

家庭用エアコンを対象とした COP 測定実験によるカタログ APF の精度検証

STUDY ON ACCURACY VERIFICATION OF ANNUAL PERFORMANCE FACTOR IN CATALOGUE FOR HOME-USE AIR CONDITIONER BY COP MEASUREMENT EXPERIMENTS

文 欣 潔*, 赤林伸一**, 坂口 淳***, 有波裕貴****

Xinjie WEN, Shin-ichi AKABAYASHI, Jun SAKAGUCHI
and Yuki ARINAMI

Annual performance factor (APF) in catalogue is one of the selection criteria for home-use air conditioner. In this paper, the relationship of COP, heating and cooling load and outside air temperature is analyzed using the calorimeter which can carry out temperature adjustment. We constructed "COP Matrix" using the database which is measurement results. APF is calculated from the COP Matrix and compared with catalogue APF to evaluate accuracy of catalogue value. As the result, although the APF of an air conditioner in the catalogue is 5.6, which computed from COP matrix in case-1-1 (Tokyo) is 2.9, which is about 0.5 times rather than catalogue value.

Keywords : Home-use Air Conditioner, COP Matrix, Flow rate of air conditioner, Annual Performance Factor

家庭用エアコン, COP マトリックス, 処理風量, APF

1 はじめに

室内の快適性の向上や新たな家電製品の普及等により住宅部門のエネルギー消費量は今後更に増加すると予想されている。住宅における暖冷房のエネルギー消費量は、住宅全体の約 1/4¹⁾ を占めており、住宅の省エネルギーの推進のために住宅の断熱・気密性能の向上と共に、暖冷房機器の性能の向上が求められている。特にヒートポンプにより暖冷房を行う住宅用エアコンでは、外気温と暖冷房出力に応じて機器の成績係数 (Coefficient of Performance: COP) が大きく変化するため、地域の気象条件及び設備配置計画を含めた建物の熱負荷特性に応じた機種を選定が極めて重要である。

筆者らは既報²⁾において住宅用エアコン (2012 年度モデル) のカタログスタディを行い、平均定格 COP と定格能力の関係及び市場価格と定格能力の関係を報告している。更に、JIS C 9612³⁾ に基づいた計算条件により省エネ法の「住宅事業建築主の判断基準」の地域区分を考慮し、全国 9 地域の通年エネルギー消費効率 (Annual Performance Factor: APF) を算出し、通年でのエネルギー消費効率の算出では地域の気候特性について評価すべきであることを述べている。

家庭用エアコンの機器特性に関する既往の研究では、浅間ら⁴⁾は、13 棟の戸建住宅に設置された家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP の測定を行い、カタログ COP と実使用時の COP に大きな相違があることを指摘している。特に暖房時ではカタログ COP と比較して実使用時の COP が低い傾向があることを明らかにしている。細川ら⁵⁾は特定の市販のエアコンを対象に冷房時において、室内外温度条件に対する能力、消費電力特性を実験により明らかにし、COP や消費電力の

推定法を提案している。細井ら^{6)~8)}は一連の研究において、外気温度や室内温度等の影響を考慮した負荷率別 COP を算出することを目的とし、汎用性のある COP 算出方法の構築のため、実験に基づいて市販の家庭用エアコンの機器特性を明らかとしている。上野ら^{9)~11)}は家庭用エアコンを対象とした熱源特性モデルの開発を行っており、独自開発した熱負荷計算ソフトと連成して解析を行うことで、熱負荷が時間的に変化する場合においてもカタログ値から比較的精度よく消費電力量を予測することが可能と考えられるモデルの構築を行っている。

住吉ら¹²⁾は市販の家庭用エアコンを対象に JIS 試験と同様の試験を行い、更に、実験用住宅で同機種の実働時の処理熱負荷量と消費電力量を計測し、COP を算出することで、JIS 試験結果と実働性能の乖離状態の把握を行った結果を報告している。その結果、実働性能において JIS 試験と同等の性能を示す機種があるものの、多くの機種では実働時の COP が低いことを明らかにしている。

エアコンの選定基準の 1 つに JIS C 9612 で算出方法が定められているカタログ APF¹³⁾ がある。この値が実使用時の APF と比較して精度が検証された例はない。以降、本報では JIS C 9612 で規定されている APF をカタログ APF と記述する。本報では、外気温、暖冷房負荷を任意に調整可能な簡易カロリーメータを製作し、COP 簡易測定法¹³⁾を用いて家庭用エアコン 5 機種 (2013 年度モデル) を対象としてエアコンの出力-外気温-COP の関係を示す COP マトリックスの作成を実験により行う。この COP マトリックスを用いて年間の 1 時間毎の COP および消費電力量を算出し、年積算暖冷房負荷と年積算消費電力量から APF を求め、カタログ APF と比較することで、カタログ APF の精度検証を行うことを目的と

本稿は 2014 年度 (近畿) 及び 2015 年度 (関東) 日本建築学会大会において発表した内容^{14), 15)}に、新たな結果と考察を加えて再構成したものである。

* 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生・修士 (工学)

** 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博

*** 新潟県立大学国際地域学部国際地域学科
教授・博士 (工学)

**** 新潟大学大学院自然科学研究科 特任助教・博士 (工学)

Grad. Student, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, M. Eng.
Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Dr. Eng.

Prof., Faculty of International Studies and Regional Development, Department of International
studies and Regional Development, University of Niigata Prefecture, Dr. Eng.

Research Assist. Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Dr. Eng.

する。本報では、実測ではなく、実験と熱負荷シミュレーションによりカタログAPFの精度検証を行う。これは、実測では住宅の断熱性能や気象条件を変化させることが困難であり、本報では様々な住宅の断熱性能や地域条件でのカタログAPFの精度を検証するためである。

エアコンの性能特性は各メーカーがカロリーメータを用いて測定しているが、消費者が得られるのは定格条件でのCOP等、ある点における性能のみである。更に、エアコンが運転されている場合の性能に関して消費者がエアコン購入時に得られる情報は、定格暖冷房、中間暖冷房、低温暖房試験による5点のCOPの値を線形補間して算出されたカタログAPFのみである。本報では、複数台の家庭用エアコンを対象に空調負荷-外気温-COPの関係を測定し、COPマトリックスの作成を行う。このCOPマトリックスを用いて、カタログAPFの精度検証を行う点が既往の研究と異なる点である。また複数台の家庭用エアコンを対象に実験によりCOPマトリックスを明らかとした研究報告はない。

外気温と暖冷房負荷とCOPの関係については、細井ら^{9)~8)}や上野ら^{9)~11)}によって冷凍サイクルの理論COPを実働時のCOPに修正するCOP算出法が提案されているが、エアコン室内機の吹出風量(処理風量)が変化した場合等に対する考察が十分ではない。本報では室内機の風量設定を風量自動運転とする場合と、処理風量を外部のファンにより制御し、変化させた場合の風量別のCOPマトリックスの測定を行っている。室内機の処理風量はCOPに大きく影響するため、実使用時の室内機処理風量でのCOPマトリックスを明らかにすることは、カタログAPFの精度検証を行う上で重要である。

2 簡易カロリーメータによるCOP測定

2.1 COP測定の概要

Fig.1に簡易カロリーメータの概要を、Table 1に測定対象のA社製エアコンの概要を示す。測定対象はA社製の住宅用エアコンとし、2013年度に市販された最上位シリーズモデルである。簡易カロリーメータの室内機用チャンパーは3m×3m×2.7m、室外機用チャンパーは一辺が2mの立方体とし、壁体は厚さ60mmの高性能断熱材(熱伝導率:0.024W/m・K)と構造用合板で構成されている。各チャンパー内には空気温度を-10℃に冷却可能な冷凍機と電気ヒータ(最大出力:10kW)を組み合わせた温度調整用空調機を設置し、各チャンパー内の空気温度を制御することで暖冷房負荷及び外気温を任意に変化させることが出来る。なお、チャンパー内の湿度制御は行っていないが、暖房時の室外機側チャンパー、冷房時の室内機側チャンパーでは潜熱負荷が生じるように超音波加湿器を用いて加湿している。

本研究では、簡易カロリーメータを用いたCOP測定実験において、室内チャンパーの空気温度(空調負荷)、室内機の吹出風量(処理風量)、室外チャンパーの空気温度(外気温)をパラメータとしてCOP測定を行う。以降、特に注記を行わない場合、本報でCOPと記載する際のCOPとは全熱COPであり、本報で測定を行ったCOPマトリックスは全熱COPマトリックスである。

2.2 風量変化に応じたCOP測定(測定方法①)

測定対象エアコンの吸込・吹出空気の状態を測定するため、温湿度センサー(HIOKI社製)¹²⁾を測定対象エアコンの室内機吸込口に1点、吹出口に2点設置する。更に、実験精度を確認するため、室内機吸込口、吹出口に別途3点ずつ、T型熱電対を別途設置する。又、室外機吸込口に温湿度センサーを1点設置し、この点の

