

## 低負荷断続運転時におけるルームエアコンディショナの冷暖房 COP

正会員 ○細井 昭憲\*1 正会員 羽原 宏美\*2  
同 澤地 孝男\*2 同 辻原 万規彦\*3  
同 三浦 尚志\*2 同 安浪 夕佳\*4

ルームエアコンディショナ 部分負荷率 成績係数

## 1.はじめに

民生部門における省エネルギー、CO<sub>2</sub>排出量削減の必要性が高まる現在、ルームエアコンディショナ（以下単にエアコン）の高効率化は、家庭の冷暖房エネルギー消費量を抑制する有効な手段の一つと言えよう。一方でエアコンの効率、すなわち冷暖房COPは、外気温度や室内温湿度、負荷率などの影響を受けて変動することが知られている。実使用状態を考慮したエアコンの省エネルギー効果を正しく評価するためには、上述の要因に対するCOPの変動特性を明らかにする必要があると考えられる。

既往の研究では、赤林ら<sup>1) 2)</sup>の実使用状態におけるエアコンのCOPに関する研究や、細川<sup>3)</sup>らのエアコンのエネルギー消費量のモデル化に関する研究がある。筆者らも、人工気候室を用いたCOP測定<sup>4) 5)</sup>を継続しており、負荷率と外気温度に伴うCOPの変動について報告した。一方、坂本らの研究<sup>6)</sup>および筆者らの検討<sup>4)</sup>によれば、日本の一般的な住宅においては、通常推奨される室面積に応じたエアコンの能力を基準に考えると、低負荷運転となる時間数がかなり多いことが指摘されている。すなわち、部分負荷効率、あるいは近年主流となっているインバーターエアコンの能力絞り限界以下となる断続運転時のCOPを明らかにすることが重要である。

このような観点から、本梗概では、これまで測定した数機種のデータを基に、低負荷・断続運転時のCOPについて解析した。

## 2.実験方法の概要

実験は、(独)建築研究所、および熊本県立大学の人工気候室において、表1に示すメーカーや能力が異なるエアコンを対象に行った。測定方法の詳細については既報<sup>4) 5)</sup>を参照されたい。測定条件を表2に示す。表の条件の下、人工気候室の熱負荷を調整して様々な負荷率(エアコン処理熱/冷暖房定格能力 [%])のCOP(処理熱/消費電力 [-])を測定した。

## 3.低負荷・断続運転時の処理熱、消費電力の推移

室内熱負荷がインバーターによる能力の絞り限界を下回り、断続運転となった場合の消費電力、処理熱および吹出し温度の推移例を図1(メーカーB、冷房モード)と図2(メーカーB、暖房モード)に示す。冷房時と暖房時の外気温度はそれぞれ35°Cと7°Cである。冷房モードでは、コ

ンプレッサーが停止すると、送風状態となり、徐々に吹出し温度と室温が等しくなる。コンプレッサーの運転が再開すると、吹出し温度は約14°Cまで下がっている。断続運転時はこのようなON/OFF運転が繰り返されている。冷房モードでONの時の処理熱は約1000Wであり、負荷率は約50%に相当する。一方暖房モードではONの時の処理熱は約2500W、すなわち負荷率100%相当であり、冷房の場合よりも負荷率が高い状態で運転している。

メーカー	定格能力	冷房	暖房
		定格COP	定格COP
メーカーA	2.2kW	6.5	6.7
	4.0kW	4.5	5
メーカーB	2.2kW	5.4	5.8
	2.5kW	5.4	5.8

	外部		内部	
	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]
冷房	25	40	27	47
	30	40	27	47
	35	40	27	47
暖房	-3	87	20	59
	2	87	20	59
	7	87	20	59
	12	87	20	59

