

平成 30 年 5 月 11 日現在

機関番号：12601
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2015～2017
課題番号：15K13558
研究課題名(和文)太平洋アレイ (Pacific Array)

研究課題名(英文) Pacific Array

研究代表者

川勝 均 (Kawakatsu, Hitoshi)

東京大学・地震研究所・教授

研究者番号：60242153

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：「太平洋アレイ」とは、十数台の海底広帯域地震計をアレイ単位とした、海底地震計アレイによるアレイ観測計画である。技術の革新により、1-2年程度の観測により、一単位アレイ直下の一次元地震波速度構造(異方性も含む)が、海水面から150-200kmの深さ(アセノスフェアの深度まで)まで推定できるようになった。この技術革新により、アレイによるアレイ観測を行うことで、広大な太平洋を効果的にカバーする観測計画の可能性が浮び上ってきた。本研究の最大の成果は、国際協力体制の構築により、観測が開始されるようになったことである。

研究成果の概要(英文)：We have proposed a next generation large-scale array experiment in the ocean called Pacific Array. Recent advances in ocean bottom broadband seismometry, together with advances in the seismic analysis methodology, have enabled us to resolve the regional 1-D structure of the entire lithosphere/asthenosphere system, including seismic anisotropy, with deployments of ~15 broadband ocean bottom seismometers. Having ~15 BBOBSs as an array unit for a ~1-year deployment, and repeating such deployments in a leap-frog way or concurrently (an array of arrays) for a decade or so would enable us to cover a large portion of the Pacific basin. With this JSPS support, we took a leadership to organize international collaborations; as a result, three array deployments are funded so far in various countries (US, Japan, and Korea).

研究分野：地震学

キーワード：海底地震計 広帯域地震計 地球内部構造 トモグラフィー

1. 研究開始当初の背景

枠組みが誕生してほぼ50年が経ち、いまや当たり前のことのように思えるプレートテクトニクスだが、プレートがそれらしく振る舞えるのはなぜかなど、基本的な物理メカニズムはまだ良くわかっておらず、近年リソスフェア・アセノスフェア境界(LAB)の研究に注目が集まっている。特別推進研究「ふつ々の海洋マントル」(代表: 歌田久司地震研究所教授)は、海洋下のLABの解明を目指す先端的観測研究であるが、そのなかで下記で述べる「広帯域表面波分散探査」による解析技術革新がなされた。海洋におけるマントルの地震観測研究が、これまで主に屈折法探査による海洋モホ面直下(せいぜい10km程度)、またはグローバルな表面波トモグラフィによる深部(~50km以深)の大まかな構造(水平方向の波長が数千kmの解像度)のみにとどまっていたことを考えると、リソスフェア・アセノスフェア全体を深さ方向に連続的に探査できることとなり、観測研究上のブレークスルーと考えられる。

本申請の「太平洋アレイ」では、このブレークスルーに基礎を置き、海洋底における1-2年間の広帯域地震計アレイ観測(十数台)を一単位として、時期をずらしながら太平洋の広い領域をカバーするアレイ観測を構想している。USArray(アメリカ全土をカバーする広帯域地震観測網)などの、大規模・高密度かつ均一な陸上観測網が展開され、新しいレベルの科学が展開しつつあるが、USArray並の観測網(観測点間隔80km)を太平洋に構築するのは、想像するだけでも無理があり、海域における大規模観測網の提案はこれまでなされることはなかった。しかしながら“アレイのアレイ”を考えることで、十年程度の時間枠で達成可能な大規模な地震観測網の構築が研究の視野に入ってきた。

2. 研究の目的

「太平洋アレイ(Pacific Array)」とは、十数台の海底広帯域地震計をアレイ一単位とした、海底地震計アレイによるアレイ観測計画の呼称である。地震波干渉法と従来の地震アレイ解析を併用することで、広い周期帯(数秒から約200秒まで)において、地震波表面波の伝播位相速度が計測できるようになった。この海底広帯域地震解析技術の革新により、1-2年程度の観測により、一単位アレイ直下の一次元地震波速度構造(異方性も含む)が、海水面から150-200kmの深さ(アセノスフェアの深度まで)まで推定できるようになった。この技術革新により、アレイによるアレイ観測を行うことで、広大な太平洋を効果的にカバーする観測計画の可能性が浮び上ってきた。太平洋下のマントル構造を実証的に解明し、1.8億年の太平洋下マントルのダイナミクス・発達史の解明を目指す研究の可能性が見えてきたことを意味する。本(挑戦的萌芽)研究申請では、太平洋アレイ

