

家庭用エアコンを対象とした実使用時の年間暖冷房 COP に関する研究

T 11 K 6 6 2 A 大熊 耀平
指導教員 赤林 伸一 教授

1 研究目的

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 1/4 を占めており、暖冷房機器の性能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エアコンは、使用時の暖冷房出力及び外気温で成績係数 (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応じた機種選定が極めて重要である。

現在エアコンの機種選定は断熱性能の極めて低い住宅をモデルとした部屋の大きさ (最大負荷) に応じて行われており、実際の部屋の暖冷房負荷に対して過大な能力をもつ機種が設置され、実使用時にはエネルギー効率の悪い部分負荷運転や ON-OFF 運転^{*1} の頻度が多くなっていると推定される。

本研究では、外気温・暖冷房負荷を調整可能な簡易カロリーメータを用いて実使用時における COP マトリックスデータベースの作成を行う。更に、日本建築学会標準住宅モデルを各都市^{*2} に建設した場合の熱負荷シミュレーションを行い、測定した COP マトリックスデータベースと照合することにより、年間の実 COP を算出する。算出した実 COP から年平均暖冷房 COP を求め、カタログ APF^{*3} と比較し、各地域の気候条件、熱負荷条件による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 簡易カロリーメータの概要: 表 1 に解析対象の家庭用エアコン 2 台の仕様を、図 1 に簡易カロリーメータの概要を示す。簡易カロリーメータの室内・室外機側チャンバーに温度調整用空調機を設置し、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。

2.2 家庭用エアコン COP 簡易測定法: 吸込・吹出空気の温湿度を測定するため温湿度センサー^{*4} を測定対象エアコンの室内機には吸込口に 1 点、吹出口に 2 点設置する。室外機には吸込口に 1 点設置し、この点の温度を外気温とする。室内機の吸込口にサーミスタ風速計^{*5} を 1 点設置し、処理風量を測定する。又、実験精度を検討するため熱電対を室内機吸込口に 2 点、吹出口に 3 点別途設置する。COP 算出の際、室内機吹出温度は温湿度セン

サーと熱電対で計測した平均値^{*6}を用いる。

COP 測定は家庭用エアコン COP 簡易測定法^{*1} により行う。解析対象エアコンは定格能力冷房 7.1kW・暖房 8.5kW (エアコン①) の機種と定格能力冷房 2.8kW・暖房 3.6kW (エアコン②) の 2 機種とし、外気温、暖冷房負荷を変化させて、エアコンの室内機吸込・吹出空気のエンタルピー差を求め、測定した処理風量から暖冷房出力を算出する。暖冷房出力を測定した電力消費量で除すことで COP を算出する。

2.3 COP マトリックスの作成方法: 外気温、暖冷房出力と COP の関係から COP マトリックスの作成を行う。外気温 0.1℃、出力 0.1kW 毎に COP をマトリックス内にプ

表 1 解析対象の家庭用エアコンの仕様

性能	性能						室内機サイズ				室外機サイズ				質量	電圧		
	冷房定格能力 [kW]	冷房定格消費電力 [W]	冷房 COP [-]	暖房定格能力 [kW]	暖房定格消費電力 [W]	暖房 COP [-]	APF [-]	期間消費電力 [kWh]	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]			内 [kg]	外 [kg]
エアコン①	7.1	2,990	2.4	8.5	2,630	3.2	4.9	2,903	798	287	295	799	299	619	14.0	43.0	200	100
エアコン②	2.8	585	4.8	3.6	710	5.1	17.0	802										

