



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	建物の合理的なエネルギー使用を目的とした管理・運用・設計手法に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	山本, 亨
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第7123号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81287
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Toru_Yamamoto_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 山本 亨

学 位 論 文 題 名

建物の合理的なエネルギー使用を目的とした管理・運用・設計手法に関する研究

(Study on management, operation, and design methods for rational energy use in buildings)

エネルギー削減の取組みは主にエネルギー需要量の削減と高効率機器・システム及び再生可能エネルギーの導入が中心であり、現状の機器・システムを常に高効率で運用するという取り組みは実施されていない。

本研究は、エネルギー管理の実施者が常に機器・システムを高効率で運用することを目指し、高効率運用を行うための管理手法、高効率運用であることを評価するためのシミュレーション手法、熱源システムの設計手法及びこれらのエネルギー管理を支援するためのシステムに関する知見を与えることを目指している。

第1章「序論」では、研究の背景と目的を述べ、関連する既往の研究について概説し、本研究の位置付けを示した。

第2章「エネルギー管理と運用手法の研究」では、エネルギーフローを定義した上で「変換過程」「搬送過程」における機器効率管理のための管理手法を考察した。エネルギー管理手法の考察においては「変換過程」「搬送過程」に標準的に導入設置されている機器・システムを整理し、各機器・システムの効率の影響要因を管理項目として定義した。また各機器の効率及び管理項目の評価に必要な計測項目と算出式を定義するとともに、各管理項目が合理的な状態であると判断するための判断基準値について考察した。さらに判断基準値が時刻的に変動する管理項目についてはシミュレーションによる基準値の算出方法を検討するとともに、判断基準値から逸脱した場合の対応についても考察した。

第3章「エネルギー管理と熱源システムの設計手法の研究」では、建物の熱源システムを対象に、改修時期を想定した設計手法の考察を行った。熱源システム設計では熱源機器の選択・異機種との組み合わせ及び機器容量の合理的な選択を行うために、最適化手法を用いた計算手法と最適化手法を適用するための設計モデルを提案した。またエネルギー管理情報から得られる設計データを合理的に用いるための要素技術として、クラスター分析による需要データの類型化や AHP を用いた多評価指標を対象とした熱源システム選択の意思決定方法について検討を行った。その結果最適化手法を用い、実時間内において合理的な熱源システムの選択が行えることを示した。

第4章「エネルギー管理及び運用システムの開発」では、エネルギー管理に携わる関係者の業務内容とエネルギー管理の目的を整理した上で、第2章で提案したエネルギー管理手法が現状においては積極的に実施されない課題があることを考察した。そこでエネルギー管理の実施者がエネルギー管理を継続的に実施するための支援システムを検討した。開発システムは中央監視装置から得られる計測データを用い、管理項目の現状値と判断基準値を毎時刻評価し、判断基準値から逸脱し

た管理項目に対しては PC 上に対応策を表示するシステムである。

開発したシステムを既存建物であるショッピングモール及びリゾートホテルに導入しエネルギー削減量を評価したが、毎時刻 PC 上に対応策が表示されても業務量の多さから省エネ行動にはつながらないことを確認した。また「変換過程」「搬送過程」の管理は居住者の環境には直接影響しないことから、積極的な実施的につながらないことも一因として考察した。

そこで判断基準を逸脱した場合の対応を自動で実施する自動運用機能を検討し、システムに追加した。自動運用機能は **Robotic Process Automation(RPA)** を用い、システムが中央監視装置を遠隔操作することで実行する。この機能を追加したシステムを同じ建物に導入しエネルギー削減量を評価した結果、顕著なエネルギー削減効果が得られた。ショッピングモールでは外調機の自動運用を実施し外気処理エネルギーの 48% の削減、リゾートホテルでは空調機の給気温度の自動運用を実施し空調エネルギーの 9% の削減であった。このことより「変換過程」「搬送過程」におけるエネルギー管理手法はエネルギー削減に有効であり、エネルギー管理の実施においては IT 技術を用いた自動運用システムを活用することが建物の合理的なエネルギー使用に寄与することを示した。

第 5 章「結論」では、本研究で得られた知見を総括し、今後の課題について考察した。

本研究はエネルギー管理の実施者を対象として、毎時・継続的に機器・システムを高効率で運用することを目指し、高効率運用を行うための管理手法、高効率運用であることを評価するためのシミュレーション手法、熱源システムの設計手法及びこれらのエネルギー管理を支援するためのシステムに関する知見を得た。