

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 20 日現在

機関番号：62603

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23240039

研究課題名(和文)地震活動異常を診断する統計的時空間モデルと確率利得を上げる実効的予測の戦略的研究

研究課題名(英文)Strategic research of effective prediction to increase the probability gain statistical space-time model for diagnosing abnormal seismic activity

研究代表者

尾形 良彦(Ogata, Yoshihiko)

統計数理研究所・大学共同利用機関等の部局等・名誉教授

研究者番号：70000213

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,100,000円、(間接経費) 9,630,000円

研究成果の概要(和文)：(1)地震活動の地域的特徴に対応できる階層時空間ETASモデルなどのベイズモデルのソフトウェアのベータ版を完成した。一部をカリフォルニアの予測実験(UCERF3)のために提供した。(2)本震直後からの余震の確率予測をリアルタイムで実施する研究が成功した。(3)前震の統計的識別モデルは大地震の確率予測に有意であることが実証された。(4)プレート境界で繰り返す「相似地震」を解析する非定常BPTモデルを開発し、海底下のストレスの時空間変化を可視化した。(5)群発地震から断層間隙流体圧の変化を捉える非定常ETASモデルを開発した。

研究成果の概要(英文)：(1) We have completed beta version of the software of Bayesian models, such as hierarchical space-time ETAS models, which can be adapted to regional characteristics of seismic activity. Some programs have been provided for prediction experiment in California (UCERF3). (2) Research for real-time prediction of the probability of aftershocks within one day after the mainshock has been successful. (3) We have empirically demonstrated that predicting the probability of a major earthquake based on statistical discrimination of foreshocks. (4) We have developed a non-stationary BPT model for analyzing repeating earthquakes to visualize the space-time variation of stress changes on the plate boundary beneath the seafloor. (5) We have developed a non-stationary ETAS model to capture the pore fluid pressure changes on the faults from the earthquake swarm data.

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：情報学基礎・統計科学

 キーワード：点過程モデリング 時空間ETASモデル 時空間BPTモデル 前震の確率予測 余震の直後確率予測
 非定常ETASモデル 群発地震 繰り返し地震

1. 研究開始当初の背景

Epidemic Type Aftershock Sequence (ETAS) モデル及び時空間 ETAS モデルは、地震活動の短期中期地震予測の標準モデルとして国際的に普及し、第3次全カリフォルニア地震予測計画(UCERF3)でも採用検討中である。さらに日米欧NZ中国の確率的地震予測国際研究協力プログラム(CSEP)における短期予報の基礎モデルとして最も引用されている。国内でも地震予知連絡会などで本グループは、解析結果の多くを報告している。

しかし地震予測関係機関での短期及び中期についての確率予測の課題実現は依然として手探り状態にあるように見受けられる。本研究はそれらの技術的な困難を解決し、実用的確率予測への展望を示したい。

2. 研究の目的

地震活動の地域的特性に対応する時空間 ETAS ベイズモデルの実用化を進め、地震カタログの不均質を捉える検出率の時空間ベイズモデルを提案する。これらを合わせて大量のデータを有効に使った長期かつ広域な標準地震活動の業務的な確率予報をリアルタイムで実施したい。

また標準地震活動モデルを基準として地震活動を微細に解析し、各地の地震活動の異常変化を検出する診断解析用ベイズの時空間モデルを構成する。この様にして地殻のストレス変化の所在や破壊緊迫性をつきとめ、大地震発生前の確率予測の実効率(確率利得)を上げることを目指す。

3. 研究の方法

地震活動の地域性が各種モデルのパラメータによって可視化され、さらに時空間的に地震活動の予測と実際の地震発生の比率(相対的地震活動度)をベイズ法によって推定し、その結果を3次元画像として表記することで、地震活動の異常な地域を直截的に示したい。これらの解析の足枷となるのは、地震カタログにおける活発期の小地震の検出率の時間的・空間的不均質である。できるだけ多くのデータを使用する為にこの不均質構造を考慮に入れたマグニチュード分布をモデル化してベイズ型時空間モデルの拡張を図る。

