

全国の住宅を対象としたエネルギー消費の実態に関する研究

F04D029E 石山 洋平  
 指導教官 赤林 伸一 教授

1 研究目的

地球温暖化問題への対策として、年々増加する民生用のエネルギー消費量の抑制が強く求められている。住宅分野においても、エネルギー消費量の抑制の観点から「省エネルギー基準」の改正・強化が図られている。住宅の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、年間の冷暖房負荷を低減することを目的としている。

しかし、実際の住宅で消費されるエネルギーは冷房や暖房以外にも、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。

本研究は、全国の住宅80戸を対象として、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、主に月、年単位のエネルギー消費量について検討されてきた。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得ることを最終的な目的とする。

2 研究概要

2.1 対象住宅

対象住宅は、北海道、東北、北陸、関東、関西、九州沖縄の6地域で戸建住宅53戸と、集合住宅27戸の計80戸とする。

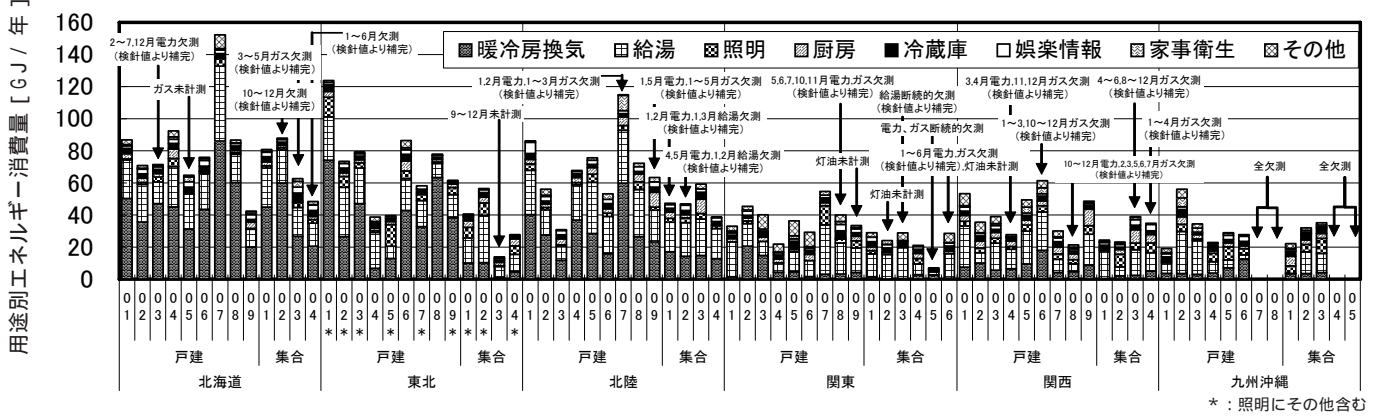


図1 用途別エネルギー消費量（2003年）

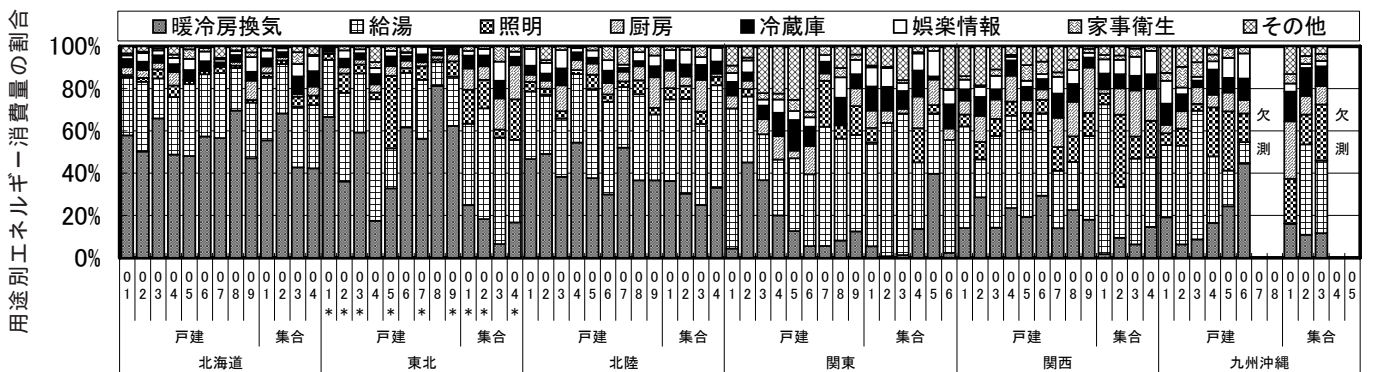


図2 用途別エネルギー消費量の割合（2003年）

用途別エネルギー消費量 [GJ/年]

