

全国の住宅80戸を対象としたエネルギー消費量の長期詳細調査

対象住宅の属性と用途別エネルギー消費量

DETAIL SURVEY OF LONG-TERM ENERGY CONSUMPTION FOR 80 HOUSES
IN PRINCIPAL CITIES OF JAPAN

Description of the houses and end use structure of annual energy consumption

村上周三*1, 坊垣和明*2, 田中俊彦*3, 羽山広文*4, 吉野 博*5, 赤林伸一*6

井上 隆*7, 飯尾昭彦*8, 銚井修一*9, 尾崎明仁*10, 石山洋平*11

Shuzo MURAKAMI, Kazuaki BOGAKI, Toshihiko TANAKA, Hirofumi HAYAMA,

Hiroshi YOSHINO, Shin-ichi AKABA YASHI, Takashi INOUE, Akihiko IIO,

Shuichi HOKOI, Akihito OZAKI and Yohei ISHIYAMA

In order to obtain the fundamental information for discussing residential energy saving strategies, long-term investigation of detail energy consumption and indoor climate have been done in 2002 to 2003 for 80 dwellings, including detached houses and apartments, in six districts of Japan. The occupant's behavior and building thermal performance were also investigated. Energy consumption for each appliance was measured as much as possible. This paper reports the description of all houses measured and the end use structure of annual energy consumption.

The main results are following; 1) In Hokkaido, Tohoku and Hokuriku districts, the annual energy consumption for many houses was more than 60GJ but such houses were very few in other districts. 2) The houses measured in Hokkaido and Hokuriku districts consumed almost the same amount of energy for space heating, cooling and mechanical ventilation as that for hot water supply. But in other districts, the share of energy consumption for hot water supply is the largest. 3) The annual energy consumption increased with the decrease in annual mean outdoor temperature. But the contribution rate is not large as 0.4.

Keywords : Houses, Annual Energy Consumption, Cooling, Heating and Mechanical Ventilation, Hot Water Supply

住宅, 年間エネルギー消費量, 冷暖房換気, 給湯

1. はじめに

我が国の住宅で消費されるエネルギーは、1990年度に原油換算で4,600万k1であったが、2001年度には5,700万k1へと増加し、住宅部門のエネルギー消費は日本のエネルギー消費の約13%を占めている。産業用のエネルギー消費が横ばいであるのに対して、住宅で消費されるエネルギーの増加割合は相対的に高く、この部門における省エネルギーが地球温暖化防止に極めて重要である事は明らかである。

住宅において効果的な省エネルギー対策を行うためには生活用途別、機器別などの詳細なエネルギー消費の実態把握が必要不可欠である。既往の調査・研究(参考文献1~13)では、これらを明確にしたデータはほとんど無く、また地域や住宅の特性に着目した資料は極めて少ない。従って精度の高い全国規模での住宅におけるエネルギー消費の詳細調査が必要である。筆者らは2002年から2003年に実施した全国の住宅におけるエネルギー消費量調査を行い、

既に参考文献14~17で報告している。本報では、調査全体の概要と、用途別エネルギー消費量について報告する。より詳細な解析結果は順次別報として報告する予定である。

2. 調査の目的

調査の目的は以下の通りである。

- ①住宅内におけるエネルギー消費量(電気、ガス、灯油)を詳細な生活用途別に把握する。
- ②機器別エネルギー消費の季節別・時刻別の変動の詳細を明らかにする。
- ③全国的な住宅におけるエネルギー消費量に関するデータベースを構築する^{注1)}。

用途別エネルギー消費量を調査することにより、省エネルギー効果が高い用途が明らかとなり、ライフスタイルの変更の手がかりを得ることができる。また、機器別のエネルギー消費量を

*1 慶應義塾大学理工学部 教授・工博
*2 独立行政法人建築研究所 首席研究員・博士(工学)
*3 東京電力(株) 工博
*4 北海道大学大学院工学研究科 助教授・博士(工学)
*5 東北大学大学院工学研究科 教授・工博
*6 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博
*7 東京理科大学理工学部 教授・工博
*8 日本女子大学家政学部 教授・工博
*9 京都大学大学院工学研究科 教授・工博
*10 北九州市立大学国際環境工学部 助教授・工博
*11 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

Prof., Faculty of Science and Technology, Keio Univ., Dr. Eng.
BRI Chief Fellow, Building Research Institute, Dr. Eng.
Tokyo Electric Power Company, Dr. Eng.
Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
Prof., Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng.
Prof., Division of Science and Technology, Graduate of Niigata Univ., Dr. Eng.
Prof., Faculty of Science and Technology, Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.
Prof., Faculty of Home Economics, Japan Women's Univ., Dr. Eng.
Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto Univ., Dr. Eng.
Assoc. Prof., Faculty of Environmental Engineering, Kitakyushu Univ., Dr. Eng.
Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.

