

様式 C-19

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月1日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（S）

研究期間：2007～2011

課題番号：19104011

研究課題名（和文） NECESSArray 計画-中国大陸からみる地球内部ダイナミクス

研究課題名（英文） NECESSArray Project - Earth dynamics viewed from the Chinese continent

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

研究成果の概要（和文）： 中国大陸東北部に大規模な広帯域地震観測網を日中米の国際協力により構築し、中国大陸の形成過程、日本列島東岸から沈み込み中国大陸下に滞留している海洋プレートのダイナミクスの解明を目指すと共に、地球深部を照らし出す巨大“望深鏡”地震計アレイとして、マントル最深部および地球中心核の構造・ダイナミクス解明を目指す。

研究成果の概要（英文）： In this international project among Japan, China and the United States, we constructed a huge broadband seismic network in the northeastern China. The primary goal of this project is to elucidate the dynamics of the stagnant slab beneath NE China that is originally subducted at the Japan trench islands, as well as the origin of the Chinese continent in the region, but the seismic network can be also used to illuminate the processes occurring in the deepest part of the Earth.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	53,400,000	16,020,000	69,420,000
2008年度	19,100,000	5,730,000	24,830,000
2009年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2010年度	9,400,000	2,820,000	12,220,000
2011年度	5,900,000	1,770,000	7,670,000
総計	97,600,000	29,280,000	126,880,000

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目： 地球惑星科学・固体地球物理学

キーワード： 地球内部構造，地震観測，地震波トモグラフィ，中国大陸，深部スラブ，スタグナントスラブ

1. 研究開始当初の背景

NECESSArray とは，NorthEast China Extended SeiSmic Array の頭文字などから作った中国東北部における大規模機動的地震観測網の略称である．本観測計画は，日中米の国際共同観測として準備期間を含め2007年夏から5年間の予定で行われる．NECESSArray は，機動広帯域地震観測点計120点を基盤にした，観測点間隔<100km，差渡し1000kmをこえる，かつて例をみない巨大で稠密な広帯域地震計アレイである．

2. 研究の目的

- (1)中国大陸の形成・火成活動とダイナミクスの解明，
- (2)中国大陸下に滞留している沈み込んだ海洋プレート（スタグナントスラブ）のダイナミクスの解明，
- (3)マントル最深部（CMB）および地球中心核の構造およびダイナミクスの解明．

3. 研究の方法

観測網下の地殻・上部マントルの地震波速度

および減衰率の詳細な3次元構造のマッピングを様々な地震学的解析手法を駆使し集中的におこなう。また異なった手法から得られる情報を統合して、中国東北部の地殻・マントル（および深部スラブ）の構造モデルを提出し、温度・化学分布、ダイナミクスにまで制約を与えることを目指す。また地球深部を覗く巨大な“望深境”である NECESSArray を使い、太平洋下マントルの底に存在するといわれる巨大ブルームの元、地球中心核などの構造解明を行い全地球ダイナミクス研究に貢献する。

4. 研究成果

120点の大規模な広帯域地震観測網を中国東北部に構築（2009年9月）し、2年間維持した（2011年8月撤収）こと自体がこれまでの最大の成果である。120点の地震観測網を中国東北部の平原（内モンゴを含む）のなかに維持するのは当初の予想を超えて困難を極めた。幸いデータの質も良く、今後の解析に大いに期待が持てる。

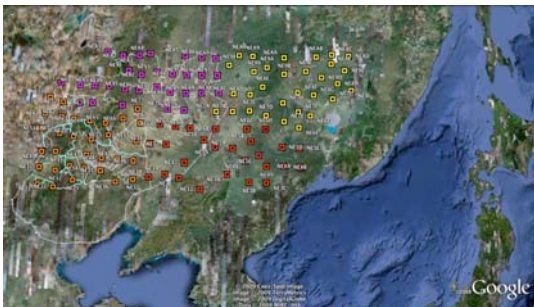


図1 NECESSArray 観測網

得られたデータは観測網撤収後2年間（2013年8月まで）、日中米共同観測チームが独占的に解析することとなる。データはその後公開し、全世界の研究者が解析できることとなる。2012年6月下旬には日中米の国際共同研究グループが東京に参集し、解析結果のつき合わせを行う予定である。したがって現在までに本観測網データを解析した結果で論文として公表されているものはないが、観測が終了して最初の国際学会である2011年12月にサンフランシスコで開催されたアメリカ地球物理連合の秋季大会では、本研究グループによる9件の発表があり、そのうち5件は日本チームによるものであった。

