

科学研究費助成事業（特別推進研究）公表用資料  
〔研究進捗評価用〕

平成22年度採択分  
平成25年5月27日現在

研究課題名（和文） **海半球計画の新展開：最先端の海底観測による海洋マンツルの描像**

研究課題名（英文） **New phase of Ocean Hemisphere Project: Imaging the normal oceanic mantle by advanced ocean bottom observations**

研究代表者

歌田 久司 (UTADA HISASHI)

東京大学・地震研究所・教授



研究の概要：西太平洋の深海底で最先端の観測装置群を用いた長期の地球物理観測を実施し、「ふつうの海洋マンツル」の地下構造を高い信頼度で明らかにし、地球科学上の重要課題である、(1)アセノスフェアの流動性の原因と(2)マンツル遷移層の水の量の解明に挑戦する。

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：固体地球物理学、海底観測、海洋マンツル、地球内部構造

1. 研究開始当初の背景

(1) 我々の研究グループでは、通常は困難とされる海底観測（地震・電磁気）により地球内部構造を解明する研究を行ってきた。  
(2) 日本周辺の沈み込み帯において、いわゆるスタグナントスラブの発見、詳細な描像とその地球ダイナミクスにおける意義を明らかにしてきた。  
(3) さらに高性能の海底観測装置の開発・実用化に成功し、「ふつうの海洋マンツル」の問題に解答を与えうる観測技術を得た。

2. 研究の目的

観測的アプローチを主体とし、室内実験・シミュレーショングループとの協力により  
(1) なぜアセノスフェアはやわらかく、プレート運動を可能としているのか？  
(2) マンツル遷移層にはどのくらいの量の水が蓄えられており、水惑星地球全体の水収支はどうなっているのか？  
という2つの問題に解答を与える。

3. 研究の方法

(1) 西太平洋の「ふつう」の海洋底において、機動的観測装置（広帯域海底地震計および海底電磁力計）に加え、最近になって実用化した最先端の装置（新型の広帯域海底地震計および海底電位差計）を用いて2～3年間の長期観測を行う。  
(2) 観測データに、現代地震学および地球電磁気学の様々なデータ解析手法を適用し、多様な情報を抽出して海洋マンツルの描像

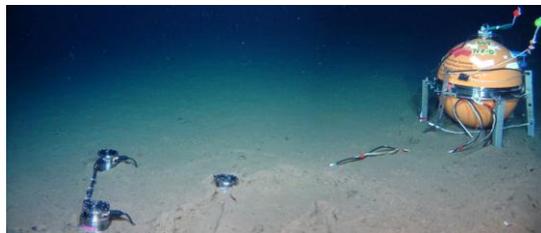
(イメージ)を得る。新たな解析手法の開発も進める。

(3) マンツル物質の物性に関する室内実験を行なう。

(4) 観測で得られた多元的イメージと、室内実験による物質科学的知見も加えることにより、その場の物理状態を推定する。

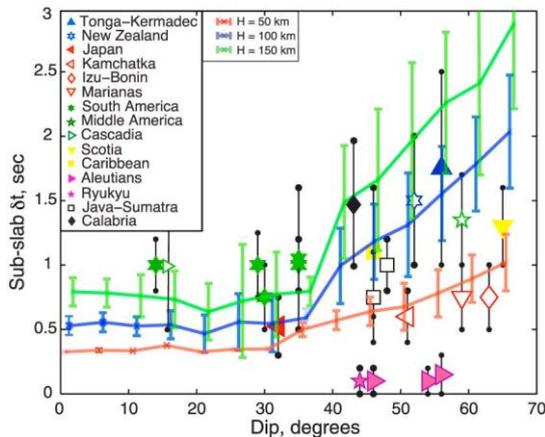
4. これまでの成果

(1) 平成22年7月に、新型の装置を設置した2点を含む5観測点からなるパイロット観測を開始し、これらの装置は平成23年11月と平成24年8月に回収した。平成23年11月と平成24年8月の2回の航海により、2海域・合計18観測点からなる海底長期観測を開始した。写真は、深海底に設置された新型の広帯域海底地震計。



(2) 既存の観測データの収集および解析を進めた。地震波の解析を広範な海洋の縁辺域に対して系統的に行なって、海洋底の年代で一千万年から一億三千万年についてリソスフェアの厚みが年代とともに増大することを明らかにした。さらに、フィリピン海と西太平洋における既存の海底電磁気観測デー

