

様式 6

平成16年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 研究種目名 特定共同研究(B)      2. 課題番号 2003-B-04
  
3. 研究課題(集会)名 和文：リソスフェアの短波長不均質構造の物理的解釈  
英文：Toward the physical interpretation of small-scale inhomogeneous structure of the lithosphere
  
4. 研究期間 平成16年 4月 1日 ~ 平成17年 3月31日
  
5. 研究場所 東京大学地震研究所および各研究分担者の所属機関
  
6. 研究代表者所属・氏名 茨城大学 河原 純  
(地震研究所担当教員名) 山下 輝夫
  
7. 共同研究者・参加者名(別紙可)  
別紙1参照。
  
8. 研究実績報告(成果)(別紙にて約1,000字 A4版(縦長)横書)(別紙に作成)  
別紙2参照。
  
10. 成果公表の方法(投稿予定の論文タイトル、雑誌名、学会講演、談話会、広報等)  
別紙3参照。

## (別紙1) 7. 共同研究者・参加者名

共同研究者名	所属・職名	備考
河原 純	茨城大学理学部・助手	研究代表者
山下輝夫	東京大学地震研究所・所長、教授	地震研究所担当教官
蓬田 清	北海道大学大学院理学研究科・教授	
村井芳夫	同上・助手	
平 貴昭	同上・大学院生(現在、カーネギー研究所)	
小菅正裕	弘前大学工学部・助教授	
佐藤春夫	東北大学大学院理学研究科・教授	
中原 恒	同上・助手	
齋藤竜彦	同上・日本学術振興会特別研究員(現在、産業技術総合研究所)	
前田拓人	同上・大学院生	
高橋 努	同上・大学院生	
吉田智昭	茨城大学大学院理工学研究科・大学院生	
西澤 修	産業技術総合研究所・主任研究員	
小原一成	防災科学技術研究所・主任研究員	
浅野陽一	同上・特別研究員	
武井康子	東京大学地震研究所・助教授	
藤澤和浩	東京大学大学院理学系研究科・大学院生	
吉本和生	横浜市立大学理学部・助教授	
西上欽也	京都大学防災研究所・助教授	
宮澤理稔	京都大学防災研究所・研究員(COE)	
箕 楽麿	神戸大学理学部・助手	
田島文子	広島大学大学院理学研究科・教授	
松本 聡	九州大学大学院理学研究院・助教授	
渡邊篤志	九州大学大学院理学府・大学院生	

## (別紙2) 8. 研究実績報告 (成果)

本年度、本課題では次のような副課題を設けて、主として各所属機関における個別研究として推進した。(1) 現実の地球内部構造に相応しい非一様・非等方不均質構造モデルの検討と、それによるエンベロープ形成や散乱の素過程の理論的研究。(2) 散乱波の周波数・方位角依存性の測定技術や、散乱体の非一様・非等方分布構造の推定法の開発・改良。(3) Hi-net などのデータの利用による日本列島の空間的不均質構造のマッピングと、地震の高周波地震波輻射特性の詳細な推定、および両者の関係の解明。(4) 不均質構造を説明する試験的物理モデルを導いてその妥当性を検討するとともに、モデルパラメータの取り得る範囲を推定する試み。

