

家庭用エアコンの実使用時における成績係数に関する調査研究
その6 シェルター性能に対応したエアコンの選定方法について

Study on the performance of household air-conditioner in the practical use
Part 6 Selecting Method of Air-Conditioner corresponds to the shelter performance of house

正会員○浅間英樹¹⁾ 同 赤林伸一²⁾ 同 坂口 淳³⁾ 同 石山洋平⁴⁾

ASAMA Hideki, AKABAYASHI Shin-ichi, SAKAGUCHI Jun and ISHIYAMA Yohei

本報では、実使用時のエアコンのCOPを推定するためのCOPマトリックスを作成し、住宅のシェルター性能に対応した最適なエアコンの選定方法について検討することを目的とする。実使用時におけるエアコンの特性は使用方法や、機種によって大きく異なる。設置する部屋の暖房負荷に対して過剰な能力のエアコンを設置すると、エアコンのON-OFF運転する時間が長くなり、暖房期間COPは低下する傾向がある。エアコンを選定する際には、定格出力時のCOPや部屋の大きさだけでなく断熱性能や地域の気象条件を考慮し、エアコンが最も効率の高い運転状態を維持できるように機種の選定、設置を行う必要がある。

Household Air-conditioner, Coefficient of Performance, Practical Use, Thermal Load
家庭用エアコン，成績係数，実使用時，熱負荷計算

1 研究目的

本報その6では、前報までに報告したエアコンの実使用時COPの実態調査結果から、実使用時のCOPを推定するCOPマトリックスを作成し、建物の暖房負荷を考慮した最適なエアコンの選定方法に関する検討を行うことを目的とする。

前報その1からその5では様々な条件によって変化する住宅用エアコンの実使用時のCOPの実態を明らかにした。本報では、実測調査結果からエアコンのCOPマトリックス作成し、住宅においてエアコンの設置条件を変化させた場合の暖房期間電力消費量と暖房期間COPの計算結果について報告する。

2 対象住宅とエアコンの概要

2.1 対象機器

表1に解析対象とするエアコンの概要を示す。実測調査を行ったエアコン24台のうち、2台を解析対象とする。表2に測定期間を示す。エアコンのCOPは外気温と部分負荷率によって変化すると考えられる。部分負荷率は、エアコンの実使用時の出力とカ

$$\text{部分負荷率} = \frac{\text{実使用時のエアコン出力}}{\text{カタログ定格エアコン出力}} \dots (1)$$

タログ定格出力の比であり (1) 式で定義する。

2.2 解析概要

(1) エアコンのCOPマトリックス

COP簡易測定手法を用いたエアコンのCOP実測結果より、エアコンが定常運転しているデータを抽出しCOPを推定する。表3にエアコンの定常運転状態の定義を示す。エアコンが定常運転しているときのデータより、外気温と部分負荷率をパラメータとして、実使用時のCOPマトリックスを作成する。

(2) 建物熱負荷計算

図1に解析対象住宅モデル(日本建築学会標準住宅

表1 対象エアコンの概要

エアコン名	運転状態	カタログCOP	定格出力[W]			定格消費電力[W]		
			標準	中間	低温	標準	中間	低温
エアコン①	暖房	6.15	2800	1400	4200	455	225	1250
エアコン②	暖房	4.94	4000	2100	4600	810	355	1400

表2 測定期間

エアコン名	測定期間
エアコン①	2006/02/03 - 2006/02/16
	2006/12/13 - 2006/12/27
エアコン②	2003/08/01 - 2006/03/31

1) 南オーブルデザイン 代表取締役 博士(工学)
2) 新潟大学 教授 工学博士
3) 県立新潟女子短期大学 助教授 博士(工学)
4) 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

1) Arbre Design Private Company, Managing Director, Dr. Eng.
2) Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.
3) Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College, Dr. Eng.
4) Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.