4. 研究成果

(1) 東北地方太平洋沖の超巨大地震が発生したため、ETAS モデルによる余震活動の継続的なモニタリング解析、日本各地の誘発地震活動の解析を最優先で行い、これに研究時間を割いて解析結果はそのつど地震予知連絡会などで報告した。また時間 ETAS モデルや時空間 ETAS モデルによる前震活動の本震後の静穏化や長期地震活動の日本列島に渡る、且つ10年間に渡る大規模の静穏化を検出した。(2) 当グループが13年前に提案した日本における前震の事前認識による確率予測の方式によって、その後13年間の業務的予報

を実施した結果を評価したところ、大地震発生前の確率予測の実効率(確率利得)を上げる確率予報になっていることが実証された。これによって今後のリアルタイム予測の展望が開けた。

(3) 地震予測可能性に関する国際的な連携プロジェクト(CSEP)で採用されている予測と評価方式の問題点を、東北地方太平洋沖地震前後の確率予測と実際の結果に鑑み、指摘し、リアルタイム予測の観点から改善提案の論文を掲載した。

(4) 地震活動の地域的特性に対応できる時空間 ETAS モデルなどのベイズモデルのソフトウェアのベータ版を完成したので一部に公開し改善を進める。また一部をカリフォルニアの予測実験(UCERF3)のために提供した。

(5) 本震直後や活発期の余震予測のリアルタイム確率予報に関して大森宇津公式を超えて ETAS モデルについても技術的に実施できることになった。今後、日本 CSEP やリアルタイムデータに関わる関係機関での試験的実施による客観的評価を重ねていく。被災地における緊急情報として重要な役割を果たすことが期待される。

(6) 「繰り返し」小地震の発生過程を表現する時空間非定常 Brownian Passage Time (BPT) モデルを提案し応力場の変化の推定を行った。提案モデルは GPS 観測網から離れた太平洋プレート境界でのストレスの時空間変化を可視化できる。小繰り返し地震の近傍の大地震による地震時の急激な応力変化と、その前後のゆっくり滑りを分離するという課題を時空間ベイズモデルの高度化による成果を公表した。

(7) 東北地方太平洋沖地震に誘発された日本各地の群発地震を解析するために非定常 ETAS モデルを開発して解析した。

(8) 人工ノイズの日変化に伴う地震検知能力の変化についてその定量化を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)(計48件、全て査読付き)

1. Omi, T., Ogata, Y., Hirata, Y. and Aihara, K. (2014). Estimating the ETAS model from an early aftershock sequence, *Geophysical Research Letter*, doi:10.1002/2013GL058958.
2. Ogata, Y. (2013). A prospect of earthquake prediction research, *Statistical Science*, **28** 521-541 (招待論文)..
3. Omi, T., Ogata, Y., Hirata, Y. and Aihara, K. (2013). Forecasting large aftershocks within one day after the main shock, *Scientific Reports* **3**, doi:10.1038/srep02218.
4. Ogata, Y., Katsura, K., Falcone, G., Nanjo, K.Z. and Zhuang, J. (2013). Comprehensive and topical evaluations of earthquake forecasts in terms of number, time, space, and magnitude, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **103**, 1692-1708.

