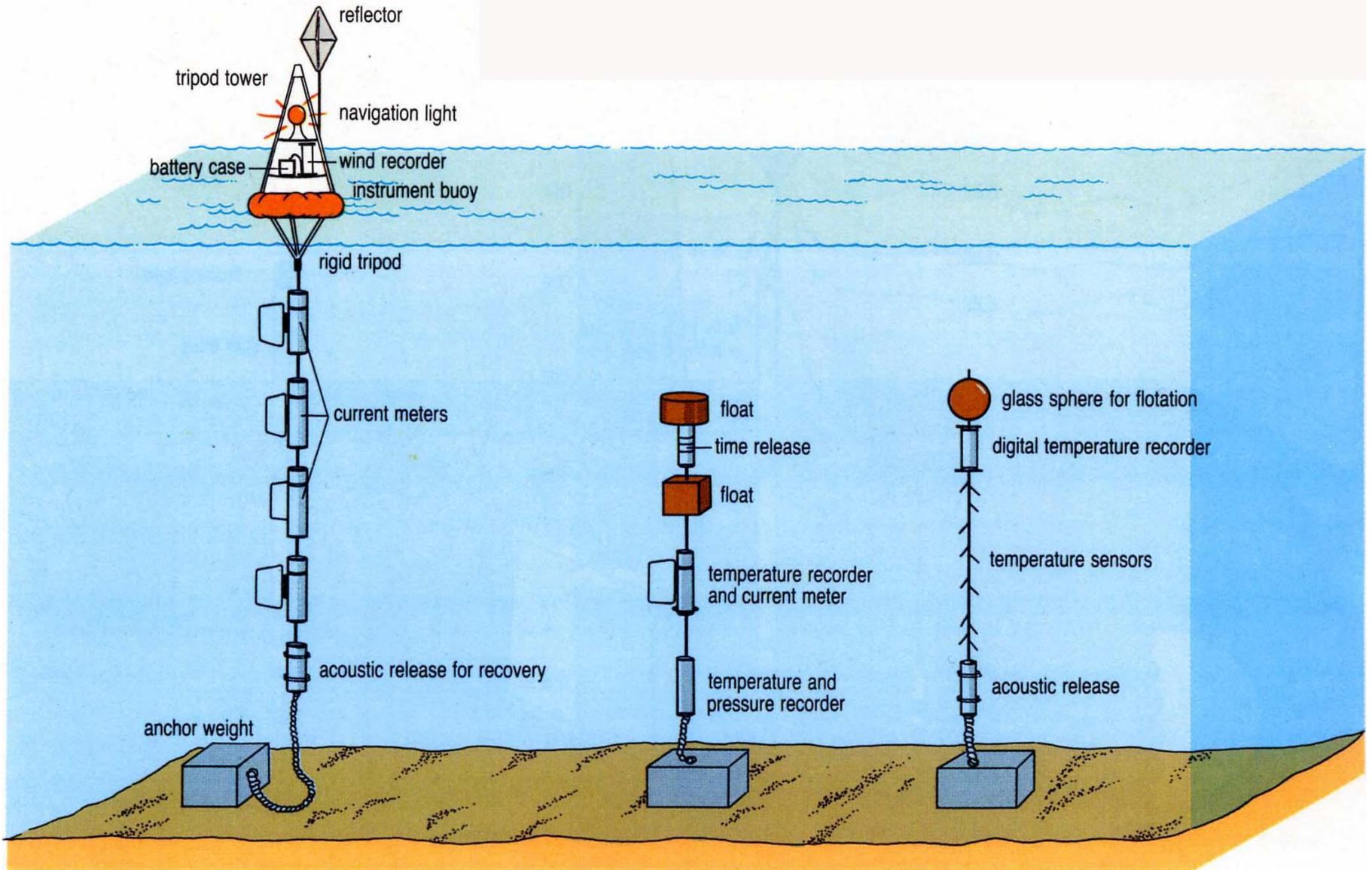
1. 地衛流の関係を使う（水温・塩分は測ればよい）
2. 流速計； アンデラ流速計 etc. — 係留系 **オイラー型手法**
3. ADCP(Acoustic Doppler Current Profiler)
4. 表層ドリフター； 人工衛星によるアルゴス（ARGOS）システムの利用  
**ラグランジェ型手法**
5. 中層フロート（SOFARブイ、RAFOSブイ、Profiling float）  
ARGO計画—リアルタイムで全球の水温・塩分・中層の流れをモニター
6. 海洋レーダー
7. その他； GEK、XCP、海底ケーブル等。

\*：人工衛星による海面高度計；海面の凸凹から表層流を計る  
（北半球では高い方を右に見て流れる）

\*：化学トレーサー：ゆっくりとした、大規模な流れ

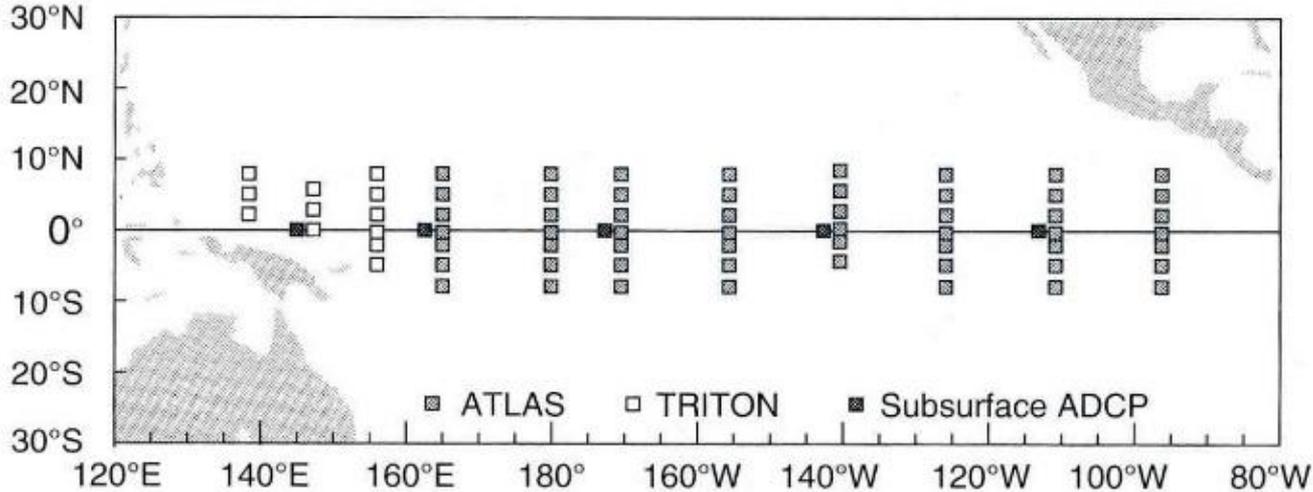


# 係留系システム



(a)

# TAO/TRITONアレイ観測



(b)

