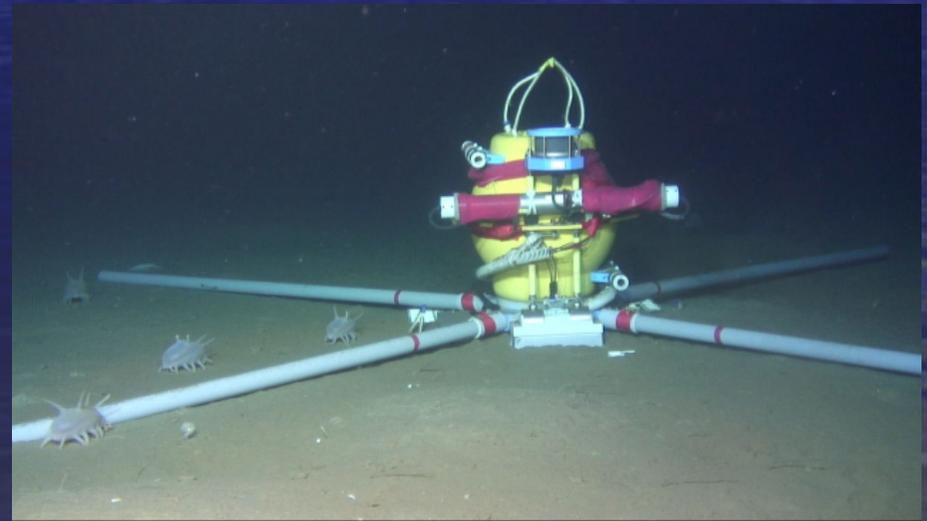
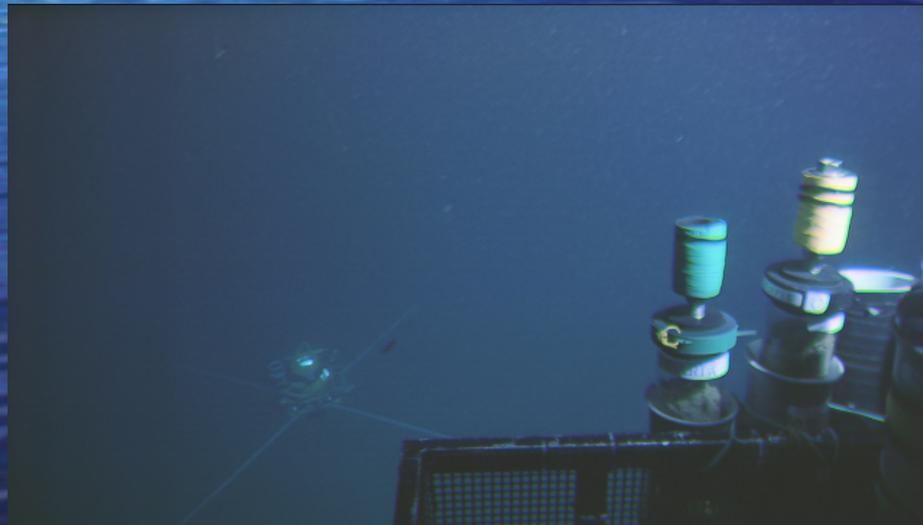


海域電磁気観測における 宇宙天気の利用について

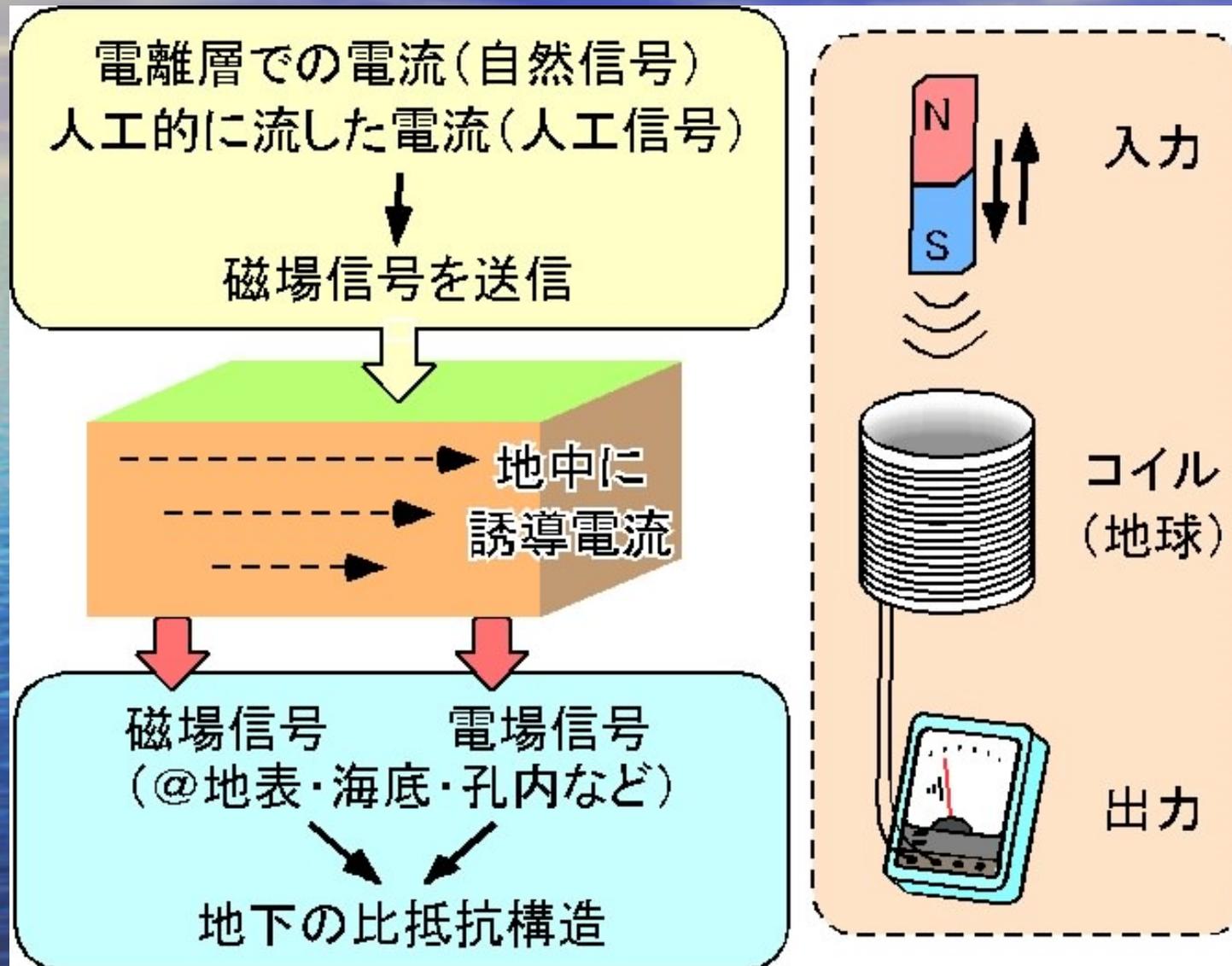
笠谷貴史(海洋研究開発機構)



- 機動観測（陸域・海域とも）における宇宙天気の利用
 - － いつ地磁気嵐が活発になるのか？
 - ❖ 予報としての利用
 - － 過去データの評価（地磁気嵐の有無）
 - ❖ 過去のデータベースとしての利用

1. 海域での電磁気観測
2. 実際の観測時の利用イメージについて

電磁気探査の概要



後藤・三ヶ田(2009)

陸域観測と海域観測の違い

陸域観測

- ・基本的に観測の開始・終了・メンテナンスの時間的自由度が高い。
- ・観測のやり直しがしやすい。
- ・観測期間(=バッテリーライフ)を延ばしやすい
(高頻度のメンテナンス、大量のバッテリー、太陽電池など)



海域観測

- ・船舶の利用期間に観測が制限される。
- ・観測のやり直しが難しい(船舶利用、費用の面)
- ・限られたバッテリーライフ
(搭載可能なバッテリー容量に限りがある)