用途別エネルギー消費量の割合

\*：照明にその他含む

\*：照明にその他含む

## 2.2 測定方法

電力：分電盤とコンセント部分で、1分毎の消費電力量[Wh]とピーク電力[W]の測定を行う。

ガス：ガスメータ部分において、メータの回転数を光学的に読み取る測定器を設置し、5分毎の消費量[m<sup>3</sup>]を測定する。

灯油：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、ファンヒータ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、消費量[ℓ]に換算する。

温湿度：空調室の温湿度と、非空調室の温度を15分毎に計測する。また、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する住宅では、住宅全体のガスの消費量を用途別に分類するために、レンジフード内の温度を15分毎に計測する。

## 3 解析結果

### 3.1 総エネルギー消費量

図1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2に用途別エネルギー消費量の割合を、図3に累積頻度を示す。総エネルギー消費量は20～40GJ/年の住戸が最も多く、全体の約41%、ついで40～60GJ/年(22%)、60～80GJ/年(19%)、80GJ/

年以上(14%)、0～20GJ/年(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、九州地区では相対的に少ない。

用途別エネルギー消費量の割合(図2)では、北海道、東北、北陸地域で暖冷房換気エネルギー消費量の割合が大きくなり、ついで給湯用エネルギー消費量の割合が大きい。関東以南では、相対的に暖冷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3)で、集合住宅と戸建住宅を比較すると、累積頻度80%のとき、集合住宅では約49GJ/年、戸建住宅では約76GJ/年となっており、約27GJ/年の差がある。

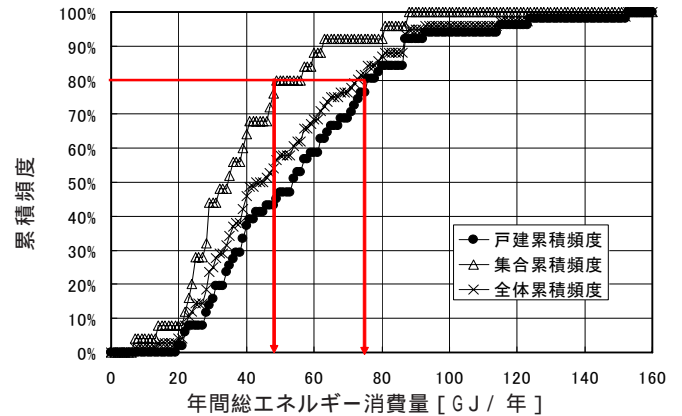


図3 年間総エネルギー消費量の累積頻度

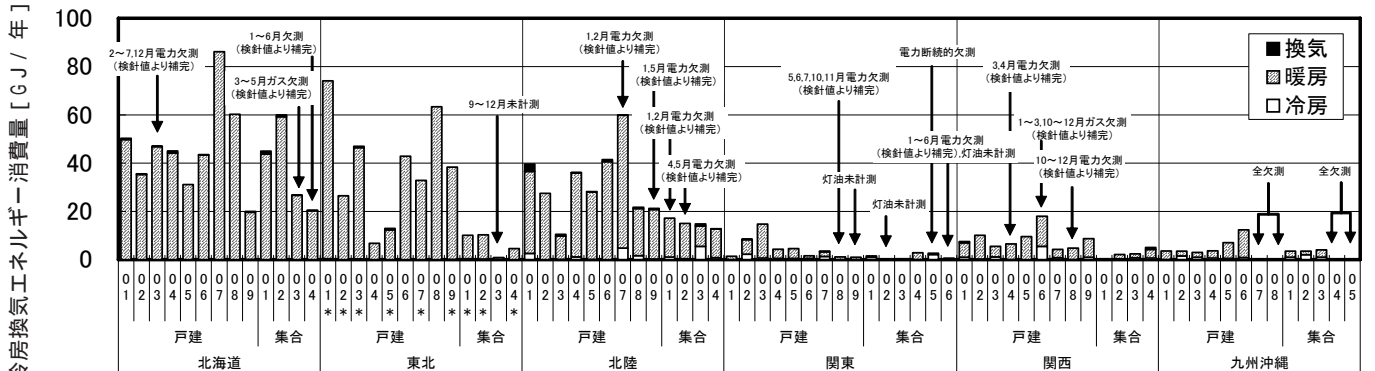


図4 暖冷房換気エネルギー消費量(2003年)

