

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24404009

研究課題名(和文) アジア農村・山間コミュニティを支援する災害情報伝達システムの設計と技術戦略の提案

研究課題名(英文) Design and proposal of a technological strategy system for disaster information dissemination in support of local communities in mountainous areas in Asia

研究代表者

川崎 昭如 (Kawasaki, Akiyuki)

東京大学・工学系研究科・特任准教授

研究者番号：00401696

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、山間・農村地域の災害対応力向上に資する情報伝達のあり方と技術戦略を多角的に検討した。特に携帯電話の利用に着目し、SMSの一斉メール送信を使った災害情報伝達に関する社会実験を実施した。その結果、屋外スピーカーによる情報伝達が及ばない範囲においてもSMSによる情報伝達が確認できた。また、東南アジアと我が国の地方行政の水害対応を比較として、行政から住民までの情報伝達過程を、組織間の役割分担と情報マネジメントの視点から整理した。さらに、我が国の自治体での災害・避難情報伝達に関する実態調査を行い、東日本大震災後に緊急速報メールをはじめとする新たな伝達手段が広く普及したことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This research conducted a demonstration experiment and questionnaire surveys in rural, mountainous areas in Thailand, Myanmar and Bangladesh to examine the dissemination of disaster information from governments to local residents. It was demonstrated that Short Message Service (SMS) has the potential to be an effective method of information sharing in areas where loud speakers are used as the main media for warning local residents. Results were compared to studies on the process of disaster information dissemination in Japan, such as the cases for the 2011 typhoon in Wakayama Prefecture and the 2013 heavy rains in Aichi Prefecture. In addition, a questionnaire survey of 111 municipalities in Japan on the changes in disaster information systems after the 2011 Tohoku Earthquake was also carried out. Finally, a technological strategy for disaster information dissemination for rural, local communities in mountainous areas was proposed.

研究分野：防災情報、災害対応、流域環境管理

キーワード：防災情報 水害 タイ ミャンマー 携帯電話

1. 研究開始当初の背景

急速な経済成長を遂げるアジア地域では、都市の人口集中や乱開発のみならず、山間地域においても政府の経済推進策等による大規模土地開発により、山肌が全面的に削られ、一面が商業ゴム園などの農地へ改変されている。遠隔や辺境の急峻山岳地帯を含めて、これまで人が住むことのなかった危険地帯への居住人口の増大により、アジア地域の水災害リスクは顕著に高くなっている。頻発するスコールやゲリラ豪雨による地滑りや外水氾濫などへの災害脆弱性が急速に増大する中、来るべき災害時には多数の人的被害の発生が予想される。概して、これらの地域には貧しい農民や移民が暮らしているが、各国政府・自治体の限られた資源の中で十分な防災対策は行われておらず、今後、社会基盤整備による災害抑止はほとんど期待できない。アジア地域において、自然災害と貧困の悪化は密接な関係にあり、それらが災害脆弱性を高めるといふ負の連鎖を断ち切ることが喫緊の課題である。

一方、開発途上国においても携帯電話やインターネットなどの情報通信技術の普及は急速に拡大している。東南アジアの山間地域の農村や漁村では、TV やラジオは持たないが携帯電話は所有する世帯が増えている。

2. 研究の目的

アジアの農村・山間地域のコミュニティ支援のための災害情報伝達システムのあるべき将来像の検討を目的とした。具体的には、現地調査にもとづき現状の問題を把握し、住民ニーズやリテラシーを考慮した効果的な災害情報伝達手段と表現方法を検討した。また、通信インフラ事業者や行政を対象とした通信技術の将来動向に関するヒアリング調査により、これらの災害情報伝達手段の達成可能性について分析した。

本調査では、日本で先行的に蓄積される防災の知見や教訓、情報通信分野での先端的技術や事例を活かし、各国政府・自治体の支援が期待できない地域コミュニティレベルでの災害対応力向上を目指した災害情報伝達システムを設計するために必要な技術戦略を検討した。本調査ではタイ、ミャンマー(図1)、バングラデシュ(図2)で現地調査を行ったが、本報告書ではタイと我が国で実施した以下の3つの研究成果を紹介する。