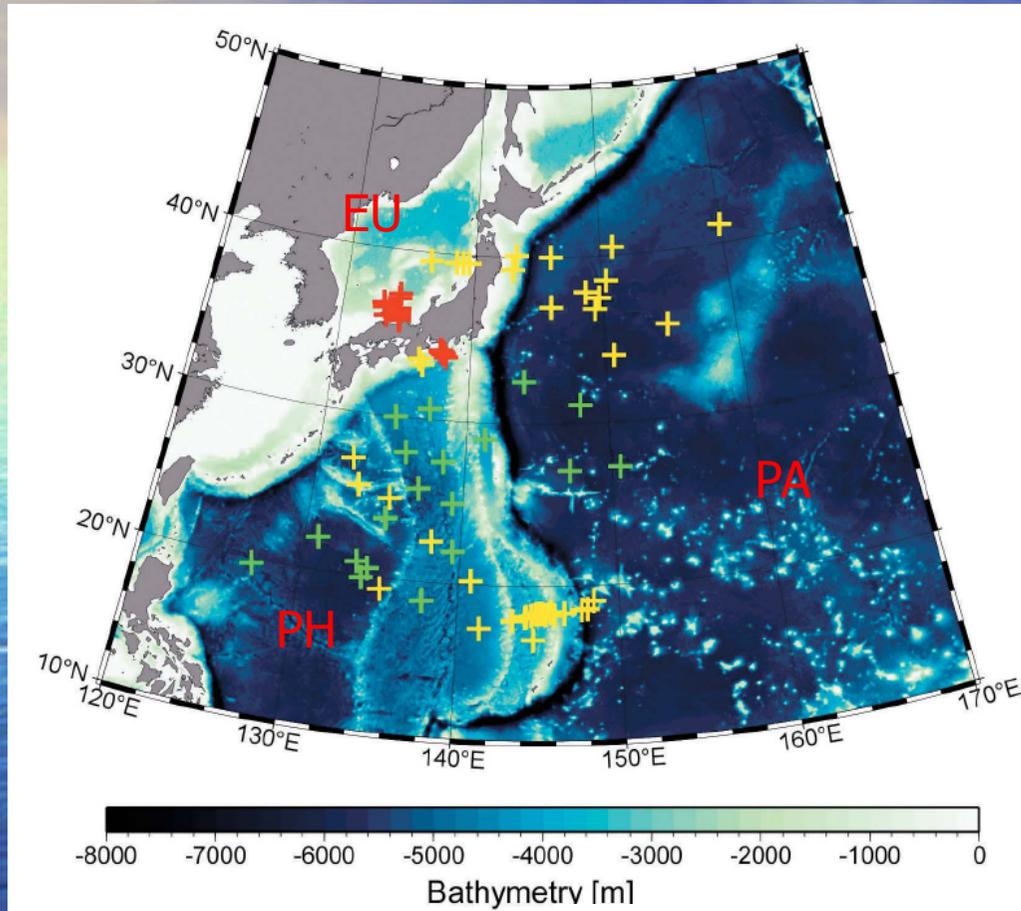
これまでの海域での電磁気観測による構造探査

主たるターゲットは深部マントル構造
主として使用する周期は1000~100000秒



半年から1年以上の長期観測による。
航海計画は観測実施より、かなり前に決める(決められる)ことが多い。
宇宙天気予報を利用するのは難しい
(より長期の太陽活動の方が重要)

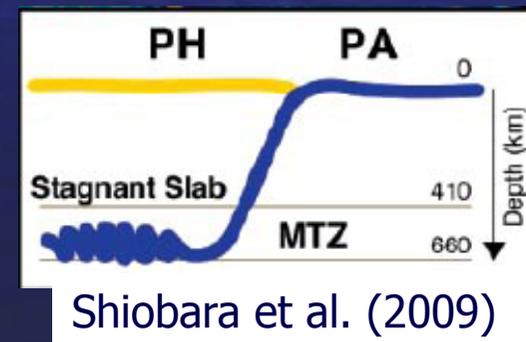
深部構造探査のための電磁気観測の例



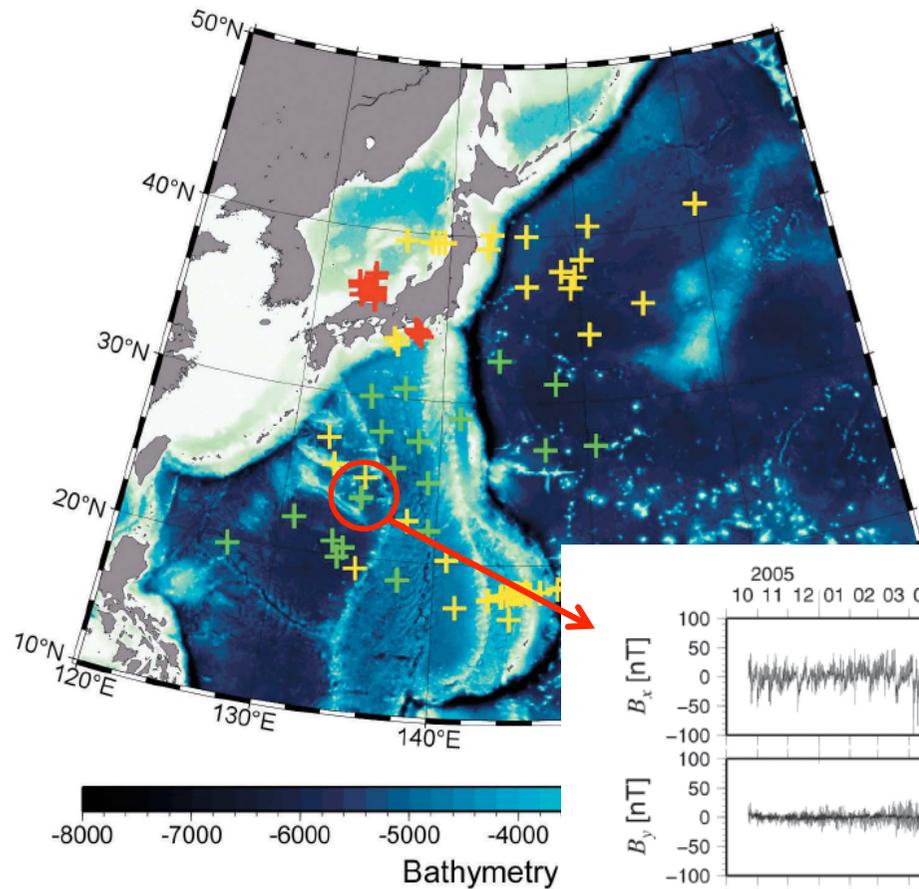
Kasaya et al. (2009-a)

ターゲット
深さ410-660kmにある
スタグナントスラブ

1年から3年にわたる電磁場観測を実施

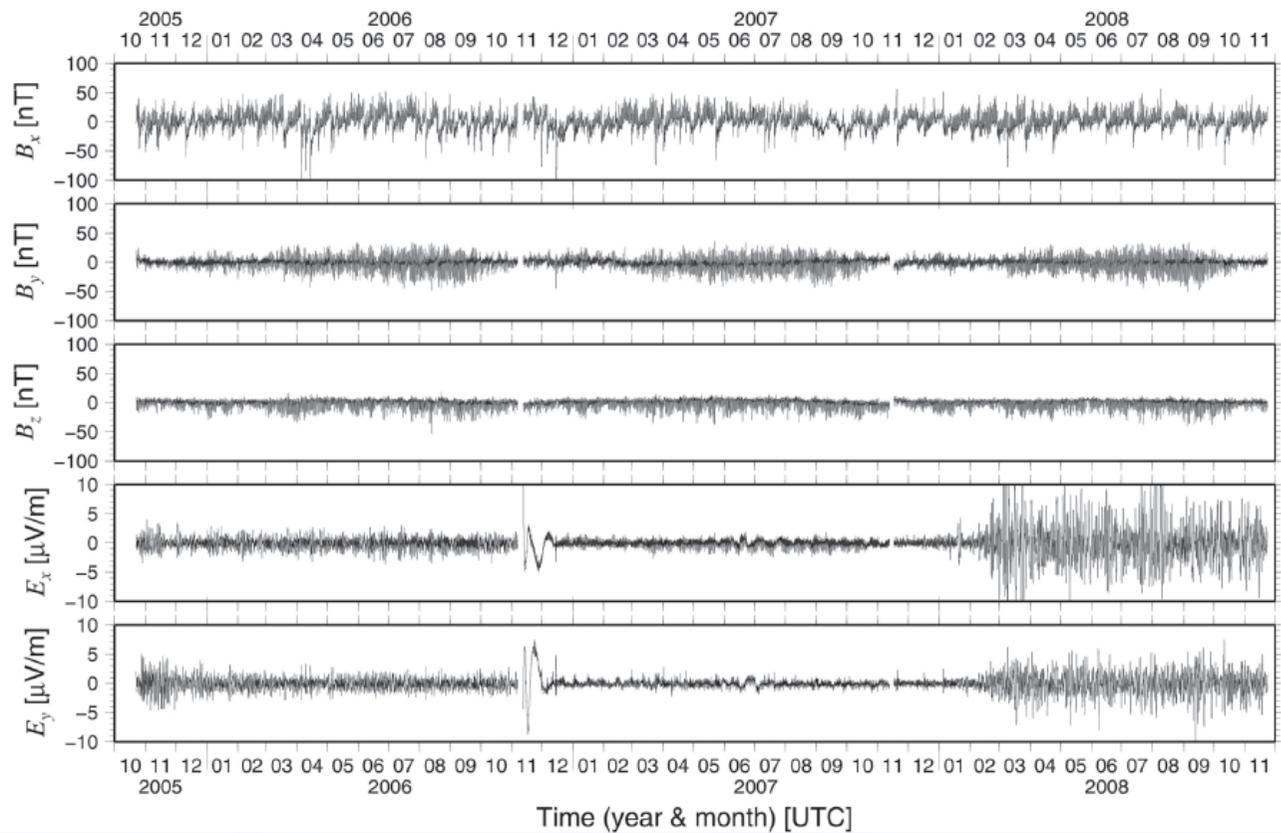


Shiobara et al. (2009)



