

家庭用エアコンの実使用時における成績係数に関する研究

独立戸建住宅13棟に設置されたエアコンの測定結果

STUDY ON THE PERFORMANCE OF HOUSEHOLD AIR-CONDITIONER
IN THE PRACTICAL USE

Results of COP on a air-conditioner at 13 detached houses

浅間 英樹*, 赤林 伸一**, 坂口 淳***

Hideki ASAMA, Shin-ichi AKABA YASHI and Jun SAKAGUCHI

This paper describes the characteristic of coefficient of performance (COP) of a household air-conditioner. We measured 13 air-conditioners installed in residences in Niigata by the simplified COP measurement technique. The results are as follows.

- (1) There are big difference between the actual COP and the catalog COP. Actual COP is higher than catalog COP for a cooling, and actual COP is lower than catalog COP for a heating period.
- (2) In this study, heating capacity of the air-conditioner is relatively smaller than cooling capacity.
- (3) Actual COP of heating period is smaller than actual COP of cooling period.

Keywords: Household air-conditioner, Coefficient of Performance, Simplicity test method

家庭用エアコン, 成績係数, 簡易測定法

1 はじめに

経済産業省 2005 年エネルギー白書¹⁾によると、我が国における総エネルギー消費量 15,912PJ(ペタジュール)のうち、住宅部門で消費されるエネルギーの割合は、全体の 13.1%、2,088PJ であり、世帯数の増加や新たな家庭機器の普及等により、住宅で消費されるエネルギーは今後更に増加すると予想される。住宅で消費されるエネルギーの中で、冷暖房によるエネルギー消費は相対的に多く、冷暖房機器の性能向上が重要であると考えられる。このため、わが国では 1998 年の改正されたエネルギーの使用の合理化に関する法律(通称:省エネ法)で、エアコンやテレビ、パソコンなどの電気機器等のエネルギー消費量の基準(トップランナー基準)を設け、機器のエネルギー消費効率の向上の推進を図っている。

家庭用エアコンの性能は、製品カタログに定格出力時の成績係数(COP = エアコンの熱出力 / 消費電力)が表示されている。エアコンの COP 測定は日本工業規格(JIS C 9612 および JIS B 8615-1)に定められたカロリメータ型空気エンタルピー装置(以下カロリメータ)と呼ばれる大掛かりな装置が用いられ、エアコン製造者が実験室で主に定格運転時の性能を測定している。この COP は消費電力の観点から性能を比較する際の目安になるが、家庭用のエアコンは定格出力で運転されているとは限らないため、定格出力時

の COP より家庭で消費されるエアコン電力量を推定することは困難である。本研究では筆者らが開発した COP 簡易測定システム²⁾により、家庭用エアコンの実使用時の COP 測定を行い、家庭用エアコンの運転状況に関する基礎的データ³⁾を得たので報告する。

家庭用エアコンに関する既往の研究では、エアコンの使用状況と夏季の窓開けについてアンケート調査を中心に行われている。例えば柴田らによる研究³⁾では、兵庫県の消費者 666 人を対象に、2002 年の夏季と冬季のアンケート調査を実施し、夏季と冬季のエアコン使用時の温熱環境に関する満足度について調査している。近年、家庭用エアコンの性能に関する研究が行われ始めており、林ら⁴⁾により家庭用エアコンの冷房時における部分負荷特性(部分負荷率 = 除去全熱量 ÷ 定格冷房能力)と除湿性能に関する研究が行われている。この研究は家庭用エアコンの室内機を人工気象室内に設置し、風量モードの状況や設定温度、人工気象室の温度変化条件を変え、エアコンの圧縮機周波数、コイル表面温度等の測定を行っている。また、エアコンの発停を考慮し、数値計算により仮想室に設置されたエアコンの期間成績係数に関する研究が、林ら⁵⁾、下田ら⁶⁾により試みられている。本研究は 13 棟の住宅を対象に、実使用時におけるエアコンの運転状況および成績係数について着目した点が他の研究と異なる特色である。

* 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

** 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博

*** 県立新潟女子短期大学生活科学科 助教授・博士(工学)

Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.
Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., Dr. Eng.
Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College, Dr. Eng.

