



海半球計画の新展開： 最先端の海底観測による ふつ々の海洋マントルの描像

平成22～26年度 特別推進研究

研究代表者：歌田久司
(東京大学地震研究所)

研究分担者：川勝均、塩原肇、
一瀬建日、馬場聖至(地震研)
末次大輔(海洋研究開発機構)

Kick-off meeting
2010年5月13日

And....

連携研究者

本多了、篠原雅尚、武井康子、上嶋誠、清水久芳、竹内希、西田究、三部賢治、平賀岳彦(東京大学地震研究所)

大林政行、田中聡、杉岡裕子、多田訓子、伊藤亜妃、志藤あずさ(海洋研究開発機構)

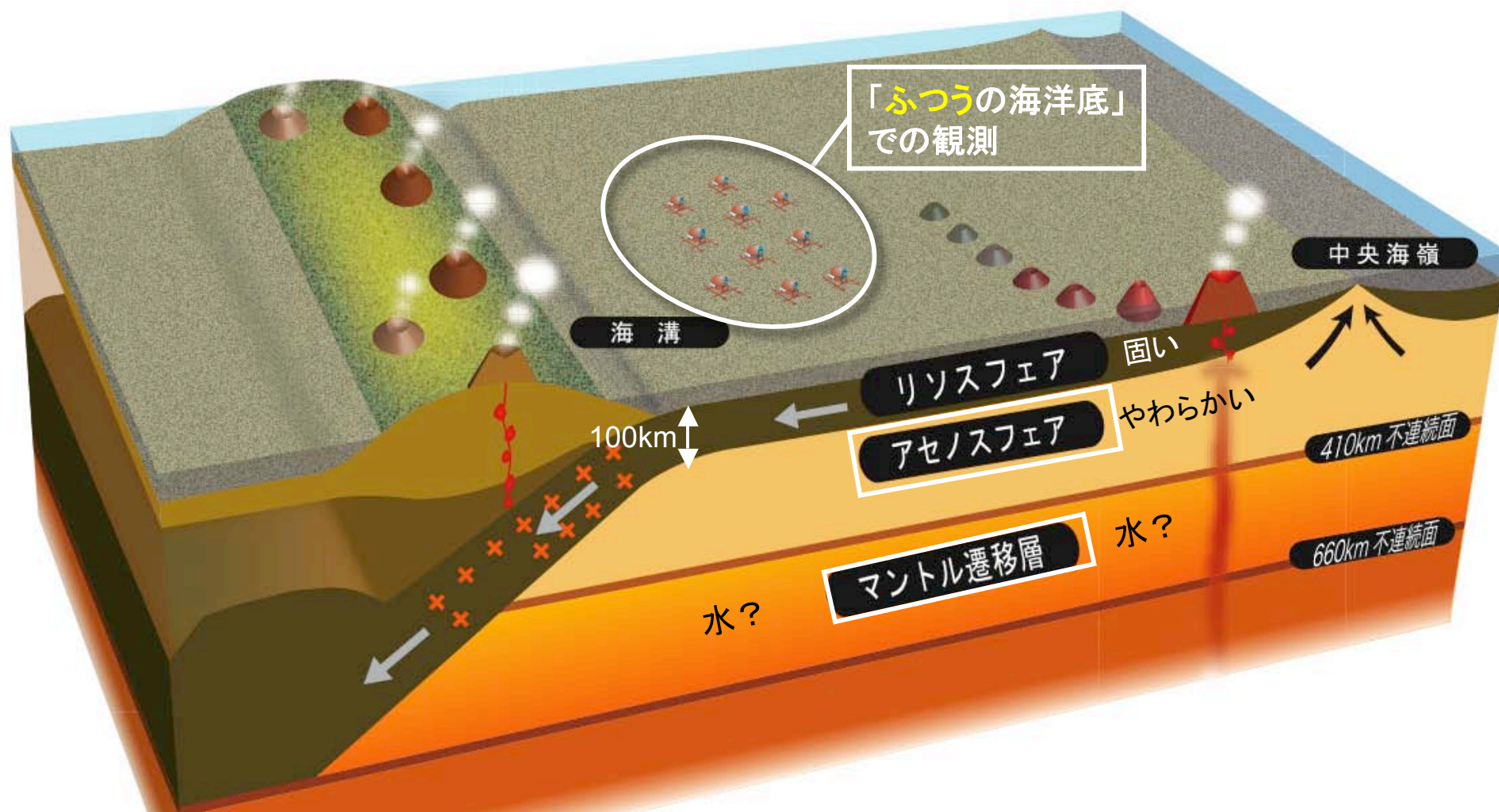
海外共同研究者:

Prakash Kumar (インド国立地球物理研究所)

Weerachai Siripunvaraporn (タイ・マヒドン大学)

Kick-off meeting
2010年5月13日

ふつうの海洋マントル？



1. アセノスフェアとは何か？
2. 水惑星地球の水の収支

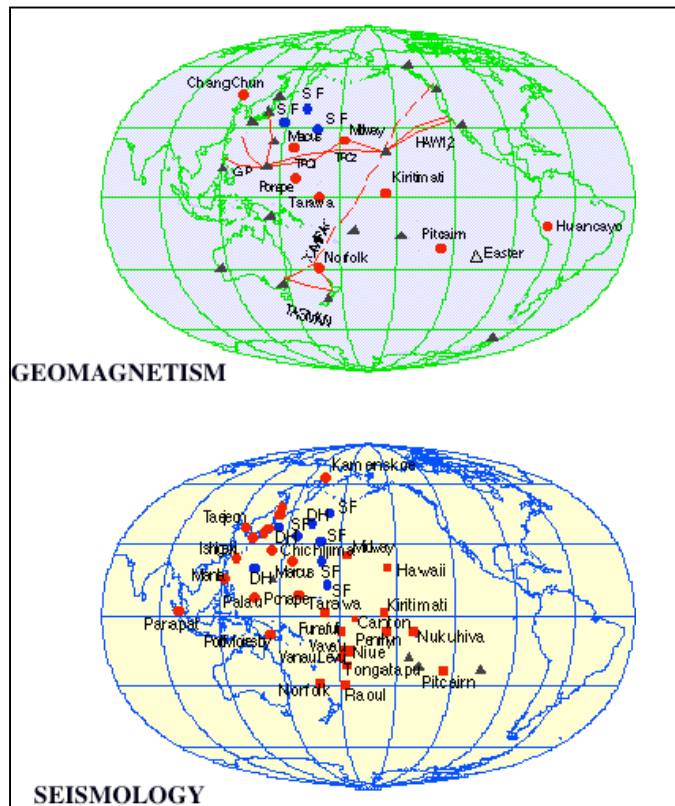


最先端の観測から
地球科学に革新

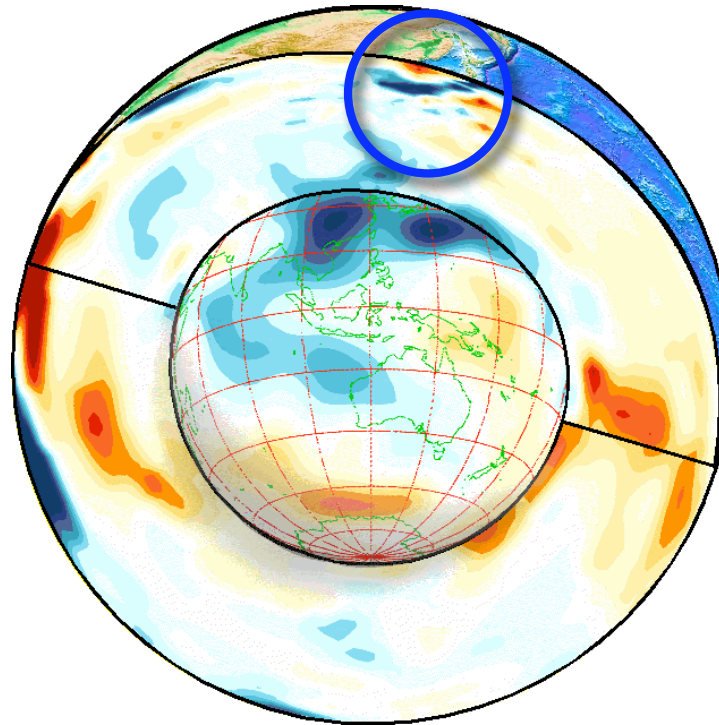
これまでの研究の流れ

海半球計画 (1996-2001)
(新プログラム)

スタグナントスラブ (2004-2008)
(特定領域研究)



沈み込んだ海洋プレート

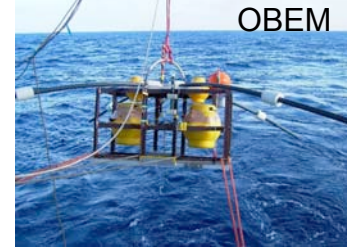


広帯域海底地震計
BBOBS



通常型

海底電磁力計
OBEM

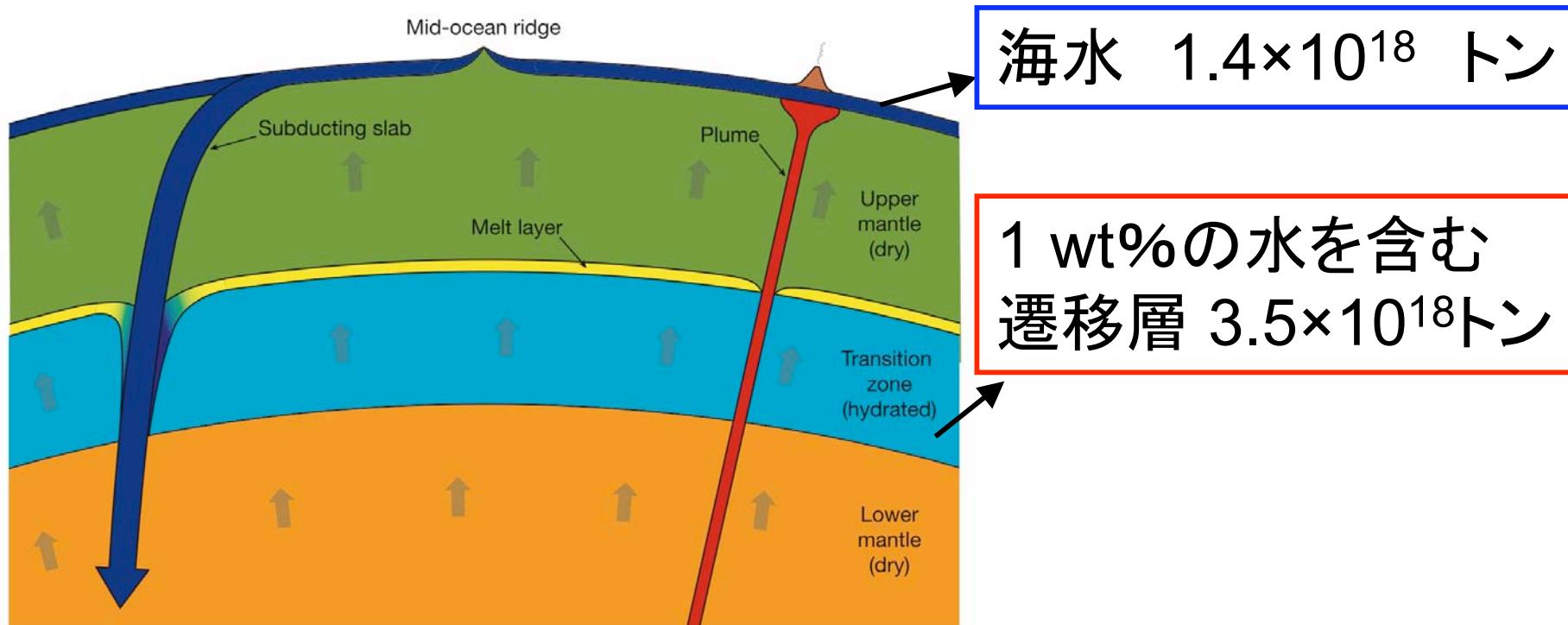


グローバル観測網(固定)

グローバル観測網+機動観測

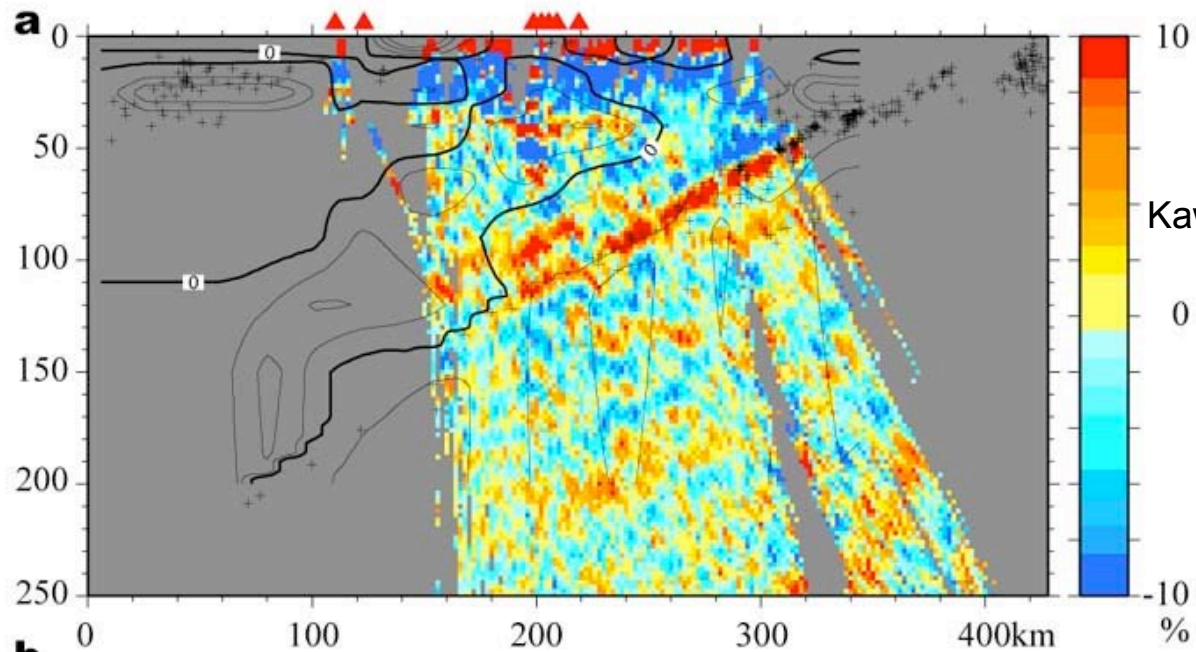
遷移層は大量の水を貯えている？

遷移層鉱物中の水の融解度は、上部マントルや下部マントルの鉱物よりもはるかに大きい(1-3 重量%)。したがって遷移層が地球内部の水の貯蔵庫になって可能性があるため、遷移層中の水の量を把握することは、地球全体の水収支を考える上で決定的な意味をもつ。

