

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月25日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21710168

研究課題名（和文） 災害時の地域生活継続を実現する自律分散型エネルギー拠点の構築

研究課題名（英文） Establishment of a Sufficing and Distributed Resource Base for Community Life Continuity after a Disaster

研究代表者

稲垣 景子（INAGAKI KEIKO）

横浜国立大学・都市イノベーション研究院・特別研究教員

研究者番号：20303076

研究成果の概要（和文）：本研究は、災害時のライフライン途絶を想定し、首都圏を対象に地域毎に異なるエネルギー・水需要と、地域内の資源を把握した上で、非常時にも自律的に機能する持続可能な拠点構築を目指し、その構築手法と具体像を例示した。また、東日本大震災での供給系ライフライン被害と需要家側の対応に関する調査を実施し、災害拠点病院など重要施設での影響と対応を調べる一方、住宅におけるライフライン途絶時の生活感の実態等を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：In this study, we presented the methods and process of the establishment of a sufficing and distributed energy and water base for the living continuity in the case of lifeline disruptions during a disaster. The presented methods and process are based on an investigation of the energy and water demand and resource availability in the Tokyo metropolitan area. Moreover, we also conducted an investigation on the damage to channels of supply and the consumers' attitude during the lifeline disruptions that occurred during the 2011 Great East Japan Earthquake. We considered not only important buildings like hospitals but also residential ones and clarified the actual conditions regarding the availability of the electricity, gas and water during the post-disaster period.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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：減災、防災、環境調和型都市基盤整備・建築、都市整備、地理情報システム（GIS）

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 災害時のライフライン途絶リスクとBCPの必要性

我が国は多様な自然災害リスクを有し、災害発生後、水や電気・ガスなどの供給系ライフラインの途絶により建物の機能障害が起

こると、人々の生活に大きな損失がもたらされる。近年「危機管理」が重要視され、企業や政府等において業務継続計画（以下、BCP）の策定が進められており、電力・給水等諸機能の信頼性評価手法が求められている。また、BCPや防災計画は機関毎に策定され、近隣施

設の共用や協定先の調整を行う例は少なく「地域」の視点が欠如している。

## (2) 地産地消エネルギーの環境負荷低減効果と災害時の有用性

環境負荷低減の取組みとして、地域内で太陽光や風力等の自然エネルギーやバイオマス等を活用する例があるが、これら地産地消エネルギーは、ライフライン途絶時にも利用可能と考えられる。水供給での雨水・地下水活用や再生水利用も、ライフライン途絶時の機能維持に寄与すると考えられる。また、電力自由化や新技術の実用化の結果、エネルギー供給システムの小型分散化が進みつつあり、地域内でのエネルギー需給の可能性も高まったと言える。

## (3) 電源分散化による停電リスクと対策

一方、エネルギー供給システムの小型分散化が進み、ネットワークの複雑化による供給の不安定化が懸念されている。北米大規模停電(2003)では、発電・送配電システムの不備が事故原因として指摘された。一方、自家発電設備を平常時も利用し、多重受電、燃料備蓄・供給ルート確保、広域エネルギーシステムとの連携等の仕組みを有する施設では、施設機能が維持され地域のライフスポットとしての役割を担った例もあり、非常時に自律可能な拠点構築の必要性を認識するに至った。我が国でも、兵庫県南部地震後、常用コージェネレーションシステムの非常用自家発電設備の兼用や、蓄熱槽の防火水槽認定が可能となった。これらの多様な設備機器を効果的に活用する必要がある。

## (4) 防災拠点構築の方向性

すでに防災拠点を形成する官公庁施設を集約し、公共空間の整備を図る地区整備を実施しているエリアもある。ただし、成熟社会を迎えた現在、各地で同様の大規模開発が進められることは考えにくく、環境面・財政面からもストックを活用した拠点構築が求められる。中小規模の拠点を計画的に構築・維持するためには、街区内で最新の高性能な施設・設備を共有できる仕組みが有用と考えられる。建物間でのエネルギー融通に関する研究も進められており、隣接する建物間で電気と熱を融通する ESCO 事業も実施される等、複数施設での設備機器の共用は注目を集めている。また、複数の公共施設が隣接して立地するケースも多く、災害時にハード・ソフト両面から連携できる可能性を有する。

