

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K14576

研究課題名（和文）マルチスケールな地震現象の多様性・普遍性と確率論的モデリング

研究課題名（英文）Diversity and Universality of Multiscale Earthquake Processes and Stochastic Modeling

研究代表者

麻生 尚文（Aso, Naofumi）

東京工業大学・理学院・助教

研究者番号：70801223

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：大規模地震に対する新たな解析手法を開発した。一点で発生するとみなせる地震について、その効果について理論的な検証を行い、実データにも適用した。さらに、断層面上にすべりが分布するような地震についても、手法開発と検証をすすめているところである。火山深部で発生する特異な地震について、東北地方全域での統一的な解析を進めたところ、少なくとも地震の初期段階においては、複雑な変形ではなく単純なすべり現象であるという結果を得た。さらに、島根県東部において、同様の地震の活動に着目して解析を進めたところ、これらの地震は、流体の移動ではなく、流体存在下でのすべり現象であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震現象の多様性を理解するためには、微小地震から巨大地震まで、マルチスケールな地震現象を総合的に理解することが必要である。しかしながら、規模は小さいが頻繁に発生する微小地震と、稀に発生する巨大地震とでは、その特徴を捉えるための解析手法は、必ずしも共通しない。本課題のように、地震現象の多様性という全体像を念頭に置きながらも、様々な現象に多様なアプローチで取り組むことは重要である。このような研究成果の蓄積により、地震現象の総合的理解に至るのが理学的目標（学術的意義）であり、そうした努力が、いずれは、減災という形で実を結ぶことが期待されている（社会的意義）。

研究成果の概要（英文）：We developed a new approach to analyzing large earthquakes. First, we verified its applicability for a point source. Then, we are now carrying out the studies for distributed slip on a finite fault.

We analyzed unique deep earthquakes beneath volcanoes in the Tohoku region. They are found to be simple slips than complex deformation, at least at the initial stage of the deformation.

Furthermore, we studied the seismicity of similar phenomena in Eastern Shimane. These events are indicated to be slip phenomena with the existence of fluids rather than being induced by fluid motion.

研究分野：地震学

キーワード：地震

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地震による滑りの様相は多種多様である。例えば、破壊先端に滑りの集中するパルス的な破壊と、破壊先端以外にも滑りが広く分布するクラック的な破壊は、全く異なる特性ながら、双方とも観測されている。また、破壊が等方的に広がるものから、一方向に広がるものまで存在し、後者はドップラー効果による強い地震波を励起する。近年の観測技術の向上により、高速滑りによる通常地震だけでなく、ゆっくりとした滑りに伴う地震の存在も明らかになっている。こうしたゆっくり地震は、滑り速度だけでなく、破壊の伝播もゆっくりであることが知られている。

2. 研究の目的

このような地震現象の多様性を理解するためには、微小地震から巨大地震まで、マルチスケールな地震現象を総合的に理解することが必要である。しかしながら、規模は小さいが頻繁に発生する微小地震と、稀に発生する巨大地震とでは、その特徴を捉えるための解析手法は、必ずしも共通しない。そこで、本課題では、地震現象の多様性という全体像を念頭に置きながらも、様々な現象に多様なアプローチで取り組むことを目指した。

3. 研究の方法

大規模地震については、多くの地震を統一的に解析する簡便かつ精度の良い手法の開発を進めた。具体的には、詳細な速度構造の情報を必要としない、経験的グリーン関数のコンセプトを基礎として、地震ごとの滑り方向などの差異を補正することで、同手法の適用可能範囲を広げた。特徴的な小規模地震であり、スロー地震の一種でもある、火山型深部長周期地震について、地震波解析から、発生機構についての知見を集積した。また、地震活動解析から、流体の関与について特定を試みた。

4. 研究成果

大規模地震に関する解析手法においては、補正を行った経験的グリーン関数を開発した。点震源について、その効果について理論的な検証を行い、実データにも適用した。その詳細は、Shibata et al. (2022, *Geophysical Journal International*)として出版された。さらに、有限断層上での滑り分布の推定についても、手法開発を進め、実データでの検証をすすめているところである。