表 1 調査対象住宅の属性

地域	住戸名	建築年	床面積 [㎡]	構造・工法	断熱気密性能		用途別エネルギー源					家族人数 [人]
					熱損失係数 [W/(㎡・K)]	隙間相当面積 [cm ² /㎡]	暖房	冷房	給湯 (風呂)	給湯 (台所)	調理	
北海道	北海道戸建01	1999	147.40	木造	1.40	0.50	電気	-	電気	電気	電気	6
	北海道戸建02	1999	118.92	木造	1.50	0.40	電気	-	電気	電気	電気	4
	北海道戸建03	2001	157.34	ブロック+木造	1.70	0.52	灯油	-	灯油	灯油	電気	4
	北海道戸建04	2000	134.57	木造	2.10	1.08	灯油	-	灯油	灯油	ガス	3
	北海道戸建05	1997	115.71	2×4造	1.50	0.69	灯油	-	灯油	灯油	ガス	4
	北海道戸建06	2000	128.28	木造	1.69	0.60	灯油	電気	灯油	灯油	電気	2
	北海道戸建07	1999	239.00	1階RC+木造	1.44	0.79	灯油	-	灯油	灯油	電気	4
	北海道戸建08	2002	119.24	ブロック	2.05	1.12	灯油	-	灯油	灯油	電気	4
	北海道戸建09	1984	185.90	木造+地下室RC	1.87	0.35	灯油	-	灯油	灯油	ガス	2
	北海道集合01	2001	104.00	SRC造	1.67	0.72	灯油	-	灯油	灯油	電気	3
	北海道集合02	2002	97.00	SRC造	2.08	0.99	灯油	-	灯油	灯油	電気	3
	北海道集合03	1990	99.13	SRC造	0.61	0.16	ガス	-	ガス	ガス	ガス	3
	北海道集合04	1990	87.05	SRC造	0.83	1.06	ガス	電気	ガス	ガス	ガス	2
	東北	東北戸建01	2002	159.00	木造+パネル造	2.33	1.18	灯油	電気	灯油	灯油	電気
東北戸建02		1999	153.44	2×4造	1.79	1.06	電気	電気	電気	電気	電気	4
東北戸建03		1999	115.90	木造+パネル造	1.72	0.76	灯油	電気	灯油	ガス	ガス	3
東北戸建04		2000	109.30	木造+パネル造	1.77	0.87	電気	電気	電気	電気	電気	3
東北戸建05		2000	141.60	木造+パネル造	1.79	0.77	電気	電気	電気	電気	電気	4
東北戸建06		1999	160.60	2×4造	1.84	2.20	灯油	電気	灯油	灯油	ガス	4
東北戸建07		2000	169.06	木造	1.01	0.70	電気	電気	電気	電気	電気	3
東北戸建08		1988	178.20	木造	1.16	0.29	灯油	電気	電気	電気	電気	2
東北戸建09		2000	149.61	木造	1.46	0.95	電気	電気	電気	電気	電気	4
東北集合01		2000	72.33	SRC造	2.47	1.74	電気	電気	ガス	ガス	ガス	3
東北集合02		2000	78.00	RC造	-	0.47	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	3
東北集合03		1993	78.30	RC造	1.68	1.52	灯油	電気	ガス	ガス	ガス	4
東北集合04		2000	80.00	RC造	-	0.71	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	2
北陸		北陸戸建01	1996	150.00*	木造 (一部RC造)	1.40	0.77	電気	電気	電気	電気	電気
	北陸戸建02	2001	133.86*	木造 (一部RC造)	2.20	0.71	電気	電気	電気	電気	電気	3
	北陸戸建03	2002	117.49	木造	2.18	0.95	電気	電気	ガス	ガス	ガス	4
	北陸戸建04	2002	130.83	木造	2.24	0.39	灯油	電気	灯油	灯油	電気	4
	北陸戸建05	1995	148.57	木造	2.66	4.41	灯油	電気	灯油	灯油	電気	4
	北陸戸建06	1999	176.37	木造	2.33	2.38	灯油	電気	電気	電気	電気	2
	北陸戸建07	2001	187.75	木造	4.35	4.91	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	2
	北陸戸建08	2002	178.23	木造	2.61	0.91	電気	電気	電気	電気	電気	5
	北陸戸建09	1990	140.08	木造	3.19	2.85	灯油	電気	ガス	ガス	ガス ↓ 電気	2
	北陸集合01	1984	101.60	RC造	6.21	8.50	灯油	電気	電気	電気	電気	4
	北陸集合02	1985	80.61	RC造	7.74	2.88	灯油	電気	電気	電気	電気	3
	北陸集合03	1995	70.35	RC造	3.52	1.25	ガス+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	4
	北陸集合04	1989	81.67	SRC造	2.44	1.47	灯油	電気	ガス	ガス	ガス	4
	関東	関東戸建01	2002	92.73	木造	3.32	-	電気	電気	電気	電気	電気
関東戸建02		2001	106.00	木造	3.21	2.50	電気	電気	電気/HP	電気/HP	電気	4
関東戸建03		2002	105.68	木造	2.93	1.40	電気	電気	ガス	ガス	電気	4
関東戸建04		2001	89.85	木造	3.34	1.07	電気+ガス	電気	ガス	ガス	ガス	3
関東戸建05		2002	132.15	木造	2.28	2.60	電気	電気	電気/HP	電気/HP	電気	2
関東戸建06		2000	108.06	木造	3.08	5.60	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	6
関東戸建07		2000	233.66	ALC	2.60	4.20	電気+ガス	電気	ガス	ガス	ガス	4
関東戸建08		1999	107.74	ALC	2.70	3.69	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	2
関東戸建09		1968	113.44	木造	-	13.30	電気+灯油	電気	電気	電気	電気	3
関東集合01		1994	80.00	RC造	3.89	1.10	電気+灯油	電気	電気	電気	電気	4
関東集合02		1994	68.26	RC造	2.65	1.70	電気+灯油	電気	電気	電気	電気	3
関東集合03		2000	72.00	RC造	2.18	0.30	電気	電気	ガス	ガス	ガス	3
関東集合04		1994	90.00	RC造	1.70	0.80	電気+ガス	電気	ガス	ガス	ガス	3
関東集合05		1993	148.15	RC造	1.50	-	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	4
関東集合06	1994	81.00	RC造	2.50	0.58	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	5	
関西	関西戸建01	2001	158.75	木造	1.49	2.51	電気	電気	電気	電気	電気	5
	関西戸建02	1998	111.51	木造	2.04	4.39	電気+灯油	電気	電気	電気	電気	4
	関西戸建03	2000	117.99	S造	2.41	4.83	電気+灯油	電気	電気	電気	電気	4
	関西戸建04	1999	125.82	木造	1.79	6.50	電気+灯油+ガス	電気	ガス	ガス	ガス	4
	関西戸建05	2000	97.00	木造	2.37	12.15	電気+灯油	電気	電気	電気	電気	4
	関西戸建06	2000	143.56	S造	1.37	5.36	電気+ガス	電気+ガス	ガス	ガス	電気	5
	関西戸建07	1991	124.82	木造	2.61	6.40	電気+ガス	電気	ガス	ガス	ガス	3
	関西戸建08	1990	115.23	木造	2.61	8.17	電気	電気	ガス	ガス	ガス	4
	関西戸建09	1984	139.04	S造	2.92	10.50	電気+灯油	電気	ガス	ガス	ガス	2
	関西集合01	2000	73.67	RC造	1.09	0.90	電気	電気	電気	電気	電気	2
	関西集合02	1996	76.20	RC造	1.34	1.28	電気+ガス	電気	ガス	ガス	ガス	4
	関西集合03	1995	84.94	RC造	0.87	0.96	電気	電気	ガス	ガス	ガス	4
	関西集合04	1988	110.00	RC造	1.55	1.58	電気	電気	ガス	ガス	ガス	4
	九州沖縄	九州沖縄戸建01	2002	134.70	S造	1.70	3.90	電気	電気	電気	電気	電気
九州沖縄戸建02		2001	156.20	S造	2.40	4.50	電気	電気	電気	電気	電気	5
九州沖縄戸建03		1998	123.66	木造	3.70	4.50	電気	電気	ガス	ガス	ガス	4
九州沖縄戸建04		2001	158.90	木造	2.30	4.00	電気	電気	ガス	ガス	ガス	2
九州沖縄戸建05		2000	157.30	木造	2.00	4.50	電気	電気	灯油	灯油	電気	5
九州沖縄戸建06		2001	145.70	木造	2.50	3.00	電気	電気	電気	電気	電気	4
九州沖縄戸建07		2002	193.20	RC造	5.30	9.50	-	電気	電気	電気	電気	3
九州沖縄戸建08		2002	98.40	RC造	6.20	4.30	-	電気	電気	電気	電気	4
九州沖縄集合01		2001	82.40	RC造	1.90	1.20	電気	電気	電気	電気	電気	4
九州沖縄集合02		1996	72.60	RC造	3.50	2.40	電気	電気	ガス	ガス	電気	6
九州沖縄集合03	1996	72.60	RC造	2.50	2.20	電気	電気	ガス	ガス	電気	4	
九州沖縄集合04	2001	92.40	RC造	5.50	10.20	-	電気	電気	電気	電気	2	
九州沖縄集合05	2001	45.60	RC造	4.80	3.30	-	電気	ガス	ガス	ガス	2	

*: 居住部分

調査することにより、省エネルギー機器開発の必要性や優先度合いが明らかとなる。更に、時刻別のエネルギー消費量を調査することにより、負荷パターンに応じたエネルギー供給体制の整備に役立つと考えられる。

