

B

Ⅲ編 省エネルギー性能に 関する実証実験

第8章 自立循環住宅システムの計画（B1）

・実証実験手法の開発と実施（B2）

第9章 エネルギー・資源消費実態データベース（B3）

第8章に関する重要な注意

第8章の内容の引用・転載については、本報告書の共通の注意事項に加え、下記の内容に基づくルールを定めておりますので、ご理解をお願いいたします。お問い合わせ等については事務局までお尋ねください。

□引用・転載は承諾を必要とする。

□報告書内の、（必要に応じ測定条件などを明記した、）枠で囲われた箇所について、その部分を引用・転載する際には、枠で囲った内部の内容を修正してはいけません。

□また、データの引用にあたっては、独立した図、あるいは表、およびその脚注等の説明文の全てを同時に引用することとする。

第8章 自立循環住宅システムの計画（B 1）

実証実験手法の開発と実施（B 2）

8.1 実証実験概要

8.1.1 概要

「省エネルギー性能に関する実証実験」では、「自立循環型住宅のための要素技術開発」により有望とされ、その設計・施工に関する要件が示された技術を検証し、その結果を、説得力のある実証データとして、「自立循環型住宅のための要素技術開発」へのフィードバック、および、「設計・建設支援システム開発」へのデータ提供を行うことが目的である。

8.1.2 自立循環住宅システムの計画・実証実験手法の開発と実施の目的

自立循環型住宅システムの開発にあたっては、多様な省エネルギー・省資源化の要素技術の検証が求められる。すなわち、家庭における多様なエネルギーと資源の消費行動について、その要因と消費の現状を明らかにすることが、様々な省エネルギー手法の導入による効果の予測に不可欠であり、それらの効果は、実際の生活状況に即した検証が行われるべきである。ここで、家庭におけるエネルギー消費の多寡には、建築構造、設備の種類や効率、生活行動などの要因が関わっている。エネルギー使用は、暖冷房、給湯、調理、照明、家電製品の使用と多岐に及び資源循環の一部として水の消費についても検討が必要である。このような家庭におけるエネルギー消費構造を机上でモデル化できるのであればそれに越したことはないが、通風による排熱、温水配管からの熱ロスなどの基本的な現象でさえ、説得力のある予測を行うことはたやすくないのが現状である。また、研究成果が公的な基準類への採用（省エネ基準等）、同一分野の多数の研究者・技術者の認知、多数の専門家を通じた知識の流布等を経て、最終的に実際の建物や設備の設計施工実務者に反映されるまでの道のりを考えると、説得力のある実験データを得ることが不可欠であると考えられる。

以上の点を踏まえ、本研究では現状の標準的な生活行動下におけるエネルギー・水の消費量と比較して、50%以上の省エネを達成可能な住宅システムを計画し、生活行動等を機械的に再現した実験住宅において省エネ効果に関する実証データを取得することを目的とする。

8.1.3 実証実験における比較評価基準

省エネルギー率 50%の達成を目標とした自立循環型住宅の検証にあたっては、省エネルギー率の比較基準と検証方法を確立する必要がある。そこで、以下にエネルギー消費(省エネルギー化・省資源化)とその評価に関する諸条件を示す。

1) 「省エネルギー率の評価」に関して

(1) エネルギー量(汚染単位の評価)

・評価の対象:

省エネルギーの評価結果を CO₂ で示す場合とエネルギー量で求める方法が考えられる。

・エネルギー単位:

省エネルギー化の評価を行うレベルとして、以下の条件が考えられる。

- a) 最終的な OUTPUT(J)
- b) 2 次エネルギー量(Wh)
- c) 1 次エネルギー量(Wh)、(J)、(ℓ)
- d) CO₂ 排出量(g)

評価対象によって、それぞれのレベルに利点があるが、本プロジェクトの最終目標を、CO₂ 排出量の削減と考えるならば、d)になる。一方、石油と電気などのエネルギー形態の違いを考慮するならば、c)、もしくはb)が有効である。また、インフラの評価を含まないのであれば、b)が妥当と考える。

(2) 比較基準とする年次

・省エネルギー化の比較を行う年次の定義:

1990 年以降、民生用のエネルギー消費は増大しており、家庭内におけるエネルギー消費は、2000 年までの 10 年間に 2 割程度も増加している。COP3 への対応を考えるならば、1990 年次が基準になるが、現状の生活スタイルとの比較と、既存資料の観点からは、2000 年次との比較が妥当と考える。

・基準年のエネルギー消費量の定義:

住宅のエネルギー消費をその年の消費量で見るか、イニシャルの消却分を見込むかを決

定する必要がある。既存の消費機器、住宅の年償却分を定義することは困難であり、本研究部では取り扱わない。

(3) 地域と文化

・気候:

住宅のエネルギー消費にかかわる要因の中で、外気温度は消費量の増減に最も大きな影響を持っている。しかしながら、全国の気候特性とエネルギー消費の関係を求めることは困難であり、冷房と暖房に費やされるエネルギー量がほぼ同等な関東～中部地方を対象とするのが妥当と考える。

・人(習慣、生活レベル):

エネルギー消費に影響する大きな要因のひとつに生活スタイルがあるが、消費者の意識、文化的背景、収入までを考慮すると、標準性の定義は事実上不可能なため、本評価基準には取り入れない。

(4) 住戸

・建物の条件(熱性状・住戸形態・床面積):

集住と戸建の違いや断熱、気密性能の違いなど条件は多いが、Ⅲ～Ⅳ地域について集住と戸建で平均的床面積、平均的断熱・気密性能を対象に考える。

・居住者(人員構成):

家族の人数や年代、就労、就学の状況により、エネルギー消費に関わる居住者の条件は無数であり、何らかの条件をもって代表とすべきと考える。

(5) 所有機器

・消費機器:

各家庭が持っている消費機器の数量と年数、使用形態を求める必要がある。最もエネルギー消費に影響する要素ではあるが、その形態は無数であるため、なんらかの標準的保有機器と標準的使用状況の定義が必要になる。

・共用設備にかかわるエネルギー:

特に集合住宅においては、共用部のエネルギー消費も考慮する必要があるが、住戸数などによって、平均的共用部の消費量は異なるため、平均的集合住宅形態を求める必要がある。本研究では、消費の検証を住戸内に限ることが妥当と考える。

・その他:

家庭内では、系統で配される電力、ガス、水資源に加え、電池やライター、カセットコンロ用のガスボンベなどのエネルギー消費が行われているが、少量であり、実証実験の対象からは省く。

以上より、本実証実験で行うエネルギー消費の比較基準を、次の通りとした。

a. 省エネルギーの評価単位

・原則として1次エネルギー(原油換算)により算出する。

・気候変動枠組み条約への貢献度(CO₂削減量)については、それぞれのエネルギー原単位を用いて示す。

[注意点]

・エネルギー種別による汚染物質(核廃棄物など)の排出量算定は組み込まない。

・1次エネルギーの削減率とCO₂排出量の削減率の換算は、年度によって変化する。同様に、住宅内部の省エネルギー率にインフラ部の消費量が加わる。

b. 比較年時

・2002年度の普及型消費機器を用いた場合とトップランナー機器を用いた場合の比較を行う。

2002年度の普及型消費機器の定義は、機器

の耐用年数や新機能の登場、生活スタイルの変化により特定が困難であるが、1997年製程度が、平均的に保有されていると考える。

・COP3への貢献度として、1990年当時の住宅の平均的エネルギー消費量との比較も併せて行う。

[注意点]

・平均的機器の設定に注意が必要(効率、普及度、価格など)。

・耐用年数と消費効率の向上を考慮する必要がある(LCAとしての考え方であり、本研究部では取り扱わない)。

・2000年当時の気候条件や、使用機器の背景に留意が必要。

c. 地域(気候・文化・生活習慣)

・茨城県つくば市

・文化・生活習慣・収入等は、言及しない。

[注意点]

・インフラの違いによる地域格差を考える必要がある(例えば、ガス供給会社毎に異なる熱への感算率)

d. 住戸性能と形態・家族構成・生活パターン

・次世代省エネ基準Ⅳ地域における平均的気密・断熱・床面積を想定する。

・集合住宅(実験住宅)による実測。

・平均的住人・生活パターンを想定する。

[注意点]

・平均的住宅熱性能を把握する必要がある。

→集住についてはゼネコンのデータ。戸建については省エネ基準にもとづく。床面積などは、総務庁住宅・土地統計調査より平均を求める。

・平均的家族構成および生活パターン

→国勢調査、NHK 国民生活時間調査(2000年)もしくは、既往のエネルギー消費調査の研究のデータを使用。

e. 所有機器など

- ・所有機器は一般的家庭像を想定
- ・共用設備に関わるエネルギー消費量の取り扱いについては、算出後、決定する。
- ・水の利用にかかわるエネルギー消費は、原単位を求める。

- ・電池、カセットコンロ、炭などの微細と思われる消費については取り扱わない。

〔問題点〕

- ・所有機器類の想定→生活パターンに同じ
- ・雨水利用によりポンプ動力の家庭内消費が発生する。(インフラのエネルギーと住宅のエネルギー消費を区別する)

8.1.4 実験住宅による省エネルギー性能評価手法

自立循環住宅の計画において、エネルギー消費機器の性能や資源の循環システムは、実際の使用状況下での効果を測定する必要がある。例えば冷暖房機器のエネルギー消費効率、定常的な熱環境下で評価される事が通常であるが、使用される気象条件や形成される室内環境の快適性については言及されておらず、現実的なエネルギー・資源の自立循環を目指すためには、実際の使用状況を考慮した上で、システム、手法が評価されるべきである。しかしながら、実際の生活環境で複数の手法やシステムを評価することは困難であり、評価時の外界条件の不均一性を鑑みれば、建物性状や外部環境をそろえた上で機械的に生活行動をシミュレートし、複数の消費システムを比較評価する必要がある。そこで、「〔B1〕・〔B2〕省エネルギー性能に関する実証実験」では、エネルギーと資源の消費行動を模擬的(機械的)にシミュレートし、実際の生活状況に即した省エネルギー・省資源化の手法を探るものである。実環境を模擬した消費行動を機械的にシミュレートすることで、消費機器の断続的使用や多数の生活行動の複合的影響を含めた評価が行え、気候を除き、再現の自由性が、より現実的評価を可能とする。

実証実験では、実大の実験住宅(集合住宅型)の2室を用い、住宅内の生活行動を機械的に再現し、エネルギーと資源の消費量比較を行う。これにより、「実際の生活環境(複合効果・不可変動)に則したエネルギー消費測定」、「気候・建物性能(躯体構造や平面プラン)が同一な環境での比較評価」、「機械制御を用いることによる、再試験の可能化」が行われる。

比較を行う2住戸は、一方を「従来型(比較基準)住宅」とし、一方を「省エネルギー型住宅」とする。

8.1.5 実証実験における生活行動の再現

実証実験では、住宅内で行われるエネルギー消費と水資源消費行動をすべて再現する。エネルギー消費行動の再現は、消費機器の運転に伴う発熱と発湿、人体からの発熱、発湿をシミュレートするもので、実際の家電機器の運転、もしくは発熱、発湿装置によって模擬を行う。

8.1.6 実験における住居の想定

8.1.3 に記した比較の基準に従い、以下の住居を想定した。

(1) 消費項目：

- ・エネルギー消費量＝消費された商用エネルギーの1次エネルギー(原油換算)量を比較

- ・資源(水)消費量:上水道使用量を比較
- ・対象:住戸内でのランニング消費
(共用部、LCA、コストについては今後他の委員会と協力し実施する)

エネルギー源別の計算根拠(統計資料)は以下による。

- ・電気事業便覧 平成 2・12 年度(日本電気協会発行)
- ・ガス事業便覧 平成 2・12 年度(日本ガス協会発行)
- ・灯油の消費実態調査結果資料 平成 2・12 年度(石油情報センター)
- ・水道統計平成 2・12 年度(厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課)
- ・水道統計要覧(日本水道協会)

(2) 比較対象(機器・年代)

- ・従来型住宅:1997 年度製を中心とした最普及機器による生活環境
- ・省エネ型住宅:現在入手できる省エネルギートップランナー製品・手法を取り入れた生活環境

(3) 地域(気候・文化・生活習慣)

- ・標準気候・地域:次世代省エネ基準Ⅳ地域(茨城県つくば市)(参考資料:アメダス気象データ 2000 年度版)

(4) 住戸性能と形態・家族構成

- ・住戸性能:次世代省エネ基準Ⅳ地域に準拠した熱性能を持つ集合住宅
- ・家族構成:4人家族
45 歳男性(会社員)
43 歳女性(家庭主婦)
16 歳女兒(高校生)
14 歳男児(中学生)
(参考資料・国勢調査、家計調査、社会生活統計指標 総務庁統計局)

(5) 所有機器

- ・消費機器:34 品・換気設備:5 箇所
- ・照明設備:13 箇所・給排水:10 箇所

- ・窓・カーテン:8 箇所 人体模擬:13 箇所
[参考資料:エネルギー研究会調査データ(日本女子大・早大・都立大)]

(6) 生活のシミュレート(生活水準)

- ・標準生活スケジュール
・NHK 生活時間帯調査
・エネルギー研究会調査結果
・公団、大学の調査結果等の学会発表資料
- ・生活条件
熱環境:在室時の SET*を 20～26℃に保持する(就寝時 SET*≤27℃)
[衣類による調整→換気→窓開閉→空調設備]
- ・照明:在室時の床面における平均照度を 75lx 以上に保持する
[カーテン開閉→照明設備]
- ・人体発熱:1人あたり 100W の発熱(1met 相当)
- ・人体発湿:1 人あたり 30g/h

(7) 実証対象システム

種々の省エネルギー、省資源システムを、他委員会(特に A2,A3,A4,C2)と共に計画。

- ・家族パターン、生活スケジュールの影響

8.2 実大実験住宅および測定・制御

8.2.1 実証実験住宅の製作

実験住宅の設備などの概要を「実験住宅の工事管理記録」に沿って記す。

次ページ以降に「省エネルギー型住宅」の工事管理記録を記す。「比較基準住戸」に関しては、仕様がほぼ同じであり、割愛する。異なる点は、導入設備の機種の違い、断熱材の違い、ハイブリッド換気システムの有無である。

1) 工事期間

①比較基準住戸

平成 14 年 4 月 23 日～同年 5 月 30 日

②省エネ住戸

平成 14 年 7 月 29 日～同年 11 月 15 日



- | | |
|----------------------|------------------|
| ・場 所:茨城県つくば市 建研・国総研内 | |
| ・主要構造:RC造 | ・階 数:地上3階 |
| ・延床面積:956.16㎡ | ・住戸数:9戸(1住戸約73㎡) |
| ・建物高さ:9.6m | ・建築面積:956.16㎡ |

2) 自立循環型住宅実験システムの製作（省エネ住戸）

7月29日	・ノンフロン断熱施工打合せ
8月31日	・建築、設備、電気総合打合せ
10月25日	・検査、引渡し
2. 工事概況	
7月29日(月)	・既存断熱材撤去および水発泡ウレタン断熱施工
8月31日(土)	・建築墨出し
9月19日(木)	・コア抜き
9月21日(土)	・設備配管、ダクト工事
9月23日(月)	・間仕切り壁LGS下地
9月26日(木)	・建具枠工事
	・コンセント工事
9月27日(金)	・建具枠工事
	・コンセント工事
10月 3日(木)	・間仕切り壁プラスターボード貼り工事
10月 4日(金)	・間仕切り壁プラスターボード貼り工事
	・建具枠工事
10月 9日(水)	・照明器具取付
	・キッチン吊戸棚取付
	・間仕切り壁ダクト及び配線貫通部のシール
10月10日(木)	・クロス貼り工事
10月15日(火)	・フリーアクセスフロア工事
10月17日(木)	・レンジフード取付
	・ハイブリッド換気システム給排気口取付
	・ユニットバス注湯配管工事
10月22日(火)	・給湯器廻りの他熱源接続用タッピング工事(301及び303)
10月30日(水)	・洗面カウンター取付及びシール
	・キッチン水切設置及びシール
11月13日(水)	・ガスメータ取付(301及び303号室)
11月14日(木)	・試運転調整
	・内部清掃
11月15日(金)	・引渡し、検収立会い: ～ に実施
	<立会い者>
	建 研:瀬戸氏、桑沢氏、堀氏、
	工事業者:佐藤(明)、梅原(清田)、前川(協栄)
	宇梶環境:宇梶

3) 工事写真



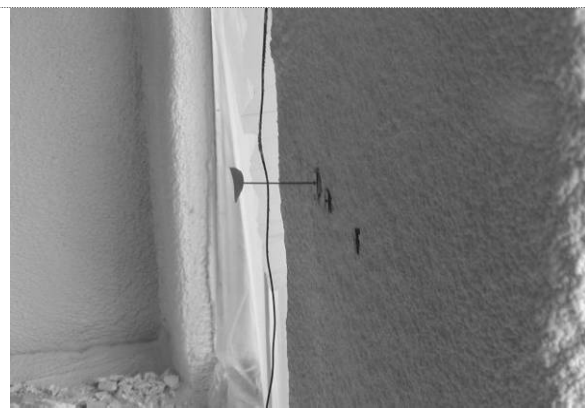
平成14年7月29日
301号室断熱工事準備



水発泡ウレタン吹付（南面外壁）



断熱材吹付完了



平成14年7月29日
吹付厚さの確認（設計厚さ65mm）



厚さ不足部分の修正



平成14年8月29日
建築墨出し

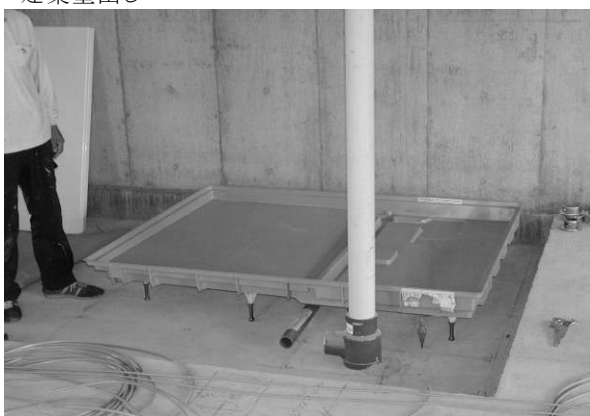
◆工事写真（続）



平成14年8月29日
建築墨出し



平成14年8月29日
建築墨出し



平成14年9月19日
ユニットバス工事（防水パン設置）



平成14年9月19日
電気配線工事



平成14年9月19日
150φスリーブ（西妻壁）
同時給排気型 レンジフード対応用



平成14年9月19日
全熱交換型換気装置取り付け

◆ 工事写真 (続)



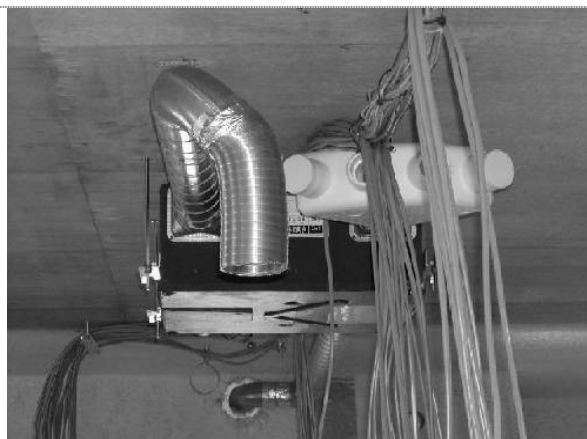
平成14年9月19日
熱流測定用スリーブコア抜き
(西妻壁150φ)



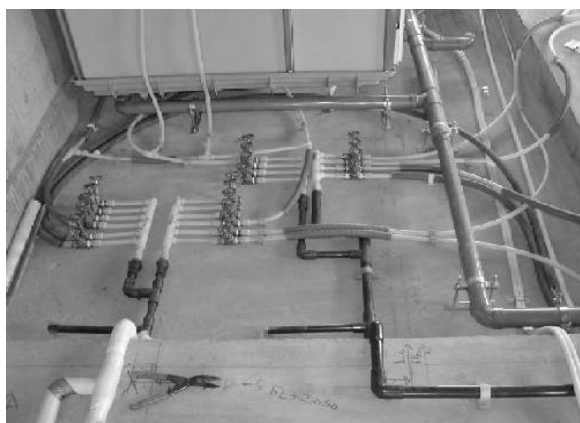
平成14年9月19日
北側外壁コア抜き



平成14年9月21日
ユニットバスの断熱状況(@35mm)



平成14年9月21日
全熱交換型換気装置

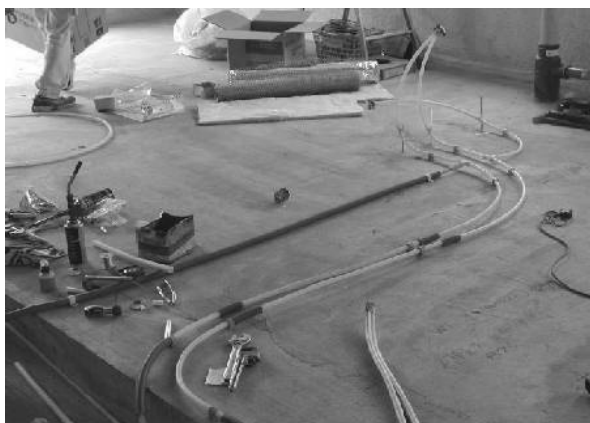


平成14年9月21日
給水・給湯ヘッダー

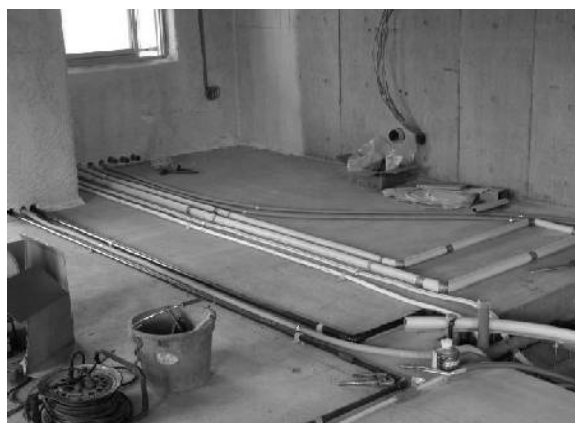


平成14年9月21日
配管工事(北側外壁からの導入部)

◆工事写真（続）



平成14年9月21日
給水・給湯配管(キッチン廻り)



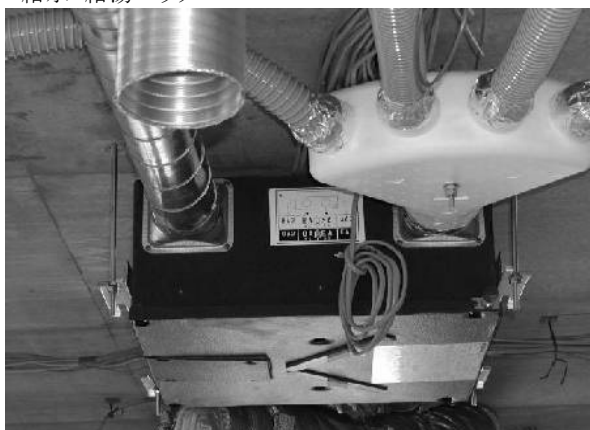
平成14年9月21日
(北側外壁からの導入部)