2 COP簡易測定手法の概要

エアコンの熱出力は、エアコン吹出部と吸込部の湿り空気のエンタルピーの差から求めることが出来る。このため、家庭用エアコンに着脱可能な吹出・吸込部の温湿度、吹出・吸込部の風量とエアコン消費電力量を計測するモジュールにより、実使用時のCOPを測定する。図1にCOP簡易測定システムの概要を示す。表1に測定システムを構成する計測モジュールの仕様を示す。

なお、本報では示さないがCOP簡易測定システムはカロリメータ試験室で冷房、暖房時の家庭用エアコンの測定結果の比較検討を行い、冷房時、暖房時ともにカロリメータによる測定結果とCOP簡易測定システムで得られるCOPの結果が良く一致していることを確認している。詳細は文献2) 参照のこと。

3 調査概要

3.1 研究対象

調査対象住宅の概要を表2に示す。新潟県の一戸建て住宅13戸を調査対象に夏季、冬季の家庭用エアコンの運転状況および性能に関する測定を行う。対象としたエアコンは、一番使用頻度の多い居間に設置されたエアコンを対象に、COP簡易測定システムを設置し、測定する。

3.2 測定方法

エアコンの機器効率を示すCOPを算出するために、COP簡易測定システムにより、エアコン吹出・吸込部の温湿度、室外機のインバータ周波数、消費電力量、循環ファン回転数(住宅A)または吹出風速(住宅B~M)を計測する^{注2)}。また、室外機の吹出・吸込

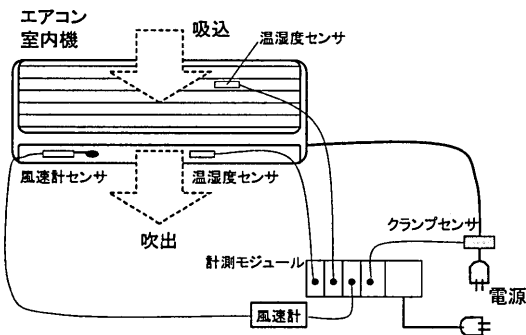


図1 COP簡易測定システムの概要

表1 計測モジュールの概要

モジュール名	主な仕様
温湿度モジュール (エアコン吹出、吸込温湿度を測定)	温度: -40.0~85.0 °C (測定分解能: 0.1°C) 湿度: 0.0~100.0%rh (測定分解能: 0.1%rh) 測定精度: 温度 0.0~35.0 °C ±0.5 °C 湿度 温度が0°Cのとき 40% ±6%, 70% ±8%, 90% ±10% 温度が20°Cのとき 40% ±5%, 70% ±6%, 90% ±8%
直流電圧モジュール (吹出部に設置した風速計の出力を測定)	測定レンジ 電圧: ±50 mV/±500 mV/±5V/±50 V 測定精度 フルスケールの±0.3%
パルスモジュール (エアコンの吹出ファン回転数を測定)	パルス幅12.5 ms以上、パルス間隔25 ms以上
電力モジュール (エアコンの消費電力を測定)	測定精度: 電流 フルスケール(50A)の±1.9% 電圧 フルスケール(200V)の±1.0%

部に温湿度計を設置し、1分間隔で記録する。住宅Aでは室内機循環ファン回転数より予めオフィスにより求めたファン回転数と風量の関係式より吹出風量を算出する。住宅B~Mでは設置時に吹出風速とエアコンの運転状態(強・中・弱・微弱)の関係を明らかとし、吹出風速によりエアコンの運転状況を判定し、メーカー設計風量により測定中の吹出風量を推定する。COPの算出は以下の(1)式で行い、計算は1分間毎に測定した瞬時値を用いて計算する。

$$C = \frac{AQ}{E} \quad \dots(1)$$

C: エアコンのCOP[-] Q: エアコン吹出風量[kg/s]

A: エアコン吹出・吸込空気のエンタルピー差[J/kg]

E: エアコン消費電力量[W]

3.3 エアコンの概要と測定期間

表3に測定を行ったエアコンの概要を示す。新潟県内に設置されているエアコン20台とする。住宅F、H、J~Mでは測定期間中に異なる複数台のエアコンの測定を行っている。夏季(冷房時)は8月から9月にかけて測定を行い、冬季(暖房時)は、11月から1月にかけて測定した。

4 COP測定結果

4.1 実使用時におけるCOPとカタログCOPの関係

表4、表5に各住宅の冷房時、暖房時の測定期間における実測されたCOPの平均値(以下、実COP)とカタログおよび取り扱いマニュアルに記載されている定格時のCOP(以下、カタログCOP)、部分負荷率を示す。実COP比は、実COPとカタログCOPの比であり、以下の(2)式で定義する。

$$R = \frac{C_A}{C_P} \quad \dots(2)$$

C_A: エアコンの実COP[-] C_P: カタログのCOP[-]

R: 実COP比[-]