図2は、2009年9月30日に南米のポリビア下で起きたマグニチュード5.8の小規模な深発地震の記録である。人工的なノイズが少ないこと（内モンゴルの草原の中）、また大陸内であることにより海洋波浪ノイズ（脈動）も弱いことがあり、極めて良質なデータが取られている。

NECESSArray Q330+Reftek 90 stations
20090930_1903 Peru-Bolivia border h=250 km Mw5.8 BPF 0.002-2Hz n=2, p=2

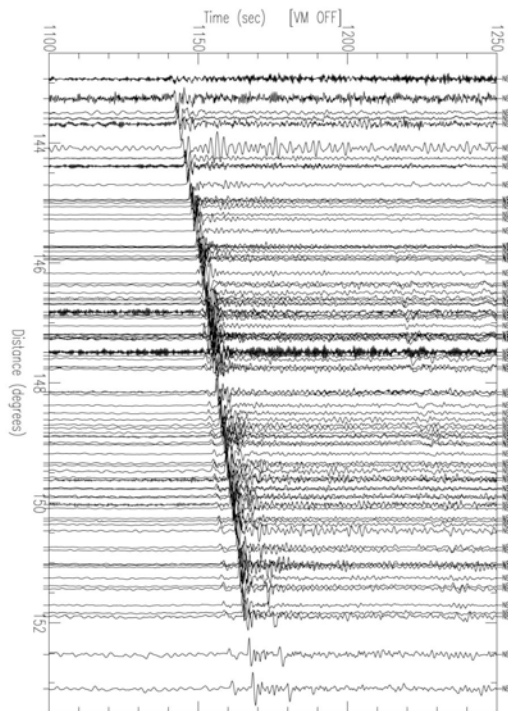


図2 NECESSArray の観測波形例（地球中心核を通る3つの波が明瞭に記録されている）

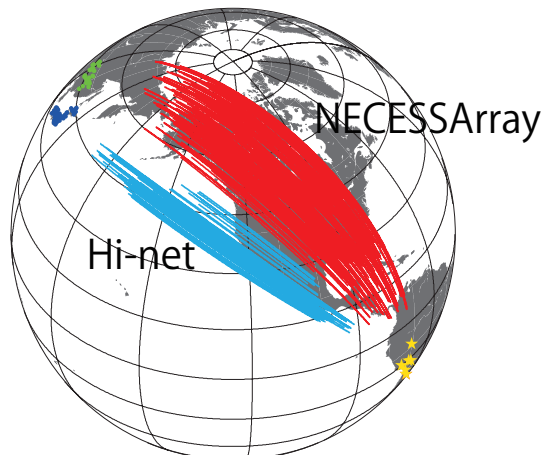


図3 南米で起きた地震を NECESSArray と日本列島で観測する場合の内核を通過する波線。北米大陸下の広範囲がサンプルされることがわかる。

観測データを使った研究成果の一例としては、図2の波形や日本列島で取られたデータの解析から（図3）、内核“西半球”の広い領域を代表すると考えられる地震波の速度・減衰構造が明らかになりつつあることがあげられる。内核成長のプロセスの解明につながる事が期待される。

また120点もの広帯域地震観測網を国際共同研究とはいえ一研究グループが構築し得たことは、それ自体が世界の観測地震学コミュニティに大きなインパクトを与えられ、さらにもカバーする領域が沈み込みダイナミクスの理解に極めて重要な中国東

