財団法人新住宅普及会
住宅建築研究所報1974

住宅におけるエネルギ消費と居住環境性能に関する研究

東京大学生産技術研究所　勝田研究室
村上研究室

序

本報告は住宅用エネルギ消費量を居住環境との関連でとらえ，その実態を明らかにするとともに，わが国の住宅における望ましいエネルギ消費レベルについて検討を試みたものである。

昨今エネルギの問題に関しては，エネルギ供給事情の悪化及びエネルギ消費の増大による環境汚染の顕在化の両面から社会的関心がにわかに高まってきており，エネルギ多消費の反省から省エネルギ政策が前面に押し出されてきている。しかしながら，住宅に関してはエネルギ消費内容が未だ十分明らかにされておらず，望ましい居住水準の設定も容易ではないので，今後住宅用として必要なエネルギ供給量を算定することも，又省エネルギ方策を実施していくことも難しいというのが現状である。

従って住宅用エネルギ消費に関する研究のプロセスは以下のようになろう。

① 住宅用エネルギ消費内容の実態把握
② エネルギ消費量に影響を及ぼす要因の整理，分析
③ 現状のエネルギ消費水準の評価と望ましい居住環境レベルの設定
④ 望ましい居住環境レベルを実現するために必要なエネルギ消費量の算定
⑤ 省エネルギ方策の検討

以上の研究のプロセスを前提として，本報告を次のようにまとめた。

1章では，住宅用エネルギ消費に関する研究の目的を整理し，エネルギ消費量を明確にとらえるための軸を設定した。又，エネルギ消費量を求める方法について検討を加えた。

2章では，ケーススタディとしてKMC実験住宅〔注1〕をとりあげ，住宅用エネルギ消費量についての入居後2年余りにわたる実測並びに冬期の暖房実態に関するアンケート調査によって，エネルギ消費の内容及びエネルギ消費量と冬期の室内環境，住い方の関連を明らかにした。

3章では，既存の文献，資料を基に年間エネルギ消費量のグレードを設定し，現状のレベル，望ましいレベルについて考察した。又，エネルギ消費に影響を及ぼすいくつかの因子について検討した。最後に，住宅における省エネルギ問題について若干触れた。

§1. 研究の目的と方法

1．1 研究の目的

住宅用エネルギ消費量に関する研究の当面の目的は，

① 居住環境との関連におけるエネルギ消費内容の実態把握
② 現状のエネルギ消費レベルの評価と望ましいエネルギ消費レベルの設定

にある。但しこれらの研究は以下に掲げる開発研究や計画の基礎的資料となるものである。

① 住宅設備の機器容量の適正な設定と合理的な搬送システムの開発
　この中にはエネルギの再利用システム，排出エネルギの処理の問題も含まれる。
② 国レベル，自治体レベルにおける住宅用エネルギの供給体制の整備計画
③ 環境容量設定のための基礎的研究

1．2 住宅用エネルギ消費量をとらえる軸

本節では住宅用エネルギ消費量の把握を容易にするための3つの軸すなわち機能軸，スケール軸，時間軸について述べる。

1．2．1 機能軸

エネルギ消費量は図1.1のように居住環境システムの6つの要素の中の1つとして位置づけられる。これら6つの要素は互いに密接な関連を持っており，エネルギ消費量は他の5つの要素の関数と考えることもできる。従ってエネルギ消費量のデータを得るときには，他の要素

〔注1〕 KMC（公団住宅寸法調整に関する委員会）の実験住宅用に東京三洋電機株式会社が公団特別分譲住宅として建設した集合住宅

も同時にとらえなければならない。

又各要素はいくつかの具体的な因子から成り立っている。各因子を列挙すれば図 1.2 のようになる。エネルギ消費量に関するデータを得る場合は考え得るすべての因子を列挙し，目的に応じて因子を選定していく。その際にそれらの因子間の相関を網羅的に洗い出していくことによって研究目的を達成するための実験，調査項目，及び分析項目を整理することができる。

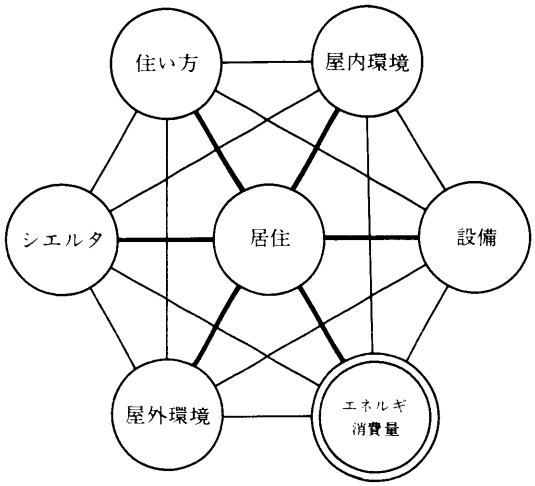


図 1.1　機能要素の相関網

1．2．2　スケール軸

エネルギはいくつかの変換，調整過程を経て消費の段階にいたる。このエネルギ搬送システムにおける各種の変換調整装置はスペース，ルーム，住戸，住棟，住区，地域……という人間集合のレベルすなわちスケール軸に対応させてとらえることができる。それらの設備の設計の基礎となるのがエネルギ消費量のデータである。しかし各レベルにおける設備にはそれぞれに応じたエネルギ消費量のデータが要求される。例えば暖房設備についていえば各戸セントラル暖房機の設計には，各戸の暖房用エネルギ消費量のデータがそのまま利用できるが，住棟セントラル暖房や地域セントラル暖房のプラントを設計する際には新たに同時使用率というファクターを考慮に入れなければならない。エネルギが調整変換過程を経て供給されていく際には，設備のもつ効率によってエネルギが失われていくので最終的に消費されるエネルギに対して各レベルで供給すべきエネルギ量は異なってくるということになる。

従ってデータを整理する場合には，どのレベルでとらえたものなのかを明確にしておく必要がある。

1．2．3　時間軸

住宅における年間エネルギ消費量は，それに関連する要素の変化 — 例えば設備性能の向上 — に応じて常に変わっていく。

この時間的な変化は，特に統計データによって過去から現在までの推移から将来予測を行う場合には重要である。又実態調査等のデータを整理する際にはいつのデータであるのかを明確にしておかなければならない。つまり，常に時間軸上での位置づけが必要である。

1．3　居住者行動とエネルギ消費量

住宅をエネルギ消費の側面から眺め，住戸単位をトータルシステムでとらえるとき，その中には，暖冷房，給湯，炊事等，各種のサブシステムが存在する。これらのサブシステムが居住者の行動と密接な関係にあることは言うまでもない。この居住者の行動に伴ってエネルギは消費される。

従ってエネルギ消費の内容は居住者行動に対応してとらえる必要がある。各種の居住者行動はそれぞれ異った要素と強い関連を持つから，住宅用エネルギ消費量のばらつきの要因を検討する際にも居住者行動と対応させてエネルギ消費量の内容をとらえておけば比較的容易である。

表 1.1 に居住者の行動，エネルギの最終形態，設備機器，エネルギ源の 4 者の関係を示す。

表 1.1　居住者行動，エネルギ消費，設備機器，エネルギ源の関係　（例えば以下のようになる）

居住者行動	末端機器	エネルギ源	エネルギ最終形態
採暖	電気ゴタツ	電気	輻射熱，伝達熱
	灯油ストーブ	灯油	燃焼→対流輻射熱
	電気ストーブ，電気パネルヒータ	電気	輻射熱
	ラジエター，コンベクタ，ファンコイル	ガス又は灯油，上水	温水→対流輻射熱
	軸射パネル	ガス又は灯油，上水	温水→輻射熱
	吹出口	ガス又は灯油	温風
	ヒートポンプ式暖房器	電気	温風
採涼	扇風機ウィンドファン	電気	送風
	ウィンドクーラー	電気	冷風
	ファンコイル	電気又はガス又は灯油	冷水→対流熱
	吹出口	電気又はガス又は灯油	冷風
換気	換気扇，吸込口	電気	送風
入浴	蛇口	ガス又は灯油又は電気 上水	温水
炊事(1)	蛇口	ガス又は灯油又は電気 上水	温水
(2)	蛇口	上水	上水
(3)	ガステーブル，ガスオーブン	ガス	熱
	電気釜	電気	熱
洗面・洗濯(1)	蛇口	ガス又は灯油又は電気 上水	温水
(2)	蛇口	上水	上水
乾燥	ガス乾燥機	ガス	温風
照明	照明器具	電気	光
集計		ガス，電気，灯油の消費量	

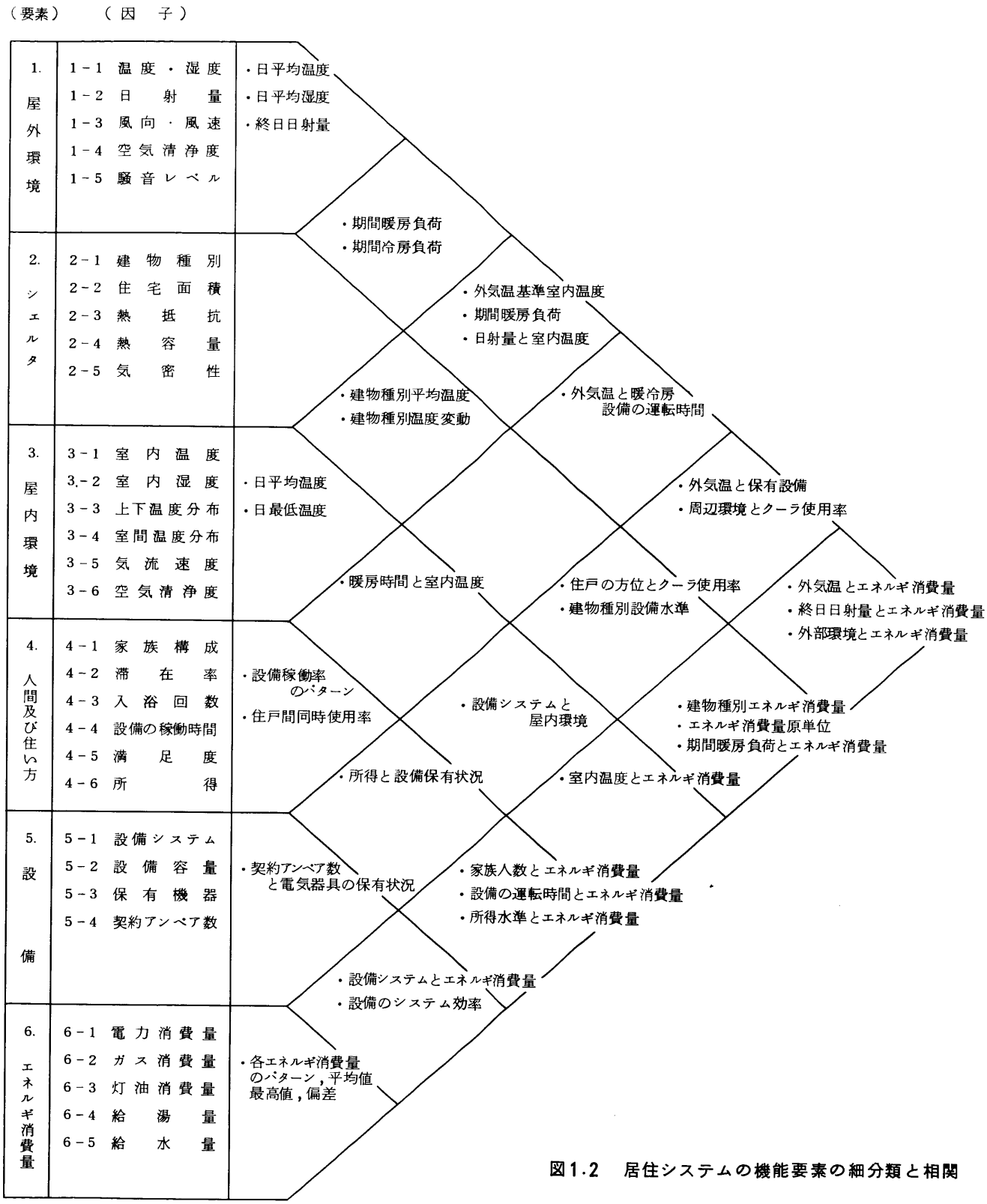


図1.2　居住システムの機能要素の細分類と相関

1．4　エネルギ消費量を求める方法

1．4．1　実験住宅における居住実験

エネルギ消費量との関連で住宅実験の目的を示せば以下の通りである。

① 設備計画の資料を得るため，新らしい設備（実験的な意味を持つ）を施した住宅において入居者の住い方と関連させてエネルギ消費の実態を把握する。

② 設備システム，シエルター等のいくつかの条件を変えてエネルギ消費量を比較し，それによって因子の影響を明らかにする。

実験住宅の場合にはあらかじめ条件を適当に与えることが可能であり，詳細な測定もできるので，エネルギ消費量の分析を行うためには最も有効である。

但し実験住宅は条件の制約を受けているため，そこでのエネルギ消費量はいわば特殊解であることに注意しなければならない。

1．4．2　実態調査

目的に応じて様々な実態調査の方法がある。又対象の選び方も異なってくる。対象の選定の仕方で大別すれば無作為に選定する方法と意図的に限定した対象を選定する方法の２つである。

ある地域の平均的な住宅１戸当りエネルギ消費量を求めるという場合には前者の方法がとられ，シエルターや設備とエネルギー消費量を対応させて実態をつかむときには後者の方法がとられる。後者はさらに対象を限定する条件の数によって何段階かに別けられる。条件の数が多ければエネルギ消費量とそれに与える因子の相関がとらえやすくなる。

1．4．3　統計データによる推定

住宅実験や実態調査ではエネルギ消費量を検針メータなどによって直接求めるが，この方法によらず統計データから間接的に推定することも可能である。具体的には供給側のデータから求める方法と消費側のデータから求める方法がある。

(1) 供給側のデータから求める方法

例１　各エネルギ供給会社における住宅部門へのエネルギ供給量のデータを利用する。

(2) 消費側のデータから求める方法

例２　光熱費に関する統計データを利用する。

例３　器具の普及率及び器具の使用時間の統計データを利用する。

統計データによる推定は，エネルギ消費量の平均値をマクロ的に把握する場合に有効である。しかしエネルギ消費量の住戸によるばらつきはとらえられない。

1．4．4　シミュレーションによる算定

住宅のモデル，すなわちシェルタ，設備，屋内環境のモデルを設定し，外部環境条件，住い方のパターンをインプットしてエネルギ消費量を算定する方法である。

シミュレーションの目的は，任意の住宅におけるエネルギ消費量を予測することである。又，年間エネルギ消費の内容が居住者の行動に対応して詳細に求められるから，インプットの条件がエネルギ消費量にどの程度影響を及ぼしているかが明確となる。省エネルギ対策の効果を検討するためにも有効である。しかし問題は屋内環境条件や住い方のパターンの与え方である。この２つの条件は居住者によって相当のばらつきがあり，この与え方によってエネルギ消費量は著しく異なってくる。

又，シェルタ，設備は施工精度によるばらつきが大きく，設計時の設定条件と完成後の性能はしばしば一致しない。

従って理論的にはエネルギ消費量を算定することができても，その値と実際の居住状態のエネルギ消費量とは大幅に異なることが多い。

§2.　KMC 実験住宅におけるエネルギ消費量と居住環境

2．1　本章の目的及び内容

本章はケーススタディとしてＫＭＣ実験住宅をとりあげ，入居後２年間にわたるエネルギ消費量の実測，冬期の居住実験のデータを基にエネルギ消費の内容及びエネルギ消費量と室内環境，住い方との相関を明らかにするものである。