部分負荷率はエアコン出力とカタログ定格出力の比であり、(3)式

表2 対象住宅の概要

	所在地	床面積	構造・工法
住宅A	新潟市	150m ² (居住部分)	木造(一部RC造)
住宅B	新潟市	117.5m ²	木造
住宅C	新潟市	178.2m ²	木造
住宅D	新潟市	130.8m ²	木造
住宅E	新潟市	241.8m ²	木造
住宅F	新潟市	167.0m ²	木造
住宅G	新潟市	147.4m ²	木造
住宅H	新潟市	110.2m ²	木造
住宅I	三条市	177.2m ²	木造
住宅J	長岡市	106.0m ²	木造
住宅K	長岡市	155.8m ²	木造
住宅L	新潟市	142.4m ²	木造
住宅M	燕市	130.3m ²	木造

のように定義する。

$$e = \frac{AQ}{P} \quad \dots(3)$$

P:カタログの冷暖房定格出力[W]

e:部分負荷率[-]

冷房時の測定期間中の平均外気温は23.5～28.5℃の範囲である。2台のエアコンを除き、実COPはカタログCOPよりも高い値となっている。部分負荷率は0.40～1.75の範囲に入り、測定期間中は定格冷房出力よりも低い状態で動作している。図に示さないが平均外気温と部分負荷率は正の相関(R²=0.335)があり、平均外気温が高くなるにつれて、部分負荷率も高くなる傾向がみられる。暖房時の平均外気温は-0.5～11.5℃である。住宅Eは11月に測定を実施したため他の住宅よりも平均外気温が高くなっている。住宅Bを除き、暖房時の実COPは、カタログCOPよりも低い値であ

表4 冷房時の実COPとカタログCOP

住戸名	実COP	カタログCOP	実COP比	部分負荷率	平均外気温度 [°C]
住宅A	5.24	5.00	1.05	0.56	23.5
住宅B	11.55	5.79	2.00	1.75	25.3
住宅C	4.15	5.83	0.71	0.65	24.0
住宅D	2.55	3.06	0.83	0.58	23.5
住宅G	8.94	5.66	1.58	0.40	25.3
住宅H②	10.16	6.47	1.57	1.25	28.5
住宅I	14.17	6.47	2.19	0.99	25.1
住宅J①	10.67	6.47	1.65	1.36	27.2
住宅J②	9.95	5.12	1.94	1.09	25.9
住宅J③	10.16	4.39	2.31	0.96	25.2
標準偏差	3.63	1.08	0.56	0.42	1.59

る。部分負荷率は0.23～1.44の範囲に入る。部分負荷率と平均外気温の関係は冷房時と比較して相関が低い(R²=0.108)。暖房時は内部発熱や日射により冷房時と比較して部分負荷率と平均外気温の相関が低くなったのではないかと推察される。

図2に全住宅の冷房時、暖房時の測定期間における平均COPとカタログCOPの関係を示す。冷房時の実COP比は0.71～2.31であり、今回測定した冷房時の実COP比の平均は1.58である。暖房時の実COP比は0.35～1.47に入り、今回測定した暖房時の実COP比の平均は0.68である。実COPとカタログCOPの標準偏差は、実COPでは冷房時が3.63、暖房時が1.45であり、カタログCOPは冷房時が1.08、暖房時が0.46である。図2からも分かるように、冷房時の実COPは比較的ばらつきが大きく、暖房時のカタログCOPは比較的ばらつきが小さい結果となっている。

表5 暖房時の実COPとカタログCOP

住戸名	実COP	カタログCOP	実COP比	部分負荷率	平均外気温度 [°C]
住宅A	2.96	4.94	0.60	0.23	8.3
住宅B	8.49	5.77	1.47	1.02	7.5
住宅C	2.12	5.97	0.35	0.27	7.1
住宅E	3.84	5.88	0.65	0.56	11.5
住宅F①	3.20	6.32	0.51	0.78	1.7
住宅F②	3.53	6.44	0.55	0.60	1.6
住宅H①	3.64	6.44	0.57	1.11	4.5
住宅H②	4.82	6.44	0.75	0.64	2.8
住宅K①	4.24	5.56	0.76	1.44	-0.5
住宅K②	3.88	5.56	0.70	0.47	-0.5
住宅L①	4.14	6.44	0.64	0.59	1.1
住宅L②	3.66	6.44	0.57	0.46	1.1
住宅M①	3.95	6.32	0.62	0.71	1.3
住宅M②	4.98	6.15	0.81	1.05	0.4
標準偏差	1.45	0.46	0.25	0.34	3.75

