

# 個別分散型空調システムの実働エネルギー効率評価に関する研究

環境研究グループ 主任研究員 西澤 繁毅

環境研究グループ 専門研究員 ナホレオン アガサン エンテリア

## I はじめに

個別分散型空調システム(いわゆるビル用マルチエアコン)は、中小規模の業務用建築物だけでなく、より規模の大きな建築物に導入される事例も増えている。個別分散型空調システムを導入するメリットの一つとして、1台の室外機に接続した複数の室内機を、個々の設定室温、室内負荷の状況に応じて個別に制御できることが挙げられる。しかし、個々の室内機の運転状況が相互に影響しあうため制御が複雑となり、様々な運転状況に応じたエネルギー消費特性については十分な知見が得られていない。

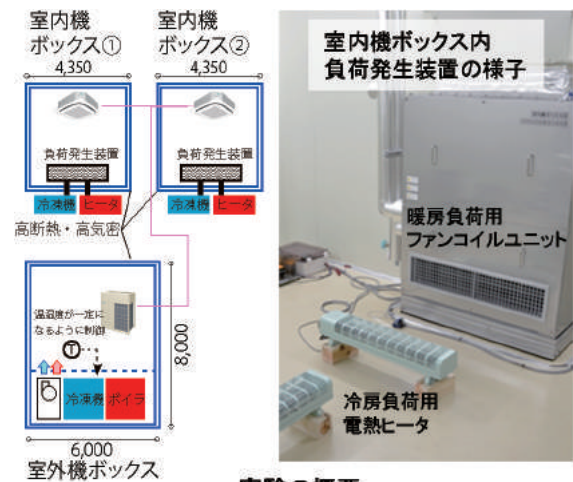
JISの名称にあわせ「パッケージエアコンディショナ」として示されている省エネルギー基準における部分負荷特性は、評価の簡便性を優先し、室内機に負荷が均等に与えられた状況を想定した特性となっており、実働時とどの程度乖離しているか不明であった。本研究では、個別分散型空調システムの稼働実態に即したエネルギー消費特性について検討してきた。本稿は実験ならびにシミュレーションから得られた知見についてまとめたものである。

## II エネルギー効率に及ぼす負荷偏在の影響の把握<sup>1)</sup>

建築研究所の業務用空調システム性能評価施設に、個別分散型空調システムとしては最小の構成となる、室外機1台(8馬力)、室内機2台(4馬力)を設置し、実働の負荷範囲および2台の室内機の負荷割合をパラメータとしてエネルギー効率評価試験を実施し、空調システムの制御特性について検討した。実験の概要を図1に、実験条件を表1に示す。

負荷比率 $\alpha$ は2台の室内機が処理する負荷の比率であり、 $\alpha=1$ では2台で同じ負荷を処理し、 $\alpha=0$ では1台のみ運転(1台は停止)していることを示す。それぞれの負荷比率 $\alpha$ において、室内機1、2が処理する負荷の総量を6~8段階で変化させて実験を行った。

冷房時の結果を図2に、暖房時の結果を図3に示す。冷房運転では、同じ部分負荷率においても室内負荷比率の違いによ



実験の概要

外気条件を再現する室外機ボックスに設置した室外機と、室内の温湿度と負荷条件を再現する2カ所の室内機ボックスに設置した室内機を用いて実験を実施。

図1 室外機1台+室内機2台による実験の状況

表1 実験条件

運転モード	室外気温	室内機設定温度	負荷比率 $\alpha$	部分負荷率
冷房	DB: 35°C	27°C	0, 0.5, 1	6-8段階
暖房	DB: 7°C, WB: 6°C	20°C	0, 0.5, 1	6-8段階

※負荷比率 $\alpha$ : 室内機1、2が処理する負荷 $Q_1, Q_2$ [kW]の比率  
 $\alpha = \min(Q_1, Q_2) / \max(Q_1, Q_2)$

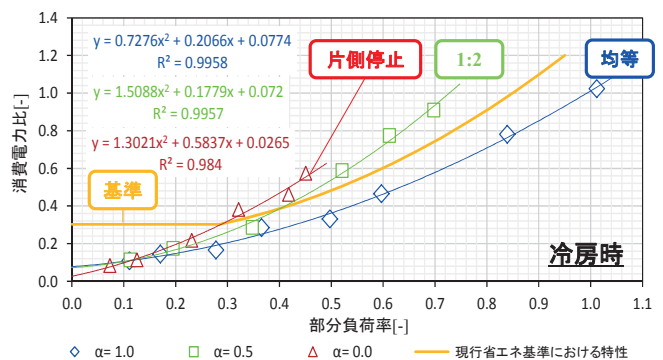


図2 冷房時の室内負荷の偏在と部分負荷特性の関係

り消費電力比が異なることが分かる。室内負荷が均等な場合 ( $\alpha=1$ ) に比べて偏在する場合ほど ( $\alpha=0.5, \alpha=0$ ) 消費電力が増加する傾向が見られ、1台が停止している場合には、均等に稼働している場合に比べて最大で7割ほど多くの電力を消費する結果となっている。また、 $\alpha=0$ 及び $\alpha=0.5$ では、現行の一次エネルギー消費量算出に用いられている特性曲線より効率が低くなっており、室内負荷が偏在している場合には、特性の変化を考慮する必要があることを示唆している。

