



Title	パッケージエアコンの年間効率向上に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	吉田, 康孝
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12767号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65285
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yasutaka_Yoshida_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 吉田 康孝

学 位 論 文 題 名

パッケージエアコンの年間効率向上に関する研究

(Study of Packaged Air-conditioners Intended to Improve Annual Efficiency)

日本のエネルギー消費は、民生部門は全体の 32.1% であり、その中でも業務部門は過半数の 55.5% を占める。また業務部門の中では冷房や暖房、給湯に関するエネルギー量は 44.0% を占め、業務部門の冷暖房エネルギー消費量を低減させる事は、日本全体のエネルギー消費量低減への寄与が大きいと考えられる。店舗やオフィスビル用として電気入力による蒸気圧縮式のパッケージエアコンが全パッケージエアコン出荷台数の 95% 以上を占めているため、業務用部門の冷暖房の多くを電気式が占めると推測される。そこで、現在実際に多く使われているパッケージエアコンに関して、要素とシステムの両方について高効率化を行えば、日本全体の消費エネルギーの低減が期待出来ると考えられる。

現状のパッケージエアコンはインバータの能力制御により、能力 50% 付近で最高効率を示す場合が多い。これよりも能力が減少すると効率が急激に低下する。これは最低能力付近では、起動と停止（発停）を繰り返して能力を調整するためである。しかし実際の空調現場での運転では、制御係数のアンマッチにより能力を過剰に出力して発停による断続領域が広くなっており、本来ハードウェアが持っている最小能力まで絞れずに特性を十分生かせていない。しかもこの発停時には損失が発生するため、更に効率が低下する。一方、空調負荷の主な要因となる外気温度の出現頻度は低外気温度すなわち低負荷領域が多く、省エネルギーを達成するためには冷暖房能力 50% 以下での効率向上と、最低能力付近での発停ロスの低減が必要となる。

そこで、年間効率向上パッケージエアコンとするために、ハードウェアとしては高効率ワイドレンジスクロール圧縮機と高効率熱交換器の開発、及び冷凍サイクル系統における要素の追加配置を、ソフトウェアとしては空調場の負荷と空調機の特性を考慮した最適な動作を行う適応制御、及び蒸気圧縮方式と自然循環方式を切替える制御の開発を行い、個々の要素とシステム制御技術の組み合わせによる年間の効率向上を図った。

また一般の事務所ビルにおいては、蓄熱負荷が空調機起動からの時間に従って減少する事が示されており、暖房時の予熱運転の有効性が示されている。そこで予熱最終時刻の快適性を考慮する制御を用いる事で、予熱制御においても消費電力量を低減出来る事を示した。

本論文は、全 10 章より構成されており、各章の概略は以下の通りである。

第 1 章では、研究背景と、本論文の構成を示した。日本のエネルギー消費は、民生部門の中でも業務部門は過半数を占めており、業務部門の冷暖房エネルギー消費量を低減させる事は、日本全体のエネルギー消費量低減への寄与が大きいと考えられる事を示した。

第 2 章では、現状のパッケージエアコンの効率を示すと共に、効率向上に対する基本的な考え方を示した。

第 3 章では、圧縮機単独の効率が負荷率 10% において現状の圧縮機に対して圧縮機効率が

27% 向上する高効率ワイドレンジスクロール圧縮機, 自然循環方式の運転にて有利となる室外熱交換器パス配列, また伝熱管を細密実装する事で伝熱性能を向上させた室内熱交換器等, ハードウェアによる効率向上策について述べた.

第 4 章では, 空調場の熱容量等のパラメータを同定し, 最適制御と組み合わせた適応制御アルゴリズム, 負荷に応じて蒸気圧縮方式と自然循環方式を切替える自然循環方式の運転アルゴリズム等, ソフトウェアの開発についてその設計法と効果を述べた.

第 5 章では, 第 2,3 章で開発したパッケージエアコンについて, 開発システムの年間効率を計算し現状システムと比較して年間効率は 1.52 倍となった事を明らかにした.

第 6 章では, 環境試験室による試験を実施し, 環境試験室による試験では, 開発システムの年間効率は 1.51 倍となった事を示した.

第 7 章では, 実使用条件での試験では, 12 年度の外気温度において, 開発システムの年間効率は, 札幌では 1.58 倍, 静岡では 1.67 倍となった事を示した.

第 8 章では, 実使用状態での検証を行うモニタ試験結果を元に, 平年の外気温度相当及び一般事務所の負荷相当に補正すると, 開発システムの年間効率は, 札幌では 1.62 倍, 静岡では 1.56 倍, 東京では 1.55 倍となり, 目標値である現状システム比 1.5 倍以上となる事を明らかにした.

第 9 章では, 暖房時の予熱運転において, 予熱最終時刻の快適性を考慮する有限時間最適制御を用いる事で, PID 制御に比べて, 予熱運転の消費電力量と必要暖房能力を 42% 低減する事が出来る事を示した.

第 10 章では本研究で得られた知見を総括し, 今後の展望と課題について考察した.