

Feasibility of detecting pre-P gravity elastic strain signals from earthquakes

*Kantaro KAWAI¹, Nobuki KAME¹, Shingo WATADA¹, Akito ARAYA¹

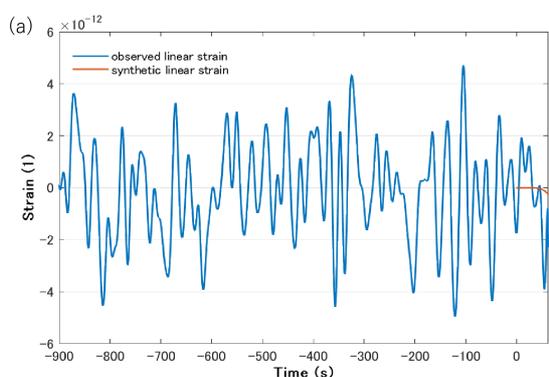
1. ERI, UNIVERSITY OF TOKYO

地震によって生じる重力場変動はP波より早くほぼ即時に観測点に伝わる。この重力変動の信号は広帯域地震計の加速度記録の中に検出されてきた (Vallée et al., 2017; Kimura et al., 2019; Vallée and Juhel, 2019)。P波到達前の重力場変動は加速度変化と同時に弾性歪み変形も引き起こす。本研究の目的は、このP波到着前に変化する弾性歪みの検出可能性について論じることである。

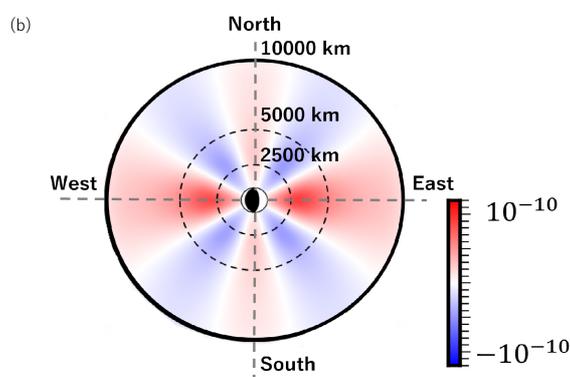
本研究では、観測データ解析と理論波形合成の2つのアプローチを行い、両者を比較する。データ解析には、地震研究所が神岡に設置した100 m 基線長レーザー歪計により記録された2011年M9東北沖地震のデータを用いて、パワースペクトル解析を行い観測地点の背景ノイズレベルの大きさを調べる。理論波形合成には Zhang et al. (2020)で提案された計算コードQSSP_PEGSを用いる。これはWang et al. (2017)の重力-弾性完全結合方程式に従う現実的な球対称地球モデルにおいて弾性・重力応答を計算するコードQSSPをP波前の重力・弾性応答を計算できるように拡張したものである。

解析の結果、従来のP波前重力信号解析で用いられた周波数バンド(帯域0.002-0.05 Hz)において歪みの背景ノイズ振幅は 10^{-12} 程度であった。一方、2011年東北沖地震に対して神岡観測点で理論的に予想される歪み振幅の大きさは 10^{-10} 程度であり、時間領域で実際の波形と比較すると全く信号は見えなかった(Fig. (a))。次に、東北地震クラスの巨大地震に対して様々な震源距離での理論波形を合成し、P波前に予想される歪レベルのコンターマップを作成した。すると、意外なことに震源距離が2000 km を超える範囲に 10^{-10} 程度のピークが現れることが分かった(Fig. (b))。この値は背景ノイズレベルと比較して50倍大きく、一点観測で十分に検出可能である。

P波到達前の重力場変動の計測可能性に関する既往研究は、地震計加速度センサーおよび重力勾配センサー (Torsion Bar Antennas) によるものがある。それぞれの理論信号のピークは、震源距離800km付近、および震央近傍であることが報告されている。一方、本研究の理論歪信号が震源距離2000 km を超える遠地でピークを持つ理由については、今後の検討課題である。なぜなら、歪み信号の距離減衰は単純な物理モデルからは重力勾配と同じになることが予想されるからである。現在、地震研究所はプロトタイプを遙かに超える1500 m 基線長のレーザー干渉計を稼働させている。今後、M9クラスの巨大地震が、本研究の理論的予測に従う震源距離で発生した場合には、歪計によるP波前重力変動の信号検出が期待できる。



(a) Comparison of the recorded strain and synthetic one calculated by the simulation method of Zhang et al. (2020).



(b) Synthesized pre-P elastic strain amplitude from a point source ($M=9$, dip=30 deg., strike=180 deg., rake=90 deg., $d=20$ km) located at the center of map.