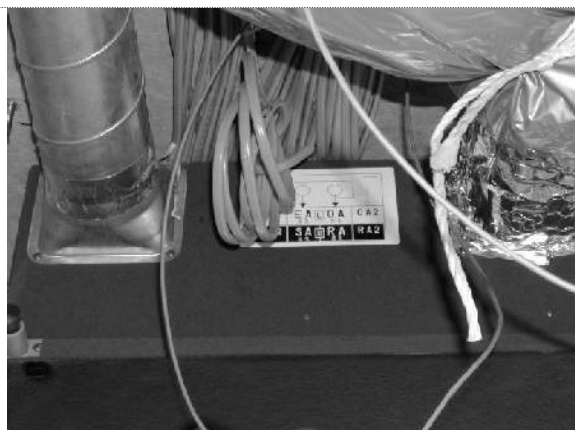
平成14年9月21日
給水・給湯ヘッダー



平成14年9月21日
バス乾廻り



平成14年9月21日
全熱交換型換気装置
チャンバー及びダクト接続状況



平成14年9月21日
全熱交換型換気装置
チャンバー及びダクト接続状況

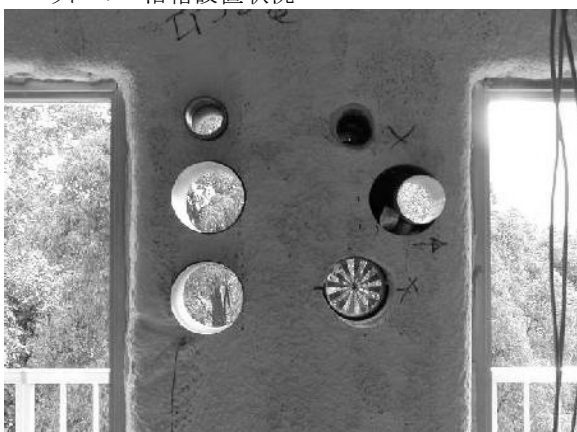
◆工事写真（続）



平成14年9月21日
ユニットバス 浴槽設置状況



平成14年9月21日
ハイブリット換気 玄関上部のダクト



平成14年9月21日
換気レジスタ用スリーブ(南面)



平成14年9月23日
間仕切壁用LGS設置

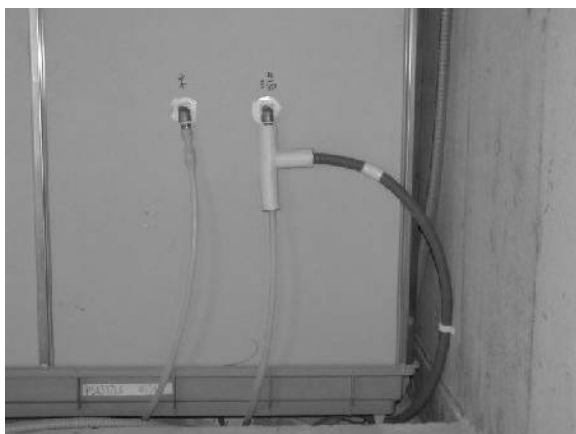


平成14年9月23日
間仕切壁用LGS設置



平成14年9月23日
レンジフードダクト

◆工事写真（続）



平成14年9月23日
ユニットバス廻り 給水・給湯配管



平成14年9月23日
キッチン廻り 給水・給湯配管



平成14年9月26日
キッチンコンセント



平成14年9月26日
電気配線(302からの引き込み)



平成14年9月27日
建具枠取付



平成14年9月27日
全熱交換型換気装置 給気ダクト(居間)

◆工事写真（続）



平成14年9月27日
居間(南面コンセント)



平成14年9月27日
ユニットバス 給水・給湯ヘッダー



平成14年9月27日
ハイブリッド換気 玄関上部のダクト



平成14年9月27日
キッチン廻り配管



平成14年9月27日
ユニットバス 湯張り回路



平成14年10月 3日
雨水利用系統配管

◆工事写真（続）



平成14年10月3日 ハイブリッド換気
玄関上部のダクト 間仕切壁の立上げ部



平成14年10月 3日
間仕切壁の立上げ部



平成14年10月 3日 間仕切壁の立上げ部
ダクト及びケーブルの貫通状況



平成14年10月 4日
間仕切壁(子供室)



平成14年10月 4日
間仕切壁(キッチン)



平成14年10月 4日
天井ボード張(居間)

◆工事写真（続）



平成14年10月 4日
天井ボード張下地(廊下)



平成14年10月 4日
廊下間仕切り部のダクト貫通部



平成14年10月 4日
廊下間仕切り部の 配管貫通部



平成14年10月 4日
キッチンカウンター廻りの配管貫通部



平成14年10月 9日
照明器具取付(居間)

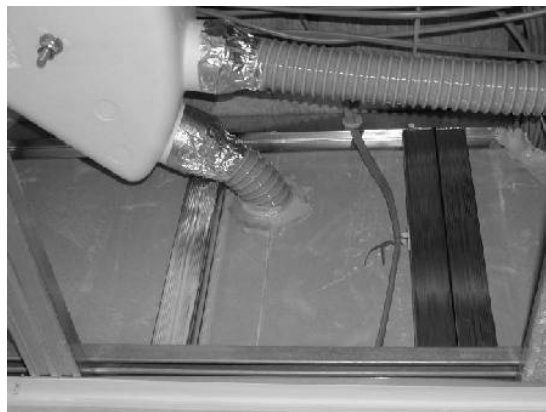


平成14年10月 9日
照明器具取付(和室)

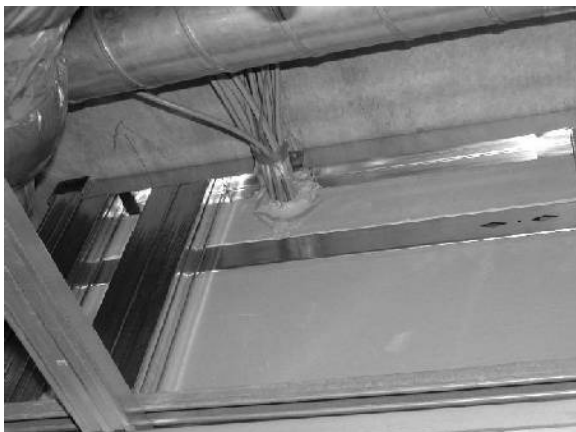
◆工事写真（続）



平成14年10月 9日
キッチン吊戸棚設置



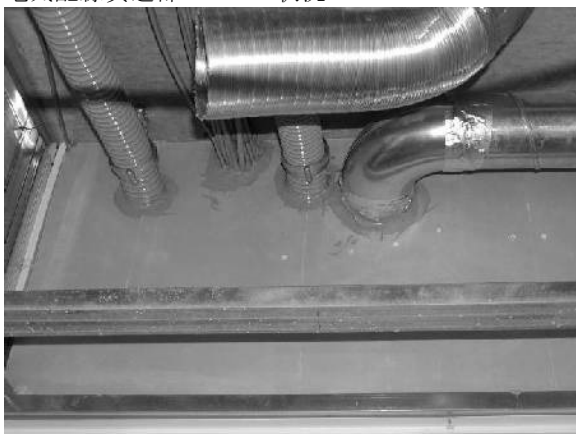
平成14年10月 9日
全熱交換型換気装置
給気ダクト貫通部のシール状況



平成14年10月 9日
電気配線貫通部のシール状況



平成14年10月 9日
電気配線貫通部のシール状況



平成14年10月 9日
電気配線及びダクト貫通部のシール状況



平成14年10月 9日
ハイブリッド換気ダクト貫通部のシール状況

◆工事写真（続）



平成14年10月 9日
ハイブリッド換気ダクト貫通部のシール状況



平成14年10月 9日
PBパテ埋め作業



ビニールクロス用接着剤



平成14年10月 9日
和室-居間間の欄間(パネル設置状況)



平成14年10月 9日
和室-居間間の欄間(パネル撤去状況)



平成14年10月10日
クロス張り(居間)

◆工事写真（続）



平成14年10月10日
クロス張り(居間)



平成14年10月10日
クロス張り(和室)



平成14年10月15日
フリーアクセスフロア(廊下)



平成14年10月15日
フリーアクセスフロア(子供室)



平成14年10月15日
フリーアクセスフロア(洗面)



平成14年10月17日
レンジフード内部（高効率モータ型）

◆工事写真（続）



平成14年10月17日
レンジフード設置



平成14年10月17日
ハイブリッド換気 子供室給排気口



平成14年10月17日
ハイブリッド換気 子供室給排気口



平成14年10月17日
ユニットバス注湯・追い炊き回路配管



平成14年10月17日
ユニットバス注湯・追い炊き回路配管



平成14年10月17日
ユニットバス注湯口

◆工事写真（続）



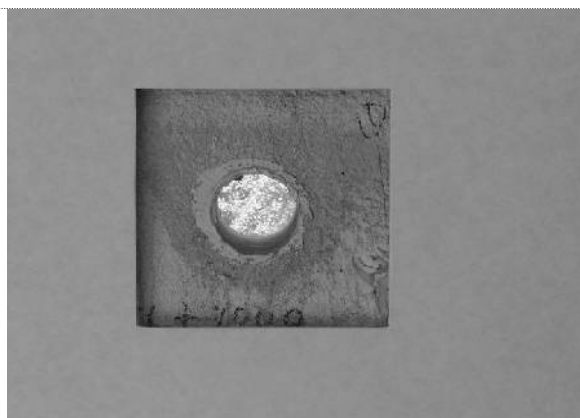
平成14年10月22日
潜熱回収型ガス給湯器(上)
他熱源接続用タッピング(下)



平成14年10月30日
洗面カウンター



平成14年10月30日
キッチン流し



平成14年10月30日
西妻壁熱流測定用コア抜き状況

◆工事写真（続）



平成14年11月15日
引渡し検査立会い



平成14年11月15日
自動水栓動作確認(キッチン流し)



平成14年11月15日
自動水栓動作確認(洗面)



平成14年11月15日
浴槽湯張り動作確認



平成14年11月15日
浴室乾燥機動作確認



平成14年11月15日
省エネ便座動作確認(自動蓋開閉装置)

◆工事写真（続）



平成14年11月15日
パルス発信機付きガスメータ(303号室)



平成14年11月15日
パルス発信機付きガスメータ(301号室)

4) 比較基準住戸と省エネ住戸の仕様比較

(1) 仕様比較一覧

写真No.	名 称	設置室	比較基準住戸		省エネ住戸	
			型 番	仕 様	型 番	仕 様
写真-1	外壁断熱仕様	外壁廻	フロン発泡ウレタン	IV地域仕様 @35mm	水発泡ウレタン	II地域仕様 @65mm
写真-2	給湯熱源機器	屋外	GH-242ZWH(ハース)	24号	GH-241ZW(ハース)	27号(潜熱回収型)
写真-3	浴槽	浴室	FRP製ユニットバス (TOTO)	断熱無し	FRP製ユニットバス (TOTO)	発泡ウレタン @30mm
写真-4	ルームエアコン	居間	CS-SG32Y2(松下)	冷COP:2.67,暖COP:3.16	CS-E282A(松下)	冷COP:5.77,暖COP:5.84
写真-5	ルームエアコン	和室	CS-Y221A(松下)	冷COP:2.47,暖COP:3.02	CS-E222A(松下)	冷COP:5.95,暖COP:6.04
写真-5	ルームエアコン	洋室1	同上	同上	同上	同上
写真-5	ルームエアコン	洋室2	同上	同上	同上	同上
写真-6	レンジフード	台所	V604K4(三菱電機)	ブース型 460CMH×77W	V604KX4(三菱電機)	ブース型 460CMH×25W
写真-7	天井扇	便所	FY-17C1BL(松下)	85CMH×13W	VD-10ZCC2-C(三菱電機)	85CMH×8.4W
写真-8	浴室乾燥機	浴室	V-132BZF4(三菱電機)	2部屋用(電気方式)	BBD-3300ACSK-2(ハーマン)	2部屋用(ガス方式)
写真-9	全館換気システム	居室	VL-200ZM(三菱電機)	全熱交換型	同左	同左
-	照明器具	居間	HA8859ZEP(松下)	40W+32W丸型ハルック蛍光灯	HFA6000Z-K(松下)	70Wツインハルック蛍光灯
写真-10	照明器具	食堂	LB13038(松下)	100Wハースボール電球	LB13038(松下)	22Wハルックボール電球
-	照明器具	和室	HA8859ZEP(松下)	40W+32W丸型ハルック蛍光灯	HFA6000Z-K(松下)	70Wツインハルック蛍光灯
-	照明器具	洋室1	HA8859ZEP(松下)	40W+32W丸型ハルック蛍光灯	HFA6000Z-K(松下)	70Wツインハルック蛍光灯
-	照明器具	洋室2	HA8859ZEP(松下)	40W+32W丸型ハルック蛍光灯	HFA6000Z-K(松下)	70Wツインハルック蛍光灯
-	照明器具	台所	HA4091E(松下)	40Wハルック蛍光灯	同左	同左
-	照明器具	カウンター	HW2819EPL(松下)	FL 20W蛍光灯	同左	同左
-	照明器具	便所	LB72630K(松下)	60W白熱球	LB72630K(松下)	13WハルックボールYOU(D型)
-	照明器具	洗面	同上	同上	同上	同上
-	照明器具	廊下	同上	同上	同上	同上
写真-11	温水暖房便座	便所	TCF671R(TOTO)	貯湯型	CW-E37型(INAX)	連続出湯、蓋自動開閉
写真-12	給湯配管	-	架橋ポリエチレン13mm	サヤ管無し	架橋ポリエチレン10mm	サヤ管有り
写真-13	ハイブリッド換気	-	西松建設方式	無し	西松建設方式	有り
-	床暖マット	居間	TP-12E101-SK0(ハース)	下部断熱無し	TP-12E101-SK0(ハース)	断熱有り@25mm(32kg/m³)

(2) 外壁断熱仕様 (写真-1)

a 比較基準住戸 (Ⅳ地域仕様) : フロン発泡ウレタン@35mm



b 省エネ住戸 (Ⅱ地域仕様) : 水発泡ウレタン@65mm



(3) 給湯暖房用熱源機器 (写真-2)



比較基準住戸 : 従来型 (効率0.8)



省エネ住戸 : 潜熱回収型 (効率0.93)

(4) 浴槽(写真-3)



比較基準住戸（断熱無）



省エネ住戸（発泡ウレタン断熱@30mm）

(5) ヒートポンプエアコン（LD用）（写真-4）



比較基準住戸（平均COP:2.92）



省エネ住戸（平均COP:5.81）

(6) ヒートポンプエアコン（和室・子供室用）（写真-5）



比較基準住戸（平均COP:2.75）



省エネ住戸（平均COP:6.00）

(7) レンジフード（写真-6）



比較基準住戸（消費電77W）



省エネ住戸（高効率モーター：消費電力25W）

(8) 天井扇（写真-7）



比較基準住戸（消費電13W）



省エネ住戸（高効率モーター：消費電力8.4W）

(9) 浴室乾燥機（写真-8）

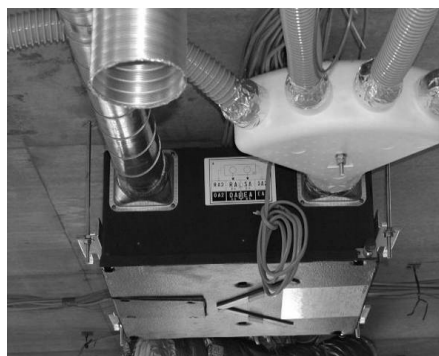


比較基準住戸（電気方式）



省エネ住戸（ガス方式）

(10) 全館換気システム（写真-9）
比較基準住戸、省エネ住戸共通



(11) 照明器具 (写真-10)



比較基準住戸（白熱灯+インバ-タ照明）



省エネ住戸（高効率インバ-タ照明）

(12) 温水暖房便座 (写真-11)



比較基準住戸：貯湯型

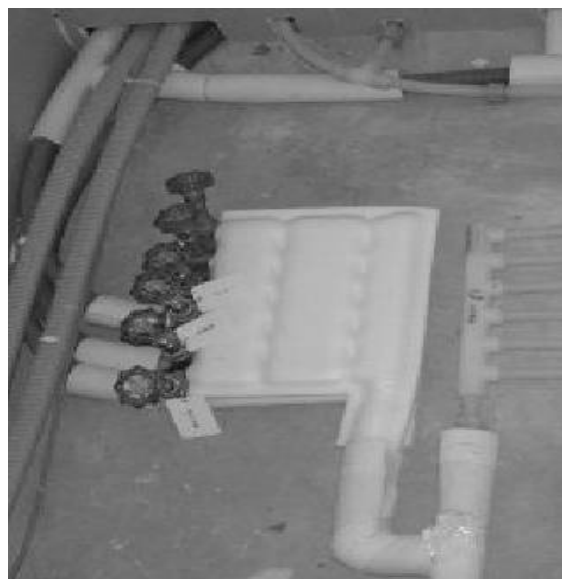


省エネ住戸：連続出湯型（7々自動開閉）

(13) ◆給湯配管(写真-12)



比較基準住戸：樹脂管（13A）保温無



省エネ住戸：樹脂管（13A）サヤ管による保温洗面・キッチン系統の配管口径縮小（10A）

(14) ハイブリッド換気(写真-13)



玄関上部天井内のダクト



吸気口(廊下天井)



取り入れ外気吹出口(居室)

8.2.2 家電設備の導入

1) 目的

各メーカーカタログ情報をもとに、実験住宅に設置する、家電機器のスペックを決定する。

2) 調査対象機器

(1) 厨房関連機器

①冷蔵庫、②炊飯器、③食器洗浄器、④オーブンレンジ、⑤電気ポット

(2) AV関連機器

・①テレビ、②ビデオデッキ、③CD ラジカセ、④オーディオ

(3) 家事関連機器

・①全自動洗濯機、②衣類乾燥機、③掃除機、④アイロン

(4) 情報関連機器

・①デスクトップパソコン、②ノートパソコン、③プリンタ、④電話

(5) その他

・①ドライヤー、②インターホン、③卓上スタンド

3) 選定方法

2002 年版メーカーカタログ情報を整理し、以下の方針により機器仕様を決定した。

①従来型:

年間消費電力量が平均的(調査対象機種の算

術平均値)なものを選んだ。

②省エネ型:

年間消費電力量が最小のものを選んだ。

詳細については、次ページ以降に示した、各家電機器情報シート参照のこと。

4) 家電機器情報シート

Ⅲ 省エネルギー性能に関する実証実験[B]

(1) 冷蔵庫

メーカーカタログ2002秋冬

容量選定の基準：TEPCO暮らしのラボ資料(冷蔵庫の選び方)を参考にした

容量〇_人は $\equiv (70\text{kg} \times \text{家族人数}) + \text{常備品} 100\text{kg} + \text{予備スペース} 70\text{kg} \Rightarrow 70\text{kg} \times (3 \sim 4\text{人}) + 100\text{kg} + 70\text{kg} = 380 \sim 450\text{kg}$ (平均415_{kg}を採用)
7社19製品についてカタログ調査

選定方法

従来型：年間消費電力量が平均的(19機種平均値)なものを選んだ。

省エネ型：年間消費電力量が最小のものを選んだ。

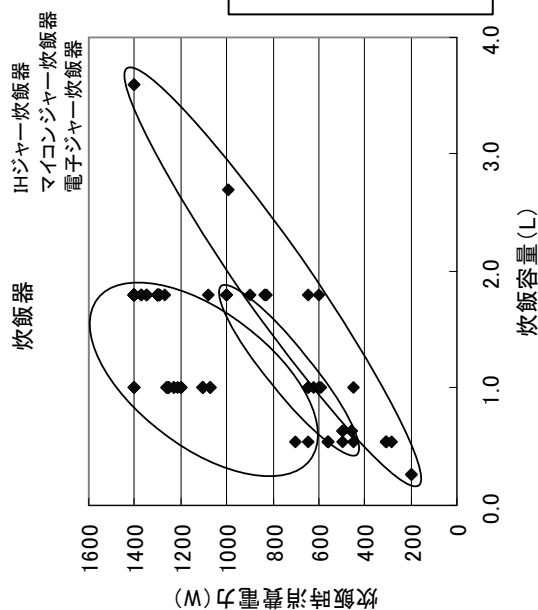
メーカー	機種	メーカー希望 小売価格 (円)	省エネラベリング制度(※1)			年間 電費代 (円/年)	定格内容積						機能				
			省エネ性 マーク	省エネ 基準 達成率	年間 消費 電力量 (kWh/年)		合計 (L)	冷凍室 (L)	冷蔵室 (L)	野菜室 (L)	野菜室 ポトル室 (L)	切替室 (L)	ド ア 数	自 動 製 氷	録 音 開 き	インバータ 制御	ノンフロン 対応
1	松下電器産業	NR-E401U	235,000	●e	203%	200	4,600	404	74	206	20*	98	26	5	●	●	●
	東芝	GR-NF424K	オープン	●e	159%	260	5,980	415	81	215	24*	97	22	5	●	●	●
	日立	R-K40RPAM	240,000	●e	155%	260	5,980	401	76	217	19*	88	20	5	●	●	●
2	三菱電機	MR-F41D	オープン	●e	152%	260	5,980	405	77	247	22*	81	77	4	●	●	●
	シャープ	SJ-PV43G	260,000	●e	155%	270	6,210	425	100	230	22*	95	4	4	●	●	●
	シャープ	SJ-SV43G	250,000	●e	155%	270	6,210	425	100	230	22*	95	4	4	●	●	●
5	三菱電機	MR-S40D	オープン	●e	151%	270	6,210	401	82	212	28*	79	28	5	●	●	●
8	松下電器産業	NR-D42H2	オープン	●e	144%	280	6,440	415	80	255	25*	80	4	4	●	●	●
	松下電器産業	NR-D44H2	オープン	●e	144%	290	6,670	435	90	255	30*	90	4	4	●	●	●
9	三菱電機	SR-S42C	245,000	●e	142%	290	6,670	415	79	211	26*	102	23	5	●	●	●
	シャープ	SJ-LH40F	オープン	●e	131%	310	7,130	401	100	211	30*	90	5	5	●	●	●
11	シャープ	SJ-WH40F	オープン	●e	131%	310	7,130	401	100	211	30*	90	5	5	●	●	●
	日立	R-SF44RPAM	295,000	●e	134%	330	7,590	435	130	235	24*	70	5	5	●	●	●
13	三菱電機	MR-K40D	オープン	●e	121%	340	7,820	401	106	202	24*	93	5	5	●	●	●
14	三菱電機	MR-K40D	オープン	●e	121%	340	7,820	401	106	202	24*	93	5	5	●	●	●
15	富士通ゼネラル	ER-B42P-J	オープン	●e	116%	350	8,050	420	85	230	22*	105	5	5	●	●	●
	東芝	GR-4248K	オープン	●e	115%	360	8,280	415	103	215	24*	97	5	5	●	●	●
16	三菱電機	MR-Y40B	オープン	●e	115%	360	8,280	401	109	202	24*	90	4	4	●	●	●
18	富士通ゼネラル	ER-B40S-J	オープン	●e	111%	370	8,510	401	80	216	15*	81	24	5	●	●	●
	シャープ	SJ-PV40G	235,000	●e	144%	380	8,740	401	100	206	22*	95	3	3	●	●	●
19	シャープ	SJ-SV40G	225,000	●e	144%	380	8,740	401	100	206	22*	95	3	3	●	●	●
21	富士通ゼネラル	ER-B40SH	オープン	●e	105%	390	8,970	401	80	216	15*	81	24	5	●	●	●
22	富士通ゼネラル	ER-W42P-G	オープン	●e	100%	410	9,430	420	85	230	22*	105	5	5	●	●	●
23	富士通ゼネラル	ER-B44K-J	オープン	●e	135%	420	9,660	435	85	235	22*	115	3	3	●	●	●
24	三菱電機	SR-401B	オープン	●e	128%	430	9,890	401	102	205	26*	94	4	4	●	●	●
25	東芝	GR-423FSK	オープン	●e	100%	440	10,120	418	140	160	27*	118	6	6	●	●	●
最大値			295,000	-	203%	440	10,120	435	140	255	30*	118	28	6	-	-	-
平均値			248,125	-	136%	329	7,572	412	94	218	24*	93	24	5	-	-	-
最小値			225,000	-	100%	200	4,600	401	74	160	15*	70	20	3	-	-	-