北部であることも学術的価値を高めている。データは2013年9月に世界の研究者に公開される。

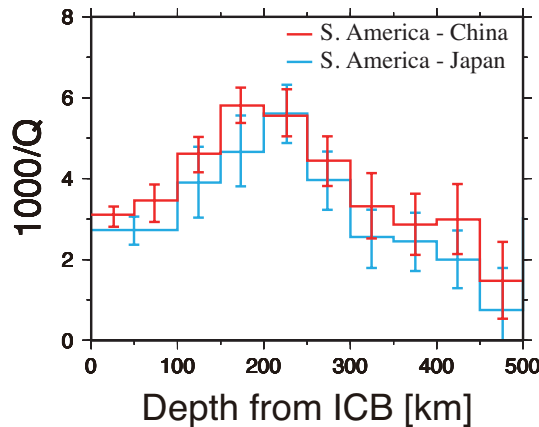


図4 NECESSArrayデータ解析等によって得られた内核の西半球の広範囲にわたって存在する可能性のある減衰構造 (Iritani 他, 2011)。東半球ではこのような特徴を持った構造は得られていないので、西半球表層から内核が成長しているというモデルとの関連が興味深い。

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60件, 全て査読有り)

- ① Takeuchi, N., Detection of ridge-like structures in the Pacific Large Low-Shear-Velocity Province, *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 319-320, 55-64, 2012 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X11007448>).
- ② Kawakatsu, H., and S. Yoshioka, Metastable olivine wedge and deep dry cold slab beneath SW Japan, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 303, 1-10, 2011 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X11000227>).
- ③ Becker, T., and H. Kawakatsu, On the role of anisotropic viscosity for plate-scale flow, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L17307, doi:10.1029/2011GL048584, 2011.
- ④ Honda, S., Planform of small-scale convection under the island arc, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12, Q11005, doi:10.1029/2011GC003827, 2011.
- ⑤ Bina, C. R., and H. Kawakatsu, Buoyancy, Bending, and Seismic Visibility in Deep Slab Stagnation, *Phys. Earth Planet. Int.*, 183, 330-340, 2010 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031920110000907>).

- ⑥ Iritani, R., Takeuchi, N. & Kawakatsu, H., Seismic attenuation structure of the top half of the inner core, beneath the northeastern Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, vol. 37, L19303, doi:10.1029/2010GL044053, 2010.
- ⑦ Takeuchi, N. & Obara, K., Fine-scale topography of the D'' discontinuity and its correlation to volumetric velocity fluctuations, *Phys. Earth Planet. Int.*, vol.183, 126-135, 2010 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031920110001226>).
- ⑧ Bai, L., H. Kawakatsu, and Y. Morita, Two anisotropic layers in central orogenic belt of North China Craton, *Tectonophysics*, 494, 138-148, 2010 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040195110003525>).
- ⑨ Reynard, B., J. Nakajima, and H. Kawakatsu, Earthquakes and plastic deformation of anhydrous slab mantle in double Wadati-Benioff zones, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L24309, doi:10.1029/2010GL045494, 2010.
- ⑩ Honda, S., Gerya, T., and Zhu, G., A simple three-dimensional model of thermo-chemical convection in the mantle wedge, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 290, 311-318, 2010 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X0900750X>).
- ⑪ Tanaka, S., Constraints on the core-mantle boundary topography from P4KP-PcP differential travel times, *J. Geophys. Res.*, B04310, doi:10.1029/2009JB006563, 2010.
- ⑫ Kawakatsu, H., 他6名, Seismic Evidence for Sharp Lithosphere-Asthenosphere Boundaries of Oceanic Plates, *Science*, 324, 499-502, 2009 (<http://www.sciencemag.org/content/324/5926/499.full>).
- ⑬ Nishida, N., J-P. Montagner, and H. Kawakatsu, Global Surface Wave Tomography Using Seismic Hum, *Science*, 326, 112, 2009 (<http://www.sciencemag.org/content/326/5949/112.full>).
- ⑭ Takeuchi, N., A low-velocity conduit throughout the mantle in the robust component of a tomography model, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L07306, doi:10.1029/2009GL037590, 2009.
- ⑮ Tanaka, S., M. Obayashi, 他7名, P-wave tomography of the mantle beneath the South Pacific Superswell revealed by joint ocean floor and islands broadband seismic

experiments, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 172, 268-277, 2009 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031920108003051>).

