

個別分散空調機における性能評価法の高度化に関する研究

著者	松井 絵美
学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2021
学位授与番号	12614博乙第42号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00002223/

〔論文博士〕（博士論文審査及び学力の確認の結果要旨）

申請者氏名： 松井 絵美

博士論文題目：個別分散空調機における性能評価法の高度化に関する研究

博士論文審査：

申請者から提出された博士論文について、公開発表会および審査会が8月20日に行われ、審査委員全員と申請者の間で質疑応答が繰り返さなされて、論文構成や内容について確認が行われた。その結果、博士論文としての質を十分に確保しているとの結論に至った。ただし、論文において、紛らわしい表現、データおよび考察を追加するべきと指摘された箇所があり、修正することとなった。

本研究は、従来は非常に困難とされたオンサイトでの個別分散空調機の性能評価について、リアルタイムかつ高精度に評価が可能な装置を開発し、同装置の機能の高度化を図るとともに、その解析ポテンシャルや省エネルギー対応の可能性を明らかにしたもので、主な成果は以下の通りである。

個別分散空調機の性能評価指標は、従来の評価値であるCOP値から、より使用状態に近いAPF値（年間エネルギー消費効率）にJIS規格が改訂されたが、両数値の単純比較ができないことから、通年の実測データなどをベースに、両者のエネルギー消費量やエネルギー消費特性をそれぞれ算出し、数値シミュレーションを用いて容易に比較可能な変換効率などの指標を導出した。

次に、マイコンボードを用いて室外機制御基板から直接取得した運転データを、ネットワークを介してクラウドサーバ上でリアルタイムかつ高精度に空調機性能を算定するシステムを開発し、同評価手法の高度化を図った。また、本研究での性能算定法であるコンプレッサーカーブ法において、唯一の不確定パラメータであった体積効率値を高精度な環境試験室の熱出力との比較から近似式を求め、相対誤差が最大で7%程度と、実用的に十分な精度を担保した。

高度化を図った性能評価装置を建物用途や気象条件が異なる全国の各種建物に装着してフィールド試験を行い、収集した運転データをもとに、実運用下における同空調機のエネルギー消費特性などの基本性能の解析を行った。その結果、過大な設備容量による低効率運転の実態や、ショートサーキットによる影響、省エネルギー制御運転時のエネルギー特性などについても定量化した。さらに、近年の建築物における内部負荷が減少傾向で暖房リッチになりつつあることから、寒冷地におけるEHP（電動）およびGHP（ガスエンジン駆動）空調機について、暖房運転時に特化した解析を行った。その結果、EHP空調機の低外気温度下やデフロスト運転時でのエネルギー効率値の低下を定量化し、燃焼機械であるGHP空調機との熱出力特性の相違、並びにデマンド電力の差を明らかにした。最後に、本装置の活用によるエネルギーマネジメントへの適用性を多角的に検討し、新たなビジネスモデルを提案するとともに、今後の建築物に要求されるZEB（Zero Emission Building）化へ対応が可能なことを示した。

本研究の成果であるユーザーによる個別分散空調機の性能評価法の開発および高度化は、同空調機の実用化後40数年間で初の試みであり、従来困難であった同分散空調機のユーザサイドでの性能評価の可能性を示し、実運用時の簡易で高精度な性能評価法の確立をした。以上の内容から、申請者から提出された論文は、国内外の研究水準に照らし、本研究分野における学術的意義、新規性、独創性および応用的価値を有しており、博士の学位に値することを審査委員一同確認した。

学力の確認の結果要旨：

まず、学術論文については、本博士論文の主要な部分をなす内容についての主著論文が、第一著者として3編が査読付き論文として公表済み、その他5編が講演論文として公表済みである。これらのうち3編は英語記述の論文であり、さらに申請者は米国の州立大学を卒業しており、語学能力については何ら問題ないと判断した。また、公開発表会および審査会における質疑やディスカッションを通して、専門知識は合格に値するものと審査委員一同が確認した。以上から、申請者について博士論文審査、学力の確認ともに合格と判定した。3篇の査読付き論文は以下のとおりである。

(1) Emi Matsui, Shigeki Kametani, Tatsuo Nobe: “Conversion Factors for Comparing the Performance of Variable Refrigerant Flow Systems”, The Purdue University Libraries, Paper1662, #2227, 2016. (2)松井絵美、亀谷茂樹：ビル用マルチ空調機向けオンサイト性能評価システムの開発、空気調和・衛生工学会論文集、Vol.45 No.282, p19-26, 2020年 (3)松井絵美、亀谷茂樹：暖房時におけるビル用マルチ空調機の性能評価、空気調和・衛生工学会論文集、Vol.53 No.290, p29-37, 2021年