1年毎の繰り返し観測を3年にわたって実施することで長周期データを得た。

Kasaya et al. (2009-a)

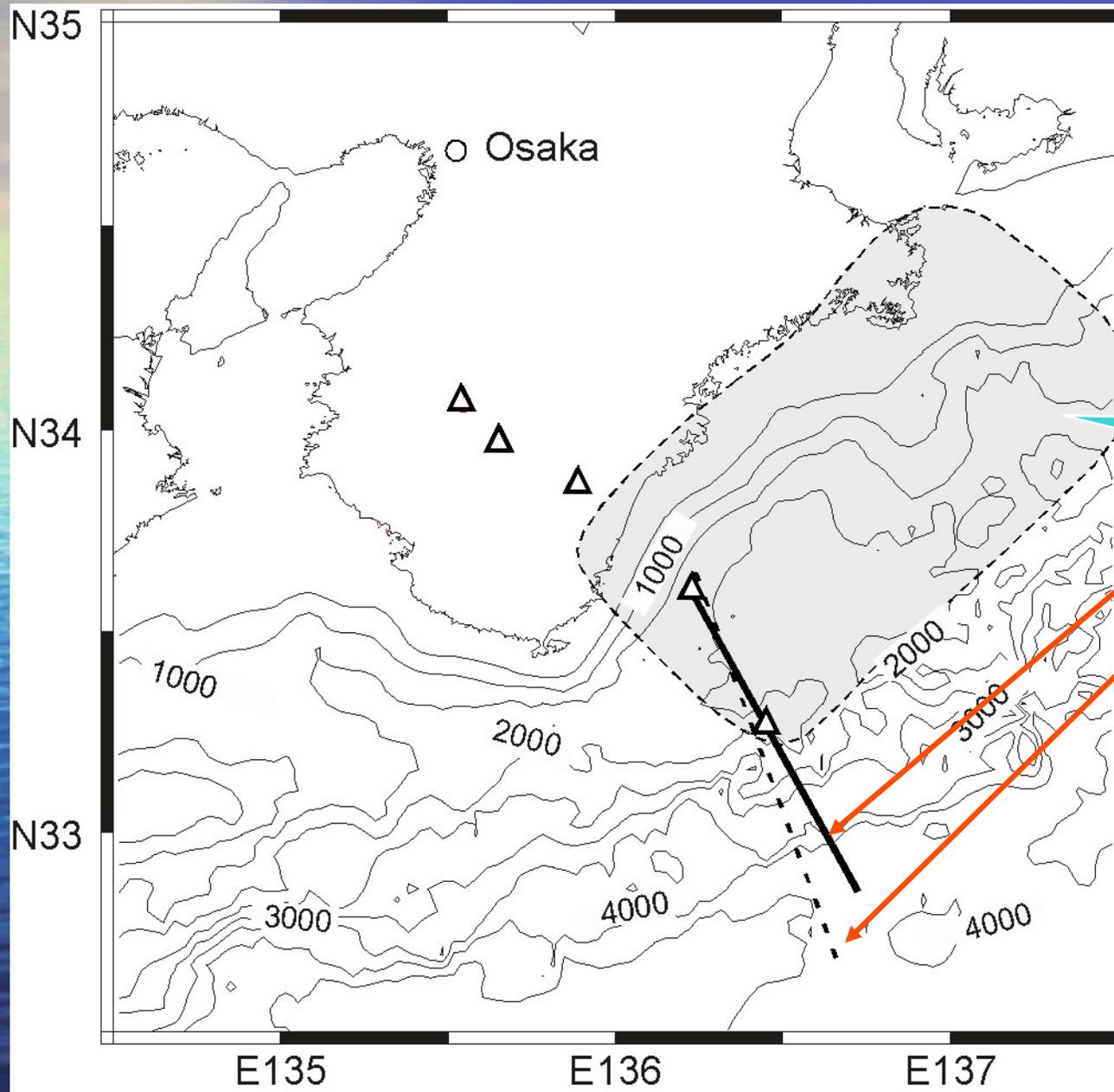


海域における地殻構造探査のための電磁気探査

- ・プレート間地震発生域における構造探査(地殻～上部マントル構造)
～南海トラフ、三陸沖など
- ・地殻内地震発生域近傍での構造探査
～鳥取沖・隠岐周辺海域、トルコ北アナトリア断層
- ・火山島や海域のカルデラでの構造探査
～始良カルデラ(鹿児島湾)
- ・資源探査のための構造探査
～石油、メタハイ、熱水鉱床など
- ・地層処分場検討のための構造探査

これらの観測を多点で実施可能な観測機器の要請

東南海地震の破壊域の調査(2002/12-2003/1)



変位量 > 0.5m

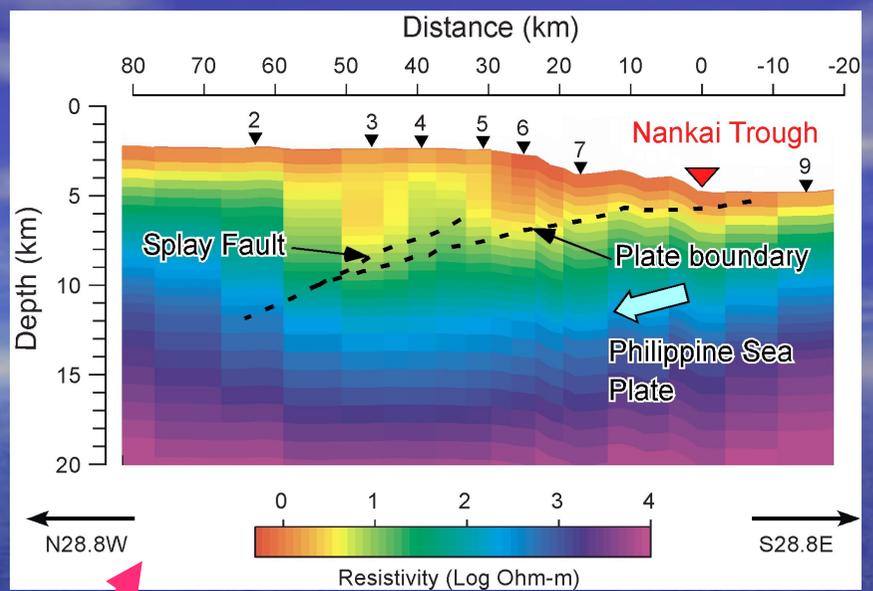
- 海底電磁気観測 (太線)
- 反射法地震探査 (点線)