温度を外気温とする。COP算出の際の室内機吹出温度は温湿度センサーと熱電対で計測した値の平均値¹³⁾を用いる。室内機の吸込口にサーミスタ風速計¹⁴⁾を1点設置し、処理風量を算出する。室内機吹出口のフラップは上下左右ともにリモコンで中央に設定する。

測定方法①では、エアコンの風量はリモコンによる送風ファンの風量設定(風量自動運転、風量4~1、静)とする。リモコンの表示に従うと、風量4が風量最大モード、風量1は弱モードである。静は、弱よりも少ない風量にするモードである。測定方法①で測定対象とするエアコンは、Table 1のエアコン②とエアコン⑤の2機種とする。暖冷房通常運転時を測定対象とし、外気温(暖房時:-5~15℃、冷房時:24~38℃)、暖冷房負荷(室内機吸込口空気温度)を変化させる。エアコンの吸込・吹出口の温湿度より各点のエンタルピーを算出し、暖冷房出力を求め、測定した消費電力量で除すことでCOPを算出する。

2.3 風量を一定に制御したCOP測定(測定方法②)

Fig.2にエアコン②の風量を風量3に設定した場合の暖冷房通常運転時の各測定点の実験結果を示す。本実験では外気温はほぼ変化させず、室内側チャンパーの室温を制御することにより、エアコンの吸込口温度を変化させて、暖冷房負荷を制御し、COPの測定を行っている。Fig.2では、エアコンは稼働開始から充分時間が経過し、通常運転している状態にある部分を示している。この時、リモコンによる風量設定は変更していないにもかかわらず、処理風量が変わる。この現象は、測定を行ったTable 1に示す全ての機種において、リモコンによる全ての風量設定で生じる。その際、風量の変化に応じ、同一の出力でも異なるCOPが測定される。このため、本報では、測定方法①に加え、補助ファンでエアコンの処理風量を一定に制御し、COPを測定する方法(測定方法②)により風量別に暖冷房出力、

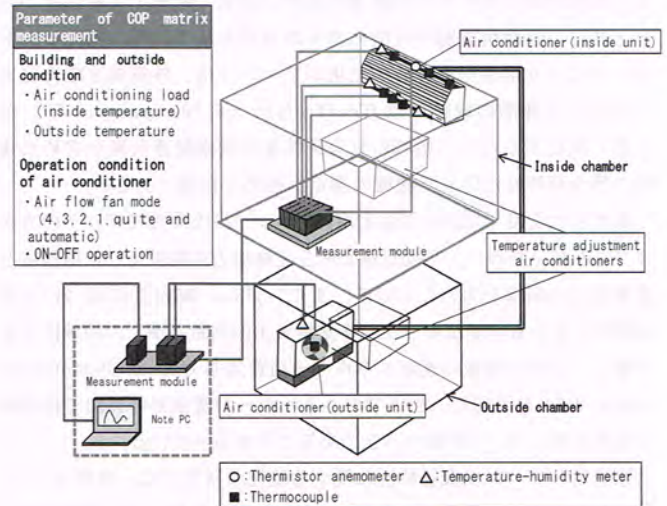


Fig.1 Schematic view of calorimeter

Table 1 Air conditioners made in A Company for the COP matrix measurement

	Performance of air conditioner										APF [-]	Period power consumption [kWh]
	Heating					Cooling						
	Capacity [kW]	Power consumption [W]		COP [-]		Capacity [kW]	Power consumption [W]		COP [-]			
Air conditioner 1	Rated value	Range	Rated value	Range	Rated value	Range	Rated value	Range	Rated value	Range	Rated value	Range
Air conditioner 2	2.5	0 ~ 6	420	105 ~ 1,480	6.0	2.2	0.4 ~ 3	395	110 ~ 780	5.6	7.2	612
Air conditioner 3	3.6	0 ~ 10	710	105 ~ 3,300	5.1	2.8	0.4 ~ 4	585	110 ~ 1,100	4.8	7.0	802
Air conditioner 4	5.0	0 ~ 12	1,025	110 ~ 3,960	4.9	4.0	0.5 ~ 5	1,010	120 ~ 1,720	4.0	6.7	1,196
Air conditioner 5	6.7	0 ~ 12	1,720	110 ~ 3,960	4.0	5.6	0.5 ~ 6	2,190	120 ~ 2,220	2.6	5.6	2,004
Air conditioner 6	8.5	0 ~ 12	2,630	110 ~ 3,960	3.2	7.1	0.5 ~ 7	2,990	120 ~ 3,080	2.4	4.9	2,903

外気温と COP の関係について実験を行っている。

Fig. 3 に測定方法②の測定装置の概要を示す。測定方法②では測定対象エアコン室内機吹出口の寸法に合わせて作成した亜鉛引き鉄板のアタッチメントを設置し、フレキシブルダクトで風量測定装置⁽⁵⁾に接続する。更にシロッコファンを風量測定装置の下流側に直列に接続し、処理風量を風量測定装置で計測する。エアコンのリモコンによる風量設定は風量4とし、シロッコファンと風量測定装置のファンを用いることにより、処理風量を段階的に制御する。エアコンの吸込・吹出空気の温湿度測定用センサー、熱電対は測定方法①と同様とする。

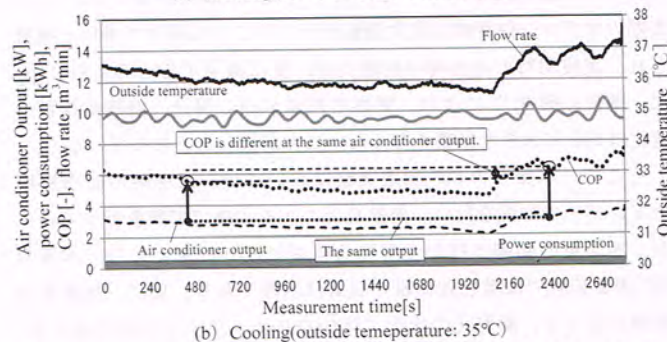
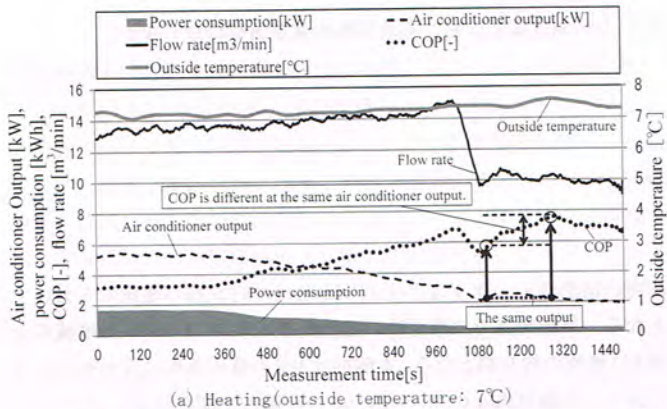


Fig. 2 Measurement result (Air conditioner 2 / Air flow fan mode 3)

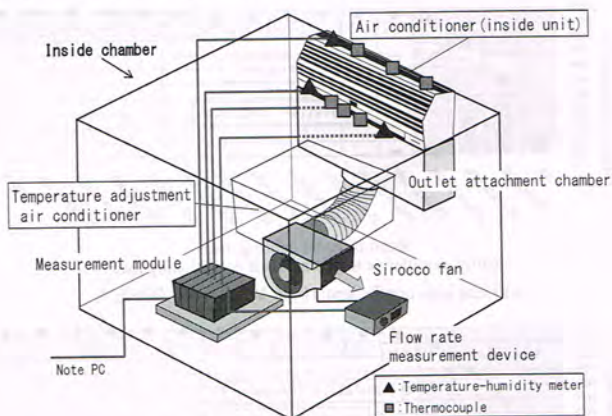


Fig. 3 Set-up of measurement method 2

Table 2 Measurement condition in measurement method 2

	Cooling		Heating	
	28	22	22	22
Setting temperature [°C]	28	22	22	22
Air flow fan mode of air conditioner	4	Automatic flow rate	4	Automatic flow rate
Flow rate [m³/min]	Air conditioner 1	4/8/14	-	4/8/12
	Air conditioner 3	7.5/10/11.5/13/14.5	-	8.5/10/11.5/14.5
	Air conditioner 4	7/14/16	-	5/9.5/15
Air conditioning load (inside chamber air temperature) [°C]	27~40	-	0~23	-
Outside air temperature [°C]	24~38	-	-5~15	-

Table 2 に測定条件の概要 (測定方法②) を示す。予備実験⁽⁶⁾により測定方法②で一定に制御する風量を決定する。測定対象エアコンはエアコン①・③・④の3機種とする。これらのエアコンの COP 測定実験では、風量自動運転時は測定方法①を、風量別運転時は測定方法②を用いて測定を行う。

