

用途別エネルギー消費量の実態

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1

ENERGY CONSUMPTION BY THE VARIOUS USES

A study on the energy consumption in houses in Niigata district Part 1

山岸明浩*, 赤林伸一**, 坂口 淳***, 浅間英樹****, 石山洋平****

Akihiro YAMAGISHI, Shin-ichi AKABA YASHI, Jun SAKAGUCHI,

Hideki ASAMA and Youhei ISHIYAMA

The purpose of this study is to examine the actual conditions of the energy consumptions of various purposes in the houses in Niigata area. The data showed in this paper is measured continuously from November 2002 to March 2004. We have analyzed the results as follows. (1) The average of annual energy consumptions amount is 70.3GJ. Although the annual amount of energy consumptions varies in each house, the amount of per floor area decreases such differences. (2) Total rate of air-conditioning of four seasons is 77.6 % of the whole amount of energy consumptions, which includes 41% of the heating system and 35% of hot-water supply in winter. (3) Seasonal amount of energy consumption decrease in spring and autumn, and increase in winter. This result shows the elements which affect seasonal change of the amount of energy consumption are mainly air-conditioning and hot-water supply. (4) A change in the day of the amount of energy consumption varies in the existence of the use of the midnight electric power. (5) Regarding the change of consumptions of the day, use of air-conditioning and hot-water supply is longer in winter compared to summer, and their peak of energy consumption increases in winter. There is no remarkable difference in energy consumption of other uses in summer and winter.

Keywords: Energy Consumption, Houses, Uses, Actual Survey

エネルギー消費量, 住宅, 用途, 実測調査

1. はじめに

現在, 地球温暖化やエネルギー問題への対策として, 年々増加し続けるエネルギー消費量の抑制が強く求められている。特に, 民生用の住宅部門のエネルギー消費の増加は著しく, 住宅分野において早急, かつ有効な対策が必要であると考えられる。平成11年3月に告示された「住宅に係るエネルギーの使用合理化に関する建築主の判断基準」と「住宅に係るエネルギーの使用合理化に関する設計及び施工の指針」(いわゆる次世代省エネルギー基準)では, 建物のシェルター性能(断熱・気密性能, 日射調整, 換気・冷暖房計画など)を向上させることにより, 年間冷暖房負荷の低減を目的としている。しかし, 実際の住宅で消費されるエネルギーは, 冷暖房用の他にも, 給湯, 照明, 炊事, 情報, 通信など多様な用途に使用されており, 住宅における省エネルギーを考える場合には, これらの実態を踏まえた総合的な省エネルギー対策が必要であると考えられる。

住宅におけるエネルギー消費実態に関する既往の研究は, 全国の住宅を対象にするものと, 特定地域の住宅を対象にするものに分類される。全国の地域の住宅を対象とした調査として, 澤地, 坊垣¹⁾は全国の8都市の戸建・集合住宅を対象にアンケート調査を実施し, 住宅の用途別エネルギー消費量の要因分析と原単位の推定式を作成している。鈴木, 松原²⁾は, 札幌, 京都, 那覇の公営集合住

宅の暖冷房エネルギー消費量と温熱環境について比較分析を行っている。石田³⁾は, 全国8地域の13都市の戸建住宅を対象にアンケート調査を実施し, エネルギー消費の実態と消費構造について分析している。三浦⁴⁾⁻⁶⁾は, 家計調査や住宅統計調査などの公的機関により全国規模で実施されている統計調査データを用い, 各地域の住宅のエネルギー消費の実態や推移, エネルギー需要構造について考察している。長谷川, 井上⁷⁾は, インターネット上の質問表を介して全国規模のアンケート調査を実施し, 住宅のエネルギー消費と住宅属性・居住者意識の関係について検討している。

一方, 特定の地域の住宅を対象とした調査として, 洪⁸⁾は東京地域の集合住宅を対象にアンケート調査と生活行為調査を実施し, エネルギー消費量と住戸属性の関係を検討している。赤林^{9), 10)}は, 新潟県の戸建・集合住宅を対象にアンケート調査, 温熱環境調査, エネルギー消費量調査を実施し, エネルギー消費量の実態や住まい方との関連を分析している。長谷川, 吉竹¹¹⁾は, 長野市の戸建住宅を対象に構築された居住環境データベースを用い, エネルギー消費量の実態と住宅の断熱気密性能の関連を考察している。長谷川, 吉野¹²⁾は, 東北地方の戸建住宅を対象にアンケート調査を行い, エネルギー消費量の実態, 暖房負荷に関する要因分析と数値計算を行っている。森, 森山¹³⁾は, 近畿圏内の戸建住宅を対象にアン

* 信州大学教育学部生活科学教育講座 助教授・博士(工学)

** 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)

**** 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

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

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.

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

ケート調査を実施し、エネルギー供給形態の違いと居住者の節約行為に着目した考察を行っている。

本研究は、平成13年度から平成15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^{注1)}を用い、新潟地域における住宅の詳細な用途別エネルギー消費量の実態について明らかにすることを目的とする。既往の研究では、アンケート調査によるものが多く、月、年単位のエネルギー消費量について検討された例が主である。本研究では、長期間にわたりエネルギー消費量の1分毎のデータを計測し、様々な用途に消費されるエネルギーを時系列的に把握している。これより、居住状態の住宅における省エネルギー手法に関し有効な知見を与えるものと考えられる。