5. Bansal, A.R. and Ogata, Y. (2013). A non-stationary epidemic type aftershock sequence model for seismicity prior to the December 26, 2004 M9.1 Sumatra-Andaman Islands mega-earthquake, *J. Geophys. Res.* **118**, 616–629.
6. Zhuang J., Werner, M. J. and Harte D. S. (2013). Stability of earthquake clustering models: Criticality and branching ratios. *Phys. Rev. E*, **88**, 1-13, doi:10.1103/PhysRevE.88.062109.
7. Zhuang, J., Ogata, Y., Vere-Jones, D., Ma, L. and Guan, H. (2013). Statistical modeling of earthquake occurrences based on external geophysical observations: with an illustrative application to the ultra-low frequency ground electric signals observed in the Beijing region, In *Imaging, Modeling and Assimilation in Seismology - Volume II*, edited by Li Y., Germany: De Gruyter.
8. Talbi, A., Nanjo, K., Zhuang, J., Satake, K. and Hamdache, M. (2013). Interevent times in a new alarm-based earthquake forecasting model, *Geophys. J. Int.* **194**, 1823-1835.
9. Talbi, A., Nanjo, K., Satake, K., Zhuang, J. and Hamdache M. (2013). Comparison of seismicity declustering methods using a probabilistic measure of clustering, *J. Seismology* **17**.
10. Wang, T., Zhuang, J., Kato, T. and Bebbington, M. (2013). Assessing the potential improvement in short-term earthquake forecasts from incorporation of GPS data, *Geophys. Res. Lett.* **40**, 2631–2635.
11. Jacobs, K.M., Smith, E.G.C., Savage, M.K. and Zhuang, J. (2013). Cumulative rate analysis(CURATE): a clustering algorithm for swarm dominated catalogs, *J. Geophys. Res.* **118**, 553–569.
12. Iwata, T. (2013). Estimation of completeness magnitude considering daily variation in earthquake detection capability, *Geophys. J. Int.* **194**, 1909-1919.
13. 岩田豊樹 (2013). 固体地球科学における大量データとその解析 - 日本における近年の展開とその展望 -, *システム/制御/情報* **57**, 172-177.
14. Iwata, T. (2013). Daily variation in earthquake detection capability: a quantitative evaluation, in *Earthquake Research and Analysis: New Advances in Seismology* (ed. D'Amico, S.), InTech, Rijeka, Croatia, 167-184, doi:10.5772/54890, March 2013.
15. Kumazawa, T. and Ogata, Y. (2013). Quantitative description of induced seismic activity before and after the 2011 Tohoku-Oki Earthquake by non-stationary ETAS models, *J. Geophys. Res.* **118**, 6165-6182.
16. Noda, A., C. Hashimoto, Y. Fukahata, and M. Matsu'ura (2013). Interseismic GPS strain data inversion to estimate slip-deficit rates at plate interfaces: Application to the Kanto region, central Japan, *Geophys. J. Int.* **193**, 61-77.
17. Terakawa, T., C. Hashimoto, and M. Matsu'ura (2013). Changes in seismic activity following the 2011 Tohoku-oki earthquake: Effects of pore fluid pressure, *Earth Planet. Sci. Lett.* **365**, 17-24.
18. Hashimoto, C., E. Fukuyama, and M. Matsu'ura (2014). Physics-based 3-D simulation of earthquake generation cycles at plate interfaces in subduction zones, *Pure Appl. Geophys.* 1-24.
19. Hashima, A., Y. Fukahata, C. Hashimoto, and M. Matsu'ura (2014), Quasi-static strain and stress fields due to a moment tensor in elastic-viscoelastic layered half-space, *Pure Appl. Geophys.*, Vol. 171, pp. 1-25.
20. Ogata, Y. and Katsura, K. (2012). Prospective foreshock forecast experiment during the last 17 years, *Geophys. J. Int.* **191**, 1237-1244.
21. Zhuang, J., Harte, D., Werner, M.J., Hainzl, S. and Zhou, S. (2012). Basic models of seismicity: temporal models, *Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis, (CORSSA)* doi:10.5078/corssa-79905851.
22. Zhuang, J. (2012). Long-term earthquake forecasts based on the epidemic-type aftershock sequence (ETAS) model for short-term clustering, *Research in Geophysics*, **2**, doi:10.4081/rg.2012.e8.
23. Peng, Y., Zhou S., Zhuang J. and Shi, J. (2012). An approach to detect the abnormal seismicity increase in Southwestern China triggered co-seismically by 2004 Sumatra Mw 9.2 earthquake, *Geophys. J. Int.* **189**, 1734-1740.
24. van Stiphout, T., Zhuang, J. and Marsan, D. (2012). Seismicity declustering, *Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis*, doi:10.5078/corssa-52382934.
25. 遠田晋次 (2013). 内陸地震の長期評価に関する課題と新たな視点, *地質学雑誌*, **119**, 105-123.
26. 遠田晋次, 堤 浩之 (2012). 2011年4月11日に発生した福島県浜通りの地震の地震断層と活動履歴, *地質学雑誌*, **118**, 559-570.
27. Toda, S., Stein, R.S., Beroza, G.C. and Marsan D. (2012). Aftershocks halted by static stress shadows, *Nature Geoscience* **5**, 410-413.
28. Iwata, T. (2012). Earthquake triggering caused by the external oscillation of stress/strain changes, *CORSSA*, doi:10.5078/corssa-65828518.
29. Noda, A., Hashimoto, C., Fukahata, Y. and Matsu'ura, M. (2013). Interseismic GPS strain data inversion to estimate slip-deficit rates at plate interfaces: application to the Kanto region, central Japan, *Geophys. J. Int.* **193**, 61-77.
30. Terakawa, T., Hashimoto, C. and Matsu'ura, M. (2013). Changes in seismic activity