ＫＭＣ実験住宅とはＫＭＣ（住宅公団寸法調整に関する委員会）の実験住宅用に東京三洋電機株式会社が公団特別分譲住宅として建設したものである。今まで実施してきた実験の内容，経過は**表 2.1** の通りであり，既にいくつかの報告で発表しているが[文献1),2),3),4)]，今回は住宅用エネルギ消費量を中心に以下の観点に注目して分析を行った。

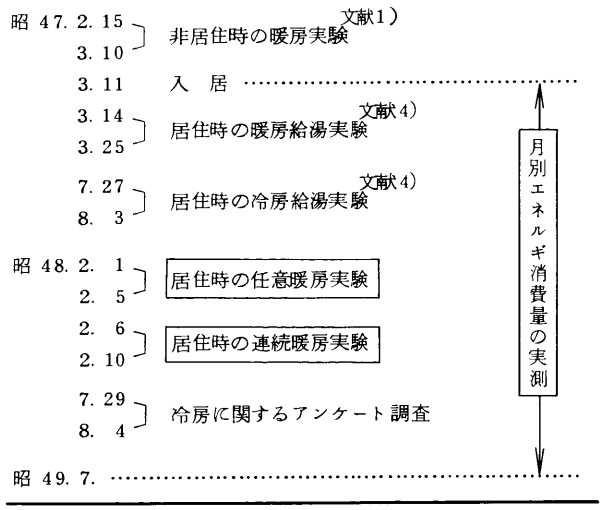
① 用途別年間エネルギ消費量及び用途別の年変化

② 住い方のばらつきとエネルギ消費量

③ 入居後における暖房実態の変化

④ 入居１年後における任意暖房時と連続暖房時の室内環境の比較

表 2.1　KMC実験住宅における住宅実験の経過



□は今回報告の内容

2．2　実験住宅の概要

2．2．1　建物概要

建物概要，建物外観，及び住戸平面図を各々**表2.2**，**写真1**，**図2.1**に示す。この実験住宅は，4階建24戸，室構成は2LDKで冷暖房設備，キッチンユニットなどを中心にまとめたハートコアユニットの建築方式を取り入れ，80cmモデュール，全室洋室などの新しい試みがなされている。また冷暖房の効果を上げるため建物の外壁外側に断熱材を用いたいわゆる外断熱を行っている。この断熱材はコンクリート打込時の型枠を兼ねている。

2．2．2　設備概要

(1)　冷暖房給湯システム

本実験住宅における暖冷房および給湯システムはホームセントラル方式である。ボイラユニットから各室への熱の搬送は**図2.1**に示すようなダクトシステムからなる。**表2.3**に本機器の暖冷房及び給湯能力を示す。

2．2．3　集中検針システム

本実験住宅においては電気，ガス，水道のエネルギ計量メータを集中化し，遠隔集中検針が出来るシステムである。

また，精密測定を行った6戸については**図2.2**に示すように電気，ガスの合計値の他に用途別の使用量が測定できる。

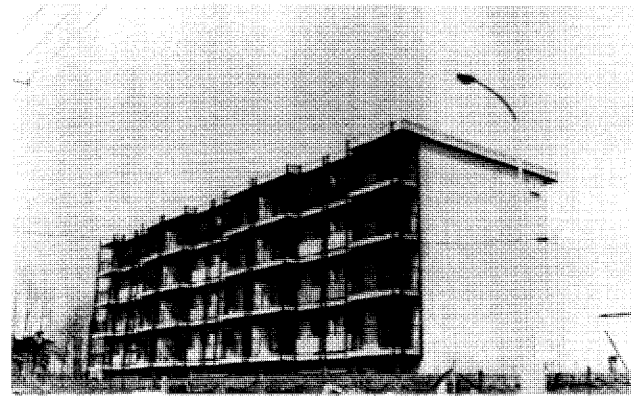
2．2．4　入居者の家族構成

入居直後及び入居1年後における入居者の家族構成を**図2.3**に示す。居住者は若い夫婦が多い。全住戸平均の家族人数は昭47.3は3.1人，昭48.2は3.3人である。

なお精密測定を行った住戸は**図2.3**で＊印をつけた105，106，205，206．405，406の6戸である。

表 2.2　建物概要

建築位置	群馬県邑楽郡大泉町
建築面積	389.76 m²
延床面積	1,858.56 m²
階数	4 階
住戸数	24 戸
1住戸専有面積	73.44 m²（居住部分 64.96 m²）
工期	着工　昭和46年4月1日 完工　昭和47年1月31日



写真－1　南東より見た建物外観

2．3　実験概要

実験内容及び測定方法を**表2.4**，**表2.5**に示す。

表 2.4　実験の内容

年間エネルギ消費実測	1)　月別エネルギ消費量 2)　用途別年間エネルギ消費構成
入居1年後の冬期における暖房実験	1)　暖房使用実態（アンケート調査） a.　暖房使用率 b.　暖房時間 c.　住戸間同時使用率 d.　他の暖房器具の使用状況 2)　暖房効果（アンケート調査） 3)　各住戸室内温度，上下温度分布 4)　エネルギ消費量

表 2.3　暖房給湯及び冷房能力

給湯暖房	燃　　料	プロパンガス
	ガス消費量	1.38 kg／h
	暖房能力	8,900 Kcal／h（ファン強，四方弁全開）
		2,500 Kcal／h（ファン弱，四方弁中開）
	給湯能力	12,500 Kcal／h
	貯湯量	75 ℓ
	貯湯温度	60 ～ 85℃
冷　房	冷房能力	2,800 Kcal／h

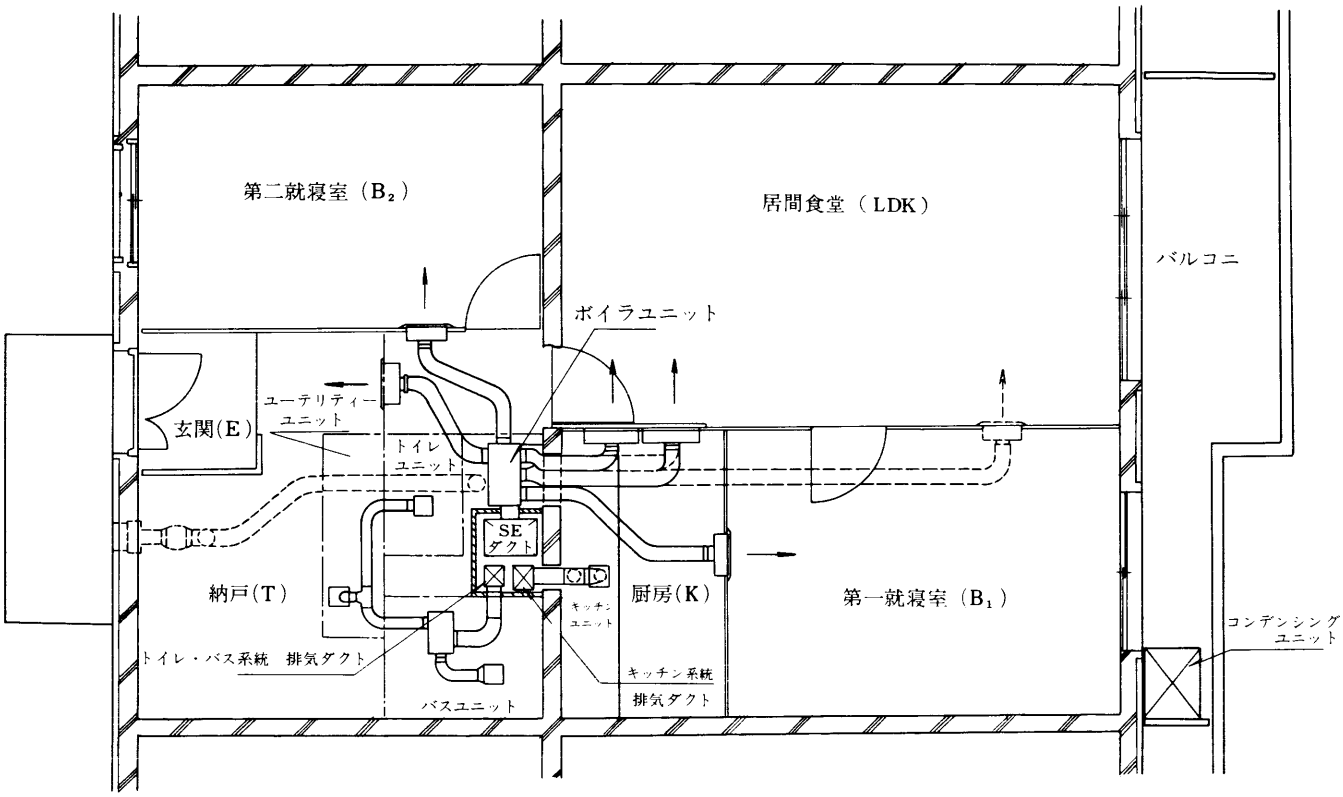


図 2.1　住戸平面図とダクトシステム

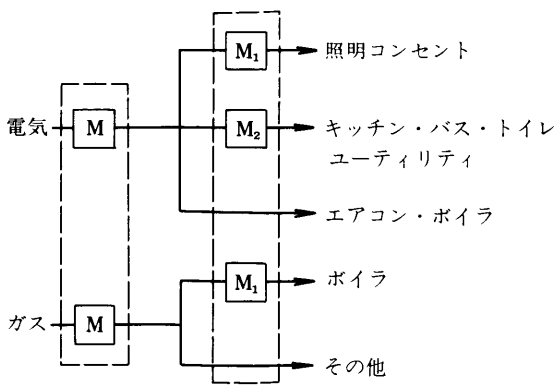


図 2.2　エネルギ計量メータ系統図

401 3人	402 2人→3人	403 2人	404 4人	405* 4人	406* 2人
301 4人	302 3人	303 3人	304 3人	305 3人	306 3人→4人
201 3人	202 3人→4人	203 3人	204 3人	205* 3人→4人	206* 4人
101 4人	102 3人	103 モデルルーム	104 実験基地	105* 3人	106* 4人

○ 家族人数：昭 47.3 及び昭 48.2 の数値
○ 家族構成：夫婦のみ又は夫婦＋子供
＊印は精密測定住戸

図 2.3　住戸番号と家族数

2．4　エネルギ消費実態

2．4．1　年間エネルギ消費量

入居後の月別エネルギ消費量の変化を各戸毎に**図2.4**に示す。サンプルとして昭和47年度冬期において灯油ストーブを使用している住戸及び不在がちの住戸は除外してある。従って，エネルギ源は電気とガスで熱量換算値を電力1KWh＝860Kcal，プロパンガス1m³=23,000Kcalとして住宅用のエネルギ消費量を求めた。図によれば冬期に明瞭なピークが現われるが，その時期に各戸のばらつきも大となる。又2年後の冬期のエネルギ消費量は1年後に比べ少なくなっている。**図2.5**，**図2.6**にガス，電気の年間エネルギ消費量の度数分布を示す。平均値でガス消費量は2年目に22.3％の減少，電気は13.7％の増加である。但しガス消費量は電気，ガス全体の約80％を占める。**図2.7**に月平均外気温と全住戸平均月間エネルギ消費量の関係を示す。両者の関係は明瞭に表われており，20℃を中心に外気温が上昇しても下降しても冷房，暖房の使用によりエネルギ消費量が増加していることがわかる。エネルギ消費量と $|t-20℃|$ の相関係数を求めると昭47年度が0.96，昭48年度は0.92となる。又 $|t-20℃|$ に対するエネルギ消費量yの回帰直線は以下のようになる。

昭47年度　$y=0.066x+0.29$

昭48年度　$y=0.030x+0.41$

但し　$x=|t-20℃|$

以上の図より，2年後はガスセントラル暖房の使用が減少し夏期における冷房の使用が増加していることが推測される。

表2.5　測定項目と測定方法

測定内容	測定項目	測定方法	測定場所
I. 外部環境	風向・風速	三杯型自記風向風速計	外部
	日射量	エブリ日射計＋自動平衡型自記記録計	
	輻射量	エブリ日射計＋しゃへいリング及びベックマン輻射計＋自動平衡型自記記録計	
	外気温度・水温	測温抵抗体＋自動平衡型自記記録計	
	外気湿度	デュッセル露点計＋自動平衡型自記記録計	
II. 屋内温熱環境	室内上下温度分布	C.C熱電対＋自動平衡型自記記録計	住戸 105，〃 106，〃 205，〃 206，〃 405，〃 406 精密測定住戸 他の一般住戸では各室のFL＋1100の温度のみ測定
	壁温	同上	
	湿度	C.C熱電対の先端にガーゼを取り付け，それを湿らせて湿球とし，同じ高さのC.C熱電対による乾球温度から湿度を求める。＋自動平衡型自記記録計	
III. 給湯熱量	給湯量	カウンタ表示による給湯量メータを直読	精密測定住戸
	給湯温度	測温抵抗体＋自動平衡型自記記録計	
IV. エネルギ消費量	ガス使用量	カウンタ表示によるガスメータを直読	全住戸
	電気使用量	カウンタ表示による電力計を直読	
	給水量	カウンタ表示による水道メータを直読	

2・4・2　用途別エネルギ消費量

精密測定住戸における用途別エネルギ消費量の年変化を**図2.8**に示す。暖房給湯用ガスのパターンは昭和48年冬期に明瞭なピークを示しているが，昭和49年はそれほどではない。厨房，その他用ガスは季節による差はほとんどみられない。又暖冷房用電気は夏期におけるピークが著しい。照明コンセント用は冬期の方が夏期に比べてやや多くなっており，これは日照時間の差，冬期における電気ゴタツの使用などによるものであろう。

次に昭和47年度の年間エネルギ消費量の用途別構成比を**図2.9**に示す。年間エネルギ消費量の中では給湯暖房用の割合が大きく両者で70～80％を占める。又厨房その他用，照明コンセント用，冷房用は住戸間のばらつきが少ない。次に昭和47年度における期間暖房負荷[注2)]と暖房用ガス消費量[注3)]の関係を**図2.10**に示す。各戸によるばらつきが著しく，暖房用ガス消費量は期間暖房負荷の20～180％である。このことは期間暖房負荷から暖房用エネルギ消費量を推定することが容易でないことを示している。

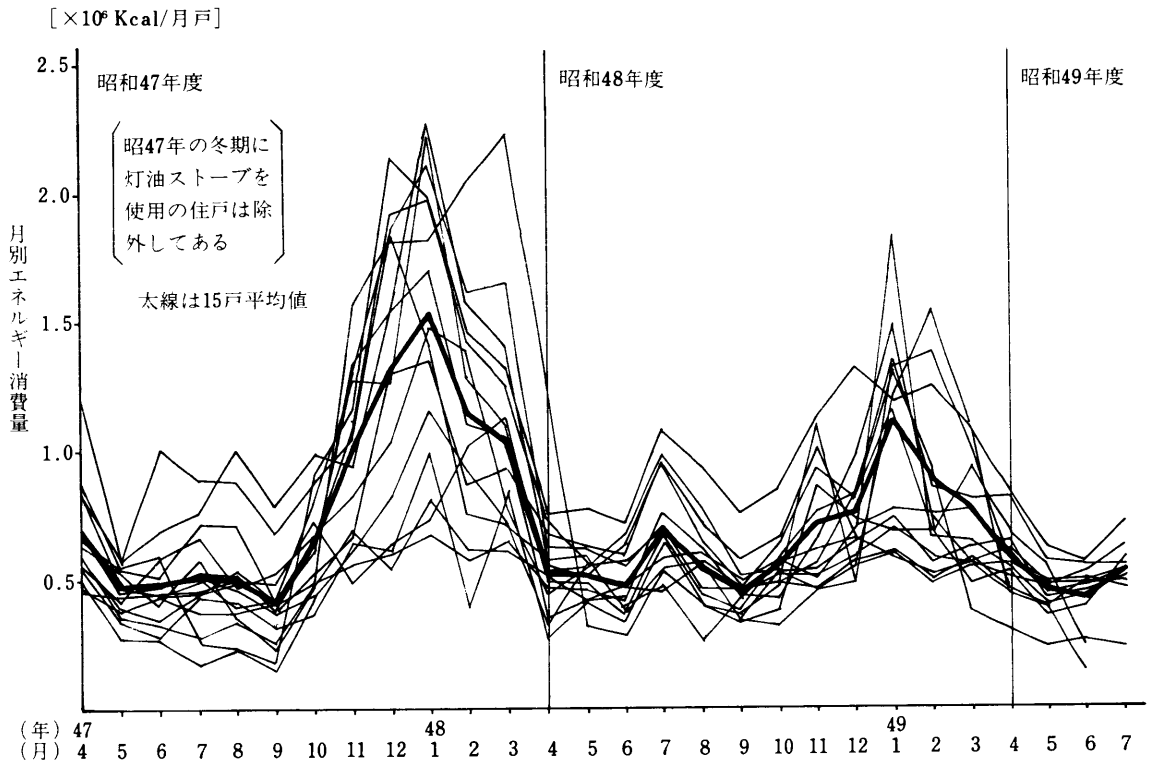


図2.4　各住戸のエネルギ消費量月別変化（ガス＋電気）

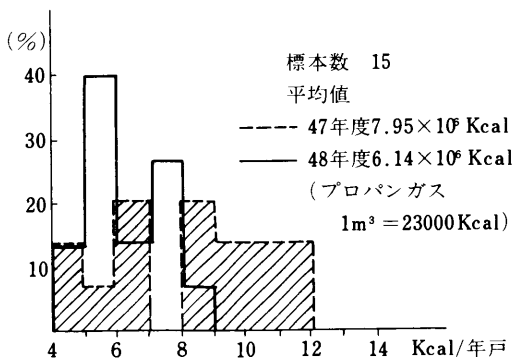


図2.5　年間ガス消費量の度数分布

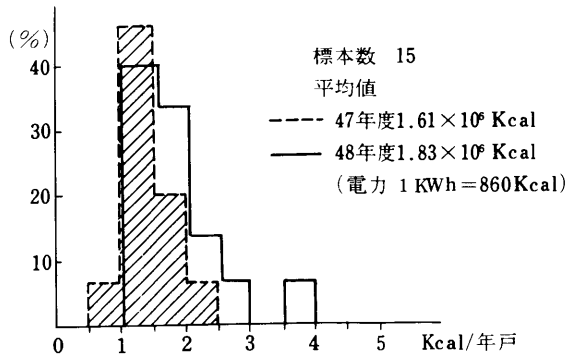


図2.6　年間電力消費量の度数分布

注2)　図2.10の(注)を参照。デグリデは熊谷気象台のデータより算出。

注3)　暖房用ガス消費量は5月～10月の間は暖房を使用しないと考え，一年間のガス消費量から5月～10月のガス消費量を2倍して求めた。

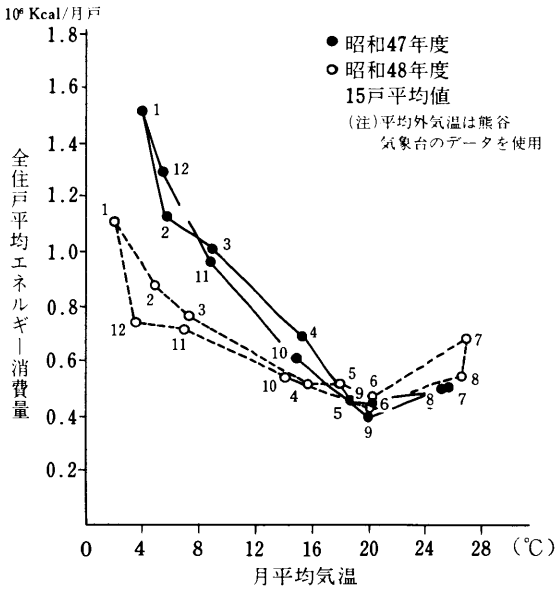


図 2.7　月平均外気温と月間エネルギ消費量

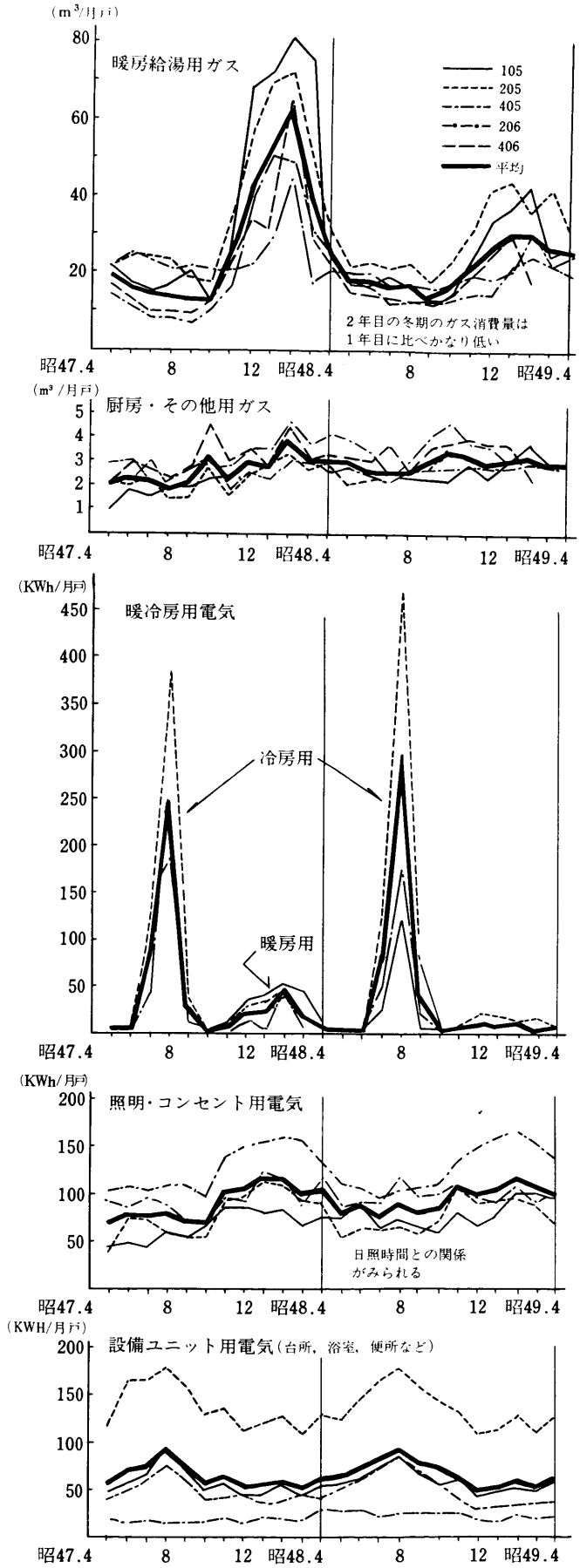


図 2.8　用途別エネルギ消費量の月別変化

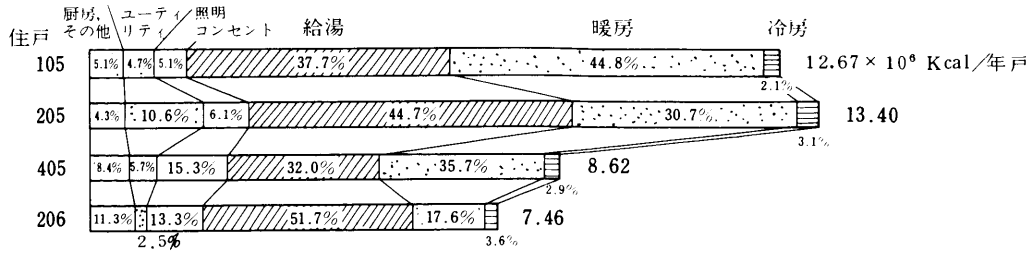
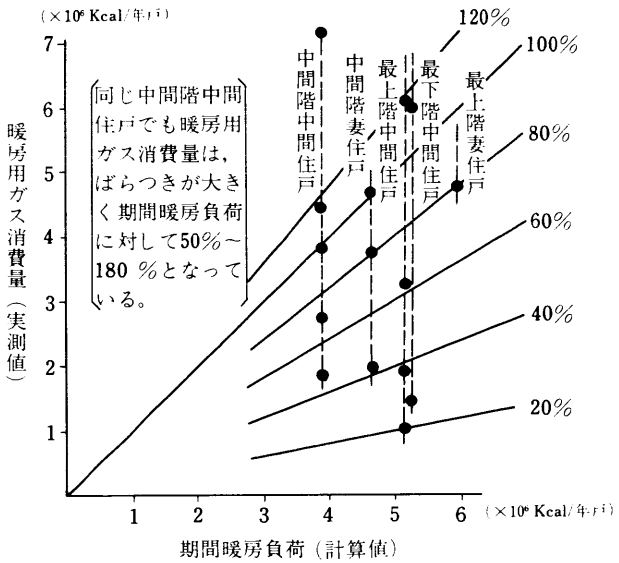


図 2.9　年間エネルギ消費量の構成比（昭和47年度）



（注）期間暖房負荷

$$H = 24 \times D \times (\Sigma UA + 0.29Q)\ \mathrm{Kcal/season}$$

部　位	面　積 A（m²）	熱貫流率 U(Kcal/m²h℃)	UA(Kcal/h℃)
窓	8.16	5.5	44.88
扉	2.00	6.0	12.00
間口側壁	23.12	1.3	30.06
妻側壁	27.04	1.0	27.04
最下階床	66.56	0.71	47.26
屋　根	66.56	0.68	45.26
換　気	換気回数1回／hとして 173.06m³×0.29＝		50.19

デグリデとしては夜間の暖房停止などを考慮して $D_{14\cdot14}$ とする。

図 2.10　暖房用ガス消費量と期間暖房負荷（昭和 47 年度）

2．5　冬期居住時の温熱環境実態

2．5．1　アンケート調査による暖房使用状況及び温風暖房の効果

実験期間中の屋外条件を表2.5及び図2.11に示す。任意暖房時の5日間平均外気温度は3.7℃で，入居直後の実験期間中の平均温度11.2℃に比べ7.5 deg低いが，セントラル暖房の使用は入居直後と同様やはり全般的に少なく，5日間平均暖房時間は4.2hである。室別にみるとLDK；3.9h，B1；1.9h，B2；0.5h，玄関；0.5hで，生活の中心であるLDKにおける暖房使用時間が最も長い。又住戸によるばらつきが大きく，5日間平均で最大12.6h，最小0.2hである。暖房時間の度数分布を図2.12に示す。又セントラル暖房以外の器具の使用率が入居直後に比べ非常に高くなり，コタツ使用の住戸67%（入居直後は22戸中2戸），灯油ストーブ使用の住戸24%（入居直後はなし）となっている。ガスの月別エネルギ消費量から推定すれば入居2年後の冬期はさらにセントラル暖房の使用率が減って，他の暖房器具の使用が多くなっているといえる。

電気ゴタツを併用している住戸ではほとんどが足元の寒いことをその理由にあげている。又「団らん時にコタツがないとくつろげない」という理由もみられた。灯油ストーブについては，経済的な理由とセントラル暖房の乾燥のしすぎをあげている。このセントラル暖房の乾燥のしすぎについては82%の住戸で指摘している。[注4] 次に

注4）例えば住戸105では暖房運転中の湿度は30%近くまでさがる。

5日間平均の暖房器具の住戸間同時使用率パターンを図2.13に示す。入居直後と比較して朝のセントラル暖房使用率が高くなっている。又夜間における電気ゴタツの使用率はほとんどセントラル暖房の使用率と一致している。

2.5.2 冬期の室内温熱環境

任意暖房時の2月5日における暖房時間とLDKの平均室温の関係を図2.14に示す。暖房時間と平均室温との相関は全くみられない。住戸によるばらつきが大きく，日平均室温は13℃～21℃暖房時平均室温は17～28℃である。又明け方の最低室温はLDKで10℃以下になる住戸はみられなかった。[注5)]

任意暖房時及び連続暖房時における代表的な住戸の一日の室温度数分布を図2.15に示す。任意暖房時は各住戸とも南側の居室と北側の居室の温度差が明瞭に現われており，日平均で約3～9deg生じている。又住戸404ではセントラル暖房を使用していないにもかかわらずLDKの室温は15～20℃に保たれている。住戸404の日平均室温は15.9℃，外気平均温度は4.4℃で，その差は11.5degである。シェルタの熱特性は隣戸との熱の授受がなく換気回数を1回/hとすると182.4Kcal/h℃である。従って日射や室内発熱による供給熱量は

182.4Kcal/h℃×24h×15.9deg≒50,000Kcal/day

となる。これは2,000Kcal/hのストーブを一日中つけ放しにした分に相当する。

連続暖房を行えば住戸306に特徴的にみられるように，当然のことながら室間における温度差はなくなり，分布は集中してくる。

次に精密測定住戸における任意暖房時と連続暖房時の上下温度分布を図2.16に示す。任意暖房時における温風暖房運転時の上下温度差は7～13degで特に1階住戸の温度分布が大きい。連続暖房時は2，4階の住戸では温度差が多少縮まるが，住戸105ではやはり約12degの温度差が生じている。入居前に行った暖房パターンと上下温度分布の関係についての実験[文献1)]では連続暖房を行うことによって温度分布が良好になったが，そのときに比べて連続暖房による温度差減少の効果は現われていない。これは窓，扉の開閉に伴う外気の侵入が多いことによるものと予想される。但し1階の住戸は入居前の実験でも上階の住戸に比べ温度差は大きく床下からの熱損失が多いものと考えられる。

以上のように全般的にセントラル暖房の使用は少ないが，日射や室内発熱により室温はある程度高く保たれている。逆にセントラル暖房の使用が間けつ的で，各住戸によって運転時間帯がずれているので暖房時は温度分布が大きく，足元が寒くなり，従って電気ゴタツの使用が多くなっているというのが実情である。

表2.5 実験期間中の外部環境条件（昭和48年）

〔任意暖房時〕	2月1日	2月2日	2月3日	2月4日	2月5日
日平均外気温 ℃	5.2	2.6	2.4	3.9	4.4
終日日射量Kcal/m²	4310	4397	2844	3770	1657
〔連続暖房時〕	2月6日	2月7日	2月8日	2月9日	2月10日
日平均外気温 ℃	7.3	2.4	0.8	1.5	2.6
終日日射量Kcal/m²	2095	4415	4781	3664	4641

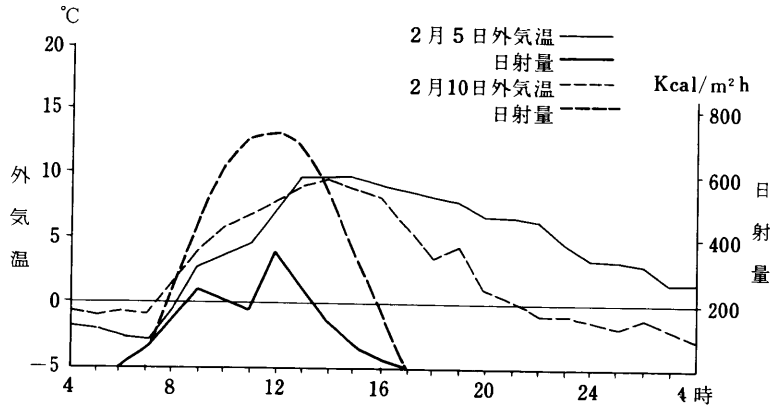


図2.11 2月5日，10日の外気温と日射量

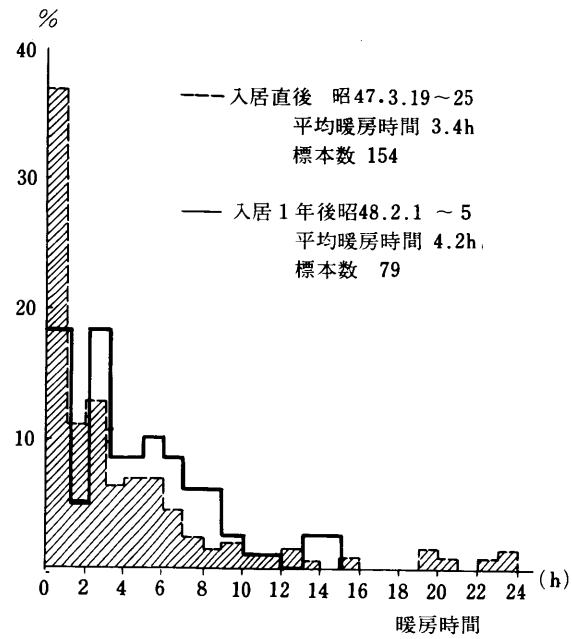


図2.12 暖房時間の度数分布

2.6 結論

① 昭和47年度の年間エネルギ消費量は9.6×10⁶Kcal

注5) 但し，不在の住戸106ではLDKの日平均室温は9℃，明け方の最低温度は7.5℃である。

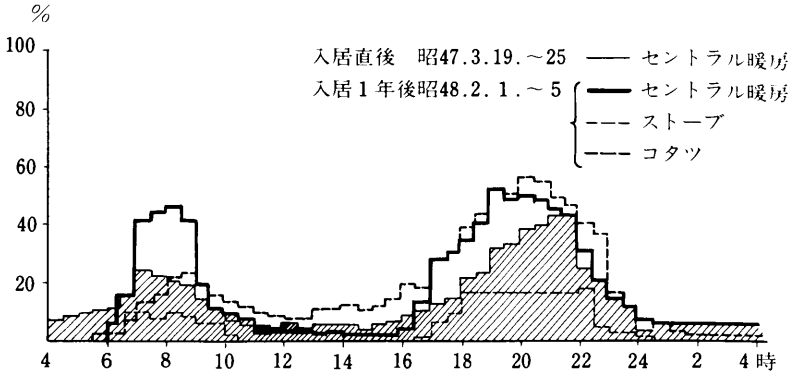


図2.13　暖房器具の住戸間同時使用率パターン

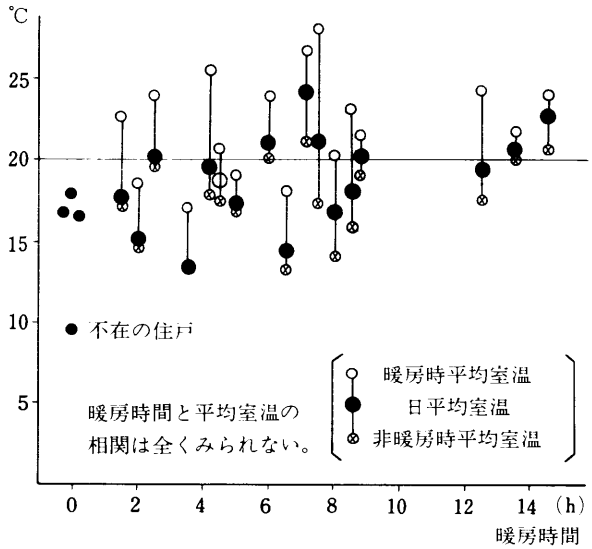


図2.14　任意暖房時（2月5日）の暖房時間と平均室温

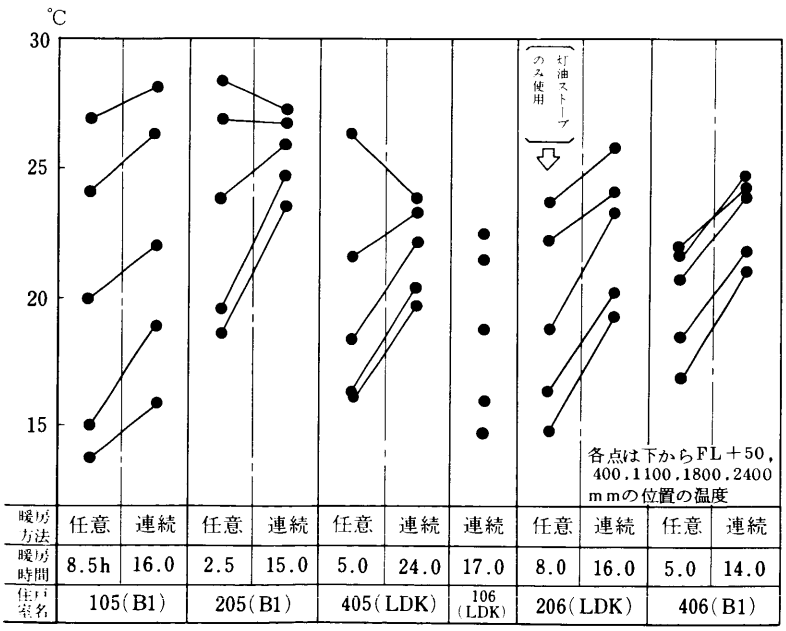


図2.16　任意暖房時（2/5）と連続暖房時（2/10）の上下温度分布

／年戸である。その中で給湯暖房用の割合が60～80％を占める。

② 入居1年後の冬期のセントラル暖房使用時間は平均4.2hと少ない。電気ゴタツの使用率が入居直後に比べて増加し約70％の住戸で使用している。灯油ストーブの使用住戸は22戸中5戸である。

③ 任意暖房時の室温は住戸によるばらつきが大きく，LDKの日平均室温は13～21℃の間で分布している。暖房時間，室温の住戸間のばらつきは住い方の多様さを物語っているといえる。

④ 連続暖房時の上下温度分布は1階以外の住戸では多少良好になるが，入居前の実験のようには連続暖房の効果が現われなかった。

§3.　居住環境性能とエネルギ消費量

3．1　本章の目的と内容

本章では実態調査結果，統計データを基に各種住宅の年間エネルギ消費量に影響を与える要因について検討した。

又，米国における調査結果との比較やエネルギ消費グレードの内容の検討により現在のエネルギ消費レベルについて考察を行った。

省エネルギ問題については現状の平均的なエネルギ消費レベルは未だ低く，まずレベルを上げることが第1で，その過程の中で省エネルギの方法を考えていくべきであることを述べた。

3．2　わが国のエネルギ消費量

国内エネルギ最終需要は図3.1に示すように年々着実に増加し，昭和46年度では2.65×10^{15}Kcal[文献6)]に達している。又総合エネルギ調査会の予測[文献7)]では昭和50年度には非エネルギ需要[注6)]を含めて昭和46年度の約1.5倍の4.4×10^{15}Kcalになるものと推定している。

ところで住宅用，業務用などを含む民生用エネルギは，全体の伸びに従って年々増加しているが，民生用エネルギの総需要に占める割合は，昭和40年度以来約20％で全く変わっていない。又日本の国民1人当りのエネルギ消費量を欧米と比較して示せ

注6）非エネルギ需要とは石油製品，潤滑油などで，エネルギとしては利用されない部分

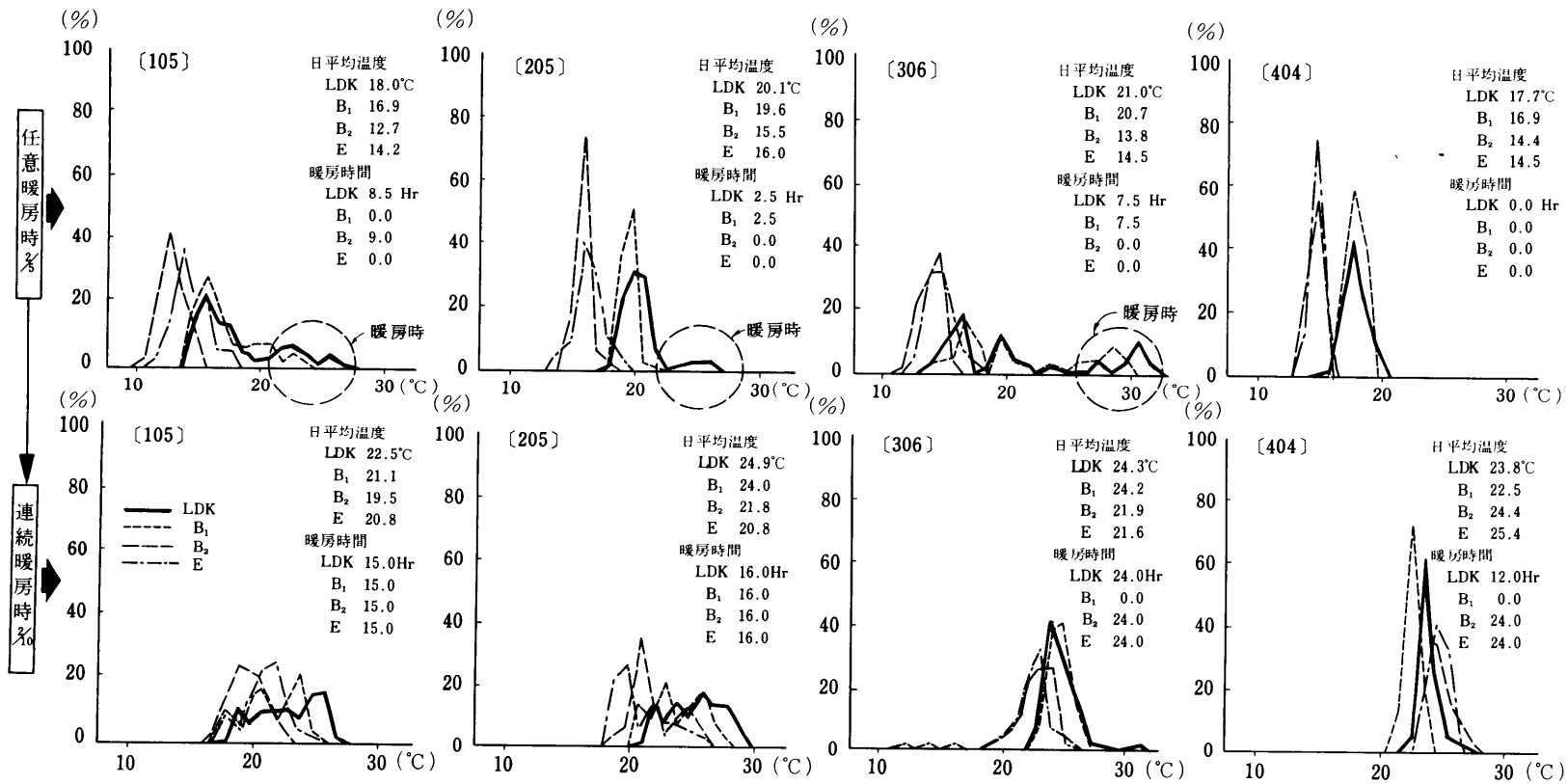


図2.15　任意暖房時（2月5日）と連続暖房時（2月10日）における一日の室温度数分布（室温はFL＋1100mmの点で測定）

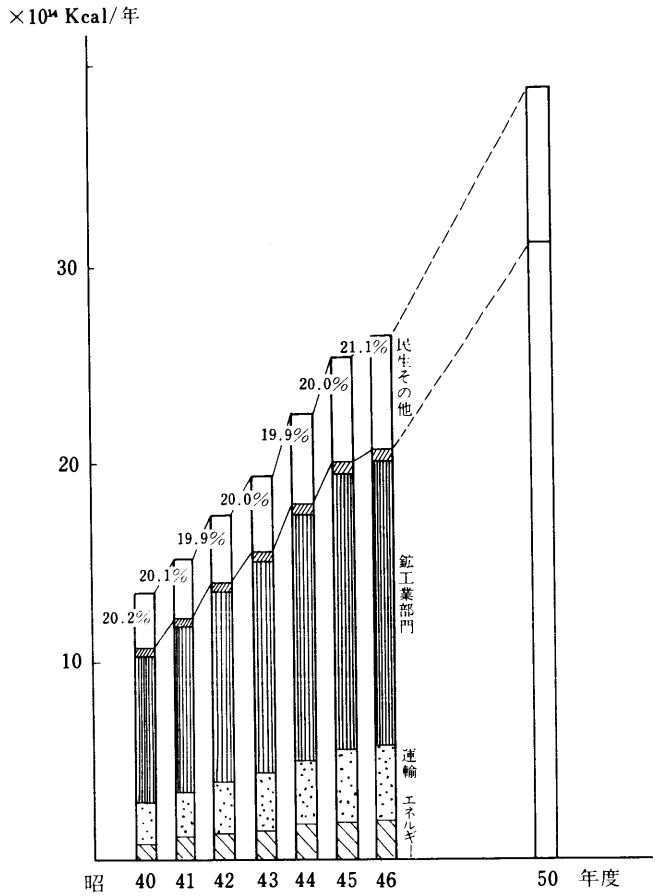


図 3.1　国内エネルギー最終需要の推移 文献6),7)

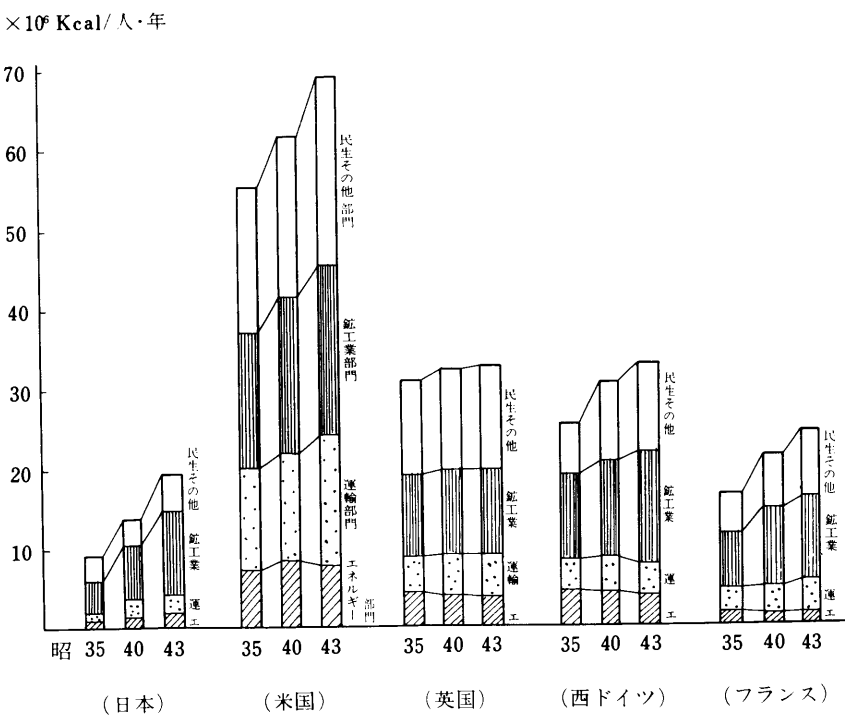


図 3.2　国民1人当り部門別のエネルギー消費国際比較 文献8)

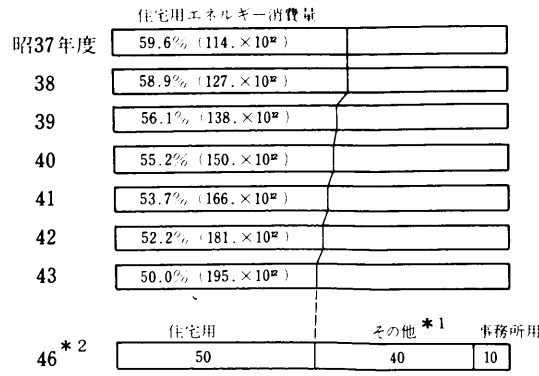


図 3.3　民生用エネルギー消費構成*3

（注）*1　「その他」とは商店，デパート，ホテル，学校，病院などで使用されるエネルギ

*2　46年度の住宅用は43年度の住宅用の割合が変わらないとした場合。事務所の割合は「電力空調システム」による。

*3　住宅用の割合は，エネルギー経済研究所の資料と「エネルギー統計」を基にして求めた。

せば図3.2のようになり，米国が群を抜いて多いことがわかる。さらに民生用その他部門の全体に占める割合は，英国40％，米国・西ドイツ35％，フランス30％に対して日本は20％とかなり低いのが現状である。

民生用は住宅・事務所ビル・店舗・デパート・病院・学校などで消費されるエネルギであるが中でも住宅用の占める割合は大きい。エネルギ経済研究所の調査結果を基に推計すれば昭和37年～昭和43年における住宅用エネルギ消費量の民生用に占める割合は図3.3のようになり，昭和37年度の60％から次第に減少して昭和43年度で50％になっている。文献9)

又「電力空調システム」によれば事務所用の割合は昭和46年度で8.6％と推定されており，住宅用の割合が大きく変化しないと仮定すれば，昭和46年度でおよそ住宅用5，事務所ビル用1，その他用4という構成となろう。文献10)

又早大尾島研究室の調査結果によれば，東京都区部の民生用エネルギ消費量の構成は図3.4のようになる。文献11)

3．3　住宅用エネルギ消費量の構成

年間1戸当りの住宅用エネルギ消費量の推移は図3.5の通りである。昭和43年度の合計は5.15×10⁶ Kcal／年戸で，その内訳は暖冷房用39％，風呂用16％，

調理用34％，照明4％，その他用7％となっている。又昭和33年度～43年度における年間伸び率は年8.4％程度で，この中では特に暖房用の伸びが大きく，昭和40年度～43年度の間の増加寄与率は約60％に達している。最近ではこれに加えて冷房用エネルギの寄与が相当大きいと予想される。

3．4　エネルギ消費量のグレード

昭和46年度の民生用エネルギ消費量は 5.6×10^{14} Kcal であるから，住宅用の割合を50％として1戸当りの消費量を求めると 7.0×10^{6} Kcal／年戸になる。又総合エネルギ調査会の昭和50年度における総需要推定値より，民生用の割合が昭和46年度と同様で住宅用の対民生比率も50％と仮定して求めると 11.9×10^{6} Kcal／年戸になる。次に住戸面積65 m^2 の東京の集合住宅を想定し，セントラル給湯暖房を行ったとして給湯暖房用エネルギ消費量を求め（**表3.1**），調理用，照明用その他のエネルギ消費量についても保有器具と稼働時間を想定して求め，合計すると 17.2×10^{6} Kcal／年戸という値になる。これらの数値を基に，年間1戸当りの住宅用エネルギ消費量のグレードを5段階で示せば**表3.2**の太字の数値のようになる。同図には①統計データより求めた推定値，②実験住宅における実測値，③実態調査による値，④計算機シミュレーションにより求めた値，⑤米国のモデル住宅における値を示した。

ここでグレード1は昭和49年度の全国平均と予想され，公団住宅がこれに近く，グレード3が高級マンション，グレード5が1戸建高級住宅に対応するものと大雑把に考えてよい。

国民1人当りの民生用エネルギ消費量などから推定するとグレード1が日本，グレード3がヨーロッパ，グレード5が米国の水準に相当すると予想される。

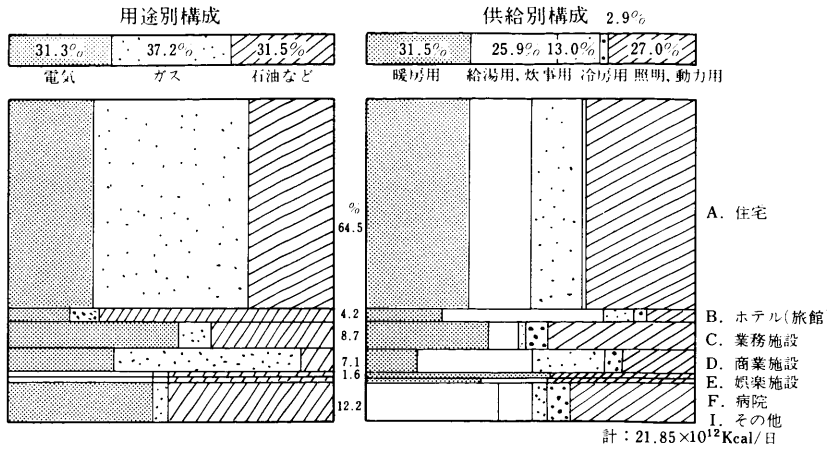


図3.4　東京都区部民生用エネルギ消費構成（文献11）

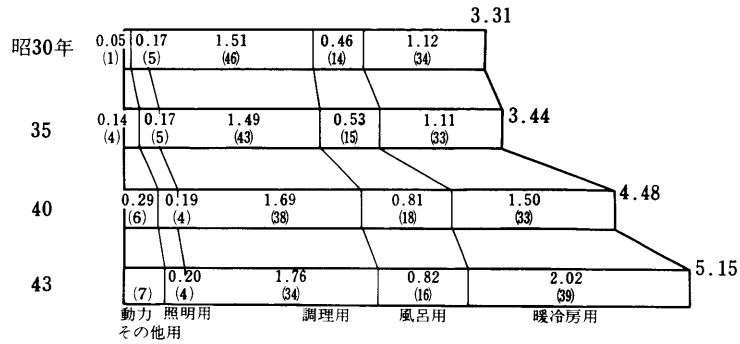


図3.5　用途別住宅用エネルギ消費量の推移（単位 10^6 Kcal／年戸）

表3.1　セントラル給湯暖房を行つた場合の年間エネルギ消費量

＜設定条件＞　場所は東京とする

(1) 住戸型式：RC造中高層住宅	(6) 換気回数：1.0回／戸
(2) 住戸規模：間口6.4m，奥行10.4m	(7) 家族人数：3.5人／戸
階高2.6m	(8) 暖房運転：就寝時停止の間欠暖房
(3) 住戸位置：中間階妻住戸	(9) 給湯量　浴用：初期インブット 200ℓ/回
(4) 外壁熱特性：間口面 K=1.3Kcal／m^2h℃	追いだきインブット 10ℓ/回人
妻側面 K=1.0Kcal／m^2h℃	炊事： 20ℓ/回人
(5) 開口部：南側窓面積 4.6m^2 } K=5.5	洗面： 5ℓ/回人
北側窓面積 2.9m^2	(10) 入浴回数を3日に2回とする。
玄関扉 1.6m^2 K=6.0	

A　期間暖房用エネルギー消費量

$H=24\times D_{16-16}\times(\Sigma KA+0.3Q)$　Kcal／season

$=5.84\times10^{6}$ Kcal／season

機器効率　e＝70％ の設備システムとすれば

$Q_1=8.34\times10^{6}$ Kcal／season

B　給湯用エネルギー消費量：給湯温度は全て43℃，平均水温は15℃とすると

$H=2.50\times10^{6}$ Kcal／年戸

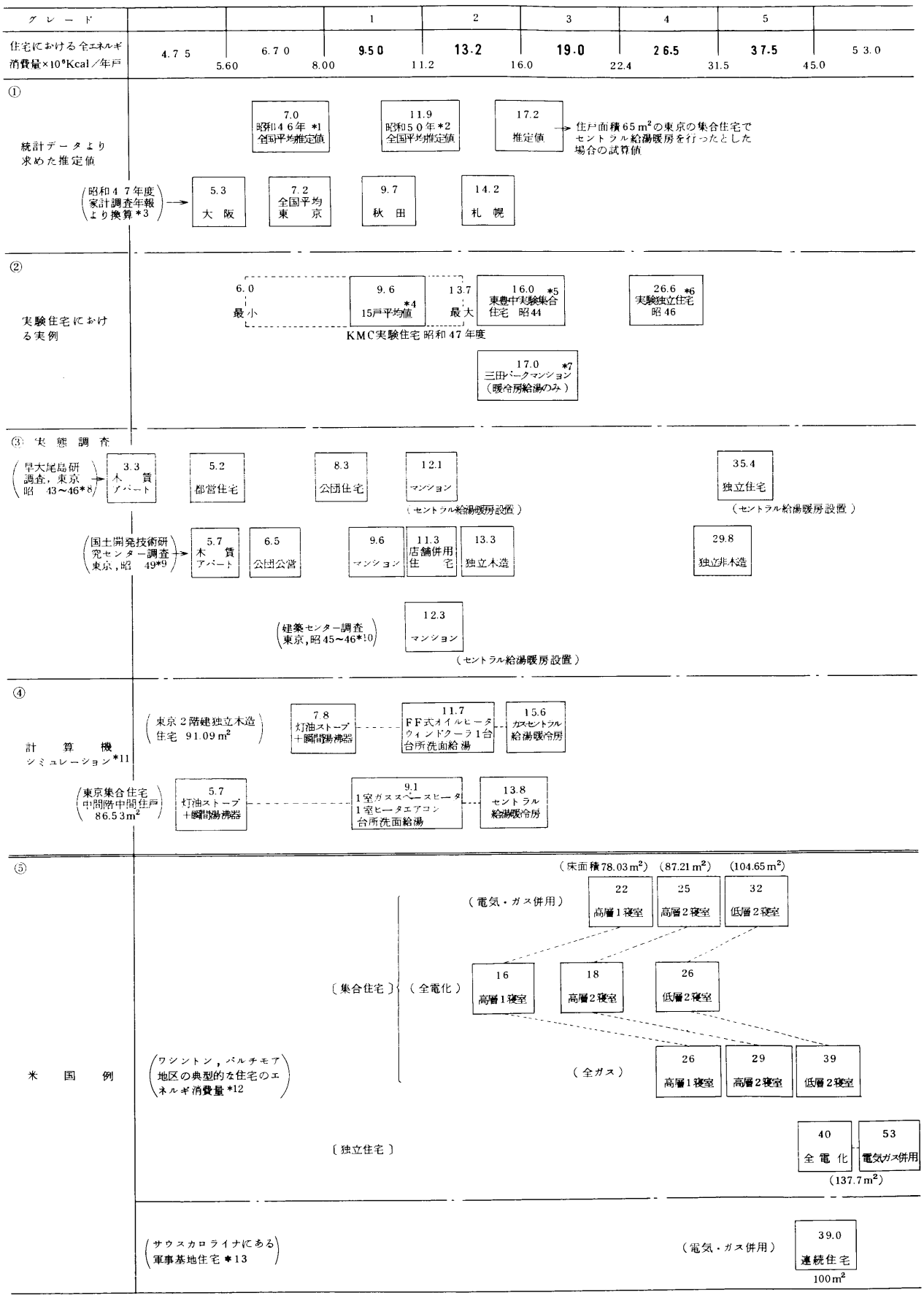
機器効率　e＝70％ とすると

$Q_2=3.57\times10^{6}$ Kcal／年戸

給湯暖房用年間エネルギー消費量＝ 11.91×10^{6} Kcal／年戸

注7）「総合エネルギ統計」では電力 1KWh＝2,450Kcal としているので，これを1KWh＝860Kcal に直して換算した。

表 3.2　住宅用エネルギ消費量のグレードと実例



（表3.2の注）

＊1　「総合エネルギ統計 46年版」より，住宅用のエネルギ消費量が民生用の50％であるとし世帯数で割って求めた値

＊2　総合エネルギ調査会が予測した昭和50年度の総エネルギ需要を基に推定した値

＊3　昭和47年度家計調査年報の光熱費より換算した推定値文献12）

＊4　昭47.4～昭48.3における15戸平均値，2章参照

＊5　大阪ガス株式会社が実験用に社宅として建てた集合住宅，住戸面積80m²，ホームセントラル給湯暖房設備設置，昭 44.1～6の実測値に基づいて推定，20戸平均値　文献13),14）

＊6　延床面積164m²，居住部分106m²，ヒートポンプ式冷暖房設備，深夜電力利用給湯設備設置，昭46.1～12 実測文献15）

＊7　床面積123m²，ヒートポンプ式暖冷房設備，深夜電力利用給湯設備設置の住戸，昭47.1～12実測　文献16）

＊8　早大尾島研究室による東京区内を対象にした実態調査結果，調査期間：昭43～46，マンション及び独立住宅はセントラル給湯暖房設備　文献17）

＊9　東京及び東京近郊の住宅を対象にした実態調査，同種の建物でも設備レベルは各種である。調査期間昭49.6～7　文献12）

＊10　文献18）

＊11　通産省住宅産業局，住機能向上製品対策委員会で行ったシミュレーション計算値　文献19）

＊12　調査実測に基づいて推定した典型的な住宅の年間エネルギ消費量，セントラル暖冷房給湯設備設置　文献20),21),22）

＊13　米国South CarolinaにあるCharleston Air Force Baseの連続住宅，住戸面積約100m²，セントラル暖冷房給湯設備設置調査期間1959～60年　文献23）

3．5　エネルギ消費量に影響を及ぼす因子

3．5．1　設備性能及びシェルタ性能

外部環境条件が同一の場合には設備性能及びシェルタ性能がエネルギ消費量に影響を与える。これはグレード表に示した②実態調査の例，及び③計算機シミュレーションの結果からも容易に推定できる。

グレードの内容を設備，シェルタ性能の面からさらに検討する意味でグレードの1，3，5に対応して典型的な家庭内の設備システムを想定し，稼働時間を予想してエネルギ消費量を推定すれば**表3.3**のようになる。

グレード1では給湯設備として瞬間湯沸器とBF風呂釜を想定し入浴回数は3日に2回の割合とする。暖房には灯油ストーブを主に使用し，補助的にガスストーブを使う。冷房設備は考えない。また調理用ガス器具，電灯その他の家電製品については表の通りである。

グレード3では，給湯暖房を中央集中方式によって行い冷房設備としてはウィンドクーラを1台設置する。家電製品としては新たに皿洗機，ディスポーザー，乾燥機などを想定している。

グレード5では給湯，暖房，冷房をともに中央集中方式によって行い，家電製品として電子レンジ，冷蔵庫を加えてある。また各グレードに共通の器具でもグレードの上昇に従ってその消費量を増やしているものもある。

以上の算定結果をまとめて示せば**図3.6**のようになる。冷房用が意外に少いのは暖房用に比べて運転期間がはるかに短く，又機器効率が高いからである。各内容ともグレードが上がるに従って増加しているが，特に暖房についてはそれが著しく，局所暖房から全室暖房への変化が住宅用エネルギ増加の大きな要因になっていることがわかる。

さてグレード表に示した③の国土開発技術センターの調査では，エネルギ消費量とともに設備の実態も調査した。そこで設備グレードを**表3.4**の左欄に示したように分類して，各住宅種別に2月，8月及び年間のエネルギ消費量を求めた（**表3.4**）。しかしサンプル数が少ないことや，住戸によるばらつきが大きいことなどにより，設備グレードとエネルギ消費量の明確な対応は得られなかった。又**図3.7**に住戸面積と年間エネルギ消費量の関係を示すがこの場合も両者の相関は明らかでない。

3．5．2　気候条件

住宅用エネルギ消費量の中で暖房用の占める割合は大きい。又暖房用エネルギは当然外気温との関係が強いから，住宅用エネルギ消費量も外気温との相関が強いと予想される。そこで家計調査年報の光熱費から住宅用エネルギ消費量を換算して，都市別にエネルギ消費量と標準暖房度日，エネルギ消費量と年平均外気温の関係を示すと**図3.8**，**図3.9**のようになる。文献12）標準暖房度日との相関係数は0.81と高いが，札幌，長野，佐賀などでは特異な値を示している。札幌の場合は寒地手当などの支給もあって暖房が十分行われているが，長野の場合では寒い割

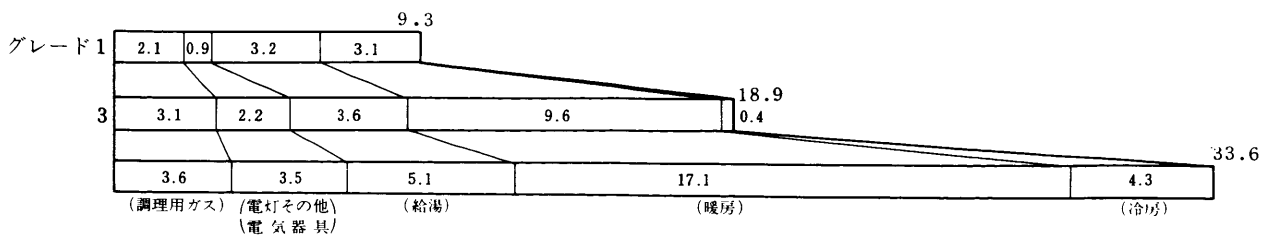


図3.6　各グレードにおけるエネルギー消費の内訳（単位：10^6 Kcal／年戸）

表 3.3　グレードと対応する設備システム

グレード		1		3		5	
給湯・暖房・冷房用エネルギー消費量	給湯（年間）	瞬間湯沸器 B F 風呂釜 （3日に2回入浴）	15ℓ/人・日×3.5人×25deg×365日/0.7＝0.68×10^6Kcal/年戸 （効率） 240ℓ/戸日×30 deg×243日/0.7　＝2.50×10^6	中央集中方式による給湯・暖房システム	（洗面・炊事） 25ℓ/人日×3.5人×25deg×365日/0.7＝1.14×10^6Kcal/年戸 （風呂） 240ℓ/戸日×30 deg×243日/0.7　＝2.50×10^6	中央集中方式による給湯・暖房・冷房システム	（洗面・炊事） 30ℓ/人日×3.5人×25deg×365日/0.7＝1.36×10^6Kcal/年戸 （風呂） 240ℓ/戸日×30 deg×365日/0.7　＝3.75×10^6
	暖房（120日）	ガスストーブ 灯油ストーブ	2500 Kcal/時×4時間×120日　＝1.20×10^6 2000 Kcal/時×8時間×120日　＝1.92×10^6		7000 Kcal/時×8時間×120日/0.7　＝9.60×10^6 （70 m^2 程度の住戸）		10000Kcal/時×10時間×120日/0.7　＝17.14×10^6
	冷房（60日）	（通風）	――	ウィンドクーラー	2000Kcal/時×6時間×60日/2　＝0.36×10^6 （成績係数）		12000Kcal/時×8時間×90日/2　＝4.32×10^6
	小計		6.30×10^6Kcal/年戸		13.60×10^6Kcal/年戸		26.57×10^6Kcal/年戸
調理用ガス	消費量	ガステーブル ガス炊飯器	4000 Kcal/時×1時間×365日　＝1.46×10^6Kcal/年戸 1850 Kcal/時×1時間×365日　＝0.68×10^6	ガスレンジ ガス炊飯器	6500Kcal/時×1時間×365日　＝2.37×10^6Kcal/年戸 1850Kcal/時×1時間×365日　＝0.68×10^6	ガスレンジ ガス炊飯器	8000Kcal/時×1時間×365日　＝2.92×10^6Kcal/年戸 1850Kcal/時×1時間×365日　＝0.68×10^6
	小計		2.14×10^6Kcal/年戸		3.05×10^6Kcal/年戸		3.60×10^6Kcal/年戸
電灯照明およびその他の電気器具によるエネルギー消費量	調理	トースター	600W×20分×860Kcal/KWH×243日＝4.2×10^4Kcal/年戸	トースター ミキサー ロースター ディスポーザー 皿洗機	（グレード1と同様）　＝4.1×10^4Kcal/年戸 200W×5分×860Kcal/KWH×243日　＝0.3×10^4 600W×30分×860Kcal/KWH×122日　＝3.1×10^4 68WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝2.1×10^4 1000W×30分×860Kcal/KWH×365日　＝15.7×10^4	トースター ミキサー ジューサー ロースター ディスポーザー 全自動皿洗器 電子レンジ	（グレード1と同じ）　＝4.1×10^4Kcal/年戸 どちらか一方を使用（グレード2と同じ）　＝0.3×10^4 （グレード2と同じ）　＝3.1×10^4 （グレード2と同じ）　＝2.1×10^4 1000W×1時間×860Kcal/KWH×365日＝34.4×10^4 1100W×1時間×860Kcal/KWH×365日＝34.5×10^4
	食品保存	冷蔵庫	1000 WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝31.4×10^4	冷凍冷蔵庫	2000WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝188.3×10^4	冷蔵庫 冷凍庫	1000WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝31.4×10^4 3000WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝92.4×10^4
	ランドリー	洗濯機 アイロン	160W×30分×860Kcal/KWH×243日　＝1.7×10^4 300W×30分×800Kcal/KWH×243日　＝3.1×10^4	全自動洗濯機 アイロン 乾燥機	165W×1時間×860Kcal/KWH×243日＝3.4×10^4 （グレード1と同じ）　＝3.1×10^4 2600WH/日×860Kcal/KWH×243日　＝54.3×10^4	全自動洗濯機 アイロン 乾燥機	（グレード2と同じ）　＝3.4×10^4 （グレード1と同じ）　＝3.1×10^4 （グレード2と同じ）　＝54.3×10^4
	衛生器具	換気扇	40W×1時間×860Kcal/KWH×365日　＝1.3×10^4	換気扇2個 ヘヤードライヤー	40W×1時間×860Kcal/KWH×365日　＝1.3×10^4 20W×8時間×860Kcal/KWH×365日　＝5.0×10^4 300W×10分×860Kcal/KWH×365日　＝0.2×10^4	換気扇2個 ヘヤードライヤー	（グレード2と同じ）　＝6.3×10^4 （グレード2と同じ）　＝0.2×10^4
	その他	照明器具 掃除機 テレビ（白黒）	1000WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝31.4×10^4 170W×30分×860Kcal/KWH×122日　＝0.9×10^4 130W×4時間×860Kcal/KWH×365日　＝16.3×10^4	照明器具 掃除機 テレビ（カラー） ステレオ	（グレード1と同じ）　＝31.4×10^4 （グレード1と同じ）　＝0.9×10^4 250W×4時間×860Kcal/KWH×365　＝31.4×10^4 40W×2時間×860Kcal/KWH×365日　＝2.5×10^4	照明器具 掃除機 テレビ（カラー） ステレオ	1500WH/日×860Kcal/KWH×365日　＝47.1×10^4 170W×1時間×860Kcal/KWH×122日＝1.8×10^4 （グレード2と同じ）　＝31.4×10^4 （グレード2と同じ）　＝2.5×10^4
	小計		0.9×10^6Kcal/年戸		2.22×10^6Kcal/年戸		3.51×10^6Kcal/年戸
総計			9.34×10^6Kcal/年戸		18.87×10^6Kcal/年戸		33.68×10^6Kcal/年戸

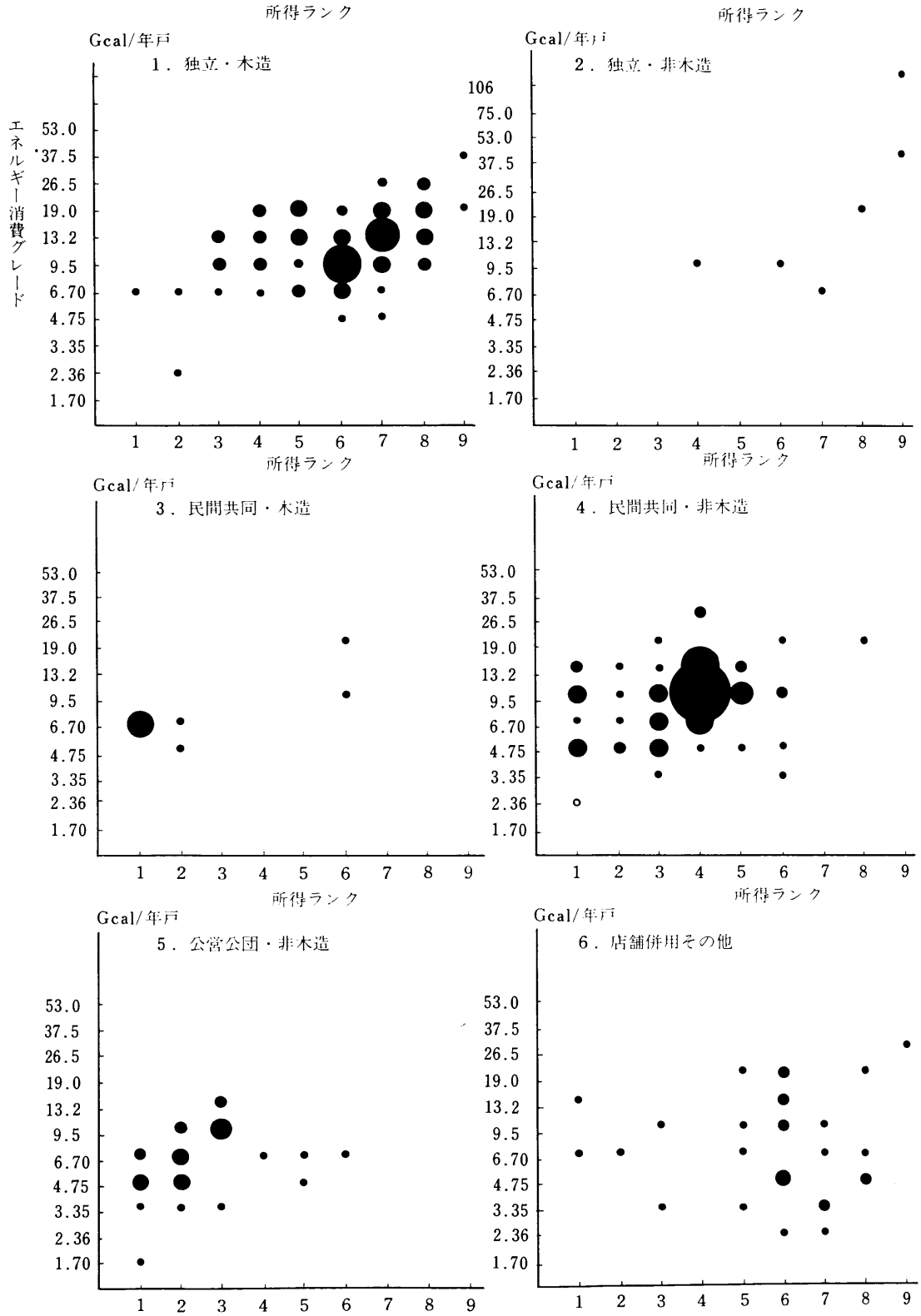
表 3.4　設備グレード別エネルギー消費量 文献12)

（単位 10^3 Kcal）

	独立・木造		独立・非木造		民間共同・木造		民間・公共・共同・非木造		店舗併用その他		合計・平均	
	件数	エネルギー消費量	件数	エネルギー消費量	件数	エネルギー消費量	件数	エネルギー消費量	件数	エネルギー消費量	件数	エネルギー消費量
グレードa（セントラル暖房 セントラル冷房）	2	① 5,124 ② ——— ③ ———	2	① 10,149 ② 3,212 ③ 67,852	0	① ——— ② ——— ③ ———	8	① 1,808 ② 1,163 ③ 14,217	16	① 2,055 ② 992 ③ 12,376	28	① 2,782 ② 1,215 ③ 17,210
グレードb（セントラル暖房 クーラー）	3	① 4,929 ② 705 ③ 32,868	1	① ——— ② ——— ③ ———	0	① ——— ② ——— ③ ———	2	① 2,805 ② 1,541 ③ 23,405	1	① 1,775 ② 702 ③ 12,797	7	① 3,695 ② 1,039 ③ 25,069
グレードc（セントラル暖房 冷房なし）	2	① 2,182 ② 815 ③ 14,833	0	① ——— ② ——— ③ ———	0	① ——— ② ——— ③ ———	0	① ——— ② ——— ③ ———	1	① 315 ② 513 ③ 4,171	3	① 1,559 ② 714 ③ 11,279
グレードd（暖房なし クーラー）	29	① 1,875 ② 850 ③ 14,771	4	① 2,253 ② ——— ③ ———	3	① 874 ② 392 ③ 6,685	59	① 1,354 ② 562 ③ 10,527	8	① 2,059 ② 1,076 ③ 15,923	103	① 1,570 ② 694 ③ 12,196
グレードe（暖房なし 冷房なし）	68	① 1,573 ② 537 ③ 11,459	7	① 1,341 ② 558 ③ 10,719	15	① 1,213 ② 286 ③ 7,996	84	① 985 ② 338 ③ 7,317	12	① 2,791 ② 754 ③ 19,974	186	① 1,348 ② 440 ③ 9,733
合計・平均	104	① 1,868 ② 652 ③ 13,255	14	① 3,657 ② 1,443 ③ 29,764	18	① 1,128 ② 318 ③ 7,603	154	① 1,194 ② 483 ③ 9,125	38	① 2,235 ② 914 ③ 15,317	327	① 1,593 ② 602 ③ 11,492

＜注＞ ① 2月　② 8月　③ 年間　の数値

には暖房設備が貧弱であることが予想される。事実「冷暖房機器に関する需要実態全国調査報告書」[文献24)]によればポット式石油ストーブなど固定暖房方式の普及率は札幌が90.7％に対して長野は1.9％という低さである。長野では主に小型ガスストーブ，灯油ストーブなどの移動方式が主である（98.1％）ことが明らかになっている。又佐賀などの場合は冷房の普及率が他の都市に比べて高いものと予想される。



床面積ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9
広　さ	40m² 以下	40～50	50～60	60～70	70～80	80～100	100～120	120～140	140m²以上

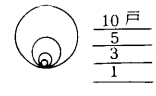


図3.7　エネルギー消費量と床面積との相関 [文献12)]

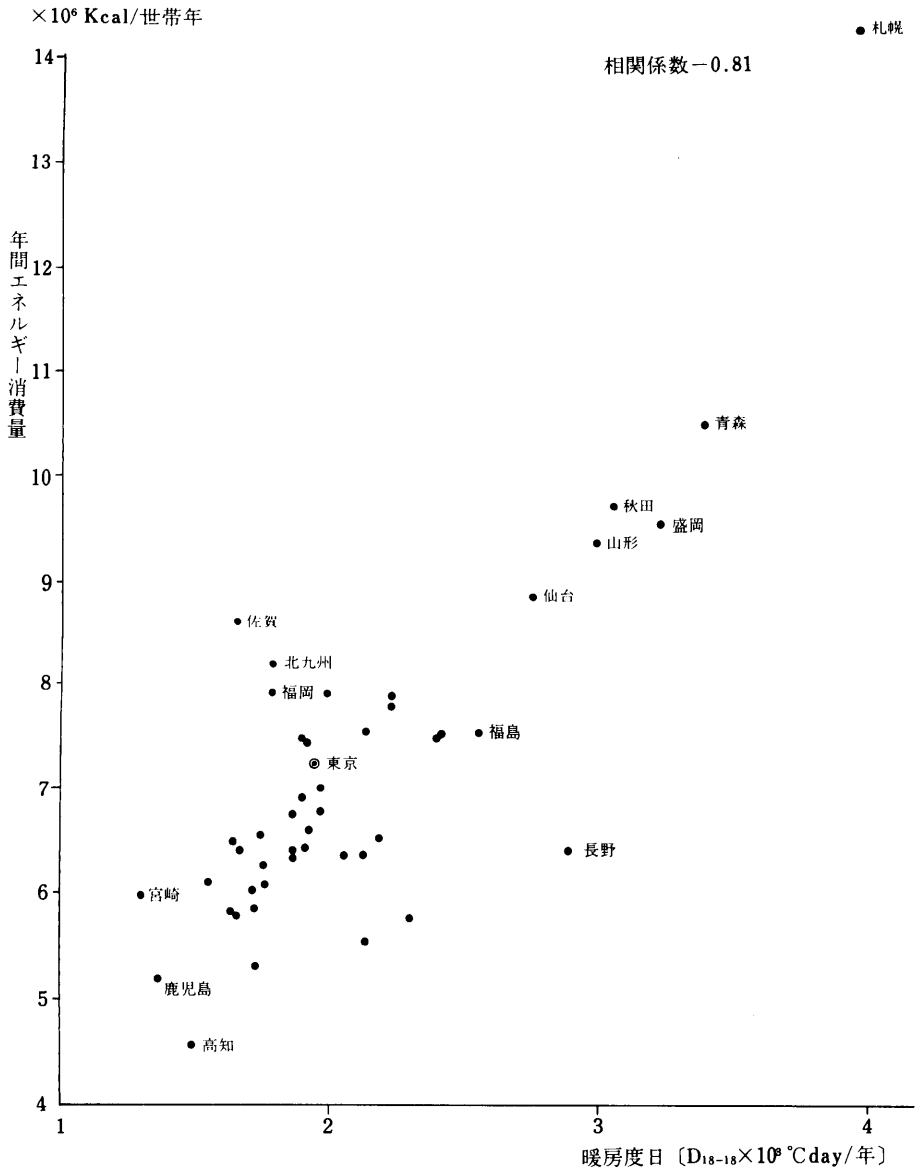


図 3.8　年間エネルギー消費量と暖房度日

（注）　国土開発技術研究センター住宅エネルギ小委員会中間報告の中のデータをグラフ化したもの　文献 12）

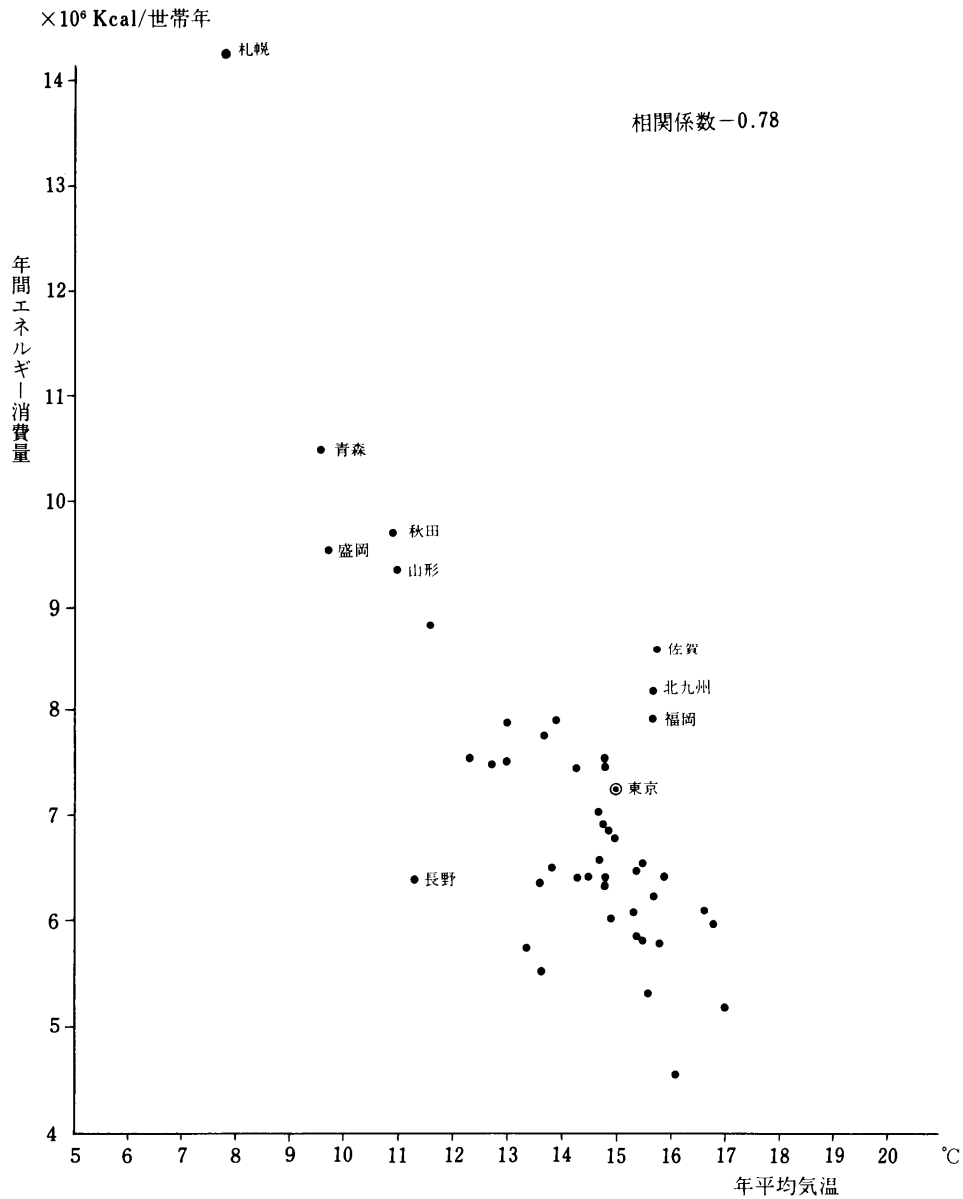
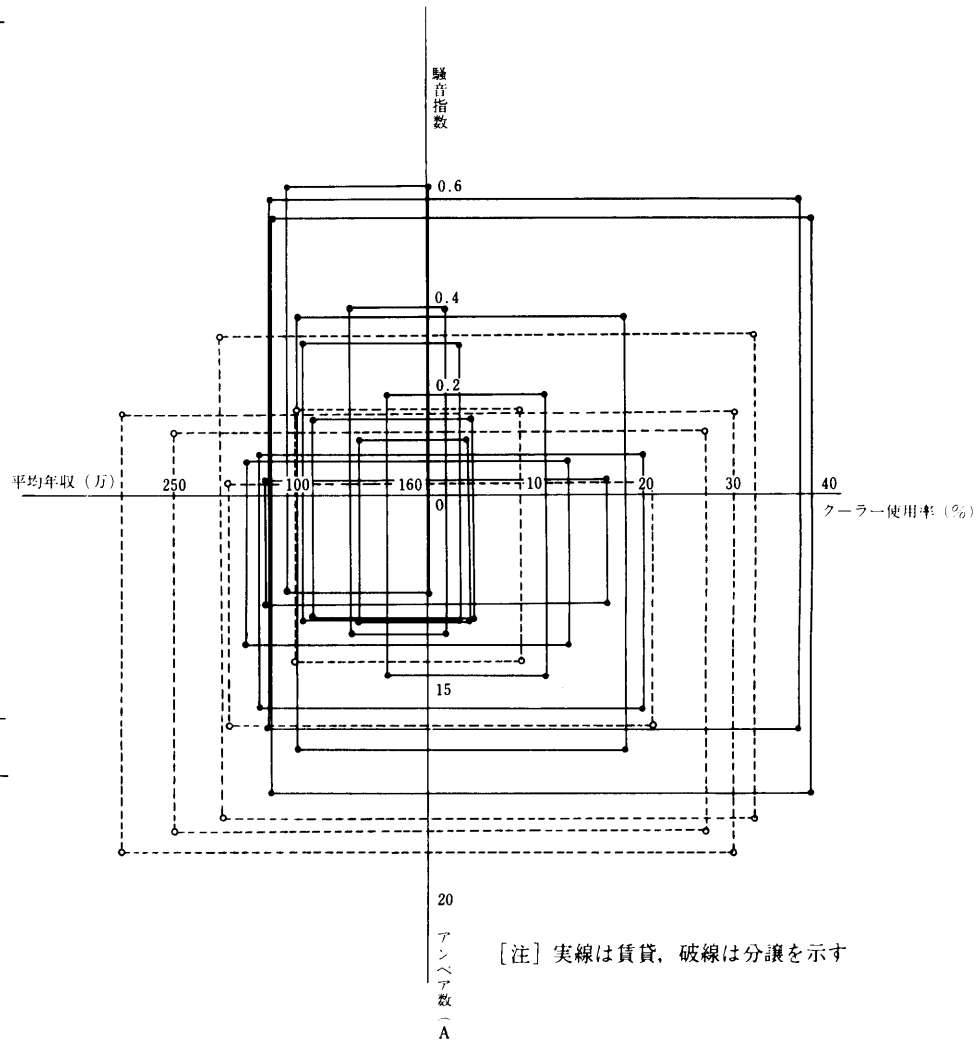


図 3.9　年間エネルギー消費量と年平均気温

（注）　国土開発技術研究センター住宅エネルギ小委員会中間報告の中のデータをグラフ化したもの　文献 12）

表 3.5　8 月の電気消費量とクーラーの有無 文献25）

		クーラーの保有率 %（保有住戸数）	クーラーなしの住戸平均 KWh／月	クーラーありの住戸平均 KWh／月	クーラーなしの住戸平均 10^3Kcal／月	クーラーありの住戸平均 10^3Kcal／月
賃貸	百合ケ丘	17.7（12）	104.4	289.3	89.8	248.8
	けやき台	21.4（16）	104.0	326.7	89.5	280.9
	習志野台	13.9（9）	101.8	277.2	87.5	238.4
	多摩永山	4.2（8）	108.8	312.3	93.5	268.6
	洋光台北	4.5（5）	101.3	341.0	87.2	293.3
	江北六丁目	11.7（5）	114.3	318.1	98.3	273.5
	洋光台中央	1.9（2）	95.0	283.6	81.7	243.9
	大島六丁目	37.9（83）	121.5	308.6	104.5	265.4
	南六郷	19.5（7）	133.0	275.9	114.4	237.3
	幡ケ谷	3.1（1）	117.1	341.0	100.7	293.3
	末吉町	0（0）	121.2	—	104.2	—
	港南一丁目	36.9（14）	100.3	316.4	86.3	272.1
	賃貸平均		110.2	308.2	94.8	264.5
分譲	大島三丁目	32.4（12）	85.8	262.5	73.8	225.8
	けやき台	29.9（20）	74.5	357.2	64.1	307.2
	習志野台	9.0（4）	111.4	312.2	95.8	268.6
	小金原	21.9（18）	89.5	259.4	77.0	223.1
	洋光台南	26.8（18）	114.3	306.7	98.3	263.7
	分譲平均		95.1	303.2	81.8	257.7
公団平均			105.8	305.5	91.0	262.7



［注］実線は賃貸，破線は分譲を示す

図 3.10　クーラの使用率と関連する要素との相関 文献25）

3・5・3　周辺環境条件

気候条件がほとんど変わらない地区でも外部の周辺環境条件すなわち外部騒音，大気汚染の度合や住戸密度に伴う住戸の日照，通風条件によって，居住者の設備に対する要求度が異なる。最も端的に表われるのがクーラの普及率である。公団住宅を対象にした設備の実態調査[文献25)]によれば，各団地毎にクーラの使用率，騒音指数[注8)]，平均年収，契約アンペア数の関係は**図3.10**のようになる。騒音指数は大気汚染，臭気，通風条件との相関が強く周辺環境条件の悪化を示す代表的な一つの指標であると考えられる。この図によれば外部環境の悪化がクーラの使用を左右する大きな要因となるが，一方で契約アンペア数などの制約を受けているとみることができる。

クーラの使用によって当然年間エネルギ消費量も変わってくる。しかし先に触れたように冷房期間が短いこともあってそれほど年間エネルギ消費の増加にはつながらない。8月の電気消費量についてみれば**表3.5**に示したように，クーラなしの住戸が平均90×10^3Kcal／月に対して，クーラありの住戸では260×10^3Kcal／月と約3倍になっている。しかしこの差の170×10^3Kcal／月は公団平均の年間エネルギ消費量8.3×10^6Kcalのわずか0.02％にすぎない。

3・5・4　所　得

家計調査年報によれば，年間収入階級別の1住戸当り

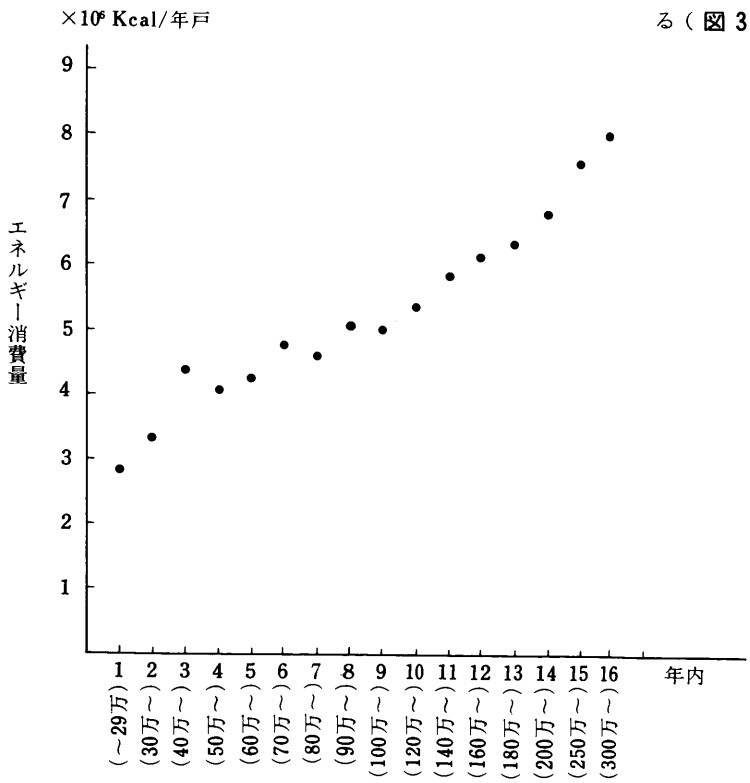


図3.11　年間収入と1戸当り年間エネルギ消費量[文献12)]

の年間エネルギ消費量は**図3.11**のようになり[文献12)]，相関係数0.96と非常に高い相関を示す。

又国土開発センターの調査結果より住宅種別に集計すると**図3.12**のようになる。両者の相関は明確ではない。

以上の図よりマクロ的にみれば，所得とエネルギ消費量の相関は強いがミクロ的にみた場合には住戸によるばらつきが非常に大きくなると言えよう。

3・5・5　住い方

住い方については，2章のKMC実験住宅の例でわかるように同一の設備が整っている一つの住棟内で社会的地位が似たような人々が入居している住戸でもエネルギ消費量は$6.0\sim13.7\times10^6$Kcal／年戸と非常にばらつきが大きい。これは個人差の問題になる訳だが，適正な住い方を指導することによってこのようなばらつきを縮めることは可能であろうと思われる。

3・6　わが国のエネルギ消費レベル

3・6・1　エネルギ消費グレードと生活のバリエーション

わが国のエネルギ消費レベルの程度をもう少し検討する意味で先に提案した各グレードの範囲内でどんな生活のバリエーションが得られるかを検討してみることにする（**図3.13，図3.14**）。

グレード1　現在のわが国の平均レベルではグレード3のような中央集中方式を設置（8時間運転）した場合には，他の設備器具は全く使用不可能になってしまう（例1）。逆に暖房器具として2000Kcal／時の灯油ストーブ（8時間）と300Wの電気ゴタツ（6時間）だけでがまんすれば電気器具としてカラーテレビ，食器洗い機，電子レンジが使用可能で，洗面にも給湯が使える（例2）。また電子レンジのかわりに冷房設備として2000Kcal／時のウインドクーラが6時間使用可能になる（例3）。室内汚染を考えて2500Kcal／時のBF型ガスストーブ（効率70％）を1台設置し，8時間運転するためには給湯をグレード1より下げる必要があり，入浴回数を2日に1回と減らさなければならない（例4）。又電気パネルヒータ（1KW×2台）を8時間使用し補助的に灯油ストーブ1台（2000Kcal／時，1時間）用いればグレード3の給湯が

注8）　騒音指数＝「うるさくて窓があけられない」の指摘率×1.0＋「うるさい」の指摘率×0.5＋「静か」の指摘率×0.0

可能になる。乱暴な試算であるが，以上のような生活がグレード1のエネルギ消費量の範囲内で可能である。

グレード3はエネルギ消費量が現在の約2倍となった場合である。生活の内容を検討すると冷房設備としてウインドクーラ1台のところを2台（2000Kcal／時,6時間）設置し，グレード5の給湯を行うためにはセントラルヒーティングをやめてＢＦ式ガスストーブ2台（各々3000Kcal／時，8時間）にすればよい（例6）。また暖冷房以外の面でグレード5なみの生活を営むためには暖房設備をＢＦガスストーブ1台と灯油ストーブ1台でがまんしなければならない（例7）。

なお，ここでは住宅用という枠内で消費項目を検討したが，住宅用は総需要の10％程度であるから広義の意味で生活環境の向上を考えるならば他の消費部門も含めた形で消費項目の選択と生活内容の変化という検討を行うべきであろう。例えばマイカーをバス，電車に変更したら運輸部門からどれだけ住宅用に回せるかという試算である。

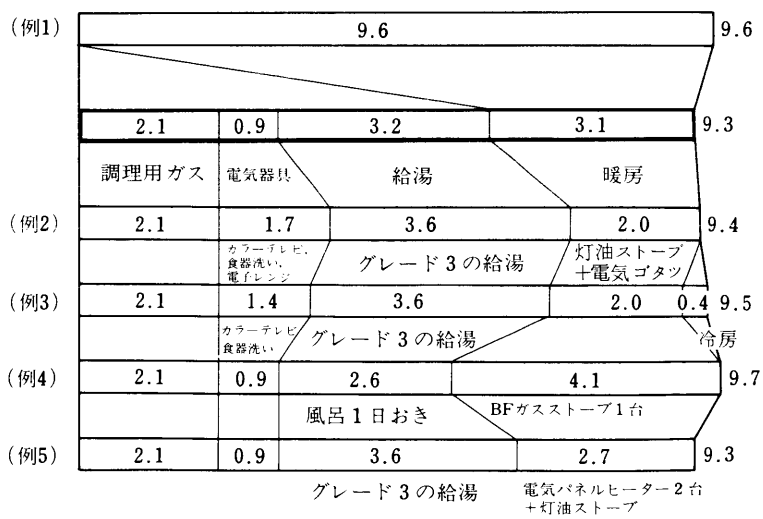
3．6．2　グレード表の検討

以上の検討結果からわかるように，現状の平均であるグレード1は未だ満足な住生活を営むことのできるレベルではない。しかもグレード表の実例でわかるように，木賃アパートや公共住宅はグレード1以下であり，特に木賃アパートのエネルギ消費レベルは低い。しかも東京都の専用住宅の約30％がこの木賃アパートである。これらの木賃アパートはシェルター自体の性能のレベルが低いために設備レベルを高めることが困難で，従ってエネルギ消費グレードも低いままになっているという状況である。

3．7　省エネルギの方向

昨今，住宅を対象にした省エネルギ政策がおし進められているようであるが，米国における住宅を対象とした省エネルギ対策は設備が十分完備されている住宅を前提とし，暖冷房負荷をいかに減らすかといった方法が検討されている訳である。しかし日本の場合は住宅の設備レベルが省エネルギ手段を施す段階に達していないのである。例えば「暖房時の設定温度を下げよう」という呼びかけは現状の暖房設備のレベルが低く，節約しながら暖房を行っている一般家庭に対しては全く無意味であろう。但し，一方でグレード3～5の高級住宅も存在する訳であるから，これらの住宅に対しては省エネルギ化を積極的に働きかける必要がある。

現状においてエネルギ節約を計る方法としては，



グレード3の暖房を行うと他の目的にエネルギーは消費できない。

グレード1の基本的な内容

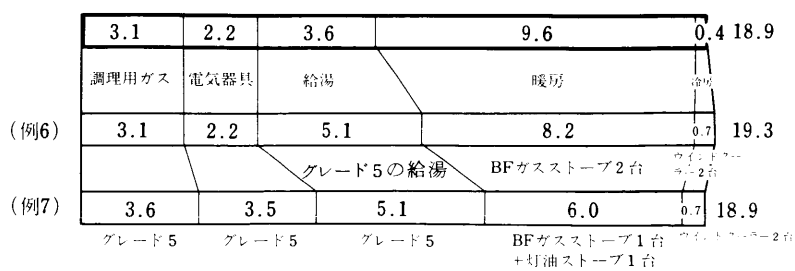
暖房設備を灯油ストーブ＋電気ゴタツにおとせばカラーテレビ，食器洗い機，電子レンジが使用でき，グレード3の給湯が可能になる。

例2でつけ加えた電子レンジのかわりにウインドクーラーを設けることもできる。

ＢＦガスストーブを設置する場合には入浴回数を1日おきにおとさなければならない。

暖房をパネルヒーター2台におとせばグレード3の給湯が可能になる。

図3.13　グレード1における生活のバリエーション（単位：10^6 Kcal／年戸）

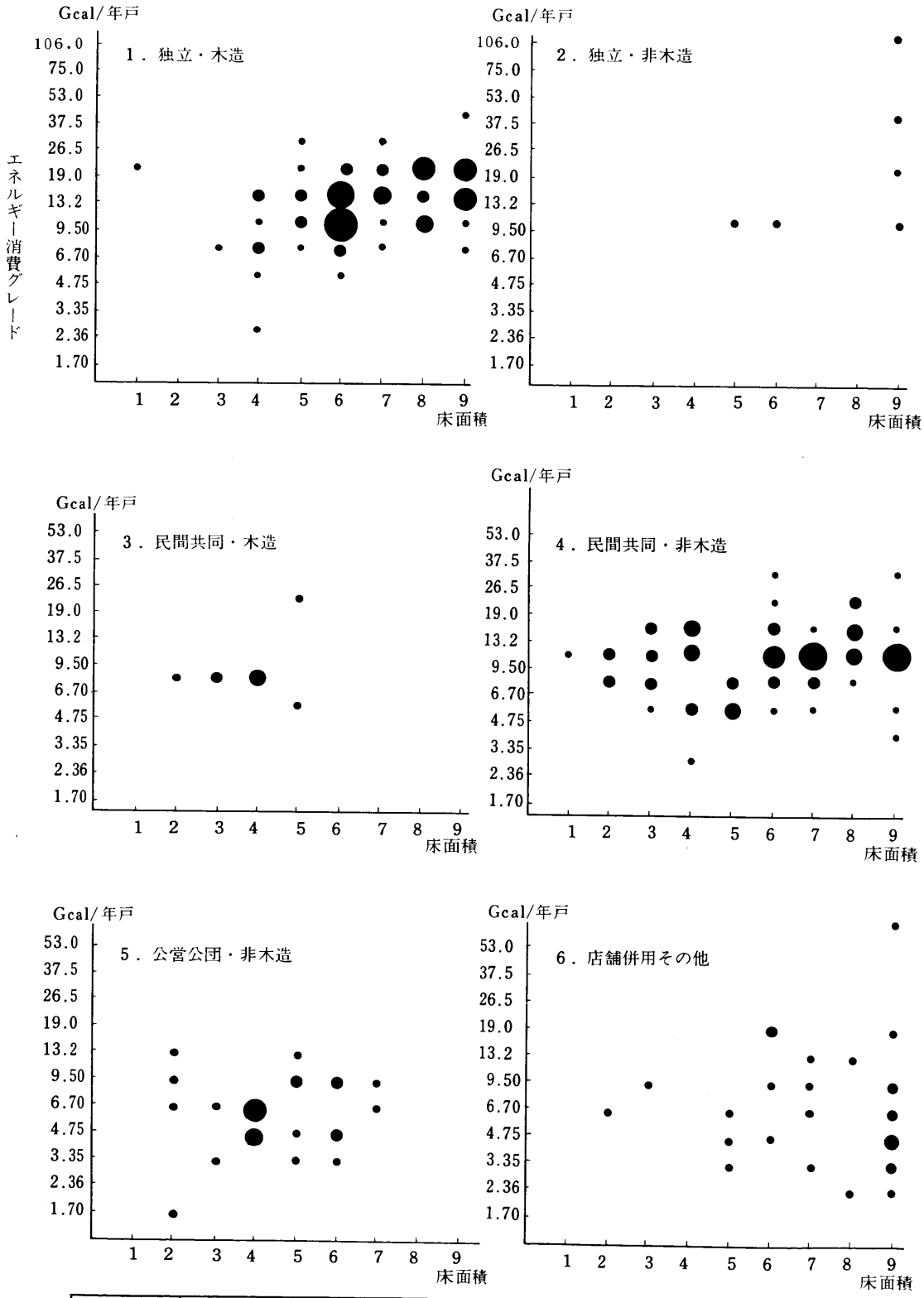


グレード3の基本的な内容

ウインドクーラー2台とし，給湯をグレード5にするためにはセントラルヒーティングをやめてＢＦガスストーブ2台としなければならない。

暖房をＢＦガスストーブ1台と灯油ストーブ1台におとせば，暖冷房以外はグレード5の生活が可能。

図3.14　グレード3における生活のバリエーション（単位：10^6 Kcal／年戸）



所得ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9
額	～100	100～150	150～200	200～250	250～300	300～400	400～500	500～600	600～

万円

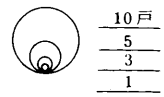


図 3.12　エネルギー消費量と所得との相関 文献12)

1. 生活技術の改善
2. 建築技術の改善
3. 設備技術の改善
4. 行政レベルの技術

などがあげられる。

生活技術の改善としては，設備レベルが上がった段階では暖房時の設定温度を低下させるというようなことが有効であろう。又入浴回数を減らす，シャワーを積極的に使用することなどがあげられる。

次に建設技術については，建築物の断熱性能，気密性能を高めることは暖冷房負荷を減少させるという直接的効果の他に上下温度差の減少や壁表面温度の上昇など，快適性を増すことに結びつくという意味で大切な方向である。

また設備については施工技術の劣悪さに基づく性能の低下という例が非常に多く，システムや機器の改良以前にまず手をつけるべき問題としてあげられる。

最後の行政レベルの技術は日本全体のエネルギ消費量がすでに限界に来ているという立場から過密居住の一つのルールとしてシビルマキシムという考え方をとり入れ，そのシビルマキシムの超過に対しては累進的な負担増加を義務づけるというような方法である。

いずれにしてもわが国の住宅用エネルギ消費は欧米先進国に比べ大変少なく，現状の平均でみるとき満足な環境で生活しているとは考えられない。従ってまずこのレベルをあげることが第1で，省エネルギ方法はこのレベルを上げていく過程の中で考えるべきであろう。

謝辞　本研究に当りましては，財団法人新住宅普及会住宅建築研究所より有益な御援助を頂きました。又，第2章のKMC実験住宅の実測に当りましては，東京三洋電機株式会社の各位並びに当時東大生研技官杉山伸一氏（現在，東芝電機株式会社勤務），菱和調温工業株式会社鈴木一弘氏，当時芝浦工業大学学生亀甲将実氏より，種々御協力を頂きました。さらにデータの整理に当りましては芝浦工業大学学生・小山利洋，中島純夫，松島豊章各君の協力を得ました。お世話になった方々に，ここに記して深甚なる謝意を表します。

＜参考文献＞

1) 勝田・村上・杉山・吉野・鈴木「温風暖房時における暖房パターンと上下温度分布の関係について」日本建築学会大会　昭47.10
2) 勝田・村上・吉野「住宅環境実験の目的と方法 ― 熱環境，空気環境を中心として ― 」日本建築学会関東支部　昭47年度
3) 勝田・村上・杉山・吉野・鈴木「集合住宅における設備の完成検査 ― 換気，暖房，冷房設備について ― 」日本建築学会関東支部　昭47年度
4) 勝田・村上・杉山・吉野・鈴木「集合住宅における暖冷房時の温熱環境の実態」　日本建築学会関東支部　昭47年度
5) 勝田・村上・杉山・吉野・鈴木「KMC（公団モデュラーコーディネーション）実験住宅における居住環境実験 ― 換気，暖房，冷房について ― 」　日本住宅公団建築部調査研究課　昭48.11
6) 通産省大臣官房総合エネルギー政策課編「総合エネルギー統計（昭46年版）」
7) 吾郷慶一「生活とエネルギー」　日本関税協会ベストブック№21
8) サイエンス「エネルギー特集」　日本経済新聞社　昭46.1
9) 日本エネルギー経済研究所「家庭エネルギーの発展方向」昭46
10) 電力空調研究会編「電力空調システム」　オーム社
11) 尾島俊雄編著「都市の設備計画」　鹿島出版会
12) 国土開発技術研究センター　住宅エネルギ小委員会中間報告　小委員会の構成メンバーは尾島，村上，増田，森山，吉野他である。
13) 勝田・村上・吉野「密閉型燃焼器具を用いたホームセントラル暖房給湯時の環境設備に関する実験的研究」日本住宅公団建築部調査研究課　昭46.3
14) 大阪瓦斯株式会社営業開発部「新しい住まいへの提案，大阪ガス東豊中実験住宅調査報告書　№1」　昭44.10
15) 勝田・村上・中上「独立住宅における居住時の暖房実測」日本建築学会大会　昭47.10
16) 柳町「三田パークマンション設置の空調給湯設備の実験データ（第2報）」　家電月報 昭48.4
17) 尾島・増田「都市住宅の住環境と設備の総合調査（その3・各種住宅のエネルギー消費状況）」　日本建築学会大会　昭47.10
18) 日本建築センター「住宅産業における材料および設備の標準化」昭47.3
19) 通商産業省生活産業局「昭48年度住機能向上製品対策調査研究報告書」　昭49.5
20) HUD〝RESIDENTIAL ENERGY CONSUMPTION PHASE1〟　March 1972
21) HUD〝RESIDENTIAL ENERGY CONSUMPTION〟March 1973
22) HUD〝RESIDENTIAL ENERGY CONSUMPTION MULTI-FAMILY HOUSING DATA ACQUISITION〟October 1972
23) Air Conditioning, Heating & Refrigeration News, August 13. 1973 〝ENERGY USE in MILITALY HOUSING〟
24) 日本ガス石油機器工業会他「冷暖房機器に関する需要実態全国調査報告書 ― 特に寒冷地，準寒冷地の暖房を中心とし ― 」　昭48.3
25) 勝田・山田・村上・後藤・峯・吉野「都市集合住宅における暖冷房給湯換気設備の使用実態及び要求度に関する研究」日本住宅公団建築部調査研究課　昭49.4
26) 総理府統計局「住宅統計調査」　昭45年版
27) 勝田・村上・中上「住宅設備のエネルギーによるグレード」

日本建築学会関東支部　昭45年度
28）村上・吉野「住宅における省エネルギー問題」　GA　ガラス74
1月号
29）理科年表　昭49年版
30）総理府統計局「家計調査年報　昭47年版」
31）渡辺要編「建築計画原論」
32）Building Environmental Division Center for Building Technology　"TECHNICAL OPTIONS FOR ENERGY CONSERVATION IN BUILDINGS"
June , 1937

＜研究担当者＞

勝　田　高　司　（東京大学生産技術研究所　教授　工博）
村　上　周　三　（東京大学生産技術研究所　助教授　工博）
吉　野　　博　（東京大学大学院）