表3 エアコンの概要と測定期間および測定期間中の平均外気温

住戸名	運転状態	カタログCOP	定格出力 [kW]	定格消費電力 [W]	測定日	平均外気温度 [°C]
住宅A	冷房	5.00	2.80	560	2003年8月～2005年12月 (毎日)	23.5
	暖房	4.94	4.00	810		8.3
住宅B	冷房	5.79	2.20	380	2003年9月11日～9月15日	25.3
	暖房	5.77	3.20	555	2003年12月20日～12月24日	7.5
住宅C	冷房	5.83	2.80	480	2003年9月2日～9月5日	24.0
	暖房	5.97	3.20	540	2003年12月5日～12月8日	7.1
住宅D	冷房	3.06	2.80	480	2003年8月26日～8月31日	23.5
住宅E	暖房	5.88	4.00	680	2003年11月14日～11月17日	11.5
住宅F①	暖房	6.32	3.60	570	2005年1月1日～1月31日	1.7
住宅F②	暖房	6.44	2.80	436	2005年1月1日～1月31日	1.6
住宅G	冷房	5.66	2.80	495	2005年9月6日～9月11日	25.3
住宅H①	暖房	6.44	2.80	435	2006年1月10日～1月18日	4.5
	冷房	6.47	2.20	340	2005年8月24日～8月29日	28.5
住宅H②	暖房	6.44	2.80	435	2006年1月10日～1月18日	2.8
	冷房	6.47	2.20	340	2005年8月30日～9月4日	25.1
住宅J①	冷房	6.47	2.20	340	2005年8月24日～8月29日	27.2
住宅J②	冷房	5.12	2.20	430	2005年8月30日～9月3日	25.9
住宅J③	冷房	4.39	2.50	570	2005年9月6日～9月13日	25.2
住宅K①	暖房	5.56	4.00	720	2005年12月27日～1月6日	-0.5
住宅K②	暖房	5.56	4.00	720	2005年12月27日～1月6日	-0.5
住宅L①	暖房	6.44	2.80	435	2005年12月20日～12月27日	1.1
住宅L②	暖房	6.44	2.80	435	2005年12月20日～12月27日	1.1
住宅M①	暖房	6.32	2.60	570	2005年12月12日～12月17日	1.3
住宅M②	暖房	6.15	2.80	455	2005年12月12日～12月17日	0.4

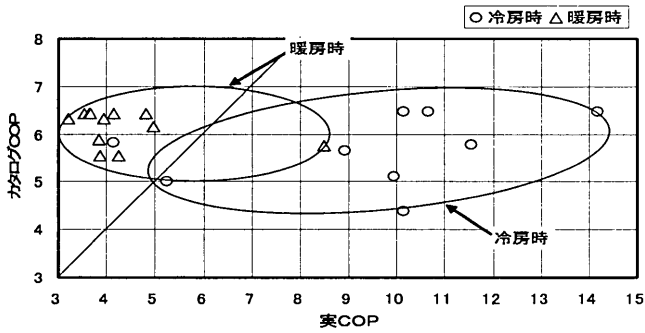


図2 冷房時、暖房時の実COPとカタログCOPの関係

4.2 住宅Aにおけるエアコンの長期測定

(1) エアコンの運転状況

住宅Aのエアコンは、年間毎日エアコンが運転されている。計測器を常時接続し、2003年8月から2006年1月まで、長期測定を実施している。図3、4に消費電力、吹出空気のエントルピー差(以下エアコン出力)、室内機・室外機吸込温度、室内機の吸込温度、コンプレッサのインバータ周波数、エアコン室内機の循環風量、部分負荷率の日平均値を示す^{注3)}。