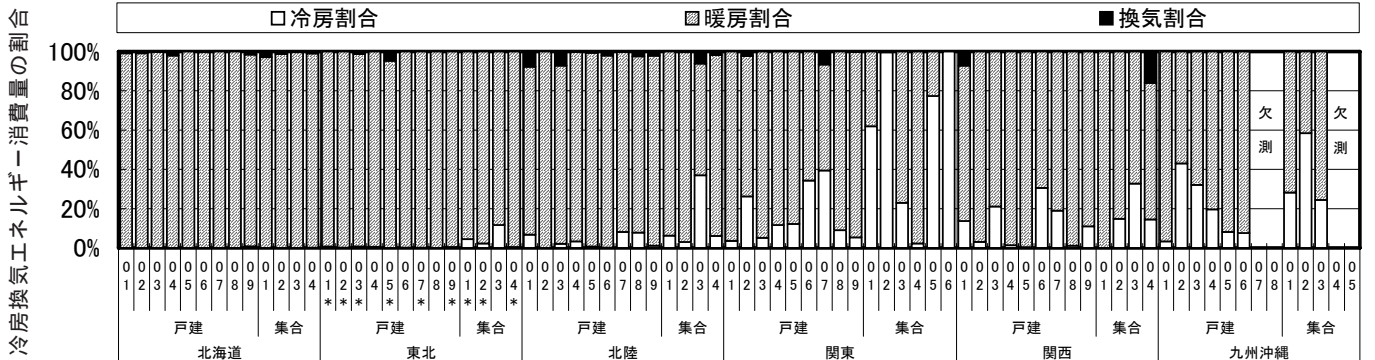


図5 暖冷房換気エネルギー消費量の割合

暖冷房換気エネルギー消費量[GJ/年]

暖冷房換気エネルギー消費量の割合

### 3.2 暖冷房換気エネルギー消費量

図4に2003年における全住戸の暖冷房換気エネルギー消費量を、図5に暖冷房換気エネルギー消費量の割合を示す。北海道、東北、北陸地域で暖冷房換気エネルギー消費量が多いのに対し、関東、関西、九州沖縄地域では相対的に消費量が少ない。これは、北海道、東北、北陸地域では関東、関西、九州沖縄地域に比較して暖房エネルギー消費量が相対的に多くなっているためである。

暖冷房換気エネルギー消費量の割合では、北海道、東北、北陸地域では暖房エネルギー消費量の割合が大きく、約90%を占めている。関東、関西、九州沖縄地域では相対的に少なくなり、冷房エネルギー消費量の割合が大きくなる。

### 3.3 給湯エネルギー消費量

図6に全住戸の給湯エネルギー消費を示す。給湯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。北海道、東北、北陸地域で消費量が多くなる傾向がみられる。

図7に家族一人当たりの給湯エネルギー消費量の累積頻度を示す。累積頻度が80%のとき、集合住宅は約6.8GJ/人・年、戸建住宅は約7.8GJ/人・年となっており、戸建住宅の給湯エネルギー消費量が約1.0GJ/人・年多くなっている。

## 4 カタログ値と実使用時の比較

### 4.1 エアコン

図8に、2003年におけるエアコンの実使用時年間電力消費量とカタログ値の関係を示す。実使用時の年間電力消費量は使用頻度によって大きくばらついている。使用頻度の高いエアコンは、実使用時の年間電力消費量がカタログ値の0.9～1.5倍の値を示す。

図9、図10、図11に、北陸地域の2003年におけるエアコン運転時間中の一年間のカタログ値(定格電力消費量)に対する実使用時の電力消費量の割合を累積頻度分布で示す。図の横軸が1.0の場合に実使用時の消費電力がカタロ

グ値と等しいことを示す。カタログ値に対する実使用時の消費電力が1.0以下の割合は、エアコン使用時間中の約38～100%であり、住宅によって大きなばらつきがあるものの、エアコンは動作時間の多くの時間で定格電力消費量より少ない消費電力で動作している。エアコンの消費電力は、部屋の大きさや、負荷、住まい方などの影響を受け、同じ機種であっても動作状況は異なる。