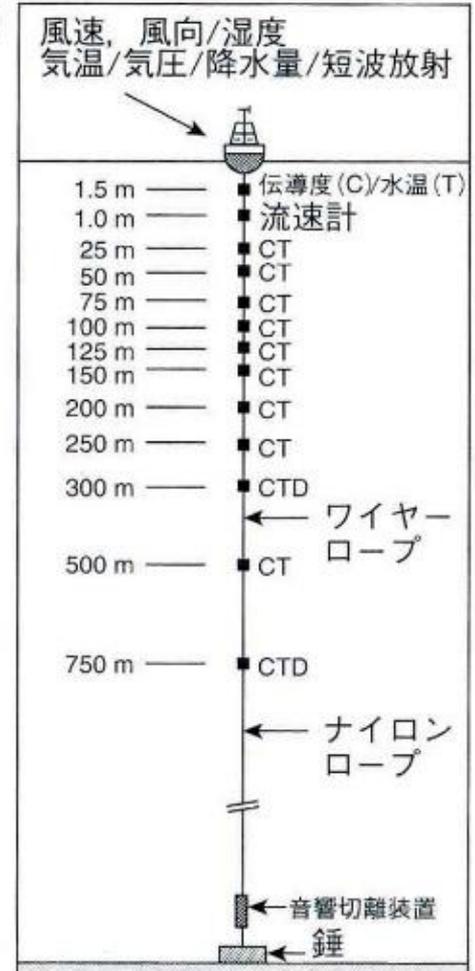
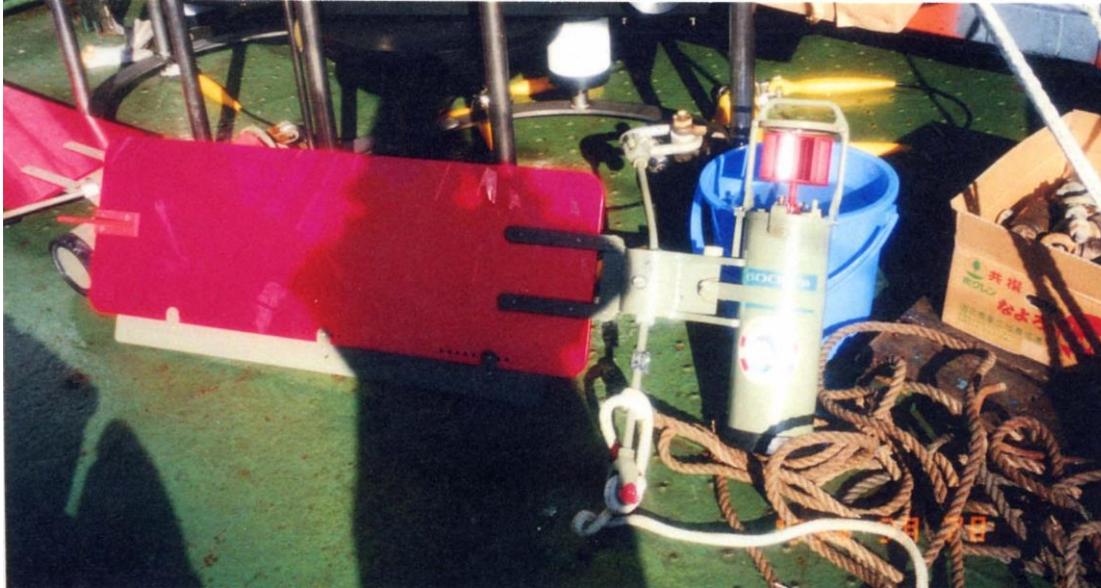
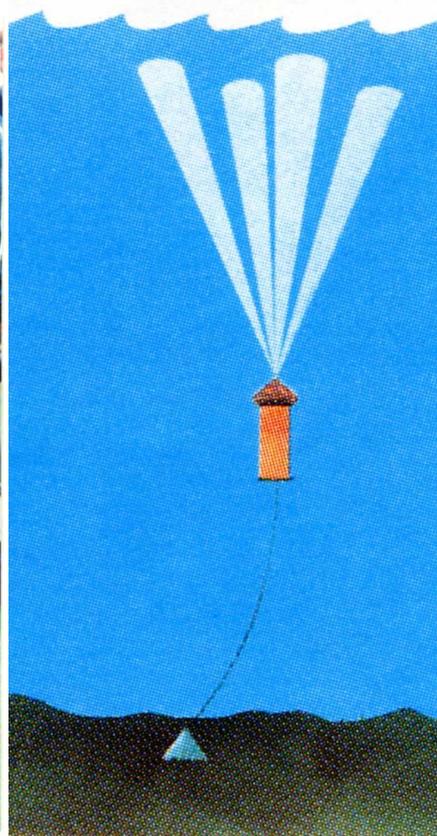
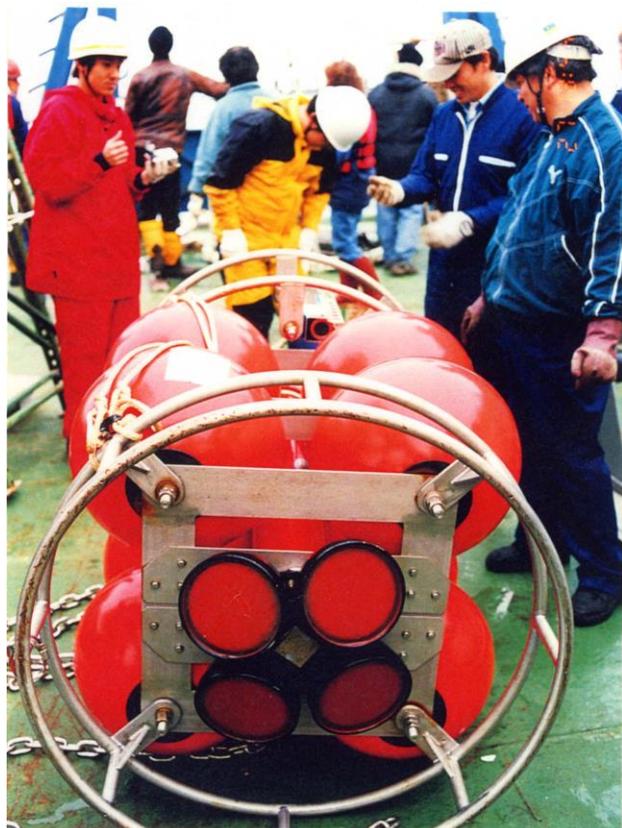


図 12.5 米国国立海洋大気庁 (NOAA) と海洋研究開発機構 (JAMSTEC) が共同で行っている TAO/TRITON アレイの測定位置 (a) と TRITON ブイの構成図 (b)

((a) NOAA/PMEL のウェブサイトより, (b) 黒田・網谷 (2001))