3. 調査の概要

3.1 調査対象 (表1)

調査対象地域は、北海道、東北、北陸、関東、近畿、九州 (沖縄を含む) の6地域である。それぞれの地域で戸建住宅9戸、集合住宅4戸の13戸を目安に住戸を選定する。選定の際には本記の必須項目を満たすこととし、可能な限り選択項目を満足することとする。

必須項目は以下のとおりである。

①戸建住宅では全電化住宅及びその他の住宅の各々について少なくとも2戸の住宅は、在来木造で地域の新省エネ基準を満足する100~150㎡程度の住宅。

②家族構成は夫婦+子供1~2の3~4人家族の住宅。
選択項目は以下のとおりである。

③各地域の特性にあった地域でシェアの高い住宅 (例えば北海道地域における高断熱・高気密住宅) を戸建住宅2に対して集合住宅1の割合で選定する。

④2年間の調査に協力可能な住宅を優先して選択する。

3.2 測定方法・内容

測定方法は統一し、同一の測定機器を用いる。測定機器、測定方法に関しては別報 (参考文献17) を参照の事^{注2)}。

表2 用途分類

大分類	中分類	小分類	エネルギー種別	
①住宅全体	住宅全体	夏電	○ 二次エネルギー	
		電	二次エネルギー	
		都市ガス(全体)	○ 二次エネルギー	
		灯油(除移動系)	○ 二次エネルギー	
②冷暖房換気	冷房用エネルギー消費量	エアコン(空調機)	○ 電気	
		ガスエアコン(空調機)	ガス	
		扇風機	電気	
		除湿機	電気	
		その他(熱交換機等)	電気	
		エアコン(空調機)	○ 電気	
		ガスエアコン(空調機)	ガス	
	暖房用エネルギー消費量	灯油エアコン(空調機)	灯油	
		電気床暖房	電気	
		ガス床暖房	ガス	
		灯油床暖房	灯油	
		コタツ	電気	
		電気カーペット	電気	
		ガスファンヒーター	ガス	
		灯油ファンヒーター	灯油	
③給湯	給湯用エネルギー(浴室)消費量	電気式ヒーター(パネルヒーター等)	電気	
		加温機	電気	
		電気毛布	電気	
	給湯用エネルギー(厨房)消費量	ガス給湯機	ガス	
		灯油給湯機	灯油	
		その他	その他	
	給湯用エネルギー(その他)消費量			
	④照明	照明用エネルギー消費量	照明機器	電気
			スタンド	電気
⑤その他	その他エネルギー消費量	電動シャッター	電気	
		(熱帯魚)水槽	電気	
⑥発生	発生エネルギー	不明分	電気・ガス・灯油	
		太陽光発電	電気	
		太陽熱温水器	その他	
		その他		

○をつけたものは必須選択項目

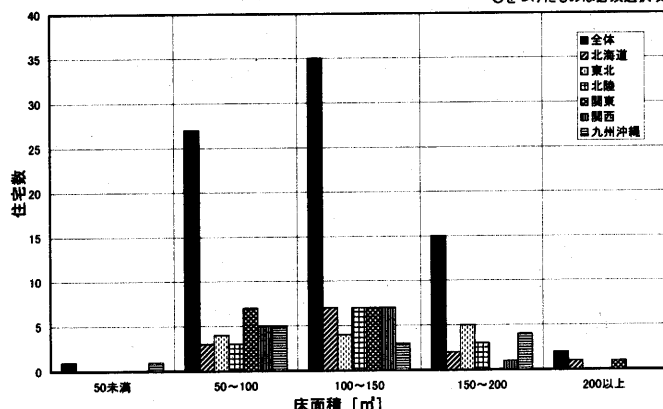


図1 床面積の度数分布

大分類	中分類	小分類	エネルギー種別
⑤厨房	調理用エネルギー消費量	電気調理器(10および200V機器)	○ 電気
		電子レンジ	電気
		オーブンレンジ	ガス
		ガスオーブンレンジ	ガス
		オーブン	ガス
		ガスオーブン	ガス
		炊飯器	電気
	その他の機器	ガス炊飯器	電気
		ポット	電気
		卓上コンロ・プレート	電気
		トースター	電気
		コーヒーマーカー	電気
		ジュース・ミキサー	電気
		ホームベーカリー	電気
		ガス調理器	ガス
⑥冷蔵庫	冷蔵庫	レンジフード	電気
		洗濯(乾燥)機	電気
		ガス洗濯(乾燥)機	ガス
		脱水・浄水器	電気
		精米機	電気
		冷蔵庫	○ 電気
		テレビ	電気
		ビデオ	電気
		オーディオ・ラジカセ	電気
		ゲーム	電気
⑦娯楽情報	娯楽用エネルギー消費量	BS・CSチューナー	電気
		無線LAN設備	電気
		DVDプレーヤー	電気
		パソコン・周辺機器	電気
		プリンター	電気
	情報用エネルギー消費量	電話・FAX	電気
		インターネット	電気
		電話充電器	電気
		シュレツダー	電気
		ホームセキュリティ	電気
⑧家事衛生	セキュリティ用エネルギー消費量	洗濯(乾燥)機	電気
		ガス洗濯(乾燥)機	ガス
		衣類乾燥機	電気
	家事用(除調理)エネルギー消費量	ガス衣類乾燥機	ガス
		アイロン	電気
		掃除機	電気
		ミシン	電気
		布団乾燥機	電気
	衛生用エネルギー消費量	スポンジプレッサー	電気
		温水洗浄(暖房)便座	電気
ドライヤー		電気	
浴室暖房(乾燥機)		電気	
ガス浴室暖房(乾燥機)		ガス	
医療器具	電気シーバー	電気	
	電動浄化槽	電気	

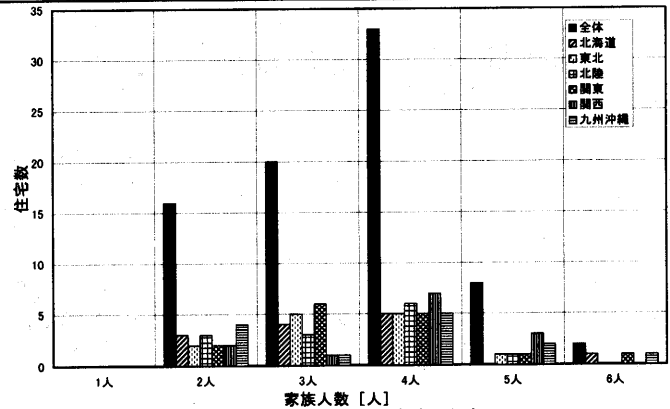


図2 家族人数の度数分布

エネルギー消費量の測定内容は、従来の調査で測定が困難なその他(照明など)を極力少なくするため、必須項目として①エアコン等の冷暖房機、②冷蔵庫、③電気温水器、④台所レンジ、⑤都市ガス、⑥灯油を測定必須項目とする。照明は点灯時間の長い照明器具にボタン型温度計を設置して照明のオンオフを推定する。電力は1分間隔で平均値とピーク値を、ガス、灯油に関しては5分間隔で測定を行う。ガスの厨房に関してはレンジフードに温度計を設置して給湯用と調理用の分離を図る。これ以外に空調室と非空調室の温度及び水温(トイレの給水タンク内水温)の測定を15分間隔で行う。