個別の研究成果の発表と議論を行い、課題全体としての研究を深化させることを目的に、平成17年1月5日および6日に地震研究所第2会議室において研究集会を開催した。集会では内外から多数の参加者があり、24件の研究発表があった。その概要を以下に述べる。まず(1)については、地震波速度や密度が空間的に摂動するランダム媒質や、多数の離散的散乱体の空間分布を含む媒質などに関して、地震波形エンベロープや位相の揺らぎに関する理論的・実験的研究の発表(4件)がなされた。また、個別要素法を用いた亀裂散乱シミュレーション手法とその応用例が報告された。(2)については、アクロスや物理探査の立場から短波長不均質構造にどうアプローチするかに関する戦略的提言(3件)がなされた。また、散乱波から局所不均質の形状をどこまで再現できるかについて応用数学の立場からの発表がおこなわれた。さらに、アレイ解析による波動到来方向推定法の比較研究が報告されるとともに、散乱体イメージングに関する新手法の提案(2件)がなされた。後者は本課題の主要テーマである不均質構造の物理的解釈に直接関わるものとして重要である。(3)については、Hi-net データを用いたエンベロープインバージョンによる不均質構造のマッピングがさらに推し進められる(2件)とともに、K-NET と KiK-net をアレイに見立てて広域的な減衰構造や断層面上のアスペリティ分布のマッピングに応用した例(2件)が報告された。さらに、エンベロープの最大振幅到達の時間遅れに着目した新しい不均質性のマッピングが提案され、既存の解析結果との関係が議論された。このほかに、Hi-net データに基づき日本全国にわたってS コード波エネルギーをマッピングする試みや、人工地震波形のエンベロープの時間発展を不均質構造の推定に応用する試みなどが報告された。(4)については、速度検層データや反射法地震探査等を拘束条件としたフォワードモデリングによるメタンハイドレート層の短波長不均質構造の推定や、深発地震の地震波形に散乱波が含まれることの発見とそれに基づくスラブ内速度不均質構造の推定(2件)、波線による地震波形を違いから特定されたスタグナントスラブの不均質性とその物質科学的解釈などについての報告があった。また、(2)で挙げた散乱体イメージング手法に関する2件の新手法の観測データへの応用例が示された。上記の諸発表に加え、海底山脈による表面波の散乱や、コード波形の相互相関解析から明らかにされたコード波エネルギーの流れの方向性などの興味深い地震波散乱現象も報告された。発表後には活発な質疑応答も行われ、非常に有意義な研究会であった。

本課題の4つの副課題のうち、(4)は基礎研究的な(1)~(3)の成果の応用として位置づけられる。本年度は本課題の2年目ということもあり、昨年に比べ(4)に関わる研究事例が増えてきたのが特徴である。本課題を来年度も継続し、この傾向をさらに強めていくことが今後の課題である。

● 投稿論文

- Takehi, Y., Analysis of the 2001 Geiyo, Japan, earthquake using high-density strong ground motion data: Detailed rupture process of a slab earthquake in a medium with a large velocity contrast, *J. Geophys. Res.*, **109**, B08306, doi:10.1029/2004JB002980, 2004.
- Kimura, T., and Y. Takehi, Source process of the 2001 Hyogo-ken Hokubu, Japan, earthquake (Mw 5.2) and comparison between the aftershock activity and the static stress change, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, in press
- Miyazawa, M., Ichiro Nakanishi, Yasuaki Sudo and Takahiro Ohkura, Dynamic response involving frequent tremors at Aso volcano to teleseismic waves from the 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake, *J. Volcan. Geotherm. Res.*, submitted.
- Miyazawa, M. and Mori, J. J., Detection of triggered deep low-frequency events from the 2003 Tokachi-oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, submitted.
- Nakahara, H., Correlation distance of waveforms for closely located events (Part 1): Implication of the heterogeneous structure around the source region of the 1995 Hyogo-Ken Nanbu, Japan, earthquake (Mw 6.9), *Geophys. J. Int.*, **157**, 1255-1268, 2004.
- Ogiso, M., K. Yomogida, and K. Katsumata, Recursive travel-time inversion for real-time seismic tomography, *Earth Planets and Space*, submitted.
- Sato, H., M. Fehler, and T. Saito, Hybrid synthesis of scalar wave envelopes in two-dimensional random media having rich short-wavelength spectra, *J. Geophys. Res.*, **109**, B06303, doi:10.1029/2003JB002673, 2004.
- Saito, T., H. Sato, M. Ohtake, and K. Obara, Unified explanation of envelope broadening and maximum-amplitude decay of high-frequency seismograms based on the envelope simulation using the Markov approximation: forearc side of the volcanic front in northeastern Honshu, Japan, *J. Geophys. Res.*, **110**, B01304, doi:10.1029/2004JB003225, 2005.
- Suzuki, Y., J. Kawahara, T., Okamoto and K. Miyashita, Simulations of SH waves scattered by 2-D cracks using the finite difference method, *Earth Planets and Space*, submitted.
- Taira, T., and K. Yomogida, Imaging of three-dimensional small-scale heterogeneities in the Hidaka, Japan region: Coda spectral analysis, *Geophys. J. Int.*, **158**, 998-1008, 2004.
- Taira, T., and K. Yomogida, Imaging of small-scale crustal heterogeneity as seismic scatterers with array data I: Theory, *J. Geophys. Res.*, submitted.
- Taira, T., K. Yomogida, Y. Kuwahara, K. Imanishi and H. Ito, Characterization of high-frequency seismic scatters as inferred from new parameterization, *Geophys. J. Int.*, submitted.
- Taira, T., K. Yomogida, Y. Kuwahara, K. Imanishi and H. Ito, Imaging of small-scale crustal heterogeneity as seismic scatterers with array data II: Application to the Nagamachi-Rifu fault, Japan, area, *J. Geophys. Res.*, submitted.
- Yomogida, K., K. Katsumata, and T. Taira, Seismograms with two distinctive S-wave arrivals:

Localized areas of large attenuation and scattering associated with a slab, *Geophys. Res. Lett.*, to be submitted.