インバータなし平均

402.5

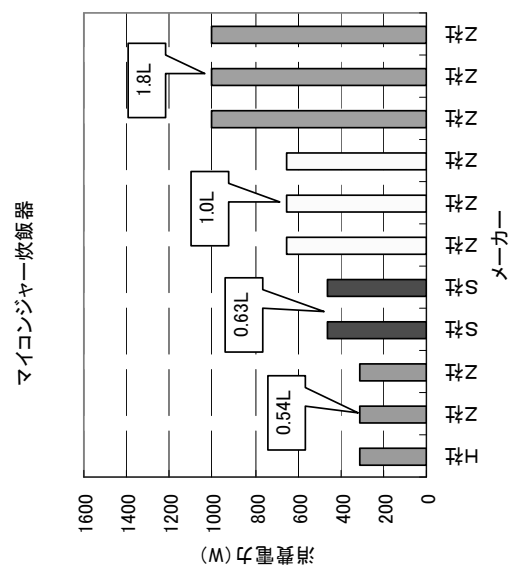
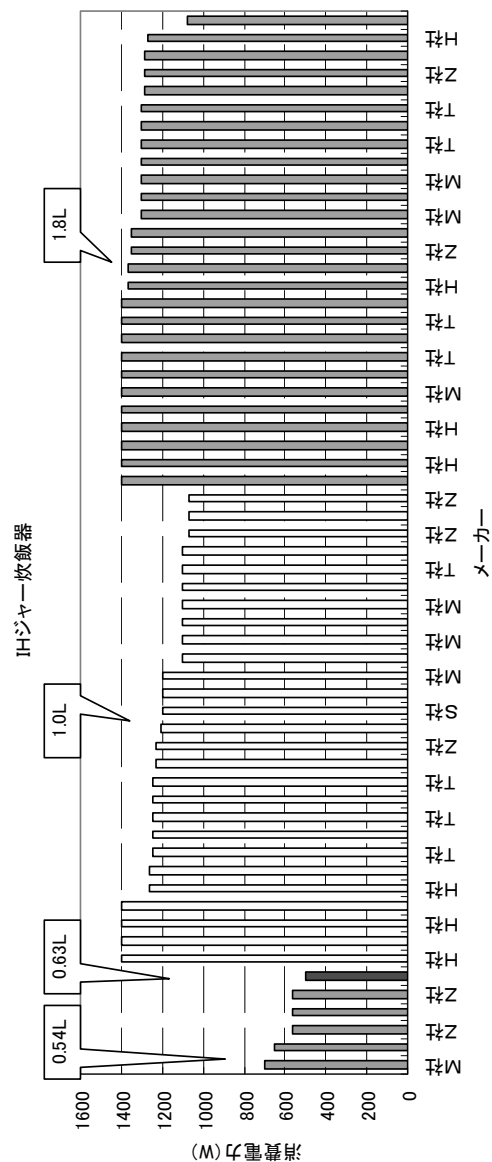
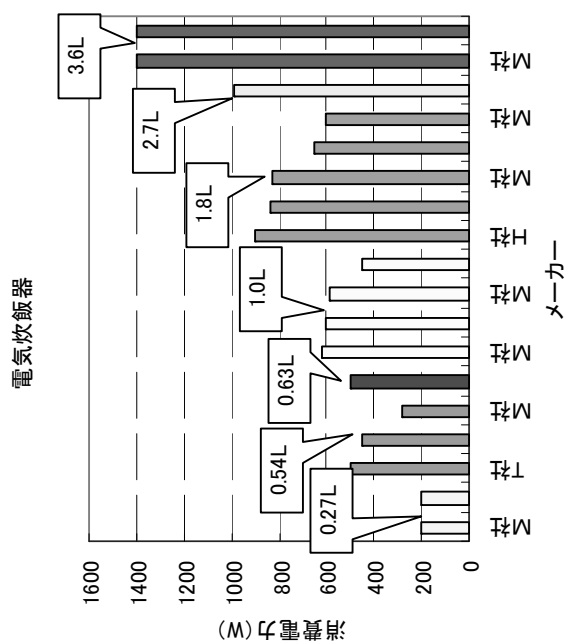
1997年(350～400_{kg}) 最高:396KWH/年、平均590

(2) 電気炊飯器



メーカー5社、89製品について調査。
4人家族では5.5合炊き1.0Lと考えられる

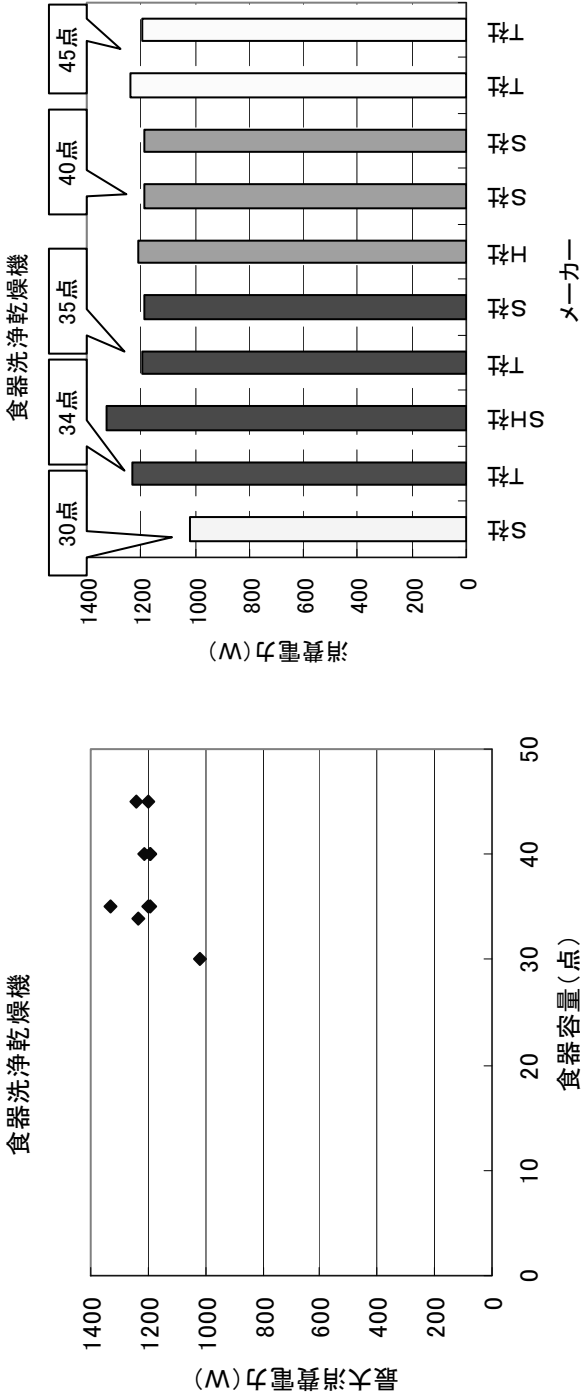
東京電力・暮らしのラボ
 パンフレット「炊飯器の選び方」
 (3合)1~2人世帯・補助として使う等。
 (5.5合)3~5人世帯・一人暮らしで来客の多い、
 またはまとめて炊く場合。
 (1 升) 大家族・3~5 人世帯で来客の



(3) <食器洗浄乾燥機>

メーカー	型番	食器容量(点)	容量(人数)	最大消費電力(W)		消費電力		価格
				50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	
シャープ	QW-SR1	35	5人分			1310	1330	66,000円
東芝	DWS-40DA	35	5人分		1,198			27,000円*
三洋電機	DW-S2000(S)	35	5人分	1150	1190			83,000円

* :オープン価格。価格.comでの最高値採用



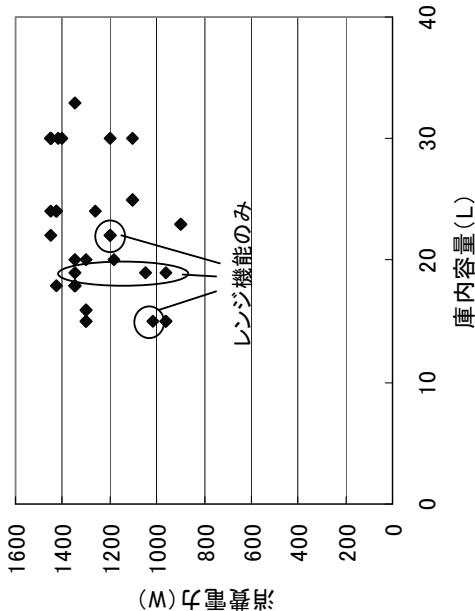
(4) <電子レンジ>

4 社 32 製品について調査。
4 人家族では 30L 程度と考えられる。(カタログより)

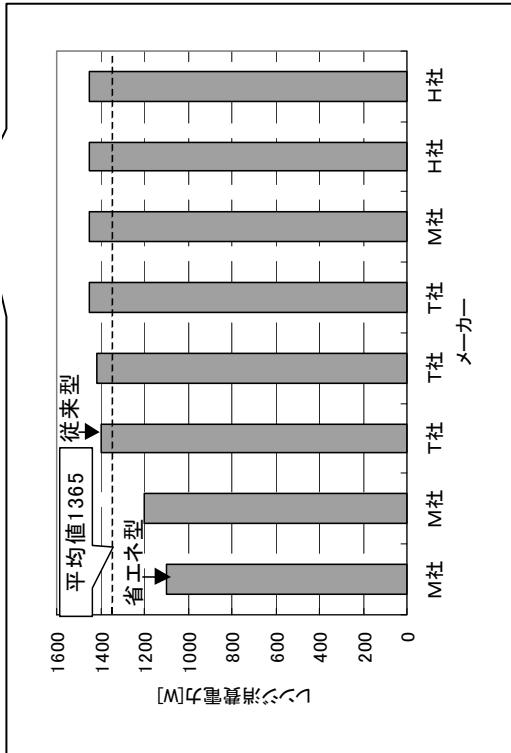
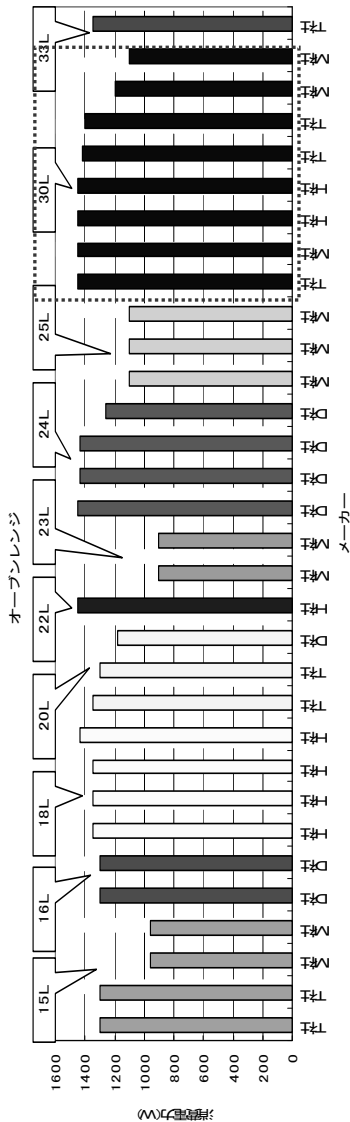
【選定方法】

従来型:レンジの消費電力について平均を求め、
それに近いものを選んだ。
省エネ型:レンジの消費電力について最小のものを
選んだ。

オープンレンジ



レンジ機能のみの機種省く



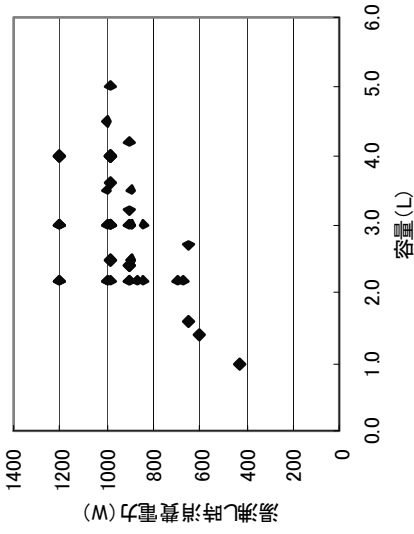
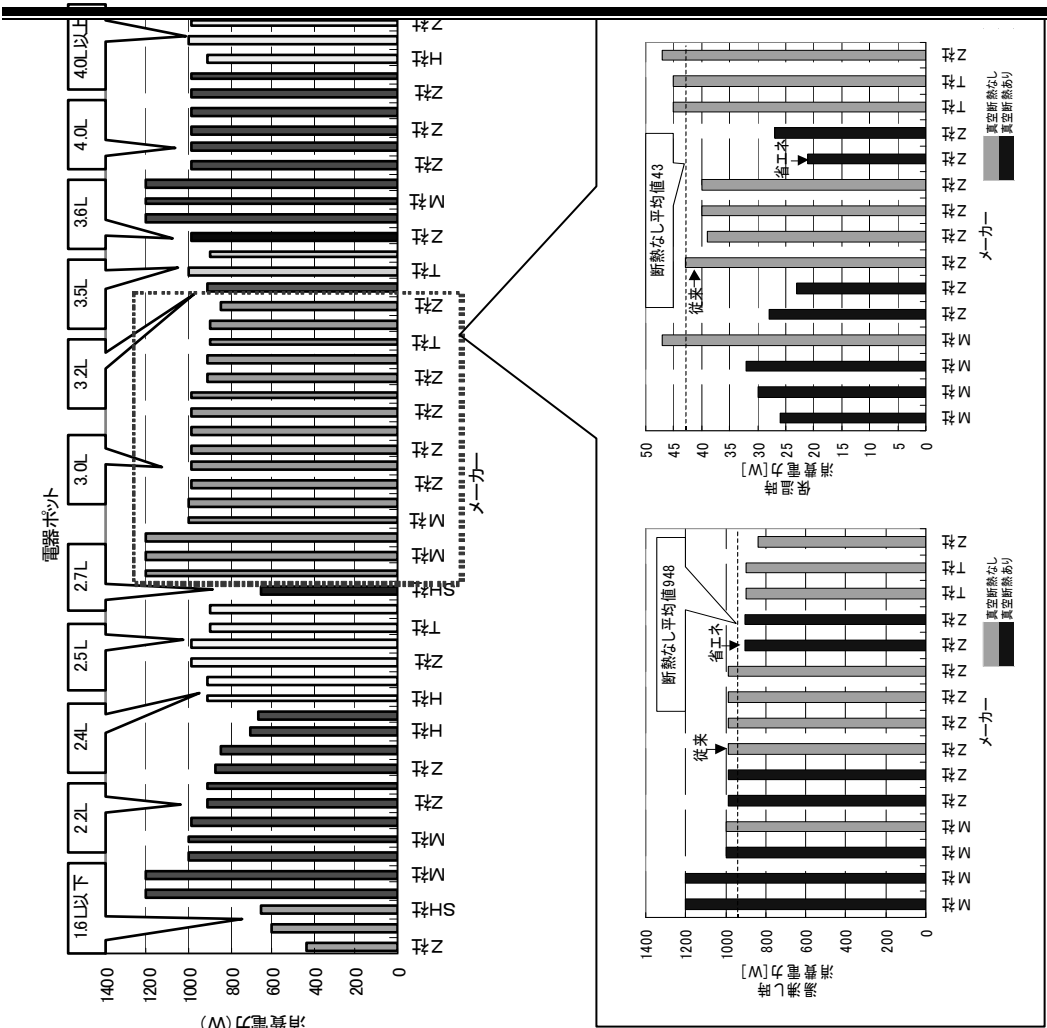
	メーカー	型番	価格	庫内容量 (L)	消費電力(W) レンジ	消費電力(W) オープン	待機時消費 電力(W)
従来型	東芝	ER-A30S3	21,000円*	30	1400	1400	0
省エネ型	松下電器産業	NE-JW1	77,600円*	30	1100	1320	0

* :オープン価格。価格.comでの最高値採用

(5) <電気ポット>

a 【選定方法】

従来型：真空断熱方式をとっていない機種について
湯沸し時、保温時の消費電力の平均値を求め
その時に湯沸し時・保温時ともに近いもの
省エネ型：真空断熱方式をとっている機種について
湯沸し時・保温時ともに消費電力が最小のもの



(6) <テレビ>

a 【選定方法】

従来型：ブラウン管

(14型) メーカー8社、23製品について
カタログ調査。年間消費電力
量の平均的なものを選んだ。

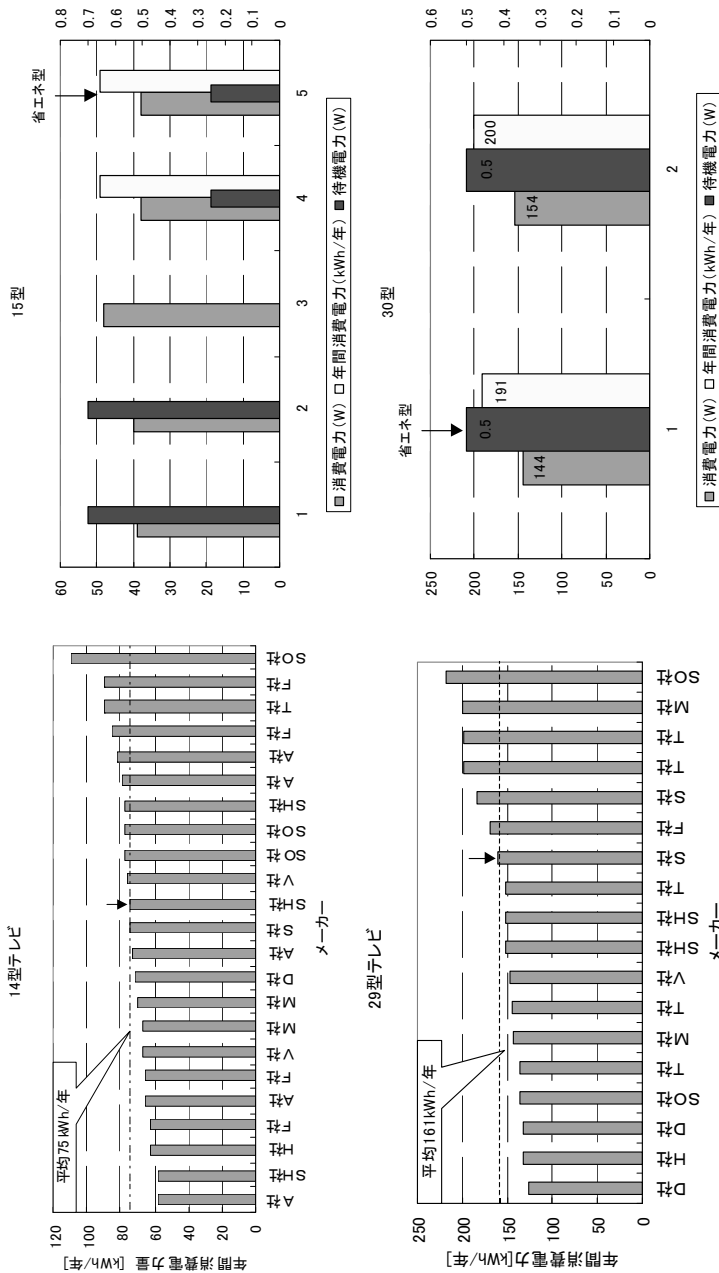
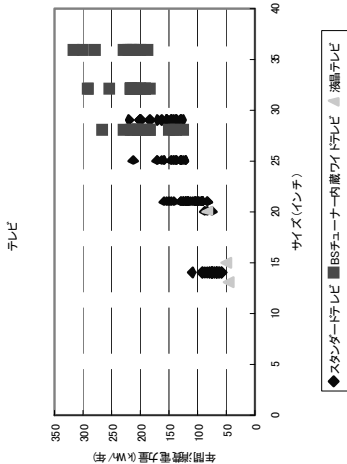
(29型) メーカー8社、23製品について
カタログ調査。年間消費電力
量の平均的なものを選んだ。

省エネ型：液晶

メーカー4社、13製品についてカタロ
グ調査。消費電力・待機電力・年間消
費電力の小さいものを選んだ。

(14型) → 15型

(29型) → 30型



Ⅲ 省エネルギー性能に関する実証実験〔B〕

(7) <ビデオデッキ>

メーカー 9 社、5 1 機種について調査

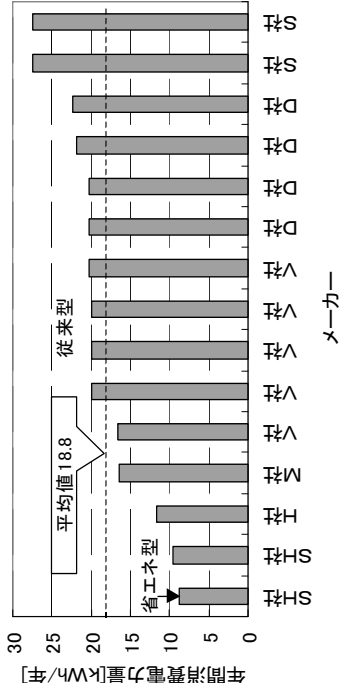
【選定方法】

高画質（S-VHS）について

従来型：年間消費電力について平均を求め

それに近い値ものを選んだ。

省エネ型：年間消費電力について最小のものを選んだ。

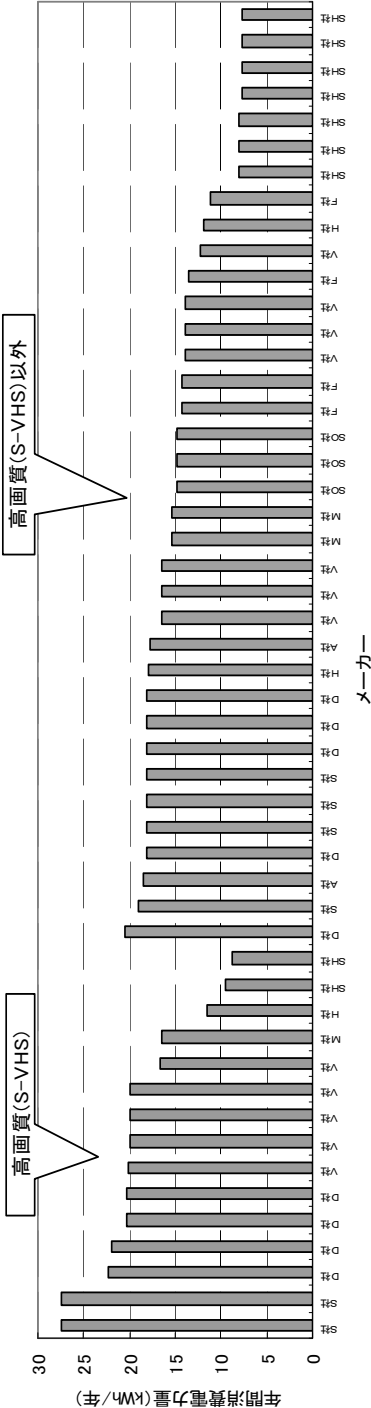


	メーカー	機種	メーカー希望 小売価格 (円)	消費電力			機能			
				動作時 (W)	待機時		年間消費 電力量 (kWh/年)	年間 電気代 (円/年)	CMカット 録画	Gコード 予約
					待機時	時刻表示 点灯時				
従来型	日本ビクター	HR-S500*1	19,800円*	17	1.6	1.8	1	20	459	●
	日本ビクター	HR-S550*1	21,500円*	17	1.6	1.8	1	20	459	●
	日本ビクター	HR-ST500*1	オーブン	17	1.6	1.8	1	20	459	●
	三洋電機	VZ-S53(S)*1	42,000円	19	2.4	2.9	0.6	27.4	631	●
	三洋電機	VZ-S51(N)*1	25,900円*	19	2.4	2.9	0.6	27.4	631	●
省エネ型	シャープ	VC-SS1*1	21,000円*	12	0.5	0.6	0.2	8.7	201	●