2.4 COP マトリックスの作成方法

各外気温における暖冷房出力と COP の関係から回帰式を求め、COP マトリックスの作成を行う。外気温 0.1°C、出力 0.1kW 毎に COP をマトリックス内にプロットし、作成する。測定結果が無い条件は周囲の値から回帰式を作成し補間する。

Fig. 4 に測定方法①による COP 測定実験で求めた暖冷房出力と COP の関係の一例を示す。測定方法①を用いた実験において、同一の出力・外気温で異なる COP が得られた場合は、異なる COP の値を含めた実験で得られた全てのデータから暖冷房出力と COP の関係による回帰式を求め、COP マトリックスを作成する。

2.5 風量合成 COP マトリックスの作成方法

Fig. 5 に風量合成 COP マトリックスの作成方法の概要を示す。測定方法②によって風量別に作成した COP マトリックスを対象に外気温 0.1°C、出力 0.1kW 毎に同じ外気温、出力時の COP を比較する。COP が最も高い値を抽出することで新たな COP マトリックス (風量合成 COP マトリックス) を作成する。

3 解析概要

3.1 COP マトリックスを用いた APF の算出方法

Fig. 6 に日本建築学会標準住宅モデル (1階平面)⁽⁷⁾を、Table 3 に熱負荷計算の条件を示す。解析対象エアコンはエアコン①とエアコン④の2機種とする。熱負荷計算には熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS を用いる。気象データは日本建築学会拡張アメダス気象データ (標準年)⁽⁸⁾とする。解析対象の住宅モデルは日本建築学会標準住宅モデルを用い、空調対象室を ZONE A (LDK: 約 17 畳 / 28m²) とした場合と ZONE A+B (LDK+ 和室: 約 25 畳 / 41m²) とした場合で熱負

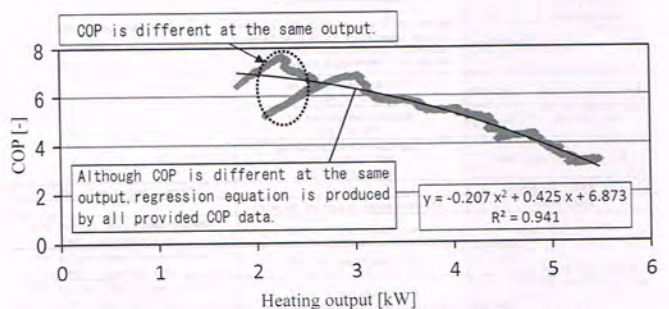


Fig. 4 Relation between heating output and COP (Air conditioner 4 / Air flow fan mode 3)

Comparing each COP matrix divided by flow rate in the same outside temperature and output, the highest COP is selected. New COP matrix is composed by selected COP.

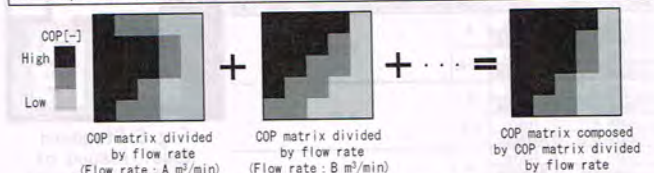


Fig. 5 Creation method of COP matrix composed by COP matrix divided by flow rate

荷計算を行う。各室の室内発熱負荷と滞在人員数は SCHEDULE⁽⁹⁾により設定する。空調対象室の滞在人員数は最大3人(父、母、子)とし、平日、休日、時間帯により変化する。潜熱負荷発生量は100g/h・人とする。本報では、東京と新潟を対象地域として、断熱性能と空調対象室の大きさを変化させた合計12ケースの解析を行っているが、例えば case1-1(東京)では、日平均外気温が最高である8月10日(夏季平日代表日)・18時の冷房負荷は、顕熱負荷:約1.98kW、潜熱負荷:約0.84kW、顕熱比:約0.70である。算出した各時刻の熱負荷(暖房時:顕熱、冷房時:顕熱+潜熱)と外気温と COP マトリックスから、各空調室にエアコンを設置した場合の1年間の COP と消費電力量を1時間毎に算出⁽¹⁰⁾する。年積算暖冷房負荷を年積算消費電力量で除すことで、実験により求めた COP マトリックスを用いた APF の算出を行う。本解析で対象とする COP マトリックスは風量自動運転時及び風量合成 COP マトリックスとする。

3.2 断熱性能を変化させた場合の APF の解析条件

Table 4 に解析 case を示す。建物の断熱性能による APF の変化を検討するため、住宅モデルの断熱性能を変化させ解析を行う。case1 と case2 は JIS C 9612 のカタログ APF 算出条件⁽¹¹⁾と同程度の住宅断熱性能として、最大暖房負荷:275W/m²を目標とし、熱損失係数を10.06W/m²・Kとして与える。case3 と case4 は JIS C 9612 と次世代省エネ基準(新潟:地域区分5、2.7W/m²・K)の中間条件として熱損失係数を5.05W/m²・Kとする。case5 と case6 は新潟の次世代省エネ基準(地域区分5:2.7W/m²・K)を満たす住宅の断熱性能として熱損失係数を2.00W/m²・Kとし、合計12caseで熱負荷計算を行う。尚、対象地域は東京、新潟とする。

Table 3 Parameter of thermal load calculation

		Settings	note
Preset cooling temperature [°C]		27	
Preset heating temperature [°C]		20	
Preset cooling relative humidity [%]		47	
Heating and cooling period	Cooling	From the third day on which the average outside temperature exceeds 22°C and until the third day before the average air temperature exceeds 22°C	JIS C 9612 Conditions
	Heating	From the third day on which the average outside temperature is 14°C or below and until the third day before the average air temperature exceeds 14°C	
The conditions that air conditioning load produces	Cooling	Outside temperature is 24°C or more	
	Heating	Outside temperature is 17°C or less	
Air conditioning system		Time zone air conditioning ON : 6:00-24:00 OFF : 24:00-6:00	
The number of people		3	Father, mother and a child
House model		Standard model issued by the AIJ	
Rated capacity of air conditioner [kW]	Cooling	Air conditioner 1 : 2.2	The air-conditioner setting area in a catalogue : 10m ²
		Air conditioner 4 : 5.6	The air-conditioner setting area in a catalogue : 29m ²
	Heating	Air conditioner 1 : 2.5	The air-conditioner setting area in a catalogue : 10m ²
		Air conditioner 4 : 6.7	The air-conditioner setting area in a catalogue : 29m ²

Table 4 Analysis cases

Analysis case	Area	ZONE	Heat loss coefficient [W/m ² ・K]
case 1-1	Tokyo	A	10.06
case 1-2	Niigata	A	
case 2-1	Tokyo	A+B	5.05
case 2-2	Niigata	A+B	
case 3-1	Tokyo	A	2.00
case 3-2	Niigata	A	
case 4-1	Tokyo	A+B	2.00
case 4-2	Niigata	A+B	
case 5-1	Tokyo	A	2.00
case 5-2	Niigata	A	
case 6-1	Tokyo	A+B	2.00
case 6-2	Niigata	A+B	



Fig. 6 Standard Model issued by the Architectural Institute of Japan (First plane)

3.3 地域条件を変化させた場合の APF の解析条件

地域条件を変化させた場合の解析対象地域は標準気象データが整備されている全国842地域とし、中でも主要11都市(札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、広島、高知、福岡)と省エネ法「住宅事業建築主の判断基準」の地域区分(8区分)に属する8都市(北見、岩見沢、盛岡、宇都宮、長野、岡山、宮崎、那覇)の計19都市を代表地域とする。断熱性能は熱損失係数:10.06W/m²・Kと熱損失係数:2.00W/m²・Kとする。

4 COP 測定結果

4.1 COP 測定実験における冷房時の潜熱負荷の取り扱い

COP 測定実験における冷房時の潜熱負荷に関する検討を熱負荷シミュレーションにより行う。解析方法と解析条件は3.1、3.3と同様とし、熱損失係数10.06及び2.00W/m²・Kの住宅モデルを対象に解析を行う。Fig.7に熱負荷計算で算出した全国842地域における年積算暖冷房負荷に対する冷房時の潜熱負荷比率の相対頻度と累積頻度を示す。どちらの住宅モデルでも年積算暖冷房負荷に対する冷房時の潜熱負荷の比率は、全国842地域の約5割の地域で5%以下となる。累積頻度では冷房時の潜熱負荷比率が15%以下の地域が全国842地域の約9割となる。本解析はAPFの算出条件に合わせて行っており、空調方式は6:00~24:00の時間帯空調を設定しているが、実際のエアコン使用時は間欠運転が行われている場合が多いと推察され、実使用時の冷房時の潜熱負荷は更に減少すると考えられる。又、既往の研究⁽⁶⁾により、顕熱処理量が同じ場合、潜熱処理量の変化はCOPに大きな影響を与えないことが明らかとなっている。

そこで、本報でのCOP測定実験においては、冷房時の室内機側チャンパーで加湿を行い、潜熱負荷のある状態で実験を行っているが、加湿量の制御は行わず潜熱負荷量は成り行きとした。本報のCOP測定装置では潜熱負荷量の制御は困難であり、更に、加湿量の制御を行うと、顕熱比の変化に伴いCOPマトリックスが変化する。