### 4.2 冷蔵庫

図12に、2003年における冷蔵庫の実使用時年間電力消費量とカタログ値の関係を示す。実使用時とカタログ

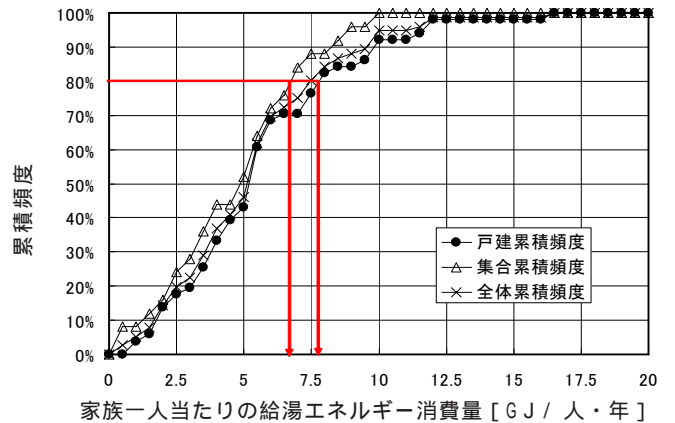


図7 家族一人当たりの給湯エネルギー消費量の累積頻度

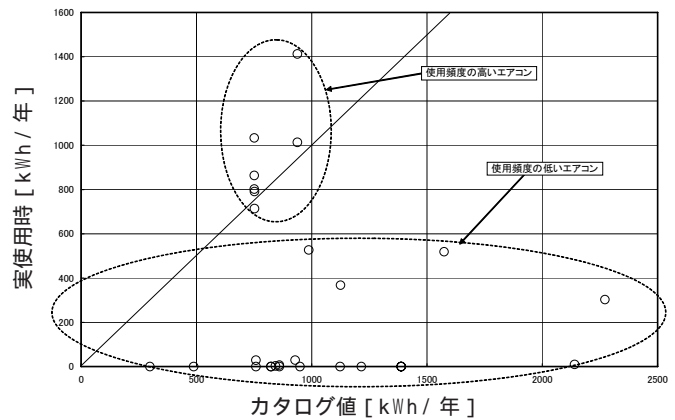


図8 エアコンの実使用時とカタログ値の年間電力消費量(2003年1月～12月)

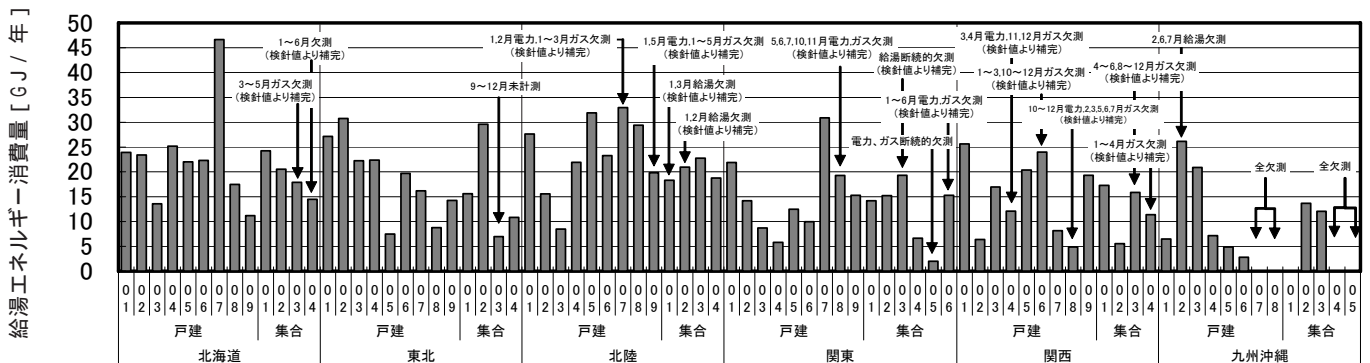


図6 給湯エネルギー消費量(2003年)

給湯エネルギー消費量 [GJ/年]

値の年間電力消費量を示す。全ての住宅において、実使用時の年間電力消費量は、カタログ値に比べて多くなっている。

図13、図14に、北陸地域の2003年における冷蔵庫の定格電力消費量に対する実使用時の電力消費量の割合を累積頻度分布で示す。定格値に対する実使用時の電力消費量が1.0以下の割合は、冷蔵庫の運転時間中約23～100%であり、住宅によって大きなばらつきがある。冷

蔵庫は動作時間の多くの時間で定格電力消費量以下の消費電力で動作していることを示している。

**5** 北陸地域における詳細なエネルギー消費量解析結果

5.1 電力消費量と給湯負荷の関係

近年小型のコジェネレーション設備の開発が進み、家庭用燃料電池、ガスエンジン、マイクロガスタービンなどが実用化の段階をむかえている。コジェネは一次エネルギーを有効に利用できる点にメリットがあるが、熱エネ