*1*1の機種は、時刻表示を消灯して使用した場合、年間消費電力量、年間電気代は記載値より少なくなります。

* : オーブン価格。価格.comでの最高値採用

VTR



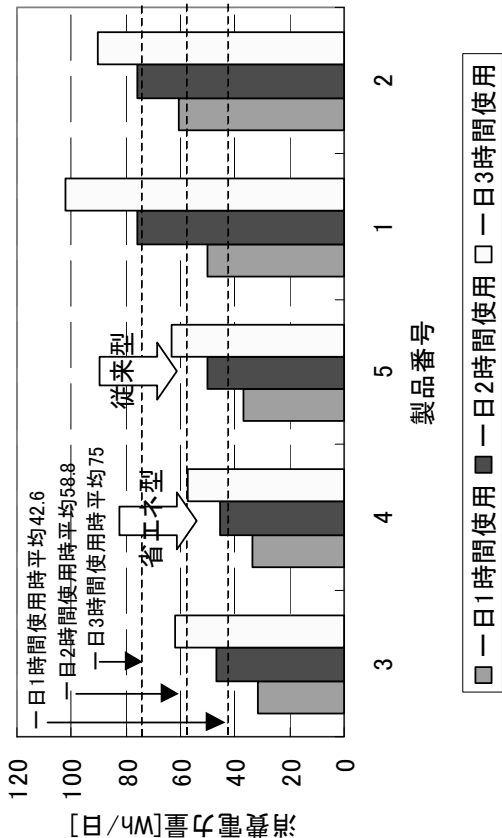
(8) <CDラジカセ>

メーカー 3 社 9 機種について調査
ただし、待機時消費電力が記載されているのは 1 社 5 製品のみ。
この 5 製品について一日あたりの消費電力量を求めた。
① 一日 1 時間使用：(待機電力×24 時間) + (消費電力×1 時間)
② 一日 2 時間使用：(待機電力×24 時間) + (消費電力×2 時間)
③ 一日 3 時間使用：(待機電力×24 時間) + (消費電力×3 時間)

【選定方法】

従来型：①～③についてそれぞれ平均消費電力量に近い値である
製品番号 5 を選んだ。

省エネ型：②、③について消費電力量が最小である製品番号 4 を
選んだ。



	製品番号	メーカー	機種名	消費電力 (AC時)	待機時消費電力 (AC時)	1時間使用時消費電力量 (Wh/日)	2時間使用時消費電力量 (Wh/日)	3時間使用時消費電力量 (Wh/日)	価格
従来型	5	パナソニック	RX-DX1	13	1	37	50	63	オープン価格
省エネ型	4	パナソニック	RX-D12	12	0.9	33.6	45.6	57.6	オープン価格

Ⅲ 省エネエネルギー性能に関する実証実験[B]

(9) <オーディオ>

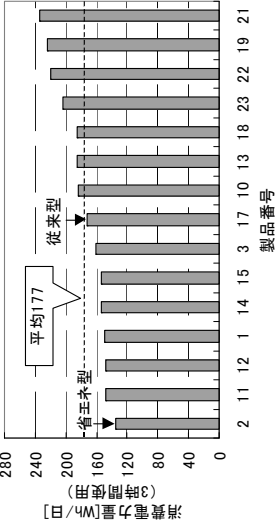
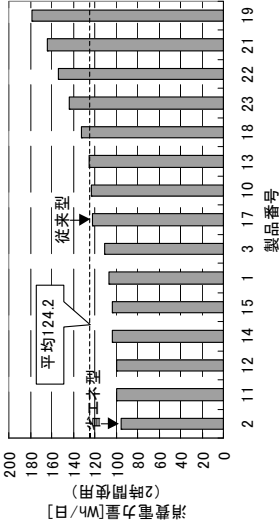
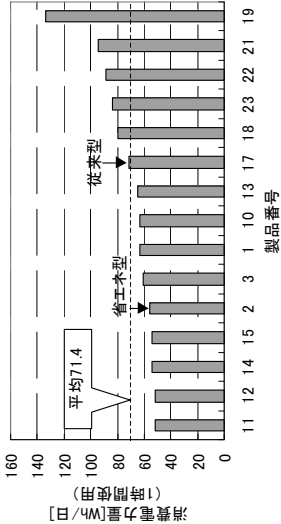
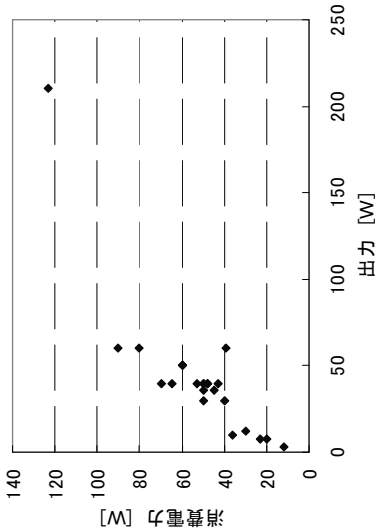
メーカー4社24機種について調査。
三洋電機3機種調査したがうち2機種が待機時消費電力不記載であったため省いた。
また、家庭用として出力30～50Wのものについて選定をおこなった。

【選定方法】

一日での消費電力量を算出した。

- ①一日1時間使用：(待機電力×24時間)+(消費電力×1時間)
- ②一日2時間使用：(待機電力×24時間)+(消費電力×2時間)
- ③一日3時間使用：(待機電力×24時間)+(消費電力×3時間)

従来型：①～③においてそれぞれ平均に近い値である製品番号17を選んだ。
省エネ型：②、③において消費電力(WWh/日)が最小である製品番号2を選んだ。

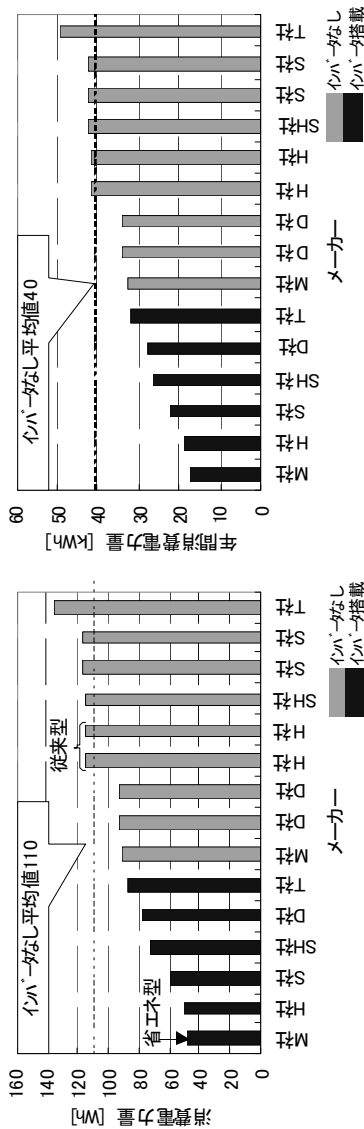
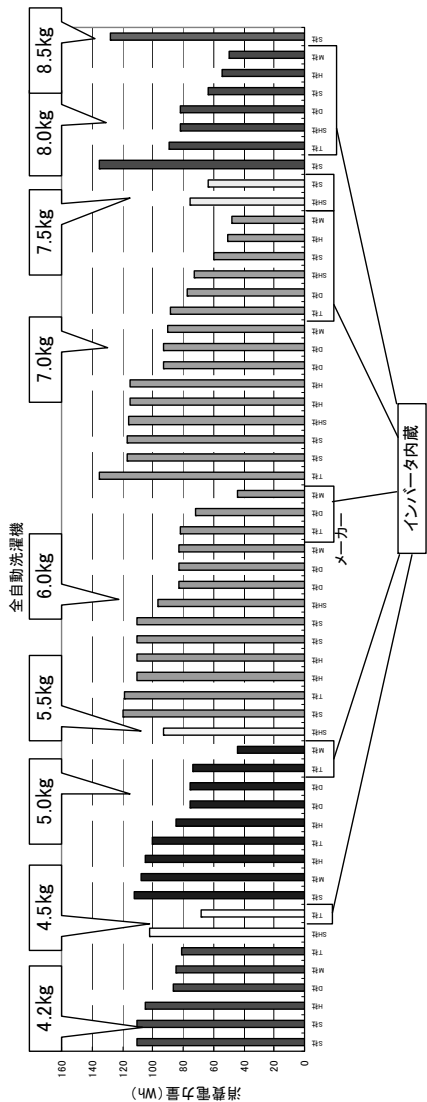
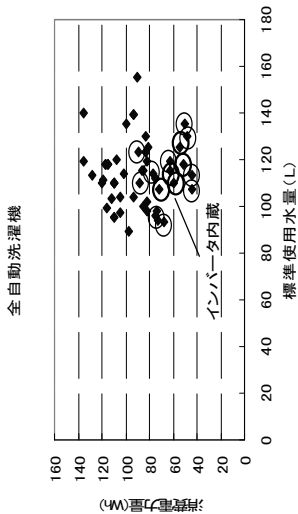
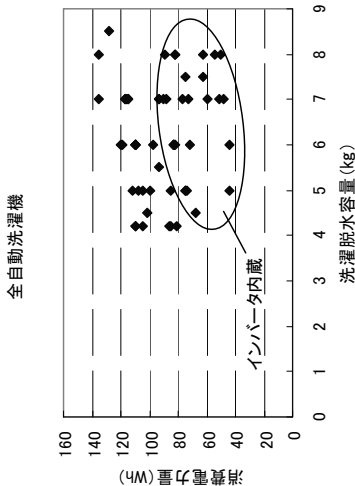


	製品番号	メーカー	機器名	電源	消費電力 (W)	待機時 消費電力 (W)	1時間使用時 消費電力量 (Wh/日)	2時間使用時 消費電力量 (Wh/日)	3時間使用時 消費電力量 (Wh/日)	出力 (W)	価格
従来型	17	ビクター	UX-F70MD		50	0.9	71.6	121.6	171.6	30	オープン価格
省エネ型	2	パナソニック	SC-PM27MD	AC100V(50Hz/60Hz)	40	0.65	55.6	95.6	135.6	30	35,000円*

* : オープン価格。価格.comでの最高値採用

(10) ＜全自動洗濯機＞

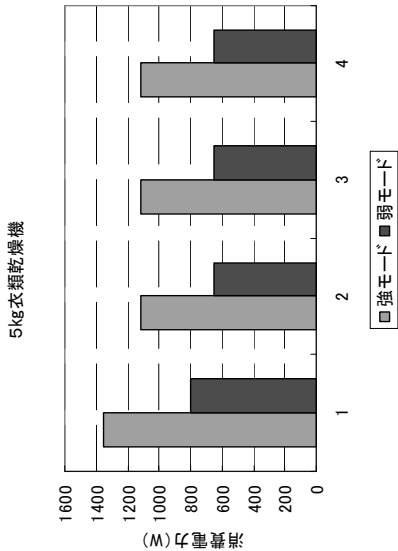
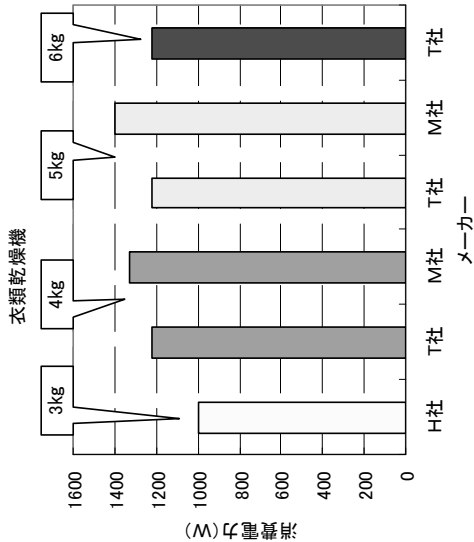
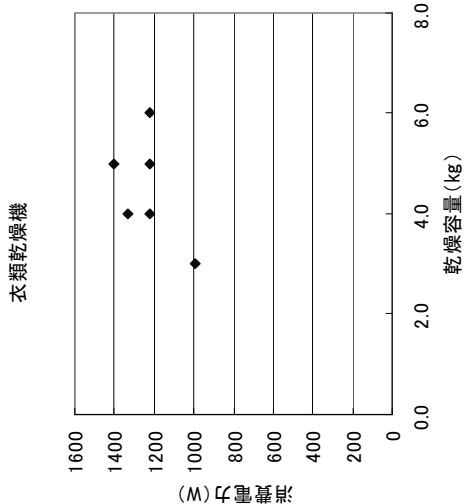
メーカー6社、56機種について調査
東京電力暮らしのラボ
「洗濯機容量の決め方のポイント」より
選択脱水容量7kgとする。
【選定方法】選択脱水容量7kgの全自動洗濯機について
従来型：インバーターを搭載していないものについて
消費電力量と年間消費電力量の平均を求め、値の近いものを選んだ。
省エネ型：インバーターを搭載しているものについて消費電力量・年間消費電力量をともに最小のものを選んだ。



	メーカー	機種	メーカー希望 小売価格	電力消費関連				水道水の消費				機能	
				消費電力 (W)	消費電力量 (Wh)	年間消費 電力量 (kWh)	年間電気代 (円)	標準使用 水量 (L)	年間使用 水量 (L)	年間 水道料金 (円)	待機電力0	風呂水 ポンプ内蔵	インバータ 搭載
従来型	日立製作所	NW-7AY	568,000円*	450	115	42	965	118	43,070	7,925	●	●	●
	日立製作所	NW-7AZ	49,800円*	450	115	42	965	118	43,070	7,925	●	●	●
省エネ型	松下電器産業	NA-F70SP1	72,800円*	290	48	17.5	403	130	47,450	8,731	●	●	●

(11) <衣類乾燥機>

メーカー4社、13製品についてカタログ調査



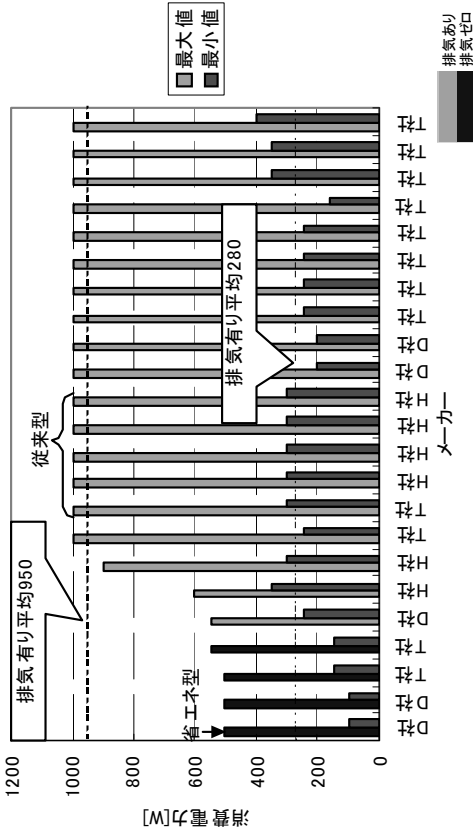
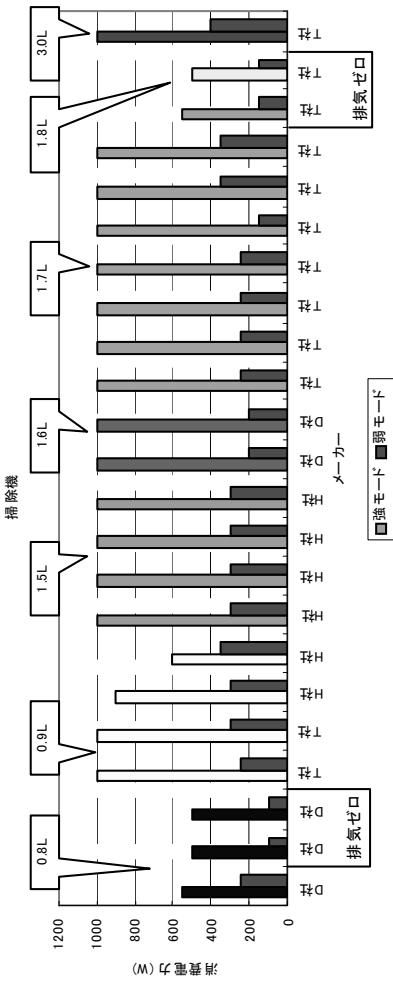
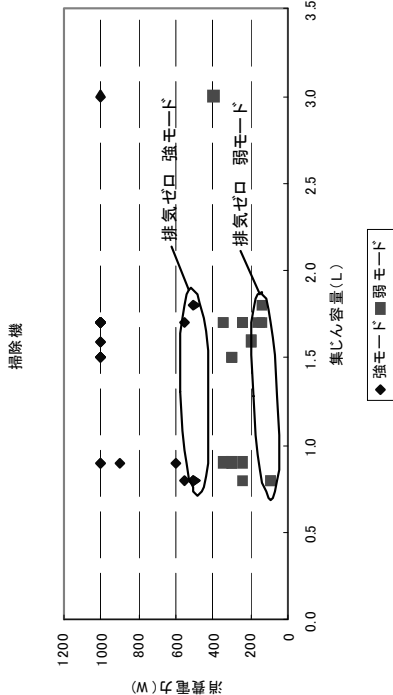
メーカー	型番	乾燥容量 (kg)	消費電力 (W)		価格
			強モード	弱モード	
東芝	ED-501	5		1220	オープン
三菱電機	DR-D50M	5	1350	800	77000円
日立製作所	DE-N5AX	5	1120	650	79000円
日立製作所	DE-N4AX	5	1120	650	62000円
日立製作所	DE-N5S6	5	1120	650	79000円
松下電器産業	NH-D502	5		1400	オープン

(12) <電気掃除機>

メーカー3社、23機種について調査

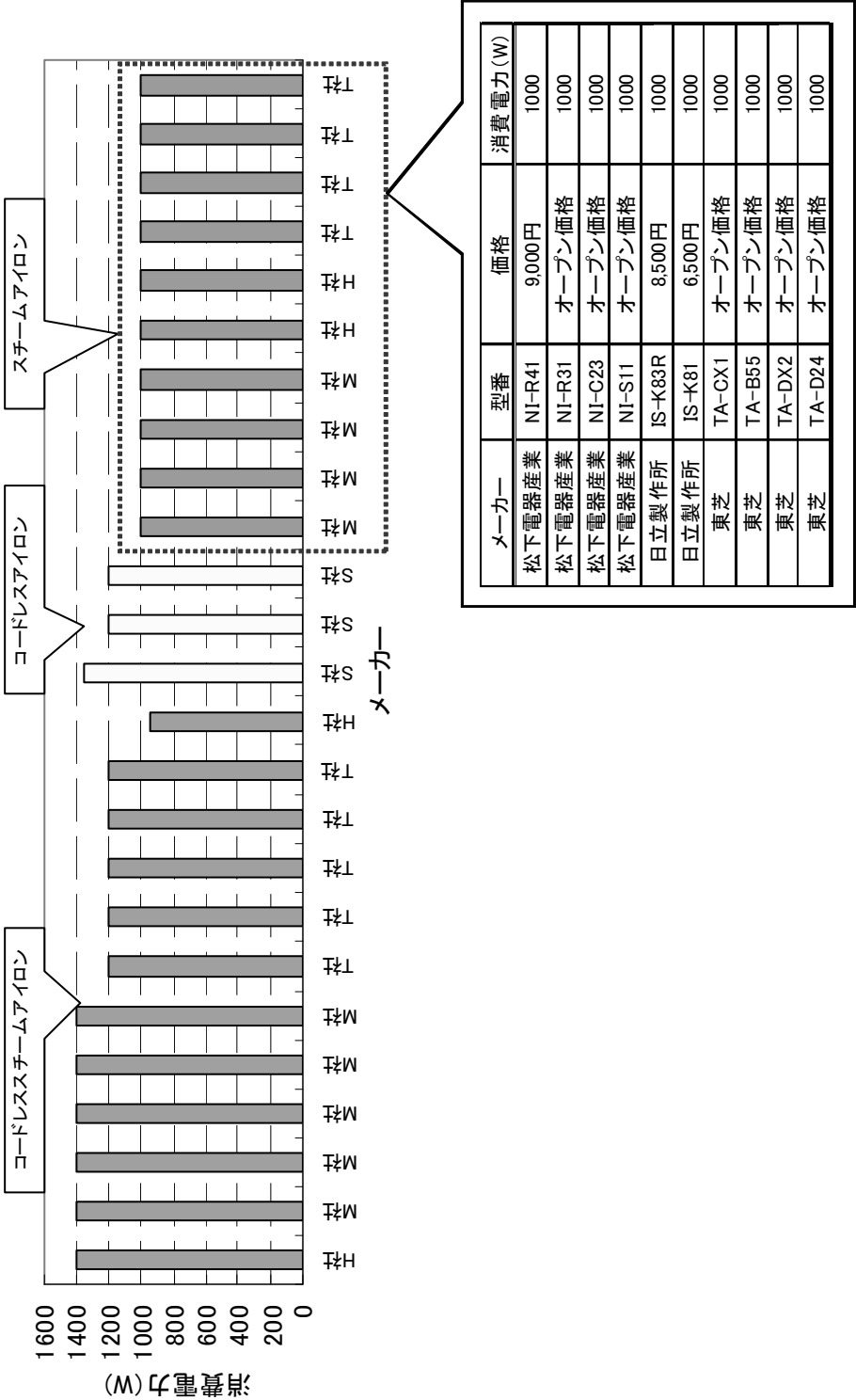
【選定方法】

従来型：消費電力について、最大値・最小値それぞれの平均値を求め、それに近いものを選んだ。
省エネ型：排気循環型で本体排気ゼロのものについて消費電力が強・弱モードいずれにおいても最小のものを選んだ。



	メーカー	型番	価格	集じん容量 (L)	消費電力(W) 最大値 最小値	吸込仕事率 (W)	備考
従来型	東芝	VC-P7C	26800円*	0.9	1000 300	410~70	ややらか分散排気
	日立製作所	CV-PF8	25800円*	1.5	1000 300	560~80	排気
	日立製作所	CV-WE6	18600円*	1.5	1000 300	550~70	排気
	日立製作所	CV-WE5	15000円*	1.5	1000 300	550~70	排気
	日立製作所	CV-CE4	12800円*	1.5	1000 300	530~80	排気
省エネ型	三菱電機	TC-A7	25500円*	0.8	500 100	—	排気循環・本体排気ゼロ