- ⑯ Obayashi M., J. Yoshimitsu, Y. Fukao, Tearing of Stagnant Slab, *Science*, 324, 5931, 1173-1175, 2009 <http://www.sciencemag.org/content/324/5931/1173.full?sid=91b903c6-365c-45d7-9d45-6b71db6a78ce>.
- ⑰ Shen, X., H. Zhou, and Kawakatsu, H., Mapping the Upper Mantle Discontinuities beneath China with Teleseismic Receiver Functions, *Earth Planets Space*, 60, 713-719, 2008.
- ⑱ Kawakatsu, H., and S. Watada, Seismic evidence for deep water transportation in the mantle, *Science*, 316, 1468-1471, 2007 (<http://www.sciencemag.org/content/316/5830/1468.full?sid=d389ad39-69b8-46c3-93b3-1017d0a43d72>).

〔学会発表〕 (計 17 件)

- ① Y. Tang, S. Grand, Y. J. Chen, F. Niu, H. Kawakatsu, S. Tanaka, J. Ning, Seismic evidence for upwelling of asthenosphere beneath Northeast China from S wave tomography, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 6, 2011.
- ② M. Obayashi, H. Kawakatsu, S. Tanaka, 他 8 名, P-wave tomography of Northeastern China observed with NECESSArray, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 6, 2011.
- ③ S. Tanaka, H. Kawakatsu, Y. J. Chen, J. Ning, S. P. Grand, F. Niu, M. Obayashi, 他 4 名, P-wave Velocity Structure in the Lowermost 600 km of the Mantle beneath Western Pacific Inferred from Travel Times and Amplitudes Observed with NECESSArray, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 6, 2011.
- ④ Z. Guo, Z. Liu, Y. J. Chen, J. Ning, S. P. Grand, F. Niu, H. Kawakatsu, S. Tanaka, Crustal structure of Northeast China from Ambient noise tomography using the NECESSArray, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 7, 2011.
- ⑤ K. Tao, Y. J. Chen, H. Liu, F. Niu, J. Ning, S. P. Grand, H. Kawakatsu, S. Tanaka, Receiver Function Study of the Upper Mantle Discontinuities beneath Northeast China: Evidence for Local Mantle

Upwelling Beneath the Songliao Basin, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 7, 2011.

- ⑥ Chen C., J. Ning, F. Niu, Y. J. Chen, S. P. Grand, H. Kawakatsu, S. Tanaka, Upper Mantle Structure and the 660-km Discontinuity beneath Japan Sea and its adjacent Areas Determined from Waveform Triplication data, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 7, 2011.
- ⑦ N. Takeuchi, H. Kawakatsu, S. Tanaka, 他 6 名, Upper-mantle Tomography with Array Analysis of Triplicated P-arrivals Observed by NECESSArray, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 7, 2011.
- ⑧ K. Idehara, H. Kawakatsu, S. Tanaka, Y. J. Chen, J. Ning, S. P. Grand, F. Niu, N. Takeuchi, M. Obayashi, 他 3 名, Pacific large-low-shear-velocity province bounded by an extensive high velocity anomaly observed with NECESSArray, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 7, 2011.
- ⑨ R. Iritani, H. Kawakatsu, S. Tanaka, Y. J. Chen, J. Ning, S. P. Grand, F. Niu, N. Takeuchi, M. Obayashi, K. Miyakawa, 他 2 名, The depth profiling of attenuation structure of the western hemisphere of the inner core by analyzing NECESSArray data, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec. 7, 2011

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://gachon.eri.u-tokyo.ac.jp/~hitosi/NECESSArray/>

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

(2) 研究分担者

竹内 希 (TAKEUCHI NOZOMU)

東京大学・地震研究所・准教授

研究者番号 : 90313048

(3)連携研究者

田中 聡 (TANAKA SATORU)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部
変動研究センター・研究員

研究者番号：60281961

大林 政行 (OBAYASHI MASAYUKI)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部
変動研究センター・研究員

研究者番号：30359179

西田 究 (NISHIDA KIWAMU)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：10345176

一瀬 建日 (ISSE TAKEHI)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：60359180

本多 了 (HONDA SATORU)

東京大学・地震研究所・教授

研究者番号：00219239

飯高 隆 (IIDAKA TAKASHI)

東京大学・地震研究所・准教授

研究者番号：00221747

折橋 裕二 (ORIHASHI YUJI)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：70313046

大滝 壽樹 (OTAKI TOSHIKI)

独立行政法人産業技術総合研究所・地質情
報研究部門・研究員

研究者番号：00356643