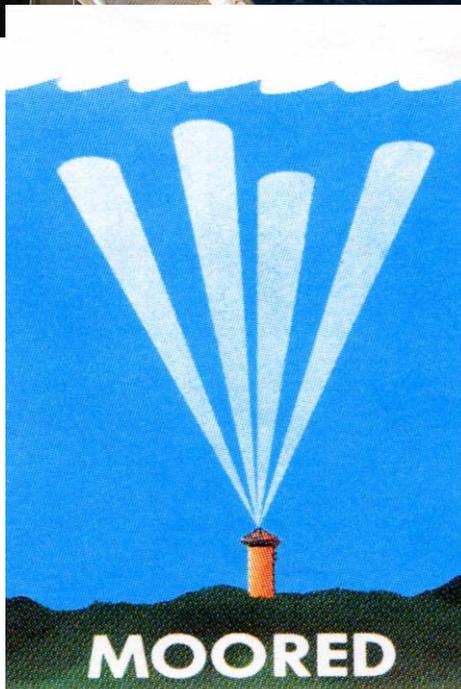
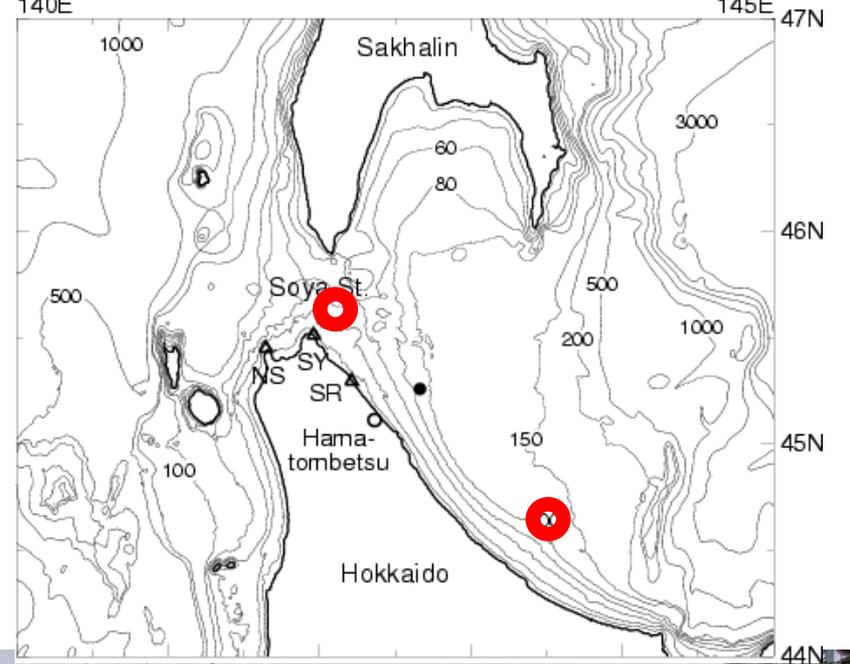


