

暖冷房機器のエネルギー消費に関する検討

新潟地域の住宅におけるエネルギー消費に関する調査研究 その2

ENERGY CONSUMPTION OF AIR-CONDITIONING IN WINTER AND SUMMER

A study on the energy consumption in houses in Niigata district Part 2

石山洋平*, 赤林伸一**, 坂口 淳***, 山岸明浩****, 浅間英樹*
Youhei ISHIYAMA, Shin-ichi AKABA YASHI, Jun SAKAGUCHI,
Akihiro YAMAGISHI and Hideki ASAMA

This paper describes the energy consumption of heating and cooling of the houses in Niigata district. The data used in this paper were measured continuously from November 2002 to March 2004. The results are as follows.

- (1) Compared with energy consumption of heating in 2003 and 2004, heating energy consumption in 2003 is larger than 2004, because it was a mild winter in 2004. Cooling energy consumption in 2003 when was a cool summer, was less than energy consumption in 2004.
- (2) The amount of energy consumption except of heating, cooling and hot-water supply in 2003 is almost the same as 2004.
- (3) A change of the amount of total energy consumption in 2003 and 2004 is based on the heating and cooling energy.
- (4) The relationship between indoor and outdoor temperature difference and the amount of energy consumption would be same if the air-conditioning operation conditions are comparable for both 2003 and 2004.

Keywords: Energy Consumption, Houses, Heating and Cooling, Field Survey
エネルギー消費量, 住宅, 暖冷房, 実測調査

1. はじめに

前報(その1)¹⁾では、新潟地域の住宅を対象に長期間の実測した詳細なエネルギー消費量データを基に、エネルギー用途別に集計したエネルギー消費量の実態について報告した。その結果、新潟地域の住宅では、暖冷房及び給湯用エネルギー消費は、他の用途に比べ著しく多いことが明らかとなり、住宅の暖冷房・給湯用エネルギー消費量の実態を明らかにすることは、住宅の省エネルギー対策として重要かつ有効なことであることを述べた。

本報(その2)は、平成13年度(2001年度)から平成16年度(2004年度)に実施された住宅内のエネルギー消費に関する全国的調査データ²⁾より新潟地域におけるデータを対象に、筆者らの一連の研究¹⁾⁻⁹⁾の内から、特に暖冷房エネルギーに着目し、夏季・冬季における温熱環境と暖冷房エネルギー消費量の関係について解析を行う。暖冷房エネルギーは室内外の温度差や日射、暖冷房機器の使用状況、居住者の在室状況などによって変化することが知られている。本研究では2003年に通年に渡るエネルギー消費量の実測調査を行ったが、2003年は全国的に夏季の低温・多雨が顕著な年であったため、2004年に引き続き通年にわたるエネルギー消費量の測定を行った。本報では2003年と2004年の夏季・冬季の月積算エネルギー消費量に着目し、暖冷房エネ

ルギーと室内外温度差の関係、暖冷房エネルギー消費量とそれ以外のエネルギー消費量の関係について明らかとし、新潟地域における住宅における、特に暖冷房用エネルギー消費に関する基礎的データを得たので報告する。

2. 調査概要

2.1 対象住宅の概要

表1に、新潟地域における調査対象住宅の属性を示す。調査対象住宅は、戸建住宅9戸と集合住宅4戸の計13戸である^{注2)}。調

表1 調査対象住宅の属性

住戸名	所在地	床面積 [m ²]	築年	構造・工法 (RC・S・木造等)	測定版				断熱仕様		用途別エネルギー源				換気 設備	家族 人数
					分電盤	コンセント	都市ガス	灯油	断熱係数	隙間隙漏	暖房	冷房	給湯	調理		
戸建01	新潟市	150*	1996年	木造(一部RC造)**	24	9	-	-	1.40	0.77	電気	電気	電気	電気	灯油	3人
戸建02	長岡市	133.86*	2001年	木造(一部RC造)**	21	8	-	-	2.20	0.71	電気	電気	電気	電気	灯油	3人
戸建03	横越村	117.49	2002年	木造	14	8	1	-	2.18	0.95	電気	電気	ガス	ガス	灯油	4人
戸建04	新潟市	130.83	2002年	木造	17	8	-	2	2.24	0.39	灯油	電気	灯油	電気	灯油	4人
戸建05	新潟市	148.57	1995年	木造	15	12	-	2	2.66	4.41	灯油	電気	灯油	電気	灯油	4人
戸建06	上越市	176.37	1999年	木造	16	8	-	1	2.33	2.38	灯油	電気	電気	電気	灯油	2人
戸建07	三条市	187.75	2001年	木造	20	10	1	1	4.35	4.91	電気+灯油	電気	ガス	ガス	灯油	2人
戸建08	新潟市	178.23	2002年	木造	24	5	-	-	2.61	0.91	電気	電気	電気	電気	灯油	5人
戸建09	新潟市	140.08	1990年	木造	11	12	1	1	3.19	2.85	灯油	電気	ガス	ガス	灯油	2人
集合01	新潟市	80.61	1985年	RC造	10	1	8	-	7.74	2.88	灯油	電気	電気	電気	灯油	4人
集合02	新潟市	101.6	1984年	RC造	11	11	8	-	6.21	8.5	灯油	電気	電気	電気	灯油	3人
集合03	新潟市	80.61	1995年	RC造	10	8	-	-	7.74	2.88	灯油	電気	電気	電気	灯油	3人
集合04	新潟市	70.35	1995年	RC造	12	8	1	-	3.52	1.25	ガス+灯油	電気	ガス	ガス	灯油	4人
集合05	新潟市	81.67	1989年	SRC造	11	9	1	-	2.44	1.47	灯油	電気	ガス	ガス	灯油	4人

