

令和元年5月31日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H06604

研究課題名(和文) 海底地震計の波形データを用いた巨大地震断層面の間隙流体圧推定

研究課題名(英文) Estimation of pore fluid pressure on megathrust faults using teleseismic records of OBSs

研究代表者

悪原 岳 (AKUHARA, Takeshi)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：30802954

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：沈み込み帯の巨大地震断層面における断層すべりのふるまいは、間隙流体圧に大きく左右されることが知られている。間隙流体圧が高い場所では、遠地地震のP波がS波に効率よく変換される(Ps変換波と呼ばれる)ため、Ps変換波を詳しく調べることで、地下の間隙流体圧を明らかにすることができる。本研究では、海底地震計の波形記録から、Ps変換波をより正しく抽出するためのアルゴリズムの開発に成功した。同手法を、西南日本沈み込み帯に設置された海底地震計に適用し、巨大地震断層面の間隙流体圧を明らかにする研究を継続している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震計で記録された地震波形から、地下構造に関する情報を引き出すための、新しい計算手法を開発した。海底では、海面と海底の間で地震波が何度も反射を繰り返し、地震波形上にノイズとして混入する。従来広く使われていた計算手法では、このノイズが悪影響を及ぼし、正しい地下構造の情報を抽出することができなかった。本研究では、コンピュータの処理能力を活かした現代的な統計手法を用いることで、この問題を解決する新手法を開発した。新手法によって、これまで調査が難しかった、沈み込み帯巨大地震断層面の調査が可能となり、巨大地震のふるまいに関する新たな知見が期待される。

研究成果の概要(英文)：Fault slip behavior on megathrust faults is largely controlled by pore fluid pressure. Part of incident P-wave energy from distant earthquakes is effectively converted to S-wave at zones with high pore fluid pressure. In this study, we have developed a novel method to extract such P-to-S converted phases from continuous waveform data from ocean-bottom seismometers. The new method has been applied to ocean-bottom seismometers deployed at the southwestern Japan subduction zone to estimate pore fluid pressure along the megathrust.

研究分野：地震学

キーワード：地震学 沈み込み帯 海底地震計 デコンボリューション マルコフ連鎖モンテカルロ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

沈み込み帯で起こる巨大地震とは、地下深くへと沈み込む海洋プレートとその上に乗る大陸プレートの境界面（巨大地震断層面）で起こる“すべり”である。断層すべりのふるまいは、巨大地震断層面の摩擦特性に支配されており、断層面近傍に存在する流体の圧力（間隙流体圧）に大きく依存すると考えられている。一般的には、断層面上で変換・反射する地震波の性質を調べることで、間隙流体圧など断層面の物性を推測することができる。しかし、巨大地震発生域は、自然地震を用いて調べるには陸域の観測網から遠く、船上で人工的に発生させる地震の反射波を観測するには深すぎるため、研究が進んでいなかった（図1）。研究代表者らの研究によって、海底地震計で記録された自然地震のデータから、Ps 変換波（図2b）を抽出するための手法が提唱された。それ以前は、海底で記録される地震波形では、海水内を伝わる多重反射波（図2a）がノイズとして卓越しているため、困難であるとされてきた。

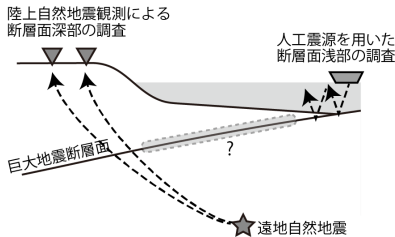


図1: これまでの沈み込み帯の調査

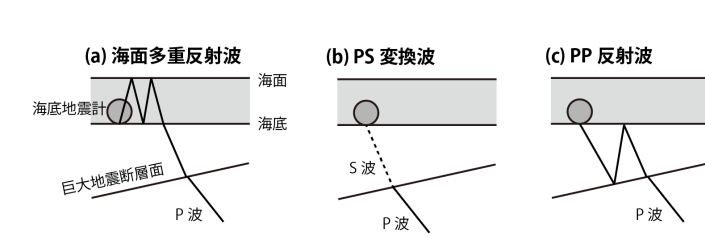


図2: 海底地震計に記録される波の種類

### 2. 研究の目的

(1) 本研究では、上述の研究代表者が開発した手法を改良し、PP 反射波（図2c）を抽出する手法の開発を目指す。PP 反射波は PS 変換波と異なる感度を持つため、間隙流体圧の推定のための、独立した情報を得ることができる。