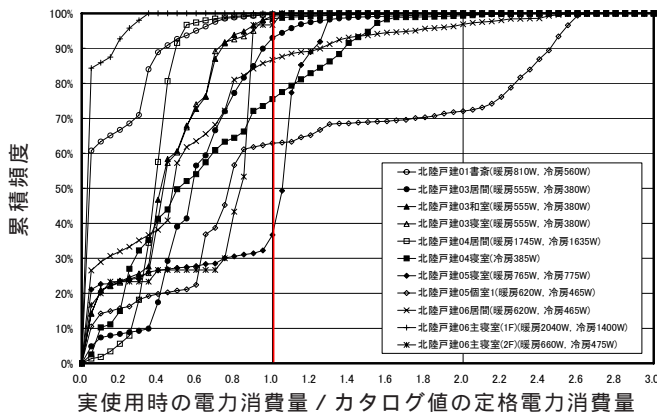


図9 エアコンの実電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度（北陸戸建01～06）

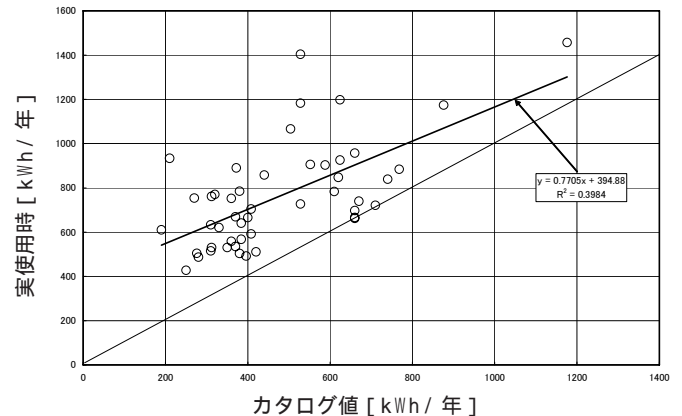


図12 冷蔵庫の実使用時とカタログ値の年間電力消費量（2003年1月～12月）

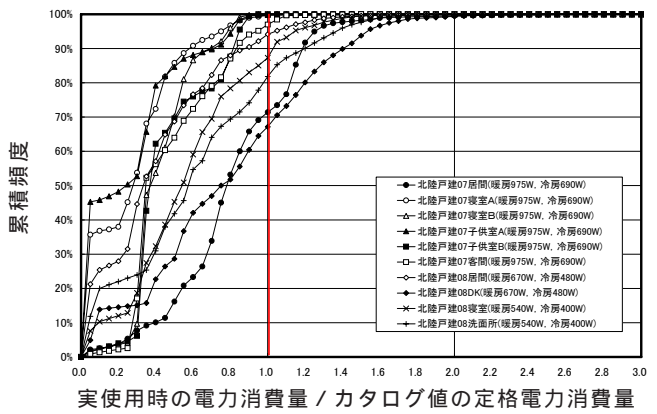


図10 エアコンの実電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度（北陸戸建07、08）

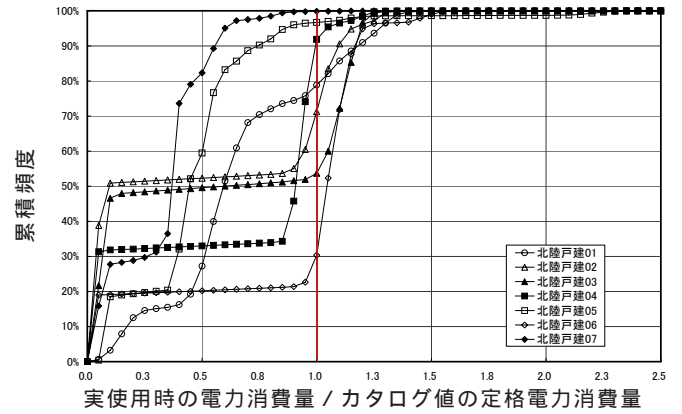


図13 冷蔵庫の実電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度（北陸戸建01～07）

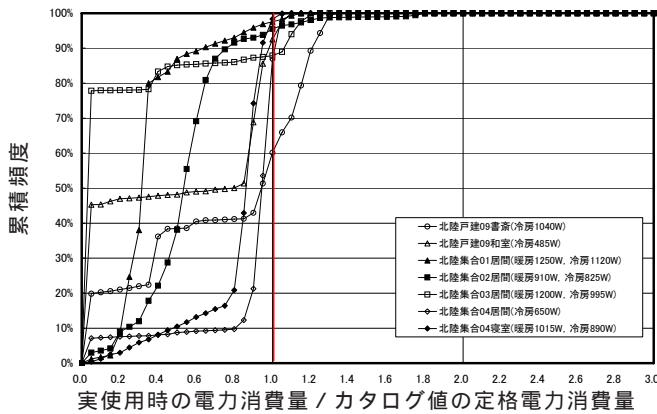


図11 エアコンの実電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度（北陸戸建09、北陸集合01～04）

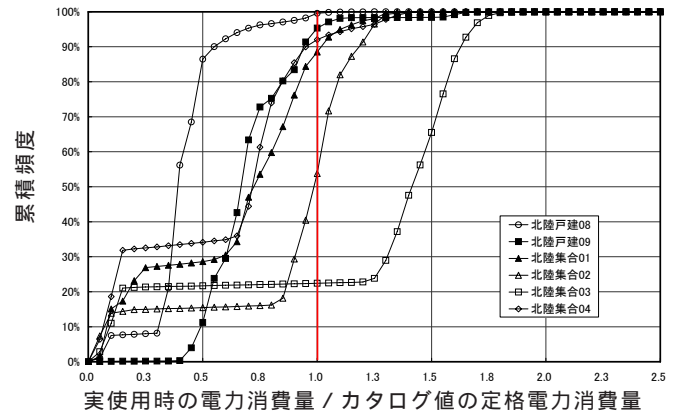


図14 冷蔵庫の実電力消費量の定格電力消費量に対する割合の累積頻度（北陸戸建08～09、北陸集合08～09）

ルギーと電力を同時に発生させるため、両者のエネルギー量の相違や消費が発生する時間帯の違いが問題となる。

