

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760546

研究課題名(和文) 既成市街地における街区エネルギーコミュニティの構築可能性

研究課題名(英文) Building potential of city block energy community in built-up areas

研究代表者

吉田 聡 (Yoshida, Satoshi)

横浜国立大学・都市イノベーション研究院・准教授

研究者番号：80323939

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：スマートエネルギーに関する国内外の技術・社会動向調査、実地調査を行い、「街区エネルギーコミュニティ」の役割を「街区の省エネルギーと低炭素化および災害時の機能維持のための電力確保を関係主体間連携の中で実現すること」と定義した。次に、既開発の建物間エネルギー融通簡易評価モデルを非常時の電源確保の観点も加えて熱融通だけでなく電力融通も評価できるように改良した。この評価モデルを利用して、横浜市と東京都区部を対象に建物間エネルギー融通導入効果を試算し明らかにした。また、建物用途ごとの中央熱源方式の熱源機器採用傾向の分析も行い、採用傾向の高いシステムの建物同志での融通効果は小さいことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Conduct technical and social trends survey, field research at home and abroad about the smart energy, the relationship between entities coordinate the power reserved for maintaining the function of disaster, for low-carbon, and for energy-saving in the city block was defined the role of the city block energy community. Then, I improved the simple evaluation model for evaluate energy interchanging system among buildings that had already developed to be able to evaluate not only heat interchange also power interchange from the point of view of ensuring emergency. Taking advantage of this evaluation model, we found calculated the energy interchange among buildings benefits intended for Tokyo and Yokohama. In addition, it also analyzes the heat source equipment adoption trend of the central heat source system by building kind of use, the effect of energy interchanging system among buildings which adopt same system with high adoption trend equipment was small.

研究分野：建築学

科研費の分科・細目：建築学、建築環境・設備

キーワード：建物間エネルギー融通 熱源設備 自律分散電源 建物用途

1. 研究開始当初の背景

2007年5月、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第4次報告において、長期的な産業革命からの全地球平均気温上昇を2.0-2.4以下とするためには、二酸化炭素排出量を2015年までに減少に転じさせ、2050年までに2000年比で50-85%の排出削減が必要と報告がなされた。

我国は、京都議定書の議長国として、また前述のとおりポスト京都議定書の枠組みの中でも先進国として、世界の中で地球温暖化対策を主導していく立場にある。

現在、我国は京都議定書目標達成計画を制定し、2012年までに1990年比で-6%削減するという目標を達成するべく対策を進めているところであるが、この京都議定書目標達成計画の中にエネルギー起源の二酸化炭素排出削減対策の基本的な考え方として「点から面へ」「主体間の垣根を越えた連携」が謳われ、地域冷暖房に代表されるようなまちづくりの中での「エネルギーの面的利用」を促進することが記載された。

しかし、地域冷暖房については地域配管整備が必要であることから、工事、コストの面から大規模な新開発・再開発地域に導入されるケースが多く、都市域の圧倒的大部分を占める既成市街地への導入は困難とされる。このような中、同じ街区内部にある複数の既存建物の熱源設備を簡易に繋ぎ互いにエネルギーを融通し合う「建物間エネルギー融通」システムが、横浜市公共施設ESCO第1号事業として新横浜3施設で導入され、実稼働データから融通効果が明らかにされたことで注目を集めている。

例えば、申請者らは地方自治体の都市計画担当者や都市開発事業者の企画担当者、建物オーナー等エネルギーシステムに精通していない人が、建物の建替えあるいは建物設備の大幅改修の企画段階で、隣接する建物との間で建物間エネルギー融通をした場合の効果を簡易的に評価できるシミュレーションモデルを開発している。また、奥宮らはホテル、事務所、商業用途建物の組合せにおけるCGS(コージェネレーション)を活用した建物間エネルギー融通システムの効果について都市ガスによるコージェネレーション評価プログラム-CASCADE(空気調和・衛生工学会)を用いて検討している。しかし、これらの研究では熱源システムがあるひとつの構成に固定された中での検討であり、実際の建物の熱源システムの構成が反映されている訳ではない。本研究では、既存の建物の熱源設備構成の現況調査を徹底的に行い、建物用途、規模別の熱源システム構成の違いを明らかにして、その結果を建物間エネルギー融通のシミュレーションモデルに組み入れて効果の検討を行う。