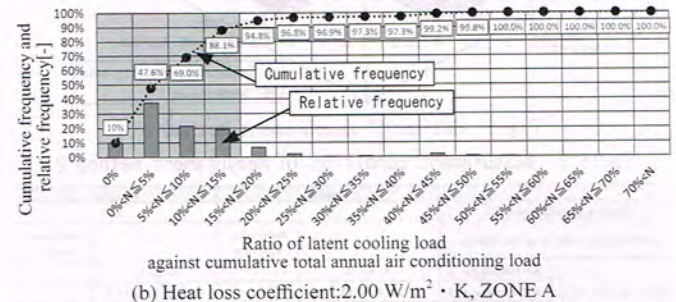
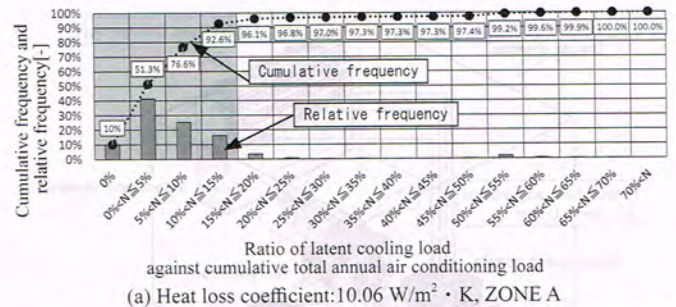


Fig. 7 Cumulative frequency and relative frequency of ratio of latent cooling load against cumulative total annual air conditioning load in 842 areas in Japan

これにより、実験・解析時の変数が増加することで、COPマトリックスの使用法が極めて複雑化するため、加湿量の制御を行うCOPマトリックス作成方法は、今回は実用的でないと考えている。また、年積算空調負荷に対する冷房時の潜熱負荷の割合は全国的に比較的小ないため (Fig. 7)、COPマトリックスで顕熱比の変化を考慮しないことが年積算消費電力量及びAPFの算出結果へ与える影響は少ない

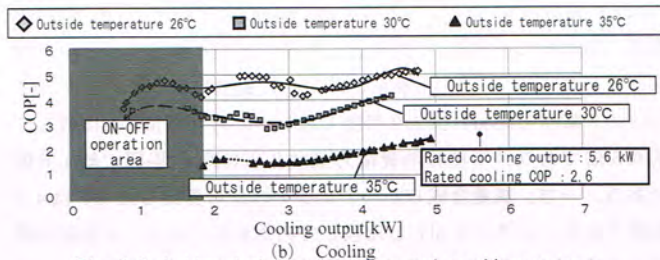
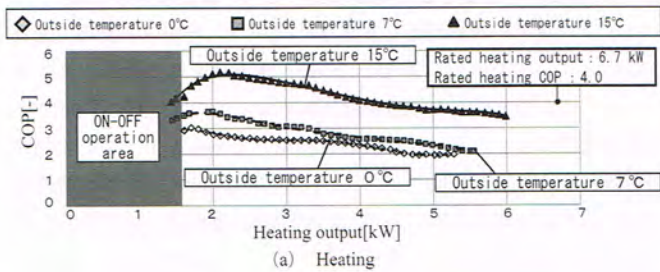


Fig. 8 Relation between heating and cooling output and COP in automatic flow rate operation (measurement method 1, air conditioner 4)

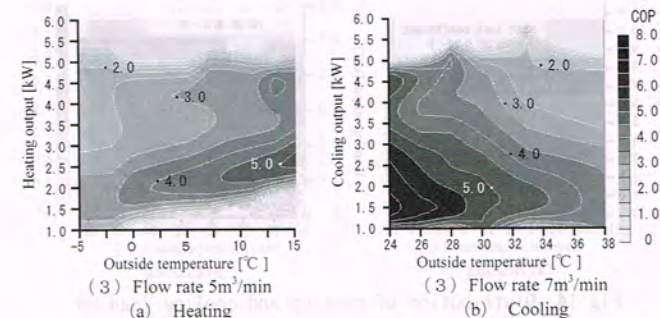
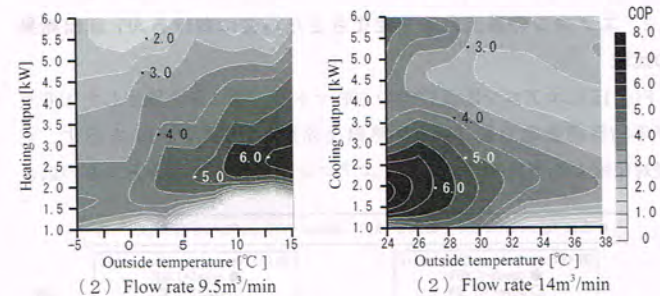
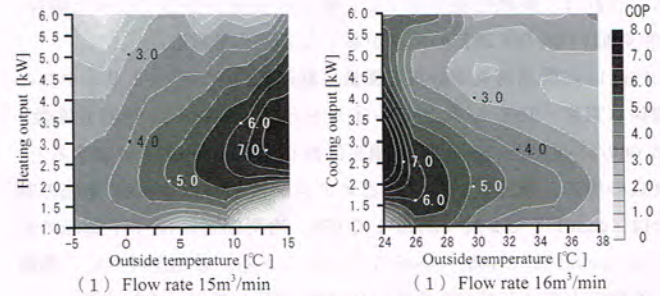


Fig. 9 COP matrix divided by flow rate (air conditioner 4)

いと考えられる。冷房潜熱負荷量を変化させた場合のCOPマトリックスの測定実験は今後の課題と考えている。尚、第5章において実施している標準住宅モデルを用いた熱負荷計算及び年間のCOPの算出では、潜熱負荷も含めた熱負荷計算結果により解析を行っている。

4.2 暖冷房出力とCOPの関係

Fig. 8に風量自動運転時の出力とCOPの関係(測定方法①、エアコン④)を示す。本実験においてエアコン④は暖冷房出力が約0.7~1.8kWの範囲でON-OFF運転^[12]を行うが、Fig. 8で示す実験結果をみると必ずしも一定の出力以下でON-OFF運転を行うわけではない。風量自動運転時では暖房時は出力2~6kWの範囲で出力の低い方が、冷房時は出力3kW~5kWの範囲で出力の高い方がCOPが高

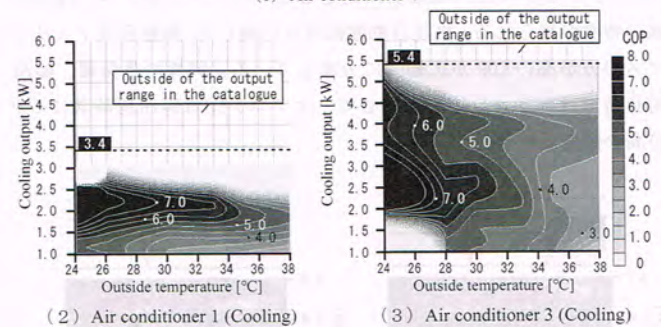
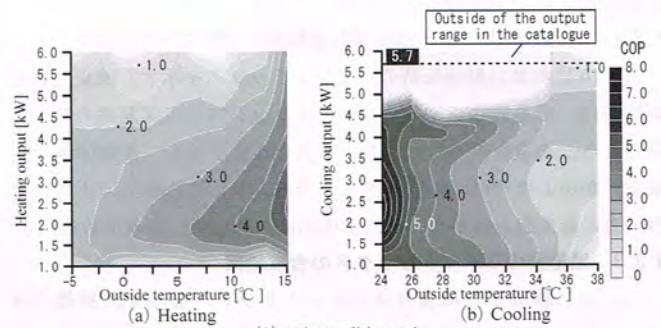


Fig. 10 COP matrix in automatic flow rate operation

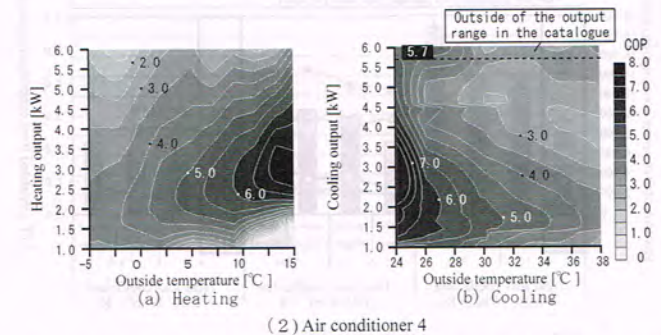
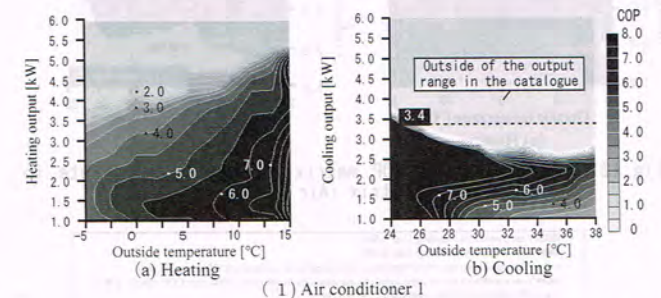