住宅の属性として周辺の状況、平面プラン、床面積、所有する家電機器、気密性能、熱損失係数の調査を行う。

3.3 測定結果の用途分類

測定結果は表2に示す分類に従って整理する。分類は大分類、中分類、小分類の3種類とする。大分類は、住宅全体の①総エネルギー消費量、②冷暖房換気、③給湯、④照明、⑤厨房、⑥冷蔵庫、⑦娯楽情報、⑧家事衛生、⑨その他、⑩発生(太陽光発電など)の10項目とする。中分類では、例えば冷暖房換気では冷房、暖房、換気が分離されていないので、これを分ける。また、厨房でも調理用コンロとそれ以外(電子レンジ、食器洗い乾燥機)に分ける。小分類は計測器を設置した個別機器のエネルギー消費量である。1つの計測器に複数の家電機器が接続されている場合には、定格消費電力、待機電力などから可能な限り分離を行う。

4. 調査結果

4.1 対象住戸の属性

表1に全国で対象とした住戸(計80戸)の属性を示す。26戸が全電化住宅、54戸が電気、ガス、灯油併用住宅である。

床面積の度数分布を図1に示す。100~150㎡の住戸が最も多く、次に50~100㎡の住宅となっている。地域による格差は少ない。家族の人数(図2)は4人家族の住戸が最も多い。

(1) 熱損失係数

図3に対象住戸の熱損失係数を、図4に度数分布を示す。熱損失係数が2.0~2.5W/(㎡・K)の住戸が最も多く、全体の25%、次に1.5~2.0W/(㎡・K)の住戸が多い。概して北海道、東北地域では熱損失係数が小さく、北陸地域の集合住宅、九州地域の戸建て住宅、

集合住宅で断熱性能の悪い住戸がみられる。

(2) 気密性能

図5に各住戸の床面積当たりの隙間の有効開口面積($\alpha A'$)の実測調査を、図6に度数分布を示す。1.0cm²/㎡未満の住戸が35%と最も多く、特に北海道、東北地域の住宅は気密性能が高い。一方、関東、北陸、近畿、九州では $\alpha A'$ の値が5.0を超える住戸がみられる。

4.2 エネルギー消費量

(1) 総エネルギー消費量

図7に2003年における用途別(大分類)の全住戸の総エネルギー消費量を、図8に用途別エネルギー消費量の割合を、図9に累積頻度を示す。総エネルギー消費量は総エネルギー消費量は20

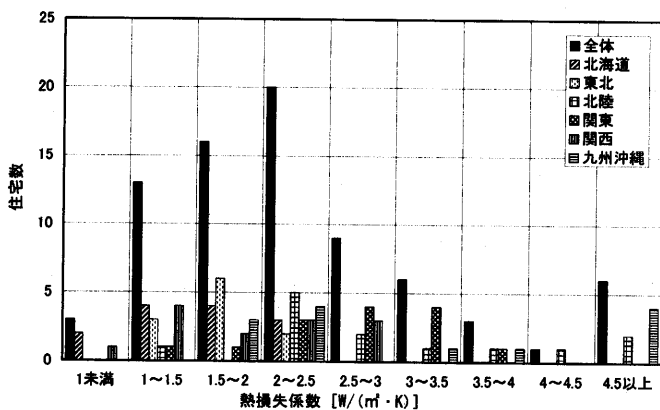


図4 対象住戸の熱損失係数の度数分布

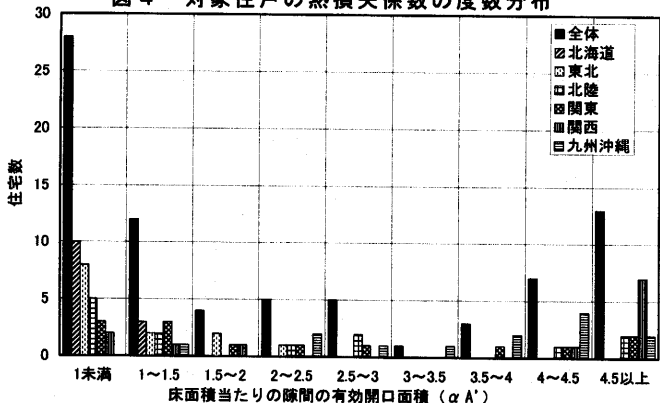


図6 対象住戸の床面積当たりの隙間の有効開口面積の度数分布

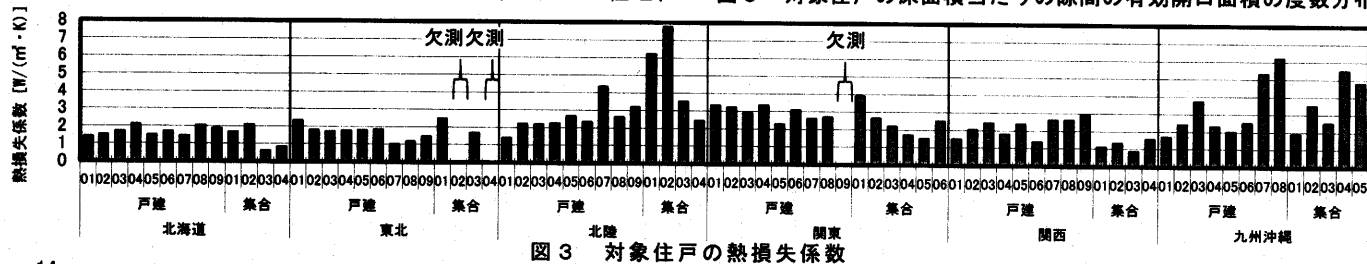


図3 対象住戸の熱損失係数

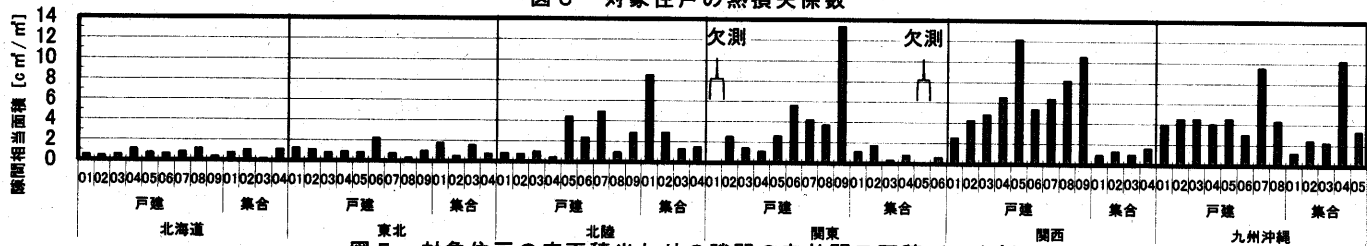


図5 対象住戸の床面積当たりの隙間の有効開口面積($\alpha A'$)