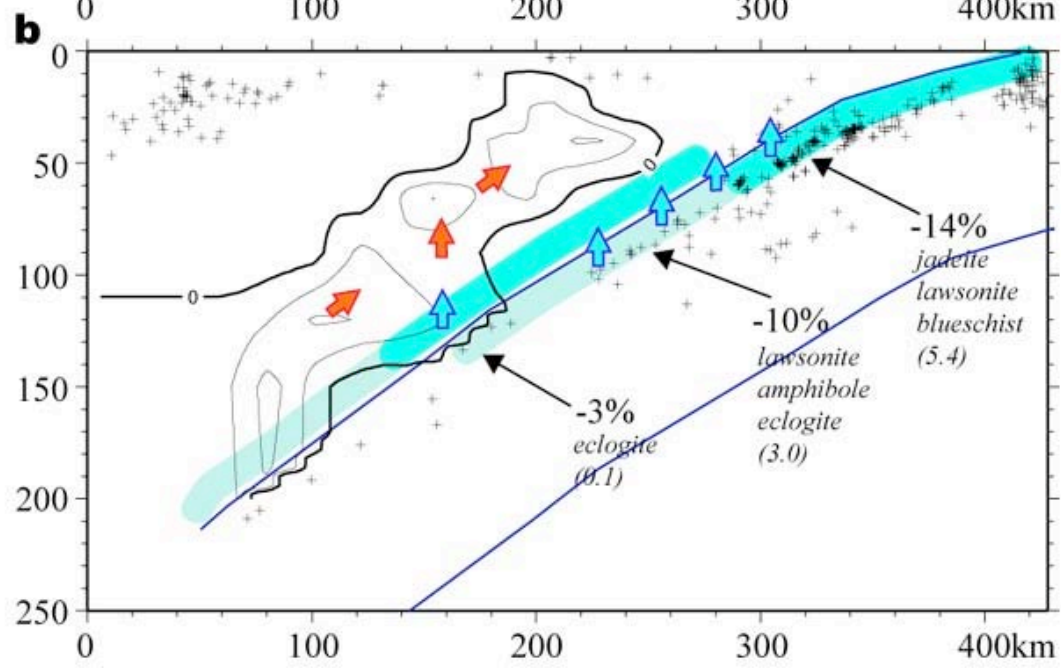


Bercovici & Karato (2003)

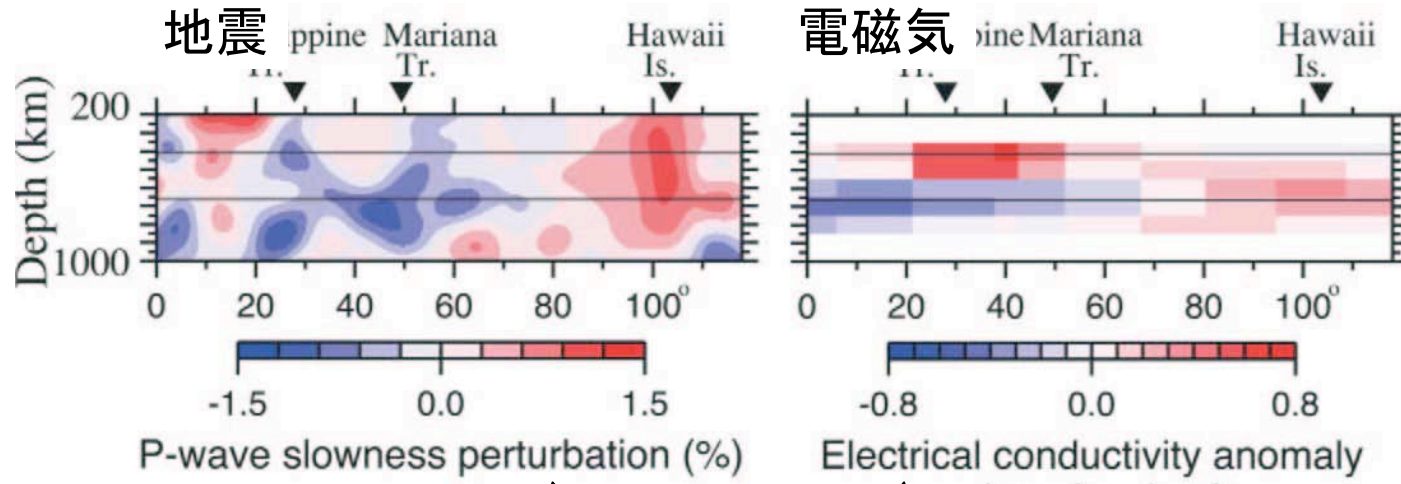
レシーバ関数解析によるプレート沈み込みによる水輸送



Kawakatsu and Watada (SCIENCE, 2008)



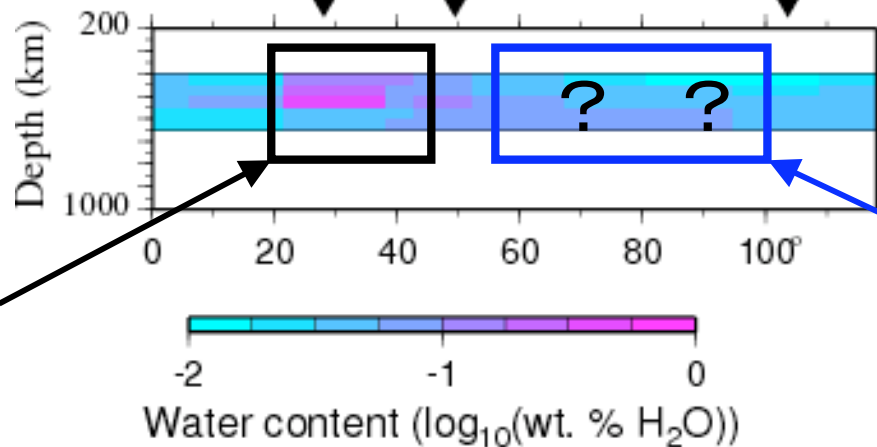
遷移層に水がある？！



Koyama, Utada et al. (2006)

フィリピン海

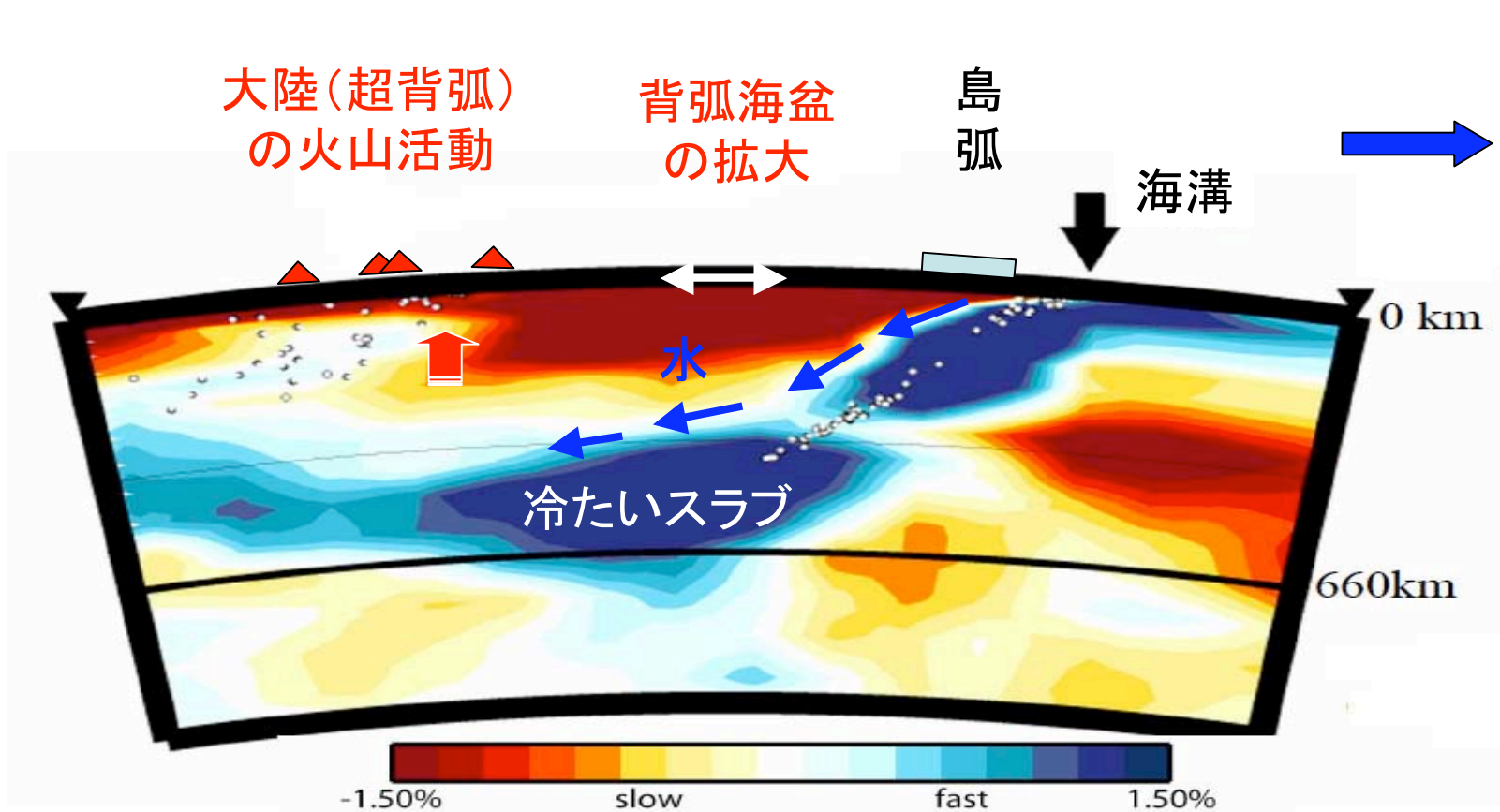
ハワイ



沈み込み帯
にはある

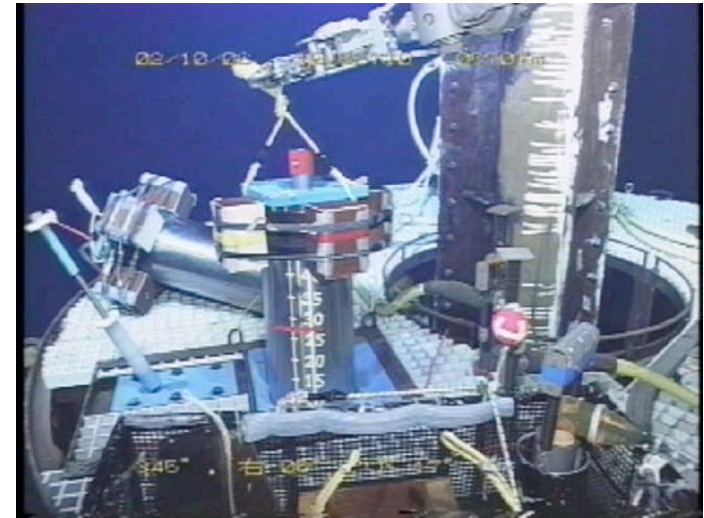
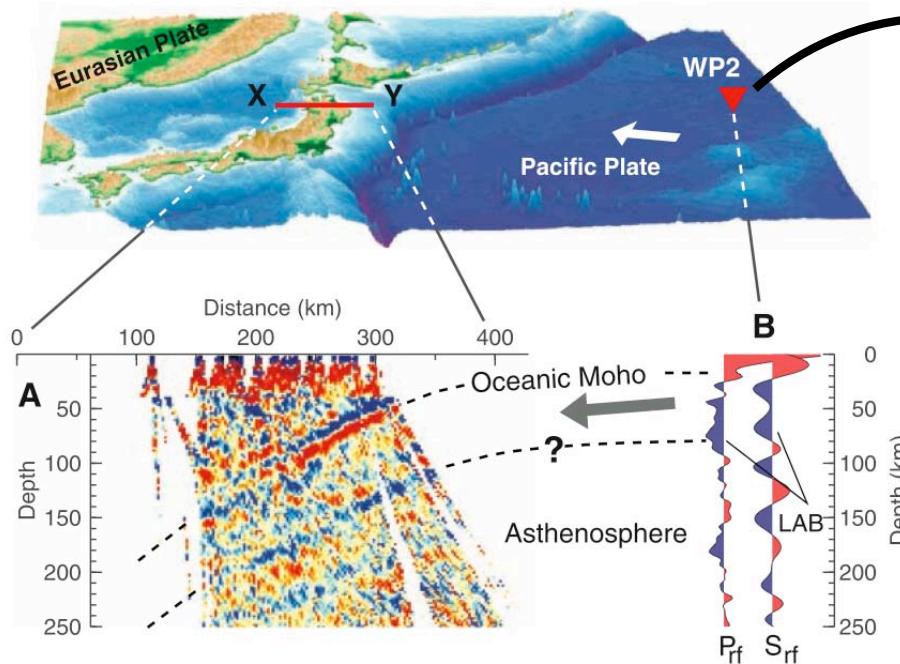
ふつうの
海洋マントルには？