そこで、北陸地域における住宅の詳細なエネルギー消費量調査結果を元に、住宅で消費される電力と給湯負荷の関係について検討する。

## 5.2 解析結果

### 5.2.1 月平均電力消費量

図 15 に、月平均電力消費量を示す。電力消費量とは、空調、給湯、融雪用電力以外（照明、厨房、娯楽情報、家事衛生、その他）の合計値とする。電力消費量は、約 20 ~ 60MJ/日の範囲に入り、住宅ごとに電力消費量にばらつきがあるものの、季節による変動はほとんどみられない。最も月平均電力消費量が多い北陸戸建 07 の 2003 年 9 月では、約 72MJ/日となっており、他の月に比べ月平均電力使用量が多くなっている。これは、洗濯機と乾燥機の使用頻度が他の月に比べ高くなっている事が原因である。

### 5.2.2 月平均給湯エネルギー消費量

図 16 に、月平均給湯エネルギー消費量を示す。給湯のエネルギー源はそれぞれ電力、灯油、ガスである。

給湯用電力消費量（北陸戸建 01、06、北陸集合 01）は、35.3 ~ 115.0MJ/日の範囲に入る。冬季は住宅ごとに給湯エネルギー消費量の差が大きく、夏季は各住宅ごとの給湯エネルギー消費量の差が小さくなる。

給湯用灯油消費量（北陸戸建 04、05）は、25.0 ~ 131.8MJ/日の範囲に入り、全ての月において北陸戸建 05 が北陸戸建 04 を上回っている。両住宅の給湯エネルギー消費量の差は、冬季に大きくなり、夏季に少なくなる。

給湯用ガス消費量（北陸戸建 03、07、北陸集合 04）は、13.4 ~ 201.4MJ/日の範囲に入り、北陸戸建 07 が最も消費量が多く、北陸戸建 03 が最も少なくなる。

