

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：82641

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24710185

研究課題名(和文)社会基盤施設の長期・広域的機能損傷に対する協調的被害影響軽減戦略

研究課題名(英文) Collaborative risk reduction strategies under long-term and wide-area infrastructure damages.

研究代表者

梶谷 義雄 (Kajitani, Yoshio)

一般財団法人電力中央研究所・その他部局等・その他

研究者番号：80371441

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、災害時における社会基盤施設の復旧速度を予測するための統計モデルと社会的に必要とされる社会基盤施設サービスの需要や経済的影響を定量的に評価するためのシミュレーション手法を開発した。本手法は、既往災害における被害データを基に構築されており、地震動の大きさなどの外力を与えることで社会基盤施設やその他の産業施設の機能的な被害や復旧状況を模擬することができ、東日本大震災の実際の状況についてもある程度の再現性を有することが示された。さらに、社会基盤施設の機能障害発生時において、設備管理者側だけでなく、利用者側が被害軽減を行うための戦略について、雨水の利用や節電を例とした事例分析を実施した。

研究成果の概要(英文)：This study developed an analytical method to estimate supply capacity and demand of infrastructure services (water, electricity, and gas) during natural disaster. Survival function type of statistical model is adopted to estimate the duration of infrastructure recovery and, a method for estimating the production capacity loss rate, which can be applied to evaluate the demand of infrastructure services, are developed. In order to fill in the gap of supply and demand, especially in the case that demand exceeds the supply capacity, this study proposes demand side management strategies such as water harvesting system. In addition, the case of energy shortages in Japan after the 311 earthquake and tsunami disasters is analyzed and derive the resilience characteristics of industrial sectors.

研究分野：リスクマネジメント

キーワード：重要社会基盤 災害ロジスティクス 経済評価 リスクガバナンス

1. 研究開始当初の背景

2011年に発生した東日本大震災や、南紀一帯に孤立地域を多数発生させた台風12号のように、日本各地において大型の災害が発生しており、社会基盤の安全性能の向上や、地域の社会基盤への依存度の在り方を含めた社会システム全体の安全性が重要になっている。これまで、社会基盤施設の復旧や、社会基盤施設のサービス停止による社会経済的影響を評価するための分析モデルは、局地的(たとえば県内一部地域)に被害をもたらす直下型地震や局地的豪雨から得られる経験に基づいて構築されてきたものが多く、国内や海外のリソースをすべて有効に活用した広域的な対応や長期の孤立地域における自律分散的な対応は十分に考えてこられなかった。

2. 研究の目的

本研究では、道路、電力などの社会基盤施設が広域かつ長期的に被害を受けたケースを対象に、施設管理者と利用者との協調的な被害軽減戦略について検討することを目的としている。具体的には、社会基盤施設の復旧過程を模擬する工学的モデルと、有事における必要資源の備蓄や被災地内外の物資の支援等を考慮した社会・経済学的モデルを統合し、地域間連携や地域・企業の事業継続計画の導入等がもたらす需給ギャップの解消効果や経済被害の軽減効果を分析するための手法を構築する。

3. 研究の方法

本研究では、まず、1) 既往研究の整理によって関連する研究や適用可能な手法を整理する。次いで、2) 東日本大震災における社会基盤被害と地域拠点(主要企業・医療・避難所)に関する公表情報の調査や3) 地域拠点関係者へのヒアリング調査を実施し、東日本大震災を対象とした社会基盤被害がもたらす地域拠点への影響に関する実態を明らかにする。さらに、4) エージェ

ントベースモデルに基づく社会基盤の復旧モデルの構築や5) 地域拠点への影響評価モデルの構築を通じて、社会基盤の復旧モデルと地域拠点への影響評価モデルの統合モデルを開発する。この統合モデルをベースに、5) 設備管理者と利用者の協調型被害軽減戦略の検討を行い、被害影響を軽減するための復旧人員協力体制や各拠点の自律分散性を高める方法などの政策的知見を導出する。