遷移層への水輸送と背弧の活動？



ふつうの海洋マントル

プレートに底がある？！



Kawakatsu et al., (SCIENCE, 2009)

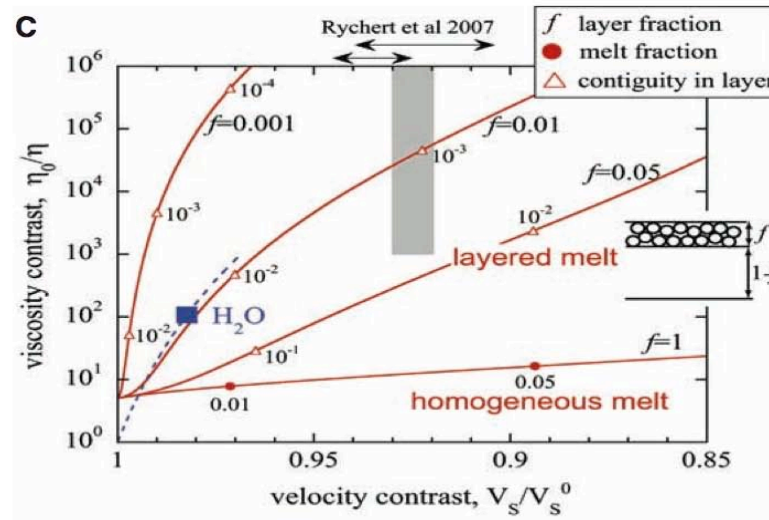
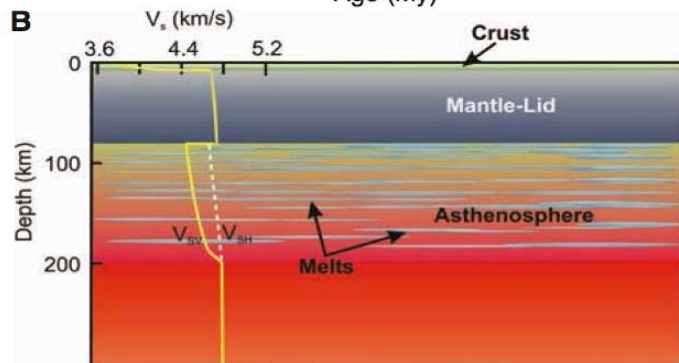
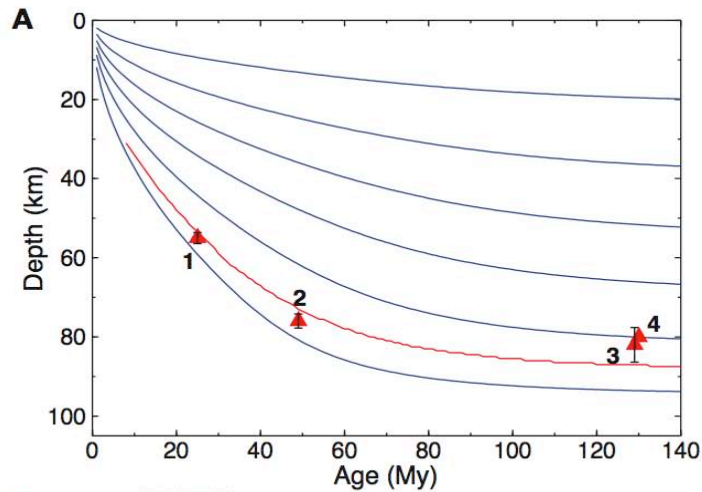
本研究グループとしてこの3年間にScience論文が4本

海底掘削孔内の地震計

**プレートの底はシャープな地震波速度の不連続面！
アセノスフェアの流動性の原因は部分溶融？**

信頼性・一般性の検証は不十分

新しいアセノスフェアモデル



Kawakatsu et al., (SCIENCE, 2009)

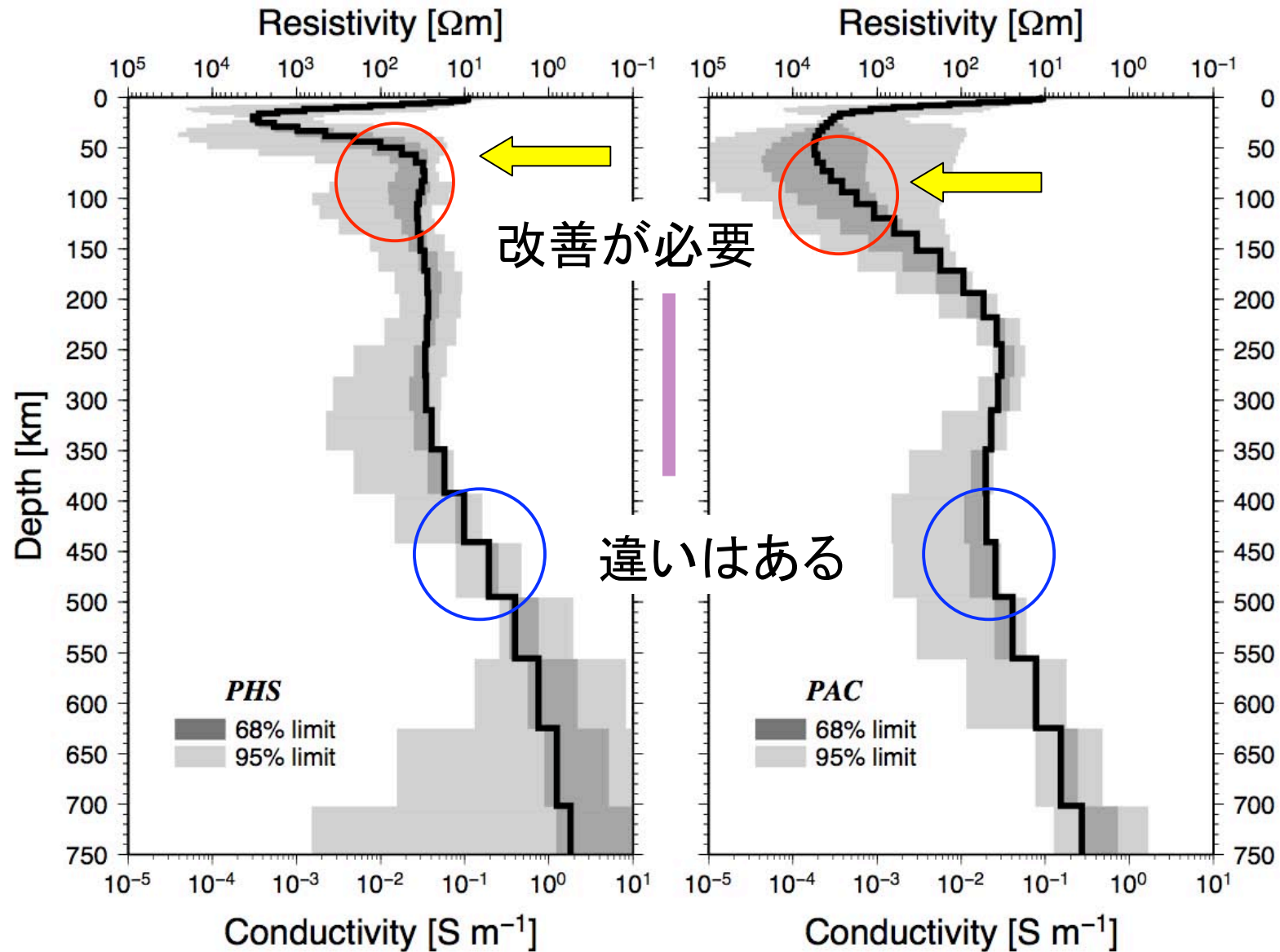
固体-液体複合系の
理論・実験的研究



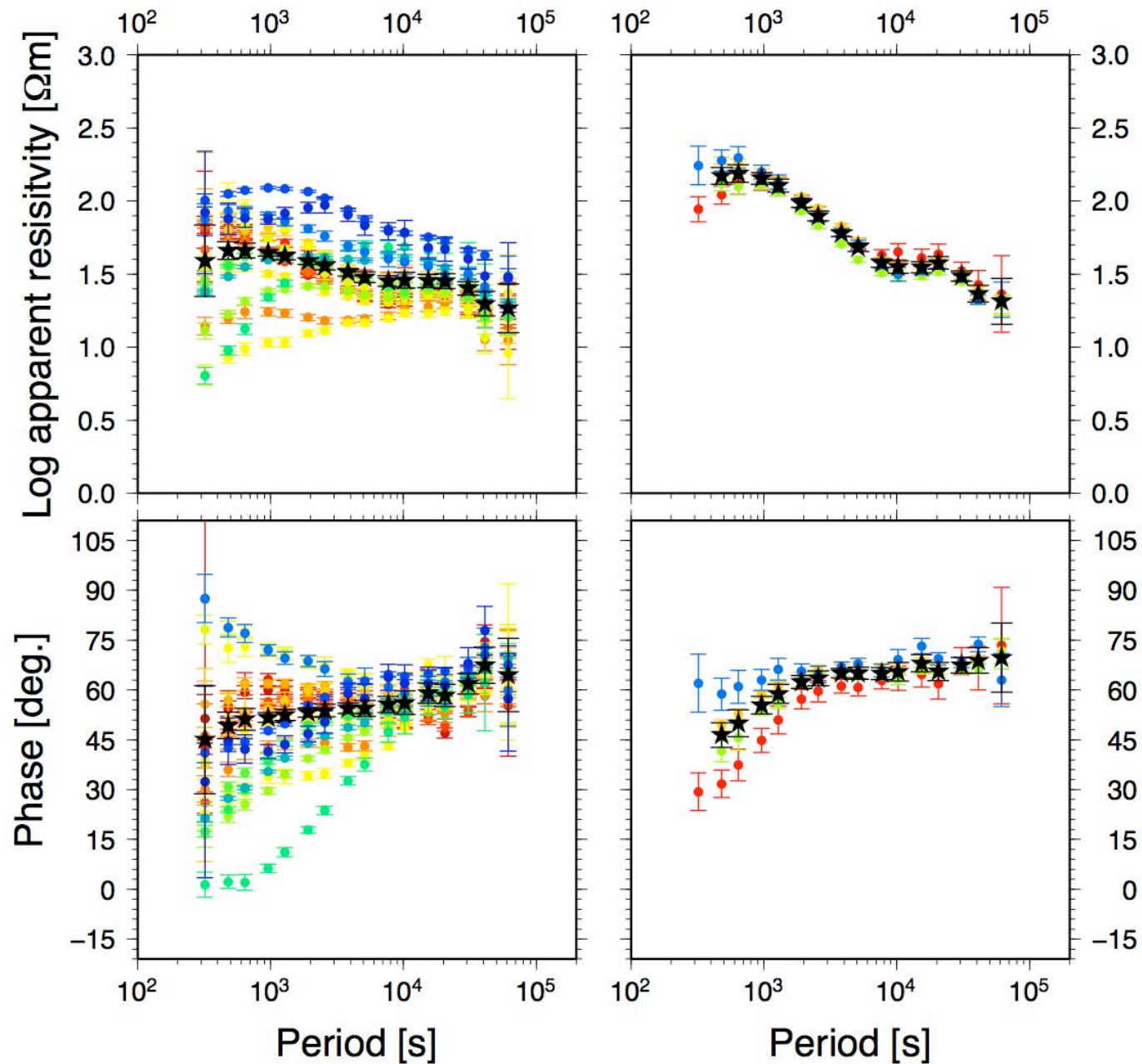
LABの物理モデル
ミクロな構造-マクロな物性

フィリピン海 (左) と北西太平洋 (右) のマントル電気伝導度構造の比較

(Baba et al., 2010)



