

# 研究報告書

## 「迅速な災害対応のための空間を用いた情報統合技術の確立」

研究タイプ: 通常型

研究期間: 平成 22 年 10 月～平成 26 年 3 月

研究者: 井ノ口 宗成

### 1. 研究のねらい

近年、我が国では地震災害や豪雨災害といった自然災害が頻発化するだけでなく、その被害は巨大化しており、災害への備えだけでは災害を防ぐことは難しい。ひとたび災害が発生すると多くの人的・物的被害が発生し、行政としては混沌とした状況下で時間の切迫性を受けながら迅速かつ効果的な対応が求められる。迅速な対応を支えるために、災害対応現場においては IT システムの導入が進められ、迅速かつ効果的な対応を支援する仕組みが開発されている。しかしながら、行政の対応方針は現場の被害状況や新しい課題の発生に大きく左右され、統一的な調整が取られていないのが現状である。そのため、IT システムは事前からフレームが決められており、現場対応とのズレから、十分なシステム活用に至っていない。

そこで本研究では、様々な目的のもとで収集、整理された質の異なる情報に対して、効果的な情報の集約・統合を可能とする仕組みを構築し、現場で遂行される災害対応の質を高め、効率性・効果性を高めることを目的とする。情報集約・統合の一般的な手法としては、各種のデータセットに対して共通の項目(主キーと呼ばれる)を設定し、共通の項目が一致するデータ同士を結合する方法がとられる。しかし、災害対応の現場では、ある1つの目的のためにデータを収集・構築することが多く、当初の目的を超え、たとえば部局横断で情報を集約・統合することは困難である。この課題に対して、それぞれのデータが表す空間的な場所の関係性から情報の近さを導出し、関係性の高いデータ同士を集約・統合する仕掛けを構築することを目指す。

一方、災害対応の質を高めるためには「効果的な状況認識の統一」が欠かせないとされている。状況認識の統一とは、災害対応の従事者が配備された期間内に実現すべき事項を記した「現場対応計画」を着実なものとするために、被害発生状況や活動を取り巻く環境、活動に必要な人的・物的資源などを総合的に把握し、関係機関・関係者の間で共有し、お互いに齟齬なく共通した状況認識を実現するものである。この状況認識の統一において空間上での可視化は効果的とされている。先述のように、情報の集約・統合の段階で空間を扱えば、各々の情報は空間情報として扱われることとなる。本研究を通して、空間情報を用いた状況認識の統一は、大規模災害の際にどのような効果を発揮するかを明らかにする。

### 2. 研究成果

#### (1) 概要

本研究では、被災地の自治体において実際に収集・作成されたデータを対象として、情報集約・統合の可能性を追求することとした。とくに、2011年3月に東北地方太平洋沖地震が発生したことにより、よい広域で複合的な大規模災害である本災害を対象とし、自治体と協働する形で対応のスピード感を持ったまま、現場での実装・検証を繰り返す方法を選定した。具体的

には、主に以下の3つの研究を行なうことで、災害対応現場における情報の集約・統合の実態把握・解決策の検討、ならびに災害対応に対する空間的可視化の効果検証を行なった。

A) 国レベルでの状況認識の統一を目指した空間情報のマッシュアップの実現

本災害は未曾有の災害であり、広域複合災害であったがために、状況認識の統一は非常に難しいと判断された。そこで、発災翌日より内閣府において「緊急地図作成チーム」を発足し、国が対応戦略を決定する上で時系列的にどのような地図を必要とするかを明らかにした。また、各種の情報と専門家の知見を空間上でマッシュアップ(統合)することで、発災直後の状況把握が困難な状況下で、被害状況の推定を行ない、先を読んだ対応の支援を実現した。