その他に

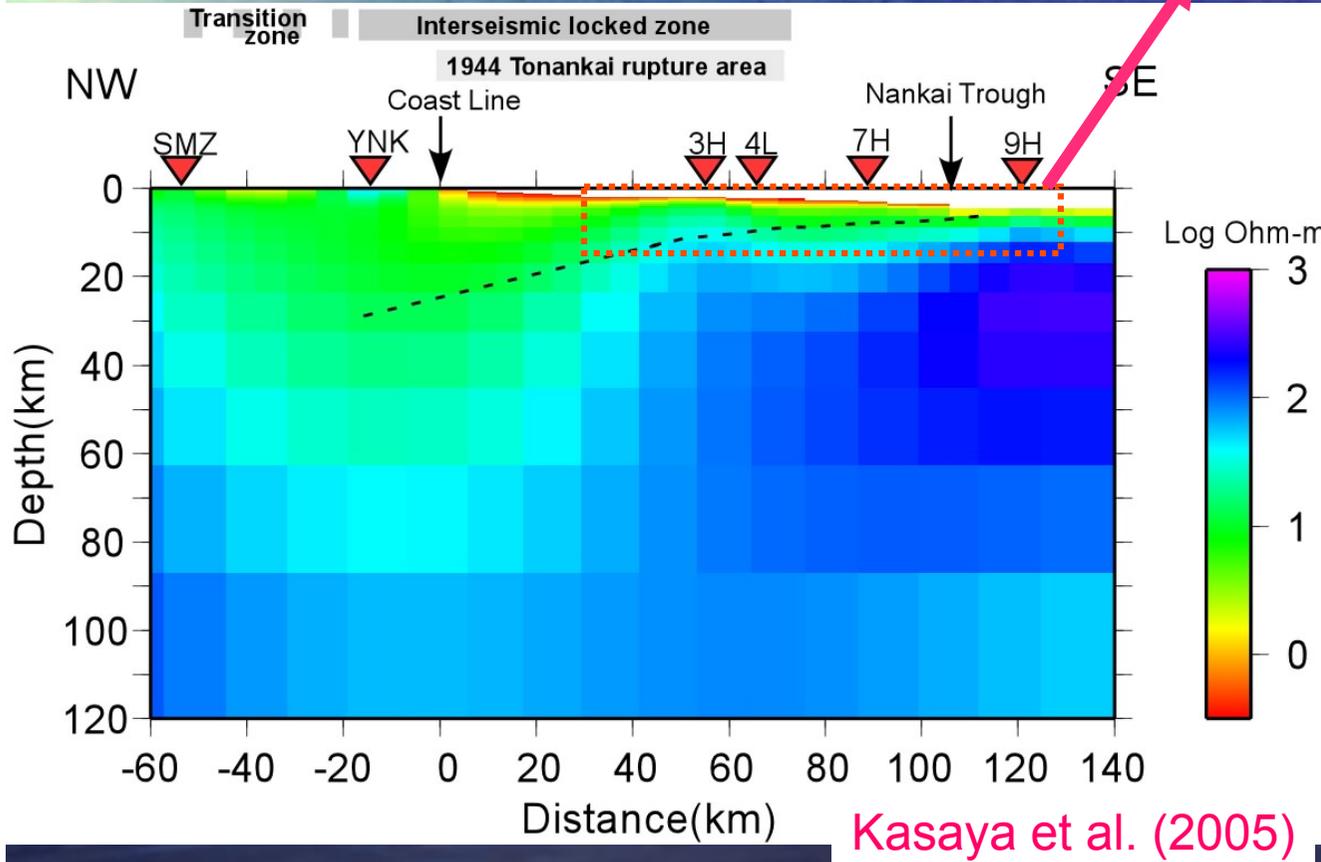
- 長期海底電磁気観測 (△)
- 陸上電磁観測 (△)

も実施した

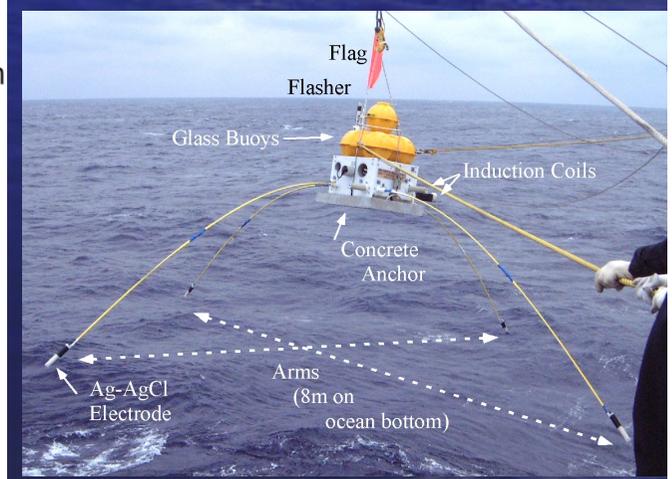
2002-2003年当時、このような探査に適した観測機材を持っていなかったため、機材を全てレンタルでまかされた。



木村ほか(2005)



Kasaya et al. (2005)