## 4.低負荷・断続運転時の冷暖房 COP

1回のON~OFFの間隔を単位として、処理熱と消費電力の平均をとった結果を図3(冷房モード)と図4(暖房モード)に示す。図には連続運転時のデータを併記する。冷房モードの場合、断続時は連続時のほぼ延長線上にあると言える。これに対して暖房モードでは、断続時と連続時の消費電力が重なる領域があり、断続時の処理熱が少なくなっている。

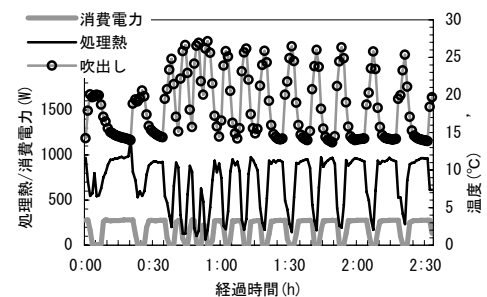


図1 断続運転時の処理熱、消費電力、吹出し温度(冷房)

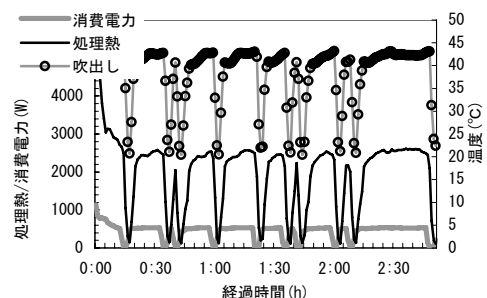


図2 断続運転時の処理熱、消費電力、吹出し温度(暖房)

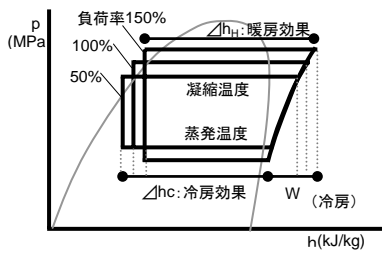


図7 負荷率変動に伴うCOPの変動

図5(冷房モード)と図6(暖房モード)に、負荷率とCOPの関係を示す。図には図3、図4の近似式から算出したCOPの推定線<sup>4)</sup>を併記する。冷房モードでは、断続時の処理熱が

連続時の延長にあるので、COPも負荷率に対してほぼ連続しており、低負荷になるほど徐々に低下する。負荷率15%近傍では定格の半分程度になる。暖房時には、断続時のCOPが不連続に低下している。これは図7に示すモリエル線図上の基本冷凍サイクルにおいて、冷房モードでは負荷率50%相当のCOP( $\Delta h_c/W$ )が高い状態でのON/OFFを繰り返すのに対し、暖房時はインバーターによる絞り下限(負荷率約50%)よりもCOP( $\Delta h_h/W$ )が悪化する負荷率100%相当のON/OFFになるためと考えられる。暖房モードにおいても、暖房時と連続時の消費電力が重ならない領域(負荷率40%以下)では、両推定線が近づく傾向がある。

一方、図8は他機種(メーカーA、暖房定格6.0kW機種)の暖房時の計測結果であり、図6のような不連続性は見られない。このような差異は、断続運転の制御方法によるものであり、メーカーにより異なる場合がある。

## 5.まとめ

断続運転時のCOPは、インバーターによる能力絞り限界、すなわち連続運転の最低能力のON/OFFを繰り返す場合は、連続運転時の延長として推定できた。しかし、定格能力でのON/OFF制御を行う場合には、断続時のCOPが不連続に悪化した。個別機種に対して断続時の制御法の詳細は公表されていないから、断続運転COPの安全側の基準としては、図6のようなCOPの低下(例えば低減係数)を勘案する必要があると考えられる。