- following the 2011 Tohoku-oki earthquake: Effects of pore fluid pressure, *Earth Planet. Sci. Lett.* **365**, 17 - 24
31. 松浦充宏 (2012). 東北沖超巨大地震とプレート沈み込み帯のマルチ地震サイクル, *地質学雑誌*, **118**, 313-322.
32. Nanjo, K.Z.他 1 3 名, 4th Ogata, Y.13rd Zhuang, J. (2012). Predictability study on the aftershock sequence following the 2011 Tohoku-Oki, Japan, earthquake: first results, *Geophys. J. Int.* **191**, 653-658.
33. Parsons, T., Ogata, Y., Zhuang, J. and Geist, E.L. (2012). Evaluation of static stress change forecasting with prospective and blind tests, *Geophys. J. Int.* **188**, 1425-1440.
34. Ogata, Y. (2011). Pre-seismic anomalies in seismicity and crustal deformation: case studies of the 2007 Noto Hanto earthquake of M6.9 and the 2007 Chuetsu-oki earthquake of M6.8 after the 2004 Chuetsu earthquake of M6.8, *Geophys. J. Int.* **186**, 331-348.
35. Himeno, T., Kanao, M. and Ogata, Y. (2011). Statistical Analysis of Seismicity In a wide region around the 1998 Mw 8.1 Balleny Islands Earthquake in the Antarctic Plate, *Polar Science* **5**, 421-431.
36. Zhuang J. and Jiang C, (2012). Scoring annual earthquake predictions in China, *Tectonophysics* **524-525**, 155-164.
37. Zechar J. D., Hardebeck J. L., Michael A. J., Naylor M., Steacy S., Wiemer S., Zhuang J., and the CORSSA working group, (2011). Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis, *Seismological Research Letters* **82**, 686-690.
38. Zhang L.P. and Zhuang J. (2011) An improved version of the Load/Unload Response Ratio method for forecasting strong aftershocks, *Tectonophysics* **509**, 191-197.
39. Zhuang J., Werner M.J., Hainzl S., Harte D., and Zhou S. (2011) Basic models of seismicity: spatiotemporal models, *CORSSA*, doi:10.5078/corssa-07487583.
40. Marzocchi W. and Zhuang J., (2011) Statistics between mainshocks and foreshocks in Italy and Southern California, *Geophys. Res. Lett.* **38**, L09310, doi:10.1029/2011GL047165.
41. Zhuang J., (2011), Next-day earthquake forecasts for the Japan region generated by the ETAS model, *Earth Planets Space* **63**, 207-216.
42. Toda, S., Lin, J. and Stein, R. S. (2011). Using the 2011 Mw9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake to test the Coulomb stress triggering hypothesis and to calculate faults brought closer to failure, *Earth Planets Space* **63**, 725-730.
43. Toda, S., Stein, R. S. and Lin, J. (2011). Widespread seismicity excitation throughout central Japan following the 2011 M=9.0 Tohoku earthquake and its interpretation by Coulomb stress transfer, *Geophys. Res. Lett.* **38**, doi:10.1029/2011GL047834, April 2011.
44. Toda, S. and Enescu, B. (2011). Rate/state Coulomb stress transfer model for the CSEP Japan seismicity forecast, *Earth Planets Space* **63**, 171-185.
45. Iwata, T. (2012). Revisiting the global detection capability of earthquakes during the period immediately after a large earthquake: considering the influence of intermediate-depth and deep earthquakes, *Research in Geophysics 2*, 24-28, doi:10.4081/rg.2012.e4.
46. Iwata, T. (2012). Earthquake triggering caused by the external oscillation of stress/strain changes, *CORSSA*, doi:10.5078/corssa-65828518.
47. Hashimoto, C., Noda, A. and Matsu'ura, M. (2012). The Mw9.0 northeast Japan earthquake: total rupture of a basement asperity, *Geophys. J. Int.* **189**, 1-5.
48. Nomura, S., Ogata, Y., Komaki, F. and Toda, S. (2011). Bayesian forecasting of the recurrent earthquakes and its predictive performance for a small sample size, *J Geophys. Res.* **116**, B04315, doi:10.1029/2010JB007917, April 2011.
- [学会発表] (計 3 5 件、全て招待講演)
1. Ogata, Y. (2013). A Prospect of Earthquake Prediction Research, 8th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei8), Peking University, Beijing, China, 10 August 2013. (Pre-Workshop Tutorial)
2. Ogata, Y. (2013). Real-time foreshock discrimination, 8th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei8), Peking University, Beijing, China, 13 August 2013.
3. 尾形良彦 (2013). 実践的地震予測に向けた研究について, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2013 年 5 月 21 日.
4. Ogata, Y. (2013). History-dependent magnitude forecast by statistical discrimination of foreshocks, SCEC/CSEP Workshop on Testing External Forecasts and Predictions, Davidson Conference Center, University of Southern California, Los Angeles, CA, U.S.A., 7 May 2013.
5. 尾形良彦 (2013). 短期予測と統計モデル, 会重点検討課題「地震の短期予測の現状と評価」, 第 200 回地震予知連絡会議, 九段第二合同庁舎, 東京(日本), 2013 年 8 月 21 日.
6. Zhuang, J. (2013). Test seismicity anomalies by using the ETAS model as null hypothesis, 8th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei8), Peking University, Beijing, China, 13 August 2013. (Invited lecture)
7. Zhuang, J. (2013). Foreshock phenomena and the Bath law implied by generic earthquake clustering, ERI seismicity seminar, Earthquake

- Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 19 September 2013.
8. Iwata, T. (2013). A Bayesian approach to estimate the periodic change in earthquake detection capability and its applications to JMA catalogue, 8th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei8), Peking University, Beijing, China, 13 August 2013.
 9. Ogata, Y. (2013). A prospect of earthquake prediction research, The Second International CORSSA Workshop, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 22 January 2013. (Keynote lecture)
 10. Ogata, Y. (2012). Residual Analysis in Statistical Seismology and Discovering Seismicity Anomalies, The 2nd Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting, Tsukuba City, Japan, 3 July 2012.
 11. Ogata, Y. (2012). Some Issues and Proposals for Operational Space-Time Forecasting and Their Evaluations, SCEC CSEP Workshop: Final Evaluation of the Regional Earthquake Likelihood Models (RELM) Experiment and the Future of Earthquake Forecasting, Rancho Las Palmas Resort, Rancho Mirage, CA, U.S.A., 6 June 2012.
 12. Zhuang, J. (2012). Scoring Annual Earthquake Predictions in China, SCEC CSEP Workshop: Final Evaluation of the Regional Earthquake Likelihood Models (RELM) Experiment and the Future of Earthquake Forecasting, Rancho Las Palmas Resort, Rancho Mirage, CA, U.S.A., 7 June 2012.
 13. Toda, S., Meghraoui, M., Tsutsumi, H., Ferry, M., Haraguchi, T., Mechernich, S. and Okumura, K. (2012). The 2011 M=9.0 Tohoku-oki earthquake, its seismic cycle, and postseismic hazard viewed from onshore geologic and geomorphic investigations, 2012 Fall Meeting of the American Geophysical Union (AGU), Moscone Center, San Francisco, U.S.A., 7 December 2012.
 14. 遠田晋次 (2012). 東北地方太平洋沖地震による内陸誘発地震活動の減衰と継続性, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2012 年 5 月 22 日.
 15. Iwata, T. (2013). Daily and seasonal variations in earthquake detection capability: quantitative evaluation through Bayesian approach, The Second International CORSSA Workshop, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 22 January 2013.
 16. Kumazawa, T. and Ogata, Y. (2013). Analysis of Induced seismicity after the 2011 Tohoku-Oki earthquake by non-stationary ETAS models, The Second International CORSSA Workshop, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 24 January 2013.
 17. Ogata, Y. (2012). Delaunay-based Bayesian seismicity models: Introduction to a program package, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 14 March 2012. (Keynote lecture)
 18. Ogata, Y. (2012). Modeling of earthquake occurrence for predicting seismic activity and discovering seismicity anomalies, ESF-JSPS Frontier Science Conference Series for Young Researchers, The Four Seasons Hotel Tokyo at Chinzan-so, Tokyo, Japan, 1 March 2012.
 19. Ogata, Y. (2011). Diagnosis of seismic anomalies and stress changes: Case studies from the recent earthquakes in and around Japan, Workshop on Statistical and Physical Modelling of Earthquake Processes, GNS Science, Avalon, Lower Hutt, New Zealand, 27 October 2011.
 20. Ogata, Y. (2011). The M9 Tohoku-Oki earthquake and statistical seismology, Seminar series in honour of David Vere-Jones, Waikanae, New Zealand, 26 October 2011.
 21. 尾形良彦 (2011). 非地震性すべりと地震活動異常と地殻変動異常, 日本地震学会 2011 年秋季大会, 静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップ, 静岡市, 2011 年 10 月 13 日.
 22. 尾形良彦 (2011). 東北地方太平洋沖地震と統計地震学, 2011 年度統計関連学会連合大会, 九州大学伊都キャンパス, 福岡市, 2011 年 9 月 5 日.
 23. Ogata, Y. (2011). Seismic and geodetic anomalies preceding the rupture around the focal region: Applications of the ETAS model, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 8th Annual Meeting, Taipei International Convention Center, Taipei, Taiwan, 10 August 2011.
 24. Ogata, Y. (2011). Anomalous seismic activities before and after the M9 Tohoku-oki Earthquake, 7th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei7), Nomikos Conference Center, Thera (Santorini), Greece, 25 May 2011.
 25. Zhuang, J. (2012). On the criticality of branching models for earthquake occurrences, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 13 March 2012. (Invited lecture)
 26. Zhuang, J. and Nanio, K.Z. (2011). Next-day Earthquake Forecasts Generated by the ETAS Model, Asia Oceania Geosciences Society(AOGS) 8th Annual Meeting, Taipei International Convention Center, Taipei, Taiwan, 10 August 2011.
 27. Zhuang, J., Vere-Jones, D., Ogata, Y. and Marzocchi, W. (2011). Foreshock phenomena and the Båth law implied by generic earthquake clustering, 7th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei7), Nomikos