JAMSTECにおける小型海底電位磁力計(OBEM)の開発

数ヶ月程度の観測で地殻から上部マントルまでの構造を得るために機動性の高い観測機器を開発する。



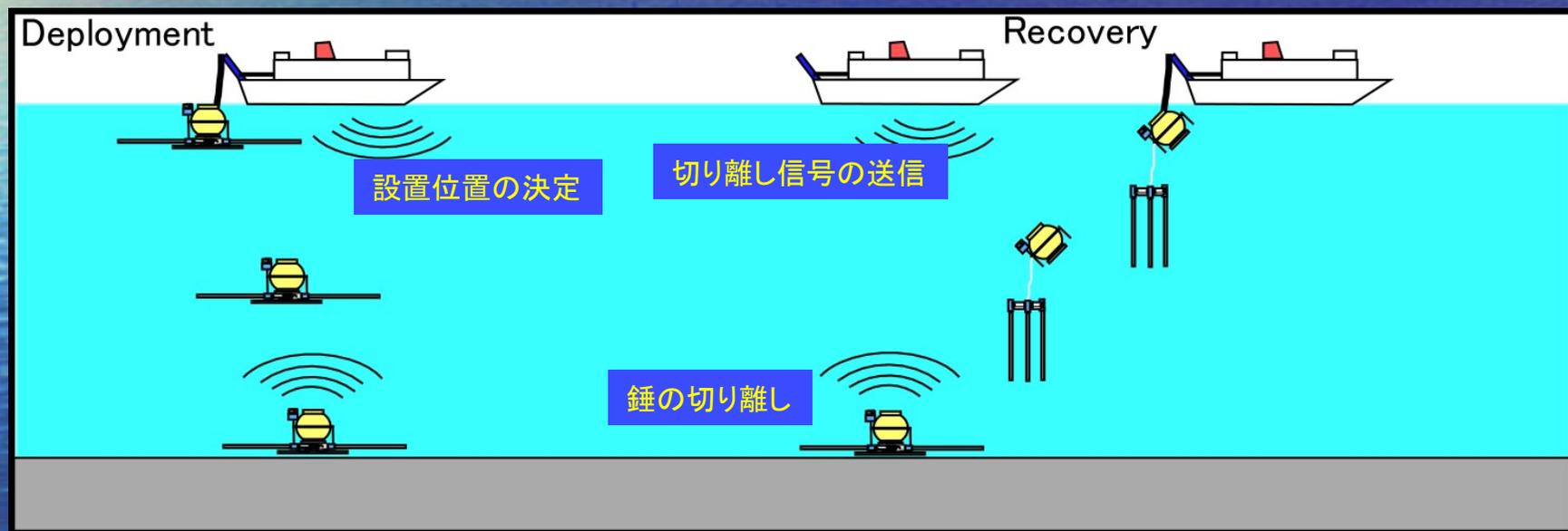
従来型のOBEM
地震研などを中心に開発された



- ・小型化
- ・高サンプリングレート
- ・作業性の向上
- ・製作費用、運用コストの削減
を目指して開発

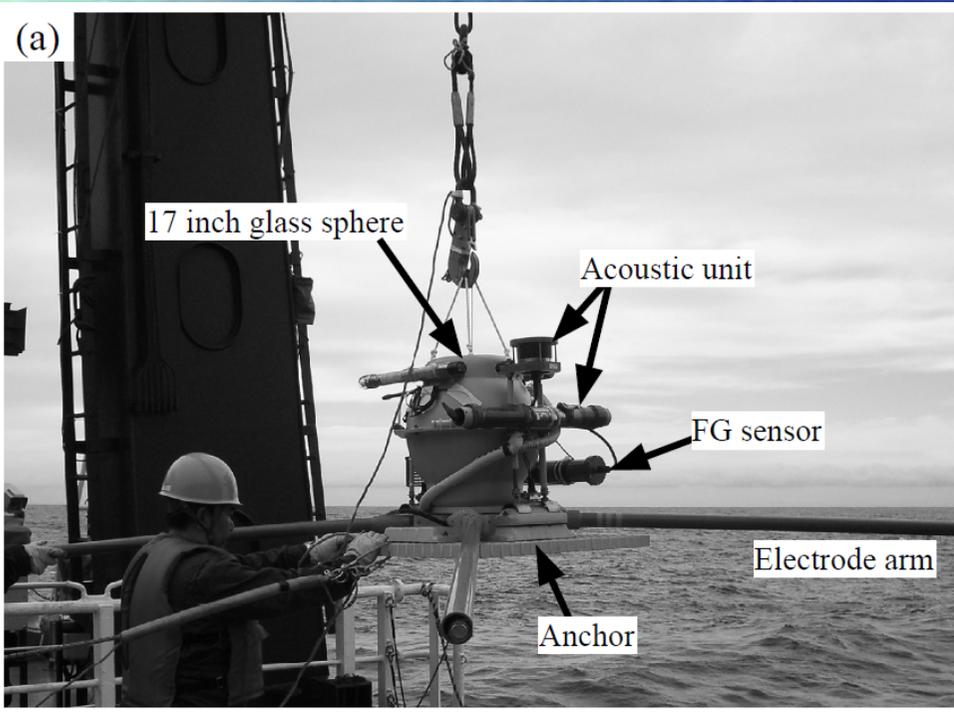
OBEMの設置・回収作業

自由落下で設置、自己浮上式で回収。
音響信号による制御（設置位置の位置決め、切り離し信号）。

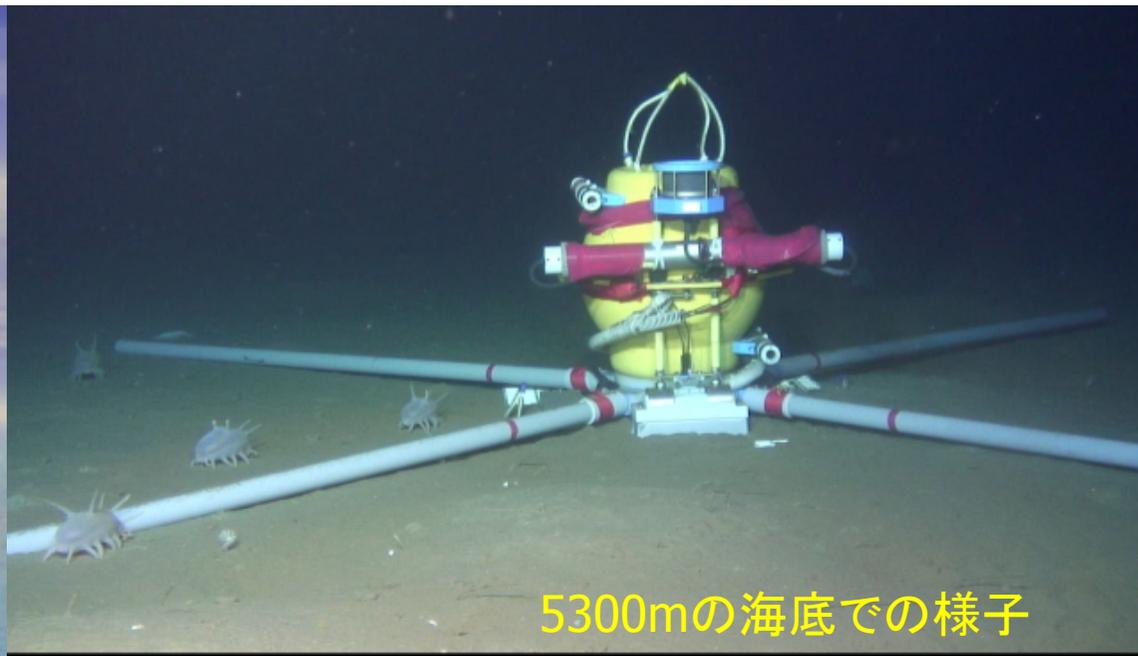


開発した小型OBEM

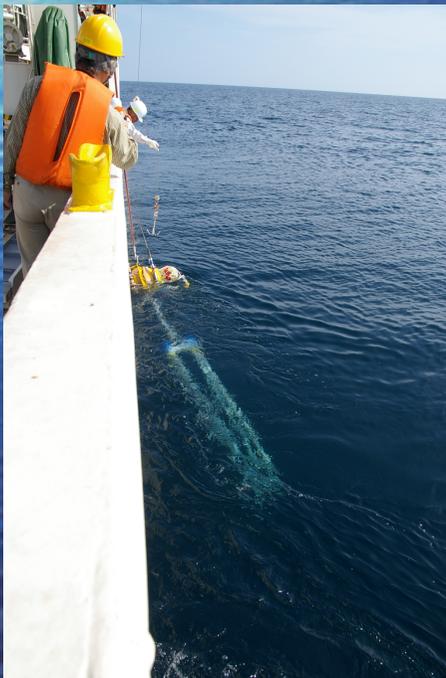
- Suitable for imaging crust
- 8Hz sampling for 40 days
- Mag.Resolution
=0.01nT
- E.Resolution
=0.04 μ V/m
(現在はより改善)
- Small.
Easy to handle like OBS
(& cheaper)



笠谷ほか(2006)、Kasaya and Goto (2009)
Kasaya et al. (2009-a)

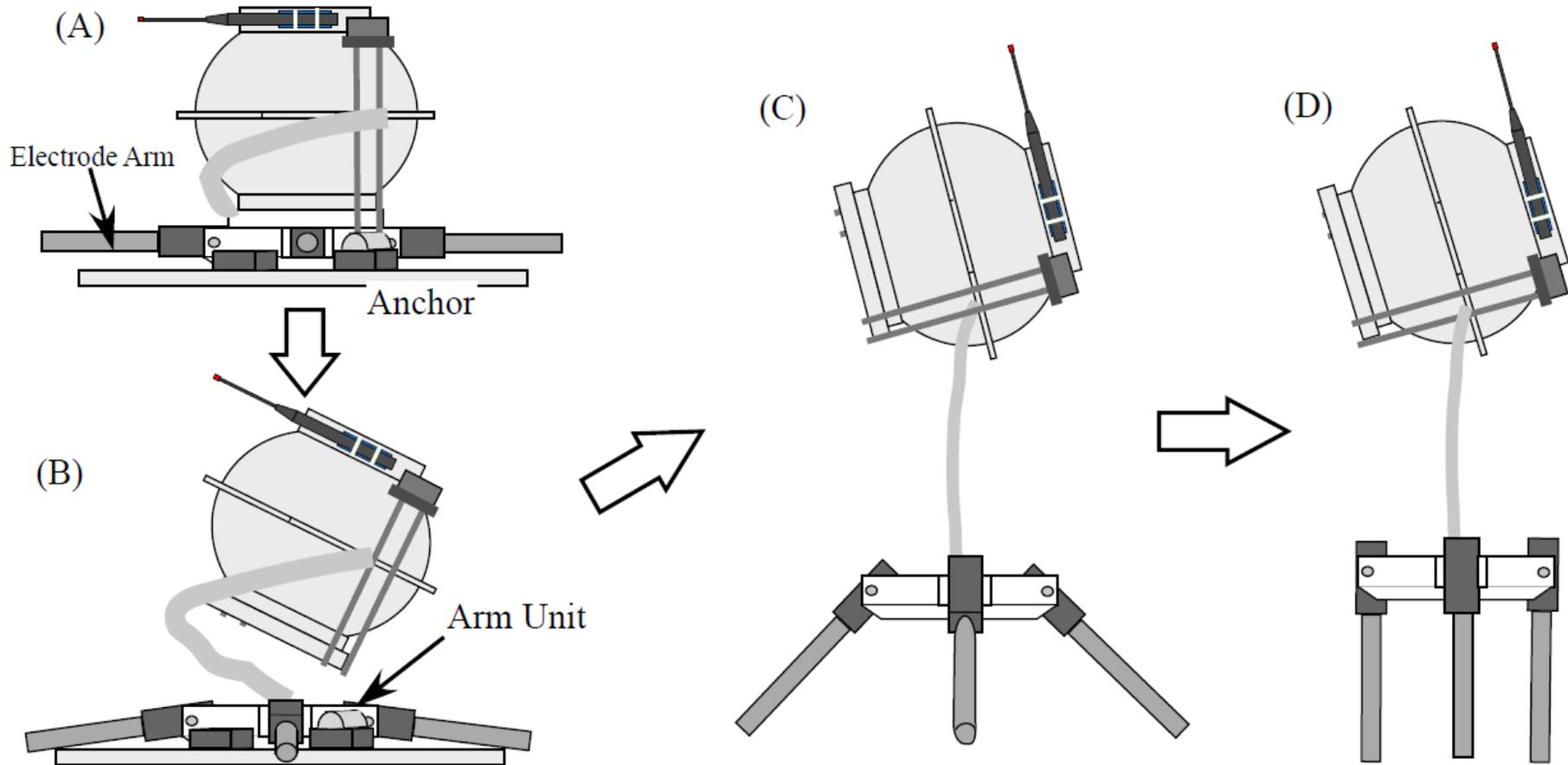


5300mの海底での様子



回収時は電極アーム
が折りたたまれる機構

電極アームの折りたたみ方法を考案



特許第4346605号

小型船舶での運用が容易になった

Kasaya and Goto (2009)

陸域観測と海域観測の違い

陸域観測

- ・基本的に観測の開始・終了・メンテナンスの時間的自由度が高い。
- ・観測のやり直しがしやすい。
- ・観測期間(=バッテリーライフ)を延ばしやすい
(高頻度のメンテナンス、大量のバッテリー、太陽電池など)



