

課題番号	LR020
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	東南海・南海地震に対応した正確な地震情報を提供する実用的早期警報システムの構築
研究機関・ 部局・職名	京都大学・防災研究所・助教
氏名	山田 真澄

**1. 当該年度の研究目的**

東北地方太平洋沖地震の解析結果により、緊急地震速報の2つの大きな問題点が明らかとなった。1つは以前から予測していた通り、断層領域を考慮していないことによる関東地方での震度の過小評価、もう1つは、余震が同時に多発したことにより、震源をうまく決定できなかったことである。東南海・南海地震において正確な地震情報を提供するためには、断層領域や破壊方向をリアルタイムで推定して震度予測に取り入れること、および多発する余震をうまく分離して正しく震源を予測することである。前年度までに行った研究では、これらの問題点を改善するアルゴリズムを提案してきた。本年度は、新規開発したアルゴリズムをシミュレーターに取り込み、プロトタイプを構築する予定である。

プロトタイプ構築には、カリフォルニア工科大学でベイズ理論を利用した緊急地震速報の開発に取り組んでいる博士課程の学生を招聘して研究を行う。また、開発したアルゴリズムを気象庁のシステムにスムーズに組み込んでいけるよう、気象庁の研究員を招聘し、開発した新規アルゴリズムを緊急地震速報だけでなく、震源決定にも応用できるように開発研究を行う予定である。

さらに、和歌山県との共同研究により、潮岬に地震計を設置することも検討中である。潮岬は、東南海・南海地震発生時に、最も早く地震動および津波が到達すると考えられている。ここに地震計を設置することで、出来る限り速報の猶予時間を長くしたいと考えている。

さらに、東北地方太平洋沖地震の際には、地震動によって地すべりが多数発生した大きな問題となった。最近の研究で、地震計の記録が地すべりの特定に役立つことが分かってきており、緊急地震速報のプロトタイプシステムを応用することができる。開発するシステムを利用して、地すべり自動検知の機能も組み込みたいと考えている。

**2. 研究の実施状況**

今年度はカリフォルニア工科大学の博士課程の学生と気象庁地震火山部の職員を招聘し、共同研究を行った。カリフォルニア工科大学のグループでは、ベイズ理論の工学分野への応用の研究が進んでいる。ベイズ理論の一種である、粒子フィルタを利用した同時多発地震の判別手法について、より精度を高めて誤差を少なくするようアルゴリズムの改良に取り組んだ。気象庁の職員を招聘したことにより、構築したアルゴリズムを現状のシステムに組み込むようにするチューニングが進み、2011年の実データを利用して緊急地震速報のパフォーマンスが向上することを確認した。

本研究の成果を利用して、リアルタイムで災害をモニタリングするプロトタイプシステムを構築した。このシステムでは、緊急地震速報や地すべり発生確率、地すべりの発生、現在の強風・高波情報、累積雨量や現在の降水量を1つのインターフェースによって確認できる。現在所内で試験運用中であり、

様式19 別紙1

今後精度向上を図る予定である。

気象庁や緊急地震速報の研究者との情報交換も継続して行っており、25年度は東京大学地震研究所にて打ち合わせ会議を2回、京都大学防災研究所にて研究集会を1回開催した。さらに緊急地震速報に関する研究成果をまとめた報告書を作成した。

和歌山県との共同研究により、潮岬に地震計を設置した。この地震計は120秒程度の長周期まで観測が可能であり、巨大地震の際にも振りきれずに地震記録を得られることが期待される。潮岬は、東南海・南海地震発生時に、最も早く地震動および津波が到達すると考えられている。今後の研究で、潮岬の観測記録を利用した大阪平野の長周期地震動推定を実施していく予定である。