2. 調査概要

2.1 調査対象住宅

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^{注2)}は、戸建住宅9戸と集合住宅4戸の計13戸である。住宅の所在地は、新潟市及びその周辺の下越地域が8戸、三条・長岡・柏崎市の中越地域が4戸^{注3)}、上越地域が1戸である。住宅の延べ床面積は、戸建住宅では115～190㎡、集合住宅では70～101㎡の範囲にある。用途別の主なエネルギー源は、暖房では電気だけの住宅が4戸、電気と灯油の併用が3戸、灯油だけが5戸、ガスと灯油の併用が1戸であり、冷房は全ての住宅が電気である。給湯では電気による住宅が6戸、ガスが5戸、灯油が2戸、調理では電気による住宅が8戸、ガスが5戸である。家族人数は、夫婦と子供の3～5人構成の住宅が11戸、夫婦2人の住宅が2戸である。

2.2 測定方法

住宅の総エネルギー消費量を把握するため、電気、ガス、灯油のエネルギー種別毎の計測と、室内温湿度、及び水温の測定を行う。調査期間は、平成14年11月から平成16年3月である。表2に、測定項目と測定方法を示す^{注4)}。

電力は、分電盤とコンセント部分で1分毎の積算消費電力量(Wh)とピーク電力(W)の測定を行う。分電盤では、住宅全体の電力と用途・部屋毎に分岐した回路の電力消費量を測定する。コンセントでは、分電盤部分では分離できない個別の家電機器の電力消費量を測定する。電力測定のシステムは、分電盤とコンセント部分に設置されたセンサー機器のデータを、無線により住宅内に別途設置した通信端末器に送信し、測定データをコンパクトフラッシュカードまたはコンピュータ内のディスクに記録する。また、深夜電力など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。

ガスは、メータ部分においてメータの表示値を光学的に読み取る測定器を設置し、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(%)を測定する。開放型の灯油ファンヒーターを使用している住宅では、ファンヒーターの電磁ポンプの信号をパルスロガーにより5分毎に計測し、消費流量に換算する^{注5)}。

住宅の温湿度の状況は冷暖房などのエネルギー消費量に大きく影響するため、空調室(居間)の温湿度と非空調室の温度を床上1.1m

表1 調査対象住宅の属性

戸建住宅	住戸名	所在地	建築年	床面積 [㎡]	構造・工法	測定数				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	灯油	ガス	熱損失係数 [W/m ² ·K]	隙間当面積 [cm ² /m ²]	暖房	冷房	給湯	調理		
戸建住宅	戸建01	新潟市	1996年	150*	木造**	24	9	-	-	1.40	0.77	電気	電気	電気	電気	常時	3人
	戸建02	長岡市	2001年	133.86*	木造**	21	8	-	-	2.20	0.71	電気	電気	電気	電気	常時	3人
	戸建03	横濱市	2002年	117.49	木造	14	8	1	-	2.18	0.95	電気	電気	ガス	ガス	常時	4人
	戸建04	新潟市	2002年	130.83	木造	17	8	-	2	2.24	0.39	灯油	電気	灯油	電気	常時	4人
	戸建05	新潟市	1995年	148.57	木造	15	12	-	2	2.66	4.41	灯油	電気	灯油	電気	局所	4人
	戸建06	上越市	1999年	176.37	木造	16	8	-	1	2.33	2.38	灯油	電気	電気	電気	常時	2人
	戸建07	三条市	2001年	187.75	木造	20	10	1	1	4.35	4.91	電気	灯油	電気	ガス	常時	2人
	戸建08	新潟市	2002年	178.23	木造	24	5	-	-	2.61	0.91	電気	電気	電気	電気	常時	5人
	戸建09	新潟市	1990年	140.08	木造	11	12	1	1	3.19	2.85	灯油	電気	ガス	ガス	局所	2人
集合住宅	集合01	柏崎市	1995年	80.61	RC造	10	8	-	1	7.74	2.88	電気	灯油	電気	電気	局所	4人
	集合02	新潟市	1984年	101.6	RC造	11	8	-	1	6.21	8.5	電気	灯油	電気	電気	局所	3人
	集合03	柏崎市	1985年	80.61	RC造	10	8	-	1	7.74	2.88	電気	灯油	電気	電気	局所	3人
	集合04	新潟市	1985年	70.35	RC造	12	8	1	-	3.52	1.25	ガス	灯油	電気	ガス	局所	4人
集合04	新潟市	1989年	81.67	SRC造	11	9	1	-	2.44	1.47	灯油	電気	ガス	ガス	局所	4人	

*:居住部分面積 **:一部RC構造

表2 調査項目と方法

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・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(W)の測定を行い、無線により端末にデータを蓄積 測定範囲・精度:単相2線式-電力13.3W~10kW、電力量0~166.7kWh、JIS2.5級相当 単相3線式-電力13.3W~20kW、電力量0~66.7kWh、JIS2.5級相当
	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(W)の測定を行い、無線により端末にデータを蓄積 測定範囲・精度:電力0.3W~1650W、電力量0~166.7kWh、JIS2.5級相当
	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 測定範囲・精度:AC0.00~500.0Arms(正弦波において)、±2.5%rdg、±8dgt
ガス	測定箇所:ガスメーター 測定機器:ガス測定機器(金門製作所製・TSL0G-NS-L) 測定方法:測定機器を屋外ガスメーターに設置し、5分毎のガス消費流量(m ³)の測定を行う 測定範囲・精度:0~2.54m ³ (1測定間隔当たり)、0.01m ³ (最小計測単位)
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(%)の測定を行う 測定精度:精度:0.1~10%・h、±1%(流量1%・h以上)
	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 測定範囲・精度:出力パルスと灯油消費量の関係式より算出
	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 測定範囲・精度:温度-20.0~70.0°C、±0.5°C(0.0~35.0°C)
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 測定範囲・精度:温度-40.0~85.0°C、±0.5°C(0.0~35.0°C) 湿度0.0~100.0%rh、±8%(60~80%)
	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 測定範囲・精度:-20.0~70.0°C、±0.5°C(0.0~35.0°C)
	測定箇所:水道水温(トイレ水タンク) 測定機器:温度ロガー(HIOKI製・3633) 測定方法:トイレ水タンク内に付属の温度センサー(防水使用)を設置し、15分毎の温度(°C)の測定を行う 測定範囲・精度:-40.0~180.0°C、±0.5°C(0.0~35.0°C)
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 測定範囲・精度:-20.0~70.0°C、±0.5°C(0.0~35.0°C)	