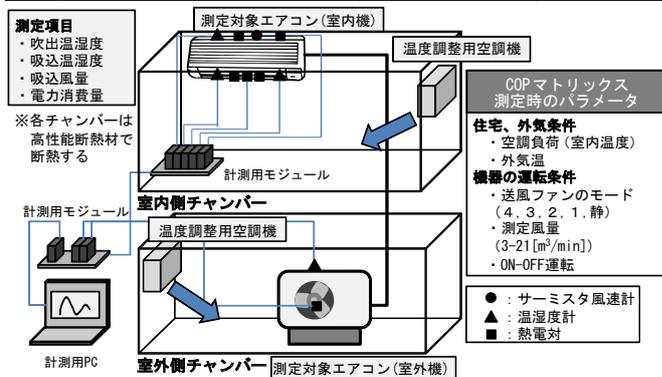


図 1 簡易カロリーメータの概要

表 2 熱負荷計算の条件

項目	設定	備考	
冷房設定温度 [°C]	27		
冷房設定湿度 [%]	50		
暖房設定温度 [°C]	20		
暖房設定湿度 [%]	50		
暖冷房期間	冷房	日平均外気温が 22°C 以上となる 3 回目の日から、日平均外気温が 22°C 以上である最終日より 3 回前の日まで	JIS C 9612 条件
	暖房	日平均外気温が 14°C 以下となる 3 回目の日から、日平均外気温が 14°C 以上である最終日より 3 回前の日まで	JIS C 9612 条件
暖冷房負荷発生条件	冷房	冷房期間の中で外気温が 24°C 以上	JIS C 9612 条件
	暖房	暖房期間の中で外気温が 17°C 以下	JIS C 9612 条件
空調方式	時間帯空調	6:00-23:59	
人員数	3人	父、母、子 1人	
対象住宅モデル	日本建築学会標準住宅モデル		
設置エアコン定格能力 [kW]	冷房	エアコン① 7.1	カタログ目安: 木造 20畳、32m ³
		エアコン② 2.8	カタログ目安: 木造 8畳、13m ³
	暖房	エアコン① 8.5	カタログ目安: 木造 19畳、31m ³
		エアコン② 3.6	カタログ目安: 木造 8畳、13m ³
エアコン風量 [m ³ /min]	エアコン① 19.5	エアコン② 21	風量 4 (最大風量)

ロットし、測定結果が無い条件は回帰式により補間する。

2.4 年間暖冷房 COP の解析方法：表 2 に熱負荷計算の条件、図 2 に日本建築学会標準住宅モデルを示す。対象地域は札幌、岩見沢、北見、盛岡、仙台、宇都宮、東京、長野、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、岡山、広島、高知、福岡、宮崎、那覇の計 19 都市とする。気象データは日本建築学会拡張アメダス気象データとし、解析対象エアコンはエアコン②とする。対象モデルは日本建築学会標準住宅モデルを用い、LDK を ZONE A、和室を ZONE B とし、空調対象室を ZONE A とした場合 (case1) と ZONE A+B とした場合 (case2) の熱負荷計算を行う。住宅モデルのシェルター性能は熱損失係数 $2.00\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ とし、熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS により熱負荷計算を行い、算出した熱負荷と各時刻の外気温を測定した COP マトリックスを照合することで、1 時間毎に 1 年間の暖冷房 COP を算出する。

3 解析結果

3.1 COP マトリックス

測定結果：図 3 にエアコン①の COP マトリックスを、図 4 にエアコン②の COP マトリックスを示す。エアコン②では冷房時は外気温が低く出力が高い方が COP は高い。暖

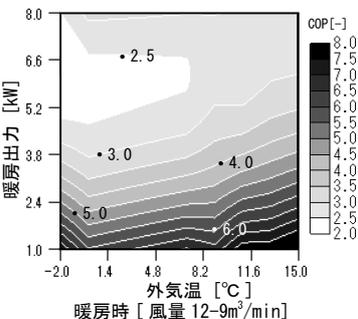
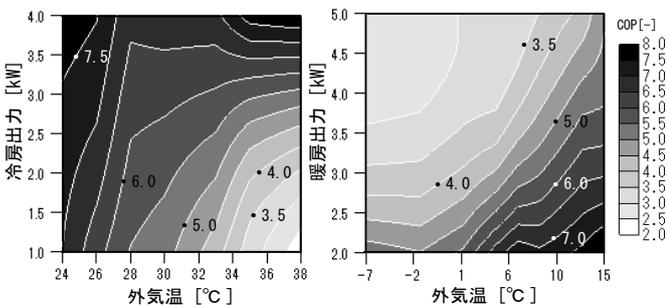


図 3 エアコン①の COP マトリックス



(a) 冷房時 [風量 $13\text{-}9\text{m}^3/\text{min}$] (b) 暖房時 [風量 $12\text{-}9\text{m}^3/\text{min}$]
図 4 エアコン②の COP マトリックス