2. 研究の目的

様々な年代に竣工した建築物が徐々に更

新していく既成市街地内で継続的に省エネ、省CO₂に取り組んでいくしくみを「街区エネルギーコミュニティ」と定義し、これを実現する基盤ツールとして、既存建物の熱源システム同士を繋いでエネルギーを融通利用する「建物間エネルギー融通システム」を取り上げる。既存建物の熱源システムの現状を調査し、建物用途や規模の違いによる熱源システム構成の違いについて明らかにしたうえで、エネルギー融通の効果が大きくなる建物用途、規模の組み合わせをモデルシミュレーションにより明らかにする。また、実際に既成市街地において、建物間エネルギー融通システムの導入による省エネルギー、省CO₂ポテンシャルを明らかにする。最終的には、スマートグリッド等の技術・社会動向を踏まえたうえで、「街区エネルギーコミュニティ」の将来的なあり方を明らかにする。

3. 研究の方法

まず、東日本大震災後のスマートエネルギーに関する国内外の技術・社会動向調査、実地調査を行い、「街区エネルギーコミュニティ」の定義を見直した。

次に、既に開発済みの「建物間エネルギー融通簡易評価モデル」を、非常時の電源確保の観点も加えて熱融通だけでなく電力融通も評価できるように改良した。また、空気調和・衛生工学会の「建物設備竣工データ」をもとに、建物用途ごとの中央熱源方式の熱源機器採用傾向の分析も行い、採用傾向の高い熱源システム(複数種類)の評価が可能な評価モデルとした。

次に、改良した建物間エネルギー融通簡易評価モデルを用いて、東京都区部と横浜市を対象に建物間エネルギー融通の導入可能性と導入による省エネルギーポテンシャルを明らかにした。また、建物用途や建物規模による中央熱源方式の熱源システムの採用傾向分析結果と改良した建物間エネルギー融通簡易評価モデルを用いて、2棟建物間のエネルギー融通のモデル分析を行い、建物用途や建物規模による省エネルギー効果の違いについての分析を行った。

4. 研究成果

4.1 「街区エネルギーコミュニティ」

様々な年代に竣工した建築物が徐々に更新していく既成市街地内で継続的に省エネ、省CO₂に取り組んでいくしくみを「街区エネルギーコミュニティ」と当初定義したが、2011年3月11日に発生した東日本大震災およびその後の系統電力の電力供給力不足などを踏まえ、「街区の省エネルギーと低炭素化および災害時の機能維持のための電力確保を関係主体間の連携の中で実現すること」を概念に加えることとした。

4.2 建物間エネルギー融通簡易評価モデルの改良

既開発済みの「建物間エネルギー融通簡易

評価モデル」は、既存街区の中で建物の建て替えや設備更新が起こる際に、建物オーナーやディベロッパーなどが、建物間エネルギー融通の導入効果を簡易に評価検討できるように開発されたもので、Microsoft Excel の循環参照を用いて融通を行う 2 棟の建物用途と延べ床面積を入力すれば、建物のエネルギー負荷計算、熱源設備機器の容量計算、自己区別のエネルギー需給計算が行われ、設備更新効果、融通効果を分けて算出することができる。また、熱源システムはこれまで 1 種類だけであった。

東日本大震災を経験して、企業の災害時事業継続（BCP）の観点から、自立電源の確保のニーズが高まっていることを受け、自立電源になりうるガスエンジン・コージェネレーションシステム導入ケース、および融通利用ケースを追加し、コージェネ導入効果と融通効果を分けて算出できるように改良を行った。また、空気調和・衛生工学会の「竣工設備データ（A&S データ）」の分析を行い、建物用途、建物規模による熱源機器採用傾向の違いを明らかにし、新たに空冷ヒートポンプ主体のシステム、ターボ冷凍機主体のシステムを追加した。