実使用時消費電力の平均値は、冷房時では128.7W、暖房時では233.0Wであり、消費電力は冷房時に比べて暖房時に多い。エアコン

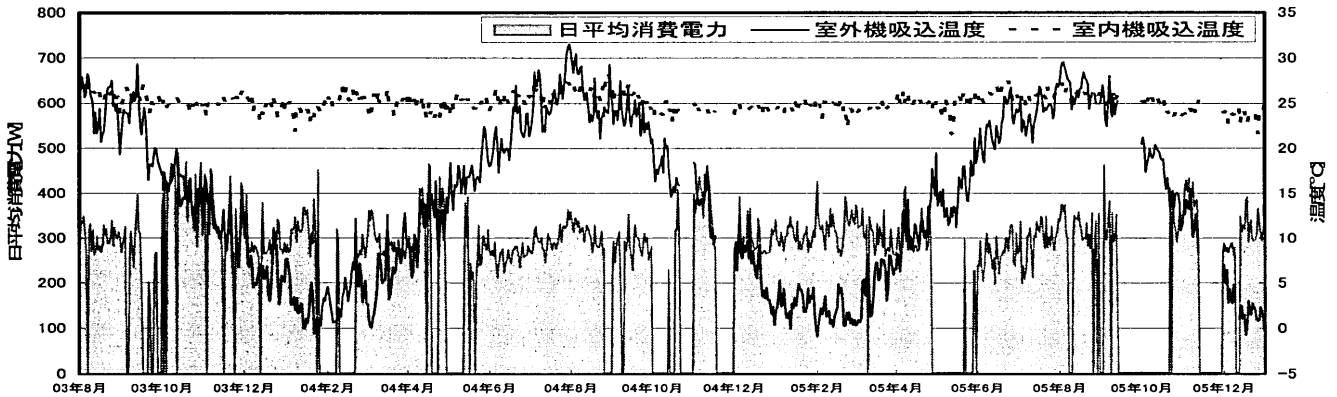


図3 住宅Aにおける消費電力・室内機吸込温度の日平均値の長期測定

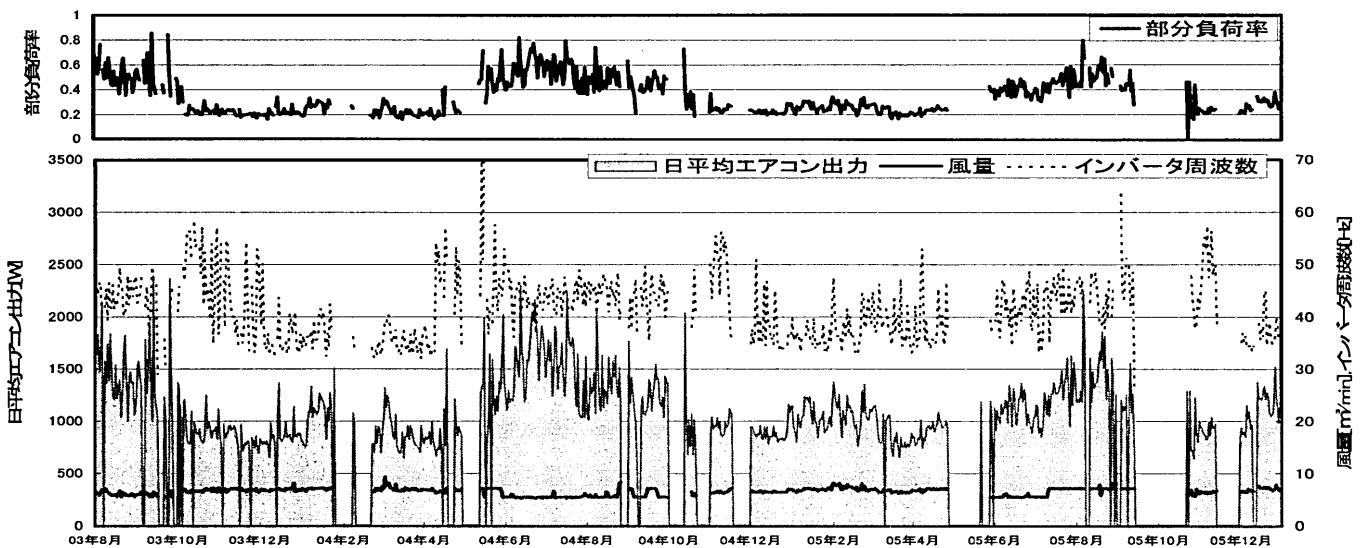
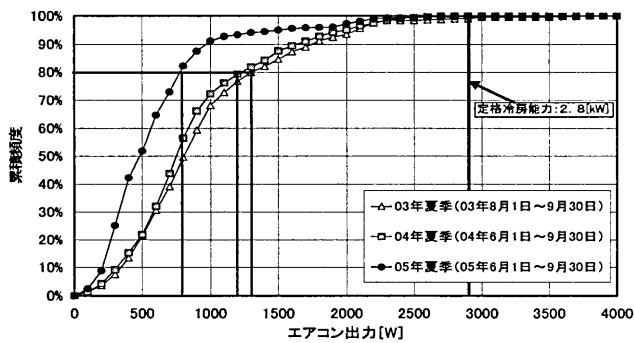
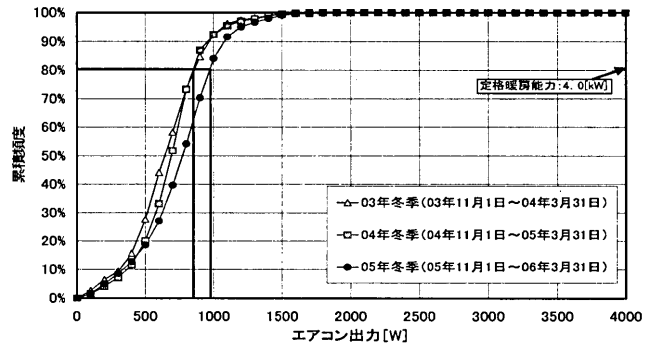


