

令和 6 年 6 月 30 日現在

機関番号：82723

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04897

研究課題名（和文）災害時相互応援協定の自治体マッチングの実証的・数理的な研究

研究課題名（英文）Matching of local government for cooperation agreement on disaster management

研究代表者

鵜飼 孝盛（UKAI, Takamori）

防衛大学校（総合教育学群、人文社会科学群、応用科学群、電気情報学群及びシステム工学群）・電気情報学群  
・講師

研究者番号：20453540

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：住民に最も近い公的組織である市町村などの基礎自治体は、災害に備えて様々な対策を行う。また、必要に応じて県などの広域行政機関や国、近隣あるいは遠隔の市町村から支援を受ける。各自治体は被災時に備えて自治体や民間との間で災害時応援協定を結んでいる。災害の発生時には必要な支援の種類と量を定めるために、被害状況の把握が求められる。そのための基礎として、災害発生時の避難選択行動についてSP調査に基づく把握や施策に対する住民の効用推定などを実施した。さらに、デジタルデータ・ネットワークへの投稿などから即時的に被害予測手法について研究し、複数主体間でのマッチングを用いた簡便なモデルを提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

災害発生時の避難選択行動についてSP調査に基づいて把握することで、どこへどれだけの支援を必要とする人が存在するかを推定することができる。また、施策に対する住民の効用推定により、多数ある施策を効果的な組み合わせを求めることに寄与する。さらに、SNSに代表されるデジタルデータ・ネットワークへの投稿から被害を予測する手法は、効果的な支援を実施するための基盤となり得る。

研究成果の概要（英文）：Municipalities, which are closest to residents, take various measures to prepare for disasters. They also receive support from prefectural and other wide-area administrative agencies, the national government, and neighboring and remote municipalities as needed. Each municipality has a disaster support agreement with local governments and the private sector in preparation for a disaster. When a disaster strikes, it is necessary to assess the damage in order to determine the type and amount of support required. As a basis for this, we conducted an SP survey on evacuation choice behavior in the event of a disaster, and estimated the utility of residents for the measures taken. In addition, we have studied the method of immediate damage prediction based on the contributions to digital data networks, and proposed a simple model using matching among multiple entities.

研究分野：都市解析

キーワード：自治体共助 リスク 相互応援協定

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地震を始め、台風や火山の噴火など様々な自然災害が我が国では発生する。災害発生時には、人的な被害は言うまでもなく、家屋などの建物や、道路、橋梁といった構造物に深刻な損害が生じることも少なくない。加えて、電気やガスといったいわゆるライフラインや、通信網の途絶などが一斉に、あるいは連続して生じることとなる。こうした状況下において、罹災した地域住民への支援や、インフラストラクチャ被害の応急的な処置などが行われるが、これらの担い手もまた被災者である可能性がある。通常時を上回る量の多種多様な業務について、通常時を下回る人員での対処を強いられ、災害規模が大きいほど被災地内でこれを完結させることは難しくなる。そのため、被災自治体は、国や県、他の自治体などから支援を受けることになる。

各自治体では被災時に備えて自治体や民間との間で災害時応援協定を結んでおり、これに基づくことで、災害発生直後の混乱した状況下においても円滑な支援が実施できるよう努めている。しかし、これは応援要請の手続きや情報連絡体制、指揮体制について定めるものであり、災害直後の具体的な業務支援を目的としたものではない。また、協定を結んだ自治体間の規模に違いがあるような場合には、規模の大きな自治体が被災した際には十分な支援が受けられないことが予想される。また、近隣の自治体同士が協定を結んでいる際には、その双方が同時に被災するリスクも考えられる。

### 2. 研究の目的

本課題では、被災時において発生する様々な被害をもとに、自治体において相互の支援体制を定めた相互応援協定に基づいた支援・受援の望ましい関係を数理モデルを用いて提案することを目的とする。

### 3. 研究の方法

災害の発生時において、どのような被害が生じるのかは予測することは可能であるが、その精度は必ずしも完全とは言えない。その上、実際に生じる災害は、予測で想定する災害の規模とは異なることがほとんどである。従って、いかに精緻に予測をしたとしても、発災後に被害状況に関する情報収集は必要不可欠である。情報通信技術を活用したとしても、人的資源には限りがあるため、その全容を調べるには時間がかかる上、これと並行して対策などを講じなければならない。一方、近年ではモバイル通信の普及により、被害に関する情報が次々と発信されるようになってきている。そこで、多種多様なデジタルネットワークデータから、リアルタイムに被害を予測することで、支援を行う場所・規模を決定する基礎とする。