海域観測

- ・船舶の利用期間に観測が制限される。
- ・観測のやり直しが難しい(船舶利用、費用の面)
- ・限られたバッテリーライフ
(搭載可能なバッテリー容量に限りがある)

海域観測での懸念事項

- ・OBEMのバッテリーのライフタイム
2週間から最長40日程度のライフタイム(電池の仕様による)
- ・投入航海と回収航海の期間(～3ヶ月程度)
一般的に公募航海の場合は完全には希望通りにならない。
傭船の場合でも船舶の運航予定は傭船先の都合もある。
- ・電極のドリフトが収まるのには長くて1週間程度かかる。



貴重なバッテリーをどのタイミングで使用するかが重要！
宇宙天気予報に基づき、いつ頃計測開始とすれば効果的かを検討

長期予報

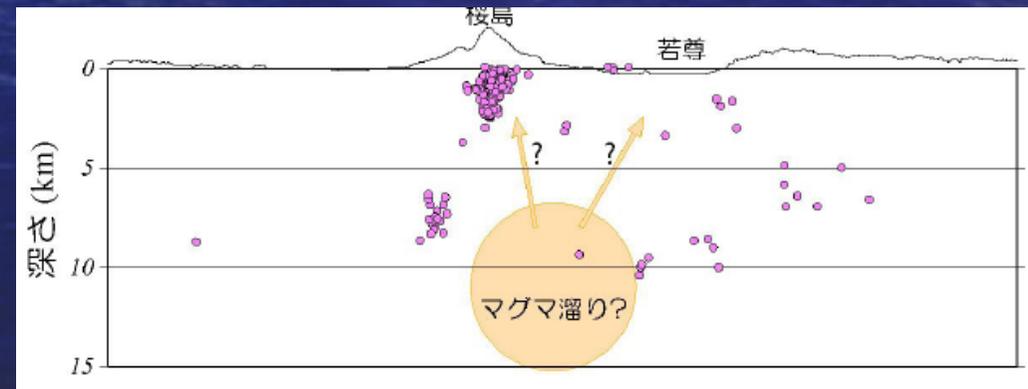
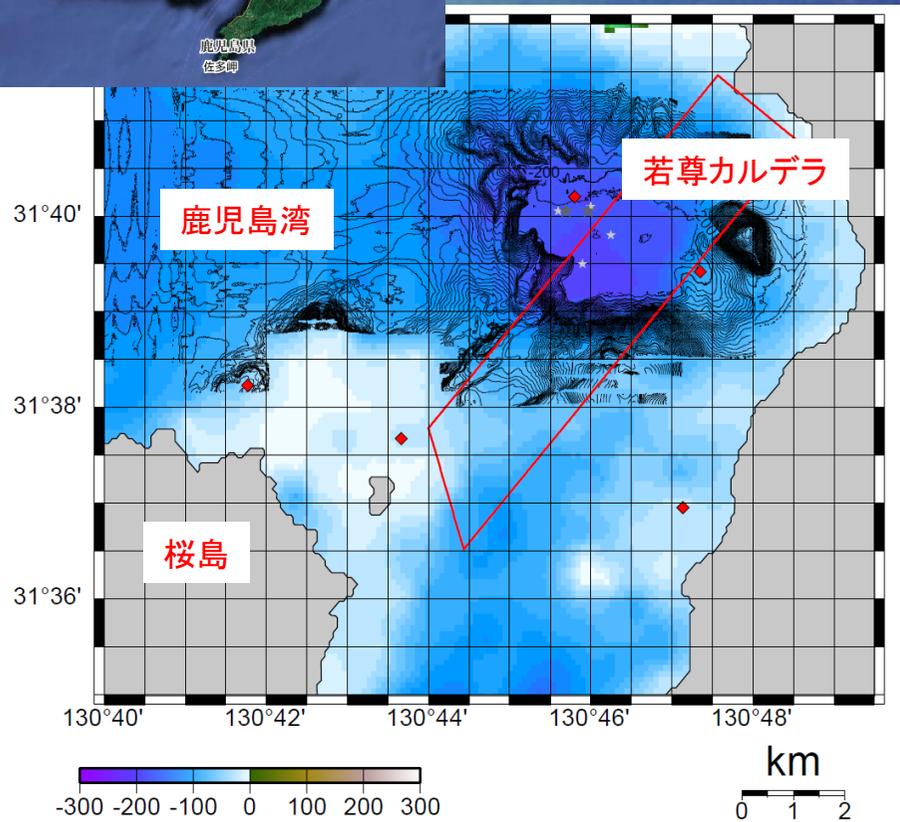
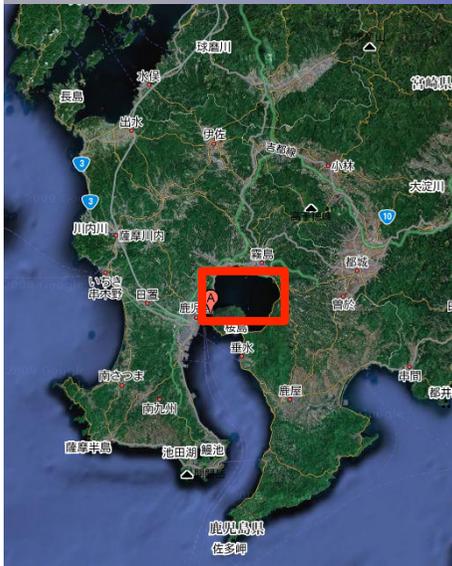
おおよその観測期間の設定(ただし近海の傭船の場合のみ)

短期予報(投入直前～1週間程度)

いつ投入するか？ いつ計測を開始させるか？

始良カルデラ(鹿児島湾)での観測事例

- ・始良カルデラ地下のマグマの様子を3次的に知るための海域観測を実施。
- ・2009年から2012年までの観測計画。
- ・漁船(15トン)を傭船して投入・回収作業。



鹿児島湾始良カルデラでの調査(2009/12/1)





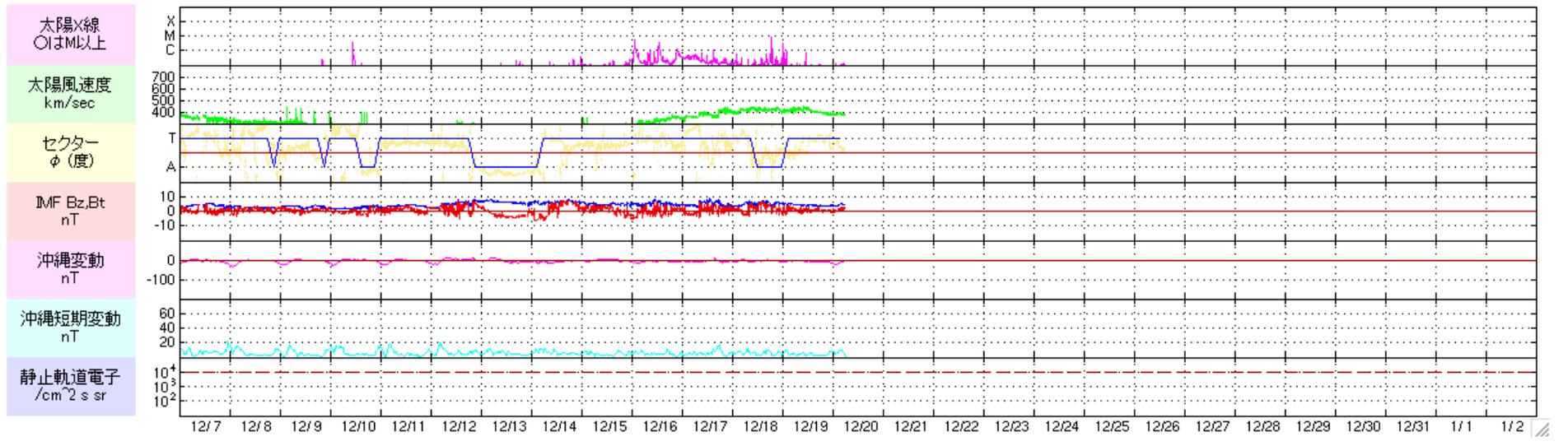
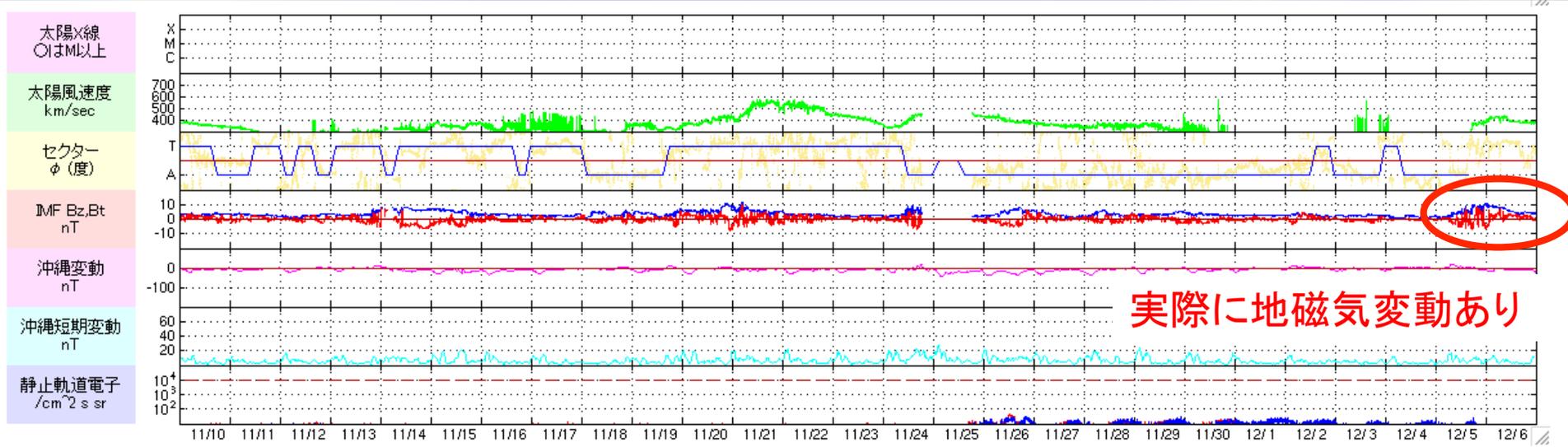
観測スケジュール

