

家庭用エアコンの性能に関するカタログスタディ及び実運転時の COP に関する研究

萩野 凜太郎
指導教員 赤林 伸一 教授

1 研究目的

住宅におけるエネルギー消費量の約 1/4 は暖冷房が占めており、暖冷房機器の性能の向上は省エネルギーの観点から極めて重要である。一方、現在家庭用エアコンの機種選定は断熱性能の極めて低い部屋の広さ（最大負荷）^{*1}を目安に行われるため、近年の断熱・気密化された住宅では省エネ化により削減された暖冷房負荷に対して過大な能力をもつ機種が選定されていると考えられる。特にヒートポンプにより暖冷房を行うエアコンは、暖冷房出力と外気温で成績係数（COP）が大きく変化するため、設備配置計画を含めた建物の熱負荷特性に対応した機種選定が極めて重要である。

本研究では大手家電メーカー 9 社^{*2}の家庭用エアコン（2015 年度モデル）を対象にカタログスタディを行い、2013 年度のデータ^{文 1)}と比較し、性能分析を行う。更に外気温、暖冷房負荷が調整可能な簡易カロリーメータを用いて外気温、暖冷房能力、風量、COP との関係を明らかにし、COP マトリクスデータベースの作成を行い、家庭用エアコンの機器性能特性を検討することを目的とする。

2 研究概要

2.1 2015 年度の家庭用エアコンのカタログスタディ

表 1 に調査対象としたメーカー及び定格能力毎の台数を示す。大手家電メーカー 9 社の家庭用エアコン 2015 年度モデル 335 機種（暖冷房機種の壁掛けタイプ）を調査対象とし、カタログ値と市場価格^{*3}の検討を行う。

2.2 家庭用エアコンの COP 測定方法

表 2 に測定対象の P 社製エアコン 5 台の仕様、図 1 に簡易カロリーメータの概要を示す。簡易カロリーメー

表 1 調査対象としたメーカー及び定格能力毎の台数

メーカー名称	定格暖房能力[kW]												メーカーごとの 総台数[台]
	2.2	2.5	2.8	3.6	4	4.2	5	5.3	6.7	7.1	8.5	9.5	
P社	4	3	7	10	—	7	10	—	8	5	3	2	59
ME社	5	6	2	8	2	8	5	—	7	2	1	1	47
MH社	—	6	6	8	—	6	6	—	4	—	—	—	36
H社	1	3	4	6	—	4	5	2	6	3	3	1	38
T社	2	1	3	4	1	2	7	—	5	1	1	1	28
D社	3	2	6	5	—	5	8	—	7	5	3	3	47
F社	1	4	5	5	—	—	5	—	5	2	2	2	31
S社	5	1	7	7	—	1	5	—	5	1	1	—	33
C社	—	4	3	4	—	—	4	—	1	—	—	—	16
定格能力ごとの 総台数[台]	21	30	43	57	3	33	55	2	48	19	14	10	335

表 2 測定対象の P 社製エアコン 5 台の仕様

Xシリーズ	暖房						冷房						APF [-]	期間消費電力 [kWh]
	出力 [kW]		消費電力 [W]		COP [-]	出力 [kW]		消費電力 [W]		COP [-]				
	定格	範囲	定格	範囲		定格	範囲	定格	範囲					
	定格	範囲	定格	範囲	定格	範囲	定格	範囲	定格	範囲				
エアコン①	2.5	0.3 ~ 5.9	420	105 ~ 1480	6	2.2	0.4 ~ 3.4	395	110 ~ 780	5.6	7.2	612		
エアコン②	3.6	0.3 ~ 9.5	710	105 ~ 3300	5.1	2.8	0.4 ~ 4.2	585	110 ~ 1100	4.8	7	802		
エアコン③	5	0.4 ~ 11.6	1025	110 ~ 3960	4.9	4	0.5 ~ 5.4	1010	120 ~ 1720	4	6.7	1196		
エアコン④	6.7	0.4 ~ 11.7	1720	110 ~ 3960	4	5.6	0.5 ~ 5.7	2190	120 ~ 2220	2.6	5.6	2004		
エアコン⑤	8.5	0.4 ~ 11.9	2630	110 ~ 3990	3.2	7.1	0.5 ~ 7.2	2990	120 ~ 3080	2.4	4.9	2903		

タでは室内機器及び室外機用チャンバーに設置した冷凍機及び電気ヒーターで、温度をコントロールする。エアコンの吸込・吹出温湿度の測定には温湿度センサー^{*4}（HIOKI 製）と熱電対を用いる。室内機の吸込口にサーミスタ風速計^{*5}を設置し処理風量を算出する。

本研究では補助ファンにより、エアコンの処理風量を一定に制御する測定方法によって、暖冷房出力と COP の関係を明らかにする。表 3 に各リモコンで風量設定した場合の出力、風量の測定結果を示す。予備実験として実施したリモコン風量設定時の実験では、リモコン風量設定が大きいほど測定出力、測定風量ともに大きくなる。表 3 の結果から、エアコン処理風量の最大値、最小値とその中間値を風量制御実験時の測定対象風量とする。なお、本報告ではエアコン④の結果について報告する。