(13) <アイロン>



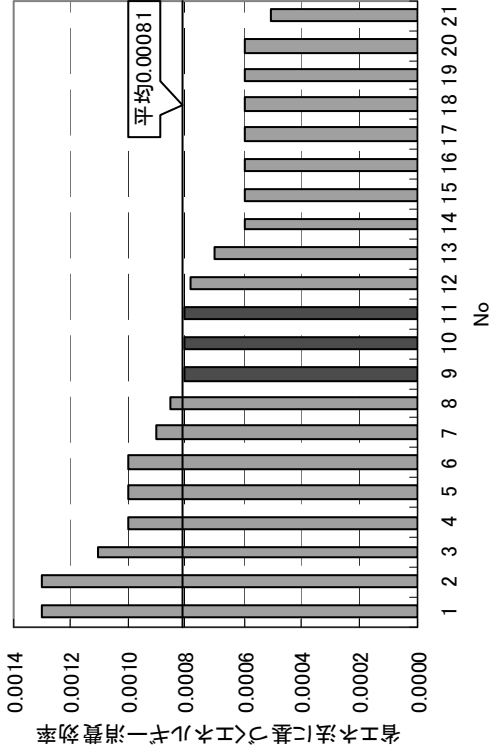
(14) <デスクトップパソコン>

選定方法

5社21製品についてカタログ調査を行った。
従来型機器について、
カタログデータから省エネ法に基づく消費効率の平均値に近い消費効率の製品を選

メーカー	品名	本体						価格
		メインメモリ (標準容量)	ステレオ スピーカー	消費電力 (W)	最大消費電力 (W)	サスペンド時 (W)	区分	省エネ法に基づく エネルギー消費効 率
富士通	FMV-DESKPOWER CE17WA	256MB	付属液晶ディスプレイ内蔵	124	185		Q	0.0008
NEC	VC700/3E PC・VC7003E	512	付属液晶ディスプレイ内蔵	57	156		Q	0.0008
NEC	VC550/3E PC・VC550 [K]E	256	付属液晶ディスプレイ内蔵	52	156		Q	0.0008

* : オープン価格。価格.comでの最高値採用



III 省エネルギー性能に関する実証実験 [B]

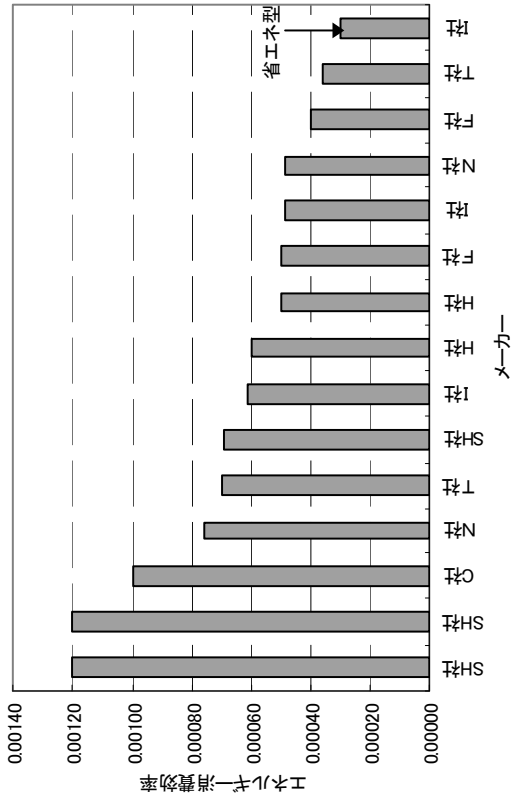
(15) <ノートパソコン>

選定方法

省エネルギーセンターHPの省エネ性能カタログから各メーカーが推薦する、省エネ性能に優れている個人向けのノートパソコンについて、省エネ法に基づき消費エネルギー効率の最も小さな製品を選んだ。

メーカー	型番	CPU	メインメモリ	ディスプレイ	ハードディスク クドドライブ	フロッピーディスク クドドライブ	CD-RW ドライブ	サウンド	消費電力	価格
IBM	2652-E5J	モバイルPentium 4-M-1.6GHz	256MB	15インチTFT液晶	30GB	3.5インチ	最大24倍速	ステレオスピーカーカー内蔵	72W	324,600円*

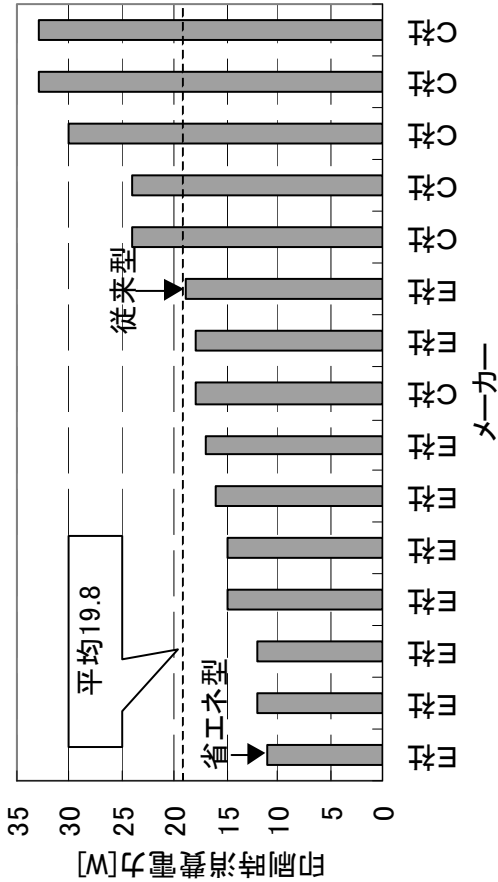
* : オープン価格。価格.comでの最高値採用



(16) <プリンタ>

メーカー 2 社、1 5 製品 (インクジェットプリンタ) についてカタログ調査

	メーカー	機種名	消費電力 (W)	電源電圧	標準価格
従来型	エプソン	PM-4000PX	19	AC100V ±10%	¥94,800
省エネ型	エプソン	PM-890C	11	AC100V ±10%	¥45,800



(17) <FAX付き電話機>

メーカー3社、20製品についてカタログ調査

【選定方法】

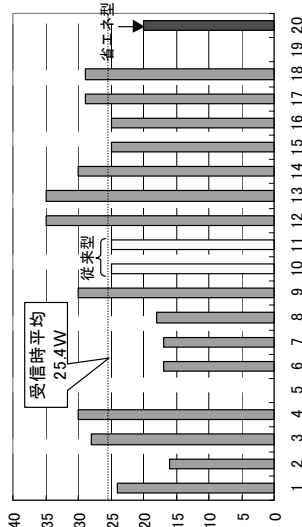
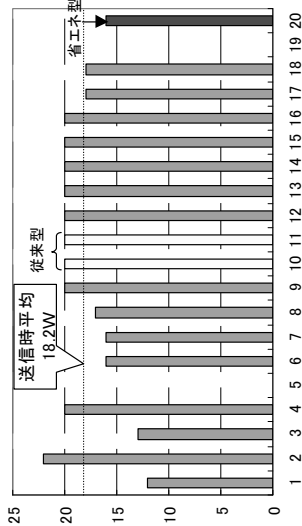
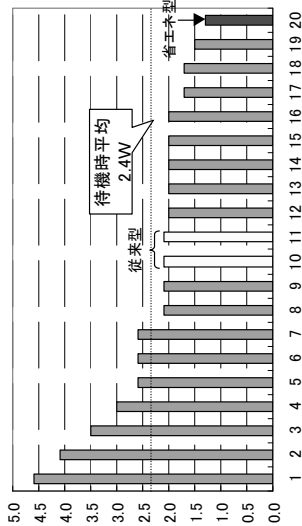
待機電力の大きさに着目。

省エネ型：待機電力の最も小さい製品について、送信時・受信時ともに平均消費電力を下回る電力消費であることから選んだ。

従来型：待機電力についてその平均値に近い消費電力の製品であり、送信時・受信時についても平均値に近いものを選んだ。

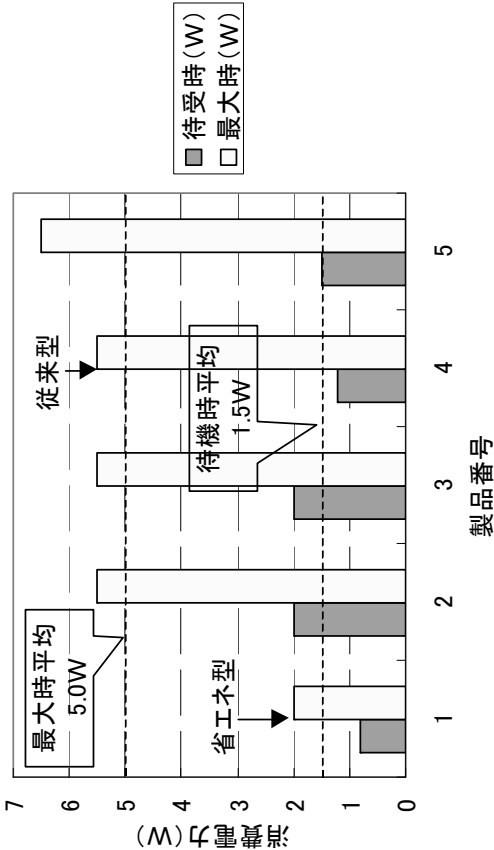
	メーカー	機種	消費電力(W)							電源	価格
			親機				充電台				
			最大時	待機時	送信時	受信時	コピー時	子機充電時	待機時		
	シャープ	UX-W70KW	105	2.1	20	25	25	25	1.0	AC100V	59,000円*
従来型	シャープ	UX-W51CL	105	2.1	20	25	25	25	1.0		42,500円*
省エネ型	パナソニック	KX-PW101CL	125	1.3	16	20	20	20	1.1	0.4 AC100V	34,770円*

* :オープン価格。価格.comでの最高値採用



(18) <インターホン>
5 製品についてカタログ調査

	メーカー	機種	電源	待受時(W)	最大時(W)	価格
従来型	アイホン	WA-1M-T	AC・100V 50／60Hz	1.2	5.5	
省エネ型	アイホン	IE-1A	AC・100V 50／60Hz	0.8	2	



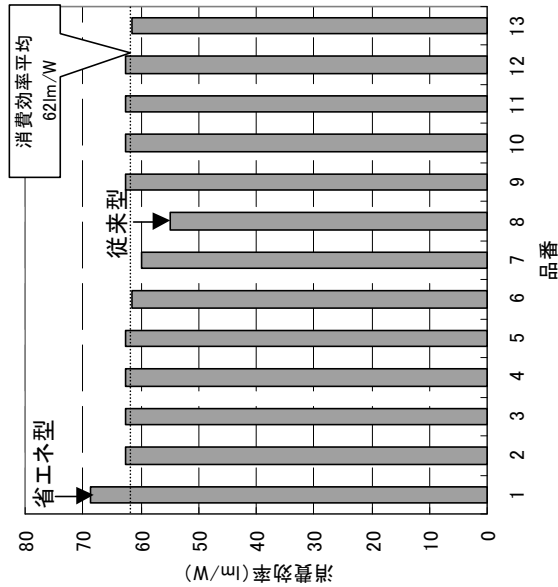
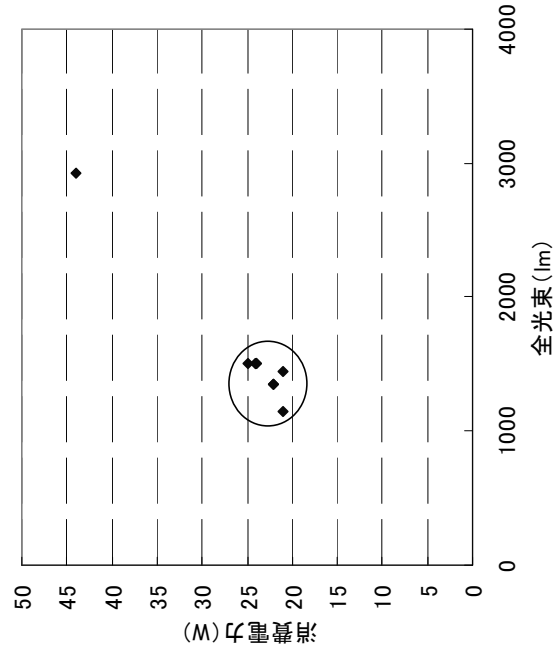
(19) <ドライヤー>

メーカー	型番	価格	消費電力(W)		タイプ
			強モード	弱モード	
東芝	EHD-D20	オープン価格	1200	200	ヘアドライヤー
東芝	EHD-D10	オープン価格	1200	600	
東芝	HDH-PR12	オープン価格		1200	
東芝	HDH-P31	オープン価格	1200	600	
東芝	HDH-P22	オープン価格	1200	600	
日立製作所	HD-1272	4,200円	1200	600	
日立製作所	HD-1271	4,200円	1200	600	
日立製作所	HD-S1283	5,000円	1200	600	
日立製作所	HD-1253	4,000円	1200	600	
日立製作所	HD-1257DU	5,300円	1,200W・600W(120・240V時)	850W・425W(100・200V時)	
日立製作所	HD-1262	2,800円	1200	600	
日立製作所	HD-1305	6,000円	1200	600	
日立製作所	HD-1301	6,000円	1200	600	
日立製作所	HD-N1200	15,000円	1200	600	
					マイナスイオンドライヤー

(20) <卓上スタンド>

アームタイプ・卓上タイプのスタンドについて14製品のカタログ調査を行った。
全光束が1150～1500lmの製品について、消費効率 (lm/W) の良いものを省エネ型とした。

	メーカー	タイプ	ランプ	品番	同梱ランプ	全光束 (lm)	消費電力 (W)	消費効率 (lm/W)	インバータ	2005年度基準	価格
従来型	松下電工	アームタイプ	蛍光灯	SA206	FL20SS・N/18	1150	21	54.8	無し	未達成	7900円
省エネ型	松下電工	アームタイプ	蛍光灯	SA209	FL20SS・ENW/18	1440	21	68.6	無し	達成	8800円



8.3 生活スケジュール

8.3.1 実証実験用生活行動スケジュール

1) はじめに

近年、住宅を対象としたさまざまな省エネルギー手法が開発されているが、各種機器のエネルギー消費効率は、使用状況に応じた評価が必要である。すなわち、住宅におけるエネルギー消費は、単に機器の稼働時間と定格の消費量によってのみ求められる物ではなく、外部環境や使用頻度など、実際の生活行動と使用環境を考慮した評価が必要になる。「自立循環住宅システムの計画(B1)・実証実験手法の開発と実施(B2)」(以降「実証実験」)では、実大実験住宅を用い、

実際の生活状況をコンピュータ制御による生活ロボットによって再現することで、実使用実態に応じたエネルギー消費量および効率の検証を行うことを目的としている。したがって、生活行動を模擬する上で、仮想された家庭の生活スケジュール、引いては家電機器等の使用スケジュールの想定は、必要不可欠、且つ重要な意味を持つ。すなわち、制御スケジュールは実際の生活を反映する必要がある標準性、代表性を有する事が求められる。

2) 「生活スケジュールの作成」

住宅内のエネルギー消費解明のための実証実験における想定生活行動を以下のように策定した。

(1) 標準的生活状況の策定

- ☐居住域・住戸性状・家族構成
- ☐機器保有状況、使用条件
- ☐生活パターン

(2) スケジュール作成法の確立と条件設定の検討

- ☐標準生活パターンの道程の確立
- ☐他地域・他条件への応用性の検討
- ☐標準生活パターン数の検討

3) 住戸及び家族構成の想定

(1) 想定住戸

- ・想定年代:2000年当時の生活(現状に近く、統計データが豊富)
- ・供給エネルギー:上下水道、都市ガス、従量電灯B or C(一般的状況を想定)
- ・地域:次世代省エネ基準Ⅳ地域・茨城県つくば市(気候的な標準)
- ・住戸性能:次世代省エネ基準Ⅳ地域に準拠した熱性能を持つ集合住宅 床面積:72.65 m²

(2) 家族構成

住宅の世帯員数を割合で考えた場合、1人もしくは2人世帯がおおよそ5割を占めるが、世帯に属している人数としては4人家族が最も多く、25%を占める。換言すれば、我が国の住民の1/4が4人世帯の住宅に住居しており、標準的住宅人員と考えられる。図 8.3.1 に世帯人員別にみた世帯数の割合、図 8.3.2 に世帯人員別の人数を示す。³⁾

2000年度の国勢調査の結果も含めて一般的

であると思われる世帯構成は4人(夫婦2人+子供2人)とした。その詳細として、46歳男性(会社員)、44歳女性(家庭主婦)、16歳女兒(高校生)、14歳男児(中学生)と設定した。

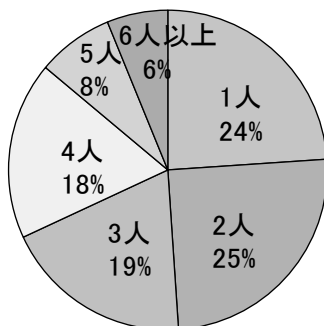


図 8.3.1 世帯人員別に見た世帯数の割合

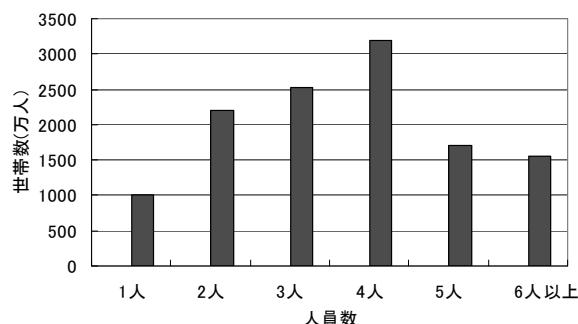


図 8.3.2 世帯人員別の人数

その理由としては世帯主の標準年齢が45歳、夫婦の平均年齢差2.3歳、2人兄弟の割合41.5%、初子出産年齢27.8歳、第二子出産年齢30.1歳を基準としたためである。

4) 所有機器

(1) 家庭用設備機器調査

家庭用設備機器の普及状況を文献3を基に整理すると共に、条件により機器を絞り込んだ。条件としては、冷暖房はヒートポンプエアコンを前提とした。従って、その他の冷暖房機器(補助冷暖房機器を含む)は除外する。情報化の急進を考慮し、パソコンの世帯保有台数は2台/世帯と考えることとした。パソコンの付属機器としてプリンターを検討対象に加える。テレビについては一家に2台の時代となり、大型化・多機能化の傾向にあることから14型と29型の2台設置とする。集合住宅では、普及率が高まっている浴室乾燥機を検討対象に加えること、清潔志向や快適志

向の高まりから、家庭内に浸透しつつある温水洗浄便座についても検討対象に加えることなどである。

a 選定方法

2002版メーカーカタログ情報を整理し、以下の方針により機器仕様を決定した。

① 基準型:年間消費電力が平均的(調査対象機器の算術平均値)なもの

② 省エネ型:年間消費電力量が最小のもの

・消費機器:34品 ・換気設備:5箇所
・照明設備:13箇所 ・給排水:10箇所
・窓・カーテン:8箇所 ・人体模擬:13箇所

5) 生活行動及び機器使用状況の想定

(1) 家族の生活行動想定根拠

a 生活スケジュールの呼称

本プロジェクトでは、実証実験にて生活行動の再現を行うために想定した家庭内のエネルギー消費行動の日スケジュールを「生活行動に伴うエネルギー消費検証用基本スケジュール」(以降スケジュール)と称する。

b スケジュール作成に使用した資料

本スケジュールの想定根拠は、主に国民生活時間調査2000(NHK放送文化研究所編)による。

(2) スケジュール作成手順（15分単位の行動選定）

生活スケジュールは、機器使用の制御精度、頻度などを鑑み、15 分間隔で作成するものとし、以下の手順により、行為スケジュールの作成を行った。

- ①在宅時間帯の想定〔在宅率より〕
- ②外出時間帯の想定
〔在宅率、勤務時間長など〕
- ③睡眠の時間長と時間帯の想定
〔平均睡眠時間長と時間別行為率より〕
- ④朝・昼(家庭婦人のみ)・夕の食事時間帯と時間長の想定
〔平均食事時間長と時間別行為率より〕
- ⑤入浴時間と時間長を想定〔資料 より〕
- ⑥16 才女子(高校生)と 14 才男子(中学生)の家庭における勉強時間長を決定
〔平均学習時間長と時間別行為率より〕
- ⑦TV視聴時間を決定
〔平均 TV 時間長と時間別行為率より(ながら行為を含む)〕

(3) 平日の生活行動と時間帯

a 在宅時間

- ①夫
 - ・平日男 40 代の在宅時間は、NHK2000 国民生活時間調査より 12 時間 21 分で、15 分単位で、12 時間 30 分とした。
 - ・時間別の在宅率は、図 8.3.3 のように推移している。

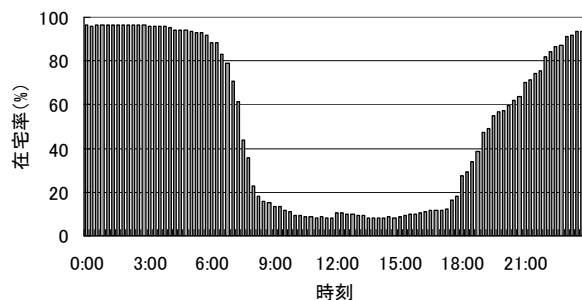


図 8.3.3 平日夫在宅率

- ・最も在宅率が多い時間帯(15 分単位)から 12 時間 30 分を選択する。

- ⑧洗濯、掃除時間を決定

〔平均時間長と時間別行為率より〕

- ⑨パソコンの使用を推定〔資料 より〕

a 行為者別の行為時間長と行為率より決定した時間帯

- ・47 才男性勤め人のスケジュール作成根拠として NHK 国民生活時間調査より「年齢別関東勤め人(女性含む)」をベースにする。(「関東その他有職者」、「関東勤め人(女性含む)」等もある)
- ・45 才女性家庭婦人のスケジュール作成根拠として NHK 国民生活時間調査より「家庭婦人」の資料をベースにする。
- ・17 才女子(高校生)のスケジュール作成根拠として NHK 国民生活時間調査より「高校生」の資料をベースにする。
- ・14 才女子(中学生)のスケジュール作成根拠として NHK 国民生活時間調査より「中学生」の資料をベースにする。

結果、男 40 代勤め人の在宅時間帯は、19:00～7:30 と決定した。

②家庭婦人

- ・平日家庭婦人の在宅時間は、NHK2000 国民生活時間調査より 20 時間 23 分で、15 分単位で、21 時間 30 分とした。
- ・時間別の在宅率は、図 8.3.4 のように推移している。