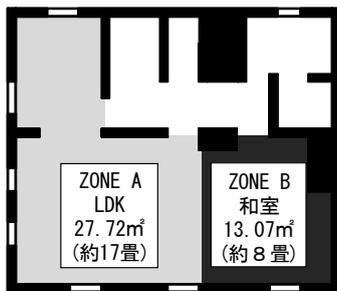


図 2 日本建築学会標準住宅モデル 1 階平面図

房時は外気温が高く出力が低い方が COP が高い。エアコン①②の暖房時の COP マトリックスを比較すると、どちらのエアコンにおいても外気温が高い方が COP が高くなり、出力が高い方が COP が低くなる。又、同じ外気温、同じ出力の場合にはエアコン②の方が①より COP が高い。

3.2 年間暖冷房 COP の解析結果：図 5 にエアコン②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年間暖冷房 COP を示す。解析対象エアコンのカタログ APF は 7.0、年積算消費電力量は約 800kWh であるが、対象地域の東京 (case1) と比較すると、次世代省エネ基準と同程度の断熱性能では、年間暖冷房 COP は 4.6 程度となり、カタログ APF と比較して 2.4 程度低く、COP マトリックスによる 1 時間毎の COP から算出した年積算消費電力量は約 1040kWh となり、年間で約 240kWh 多くなる。又、case1、case2 で暖冷房負荷の差に比べ年間暖冷房 COP に差がないのは、暖冷房負荷が少なくなった場合に ON-OFF 運転の頻度が多くなったためと考えられる。

4 まとめ

1. エアコン②では、冷房時は外気温が低く出力が高い方が COP は高く、暖房時は外気温が高く出力が低い方が COP が高い。
2. 暖房時ではエアコン①②共に外気温が高い方が COP が高く、出力が高い方が COP が低くなる。又、同じ外気温で同じ出力の場合の COP を比較すると、エアコン②の方が①より COP が高い。
3. COP マトリックスによる年間暖冷房 COP はカタログ値より 2.4 程度低く、年積算消費電力量はカタログ APF による算出結果より約 240kWh 多い。

※1 暖房負荷 1.5kW 冷房負荷 1.0kW 以下の場合、エアコンは ON-OFF 運転を行うとする。その際の COP は外気温により変化し、ON-OFF 運転時の実験結果より冷房：外気温 30°C で COP0.6、暖房：外気温 7°C で COP5.3 とする。
 ※2 主要 11 都市として札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、広島、高知、福岡とし、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 都市として北見、岩見沢、盛岡、長野、宇都宮、岡山、宮崎、那覇とする。
 ※3 Annual Performance Factor: 通年エネルギー消費効率
 ※4 温度分解能: 0.1°C 、湿度分解能: 0.1% 、温度測定精度: $0 \sim 35.0^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、 $35.1 \sim 70.0^\circ\text{C} \pm 1.0^\circ\text{C}$ 、湿度測定精度: 測定湿度によるが概ね $\pm 5 \sim 10\%$ 。
 ※5 予備実験により、吸込口風速と吹出風量の関係を設定することにより、吸込口風速から処理風量を算出する。
 ※6 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。
 文 1) 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、2005 年

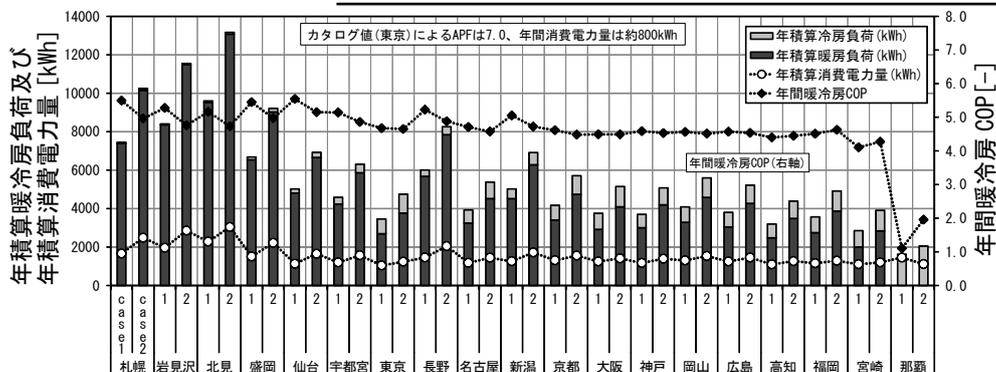


図 5 エアコン②の 19 都市における年積算暖冷房負荷 年積算消費電力量及び年間暖冷房 COP (熱損失係数: $2.00\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)