を具体化するための様々な feasibility study を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

太平洋アレイが構築されたとして、どのような新たな知見がもたらされるかについて、定量的に評価をおこなうとした。そのために解析手法開発と共に、定量的な評価を行う。また、最終的に望まれる成果を上げるためには、どのような観測・解析手法上のさらなる技術開発が必要なのか検討した。具体的には、表面波トモグラフィの改善、レシーバ関数解析の改善、単位アレイの最適化、計測技術の最適化、国際協力体制の検討などの項目について検討を行った。

4. 研究成果

様々な検討の成果のうち、研究そのものに関連する重要なものは、地震波異方性構造研究において、これまで使われてきたパラメータの設定が、問題を的確に記述していないことを明らかにし、新たな問題(パラメータ)設定を提案したことであろう(Kawakatsu et al., 2015)。この新たな枠組をつかい、「太平洋アレイ」が目指す今後の海洋マントルの研究の展開を図る必要がある。この成果は、新たな研究テーマとして科研基盤(B)「地震波異方性第5のパラメータと標準地球モデルの再構築」(H29-H31, 研究代表者: 川勝均)へと展開されている。

一方、国際協力体制の検討のため、国内外の多くの学会で講演活動を行った。この結果、太平洋アレイ計画(Pacific Array initiative)は国際的に広く認識され、支持をうけるようになった。その結果、米国チームが提案した、南太平洋2海域におけるアレイ観測がNSFにより採択され、2018年4月から、太平洋アレイ観測が開始されることになった。日本の我々チームは、韓国ソウル大学のチームとの協力体制を作り、観測計画を申請し、それぞれの国で研究計画が採択され、2018年10月から西太平洋の海洋底年代が最古の海域で太平洋アレイ観測を行う事になった(科研基盤(A)「国際連携による太平洋アレイ(1): 最古の太平洋マントルの探査」(H30-H32, 研究代表者: 歌田久司教授))。

以上のように、本科研費研究は、二つの関連科研費研究に発展的に継続され、多大な成果を上げることとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計10件)(すべて査読あり)

Kawakatsu, H. (2018), A new fifth parameter for transverse isotropy III: reflection and transmission coefficients, *Geophys. Jour. Inter.*, 213, 426-433, DOI:10.1093/gji/ggy003.

Takeuchi, N., H. Kawakatsu, H. Shiobara, T. Isse, H. Sugioka, A. Ito, and H. Utada (2017), Determination of Intrinsic Attenuation in the Oceanic Lithosphere-Asthenosphere System, *Science*, 358, 1593-1596, DOI: 10.1126/science.aao3508

Akuhara, T., K. Mochizuki, H. Kawakatsu, and N. Takeuchi (2017), A fluid-rich layer along the Nankai-trough megathrust fault off the Kii Peninsula inferred from receiver function inversion, *J. Geophys. Res., Solid Earth*, 122, 6524-6537, doi:10.1002/2017JB013965.

Kawakatsu, H. and H. Utada (2017), Seismic and Electrical Signatures of the Lithosphere-Asthenosphere System of the Normal Oceanic Mantle, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 45, 139-167, doi: 10.1146/annurev-earth-063016-020319

Kawakatsu, H. and Y. Abe (2016), (Significance of sediment reverberations on receiver functions of broadband OBS data:) Comment on "Nature of the Seismic Lithosphere-Asthenosphere Boundary within Normal Oceanic Mantle from High-Resolution Receiver Functions" by Olugboji et al., *G-cubed*, 17, 3488-3492, doi: 10.1002/2016GC006418.

Akuhara, T., K. Mochizuki, H. Kawakatsu, and N. Takeuchi (2016), Nonlinear waveform analysis for water-layer response and its application to high-frequency receiver function analysis using OBS array, *Geophys. J. Int.*, 206, 1914-1920, doi: 10.1093/gji/ggw253

Kawakatsu, H. (2016), A new fifth parameter for transverse isotropy, *Geophys. Jour. Inter.*, 204 682-685, doi: 10.1093/gji/ggv479.

