

東日本大震災被災地における復興型スマートシティの現状と課題

Current Conditions and Issues of Reconstructed-type Smart City in Disaster Area of the Great East Japan Earthquake

○土屋 依子¹, 中林 一樹², 小田切 利栄¹
Yoriko TSUCHIYA², Itsuki NAKABAYASHI¹ and Rie OTAGIRI²

¹ 明治大学研究・知財戦略機構

Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

² 明治大学大学院政治経済学研究科

Graduate School of Political Science and Economics, Meiji University

The purpose of this study is to clarify the current conditions and issues of reconstructed-type smart city in disaster area of the Great East Japan Earthquake. We chose four cases of the demonstration area from Sendai City, Kesennuma City and Higashimatsushima City in Miyagi prefecture. From the characteristics of the energy management system, it was found in four type; disaster recovery public housing type, disaster recovery public housing and general residential mixed type, residential and business building mixed type, and factory type.

Keywords : East JAPAN Earthquake, Smart City, Restoration Housing, Energy Management System

1. はじめに

近年、地球温暖化対策の一環として、再生可能エネルギーの導入、分散型・自立型電源の確保、都市スケールでのエネルギーマネジメント等を行うことにより低炭素化を図るスマートシティの取り組みが行われている。わが国では、東日本大震災以降、防災性や回復力（レジリエンス）を高めるためのエネルギー対策として、関心が高い。また、東北の被災地では、環境面、防災面だけでなく、産業振興と雇用の創出にも寄与する新しいまちづくりとして復興計画に位置づける自治体も見られている。まだ計画・検討段階の自治体が多いなかで、先行するいくつかの地区では整備が終わり、実証段階から実用化の段階へ移行しつつある。

本研究では、東日本大震災の被災自治体が復興事業として取り組み、運用段階にあるスマートシティ関連事業について、その内容と特徴を明らかにすることを目的としている。研究方法は、当該自治体や運営団体の公表・発行資料を対象とした文献調査、及び運営団体へのインタビュー調査である。

スマートシティの個々の対策のうち、何が、どのように復興に寄与するのか、その成果と有効性を評価するには、まだ時間をおかなくてはならない。しかし、構想・計画段階から運用段階に至った内容や経緯について、初期の現段階で整理しておくことは、今後、他の自治体が事前復興を検討する際の有用な手がかりとなると考える。本稿では、前半で、スマートシティの概念や定義等を整理し、後半では、宮城県で運用段階にある4つの復興事業を事例として取り上げる。

2. スマートシティの定義及び普及施策

(1) スマートシティ取り組みの背景

スマートシティへに組み込まれる背景には、日本を含む先進国では、「高齢化・人口減少による都市の衰退や財政悪化への対応のため、効率的な社会インフラの整

備・運営が求められていること」、新興国では「人口の急増・過密による環境悪化やエネルギー需要の急増への対策が求められていること」がある¹⁾。

持続可能な都市経営のために、情報通信技術の活用により、社会インフラを制御・管理することにより、「エネルギー消費の削減とクリーン化を図り、低炭素社会の構築を目指す」点は、先進国・新興国ともに共通する。

(2) スマートシティの定義

スマートシティにおけるスマート化技術としては、パワーデバイス技術、パワーエレクトロニクス技術、蓄電・蓄エネ技術、エネルギー制御技術、セキュリティ技術などがある²⁾。このようなスマート化技術を含むスマートシティ関連産業の市場規模は、2030年までの累計で約4,000兆円との試算結果もあり、世界各国が環境対策としてだけでなく、産業振興の一環として取り組んでいる³⁾。日本においても、政府の成長戦略（2008年）、新成長戦略（2010年）において、前述のスマートシティ関連産業が成長産業として位置づけられており、官民により関連技術の開発・実証化に取り組まれているところである。