- Conference Center, Thera (Santorini), Greece, 26 May 2011.
28. Zechar, J.D., Hardebeck, J.L., Michael, A.J., Naylor, M., Steacy, S., Wiemer, S. and Zhuang, J. (2011). CORSSA: Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis - Status & Outlook - Discussion, 7th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei7), Nomikos Conference Center, Thera (Santorini), Greece, 26 May 2011.
29. Toda, S. (2012). Widespread seismicity excitation and seismic shadow following the 2011 M=9.0 Tohoku, Japan, earthquake and its implications for seismic hazard, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 12 March 2012.
30. Iwata, T. (2012). Daily variation of the detection capability of earthquake and its influence on the completeness magnitude, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 13 March 2012.
31. Iwata, T. (2011). The estimation of a slip distribution of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw=9.0) based on the spatial distribution of its aftershocks and rate-and state friction law, 7th International Workshop on Statistical Seismology (Statsei7), Nomikos Conference Center, Thera (Santorini), Greece, 25 May 2011.
32. Matsu'ura, M. (2012). Systematic errors in the inversion analysis of GPS array data to estimate interseismic slip-deficit rates at plate interfaces, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 14 March 2012.
33. 松浦充宏 (2011). 地震学が越えなければならぬ壁: “想定外”の超巨大地震, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 幕張メッセ 国際会議場, 千葉市, 2011 年 5 月 25 日
34. Kumazawa, T. and Ogata, Y. (2012). Detecting misfits of the ETAS for seismicity anomalies, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 13 March 2012.
35. Nomura, S., Ogata, Y. and Nadeau, R. (2012). Space-time models of repeating earthquakes in Parkfield segment, International symposium on statistical modeling and real-time probability forecasting for earthquakes, The Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa City, Tokyo, Japan, 13 March 2012.

