

家庭用エアコンを対象にした実使用時の COP 測定方法に関する研究
測定方法の改善に関する検討

本間 智堯 指導教員 赤林 伸一 教授

1 研究目的

我が国の家庭部門におけるエネルギー消費量のうち、暖冷房に用いられるエネルギーは約 1/4^{文1)} を占め、家庭用エアコンの性能向上は省エネルギーに大きな効果があると考えられる。

ヒートポンプにより暖冷房を行う家庭用エアコンの成績係数 (COP) は、設置される地域や住宅の断熱性能によって大きく変化する。家庭用エアコンの最適な機器選定を行うにはエアコンの機器特性 (外気温・暖冷房出力・COP の関係 (COP マトリクス)) の把握が極めて重要である。

既往の研究^{文2)} では、簡易カロリメータの室内機用チャンパー内に蓄熱材を設置し熱容量を大きくすることで、制御方法が複雑化しつつある近年の家庭用エアコンにおいて、より正確な COP の測定方法を開発している。

しかしながら、特に暖房時ではエアコンから吹出された相対的に高温の気流がチャンパー内に拡散せずにエアコン吸込口に到達するショートサーキットを形成する可能性がある。暖房実験時においてショートサーキットが生じた場合、上下方向の温度差が生じ、床に設置した蓄熱負荷をエアコンが処理できなくなる可能性がある。

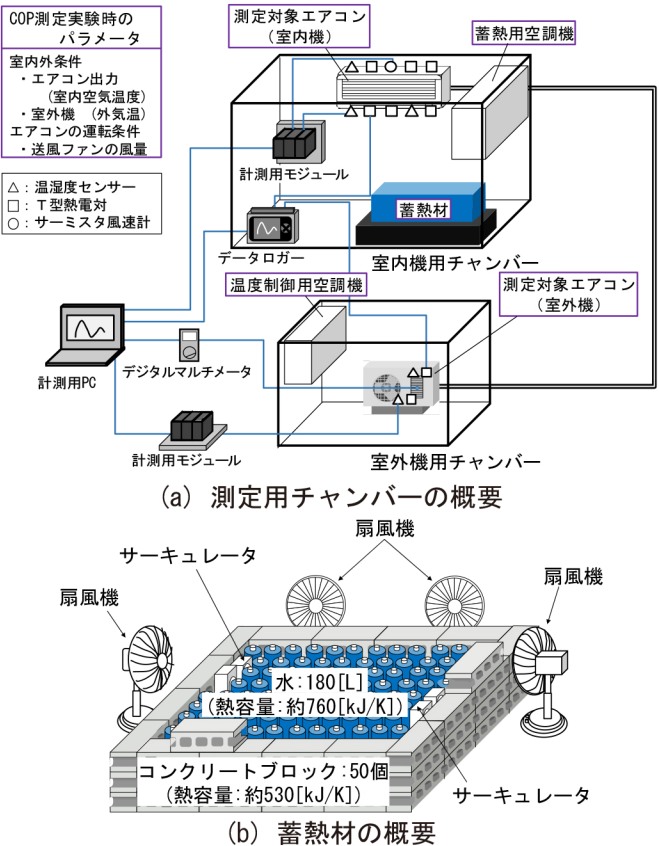


図 1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

本研究では、暖房実験においてショートサーキットが生じないように吹出口と吸込口の間に仕切りを設けた実験を行い、この効果を検討する。

2 研究概要

2.1 蓄熱式簡易カロリメータの概要：図 1 に蓄熱式簡易カロリメータの概要を示す。室内機用チャンパー内には測定対象エアコン、蓄熱材^{※1}、蓄熱用空調機を配置し、図 1 (a) に示す位置に温湿度センサー、T 型熱電対、サーミスタ風速計を設置する。測定にはデータロガーを用いて測定間隔は 1[s] とする。また、蓄熱材の周辺には扇風機、サーキュレータを配置し、蓄熱材の放熱の促進及び、チャンパー内の温度分布の均一化を図る。

室外機用チャンパー内には室外機及び温度制御用空調機を配置し外気温を制御する。また、室外機稼働状況の把握の為、室外機にデジタルマルチメータを設置し、圧縮機に対する電圧及びインバータ周波数を測定する。