フィリピン海(左)と西太平洋(右)のMT応答関数



本研究の目標

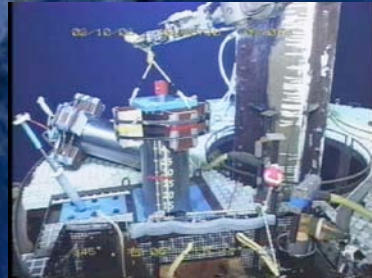
地球科学上の基本的問題

1. アセノスフェアとは何か？
2. 水惑星地球の”水”の収支の解明



観測から
地球科学に革新

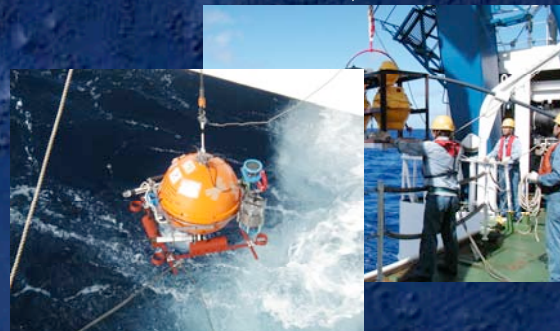
データの
質 ↑



海底孔内観測装置



機動観測装置



機動性 →

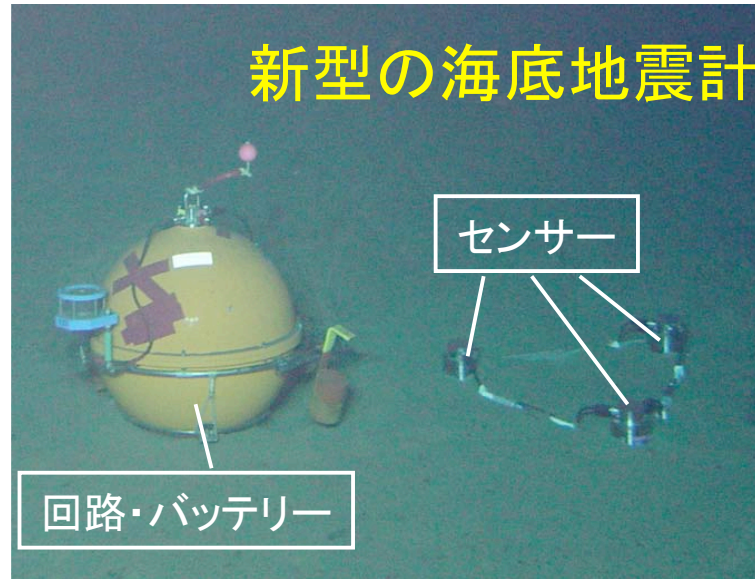
革新的な海底観測装置の開発＝観測力の強化

日本の
高度な基盤技術
の活用



無人潜水艇「かいこう7K2」
(海洋研究開発機構)

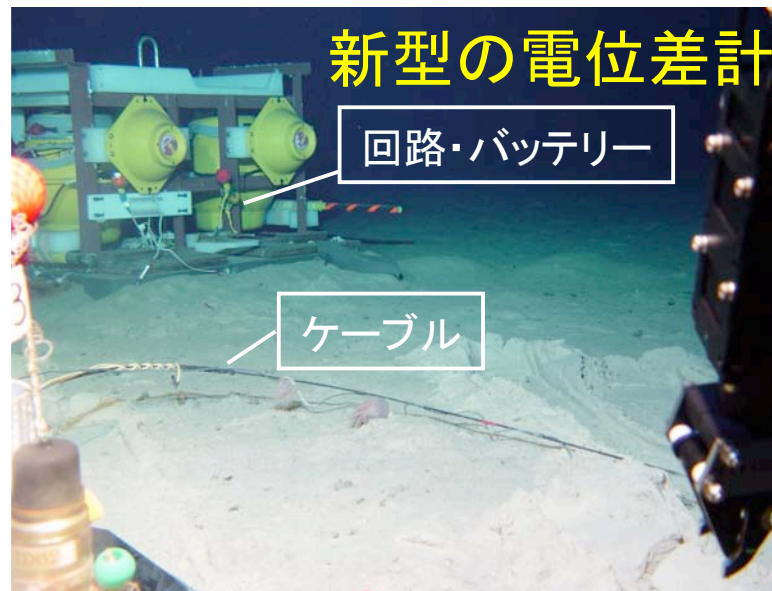
新型の海底地震計



センサーの分離・
センサーと海底の
結合強化

↓
高いS/Nの
地震水平動

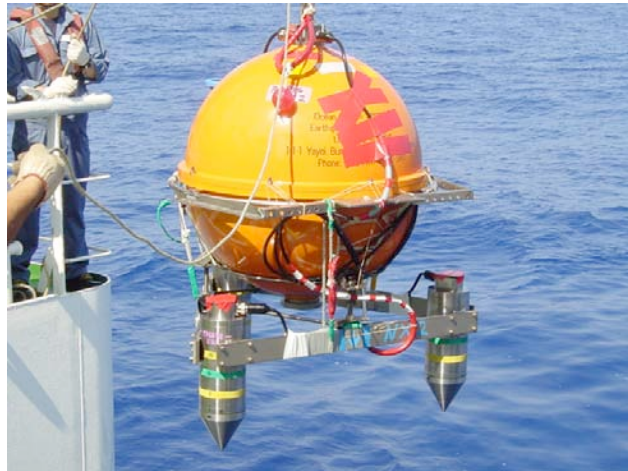
新型の電位差計



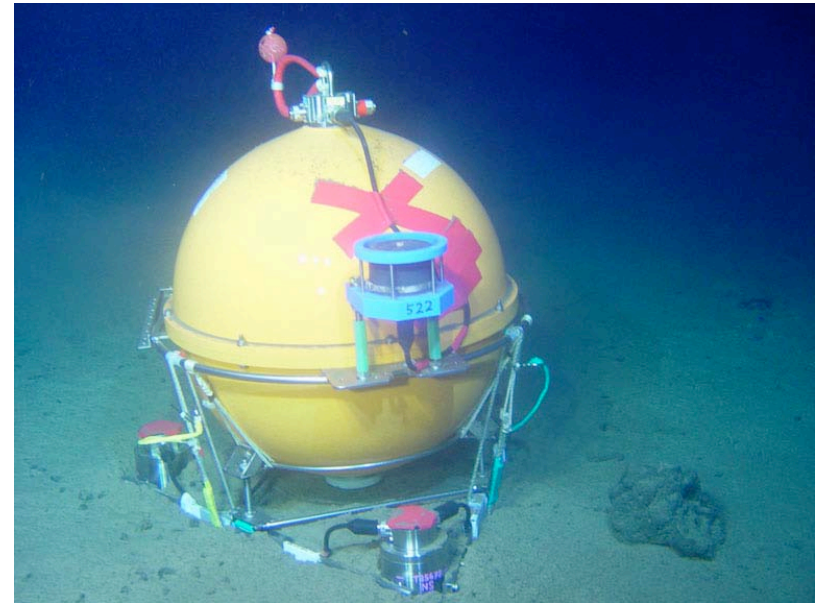
長さ10kmのケーブル
(通常型の1000倍)
による電場測定

↓
高いS/Nの電場
(特に長周期)