B) 県・市レベルでの被災者生活再建過程における状況認識の統一と戦略的対応の実現

A)は緊急・応急期の対応である。災害対応過程では、その後に復旧・復興期を迎える。そこで被災地である岩手県ならびに沿岸市町村を対象として、復旧・復興期の空間情報の活用可能性を追求した。被災者に対する個々の支援を総合的に把握するために「岩手県被災者台帳システム」を構築・実装し、その中に空間情報を取り扱えるような仕掛けを導入した。対応が進む過程で情報が蓄積され、お互いに参照可能な形となる。これにより、被災地における被災者の実態を的確に把握でき、効果的な支援策展開を実現した。また市町村と県が協働する環境を整え、全体としての状況認識の統一を実現した。

C) 現場対応過程における空間情報収集方策の追究

B)を推進する過程での最大の課題は「エクセル等で管理される文字情報(住所情報)から空間情報へ変換するには高い精度を持つことが出来ない」ことであった。そこで、タブレット端末を活用し、現場の災害対応の過程で知り得た情報に対し、即時的に位置情報を付与できる仕組みを開発した。これを平成 25 年台風 18 号・台風 26 号の被災地で実証検証をおこない、その有効性を示した。

(2) 詳細

研究テーマ A:「国レベルでの状況認識の統一を目指した空間情報のマッシュアップの実現」

2011年3月の東北地方太平洋沖地震(以下、東日本大震災)発生を受け、内閣府合同庁舎5号館において、緊急地図作成チームを発足した。3月12日から4月26日まで活動を実施し、のべ279人日を動員し、500枚の地図を作成した。これは、各省庁からあがってくる報告情報に対し、住所や自治体名、地物名などを手がかりに空間情報へと変換し、目的に応じて空間上で集約することで可視化し、国レベルでの状況認識の統一を支えた。災害対応の現場では、実際に発生した被害状況に応じて、利用可能な資源を勘案し、対応にかかる戦略を決定する。本災害では、「実際の被害状況」の把握が非常に困難であった。この状況下で、様々な情報を空間情報として扱い、空間上でマッシュアップすることで、状況の推定を行なった。状況の推定においては、平時から実施している「防災計画策定のための被害発生シナリオ」を参考に、災害発生後に収集されたハザード観測情報(津波潮位、震度分布等)を条件としてシナリオを絞り込み、被災地で起こっている状況を同定した(図1)。本災害では、各機関がウェブ上で空間的可視化を進めていたが、「分かった状況を可視化」にとどまっており「被災地がこうなっているであろう」という推測までは至っていない。本研究を通して、各種情報のマッシュアップならびに

専門家集結により得られた大きな成果である。また、500 枚の地図を目的別に整理し、大規模災害に対する国レベルでの状況認識を統一する際に把握すべき状況を明らかにした(表1)。これは国の災害情報管理に係る方針改定に寄与したと考えている。