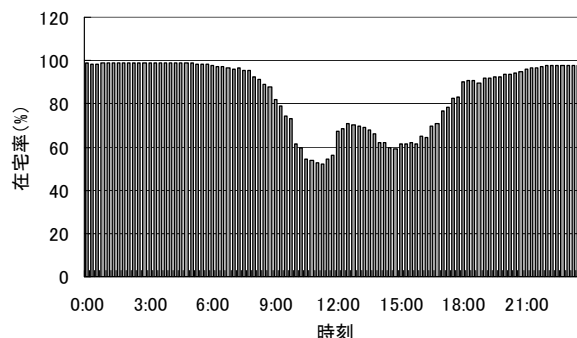


図 8.3.4 平日家庭婦人在宅率

- ・最も在宅率が多い時間帯(15 分単位)から 21

時間 30 分を選択する。

- ・結果、家庭婦人の在宅時間帯は 12:00～14:00、16:00～10:30 と決定した。

b 外出時間

① 夫

・通勤時間

平日男 40 代の通勤時間は、NHK2000 国民生活時間調査より

(片道)関東勤め人 1 時間 33 分

(往復)千葉男性 1 時間 52 分

平均して、15 分単位で(片道)1 時間とした。

時間別の通勤率は、図 8.3.5 のように推移している。

最も通勤率が多い時間帯(15 分単位)から 1 時間を選択する。

結果、夫の通勤時間帯は、7:15～8:15、18:30～19:30 と決定した。

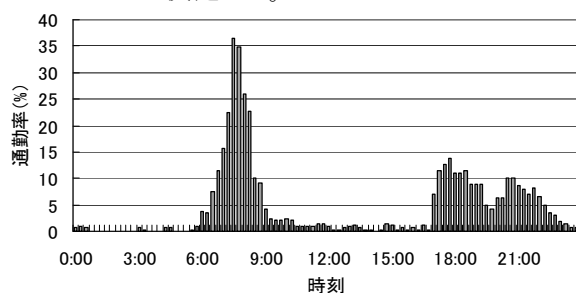


図 8.3.5 平日男40代時間別通勤率

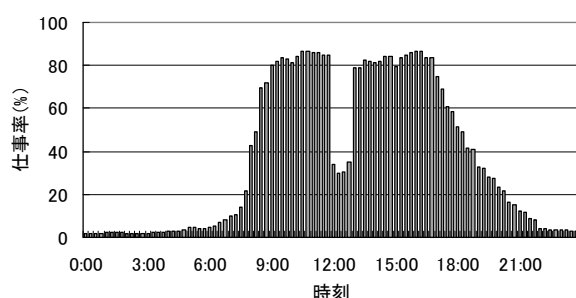


図 8.3.6 平日男40代時間別仕事率

・勤務時間

平日男 40 代の勤務時間は、NHK2000 国民生活時間調査より

東京男:9 時間 15 分

全国男 40 代勤め人:9 時間 44 分

関東勤め人:8 時間 28 分

平均して、15 分単位で勤務時間(仕事)9 時間

+ 昼食 1 時間とした。

時間別の仕事率は、図 8.3.6 のように推移している。

最も仕事率が多い時間帯(15 分単位)から 10 時間を選択する。

結果、夫の勤務時間帯は、8:30～18:30 と決定した。

・帰宅時間

全国男 40 代勤め人在宅率が、50%越える時間を選択する。結果、夫の帰宅時間は、19:30 と決定した。

② 家庭婦人

・外出時間

=24 時間-在宅時間=3 時間 30 分

外出の時間帯図 8.3.4 より、在宅率が 40%前後の時間帯から在宅率の低い時間帯(15 分単位)から 3 時間 30 分を選択する。

結果、家庭婦人の外出時間は 10:30～12:00、14:00 から 16:00 と決定した。

③ 子供(16)

- ・外出 7:45、到着 8:30、授業開始時間 8:45、帰宅 18:00(全国高校生在宅率が 50%超)

・通学時間

平日高校生の通学時間は、NHK2000 国民生活時間調査より往復 1 時間 23 分で、15 分単位で片道 45 分とした。

④ 子供(14)

- ・外出 8:15、授業開始時間 8:45、帰宅 17:15(全国中学生在宅率が 50%超)

・通学時間

平日中学生の通学時間は、NHK2000 国民生活時間調査より往復 51 分で、15 分単位で片道 30 分とした。

c 睡眠

① 男 40 代

- ・平日男 40 代の睡眠時間は、NHK2000 国民生活時間調査より

東京 30～59 歳 6 時間 58 分

全国男 40 代勤め人 7 時間 10 分

関東勤め人 23:30～6:30

関東勤め人の平日行為者平均時間が 6 時間 59 分のため、15 分単位で 7 時間とした。

- ・時間別の睡眠率は、図 8.3.7 のように推移している。
- ・最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 7 時間を選択する。結果、男 40 代の睡眠時間帯を、23:30～6:30 と決定した。

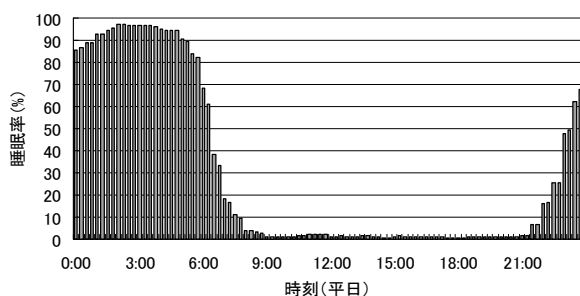


図 8.3.7 平日夫睡眠率

② 家庭婦人

- ・平日家庭婦人の睡眠時間は、NHK2000 国民生活時間調査より

関東家庭婦人 7 時間 18 分

女 40 代(母数 358)6 時間 50 分

女の有職者(母数 1269)6 時間 58 分

女 40 代勤め人(母数 221)6 時間 46 分

女 40 代勤め人以外(母数 137)6 時間 56 分

- ・平均して、15 分単位で 7 時間とした。時間別の睡眠率は図 8.3.8 のように推移している。
- ・最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 7 時間を選択する。
- ・結果、家庭婦人の睡眠時間帯を、23:30～6:30 と決定した。

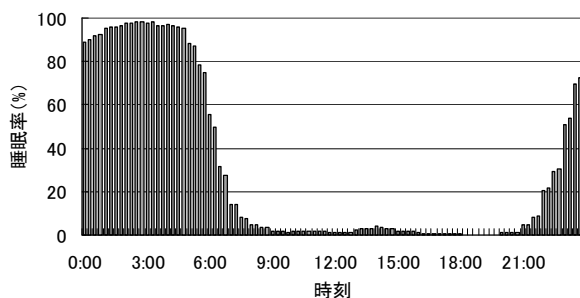


図8.3.8 平日家庭婦人時間別睡眠率

③ 子供(16)

- ・平日高校生の睡眠時間は、NHK2000 全国高校生(平日)平均睡眠時間 6 時間 54 分で、15 分単位で 7 時間とした。時間別の睡眠率は、図 8.3.9 のように推移している。

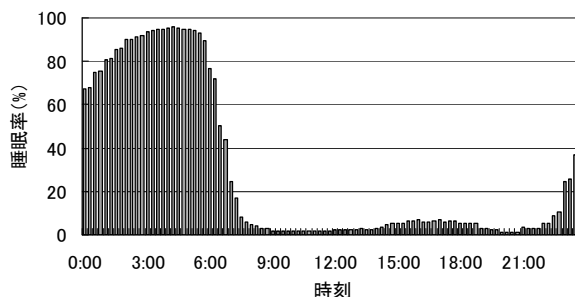


図8.3.9 平日高校生時間別睡眠率

- ・最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 7 時間を選択する。結果、高校生の睡眠時間帯を、0:00～7:00 と決定した。

④ 子供(14)

- ・平日中学生の睡眠時間は、NHK2000 全国中学生(平日)平均睡眠時間 7 時間 51 分で、15 分単位で 7 時間 45 分とした。
- ・時間別の睡眠率は、図 8.3.10 のように推移している。
- ・最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 7 時間 45 分を選択する。
- ・結果、中学生の睡眠時間帯は、23 時 15 分～7 時と決定した。

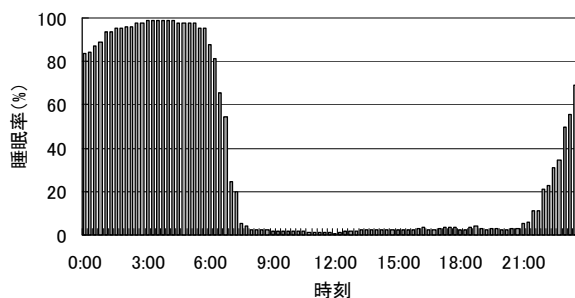


図8.3.10 中学生時間別睡眠率

d 食事

- ・平日の食事時間は、NHK2000 国民生活時間調査より

関東勤め人 1 時間 33 分

東京男 1 時間 31 分

家庭婦人 1 時間 45 分

中学生 1 時間 22 分

高校生 1 時間 24 分

- ・平均して、15 分単位で 1 時間 30 分とした。
- ・時間別の食事率は、図 8.3.11 のように推移している。
- ・食事率の多い朝、昼、夜の時間帯(15 分単位)から朝食 15 分 昼食 30 分 夕食 45 分を選択する。
- ・結果、食事時間帯は、朝食(家族全員)7:00～7:15、昼食(家庭婦人)12:00～12:45、夕食(家族全員)19:30～20:15 と決定した。

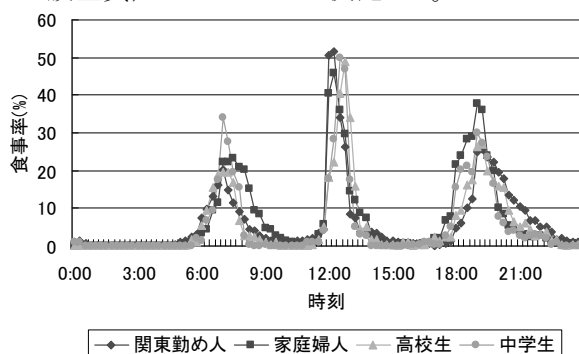


図8.3.11 平日食事率

e 入浴

① 平日の入浴時間

- ・浴槽入浴 男:19 分 女:20 分
- ・4 人家族入浴時間合計 90.3 分
- ・一人あたり 22.6 分。15 分単位で男性を 15 分、女性を 30 分とした。
- ・夫 15 分、妻 30 分、長女 30 分、長男 15 分
- ・長男→長女→夫→妻
- 20:45～23:00
- (長男 20:45 分～21:00)
- (長女 21:15～21:45)
- (夫 22:00～22:15)
- (妻 22:30～23:00)

f 学校外学習時間

① 子供(16)

- ・平日高校生の学校外学習時間は、NHK2000 国民生活時間調査より行為者 3 時間 38 分、全

体平均 2 時間 20 分で、

学習 2 時間 20:15～21:15 & 22:00～23:15、ピークは 20:30、時間別の学校外学習率は、図 8.3.12 のように推移している。

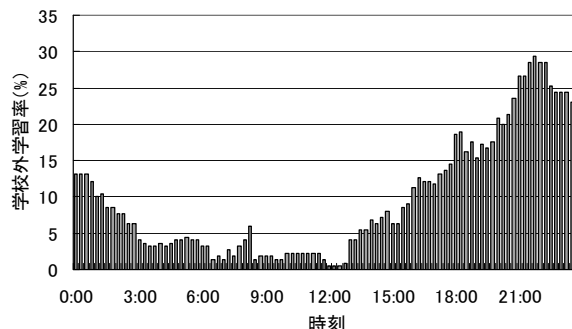


図8.3.12 平日高校生の学校外学習率

② 子供(14)

- ・学習 2 時間 18:30～19:30 & 21:15～22:15 ピークは 20:30(全国中学生学校外学習時間 行為者 2 時間 32 分 全体平均 2 時間)
- ・時間別の学校外学習率は、図 8.3.13 のように推移している。

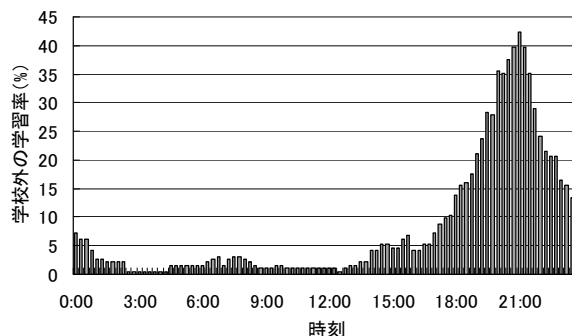


図8.3.13 平日中学生学校外学習率

g TV

- ・TV については、ながら行動や家族との同時使用を考慮し、ビデオリサーチの視聴率調査結果より推定を行った。これは、TV 視聴率の時間推移と、一日の平均視聴時間から求めている。関東地区 1 日(6 時～24 時)1 人あたり視聴時間(平日平均)を図 8.3.14 に示す。
- ・関東地区時間帯別総世帯視聴率(平日平均)は、図 8.3.15 のように推移している。
- ・視聴時間は朝、昼、夜の時間帯それぞれで時間数×平均視聴率として求め、それぞれの時間帯で高い視聴率が得られていた場合(15 分間隔)から選択し、視聴率時間帯とした。

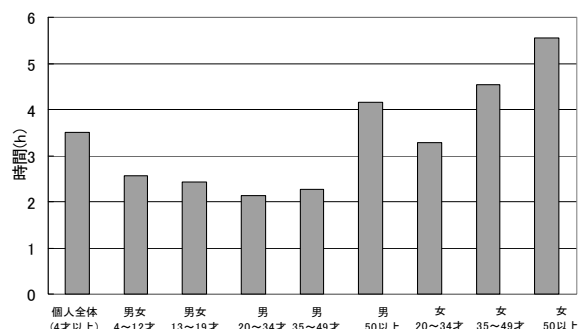


図8.3.14 関東地区 1日(6時~24時)1人あたり視聴時間(平日平均)

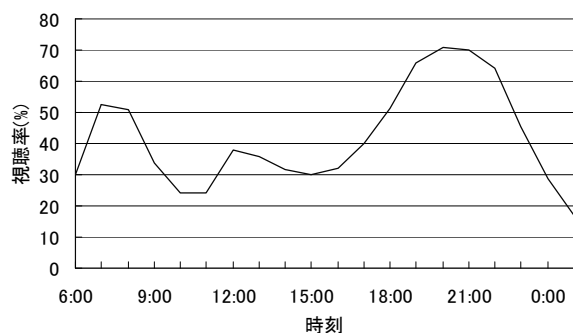


図8.3.15 関東地区時間帯別総世帯視聴率(平日平均)

- ① 夫
20:15~22:00
- ② 家庭婦人
7:30~7:45、8:45~9:00
9:30~10:30、13:00~14:00
20:45~22:30、23:00~23:30
- ③ 子供(16)
7:30~7:45、18:00~19:30

(4) 休日の生活行動と時間帯

a 睡眠

① 夫

・推定式

Y:ある一日の平均睡眠時間(平日 419 分,土曜 462 分,日曜 496 分)

A:働いていた人の平均睡眠時間

B:休日だった人の平均睡眠時間

R1~3:平日、土曜日、日曜日に働いていた人の割合(平日 91.2%,土曜 52.9%,日曜 28.5%)←

④ 子供(14)

7:15~7:30、7:45~8:15、
17:15~18:30、20:15~20:45

h 炊事・家事・洗濯

① 家庭婦人

食事準備: 6:45~7:00

食器洗い(朝) 7:15~7:30

NHK より

洗濯 7:45~8:45

時間は東京電力(平日 54.3 分)

掃除 9:00~9:30

食事準備 12:00~12:15

食事準備 16:30~17:00

家事 17:00~18:30

食事準備 18:30~19:30

食器洗い(夕) 20:15~20:45

・時間別の炊事・家事・洗濯率は、図 8.3.16 のように推移している。

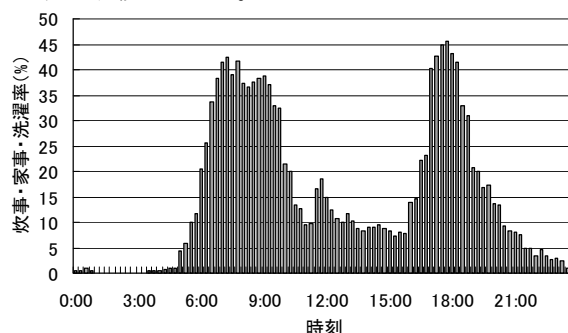


図8.3.16 炊事・家事・洗濯率

関東勤め人(NHK オリジナルデータ、P44)

$$Y_n = R_n \times A + (1 - R_n) \times B$$

$$(重回帰式) Y = 407R_n + 529(1 - R_n)$$

$$r \text{ 二乗} = 0.996$$

・休日(土・日共通)勤め人の睡眠時間は、式より
夫 8時間 49分⇒15分単位で8時間 45分とした。

・時間別の睡眠率は、図 8.3.17 のように推移している。

・最も睡眠率が多い時間帯(15分単位)から8時間 45分を選択する。

- ・結果、夫の睡眠時間帯は、23:00～7:45 と決定した。(関東勤め人 23:00、45.1% 7:45、42.7% 睡眠行為者率 NHK オリジナルデータ、P347-352)

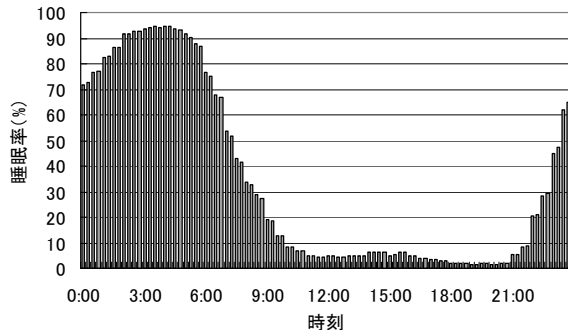


図8.3.17 休日夫睡眠率

② 家庭婦人

- ・平日 7 時間 18 分 ⇨ 土曜日 7 時間 16 分 ⇒ 15 分単位で 7 時間 15 分
- ・日曜日 7 時間 41 分 ⇒ 15 分単位で 7 時間 45 分
- ・時間別の睡眠率は、図 8.3.18 のように推移している。

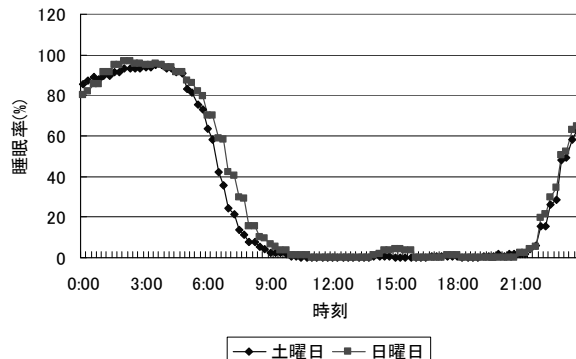


図8.3.18 休日家庭婦人睡眠率

- ・土曜日の最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 7 時間 15 分を選択し、日曜日の最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 7 時間 45 分を選択する。
- ・結果、家庭婦人の休日外出型スケジュールでの睡眠時間帯は、23:15～6:30、休日在宅型スケジュールでの睡眠時間帯は、23:15～7:00 と決定した。(NHK オリジナルデータ、P41 及び 323-328 関東家庭婦人の睡眠時間)

③ 子供(16)

- ・土曜日は学校が休みと考え、日曜日データを使用する。
- ・休日(土・日共通)高校生の睡眠時間は、NHK 2000 全国高校生(日曜日)平均睡眠時間 9 時間 20 分で 15 分単位で 9 時間 30 分とした。
- ・時間別の睡眠率は、図 8.3.19 のように推移している。

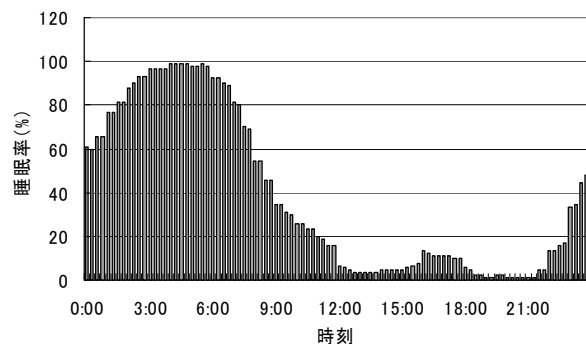


図8.3.19 休日高校生時間別睡眠率

- ・最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 9 時間 30 分を選択する。
- ・結果、高校生の睡眠時間帯は、23:00～8:30 と決定した。(睡眠行為者率 NHK2000 全国高校生 P604-607)
- (推定式によるチェック 595.8 分)
- Y:ある一日の平均睡眠時間(414,43.1,560 分)
- A:授業・学内の活動者の平均睡眠時間
- B:休日だった人の平均睡眠時間
- R1～3:平日、土曜日、日曜日に働いていた人の割合(0.932,0.681,0.178)←全国高校生(NHK2000、P85)
- 推定式(重回帰式) $Y = 05R_n + 595.8(1 - R_n)$
- r 二乗=0.996

④ 子供(14)

- ・土曜日は学校は休みと考え、日曜日データを使用する。
- ・休日(土・日共通)中学生の睡眠時間は、NHK 2000 全国中学生(日曜日)平均睡眠時間 9 時間 02 分で、15 分単位で 9 時間とした。時間別の睡眠率は、図 8.3.20 のように推移している。
- 最も睡眠率が多い時間帯(15 分単位)から 9 時

間を選択する。

- ・結果、中学生の睡眠時間帯は、23:00～8:00 と決定した。

(23:00、54.2% 8:00 分 54.2% 睡眠行為者率 N HK2000 全国中学生 P592-595)

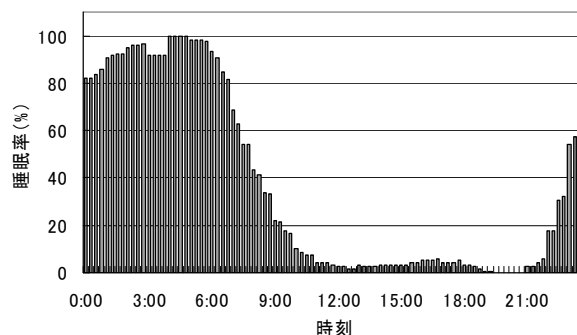


図8.3.20 平日中学生時間別睡眠率

(5) 休日外出

- ・家族全員そろってお出かけ日

※シナリオライティング手法により決定する

9:00 家族そろって〇×に向けて愛車で出発

11:30 着 早お昼を取る

17:30 までレジャー 家路につく

19:00 に、自宅近くのファミレスで夕食

20:00 に自宅到着

- ① 夫、家庭婦人、子供(16)、子供(14)
(外出:9:00 出発、20:00 帰宅)

a 食事

- ①夫 食事:8:30～8:45
- ②家庭婦人 食事:8:30～8:45
- ③子供(16) 食事:8:30～9:00
- ④子供(14) 食事:8:30～8:45

b 入浴

- ・休日の入浴時間

・浴槽入浴 男:19 分 女 20 分

・4 人家族入浴時間合計 90.3 分

一人あたり 22.6 分

⇒15 分単位で男性を 15 分、女性を 30 分とした。

夫 15 分、妻 30 分、長女 30 分、長男 15 分

長男→長女→夫→妻 20:45～23:00

長男 21:00～21:15

長女 21:15～21:45

夫 22:00～22:15

妻 22:15～22:45

c 学習時間

- ① 子供(16)

学習:22:00～23:00 MD+スタンド

d TV

- ・TV については、ながら行動や家族との同時使用を鑑み、ビデオリサーチの視聴率調査結果より推定を行った。これは、TV 視聴率の時間推移と、一日の平均視聴時間から求めている。関東地区 1 日(6 時～24 時)1 人あたり視聴時間(土曜、日曜)を図 8.3.21 に示す。

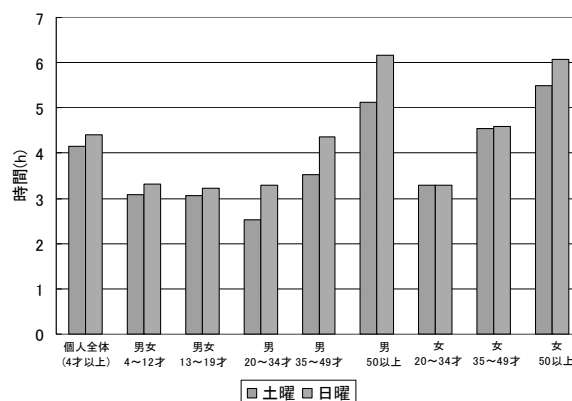


図8.3.21 関東地区 1日(6時～24時)1人あたり視聴時間(土曜、日曜)