(1) 携帯電話のメール機能であるショート・メッセージ・サービス(SMS)を利用した災害情報伝達の有効性を、現地のニーズや社会経済的要素を考慮した上で分析した。

(2) 地方行政に着目して我が国の災害経験および防災に関する技術と学術的知見を現地の事情に応じて適用する手法を検討し、我が国の災害情報伝達システムのタイの農村・山間地域への適用を分析した。

(3) アジアにおける望ましい災害情報伝達方法を検討するにあたり、我が国の事例として、国内の自治体による災害・避難情報の伝達体制の調査を行い、現状と課題を把握した。また、実際の災害時における住民間での情報の受信状況を調査し、住民側での課題も把握した。これらの分析より、海外におけるPUSH型・PULL型情報手段の効果的活用に関する示唆を得た。

3. 研究の方法

(1) 研究対象地は、600-1,500メートルの山岳に囲まれ、多くの農村が山間に散在するタイ王国ルーイ県プールワン郡とし、下記の調査を実施した。既存の災害情報伝達体制およびその課題を明らかにするための地方行政機関・自治体・住民へのヒアリング調査、住民の災害リスクに対する認識、災害情報に対するリテラシーや、希望する伝達手段を把握するためのアンケート調査、SMSによる災害情報伝達の技術的可能性を明らかにするための各キャリアへのヒアリング調査、SMSを利用した災害情報伝達の実装可能性を検討するための実証実験。

(2) 現地の地方行政と我が国における水害で対応した地方自治体を対象として、水害時の降雨や河川水位の観測データから住民の避難までの情報マネージメントを、関連組織間の関係性と業務と情報の流れの視点から整理した。そしてタイと我が国の調査対象地域の特性を比較して、タイの調査対象地域の情報伝達過程の現状を踏まえた災害情報伝達システムに必要な要件を抽出した。

本研究では、2011年台風12号豪雨水害における和歌山県古座川町の対応と、タイ王国ルーイ県プールワン郡における対策状況を調査対象とした。タイでは郡が住民の避難に



図1 ミャンマーでのアンケート調査



図2 バングラデシュでのワークショップ

関する権限を持つことから、我が国の事例と比較する際は郡と町が同一レベルと言える。

(3) 我が国の事例研究として、首都圏の各市町村の災害・避難情報の伝達体制の調査を行った。調査対象地域は東京都、防災先進自治体である静岡県、両都県に隣接する神奈川県内の130の市区町村とし、アンケート調査票を送付した後に、111の自治体からの回答を得た(回収率は85.4%)。

また、実際の災害事例としては、2013年9月4日午後5時10分に、豪雨に伴い名古屋市全域に避難準備情報(内水氾濫)が発表された事例に着目し、情報の発表前後に市内の建物内に居た20~60歳の住民を対象としたインターネットアンケート調査を行い、425の回答を得た。

4. 研究成果

(1) 山間・農村地域でのSMSの利用に関する調査結果を下記に示す。

山間・農村地域の既存情報伝達の課題

課題1: 災害情報は、中央政府や県から下位の行政機関に伝達されるが、伝達に時間を要すること、および情報の空間精度が粗いため、実質的な災害対応は郡(県の一つ下の行政単位)により行われる。一方、群から下位の行政機関への情報伝達は、携帯電話による音声通話や、移動体無線機であるウォーク・トーカー、および人づてにより行われるが、相手の通話中や不在等の理由により伝達が停滞する場合があるなど、効率性に欠ける。

課題2: 住民への災害情報伝達は屋外スピーカー(停電で使用できない場合は手動サイレン)の「音声(音)」で行われるが、情報の聞き逃しや、豪雨時に発生する騒音により、住民が情報を正確に入手できない、あるいは情報自体を得られない可能性がある。