モデル)を示す。表4にシェルター条件と室内温湿度条件、換気回数を示す。拡張アメダス気象データより、仙台、新潟、東京、福岡の4地域を対象に、熱負荷シミュレーションソフトTRNSYSにより断熱性能を変化させた建物の熱負荷計算を行う。

(3) 暖房期間電力消費量と暖房期間COPのシミュレーション

表5にエアコンの設置条件を示す。case1は、エアコンを全ての部屋に1台設置した場合、case2、3は複数室を一つの暖房空間として1台のエアコンを設置した場合である。熱負荷計算により算出した建物負荷とCOPマトリックスを用いて、エアコンの設置条件を変化させた場合の暖房期間積算電力消費量と暖房期間COPの算出を行う。

3 解析結果

3.1 COPの推定モデル

図2に、エアコン①の暖房運転時のCOPマトリックスを示す。エアコン①は測定期間を通して定常状態時に、部分負荷率が0.4以下に低下することは無く、ON-OFF運転となる。従って、部分負荷率0.4以下ではCOPが低下すると推測される。そこで、JIS

表4 暖房負荷計算のシェルター条件室内温湿度条件

断熱性能	室内温湿度条件		換気回数[回/h]
	温度[°C]	相対湿度[%]	
①熱損失係数Q=1.97[W/m ² K] (次世代省エネルギー基準)	20	59*	0.5
②熱損失係数Q=5.54[W/m ² K] (断熱材なし)			1.5

*JIS C 9612「ルームエアコンディショナの暖房標準能力試験条件」による

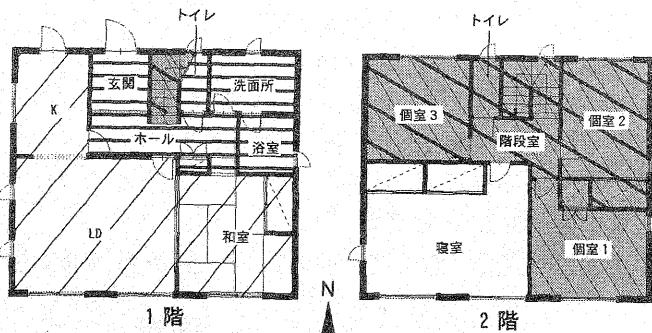


図1 解析対象住宅モデル

表5 エアコンの設置条件

室名	大きさ	case1	case2	case3	設置条件
LDK	20帖	○	○	○	case 2, 3 LDK, 和室
和室	7帖	○	○	○	
浴室	2帖	○	○	○	case 2 個室2, 3
洗面所	3帖	○	○	○	case 2 トイレ, 階段室
玄関・ホール	7帖	○	○	○	
トイレ	1帖	○	○	○	
寝室	10帖	○	○	○	case 2, 3 浴室, 洗面所, 玄関ホール, トイレ
個室1	6.5帖	○	○	○	
個室2	5帖	○	○	○	
個室3	6帖	○	○	○	
トイレ	1帖	○	○	○	case 3 個室1, 2, 3
階段室	5帖	○	○	○	case 3 トイレ, 階段室

○: エアコン設置位置

※case2, 3は、複数の室を1台で暖房した状態

※外気温2°C以下の場合のエアコン出力は定格暖房低温能力を上限とする。
エアコン①: 4200 W , エアコン②: 4600 W

C 9612に規定されている効率低下係数0.25を用いて部分負荷率0~0.4の範囲でCOPを推定する。部分負荷率0.4の時のCOPをCOP (0.4) とすると、COP (0.X) は (2) 式で与えられる。