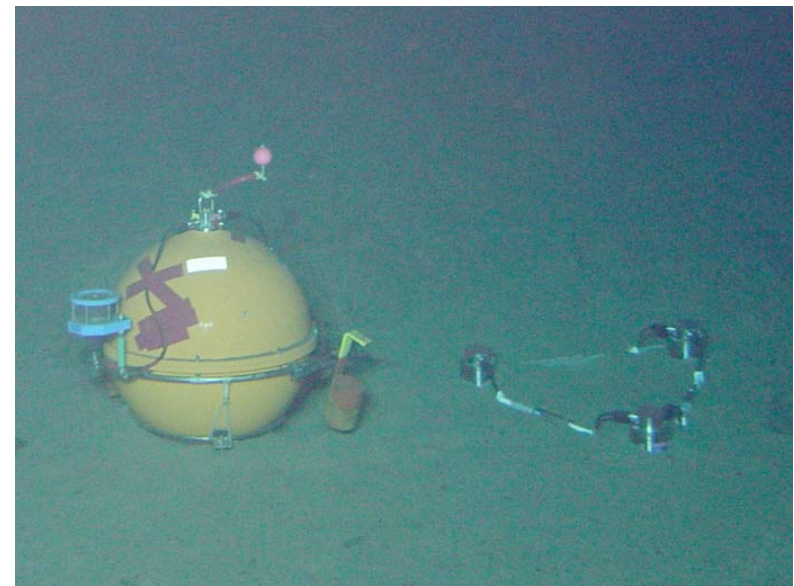
新型海底地震計の設置



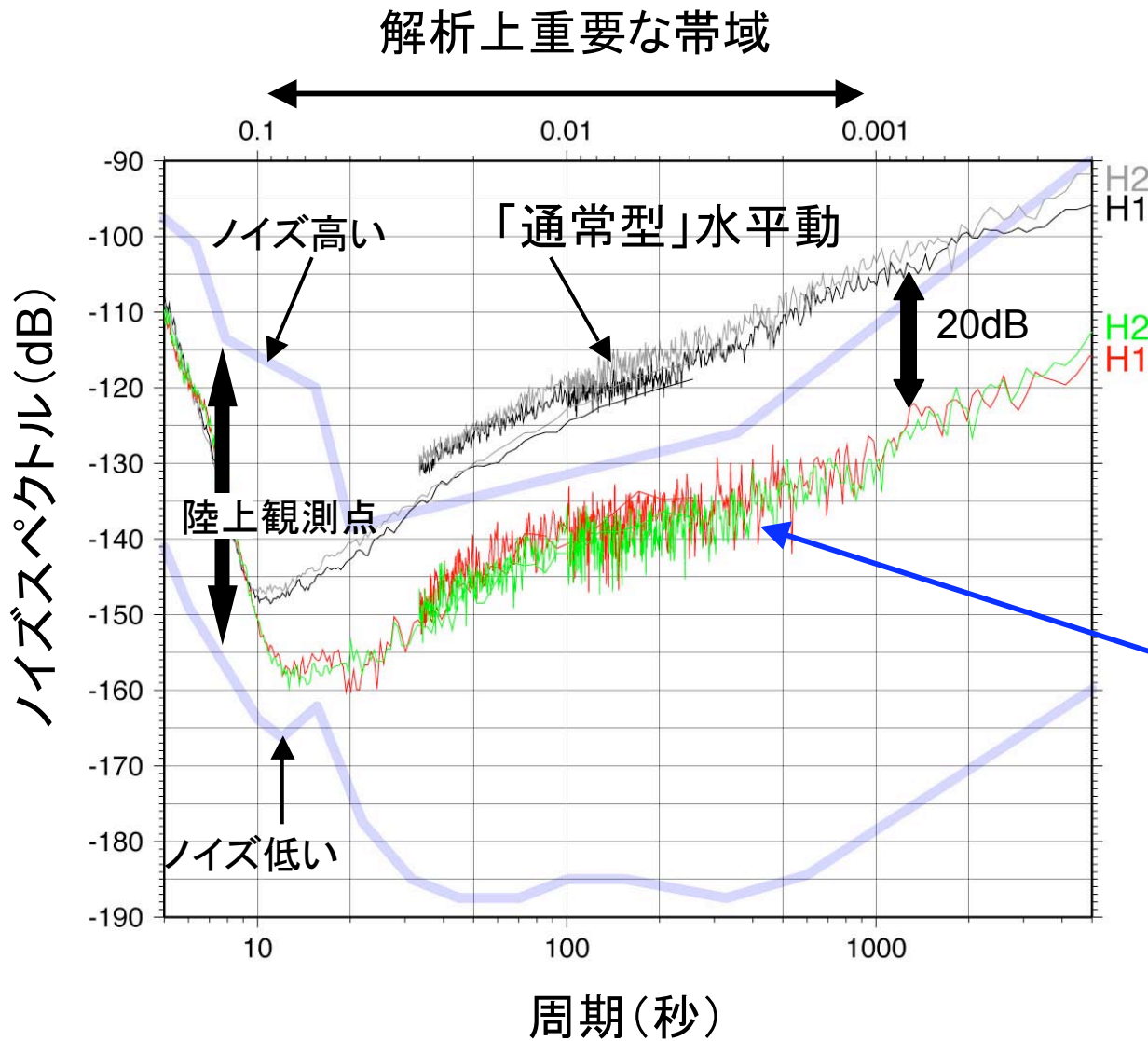
海面から自由落下により海底面へ突入させる。



機器の展開と回収作業には無人潜水艇を使う。



技術革新の効果その1： 格段にS/Nの高い水平地震動観測

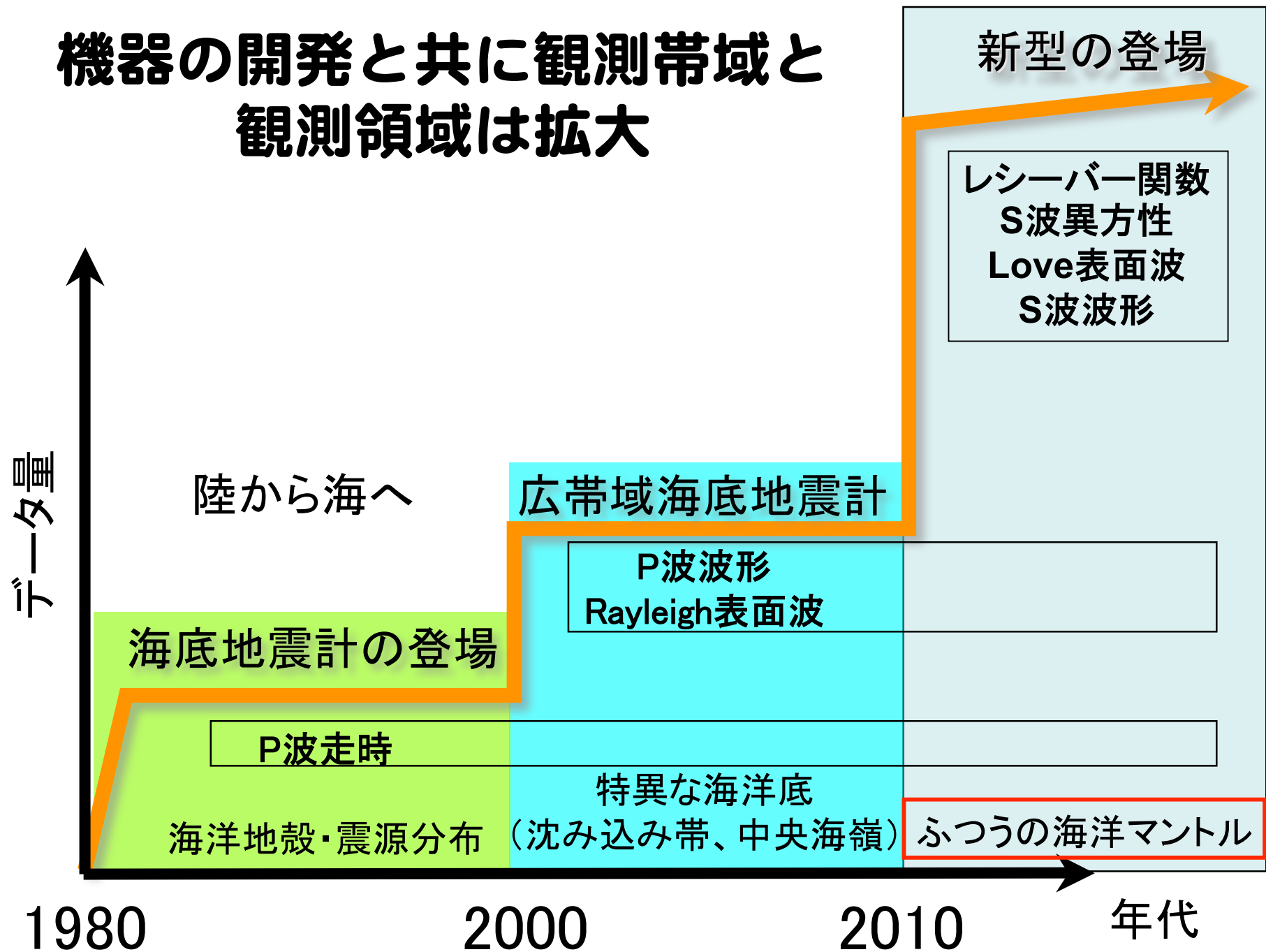


水平地震動の解析

新型	M5.5 以上
2年間	
⇕	
通常型	M6.0 以上
10~20年間	

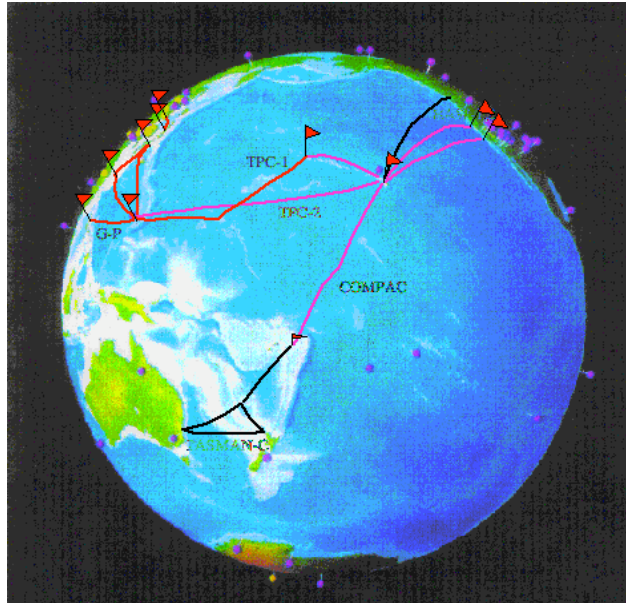
「新型」の水平地震動
陸上観測点と同等の
ノイズレベル

機器の開発と共に観測帯域と観測領域は拡大

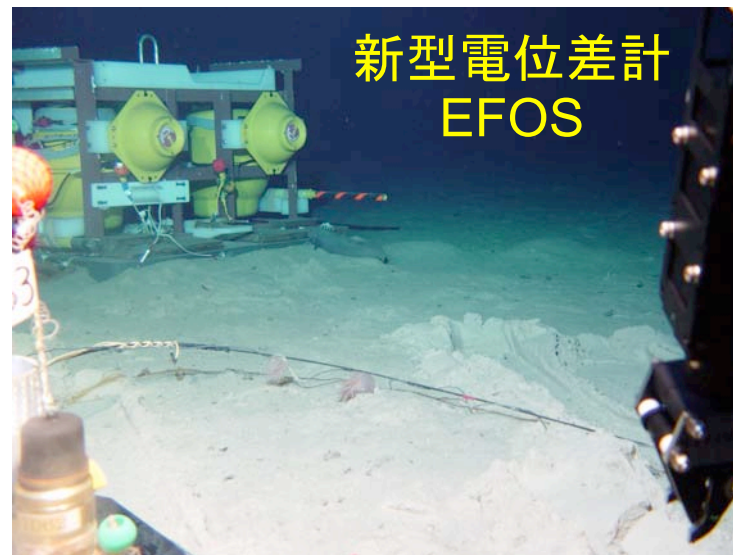


電磁気観測の革新

海底ケーブル(1000kmスケール)