住民の情報リテラシーや希望する情報

研究対象地の3つの村で合計300件のアンケート調査を実施した。現地の住民は洪水を年中行事として捉え、災害として認識していないという印象が一般的に持たれているが、調査の結果、洪水被害リスクに対する不安度は日本と同程度であることが分かった。住民は既存の情報伝達手段である屋外スピーカーからの情報を希望し、村長からの情報を最も信頼するなど、日常的に接するものや人に対して大きな信頼を置くことが明らかになった。屋外スピーカーによる情報伝達は住民に希望される一方、豪雨時の伝達に特に問題があることから、SMSによる情報伝達も考慮することが望まれる。SMSに対するリテラシーは携帯電話を所持する住民で高く、今後の携帯電話所持率の増加に伴い情報リテラシーの向上も期待される。一方、携帯電話を所持していても、自宅および農地で電波を受信できない住民がそれぞれ62%、40%であった。

SMSの技術的な利用可能性

SMSの一斉送信・同報配信サービスの利用

は、タイにおいても技術的には十分可能である。研究対象地のように、携帯電話のサービスエリアが限られる山間・農村地域は、ユニバーサル・サービス義務(USO)事業の対象地であるため、今後は大手キャリア3社によるサービスの拡大が期待できる。

SMSによる災害情報伝達の有効性

SMSを住民に実際に送信し、その伝達効果を屋外スピーカーと比較する実証実験を行った。その結果、伝達可能な人数は屋外スピーカーが有効であったが、SMSを活用することで、地理や降雨の影響により屋外スピーカーからの情報入手が困難な範囲の住民に対しても、情報伝達が可能になることが実証された(図3)。また、住民のリテラシーは高く、SMSメッセージの内容に応じた避難行動がとれる可能性が高いことが明らかになった。さらに、SMSによる情報を受信した住民は、実際の災害時にもSMSメッセージの配信を希望するなど、SMSメッセージを利用した災害情報伝達の実用性を確認することができた。

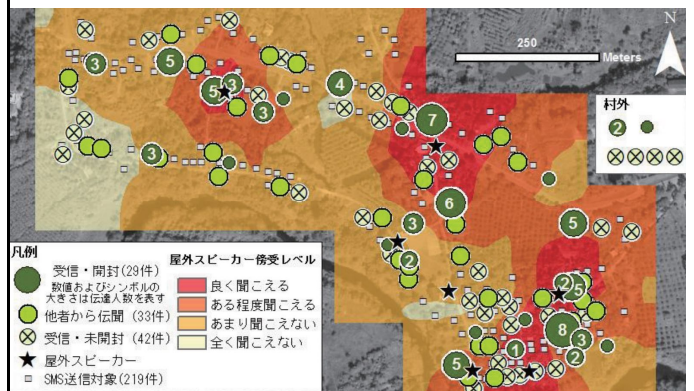


図3 SMSおよび屋外スピーカーの情報伝達効果の比較

(2) タイと我が国の地方行政の比較に関して、2011年台風12号豪雨水害での和歌山県古座川町の対応事例を踏まえて、ルーイ県ブルワン郡の水害時の避難に関する情報マネジメントを評価して課題を抽出するとともに下記に改善案を示した。

中央政府の観測情報/予警報の共有

郡と住民が避難の判断を早期かつ適確に行うためには、根拠となる観測情報が必要となる。古座川町でも地方気象台や県が観測する降雨/水位に関する情報を把握していた。しかし調査を実施した時期では、レンジャー、Mr. Warning、住民による現場での目により得られる情報が多く、中央政府がセンサーによって把握する情報は他組織に伝達されない。現場で目視することは洪水発生時には巻き込まれて被害を受ける可能性があることから、可能な限り無人のセンサーで観測することが望まれる。予警報に関しても同様に気象および河川に関する知識が乏しい郡の担当者だけで状況を予測することは簡単ではない。中央政府の専門知識を持った人材によ