スマートシティの目的は、主に以下の7点があげられる⁴⁾。①省エネ機器やエネルギーマネジメントシステムによる「①二酸化炭素の排出削減」、エネルギー制御技術による「②再生可能エネルギーの大量導入」と「③エネルギーの安定供給」、需要に応じたエネルギー供給による「④エネルギーコストの最適化」等のエネルギー需給の安定化・最適化と同時に、高齢者等を対象とした新サービスの提供による「⑤生活水準の向上」や「⑥交通・水道システムの利便性向上」、「⑦災害対策としての地域の安全性」など市民生活の利便性・安全性向上なども視野に入れた取り組みである。住宅ではHEMS(Home Energy Management System)、工場ではFEMS(Factory Energy Management System)、オフィスビルではBEMS(Building Energy Management System)によりエネルギーを管理し、蓄電池による制御を行うことで、太

陽光発電等の再生可能エネルギー、未利用エネルギーの導入を可能にし、エネルギー需給の最適化と安定化を行うものであるといえる。

(3)わが国のスマートシティの普及促進施策

エネルギー政策を所管する経済産業省では、都市のエネルギーマネジメントに関して様々な施策があるが、施策の名称としては「スマートシティ」という用語は使われていない。モデル事業としては、都市スケールより小さい街区レベルを想定した「スマートコミュニティ事業」がある。概念的には、街区スケールの「スマートコミュニティ」が複数形成され、さらにネットワークにより統合され、都市スケールの「スマートシティ」へと発展する。将来像としては「スマートシティ」、現時点の取り組みとして「スマートコミュニティ」と使い分けられているものと考えられる。

経済産業省の「スマートコミュニティ」の推進では、「低炭素社会の構築に向けた取り組みとしては、情報通信技術の活用によりエネルギーの安定供給を図り、「3E(Energy Security, Economy, Environment)」を実現する」と記載されている。「スマートコミュニティ」は、政府の成長戦略と同時に閣議決定されたエネルギー基本計画においても位置づけられている施策である。また、推進組織として、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）を事務局とした官民連携組織「スマートコミュニティ・アライアンス」も設立している。国内で行われた大規模実証事業は、横浜市、豊田市（愛知県）、けいはんな学研都市（京田辺市・木津川市・精華町）、北九州市で、2011年より行われた。

計画・構想の策定に関しては、「スマートコミュニティ構想普及支援事業」がある。再生可能エネルギー、省エネルギー、地域でのエネルギーの需給管理等に関して、地域の実情に即した事業計画の策定及び事業化可能性調査の実施を補助するものである。「地方自治体」だけでなく、「民間事業者」、「民間事業者と地方自治体との共同」が補助事業者となる。

経済産業省の事業のほかに、通信技術の高度化・実用化を目的とした総務省の施策や、各種エネルギーマネジメントシステム・インフラ等に関する国土交通省の施策などがある。しかし、全国の多くの自治体・事業者が経済産業省の補助事業を活用して検討しているものと考えられる。

3. 防災・復興における位置づけ

スマートシティの防災における位置づけをみると、地域防災計画や各種の地震対策大綱等において、「スマートシティ」「スマートコミュニティ」といった用語で明示的な記載はない。しかし、2014年3月に発表された中央防災会議の「大規模地震防災・減災対策大綱」においては、「1. 事前防災」の「（5）ライフライン及びインフラの確保対策」として、「地域における自立・分散型エネルギーの促進」が言及されている。自治体の地域防災計画に位置付けられているものではないが、自治体BCP（事業継続計画）においては、電力確保は重要事項となる。

スマートシティの復興における位置づけは、被災県である宮城県を例にみる。宮城県では、2011年10月に策定された震災復興計画において、「再生可能エネルギーを活用したエコタウンの形成」を掲げている（表1）。復興事業において、太陽光やバイオマスなどの再生可能