(2) 新たに開発する手法を世界各地の沈み込み帯に適用し、巨大地震断層面近傍の間隙流体圧を定量的に見積もる。

### 3. 研究の方法

Ps 変換波ならびに PP 反射波の抽出アルゴリズムの開発にあたっては、コンピュータの処理能力を活用した現代的な手法を用いた。また、同手法の各地沈み込み帯への適用に関しては、既存の観測データを用いた。

### 4. 研究成果

地震学では、PS 変換波を検出するために、レシーバ関数解析と呼ばれる手法を用いるのが一般的である。しかしながら、従来のレシーバ関数の計算方法では、海面多重反射波が卓越するような海底地震計のデータでは、手法の原理上 PS 変換波を正しく検出することができなかった。本研究では、レシーバ関数に代わる新しい手法（マルチチャンネルデコンボリューション法）を開発した。新手法は、コンピュータの計算能力を活用した現代的な統計手法を用いており、レシーバ関数とは異なるアプローチで PS 変換波や PP 反射波の情報を引き出すことができ、海底地震計のデータでも問題なく計算することができることが原理上期待される。実際にコンピュータ上でシミュレーションを行ったところ、新手法は海底地震計のデータでもおおむね期待通りの結果を出せることが分かった（図3）。

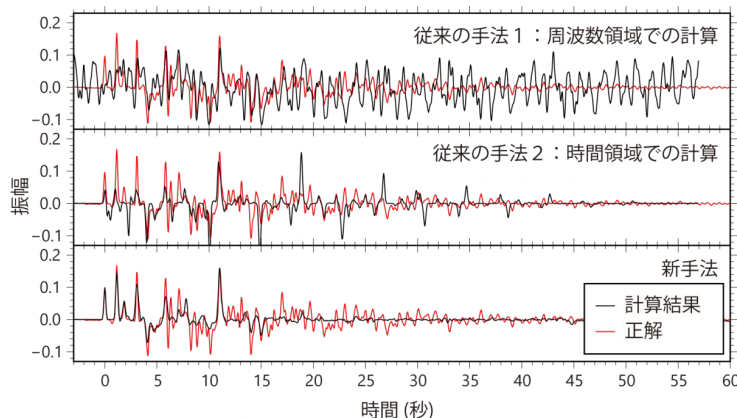


図3. 従来のレシーバ関数手法（上・中段）と新手法（下段）のシミュレーションによる比較。計算された波形（黒線）が正解の波形（赤線）に近いほど、優れた手法であるということが言える。

実際に海底地震計で観測されたデータでも、新手法が機能するかどうかを調べるために、地下構造が比較的単純と考えられる、日本海に設置された海底地震計のデータに対して同手法を適用した。その結果、新手法は従来の手法よりも明瞭に、地下構造のシグナルを抽出できることが確かめられた(図4)。また、得られたレシーバ関数波形を利用することで、堆積物の詳細な成層構造を明らかにできる可能性を示した。