～40GJ/年の住戸が最も多く、全体の約42%、ついで40～60GJ/年(22%)、60～80GJ/年(19%)、80～100GJ/年(9%)、0～20GJ/年と100GJ/年以上(それぞれ4%)、である。総エネルギー消費量の多い住戸は北海道、東北、北陸地域に多く、関東、関西、九州地区では少ない。北海道、東北、北陸地域では冷暖房換気と給湯用エネルギー消費がほぼ同等で最も多く、その他の地域では給湯用エネルギー消費量が最も多い。

用途別エネルギー消費量の割合(図8)では、北海道で給湯用エネルギー消費量の割合が減少し、関東以南では、冷暖房換気用エネルギー消費量の割合が減少する。

累積頻度(図9)では、集合住宅と戸建住宅を比較すると集合住宅のエネルギー消費量が少なく、累積頻度50%で約35GJ、戸建住宅では約55GJとなっている。

図10に床面積当たりのエネルギー消費量を、図11に累積頻度分布を示す。床面積当たりのエネルギー消費量は、0.2～0.4GJ/(㎡・年)の住戸が最も多く、全体の39%、ついで0.4～0.6GJ/(㎡・年)(37%)、0.6～0.8GJ/(㎡・年)(12%)、0.2GJ/(㎡・年)未満(9%)、0.8GJ/(㎡・年)以上(3%)、である。北海道、東北、北陸地域で床面積当たりのエネルギー消費量が多い住戸があるものの、総エネルギー消費量に比較すると、住戸差、地域差ともに少ない。

累積頻度(図11)から、戸建住宅と集合住宅で大きな差はみられない。

図12に家族1人当たりのエネルギー消費量を、図13に累積頻度を示す。家族1人当たりのエネルギー消費量は、10～20GJ/(人・年)の住戸が最も多く、全体の42%、ついで0～2GJ/(人・年)(34%)、20～30GJ/(人・年)(16%)、30～40GJ/(人・年)(7%)、40GJ/(人・年)(1%)以上となっている。東北、北陸の戸建で家族1人当たりのエネルギー消費量が多く、その他の地域では家族1人当たりのエネルギー消費量は相対的に少ない傾向がみられる。

累積頻度(図13)から、集合住宅は戸建住宅より一人当たりのエネ

ルギー消費量が少ないことが判る。

図14に年平均外気温と総エネルギー消費の関係を示す。なお、外気温は気象庁電子閲覧室(<http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>)で公開されている気象統計情報を使用している。

年平均外気温は6.6～23.4℃の範囲に入り、総エネルギー消費量は6.9～152.2GJ/年の範囲に入る。年平均外気温が低いほど総エネルギー消費量は増加する傾向がみられるものの、寄与率は0.35と低い。

(2) 冷暖房換気用エネルギー消費

図15に全住戸の冷暖房換気用エネルギー消費を示す。北海道、東北、北陸地区で冷暖房換気用エネルギー消費量が多いのに対し、関東、関西、九州沖縄地区では相対的にエネルギー消費量が少ない。

図16に床面積当たりの冷暖房換気用エネルギー消費量を、図17に累積頻度を示す。北海道、東北、北陸地区では床面積当たりの冷暖房換気用エネルギー消費量が多く、関東、関西、九州沖縄地区では相対的に少ない。

累積頻度(図17)から、戸建住宅と集合住宅で差がみられ、累積頻度80%で戸建住宅では約280MJ/(㎡・年)、集合住宅では約200MJ/(㎡・年)のエネルギーを消費していることが判る。

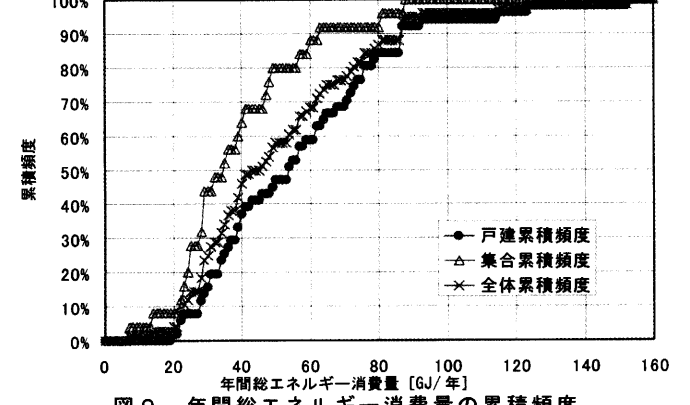


図9 年間総エネルギー消費量の累積頻度

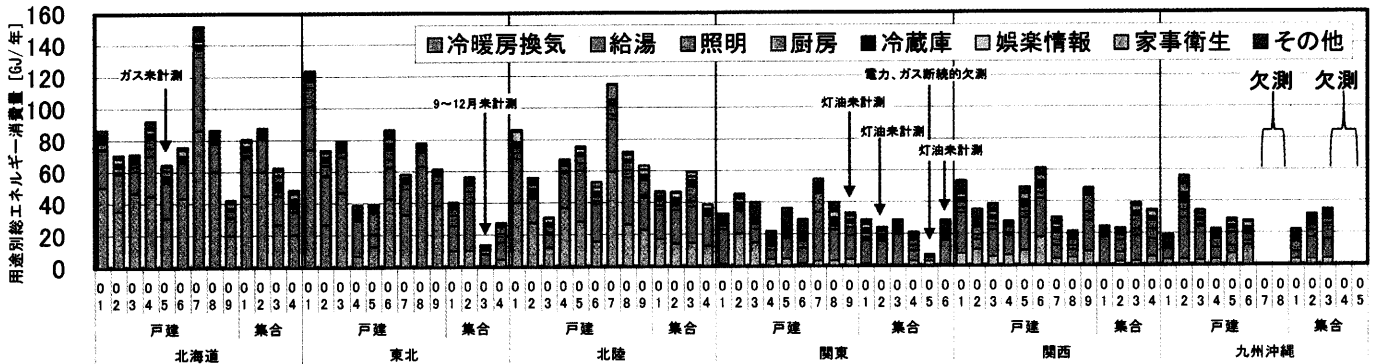


図7 用途別総エネルギー消費量(2003年)

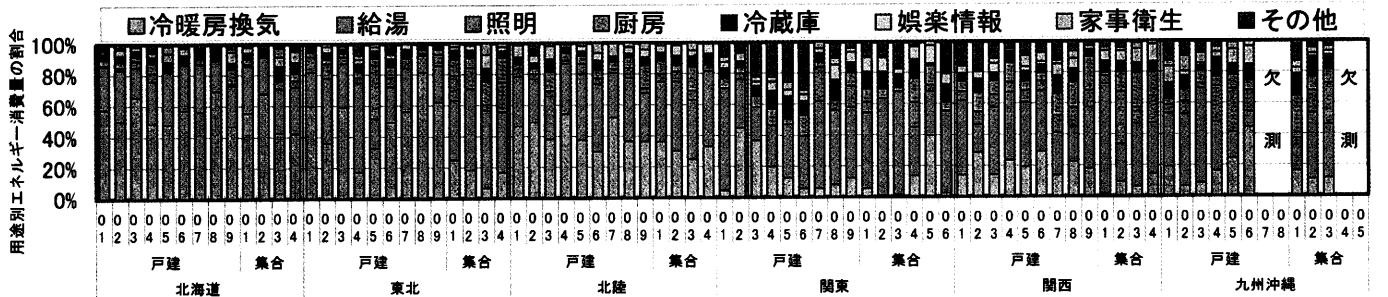


図8 用途別エネルギー消費量の割合(2003年)