エネルギーや、エネルギー性能の高い設備を都市基盤に組み込んだまちづくりを積極的に進めるとしている。

表1 宮城県復興計画における記載事項

復興のポイント7.
再生可能なエネルギーを活用したエコタウンの形成
○環境に配慮したまちづくりの推進 エネルギー性能の高い設備の導入や、太陽光発電、バイオマス発電、地熱・廃熱発電、小水力発電、風力発電等による分散型電源の確保を支援し、災害に強く環境に配慮したまちづくりを推進します。
○復興住宅における太陽光発電の全戸整備 被災した住宅の再建や復興住宅の建設に当たり、太陽光発電を積極的に導入するほか、燃料電池や蓄電池なども備えた自立・分散型エネルギーハウスの普及促進を図ります。
○スマートグリッドやコージェネレーションによる先進的な地域づくり 太陽光発電などの分散型エネルギーを、自律的かつ効率的に地域全体で共有するための機能や、国の電力買取の優遇制度を活用し、脱化石燃料の推進や再生可能エネルギーの活用における先進的な地域を目指します。

4. 事例調査

宮城県内の4事例について、事業内容を表2に整理した。4事例は、エネルギーマネジメントに取り組む対象施設がそれぞれ異なっていた。「仙台市荒井東地区」は公営復興住宅（集合）のみであるため「（1）復興住宅型」、「仙台市田子西地区」は、公営復興住宅と一般住宅の双方で取り組まれているため、「（2）復興住宅・一般住宅混合型」、「東松島市市営柳の目東住宅」は、地区内の病院・業務ビル等との連携があるため「（3）復興住宅・業務型」、「気仙沼市赤岩港水産加工団地」は、工業団地内の水産加工事業者による取り組みのため「（4）工場型」と命名する。

以下に各事例の特徴を述べる。

(1) 復興住宅型：仙台市荒井東地区^{5) 6)}

荒井東地区は、津波による被害の大きな荒浜地区近くに位置する地区である。震災以前から区画整理事業が進められており、大規模公営住宅と、防災集団移転の移転先として開発が行われた。津波の最先端に位置し、復興と・安心安全のシンボルタウンとして位置づけられている。経済産業省のスマートコミュニティ事業により、災害復興住宅と、周辺エリアに整備が予定されていた業務施設・商業施設・病院等とのエネルギーマネジメントシステム・再生可能エネルギーの導入が計画されている。しかし、2016年3月現在、集合住宅へ蓄電池・太陽光パネルの設置は行われず、電力の一括受電システムと、タブレットの配布（電力の見える化）のみが実施されている。

(2) 復興住宅・一般住宅混合型：仙台市田子西地区⁷⁾

田子西地区は、荒井東地区同様、震災前から区画整理事業が行われており、当初の計画の商業系、業務系を住居系に変更して復興住宅の整備が行われている。総務省被災地情報化推進事業を活用した事業である。集合住宅の復興住宅と、一般戸建住宅の「スマートヴィレッジ街区」の2つ住宅地で、電力供給と、エネルギーの見える