3 解析結果

3.1 カタログスタディの解析結果

図 2 に定格能力と平均定格 COP^{*6}の関係を示す。2013 年度と比較すると 2015 年度の暖房平均定格 COP はどの機種でも 0.5 程度減少している。一方で冷房の平均定格 COP は、ほぼ同様の値である。暖房では定格能力が約 2 倍になると平均定格 COP は約 0.8 倍となる。冷房では定格能力が約 2 倍になると平均定格 COP は約 0.7 倍となる。暖房の平均定格 COP と冷房の平均定格 COP を比較すると冷房の平均定格 COP の方が約 1.0 低い。

図 3 に定格能力と市場価格の関係を示す。2015 年度と 2013 年度を比較すると、暖房の定格能力が大きい機種では市場価格が約 2 万円程度高くなっている。冷房では各機種ともほぼ同様の市場価格である。暖冷房ともに

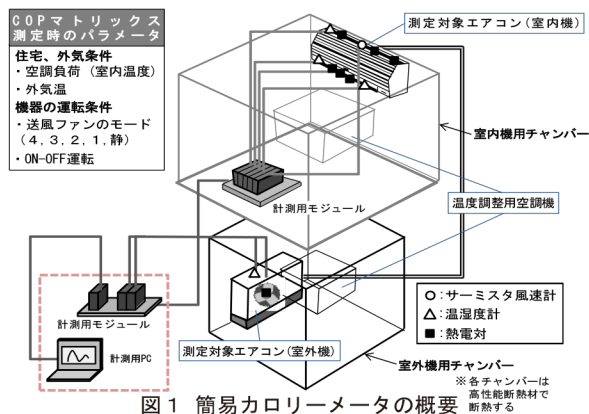


図 1 簡易カロリーメータの概要

定格能力が約2倍になると市場価格は約1.5倍となる。

図4にP社製エアコンの定格能力とAPF^{※7}の関係(2015年度及び2013年度)を示す。2015年度と2013年度を比較すると、2015年度ではどの機種でもAPFが約0.5程度増加している。暖冷房平均定格COPでは、定格条件(冷房:外気温35℃・定格出力時、暖房:外気温7℃・定格出力時)での性能であるのに対し、APFは定格条件に加え、暖冷房能力を定格の2分の1とした状態の中間冷房条件と中間暖房条件の性能の2点、更に外気温を2℃とした定格暖房低温能力での性能の計5点を用いて算出される。従って2015年度では定格条件でのCOPは低下したが、中間条件でのCOPが向上したためAPFが向上したと考えられる。

3.2 家庭用エアコン COP 測定結果

3.2.1 暖房時の測定結果

図5にP社製家庭用エアコン④の実験結果を示す。本実験ではエアコン④の暖房時の最大処理風量(15[m³/min])における最大暖房出力は約8.1[kW]であり、カタログ値の最大暖房出力11.7[kW]と比較して3.6[kW]低い。これは実使用時のエアコンの最大処理風量がカタログ値の標準風量と比較

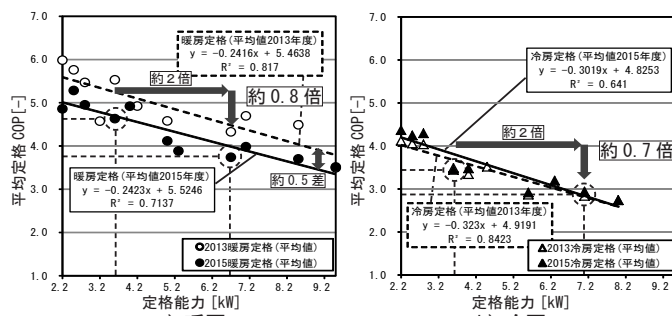


図2 定格能力と平均定格COPの関係(2015年度及び2013年度)

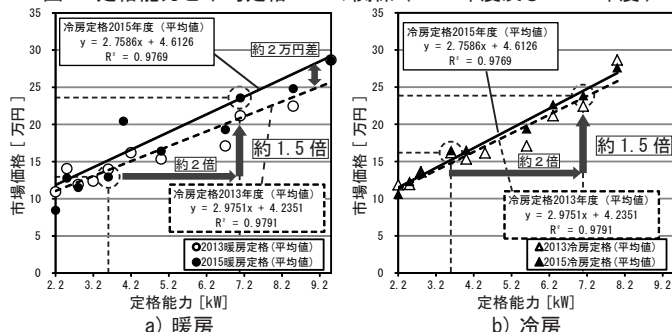


図3 定格能力と市場価格の関係(2015年度及び2013年度)