*:居住部分面積 **一部RC構造

* 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

** 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博

*** 県立新潟女子短期大学生活科学科 助教授・博士(工学)

**** 信州大学教育学部生活科学教育講座 助教授・博士(工学)

Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata Univ., Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Faculty of Education, Shinshu Univ., Dr. Eng.

査期間は、平成14年11月から平成17年3月である。測定項目は、電気、ガス、灯油のエネルギー消費量と、室内温湿度、および水温である。測定方法の概要を表2に示す。なお、測定方法の詳細は前報その1¹⁾に記す。

2.2 電力消費量測定方法の概要

電力消費量の測定は使用電力情報収集システム¹⁾により行う。使用電力情報収集システムは、分電盤型とコンセント型の2種類の測定器で構成されており、機器ごとの電力消費量を1分毎に積算電力量(Wh)とピーク電力(W)を記録する。深夜電力などのように、屋外に住宅内とは別の分電盤が設置され、無線によるデータ収集が困難な場合には、クランプ型のメモリ付電流測定器により5分毎の電力消費量を測定する。

2.3 ガス消費量・灯油消費量測定方法の概要

ガス消費量の測定は、ガスメータのメータ表示部にメータ表示値を光学的に読み取る測定器を取り付け、5分間毎の消費量(m³)を測定する。灯油は、屋外の灯油タンクから暖房や給湯に灯油が供給されている住宅では、配管部に流量計を設置しパルスロガーにより5分毎の消費量(l)を測定する。開放型の灯油ファンヒータを使用している住宅では、市販のファンヒータを電磁ポンプの信号が出力できるように改造し、電磁ポンプ出力信号をパルスロガーにより5分間隔で計測し、電磁ポンプのパルスと灯油消費量の関係式から消費量を求める。

2.4 温湿度・水温測定方法の概要

空調室(居間)の温湿度と非空調室の温度を床上1.1m付近で15分毎に計測する。水道水の温度は給湯用エネルギー消費に影響するため、トイレの水洗タンク内の水温を15分毎に計測する。

レンジフード部の温度は、調理と給湯にガスを使用している住宅の場合、住宅全体のガスの消費量を各用途に分類するために、レンジフード内で15分毎に計測する。外気温は、対象住戸の所在地に最も近いアメダスのデータを用いる。