表 2 取り組み事例一覧

	(1)	(2)	(3)	(4)
	復興住宅型	復興住宅・一般住宅混合型	復興住宅・業務型	工場型
地区名（プロジェクト名）	荒井東地区（“アライ”グリーンシティ）	田子西地区（グリーン・コミュニティ 田子西）	市営柳の目東住宅（東松島市スマート防災エコタウン）	赤岩港水産加工団地（赤岩港・エコ水産加工団地プロジェクト）
調査日	2016 年 2 月 19 日	2016 年 2 月 19 日 2016 年 3 月 31 日	2016 年 8 月 8 日	2016 年 2 月 18 日
関連計画・構想等	仙台市エコモデルタウン構想	仙台市エコモデルタウン構想	東松島市復興まちづくり計画、環境未来都市構想	－
エネルギー関連の補助事業	2013 年度仙台市エコモデルタウンプロジェクト推進事業 [荒井東地区]	環境省サステナブル都市再開発促進モデル事業（2011 年度）、経済産業省スマートコミュニティ構想普及支援事業（2011 年度）、2012 年度仙台市エコモデルタウンプロジェクト推進事業 [田子西地区]	2014 年度環境省自立・分散型低炭素エネルギー社会構築推進事業	気仙沼市スマートコミュニティ構築事業（経済産業省 2013 年スマートコミュニティ導入促進事業）
所在地（対象地域）	仙台市若林区 荒井東土地区画整理事業区域内	仙台市宮城野区 田子西土地区画整理事業区域内	東松島市	気仙沼市赤岩港
推進（運営）主体	荒井東まちづくり協議会（一般社団法人荒井タウンマネジメント）	一般社団法人 仙台グリーン・コミュニティ推進協議会	一般社団法人東松島みらいとし機構	気仙沼水産加工業協同組合
開発経緯等	平成 21 年度より仙塩広域都市計画事業・仙台市荒井東土地区画整理事業により開発整備	平成 21 年度より仙台市田子西土地区画整理事業により開発整備	平成 23 年度環境未来都市に指定	気仙沼市の産業復興の一環として赤岩港の漁港施設と一体的な整備
復興関連事業の概要	復興公営住宅（2 棟/298 戸）、戸建住宅（戸建復興公営住宅 15 戸、防災集団移転約 60 戸、一般住宅）、医療・福祉施設、商業施設、宿泊施設、大規模屋内施設（スポーツ・文化施設）、一般住宅等（整備計画段階の施設を含む）	復興公営住宅（集合住宅）4 棟/176 戸、戸建住宅 16 戸（スマートビレッジ街区内）、大型商業施設	復興公営住宅 85 戸（戸建住宅 70 戸、集合 15 戸）	赤岩冷蔵工場（冷蔵施設、凍結施設、荷捌施設、管理室等）
エネルギーシステム・設備	太陽光発電パネル（10kW）、蓄電池（17kW）、HEMS	■復興公営住宅 エネルギーセンター、太陽光発電パネル（40kW）、ガスコジェネレーションシステム（25kW）、蓄電池（17kW） ■戸建住宅（一般） 家庭用エネルギーマネジメントシステム（HEMS）、ICT 端末設置（電力使用量の見える化）、太陽光発電パネル、燃料電池、蓄電池、電気自動車	バイオディーゼル非常用発電機（500kVA）、太陽光発電（防災調整池：400kW、集会所：9.1kW、集合住宅：49.9kW）、大型蓄電池（480kWh）	9 社・11 施設にファクトリー・エネルギーマネジメントシステム（FEMS）、液晶パネルによる電力使用量の見える化）、PHV（8 台）・EV（1 台）を導入
再生可能エネルギー	太陽光発電	太陽光発電	太陽光発電・バイオディーゼル発電	－
計画人口等	3,100 人	1000 人	247 人（市営住宅）	14 社
事業面積	33.7ha	16.32ha	4ha	20ha（うち分譲予定地 12ha）
事業費	87.8 億円（区画整理事業全体）	24 億円（被災地域情報化補助事業／震災復興特別交付税にて全額補助）	12 億円（復興住宅事業）	144 億円（津波復興拠点整備事業全体）
整備期間 運用期間	2013 年度 2014-2022 年度	2013-2014 年度 2014-2022 年度	2014-2015 年度 2016-2020 年度	2012-2014 年度 2016-2025 年度

化・デマンドレスポンスを実施している。災害時には、避難拠点となる復興公営住宅内集会所に集中的に電力が供給される。電気自動車の活用も検討されたが、モデル事業での導入は2台にとどまっている。

(3) 復興住宅・業務型：東松島市市営柳の目東住宅⁸⁾

仙石線石巻あゆみ野駅に隣接する地区に整備された戸建型を中心とした復興住宅である。地区周辺には4つの病院（総合病院、整形外科、内科、婦人科）や石巻運転免許センターがあり、これらと一体となったエネルギーマネジメントシステムが構築されている。地区内の非常用電源として、バイオディーゼル発電機、蓄電池が整備されており、災害時には病院や集会所に電力が供給される仕組みとなっている。市が環境未来都市の推進団体を設立し、その事業の一環として、電力一括受電による電力供給を行っている。