2.2 実験の概要：表 1 に測定対象とした家庭用エアコンのカタログ性能値を、表 2 に実験条件を、図 2 に間仕切り設置の概要を示す。実験は始めに蓄熱用空調機を稼働させて蓄熱^{※2}を行う。次に、測定対象エアコンを稼働させ、出力が一定になった時点で蓄熱用空調機を停止させる。蓄熱用空調機の停止時刻を測定開始とし、測定対象エアコンによって室温がエアコン設定温度^{※3}へと達するまでの過渡的狀態において測定を行う。COP は家庭用エアコン COP 簡易測定法^{文3)} により測定する。

2.3 COP マトリクスの作成：外気温、暖冷房出力、COP の関係から COP マトリクスの作成を行う。外気温 0.1[℃]、出力 0.1[kW] 毎に COP マトリクス内にプロットし、測定結果がない条件は回帰式により補間する。

表 1 測定対象とした家庭用エアコンのカタログ性能値

メーカー	性能										電源	
	冷房					暖房					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 [-]	出力 [kW]	消費電力 [W]	COP [-]	APF [-]		
	定格	範囲	定格	定格	範囲	定格	定格	範囲	定格	定格		
D社	4.0	0.5 ? 5.3	790 1,330	85 ?	5.1	5.0	0.4 ? 12.2	75 ? 3,730	5.6	7.2	1,051	単 200

表 2 実験条件

実験case	エアコン稼働状況	エアコン設定風量	間仕切り	外気温 [℃]
case1	case1-1	暖房	なし	15
	case1-2			11
	case1-3			7
	case1-4			2
	case1-5			-5
case2	case2-1	暖房	あり	15
	case2-2			11
	case2-3			7
	case2-4			2
	case2-5			-5

3 測定結果

3.1 間仕切りの有無による測定データの比較：図3に暖房・設定風量1・外気温7[°C]における、エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化を示す。case1-3では、測定開始直後にエアコン吸込口温度が約15[°C]まで比較的急激に上昇し、その後は出力の変動に応じて上下する。サーキュレータ吸込温度と室内機用チャンパー

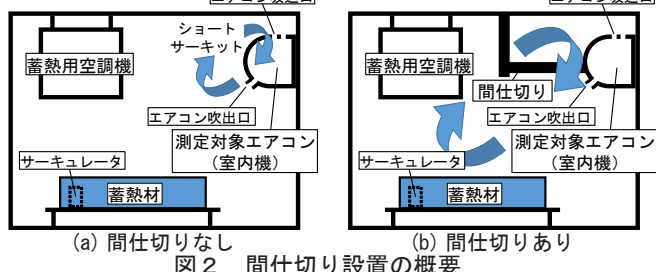


図2 間仕切り設置の概要

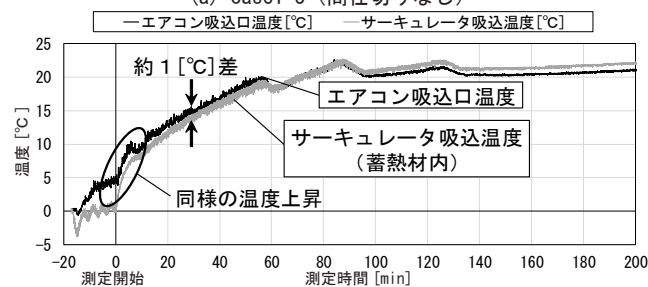
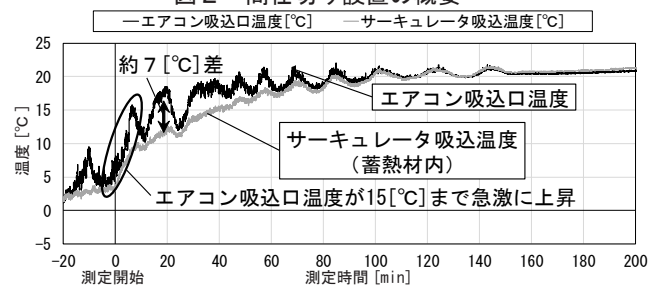