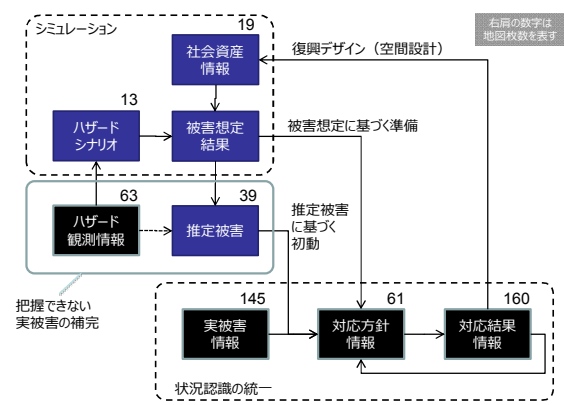


図1 初動対応における推定被害の活用

地図の位置づけ	可視化された内容による地図の分類	枚数 : 計
ハザード観測情報	放射能観測状況	63: 63
	原発避難勧告・指示エリア	8:
	東電による計画停電予定状況	5: 13
推定被害情報	建物単位の震度分布図	1:
	原発避難勧告・指示エリア内の建物分布状況	5:
	低標高地域における建物分布状況	33: 39
実被害情報	孤立島の発生状況	31:
	行方不明	38:
	負傷者の発生状況	40:
社会資産情報	建物被害	23:
	火災の発生状況	13: 145
	各自治体の人口・世帯数	2:
対応方針情報	65歳以上人口の分布状況	8:
	要援護者要入れ可能施設状況	7:
	衛星写真による被災エリアの実態	2: 19
災害対応結果情報	避難所と被災可能施設の関係性	54:
	避難所避難指示の発射資料	1:
	特定被災地区公共団体指定の発射資料	1:
災害対応結果情報	特定被災地区公共団体指定の発射資料	5: 61
	避難所開設状況	8:
	安全確認状況	1:
	救助法の適用	9:
	救助法・支援法の適用	3:
	物資調達実施状況	1:
	応援職員派遣状況	25:
	ライフラインの復旧状況	38:
	京浜東北線(羽根橋)の応援状況	18:
	トレンドリーダーによる災害への社会の認識の可視化	7: 160
合計	500: 500	

表1 状況認識の統一に必要な地図一覧

研究テーマ B:「県・市レベルでの被災者生活再建過程における状況認識の統一と戦略的対応の実現」

研究テーマ A の後、東日本大震災の被災地では復旧・復興期を迎え、効果的で確実な被災者の生活再建支援が大きな課題となった。これまでの災害では局所的であったため、被災市町村だけに閉じた支援で十分であったが、東日本大震災では複数市町村が広域にわたって被災し、足並みをそろえ、被災市町村全体として被災者生活再建支援を進める必要があり、県も調整する役割を担った。また、各種の支援はそれぞれに担当部局が決定しており、支援の実態を総合して把握することは困難であった。この課題に対し、被災者への生活再建支援の状況を総合的に管理できる「被災者台帳システム」を設計・開発した。これは、ウェブベースの仕組みとし、どの市町村であっても、統一的な これは 2007 年新潟県中越沖地震に柏崎市で設計・開発した基礎システムを向上的に発展したものである。本システムは個票にて被災者個人・世帯単位で、各部局が進める支援の詳細を管理できる。また、様々な支援内容を統合し条件に基づいた情報抽出も可能としている。さらに本システムではすべての情報に対して空間情報を付与する仕掛けとしている。岩手県との協働により、岩手県にサーバーを設置し、システム運用環境を整えた。現在、沿岸に位置する7つの被災市町村が本システム利活用しており、本報告書執筆時点でも利活用が継続し被災者生活再建支援を進めている(図2)。

本システムは情報管理システムである一方で、空間的な情報集約を可能としている。その成果として、研究テーマ A と同様に被災地の状況の可視化を通して、進捗管理ならびに課題同定を実現した。具体的には、各部局がそれぞれに進める支援状況を空間上で集約・統合することにより、「すべての支援が完了」「一部の支援のみ完了」「まったく支援が進んでいない」を可視化し、当該被災者がどの地域に集中し、その足止め要因は何かを同定する過程を進めた。これにより、被災者生活再建支援を進める上での戦略決定において、「対象者数」「分布状況」「要因把握」の3側面から状況認識の統一を図り、各市町村で実態に即した解決策を検討し、確実かつ迅速な支援へと展開した。



この研究テーマを進めるに当たり、最大の課題は「空間情報が付与されていない情報群に対して空間情報をどのように付与するか」である。一般的には「住所情報」を用いた「ジオコーディング(あるいはアドレスマッチング)」という技術がある。しかし既存研究により、我が国の住居表記方法は完全統一されておらず、また重複住所も多々存在することが指摘されている。この解決に向け、大槌町・宮古市を対象とし、すべての被災者に係る情報を人力で空間情報付与を行ない、その同定プロセスを明らかにするとともに、定量評価を実施した(図3)。先述のジオコーディング技術では住所情報と位置情報の関連を示した「住所テーブル」にマッチング率が依存するものの、ひとが作業をする場合、背景図(住宅地図やランドマーク地図など)の文字情報を参照することで格段にマッチング率を高めることを示した。図4に示すように、段階を経て様々な空間情報を参照していくことにより、その精度を高めることができるため、高精度な空間情報付与に係るモデルができたと位置づけられる。