通常型海底電磁力計 OBEM

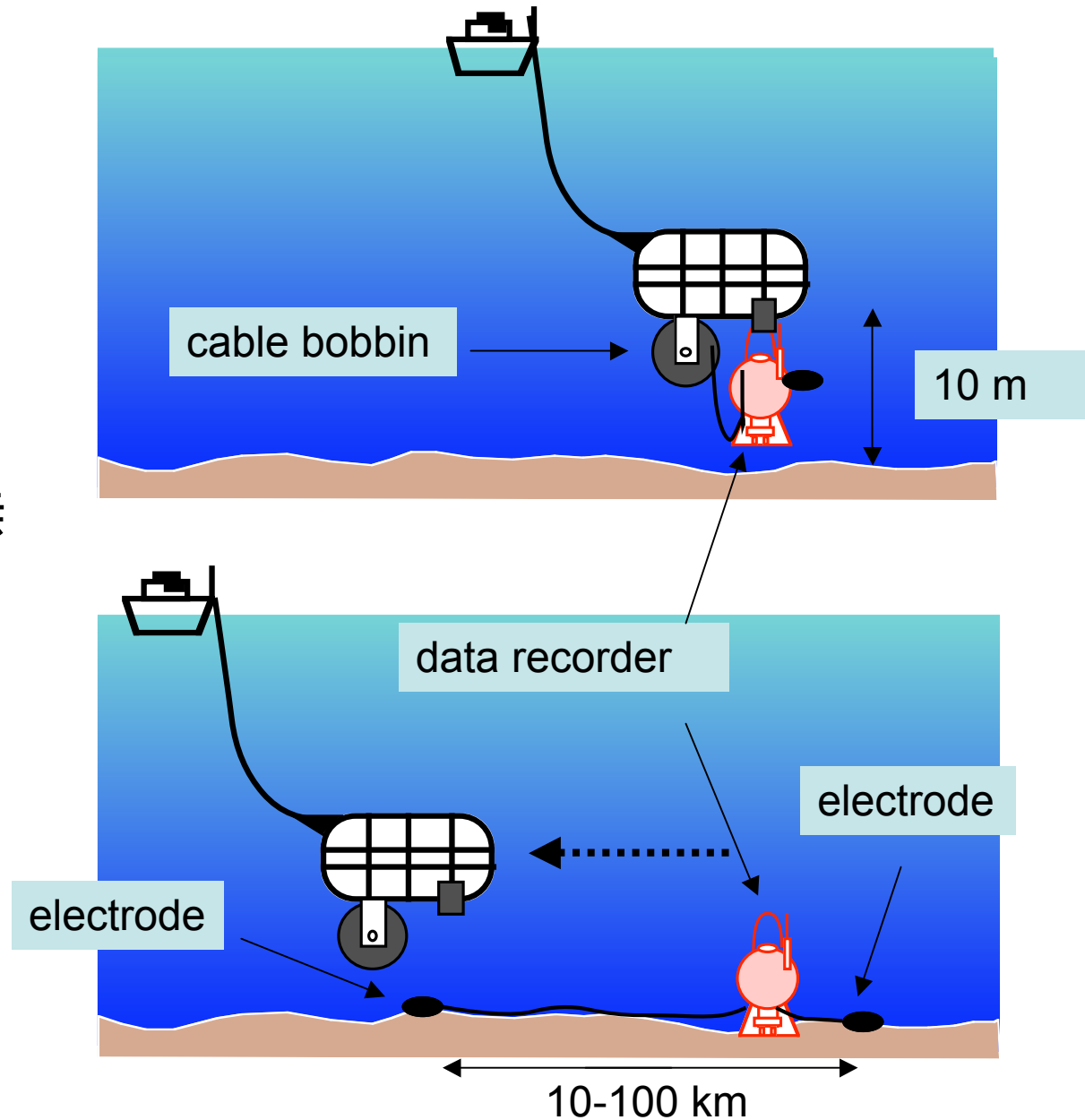


新型電位差計
EFOS

通常型並の機動性が
ありながら、1000km
スケールの海底ケーブ
ル並のデータクオリテ
ィーを実現

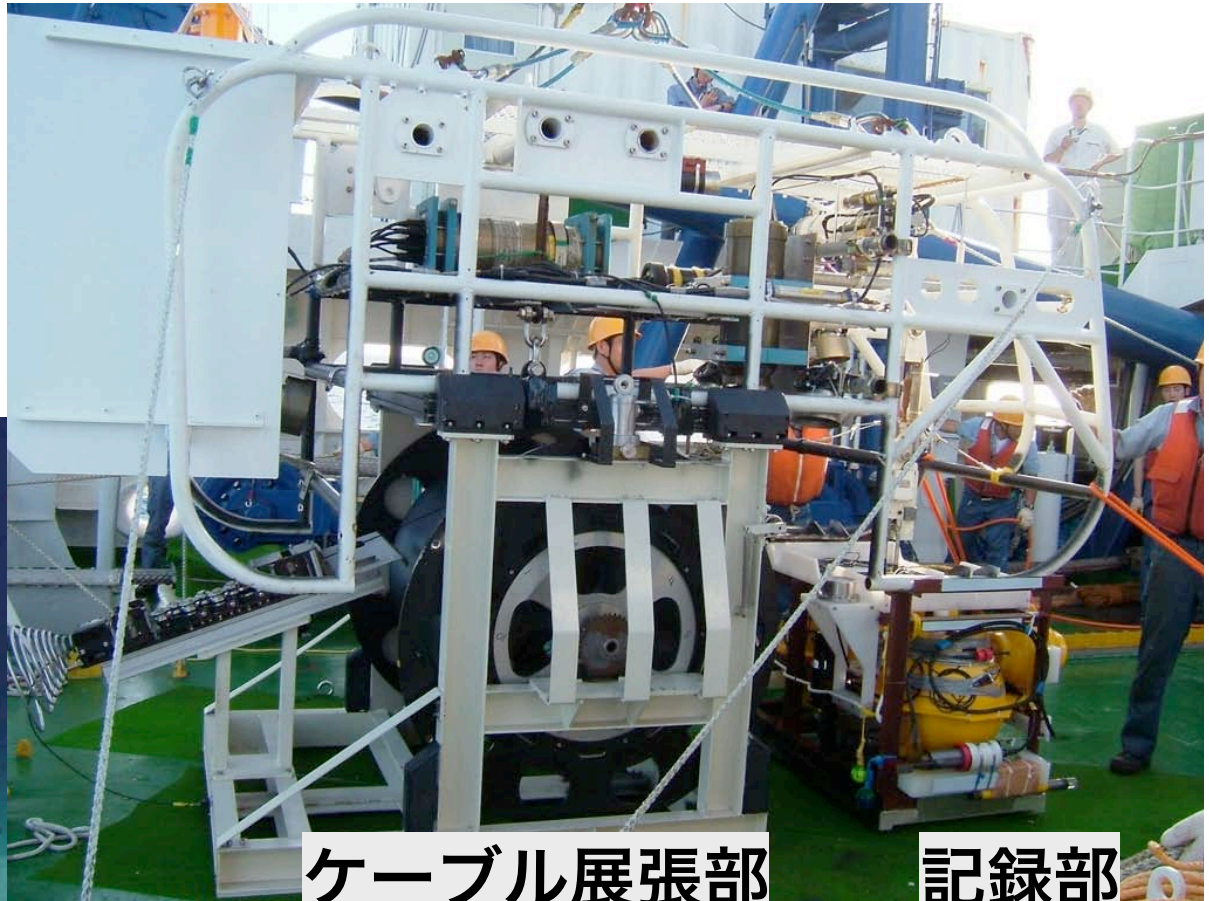
EFOSの設置概念図

プロトタイプは深海曳航体によって設置、無人潜水艇で回収をしたが、本研究へ向けた改造により、設置・回収とも無人潜水艇で行なうことが可能になった。



EFOS

2003年5月設置
2005年5月回収



ケーブル展張部

記録部



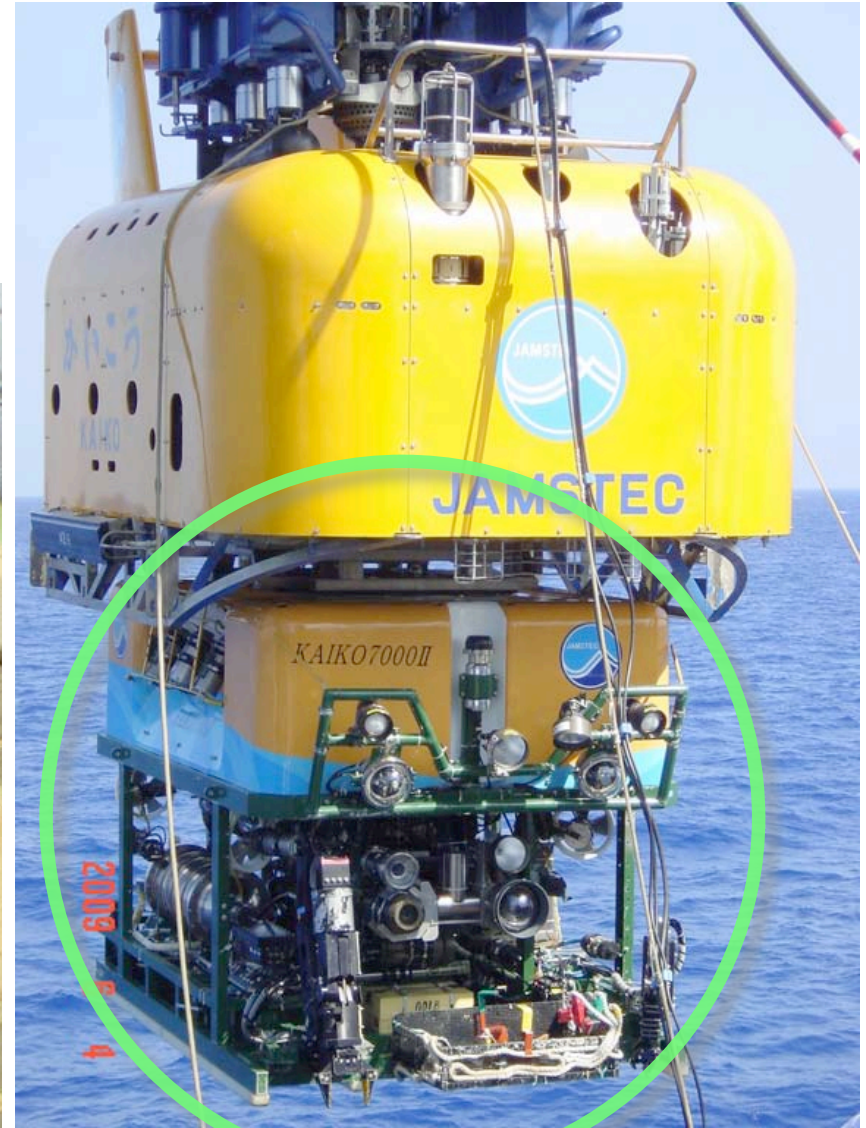
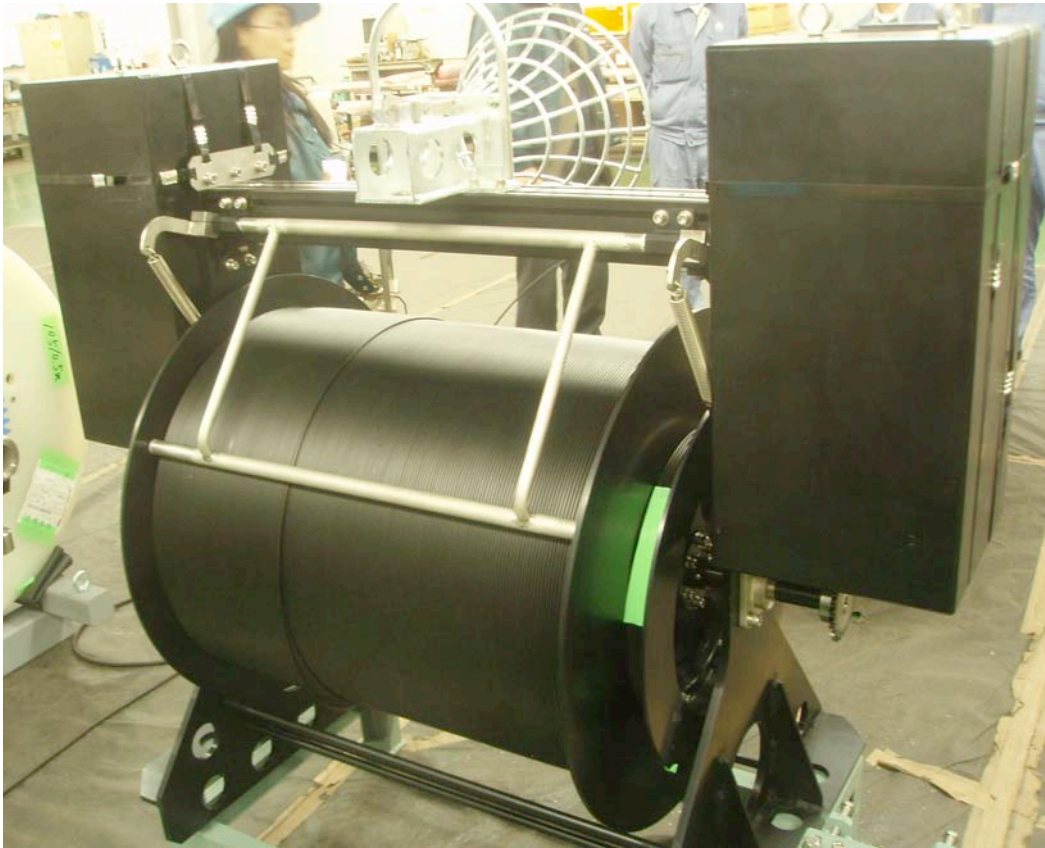
記録部



10km長のケーブルの片端

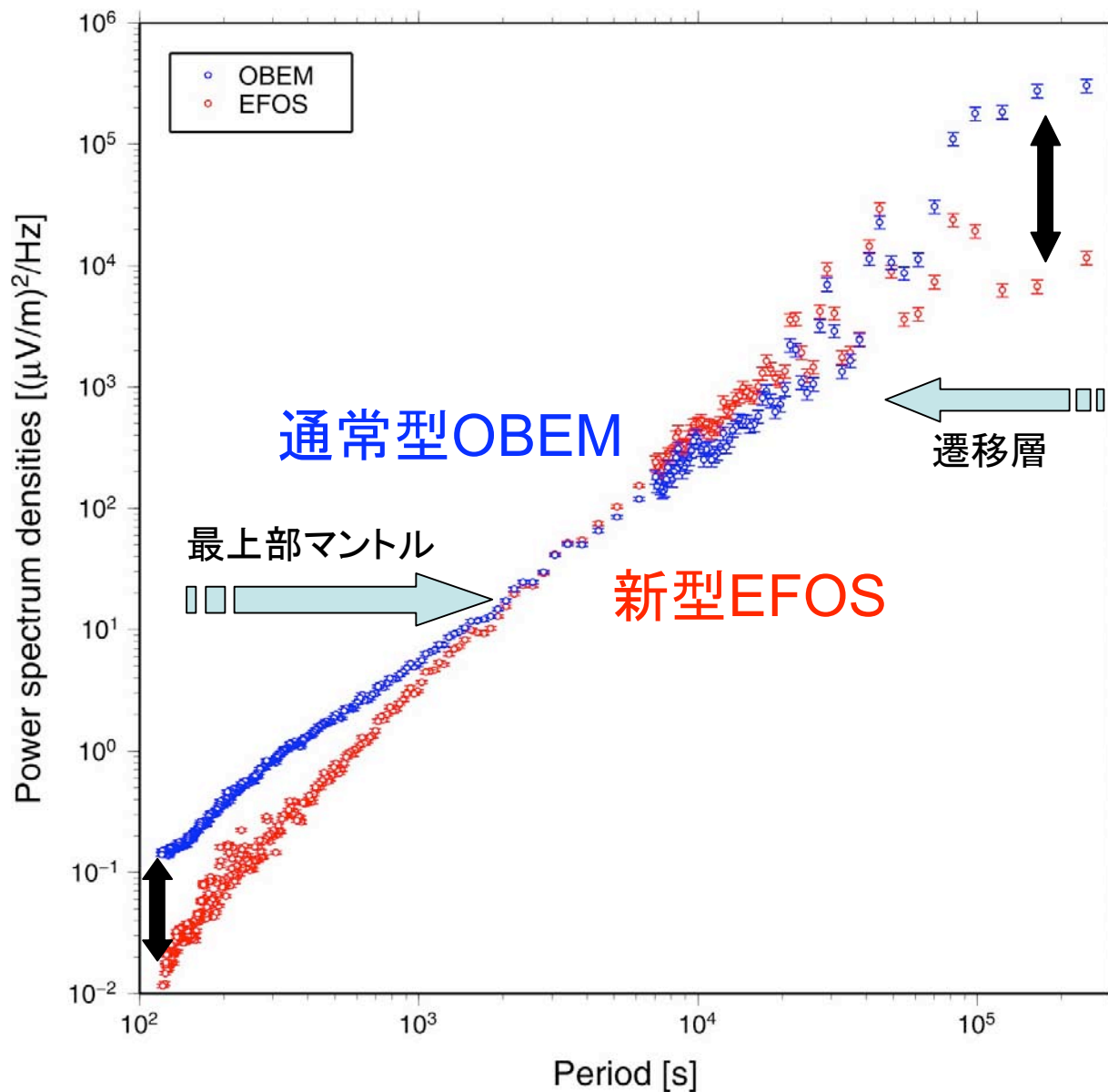
上: ディープトウの下部にケーブル展張部と記録部を搭載している。
左: 回収時の海底での様子。

