

床暖房・温風暖房を設置した実居住住宅を対象とした 暖房用エネルギー消費量の詳細調査

*Investigation of the detailed energy consumption of the residential house
that is installed a floor heating and air conditioning*

正会員 ○赤林伸一¹⁾ 同 坂口 淳²⁾ 同 長谷川 弘³⁾

AKABAYASHI Shin-ichi, SAKAGUCHI Jun, HASEGAWA Hiroshi

本研究では、2005年1月と2月に居住状態における住宅を対象としてエネルギーの消費量（暖房出力）の詳細な実測調査を行い、床暖房と温風暖房によるエネルギー消費の実態を明らかにすることを目的とする。1日あたりの暖房出力は床暖房が404.8MJ/日、温風暖房時が421.3MJ/日である。室内外温度差1℃あたりの暖房出力は、床暖房が1.047MJ/℃、温風暖房時が0.956MJ/℃で床暖房のほうが約5%多い。

Floor heating Air conditioner Energy Consumption
床暖房 温風暖房 エネルギー消費量

1 研究目的

放射暖房は主に放射で人体との熱の授受を行うため、温風暖房に比較して相対的に室温を低く設定することが出来る。室温が低いということは、壁や窓を通じて損失する貫流熱が減少し、さらに換気による負荷が減少するので、床暖房などの放射暖房は省エネルギーであると言われてきた。しかしながら、床暖房とエアコンで暖房を行った場合の熱収支を解析し、比較を行った例は皆無である。

本研究では、2005年1月と2月に居住状態での住

宅を対象として床暖房時と温風暖房時エネルギーの消費量（暖房出力）の詳細な実測調査を行い、両者の暖房方式によるエネルギー消費の実態を明らかにすることを目的とする。

2 研究の概要

2.1 調査対象

図1に解析対象住宅、表1に解析対象住宅の概要、表2に対象とするエアコンの概要を示す。対象住宅の主な暖房方式は灯油による温水床暖房である。又、エアコンによって暖房を行うことも可能である。エアコ

表1 解析対象住宅の概要

建築年	床面積 [m ²]	構造・工法	用途別エネルギー源					家族人数
			暖房	冷房	給湯 (風呂)	給湯 (台所)	調理	
2004	167	木造	灯油	電気	ガス	ガス	ガス	4

表2 対象とするエアコンの概要

	消費電力[KW]		冷房能力 [kW]	暖房能力 [kW]	カタログCOP	
	冷房	暖房			冷房	暖房
エアコン①	0.455	0.57	2.8	3.6	6.15	6.32
エアコン②	0.34	0.435	2.2	2.8	6.47	6.44

※エアコン①はリビング、エアコン②はダイニング、寝室、ロフトに設置されている

*1) 新潟大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士

*1) Prof., Graduate School of Niigata Univ., Dr.Eng.

*2) 県立新潟女子短期大学生活科学科 助教授 博士(工学)

*2) Assoc. Prof., Niigata Women's College, Dr.Eng.

*3) 進展工業(株) 代表取締役 社長 博士(工学)(元新潟大学大学院生)

*3) Shintenkougyou Co.Ltd President Dr.Eng.

ンは暖房時の消費電力がそれぞれ0.57kW、0.435kWの2機種であり、リビング、ダイニング、寝室、ロフトに設置されている。

2.2 実測条件

1月は、エアコンのみを使用して暖房を行い、2月は主に床暖房による暖房を行い、エアコンは床暖房が設置されていない部屋での補助暖房として使用する。

2.3 測定方法

エアコンによって暖房を行っている場合には、消費電力に成績係数を掛けて暖房出力を計算する必要がある。エアコンのCOPの測定はCOP簡易測定手法を用いて行う。式(1)にCOP簡易測定手法の式を示す。エアコン吹出・吸込空気のエンタルピー差に吹出風量を掛けて推定する。吹出風量は、設置時に吹出風速とエアコンの運転設定との関係を明らかとし、吹出風速によりエアコンの運転状況を判定し、メーカー設定風量を用いて推定する。

$$COP = \frac{(\text{エアコン吹出・吸込空気のエンタルピーの差}) \times \text{吹出風量}}{\text{消費電力量}} \quad \dots (1)$$

