

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23710193

研究課題名(和文)「あなたのための」地震防災・災害対策支援システムの開発

研究課題名(英文) Earthquake disaster risk management support system for family members based on the safety confirmation simulation

研究代表者

小山 真紀(田原真紀)(Koyama, Maki)

京都大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70462942

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円、(間接経費) 1,050,000円

研究成果の概要(和文)：被害の軽減や被災後のQOL(Quality Of Life: 生活の質)は、個人一人一人の対策の実施が重要である。しかし災害を経験しない状態では、具体的な災害対策に結びつきにくい。本研究では東日本大震災における死傷者発生状況の調査および新聞記事に基づく個人属性に応じたニーズの調査を通じて、災害時に最もニーズの高い安否確認行動をスマートフォン上でシミュレーションできるツールを開発した。このツールを用いる事で、被災前に現状の準備状況とその結果を可視化・確認でき、不足かつ必要であると認識された対策の実現を支援するようなシステムが構築され、災害対策マネジメント支援を行う事が可能になる。

研究成果の概要(英文)：It is important that every residents do their own countermeasures for damage and casualty reduction under a natural disaster and keeping good quality of life after the disaster. However, these residents generally can't imagine the situation under a natural disaster and do concrete measures without their own experience of disaster. An analysis of the circumstances of death and circumstances of disaster victims according to multiple attributes based on newspaper articles under the 2011 Great East Japan Earthquake are conducted. A prototype smartphone based support tool for individuals' disaster control measures management is developed. The aforesaid results are reflected in the system. Users can simulate safety confirmation with their families and recognize what are matters for accomplishing their purpose before a disaster, they can plan appropriate measures and conduct them like as PDCA cycle.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 / 社会システム工学・安全システム

キーワード：スマートフォン 世帯 安否確認シミュレーション 地震災害 災害イメージ

1. 研究開始当初の背景

(1) 個人の災害対策

個人個人が災害から守りたいものを守るためには、その個人個人が主体となって災害対策に取り組む必要がある。しかしながら、それぞれの個人に必要な対策は、その人の住まい方や生活パターン、家族構成、職業などによって様々である。本来であれば、各個人が災害前にそれぞれの事情に見合った対策を立案し、実行することが望ましいが、被災していない状況で災害時の状況をイメージし、対策を立案することは、現実的には困難である。一方で、被災体験は少なくとも自分の経験した状況の中でどうすべきであったか、何が必要であったかなど、災害対策を自分事として認知し、行動に移す事につながる事が知られており、災害前に、仮想的にでもその人の状況に応じた災害時の状況を追体験する事ができれば、災害対策の実現につながる事が期待される。

(2) スマートフォンによる支援ツール

2011年3月11日に東日本大震災が発生し、宮城県、岩手県および福島県においては津波によって多数の死傷者が発生した。この地震では、日本全域にわたって大きな揺れに見舞われた。東京においても震度5強の揺れを観測し、この揺れの影響で公共交通網がストップしたため、多数の帰宅困難者が発生した。これを受けて、スマートフォンによる帰宅支援ツールのニーズが一気に顕在化し、多数の帰宅支援ツールが開発されることにつながった。

2. 研究の目的

本研究ではスマートフォンを活用することにより、一人一人の生活パターンや位置情報、家族の情報を連携させることで、カスタムメイドされた「あなたのための」地震防災対策支援を実現する事を目的とした。

研究申請時は東日本大震災発災以前であり、当初予定していた支援システムは、ユーザーのいる場所で想定される被害をカメラ画像に重ねて可視化し、対策を講じた場合の「軽減された被害状況」を改めて可視化する事により、対策の実施を促す事前対策支援と、被災時に自宅方向や家族の位置と距離、経路付近の避難所等の情報を示すことによる直後対応支援の2機能を有するものを計画していた。

しかしながら、現在地の被害想定情報の可視化、被災時の経路提案や避難所情報提供支援などについては東日本大震災をきっかけにして多数のシステムが提供されつつある状況にあった。そこで本研究は、当初の目的を踏襲しつつ、災害時の状況を疑似体験することを通じて、それぞれの(明文化されていない)現状の準備状況とその結果を可視化することで、各々の準備状況を確認し、不足かつ必要であると認識された対策の実現を支

