

自己評価報告書

平成23年 4月21日現在

機関番号：62603

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2008～2011

課題番号：20240027

研究課題名 (和文) 統計的地震予測研究の基盤の構築

研究課題名 (英文) Statistical earthquake predictability researches

研究代表者

尾形 良彦 (OGATA YOSHIKO)

統計数理研究所・モデリング研究系・教授

研究者番号：70000213

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：統計科学

キーワード：統計地震学, ETAS モデル, 地震予測

1. 研究計画の概要

- (1) Epidemic-Type Aftershock Sequence (ETAS) モデルによる予測地震活動からの実際の地震活動の逸脱とストレス変化を解明し地震活動の逸脱が地殻歪変化の鋭敏なセンサーとして有用である事を示す。
- (2) 大きな余震の事前の余震活動の時空間的变化について研究する。
- (3) 広域の地震活動について階層ベイズ型時空間 ETAS モデルで世界の地震活動の基準となる統計モデルを提案する。
- (4) 活断層の危険度を推定するベイズモデルを提案する。
- (5) 本震直後しばらくの余震の大量欠測のもとでも余震の確率予報にとっての困難点である。これに対して、地震統計の経験則から欠測情報を補う修正版 ETAS モデルを作成し、パラメタ値の偏差を正す。
- (6) 欠測率や検出率の違いを考慮に入れた時空間 ETAS モデルを構成して内陸などの地震活動異常の研究を開始する。
- (7) 世界や日本付近の広域の地震活動について、階層ベイズ型時空間モデルにもとづいて確率予測を行い検証する。
- (8) 階層ベイズ型時空間 ETAS モデルの推定のプログラムソフトウェアを WEB 等で公表するため英語版マニュアルを作成する。

2. 研究の進捗状況

- (1) 時空間 ETAS モデルの大規模ベイズモデルによる実用化を進め、一部のプログラムを公開にむけた実質的な前進があった。地震の検出率が異なる地域や時代を捉える検出率の時空間分布をベイズモデルで推定した。これによって、データを有効に使った長期かつ広域の地震活動を解析する土台が出来た。

(2) 地震活動研究者の便宜のため、大規模地震活動モデル (広域的な地震活動の多様性を自動的に表現する階層ベイズ時空間 ETAS モデル) およびマグニチュード頻度分布 b 値パラメタの地域性を求めるモデル) のソフトウェアおよびマニュアル (英文) を準備中である。

(3) 地震活動の地域性を時空間 ETAS モデルのベイズモデルを物差しにして診断解析することで各地の異常時を検出することを目指している。この様にして非地震性のすべりの所在をつきとめ、大地震の発生の確率予測の実効率を上げることを目指している。

(4) 当初計画を全て達成したわけではないが掲げた研究計画は重要であり、撤回するつもりは無い。

3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

(理由)

設定した課題が多すぎた。得られた知見が豊富だったため論文作成や査読対応にかなり時間を割かねばならなかった。

[主要成果]

(1) 各地震活動に ETAS モデルをあてはめ、その異常性を測ることによって、微弱な応力の変化を見ることが可能になった。地殻内における破壊応力の急変と地震活動の活発化や静穏化との相関、それによる大地震発生確率の評価、地殻変動や GPS などの測地学的データとの関わりなどが解明された。

(2) ETAS モデルによる千島列島双子大地震の余震活動異常と破壊ストレス変化 DCFS との関係および断層のゆっくりすべりに起因する「速度状態摩擦法則による定量的変化を

再現した。

(2) ETAS モデルによる岩手宮城内陸地震前の地震活動異常の検出と破壊ストレス変化 DCFS との関係および断層のゆっくりすべりに起因すると地殻変動異常の関係を GPS 時系列データで明らかにしたゆっくりすべりが GPS で求められている地域とその境界部に発生する群発地震を ETAS モデルで解明し、その活動様式を速度・状態摩擦法則で確認した。