## 2. 研究の目的

本研究は、災害時のライフライン途絶を想定し、地域毎に異なるエネルギー・水需要と、地域内の資源を把握した上で、非常時にも自

律的に機能する持続可能な拠点構築を目指し、その構築手法と具体像を提示する。

拠点構築手法の検討では、地域資源・ストックを活用すること、環境負荷低減にも寄与することを念頭に研究を進める。また、既存データを活用し効率的かつ客観的に分析を行う。

本研究の成果が、今後の「地域エネルギー計画」の方向性を示唆し、エネルギー・セキュリティ面から見た地域生活継続の実現に寄与することを目指す。

## 3. 研究の方法

研究対象地として首都圏(神奈川県横浜市等)を取り上げ、主に供給系ライフラインのうち主に電源と水を対象とする。

まず、研究の基盤となる各種統計データと建物現況等の地理空間情報を GIS 上で整理する。簡便な手法による汎用的手法の構築を目指し、公開されている統計データを整理するとともに、建物現況等の DM データは自治体より借用する。

これらの情報を元に、既存施設を活用したエネルギー拠点候補地選定のため、公共的施設群の特徴を整理・分類する。既往調査に基づく建物用途別の需要量原単位を用い、エネルギー・水需要量密度マップを作成した後、需要量を指標に地域分類し、施設および都市活動の集積地区の抽出方法を検討する。特に、熱負荷密度の高いエリアを対象に、各地区を構成する施設を整理し、既存施設を活用した拠点構築の可能性を検討する。

また、拠点の中核となりうる重要施設を対象に、設備概要と消費実態、防災対策に関するアンケート調査を実施する。調査結果に基づき、平常時と非常時ともに機能を発揮する分散型拠点の計画と評価を行い、設備の常用化や隣接施設との共用化により、防災性と環境性を向上できる可能性を検討する。

以上の検討結果をふまえ、既存施設間の連携可能性と周辺環境の活用可能性を検討し、非常時に自律するための分散型エネルギー拠点構築の具体像を提示する。

## 4. 研究成果

本研究では、各種統計データと建物現況等の地理空間情報を GIS 上で整理し、これらの情報を元に、既存施設を活用したエネルギー拠点候補地選定のため、スタディエリアにおいて公共的施設群の特徴を整理・分類した。

具体的には、主に神奈川県域で条件を整理し、エネルギー・水需要量を指標に施設や都市活動の集積地区の抽出方法・地域類型化手法を検討した。エネルギー需要量の大きい都市活動の集積地は、災害時にも機能維持が求められる地域であるとともに、建物間でのエネルギー融通等による環境負荷低減効果が

得られる地域と考えられる。負荷密度の高いエリアを構成する施設を整理した結果、高い防災性能が要求される官公庁、病院等が立地する特徴が見られた(図1)。これらの施設規模や周辺施設の特徴等を整理し、連携型自立性向上方策を検討した。街区・地域内での設備共有のイメージを図2に示す。

さらに、災害拠点病院施設を対象に、設備概要と消費実態、防災対策に関するアンケート調査を実施した。病院施設は、設備容量・需要が大きくエネルギー面的利用の中核となりうることから、病院を中核とした地区において、平常時と非常時ともに機能を発揮する分散型拠点の計画と評価を行い、設備の常用化や隣接施設との共用化により、防災性と環境性を向上できる可能性を示唆した。

また、研究期間中に東日本大震災が発生したため、その実態を把握したうえで本研究を進める必要があると判断し、供給系ライフライン被害と需要家側の対応に関する調査を実施した。災害拠点病院等の重要施設を対象に影響と対応を調べる一方、住宅におけるライフライン途絶時の生活感の実態等を明らかにした。この調査結果等をふまえた地域機能自律性評価手法を構築することが今後の課題である。