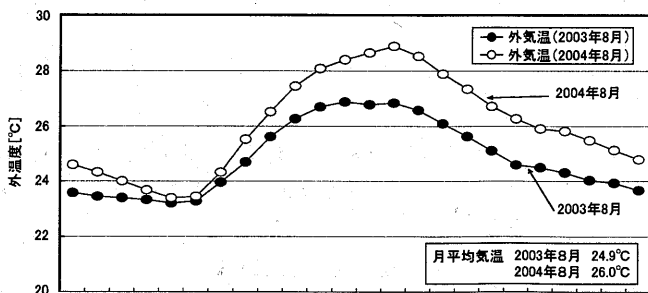
3. 室内外温熱環境と暖冷房用エネルギー

3.1 温熱環境

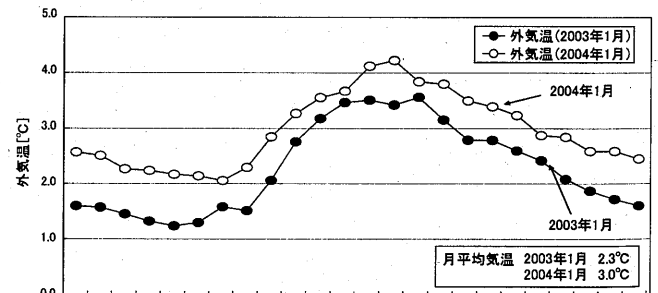
冷夏や暖冬などの室外の気象条件や暖冷房時の室内の温熱環境

表2 測定方法の概要

エネルギー源	測定方法
電気	測定箇所:分電盤 測定機器:分電盤用電力測定センサー(日本ベンディング製*1・MDT-T1型) 測定方法:測定機器を分電盤に設置し、1分毎の使用電力量[Wh]と電力ピーク値の測定を行い、無線により端末にデータを蓄積
	測定箇所:コンセント 測定機器:コンセント型電力測定センサー(日本ベンディング製・EPW3AR-T1型) 測定方法:測定機器をコンセントに設置し、1分毎の使用電力量[Wh]と電力ピーク値の測定を行い、無線により端末にデータを蓄積
	測定箇所:その他(屋外分電盤) 測定機器:クランプロガー(HIOKI製・3636) 測定方法:上記の無線によるデータ収集が不可能な場合、クランプロガーにより5分毎の負荷電流を測定
ガス	測定箇所:ガスメータ 測定機器:ガスメータ(金門製作所製・TSLOG-NS-L) 測定方法:測定機器を屋外ガスメータに設置し、5分毎のガス消費流量[m ³]の測定
灯油	測定箇所:灯油タンク 測定機器:流量計(オーバル製・LSN39P8-T3)、パルスロガー(HIOKI製・3639) 測定方法:灯油タンクに流量計とパルスロガーを設置し、5分毎の灯油消費量[l]の測定を行う 測定箇所:開放型石油ストーブ 測定機器:パルスロガー(HIOKI製・3639) 測定方法:開放型石油ストーブの電磁ポンプにパルスロガーを設置し、5分毎の灯油消費量の測定を行う
温湿度	測定箇所:空調室(居間) 測定機器:温湿度ロガー(HIOKI製・3641) 測定方法:日射・空調機などの影響のない床上1.1m付近に設置し、15分毎の温湿度[°C、%]の測定を行う
	測定箇所:非空調室 測定機器:温度ロガー(HIOKI製・3632) 測定方法:日射・空調機などの影響のない床上1.1m付近に設置し、15分毎の温度[°C]の測定を行う
	測定箇所:レンジフード 測定機器:温度ロガー(HIOKI製・3632) 測定方法:ガス使用住宅など調理用エネルギー使用量が給湯用エネルギー使用量などと分離できない場合、レンジフードの側面もしくは内面に設置し、15分毎の温度[°C]の測定を行う

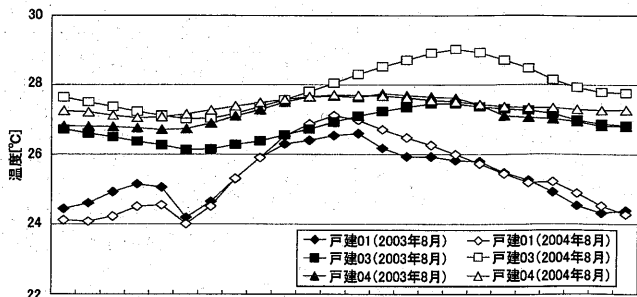


(1) 夏季(8月)

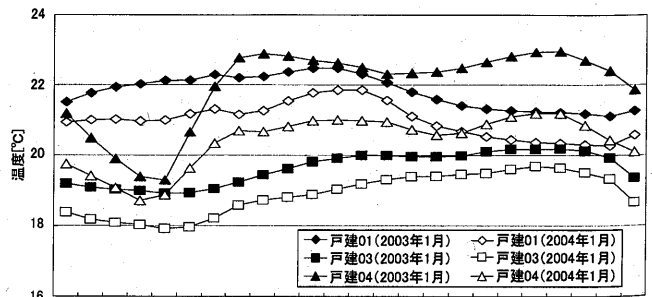


(2) 冬季(1月)

図1 夏季、冬季における月平均時刻別外気温(新潟市)



(1) 夏季(8月)



(2) 冬季(1月)

図2 夏季、冬季における居間温度の比較

条件は、暖冷房エネルギー消費量に影響を与える。そこで本報では、新潟市内の3戸の住宅を対象に2003年と2004年の夏季(8月)と冬季(1月)における外気温、居間室温、および室内外温度差について報告する^{注3)}。

(1) 外気温

図1に、新潟市の2003年と2004年の夏季と冬季における月平均時刻別外気温を示す。

2003年夏季の外気温は2004年に比べ低い値で推移しており、明け方(4時~6時)の差は小さく、日中(13時~15時)では2℃程度、夜間(19時~22時)では1.5℃程度の差がみられる。新潟市の8月の平均気温の平年値(1971年~2000年)は26.2℃であり、2003年8月の平均気温は24.9℃と低く、2004年8月は26.1℃と平年値に近い値である。

2003年冬季の外気温は2004年に比べ低い値で推移し、明け方(4時~6時)では1℃程度、日中から夜間にかけては0.5℃程度の差がみられる。新潟市の1月の平均気温の平年値(1971年~2000年)は2.6℃であり、2003年1月の平均気温は2.3℃と平年値よりも低く、2004年1月は3.0℃と平年値より高い値を示す。

