

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

建築と街区における次世代エネルギーシステムに関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-02-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 今成, 岳人 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1367

博士学位論文内容要旨
Abstract

専攻 Major	応用環境システム学専攻	氏名 Name	今成 岳人
論文題目 Title	建築と街区における次世代エネルギーシステムに関する研究		

地球温暖化やエネルギーの枯渇，都市域におけるエネルギー使用に伴う熱汚染等に対応するためには，エネルギーの合理的な利用，いわゆる「省エネルギー」が最も効果的である。狭隘な土地に中高層の建築物が高密度に建築される日本の都市域において更なる省エネルギーを促進するための一方策として，熱融通とともに需要側と供給側のシステムを統合制御して最適運転を行うスマートエネルギーネットワーク（以下，SEN と略す）が有望である。SEN では，複数建物の熱・電力負荷を集積することにより負荷平準化が図られること，高効率な大型システムを採用できることに加え，熱源システムの大規模化に伴い再生可能エネルギーの導入が容易になることなどから，既存の建物個別の熱源システムと比較して更なる高効率化が期待できる。さらに ICT（情報通信技術）を活用した需要側・供給側双方の統合最適制御により常に高効率な運転も可能となる。

SEN 導入の際には，エネルギー消費の最小化などを目的関数とした最適制御を伴う個別のカスタマイズが必要な計画・設計となるため，建物用途・時刻毎の熱および電力負荷等の基礎データの整備と，エネルギー消費構造や環境性能を評価するシミュレーションツールが必須となる。本研究では，SEN の計画・設計および評価に必要な上記データの整備とシミュレーションツールを開発し，エネルギー削減ポテンシャルの定量的な評価から，今後の SEN 導入時における基本的な重要情報を提供することを目的とする。

建物用途・時刻毎の建物負荷データの作成では，各種熱源機器の特性式を用いてエネルギー消費量データから熱負荷を算出する手法を開発し，実測データとの比較から実用的な精度であることを確認した。また，同手法を事務所・官公庁・商業施設・医療施設など 50 件の業務用建物データに適用し，建物用途ごとに時刻別標準負荷データを作成した。これらの負荷データは，実際の建築物や地域冷暖房，さらには街区でのエネルギー融通を計画・検討する際には不可欠なものであり，本論文においても時刻別の融通量等を算定する根拠となっている。

次に，スマートエネルギーネットワークを念頭に，複数の建物にエネルギーを供給するシステムの性能評価に関するシミュレーションツールを新規に開発し，実際の地域冷暖房プラントにおける運転実績との比較から，熱源のみならず搬送系についても実用的な精度が担保されていることを確認した。

一方，建物単体におけるエネルギー消費削減の取組として，二次側空調システムと熱源システムそれぞれの取組について検討した。前者は，天井放射冷暖房システムについて，数値シミュレーションおよび被験者実験により，快適性を向上させつつ 10%以上の省エネが可能であることを示した。後者の事例として，実在建物における ZEB（net Zero Energy Building）化改修について述べ，熱源システム改修，再生可能エネルギー導入などにより，平均的な同用途建物と比較して 43%，当該建物の改修前と比較して 19%の一次エネルギー消費削減が達成され，採用した ZEB 化方策の有意性を確認した。また，近隣建物とのエネルギー融通により，再生可能エネルギーを最大限導入する可能性についても検討した。

前述のシミュレーションツールを用いて地域冷暖房プラントの高効率化に向けた改修シミュレーションを実施し，一次エネルギー消費量を 41%削減，総合エネルギー効率を 1.0 まで向上させる可能性を示した。その際，地域冷暖房にコージェネレーションシステム（CGS）を導入した場合の評価方法について考察し，CGS の省エネルギー効果を排熱利用分で評価し，現行の省エネ法とも矛盾しない評

価方法（代替発電システム入力差引法）が適切であることを示した。

スマートエネルギーネットワークのエネルギー消費特性を把握するために、2つの街区の地域冷暖房プラント間で熱融通を行った場合の一次エネルギー消費削減量を算出した。性能の異なるプラント間の熱融通により、高効率プラントの稼働増加、低負荷運転回避の効果があり、両プラントとも稼働効率の向上が期待できることを明らかにした。想定したケースでは、両プラント合計の一次エネルギー消費量は融通無しの場合と比較して5.8%~9.2%の削減が図れる一方、条件によっては融通ポンプによるエネルギー消費増加が削減量を上回るケースもあり、本論文で開発したシミュレーションツールによる計画段階での検討が非常に重要であることを確認した。

将来的に建築・街区におけるZEB化・省エネルギー化が進展した将来都市を想定してシミュレーションを実施し、本論文で提案したSENは、既往システムに対して将来的な負荷変動におけるフレキシビリティを有することを明らかにした。

本論文で示した建築物単体でのエネルギー消費削減手法および街区におけるSENの構築により、我が国における業務用部門のエネルギー消費の削減可能性を推算した。本研究結果は、都市・街区における排熱量の定量的把握にも適用可能であり、将来的な廃熱の質（潜熱・顕熱）も含む排出総量のガイドラインなど、基本的な環境施策の立案に活用されることが期待される。

本研究の成果として得られた建物用途、時刻毎の負荷データとシミュレーションツールおよびSENの効果試算結果により、適切なSENの計画・設計および評価が可能となり、我が国における建築と街区における省エネルギーの促進に貢献することが期待される。