2.4 解析概要

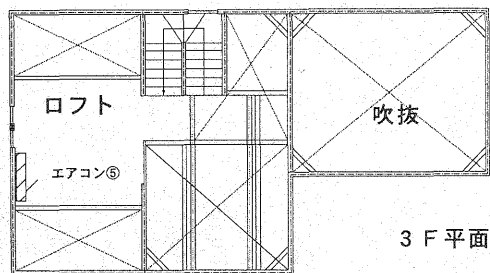
2005年1月に行ったCOP調査の結果から、COPを消費電力、風量、外気温を媒介変数として統計解析ソフトSPSSによって重回帰分析し、2月に補助的に使用したエアコン出力を推定する。さらに、床暖房用ボイラーのエネルギー効率(83.9%)、室内で発生する電力を含め、暖房方式の異なる1月と2月の総暖房出力を比較する。外気温は、気象庁電子閲覧室(文献4)で公開されている、対象住宅が建設されている地域の値を用いる。表3に室内で発生する発熱機器一覧を示す。各エアコンの発熱量、床暖房に使われている灯油ボイラーの発熱量、室内の家電機器で消費される

電力消費量を室内発熱要素として足し合わせて室内総発熱量を算出する。

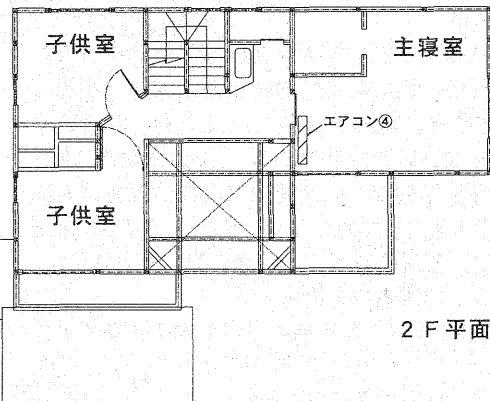
3 解析結果

3.1 エアコンのCOPの解析結果

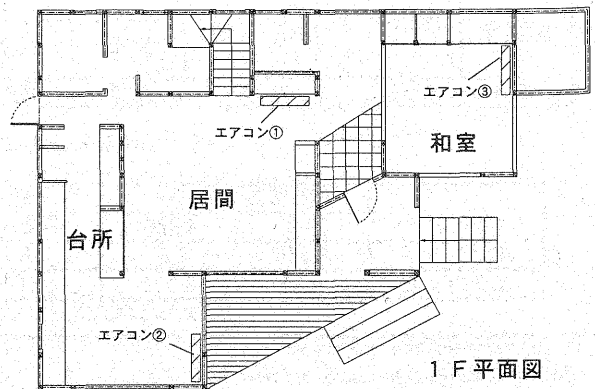
表4にCOP調査結果とカタログ値を示す。カタログ値に比べ、実使用時のCOPが小さい値を示している。表5に1月、2月のエアコン出力を示す。1月はエアコン吹出風量とエアコン吹出・吸込空気のエンタルピーの差から算出したエアコン出力(実測値)、2月は1月の測定結果から得られた外気温とCOPの関係より、エアコンの電力消費量にCOPを掛け合わせたエアコン出力の推定値を示す。住戸全体のエアコン出力は、1月は8928.57MJ、2月は834.92MJである。



3 F 平面図



2 F 平面図



1 F 平面図

図1 実測対象住宅

表3 室内熱発生機器一覧

用途	機器名
暖冷房換気	換気扇
厨房	IHジャー炊飯器
	コーヒーメーカー
	オープン&トースター
冷蔵庫	冷蔵庫
照明	照明
娯楽・情報	ピアノ
	携帯充電器
	電話機
	パソコン
	プリンタ
	ADSLモデム
	テレビ
	オーディオ
	DVD
	ビデオ
家事・衛生	キーボード
	ドライヤー
	ウォシュレット
	洗濯機
	自動食器洗い機
	掃除機

3.2 発熱量と外気温、室内の測定結果

図2に室内発生熱量と外気温、室内温度の変化を示す。室温は1月は18℃～23℃、2月は12℃～22℃の範囲である。概ね明け方6時～7時、夜間回らん時の20時～22時の発熱量が多い。図2に一日あたりの

室内総発生熱量と外気温の関係を示す。室内総発生熱量とは、エアコン出力、家電機器の消費電力、床暖房の出力の合計である。外気温と室内総発生熱量には相関が見られず、1月は223～536MJ/日、2月は282～557MJ/日である。図3に室内発生熱量の総和

表4 COP調査結果とカタログ値

	測定期間	COP	
		カタログ値	実使用時
エアコン①	2005年1月1日～31日	6.32	3.24
エアコン②	2005年1月1日～31日	6.44	3.55

表5 1月、2月のエアコン出力

	リビング	ダイニング	寝室	和室	ロフト	出力:計
1月(8日～31日)	5347.87	3353.47	227.24 *	-	-	8928.57
2月(1日～28日)	227.39 *	139.03 *	385.21 *	-	83.29 *	834.92