(2) 居間室温

図2に新潟市および新潟市近隣に立地する戸建01、戸建03、戸建04の居間における2003年と2004年の夏季と冬季の月平均時刻別室温の日変化を示す。これらの住宅は異なる冷暖房機器を使用している。戸建01では冷房はセントラルエアコンと書斎の個別エアコン、暖房は潜熱蓄熱式床暖房と顕熱蓄熱式暖房が設置されている。戸建03では冷房・暖房は居間、和室、洋室の3箇所にエアコンが設置されている。戸建04では冷房は居間と洋室の2箇所にエアコンが設置され、暖房では灯油ボイラーによる温水式パネルヒーターが設置されている。

夏季の測定結果では、戸建01は2003年と2004年の室温には大きな相違はなく24℃から27℃の範囲で変動している。戸建03では、一日を通じ2003年は2004年に比べ1℃前後低い値で変化し、2003年は26.1℃から27.5℃、2004年は27℃から29℃の範囲に入る。戸建04は2003年と2004年の室温には大きな差はなく、約27℃から28℃の範囲で変化する。夏季の平均外気温度は2003年は平年値よりも1℃程度低く、2004年は平年値とほぼ同

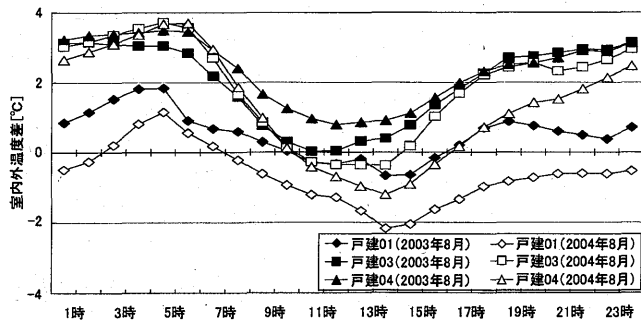
様の値であるが、戸建01と戸建04における居間の室温は2003年、2004年とも同等であり、戸建03では2003年の方が低い室温となっている。戸建03の室温のみが2003年と2004年で異なる理由にはいくつか考えられるが、後述する暖冷房換気エネルギー消費量とあわせて考察すると、冷房の使用頻度が少ないことが原因と考えられる。

冬季の測定結果では、住宅により経時変化のパターンは異なるものの、全ての住宅において居間の室温は2004年に比べ2003年の方が高い値を示す。2003年の外気温度は平年よりも低い値を示すため、2003年の室温が低くなることが予想されるが、今回の調査結果では2003年の方が2004年に比べて、積極的に暖房が行われているため、2003年の方が室温が高くなったと考えられる。

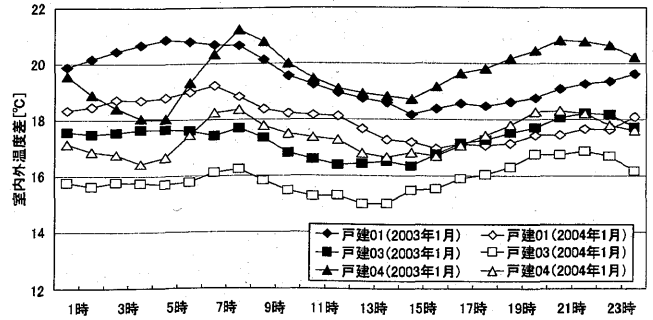
(3) 室内外温度差

図3に、戸建01、戸建03、戸建04における2003年と2004年の夏季と冬季の月平均時刻別室内外温度差(居間室温-外気温)の日変化を示す。夏季の室内外温度差は外気温が平年値に近い2004年の結果によると、温度差が正の値(室温が外気温よりも高い)になる時間帯は、戸建01では早朝3時から7時、戸建03では15時から午前10時まで、戸建04は17時から午前10時までである。室温よりも外気が低い時間帯では外気導入を行うことにより、冷房エネルギー消費を少なくし、室内環境を調整することが可能であると考えられる。夜間においては戸建01を除き兩年とも室内外温度差は正の値を示し、年次間の温度差は小さい。夏季平均室内外温度差は戸建01では2003年が0.50℃、2004年が-0.66℃、戸建03では2003年が1.98℃、2004年が1.87℃、戸建04では2003年が2.32℃、2004年は1.34℃である。8月の平均外気温度は2004年の方が2003年よりも1.2℃高い気温であったが、室内外温度差は2004年の方が小さい値を示す傾向があり、2004年は積極的に冷房が行われていたと考えられる。

冬季では、全ての住宅において室内外温度差は正の値(居間室温が外気温よりも高い)であり、期間平均温度差は戸建01では2003年が19.50℃、2004年が17.99℃であり、戸建03では2003年が17.32℃、2004年が15.89℃、戸建04では2003年は19.65℃、2004年は17.39℃である。2003年は2004年と比較して外気温が約1℃程度低いいため、戸建01、03、04の住宅とも2004年に比べ2003年の方が室内外温度差は大きくなっている。