アーンデラ  
流速計



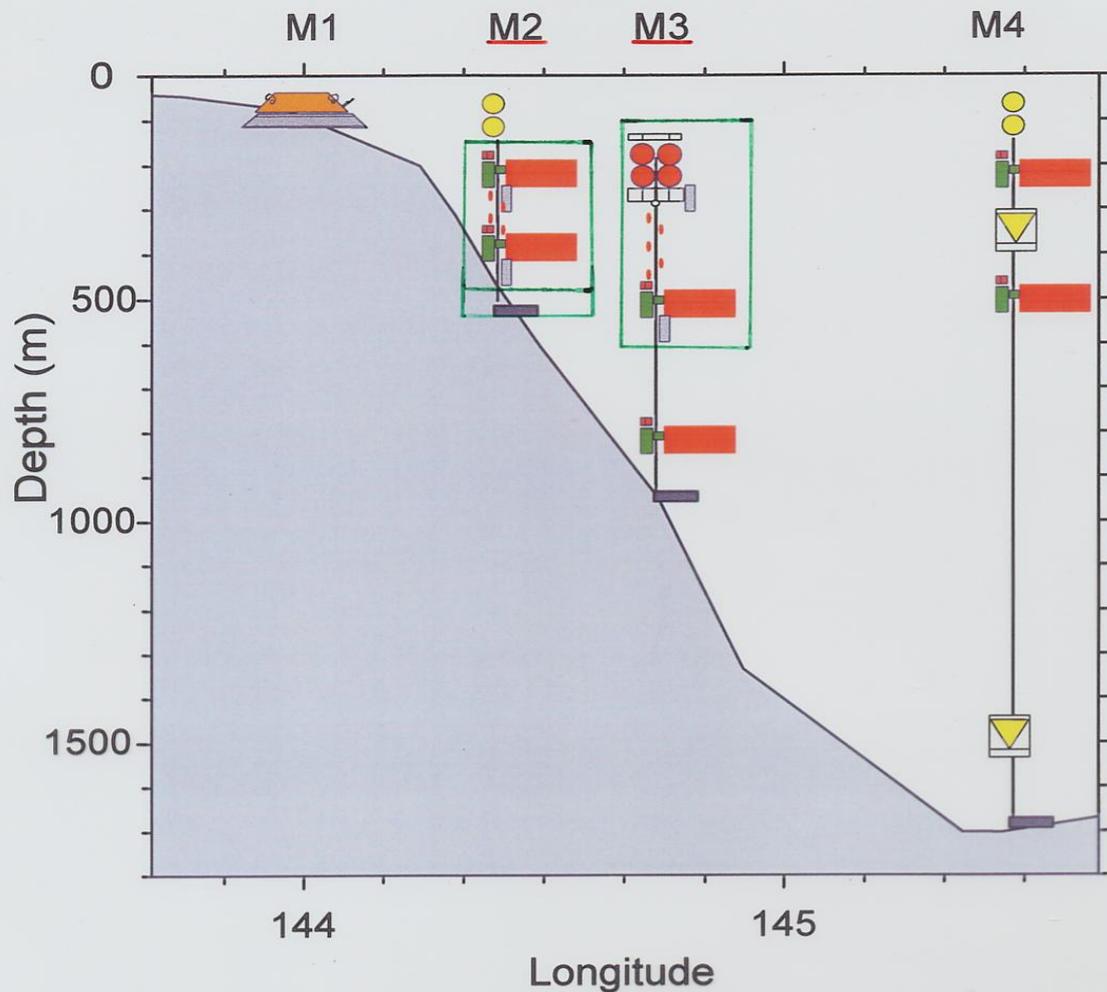
**ADCP**

**(Acoustic Doppler  
Current Profiler)**



53° N

← 23 km →

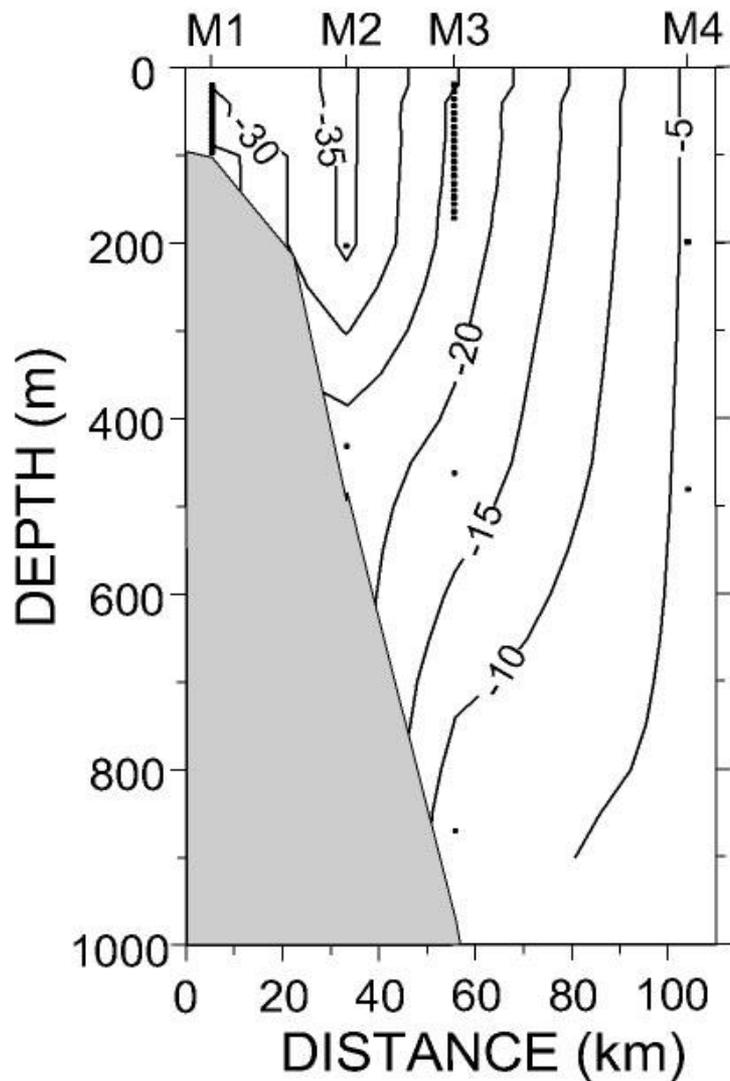


樺太東岸沖で展開された  
係留系アレイの例

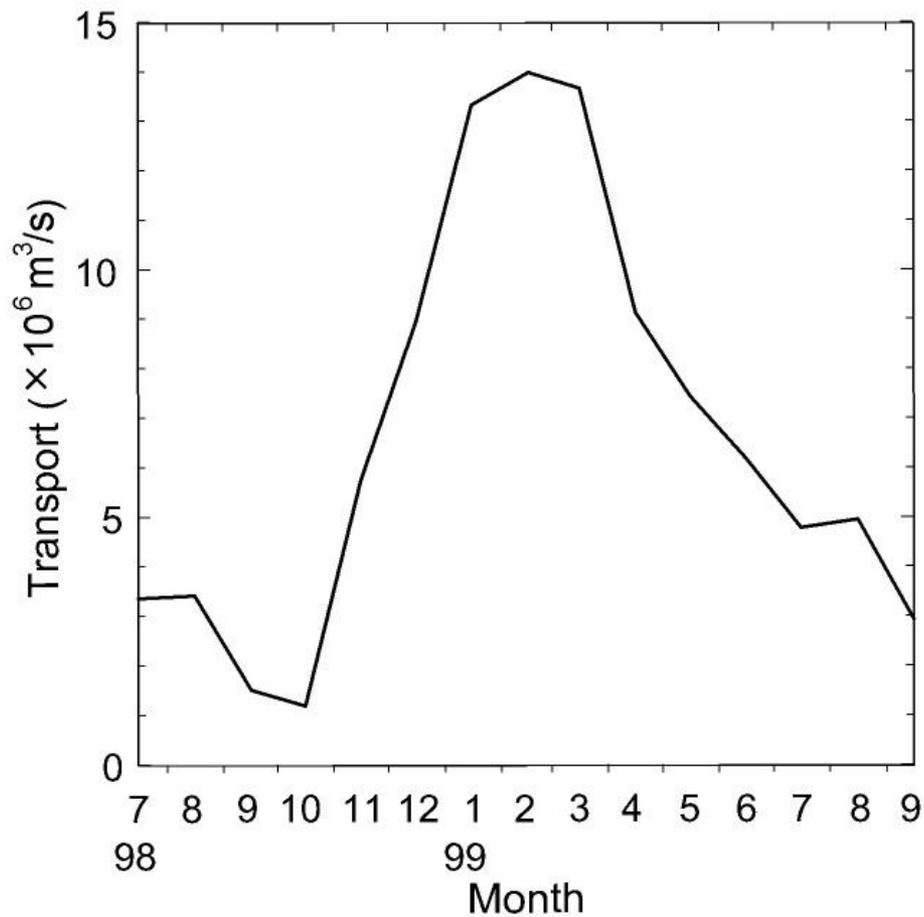
- |   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
|  | ADCP (+ Bottom Track)            |  | CTD           |
|  | Current Meter                    |  | Thermistor    |
|  | TRBM:CTD+<br>ADCP(+Bottom Track) |  | Sediment Trap |