り状況を予測して予警報の発令を判断して郡および住民に伝達することが望まれる。

この課題の解決策の一つとして中央政府が持つ観測情報と発令した予警報を郡と住民がインターネット等でリアルタイムに共有できる環境を整備することが挙げられる。現地の携帯電話の普及率の上昇と、スマートフォンが徐々に普及してきていることから、村の住民の誰かはインターネットにアクセス可能になると考えられる。解決策を踏まえたプールワン郡の観測情報、予警報と避難情報に関する情報連関表を図4に示す。

		情報発信組織				上流の村 レンジャー
		中央政府	県	郡	TAO	住民
中央政府			a.情報の共有 b.降雨/水位 c.県レベル範囲 d.Fax, インターネット	a.情報の共有 b.降雨/水位 c.県レベル範囲 d.インターネット		a.情報の共有 b.降雨/水位 c.県レベル範囲 d.インターネット
県				観測情報の共有		
郡		a.情報の共有 b.降雨/水位 c.源流域, 役場, 村周辺 d.インターネット	a.情報の共有 b.降雨/水位 c.源流域, 役場, 村周辺 d.インターネット			
TAO				a.観測情報の報告 b.水位 c.役場周辺 d.無線, 携帯電話		
住民				a.観測情報の報告 b.水位 c.村周辺 d.無線, 携帯電話		a.観測情報の報告 b.降雨/水位 c.村周辺 d.直接確認
上流の村 レンジャー				a.観測情報の報告 b.降雨/水位 c.源流域, 上流域 d.無線		a.観測情報の報告 b.降雨/水位 c.源流域, 上流域 d.無線

図4 水害に関する観測情報の情報連関表 (改善案)(プールワン郡)

郡による住民の避難促進

2011年台風12号豪雨水害において古座川町では、災害発生が想定される際には空振りを恐れず日が昇っている時間帯に避難すると町と住民で合意がとれていたため、早期に町の主導による避難ができた。町は集落に職員を早期に派遣していたため、道路が途絶した後でも対応できた。浸水被害のピーク時には水位観測所に欠測が生じたほか、固定電話、携帯電話、ケーブルテレビに障害が生じた。以上を踏まえて、避難情報の発令を判断する権限を持つプールワン郡が早期に住民の避難を促進する環境整備が必要となる。

解決策は2点考えられる。一つ目は被害が生じる前に早期に住民が避難するか残留するかを判断できるよう働きかけを行うことである。平時より郡は村と避難判断基準について合意をとる、住民が避難について支障を感じている事項を取り除く必要がある。二つ目は、郡から避難情報を住民に伝達できる手段の多重化である。現在では無線と携帯電話で村長に伝えてから、住民に様々な手段(無線、携帯電話、地域ラジオ、サイレン、屋外スピーカー)で伝えるが、いずれも音声によるものであることから大雨時には聞き取れない可能性も考えられる。例えば携帯電話のエリアメールやSMSのような文字データで住民に情報を直接送信する環境を整備することで、住民に記録として避難情報を残すこと

ができる。ルイ県によるこの情報の送信も考えられるが、古座川町の事例より避難情報の判断組織から直接住民に配信しないことは、1段階手間をかけることになる。そのためプールワン郡が適していると言える。

(3) 我が国の自治体による災害・避難情報の伝達体制に関する調査から、PUSH型の伝達手段としては、ほぼ全ての自治体が「防災行政無線の屋外スピーカー」を利用しており、78.4%の自治体が携帯電話向けの緊急速報メールを、32.4%が音声告知端末を利用していることが分かった(図5)。PULL型の伝達手段としては、85.6%の自治体がホームページを利用して他、83.8%が自治体運営の住民登録型のメールサービスを、55.0%がSNSアカウントを利用していた。内陸と沿岸の自治体での比較を行ったところ、沿岸の自治体では津波や高潮のリスクがあるにも関わらず、内陸に比べて情報伝達手段の整備が遅れていた。また、97.3%の自治体が全国瞬時警報システム(J-ALERT)を運用していたが、J-ALERTによって自動起動を行うことのできる媒体は行政無線以外ではあまり見られず、J-ALERTの迅速性を活用した更なる情報伝達手段の多層化が課題であることが分かった。