(1) 夏季(8月)



(2) 冬季(1月)

図3 夏季、冬季における室内外温度差の比較

3.2 暖冷房用エネルギー

(1) 暖冷房機器の運転状況

図4に、各住宅の2003年と2004年の夏季と冬季における冷暖房機器の月平均エネルギー消費量の時間変化を示す。

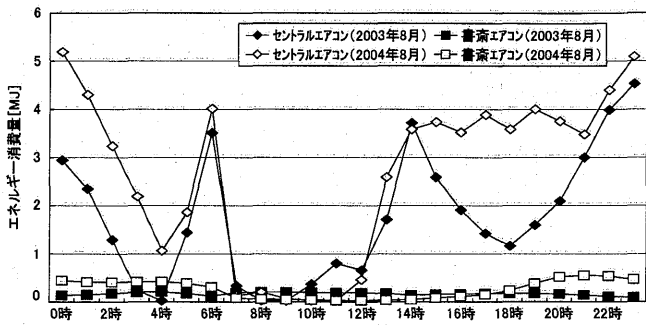
戸建01の夏季では、セントラルエアコンのエネルギー消費が1時間あたりのエネルギー消費量が1から5MJの範囲で変動し、0時から4時、15時から20時においては2003年に比べ2004年の方が消費量が多くなっている。冬季では、床暖房と蓄暖機の深夜におけるエネルギー消費量が2004年に比べ2003年が多い。戸建03の夏季では、洋室のエアコンは18時から4時の夜間に2004年のエネルギー消費が多いが、日中には居間のエアコンの2003年のエネルギー消費が多くなっている。冬季では、洋室のエアコンは一日を通じて2003年のエネルギー消費が多いが、エネルギー消費の大きい居間のエアコンは時間帯によりばらつきが大きい。戸建04の夏季では、居間のエアコンのエネルギー消費が大きく、一日を通じて2003年に比べ2004年の消費量が多い。冬季では、パネルヒーターのエネルギー消費量の最大値は両年とも早朝に約30MJとなるが、全体的には2004年に比べ2003年で消費量が多い値となっている。

2003年の冷夏、2004年の暖冬という気象条件、および室内の温熱環境の状況に応じ暖冷房機器の運転状況が変化している。

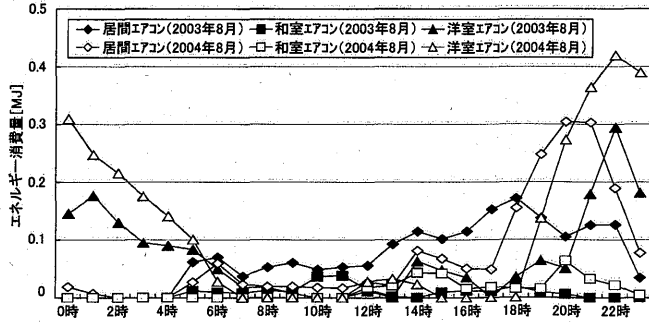
(2) 用途別エネルギー消費量の年次比較

図5の上段に、2003年と2004年の夏季と冬季における戸建01、戸建03、戸建04での用途別エネルギー消費量、下段にそれぞれの住宅の各用途における2004年と2003年のエネルギー消費量の差(2003年-2004年)を示す。

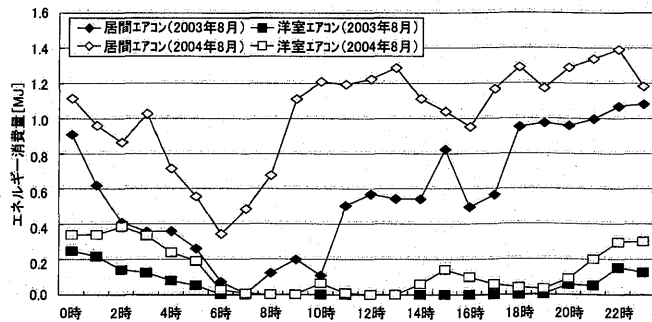
夏季において、戸建01と戸建04では2003年よりも2004年の総エネルギー消費量が増加しているが、戸建03では戸建01、戸建04と比較して2003年と2004年の総エネルギー消費量の差は小さい。各用途のエネルギー消費量の増減では、暖冷房換気エネルギーは全ての住宅で2003年よりも2004年の方が多く、給湯用は2003年よりも2004年の方が少ない。月平均外気温は2003年は24.9℃、2004年は26.1℃であり、2004年の方が1.2℃高いため、このため暖冷房換気エネルギーが増加したと考えられる。特に戸建01と戸建04では、2003年に比べ2004年の暖冷房換気エネルギー消費量の増加が大きく、戸建01では約1.4倍、戸建04では約2.2倍となっている。