図3 暖房・設定風量1・外気温7[°C]における、エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

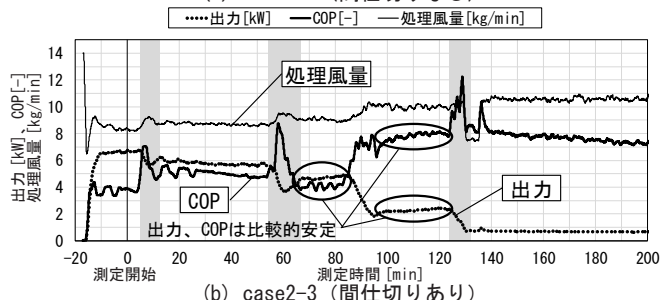
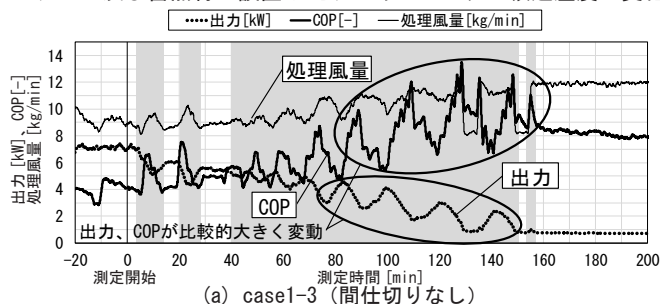


図4 エアコン出力とCOPの測定結果 (暖房・設定風量1・外気温7[°C])

の温度差は最大で約7[°C]となる。これはエアコンから吹出された気流がショートサーキットを形成し、室内に十分拡散されることなくエアコン吸込口に到達している為と考えられる。間仕切りを設置したcase2-3では、測定開始後にエアコン吸込口温度とサーキュレータ吸込温度が同様に上昇を始め、その温度差は約1[°C]と少ない。間仕切りの設置によってエアコン吸込口温度とサーキュレータ吸込温度の差は6[°C]程度少なくなる。

図4にエアコン出力とCOPの測定結果を示す。case1-3では、測定開始から出力が変動し、約150分後に安定する。特に、40～150分において出力は比較的大きく変動し、COPはそれに伴い4～13の範囲で変化する為、COPマトリクスを作成する際の処理が比較的困難である。間仕切りを設置した場合、出力とCOPの変動は相対的に小さくなり、高出力から低出力までの範囲で比較的安定してデータの取得が可能である。

3.2 COPマトリクスによる比較：図5に間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較を示す。どちらのCOPマトリクスでも、外気温が高いほどCOPが高くなる傾向があり、定格暖房出力の4割程度の2.0[kW]付近でCOPが高くなる。定格COPはカタログ値は5.6(定格暖房出力5.0[kW])であるが、実験ではどちらも約6.0となる。測定できる出力範囲は間仕切りありの方が約1.0[kW]大きい。

4 まとめ

- ①間仕切りを設置した場合、エアコン吸込口温度とサーキュレータ吸込温度の差は6[°C]程度少なくなる。
- ②間仕切りを設置した場合、設置しない場合と比較して、安定した出力及びCOPデータの取得が可能である。
- ③間仕切りを設けた場合、COPマトリクスの測定可能範囲は高出力側に約1.0[kW]大きくなる。

注釈
※1 蓄熱材には水を入れたペットボトル120[本](水量180[L]、熱容量約760[kJ/K])及び、コンクリートブロック50個(熱容量約530[kJ/K])を用いる。
※2 T型熱電対を用いて、暖房実験では蓄熱材の温度が0[°C]程度となるよう蓄熱する。
※3 暖房実験時のエアコン設定温度は20[°C]とする。

参考文献
文1) 資源エネルギー庁「エネルギー白書」2018年
文2) 蜂谷・赤林・坂口・有波「家庭用エアコンを対象とした実使用時のCOPに着目した最適機種選定方法に関する研究 その10 蓄熱式簡易カロリーメータによる実使用時のCOP測定方法の開発」日本建築学会大会学術講演梗概集 2018年
文3) 赤林・坂口・佐藤・浅間「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年

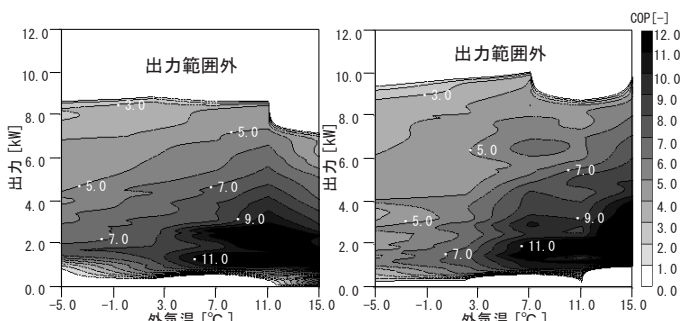


図5 間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較