図4 住宅Aにおけるエアコン出力・インバータ周波数・風量・部分負荷率の日平均値の長期測定



(1) 冷房運転時



(2) 暖房運転時

図5 エアコン出力の累積頻度

出力の平均値は、冷房時では822.32W、暖房時では729.4Wである。平均風量は冷房時では4.7m³/min、暖房時では6.2m³/minとなり、暖房時に風量が多い。インバータ周波数は冷房時は0～109.5Hz、暖房時は0～122.7Hzに変化する。平均インバータ周波数は冷房時が43.5Hz、暖房時に38.7Hzであり、冷房時のインバータ周波数は冷房時のエアコン出力が大きいと、高くなる傾向がある。部分負荷率の日平均値は冷房時は0.21～0.85、暖房時は0.16～0.38の範囲に入り、冷房時は暖房時と比べて定格出力が小さいため、部分負荷率が比較的大きくなる傾向がある。

(2) エアコン出力の累積頻度

図5に、冷房時と暖房時の住宅Aのエアコン出力の累積頻度を示す。住宅Aでは通年エアコンを運転しているが、ここでは冷房期間を6月1日から9月30日、暖房期間を11月1日から3月31日とし集計をする。累積頻度80%となるエアコン出力は、冷房時では約800～1300W、暖房時では約900～1000Wである。この住宅では、暖房時における内部発熱が比較的大きいため、冷房時に比べてエアコ