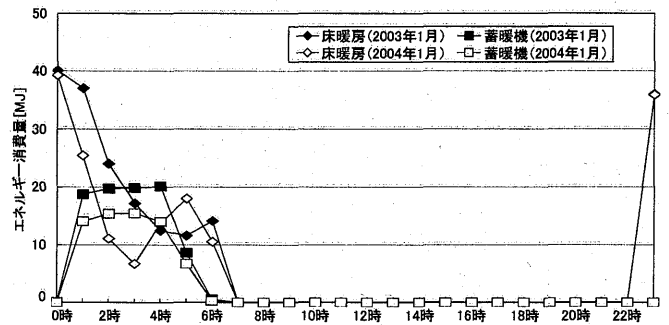
(1) 戸建01・夏季(8月)



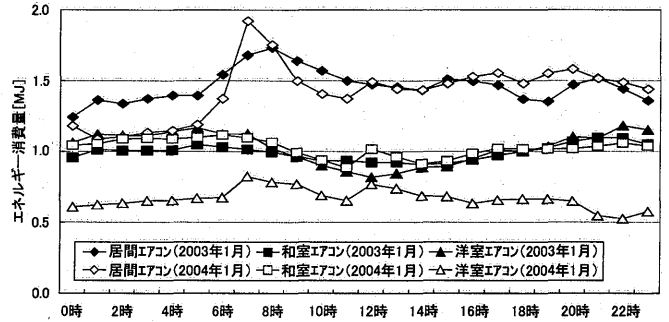
(3) 戸建03・夏季(8月)



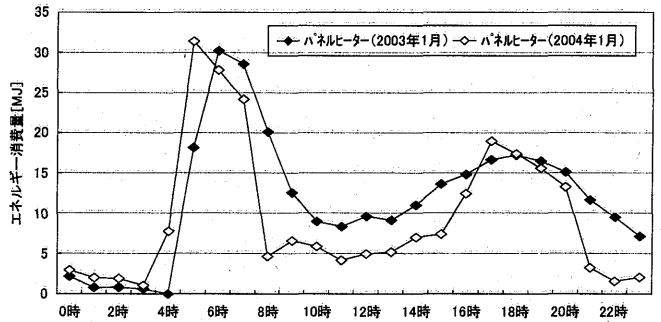
(5) 戸建04・夏季(8月)



(2) 戸建01・冬季(1月)



(4) 戸建03・冬季(1月)



(6) 戸建04・冬季(1月)

図4 夏季、冬季における暖冷房機器のエネルギー消費量の比較

冬季では、戸建01と戸建04では夏季の傾向と異なり、2004年よりも2003年の総エネルギー消費量が多い。戸建03では他の住宅と比べて2003年と2004年の総エネルギー消費量の差は小さい。各用途のエネルギー消費量の増減は、暖冷房換気エネルギーは全ての住宅で2004年よりも2003年の方が多く、給湯用エネルギーは戸建03のみが2004年の方が多くなっている。2003年の方が2004年よりも月平均外気温が0.7℃低く、このため2003年の方が暖冷房換気エネルギーおよび給湯エネルギーが増加すると考えられる。戸建01と戸建04では2003年に比べ2004年の暖冷房換気エネルギー消費量の減少割合が大きく、2003年に比べ戸建01では約0.85倍、戸建04では約0.77倍となっている。

住宅により違いは認められるが、暖冷房換気エネルギー消費量は年次による差が顕著であり、外気温の相違による暖冷房機器のエネルギー消費量の違いによるものと考えられる。今回の調査結果では、暖冷房換気および給湯用途以外の用途のエネルギー消費量は年次による差は小さい。このため総エネルギー消費量の測定

年次による差は主として暖冷房換気エネルギーによるものである。

3.3 室内外温度差と暖冷房エネルギー消費量

図6に、各住宅の2003年と2004年の夏季と冬季における室内外温度差（居間室温－外気温）と冷暖房用エネルギー消費量の関係を示す。図中のデータは、各年次の8月と1月における居間と外気の温度差の日平均、および冷暖房用エネルギー消費量の日積算値である。なお、戸建01の暖房用エネルギー消費量については、蓄熱式暖房機の特徴^(注4)から前日との室内外温度差との対応関係を示している。室内外温度差と暖冷房用エネルギー消費量は暖冷房機器の運転状況に違いがなければ、年次に関わらずどの住宅においても一定の相関関係を示すと考えられる。

夏季では、全ての住宅において居間室温が外気温よりも低くなるにつれてエネルギー消費量が増加し、両者の相関係数(R²)は0.61(戸建03, 2003年8月)から0.97(戸建01, 2004年8月)の範囲に入る。戸建01と戸建03の室内外温度差とエネルギー消