(3) 給湯用エネルギー消費量

図18に全住戸の給湯用エネルギー消費を示す。給湯用エネルギー消費量は、10～20GJ/年の住戸が最も多く、全体の39%、ついで20～30GJ/年(30%)、10GJ/年未満(24%)、30GJ/年以上(7%)である。各地域によるそれぞれの平均値は、北海道地域が22.37GJ/年、東北地区が19.66GJ/年、北陸地区が22.45GJ/年、関東地区が14.94GJ/年、関西地区が13.66GJ/年、九州沖縄地区が10.47GJ/年である。北海道、北陸、東北、関東、関西、九州沖縄の順に給湯用エネルギー消費量が少なくなる傾向がみられる。

図19に家族一人当たりの給湯用エネルギー消費を、図20に累積頻度を示す。家族一人当たりのエネルギー消費量は、5～10GJ/(人・年)の住戸が最も多く、全体の48%、ついで0～5GJ/(人・年)(47%)、10～15GJ/(人・年)(4%)、15GJ/(人・年)以上(1%)となっている。北陸地区では家族一人当たりのエネルギー消費量が多い住宅がみられ、東北、関東地区でも家族一人当たりのエネルギー消費量が多い住宅がみられる。関西、九州沖縄地区では、相対的に家族一人当たりのエネルギー消費量が少なくなっている。

累積頻度(図18)から、戸建住宅と集合住宅ではほとんど差がみられない。

5. まとめ

本報では、2002年から2003年に実施した住宅におけるエネルギー消費量調査結果から対象住宅の属性と用途別エネルギー消費量について報告した。

- ①床面積の頻度分布は100～150㎡の住宅が最も多く、全体の34%、次に50～100㎡の住宅である。家族の人数は4人家族が最も多く、全体の25%である。
- ②北海道、東北地域では熱損失係数が2.0W/(㎡・K)以下の住宅が多く、北陸地域の集合住宅、九州地域の戸建て住宅、集合住宅で熱損失係数が5.0W/(㎡・K)以上の住戸がみられる。
- ③北海道、東北地域の住宅は気密性能が高く、1.0cm²/㎡未満の住戸が多くみられる。関東、北陸、近畿、九州ではαA'の値が5.0を超える住戸がみられる。
- ④総エネルギー消費量が60GJ/年を超える住戸は北海道、東北、

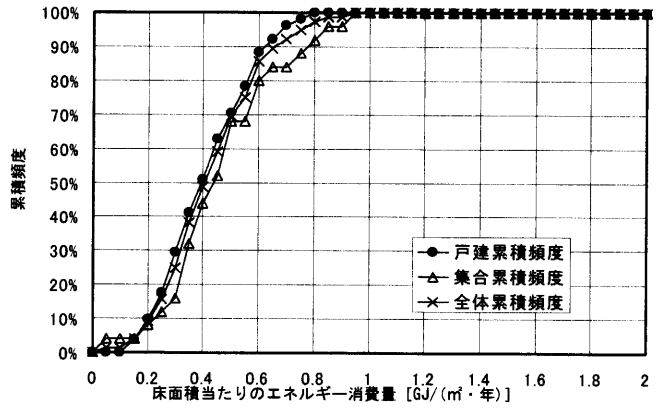


図11 床面積当たりのエネルギー消費量の累積頻度

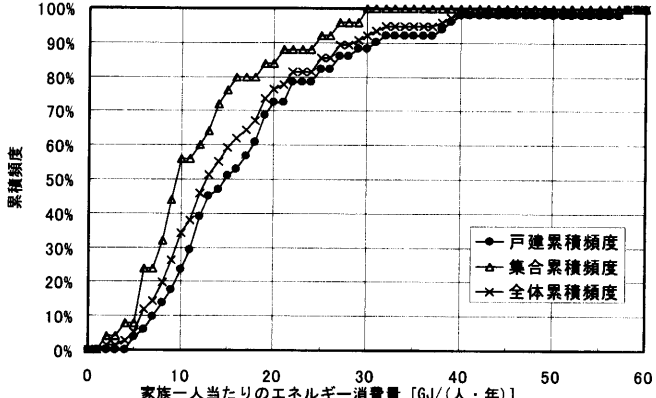


図13 家族一人当たりのエネルギー消費量の累積頻度

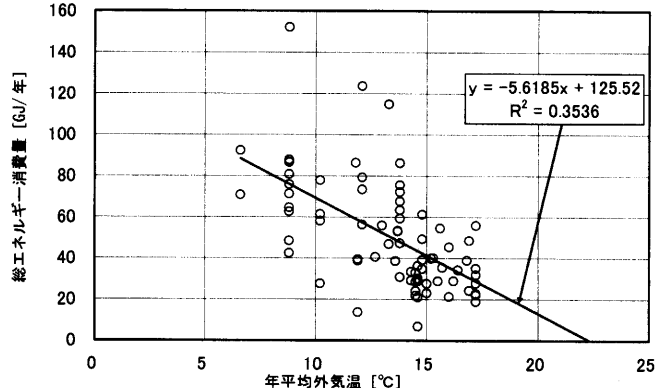


図14 年平均外気温と総エネルギー消費量の関係

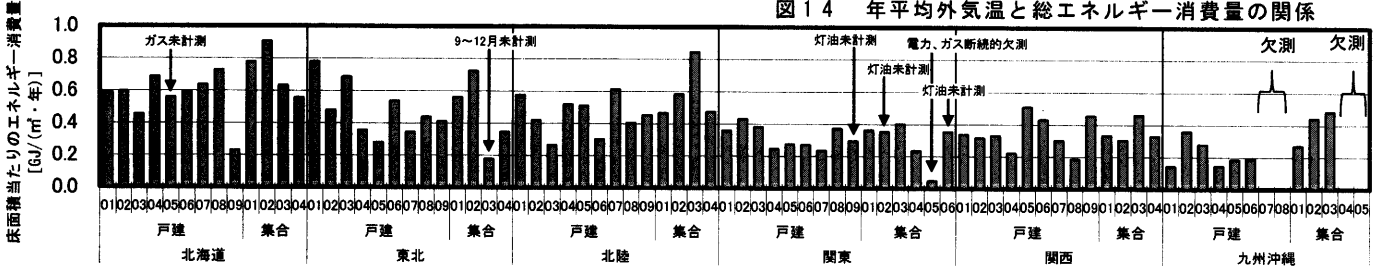


図10 床面積当たりのエネルギー消費量

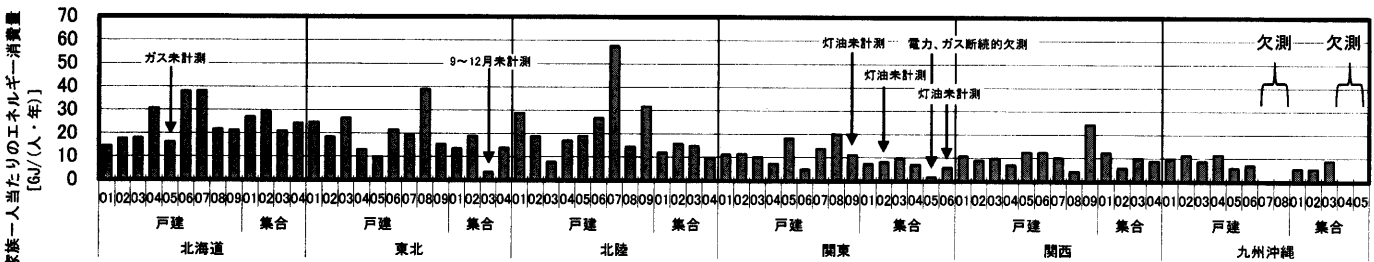


図12 家族一人当たりのエネルギー消費量

北陸地域に多く、関東、関西、九州地区では少ない。北海道、東北、北陸地域では冷暖房換気と給湯用エネルギー消費がほぼ同等で、その他の地域では給湯用エネルギー消費量が最も多