$$COP(0.X) = COP(0.4) \times (1 - 0.25 \times (1 - \frac{0.X}{0.4})) \dots (2)$$

エアコン①は、部分負荷率0.4の時にCOPが最も高い値となる。又、外気温が上昇するとCOPは上昇する傾向がある。

図3にエアコン②のCOPマトリックスを示す。エアコン②は部分負荷率が大きくなるとCOPが上昇し、外気温が上昇するとCOPが上昇する。

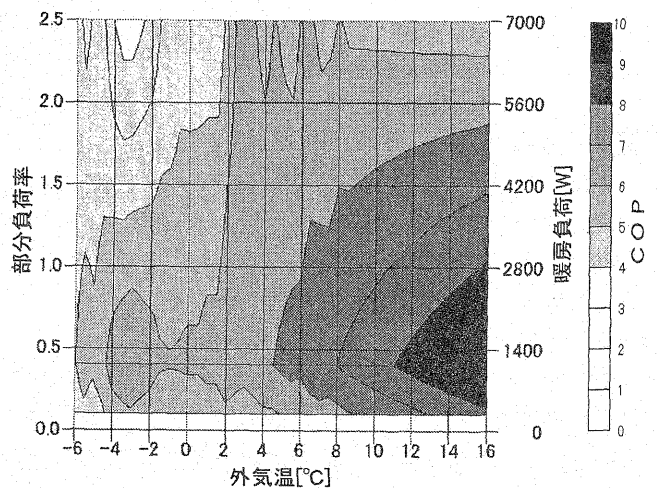
図4に外気温3°Cの時のエアコン①、②のエアコン

表3 エアコンの定常運転状態の定義

- i) 5分以上連続してエアコンが動作している
- ii) インバータ周波数が一定である
- iii) 室内機循環風量の変化がない
- iv) i)~iii)を満たした時間の吸込・吹出空気のエントルピー差が平均値の±3%以内
- v) i)~iii)を満たした時間の消費電力の差が平均値の±1.5%以内
- vi) i)~iii)を満たした時間の外気温(室外機吸込温度)の差が平均値の±0.5°C以内

※室外機の除霜運転時の消費電力は考慮しない。

※インバータ周波数を測定していない場合はii)を除く。



※エアコン①は部分負荷率0.4で断続運転となる。

図2 部分負荷率、外気温とCOPの関係(エアコン①)

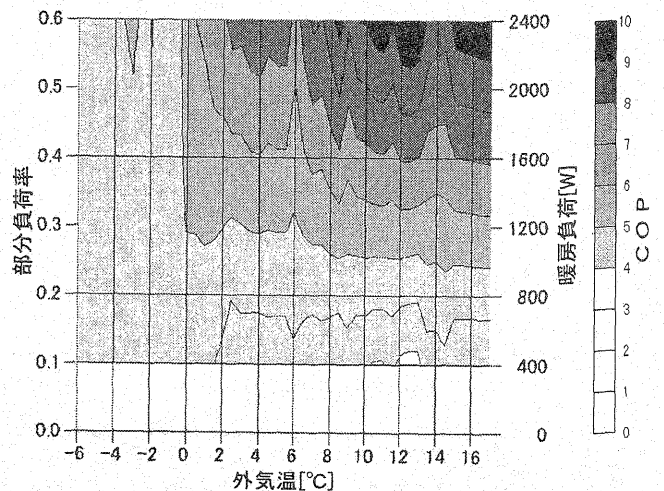


図3 部分負荷率、外気温とCOPの関係(エアコン②)

出力とCOPの関係を示す。エアコン①、②では特性が異なり、エアコン出力が2000W以下ではエアコン①がエアコン②に比較してCOPが高い。エアコン②はエアコン出力が高くなるにつれてCOPが上昇する。エアコン出力が2000W以上では、エアコン②のCOPはエアコン①に比較して高い値となり、相対的に消費電力が少ない。

3.2 COPの計算結果

図5に仙台、新潟、東京、福岡において対象住宅にエアコン①を設置した場合の暖房期間積算電力消費量と暖房期間COPの計算結果を示す。断熱性能①（次世代省エネルギー基準）では、各室にエアコンを1台設置するcase 1に比較して、複数室を一つの暖房空間として1台のエアコンを設置するcase 2、case 3の暖房期間COPが上昇し、暖房期間積算電力消費量が少ない値となる。

断熱性能②（断熱材なし）では、仙台、新潟においてcase 1が最も暖房期間COPが高くなる。東

京、福岡ではcase 2が最も暖房期間COPが高くなる。断熱性能②では、case 毎による暖房期間COPの違いは断熱性能①に比較して小さい。断熱性能②の暖房期間積算電力消費量は、仙台、新潟においてはcase 2が最も多くなり、東京、福岡ではcase 2が最も少なくなる。断熱性能②のcase 2、3では、外気温2℃以下の時に定格暖房低温能力以上の暖房負荷となり、負荷に対してエアコン出力が不足する場合がある。