Fig. 11 COP matrix composed by COP matrix divided by flow rate

くなる。カタログ値と同様に冷房時と比較して、暖房時の方が最大出力が大きい。

4.3 COPマトリックス

4.3.1 測定方法②による風量別のCOPマトリックス

Fig. 9に測定方法②の暖冷房時の風量別のCOPマトリックス（エアコン④）を示す。どの風量においても暖房時では外気温の高い方が、冷房時では外気温の低い方がCOPが高い。又、暖冷房時共に出力の低い方がCOPが高い。風量の多いCOPマトリックスではCOPの高い範囲が増加する。これは同一の出力の場合でも風量が多い方が冷媒の蒸発・凝縮温度差を少なくすることができ、風量の増加に係るファンの電力消費量の増加量と比較して圧縮機の電力消費量の減少量が大きく、COPが向上するためである。

4.3.2 測定方法①による風量自動運転時のCOPマトリックス

Fig. 10に風量自動運転時のCOPマトリックスを示す。風量自動運転時では、風量別に測定したCOPマトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。風量別のCOPマトリックスと比較すると、比較的少ない風量に類似したCOPマトリックスとなる。又、定格能力の小さい機種の方が最大出力は小さいが、全体的にCOPが高い傾向がある。

4.3.3 風量別のCOPマトリックスの合成結果

Fig. 11に作成した風量合成COPマトリックスを示す。風量合成COPマトリックスは、風量別に測定したCOPマトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。風量自動運転時と比較して、風量合成マトリックスの方が高いCOPが広範囲に分布している。同様の外気温、暖冷房負荷ではエアコン④と比較して、エアコン①は暖冷房時共にCOPが高い傾向がある。

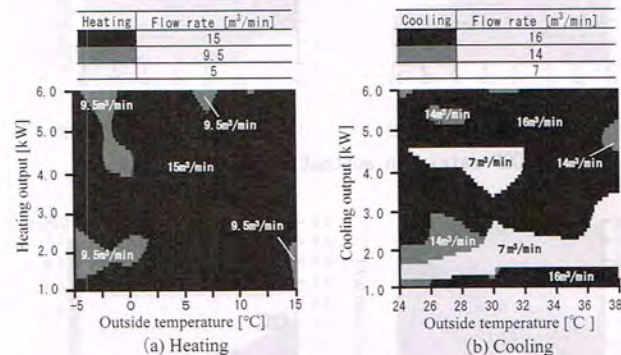


Fig. 12 Distribution of COP matrix divided by flow rate in composed COP matrix (Air conditioner 4)

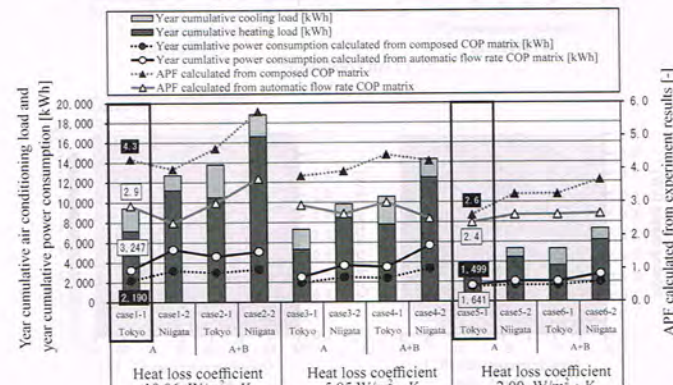


Fig. 13 APF calculated from COP matrix when changing insulation efficiency (Tokyo and Niigata, Air conditioner 4)

Fig. 12に合成に用いた風量別マトリックスの分布（エアコン④）を示す。冷房時では全ての風量のマトリックスが混在して分布している。暖冷房時共に全体的に風量の多いCOPマトリックスの値が風量合成COPマトリックスを占めている。

5 解析結果

5.1 断熱性能を変化させた場合におけるAPF算出結果の比較

Fig. 13に住宅の断熱性能を変化させた場合の年積算消費電力量及びCOPマトリックスから算出したAPF（地域：東京・新潟、エアコン：エアコン④）を示す。熱負荷計算結果としては、JIS C 9612の熱負荷条件に合うように断熱性能を調整したcase1-1において年間総空調負荷は約9,400kWhであり、JIS C 9612:2005の当該定格能力における冷暖房能力総和である11,222kWhと概ね近い値である。この熱負荷計算結果を基に、実験により作成したCOPマトリックスからAPFの算出を行った。エアコン④のカタログAPFは5.6、期間消費電力量は約2,000kWhであるが、カタログAPF算出条件とほぼ同様の条件であるcase1-1（東京）において風量自動COPマトリックスにより算出したAPFは2.9程度であり、カタログAPFと比較して約0.5倍であり、年積算消費電力量は3,200kWhと年間で約1.6倍である。一方、風量合成COPマトリックスから算出したAPFは4.3程度であり、カタログAPFと比較して約0.8倍であり、年積算消費電力量は2,200kWhと年間で約1.1倍である。断熱性能の変化に着目すると、暖冷房負荷が減少するにつれてAPFが低下する傾向がある。これは、断熱性能が向上し、暖冷房負荷が小さくなった場合、COPの低いON-OFF運転の頻度が多くなるためである。

Fig. 14に暖冷房負荷分布と風量自動運転時のCOPマトリックスの関係（東京/ZONE A/エアコン④）を示す。case1-1（熱損失係数：10.06W/m²·K）とcase5-1（熱損失係数：2.00W/m²·K）を比較すると、東京の場合、暖房期間におけるエアコン稼働時のON-OFF運転の割合は、case1-1で9%、case5-1で65%、冷房期間のON-OFF運転の割合は、case1-1で46%、case5-1で83%である。暖冷房時共に、熱損失係数の小さい方がCOPの低いON-OFF運転の頻度が増加する。

5.2 エアコンの選定方法を変化させた場合におけるAPF算出結果の比較

Fig. 15にエアコン①及び④のCOPマトリックスから算出したAPF及び年積算消費電力量（東京/熱損失係数：2.00W/m²·K）を示す。空調対象室の熱負荷特性に応じてエアコンを設置した場合と、室の広さ

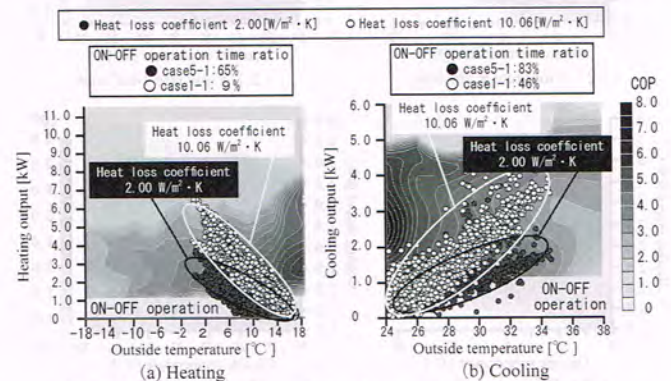


Fig. 14 Distribution of heating and cooling load on COP matrix in automatic flow rate operation (Tokyo, ZONE A, Air conditioner 4)

に応じてエアコンを設置した場合のAPFの比較を行う。Fig. 14においてcase5-1(東京/ZONE A/熱損失係数: 2.00W/m²・K)の暖冷房負荷分布は0~4kWであり、Table 2に示すエアコン①の暖冷房能力範囲と概ね一致する。一方、ZONE A(17畳)は、エアコン④の設置基準とされるカタログ目安の畳数面積(18畳)とほぼ一致する。風量自動運転時ではエアコン①と比較すると、エアコン④の方が部分負荷運転時及びON-OFF運転時のCOPが低いため、APFが0.3~0.8程度低く、年積算消費電力量が約150~480kWh多い。部屋の面積によってエアコンを選定する方法は、近年の住宅の断熱性能では過大な能力のエアコンを選定することになり、省エネルギーの観点から問題がある。

5.3 地域条件を変化させた場合におけるAPF算出結果の比較

Fig. 16にエアコン④の19都市における年積算暖冷房負荷、年積算消費電力量及びCOPマトリックスから算出したAPFを、Fig. 17に地域別の暖冷房負荷の分布と風量自動運転時のCOPマトリックスの関係(北見、宮崎)を示す。暖房負荷の比較的大きい北海道地域と比較して、その他の地域ではAPFが高い傾向がある。北海道地域・北見(地域区分1、APF2.1)と宮崎県・宮崎(地域区分7、APF2.6)を比較すると、どちらの地域も冷房時はON-OFF運転の時間が8割以上である。暖房時にはON-OFF運転の割合は北見が28%、宮崎が68%である。北見の方が暖房時は外気温が低く、空調負荷が大きく、COPが低い条件でエアコンが稼動しているためである。住宅が立地する地域に応じてエアコンの暖房負荷が変化するため、