い。

⑤北海道、東北、北陸地域で床面積当たりのエネルギー消費量が $0.5 \text{ GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ を越える住戸があるものの、総エネルギー消費

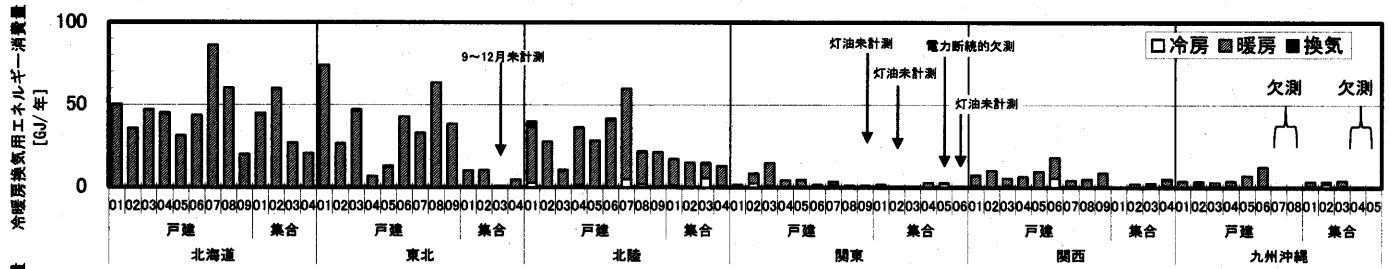


図15 対象住戸の冷暖房換気用エネルギー消費量

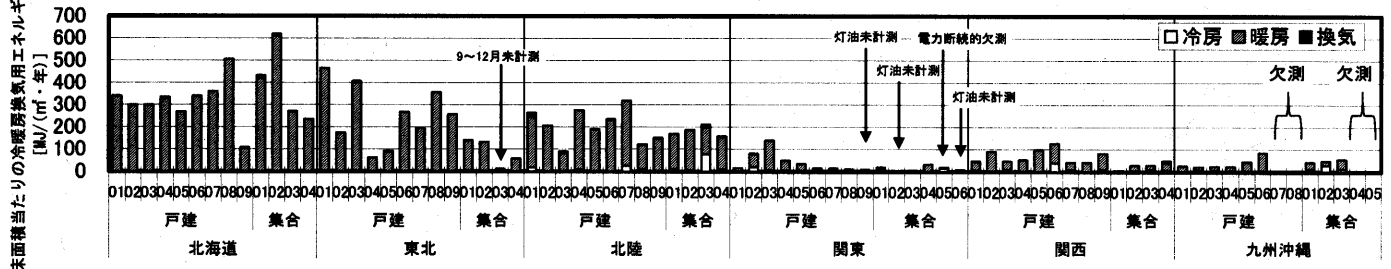


図16 床面積当たりの冷暖房換気用エネルギー消費量

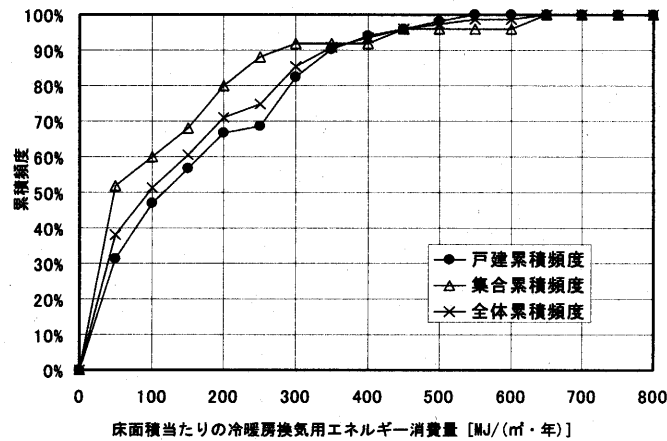


図17 床面積当たりの冷暖房換気用エネルギー消費量の累積頻度

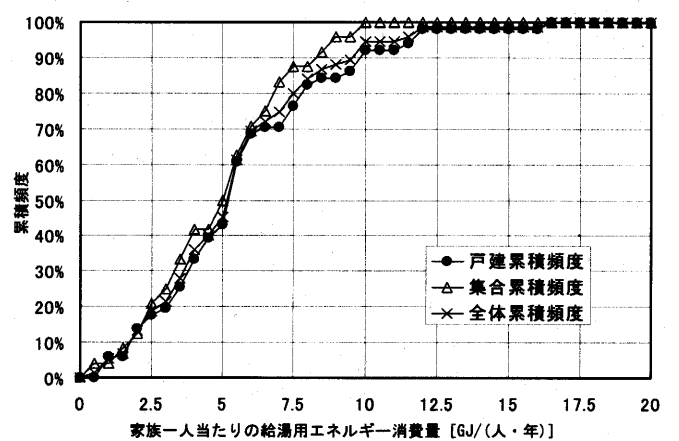


図20 家族一人当たりの給湯用エネルギー消費量の割合の累積頻度

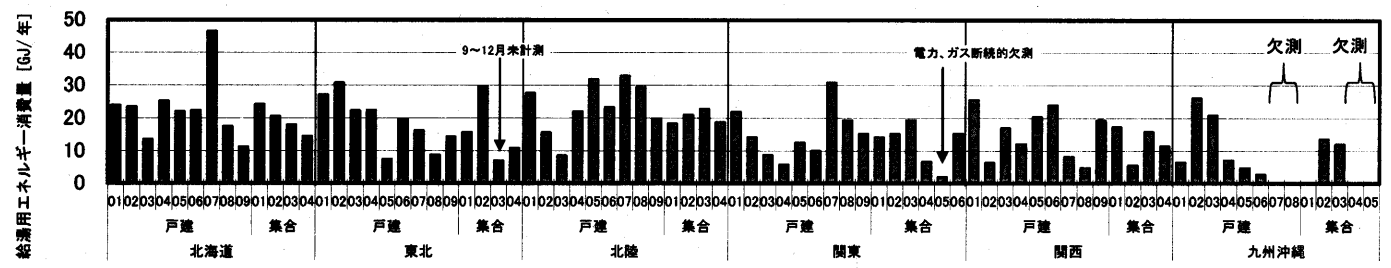


図18 対象住戸の給湯用エネルギー消費量

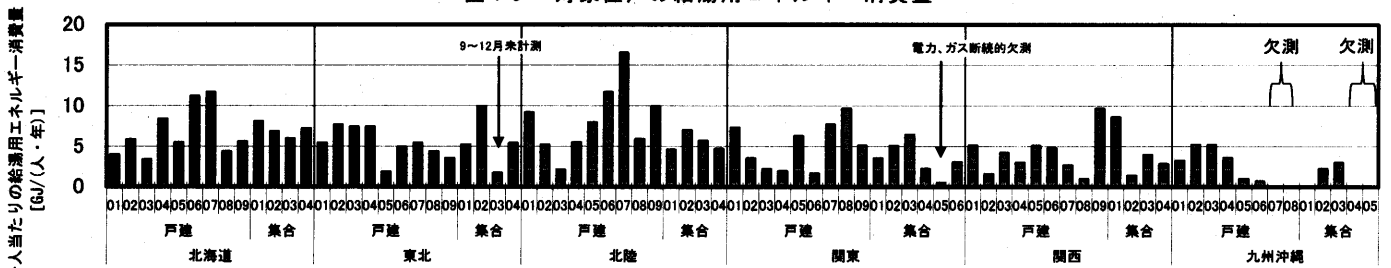


図19 家族一人当たりの給湯用エネルギー消費量

量と比較して、住戸差、地域差ともに小さい。

- ⑥北海道、東北、北陸で家族一人当たりのエネルギー消費量が20GJ/(人・年)を越える住宅があるが、その他の地域では家族一人当たりのエネルギー消費量は20GJ/(人・年)以下である。
- ⑦年平均外気温が低いほど総エネルギー消費量は増加する傾向がみられるが、寄与率は0.35と低い。
- ⑧北海道、東北、北陸地区で冷暖房換気用エネルギー消費量が20GJ/年を越える住戸が多いのに対し、関東、関西、九州沖縄地区では相対的に消費量が少ない。また、北海道、東北、北陸地区では床面積当たりの冷暖房換気用エネルギー消費量が200MJ/(㎡・年)を越えている住戸があるのに対し、関東、関西、九州沖縄地区では200MJ/(㎡・年)以下である。
- ⑨給湯用エネルギー消費量は、北海道、北陸、東北、関東、関西、九州沖縄の順に少なくなる傾向がみられる。
- ⑩北陸地区では家族一人当たりのエネルギー消費量が多い住宅がみられ、北海道、東北、関東地区でも家族一人当たりの給湯エネルギー消費量が多い住宅がみられる。関西、九州沖縄地区では相対的に家族一人当たりのエネルギー消費量が少なくなっている。

謝辞

本研究は国土交通省からの補助金、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。調査やデータ集計では、絵内正道(北海道大学教授)、鈴木憲三(北海道工業大学教授)、三田村輝章(足利工業大学講師)、長谷川兼一(秋田県立大学助教授)、源城かほり(秋田県立大学助手)、佐々木隆(岩手県立大学盛岡短期大学教授)、室恵子(足利工業大学助教授)、須永修通(首都大学東京准教授)、松田克己(旭化成株式会社)、堀祐治(独立行政法人建築研究所)、前真之(東京大学助教授)、林廣(東京電力株式会社)、山岸明浩(信州大学助教授)、坂口淳(県立新潟女子短期大学助教授)、加藤正直(関西電力株式会社)、岩前篤(近畿大学助教授)、高口洋人(九州大学特任助教授)、堤純一郎(琉球大学教授)、小副川学(九州電力株式会社)、篠崎正弘(九州電力株式会社)、他多数の皆様(<http://tkkankyo.eng.niigata-u.ac.jp/HP/HP/16iinmeibo.htm>参照)に多大なる協力を得た。関係各位に深く感謝の意を表します。

注

注1) 本研究で構築するデータベースは、全国の住宅80戸の電力消費量は1分ごと、ガス・灯油消費量は5分ごとの年間を通した測定結果である。今後のデータの充実を図るため、測定方法を広く公開し、研究者および建築技術者が統一した方法で測定し、データベースの更新することを期待している。