3.3 暖房期間総合負荷と累積時間

図6、7に仙台、福岡におけるcase 2のLDKと寝室の暖房負荷量と累積時間、エアコン①のCOPマトリックスを用いて計算した暖房期間COPを示す。暖房負荷量とは、暖房期間における暖房負荷と、その負荷の累積時間の積であり、各暖房負荷における暖房期間全体での年間累積暖房負荷を表す。仙台における算出結果では、LDKにエアコン①を設置した場合、暖房期間COPは5.73となり、寝室に設置した場合は5.30となる。

福岡ではLDKにエアコン①を設置した場合、暖房期間COPは6.49となり、寝室では5.79となる。これはエアコン①が、部分負荷率0.4（エアコン出力：1120W）以下の場合、ON-OFF運転となりCOPが低下することが原因であると推測される。仙台、福岡どちらも、LDKは部分負荷率0.4付近の暖房負荷の割合が高い。一方、寝室では、部分負荷率が0.4以上となる暖房負荷は暖房期間を通じて発生しないため、全運転時間でON-OFF運転となる。仙台と福岡のLDKを比較すると、部分負荷率0.4付近に年間累積暖房負荷量のピークがある福岡のCOPが、仙台のCOPを大きく上回っている。

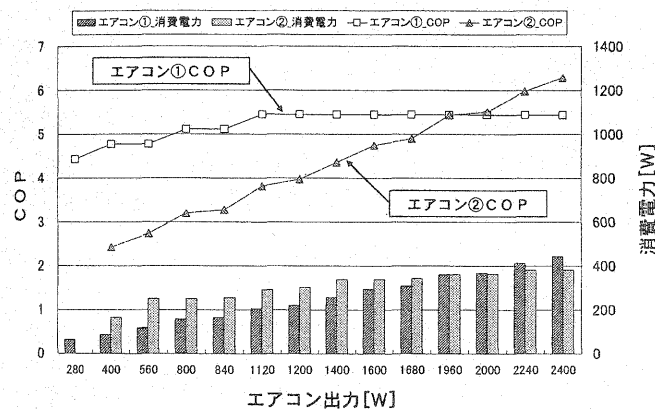
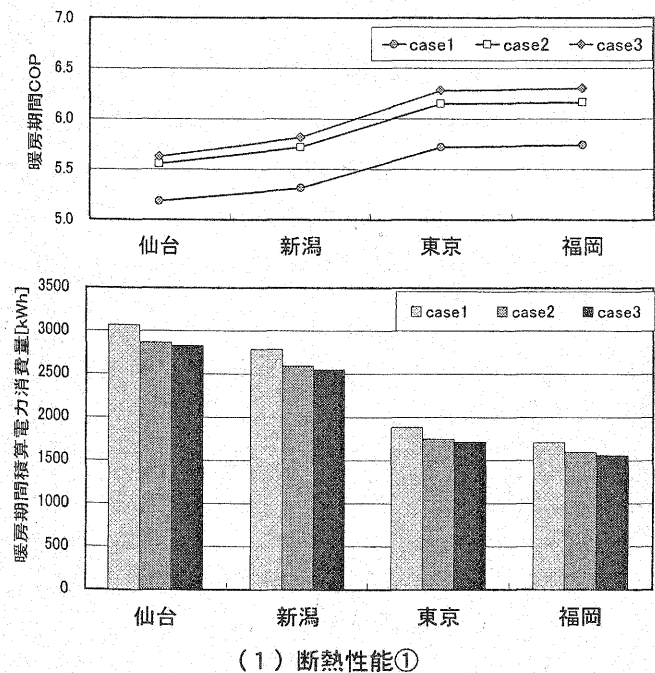
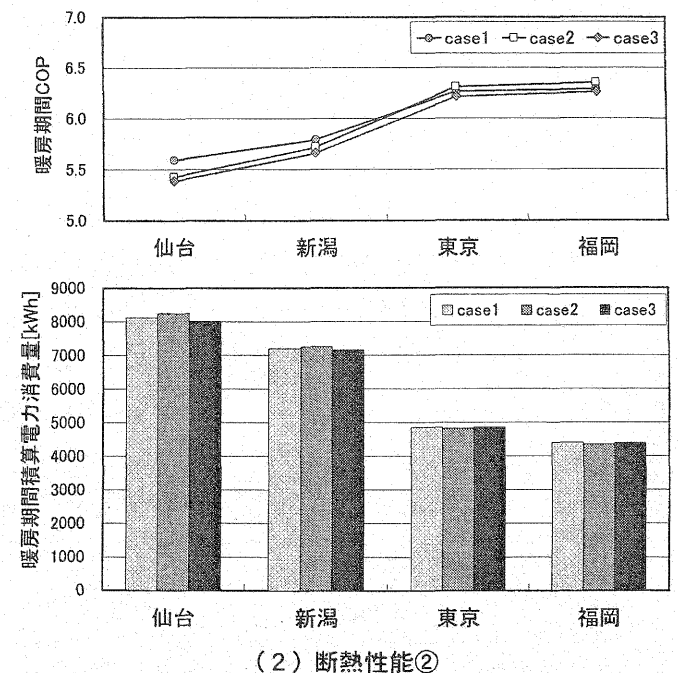