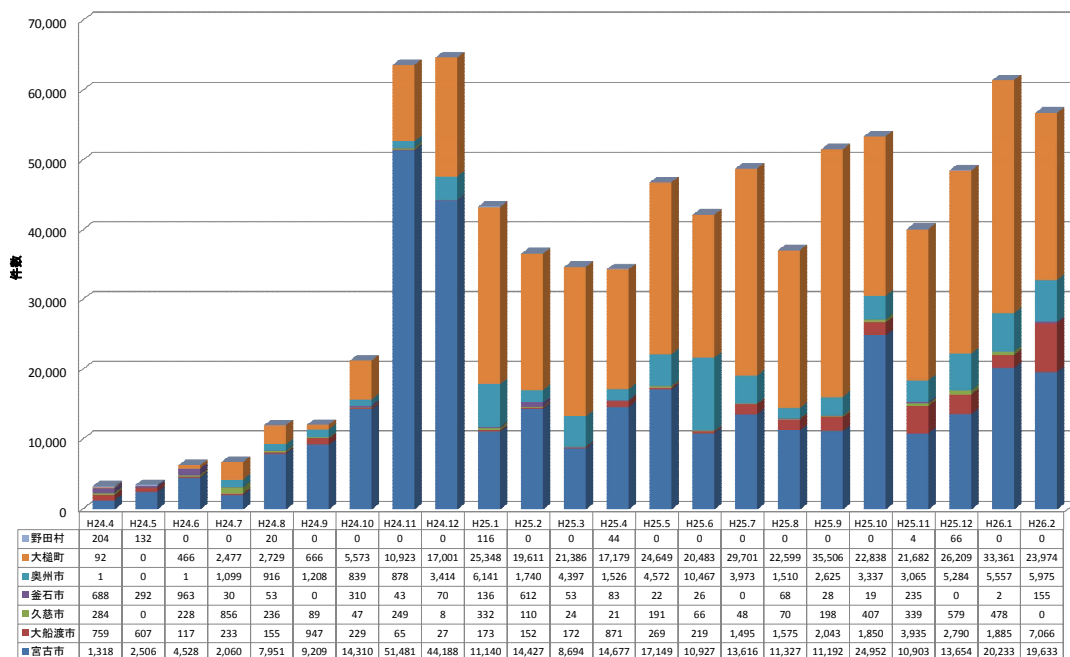


図2 岩手県の沿岸7市町村による被災者台帳の活用実態(H.24.4~H26.2)

ID	個別化の根拠	○	△	×	総計
1	住所・表札が一致	3,427			3,427
2	集合住宅	1,599			1,599
3	住所で区別可能	184			184
4	氏名(漢字)一部のみ不一致	10			10
5	住所が一致し、氏名は不一致だが家柵から判断		229		229
6	表札データはないが、家柵から判断		108		108
7	複数棟のアパートが存在		47		47
8	表札が店舗名の可能性		42		42
9	住所の記載ミスと判断		31		31
10	同姓で2軒あり、表札から個別化		29		29
11	枝番が一致し、氏名は不一致		26		26
12	住所が一致し、家柵が複数あり判断不可			224	224
13	表札なしの家柵が複数あり判断不可			23	23
14	家柵が存在しない			17	17
15	同姓が3軒以上あり判断不可			9	9
	総計	5,220	512	273	6,005
	判定率	86.9	8.5	4.5	100.0

※ 宮古市と大槌町において重複となった住所に対して実施。  
黒地の項目は、宮古市においてのみ表出化した根拠。

図3 空間情報化にかかる人力による同定プロセスと解決の定量分析



### 研究テーマ C:「現場対応過程における空間情報収集方策の追究」

先述の通り、災害対応の現場では空間情報をもたない情報群が大量に発生するため、それらに後追いで空間情報へ高精度に返還することは困難である。一方で、空間情報として情報を扱うことが出来れば、それらを集約・統合し、新しい知見を導出できることも明らかとなった。そこで、「現場対応の過程で空間情報を付与できる仕掛けがあれば、早い段階から精度の高い空間情報を取得でき、様々な情報集約・統合へと発展できる」と考えた。既存にも類似の仕組みはあるが、災害対応現場で使える標準的な仕組みとしては確立していない。