新型EFOS



ケーブル展張部(左)を「かいこう7000II」(右)のビークルで扱える構造に変更した。BBOBS-NXと同じ航海で作業可能。

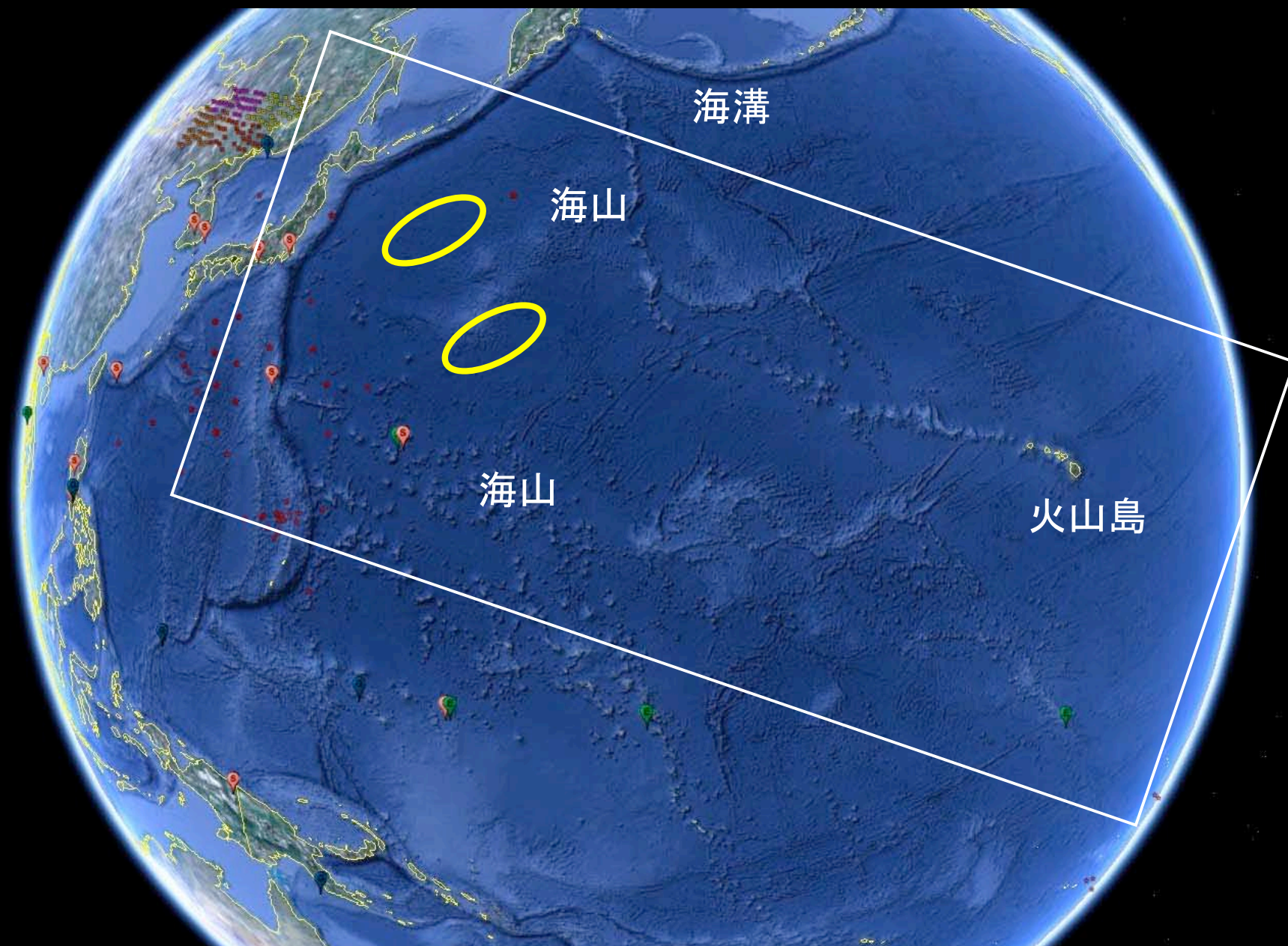
技術革新の効果その2 : 電場ノイズの低減



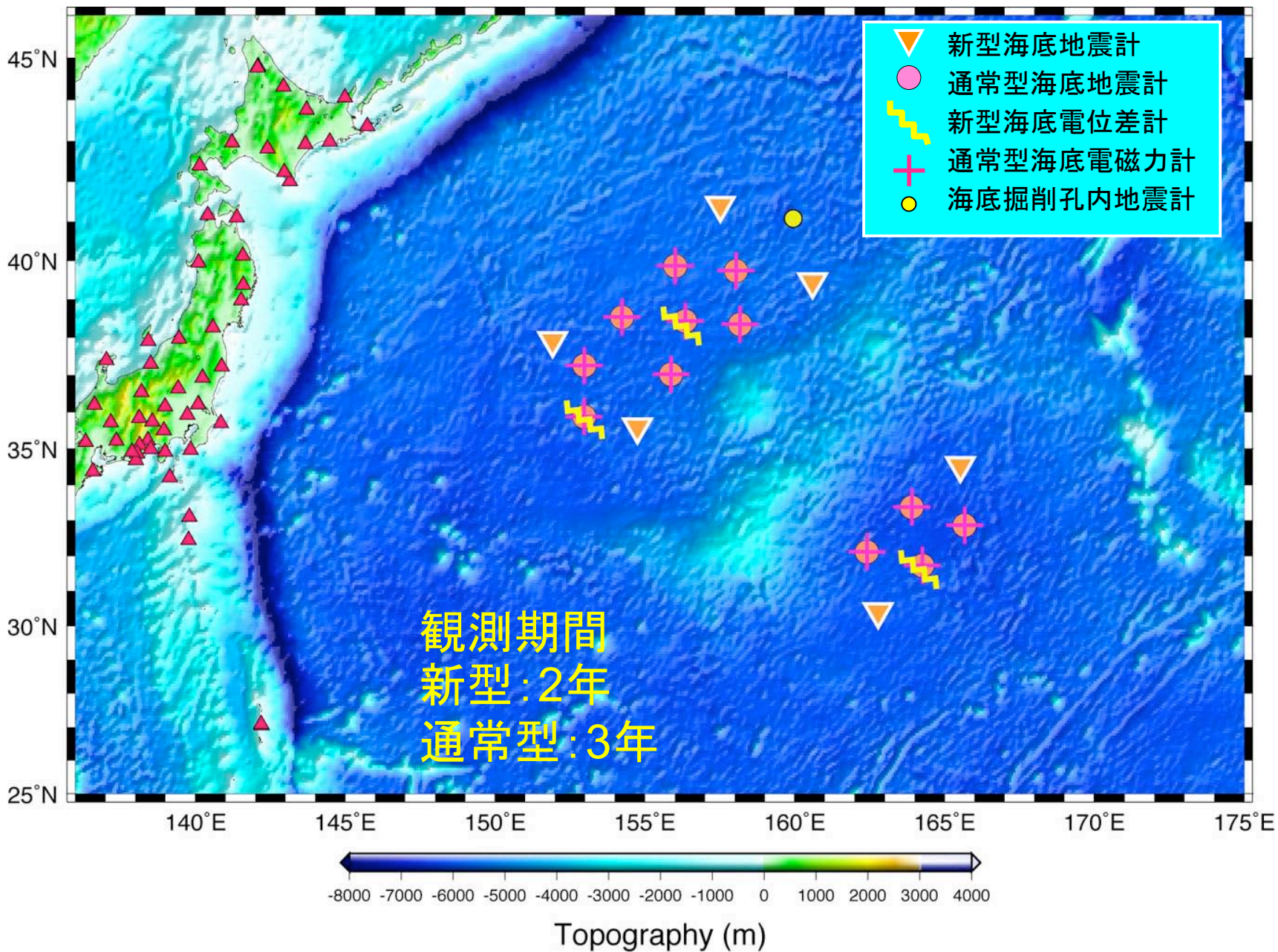
Skin depth

$$\delta = \text{Re}[(i\omega\sigma\mu)^{-1/2}]$$

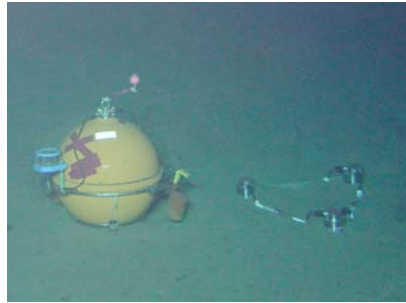
最先端の海底観測でふつうの海洋マントルをみる



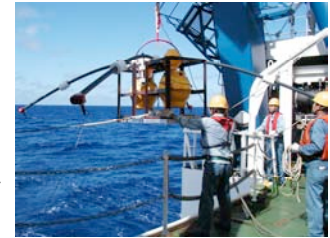
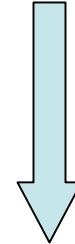
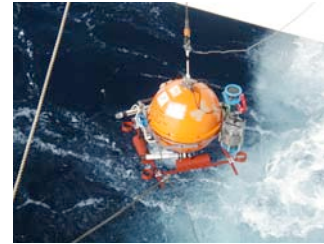
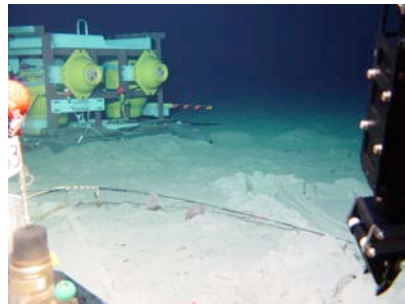
観測点配置案



アセノスフェアの流動性の原因



多点観測のレーザ関数解析による境界面の精密決定

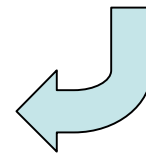


アセノスフェアの地震波速度・電気伝導度、
それらの不均質性および異方性を
精密・正確に推定

含水マントル鉱物の
物性測定実験結果



含水量



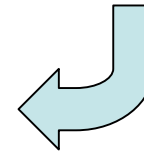
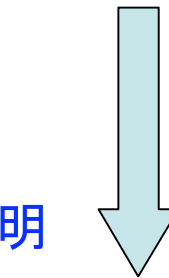
複数の物理量を統一的に説明



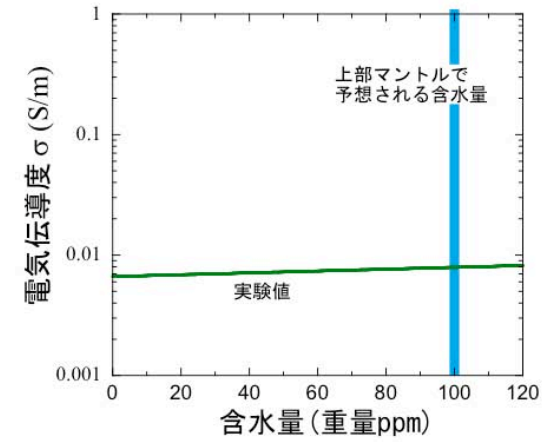
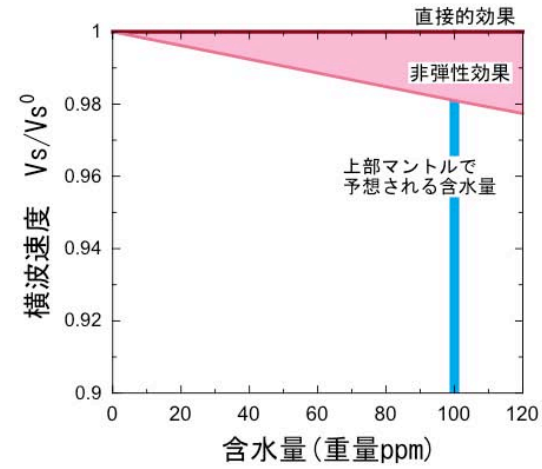
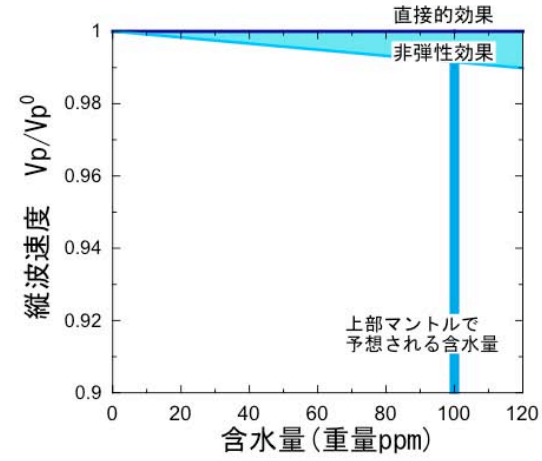
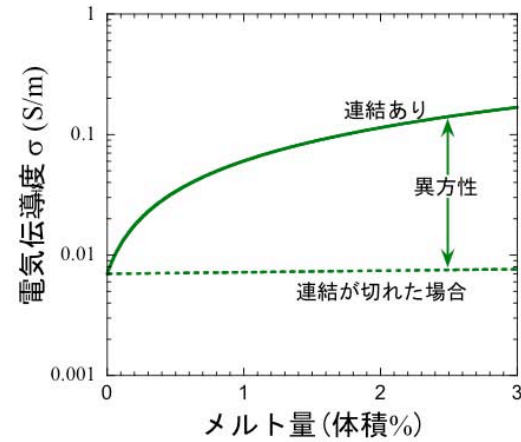
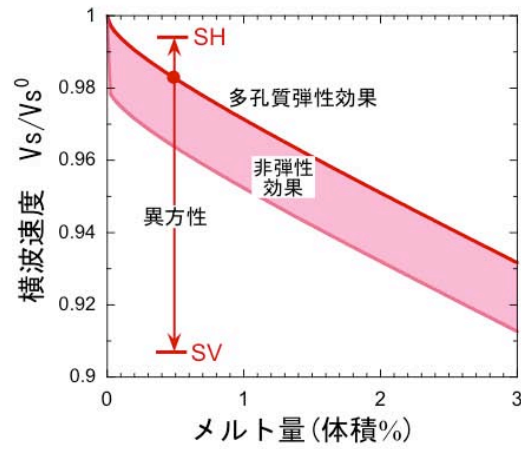
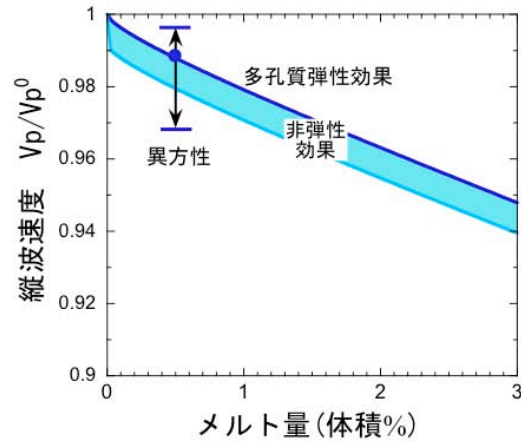
部分溶融の物理モデルと
物性測定実験結果



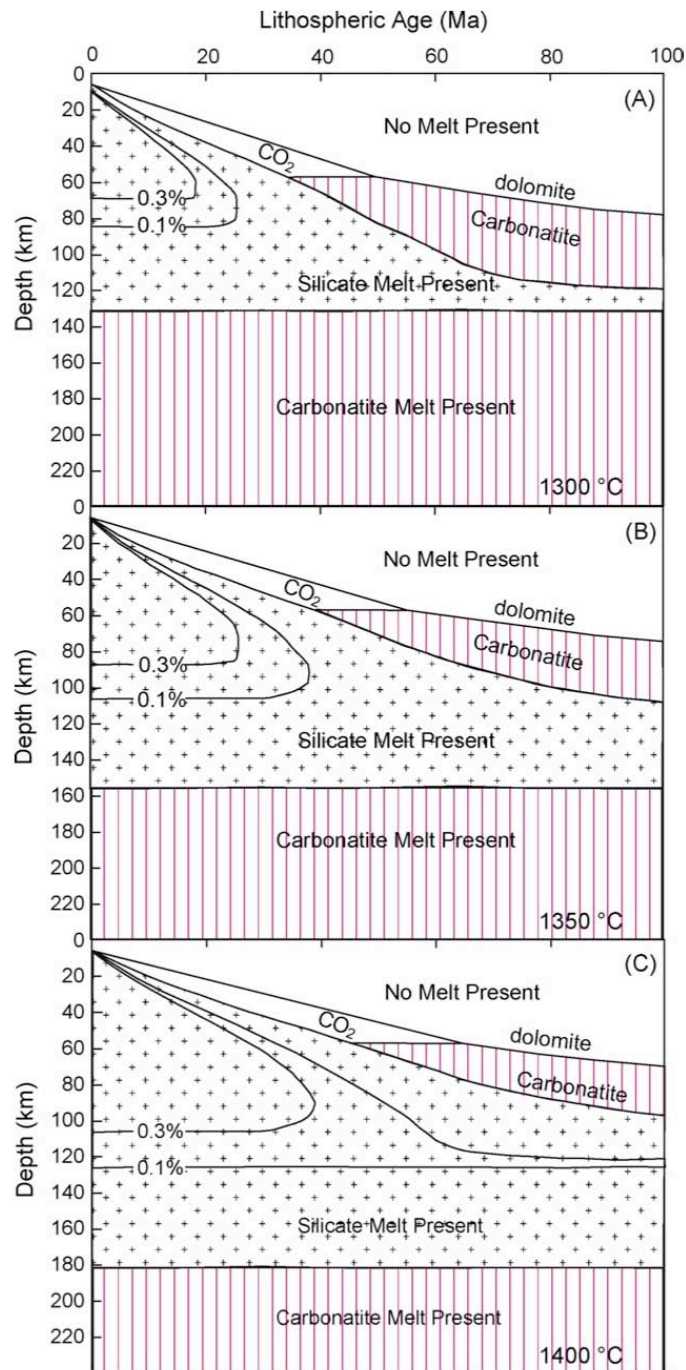
部分溶融度
形状、つながり方



部分熔融か水か？



By Y. Takei



LVZ内のメルト分布 (Hirschmann, 2010)

H₂O: 1000 ppm, CO₂: 60 ppm
Plate model (Stein & Stein 1992)