4. 研究成果

(1) 東日本大震災による社会基盤の被害と復旧情報のデータベース構築

社会基盤被害がもたらす地域拠点(企業、病院、避難所等)への影響に関する実態調査を実施した。特に、2011年3月11日に発生した東日本大震災における社会基盤被害と企業・地域拠点に関する公表情報の調査や現地のヒアリングを実施し、できる限り細かい時間・空間スケールでデータベースの構築を行った。

(2) 災害時の社会基盤途絶による利用者(企業)への影響評価

(1)のデータベースを、GIS上の地震動や津波浸水域等のハザードの情報と重ね合わせ、災害影響のシミュレーションの基盤データとするための準備を行った。空間的に不足する情報については、空間内挿等を実施した。さらに、既往研究をベースにライフラインの途絶影響、設備被害とその回復過程を考慮した企業の災害時の生産能力の評価モデルを構築した(図1)。また、基盤データとして作成した東日本大震災の社会基盤や被災企業のデータベースに生産能力の評価モデルを適用した結果、鋳工業生産指数との相関性が高いなどの良好な結果が得られた(図2)。

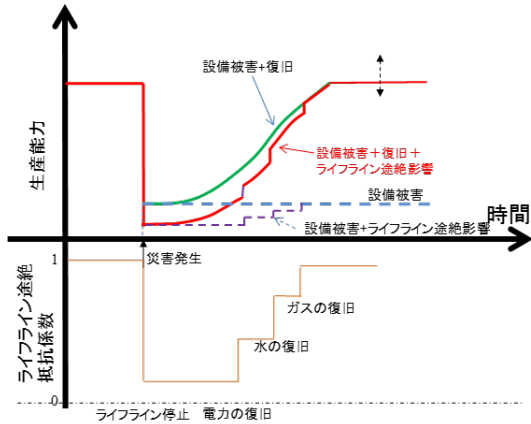


図1 社会基盤被害を考慮した企業の生産能力評価モデル

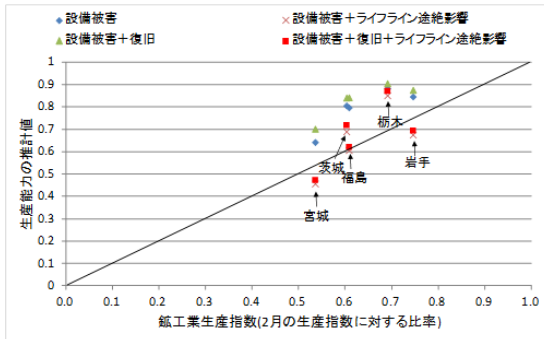


図2 東日本大震災を対象とした生産能力評価結果の検証

(3) 社会基盤施設の機能被害への対応戦略

社会基盤施設の機能障害発生時において、設備管理者側だけでなく、利用者側が被害軽減を行うための戦略について節電や雨水利用を対象とした事例分析を行った。まず、東日本大震災後の電力不足状態における企業の生産活動に対する実証的研究を通じて生産量への影響を最小限とする企業の節電能力を推計した。この結果は、今後の電力不足発生時においても参考となる数値として利用可能である。また、利用者側の対策として、雨水の利用を例として取り上げ、平常時の利用と災害時の被害軽減効果につながる項目を抽出し、その便益を計量化するモデルを構築した。さらに、実際に存在

する企業の協力の下で、その地域の降雨量のパターンや雨水で代替可能な水道の利用量などのデータを収集し、評価モデルを適用した結果、平常時と災害時における純便益を最大とする最適なタンクサイズの決定などに役立つことが示された。このようなアプローチは、重要な地域拠点における自然エネルギーの導入などを対象にしたケースにおいても、適用が可能となる。災害時の条件設定を精緻化し、社会基盤施設の管理者側の災害対策や維持管理方針と組み合わせることで、よりきめ細かな被害軽減戦略につながることを期待され、本研究ではそのためのフレームワークや基礎モデルが示されたといえる。

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 10件)

梶谷義雄, 多々納裕一, 吉村勇祐: 大規模災害時における産業部門の生産能力の推計 - 東日本大震災を対象として, 自然災害科学, Vol.31, No.4, pp.283-304, 2013 (査読有)。

中野一慶, 梶谷義雄, 多々納裕一: 地震災害による産業部門の生産能力の低下を対象とした機能的フラジリティ曲線の推計, 土木学会論文集 A1, Vol.69, No.1, pp.57-68, 2013 (査読有)。