暖房負荷に合わせたエアコン選定が必要である。

5.4 COPマトリックスから算出したAPFとカタログAPFの乖離の要因

Fig. 18にエアコン④における風量合成COPマトリックスから算出したAPFと実験値を用いてJIS C 9612の計算方法により算出したAPFの相関を示す。算出対象とした地域は、5.3節と同様の計19都市とする。COPマトリックスから算出したAPFはTable 5に示すcase1-1(熱損失係数: 10.06W/m²・K、ZONE A)を対象として、畳数目安によりエアコン④を設置した場合とし、前述した通り、熱負荷計算により算出した年積算暖冷房負荷を風量合成COPマトリックスに

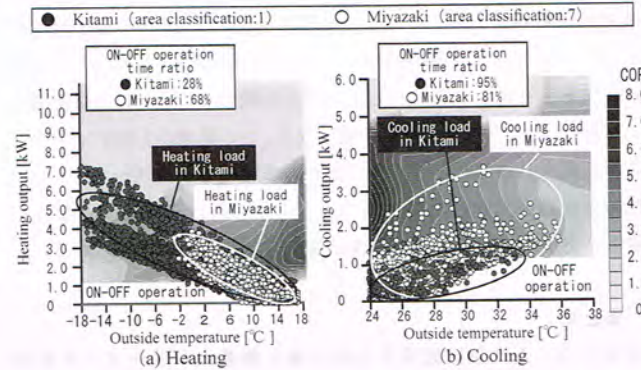


Fig. 17 Distribution of heating and cooling load on COP matrix in automatic flow rate operation (Heat loss coefficient 2.00 W/m²・K, ZONE A, Kitami, Miyazaki, Air conditioner 4)

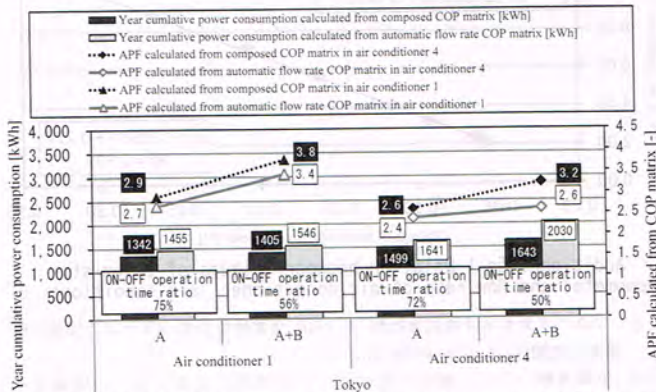


Fig. 15 APF calculated from COP matrix and year cumulative power consumption in air conditioner 1 and 4 (Tokyo, Heat loss coefficient 2.00 W/m²・K)

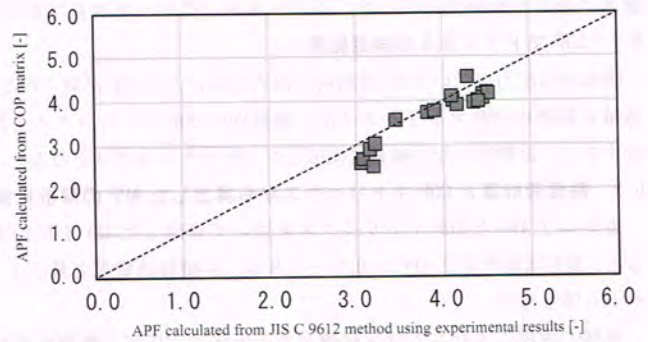


Fig. 18 Relation between APF calculated from COP matrix using composed COP matrix and APF calculated from JIS C 9612 method using experimental results in air conditioner 4

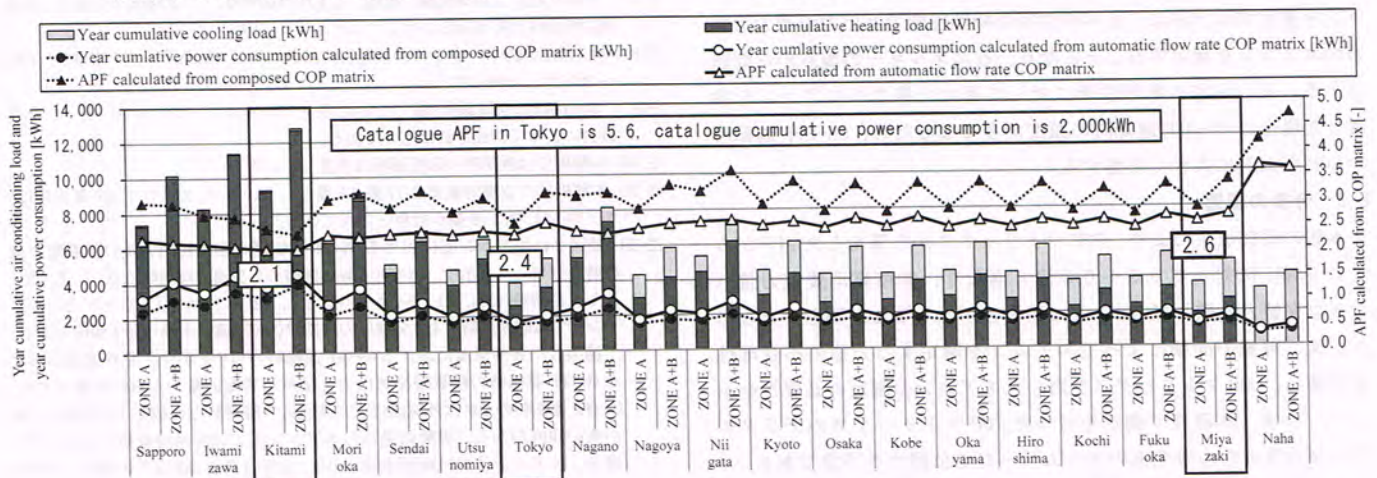


Fig. 16 Year cumulative air conditioning load, year cumulative power consumption and APF calculated from COP matrix in 19 cities (Heat loss coefficient 2.00 W/m²・K, Air conditioner 4)

より求めた年積算消費電力量で除して算出した。実験値を用いて JIS 算出方法により算出した APF は、簡易カロリーメータにより JIS 条件（暖房：外気温 7℃、低温暖房：外気温 2℃、冷房：外気温 35℃）における定格能力、中間能力時の実験値から JIS C 9612 に規定された APF の算出式を用いて求めた。実験時の風量は実使用時に出る最大風量（冷房 16m³/min、暖房 15m³/min）に制御している。カタログに記載されている標準風量^{注13)}は暖房時：19.5m³/min、冷房時：17.4m³/min である。JIS C 9612 では、APF は公益社団法人 空気調和・衛生工学会の標準気象データを用いて算出されているが、本報では日本建築学会の標準気象データを用いて算出する。尚、両気象データの暖冷房負荷発生時間がほぼ同じであることは参考文献 2) において確認している。Fig. 18 では、実験値を用いて JIS 計算式により算出した APF が COP マトリックスから算出した APF と比較して 10～20%程度高い傾向があるが、両者は概ね同様の値となる。この結果から COP マトリックスから算出した APF とカタログ APF の乖離の要因はメーカーの JIS 試験時と使用時で COP が異なるためと考えられ、その要因としては試験時と使用時での室内機の処理風量が異なることが考えられる。

6 まとめ

本報では、A 社製家庭用 5 台を対象に簡易カロリーメータを用いて暖冷房負荷と外気温を変化させて COP の測定を行った。更に、熱負荷シミュレーションを基に COP マトリックスを用いて APF 及び年積算消費電力量を算出し、カタログ APF 及びカタログ期間消費電力量の精度検証を行った。以下が本報で得られた知見である。

6.1 COP マトリックスの測定結果

暖房時は出力が低い方が、冷房時は出力が高い方が COP が高くなる。風量自動時の COP マトリックスは、風量別の COP マトリックスと比較すると、比較的少ない風量に類似した COP マトリックスとなる。

6.2 熱負荷計算と COP マトリックスから算出した APF の解析結果

カタログ APF と COP マトリックスを用いて算出した APF を比較すると、APF はカタログ APF の 0.5～0.8 倍、年積算消費電力量は 1.1～1.6 倍となる。

部屋の面積によりエアコンを選定する方法は、住宅の断熱性能が高く、暖冷房負荷が低い場合において、COP が低い ON-OFF 運転の頻度が増加し、APF が低下する傾向がある。部屋の面積によってエアコンを選定する方法は、近年の住宅の断熱性能では出力が過大な能力のエアコンを選定することになり、省エネルギーの観点から問題がある。又、住宅の断熱性能に対して過大な能力のエアコンを設置した場合は ON-OFF 運転時の頻度が多くなるため、ON-OFF 運転時の COP が APF に大きく影響する。