### 【参考文献】

- 1) 赤林伸一 他3名, 家庭用エアコンCOP簡易測定法の開発研究, 日本建築学会技術報告集, 第22号, 2005.12
- 2) 浅間英樹 他2名, 家庭用エアコンの実使用における成績係数に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第613号, 2007.3
- 3) 細川隆行 他3名, 家庭用エアコンの特性調査と数値計算モデル, 日本建築学会九州支部研究報告, 第46号, 2007.3
- 4) 細井昭憲 他4名, 負荷率と外気温度に応じたルームエアコンディショナの冷暖房COPの変動特性, 空気調和・衛生工学会大会論文集, 2006.9
- 5) 細井昭憲 他4名, 暖房モードにおけるルームエアコンディショナのCOP, 日本建築学会九州支部研究報告, 第46号, 2007.3
- 6) 坂本雄三 他2名, 住宅のエアコン暖冷房における消費エネルギー計算の標準化に関する研究, その1: 暖冷房負荷の標準化に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2006.9

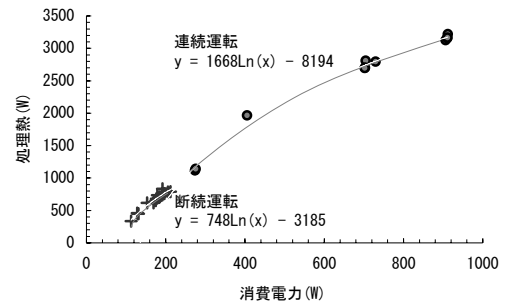


図3 消費電力と処理熱(冷房)

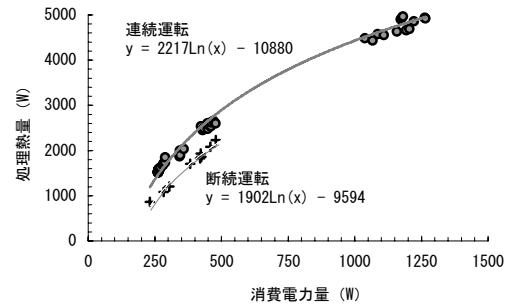


図4 消費電力と処理熱(暖房)

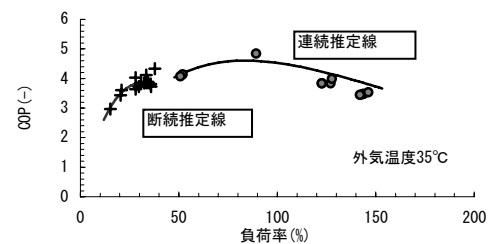


図5 断続時と連続時のCOPの比較(冷房)

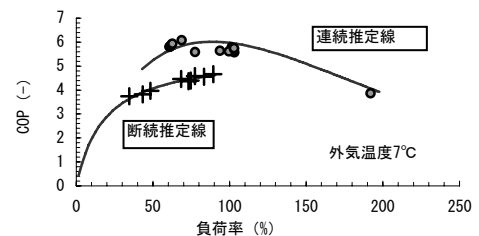


図6 断続時と連続時のCOPの比較(暖房)

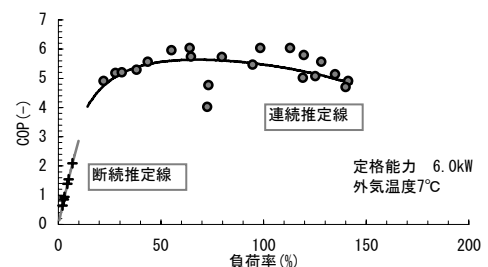


図8 断続時と連続時のCOPの比較(メーカーA, 暖房)

\*1 熊本県立大学 環境共生学部 講師 博士(工学)  
 \*2 国土交通省 国土技術政策総合研究所 博士(工学)  
 \*3 熊本県立大学 環境共生学部 准教授 博士(工学)  
 \*4 熊本県立大学 環境共生学部 助手 修士

\*1 Senior Lecturer, Prefectural Univ. of Kumamoto, Dr. Eng.  
 \*2 National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr. Eng.  
 \*3 Assoc. Prof., Prefectural Univ. of Kumamoto, Dr. Eng.  
 \*4 Assistant, Prefectural Univ. of Kumamoto, M. ESS.