表3 各リモコン風量設定時の出力、風量の測定結果

エアコン設定温度 暖房22℃				
リモコン 風量 設定	測定外気温 範囲 [℃]	室内 温度 [℃]	測定出力 [kW]	測定風量 [m ³ /min]
4	7~15	18	6.7~4.0	15~12
3			5.8~4.8	11.5~10.9
2			5.3~4.0	5.3~4.0
1			4.3~3.0	7.8~7.4
静			3.7~3.2	6.1~5.0
a) 暖房				
エアコン設定温度 冷房28℃				
リモコン 風量 設定	測定外気温 範囲 [℃]	室内 温度 [℃]	測定出力 [kW]	測定風量 [m ³ /min]
4	24~38	40	5.4~3.9	21~17
3			4.5~2.8	15.9~12
2			4.4~2.0	12.6~9.5
1			3.3~1.1	9.4~6.0
静			2.8~1.1	7.8~5.7
b) 冷房				

b) 冷房

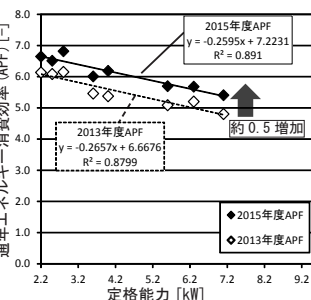


図4 P社製エアコンの定格能力とAPFの関係(2015年度及び2013年度)

して小さいとと考えられる。又、カタログの暖房定格能力6.7[kW]の時に本実験で測定されたCOPは約3.2であり、カタログの暖房定格COPの4.0と比較して約0.8低い。

3.2.2 冷房時の測定結果

本実験ではエアコン④の冷房時の最大処理風量(16[m³/min])における最大冷房出力は約5.8[kW]であり、カタログ値の最大冷房出力5.7[kW]とほぼ一致する。又、カタログ冷房定格能力の5.6[kW]時に、本実験で測定されたCOPは約2.7であり、カタログの冷房定格COP(2.6)とほぼ一致する。

4 まとめ

- ① 2015年度製の家庭用エアコンの暖房平均定格COPは2013年度製と比較して低下している。一方、冷房の平均定格COPはほぼ同様の値となる。
- ② 暖房定格能力が約2倍になると平均定格COPは約0.8倍、冷房定格能力が約2倍になると平均定格COPは約0.7倍となる。
- ③ 冷暖房ともに定格能力が2倍になると市場価格は約1.5倍となる。
- ④ P社の家庭用エアコンのAPFは2015年度と2013年度を比較すると2015年度では約0.5程度増加している。
- ⑤ 暖房時のエアコン風量を15[m³/min]、外気温を7℃とした場合、実験時の最大出力は約8.1[kW]となりカタログ値の最大出力11.7[kW]と比較して小さい。また、カタログ暖房定格能力の6.7[kW]時に本実験において測定されたCOPは約3.2であり、カタログの暖房定格COPである4.0と比較して0.8低い。
- ⑥ 冷房時のエアコン風量を16[m³/min]、外気温を35℃とした場合、実験時の最大出力は約5.8[kW]となりカタログ値の最大出力5.7[kW]とほぼ一致する。本実験においてカタログ冷房定格能力の5.6[kW]時に測定されたCOPは約2.7であり、カタログの冷房定格COPである2.6とほぼ一致する。

- ※1 単位床面積当たりの暖冷房負荷値は1964年から改正されておらず、現在エアコン選定の際に用いられる畳数目安は断熱性能が極めて低い住宅が基準となっている。
- ※2 P社、ME社、MH社、H社、T社、D社、F社、S社、C社の大手家電メーカー9社である。
- ※3 大手家電量販店(YD社、KD社、YC社、BC社)のWeb公開価格の平均値(2015/10/15~2015/11/13に調査した値)。
- ※4 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:測定湿度によるが概ね±5~10%。
- ※5 予備実験として、送風ファンの風量設定(4~1、静)にし、外気温、冷暖房負荷を変化させ、測定した風量から風量制御時の処理風量を決定する。
- ※6 定格能力毎に対象エアコンの定格COPを平均した値。
- ※7 Annual Performance Factor: 通年エネルギー消費効率
- 文1) 赤林・坂口・文・有波「家庭用エアコンを対象とした実使用時のCOPに着目した最適な機種選定方法に関する研究 その1」日本建築学会大会学術講演梗概集、2014年

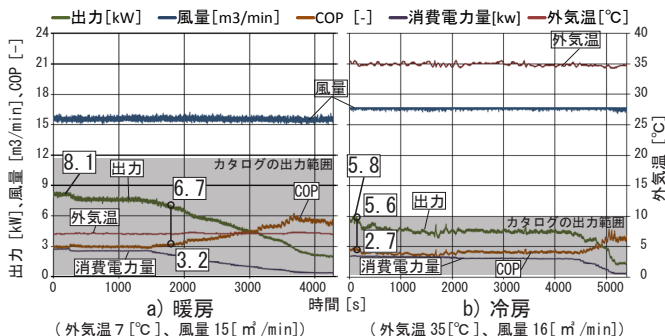


図5 P社製エアコン④の実測結果