# East Sakhalin Current at 53° N

Mizuta et al., 2003

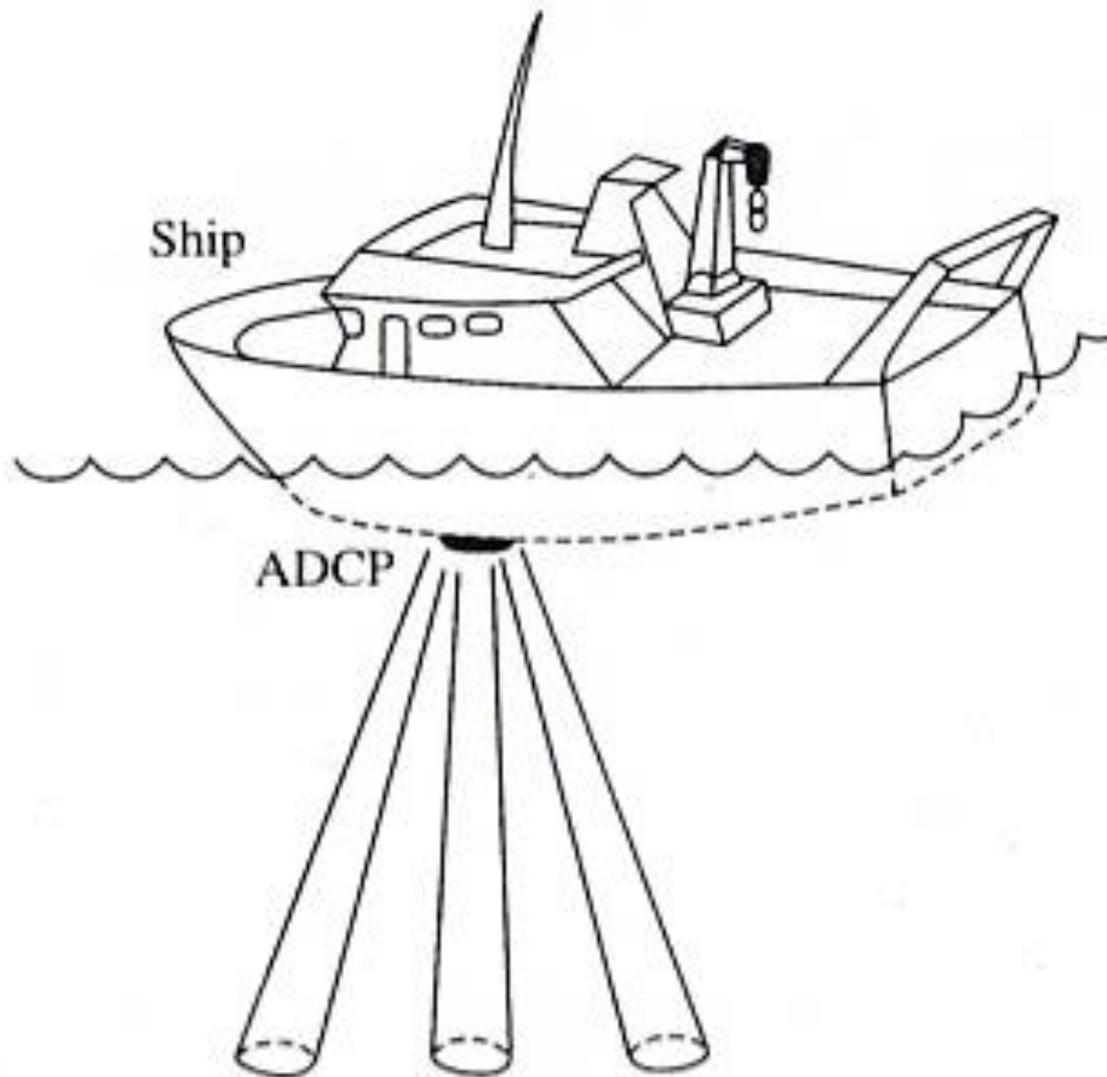


**Vertical structure**



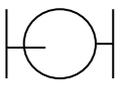