表3 エネルギー消費機器の分類

大分類	機器	
空調	冷房	エアコン(夏季)*、扇風機、除湿機など
	暖房	エアコン(冬季)*、床暖房*、ファンヒーター、コタツ、電気カーペットなど
	換気	24時間換気システム*、局所換気
給湯	電気温水器*、給湯用ボイラー	
厨房	電気調理器*、冷蔵庫*、電子レンジ、オーブン、炊飯器、電気ポットなど	
娯楽情報	テレビ、ビデオ、オーディオ、コンピュータ、電話、ファックス、テレビゲームなど	
家事衛生	洗濯機、乾燥機、アイロン、温水洗浄(暖房)便座、ドライヤーなど	
照明	照明機器、スタンド	
その他	電動シャッター(車庫)、融雪電力など	

注)住宅に*印の機器が設置される場合には、必須測定項目

付近で15分毎に計測する。また、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。調理と給湯にガスを使用している住宅の場合、ガス消費量の用途分類を検討するために、レンジフード内で15分毎に温度を計測する^{注6)}。

2.3 調査方法

表3に、エネルギー消費機器の分類を示す。本報では、住宅のエネルギー消費量を空調(冷房・暖房・換気)、給湯、厨房、娯楽情報、家事衛生、照明、その他の7分類とする。測定機器の設置時には、用途別のエネルギー消費を正確に把握するため、個々の測定箇所で行える限り用途の異なる機器が混在しないように配慮する。また、住宅内のエネルギー消費機器の調査を実施し、生活に使用している全ての機器のメーカー、型番、消費電力、使用頻度、設置場所を調査する。

調査対象住宅の居住者には調査趣旨を説明し、長期計測に対して協力が可能であることを確認し、調査期間中は普段通りに生活するように依頼する。また、測定結果に影響されエネルギーの節約行為を開始するなど、生活スタイルの変更は行わないように要望する。なお、調査対象住宅には謝礼を支払った。

本研究に示すエネルギー消費量は、2次エネルギー消費量を熱量換算した結果を用いており、換算値として電力は3.60MJ/kWh、灯油は36.7MJ/l^{注7)}としている。ガスについては供給事業者により都市ガスの種類が異なるため調査を行い、戸建03と集合04では41.86MJ/m³、戸建07、戸建09、集合03では43.95MJ/m³としている。

3. 新潟地域における用途別エネルギー消費量

3.1 用途別エネルギー消費量の年間積算値

図1に、用途別エネルギー消費量の年間積算値を示す。年間の総エネルギー消費量は住宅により大きく異なり31.31GJ(戸建03)～109.82GJ(戸建07)の範囲に入り平均値は70.3GJである。戸建03は、暖房用が10.98GJと他の住宅に比べ最も少ない。戸建03は暖房にエアコンを使用しているが、暖房用エネルギー消費量が少ない理由は、断熱性能(熱損失係数:2.18W/m²K)がよいこと、エアコンの性能(暖冷房平均エネルギー消費効率5.72、カタログ値)が高いこと、子供が2人とも乳幼児で一部屋に集まって過ごしていることなどが総合的に影響していると考えられる。エネルギー消費量が最も多い戸建07は、暖房用が45.8GJ、給湯・厨房コンロ用が43.4GJと他の住宅に比べ最も多い。戸建07は暖房を灯油による床暖房とエアコン、給湯と調理にガスを使用している。これらのエネルギー消費量が多い理由としては、床面積が187.8m²と広いこと、断熱性能(熱損失係数:4.35W/m²K)が低いこと、朝と夜に入浴することなどが総合的に影響したためと考えられる。図2に、床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年間積算値を示す。床面積当たりの総エネルギー消費量は、集合03を除けば0.27GJ/m²(戸建03)～0.58GJ/m²(戸建07)の範囲に入り、住宅による違いは少ない。集合03の暖房、給湯、厨房用エネルギー消費は、0.74GJ/m²と他の住宅に比べ最も多い。集合03は、暖房、給湯、調理用にガスを使用し、灯油ファンヒーターで子供室と書斎を暖房している。エネルギー消費量が多い理由は、他の住宅に比べ床面積が相対的に小さい集合住宅において、家族が居間、書斎、子供室に分散して暖房するなど住宅全体

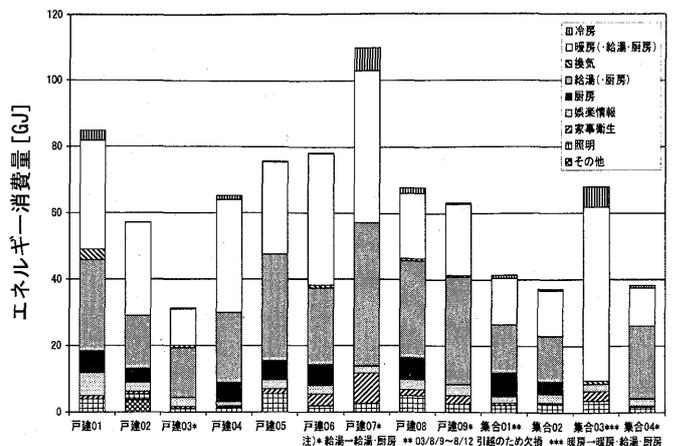


図1 用途別エネルギー消費量の年間積算値 (2003年2月～2004年1月)