援するようなシステムの構築を行った。これにより、現況に基づいた疑似体験を行う事で問題点を可視化し、改善を支援するという災害対策マネジメント支援を実現する。

3. 研究の方法

(1) 研究の枠組み

災害時の状況のシミュレーションを実現するにあたり、東日本大震災における死者発生状況に関する調査を行った。また、個人属性に応じてどのような状況が生じるのかを明らかにするため、新聞記事に基づいて、発災後の時間経過に伴う個人属性とニーズに関する調査を行った。これらの結果に基づいて、被災体験手記から発災後のイベントを抽出した。これらのイベントをスマートフォン上でシミュレートすることで、被災後の状況を疑似体験できるようなアプリケーションの開発を行った。全体の流れは図1のようになる。

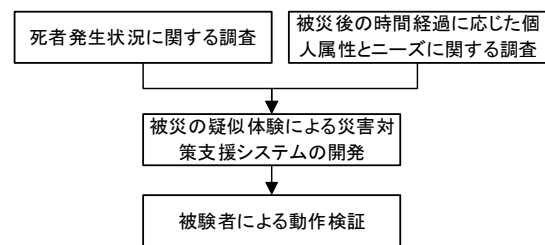


図1 研究のフロー

(2) 災害時の死者発生状況に関する調査

被災後の状況をシミュレートするための基礎的情報として、東日本大震災における死者発生状況に関する調査を実施した。調査は被災地における聞き取り調査および公開された統計資料に基づく調査の2種類実施した。

被災地における聞き取り調査は2012年11月2日～11月4日に実施した。調査対象は宮城県名取市の社会福祉協議会員2名、仮設住宅の自治会長3名、副会長3名および仮設住宅の入居者4名である。聞き取り内容は性別、年齢、家族構成、職業、地域での役割などの個人属性、平常時の生活サイクルと被災時の状況、被災時の家族の状況、避難所および仮設住宅での状況、被災後のライフサイクルの変化、安否確認状況、携帯電話の利用の可否などである。

公開された統計資料に基づく調査は、岩手、宮城、福島各県警発表の死者情報、日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チームによる浸水域地図情報、2005年国勢調査500mメッシュ統計を用いて浸水域における、年齢、性別、市町村別死亡率の算出を行った。なお、研究代表者は1995年阪神・淡路大震災における死者発生状況に関する調査は既に行っていることから、ここでは2011年東日本大震災における死者発生状況のみに関する調査を実施した。

(3) 個人属性とニーズに関する調査

前述したように、各個人が真に必要なとする対策はその人の個人属性や状況によって異なる。そのため、発災後の時間経過に伴う個人属性とニーズに関する調査を行った。関連する情報を網羅的に把握するため、調査は新聞記事のテキストマイニングによって行った。対象とした新聞は朝日新聞と河北新報であり、対象とした期間は2011年3月12日から2011年12月31日とした。

両新聞の当該期間の記事について、個人属性に関するコード（乳幼児、子供、学生、高齢者、会社員、主婦、農家、漁師、傷病者、障害者、妊婦、一人暮らし、外国人）とニーズに関するコード（ライフライン、交通、安否、避難、医療、福祉、原発、心のケア、復興、仮設住宅、失業・就職、義援金、食料、防寒具、衛生用品、ガソリン、風呂）を設定し、発災後の時間フェーズ（～3日後、～1週間後、～3月末、～1ヶ月後、～2ヶ月後、～5ヶ月後、～2011年末）ごとに共起情報に基づいて、個人属性とニーズとの関係を調査した。

(4) 災害対策支援システムの開発

本研究では、被災時の状況の疑似体験を通じて個人の災害対策マネジメント支援を行うツールの開発を行った。疑似体験のシナリオの設定として、被災後に特にニーズの高い、安否確認行動を採用した。

なお、疑似体験のためのシナリオ設定のため、災害時の死者発生状況に関する調査と個人属性とニーズに関する調査の結果を踏まえて東日本大震災および阪神・淡路大震災の被災体験手記から災害時に被災者の行動に影響を及ぼす事象の抽出を行った。