本研究の成果は、気象庁の第五回緊急地震速報評価・改善検討委員会技術部会で発表され、平成27年度に更新を予定している次期・地震活動等総合監視システム(EPOS)の一部として実装する予定であることが発表された。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 9 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 4 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Liu, A. and M. Yamada (2014). Bayesian Approach for Identification of Multiple Events in an Early Warning System. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.104-3 doi: 10.1785/0120130208</li> <li>樋本圭佑, 山田真澄, 西野智研 (2014). 平成 23 年東北地方太平洋沖地震における津波浸水区域外の出火傾向の分析, 日本建築学会環境系論文集, Vol.79, No. 697, pp.219-226.</li> <li>Himoto, K., M. Yamada, T. Nishino (2014). Analysis of Ignitions Following 2011 Tohoku Earthquake Using Kawasumi Model, 11th International Symposium on Fire Safety Science Proceedings.</li> <li>Yamada, M., H. Kumagai, Y. Matsushi, and T. Matsuzawa (2013). Dynamic Landslide Processes Revealed by Broadband Seismic Records, Geophysical Research Letters, doi:10.1002/grl.50437</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>山田真澄 (2014). 2011 年 3 月 12 日長野県北部の地震 東日本大震災合同調査報告, 共通編 1 地震と地震動, 5.4 節, pp. 196-202, 東日本大震災合同調査報告書編集委員会.</li> <li>Yamada, M., M. Yamada, Y. Fukuda, C. Smyth, Y. Fujino, and K. Hada (2014). Estimation of Strong Motion during the 2011 Northern Nagano Earthquake and an Associated Building Damage Survey. Wenzel, Friedemann, Zschau, Jochen (Eds.), Chapter 2, pp.29-47, ISBN 978-3-642-12233-0, Springer</li> <li>Yamada, M., M. Hashimoto, Y. Fukushima, Y. Matsushi, and M. Chigira (2014). Automatic Detection of Landslides from SAR Images: Application to the 2011 Kii Landslides Proceedings of the 2013 Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar, pp. 245-248.</li> </ol> <p>(未掲載) 計 2 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>山田真澄, 溜瀧功史, Wu Stephen (2014). 高精度・高速の緊急地震速報を目指して -気象庁観測網と Hi-net の統合処理-. 日本地震工学会論文集</li> <li>溜瀧功史, 山田真澄, Wu Stephen (2014). 緊急地震速報のための同時多発地震を識別する震源推定手法. 地震 第 2 輯</li> </ol>
<p>会議発表 計 12 件</p>	<p>専門家向け 計 12 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Wu, S., M. Yamada, K. Tamaribuchi, and J. Beck (2013). EEW multi-event recognition with a Bayesian approach: Rao-Blackwellized importance sampling scheme, AGU fall meeting, San Francisco, US, December, 2013.</li> <li>山田真澄, Stephen Wu, 溜瀧功史 (2013). Hi-net+気象庁観測点による震源決定の高度化, 京都大学防災研究所研究集会「リアルタイム地震動情報の高度化とその利活用」, 宇治, 2013.11.</li> <li>Yamada, M. (2013). Seismology of Landslides: Real-time Monitoring of Large Slope Failures (Invited), 9th APRU Research Symposium, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, October 2013.</li> <li>山田真澄, 後藤浩之 (2013). 地震学の魅力を伝えるアウトリーチコンテンツの作成, 日本地震学会秋季大会, 横浜, 2013.10.</li> <li>溜瀧功史, 山田真澄, Stephen Wu (2013). ベイズ推定を用いた緊急地震速報のための同時多発地震識別法, 日本地震学会秋季大会, 横浜, 2013.10.</li> </ol>