図4 エアコン①とエアコン②のエアコン出力COPの関係 (外気温3℃)



(1) 断熱性能①



(2) 断熱性能②

図5 暖房期間積算電力消費量と暖房期間COPの計算結果(断熱性能①)

4 まとめ

- 1) エアコン①は部分負荷率0.4の時にCOPが最も高くなる。エアコン②は部分負荷率が上昇するとCOPは上昇する。エアコン①、②ともに外気温が上昇するとCOPが上昇する。
- 2) エアコン出力とCOPの関係は機種によって異なる。エアコン出力が2000W以下では、エアコン①がエアコン②に比較してCOPが高い。エアコン出力が2000W以上では、エアコン②のCOPはエアコン①に比較して高い値となる。
- 3) エアコン①のCOPマトリックスを用いて行った暖房期間積算電力消費量と暖房期間COPのシミュレーション結果では、次世代省エネルギー基準（断熱性能①）では、各室にエアコンを1台ずつ設置する場合に比較して、複数室に1台のエアコンを設置する場合に暖房期間COPが上昇し暖房期間電力消費量が少なくなる。
- 4) 断熱材なし（断熱性能②）では、仙台、新潟において各室にエアコンを1台ずつ設置する場合に暖房期間COPが上昇する。断熱性能②のcase 2、3では、外気温2℃以下でエアコン定格暖房低温能力以上の負荷となり、暖房負荷に対してエアコン出力が不足する場合がある。
- 5) 暖房負荷に対して過剰な能力のエアコンを設置するとON-OFF運転する時間が長くなり、暖房期間COPは低下する。

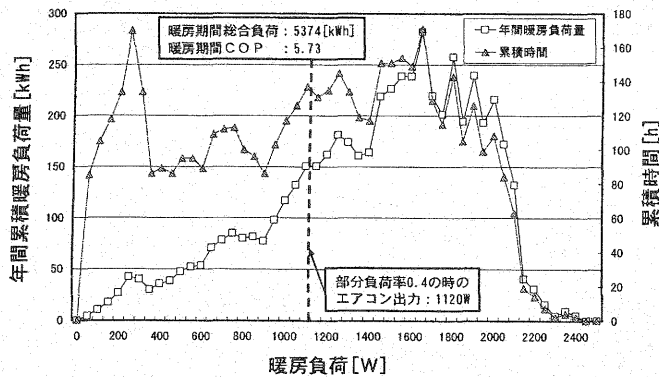
- 6) エアコンを選定する際には、定格出力時のCOPや部屋の大きさだけでなく、建物のシェルター性能や地域の気象条件を考慮し、エアコンが最も効率の高い運転状態を維持できるように選定、設置を行う必要がある。