どのエネルギー源においても、給湯エネルギー消費量は冬季に増加し、夏季に減少する。

### 5.2.3 電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の日平均値

図 17 に、電力消費量に対する給湯エネルギー消費量

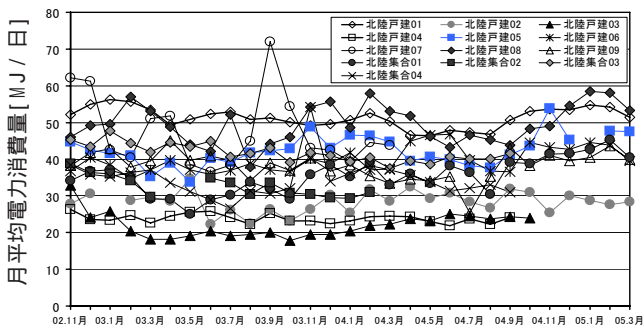


図 15 月平均電力消費量

の割合の日平均値を示す。月平均給湯エネルギー消費量は電力消費量の約 0.6 ~ 3.6 倍であり、季節によって大きく異なる。冬季は、給湯エネルギー消費量は電力消費量の約 1.5 ~ 3.6 倍である。夏季は約 0.6 ~ 1.3 倍で、給湯エネルギー消費量は電力消費量とほぼ同等となっている。夏季では、2003 年よりも 2004 年が電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合が低くなる傾向が見られる。

### 5.2.4 電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の日平均値

図 18 に、電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の日平均値を示す。給湯エネルギー消費量は、冬

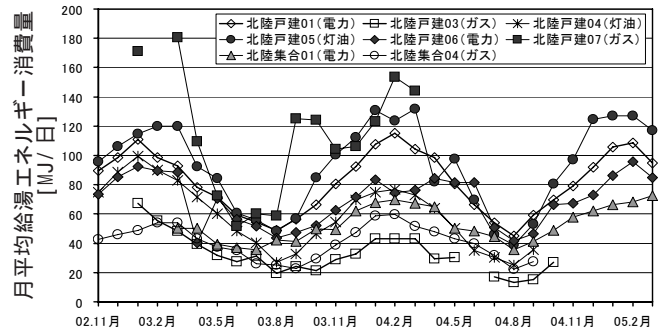


図 16 月平均給湯エネルギー消費量  
(北陸戸建 01、03、04、05、06、07、北陸集合 01、04)

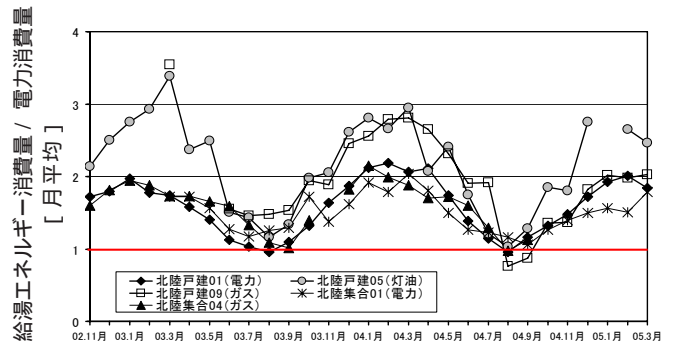


図 17 電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の日平均値  
(北陸戸建 01、05、09、北陸集合 01、04)

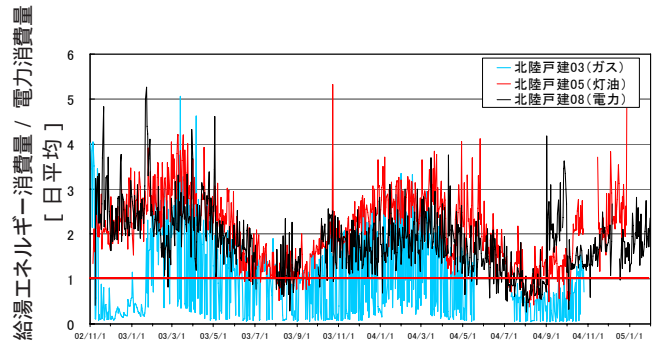


図 18 電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の日平均値  
(北陸戸建 03、05、08)

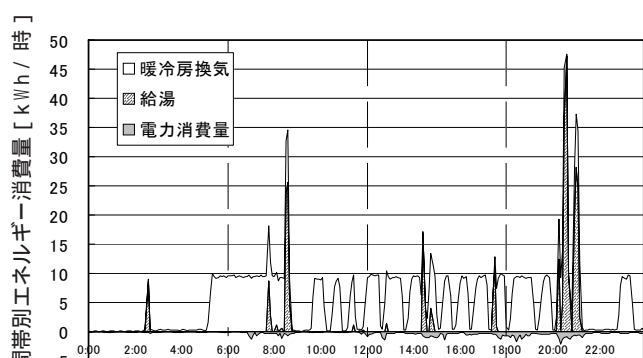
季に電力消費量を大きく上回り、約2～7倍となっている。夏季は、変動があるものの電力消費量の約1～2倍となっている。