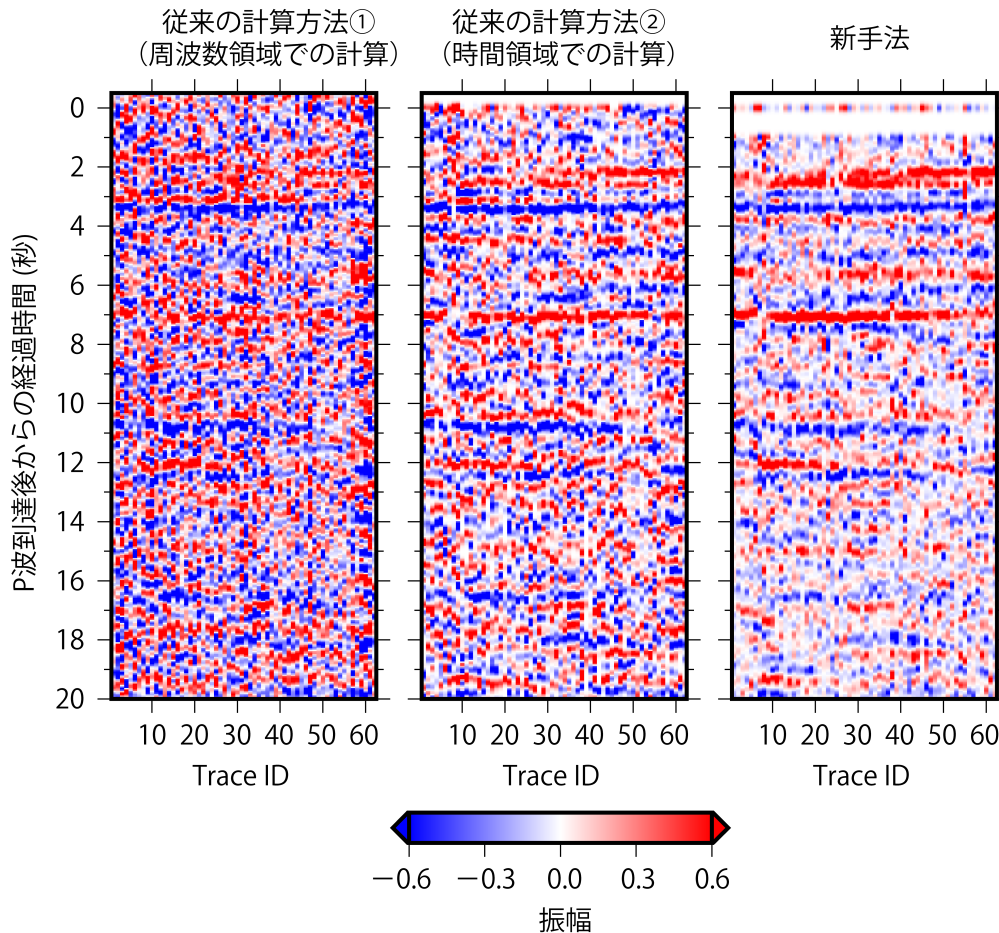


図4．従来のレシーバ関数手法(左・中図)と新手法(右図)の観測データによる比較。日本海に設置された海底地震計で観測された複数の地震波形に対して、レシーバ関数を計算し振幅に色を付けて並べた。新手法では、従来の手法と比べて明瞭なシグナルが見えることが分かる。

また、新手法を紀伊半島沖、日向灘沖(西南日本沈み込み帯)に設置された海底地震計のデータに適用し、得られたレシーバ関数波形からS波速度構造を求めるためのインバージョン解析を行った。暫定的な結果ではあるが、プレート境界面近傍にS波速度が低い領域が認められた。これは、海洋プレートとともに沈み込んだ堆積物と解釈でき、間隙流体圧が高い状態であると予想される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Takeshi Akuhara, Michael Bostock, Alexandre Plourde, Masanao Shinohara, Beyond Receiver Functions: Green's Function Estimation by Transdimensional Inversion and Its Application to OBS Data, 査読有, Vol.124, No.2, 2019, pp.1944-1961  
<https://doi.org/10.1029/2018JB016499>

〔学会発表〕(計3件)

悪原 岳, Michael Bostock, Alexandre Plourde, 次世代型レシーバ関数の開発: Reversible-jump MCMC法を用いたグリーン関数の直接的な推定、日本地球惑星科学連合大会、2018年5月、幕張

悪原 岳, Michael Bostock, Alexandre Plourde, 篠原 雅尚, 次世代型レシーバ関数: Trans-Dimensional Inversionによるグリーン関数の推定と海底地震計への応用、日本地震学会秋季大会2018年10月、郡山

Takeshi Akuhara, Michael Bostock, Alexandre Plourde, Masanao Shinohara, Beyond Receiver Functions: Green's Function Estimation by Trans-dimensional Inversion and Its Application to OBS Data, American Geophysical Union Fall Meeting, 2018年12月、ワシ

ントン DC (米国)

〔図書〕(計0件)

なし

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

なし

取得状況(計0件)

なし

〔その他〕

ホームページ等

開発した手法のプログラムコード

<https://doi.org/10.5281/zenodo.1487600>

東京大学地震研究所ウェブサイト上における論文の紹介記事

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/2019/03/06/%E6%96%B0%E3%81%97%E3%81%84%E5%9C%B0%E9%9C%87%E6%B3%A2%E5%BD%A2%E8%A7%A3%E6%9E%90%E6%89%8B%E6%B3%95%E3%81%AE%E9%96%8B%E7%99%BA/>

## 6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2) 研究協力者

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。