様式19 別紙1

	<p>6. Yamada, M., M. Hashimoto, Y. Fukushima, Y. Matsushi, and M. Chigira (2013). Automatic Detection of Landslides from SAR Images: Application to the 2011 Kii Landslides, 2013 Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar, Tsukuba, Japan, September 2013.</p> <p>7. Hashimoto, M., M. Yamada, Y. Fukushima, M.asahiro Chigira and Y. Matsushi (2013). Deep-Seated Landslide Associated with the Typhoon Talas, 2011, detected by TerraSAR-X, ESA Living Planet Symposium, Edinburgh, UK, September 2013.</p> <p>8. Hashimoto, M., M. Yamada, Y. Fukushima, M.asahiro Chigira and Y. Matsushi (2013). Deep-Seated Landslide Associated with the Typhoon Talas, 2011, detected by TerraSAR-X, IAG Scientific Assembly, Potsdam, Germany, September 2013.</p> <p>9. Yamada, M, Y. Matsushi, J. Mori, and M. Chigira (2013). Application of real-time seismograms: Landslide detection, IAHS-IAPSO-IASPEI Joint Assembly, Gothenburg, Sweden, July 2013.</p> <p>10. 樋本圭佑, 山田真澄, 西野智研 (2013). 2011 年東北地方太平洋沖地震後の出火傾向の分析 日本火災学会研究発表会, 熊本, 2013.6.</p> <p>11. 山田真澄, Jim Mori, 東田進也 (2013). チェバルクリ隕石のソニックブームによる地震動, 日本地球惑星連合大会, 千葉, 2013.5.</p> <p>12. 山田真澄, 熊谷博之, 松四雄騎, 松澤孝紀 (2013). 深層崩壊はなぜ加速するのか: すべりに伴う動的摩擦過程の推定, 日本地球惑星連合大会, 千葉, 2013.5.</p> <p>一般向け 計0件</p>
<p>図書</p> <p>計3件</p>	<p>1. 京都大学防災研究所(2014).巨大地震 なぜ起こる?そのときどうする? (楽しい調べ学習シリーズ)のうち、「せまる危険をいち早く知ろう 地震発生ならすぐ避難」を分担執筆</p> <p>2. 山田真澄 (2014). 2011年3月12日長野県北部の地震 東日本大震災合同調査報告, 共通編1 地震と地震動, 5.4節, pp. 196-202, 東日本大震災合同調査報告書編集委員会</p> <p>3. Yamada, M., M. Yamada, Y. Fukuda, C. Smyth, Y. Fujino, and K. Hada (2014). Estimation of Strong Motion during the 2011 Northern Nagano Earthquake and an Associated Building Damage Survey. Wenzel, Friedemann, Zschau, Jochen (Eds.), Chapter 2, pp.29-47, ISBN 978-3-642-12233-0, Springer</p>
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>緊急地震速報を発表した地震の解析結果 <a href="http://www.eqh.dpri.kyoto-u.ac.jp/~masumi/ecastweb/index.htm">http://www.eqh.dpri.kyoto-u.ac.jp/~masumi/ecastweb/index.htm</a></p> <p>地震被害調査報告 <a href="http://www.eqh.dpri.kyoto-u.ac.jp/~masumi/eq/index.htm">http://www.eqh.dpri.kyoto-u.ac.jp/~masumi/eq/index.htm</a></p>
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>2014年2月17日 京都大学阿武山観測所サポーターへのトレーニング研修を行う。京都大学防災研究所、一般、30名</p>
<p>新聞・一般雑 誌等掲載 計1件</p>	<p>2013年10月24日読売新聞夕刊13面「土石流5回以上か 午前2～3時 住民証言と一致 京大防災研」に掲載</p>
<p>その他</p>	<p>2013年6月10日 日本地震学会ニュースレターVol 25, No.2の表紙を制作。</p> <p>2013年4月1日 日本地震学会広報誌なみふる(若手研究者インタビュー第3回山田真澄さん)において、インタビュー記事が掲載される。</p>

4. その他特記事項

特になし

## 実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	27,000,000	18,350,000	8,650,000	0	0
間接経費	8,100,000	5,505,000	2,595,000	0	0
合計	35,100,000	23,855,000	11,245,000	0	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	7,972,369	8,650,000	0	16,622,369	14,875,512	1,746,857	0
間接経費	5,413,582	2,595,000	0	8,008,582	8,008,582	0	0
合計	13,385,951	11,245,000	0	24,630,951	22,884,094	1,746,857	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	4,519,436	地震計、速度計、書籍等
旅費	3,535,890	研究調査旅費(東京大学地震研究所)等
謝金・人件費等	64,200	研究集会開催補助謝金等
その他	6,755,986	災害モニタリングシステムの構築、計測作業等
直接経費計	14,875,512	
間接経費計	8,008,582	
合計	22,884,094	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
地震計	LFシリーズ コン トローラ LF-1 100R / デジ タイザ LF-20 00R	1	1,260,000	1,260,000	2013/7/8	京都大学
サーボ型速度計	VSE-688G3	1	1,953,000	1,953,000	2013/10/10	京都大学
				0		