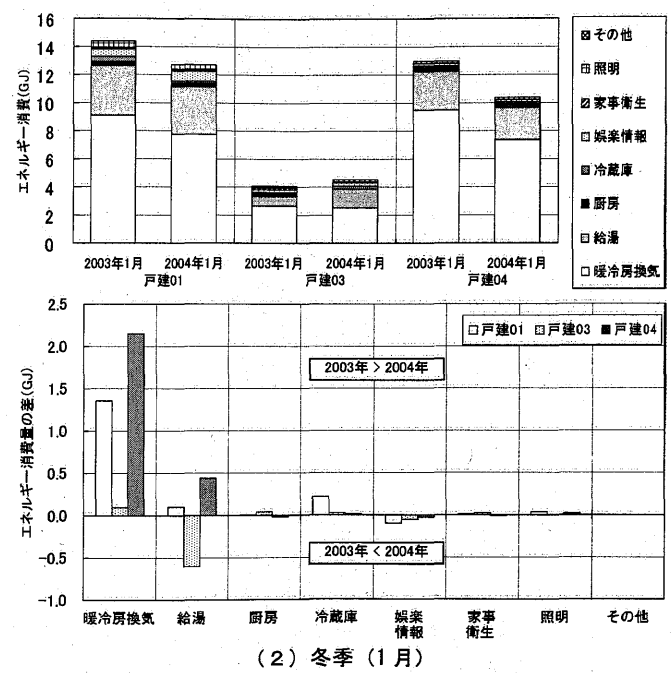
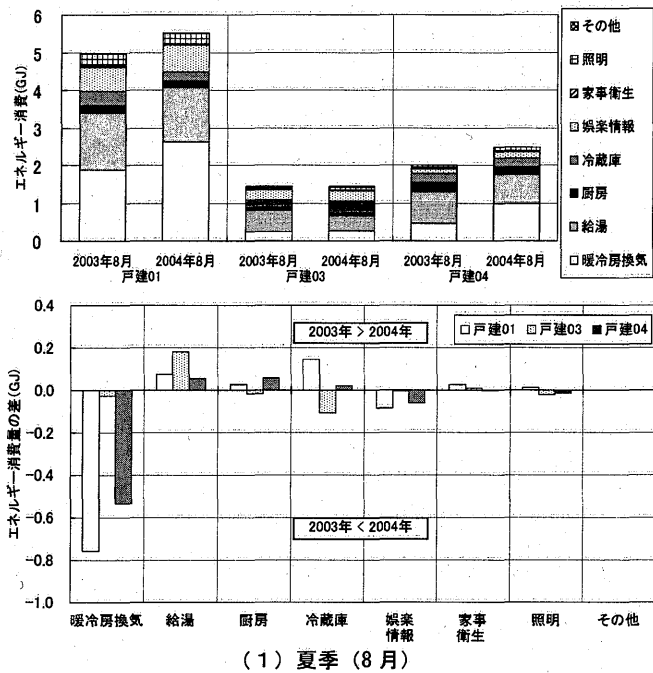


図5 夏季、冬季における用途別エネルギー消費量の比較

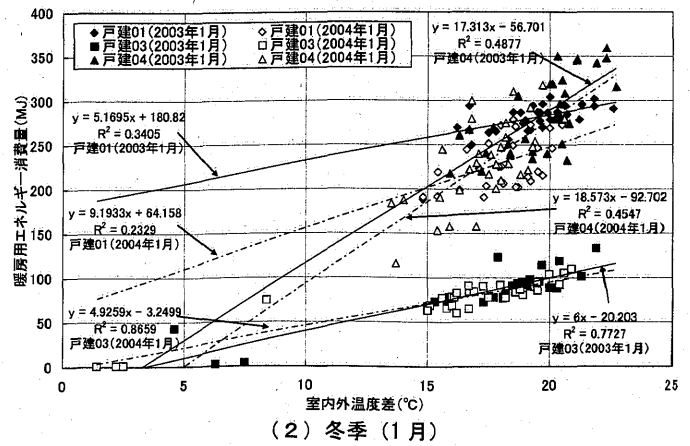
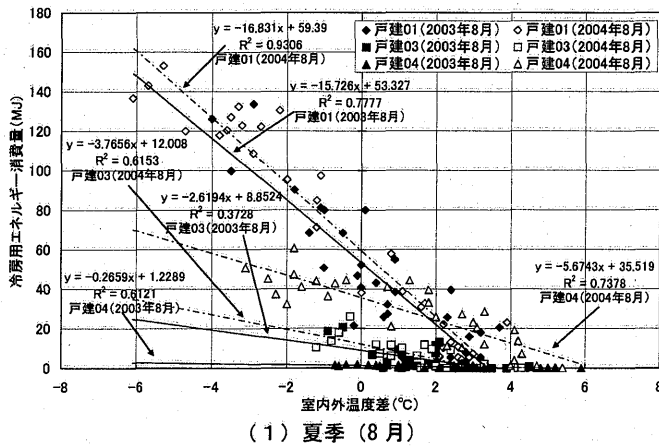