2013 年には台風18号が京都府京都市・福知山市・舞鶴市を、台風26号が東京都大島町を中心に襲来し、大きな被害が発生した。これを機に、災害対応従事者が現場対応(建物被害認定調査)を進める中で、対応情報を記録するという本来業務に加え、オンラインでの地図を活用し、空間情報を付与する仕組みを設計・開発した。この仕組みは、発災直後より被災自治体の職員が実施する「建物被害認定調査」を対象として、タブレット端末を用いて調査を行なう過程で、対象地物(家屋等)の空間情報を画面上で同定し登録するものである。これまでの現場対応の経験知から「被災前の状況」「被災後の状況」が対応の助けになることは明らかであった。そこでクラウドサービスを活用し、GoogleMap や国土地理院の航空写真、被災前の住宅地図などを1つの画面上でマッシュアップし、地図上での操作で位置登録が出来る仕掛けとした。

この仕組みを台風18号では福知山市、台風26号では大島町で実装し、検証した。とくに大島町では GoogleMap の住宅地図は整備が進んでおらず、我が国の民間が保有する住宅地図提供の支援を受けて実装した。いずれも平時から空間情報として取り扱われているため、1つのプラットフォーム上で統合し、タブレット端末へ配信する仕組みとした。また、GoogleMap の API を活用し住所検索を可能としたことに加え、タブレット端末の強みを活かし搭載された GPS から端末の場所を抽出する機能を導入した。この結果、福知山市では約 770 件、大島町では約 840 件の被災家屋に係る位置情報を取得し、各被災者・世帯へと空間情報の付与に成功した。これらはその後の対応、とくに被災者生活再建支援過程において、研究テーマ B と同様に空間上での情報集約・統合へ利用し、効果的な支援の実現に向けて推進している。これについては、進行中であり、現時点で報告できる成果としてとりまとまっていない。しかし、本研究で構築した仕組みは、災害対応過程で利用する様々な情報システムと連携できるようウェブで利用できる仕組みとして標準化を図っている。今後の災害発生時においても、早期立ち上げを実現し、初動段階から着実な空間情報取得を可能とし、社会発信を進めた。



図4 各種のクラウドサービスを統合した災害対応過程での空間情報付与システム概要

### 3. 今後の展開

本研究を開始するや否や、2011年3月11日には東日本大震災という大規模災害が発生した。また、それ以降も豪雨災害・台風災害など、災害発生が尽きることはなかった。本研究では防災研究者として、様々な被災現場において災害対応従事者とともに現実の課題を解決しながら、その思考プロセスをモデル化し、さらには現場で生成される様々な情報を、空間を用いて集約・統合することを重ね、状況認識の統一をはかり、意思決定を支援してきた。

本研究の成果の多くは、現場での課題解決を中心に実施してきた。これは実態を大きく反映しており、真に役立つ仕組み作りのあり方の追究、さらには現場との調整力の向上を実現できた。その一方で、社会全体の防災力を向上させるためには、本研究で得られた知見を他地域へ還元する必要がある。今後、本研究で得られた知見を還元できる基盤としてのプラットフォームを構築し、積極的な還元を図りたい。

また本研究を推進する過程で、東日本大震災の発生も後押しし、「研究テーマ A」については内閣府で地図作成機能の体制整備について積極的な検討が進められている。「研究テーマ B」については、災害対策基本法の改正にともない「被災者台帳の必要性」が明文化された。本研究の成果は、社会全体としての枠組みの中で推進を支えたと考えている。一方で、制度が整備されたからと言って現場で得られた「生の声」が反映されるとは限らない。そのため、本研究で蓄積された現場の実態を制度の上で仕組み化し、上記のプラットフォームに反映させながら、社会還元を推進したいと考えている。