注2) 測定概要は文献17に詳しく記すが、簡単に測定方法概略を以下に示す。電力消費量測定は本委員会、東京電力㈱、日本ペンディング㈱が開発した「使用電力情報収集システム」により行う。コンセント接続型測定器と分電盤用測定器の2種類の測定器により、電力消費量は、1分毎に積算電力量(Wh)とピーク電力(W)を記録する。ガス消費量の測定は、ガスメータのメータ表示部においてメータ表示値を光学的に読み取る測定器を取り付け、5分毎の消費量(m³)を測定する。灯油消費量の測定は、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、消費流量に換算する。部屋の温湿度の測定は、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、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。

参考文献

- 1) 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
- 2) 澤地孝男，坊垣和明，吉野博，鈴木憲三，赤林伸一，井上隆，大野秀夫，松原斎樹，林徹夫，森田大：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
- 3) 足立直之，赤林伸一，吉野博，真保裕裕，坊垣和明，澤地孝男：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
- 4) 鈴木憲三，松原斎樹，森田大，澤地孝男，坊垣和明：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
- 5) 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
- 6) 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
- 7) 長谷川兼一，吉竹秋宣，黒柳博晃，山岸明浩，河路友也，山下恭弘：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一断熱気密住宅におけるエネルギー消費の実態一，日本建築学会計画系論文集，No. 521，pp. 95-101，1999. 7
- 8) 三浦秀一：全国都道府県庁所在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
- 9) 赤林伸一，坂口淳，山岸明浩，佐々木淑貴，山ロー：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
- 10) 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一暖房用を中心とした実態調査と数値計算一，日本建築学会計画系論文集，No. 557，pp. 49-56，2002. 7
- 11) 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
- 12) 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
- 13) 外岡豊，深澤大樹，村橋喜満，三浦秀一：都道府県別・建て方別住宅エネルギー消費量とCO₂排出実態の詳細推計，日本建築学会環境系論文集，No. 592，pp. 89-96，2005. 6
- 14) 山岸明浩，赤林伸一，坂口淳，浅間英樹，石山洋平：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 用途別エネルギー消費の実態，日本建築学会環境系論文集，No. 593，pp. 25-32，2005. 7
- 15) 伊香賀俊治，三浦秀一，外岡豊，下田吉之，小池万里，深澤大樹，水石仁：住宅のエネルギー消費量とCO₂排出量の都道府県別マクロシミュレーション手法の開発，日本建築学会技術報告集第22号，pp. 263-268，2005. 12
- 16) 赤林伸一，坂口淳，佐藤久遠，浅間英樹：家庭用エアコンCOP簡易測定法の開発，日本建築学会研究技術報告集第22号，pp. 315-318，2005. 12
- 17) 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，pp. 355-358，2005. 12
- 18) 吉野博，湯浅和博，長谷川兼一，石田健一，室恵子，三田村輝章，千葉智成，井上隆：住宅内エネルギー消費量予測モデルの構築，日本建築学会技術報告集第22号，pp. 359-362，2005. 12

(2005年11月10日原稿受理，2006年1月16日採用決定)