一方、暖房運転では、室内負荷が不均等な場合、若干効率が低くなる傾向を示しているが、冷房運転ほど顕著ではない(図3)。

更なる実験データの分析およびシミュレーションによる検討から、圧縮機回転数の増加が負荷偏在における消費電力増加の主因であること(負荷の偏在により冷房時には圧縮機回転数は増加するが、暖房時には増加しない)、冷房における負荷偏在時の圧縮機回転数の増加は、能力を必要とする室内機にあわせて低圧側圧力を制御する(低圧を保つ)必要があることから生じることが明らかになっている。

### III 実働エネルギー効率評価に向けたモデル化

実験結果をもとに作成した負荷割合 $\alpha$ に応じた部分負荷特性モデル(図4)を、省エネルギー基準の一次エネルギー算定ロジックに負荷計算プログラムNewHASPを組み込んで拡張したプログラムに適用し、負荷偏在による部分負荷特性の違いが年間一次エネルギー消費量に与える影響について検討した(表2)。図5に算定結果を示す。東室を事務所より負荷が大きい高負荷事務室としたCase02や、空調時間が事務室と異なり負荷が比較的小さいロビー、会議室を適用したCase03、04では、図4の負荷偏在を考慮したモデルを適用することで、従来の評価より一次エネルギー消費量が大きく算定された。この結果は、使い方の異なる室を同一の空調システムに設計した場合には、アンバランスな負荷が実働効率の低下を招き、エネルギー消費量が増大することを示している。

### IV 最後に

現在、個別分散型空調システムの評価の精緻化に向け、より多くの室内機で構成されるシステムの挙動と効率の関係について実験を実施し、検討を進めている。

参考文献： 1) Napoleon ENTERIA et al.: Performance Evaluation of the Variable Refrigerant Flow (VRF) Air-Conditioning System Subjected to Partial and Unbalanced Thermal Loadings, Journal of Thermal Science and Technology, Vol.11, No.1, 2016

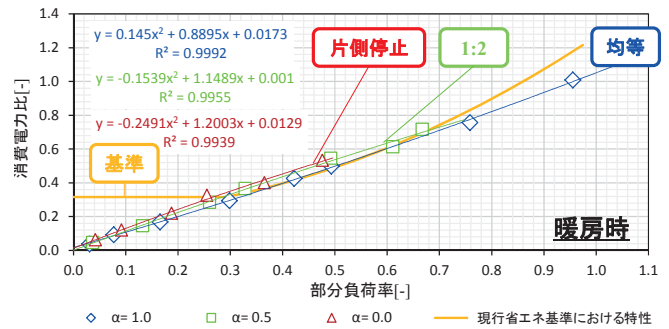


図3 暖房時の室内負荷の偏在と部分負荷特性の関係

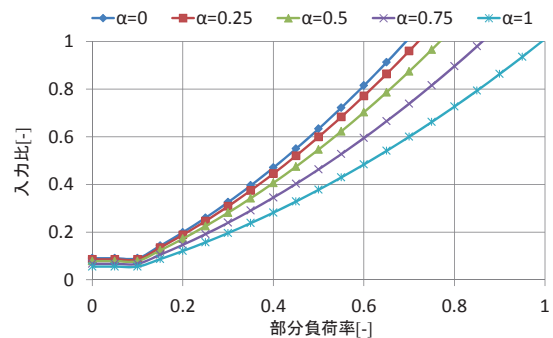


図4 負荷比率に応じた部分負荷特性モデル

表2 計算条件

<p>【立地】東京          【建物モデル】小規模ビルの基準階を想定。床面積：72m<sup>2</sup>、階高：4.0m。          窓：南、西、北面(窓面積率30%、フライトあり) Low-Eペアガラス、          外壁：押出法ポリスチレンフォーム保温版1種25mm          【空調システム】室内機：1台/ゾーン、室外機：5馬力(冷房14.0kW、暖房16.0kW)、COP：暖冷とも3.50          【空調条件】12月～3月：暖房(設定温度22℃)、4～5月及び10～11月：冷房(設定温度24℃)、6～9月：冷房(設定温度26℃)</p>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">想定した室用途</th> </tr> <tr> <th>西側ゾーン</th> <th>東側ゾーン</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Case01</td> <td>事務室</td> <td>事務室</td> </tr> <tr> <td>Case02</td> <td>事務室</td> <td>高負荷事務室</td> </tr> <tr> <td>Case03</td> <td>事務室</td> <td>ロビー</td> </tr> <tr> <td>Case04</td> <td>事務室</td> <td>会議室</td> </tr> </tbody> </table>		想定した室用途		西側ゾーン	東側ゾーン	Case01	事務室	事務室	Case02	事務室	高負荷事務室	Case03	事務室	ロビー	Case04	事務室	会議室
	想定した室用途																	
	西側ゾーン	東側ゾーン																
Case01	事務室	事務室																
Case02	事務室	高負荷事務室																
Case03	事務室	ロビー																
Case04	事務室	会議室																

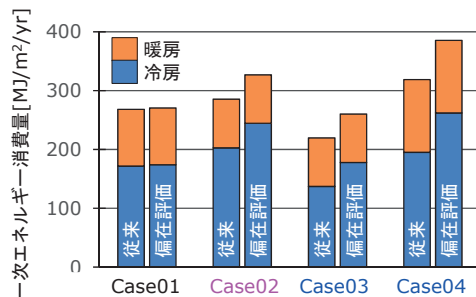


図5 一次エネルギー消費量算定結果