6.3 今後の課題

本報の研究成果により、COP マトリックスから算出した APF がカタログ APF に対して 0.5～0.8 倍と異なり、年積算消費電力量もカタログ値と比較して 1.1～1.6 倍と差があることが明らかとなった。又、部屋の面積によってエアコンを選定する方法の不合理性を指摘し、COP マトリックスを用いたエアコンの選定の必要性を示した。今後、本研究で測定を行った COP マトリックスのデジタルデータは筆者らの研究室のホームページで公開する予定である。

本来ならば COP マトリックスは、エアコンの製造者が住宅設計者、居住者に対して公開するべきものであるが、現在、COP マトリックス

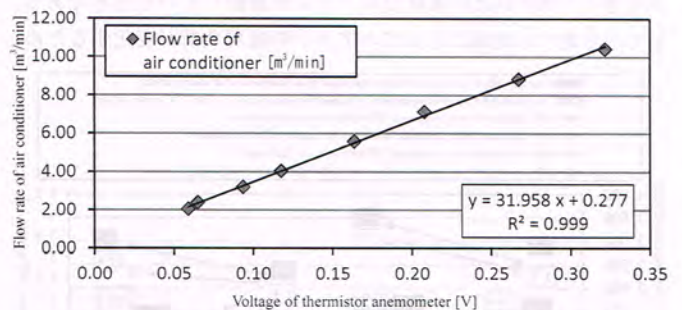
を公開しているエアコンメーカーはない。本報では 5 台のエアコンを対象に COP マトリックスの測定を行ったが、簡易カロリーメータを用いて 1 台のエアコンの暖冷房 COP マトリックスを測定するために必要な期間は約 6 週間であり、毎年発売される多数のエアコンに対して第三者が COP マトリックスを測定し、公開することは困難である。エアコンメーカーであれば、速やかに COP マトリックスを測定し、エアコンの発売と同時に公開することが可能であると考えられる。エアコンメーカーによる自発的な COP マトリックスの公開が求められる。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（課題番号 24656333）の助成を受けた。

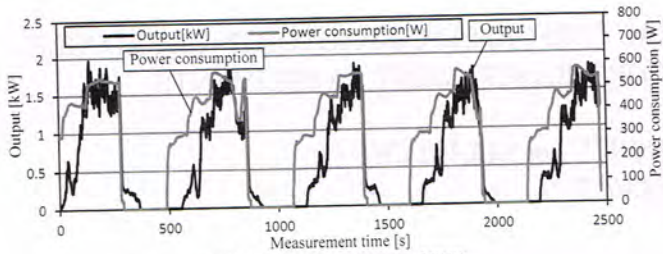
注

- 注 1) Annual Performance Factor: 通年エネルギー消費効率。本報でカタログ値として扱う APF 及び期間消費電力量は JIS C 9612:2005 に基づく。
 注 2) 温度分解能: 0.1℃、湿度分解能: 0.1%、温度測定精度: 0～35.0℃±0.5℃、35.1～70.0℃±1.0℃、湿度測定精度: 測定温度によるが概ね±5～10%。
 注 3) 測定間隔は 1s とし、COP の算出には 1 分間の平均値を用いる。
 注 4) 予備実験により、エアコン毎に吸込口風速とエアコンの処理風量の関係を測定する。補図 1 に一例として風速計の電圧とエアコンの処理風量の関係（エアコン⑤）を示す。エアコンの吸込口に設置したサーミスタ風速計の出力電圧と処理風量は線形比例し、決定係数 R² は 0.99 以上となる。測定方法①を用いる際はこれらの回帰式を用いて処理風量を算出する。

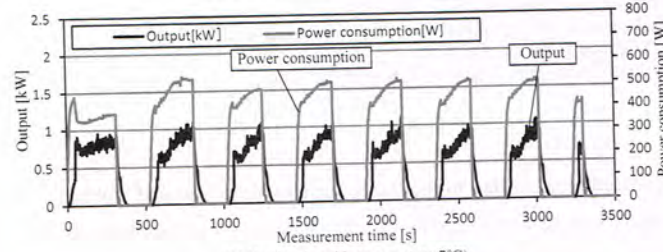


Additional fig.1 Relation between voltage of thermistor anemometer and flow rate of air conditioner (air conditioner 5)

- 注 5) ツクバリカセイキ株式会社製 F-510 気密性能計測システム、装置の風量測定範囲は、1.67～16.5m³/min。
 注 6) 予備実験として、測定対象エアコン室内機の送風ファンの風量をリモコンにより設定（静、1～4）し、外気温、暖冷房負荷を変化させ、測定した風量から風量制御時の処理風量を決定する。
 注 7) 宇田川光弘：「標準問題の提案 住宅用標準問題」、日本建築学会環境工学委員会熱分科会第 15 回シンポジウムテキスト、1985
 注 8) 株式会社気象データシステム発行の拡張アメダス気象データ（標準年、1991～2000 年）を使用する。
 注 9) SCHEDULE は空気調和・衛生工学会 住宅のエネルギーシミュレーション小委員会によって作成されたものである。
 注 10) 本解析では暖房時の除霜運転は考慮していない。
 注 11) 本解析での空調対象室は 17 畳、25 畳としているが、カタログ APF 算出時は、エアコン④では 18 畳が対象とされている。
 注 12) 補図 2 にエアコン④における ON-OFF 運転時の暖冷房出力及び消費電力量の時系列データを示す。ON-OFF 運転実験時の外気温は暖房時は 0、2、7、15℃ とし、冷房時は 24、30、35（エアコン①）、38（エアコン④）℃ とする。エアコン④では暖冷房時とも 8 分程度の周期で ON-OFF 運転を繰り返す傾向がある。補図 3 に各外気温における ON-OFF 運転時の COP を示す。各外気温における ON-OFF 運転時の積算暖冷房出力と積算消費電力量から COP を算出する。ON-OFF 運転時の COP は外気温により変化し、暖房時と比較して冷房時の COP が高い傾向がある。実験結果からエアコン①では暖冷房負荷 1.0kW 以下の場合、エアコン④では暖房負荷 1.1kW、冷房負荷 1.3kW 以下の場合、ON-OFF 運転を行う。COP マトリックスを用いて APF の解析を行う際は補図 3 の値を用い、測定結果の無い外気温時は、線形の内挿補間及び外挿補間した値を解析に用いる。

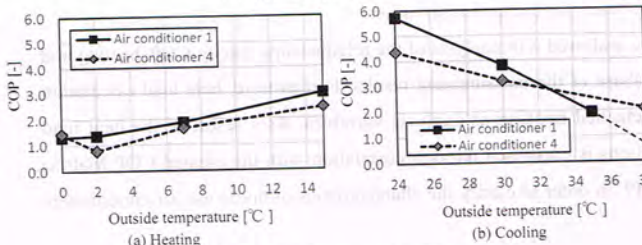


(a) Cooling (outside temperature 38[°C])



(b) Heating (outside temperature 7°C)

Additional fig.2 Time series data of ON-OFF operation in air conditioner 4



Additional fig.3 COP of ON-OFF operation

注13) A社の家庭用エアコン仕様書に記載されているJIS C 9612条件(暖房:室内乾球温度20°C・室外乾球温度7°C・室外湿球温度6°C、冷房:室内乾球温度27°C・室内湿球温度19°C・室外乾球温度35°C・室外湿球温度24°C)での室内強風運転時の室内機処理風量。

参考文献

- Agency for Natural Resources and Energy: Japan's Energy White Paper 2015
- Akabayashi S., Sakaguchi J., Oshima T., Ichikawa H. and Arinami Y.: Study on State of COP and Regional Characteristics of APF for Room Air Conditioners, AIJ Journal of Technology and Design, Vol.20, No.44, pp.187-190, 2014.2 (in Japanese)
赤林伸一, 坂口淳, 大嶋拓也, 市川裕幸, 有波裕貴: 家庭用エアコンのCOPの現状とAPFの地域特性に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 第20巻, 第44号, pp.187-190, 2014.2
- Japanese Industrial Standards, JIS C 9612, 2013 (in Japanese)
日本工業規格, JIS C 9612, 2013
- Asama H., Akabayashi S. and Sakaguchi J.: Study on the performance of household air-conditioner in the practical use, Results of COP on a air-conditioner at 13 detached houses, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), No.613, pp.35-40, 2007.3 (in Japanese)
浅間英樹, 赤林伸一, 坂口淳: 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, 日本建築学会環境系論文集, 第613号, pp.35-40, 2007.3
- Hosokawa T., Hayashi T. and Nomura K.: Performance of room air conditioner with inverter in cooling, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), No.620, pp.51-58, 2007.10 (in Japanese)
細川隆行, 林敬夫, 野村幸司: 家庭用ルームエアコンディショナの冷房能力特性に関する実験, 日本建築学会環境系論文集, 第620号, pp.51-58, 2007.10
- Hosoi A., Sawachi T. and Miura H.: Part load characteristic of cop of residential air conditioner based on measurement in artificial climate chamber, Heating/cooling cop and energy consumption of residential air conditioner part 1, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), No.622, pp.65-71, 2007.12 (in Japanese)
細井昭憲, 澤地孝男, 三浦尚志: 人工気候室における測定結果に基づく冷暖房COPの部分負荷特性 ルームエアコンディショナの冷暖房COPおよびエネルギー消費量に関する研究 その1, 日本建築学会環境系論文集, 第622号, pp.65-71, 2007.12
- Hosoi A., Sawachi T., Miura H. and Yasunami Y.: Calculation method of cop of