単位: MJ
*: 推定値

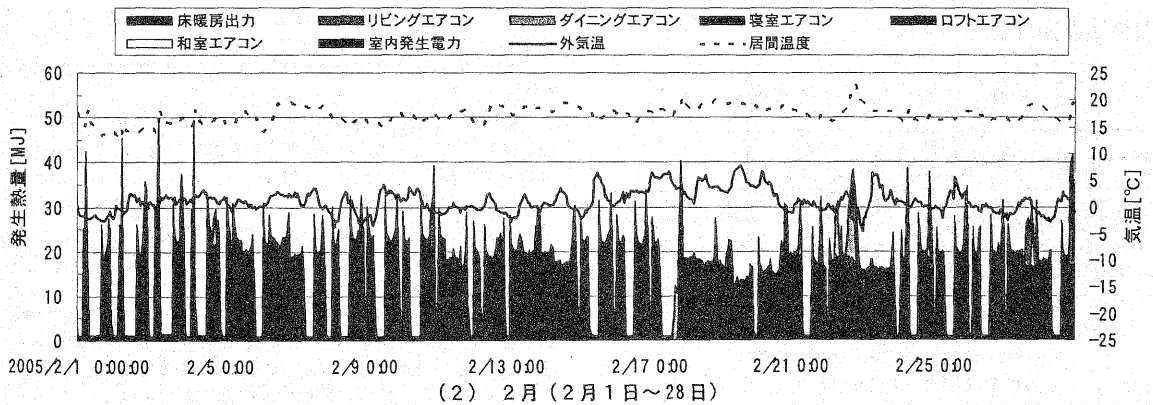
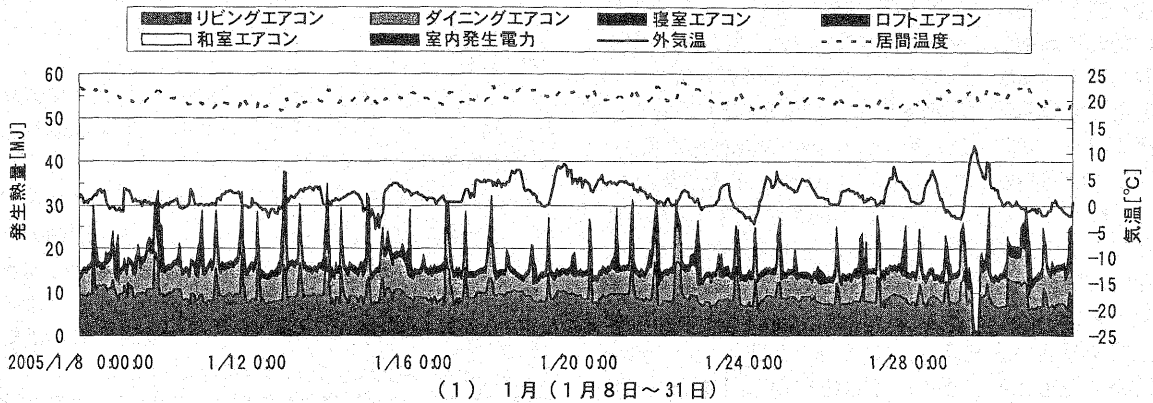


図2 室内発生熱量と外気温、室内温度の変化

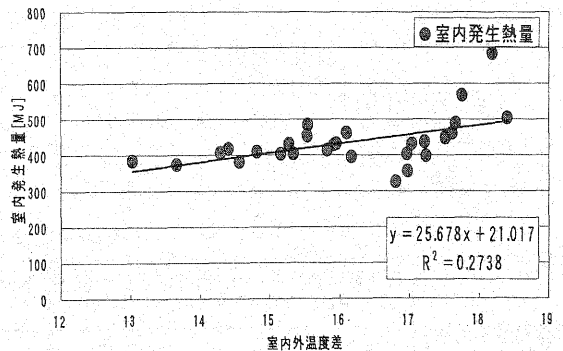
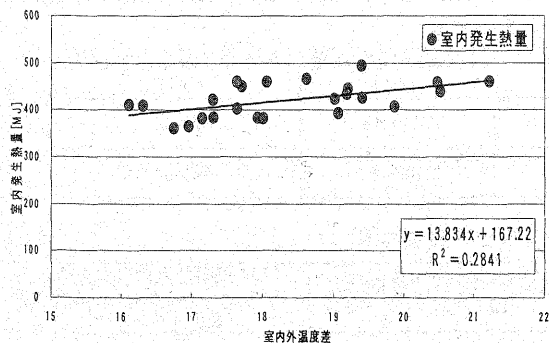


図3 室内発生熱量の総和と室内外温度差の関係

と室内外温度差の関係を示す。1月・2月とも、室内外温度差が増加すると、室内総発生熱量が増加する。室内の家電製品の電力消費量は、室内外温度差と関係なく、概ね一定であり、室内外温度差に応じてエアコンや床暖房の出力が増加しているためである。