**Seasonal variations**

# 船底に付けたADCP

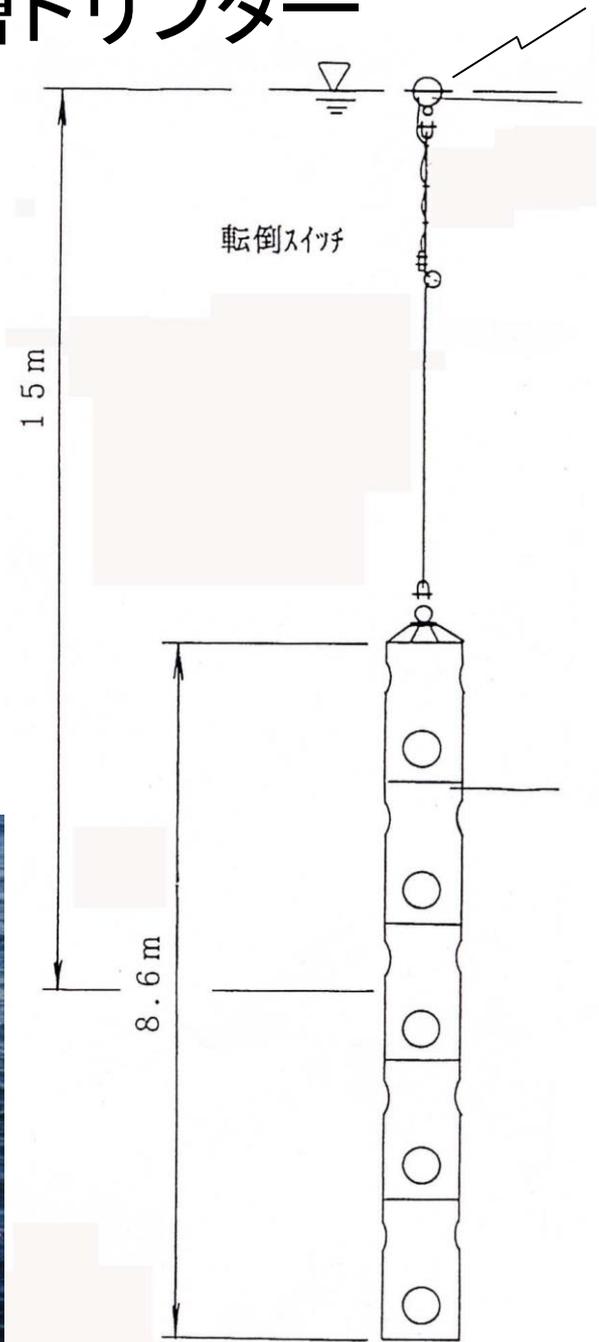


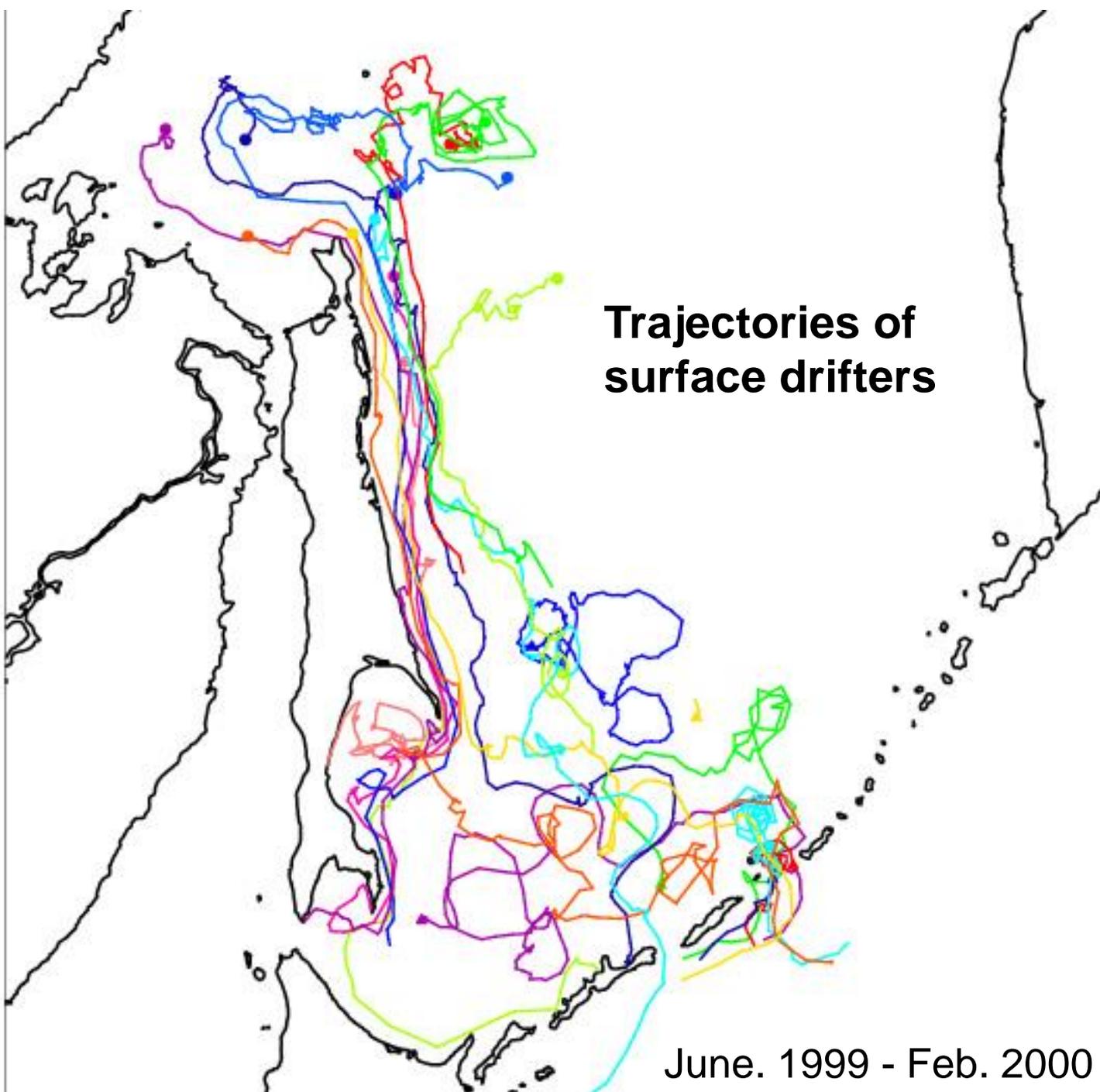


# 表層ドリフター

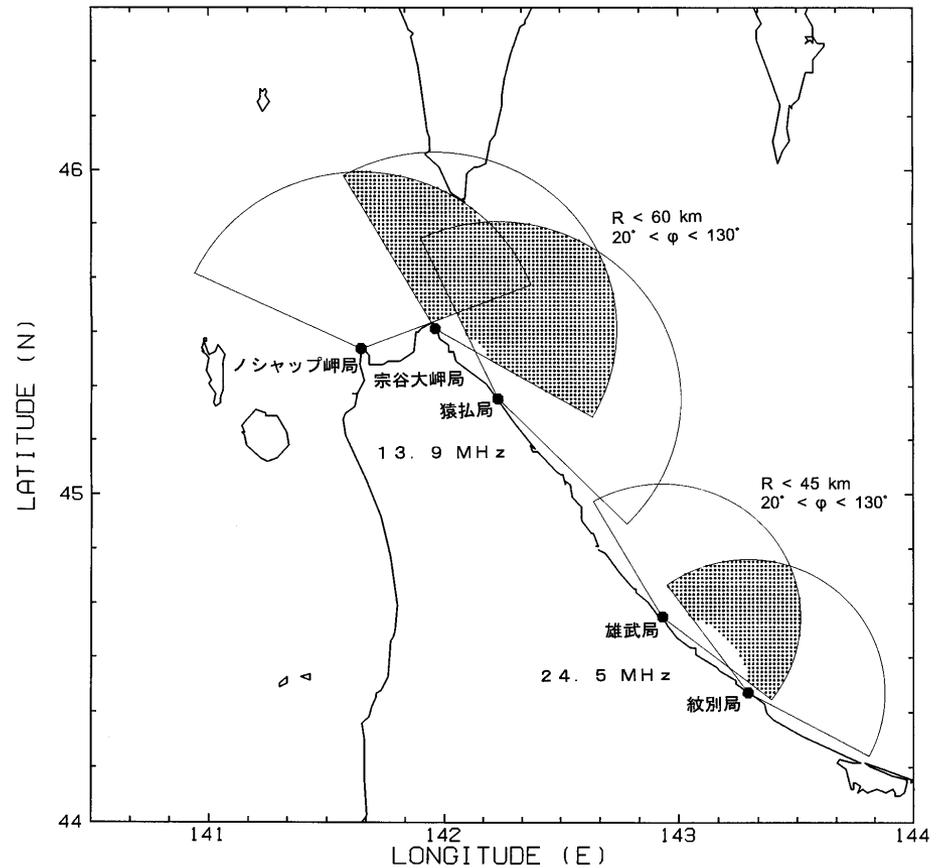
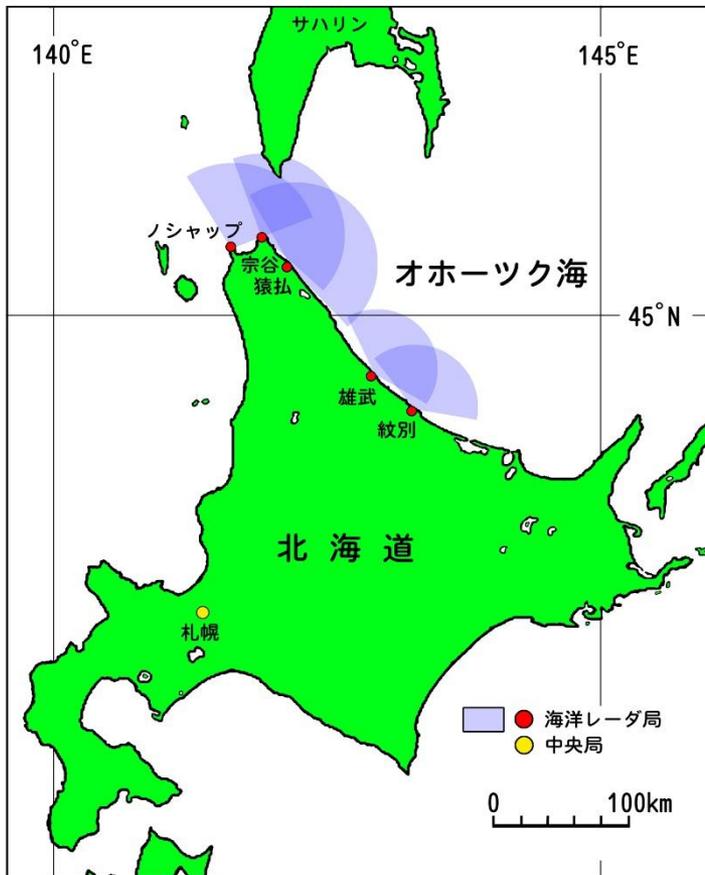