- residential air conditioner based on measurement, Heating/cooling cop and energy consumption of residential air conditioner part 2, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.75, No.654, pp.741-747, 2010.8 (in Japanese)
細井昭憲, 澤地孝男, 三浦尚志, 安浪夕佳: 実測に基づくルームエアコンディショナのCOP算出方法 ルームエアコンディショナの冷暖房COPおよびエネルギー消費量に関する研究 その2, 日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第654号, pp.741-747, 2010.8
- Hosoi A., Sawachi T., Miura H. and Sumiyoshi D.: Evaluation of cop of residential air conditioner in practical condition, Heating/cooling cop and energy consumption of residential air conditioner part 3, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.77, No.681, pp.881-888, 2012.11 (in Japanese)
細井昭憲, 澤地孝男, 三浦尚志, 住吉大輔: 実使用時のルームエアコンディショナのCOP評価 ルームエアコンディショナの冷暖房COPおよびエネルギー消費量に関する研究 その3, 日本建築学会環境系論文集, 第77巻, 第681号, pp.881-888, 2012.11
- Ueno T., Kitahara H. and Miyanaga T.: Development of Heat Source Characteristic Model of Room Air Conditioner, Part 1 Characteristic model during cooling period, Transactions of the society of heating, air-conditioning and sanitary engineers of Japan, No.190, pp.41-49, 2013.1
上野剛, 北原博幸, 宮永俊之: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 その1: 冷房運転時モデル, 空気調和・衛生工学会論文集, 190巻, pp.41-49, 2013.1
- Ueno T., Kitahara H. and Miyanaga T.: Development of Heat Source Characteristic Model of Room Air Conditioner, Part 2 Characteristic model for heating period and evaluation of applicability of model to various appliances, Transactions of the society of heating, air-conditioning and sanitary engineers of Japan, No.204, pp.85-92, 2014.3
上野剛, 北原博幸, 宮永俊之: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 その2: 暖房運転時モデルへの拡張と汎用性の検証, 空気調和・衛生工学会論文集, 204巻, pp.85-92, 2014.3
- Ueno T., Kitahara H. and Miyanaga T.: Development of Heat Source Characteristic Model of Room Air Conditioner, Part 3 Model improvement for applications to unsteady state, Transactions of the society of heating, air-conditioning and sanitary engineers of Japan, No.225, pp.29-36, 2015.12
上野剛, 北原博幸, 宮永俊之: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発: 第3報-非定常状態への適用のためのモデル改良, 空気調和・衛生工学会論文集, 225巻, pp.29-36, 2015.12
- Sumiyoshi D., Ogino T., Miura H., Hosoi A. and Sawachi T.: Experiments for actual performance evaluation of room air conditioners in an experimental house, Research on performance evaluation of room air conditioners part 1, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.78, No.688, pp.497-505, 2013.6 (in Japanese)
住吉大輔, 荻野登司, 三浦尚志, 細井昭憲, 澤地孝男: 実験住宅における家庭用ルームエアコンの実働性能評価実験 ルームエアコンの性能評価に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第78巻, 第688号, pp.497-505, 2013.6
- Akabayashi S., Sakaguchi J., Sato H. and Asama H.: Development of the COP simple measuring method for a household air-conditioner, AIJ Journal of Technology and Design, No.22, pp.315-318, 2005.12 (in Japanese)
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, pp.315-318, 2005.12
- Akabayashi S., Wen X., Sakaguchi J. and Arinami Y.: Study on the best selection of home-use Air Conditioner Part 1-2, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, D-2, pp.1405-1408, 2014.9 (in Japanese)
赤林伸一, 文欣潔, 坂口淳, 有波裕貴: 家庭用エアコンを対象とした実使用時のCOPに着目した最適機種選定方法に関する研究 その1~2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.1405-1408, 2014.9
- Akabayashi S., Wen X., Sakaguchi J. and Arinami Y.: Study on the best selection of home-use Air Conditioner Part 3-5, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, D-2, pp.905-910, 2015.9 (in Japanese)
赤林伸一, 文欣潔, 坂口淳, 有波裕貴: 家庭用エアコンを対象とした実使用時のCOPに着目した最適機種選定方法に関する研究 その3~5, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.905-910, 2015.9
- Ueno T., Miyanaga T., Urabe W. and Kitahara H.: Development of Heat Source Characteristic Model of Home User Air Conditioner -Part 1: Characteristic Model for Cooling Period-, CRIEPI Research Report, R09017, 2010.5 (in Japanese)
上野剛, 宮永俊之, 占部亘, 北原博幸: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発-その1: 冷房時モデル-, 電力中央研究所 研究報告書, R09017, 2010.5

STUDY ON ACCURACY VERIFICATION OF ANNUAL PERFORMANCE FACTOR IN CATALOGUE FOR HOME-USE AIR CONDITIONER BY COP MEASUREMENT EXPERIMENTS

*Xinjie WEN**, *Shin-ichi AKABAYASHI***, *Jun SAKAGUCHI****
*and Yuki ARINAMI*****

* Grad. Student, Graduate School of Science and Technology, Niigata University, M. Eng.

** Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Dr. Eng.

*** Prof., Faculty of International Studies and Regional Development, Department of International studies and Regional Development, University of Niigata Prefecture, Dr. Eng.

**** Research Assist. Prof., Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Dr. Eng.

INTRODUCTION

As the Coefficient of Performance (COP) of heat pump devices varies significantly according to the heating and cooling load and ambient temperature, when selecting a suitable device, it is very important to consider the thermal performance of the house and the local weather conditions. It is common to select a home-use air conditioners according to the room floorage in Japan. The heating and cooling load value per unit floorage from 1964 has not been revised, and is still used in the case of the present air-conditioner selection (maximum heating load per floorage: 275 W/m²). However, this is not the best method for highly insulated houses and leads to problems for energy conservation.

In this study, we developed a calorimeter to carry out temperature adjustment, and used it in analysis of the relationships among COP, heating and cooling load and outside air temperature. COP Matrix is constructed by a database of the measurement results. Furthermore, heat load calculation was performed using the insulation efficiency and the local condition of detached housing as analysis variables. As a result of the heat load calculation, Annual Performance Factor (APF) in actual environmental conditions is computed through correlation with the created COP Matrix. The APF calculated from experiment results is compared with the catalogue APF in order to clarify the characteristics of home-use air-conditioners considering the local conditions and heat load conditions.

RESEARCH METHODS

The indoor chamber of the calorimeter is 3 m wide, 3 m deep, and 2.7 m high. The outdoor chamber is 2 m wide, 2 m deep, and 2 m high. One temperature and humidity sensor and one thermistor anemometer are installed in the inlet of the inside air conditioner unit. Two temperature-and-humidity sensors are installed in the outlet of the inside air conditioner unit. One temperature-and-humidity sensors are installed in the inlet of the outside air conditioner unit, the temperature at this point is the outside temperature. Furthermore, in order to examine experimental accuracy, two thermocouples are separately installed in the inlet and three thermocouples are separately installed in the outlet of the inside air conditioner unit.

A COP matrix is created from the relationship of COP, heating and cooling load and outside air temperature. In order to consider the change of APF calculated from experiment results, analysis was performed by changing the insulation efficiency according to the Standard Model issued by the Architectural Institute of Japan (AIJ). We used the meteorological data of the AIJ extended AMeDAS meteorological data. Analysis was performed by heat load simulation software TRNSYS. COP was calculated by collation with the computed COP matrix.

RESULTS

The COP of cooling is lower when output is relatively low. The COP of heating is higher when the outdoor air temperature is relatively high. And there is a tendency for COP to rise as the flow rate of the inside unit increases. COP matrix in automatic flow rate is similar to COP matrix in relatively small flow rate.

Although the APF of an air conditioner in the catalogue is 5.6, which computed from COP matrix in case1-1 (Tokyo) is 2.9, which is about 0.5 times rather than catalogue value. The year cumulative power consumption in the catalogue is about 2,000 kWh, which computed from COP by the COP matrix in case1-1 (Tokyo) is about 3,200kWh, which is about 1.6 times rather than catalogue value.

The APF of heating and cooling become lower when insulation efficiency is relatively high. Because the heating load and cooling load is reduced, the frequency of the ON-OFF operation which COP is relatively low is increased.

(2016年9月23日原稿受理, 2017年6月27日採用決定)