4.3 東京都区部、横浜市における建物間エネルギー融通導入ポテンシャル

建物間エネルギー融通簡易評価モデルを用いてエネルギー面的利用の中でこれからの導入が期待される、建物間エネルギー融通の導入ポテンシャルを評価する方法を検討し、横浜市全域と東京都全域を対象としてケーススタディを行い、都市全域での一次エネルギー削減量・CO₂ 排出削減量を把握・比較した。主な研究内容、結果は以下のとおりである。

都市全域の建物間エネルギー融通の導入ポテンシャルを評価する手順と方法を明らかにした。

横浜市と東京都でのケーススタディでは、2 都市の熱消費特性を把握し、2 棟間の組み合わせによる建物間エネルギー融通の導入効果を算出するためにエネルギー消費シミュレーションを行った。

2 都市の建物間エネルギー融通の導入可能率と一次エネルギー削減率・CO₂ 排出削減率を把握した。その結果、導入可能率は東京都では 27.2% で（建物、熱量）横浜市（13.5%）の約 2 倍であった。ただ、効果が最大である Case2 - 4（設備更新し受け側の建物の負荷も考慮して CGS 容量を拡大して熱・電力融通するケース）の一次エネルギー削減率・CO₂ 排出削減率でみると東京都は 0.81%/0.81% で、横浜市では 0.76%/0.75% で、予想より小さいであった。自然エネルギー等を利用する建物間エネルギー融通システムの導入が期待される。

2 都市での建物間エネルギー融通の導入

効果を比較した。東京都の導入可能率は横浜市より大きい。一次エネルギー削減率・CO₂ 排出削減率はほぼ同じで、また、導入可能な建物の割合は導入可能なエリアで占める割合が横浜市のほうが高い。東京都より横浜市の建物間エネルギー融通の導入可能な街区が多い。導入可能性が高いと思われる Case1 - 2 と Case2 - 2 で削減できる CO₂ 排出量は東京都では 151 千 t/244 千 t、横浜市では 40 千 t/70 千 t である。また、削減できる一次エネルギー消費量を日本で供給延床面積が一番大きい地域冷暖房システムであるみなとみらい 21 中央地区と比較すると、東京都の場合はその 33 倍/49 倍、横浜市の場合はその 9 倍/15 倍に相当する。

4.4 2 棟建物間エネルギー融通効果の理論分析

改良した建物間エネルギー融通簡易評価モデルを用いて、建物用途、建物規模（熱需要規模）熱源システムの組み合わせを変えた 2034 ケースのシミュレーションを行った。以下に結果を示す。

- ・熱源機器の組合せ方は熱融通効果の大きさに大きな影響を与える
- ・同じ量の熱をつくるときに、一次エネルギー換算で消費エネルギー量が少ない吸収式やターボ冷凍機から HP チラー方式への融通は機器の代替効果により消費エネルギー削減率が大きい。
- ・HP チラーは負荷率向上による COP の上昇度合いが大きく、融通時の効果が大きくできる場合がある。
- ・吸収式では、融通による省エネルギー効果が低い。
- ・CGS 導入効果では建物 A が医療のときに高い効果が出ている。
- ・熱融通の効果は建物 A が業務、建物 B が医療のときに大きな効果が出る傾向にある。
- ・建物 B が医療用途の時に効果が大きく、業務や商業用途の時は効果が低い。
- ・大規模建物から小規模建物への融通の時削減率が高くなる。
- ・逆に小規模建物から大規模建物の融通の場合は効果が小さい、あるいは増エネとなる。
- ・中央熱源方式の熱源システム採用傾向の分析では、吸収式冷凍機の採用度が大きい。
- ・採用度の大きい吸収式冷凍機システムの建物同士で融通を行う場合、吸収式冷凍機は負荷率改善による COP 向上割合が小さいため省エネ効果は小さいことが分かった。