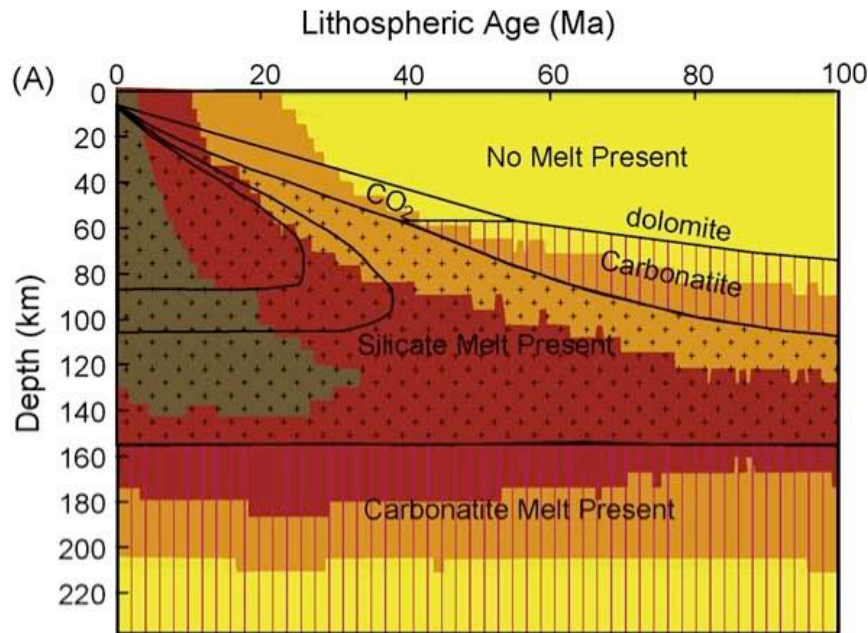
Potential temperature

1300, 1350, 1400 C

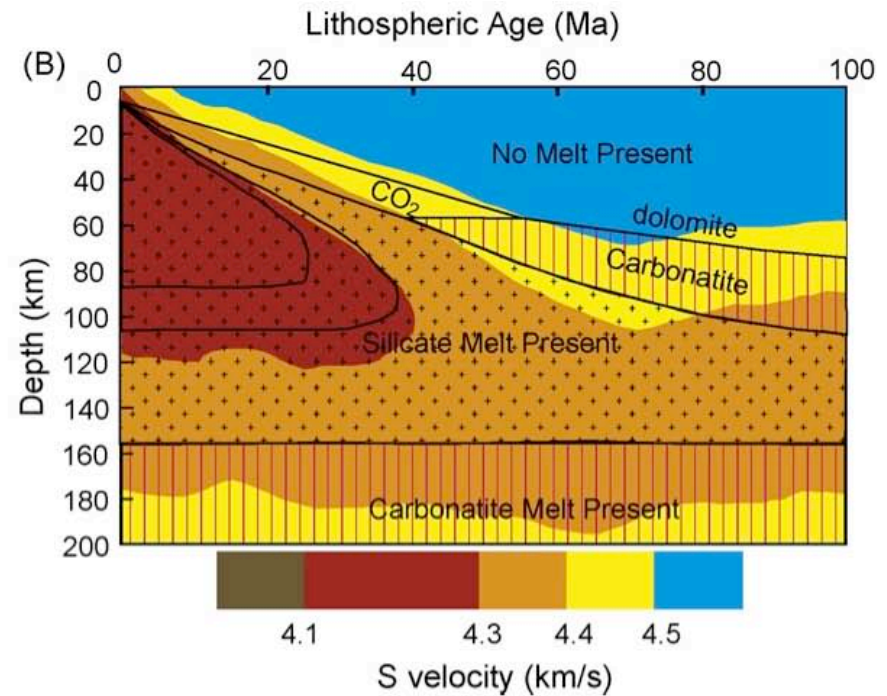
Silicate meltとCarbonatite meltの
安定領域の境界のmelt fraction
は 0.024 %

中央海嶺直下の浅部にはもっと大
量のメルトが安定なはず(計算し
ていない)

S波トモグラフィとメルト分布の計算結果の比較



Priestly and McKenzie (2006)



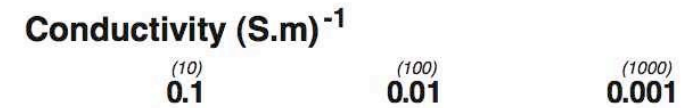
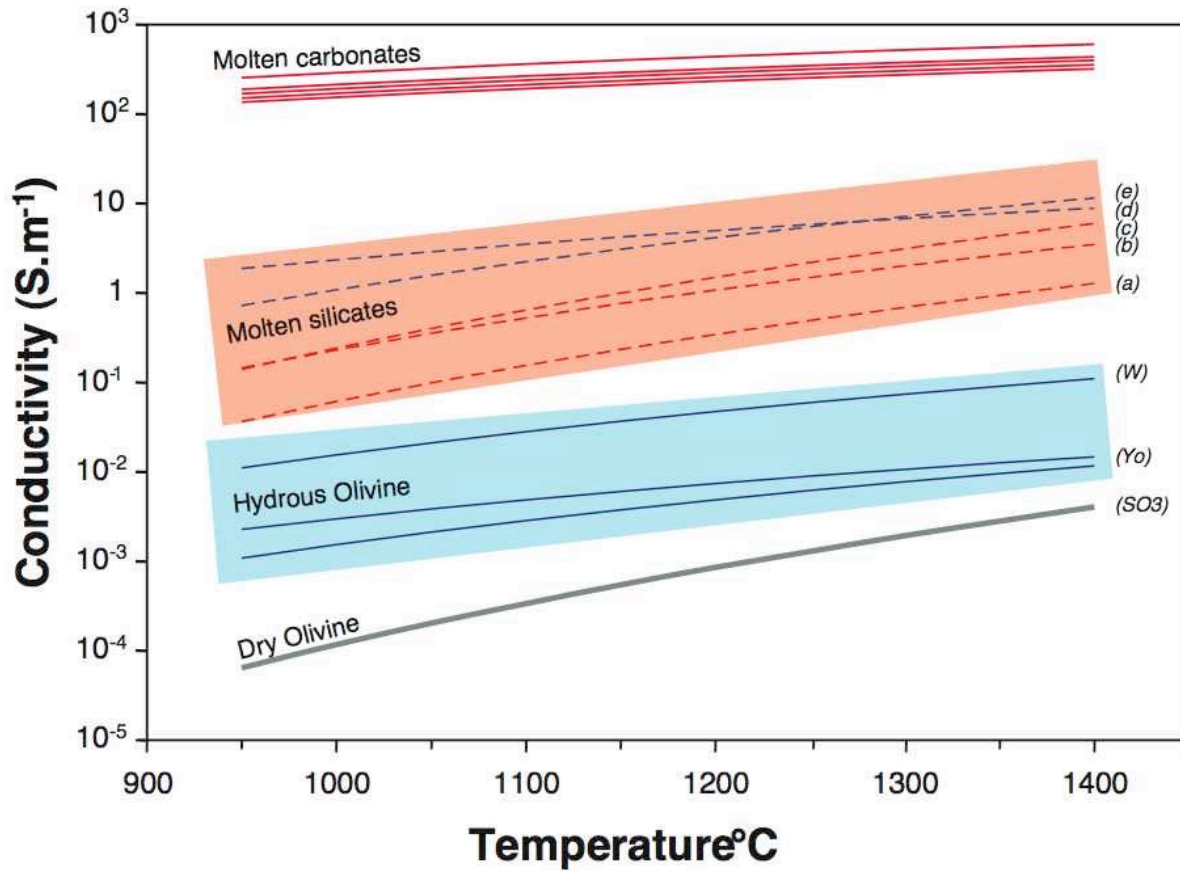
Ritzwoller et al. (2004)

要注意

Carbonatite Melts and Electrical Conductivity in the Asthenosphere

Fabrice Gaillard,^{1*} Mohammed Malki,^{2,3} Giada Iacono-Marziano,^{1,4} Michel Pichavant,¹ Bruno Scaillet¹

Gaillard et al. (2009)



アセノスフェアの高
電気伝導度の新た
な候補者：
Carbonatite melt

少量でもつながりやすい

本研究の実施により期待される成果

最先端のデータ解析技術

最先端の海底観測技術

新しいダイナミックモデルの構築

新しい物性モデルの構築

**ふつうの海洋マントルに関する
現代地球科学の根本的問題への回答**

アセノスフェアとは何か
地球の“水”の収支

陸上と同レベルの
海底観測

**地球システムの
革新的理解**

**観測地球科学の
新しい潮流**

研究計画全体の実施予定表

	H22	H23	H24	H25	H26
機器製作・整備	←→				
BBOBS・OBEM観測	← パイロット観測	→	←→	←→	→
BBOBS-nx・EFOS観測	←→	→	←→	→	
データ処理・解析		-----		-----	→
理論・解釈・モデリング	-----	-----	-----	-----	→

研究組織

研究代表者：歌田久司（東京大学地震研究所）

研究分担者：川勝均、塩原肇、一瀬建日、馬場聖至（東京大学地震研究所）、
末次大輔（海洋研究開発機構）

連携研究者：本多了、上嶋誠、篠原雅尚、武井康子、清水久芳、竹内希、西
田究、三部賢治、平賀岳彦（地震研究所）

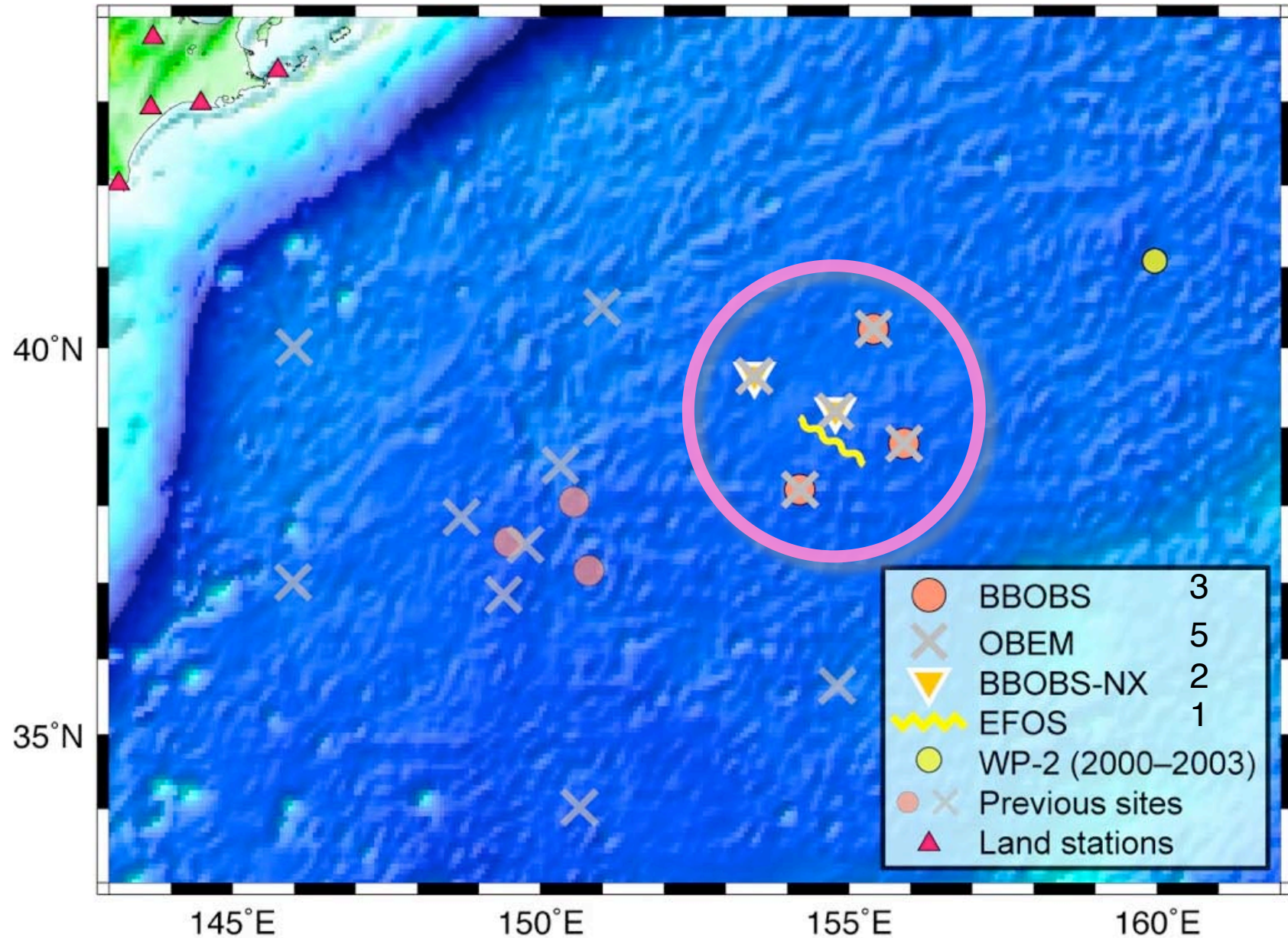
連携研究者：大林政行、田中聡、多田訓子、杉岡裕子、伊藤亜妃、志藤あず
さ（海洋研究開発機構）

海外共同研究者：

Prakash Kumar（インド国立地球物理研究所）

Weerachai Siripunvaraporn（タイ・マヒドン大学）

パイロット観測での配置予定



- 海底観測とデータ解析
 - パイロット観測の観測点配置の最終確認
 - 本観測の最終デザイン(できれば夏までに)
 - 既存データの解析
 - 必要に応じて解析手法の開発
 - 本観測データの解析

 - 観測データの解釈のために
 - 物理モデル
 - 物性測定
 - シミュレーション
- 地震と電磁気の情報統合した解釈を目指す