

戦略的国際科学技術協力推進事業
国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID)

1. 研究・調査課題名：「2011 年東北地方太平洋沖地震による東日本地域の地殻構造の地震波速度変化と地殻変動」
2. 研究・調査期間：平成 23 年 10 月～平成 25 年 3 月
3. 支援額： 総額 6,050,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	西村太志	東北大学大学院理学研究科	教授
研究者	佐藤春夫	東北大学大学院理学研究科	名誉教授
研究者	中原恒	東北大学大学院理学研究科	准教授
研究者	太田雄策	東北大学大学院理学研究科	助教
研究者	青木陽介	東京大学地震研究所	助教
研究者	武田哲也	防災科学技術研究所	主任研究員
参加研究者 のべ 10 名			

相手側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	F. Brenguier	IPGP	研究員
研究者	M. Campillo	グルノーブル大学	教授
研究者	N. Shapiro	IPGP	教授
研究者	J. P. Vilotte	IPGP	教授
研究者	P. Roux	グルノーブル大学	研究員
研究者	E. Larose	グルノーブル大学	研究員
参加研究者 のべ 6 名			

5. 研究・調査の目的

東北地方太平洋沖地震の発生によって、北海道から関東地域までの地殻構造は大きな歪み変化を受けた。同地域の今後の地震・火山活動を理解する上で、地殻の歪み分布およびその時間変化を明らかにすることが重要である。そこで、本研究では、測地学的データに加え、近年急速に開発が進む地震波干渉法を用い、この巨大地震および余震の発生前後、そしてその後の東日本地殻構造の時間変化を明らかにする。

地震波干渉法を、世界で最も高密度に分布する定常地震観測点 (Hi-netおよびF-net) および震源域に展開されていた臨時海底観測点の地震波連続記録に適用する。観測点間のグリーン関数から、東北地方太平洋沖地震の発生前後およびそれ以降の地震波速度の変化量を抽出することにより、震源付近及び東日本における地殻構造の高分解能の地震波速度時空間分布を明らかにする。高密度GPS観測点データおよびInSARデータから、巨大地震や引き続く余震の断層運動を精度良く推定し、それらから東日本の歪みの空間分布を明らかにするとともに、地震波干渉法の結果と比較し、静的な歪み変化が地震波速度変化に及ぼす効果を評価する。また、強震動データ (K-NET) と比較し、地盤構造の動的な歪み効果の影響を明らかにする。

地震波速度の変化の要因としてあげられている静的な歪み変化、強震動による地盤応答について、稠密な観測データの比較研究により、その効果および地域特性を多量のデータから明らかにする。また、歪み変化を捉えることにより、これまででない地震活動

が起きている東北地方の地殻構造の状態、また、同地域の活動的火山への応力解放量を推定し、今後の活動を評価する上での基礎的な資料とする。

6. 研究・調査の成果

6-1 研究・調査の成果

GPS観測網などの測地データの解析を行い、東北地方太平洋沖地震で生じた東日本地域の変位や歪み量の空間分布を求めた。また、陸上GPSおよび海底GPSデータの同時インバージョン解析により、東北地方太平洋沖地震の精密な地震発生すべり領域を推定した。これにより、東日本の広領域が 10^{-6} という大きな伸張歪みを受けたことが明らかとなった。さらに、巨大地震発生後8ヶ月間にMw8.5程度の規模の余効すべりが地震時すべり域の深部で起きていることが明らかとなった。この余効すべりにより、巨大地震で生じた東北地方の陸域沿岸部の沈降を少しずつ隆起に向かわせているものの、現在の傾向を外挿すると、もとに戻るまでに数千年以上の年月が必要であると推測された。この結果は、太平洋沿岸部の復旧・復興施策を立案する上で重要な知見となると考えられる。

沈み込む太平洋プレート付近で繰り返し発生する相似地震、雑微動、自然地震のSコーダ波を解析することにより、M9の巨大地震発生前後の地殻の地震波速度の時間変化を明らかにした。その結果、巨大地震の発生により、東北地方太平洋側の南北数百キロに渡り顕著な地震波速度の低下が検出された。深さ100m程度の浅部地盤は、地震波速度が10%も低下する地域が広く分布することが明らかとなった。また、地震波速度の変化は時間とともに指数関数的に回復していくことを明らかにした。海底地震計の記録に地震波干渉法を適用した。地震発生前後の自己相関関数の解析から、地震波速度が5%以上変化したことが明らかとなった。この領域は、高周波地震動を励起した領域であり、海底地盤の受けた最大加速度により地震波速度が大きく低下したと推察された。陸域で観測された広域の地震波速度低下は、強震動の強さや地震時に生じた歪みとほぼ正の相関が認められた。しかしながら、地震波速度の低下した領域は、解析する地震波の卓越周波数により異なっており、解析した地震波の特性や時間変化した媒質の深さに違いがあると推察された。

地震波干渉法について、非弾性減衰のない媒質および弱い減衰のある媒質を想定した際の雑微動の相互相関関数からグリーン関数が抽出される条件を理論的に明らかにすることに成功した。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	Ohzono, M., Y. Yabe, T. Iinuma, Y. Ohta, and S. Miura, Strain anomalies induced by the 2011 Tohoku Earthquake (Mw 9.0) as observed by a dense GPS network in northeastern Japan, <i>Earth, Planets and Space</i> , 64(12), 1231–1238, doi:10.5047/eps.2012.05.015, 2012	
論文	Ohta, Y., T. Kobayashi, H. Tsushima, S. Miura, R. Hino, T. Takasu, H. Fujimoto, T. Iinuma, K. Tachibana, T. Demachi, T. Sato, M. Ohzono, and N. Umino, Quasi real-time fault model estimation for near-field tsunami forecasting based on RTK-GPS analysis: Application to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0), <i>J. Geophys. Res.</i> , 117, B02311, doi:10.1029/2011JB008750, 2012.	
論文	Nakahara, H., Formulation of the spatial auto-correlation (SPAC) method	

	in dissipative media, <i>Geophys. J. Int.</i> , 190, 1777–1783, 2012.	
論文	Sato, H., Green's function retrieval from the CCF of random waves and energy conservation for an obstacle of arbitrary shape: noise source distribution on a large surrounding shell, <i>Geophys. J. Int.</i> , in press.2013.	
論文	Brenguier, F., Clarke, D., Aoki, Y., Shapiro, N.M., Campillo, M., Ferrazzini, V., Monitoring volcanoes using seismic noise correlations, <i>Comptes Rendus Geoscience</i> 343, 633–643, 2011	