タを解析して電気伝導度分布を求め上部マントルの良導層の深さを異なる年代で比較した結果、上記地震波解析によるリソスフェアの厚さの年代依存と整合性のある結果を得た。また、世界の沈み込み帯における地震波異方性の解析結果を再解釈することで、スラブと一緒に100kmほどの厚さのアセノスフェアがマントル深部に引きずり込まれている証拠を示した。



(3) 有機物多結晶体の非弾性特性および粘性を、粒径と温度の関数として系統的に測定し、多結晶体の非弾性特性に成り立つ相似則を確立した。

(4) 新たなデータ解析手法の開発にも取り組み、広帯域海底地震計アレイ観測データを使って広い帯域(5-120秒)で表面波(Love波およびRayleigh波)の速度分散を決定する手法や、海底地形の効果を正確に考慮した3次元電気伝導度インバージョン解析手法を開発した。

(5) パイロット観測中に東北日本太平洋沖地震が発生し、それに伴う明瞭な電磁場変動を海底で捉えた。津波による電磁誘導の理論計算手法を開発して、観測量を定量的に説明することに成功した。

## 5. 今後の計画

(1) 海底長期観測に関しては、平成25年7月に従来型の装置の回収と再設置(一部は新規に設置)を行い、最終的には平成26年夏に全ての機器を回収する予定である。

(2) 平成26年夏の航海では、強力な制御震源を用いてリソスフェア・アセノスフェア境界の詳細なイメージングを行なう。

(3) マントル物質の変形実験、アナログ物質による非弾性測定、水や二酸化炭素を含む溶融体の電気伝導度測定等の室内実験をさらにすすめる。観測から推定される物性のマントルダイナミクスにおける意義の理解のためのシミュレーション研究を行なう。

(4) 回収されたデータの解析と解釈を進め、グループ全体で当初の目的の達成を目指す。

(5) 「ふつうの海洋マントル」の描像の一般化のため、海外のグループとの連携による観

測プロジェクトを精力的に実施するとともに、新たな科学目的による観測研究にも積極的に取り組む。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

(研究代表者は二重線、研究分担者は一重下線、連携研究者は点線)

(1) Takeo, A., Nishida, K., Isse, T., Kawakatsu, H., Shiobara, H., Sugioka, H., Kanazawa, K., Radially anisotropic structure beneath the Shikoku Basin from broadband surface wave analysis of ocean bottom seismometer records, *J. Geophys. Res.*, 2013 (accepted)

(2) Song, T.-R. A., Kawakatsu, H., Subduction of oceanic asthenosphere: A Critical Appraisal in Central Alaska, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 367, 82-94, 2013

(3) Baba, K., Tada, N., Utada, H., Siripunvaraporn, W., Practical incorporation of local and regional topography in three-dimensional inversion of deep ocean magnetotelluric data, *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1093/gji/ggt115, 2013

(4) Shiobara, H., Kanazawa, T., Isse, T., New Step for Broadband Seismic Observation on the Sea Floor: BBOBS-NX, *IEEE-JOE*, doi: 10.1109/JOE.2012.2222792, 2013

(5) Song, T.-R. A., Kawakatsu, H., Subduction of oceanic asthenosphere: evidence from sub-slab seismic anisotropy, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L17301, 2012

(6) Kawakatsu, H., At the bottom of the oceanic plate (Perspective), *Science*, 335, 1448-1449, 2012

(7) Tada, N., Baba, K., Siripunvaraporn, W., Uyeshima, M., Utada, H., Approximate treatment of seafloor topographic effects in three-dimensional marine magnetotelluric inversion, *Earth, Planets Space*, 64, 1005-1021, 2012

(8) McCarthy, C., Takei, Y., Hiraga, T., Experimental study of attenuation and dispersion over a broad frequency range: The universal scaling of polycrystalline materials, *J. Geophys. Res.*, 116, B09207, doi:10.1029/2011JB008384, 2011

(9) 受賞等: AGUフェロー(川勝均)、海洋調査技術学会技術賞(篠原雅尚)、産経児童出版文化賞JR賞・科学技術への顕著な貢献2012(太木聖子)

ホームページ

[http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/yesman/index\\_j.html](http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/yesman/index_j.html) (研究者向け)

<http://www.noman.jp/> (一般向け)