3.3 室内総発生熱量と室内外温度の関係

表6に住宅内で発生した月積算総発生熱量を示す。月積算総発生熱量は、1ヶ月あたりの室内消費電力(表3の家電機器の総発生熱量)とエアコン出力、床暖房で使用する灯油の燃焼熱量(灯油1リットルあたりの発生熱量36.7MJ/ℓ)を加えたものである。1日あたりに総発生熱量はエアコン暖房では421.3MJ/日、床暖房では404.8MJ/日である。表7に室内外温度差1℃あたりの室内発生熱量を示す。1時間あたり、単位面積あたり、室内外温度差1℃あたりの発生熱量は、エアコン暖房時は5.72KJ/(℃・h・㎡)、床暖房時では、6.27KJ/(℃・h・㎡)である。室内発生熱量は、家電機器による室内消費電力による大きな違いが無いため、今回の実測結果では、床暖房時の方が1割程度の暖房エネルギーが増加しているといえる。表8に1月、2月の暖房料金を示す。エアコン暖房の1月と床暖房の2月を比較すると、1月の方が1日あたりの暖房料金は129円高い。表7に示す測定期間中の積算室内外温度差を考慮すると、

$$1月は \quad \frac{29064}{10579} = 2.747 \left(\frac{\text{円}}{\text{℃h}} \right) \quad (\text{温風暖房})$$

$$2月は \quad \frac{30290}{10825} = 2.798 \left(\frac{\text{円}}{\text{℃h}} \right) \quad (\text{床暖房})$$

となり、わずかであるが床暖房の方が高い。

4 まとめ

実居住住宅を対象として床暖房時とエアコンによる温風暖房時のエネルギー消費量の実測調査を行った。

(1) 1日あたりの暖房出力は床暖房が404.8MJ/日、温風暖房時が421.3MJ/日となった。

(2) 室内外温度差1℃あたりの暖房出力は、床暖房が1.047MJ/℃、温風暖房時が0.956MJ/℃で床暖房のほうが約5%多い結果となった。

(3) 1日あたりの暖房コストは床暖房時が1082円/日、温風暖房時が1211円/日となり、温風暖房の方が約1割高い。積算室内外温度差で見ると、床暖房時が2.798円/℃h、温風暖房時が2.747円/℃hとなり、わずかであるが床暖房のほうが高い。但し電気代、灯油代の変動によりこの値は変化する。

【謝辞】

本研究を行うにあたり、居住者の方々に多大なる協力を得ました。ここに記して深く感謝の意を示します。

【参考文献】

- 1) 赤林伸一、坂口淳、石山洋平：「家電用機器のエネルギー消費実態 1) 実測調査に基づく家庭用エアコン、冷蔵庫、待機電力の実態」、エネルギー・資源、Vol.25, No.5, 2004年
- 2) 村上周三、赤林伸一、絵内正道、吉野博、飯尾昭彦、坊垣和明、鉾井修一、渡辺俊行、坂口淳：「住宅を対象としたエネルギー消費量の測定システムの開発研究」、日本建築学会技術報告集第22号、2005年
- 3) 浅間英樹、赤林伸一、坂口淳、石山洋平、佐藤久遠：「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3 長期計測におけるエアコンの成績係数について」、日本建築学会北陸支部研究報告集第48号、2005年
- 4) URL: <http://www.data.kishou.go.jp/>

表8 1月、2月の暖房料金

	1月	2月	
電力	¥29,008	¥9,311	
灯油	¥56	¥20,979	差(1月-2月)
1月当り	¥29,064	¥30,290	¥-1,226
1日当り	¥1,211	¥1,082	¥129

注) 料金計算は、平成17年12月現在の単価で計算。

電力：120KWhまで 14円54銭/KWh
 121～300KWhまで 19円91銭/KWh
 300KWh以上は 21円60銭/KWh
 灯油：60円/ℓ

表6 住宅の室内総発生熱量

	室内消費電力 [MJ]	エアコン出力 [MJ]	灯油 [MJ]	月積算総発生熱量 [MJ]	1日当たりの総暖房出力 [MJ/日]
1月(8日～31日) 温風暖房	1183.00	8928.57		10111.58	421.32
2月(1日～28日) 床暖房	1138.70	834.92	9361.85	11335.47	404.84

表7 室内外温度差1℃あたりの発生熱量

	月積算室内発生熱量 [MJ/℃]	積算室内外温度差 [℃h]	室内外温度差1℃当たりの熱出力 [MJ/℃]	単位面積、室内外温度差、1℃あたり、1時間あたりの発生熱量 [KJ/℃・h・㎡]
1月(8日～31日) 温風暖房	10111.58	10579.28	0.956	5.72
2月(1日～28日) 床暖房	11335.47	10824.86	1.047	6.27