緊急速報メールは東日本大震災後にめざましく普及し、約8割の自治体で導入されていたが、「非対応の機種があり全住民に届かない」「高齢者の携帯電話所有率が低い」などの受信者側の問題が認識されていた。また、市町村(政令市は区単位)ごとの配信であるために「配信エリアを細かく指定できない」点、「複数の携帯キャリア専用の画面で別々に入力しなければならぬ」点も課題に挙げられた。海外にて携帯電話へのメール配信システムを構築する際には、これらの課題を考慮した仕組み作りが必要と考えられた。

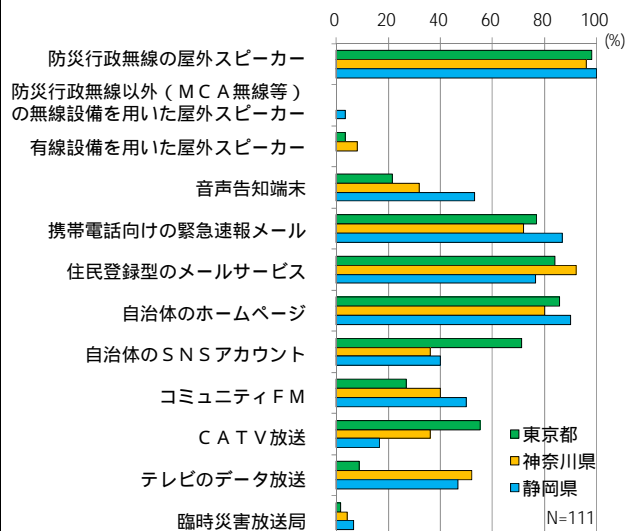


図5 市区町村の災害・避難情報伝達手段

名古屋市での豪雨の事例に関する住民アンケート調査からは、避難準備情報を発表直後に見聞きした割合(発表直後のリーチ

率)は約半分に上ることがわかった。情報の受信手段別のリーチ率を見ると、携帯電話への緊急速報メールの割合が最も多く、情報伝達力が高いことが確認された(図6)。特に、防災行政無線の屋外拡声器は、時間雨量 89mm/h 近くという豪雨かつ室内という環境のため非常に低くなり、著しい豪雨時には緊急速報メールの効果が高いことが示唆された。

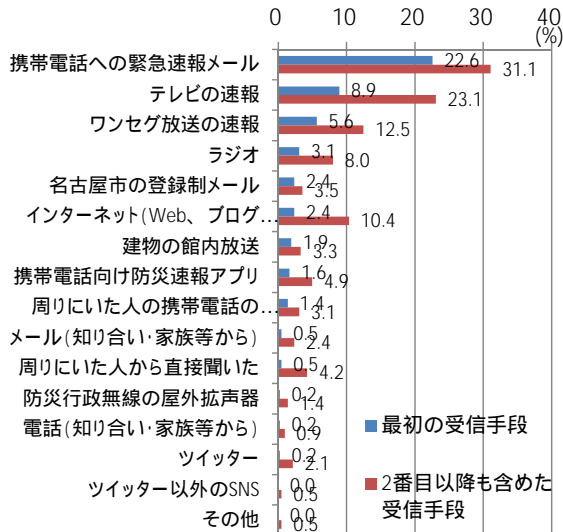


図6 避難準備情報を見聞きした伝達手段

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 20 件)