ツールはスマートフォンで動作するソフトウェアと、端末間での情報共有を行うための、Webサーバー側で動作するソフトウェアの2つからなる。本研究では無料で開発環境が提供されているAndroidベースのシステムとした。端末側アプリケーションの開発環境を表1に、サーバー側の環境を表2に示す。

上述の死者発生状況に関する調査および個人属性とニーズに関する調査を踏まえて、被災体験手記から災害時に被災者の行動に影響を及ぼす事象を抽出し、KJ法により関連性の高い項目に分類した。次に抽出された各事象とそれによって生じる影響との関係を整理した。この関係性を図2に示すAndroid端末側動作のフローそのものおよび生じるイベントに反映させている。ここで、図中の青色判断分岐はシステムによるものであり、赤色判断分岐はユーザーによる選択を意味する。

ユーザーによって入力された場所の情報は適宜webサーバーに保存される。保存される内容は、場所の緯度経度、場所のタイプ、さらにその場所に現在居るユーザー、その場

表1 端末側アプリケーションの開発環境

対象 OS	Android 4.0 以上		
SDK	Android SDK		
外部ライブラリ	Google Map Android API v2, google-play-services-v4, openCSV		
使用言語	動的処理	Java	
とファイル形式	画面レイアウトの定義	静的	XML
		動的	JAVA
	設定ファイル	XML	
	データファイル	XML,CSV	
開発環境	Eclipse (Juno)		

表2 Webサーバー側処理の開発環境

サーバー	さくらインターネットサーバー
スクリプト言語	PHP, JavaScript
データベース制御	MySQL
開発環境	xampp + Eclipse

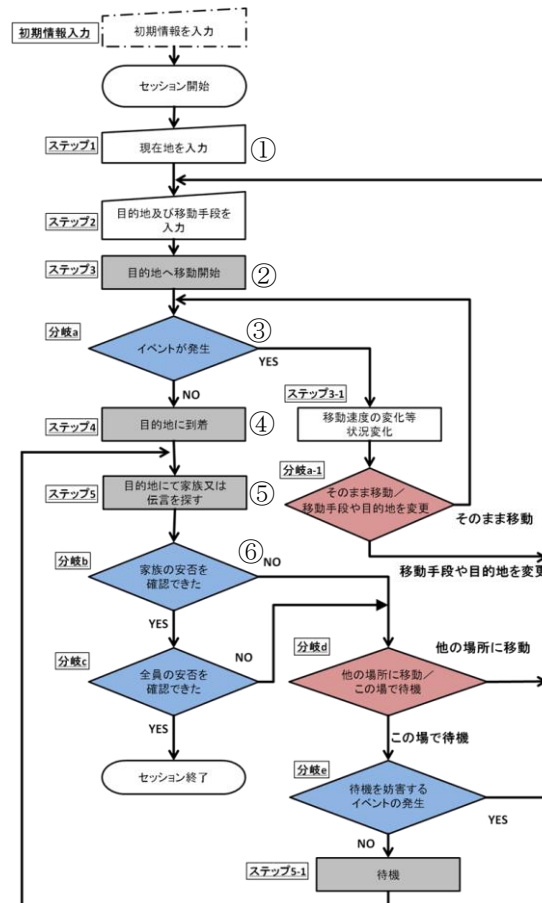


図2 スマートフォン側動作のフロー (図中の番号は図6中の番号に対応)

所を訪れたユーザー、及び残された伝言である。

本ツールは家族単位で利用し、それぞれがツール上で家族の安否を確認するための行動をとる。それぞれの行動は参加している家族全員の端末に反映され、家族の残した伝言の確認や安否確認の成否を確認できる。

(5) 被験者による動作検証

ツールの動作および効果を検証するため、被験者による利用実験を行った。被験者は家族単位とし、1人1台のスマートフォンを利用して同時に本ツールを利用することとした。対象とした家族は3家族7名であり、実験は2014年1月に実施した。

検証実験において、安否確認行動は1家族につき2セッション以上行い、各セッション終了後に各々の安否確認行動の振り返りと対策の改善を行う時間を10分間設定した(図3)。各セッションでは、東日本大震災発災時間である14時46分からスタートし、現実の時間の5秒が仮想時間での1分に当たるように設定した。セッションの終了条件は、家族の安否確認が成功するか、仮想時間内で日付が変わるまでとした。なお、仮想時間は同一セッションで参加している全ユーザーで同期されており、あるユーザーの仮想時間が12時00分であれば、他のユーザーも12時00分となっている。