- ・投入開始は12/1より
 - ・バッテリーは公称2週間(実質17日程度)
 - ・回収開始は12/22より
- ※海底設置期間は3週間

宇宙天気予報のwebから、27日周期のデータプロット、フレア・黒点の様子、Dst指数予測などを元に、12/5辺りからの小規模な磁場変動があるのではと予測。観測開始を12/4 0:00(JST)とした。

2009/10/25	6	4	2	3	11	11	2	7	8	0	2	3	4	0	12	3	0	1	0	1	10	11	3	0	4	4	7
2009/11/21	14	6	1	13	11	10	1	5	1	4	0	2	1	0	10	3	5	0	2	4	1	5	5	8	2	4	3
2009/12/18	6	2																									
2010/01/14																											

12/5にK-indexが大きい！



まとめ

- ・OBEMのバッテリーのライフタイム(2週間から最長40日程度)
 - ・投入航海と回収航海の期間
 - ・電極のドリフト
- などを考慮した観測・航海計画の策定が重要。



宇宙天気予報を活用することで、貴重な観測期間を有効活用できる！

短期予報(投入直前～1週間程度)

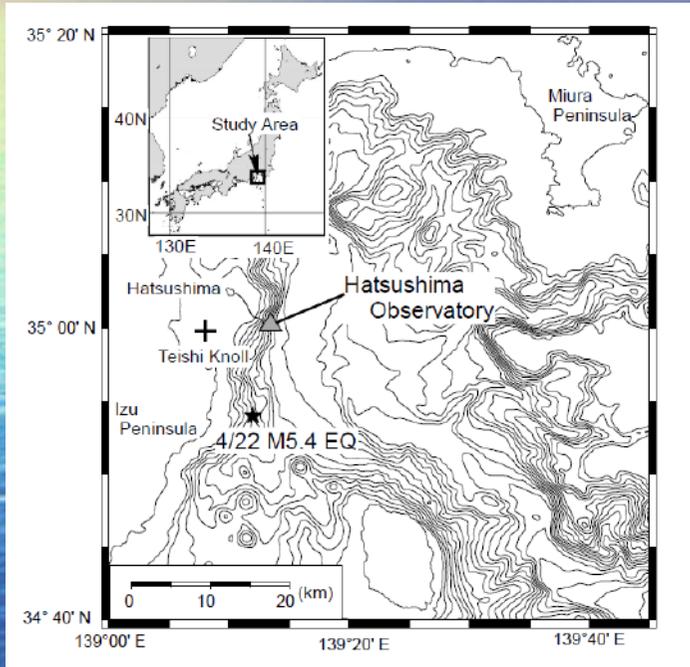
いつ投入するか？ いつ起動させるか？

長期予報

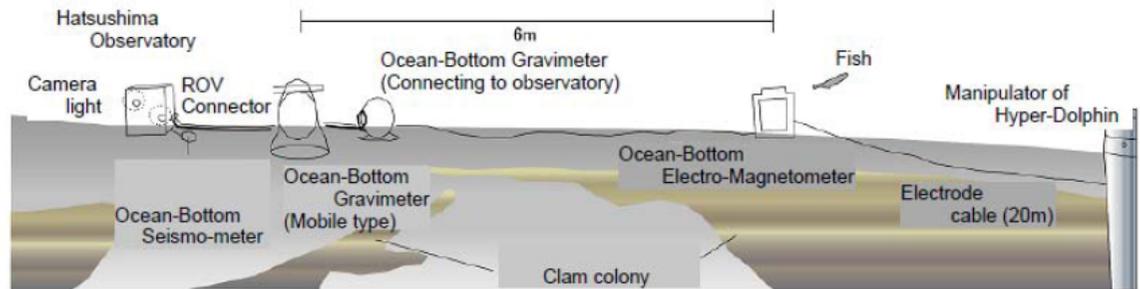
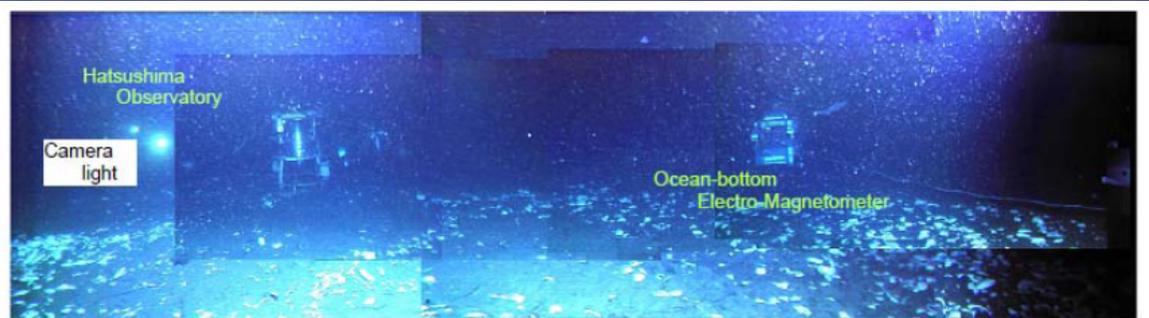
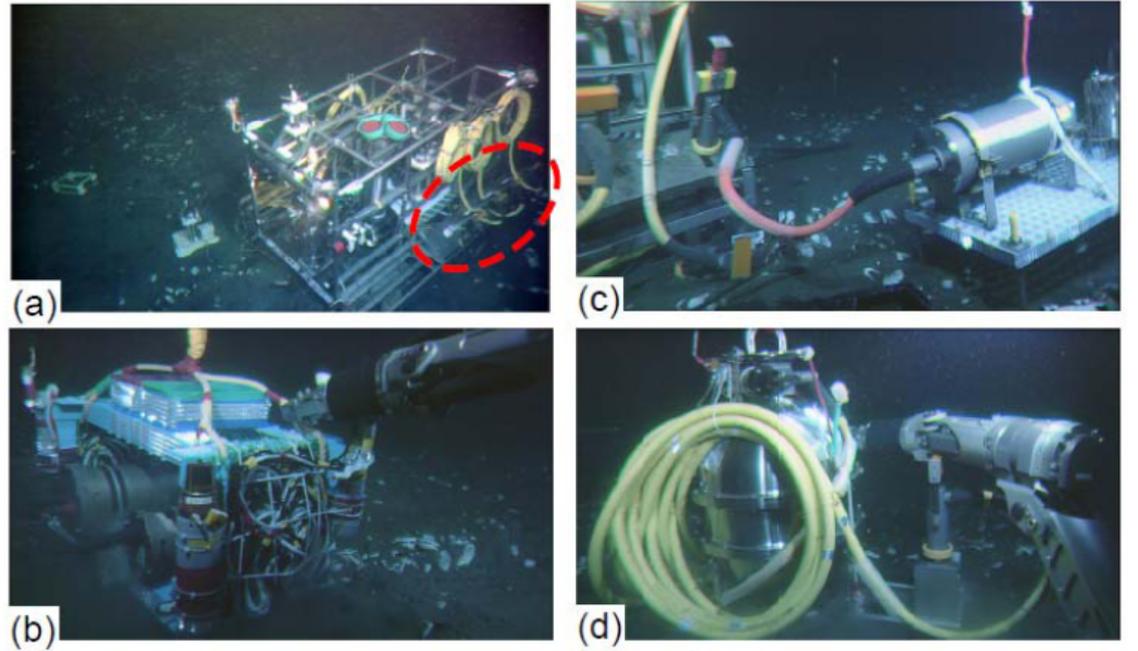
船舶の公募計画の策定に非常に有効(～2年程度)