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 2 件)

1. 崔錦丹、吉田聡、佐土原聡、稲垣景子、東京都における自立分散型エネルギー拠点の設置可能性とその省エネルギー性に関する研究 - 官公庁施設と厚生医療施設を対象とする CGS 導入に関して -、地域安全学会論文集、第 19 号、No.5、pp.39-49、2013 年 3 月(査読有)
2. 崔錦丹、吉田聡、佐土原聡、既成市街地における建物間熱融通の導入効果のポテンシャル把握：横浜市におけるケーススタディ、日本建築学会環境系論文集、第 78 号、pp.213-222、2013 年 2 月(査読有)

〔学会発表〕(計 12 件)

1. 西本佳代、吉田聡、佐土原聡、みなとみらい 21 地区におけるエネルギー自立のためのコージェネレーション設備の導入に関する研究、日本建築学会大会井学術講演梗概集、D-1、pp.701-702、2013 年 8 月
2. 陳麗斯、崔錦丹、佐土原聡、吉田聡、東京都における自立分散型電源の導入拠点の構築に関する研究、日本建築学会大会井学術講演梗概集、D-1、pp.703-704、2013 年 8 月
3. 所澤諒司、吉田聡、佐土原聡、建物熱源機器採用傾向を考慮した建物間エネルギー融通の導入可能性に関する研究、日本建築学会大会井学術講演梗概集、D-1、pp.763-764、2013 年 8 月
4. 植松達哉、吉田聡、佐土原聡、建物間エネルギー融通モデルの改良に関する研究：機器選択による精度の向上、日本建築学会大会井学術講演梗概集、D-2、pp.1129-1130、2013 年 8 月
5. 崔錦丹、佐土原聡、吉田聡、緒方隆雄、渡部洋介、進士誉夫、東京都におけるエネルギー面的利用潜在市場規模推計および省エネルギー・省 CO2 効果の分析：既成市街地における建物間エネルギー融通システムに関する研究 その 8、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.727-728、2012 年 9 月
6. 所澤諒司、崔錦丹、佐土原聡、吉田聡、緒方隆雄、渡部洋介、進士誉夫、建物用途・規模の組合せによる建物間エネルギー融通効果の違いに関する研究、既成市街地における建物間エネルギー融通システムに関する研究 その 9、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.729-730、2012 年 9 月
7. 吉田範行、崔錦丹、工月良太、佐土原聡、吉田聡、東京都における自立分散型エネ

ルギー拠点の設置可能性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.759-760、2012 年 9 月

8. 所澤諒司、佐土原聡、吉田聡、建物用途の混在と地域エネルギー負荷に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.855-856、2011 年 8 月
9. 山本哲史、佐土原聡、吉田聡、地域冷暖房を核とした電気と熱の総合マネジメントシステムに関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.951-952、2011 年 8 月
10. 崔錦丹、佐土原聡、吉田聡、緒方隆雄、渡部洋介、進士誉夫、横浜市における建物間熱融通のポテンシャル：既成市街地における建物間エネルギー融通システムに関する研究その 7、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.971-972、2011 年 8 月
11. 吉田聡、崔錦丹、佐土原聡、緒方隆雄、渡部洋介、進士誉夫、建物間エネルギー融通の簡易評価シミュレーションモデルの改良：既成市街地における建物間エネルギー融通システムに関する研究 その 6、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.973-974、2011 年 8 月
12. 白石ひろ子、佐土原聡、吉田聡、工月良太、市川徹、崔錦丹、太陽エネルギーを活用した建物間エネルギー融通に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.977-978、2011 年 8 月

〔図書〕(計 1 件)

1. 佐土原聡、村上公哉、吉田聡、中島裕輔、原英嗣、都市・地域エネルギーシステム、鹿島出版会、131 頁、2012 年 11 月

〔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

吉田 聡 (YOSHIDA Satoshi)
横浜国立大学・大学院都市イノベーション
研究院・准教授
研究者番号：80323939

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし