

B-16 家庭等における二酸化炭素排出抑制システムに関する研究

(3) 家庭等における二酸化炭素排出抑制システムの導入に関する研究

② 二酸化炭素発生が少ない住生活スタイルの普及促進に関する研究
研究代表者 建設省建築研究所 坊垣 和明

建設省建築研究所

第五研究部 設備計画研究室 室長 坊垣 和明
主任研究員 澤地 孝男

平成3-5年度予算額 31,688千円

(平成5年度予算額 10,404千円)

[要旨]

本サブテーマでは、第一に、家庭における主たる二酸化炭素排出の原因となるエネルギー消費と、その要因であるところの生活者の意識や家族形態、住居形態、気候条件といった属性との関連を見るための実態調査（札幌から那覇までの8都市域で実施した）に基づく分析を行った。第二に、家庭における環境負荷発生量の低減に役立つ建築物及び住生活に深く関連している知識や考え方を伝達するためのツールとして、住環境教育テキストの開発を行った。このテキストは中学生程度以上の人を対象に想定し、平明な文章と多くのイラストから構成されている。

[キーワード]

環境教育 エネルギー消費量 ライフスタイル

1. はじめに

本サブテーマでは、研究期間の主として前半、すなわち平成3年度及び4年度において気候風土の異なる広範囲の地域の住宅を対象として、生活時におけるエネルギー消費及び室内気候を中心とする物理的特性とライフスタイル（生活行動・意識）に関する多様な情報を収集するために実態調査を実施した。以下の「2. エネルギー消費とライフスタイルに関する実態調査」においては、実態データに基づき、まず、住宅における用途別エネルギー消費量の推計を行い、次に用途別エネルギー消費量に影響を有す要因の分析及び消費量推定式の導出結果を示す。また、研究期間の後半（平成4年度から5年度にかけて）は、前半におこなった調査結果を一部参考としつつ、地球温暖化防止の対策として環境負荷の小さな住まいにおけるライフスタイルを促進させるために活用されることを目的とした、住環境教育テキストの開発を行った。それに関しては「3. 住環境教育テキストの開発」に示す。

2. エネルギー消費とライフスタイルに関する実態調査

(1) 調査方法

① 調査対象

調査地は札幌・仙台・新潟・東京・名古屋・京都・福岡・那覇の8都市域である。住戸形態・所有形態・立地に関して広範な対象を選択する意図から、集合住宅の4類型（都心立地型分譲、郊外立地型分譲、都心立地型賃貸、郊外立地型賃貸）に分譲戸建住宅を加えた5つ類型に該当す

る団地を8都市域において選定した。表1に調査対象の一覧を示す。団地コード22と23の団地を除いて、公的機関が分譲又は管理している団地である。アンケートの有効サンプル数は、夏期調査2169、冬期調査1675である。

②調査項目

調査項目を集約すれば次のア～オの項目となる。

ア、年間の各月電力・ガス・灯油・水道消費量

灯油以外は、エネルギー供給企業等への問い合わせを承諾する用紙に各戸で記入してもらい、その上で供給企業等に該当住戸のデータ提供を依頼した（一部地域では調査対象住戸へ消費データを郵送してもらい、それを回収した）。灯油消費量は夏冬のアンケート中で各戸に保存してある記録に基づき記入してもらったが、記入者が信頼性が不十分と申告したサンプルは分析より除外した。なお、本論文におけるエネルギー消費量はすべて2次エネルギー換算値を使用する。すなわち、電力については860Kcal/Kwh、灯油については8900Kcal/l、ガスについては種類により異なる標準熱量値を用いて単位をcalに統一する。

表1 調査対象団地の概要

都市域名	団地コード	住宅形式	立地	有効サンプル数		平均延床面積 (m ²)	竣工年
				アンケート調査			
				夏期	冬期		
札幌 3,886 0	11	分譲戸建	郊外	41	26	118.9	1989
	12	分譲集合	都心	34	30	84.0	1988
	13	分譲集合	郊外	28	26	85.6	1981
	14	賃貸集合	都心	32	26	88.0	1981
	15	賃貸集合	郊外	28	25	61.3	1990
仙台 2,708 10	21	分譲戸建	郊外	33	27	不明	1986
	22	分譲集合	都心	22	17	71.4	1990
	23	分譲集合	郊外	18	13	84.5	1991
	24	賃貸集合	都心	104	61	68.1	1988
	25	賃貸集合	郊外	68	50	78.3	1987
新潟 2,411 74	31	分譲戸建	郊外	64	58	109.6	1986
	32	分譲集合	都心	50	44	72.1	1985
	-	分譲集合	郊外	0	0	-	-
	34	賃貸集合	都心	58	46	80.8	1985
	35	賃貸集合	郊外	60	50	61.9	1986
東京 1,838 130	41	分譲戸建	郊外	57	40	111.5	1987
	42	分譲集合	都心	34	30	81.7	1985
	43	分譲集合	郊外	39	32	75.3	1988
	44	賃貸集合	都心	33	26	65.3	1989
	45	賃貸集合	郊外	39	30	65.8	1989
名古屋 1,987 142	51	分譲戸建	郊外	47	40	117.2	1989
	52	分譲集合	都心	31	26	74.2	1988
	53	分譲集合	郊外	24	21	79.5	1983
	54	賃貸集合	都心	28	24	89.7	1989
	55	賃貸集合	郊外	24	18	65.8	1989
京都 1,977 191	61	分譲戸建	郊外	59	52	107.3	1988
	62	分譲集合	都心	26	22	63.8	1980
	63	分譲集合	郊外	26	25	92.9	1991
	64	賃貸集合	都心	35	34	66.5	1989
	65	賃貸集合	郊外	29	28	63.6	1987
福岡 1,671 197	71	分譲戸建	郊外	494	329	110.0	1985
	72	分譲集合	都心	17	14	68.0	1983
	73	分譲集合	郊外	209	140	76.3	1988
	74	賃貸集合	都心	26	23	66.5	1991
	75	賃貸集合	郊外	31	24	61.4	1988
那覇 0 425	81	分譲戸建	郊外	60	49	80.0	1985
	82	分譲集合	都心	40	39	81.0	1990
	83	分譲集合	郊外	16	14	79.0	1984
	84	賃貸集合	都心	54	44	66.0	1985
	85	賃貸集合	郊外	55	52	64.0	1987

表2 用途別エネルギー消費量の推計方法

- [1] ガスを暖房に使用しない住戸（ガス暖房）と灯油を暖房に使用しない住戸（灯油暖房）に着目し、両グループ別に以下のように用途別消費量を求め、それらの結果を用いて各団地毎に推計値を得る。ガス・灯油ともに暖房に使用する住戸も存在するがその割合は本推計結果の妥当性をゆるがすほどは大きくない。

- [2] 推計の糸口は調理用ガスエネルギー消費量^{*}である。今回の調査対象にはガスを調理用エネルギーのみに使用する団地（札幌・戸建住宅）が存在したので、そのデータに基づき次式のような推計式を得、これによって各団地毎の調理用エネルギー消費を推計した^{**}。

$$y = 98 \cdot n_c + 112 \cdot \delta_1 + 250 \cdot \delta_2 + 570 \cdot \delta_3 + 293 \dots (1)$$

(重相関係数=0.73)

- y: 調理用エネルギー消費量 (Kcal/年)
- n_c: 修正家族人数(10才未満の子を0.5人と勘定)
- δ₁: 健康維持のため注意している項目（選択枝）のうち、「朝食を必ずとるようにしている」を挙げた世帯はδ₁=1、挙げなかった世帯はδ₁=0。
- δ₂: 主婦がパートも含めて職を有する世帯はδ₂=1、無職の世帯はδ₂=0。
- δ₃: 食事の支度でガスコンロを使用する時のエネルギーの使い方に関する三択枝のうち「どちらかと言えばふんたん」と回答した世帯はδ₃=1、「どちらかと言えば懐約的」又は「どちらとも言えない」と答えた世帯はδ₃=0。

なお、n_c、δ₁、δ₂、δ₃の各団地毎の平均値は以下の範囲にあった。n_c:2.3~3.9、δ₁:0.53~0.96、δ₂:0.20~0.86、δ₃:0.03~0.24

- [3] ガス暖房器具を使用しない住戸については以下のようにした。

- ガス消費量から調理用ガス消費量を差し引き給湯用エネルギー消費量とする。
- 電力消費の月変化及び、暖房期間・冷房期間の回答を参考に春秋

の中間月を特定し、中間月の電力消費量の平均値を照明及びコンセント用に消費される1月当たりの電力とした。その12ヶ月分を年間の照明等エネルギー消費量とした。さらに、暖房期間及び冷房期間に当たる月々の電力消費量の合計から両期間について推定された照明等電力消費量分を差し引いて暖房用電力消費及び冷房用電力消費を得た。

- 暖房用電力消費分に暖房用灯油消費分を加え、暖房エネルギー消費量とした。冷房エネルギー消費量は冷房用電力消費から得た。

- [4] 灯油暖房器具を使用しない住戸については以下のようにした。

- ガスの月別消費量から、ガス暖房を使用しない住戸の月別消費量を差し引いて、暖房用ガス消費量とする。ただし、その際に両グループで非暖房期間のガス消費量の比較を行い、両者の比率を用いた補正を行う。

- 暖房用ガスを差し引いた残りのガス消費量から調理用ガス消費量を差し引いて給湯用ガス消費量を得、換算して給湯エネルギー消費量とする。

- 電力の分析は[3]第2項と同様に行い、暖房用電力消費に暖房用ガス消費を加えて、暖房エネルギー消費量を得る。

- [5] ガス暖房グループの結果と灯油暖房グループの結果をサンプル数に応じて加重平均し、最終的な各団地毎の用途別エネルギー消費量を算出する。ただし、どちらかのグループの戸数が卓越している場合には、そのグループの値を団地の推計値とする。

* ここで調理用というのは厨房のガスコンロのためのエネルギー消費量を指す。したがって、電気釜・電子レンジ等の電気調理器具のエネルギー消費量は、調理用でなく照明等エネルギー消費量に含まれるものとする。

** 本来ならば、調理用エネルギー消費量の地域差についても慎重に検討することが望ましいが、それについては今後の課題としたい。

イ、エネルギー消費設備の使用状況

暖冷房機器の保有状況・使用期間・時間帯・場所、入浴・シャワーの季節別頻度をアンケートにて調べた。

ウ、ライフスタイルに関する項目

家族構成、収入、生活時間などをアンケートにて調べた。

エ、主として居間の室温（夏冬各1週間程度連続測定）

オ、環境対応行動及び環境に関わる居住者の意識

③調査手法・期間

調査は、1992年7月から9月の期間（夏期調査）と1992年12月から1993年3月の期間（冬期調査）に実施された。アンケートの配布回収方法は、訪問し協力依頼留置きの後、数日後に訪問回収することを原則とした。分析に用いたエネルギー消費データは1992年1年間のものである。

表3 用途別エネルギー消費量推計結果一覧（2次エネルギー換算）

単位：Gcal(2次エネルギー換算)/世帯

都市名	団地 コード	住宅形式・立地	用途別エネルギー消費量					合計					
			暖房	冷房	給湯	調理	照明他						
札幌	11	分譲戸建・郊外	13.94	61%	0.00	0%	5.45	24%	0.90	4%	2.47	11%	22.76
	12	分譲集合・都心	4.91	38%	0.00	0%	4.90	38%	0.81	6%	2.25	17%	12.86
	13	分譲集合・郊外	5.54	45%	0.00	0%	3.85	31%	0.93	7%	2.12	17%	12.44
	14	賃貸集合・都心	9.21	60%	0.00	0%	3.33	22%	0.92	6%	1.90	12%	15.36
	15	賃貸集合・郊外	2.21	32%	0.00	0%	2.31	34%	0.83	12%	1.52	22%	6.87
仙台	21	分譲戸建・郊外	5.71	36%	0.01	0%	6.01	38%	1.04	7%	3.04	19%	15.81
	22	分譲集合・都心	3.14	28%	0.00	0%	3.63	33%	0.87	8%	3.42	31%	11.07
	23	分譲集合・郊外	1.79	24%	0.03	0%	3.14	41%	0.79	10%	1.85	24%	7.60
	24	賃貸集合・都心	2.21	22%	0.00	0%	4.80	48%	0.89	9%	2.04	20%	9.94
	25	賃貸集合・郊外	2.73	28%	0.03	0%	4.34	45%	0.85	9%	1.65	17%	9.59
新潟	31	分譲戸建・郊外	3.12	25%	0.08	1%	5.72	47%	0.87	7%	2.47	20%	12.26
	32	分譲集合・都心	3.10	28%	0.20	2%	5.10	45%	0.92	8%	1.90	17%	11.23
	-	分譲集合・郊外	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	34	賃貸集合・都心	2.00	27%	0.05	1%	3.03	41%	0.88	12%	1.39	19%	7.36
	35	賃貸集合・郊外	2.09	27%	0.07	1%	3.10	40%	0.87	11%	1.64	21%	7.77
東京	41	分譲戸建・郊外	2.65	22%	0.24	2%	5.53	46%	0.93	8%	2.57	22%	11.91
	42	分譲集合・都心	1.25	10%	0.47	4%	6.58	54%	0.90	7%	2.98	24%	12.18
	43	分譲集合・郊外	1.15	13%	0.08	1%	4.28	49%	0.94	11%	2.22	26%	8.66
	44	賃貸集合・都心	0.63	7%	0.07	1%	4.71	56%	1.00	12%	2.03	24%	8.43
	45	賃貸集合・郊外	2.05	24%	0.26	3%	3.56	42%	0.80	10%	1.71	20%	8.38
名古屋	51	分譲戸建・郊外	3.50	29%	0.10	1%	5.09	42%	0.82	7%	2.72	22%	12.22
	52	分譲集合・都心	1.20	14%	0.20	2%	3.87	44%	0.88	10%	2.57	29%	8.71
	53	分譲集合・郊外	1.80	17%	0.02	0%	5.11	49%	0.96	9%	2.53	24%	10.42
	54	賃貸集合・都心	0.87	11%	0.07	1%	3.87	47%	0.94	11%	2.43	30%	8.18
	55	賃貸集合・郊外	1.75	22%	0.16	2%	3.43	43%	0.78	10%	1.86	23%	7.98
京都	61	分譲戸建・郊外	2.41	20%	0.16	1%	5.72	47%	1.03	8%	2.87	24%	12.19
	62	分譲集合・都心	0.63	8%	0.16	2%	3.68	48%	0.89	12%	2.31	30%	7.67
	63	分譲集合・郊外	1.15	13%	0.11	1%	4.36	48%	0.85	9%	2.54	28%	9.01
	64	賃貸集合・都心	1.42	18%	0.22	3%	3.23	41%	0.98	12%	2.09	26%	7.93
	65	賃貸集合・郊外	0.86	11%	0.13	2%	3.66	49%	0.79	10%	2.09	28%	7.52
福岡	71	分譲戸建・郊外	3.39	31%	0.12	1%	3.76	34%	0.93	8%	2.89	26%	11.09
	72	分譲集合・都心	0.81	10%	0.16	2%	3.26	42%	0.86	11%	2.64	34%	7.73
	73	分譲集合・郊外	1.06	12%	0.19	2%	4.09	46%	0.90	10%	2.68	30%	8.93
	74	賃貸集合・都心	1.68	22%	0.11	2%	3.00	40%	0.80	11%	1.90	25%	7.48
	75	賃貸集合・郊外	2.44	30%	0.11	1%	2.84	35%	0.88	11%	1.86	23%	8.13
那覇	81	分譲戸建・郊外	0.08	1%	0.49	6%	4.02	45%	1.24	14%	3.01	34%	8.83
	82	分譲集合・都心	0.10	1%	0.51	8%	2.37	35%	0.96	14%	2.76	41%	6.70
	83	分譲集合・郊外	0.11	1%	0.47	6%	3.57	45%	1.02	13%	2.76	35%	7.94
	84	賃貸集合・都心	0.03	0%	0.35	6%	2.57	42%	0.95	15%	2.26	37%	6.16
	85	賃貸集合・郊外	0.21	4%	0.28	5%	2.37	41%	0.92	16%	1.99	34%	5.77

* 団地15の暖房エネルギーは地域暖房熱購入量そのものである。また、団地15は外断熱が施され、他の団地(例えば団地14)と比較して明らかに優れた断熱性を有している。

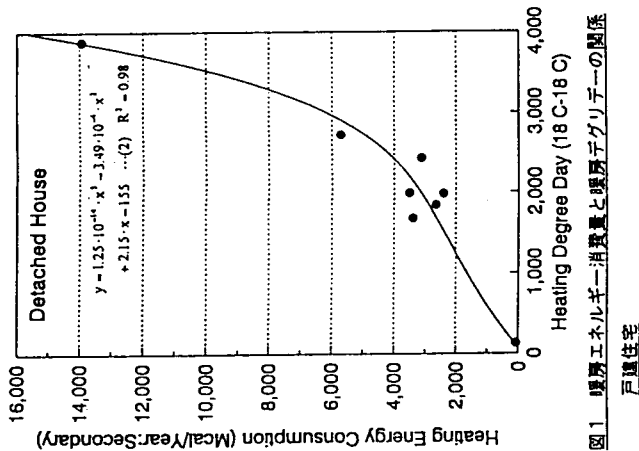


図1 暖房エネルギー消費量と暖房デグリーデーの関係
戸建住宅

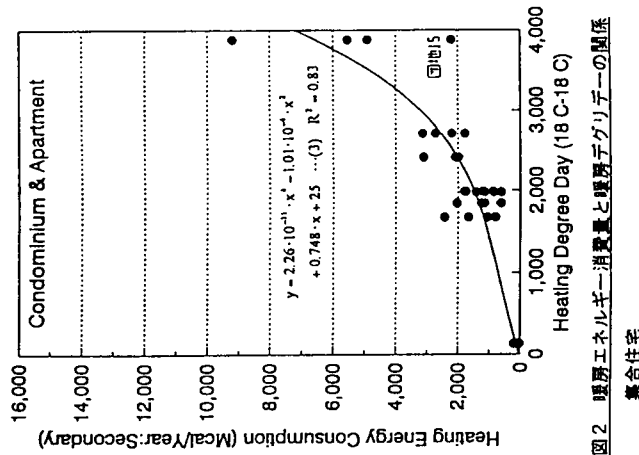


図2 暖房エネルギー消費量と暖房デグリーデーの関係
集合住宅

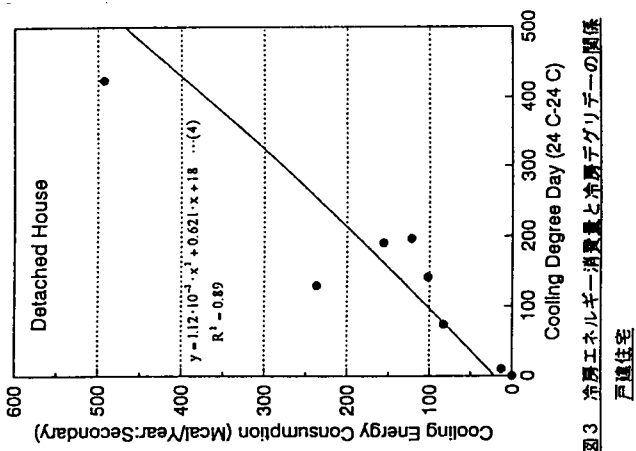


図3 冷房エネルギー消費量と冷房デグリーデーの関係
戸建住宅

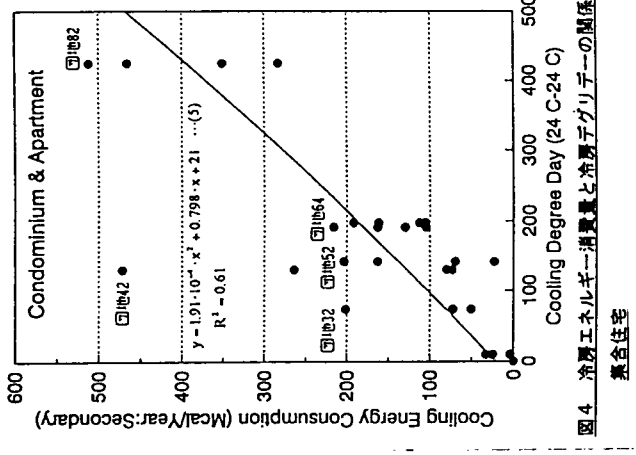


図4 冷房エネルギー消費量と冷房デグリーデーの関係
集合住宅

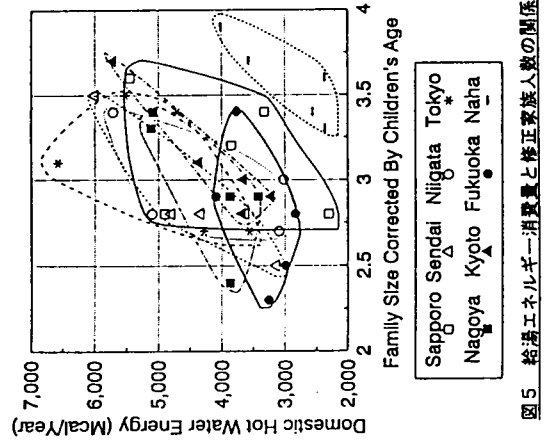


図5 給湯エネルギー消費量と修正家族人数の関係
都市域別に両者の関連性を見ることができ

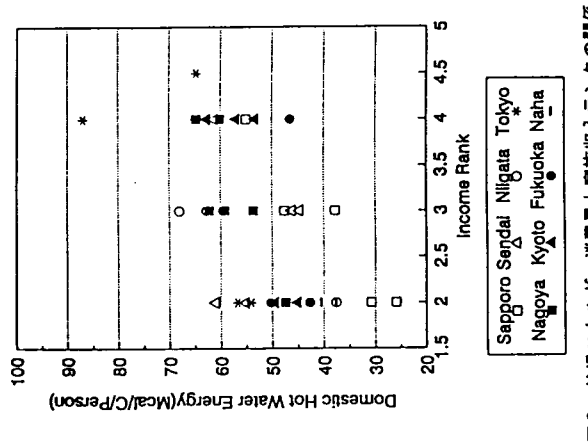


図6 給湯エネルギー消費量と家族収入ランクの関係

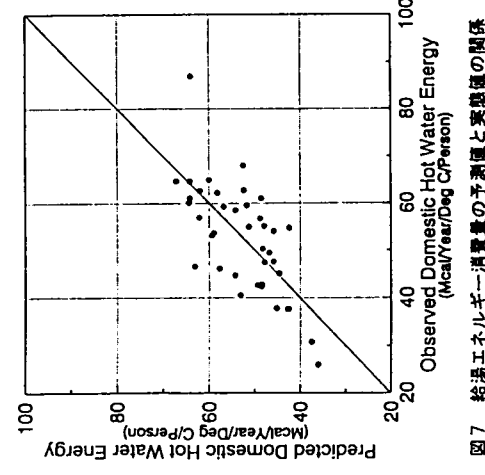


図7 給湯エネルギー消費量の予測値と実測値の関係

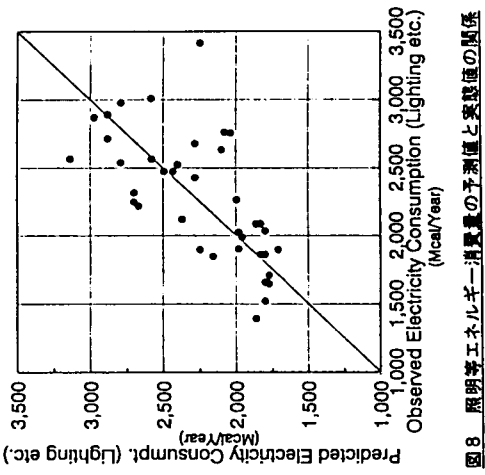


図8 照明エネルギー消費量の予測値と実測値の関係

(2) 分析結果

①用途別のエネルギー消費量原単位

本研究が採用した用途別エネルギー消費量の推計方法を表2に示す。所有機器の機種・容量・使用頻度をアンケートでたずね、エネルギー種別消費量を用途別に配分してゆく方法が従来採用されることが多いようであるが、アンケートの内容が極めて繁雑になることが予想されたため、異なる方法を採用した。表3に用途別エネルギー消費原単位の算出結果を示す。

②エネルギー消費原単位の影響要因

ア、暖房エネルギー消費量

暖房エネルギー消費量は、戸建住宅と集合住宅とで顕著な相違を示したため、別々に分析した。住宅の床面積・家族人数など様々な変数との関係を調べたところ、最も影響力の大きいのは気候条件（暖房度日）であった。図1と図2にその結果を示す。図中の回帰曲線による予測の精度は良好といえる。3000度日をやや下回るあたりでいずれの曲線も傾きを急に増しているが、このことは暖房形態がその近辺で不連続的に変化していることを示すものと考えられる。すなわち、間欠・部分暖房から連続・全室暖房への変化である。本論文の、団地を単位とした相関分析では、床面積、家族人数、収入といった要因と暖房エネルギー消費量との相関は見られなかった。

イ、冷房エネルギー消費量

図3と図4に各々、戸建住宅と集合住宅の冷房度日と冷房エネルギー消費量の相関を示す。これらの図は表3に示した原単位をプロットしたものであり、冷房設備を有無を問わずすべての住宅について平均した値を用いている。両者の関係ともほぼ直線関係にあるといってもよい。また、冷房エネルギー消費量の場合は、戸建住宅と集合住宅の差はわずかである。暖房エネルギーの場合と同様、床面積、家族人数、収入といった要因との明確な相関は見られなかった。東京都心に立地する分譲集合住宅(団地コード42)における冷房エネルギー消費量が冷房デグリデーでは那覇の3分の1以下であるにもかかわらず全国的に見ても最も多い団地のひとつとなっていることが注目される。

ウ、給湯エネルギー消費量

給湯エネルギー消費量に影響力を持つ要因としては、図5に示すような家族規模（“修正家族人数”を新たに定義し用いる。10才未満の子供を0.5人と勘定して得られる家族人数であり、単なる家族人数よりも様々なエネルギー消費量をよく説明できる。）、及び図6に示すような収入ランク（税込みの家族の年間収入：250万円未満(ランク1)・500万円未満(ランク2)・750万円未満(ランク3)・1000万円未満(ランク4)・1250万円未満(ランク5)・1500万円未満(ランク6)・1500万円以上(ランク7)とし、中央値をもって各団地の代表値とした）との明確な相関が見られた。それらの他にも、水道水温の影響、入浴・シャワーの頻度を考慮する必要があると考えられたので、次式(6)のような回帰式を仮定した（式(1)は表2、式(2)～(5)については図1～4中に示した）。

$$y/n_c(t_1 - t_2) = ax_1 + bx_2 + cx_3 + d \quad \dots(6)$$

y：給湯エネルギー消費量 (Mcal/年)

n_c：修正家族人数(10才未満を0.5人とした家族人数)

t₁：仮想給湯温度(40℃)　t₂：年平均外気温(℃)

x₁：年平均週間入浴回数(回/週・人)

x₂：年平均週間シャワー回数(回/週・人)

x_3 : 家族収入ランク

重回帰分析の結果、(7)式のような回帰式が得られた。

$$y = n_c(40 - t_2)(4.84x_1 + 3.10x_2 + 7.45x_3 - 0.84) \dots(7)$$

(重相関係数 = 0.69)

エ、照明等エネルギー消費量

収入ランク及び修正家族人数との相関が明確に現れていた。床面積についても検討したが、影響力はほとんど統計的には現れていない。そこで、その前2者の値を用いた重回帰式を求めたところ次式(8)のようになった。

$$y = 303.3n_c + 449.7x_3 + 52.5 \dots(8)$$

(重相関係数 = 0.69)

y : 照明等エネルギー消費量(Mcal/年)

標準偏回帰係数でみると、修正家族人数のほうが収入ランクに比してやや影響力が大きい(0.55と0.38)。

オ、調理エネルギー消費量

今回得られたデータでは、調理エネルギー消費量に関して全国的な分析を行うことは残念ながらできない。調理エネルギー消費量を分離できた1つの団地のみから得られた関係式は表2中の式(1)に示されている。

(3) 考察

①暖房/冷房エネルギー消費量

札幌程度の寒冷地のデータを将来追加することによってはっきりするだろうが、4000度日以上では再び暖房度日と暖房エネルギー消費量との間に直線関係が現れ、その直線は今回の仙台以南のデータが示す直線よりも上の方に位置するものとなることが予想される。したがって、暖房エネルギー消費量を推計するための(2)(3)式の適用は、4000度日以下に限るべきである。札幌など寒冷地と仙台以南地域との間の、そうした相違は暖房習慣の相違を反映したものであると考えられる。

暖房機器としてヒートポンプが多用されている団地では、2次エネルギー換算した暖房エネルギー消費量が小さく算出される傾向がある点には留意が必要である。例えば団地コード44、54、62といった団地である。

冷房エネルギー消費量は、那覇を除く地域のすべての団地について、暖房エネルギー消費量に比べると小さい(2次エネルギー換算値での比較)。従来の統計資料を参照しても、冷房エネルギー消費が家庭におけるエネルギー消費全体の中ではわずかな割合しか占めていない。しかし、分譲都心立地型の集合住宅についての結果をみると、冷房エネルギー消費の暖房エネルギー消費に対する比率は、東京(0.38)、名古屋(0.17)、京都(0.26)、福岡(0.20)というように、東京以南の分譲都心立地型集合住宅ではこれまでの統計情報に見られない冷房エネルギー消費量の多さを示している。この原因としては、騒音等に起因する通風確保の困難さや微気候変化としての気温上昇という都心部独特の条件が考えられ、今後、本来は室内環境質を支えるべき外部環境質が悪化した場合に予想される、こうした冷房エネルギー消費増加への対策が必要であることを裏付けている。

②給湯エネルギー消費量

給湯は、札幌を除くほとんどすべての団地において、用途の5分類の中で最も大きな割合を占めるエネルギー消費用途である。そのことは戸建住宅と集合住宅の区別を問わないではまる。本研究における調査の対象が、比較的新しく、かつ公的機関が建設に関与しているために省エネルギー基準を満足する住宅がほとんどであると考えられるので、こうした事実が既存の住宅全体に該当するとは言えないが、給湯エネルギー消費が今後の省エネルギー対策において冷房エネルギーとともに特に課題となってくることが予想される。

③照明等エネルギー消費量

照明等という電力の用途の中に含まれるものとしては照明器具のほかに、冷蔵庫・テレビやオーディオ・炊飯器などの調理機器・洗濯機・衣類や食器の乾燥機・換気設備などが挙げられる。他の用途のエネルギー消費に比べて、照明等エネルギー消費量は収入ランクとの関係が強い傾向が見られた。収入ランクが上がるとともに電化製品の種類が増し、それとともに同じ用途の電化製品でも消費電力の大きいものが使用される傾向があるからであろう。消費電力の大きい機器（大型テレビ・食器乾燥機・衣類乾燥機・大型冷凍冷蔵庫）の保有率と収入との関係を検討した結果からそのことが裏付けられている。

（4）まとめ

ここでは、8都市域に所在する39団地について、用途別エネルギー消費量の推定を、同一時期に同一の方法で行い、エネルギー消費原単位を明らかにするとともに、各用途エネルギー消費量毎に説明要因の検討を行い、推定式を作成した。これによって、地域、居住者属性、住戸形態によって変わる、住宅エネルギー消費のおおまかな構成を知り得る有効な方法を示すことができたのではないかと考える。

3. 住環境教育テキストの開発

（1）住環境テキスト開発の背景について

周知のように、近年、地球温暖化防止が世界的な課題として強く認識され、わが国においても1990年10月に閣議決定された「地球温暖化防止行動計画」に基づき、種々の排出抑制対策が図られつつある。「住宅等建築物の断熱構造化」「自然エネルギーの利用」「二酸化炭素排出の少ないライフスタイルの実現」といった住宅及び住生活に関わる対策もその主たる対策の一部となっている。地球温暖化については、自然教育のみの環境教育に留まらずに、多数の人口が居住する都市の生活においても、環境負荷発生抑制削減を支援するための知識や情報の伝達、そして生態中心思潮(ecocentric mode)に基づいた考え方を普及させることが必要であろうと考えられている。

（2）住環境教育用テキストの概要

①テキスト作成の意義と活用方法

1990年10月に決定された政府の「地球温暖化防止行動計画」の中では、2010年までの20年間に講じるべき二酸化炭素排出抑制対策の第1番目に「二酸化炭素排出の少ない都市・地域構造の形成」が挙げられ、その細目として挙げられている5項目のうちの最初の2項目として次のように記されている。

a. 都市緑化の推進により、植物の持つ気温低減効果を利用し、ヒートアイランド現象をやわらげる等都市気象を緩和し、冷房に要するエネルギー需要を低減する。

b. 住宅等建築物の暖熱構造化の推進、パッシブソーラーハウス等の省エネ型の建築物の普及促進を図るとともに、建築物において太陽熱温水器、ソーラーシステム、太陽電池等による自然エネルギーの利用を積極的に促進する。

さらに同計画には「家庭等において二酸化炭素の排出を少なくするライフスタイル等を形成するため、社会システムの整備、環境教育の充実を図る。」、あるいは「行動計画の周知及び地球温暖化問題に関する最新の科学的知見に基づいた正確な情報の普及を図り、広く環境教育の推進に努めるとともに、その自主的取り組みに対する支援・助成を行う。」と述べられているように、環境保全活動への生活者・消費者の側からの自主的な参加を促すような環境教育の充実が叫ばれている。

このように省エネルギー・省資源あるいは二酸化炭素排出抑制のためには、設備あるいは設計技法の開発や普及に加えて、特に住宅の住い手あるいは購入者に対してライフスタイルの形成を促す環境教育が必要であると考えられている。しかしながら、一般の生活者を対象として作成されたテキストは、環境問題を中心とする住生活に関する限り極めて数少ない。しかも、現在入手できるものは外国の著者によるものばかりと言っても過言ではない状態であり、一刻も早く関連専門分野の情報をわかりやすくまとめた資料が必要とされている。

今回、作成したテキストは、中学生以上の基礎的な知識と理解力をもつ人を対象として想定し、極力平易な表現を用いるように工夫されている。

②テキストの内容構成

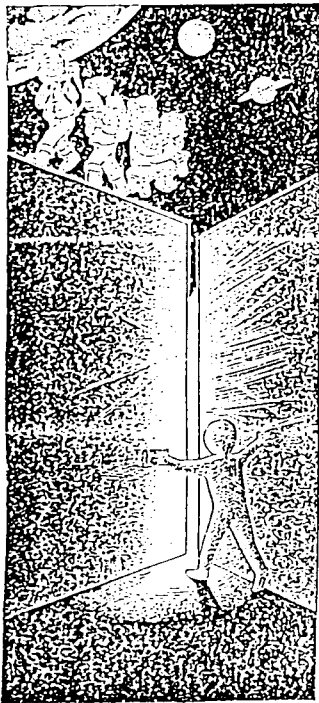
テキストの目次を表4に示す。「第1章 風景を求めて」と「第2章 生活の中の自然と人間」は導入部分にあたる。全体を通じて、「本当に快適な環境」はどのような環境なのか、について読み手に考えてもらえるような筋書きとしているが、個々人の記憶の中にある原風景がその点を考える際の手掛かりとなることを述べている。環境に関わる感覚は視覚的に記憶されている環境の状況と密接な関係を有しているものと考えられる。自然環境であっても人工環境であっても、各々の環境の特徴は形態として表出しているのが普通ではないかと考えられる(図9に例示する)。「第3章 身近な環境を考えるー自然と社会」では、気候条件や地形、地域の風土などと住まいとのかかわりについて述べている(図10に例示する)。「第4章 生活・エネルギー・地球環境」では、生活におけるエネルギー消費の現状を、本研究の中で実施した全国的調査結果に基づいて解説している(

表4 住環境教育テキスト目次

1. 風景を求めてー環境の認識	7.3 風通し
1.1 心の中の風景	7.4 涼しい家
1.2 失われた風景	7.5 暑さを過ごす工夫
1.3 今の風景	7.6 冷房と健康
a. 部屋の中	8. うるさい音と音楽と
b. 庭の風景	8.1 涼しい音
c. 近所の風景	8.2 うるさい音
d. 町の風景	8.3 音を計る
e. 旅の風景	8.4 うるさい音を出さない工夫
f. 日本から地球、世界の風景	8.5 うるさい音を防ぐ工夫
1.4 未来の風景	8.6 暮らしの中の騒動
2. 生活の中の自然と人間	8.7 音楽を楽しむために
2.1 健康な生活	9. 都市と緑の環境
2.2 自然とのふれあいの歴史	9.1 緑の役割
a. 自然の驚異からの防衛	a. 自然としての緑
b. 自然の利用・調節	b. 環境を語る緑
c. 人工物の登場	c. 植物と動物
d. 自然と人間の関係	9.2 緑と気候
2.3 ものを大切にす生活から、環境を考えた生活	9.3 緑と町と家
3. 身近な環境を考える	9.4 景色の中の緑
3.1 暮らしと気候	9.5 環境汚染と緑
3.2 居住地域と地形	10. きれいな水と空気をいつまでも
3.3 村や町の成立	10.1 生活のかてとしての水
3.4 住まいのかたち	10.2 生活のかてとしての空気
3.5 郷土の風土	10.3 ふるさとの水と空気
4. 生活・エネルギー・地球環境	10.4 汚れた水
4.1 エネルギー消費の実態	10.5 汚れた空気
4.2 エネルギー消費と暮らしの関係	10.6 きれいな水と空気を失わない工夫
4.3 時はエネルギーなり	11. ごみの後始末
4.4 地球温暖化と暮らし	11.1 使い捨てとリサイクル
4.5 地球環境の未来と身近な暮らし	11.2 ごみの処理
5. 生活の中の朝りと景色	11.3 ごみを出さない工夫
5.1 太陽の光	11.4 資源とエネルギーの再利用
5.2 見ること	12. うるおいのある生活
5.3 明るさをデザインする	12.1 本当に快適な生活とは
5.4 風景と見る環境	12.2 工夫された生活
6. 冬の暖かい生活	
6.1 寒さと体温	
6.2 暖まること	
6.3 火とエネルギー	
6.4 暖かき工夫	
6.5 こたつ、ストーブ、ヒーター	
6.6 結露を止める	
7. 夏の涼しい暮らし	
7.1 暑さとは	
7.2 涼しくすること	

1. 未来の風景

未来は決してオートメーションの世界ではなく、人間が自分の手でくらしをつくってゆくことになるでしょう。健康で、いざいざとした生活を、どのようにつくっていったらよいでしょうか。



■人間の未来

未来は決してオートメーションの世界ではなく、人間が自分の手でくらしをつくってゆくことになるでしょう。健康で、いざいざとした生活を、どのようにつくっていったらよいでしょうか。



■生き生きとした生活

人間がくらしで環境をよこし、環境がくらしをよこす。これが未来の理想ではないかと思われています。住みやすさの点からいって、健康で、いざいざとした生活を、どのようにつくっていったらよいでしょうか。

図9 住環境教育テキストからの抜粋（第1章4節）

図11に例示する)。第5章から第11章までは、様々な環境要素毎に生活と環境との関り合い、またどのようにすれば生活にかかわり発生する環境負荷を最小限に抑えることができるのかについて述べられている(図12及び図13に例示する)。テキストのいずれの部分も簡潔な説明文と、ほぼ文章と同量かそれ以上のイラストから構成されている。「第12章 うるおいのある生活」では、結論の章として、快適な生活とはどのようなものだと考えることが、環境保全ひいては住生活環境の改善に寄与するのか、という点について述べている。

(3) まとめ

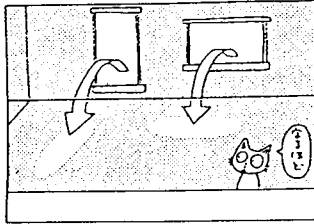
従来、建築(住宅)の環境形成の仕組みについて、生活者向けに体系的にまとめられたものはほとんどなかったと言える。どのような住宅を選び、どのように住まうことによって、快適にかつ周囲の環境に負荷を及ぼさずに住むことができるのか、ということに関して上述したテキストは必要な情報と考える機会を提供することができるのではないかと考える。従来の研究の形態とは異なる作業ではあったが、調査研究・実験的研究・理論的研究によって産み出される建築のハードウェアの技術とともに、建築の使い手の側に情報を提供する手法(ここでのテキストのような媒体)を開発することも必要なのではないかと考えられる。

4. 本サブテーマの総括と今後の課題

本サブテーマの前半において行った家庭におけるエネルギー消費を中心とした実態調査結果が

5. 明るさをデザインする

自然の光と人工の光を上手に工夫して、より少ないエネルギーで、目に負担のない照明について考えてみましょう。

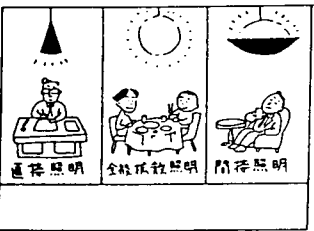
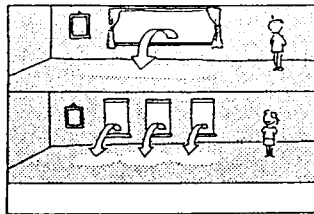


窓のくふう

窓の形や配座をすこし変えるだけで、光は部屋の隅までとどいたり、広がったります。

以上で、光の性質、人間の目の仕組みとして光やすきや暗い状態について簡単に説明しました。次に、自然の光と人工の光を上手に工夫して、より少ないエネルギーで目に負担のない照明設計について説明します。

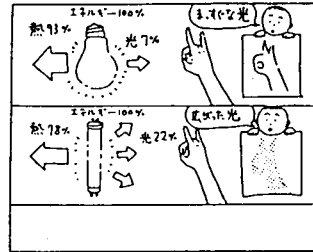
普通光や直射光の自然光はガラス窓を通して部屋の中に入りますが、その様子には窓の構造や形によって変化します。例えば図5-3-1の2)に、同じ窓の面積でも縦長の窓の方が、横長の窓より光が遠くまで届きます。この性質を利用して、廊下の突き当たりや縦長の窓をつけ、廊下へ届きにくい廊下の奥まで照らすことができます。また、同じ窓の面積でも、一つに絞るよりはいくつかに分けた方が、より広い範囲に比較的均一に光を届かせることができます。



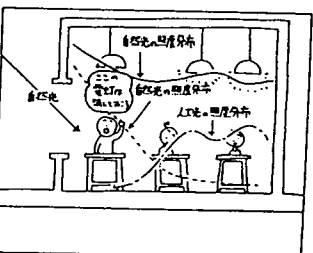
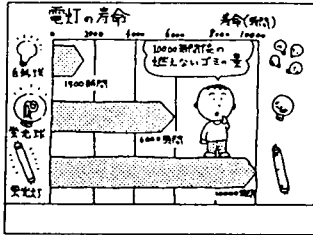
人工照明のかたちと光

照明によってその部屋の雰囲気は大きく変わります。電球や蛍光灯の役割とその光の性質をみてみましょう。

家や学校で使われる照明は、人工照明によって決まっています。ただし、室内の用途や雰囲気によって光の質を工夫します。光を柔らかくする直接照明や、一定色や方向性がないので、その反射を利用して柔らかい雰囲気を演出する間接照明があります。



一般の家庭で使われている人工の光としては、白熱電球と蛍光灯の2種類があります。図5-3-1に示すように、どちらも電球として多く使われたエネルギーのほとんどが、熱として捨てられてしまっていますが、蛍光灯の方が白熱電球より、同じエネルギーで約3割の明るさを出すことができます。言い換えれば、同じ明るさでも蛍光灯の方が1/3のエネルギーで済ませることができるといえます。また、図5-3-1の2)に蛍光灯の寿命の方が、白熱電球よりも長くなっています。



自然の光と人工の光の組み合わせ

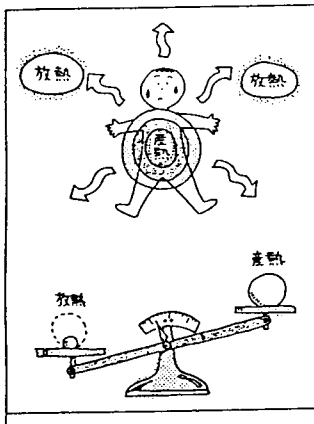
省エネルギーのために、自然の光と人工の光をうまく組み合わせることが大切です。

以上の2つの自然の光と人工の光を、家の中で上手に配分することで、自然の光の明るさを活かすことができます。例えば図5-3-1に示すように、昼間窓に近い所は自然の光を利用し、部屋の奥の方は人工の光を利用すれば、部屋全体は明るく輝くことができます。さらに、室内の空気を上手に換気することで、より快適な環境を作ります。

図12 住環境教育テキストからの抜粋 (第5章3節)

7. 「暑さ」とは

涼しさを得る方法を考えるには、まず暑さというものを知る必要があります。暑さには不快な暑さあれば快適な暑さもあります。そして暑いと感じる時、人の生理や心理はどのような状態にあるのでしょうか。



暑さ

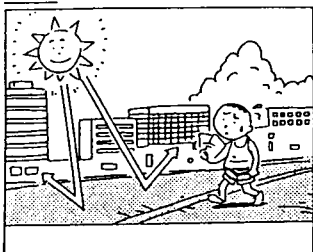
あついと暑さ、何を指して言っているのでしょうか。気温でしょうか、周囲の湿度、それとも身体でしょうか。「暑い」「熱い」、その違いは何でしょうか。