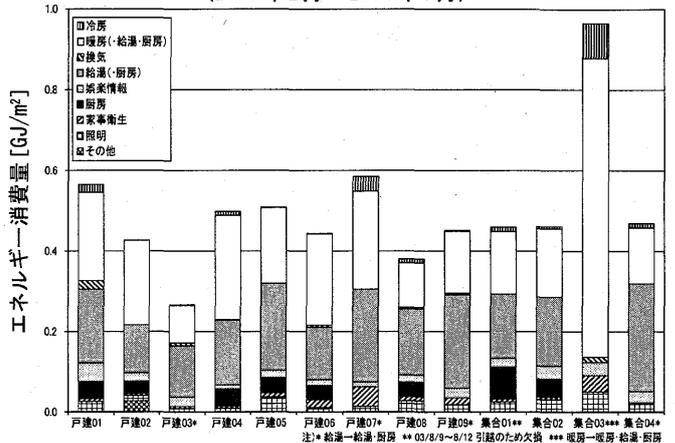


図2 床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年間積算値 (2003年2月～2004年1月)

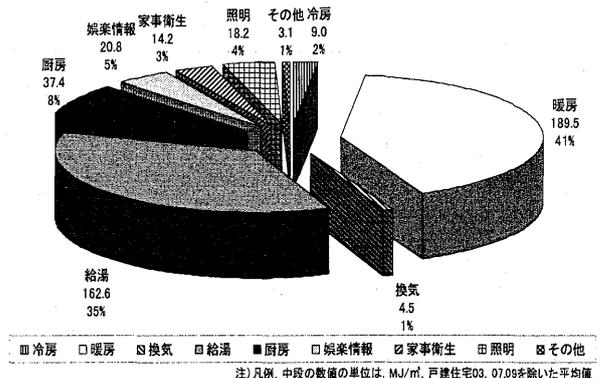


図3 戸建住宅における床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年間積算値の平均 (2003年2月～2004年1月)

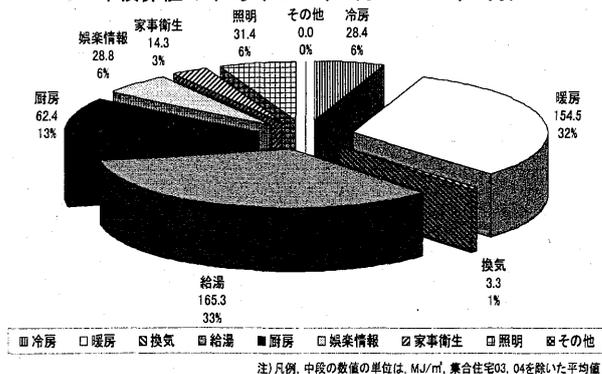


図4 集合住宅における床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年間積算値の平均 (2003年2月～2004年1月)

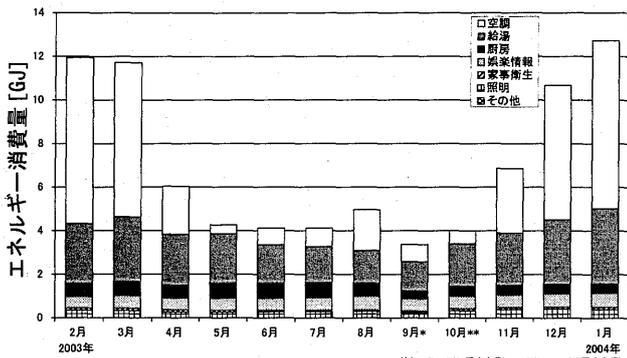
のエネルギー消費量が多くなるようなライフスタイルによるためと考えられる。

図3に、戸建住宅（戸建03, 07, 09を除く）における床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年積算値の平均を示す。用途別エネルギー消費量は、暖房用の41.0% (189.5MJ/m²)、および給湯用の35.0% (162.6MJ/m²)の割合が高い。冷房、換気を含め空調用と給湯用のエネルギー消費量の合計は、全体 (459.3MJ/m²) の77.6% (365.6MJ/m²) である。他の用途では、厨房が8% (37.4MJ/m²) と高く、家事衛生が3% (14.2MJ/m²) と低い（その他を除く）。図4に、集合住宅（集合01, 02）における床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年積算値の平均を示す。用途別エネルギー消費量は、給湯用の33.0% (165.3MJ/m²)、および暖房用32% (154.5MJ/m²)の割合が高い。空調・給湯用エネルギー消費量は、全体 (488.3MJ/m²) の72.0% (351.5MJ/m²) である。他の用途では、厨房が13% (62.4MJ/m²) と高く、家事衛生が3% (14.3MJ/m²) と低い（その他を除く）。

3.2 用途別エネルギー消費量の月積算値

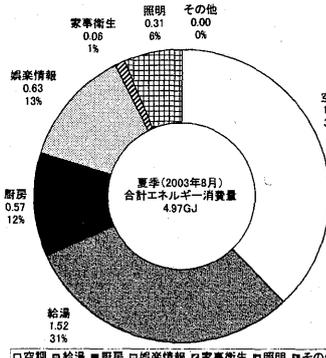
図5に、戸建01（全電化戸建住宅、全日・全室空調）、戸建05（灯油併用戸建住宅、個別空調）、集合04（ガス併用集合住宅、個別空調）における用途別エネルギー消費量の月積算値、および夏季（8月）と冬季（1月）の用途別内訳の詳細を示す。全ての住宅において、エネルギー消費量は春季や秋季の中間期に少なく冬季に多い。夏季には、空調用（冷房）エネルギー消費が生じ、中間期よりもエネルギー消費量は多くなっている。エネルギー消費量の季節変化に影響を与える要素は、主に空調と給湯である。集合04の各月のエネルギー消費は、戸建01, 05に比べ少なく、住宅形式による差は夏季よりも冬季において顕著である。

夏季（8月）と冬季（1月）の用途別エネルギー消費量を比較すると、戸建01は全日・全室空調を行っているため空調用エネルギー消費量の割合が夏季に37%、冬季に61%と最も多く、冬季には夏季の4.1倍 (7.71GJ) のエネルギーを消費している。給湯用エネルギー消費量は、夏季・冬季とも30%前後の割合であるが、冬季には夏季の2.3倍 (3.45GJ) のエネルギーを消費している。空調と給湯用の

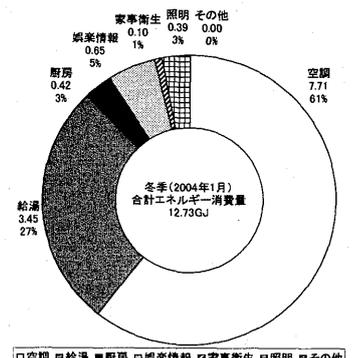


注) 9/9~9/14電力欠測、**10/17~10/20電力欠測

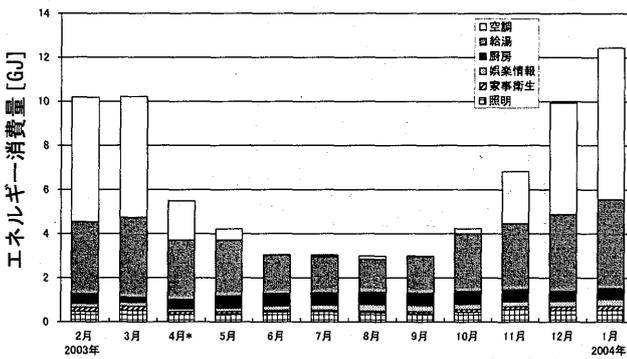
(a) 戸建01（全電化戸建住宅、全日・全室空調）



□空調 □給湯 ■厨房 □娯楽情報 □家事衛生 □照明 □その他

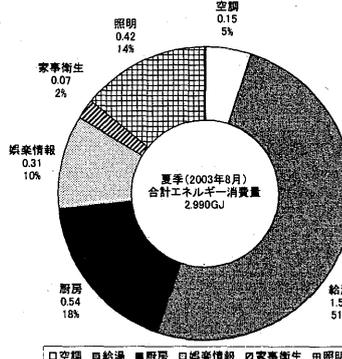


□空調 □給湯 ■厨房 □娯楽情報 □家事衛生 □照明 □その他

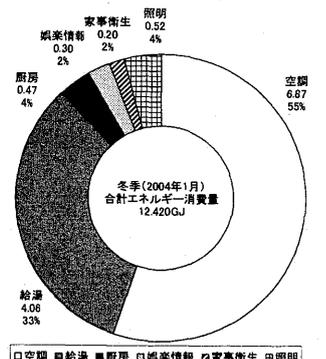


注) 4/7~4/13電力欠測

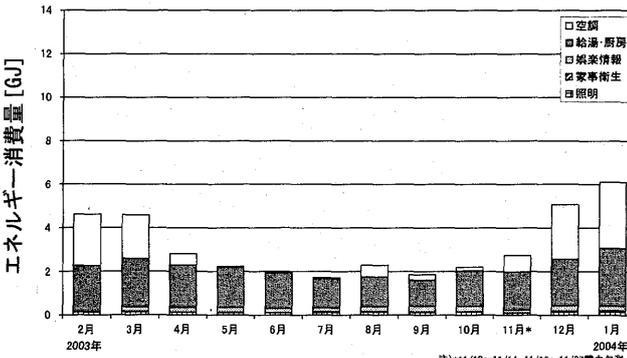
(b) 戸建05（灯油併用戸建住宅、個別空調）



□空調 □給湯 ■厨房 □娯楽情報 □家事衛生 □照明

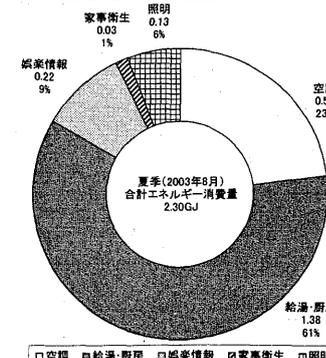


□空調 □給湯 ■厨房 □娯楽情報 □家事衛生 □照明

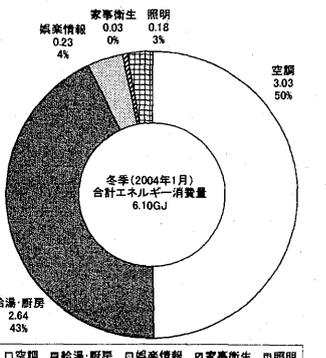


注) 11/10~11/14, 11/16~11/27電力欠測

(c) 集合04（ガス併用集合住宅、個別空調）



□空調 □給湯・厨房 □娯楽情報 □家事衛生 □照明



□空調 □給湯・厨房 □娯楽情報 □家事衛生 □照明

図5 用途別エネルギー消費量の月積算値、および夏季（8月）と冬季（1月）の用途別内訳の詳細（2003年2月～2004年1月）

エネルギー消費量の合計は、夏季に全体の68%、冬季に88%を占めている。他の用途では、全体に対する割合が冬季に比べ夏季では高いが、実質のエネルギー消費量は変化していない。戸建05は個別空調であり、戸建01に比べ夏季の空調のエネルギー消費量は少ないが、冬季には全体の55% (6.87GJ) を占める。給湯用エネルギー消費量は、夏季には全体の51%、冬季には33%を占め、冬季には夏季の3.9倍のエネルギー (4.06GJ) を消費している。空調と給湯用のエネルギー消費量の合計は、夏季に全体の56%、冬季に88%を占めている。他の用途では、戸建01と同様に夏季の割合は冬季に比べ高いが、実質のエネルギー消費量は変化していない。集合04は個別空調であり、夏季の空調用エネルギー消費量の割合は23% (0.53GJ) であるが、冬季には50% (3.03GJ) と増加する。給湯・厨房用のエネルギー消費量は、夏季には全体の61%、冬季には43%を占め、冬季には夏季の1.9倍のエネルギー (2.64GJ) を消費している。空調と給湯・厨房用のエネルギー消費量の合計は、夏季に全体の84%、冬季に93%を占めている。他の用途では、戸建住宅と同様に夏季の割合