- ・関東地区時間帯別総世帯視聴率(土曜、日曜)は、図 8.3.22 のように推移している。
- ・視聴時間は朝、昼、夜の時間帯それぞれで時間数×平均視聴率として求め、それぞれの時間帯で高い視聴率が得られていた場合(15 分間隔)から選択し、視聴率時間帯とした。

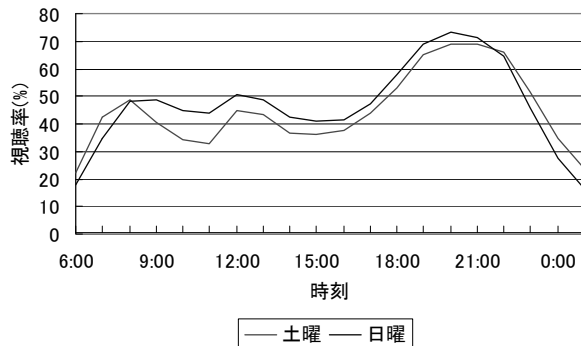


図 8.3.22 関東地区時間帯別総世帯視聴率(土曜、日曜)

① 夫

- ・8:00～8:30、8:45～9:00
- ・20:00～21:30、22:30～23:00

(6) 普通の土日行動日、休日1

a 在宅

① 夫

- ・在宅時間:推定式より(日曜日)19時間40分

② 家庭婦人

- ・在宅時間:推定式より(日曜日)20時間02分

③ 子供(16)

- ・土日高校生の在宅時間は、NHK2000 全国高校生(日曜)平均在宅時間 18時間51分で、15分単位で19時間とした。
- ・時間別の在宅率は、図8.3.23のように推移している。

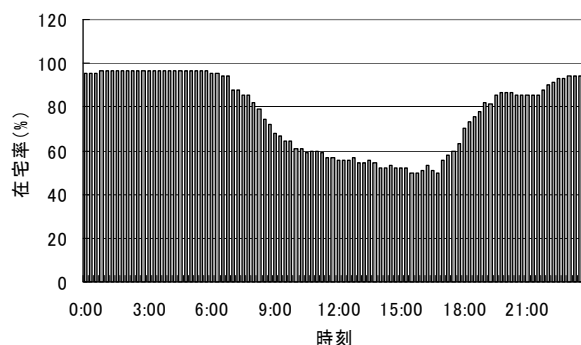


図8.3.23 (子供16休日在宅) 在宅率

- ・外出時間:24時間—在宅時間=5時間9分⇒丸めて5時間
- ・外出の時間帯は、在宅率が50%前後の時間帯

② 家庭婦人

- ・21:30～22:15、23:00～23:15

③ 子供(14)

- ・8:15～8:30

e 洗濯・掃除

① 家庭婦人

洗濯・TV・掃除:6:45～8:00(洗濯機45分位、その他はながら行為)

食事準備:8:00～8:30

家事:20:00～21:30

から在宅率の低い時間帯(15分単位)から5時間を選択する。

- ・結果、高校生の外出時間帯は、12:00～16:00と決定した。

④ 子供(14)

・在宅時間

土日中学生の在宅時間は、NHK2000 全国中学生(日曜)平均在宅時間 18時間54分で、15分単位で19時間とした。

時間別の在宅率は、図8.3.24のように推移している。

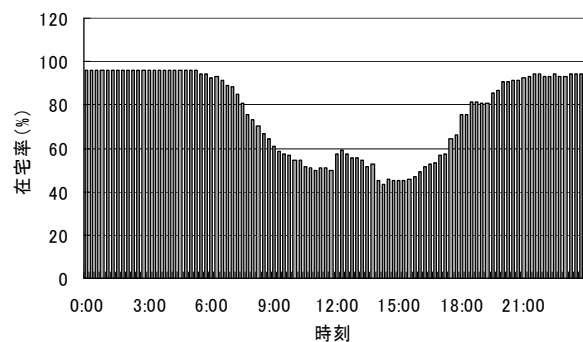


図8.3.24 (子供14休日在宅) 在宅率

- ・外出時間:24時間—在宅時間=5時間6分⇒丸めて5時間⇒13:00～17:00まで部活(NHK2000 全国中学生 P592-595)
- 外出の時間帯は、在宅率が50%前後の時間帯から在宅率の低い時間帯(15分単位)から5時間を選択する。

結果、中学生の外出時間帯は、13:00～17:00と決定した。

b 外出

① 夫

- ・外出時間：休日の外出時間は、NHK2000 全国40歳代勤め人男（休日）平均外出時間4時間20分で、15分単位で4時間とした。
- ・時間別の在宅率は、図8.3.25のように推移している。
- ・最も在宅率が少ない時間帯（15分単位）から4時間を選択する。
- ・結果、夫の外出時間帯は、10:45～12:00、13:15～16:00と決定した。

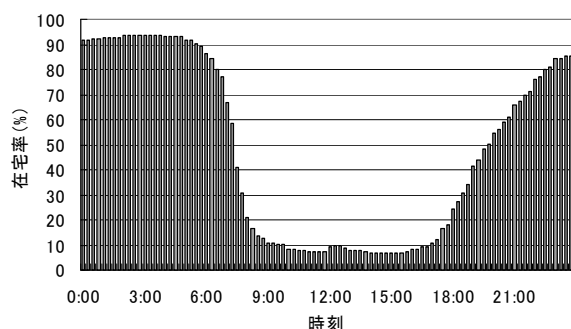


図8.3.25 在宅率（夫休日外出）

② 家庭婦人

- ・外出時間：（日曜日）3時間58分⇒丸めて4時間（10:45～12:00、13:15～16:00）夫と共通とした

c 食事

- ・休日の食事時間は、NHK2000 国民生活時間調査より

関東勤め人	1時間42分
家庭婦人	1時間50分
中学生	1時間32分
高校生	1時間24分
- ・平均して、15分単位で1時間30分とした。
- ・時間別の食事率は、図8.3.26のように推移している。

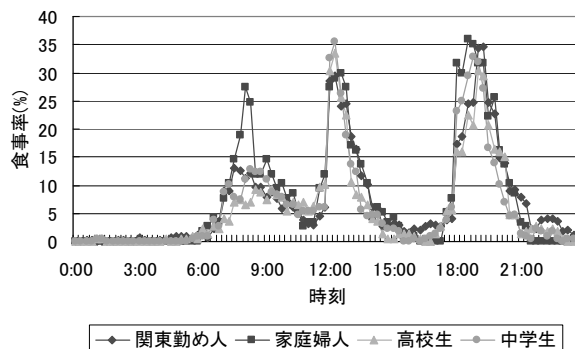


図8.3.26 食事率

- ・食事率の多い朝、昼、夜の時間帯（15分単位）から朝食15分 昼食30分 夕食60分を選択する。
- ・結果、食事時間帯は、朝食（夫、家庭婦人、子供14歳）8:15～8:30、（子供16歳）8:45～9:00、昼食（家族全員）12:15～12:45、夕食（家族全員）18:30～19:30と決定した。

d 入浴

- ・休日の入浴時間
- ・浴槽入浴 男：19分 女20分
- ・4人家族入浴時間合計 90.3分 一人あたり22.6分
- ・15分単位で男性を15分、女性を30分とした。
夫15分 妻30分 長女30分 長男15分
長男→長女→夫→妻 17:00～22:45
長男 17:00～17:15
長女 21:15～21:45
夫 22:00～22:15
妻 22:15～22:45

e 学校外学習時間

① 子供(16)

- ・休日高校生の学校外学習時間は、NHK2000 国民生活時間調査より、全国高校生学校外学習時間は土曜の行為者3時間54分、日曜日の行為者5時間13分で、15分単位で5時間とした。
- ・時間別の学校外学習率は、図8.3.27のように推移している。
- ・学習率が多い時間帯（15分単位）から5時間を

選択する。

- ・結果、高校生の学習時間帯は、9:15～12:00
& 20:00～21:15 & 22:00～23:00 と決定した。

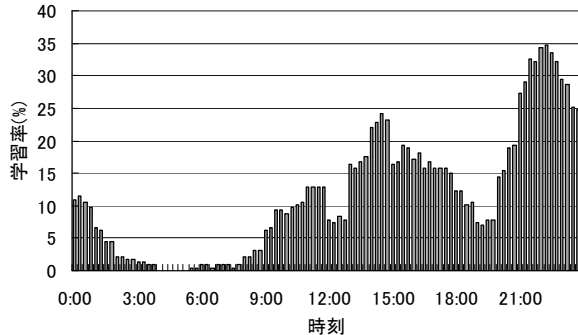


図8.3.27 休日子供16 学校外学習率

② 子供(14)

- ・休日中学生の学校外学習時間は、NHK2000 国民生活時間調査より、全国中学生学校外学習時間は土曜の行為者 2 時 45 分、日曜日の行為者 3 時間 27 分で、15 分単位で 3 時間 30 分とした。
- ・時間別の学校外学習率は、図 8.3.28 のように推移している。
- ・学習率が多い時間帯(15 分単位)からを 3 時間 30 分選択する。
- ・結果、中学生の学習時間帯は、8:45～12:15 と決定した。

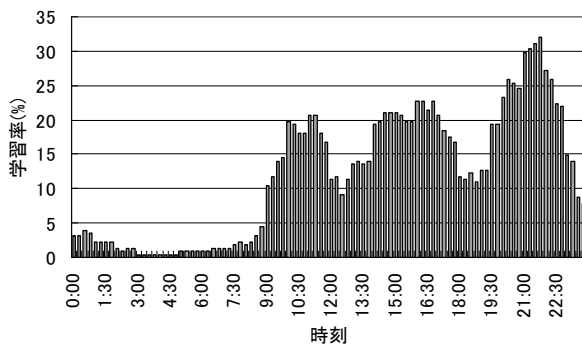


図8.3.28 休日子供14 学校外学習率

f TV視聴時間

- ・TV については、ながら行動や家族との同時使用を考慮し、ビデオリサーチの視聴率調査結果より推定を行った。これは、TV 視聴率の時間推移と、一日の平均視聴時間から求めている。
- ・図 8.3.21 関東地区 1 日(6 時～24 時)1 人あた

り視聴時間(土曜、日曜)及び図 8.3.22 関東地区時間帯別総世帯視聴率(土曜、日曜)をもとに、視聴時間は朝、昼、夜の時間帯それぞれで時間数×平均視聴率として求め、それぞれの時間帯で高い視聴率が得られていた場合(15 分間隔)から選択し、視聴率時間帯とした。

① 夫

- ・TV、新聞：8:00～ 8:15、8:30～10:45、9:00～10:45、12:00～12:15、12:45～13:15、20:00～21:30、22:45～23:00

② 家庭婦人

- ・家事・TV：10:45～12:00
- ・TV など：21:00～22:15、23:00～23:15

③ 子供(16)

- ・TV：9:00～9:15

④ 子供(14)

- ・TV：8:30～8:45、17:30～18:30

g 炊事・家事・洗濯

① 夫

- ・家事：16:00～18:30

② 家庭婦人

- ・時間別の炊事・家事・洗濯率は、図 8.3.29 のように推移している。

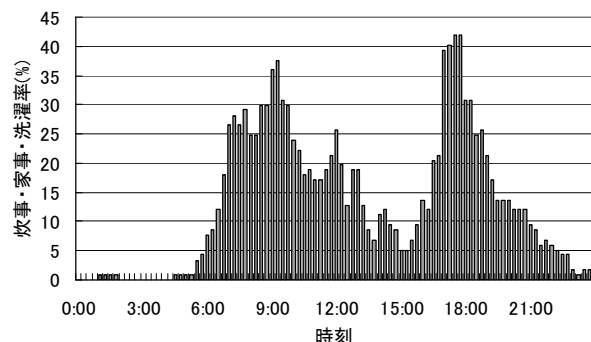


図8.3.29 炊事・家事・洗濯率

- 洗濯：7:30～8:00
- 朝食準備：8:00～8:15
- 朝食準備：8:30～8:45

掃除	:8:00～8:30	炊事(準備):12:00～12:15
洗濯	:8:45～9:15	食器洗い(朝):12:45～13:15
NHK2000 全国 家庭婦人 p437 より		家事 :16:00～17:30
時間数は東京電力(平日 54.3 分)		食事準備 :17:45～18:30
掃除	:9:15～10:00	NHK2000 全国 家庭婦人 p439 より
家事・TV	:10:45～12:00	食器洗い(夕):19:30～20:00

(7) その他の消費行動

- ・炊事、洗濯、調理時間帯(NHK 国民生活時間調査、エネルギー研究会調査結果)
- ・水、湯、調理に伴うエネルギー・資源の消費量(未定)
- ・冷蔵庫、ヘアドライヤー、ひげそり、コンピュータ、充電器、AC アダプター、換気装置、MD コンポ、トイレ周り、洗面所周り、バス乾燥機、電話機、ビデオ
- ・冷暖房装置:在室時の SET*を 20～26℃に保持する(就寝時 SET* ≤27℃)
[衣類による調整→換気→窓開閉→空調設備]
- ・照明:在室時の床面における平均照度を 75lx 以上に保持する
[カーテン開閉→照明設備]
- ・人体発熱:1 人あたり起床時 100w の発熱(起床時 1or0.8met,就寝時 0.7met)
- ・人体発湿:1 人あたり 30g/h

8.3.2 機器使用行動に関する調査

生活スケジュールの策定にあたって、NHK の生活時間調査では明らかに出来ない行動があり、行動内容を保管するためのアンケート調査が実施された。アンケートの実施は、本プロジェクトの参加委員によって行われた。

生活スケジュールの作成が困難な項目は以下の通りである。

①調理行動

調理行動は、メニューの選定、調理器具の違い。

②冷暖房

冷暖房の開始、停止、設定温度の決定ロジックを作成する必要がある。

③入浴

シャワーのみの場合や、追い炊きの使用など、生活状況により様々である。

④炊事・洗濯

炊事などへのお湯の使用は、エネルギー消費の割合が大きいため、お湯の使用条件を明らかにする必要がある。

⑤PC や TV ゲーム機器の使用頻度など

住宅全体からは少量の消費になるが、それぞれの細かな使用実態を明らかにする必要がある。

1) アンケートの対象者

回答者の属性を表 8.3.1 に示す。アンケートは日本女子大学に協力してもらい、学生本人と

その同居家族(の一部)から回答を得た。有効回答数は 76 世帯、190 名であり、この内 25 世帯は

表 8.3.1 機器使用アンケート・回答者属性

	女性					小計		男性				小計		計	
	学生	主婦	有職	無職	不明	(人)	(%)	学生	有職	無職	不明	(人)	(%)	(人)	(%)
10代	15					15	10.9	12				12	8.8	27	14.2
20代	68		7		1	76	55.5	4				4	2.9	80	42.1
40代		14	4		1	19	13.9		7			7	5.1	26	13.7
50代		15	7		2	24	17.5		25		2	27	19.7	51	26.8
60代						0	0.0		1	1		2	1.5	2	1.1
80代		1		1		2	1.5					0	0.0	2	1.1
不明		1				1	0.7		1			1	0.7	2	1.1
計(%)	83	31	18	1	4	137	—	16	34	1	2	53	—	190	—
	43.7	16.3	9.5	0.5	2.1	—	100	8.4	17.9	0.5	1.1	—	100	—	100

単身世帯(属性:女性・学生のみ)である。回答者の年齢には偏りがあるものの、3人・4人世帯が約半数を占め、標準的機器使用スケジュールを検討する上では有効なものと考えられる。

(1) 機器の使用実態

調査対象機器

a 家事関連機器

① 掃除機

- ・1週間の調査期間中、63世帯で1回以上の掃除が行われていた。
- ・平均掃除回数は単身世帯;1.9回(16世帯、SD=1.4)、複数人世帯;5.2回(47世帯、SD=2.8)で、単身世帯が有意に少ない(1%)。また、掃除を定期的に行うと回答した世帯の平均回数が5.1回であるのに対して、不定期と回答した世帯は2.7回で有意差(1%)がある。一方、平日の平均掃除時間は単身世帯;13分、複数人世帯;29分で有意差があるのに対して、休日は単身世帯;19分、複数人世帯;24分とその差は有意ではない。

② アイロン

- ・アイロンは76世帯中41世帯(54%)、47名に使用されていた。1週間の平均使用回数は定期使用;5.0回、不定期使用は;2.6回と定期使用者の回数が多いが、平均使用時間は24分(SD

=15分)で、定期/不定期使用に有意差はなかった。

b 厨房関連機器

① 炊飯器

- ・炊飯器を使用する世帯の1週間あたりの平均使用回数は6.2回、炊飯量としては2〜3合を炊く世帯が9割近くを占め、使用時間帯としては、朝;17時〜19時頃(18時、31%)に集中していた。

c オーディオ機器

- ・MD、CD、ラジオといったオーディオ機器は76世帯中63世帯(83%)で使用され、使用者数は190名中94名(49%)、使用者のうち定期使用は55%であった。
- ・表8.3.2より、オーディオ機器の使用に関しては属性による差が大きく、「学生」の使用割合がたかかった。
- ・オーディオ機器に関しては、「学生」の使用割合が多いことから夜〜深夜の使用率が高く、22〜24時には20%前後であった。また使用時間は、1時間未満;8%、1〜2時間;31%、2〜3時間;20%、3時間以上;19%となっていた。
- ・オーディオ機器は音楽鑑賞、ラジオの視聴だけでなく、目覚ましや英語学習、タイマー録音などにも用いられているが、使用時間帯、時間数から、“ながら”使用が多いものと推測される。

表8.3.2 オーディオ機器の使用状況

CDラジカセ MDコンボ	有職男性	主婦	学生女性	学生男性	有職女性
回答者数 (人)	34	31	82	16	18
使用者(人)	2	6	63	11	8
(%)	5.9	19.4	76.8	68.8	44.4
平均使用時 間偏差	1:45	0:35	1:55	2:40	1:47
	1:03	0:16	1:22	2:52	1:02

d パソコン (PC)

- ・調査対象 76 世帯中、PC を保有しているのは 28 世帯(保有率;37%)であった。しかし、使用者数は、190 名中 109 名(57%;属性不明者を含む)とオーディオ機器よりも多かった。世帯の保有台数は 1~4 台で、2 台以上保有している世帯が 57%と過半数を占め、家族人数以上の台数を保有している世帯もあった。PC はインターネット、メールの使用が大半を占める他、学習(レポート作成)、仕事などにも用いられていた。

表8.3.3 パソコンの使用状況

パソコン		有職男性	主婦	学生女性	学生男性	有職女性
回答者数	(人)	34	31	82	16	18
使用者	(人)	15	10	63	7	12
	(%)	44.1	32.3	76.8	43.8	66.7
平均使用時間		1:40	0:34	1:34	2:14	0:50
偏差		2:28	0:25	1:17	3:02	0:35

- ・表 8.3.3 より、使用者率には属性による差が見られるもののオーディオよりその差は小さく、使用者率は全般に高い。一方、使用時間は 1 時間未満;49%、1~2 時間;36%、2~3 時間;11%、3 時間以上;13%とオーディオに比較して

短くなっている。

① パソコン

- ・アンケート結果を基にパソコンは以下の時間帯とした。
- ・平日スケジュール
夫
PC:22:30~23:30
- ・休日在宅型スケジュール
夫
PC:10:45~12:00
PC:21:30~22:00
家庭婦人
PC:10:00~10:45
- ・休日外出型スケジュール
夫
PC:21:30~22:00

e ドライヤー

- ・ヘアドライヤーは女性 137 名中 80 名(58%)、男性 53 名中 15 名(28%)に使用されていた。使用者の男女比は異なっている(1%有意)が、属性間には有意差がない。
- ・ドライヤーの平均使用時間は女性 9 分(SD=5 分)、男性 6 分(SD=2 分)(1%有意)であり、女性の髪の長さでは、ロング 13 分(SD=8 分)、セミロング 7 分(SD=3 分)、ショート 8 分(SD=4 分)であった。使用時間はロングヘアが他より長いものの(5%有意)、使用時間としてはあまり大きな差がなかった。

8.3.3 まとめ

以上より作成された生活スケジュール及び、制御用ファイルの例を資料として添付する。

1) 平日型スケジュール

時刻	男性46歳		女性44歳		女性16		男性14												
0:00	睡眠	和室	睡眠	和室	睡眠	洋室2	睡眠	洋室1											
0:15																			
0:30																			
0:45																			
1:00																			
1:15																			
1:30																			
1:45																			
2:00																			
2:15																			
2:30																			
2:45																			
3:00																			
3:15																			
3:30																			
3:45																			
4:00																			
4:15																			
4:30																			
4:45																			
5:00																			
5:15																			
5:30																			
5:45																			
6:00																			
6:15																			
6:30	朝洗面	洗面所	朝洗面	洗面所	朝食	ダイニング	朝洗面	ダイニング											
6:45	新聞	ダイニング	朝食	台所	朝食	ダイニング	朝食	ダイニング											
7:00	通勤	外出	朝食	台所	朝食	洗面所	朝食	洗面所											
7:15			TV	居間	朝食	居間	朝洗面	洗面所											
7:30			洗濯・TV	居間	通学	居間	TV	居間											
7:45	仕事 + 仕事の付き合い		TV	居間	高校	外出	中学校	外出											
8:00			掃除	居間・和室															
8:15			TV	居間															
8:30			TV	居間															
8:45			TV	居間															
9:00			散策など	外出															
9:15			TV	居間															
9:30			買い物	外出															
9:45			TV	居間															
10:00			家事	台所					塾・レジャー活動	塾・レジャー活動	塾・レジャー活動	塾・レジャー活動							
10:15			昼食	ダイニング															
10:30			家事	台所															
10:45			TV	居間															
11:00			買い物	外出															
11:15			TV	居間									通学	居間					
11:30			TV	居間									TV	居間					
11:45			家事	居間									TV	居間					
12:00			家事	居間									TV	居間					
12:15			家事	居間									TV	居間					
12:30			家事	居間									TV	居間					
12:45			家事	居間									TV	居間					
13:00			家事	居間									TV	居間					
13:15			家事	居間									TV	居間					
13:30			家事	居間									TV	居間					
13:45			家事	居間									TV	居間					
14:00			家事	居間									TV	居間					
14:15			家事	居間									TV	居間					
14:30			家事	居間									TV	居間					
14:45			家事	居間									TV	居間					
15:00			家事	居間									TV	居間					
15:15			家事	居間									TV	居間					
15:30			家事	居間									TV	居間					
15:45			家事	居間									TV	居間					
16:00			家事	居間									TV	居間					
16:15			家事	居間									TV	居間					
16:30			家事	居間									TV	居間					
16:45			家事	居間									TV	居間					
17:00			家事	居間									TV	居間					
17:15			家事	居間									TV	居間					
17:30			家事	居間									TV	居間					
17:45			家事	居間									TV	居間					
18:00			家事	居間									TV	居間					
18:15			家事	居間									TV	居間					
18:30			家事	居間									TV	居間					
18:45			家事	居間									TV	居間					
19:00			通勤	ダイニング									炊事	台所	TV	居間	学習	洋室1	
19:15			夕食	ダイニング									夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	
19:30			夕食	ダイニング									夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	
19:45			夕食	ダイニング									夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	
20:00			TV	居間									炊事	台所	夕食	ダイニング	夕食	ダイニング	
20:15													炊事	台所	学習	洋室2	TV	居間	
20:30													炊事	台所	学習	洋室2	入浴	浴室	
20:45													炊事	台所	学習	洋室2	夜洗面	洗面所	
21:00													炊事	台所	学習	洋室2	学習	洋室1	
21:15													炊事	台所	学習	洋室2	学習	洋室1	
21:30			入浴	浴室									TV	居間	入浴	浴室	入浴	浴室	
21:45													TV	居間	入浴	浴室	入浴	浴室	
22:00													TV	居間	入浴	浴室	入浴	浴室	
22:15													TV	居間	入浴	浴室	入浴	浴室	
22:30													TV	居間	入浴	浴室	入浴	浴室	
22:45													TV	居間	入浴	浴室	入浴	浴室	
23:00			PC使用	居間									TV	居間	学習	洋室2	TVゲーム	洋室1	
23:15													TV	居間	学習	洋室2	TVゲーム	洋室1	
23:30													TV	居間	学習	洋室2	TVゲーム	洋室1	
23:45													TV	居間	学習	洋室2	TVゲーム	洋室1	
24:00	睡眠	和室	睡眠	和室	CD・ラジオ		睡眠												