「あつい」という言葉は体温が高くなる状態のものを指すに使われます。またそれに伴った時の感覚を表現するのにも使われます。体温の中で体温が上がるのは「暑さ」「熱さ」があります。これらの環境で体温が高くなるのは「暑さ」です。それ以外の場合は一般的に「熱さ」と言います。

暑さと汗

汗はかく時に皮膚から気化熱を奪うのでさわやかに感じます。同時に体温上昇を防ぐので心理的にも生理的にもその効果は大きいのです。

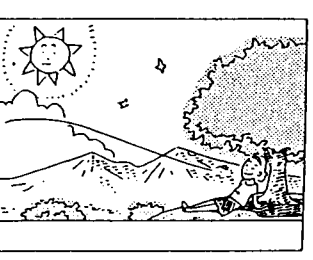
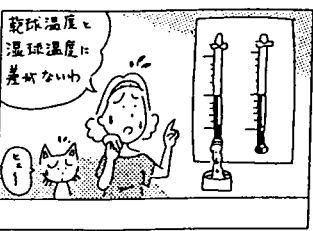
両手で説明したように人間は涼しい環境で過ごすのが本来の姿です。そのため気温が高くなると、体温を一定に保つために汗をかくようになります。周囲の湿度が高い時は汗が蒸発しにくくなり、周囲の湿度が高くなると汗が蒸発しにくくなり、皮膚蒸発熱の量が少なくなると、体温が上がりやすくなります。しかし皮膚蒸発熱の量は湿度が高くなると、ある程度まで上がった後に汗が蒸発しやすくなります。汗は皮膚から蒸発して気化熱を奪うので、この気化熱に蒸発した分以上を奪っていくことで体温が下がります。



暑さを感じる暑さと蒸し暑さ

真夏の日に屋外で体験する暑さと梅雨の頃の不快指数の高い日に室内で感じる暑さとは感じ方が違いますね。気温以外に何が作用しているのでしょうか。

夏の天気の良い日の屋外は真夏より涼しく感じられるのは、空気の湿度が低いからです。梅雨の頃の不快指数が高いのは、湿度が高いからです。湿度が高いと、汗が蒸発しにくくなり、皮膚蒸発熱の量が少なくなると、体温が上がりやすくなります。また、湿度が高いと、汗が蒸発しにくくなり、皮膚蒸発熱の量が少なくなると、体温が上がりやすくなります。



暑さややかな暑さ

夏の真夏は、太陽の下では暑くても木陰に入ると涼しく感じます。この感覚、すなわち快適感を感じる人、夏の避暑地は人気があります。

暑さは気圧によって決まるとは限りません。湿度や気圧によって変わります。夏の真夏は太陽の放射が最も強くなるので、木陰に入ると涼しく感じます。これは真夏は太陽の放射が最も強くなるので、木陰に入ると涼しく感じます。また、湿度が高いと、汗が蒸発しにくくなり、皮膚蒸発熱の量が少なくなると、体温が上がりやすくなります。しかし湿度が高いと、汗が蒸発しやすくなり、皮膚蒸発熱の量が多くなると、体温が下がります。

図13 住環境教育テキストからの抜粋 (第7章1節)

らは、これまで不明確であったところの、家族属性（規模や収入）、住居形態、地域特性といった諸要因が暖冷房、給湯、照明等電力消費などの用途別エネルギー消費量に及ぼす影響についていくつかの新しい知見が得られた。例えば、給湯エネルギー消費は、地域の年間平均気温、地域によって異なる平均的な入浴・シャワー頻度、家族規模（子供の年齢で調整した家族人数）、収入によってかなりの部分を説明できること。また、冷暖房エネルギー及び照明等電力消費についても諸要因との関係を示す予測式を示すことができた。こうした予測式を用いることによって、今後は各家庭のエネルギー消費量が平均的な家庭のエネルギー消費量と比較して多いか少ないかを判定することができるようになるものと考えられる。また、居住者の意識と実際のエネルギー消費量との関係については、データの分析をさらに進める必要が残されており、確定的なことは言えないが、必ずしも環境保護に対して肯定的な態度を示した家庭のエネルギー消費が、そうでない家庭に対して少なくないという結果が今のところ出ている。一方で、エネルギー消費の多い家庭では、様々な観点から尋ね得られた節約意識に関する属性値が低い（被調査者自らが節約的ではないと自己診断している）ことが明らかとなっており、環境負荷を減らすためにエネルギー消費を減らさねばならないことはわかっているが、どうしても行動に移ることができにくい状況が存在しているようにも思われた。このあたりの分析は今後の課題である。

本サブテーマの後半において行った住環境教育テキストの開発では、家庭において生じる環境負荷を削減するための方法や仕組みについて、イラストと平明な簡潔な文章で解説することを行った。この種のテキストはわが国においては現在は極めて希なものであるといえ、今後は早急に開発されたテキストの普及方法と、テキストを用いた講習等の効果についての検証、場合によってはテキストの改良を行っていく課題が残されている。

5. 研究発表の状況

以下に既に発表済みの論文及び掲載が決定したものを示す。

- 堀越哲美、坊垣和明、澤地孝男ほか：自然とふれあう住まいの環境—人・住まい・街・自然—、(社)建築研究振興協会、1994. 3
- 澤地孝男、坊垣和明ほか：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 その1 用途別エネルギー消費量原単位の算出と推定式の作成、日本建築学会計画系論文集、1994. 8
- 澤地孝男、坊垣和明：全国8都市における住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する調査研究 その1 調査概要及び対象住戸属性に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 赤林伸一、真保聡裕：同上 その2 新潟市における夏季の室温と環境意識に関するアンケート調査、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 赤林伸一、足立直之：同上 その3 新潟市における冬季の室温とエネルギー消費量に関する調査、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 渡嘉敷健、森田大：同上 その4 沖縄におけるルームクーラーの利用実態、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 森田大、渡嘉敷健：同上 その5 沖縄における暖房利用の実態と冬のライフスタイル、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 平野好治、井上隆：地球温暖化の観点からの空調設備・省エネルギー手法評価 その3 実態調査と空調機器比較、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 大野秀夫、久野覚：住宅における熱・光環境に対する心理的評価に関する研究 その1 調査概要と熱環境評価についての一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 伊藤健、久野覚：同上 その2 日照意識に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 1993. 9
- 松原斎樹、澤島智明：わが国の伝統的民家と現代的住宅の熱環境と住み方 第17回人間-生活環境系シンポジウム 1993. 12
- 鈴木憲三、澤地孝男、坊垣和明：札幌における住まい方とエネルギー消費量に関する実態調査 日本建築学会北海道支部研究報告集No. 66 1993. 3
- Takao Sawachi and Kazuaki Bohgaki: Energy Use and Life Style in Japanese Houses, Proceedings of the First International Conference "Buildings and the Environment" in London, 1994. 5