合は冬季に比べ高いが、実質のエネルギー消費量は変化していない。

3.3 用途別エネルギー消費量の経時変化

図6に、戸建01、戸建05、集合04における測定期間中の最暑日の用途別エネルギー消費量の経時変化を示す。なお、図はガス、灯油の異なるエネルギー消費量を用途別に検討するため、5分間のエネルギー消費量の積算値を1時間当たり (MJ) に換算している。また、各住宅の上段の図はエネルギー消費の大きい空調と給湯の状況を、下段の図はエネルギー消費量の小さい厨房、娯楽情報、家事衛生、照明の状況を示す。

戸建01は全電化戸建住宅であり、給湯に深夜電力を利用している。空調 (冷房) は、電気によるヒートポンプ式セントラルエアコンであり、断続的に0.8 MJ前後のエネルギー消費が生じている。給湯は、深夜0.9~1.7MJのエネルギー消費が生じる。他の用途のエネルギー消費量は、朝と夜に厨房、家事衛生用が生じ、照明用が主に夜間に生じている。ピークを形成している用途は厨房用エネルギー

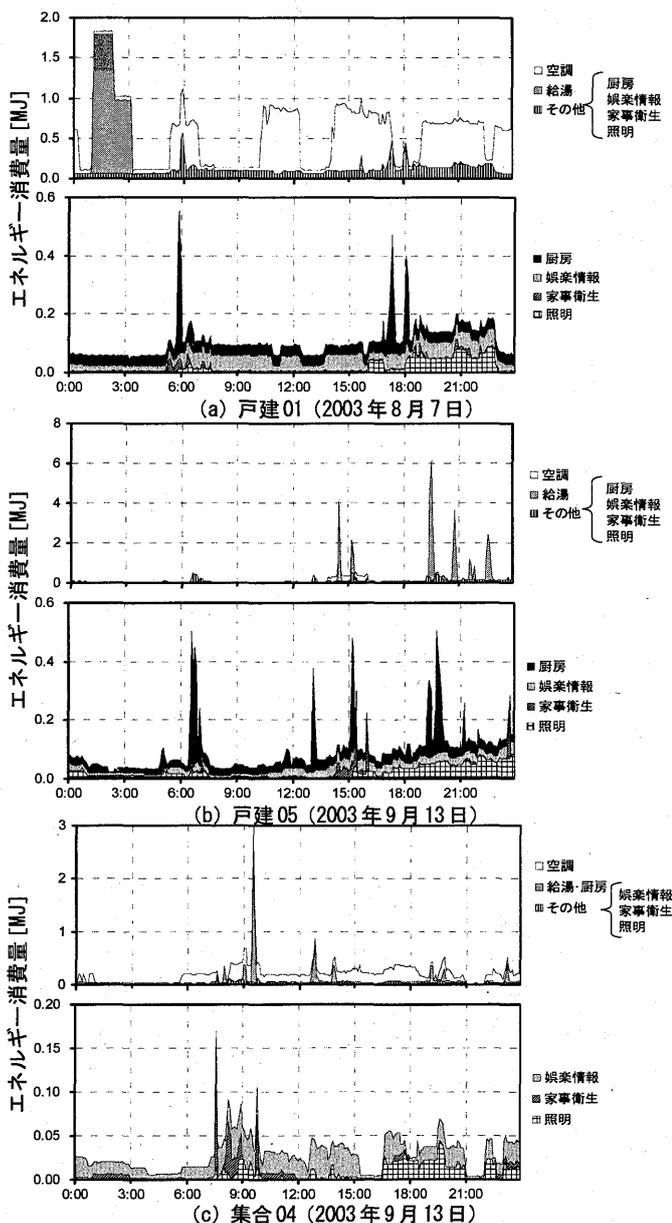


図6 最暑日における用途別エネルギー消費量の日変化

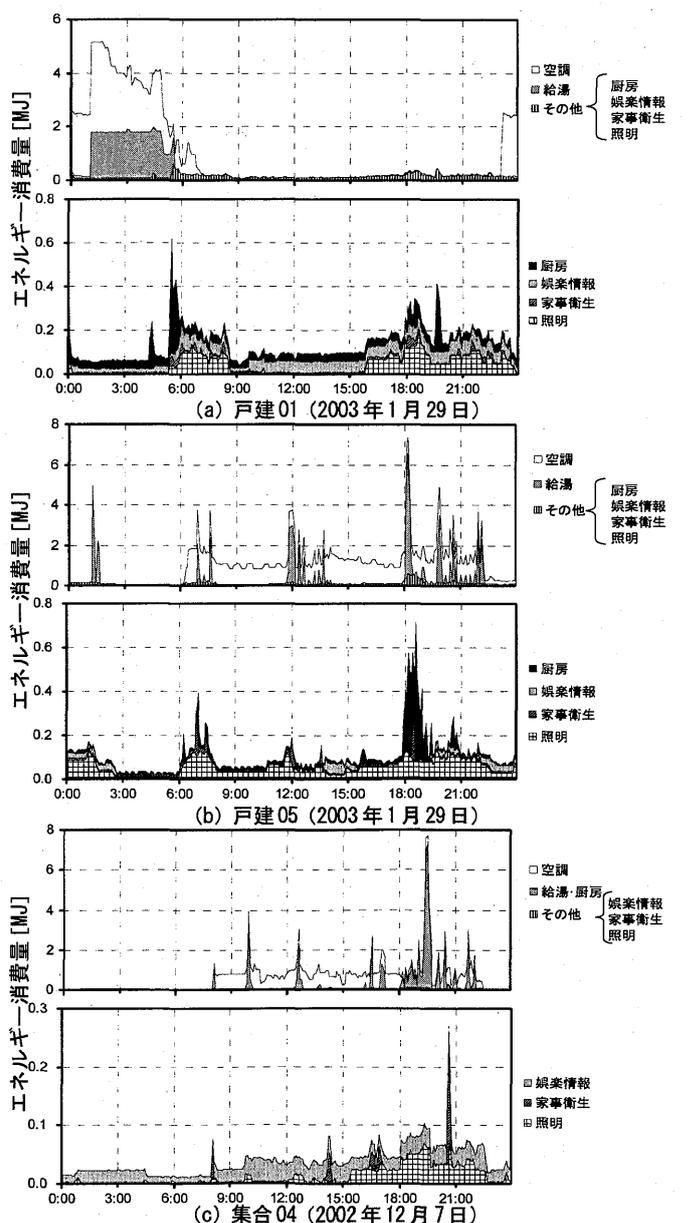


図7 最寒日における用途別エネルギー消費量の日変化

ギー消費量であり、最大値は0.5MJである。娯楽情報用のエネルギー消費量は連続的に生じており平均で0.04MJである。

戸建05は、給湯に灯油を利用している。空調(冷房)は、電気によるヒートポンプ式エアコンであるが、この年は冷夏のため冷房の運転はほとんどなされていない。給湯用の消費量は、主に朝と夜に瞬間的に大きなピークを形成し最大で6.0MJである。他の用途のエネルギー消費量は、朝と夜に厨房用が生じ、照明用が主に夜間に生じている。ピークを形成している用途は戸建01と同様に厨房用エネルギー消費量であり、最大値は0.4MJである。娯楽情報用のエネルギー消費量は、戸建01と同様に連続的に生じており平均で0.02MJである。

集合04は、給湯と調理にガスを利用している。空調(冷房)は、電気によるヒートポンプ式エアコンであり、生活時間帯に0.3MJ前後で運転している。給湯・厨房用のエネルギー消費量は、戸建05と同様に主に朝と夜に瞬間的に大きなピークを形成し最大で2.6MJである。他の用途のエネルギー消費量は、夜に照明用の電力が生じ、午前中の時間帯で家事衛生用がピークを形成し最大で0.1MJである。娯楽情報用のエネルギー消費量は、戸建住宅と同様に連続的に生じて平均で0.02MJである。