さらに、さきがけ研究における領域会議を通して、情報分野における最先端の研究を進める研究者と交流が深まった。災害の現場は「ICT 導入」と言いながらも、システムと実務者との乖離が大きく、ICT の効果的な活用に至っていない。その多くは「利用者目線でないシステム開発がなされている」ことであり、最先端と言いながらも現実的なソリューションを持つさきがけ研究者と交流が深まったことは大変に有意義であった。今後、20～30年以内の発生確率が高まっている南海トラフ巨大地震は、我が国に東日本大震災以上の災害をもたらすことが危惧されている。それまでの間、現場での研究をさらに進め、知見を社会に還元するプロセスを継続するとともに、さきがけ研究者との共同研究を推し進め、ICTと人の観点から防災力の高い社会を実現したいと考えている。そのためにも、いかに現場の実態をモデル化し、社会で検証を重ね、モデルの精緻化と社会還元を続けていきたい。

### 4. 評価

#### (1) 自己評価

3年半という研究期間の中で、研究開始直後に東日本大震災が発生したという機会もあり、現場検証型での研究を邁進し続けた。その結果として、災害対応現場で真に必要とされている情報群の同定や情報群導出のための空間情報活用方策についての研究は大きく進んだ。一方で、混沌とした対応現場で発生する各種の情報の実態を明らかにし、その解決策の追究を重ねてきた。この点では社会貢献をするとともに研究を大きく推進できたと考えている。社会貢献という視点からは、「今後の展開」でも述べたように、法制度整備の必要性を謳う上で少なからず貢献したのではないかと考えている。2011年4月12日には第177回国会 総務委

員会に参考人として招聘され、被災者台帳システムの重要性を述べるとともに、東日本大震災の被災地での「広域・複合災害であるが故に発生しうる生活再建の難しさ」を述べたことで貢献できていると自己評価している。

また、本研究を採択されるまでは、防災分野の研究者との交流のみにとどまっており、情報分野の研究者との交流は皆無であった。なぜならば、災害対応の現場では「情報システムは実務者との乖離が大きく、また即時的な立ち上がりがなく、役に立たない」という印象が強かったからである。しかし、さきがけ研究「情報環境と人」に参画している研究者は、いずれも情報分野ではトップレベルであるとともに、現実的な利用可能性を常に考え、利用者目線で研究をしていた。災害対応現場の実状に深く興味を示す研究者も多かった。このような研究者との交流を深め、実防災で役立つ情報の仕組みを構築するにあたり、現に各期生といくつもの共同研究を立ち上げられたことは、私自身として評価できる点である。さらに、さきがけ研究での交流を契機に、情報分野の大きな学会である「電子情報通信学会」と実務者目線での災害対応を研究する学会である「地域安全学会」の架け橋役をつとめ、「減災情報システム合同研究会」を立ち上げ、防災研究者と情報研究者が協働で社会の防災力向上を追究する環境を整えた。先述の通り、我が国は今後「南海トラフ巨大地震」「首都直下地震」の発生が懸念されており、1研究者の活動だけで社会を救える状況にはない。若手を中心とした協働体制を平時から構築し、それぞれの専門性を有機的かつ現実的に結び合い、社会還元を通して、大規模災害を乗り越えるべきだと考えている。本さきがけ研究期間内に、その基礎が出来たことは大きな一歩であり、それに寄与できたことは評価できると考えている。

## (2) 研究総括評価

本研究は、その成果を論文で計ることはできない。採択直後に東日本大震災が発生した。直ちに内閣府に緊急地図作成チームを発足させ、279人日を動員し500枚の地図を作成し、災害状況の把握に大きく貢献した。復旧・復興期には、空間情報を取り扱える被災者台帳システムを構築し、現在、岩手県の7つの被災市町村が活用している。さらに、タブレット端末に着目し、災害情報に位置情報を付与して入力できるシステムを開発した。このシステムは、災害現場の支持を得て、福知山市、大島町などで多数の被災家屋の登録に用いられている。さきがけにおいても、防災学あるいは情報学を専門とする若手研究者相互の交流に努めた。「空間を用いた災害情報の統合」という大きな目標に向けた実践的研究に啓発された情報学研究者は多い。培われた研究者間のヒューマンネットワークは、今後の日本の防災に大きく寄与するだろう。

