

二国間交流事業 共同研究報告書

平成 21 年 4 月 6 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 東北大学大学院理学研究科

職・氏名 (ふりがな) なかはら ひさし
助教・中原 恒

1. 事業名 相手国 (フランス) との共同研究 対応機関 (MAE)
2. 研究課題名 ランダム波動の相関に関する理論的研究とその地震波探査への適用
3. 全採用期間
平成 19 年 4 月 1 日 ~ 平成 21 年 3 月 31 日 (2 年 0 ヶ月)
4. 研究経費総額
 - (1) 本事業により交付された研究経費総額 2,000 千円
初年度経費 1,000 千円、 2 年度経費 1,000 千円、 3 年度経費 0 千円
 - (2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 500 千円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
なかはら ひさし 中原 恒	東北大学・助教	総括, 地震波の相関と拡散的性質に関する理論的研究
さわざき かおる 澤崎 郁	東北大学・大学院生	地震波形の相関を用いた浅層地盤構造の時間変化の検出

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 CEREGE・CNRS 研究員・Ludovic Margerin

(3) 相手国参加者（代表者の氏名の前に○印を付すこと）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
○Ludovic Margerin	CEREGE・CNRS 研究員（フランス）	地震波の拡散的性質に関する研究
Michel Campillo	ジョセフフーリエ大学・教授（フランス）	地震波の拡散的性質に関する研究
Laurent Stehly	ジョセフフーリエ大学・PD（フランス）	地震波の相関解析

6. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

近年、地震学や物理探査学の分野では、地震波干渉法（例えば、Wapenaar, 2004, Phys. Rev. Lett.）と呼ばれる手法が注目されている。この手法によると、地震動記録の尾部に見られるコーダ波（散乱波）や常時微動などの地震波ノイズの2観測点における相互相関から、その2点間の伝達関数（グリーン関数）を求めることができるといわれている。あたかも一つの観測点に（仮想的な）震源がある場合にもう一つの観測点で地震波を記録するという人工地震探査の状況が人工震源を全く必要とせずに再現できるかもしれない。

本研究では、このような地震波干渉法の適用条件に関する考察を進めるとともに、地震動評価に重要な浅層地盤構造の推定手法の構築と適用を目的とする。

以下に研究の内容と成果を列挙する。

1. 澤崎, 中原は, 防災科学技術研究所 Kik-net の地表と地中における地震コーダ波の観測データを用いて, 相互相関解析とデコンボリューション解析を行い, 観測点直下の地震波速度構造を推定した。さらに, その時間変化を検出することにも成功した。強震動をうけた地盤浅部では, 地震波速度が約 30%も低下するが, その後は元の状態まで経過時間の対数に比例して回復していく様子が明らかになった。この成果は, 第 24 回世界測地学・地球物理学連合 (IUGG) の国際大会 (平成 19 年 7 月にイタリア・ペルージャで開催) で報告されるとともに, アメリカ地震学会誌 (Bull. Seismol. Soc. Am.) の 2009 年 2 月号に掲載された。
2. Margerin, Campillo は, 水平成層構造において地震波の表面波と実体波が等方的に入射する (拡散的な) 場合に, エネルギーの水平 (東西, 南北) 方向, 上下方向への配分比の理論的モデル化に成功した。その結果, この配分比は地下の地震波速度構造によって変化することが明らかになった。また, 逆に, 配分比の観測データから地下の地震波速度構造を推定できる可能性が指摘され, 実際の観測データに適用した。その成果は, 2009 年 3 月に国際地球物理学雑誌 (Geophys. J. Int.) 電子版に掲載された。
3. 中原は, 防災科学技術研究所 Kik-net の観測データを用いて, 地震コーダ波エネルギーの水平 (東西, 南北) 方向, 上下方向への配分比を調べた。その結果, 硬岩観測点では, 地中では等分配 (東西, 南北, 上下へ同じように配分) されているが, 地表では上下動への配分が小さくなっていることが明らかになった。中原はこの成果の一部を第 24 回 IUGG で報告した。
4. 中原と Margerin は, 2. と 3. の結果を合わせて, 表層の地震波速度構造を推定する手法を構築するとともに, 実際に逆問題を解き, 地表から深さ 100m 程度までの地震波速度構造を推定することに成功した。中原は, この成果の一部を 2008 年連合大会で報告した。
5. 中原は, 2 次元無限弾性体において, 地震波が拡散的状态にいたるまでの時間とその状態における P 波と S 波のエネルギー比を求めることに成功した。この成果は 2007 年地震学会にて報告された。
6. 中原は, 地下数百メートルの深さまで掘られたボアホール内に設置された鉛直地震計アレイを利用することを想定し, SH 波が斜め下方から入射する場合に, 地表と地中の地震計で記録される地震波動の相互相関特性を理論的に考察しているが, まだ完全には解決できていない。