観測期間の設定をよりの確に！(数ヶ月～1年程度)

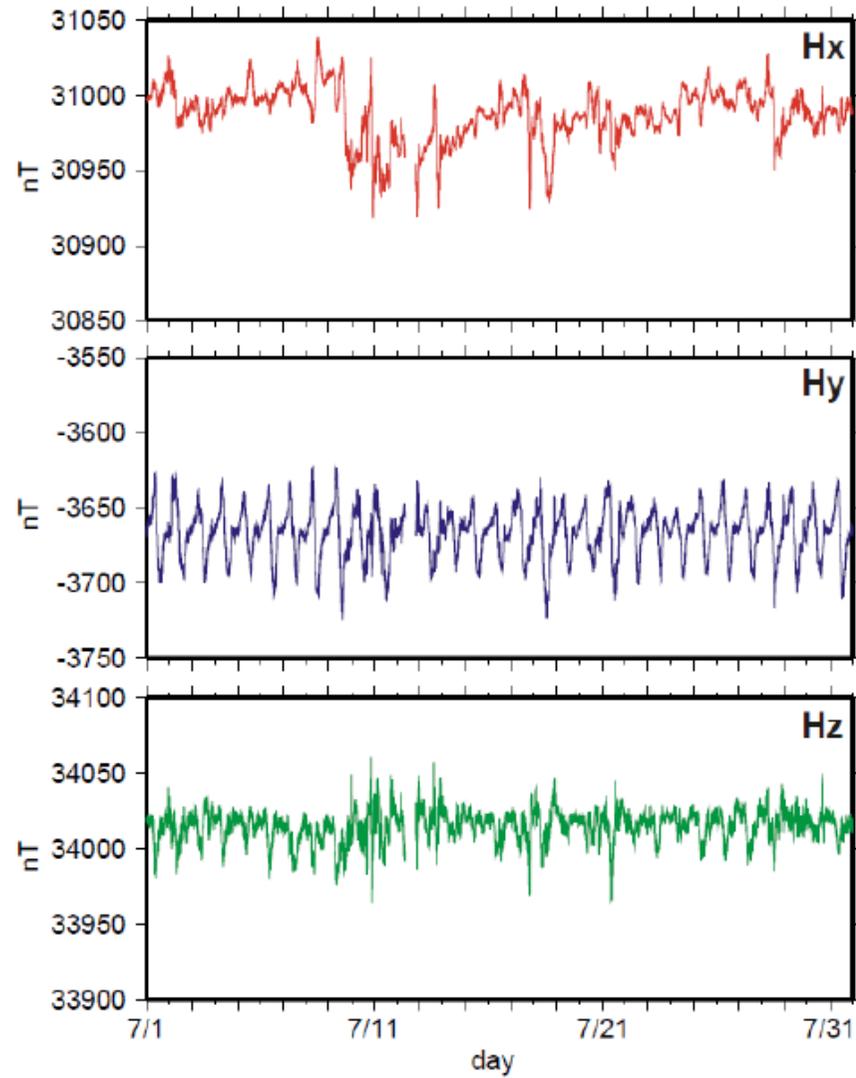
初島ケーブルでの 電磁場連続観測



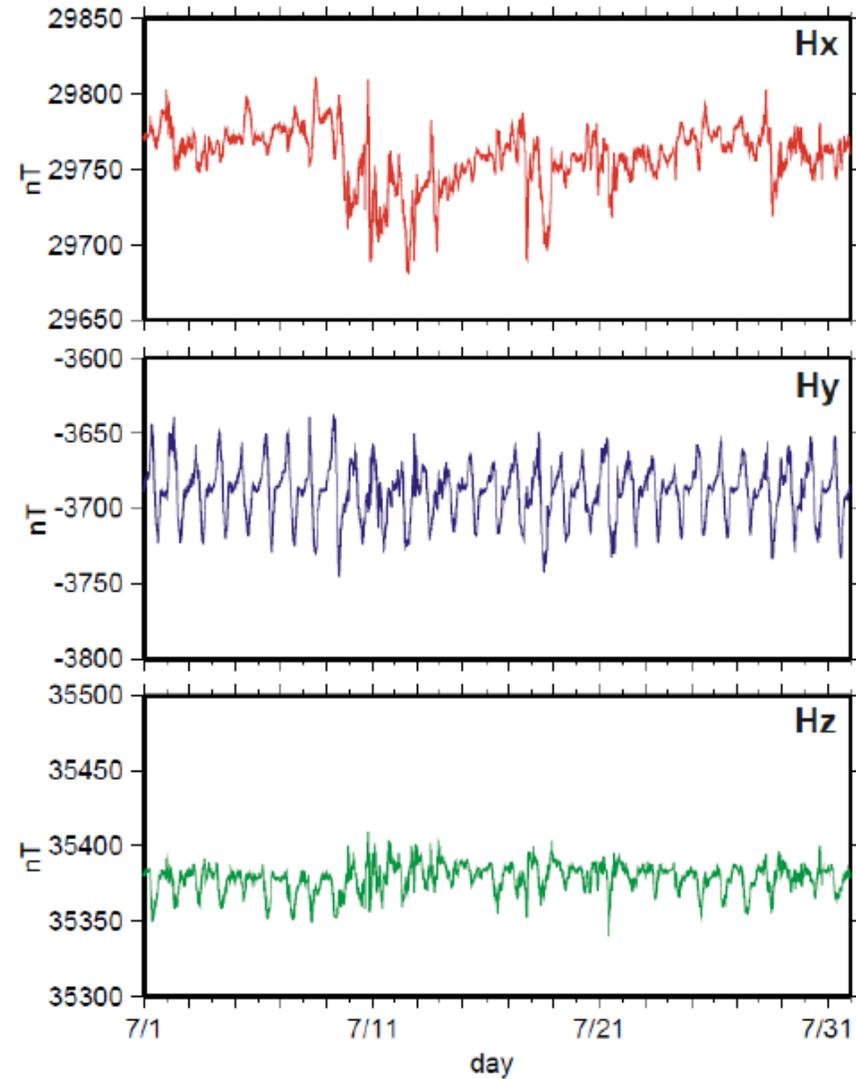
Kasaya et al. (2009-b)



Magnetic Field (Hatsushima)
2005/7/1-7/31



Magnetic Field (Kakioka)
2005/7/1-7/31



参考文献

Takafumi Kasaya, Tada-nori Goto, Hitoshi Mikada, Kiyoshi Baba, Kiyoshi Suyehiro, Hisashi Utada, Resistivity image of the Philippine Sea Plate around the 1944 Tonankai earthquake deduced by Marine and Land. MT surveys, Earth Planets and Space, Vol.57, 209-213, 2005.

木村俊則, 芦田讓, 後藤忠徳, 笠谷貴史, 三ヶ田均, 真田佳典, 渡辺俊樹, 山根一修, 南海トラフ沈みこみ帯の地殻比抵抗構造, 物理探査, Vo.58, pp.251-262, 2005

笠谷貴史, 後藤忠徳, 高木亮, 海洋における地殻構造探査のための電磁場観測技術とその動向, 物理探査, Vol. 59, 585-594, 2006.

Takafumi Kasaya, Tada-nori Goto, A small OBEM and OBE system with an arm folding mechanism, Exploration Geophysics, 40, 1, 41-48, 2009.

Takafumi Kasaya, Tada-nori Goto, Kiyoshi Baba, Masataka Kinoshita, Yozo Hamano, Yoshio Fukao, Recent progress of the Electro-Magnetic survey to investigate Earth's interior, JAMSTEC Report R&D, - 2009.

Takafumi Kasaya, Kyohiko Mitsuzawa, Tada-nori Goto, Ryoichi Iwase, Keizo Sayanagi, Eiichiro Araki, Kenichi Asakawa, Hitoshi Mikada, Tomoki Watanabe, Ichiro Takahashi, Toshiyasu Nagao, Trial of multidisciplinary observation at an expandable sub-marine cabled station "off-Hatsushima Island Observatory" in Sagami Bay, Japan, Sensors, 9, 11, 9241-9254, 2009.