- 小高暁, 川崎昭如 (2015) 伝達手段間の災害情報伝達効果の比較: タイ王国ルーイ県での実証実験. *生産研究*, 67(4), 掲載決定, 査読無.
- 大原美保 (2015) 自治体による PUSH 型・PULL 型の災害・避難情報伝達に関する実態調査, *日本地震工学会論文特集号*, 掲載決定, 査読有.
- Henry, M., Kawasaki, A., Takigawa, I., Meguro, K. (2015) The impact of income inequality on vulnerability and information collection: An analysis of the 2011 Thai flood. *Journal of Flood Risk Management*, DOI: 10.1111/jfr3.12144, 査読有.
- 小高暁, 川崎昭如, 大原美保, 近藤伸也 (2014) タイ東北部での携帯電話による災害情報伝達の効果分析: SMS メッセージを利用した山間・農村地域での実証実験. *地域安全学会論文集*, 24, 191-199, 査読有.
- 田平由希子, 川崎昭如 (2014) 2011 年ミャンマー国バゴー川洪水における地方防災体制に関する分析: 住民への情報伝達と行政の支援体制に着目して. *地域安全学会論文集*, 23, 33-43, 査読有.
- Htut, A.Y., Shrestha, S., Nitivattananon, V., Kawasaki, A. (2014) Forecasting climate change scenarios in the Bago River Basin, Myanmar. *J. Earth Sci. & Clim. Change*, 5(9), DOI: 10.1111/jfr3.12144, 査読有.
- Bhagabati, S.S., Kawasaki, A., Babel, M.S., Ninsawat, S., Rogers, P. (2014) A cooperative game analysis of transboundary hydropower development in the Lower Mekong: Case of the 3S Sub-basins. *Water Resources Management*, 28, 3417-3437, 査読有.
- 小高暁, 川崎昭如, 大原美保, 近藤伸也 (2014) タイ王国での SMS を利用した災害情報伝達の実証実験報告. *生産研究*, 66(4), 351-357, 査読無.
- ヘンリー マイケル, 川崎昭如, 目黒公郎 (2013) 2011 年タイ洪水時の社会格差と災害情報収集に関する分析. *地域安全学会論文集*, 21, 241-250, 査読有.
- 小高暁, 川崎昭如, 大原美保, 小森大輔, ニンサワット・サラワット (2013) タイ王国の山間・農村地域における携帯電話を活用した災害情報伝達手段に関する検討. *地域安全学会論文集*, 21, 189-198, 査読有.
- 田平由希子, 川崎昭如, 市原裕之 (2013) 民政移行後のミャンマー中央政府の防災体制と今後の課題. *地域安全学会論文集*, 21, 241-250, 査読有.
- Kawasaki, A., Berman, L.B., Guan, W. (2013) The growing role of web-based geospatial technology in disaster response and support. *Disasters*, 37(2), 201-221, 査読有.
- Babel, M.S., Fakhruddin, S.H.M., Kawasaki, A. (2013) A decision support framework for flood risk assessment: an application to the Brahmaputra River in Bangladesh. *Floods: From Risk to Opportunity (IAHS Publ.)*, 357, 263-272, 査読有.
- 小高暁, 川崎昭如, 大原美保, 近藤伸也, 小森大輔, アディン・サタラック (2013) タイ東北部山間・農村地域の災害情報伝達手段における SMS の導入可能性に関する調査分析. *地域安全学会論文集*, 19, 9-16, 査読有.
- 石川哲也, 近藤伸也, 川崎昭如, 大原美保, 目黒公郎 (2013) 2011 年台風 12 号豪雨水害における十津川村出身者による Twitter アカウント運用の分析. *生産研究*, 65(4), 473-479, 査読無.
- 川崎昭如, 小森大輔, 森田敦郎 (2013) チャオプラヤ川の学際踏査研究 その 2 - 地方行政・地方自治行政の災害対応についての基礎調査 -. *生産研究*, 65(4), 487-489, 査読無.
- ヘンリーマイケル, 川崎昭如, 目黒公郎 (2013) 収入格差が 2011 年チャオプラヤ川洪水時の市民の災害情報収集に与えた影響. *生産研究*, 65(4), 497-500, 査読無.
- 松下朋子, 佐原孝紀, 川崎昭如, 大原美保, 近藤伸也, アンサリー メヘディアーメッド, ラーマン Md.マフィズール,