梶谷義雄, 横松宗太, 多々納裕一, 安田成夫: 東日本大震災後の電力供給不足に対する産業部門のレジリエンスの分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.45 (CD-ROM, 2 pages), 京都大学, 2012.6

吉村勇祐, 梶谷義雄, 多々納裕一: 東日本大震災が企業の生産能力に与えた影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.45 (CD-ROM, 9 pages), 京都大学, 2012.6

Kajitani, Y. and Tatano, H.: Estimation

of Production Capacity Loss Rate after the Great East Japan Earthquake and Tsunami in 2011, Economic Systems Research, Vol.26, No.1, pp.13-38, 2014. DOI:10.1080/09535314.2013.872081)

Wei Xu, Ying Li, Norio Okada, Yukiko Takeuchi, Yoshio Kajitani, Peijun Shi: Collaborative Modeling Based Shelter Planning Analysis: Case Study of Nagata Elementary School Community, Kobe, Japan, Disasters, Vol.38, No.1, pp.125-147, 2014. DOI:10.1111/disa.12033.

Kajitani, Y., Chang, S.E., Tatano, H.: Economic Impacts of the 2011 Tohoku-oki Earthquake and Tsunami, Earthquake Spectra, Vol. 29, No. S1, pp. S457-S478, 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1193/1.4000108>

梶谷義雄, 横松宗太, 多々納裕一, 安田成夫: 東日本大震災後の電力供給不足に対する産業部門のレジリエンスの分析, 土木学会論文集 D3, Vol.69, No.5, pp.181-188, 2013 (査読有).

古橋 隆行, 多々納 裕一, 梶谷 義雄, 玉置 哲也, 奥村 誠: 東日本大震災による産業部門への経済被害の推計方法に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第 31 巻), I_197-I_210, 2014 (査読有).

小谷仁務, 梶谷義雄, 岡田憲夫: 環境負荷軽減と災害被害軽減を両立する企業の事業継続計画手法 (BCP) に関するモデル分析: 雨水利用を対象として, 水文・水資源学会誌 (査読有, 掲載予定).

[学会発表] (計 7 件)

Yoshio Kajitani, Yokomatsu Muneta,

Tatano Hirokazu, Yasuda Nario: Response and Resilience in Industrial Sector under Power Shortages after the Great East Japan Earthquake, 4th IDRiM conference, Beijing Normal University, September 7-9, 2012

Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano: Estimation of Production Capacity Losses after the Great East Japan Earthquake, 21st International Input-Output Conference, Kitakyusyu, Japan, July 8-12, 2013.

Yoshio Kajitani and Hirokazu Tatano: Production Function for the Assessment of Economic Impacts of a Natural Disaster, 5th Integrated Risk Management (IDRiM) conference, Western University, Oct.30-Nov.1, 2014.

Lijiao Yang, Yoshio Kajitani, Hirokazu Tatano, Xinyu Jiang: A methodology for estimation of business interruption loss caused by flood disaster: A case study of TOKAI heavy rain, 5th Integrated Risk Management (IDRiM) conference, Western University, Oct.30-Nov.1, 2014.

梶谷義雄, 多々納裕一: 災害時の生産関数について, 第 9 回防災計画研究発表会, ホリスティカかまた, 2014 年 9 月 20 日.

Yoshio Kajitani, Ilhan Sahin, Shigeru Kakumoto, Koji Yoshikawa, Hikari Egawa and Halit Kubily: Building a resilient city based on the memories and history of natural disasters: A case of Düzce City, Turkey, WOCMES 2014, METU (Middle East Technical University), Ankara, Turkey, August 18-22, 2014.

Yoshio Kajitani, Kazuyoshi Nakano, Ayumi Yuyama: Enhancing Business

Resilience under Power Shortage:
Effective Allocation of Scarce Electricity
Based on Power System Failure and CGE
Models, 21st International Input-Output
Conference, Lisbon, Portugal, July 17,
2014.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

梶谷 義雄 (KAJITANI, Yoshio)

電力中央研究所・地震工学領域・主任研究
員

研究者番号：80371441