また、実験開始前、実験直後、実験一週間後にアンケートを実施して実際の対策改善状況について調査した。

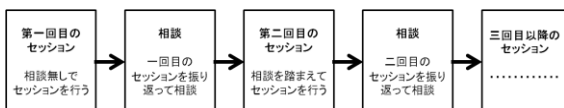


図3 検証実験のフロー

4. 研究成果

(1) 災害時の死者発生状況に関する調査

聞き取り調査から、対象者の被災時の行動と死者の被災時の行動、個人属性によって被災時の状況がどのようであったか、安否確認行動の事例とそこで行われた判断などについて各対象者の回答を整理した。

公開された統計資料に基づく調査から、各市町村における、浸水域の性別、年齢5歳階級別死亡率の算出を行った。その結果、高齢者の死亡率が突出していること、高齢者の死亡率が高いという傾向は共通するものの、浸水深が同程度でも市町村によって死亡率にバラツキがある事がある事が明らかになり

(国土交通省による被災現況調査結果 <http://www.mlit.go.jp/common/000162533.pdf> の建物被災区域の区分面積により、浸水状況の近い陸前高田市と南三陸町の死亡率を

害対策の違いが死亡率に及ぼす影響が示唆された。

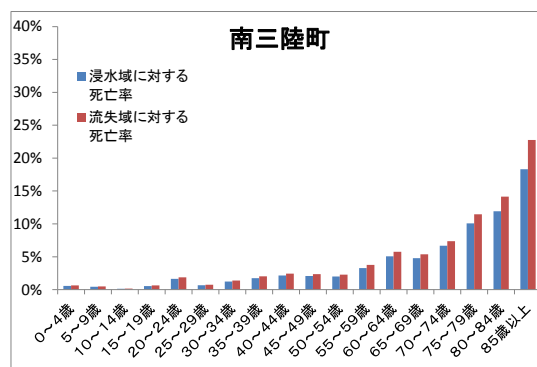
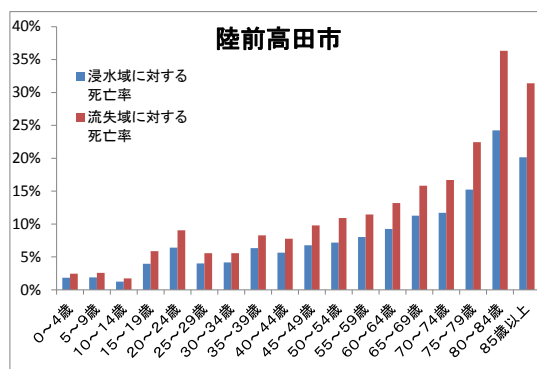


図4 年齢別死亡率の例

(2) 個人属性とニーズに関する調査

朝日新聞と河北新報の記事に基づいて、時間フェーズによる個人属性とニーズについて出現率、共起ネットワーク分析、Jaccard係数による共起状況の分析を行った。図5に時間フェーズによる、Jaccard係数による各コードの共起状況の例を示す。これは安否確認に特に関係する個人属性コードを抽出したものである。ここで、横軸の数値が各時間フェーズ（～3日後、～1週間後、～3月末、～1ヶ月後、～2ヶ月後、～5ヶ月後、～2011年末）を意味している。安否確認に特に関係する個人属性コードとして、子供、高齢者、主婦が抽出され、ここから主婦が子供や高齢者の安否確認を行う関係が推察される。また、東日本大震災では子供が多数津波にさらわれる事例が発生したため、主婦と子供の安否確認のニーズが長期に渡っていることが示されている。

なお、高齢者も安否確認行動自体は長期に渡っているものの、新聞記事の特性上、多数の犠牲が出た小学校の事例が追跡的に取り上げられているという事情も影響している。

(3) 災害対策支援システムの開発

システムを実装した。これにより、実際に複数人による安否確認行動のシミュレーションを行う事ができるようになった。また、発生イベントやユーザーの挙動はログとして記録が可能であるため、継続的な利用によ