アルゴシステム





# 北大低温研 短波海洋レーダシステム



ノシャップ岬，宗谷大岬，猿払，雄武，紋別の5局

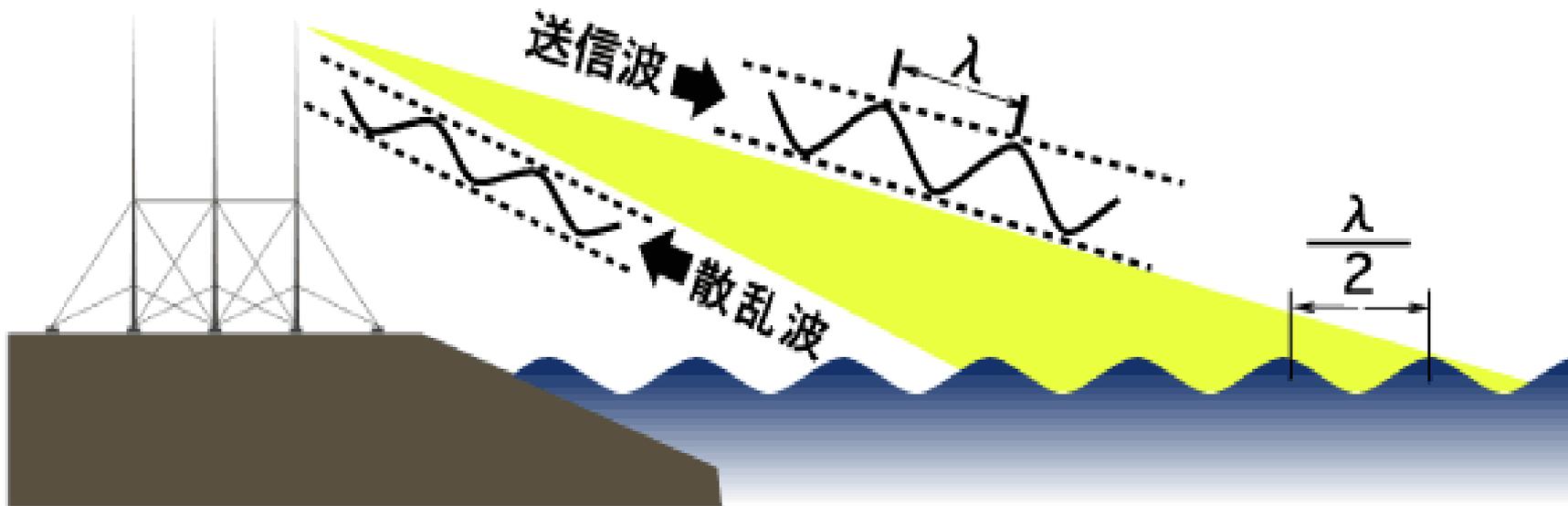


図1

ノシャップ岬レーダ局外観

受信アンテナおよび

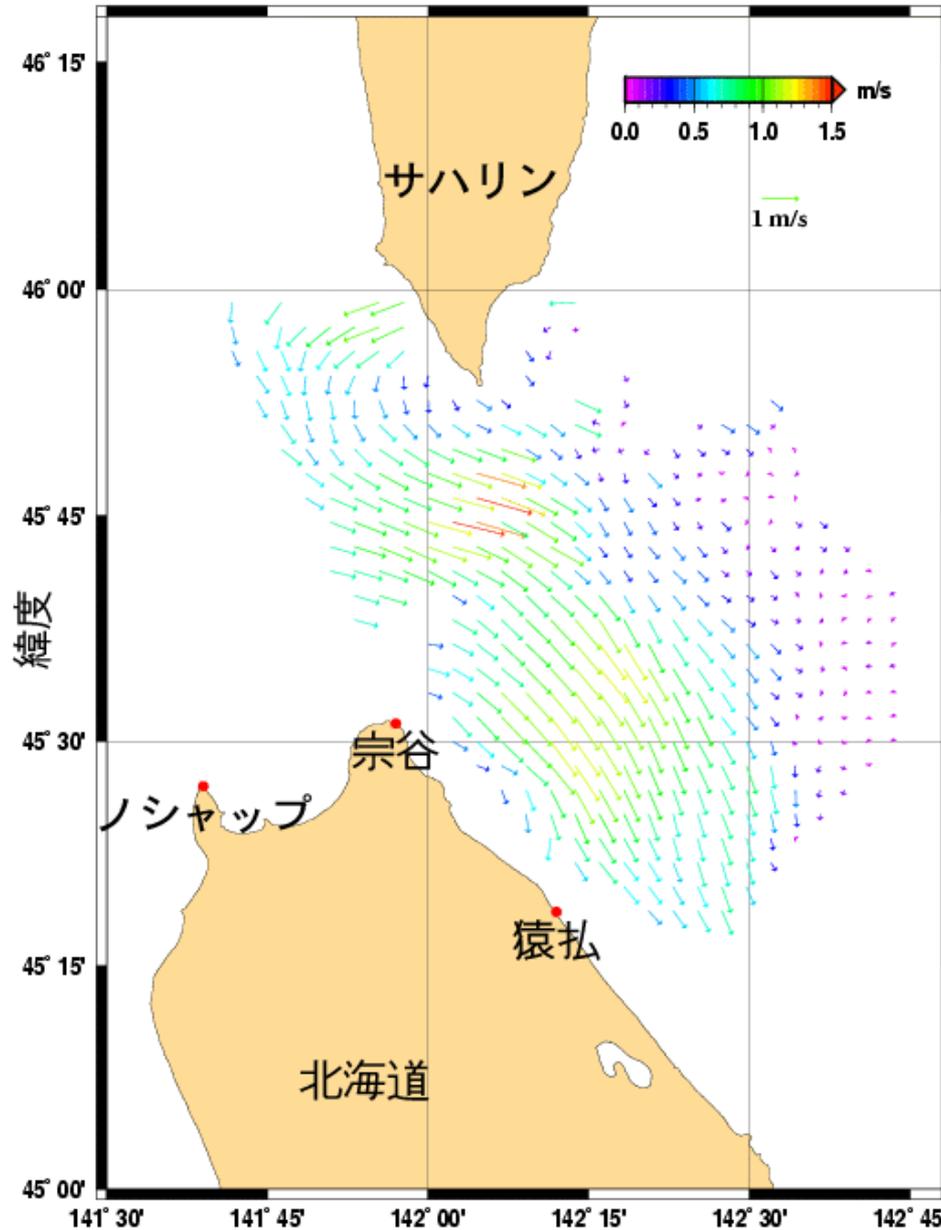
送信アンテナ

送受信機器用シェルター



# 表面流速流向場の時間変動

2003年08月04日00時



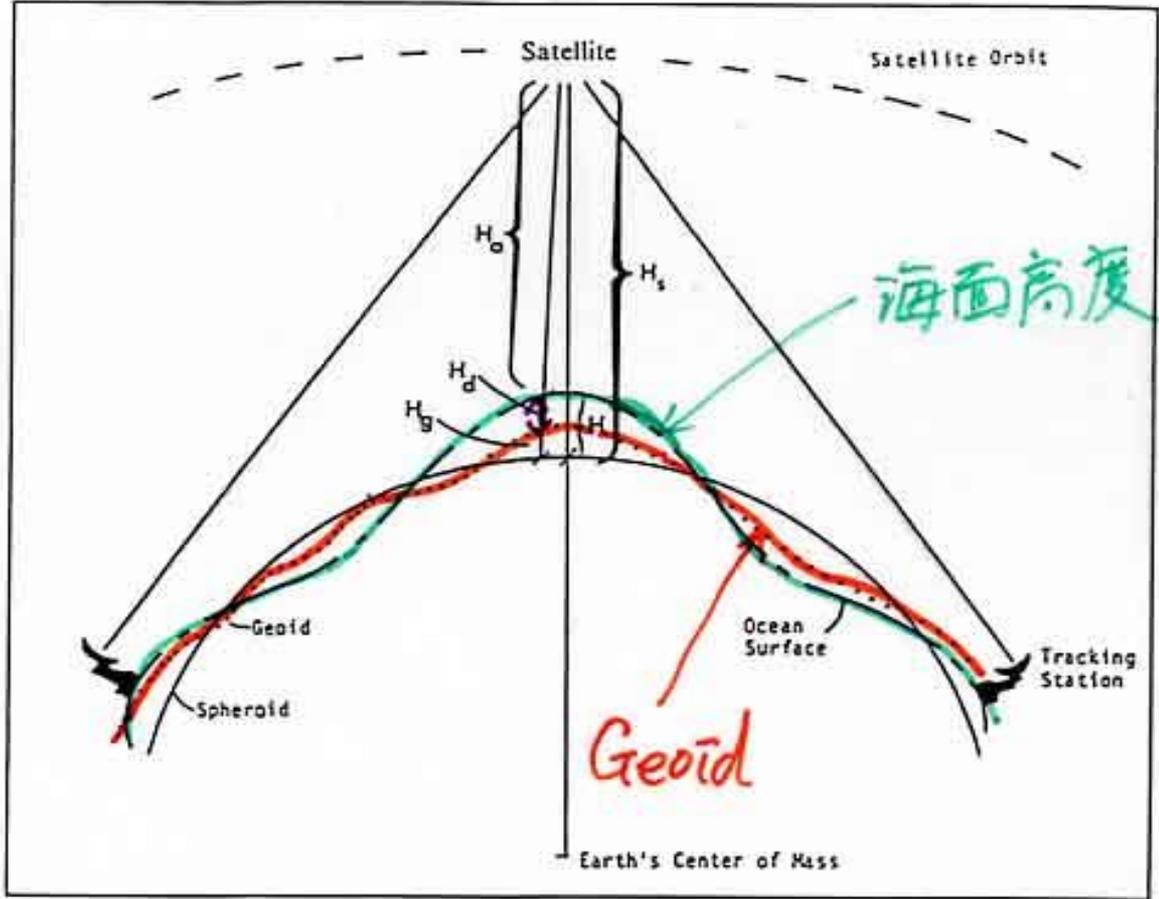
江淵・小野  
氏による

# 最新のデータは

[http://wwwoc.lowtem.hokudai.ac.jp/  
hf-radar/index.html](http://wwwoc.lowtem.hokudai.ac.jp/hf-radar/index.html)