## 5. 主な研究成果リスト

### (1) 論文(原著論文)発表

1. Munenari Inoguchi, Keiko Tamura, Reo Kimura, Takashi Furuya, Haruo Hayashi, Structure of Web-Based Victims Master Database of the Life Rebuilding Process –A Study of the Great East Japan Earthquake of 2011–, 15th World Conference on Earthquake Engineering Proceedings, 2012, CD-ROM (8pp.).
2. 井ノ口 宗成・田村 圭子・木村 玲欧・小原 亜希子・林 春男, 広域災害を対象としたウェ

<p>ブ配信型被災者台帳システムの実装－岩手県・宮古市を中心とした東日本大震災被災自治体の試み－, 地域安全学会論文集, No.18, 2012, pp.351-361.</p>
<p>3. 井ノ口 宗成・田村 圭子・木村 玲欧・林 春男, 被災地の早期復興に向けた住所情報の空間情報化に関する基礎研究, 電子情報通信学会 2012年総合大会 公開シンポジウム AS-5. 安全・安心な生活のための情報通信システム, 梗概集, 2012, pp.2.</p>
<p>4. Munenari Inoguchi, Haruo Hayashi, Visualization Methods and Associated Challenges of Disaster Data for Common Operational Picture – A Case Study of the 2011 Great East Japan Earthquake based on the Activities of Emergency Mapping Team of the Cabinet Office –, Journal of i-society 2012, CD-ROM(5pp.).</p>
<p>5. 井ノ口 宗成・田村 圭子・林 春男, タブレット端末を活用した空間情報を基礎とする調査の可能性－平成 25 年台風 18 号災害を事例として－, 電子情報通信学会 第 4 回 安全・安心な生活のための情報通信システム研究会, 梗概集, 2013, pp.4.</p>

(2)特許出願

なし

(3)その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

【主な招待講演】

- ・ 井ノ口 宗成, 「被災者生活再建支援過程における被災者台帳の実効性」, 第177回国会 総務委員会 第9号, 参考人, 2011.4.12.
- ・ 井ノ口 宗成, 「東日本大震災における空間情報マッシュアップを活用した行政組織の総合的な状況認識の統一」, (財) 測量調査技術協会, 2011.11.29.

【解説・寄稿】

- ・ 井ノ口 宗成, 「緊急地図作成チームによる国レベルでの状況認識の統一に向けた取り組み」, 電子情報通信学会誌 95(3), pp.224-230, 2012.03.
- ・ 井ノ口 宗成, 「『被災者台帳』～生活再建支援システムの実現に向けて」, 消費者情報, No.422, pp.16-18, 2011.6.
- ・ 井ノ口 宗成, 「IT化社会の自治体機能を被災時にはどのように確保するか」, 都市問題, Vol.102, pp.15-20, 2011.6.
- ・ 井ノ口 宗成・田村 圭子・林 春男, 「さまざまな機関が提供する空間情報を整理・提供－東北地方太平洋沖地震緊急地図作成チーム(EMT)」, GIS NEXT, 第 35 号, 2011.4.

【プレスリリース】

- ・ 「平成 25 年台風 18 号の家屋被害認定調査に対するオンライン調査」に関して
  - H25.9.27 読売新聞(朝刊)
  - H25.9.27 毎日新聞(朝刊)
  - H25.9.27 朝日新聞(朝刊)
  - H25.9.27 産経新聞(朝刊)
  - H25.9.27 京都新聞(朝刊)



【感謝状】

京都府福知山市「平成 25 年台風 18 号の家屋被害認定調査に対するオンライン調査の  
手法」(H25.11.22 受賞)

京都府 「台風 18 号災害における被災者の速やかな生活再建に寄与」  
(H26.2.4 受賞)

京都府京都市 「平成 25 年台風 18 号の家屋被害認定調査から罹災証明発行に至るまでの  
被災者支援」(H26.3.20 受賞)