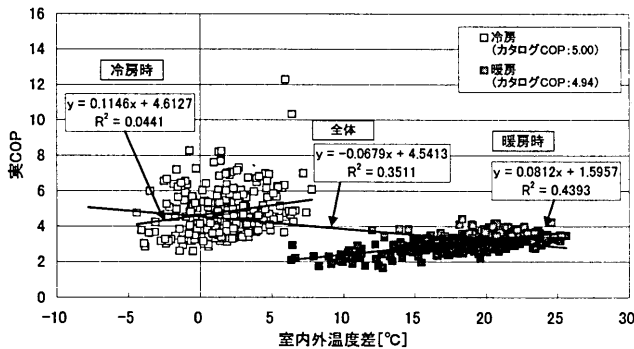


図6 住宅Aにおける室内外温度差と実COPの日平均値の関係

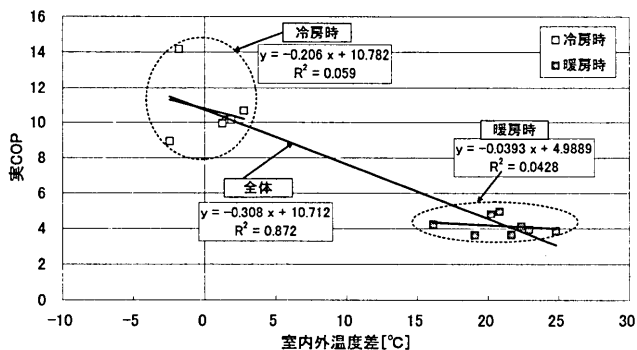


図7 測定期間中の平均室内外温度差と実COPの関係

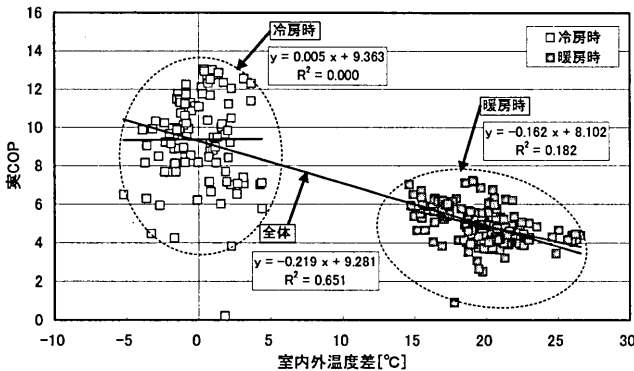


図8 住宅H②における室内外温度差と実COPの関係

ン出力が低い値で動作している割合が多い。

(3) 室内外温度差と実使用時COP

図6に、住宅Aで測定した室内外温度差と実COPの日平均値の関係を示す。室内外温度差は、室内機吸込温度から室外機吸込温度を引いた値である。冷房時、暖房時とも内外温度差が大きくなると実COPは増加する傾向が見られる。冷房時、暖房時の室内外温度差と実COPの回帰式を図6に示す。冷房時は寄与率(R²)が0.04であり、室内外温度差と実COPの関係はみられない。暖房時は寄与率が0.44であり、室内外温度差が大きくなるにつれて実COPが高い値となっている。冷房時の寄与率が低い理由は、冷房時には暖房時と比較して室内外温度差が小さく、潜熱負荷や開口部からの日射の影響により相対的に実COPのばらつきが大きくなるためと考えられる。参考までに冷房時と暖房時のデータをあわせて算出した回帰式を図6に示す。

4.3 その他の住宅におけるエアコンの測定結果

(1) 室内外温度差と実COPの関係

図7に住宅Aを除くその他の住宅の冷房時、暖房時の測定期間における平均室内外温度差と期間平均実COPの関係を示す。冷房時、暖房時ともに住宅毎に測定した実COPと室内外温度差の寄与率(R²)は小さい。室内外温度差と実COPの寄与率が低い理由はエアコンの設置状況、設定温度、エアコンが受け持つ暖冷房負荷により同じ室内外温度差において実COPが変化するためであると考えられる。冷

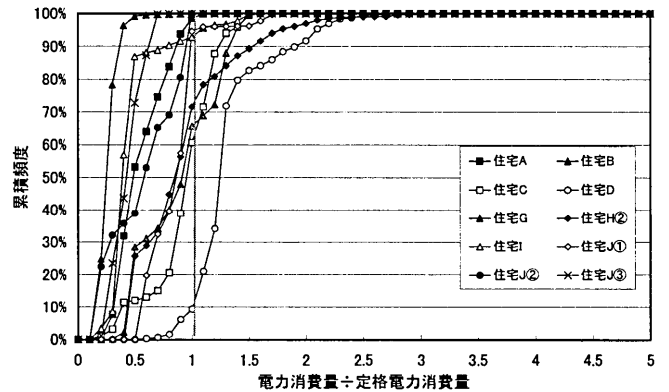


図9 冷房時における実使用時電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度

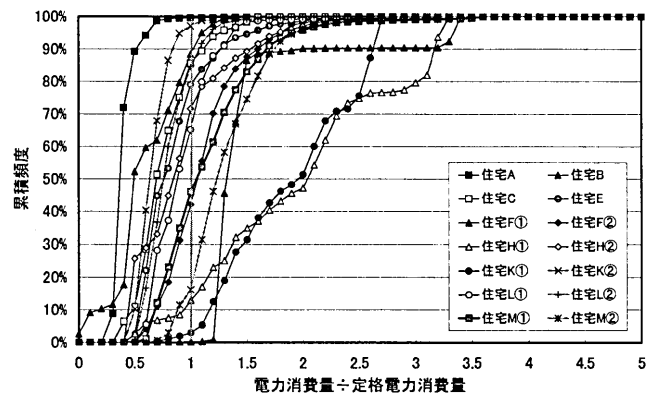


図10 暖房時における実使用時電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度

房時は暖房時と比較して、相対的に実COPは大きい値となっている。

(2) 住宅H②における室内外温度差と実COPの関係

図8に住宅H②で測定した1時間毎の室内外温度差と実COPの関係を示す。冷房時、暖房時ともに室内外温度差と実COPの相関係数は低い。暖房時と冷房時を比較すると、住宅A同様に冷房時の実COPは暖房時の実COPよりも高い値となっている。

(3) 実使用時における電力消費量の定格電力消費量に対する割合

図9、図10にそれぞれ冷房時、暖房時における実使用時電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度を示す。冷房時では住宅Dを除き定格電力消費量以下で運転している割合が全体の60%以上を占めている。住宅Dは夜間団らん時のみ冷房をする住宅であり、立ち上がり負荷のため、定格電力消費量以上で運転している割合が増加している。暖房時では定格電力消費量以下で運転している割合が全体の50%以上を占めている住宅が8軒、50%を下回る住宅が6軒あり、運転状況に大きな相違が見られる^{注4)}。定格電力消費量以上の頻度の多い住宅F①、住宅H①、住宅K①は、吹き抜けのあるリビングに設置されたエアコンであり、負荷が大きいため、定格電力消費量以上で運転している割合が増加している。