また、災害の発生時においては、支援を行うための基盤となる道路インフラストラクチャにも被害が生じる。このとき、通常時であれば利用可能な移動経路が利用不可能になる。すなわち、移動経路が制限される。このような選択可能な経路の制限が移動距離や通過量等に与える影響を定量的に把握する。

被害の状況が時間とともに明らかになると、これに対して支援の計画と実行を行う段階となる。ある時点で被害状況は必ずしも正確ではなく、不確実性を伴う。そこで、発災後にどこへどれだけの住民が避難するかの推定と、この推定に不確実性が存在するという前提の下で物資輸送の計画立案を行う手法を検討する。

### 4. 研究成果

新聞記事やニュース原稿、インターネットの記事などを含む様々な文章を教師データとして、機械学習を行うことで、被害の原因と結果についての災害因果の検索データベースを構築する。このデータベース構築は、直接的な因果関係を表す語句や時間的な前後関係などの表現に基づき、因果関係の判別モデルについて、サポートベクターマシンの機械判別により行なった。続いて、構築された災害因果のデータベースを用いて、因果ネットワークを作成する。ここでは、複数の文中に出現する表現の因果部分について類似度を求め、災害の連鎖構造を構築した。これにより、起こり得る被害を自動的に抽出した災害関連図の作成を行った。

また、時々刻々と到来する情報に基づいて、リアルタイムに被害を予測する手法についても検討

を行なった。災害直後の揺れのデータ、個々の建物や地域に設置されているセンサデータなど用いて、既存の予測式などから被害予測を行う。さらに、逐次的に得られるデータを用いて、パラメータの更新を行った上で、データの欠損のある地域についてもその被害予測を行うことで、被害の全体像をリアルタイムで予測する。

災害時においては、道路インフラにも影響を及ぼし、平常時であれば利用可能な経路が利用できなくなることがある。このような移動経路の制限が移動に与える影響を把握するために、円盤状の都市領域において右折に制限が与えられたとき、移動距離や通過流動量の分布を導出した。

災害の発生時に、住民は安全性の高い避難所や被害を免れた自宅等で避難を行う。一方、昼間帯においては避難者には多くの地域外の住民を含む上、在宅避難や縁故避難時には自治体による避難者数の把握が困難となる。避難先の選択行動について、SP (stated preference) 調査に基づく質問紙調査を行い、収集された回答データに基づいた多項ロジットモデルを用いて、避難行動の選択モデルを作成し、これによる避難者数の推定を行なった。さらに、このような利用者の移動行動を踏まえた上で、避難所等に相当する施設の立地場所を検討するモデルを作成し、計算を行なった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fumihito Sakahira, U Hiroi	4. 巻 -
2. 論文標題 Disaster Relation Diagram Based on a Disaster Causation Database Extracted from Japanese Newspaper Articles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of The 13th China-Japan International Workshop on Information Technology and Control Applications	6. 最初と最後の頁 189-196
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 3件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 多田 健太, 廣井 悠, 大津山堅介
2. 発表標題 分散避難を考慮した SP 調査に基づく避難選 択行動に関する研究-川崎市直下地震を想定した高津区・宮前区を対象に-
3. 学会等名 災害情報学会第26回学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 萩本茜, 石垣綾, 高嶋隆太
2. 発表標題 道路情報と利用者の移動行動を考慮した一般介護予防施設の立地の検討 - 千葉県野田市の「シルバーリハビリ体操」の事例にて -
3. 学会等名 日本経営工学会2022年春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高嶋隆太
2. 発表標題 自然・社会環境におけるリスクと便益 -リスクアセスメントを超えて-
3. 学会等名 総合危機管理学会第6回学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣井 悠
2. 発表標題 気候変動と都市のOR
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2022年秋季シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 廣井悠
2. 発表標題 深層学習を利用した定性的リアルタイム被害予測手法の構築
3. 学会等名 第12回横幹連合コンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高嶋隆太
2. 発表標題 域学連携による地域包括ケアシステムの構築
3. 学会等名 千葉エリア産官学公金共創イノベーションネットワーク第1回産官学公金マッチングシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木原 直哉, 稲垣 翔太, 伊藤 真理, 高嶋 隆太, 安藤 剛行, 東風谷 一, 田嶋 秀志, 林 晋也
2. 発表標題 介護保険事業における住民の効用 - 千葉県野田市一般介護予防事業の評価 -
3. 学会等名 日本経営工学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣井悠, 細川直史, 鹿島真弓
2. 発表標題 多様な情報から被害量を即時予測する手法の提案
3. 学会等名 日本災害情報学会第21回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高嶋 隆太  (TAKASHIMA Ryuta)  (50401138)	東京理科大学・創域理工学部経営システム工学科・教授   (32660)	
研究分担者	廣井 悠  (Hiroi Yu)  (50456141)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授   (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------