火山型深部長周期地震の解析については、東北地方全域での統一的な解析を進めた。その結果、通常の断層すべりに近い地震が多いことがわかった。少なくとも地震の初期段階において、複雑な変形ではなく単純なすべり現象であるという結論は、物理的にも妥当な説明である。また、メカニズムの深さ依存性に着目したところ、地殻深部での応力の不均質性に関する情報を捉えることができた。これらの結果は、Oikawa et al. (2021, *Journal of Geophysical Research*)として出版された。

火山型深部長周期地震については、さらに、地震活動の観点からも解析を進めた。具体的には、地震活動解析のスタンダードとも言える、ETASモデルを改良して適用(図1)することで、地震の拡散的特徴を捉えることに成功した。その拡散係数は、流体の移動によるものではなく、流体存在下での滑りの伝播であることを示唆しており、同地震における流体の関与に関する重要な知見を得た。

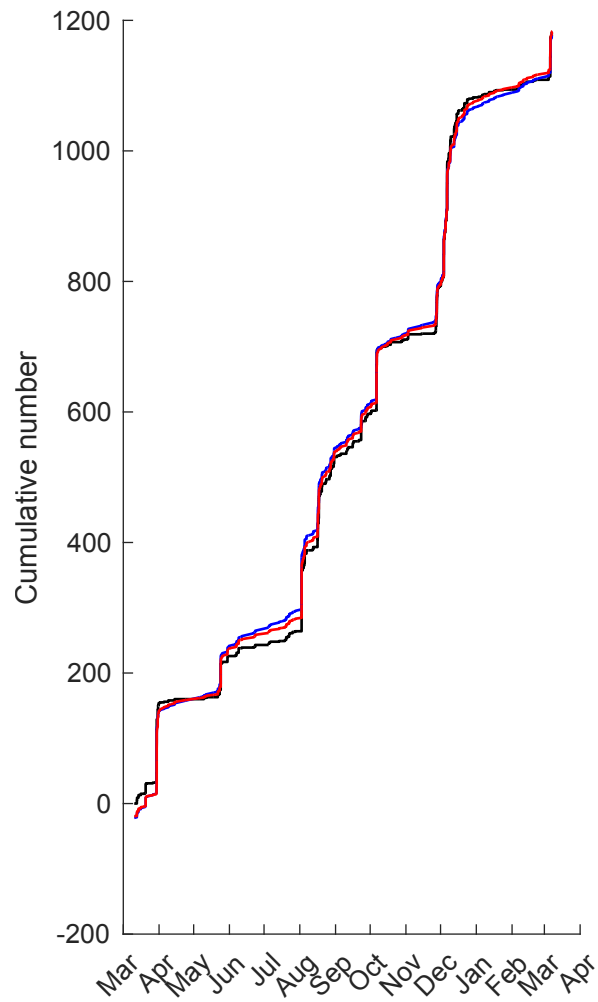


図1：島根県東部の深部低周波地震へのETASモデルの適用

黒線は観測された地震の累積個数を示す。従来のETASモデルによる推定（青線）に対し、改良したETASモデルによる推定（赤線）がより良く観測を説明していることがわかる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|---|-----------------------------|
| 1. 著者名 Oikawa Genki, Aso Naofumi, Nakajima Junichi | 4. 巻 126 |
| 2. 論文標題 Depth Dependent Focal Mechanisms of Volcanic Deep Low Frequency Earthquakes in Northeast Japan | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth | 6. 最初と最後の頁 e2021JB022666 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2021JB022666 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Shibata Ritsuya, Aso Naofumi, Oikawa Genki, Nakajima Junichi, Ide Satoshi | 4. 巻 229 |
| 2. 論文標題 Potential applicability and limitations of radiation-corrected empirical Green's functions for point-source cases | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Geophysical Journal International | 6. 最初と最後の頁 800 ~ 813 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/gji/ggab503 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計24件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 11件）

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 及川 元己 (Oikawa Genki) | | |
| 研究協力者 | 柴田 律也 (Shibata Ritsuya) | | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|