(3) Brownian Passage Time ベイズモデルによる活断層長期確率予測を提案し、政府の地震調査委員会が公表している確率予測より優れていることを示した。

4. 今後の研究の推進方策

1 年前倒して新たな科研 A が採用されたので、今後 3 年計画で研究の継続と共に新課題を組み合わせて目標を達成したい。後進の研究者の研究基盤のために本研究で開発した時空間 ETAS モデルとその診断に関するソフトウェアの出版を実現すると共に、地震予測のための強力なツールであることを実証する研究結果を出したい。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計 5 件全て査読有り)

① Ogata, Yosihiko (2011). Significant improvements of the space-time ETAS model for forecasting of accurate baseline seismicity, *Earth, Planets and Space*, Vol. 63, No. 3, pp. 217-229, doi:10.5047/eps.2010.09.001.

② Kumazawa, Takao, Ogata, Yosihiko and Toda, Shinji (2010). Precursory seismic anomalies and transient crustal deformation prior to the 2008 Mw = 6.9 Iwate-Miyagi Nairiku, Japan, earthquake, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 115, B10312, doi:10.1029/2010JB007567.

③ Ogata, Yosihiko (2010). Space-time heterogeneity in aftershock activity, *Geophysical Journal International*, Vol. 181, Issue 3, pp. 1575-1592, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04542.x.

④ Ogata, Yosihiko and Toda, Shinji (2010). Bridging great earthquake doublets through silent slip: On- and off-fault aftershocks of the 2006 Kuril Island subduction earthquake toggled by a slow slip on the outer rise normal fault the 2007 great earthquake, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 115, B06318, doi:10.1029/2009JB006777.

⑤ Llenos, Andrea L., McGuire, Jeffrey J. and Ogata, Yosihiko (2009). Modeling seismic swarms triggered by aseismic

transients, *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 281, pp. 59-69, doi:10.1016/j.epsl.2009.02.011.

〔学会発表〕 (計 6 件全て招待講演)

① Ogata, Yosihiko, Modeling of temporal and spatial nonhomogeneity for space-time processes, The Spring Korean Statistical Society Annual Meeting, 統計情報センター (大田市, 韓国), 2010.5.21, 基調講演 (IL-SONG lecture).

② Ogata, Yosihiko, Global earthquake catalogs and long-range correlation of seismic activity, 2009 Fall Meeting of the American Geophysical Union (AGU), Moscone Center (San Francisco, U.S.A.), 2009.12.16.

③ Ogata, Yosihiko, Modeling for immediate aftershock probability forecasting, The 1st Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting, Seoul National University (ソウル, 韓国), 2009.6.29.

④ Ogata, Yosihiko, Location Dependent Space-Time Models for Wide Regional and Global Seismicity, The 6th International Workshop on Statistical Seismology, Granlibakken Conference Center (Lake Tahoe, CA, U.S.A.), 2009.4.15.

⑤ Ogata, Yosihiko, Anomalies in seismic activity and transient crustal deformation, ヨーロッパ科学財団 (ESF) 研究集会 「New Challenges in Earthquake Dynamics: Observing And Modelling A Multi-Scale System」, Obergurgl University Centre (Obergurgl, Austria), 2008.10.20.

⑥ Ogata, Yosihiko, Space-time ETAS Model, CSEP Global Collaboration & Testing Meeting, Southern California Earthquake Center (Los Angeles, U.S.A.), 2008.4.21.

〔図書〕 (計 1 件)

尾形良彦, 東京大学出版会, 21 世紀の統計科学 II 自然・生物・健康の統計科学: 第 1 章 地震活動の統計科学, 2008, pp. 3-41 担当 (総 358)

〔産業財産権〕

出願・取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

以下の WEB に全研究成果や報道関連情報などを逐次公表している

<http://www.ism.ac.jp/~ogata/Ssg/ssg.html>

<http://www.ism.ac.jp/~ogata/index.html>