図6 夏季、冬季における室内外温度差とエネルギー消費量の関係

費の関係は、2003年と2004年の間に大きな違いはみられないが、戸建04では年次により傾向が異なる。これは、戸建04では2003年と2004年の冷房の運転状況が他の大きく異なり、図4に示すとおり2004年の方が居間のエアコンをほぼ一日中運転していることが原因であると考えられる。

冬季では、全ての住宅において居間室温が外気温よりも高くなるにつれてエネルギー消費量が増加し、相関係数(R^2)は0.48(戸建01, 2004年1月)から0.93(戸建03, 2004年1月)の範囲に入る。室内外温度差と暖房エネルギー消費の関係は、戸建03と戸建04では2003年と2004年の間には大きな違いはみられないが、戸建01では年次間により傾向が異なる。これは、戸建01では蓄熱式暖房機を使用しているため、エネルギー消費量が間接的に居間の温度環境に関係することによると考えられる。

4. まとめ

新潟地域の住宅における暖冷房エネルギー消費の実態と夏季・冬季における室内外温度の関係について検討した。まとめは以下の通りである。

- ① 2003年の冬季における暖冷房換気用エネルギー消費量は、暖冬であった2004年に比べて電力消費量が多い。また、夏季では冷夏であった2003年と比べて、2004年のエアコン電力消費量は多い。
- ② 暖冷房換気・給湯用途以外のエネルギー消費量は、暖冷房用エネルギー消費量と比較して年次によるエネルギー消費量の違いは少ない。このため、総エネルギー消費量の測定年次による差は主として暖冷房換気エネルギーによるものである。
- ③ 対象とした住宅における室内外温度差とエネルギー消費量との関係には、暖冷房の運転状況に顕著な変化がなければ年次間の差は小さい。

謝辞

本研究は国土交通省、東京電力、関西電力、九州電力から委託を受け、(社)日本建築学会学術委員会「住宅内のエネルギー消費に関する全国的調査研究委員会(委員長:村上周三慶應義塾大学教授)」の活動の一環として実施したものである。また、本研究を行うに当たり居住者の方々や工務店の各位の協力を得た。関係各位に深く感謝の意を表します。

注

- 1) 平成13年度から平成15年度に、(社)日本建築学会の学術委員会として「住宅内のエネルギー消費に関する全国的調査研究委員会」が設置された。
- 2) 戸建03の所在地は、横越村となっているが、2005年3月21日に新潟市と合併し、現在は新潟市となっている。横越村は新潟市の近隣市町村であり、外気温は新潟のアメダス気象データを用いて解析を行った。集合01は、居住者の転居のため、調査期間中に所在地が変化した。
- 3) 本研究の調査期間中の天候は、気象庁報道発表資料(気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)によると、新潟地域(甲信越)の天候は2003年1月では平年よりも1°C以上低い年であり、2003年8月は中旬に低温・多雨・寡照が顕著な年である。2004年1月、8月は、ともに気温や日照時間の観測結果によると、ほぼ平年と同じである。
- 4) 蓄熱式暖房機は、前日に暖房として使用する放熱量を蓄熱することから、温度環境との関係を検討する際に前日のエネルギー消費量を使用する。

参考文献

- 1) 山岸明浩, 赤林伸一, 他: 新潟地域におけるエネルギー消費に関する調査研究 その1-用途別エネルギー消費量の実態, 日本建築学会環境系論文集, NO. 593, pp. 25-31, 2005. 7
- 2) 山岸明浩, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究-調査概要-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 301-302, 2003. 9
- 3) 渋谷典宏, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究-冬季におけるエネルギー消費量と温熱環境の測定結果-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 303-304, 2003. 9
- 4) 須山喜美, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究-冬季における用途別エネルギー消費量-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 305-306, 2003. 9
- 5) 山岸明浩, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究 その4 用途別エネルギー消費量, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 277-278, 2004. 8
- 6) 石山洋平, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究 その5 空調・給湯用エネルギー消費量, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 279-280, 2004. 8
- 7) 浅間英樹, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究 その6 各種家電機器のエネルギー消費量, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 281-282, 2004. 8
- 8) 山岸明浩, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究 その7 暖冷房用エネルギー消費量の年次変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 345-346, 2005. 9
- 9) 石山洋平, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究 その8 電力消費量と給湯負荷の関係について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 347-348, 2005. 9
- 10) 宝里智洋, 赤林伸一, 他: 北陸地域における住宅のエネルギー消費に関する調査研究 その9 エアコンと冷蔵庫の電力消費量について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 349-350, 2005. 9

(2005年10月7日原稿受理, 2006年6月16日採用決定)