本研究の成果は、今後の「地域エネルギー計画」の方向性を示唆し、エネルギー・セキュリティ面から見た地域生活継続の実現に寄与するものとする。

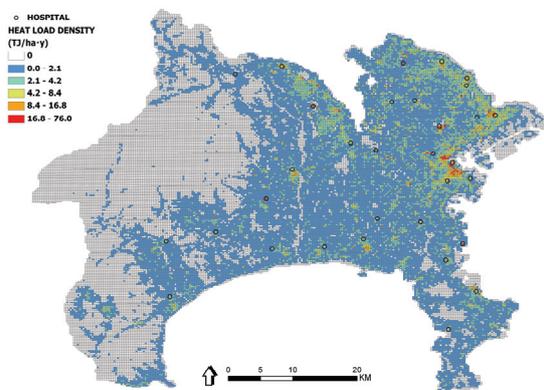


図1 病院の立地と熱負荷密度(神奈川県)

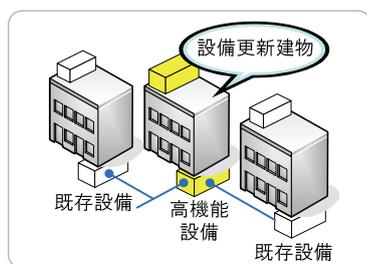


図2 街区・地区内での設備共有のイメージ

## 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)

- ① Keiko INAGAKI, Satoru SADOHARA, A study on self-sufficient buildings against disaster: Survey of hospital facilities in Japan, Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering (15WCEE), 査読有、2012、9pp.
- ② 稲垣景子、佐土原聡、ライフライン途絶が生活行動に与える影響調査—東日本大震災を対象として—、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、D-1、2012
- ③ Keiko INAGAKI, Satoru SADOHARA, Improvement of Local Ability under Lifeline Disruptions by Construction of Distributed Self-Sustaining Zone-Based on Research of Disaster Base Hospitals in Tokyo Capital Area、Journal of Disaster Research、査読有、Vol.7 No.2、2012、184-189
- ④ 稲垣景子、藤田寛之、岡西靖、佐土原聡、首都圏の災害拠点病院におけるエネルギー・給水設備の現状調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、D-1、2011、861-862
- ⑤ 稲垣景子、吉田聡、佐土原聡、電力供給停止時における電気自動車の蓄電設備としての可能性、地域安全学会梗概集、査読無、No.27、2010、67-70
- ⑥ 稲垣景子、佐土原聡、災害時の自律性を確保する拠点区域の選定に関する検討—横浜市を対象としたケーススタディー—、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、D-1、2010、298-298
- ⑦ 稲垣景子、安全に安心して暮らせるまちを目指して、土木技術、査読無、65巻12号、79-82
- ⑧ 稲垣景子、佐土原聡、災害時の自律性を確保する拠点区域選定のための地域分類—横浜市の公共的施設を対象とした調査分析—、地域安全学会論文集、査読有、No.12、2010、21-30
- ⑨ 稲垣景子、佐土原聡、災害時の自律性を確保する拠点区域の構築に関する研究—首都圏の庁舎建物を対象とした調査分析—、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、D-1、2009、977-978
- ⑩ 梅沢美幸、稲垣景子、佐土原聡、災害時の自律性を確保する拠点区域構築に関する検討、地域安全学会梗概集、査読無、No.24、2009、105-108

〔学会発表〕(計4件)

- ① 稲垣景子、災害拠点病院における商用電源停電時の課題と対策－首都圏の計画停電をふまえて－、日本建築学会シンポジウム「東日本大震災からの教訓、これからの新しい国づくり」、2012年3月2日、建築会館
- ② 稲垣景子、災害拠点病院における計画停電の影響と対応、土木学会地震工学委員会「第3回相互関連を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム」、2011年12月2日、土木学会講堂
- ③ 稲垣景子、自律分散型拠点構築による地域防災力向上－庁舎施設と病院施設を対象とした調査－土木学会地震工学委員会「第2回相互関連を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム」、2010年12月4日、土木学会講堂
- ④ 稲垣景子、ライフライン災害時の自律性を確保する拠点区域選定のための地域分類手法の検討－横浜市の公共的施設を対象として－、土木学会地震工学委員会「相互関連を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム」、2009年12月4日、土木学会講堂

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

稲垣 景子 (INAGAKI KEIKO)

横浜国立大学・都市イノベーション研究院・特別研究教員

研究者番号：20303076