5 まとめ

本研究は、筆者らが開発したCOP簡易測定システムを用い、家庭用エアコンの実使用時のCOP測定を行い、家庭用エアコンの運転状況(実COP)に関する基礎的データを得た。測定結果のまとめは以下の通りである。

- ①実COPとカタログCOPには大きな相違がある。冷房時はカタログCOPより実COPが高く、暖房時はカタログCOPより実COPが低い傾向がある。
- ②住宅Aにおける長期測定の結果、暖房時よりも冷房時の消費電力およびエアコン出力は多い傾向がある。
- ③暖房時の実COPは、冷房時の実COPと比べて小さい値である。
- ④エアコン運転時間中において定格電力消費量以下で運転している割合は、暖房時より冷房時のほうが高い。

謝辞

本研究を行うにあたり、対象住宅の居住者の方に多大なる協力を得ました。データの集計及び解析においては、新潟大学大学院生 宝里智洋の協力を得ました。ここに記して深く感謝の意を表します。

注

- 注1) 本研究は、JIS B8615:1999⁷⁾などの測定方法で測定したカタログCOPや定格消費電力量で、実使用時の家庭用エアコンは必ずしも運転しているとは限らないことを報告している。将来、家庭用エアコンの製造者が室内温湿度、室外温湿度と消費電力やCOPに関する資料を整備し、家庭用エアコンの設備設計を行う環境が整備されることを期待する。
- 注2) 冷房時の測定では、吹出口の湿度センサーが結露するためセンサー指示値が相対湿度100%を超える場合がある。センサー指示値が相対湿度100%を超えた場合、相対湿度を100%とし、解析を行っている。
- 注3) 本研究で示す消費電力、エアコン出力、インバータ周波数およびエアコン室内機の循環風量の日平均値および期間平均値は、測定時間中にコンプレッサーが停止している時間を考慮し、コンプレッサーが停止している時

間を除外した平均値を求めた。コンプレッサーの発停は、住宅Aはコンプレッサーのインバータ周波数より判定し、その他の住宅では消費電力、室内機吹出吸込温度差、循環ファン風量より推定した。

注4) 定格電力消費量およびカタログCOPはJIS B 8615⁷⁾より、以下の条件で測定されている。

試験条件		冷房	暖房
室内側吸込 空気温度	乾球温度(°C)	27	20
	湿球温度(°C)	19	15
室外側吸込 空気温度	乾球温度(°C)	35	7
	湿球温度(°C)	24	6

実電力消費量はエアコンの設置状況によって異なり、負荷の多い部屋にエアコンを設置した場合、定格電力消費量よりも多くなる可能性がある。本調査では、暖房時に定格電力消費量よりも実エアコン消費電力量が上回る時間が長い場合、エアコンコンセントの電気容量は定格電力消費量の2~3倍の余裕を持たせることが望ましいと考えられる。カタログCOPは定格時に測定されたCOPである。実環境ではエアコンの設置状況や室内外温度が定格時とは異なるため、カタログCOPと実COPは必ずしも同じ値にはならない。

参考文献

- 1) 経済産業省:「2005年エネルギー白書 エネルギー安全保障と地球環境」,ぎょうせい, 2005. 11
- 2) 赤林伸一、坂口淳、佐藤久遠、浅間英樹:「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
- 3) 柴田祥江、松原斎樹:「ルームエアコンの使用実態と消費者意識に関する調査」,日本家政学会大会研究発表要旨集第56回大会, 2005. 4
- 4) 林徹夫、野村孝司、細川隆行:「家庭用エアコンの部分負荷特性と除湿性能に関する研究 その1 エアコンの運転特性と部分負荷特性」,日本建築学会大会学術講演梗概集, D2, 2005. 9
- 5) 林徹夫、野村孝司、細川隆行:「家庭用エアコンの部分負荷特性と除湿性能に関する研究 その2 動的負荷計算による期間成績係数の試算」,日本建築学会大会学術講演梗概集, D2, 2005. 9
- 6) 下田吉之、アランマイヤー:「家庭用ルームエアコンディショナーの期間成績係数評価手法に関する研究」,エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集, No. 18, pp. 167-170, 2001
- 7) 日本規格協会: JIS B 8615-1:1999「エアコンディショナ 第1部:直吹き形エアコンディショナとヒートポンプ 定格性能及び運転性能試験方法」, 1999

(2006年7月5日原稿受理, 2006年11月24日採用決定)