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計 1 件)
 名称: 特許権
 発明の名称: 余震予測装置, 余震予測方法, および, プログラム
 発明者:
 近江崇宏、尾形良彦、平田祥人、合原一幸
 権利者: 東京大学
 種類: 特許 (Patent)
 番号: 特願 2013-99426 号
 出願年月日: 2013 年 5 月 9 日
 国内外の別: 国内
 ○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
 ホームページ等: リスク解析戦略研究センター地震予測解析プロジェクト
<http://www.ism.ac.jp/~ogata/Ssg/ssg.html>
 Statistical Seismology Research Project (同上英語版) <http://www.ism.ac.jp/~ogata/Ssg/ssgE.html>
 代表者尾形良彦個人ホームページ
<http://www.ism.ac.jp/~ogata/JAPINDEX.html>
 Home Page of Yosi Ogata (同上英語版)
<http://www.ism.ac.jp/~ogata/index.html>
 科研費グループの活動、社会活動・社会への貢献、成果、メンバー研究論文 (非査読論文を含む) 学会発表 (セミナー、発表予定を含む) など余すことなく準リアルタイムで掲示している。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾形良彦 (OGATA, Yosihiko) 情報・システム研究機構 統計数理研究所 名誉教授、研究者番号: 70000213

(3) 連携研究者

庄 建倉 (ZHUANG, Jiancang) 情報・システム研究機構 統計数理研究所 准教授、研究者番号: 70465920

加藤昇吾 (KATO, Shogo) 情報・システム研究機構 統計数理研究所 助教、研究者番号: 60468535

松浦充宏 (MATSU'URA, Mitsuhiro) 情報・システム研究機構 統計数理研究所 特任教授 / 外来研究員、研究者番号: 00114645

菅谷 勝則 (SUGAYA, Katsunori) 情報・システム研究機構 統計数理研究所、研究者番号: 40598661

遠田晋次 (TODA, Shinji) 京都大学・防災研究所・准教授 および 統計数理研究所 客員教授、研究者番号: 80313047

鶴岡 弘 (TSURUOKA, Hiroshi) 東京大学・地震研究所 准教授、研究者番号: 10280562

岩田貴樹 (IWATA, Takaki) 早稲田大学・国際教養学術院・助教 / 情報・システム研究機構 統計数理研究所 特任准教授、研究者番号: 30418991