Takeo, A., H. Kawakatsu, T. Isse, K. Nishida, H. Sugioka, A. Ito, H. Shiobara, and D. Suetsugu (2016), Intensity of seismic azimuthal anisotropy in the oceanic lithosphere and asthenosphere from broadband surface-wave analysis of OBS array records at 60 Ma seafloor, *J. Geophys. Res.*, 121, 1927-1947, doi:10.1002/2015JB012429.

Kawakatsu, H. (2016), A new fifth parameter for transverse isotropy II: partial derivatives, *Geophys. Jour. Inter.*, 206, 360-367, doi: 10.1093/gji/ggw152.

Kawakatsu, H., J.-P. Montagner and T.-R. A. Song (2015), On DLA's η , GSA Special Paper 514: The Interdisciplinary Earth: A Volume in Honor of Don L. Anderson (edited by G. Foulger et al.), pp. 33-38. Doi:[https://doi.org/10.1130/2015.2514\(03\)](https://doi.org/10.1130/2015.2514(03))

[学会発表] (計 12 件)

Kawakatsu, H., Radial anisotropy as "bodywave-surface wave discrepancy", JpGU (Makuhari) 2017/5/20-25.

Kawakatsu, H., J. Gaherty, S.-M. Lee, P. P. Lin, H. Utada, Elucidation of the oceanic lithosphere-asthenosphere system via Pacific Array, Collaborative research in global ocean and subduction-toward Pacific Array- (Portland, Maine) 2017/4/13-14.

Kawakatsu, H., Beno Gutenberg Medal Lecture: A journey to the seismic low velocity zone beneath the ocean, EGU (Vienna) 2017/4/23-28.

Kawakatsu, H., Elucidation of the oceanic lithosphere-asthenosphere system via Pacific Array, Collaborative research in global ocean and subduction -toward Pacific Array- (Seoul) 2017/4/13-14.

Kawakatsu, H., Pacific Array of, by and for Global Deep Earth Research, AGU (SanFrancisco) 2017/12/12-16.

Kawakatsu, H., Toward proper characterization of seismic radial anisotropy of the lithosphere-asthenosphere system, JpGU (Makuhari) 2016/5/22-26.

Kawakatsu, H., Elucidation of the lithosphere/asthenosphere system of "normal" oceanic mantle via broadband ocean bottom seismology, Seismix2016 (Avimore) 2016/4/17-22.

Kawakatsu, H., A new fifth parameter for transverse isotropy, EGU (Vienna) 2016/4/17-22.

Kawakatsu, H., Pacific Array ,EGU (Vienna) 2016/4/17-22.

Kawakatsu, H., 海への地震学: 深海底からプレートテクトニクスの謎に挑む, 地震学会夏の学校 (横浜) 2015/9/7-9.

Kawakatsu, H., Pacific Arra, IUGG (Prague) 2015/6/22-7/2.

Kawakatsu, H., 太平洋アレイ, JpGU (幕張メッセ) 2015/5/24-28.

[その他]

ホームページ等

<http://eri-ndc.eri.u-tokyo.ac.jp/PacificArray/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川勝 均 (KAWAKATSU, Hitoshi)

東京大学・地震研究所・教授

研究者番号: 60242153

(3)連携研究者

塩原 肇 (SHIOBARA Hajime)
東京大学・地震研究所・教授
研究者番号：60211950

一瀬 建日 (ISSE, Takehi)
東京大学・地震研究所・助教
研究者番号：60359180

西田 究 (NISHIDA, Kiwamu)
東京大学・地震研究所・准教授
研究者番号：10345176

歌田 久司 (UTADA, Hisashi)
東京大学・地震研究所・教授
研究者番号：70134632

末次 大輔 (SUETSUGU, Daisuke)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球深部
ダイナミクス研究分野・分野長
研究者番号：20359178

杉岡 裕子 (SUGIOKA, Hiroko)
神戸大学・理学系研究科・准教授
研究者番号：00359184

吉澤 和範 (YOSHIKAWA, Kazunori)
北海道大学・理学系研究科・准教授
研究者番号：70344463