- 目黒公郎 (2013) バングラデシュにおける水害時の災害情報伝達に関する調査：ダッカ近郊農村における取り組みの事例から。生産研究, 65(4), 501-508, 査読無。
- 石川哲也, 川崎昭如, 目黒公郎 (2012) 山陰地方豪雪災害時の Twitter ユーザによる情報発信行動の分析。地域安全学会論文集, 17, 135-143, 査読有。
 - 川崎昭如, 小森大輔, 中村晋一郎, 木口雅司, 西島亜佐子, 沖一雄, 沖大幹, 目黒公郎 (2012) 2011 年タイ王国チャオプラヤ川洪水における緊急災害対応：政府機関の組織間連携と情報共有に着目して。地域安全学会論文集, 17, 109-117, 査読有。

〔学会発表〕(計 10 件)

- Kodaka, A., Kawasaki, A., Visualization of Disseminated Disaster Information at Rural Mountainous Areas in Thailand. *ICA Symposium on Cartography in Internet and Ubiquitous Environments 2015 (CIU2015)*, Tokyo, Japan, Mar. 2015.
- 大原美保, 豪雨時の災害情報リーチ率の把握—2013 年 9 月名古屋市以内での事例—, *日本災害情報学会第 16 回研究発表大会予稿集*, 50-51, 2014.
- Kodaka, A., Kawasaki, A., Ohara, M., Kondo, S., Effect of text message of mobile phone for disaster information dissemination to rural mountainous are in Thailand, *Proceedings of the Thirteenth International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia*, Yangon, Myanmar, Nov. 2014.
- Ohara, M., Sawano, H., Survey on the Reach of Flood Evacuation Information -A Case Study of Nagoya City, Japan-, *Proceedings of the Thirteenth International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia*, Yangon, Myanmar, Nov. 2014.
- Kondo, S., Kawasaki, A., Ohara, M., Kodaka, A., Santhararuk, A., Ota, K., Analysis on disaster information dissemination process in a rural mountainous area, northeast Thailand -Comparison with heavy rain disaster in a rural mountainous area, Japan-, *Proceedings of the Thirteenth International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia*, Yangon, Myanmar, Nov. 2014.
- Dang, A.N., Kawasaki, A., Integration modelling approach for land-use change projection, Case-study in DakLak, Vietnam, *Proceedings of the Thirteenth International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia*, Yangon, Myanmar, Nov. 2014.
- 近藤伸也, 川崎昭如, 大原美保, Sunthararuk, A., 小高暁, 防災計画と行政

- 組織に着目したタイ・ルーイ県の災害情報伝達システムのあり方の検討。第 32 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, 北海道北見市, 2013 年 9 月。
- 松下朋子, 佐原孝紀, 川崎昭如, 大原美保, 近藤伸也, バングラデシュにおける水害時の災害情報伝達に関する調査 - ダッカ近郊農村における取り組みの事例から -。第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集, 千葉県習志野市, 2013 年 9 月。
 - 近藤伸也, 川崎昭如, 大原美保, Sunthararuk, A., Kaewmoracharoen, M., 中山間地域における日タイ間の災害情報伝達システムの比較。第 30 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, 75-76, 青森県弘前市, 2012 年 9 月。
 - 近藤伸也, 川崎昭如, 大原美保, Sunthararuk, A., Kaewmoracharoen, M., タイ王国ルーイ県における災害情報伝達システム。第 67 回土木学会年次学術講演会講演概要集, II-18, 愛知県名古屋市, 2012 年 8 月。

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川崎 昭如 (Akiyuki KAWASAKI)
 東京大学・工学系研究科・特任准教授
 研究者番号：00401696

(2) 研究分担者

目黒 公郎 (Kimihiro MEGURO)
 東京大学・大学院情報学環・学際情報学府・教授
 研究者番号：40222343

近藤 伸也 (Shinya KONDO)
 ひょうご震災記念 21 世紀研究機構・
 人と防災未来センター・研究主幹
 研究者番号：50426532

大原 美保 (Miho OHARA)
 土木研究所・水災害・リスクマネジメント国際研究センター・主任研究員
 研究者番号：50426532

(3) 研究協力者

小高 暁 (Akira KODAKA)
 東京大学・生産技術研究所・特任研究員

田平 由希子 (Yukiko TAHIRA)
 アジア工科大学院 (AIT)・工学技術研究科・リサーチアシスタント