子ども	1	2	3	4	5	6	7
ライフライン							
交通							
安否	■	■	■	■	■	■	■
避難	■	■	■	■	■	■	■
医療	■	■	■	■	■	■	■
福祉	■	■	■	■	■	■	■
原発							■
心のケア		■	■	■	■	■	■
復興							■
仮設住宅							■
失業・就職							■
義援金							■
食料							■
防寒具	■	■	■	■	■	■	■
衛生用品			■	■	■	■	■
ガソリン							■
風呂							■

(a) 子供

高齢者	1	2	3	4	5	6	7
ライフライン							
交通							
安否	■	■	■	■	■	■	■
避難	■	■	■	■	■	■	■
医療	■	■	■	■	■	■	■
福祉	■	■	■	■	■	■	■
原発							■
心のケア					■	■	■
復興							■
仮設住宅							■
失業・就職							■
義援金							■
食料							■
防寒具	■	■	■	■	■	■	■
衛生用品			■	■	■	■	■
ガソリン							■
風呂							■

(b) 高齢者

主婦	1	2	3	4	5	6	7
ライフライン							
交通	■	■	■	■	■	■	■
安否	■	■	■	■	■	■	■
避難	■	■	■	■	■	■	■
医療	■	■	■	■	■	■	■
福祉	■	■	■	■	■	■	■
原発							■
心のケア					■	■	■
復興							■
仮設住宅							■
失業・就職							■
義援金							■
食料							■
防寒具	■	■	■	■	■	■	■
衛生用品			■	■	■	■	■
ガソリン	■	■	■	■	■	■	■
風呂							■

(c) 主婦

図5 時間フェーズ別コード間共起関係の例

る検証やユーザー間の比較なども可能である。実装したシステムにおける動作画面遷移の例を図6に示す。本ツールの基本的な動作としては、図2のフローで示したとおり、家族を探す／伝言を探すための移動または待機を繰り返す動作が中心となる。位置情報はGoogle Map APIを用いて地図上から設定し、目的地までの経路を検索、その距離と選択した移動手段から所要時間を設定する。

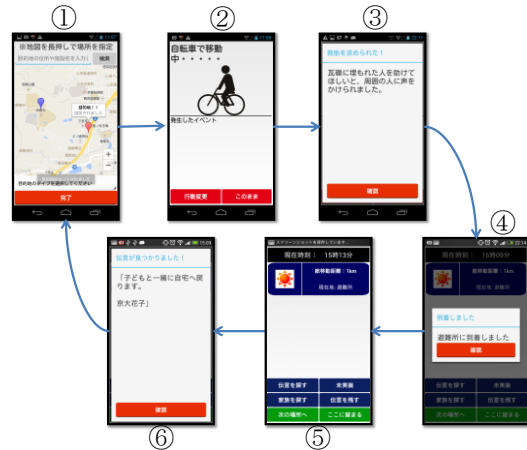


図6 ツールの画面遷移例
(図中の番号は図2中の番号に対応)

(5) 被験者による動作検証

上記で開発したツールの検証のための実験における、各セッションの安否確認の成否結果を表3に示す。今回行ったセッションは全家族合計で7回であった。その内再会できたのはB組の家族の1,3回目のセッションとC組の家族の二回目のセッションであった。B組については、アンケートの回答結果などから他の2組に比べて元々の対策が進んでいたことが分かっており、それが一回目のセッションで再会できた要因となっている可能性がある。また全体的に、家族をさがすために待機よりも移動を繰り返す傾向が見られ、同じ場所を訪れているのも関わらず、すれ違いによって再会できないという状況が見られた。

アンケート調査を行った結果から、本ツールの使用によって、定性的ではあるが災害対策促進効果が得られることが明らかになった。また実験では、相談時間を含めた複数回の安否確認セッションを行うことで、安否確認に関わるそれぞれの(明文化されていない)現状の準備状況とその結果を可視化・確認でき、不足かつ必要であると認識された対策の実現を支援するようなシステムが構築された。このように、本ツールを用いることで、災害対策マネジメント(PDCAサイクルの実現)支援を行う事が可能になる。