図7に、戸建01、戸建05、集合04における最寒日の用途別エネルギー消費量の経時変化を示す。戸建01は、空調(暖房:潜熱蓄熱式電気床暖房、蓄熱式電気暖房機)と給湯に深夜電力を利用し、住宅全体のエネルギー消費量の大部分は深夜に消費され最大値は5.2MJである。給湯用のエネルギー消費量の最大値は、夏季と同様に1.8MJ程度であるが、通電時間は夏季に比べ長くなっている。他の用途のエネルギー消費量は、朝と夜に照明、厨房、家事衛生用が生じている。ピークを形成している用途は、夏季と同様に厨房用(最大:0.5MJ)である。娯楽情報用のエネルギー消費量は、夏季と同様な変化を示す。

戸建05は、空調(暖房)に灯油FF式ファンヒーターと開放型灯油ファンヒーターによる個別の暖房をしており、深夜を除く時間帯に1.3MJ前後の消費が生じている。給湯用エネルギー消費量は、主に朝、昼、夜に瞬間的に大きなピークを形成し最大で6.0MJであり、夏季に比べ使用頻度が増加している。他の用途のエネルギー消費量は、主に朝と夜に照明、厨房、家事衛生用の消費が生じている。ピークを形成している用途は、夏季と同様に厨房用(最大:0.6MJ)である。娯楽情報用のエネルギー消費量は、夏季と同様に連続的な変化を示す。

集合04は、空調(暖房)に開放型灯油ファンヒーターによる個別の暖房をしており、生活時間帯に0.7MJ前後の消費を生じている。給湯・厨房用エネルギー消費量は、朝、昼、夜に瞬間的に大きなピークを形成し最大で7.1MJであり、夏季に比べ使用頻度とともにピーク値が増加する。他の用途のエネルギー消費量は、主に夜に照明用電力消費量が生じ、家事衛生用によるピーク(最大:0.2MJ)が生じている。娯楽情報用のエネルギー消費量は、夏季と同様に連続的な変化を示す。

なお、本データの概要は、新潟大学赤林研究室のホームページ(<http://tkkankyo.eng.niigata-u.ac.jp/HP/HP/index.htm>)で公開している。

4. まとめ

新潟地域の住宅における用途別のエネルギー消費量の実態を明らかにするため、長期間にわたり連続的に詳細なエネルギー消費量の測定を実施した。本研究により得られた知見は、以下の通りである。

1) 年間のエネルギー消費量は住宅に異なるが、平均値は70.3GJである。各住宅のエネルギー消費量を床面積当たりでみると、住宅による違いは少なくなる。

2) 戸建住宅における床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年積算値の平均では、暖房(41%)と給湯(35%)用の消費量が多く、冷房と換気を含めた空調と給湯の合計は全体の77.6%である。

3) 集合住宅における床面積当たりの用途別エネルギー消費量の年積算値の平均では、戸建住宅と同様に暖房(32%)と給湯(33%)用の消費量が多く、冷房と換気を含めた空調と給湯の合計は全体の72.0%である。