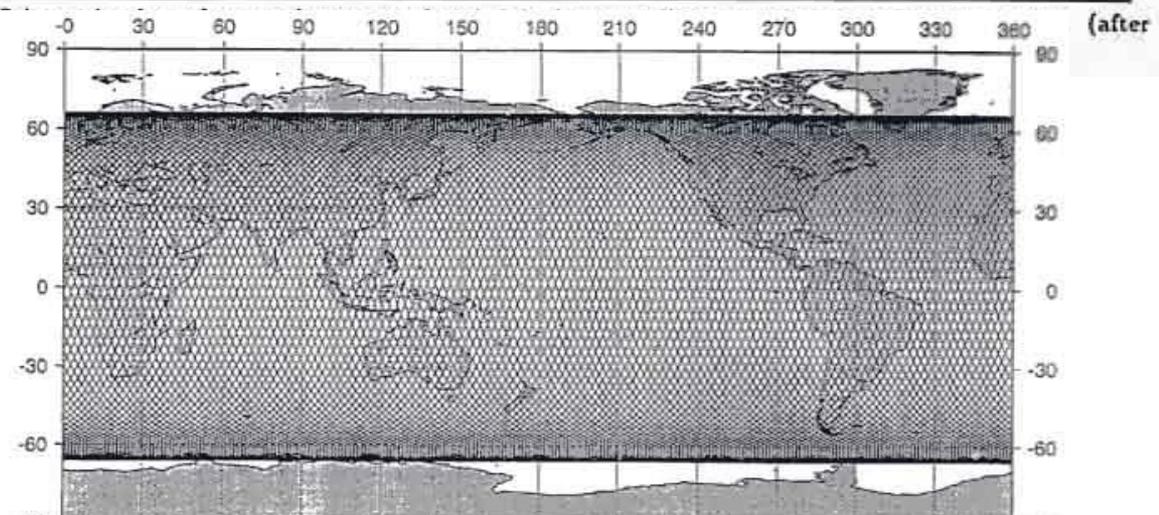
で公開中.

- ・1時間毎の観測値
- ・過去13時間のアニメーション



人工衛星  
海面高度計  
(Altimeter)

Fig. 1. (after)



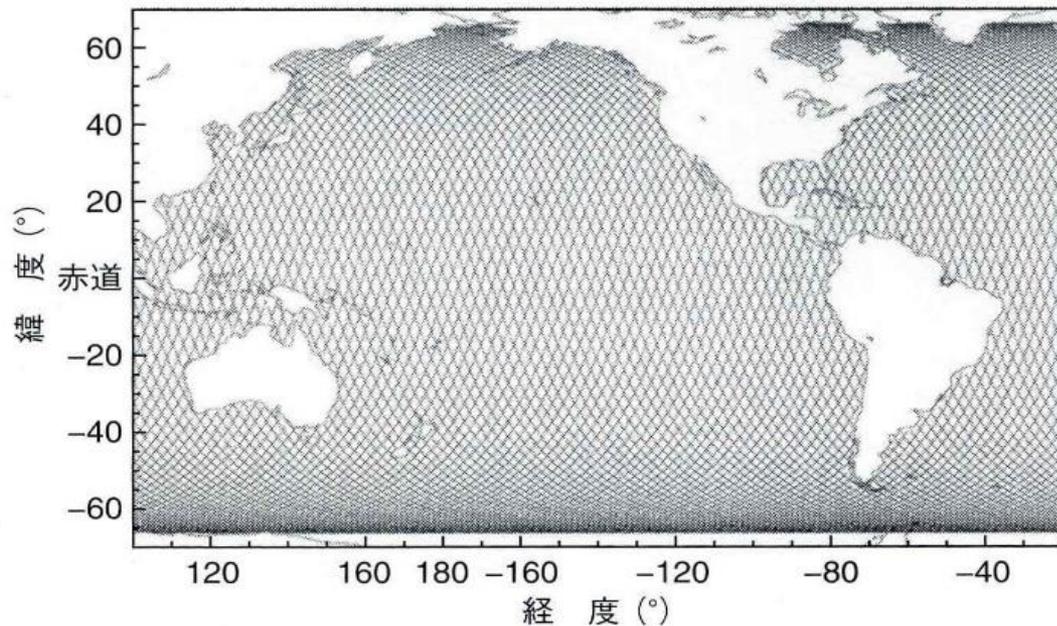


図 12.9 TOPEX/Poseidon 衛星の軌道

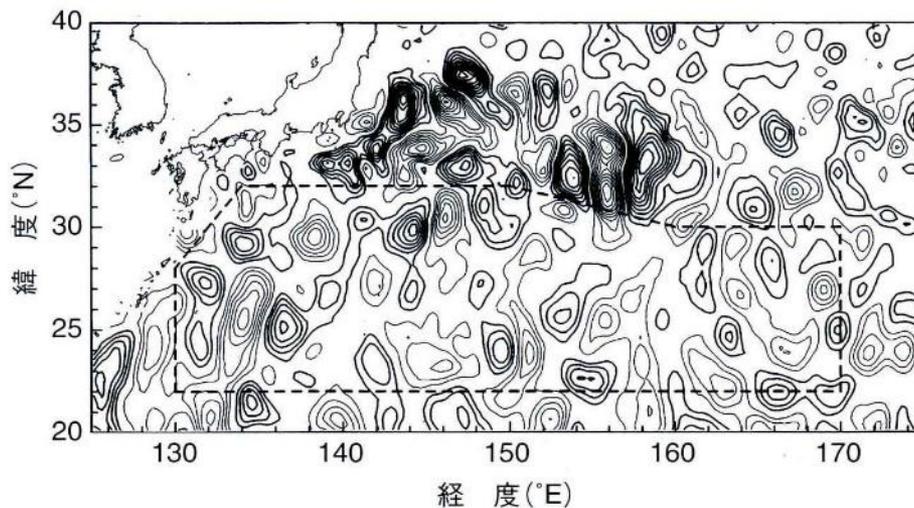


図 12.10 TOPEX/Poseidon と ERS1 高度計資料による 1997 年 5 月 9 日の海面高度偏差の分布

太線が正偏差, 細線が負偏差. 等値線間隔は 5 cm. 数カ月周期をもつ高度偏差を抽出したデータから作成. (Ebuchi and Hanawa, 2001)

# 人工衛星の海面高度計による、表層流の変動の振幅分布