(4) 工場型：気仙沼市赤岩港水産加工団地⁹⁾

市街地に甚大な被害を被った気仙沼市の、産業復興の主要プロジェクトである。赤岩港の再建とともに、市の主要産業として集積する水産加工業の工業団地の整備が行われた。入居する地元企業9社・11施設にFEMSを導入し、液晶パネルによる電力使用量の見える化が行われている。また、非常用の電力供給として、車載蓄電池を活用することを想定し、PHV（8台）・EV（1台）が導入された。電力は特定規模電気事業者により、福島市あらかわクリーンセンター等のごみ発電から供給される。しかし、太陽光パネルは、修復された施設の耐震性の問題から設置されておらず、大容量蓄電池や自営線敷設による電力融通は行われていない。

5. 今後の課題

復興型スマートシティにおいては、計画段階において住宅関連（HEMS または BEMS）にとどまらず、複数の施設をネットワーク化し、蓄電池や再生可能エネルギーをはじめとする大規模なエネルギーインフラの導入が検討されている。しかし、計画されたなかでも一部が限定的に事業化されるにとどまっている。今後の運用段階においては、安定的な収益構造の確保や、電力事業を継続しうる運営組織体制の強化が課題になると考えられる。非常時の電力供給については、概ねの供給量の目安は得られているものの、限られた電力を応急時にどのように使うか、という視点での検討は行われていない。エリアマネジメントの一環として、地域のコミュニティ活動やイベント等は活発に行われている地区もあることから、住民または事業者との共同訓練を実施するなど、地域での意識共有が必要である。また、工場型を除けば、スマートシティ推進主体は、エネルギーサービス事業者であるが、交通、保育、介護などの様々な生活サービスを展開することにより、エネルギーサービスにとどまらずエリアマネジメントへと発展することが期待される。

謝辞

調査にご協力いただいた被災地の皆様に感謝申し上げます。本研究は、科学研究費補助金（24221010）の補助を受けたものです。

参考文献

1) 泉井良夫（2013）：スマートコミュニティの構築、

電気設備学会誌，Vol.33,No.8, pp31-33.

- 2) スマートシティ・アライアンス(2015)：スマートコミュニティ日本企業の取り組み Edition2 ,pp.1-66
- 3) スマートシティ企画株式会社公式ウェブサイト“スマートシティプロジェクト” <http://www.smartcity-planning.co.jp/index.html>（参照日 2015 年 11 月 26 日）
- 4) NEDO(2014)：再生可能エネルギー技術白書第 2 版 pp3-27
- 5) 仙台市：エコモデルタウン推進事業（2016 年 7 月 15 日 更新）
<http://www.city.sendai.jp/business/d/ecomodel.html>,（参照日：2016 年 9 月 25 日）
- 6) 環境省・仙台市他：サステイナブル都市再開発促進モデル事業田子西地区環境防災都市市街地開発事業報告書,2012 年 3 月
- 7) 国際航業株式会社公式ホームページ：「グリーン・コミュニティ 田子西」～宮城・仙台市
http://www.kkc.co.jp/pick_up/greencommunity_01.html（参照日：2016 年 9 月 25 日）
- 8) 積水ハウス株式会社プレスリリース：「災害公営住宅『市営柳の目東住宅』が竣工、入居開始（東松島スマート防災エコタウン）」、2015 年 8 月 7 日
- 9) 気仙沼市・スマートシティ企画：「赤岩港「水産加工団地(仮称)」プロジェクト」,2012 年 12 月 13 日
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/pdf/015_05_00.pdf（参照日：2016 年 9 月 25 日）