● 学会講演

Kawahara, J., and K. Yomogida, "SH wave envelopes in 2-D media with discrete scatterers", *Proceedings of the 1st International Workshop on Active Monitoring in the Solid Earth Geophysics*, 300-305, 2004.

Kawahara, J., and K. Yomogida, "SH wave envelopes in 2-D media with discrete scatterers: Theories vs. wave simulations", *Proceedings of Workshop on Probing Earth Media Having Small-Scale Heterogeneities*, 30-31, 2004.

Kawahara, J., and K. Yomogida, Modeling of SH wave envelopes in media with many cavities: wave simulations vs. radiative transfer theory, *EOS Transaction, American Geophysical Union, 85(47), Fall Meeting, Supplement, Abstract S23B-0304*, 2004.

Murai, Y., Scattering attenuation and dispersion of SH waves in 2-D elastic media with densely distributed cracks, *Eos, Transactions, American Geophysical Union, 85(47), Fall Meet. Suppl., Abstract, S23B-0303*, 2004.

中原 恒, 2003年9月26日十勝沖地震 (Mw8.0) の高周波エンベロープインバージョン解析, 地球惑星科学関連学会2004年合同大会, 千葉, 2004年5月.

中原 恒, 高木伸昌, 西村太志, 佐藤春夫, 藤原広行, 想定宮城県沖地震の震源域近傍における強震計アレイ観測 (序報), 日本地震学会2004年秋季大会, 福岡, 2004年10月.

Nakahara, H., High-frequency envelope inversion analysis of the 2003 Tokachi-Oki, JAPAN, earthquake (Mw8.0), AGU 2004 fall meeting, San Francisco, USA, 2004年12月.

西條裕介・笥 楽麿, スラブ内地震による強震動と島弧の構造: 2003年宮城県沖地震の強震データの解析, 日本地震学会講演予稿集, P073, 2004.

齊藤竜彦, 2次元非等方ランダム媒質における波形エンベロープ: マルコフ近似を用いた理論エンベロープ合成法, 第111回(平成16年度秋季)学術講演会, 日本物理探査学会, 盛岡, 2004年9月

齊藤竜彦, 異方性をもつランダム媒質における波形エンベロープ: マルコフ近似を用いた理論的導出, 日本地震学会2004年度秋季大会, 福岡, 2004年10月

Saito, T., Synthesis of scalar-wave envelopes in anisotropic random media using the Markov approximation, Probing earth media having small-scale heterogeneities, Sendai, Nov. 2004.

Saito, T., Synthesis of scalar-wave envelopes in anisotropic random media using the Markov approximation, 2004 AGU Fall meeting, San Francisco, Dec. 2004.

田島文子・中川剛史・深尾良夫・大林政行、遷移層付近を強くサンプルした波形から示唆されるスタグナントスラブに伴った構造的不均質、日本地震学会2004年度秋季大会講演予稿集、C36.

Tajima, F., and T. Nakagawa, Implications of seismic waveforms: complex physical properties associated with stagnant slab, AGU 2004 Fall Meeting in San

Francisco, 2004.

吉本和生, S コーダ波エネルギーの空間分布に見られる特徴, 日本地震学会 2004 年度  
秋季大会, 2004 年 10 月 9-11 日, 九州大学, 福岡.

Yoshimoto,K., Spatial distribution of the S-coda-wave energy in Japan, *Workshop on "Probing  
Earth Media Having Small-Scale Heterogeneities"*, 22 November, 2004, Sendai, Japan.

Yoshimoto,K., Non-uniform spatial distribution of the S-coda-wave energy in Japan estimated  
from the seismograms of local earthquakes, *2004 AGU Fall Meeting*, 13-17 December 2004,  
San Francisco, USA.