【謝辞】

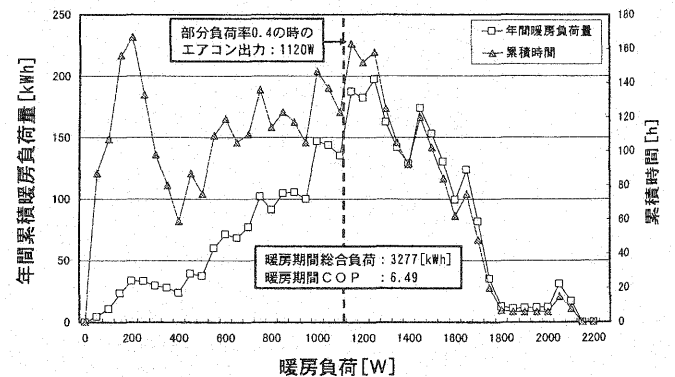
本研究は国土交通省、東京電力、関西電力、九州電力から委託を受け、(社)日本建築学会学術委員会「住宅内のエネルギー消費に関する全国的調査研究委員会（委員長：村上周三慶應義塾大学教授）」の活動の一環として実施したものである。また、本研究を行うに当たり居住者の方々や工務店の各位の協力を得た。関係各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】

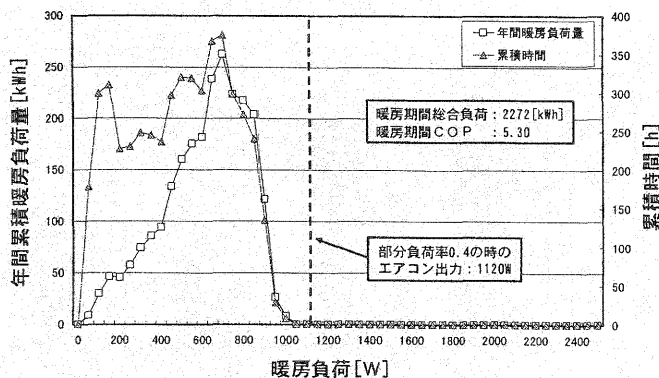
- 1) 赤林・坂口・佐藤「家庭用エアコンの実使用時における成績係数に関する研究その1」日本建築学会北陸支部研究報告集, 2004年
- 2) 佐藤・赤林・坂口「家庭用エアコンの実使用時における成績係数に関する研究その2」日本建築学会北陸支部研究報告集, 2004年
- 3) 浅間・赤林・坂口・石山・佐藤「家庭用エアコンの実使用時における成績係数に関する研究その3」日本建築学会北陸支部研究報告集, 2005年
- 4) 日本規格協会(1999)「エアーコンディショナ 第1部 直吹き形エアコンディショナとヒートポンプ 定格性能及び運転性能試験法 JIS B 8615-1:1999」
- 5) 赤林・坂口・浅間・石山・宝里「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その4」日本建築学会北陸支部研究報告集, 2006年
- 6) 浅間・赤林・坂口・石山・宝里「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その5」日本建築学会北陸支部研究報告集, 2006年



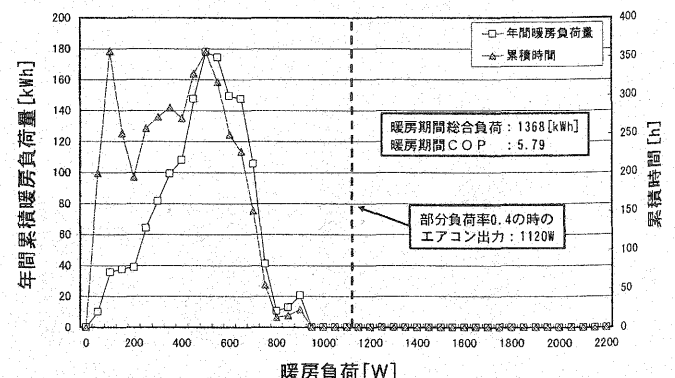
(1) LDK



(1) LDK



(2) 寝室



(2) 寝室

図6 case 2の暖房負荷量と累積時間(仙台)

図7 case 2の暖房負荷量と累積時間(福岡)