4) 用途別エネルギー消費量の月積算値では、全ての住宅においてエネルギー消費量は春季や秋季の中間期に少なく冬季に多い。夏季には、空調用(冷房)エネルギー消費が生じ、中間期よりもエネルギー消費量は多くなる。エネルギー消費量の季節変化に影響を与える要素は、主に空調と給湯である。

5) 夏季(8月)と冬季(1月)の用途別エネルギー消費量を比較すると、空調用は夏季には冷房の運転状況により異なるが、冬季には全体の5割以上を占める。給湯用エネルギー消費量は、夏季に比べ冬季の方が顕著に多い。他の用途では、全体に対する割合が冬季に比べ夏季では高いが、実質のエネルギー消費量の季節差は殆どない。

6) 用途別エネルギー消費量の経時変化では、深夜電力の使用の有無によりパターンが大きく異なる。電気温水器や蓄熱式暖房器を使用する住宅では、空調(冬季)・給湯が深夜に移行するため、深夜でのエネルギー消費が増加する。深夜電力の使用のない住宅では、空調と給湯のエネルギー消費量が生活時間帯に生じており、特に給湯による大きなピークが形成される。

7) 夏季と冬季の用途別エネルギー消費量の経時変化を比較すると、空調と給湯では夏季に比べ冬季の消費時間が長く、ピークが増加する。他の用途では、夏季と冬季の経時変化に顕著な違いはない。

次報以降では、各用途を構成する機器のエネルギー消費量の特徴や要因分析、他地域での実測結果との比較を行い、新潟の地域性等について検討を進める予定である。

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:村上周一慶應義塾大学教授)」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。

注記

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) 調査対象住宅の選定は、注1)に示した研究委員会での統一した条件が設定された。①在来木造、新省エネルギー基準をみたく100~150㎡程度の住宅、

②家族構成は両親＋子供(1人または2人)の3人もしくは4人家族の2条件に該当する住宅で、使用エネルギー種別が「全電化」と「それ以外」の2パターンの住宅を各2戸(計4戸)を必須測定対象住宅とし、他の9戸については比較検討のため各地域の状況に応じた一般的な住宅を選定することとした。また、集合住宅の測定対象戸数は、全測定対象戸数の3割程度とすることとしている。本報では、表1中の戸建01～戸建04の4戸が必須測定対象住宅、集合01～集合04の4戸が集合住宅である。

3) 集合住宅の集合01は、測定当初は中越地域の柏崎市にあったが、平成15年8月に居住者の都合により下越地域の新潟市に移転した。

4) 調査期間、測定方法についても、注1)の委員会にて検討がなされ、全国の各ブロックにおいて共通化され比較分析が可能なデータ収集が図られている。

5) 開放型灯油ファンヒータの灯油消費量の計測システムは、大手空調機器メーカーA社の協力を得て電磁ポンプの電気信号を出力可能な機器を開発した。

6) 本報では、給湯と調理用(集合03では暖房用も含む)の複数の用途にガスが使用されている住宅では、これらの用途を一括して集計している。

参考文献

- 1) 澤地孝男, 坊垣和明, 他: 用途別エネルギー消費量原単位の算出と推定式の作成 全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究(第1報), 日本建築学会計画系論文集, No. 462, pp. 41-48, 1994. 8
- 2) 鈴木憲三, 松原斎樹, 他: 札幌, 京都, 那覇の公営集合住宅における暖冷房環境の比較分析 暖冷房使用に関する意識と住まい方の地域特性と省エネルギー対策の研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, No. 475, pp. 17-24, 1995. 9
- 3) 石田健一: 戸建住宅のエネルギー消費量, 日本建築学会計画系論文集, No. 501, pp. 29-36, 1997. 11
- 4) 三浦秀一: 全国における住宅の用途別エネルギー消費と地域特性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 510, pp. 77-83, 1998. 8
- 5) 三浦秀一: 全国都道府県庁所在地都市の住宅におけるエネルギー消費とCO2排出量の推移に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 528, pp. 75-82, 2000. 2
- 6) 三浦秀一, 外岡豊: 日本の住宅における地域別エネルギー需要構造とその増加要因に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 562, pp. 105-112, 2002. 12
- 7) 長谷川善明, 井上隆: 全国規模アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態に関する研究 世帯特性の影響と世帯間のばらつきに関する考察 その1, 日本建築学会環境系論文集, No. 583, pp. 23-28, 2004. 9

8) 洪元和: 集合住宅における住戸属性と年間エネルギー消費量の分析, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 445, pp. 53-61, 1993. 3

9) 足立直之, 赤林伸一, 他: 住宅におけるエネルギー消費量と住まい方に関する実態調査 新潟市におけるエネルギー需要構造に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, No. 465, pp. 49-59, 1994. 11

10) 赤林伸一, 坂口淳, 他: 戸建住宅を対象としたアンケート及び実測調査結果 新潟県の住宅における室内温熱環境・エネルギー消費実態に関する調査研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, No. 554, pp. 1-6, 2002. 4

11) 長谷川兼一, 吉竹秋直, 他: 長野市を中心とした戸建住宅の居住環境データベースの活用—断熱気密住宅におけるエネルギー消費の実態—, 日本建築学会計画系論文集, No. 521, pp. 95-101, 1999. 7

12) 長谷川兼一, 吉野博, 松本真一: 東北地方における断熱気密住宅のエネルギー消費量—暖房用を中心とした実態調査と数値計算—, 日本建築学会計画系論文集, No. 557, pp. 49-56, 2002. 7

13) 森教子, 森山正和, 漆原慎: エネルギー供給形態の異なる戸建住宅のエネルギー消費量と節約行為による省エネルギー効果に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 565, pp. 99-106, 2003. 3

14) 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量に関する調査研究—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

15) 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量に関する調査研究—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

16) 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量に関する調査研究—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

17) 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

18) 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

19) 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

(2004年11月10日原稿受理, 2005年4月14日採用決定)