### 5.2.5 エネルギー消費量の時間変化

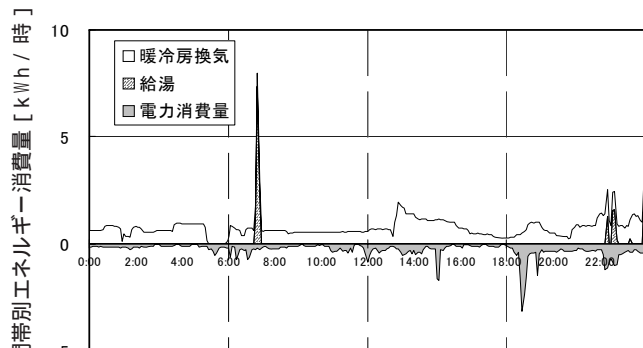
図19に、北陸戸建04におけるエネルギー消費量の時間変化を示す。冬季、夏季ともに給湯エネルギー消費量が朝と夕方以降に発生しており、特に夕方以降に給湯エネルギー消費量のピークが発生している。電力消費量は一日を通じて発生している。

### 5.2.6 電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の時間変化

図20に、北陸戸建01と北陸戸建05における電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の時間変化を



(1) 冬季(最寒日:2003年1月29日)



(2) 夏季(最暑日:2004年7月30日)

図19 時間帯別エネルギー消費量(北陸戸建04)

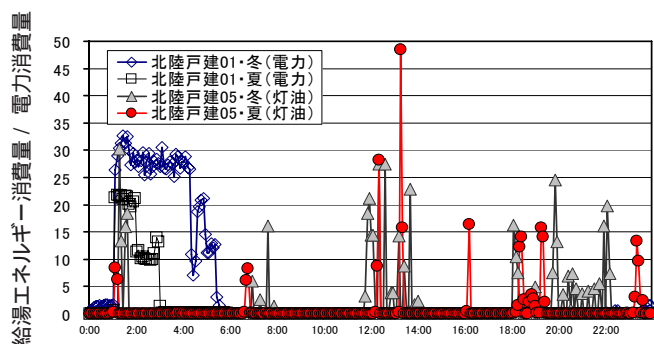


図20 電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の時間変化(北陸戸建01、05)

示す。北陸戸建01は深夜電力を利用した電気温水器のため、夜中に電力消費量の3.0～32.7倍の給湯エネルギー消費量が発生している。

北陸戸建05は灯油を使用しており、給湯を使用している時間帯では冬季、夏季ともに電力消費量を大きく上回る給湯エネルギー消費量が発生している。

## 6 結論

総エネルギー消費量は20～40GJ/年の住戸が最も多く、全体の約41%であり、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、九州地区では相対的に少ない。また、累積頻度80%のとき、戸建住宅が集合住宅より約22GJ/年多くなっている。

北海道、東北、北陸地域で暖冷房換気エネルギー消費量の割合が大きくなり、ついで給湯用エネルギー消費量の割合が大きく、関東以南では相対的に暖冷房換気用エネルギー消費量の割合が減少する。

暖冷房換気エネルギー消費量の割合は、北海道、東北、北陸地域では暖房エネルギー消費量の割合が大きく、関東、関西、九州沖縄地域では相対的に少なくなり、冷房エネルギー消費量の割合が大きい。

給湯エネルギー消費量は、北海道、東北、北陸地域で消費量が多くなる傾向がみられる。家族一人当たりの給湯用エネルギー消費量の累積頻度は、戸建住宅が集合住宅より約1.0GJ/人・年多くなっている。

実使用時年間電力消費量とカタログ値の関係は、使用頻度の高いエアコン、冷蔵庫ともに実使用時の年間電力消費量がカタログ値より消費量が多くなる。また、北陸地域のエアコン、冷蔵庫のカタログ値に対する実使用時の電力消費量の割合は、住宅によって大きなばらつきがあるものの、定格電力消費量より少ない消費電力で動作している時間が多い。

電力消費量は住宅ごとに消費量にばらつきがあるものの、季節による変動はほとんどみられない。

給湯エネルギー消費量は、どのエネルギー源においても冬季に増加し、夏季に減少する。

電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の月平均値は、季節によって異なっており、冬季は約1.5～3.6倍、夏季は約0.6～1.3倍となっている。

電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の日平均値は、冬季では約2～7倍、夏季では約1～2倍となっている。

電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合の時間変化は、給湯を使用している時間帯では冬季、夏季共に電力消費量を大きく上回る給湯エネルギー消費量が発生している。