表3 実験による安否確認成否状況

組	実施回数	再会できたセッション	備考
A	2	2回目	
B	3	1回目, 3回目	全員自宅で再会 母と娘のみが再会
C	2	なし	

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)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 小山真紀・石井儀光・古川愛子・清野純史・吉村晶子: 東北地方太平洋沖地震における浸水状況を考慮した市町村別・年齢階級別死者発生状況, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 69, 4, pp. I_161-I_170, 2013.
- ② 藤森崇浩・小山真紀・清野純史: 災害報道からの個人属性別の状況の抽出～東日本震災後の全国紙と地方紙のテキストマイニングから～, 地域安全学会論文集 No. 23, 2014. 7 (登載決定)

[学会発表] (計16件)

- ① 小山真紀・三谷智子・吉村晶子: 東北地方太平洋沖地震における浸水域と死者発生状況について, 第31回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, 5-130, 2011.
- ② 小山真紀・三谷智子・吉村晶子・孔相権, 東日本大震災における死者発生状況, 日本集団災害医学会誌, 第17回日本集団災害医学会総会・学術集会プログラム・抄録集, Vol. 16, No. 3, pp. 510, 2011. 12.
- ③ 横枕直人・小山真紀・清野純史: スマートフォンを活用した室内被害の事前可視化による負傷軽減対策促進システムの開発, 平成24年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集, IV-53, 2012. 6.
- ④ M. Koyama, A. Yoshimura, J. Kiyono, N. Ishii, S. Mitani and S. Koh: An analysis of the circumstances of death in the 2011 Great East Japan Earthquake, 15th World Conference on Earthquake Engineering, 2012. 9. 24-28, Lisbon.
- ⑤ 横枕直人・小山真紀・清野純史: AR技術を用いた室内危険度可視化アプリケーションの開発, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集, I-193, 2012. 9.
- ⑥ 横枕直人・小山真紀・清野純史・岡田成幸: AR技術を用いた家具転倒危険度可視

化スマートフォンアプリの開発, 第31回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp. 13-14, 2012. 9.

- ⑦ 小山真紀・石井儀光・古川愛子・清野純史・吉村晶子: 東北地方太平洋沖地震における浸水状況を考慮した市町村別・年齢階級別死者発生状況, 第32回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, 6-342, 2012. 10.
- ⑧ 小山真紀・石井儀光・古川愛子・清野純史・吉村晶子: 500mメッシュ統計をベースとした市町村別死者発生状況について, 日本地震工学会・大会-2012 梗概集, 58-59, 2012. 11.
- ⑨ 小山真紀・吉村晶子: 東日本大震災における福島県内の死者発生状況について, 日本集団災害学会誌, Vol. 17 No. 4, P1-1, 2012. 12. 31.
- ⑩ 富岡祥平・小山真紀: AR技術を用いた防災教育ツールの活用に向けた社会実験について, 平成25年度近畿地方整備局研究発表会 論文集, 防災・保全部門: No. 22, 2013. 7.
- ⑪ 小山真紀・後藤源太・古川愛子・清野純史: 東北地方太平洋沖地震時の死者発生における地形の影響に関する検討, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, pp. 185-186, 2013. 09.
- ⑫ 藤森崇浩・小山真紀・清野純史: 東日本大震災時における個人属性に応じた情報ニーズの時系列評価に関する研究, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, pp. 203-204, 2013. 09.
- ⑬ 小山真紀・藤森崇浩・佐藤翔輔・清野純史: 東日本大震災における時系列新聞記事データにみる属性別状況と推移について, 日本災害情報学会第15回研究発表大会予稿集, pp. 218-221, 2013. 10.
- ⑭ 太田裕・小山真紀: 2011年東日本大震災に伴う人間被害の激甚性 既往地震群との対比でみる年令等依存性(3), 日本地震学会講演予稿集, .B22-13, 2013. 10
- ⑮ 小山真紀: 東日本大震災における死者と地形との関係について, 日本集団災害学会誌, Vol. 18 No. 3, pp. 366, 2013. 12. 31.
- ⑯ 太田裕・小山真紀: 東日本大震災に伴う死者の年齢依存性(4) 乳幼児・高令者の死亡率は常に高いのか?, Japan Geoscience Union Meeting 2014, SSS23-24, 2014. 04. 28- 05. 02, Yokohama, Kanagawa, Japan.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小山 真紀 (KOYAMA, Maki)

京都大学・大学院工学研究科・特定准教授
研究者番号: 70462942