2) 休日外出型スケジュール

時刻	父		母		長女		長男		その他		
0:00	睡眠	和室	睡眠	和室	睡眠	洋室2	睡眠	洋室1			
0:15											
0:30											
0:45											
1:00											
1:15											
1:30											
1:45											
2:00											
2:15											
2:30											
2:45											
3:00											
3:15											
3:30											
3:45											
4:00											
4:15											
4:30											
4:45											
5:00											
5:15											
5:30											
5:45											
6:00											
6:15											
6:30											
6:45											
7:00											
7:15											
7:30											
7:45											
8:00											
8:15											
8:30											
8:45											
9:00											
9:15											
9:30											
9:45											
10:00											
10:15											
10:30											
10:45											
11:00											
11:15											
11:30											
11:45											
12:00											
12:15											
12:30											
12:45											
13:00											
13:15											
13:30											
13:45											
14:00											
14:15											
14:30											
14:45											
15:00											
15:15											
15:30											
15:45											
16:00											
16:15											
16:30											
16:45											
17:00											
17:15											
17:30											
17:45											
18:00											
18:15											
18:30											
18:45											
19:00											
19:15											
19:30											
19:45											
20:00											
20:15											
20:30											
20:45											
21:00											
21:15											
21:30											
21:45											
22:00											
22:15											
22:30											
22:45											
23:00											
23:15											
23:30											
23:45											

3) 休日在宅型スケジュール

時刻	父		母		長女		長男		その他		
0:00											
0:15											
0:30											
0:45											
1:00											
1:15											
1:30											
1:45											
2:00											
2:15											
2:30											
2:45											
3:00											
3:15											
3:30											
3:45											
4:00	睡眠	和室	睡眠	和室			睡眠	洋室1			
4:15					睡眠	洋室2					
4:30											
4:45											
5:00											
5:15											
5:30											
5:45											
6:00											
6:15											
6:30											
6:45											
7:00											
7:15			朝洗頭								
7:30			洗濯								
7:45	朝洗頭		炊事(準備)	居間・食堂			朝洗頭	居間・食堂			
8:00	朝食		炊事(洗濯)		朝洗頭		朝食				
8:15			洗濯		朝食						
8:30											
8:45											
9:00											
9:15											
9:30	TV+新聞		掃除								
9:45											
10:00		居間・食堂	PC使用		学習	洋室2	学習	洋室1			
10:15											
10:30											
10:45	PC使用		家事+TV	居間・食堂							
11:00											
11:15											
11:30	TV+新聞		炊事(準備)								
11:45	昼食		昼食				昼食	居間・食堂			
12:00			炊事(洗濯)				外出準備	洋室1			
12:15											
12:30	外出		外出		外出						
12:45											
13:00											
13:15											
13:30											
13:45											
14:00											
14:15											
14:30											
14:45											
15:00											
15:15											
15:30											
15:45	家事(風呂掃除)										
16:00											
16:15			家事・趣味・お茶		趣味(MD・読書・メール等)	洋室2	入浴				
16:30							夜洗頭				
16:45	趣味・娯楽		炊事(準備)				TV				
17:00											
17:15											
17:30											
17:45											
18:00											
18:15											
18:30	夕食	居間・食堂	夕食	居間・食堂	夕食	居間・食堂	夕食	居間・食堂			
18:45											
19:00											
19:15	家族団楽		炊事(洗濯)		家族団楽		家族団楽		玄関照明ON	廊下照明ON	
19:30											
19:45											
20:00											
20:15											
20:30	TV+新聞		趣味・お茶		学習	洋室2					
20:45											
21:00											
21:15											
21:30	PC使用		TV		入浴		TVゲーム				
21:45	入浴				夜洗頭			洋室1			
22:00											
22:15	夜洗頭		入浴		学習	洋室2					
22:30	TV+新聞	居間・食堂	夜洗頭								
22:45			TV	居間・食堂							
23:00											
23:15											
23:30	睡眠	和室	睡眠	和室	睡眠	洋室2	睡眠				
23:45											

4) 機器制御用ファイルの例

	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	エアコン	29型TV	アイロン	照明(居間)	照明(食堂)	窓(モータ動作)	窓(開閉選択)	人体1(ヒータ)父	人体1(電磁弁)父	人体2(ヒータ)母	居間・食堂 人体2(電磁弁)母	人体3(ヒータ)長女	人体3(電磁弁)長女	人体4(ヒータ)長男	人体4(電磁弁)長男	カーテン(厚)開	カーテン(厚)閉
機器と番号	301	306	309	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	436	437
時刻 ↓	0	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ALL	0	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
機器と番号	エアコン	29型TV	アイロン	照明(居間)	照明(食堂)	窓(モータ動作)	窓(開閉選択)	人体1(ヒータ)父	人体1(電磁弁)父	人体2(ヒータ)母	居間・食堂 人体2(電磁弁)母	人体3(ヒータ)長女	人体3(電磁弁)長女	人体4(ヒータ)長男	人体4(電磁弁)長男	カーテン(厚)開	カーテン(厚)閉
時刻 ↓	301	306	309	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	436	437
6:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:50	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:55	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
7:05	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
7:06	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
7:07	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
7:10	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
7:15	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:20	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:25	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
7:35	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
7:40	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
7:45	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
7:50	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
7:55	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:00	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:05	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:10	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:15	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:20	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:25	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:35	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:40	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
8:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

参考文献

- 1) 秋元ら: エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発<自立循環型住宅開発委員会>平成13年度 報告書:財団法人 建築環境・省エネルギー機構
- 2) NHK 放送文化研究所 編: データブック, 国民生活時間調査 2000<全国>, pp.200-203
- 3) 自立循環型住宅開発委員会: エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発, 平成14年度報告書, pp.87-90
- 4) <http://www.videor.co.jp/index.htm> (株式会社ビデオリサーチ)

8.4 給湯制御スケジュールの検討

8.4.1 実験の目的

住宅全体の消費エネルギーに占める給湯の割合は非常に大きく、給湯用途における省エネは極めて重要である。給湯の省エネ技術としては、従来より太陽熱温水器などが普及してきたが、近年になって潜熱回収型ガス瞬間式給湯機(以下、潜熱回収型)やCO₂ヒートポンプ給湯機(以下、CO₂HP)などが開発され、その選択肢が広がりつつある。

本実験においては、給湯に関する各種の省エネ機器を用いた場合の省エネ効果を、従来一般的であった通常型ガス瞬間式給湯機(以下、通常型)と比較して検討することとした。湯消費については実測データを元に試験モードを決定し、実住宅における湯使用実態に近い条件での実験となるように考慮した。

8.4.2 実験概要

1) 実験対象機器

本実験で用いた給湯器を、表 8.4.1 に示す。基準住戸には、従来一般的であるガス瞬間式給湯機を設置した。なお、本文では潜熱回収を行わないタイプを通常型と呼応することとする。

省エネ住戸においては、高効率の給湯機として近年開発され今後普及が見込まれるもの、自然エネルギーを用いることで効率を向上させているものを採用した。潜熱回収型ガス瞬間式給湯機は、排気中の潜熱を有効利用することで、通常型よりも高い効率を達成している。また、太陽熱温水器については、強制循環型と自然循環型の2タイプを採用し、潜熱回収型給湯機を補助熱源として用いることとした。また、電気を主エネルギーとして用いるタイプとして、外気熱を利用することで高効率化を図っている、CO₂ヒートポンプ式給湯機を採用した。

各給湯器の仕様を表 8.4.2 ～表 8.4.7 に、写真を写真 8.4.1～写真 8.4.5 にそれぞれ示す。

表 8.4.1 本実験で用いた給湯機種類

基準住戸	通常型ガス瞬間式給湯機 (高木産業製)
省エネ住戸	潜熱回収型ガス瞬間式給湯機 (高木産業製)
	強制循環型太陽熱温水器 (日本電気硝子製)※
	自然循環型太陽熱温水器 (日本電気硝子製)※
	CO ₂ ヒートポンプ式給湯機 (コロナ製)
	CO ₂ ヒートポンプ式給湯機 (三洋電機製)※※

※補助熱源として、潜熱回収型ガス瞬間式給湯機を併用。

※本実験では使用せず。

※出湯温度は全機種ともに42℃に設定。

表 8.4.2 通常型給湯暖房用熱源機

製造者	(株)高木産業
型番	GH-242ZWH
最大能力	69.5kW
給湯能力	52.3kW(24号)
暖房能力	17.2kW
暖房出力	14.0kW
定格電圧	AC100V
定格周波数	50/60Hz
定格消費電力	360/380W
凍結防止ヒーター	150W

表 8.4.3 潜熱回収型給湯暖房用熱源機

製造者	(株)高木産業
型番	GH-241ZW
最大能力	68.7kW
給湯能力	52.3kW(24号)
暖房能力	16.4kW
暖房出力	14.0Kw
定格電圧	AC100V
定格周波数	50/60Hz
定格消費電力	285/360W
凍結防止ヒーター	200W

表 8.4.4 自然冷媒CO₂ヒートポンプ式給湯機

製造者	(株)コロナ
型番	CHP-600
相	単相
定格電圧	AC200V
定格周波数	50/60Hz
定格消費電力	1.44kW
冬期高温加熱消費電力	2.00kW
冷媒封入量	1.15kg
設計圧力(高/低)	14.0/8.5MPa
質量	62kg

表 8.4.5 CO₂HPタンクユニット

製造者	(株)コロナ
型番	CTU-H371AT
最高使用圧力	190kPa
タンク容量	370L
沸上温度	約65℃～約90℃
満水時質量	470kg
定格電圧	AC100V
定格周波数	50/60Hz
定格消費電力	360/380W
凍結防止ヒーター	150W

表 8.4.6 自然循環型太陽熱温水器混合ユニット

製造者	(株)日本電気硝子
型番	ACU-25-351
定格電圧	AC100V
定格周波数	50/60Hz
定格消費電力	360/380W

表 8.4.7 強制循環式貯湯槽

製造者	(株)ノーリツ
型番	ST-342D
給水方式	水道直結式
使用圧力	980kPa以下
定格電圧	AC100V
定格周波数	50/60Hz
定格消費電力	75/110W

2) 設置状況および計測項目

本実験における計測状況について、基準住戸・省エネ住戸共通の計測項目・制御の状況を図 8.4.1 に示す。給湯機の給水・給湯の温度と流量が 2 秒間隔で高速シーケンサーにより計測されており、この値により制御を行っている。各自動水栓においても給湯温度を計測しているので、水栓での出湯熱量による制御(熱量ベース制御)も可能であるが、今年度の計測は給湯量ベースで制御を行った。

その他のガス消費量などの項目は、データロガーにより 5 秒間隔で計測が行われている。

3) 制御方法

本実験は PC により完全自動制御されており、出湯は 5 分間隔で設定された給湯スケジュールに従い、自動水栓を開閉することで行われる。使用した給湯スケジュールについては、次項で詳

省エネ住戸のみの計測項目を図 8.4.2 に示す。

また、太陽熱温水器と潜熱回収型ガス瞬間式給湯機の接続状況を図 8.4.3 に示す。太陽熱温水器の分担分を上げるため、太陽熱温水器からの供給温度が 42℃以上であれば、ワックス弁によりガス給湯機を通らずにバイパスして直接住戸内に供給されるようになっている。また、42℃以下であれば、給湯機の下限能力の関係から、一旦 35℃程度までワックス弁により給水と混合してからガス給湯機に供給されるように調整した。なお、全体の計測項目は、表 8.4.8 に示す。

細に述べる。

出湯制御は、1 回ごとの給湯量で設定されており、出湯時刻になると水栓が開放され、設定された湯量が出湯されたことを確認した時点で水

栓を閉鎖する。なお、既往研究においては水栓での給湯温度低下を考慮して、水栓での給湯温度を基に熱量ベースでの計測を行っているものもあるが、本実験では後述するように給湯モード

策定において事前に給湯量を把握することが必要であったため、給湯量ベースでの計測としている。



写真 8.4.1 潜熱回収型ガス瞬間式給湯機



写真 8.4.4 自然循環型太陽熱温水器の混合ユニット（左）と強制循環太陽熱温水器貯湯槽（右）



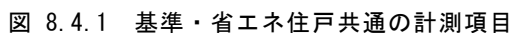
写真 8.4.2 自然循環型太陽熱温水器集熱部



写真 8.4.3 強制循環型太陽熱温水器集熱部



写真 8.4.5 CO₂ヒートポンプ式給湯機の貯湯槽（左）とヒートポンプユニット（右）



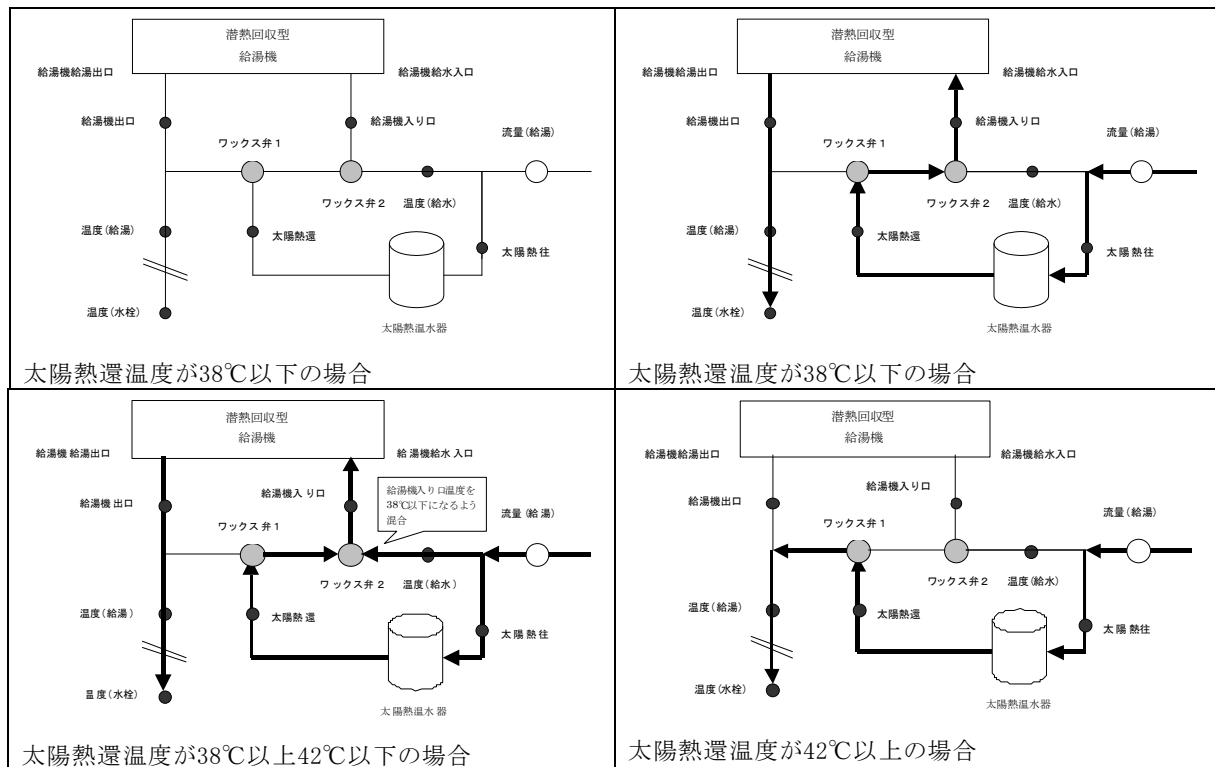


図 8.4.3 太陽熱温水器と潜熱回収型ガス瞬間式給湯機の接続状況

4) 用語の定義

本実験においては、給湯関係の熱量として、以下の定義を用いることとした。なお、各機器の効率については、実験結果の部分で逐次定義することとする。

給湯熱負荷[kJ]

$$= \text{給湯量[L]} \times (\text{給湯温度}[\text{°C}] - \text{給水温度}[\text{°C}]) \times 4.186[\text{J/cal}]$$

給湯熱負荷[kJ]

$$= \text{給湯量[L]} \times (\text{給湯温度}[\text{°C}] - \text{給水温度}[\text{°C}]) \times 4.186[\text{J/cal}]$$

給湯熱量[kJ]

$$= \text{給湯量[L]} \times \text{給湯温度}[\text{°C}] \times 4.186[\text{J/cal}]$$

表 8.4.8 計測項目一覧

対象	項目	方法	基	省	間隔	備考
共通	給水温度	熱電対プローブ	○	○	2s	
	給湯温度	熱電対プローブ	○	○	2s	各給湯機の給湯合流直後
	給湯水栓温度(台所)	熱電対	○	○	2s	
	給湯水栓温度(浴槽)	熱電対	○	○	2s	
	給湯水栓温度(浴室)	熱電対	○	○	2s	
	給湯水栓温度(洗面)	熱電対	○	○	2s	
	給水流量	電磁流量計	○	○	2s	住戸入り口の流量
	給湯流量	電磁流量計	○	○	2s	各給湯器への分岐前
	浴槽内部温度	熱電対	○	○	5s	
	浴槽水位	水圧センサ	○	○	5s	
ガス給湯機共通	ガス消費量	乾式ガスメーター	○	○	5s	ガス消費量合計
	ガス給湯機消費電力	クランプ電力計	○	○	1m	
	浴槽往温度	熱電対	○	○	5s	管表面で計測
	浴槽還温度	熱電対	○	○	5s	管表面で計測
	浴槽循環流量	翼車式流量センサ	○	○	5s	
	床暖房往温度	熱電対	○	○	5s	管表面で計測
	床暖房還温度	熱電対	○	○	5s	管表面で計測
	床暖房循環流量	翼車式流量センサ	○	○	5s	
太陽熱共通	太陽熱往温度	熱電対プローブ		○	5s	
	太陽熱還温度	熱電対プローブ		○	5s	
	太陽熱供給流量	翼車式流量センサ		○	5s	
	ガス給湯機入口温度	熱電対		○	2s	管表面で計測
	バイパス温度	熱電対		○	2s	管表面で計測
	ガス給湯機出口温度	熱電対		○	2s	管表面で計測
強制循環型	消費電力	クランプ電力計		○	1m	
	集熱部入口温度	熱電対プローブ		○	5s	
	集熱部出口温度	熱電対プローブ		○	5s	
	集熱部循環流量	翼車式流量センサ		○	5s	
	貯湯槽表面温度(7点)	熱電対		○	5s	
自然循環型	消費電力	クランプ電力計		○	1m	
	貯湯槽入口温度	熱電対プローブ		○	5s	
	貯湯槽出口温度	熱電対プローブ		○	5s	
CO ₂ HP	消費電力	クランプ電力計		○	1m	
	風呂循環温度	内部制御信号		○	2s	
	風呂系統流量	内部制御信号		○	2s	
	貯湯槽温度(7点)	内部制御信号		○	2s	
	HP給湯循環流量	内部制御信号		○	2s	
	HP往温度	内部制御信号		○	2s	
	HP還温度	内部制御信号		○	2s	
	目標沸上温度	内部制御信号		○	2	

※「基」は基準住戸、「省」は省エネ住戸。

※重複して計測している項目は省略。

※熱電対・熱電対プローブは、すべてT型。

8.4.3 給湯使用スケジュール

1) スケジュール設定の目的

本実験は実際の住宅に導入された場合の給湯機器の効率を検証することを目的としているので、実住宅を想定した給湯使用スケジュールが必要となる。本実験における給湯スケジュール作成の方針は次のようにした。

- ・対象家族構成は、生活スケジュール設定時の4人家族。
- ・貯湯槽を有する給湯機の効率評価をおこなうため、実測値を参考に、従来の評価用給湯モードとは異なり、日々異なった消費量を設定する。

2) S/M1/M2/L モードの設定

本モードの策定にあたっては、集合住宅 O における給湯給水消費の実測結果を基にすることとした。本物件では住棟セントラル方式により 60℃給湯が行われており、計測においては 1993 年の冬期・夏期各1ヶ月において、給水・給湯のヘッダー分岐部分での流量が水栓別に計測されている。給湯個所は台所・浴室・洗面・洗濯であった。

本実験での設定家族に近い 3 人以上世帯 10 住戸における給湯消費量(42℃換算)の平均・標準偏差(変動)の分布状況を図 8.4.4 に示す。家族構成が近い住戸においても、湯使用の平均量・変動には住戸差が大きいことが分かる。

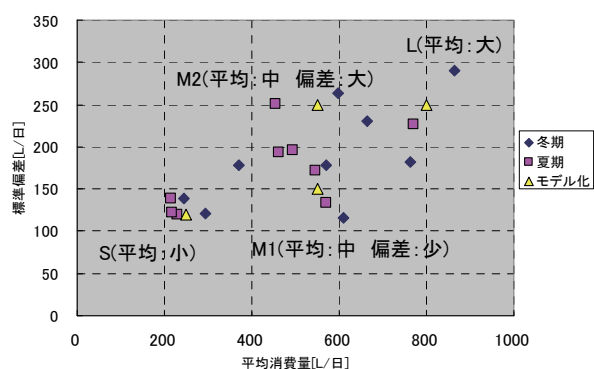


図 8.4.4 集合住宅Oにおける給湯消費

- ・住戸ごとで湯使用の差異を考慮するため、複数のモードを設定する。
- ・実住戸における変動に近づけるため、前述の設定生活スケジュール(15 分間隔)の平日・休日外出・休日不在に対して、それぞれ「大」「小」の2タイプを設定し、計 6 日をセットとして1つのモードとする。
- ・6 日間の消費量は、1ヶ月間 30 日に展開した際に、設定した平均・変動になるように設定する。

この結果に基づき、代表的なモードとして、S/M1/M2/L の4つを表 8.4.9 のように決定した。

表 8.4.9 S/M1/M2/Lモード

モード	平均	標準偏差
S	250	100
M1(修正前)	(550)	(120)
M1(修正後)	450	100
M2	550	250
L	700	250

※単位: [L/(日・戸)]

なお、M1 モードについては、本実験において基本となるものであるが、本実測物件では洗濯への湯使用が行われていることもあり、湯使用量が従来の試験モードとくらべて大きくなっている。そのため、本実験においてはM1モードから洗濯分を除き、平均 450[L/(日・戸)]、標準偏差 100[L/(日・戸)]としたものを修正 M1 モードとし、今年度の実験においては、この修正 M1 モードのみを用いることとした。

3) 修正 M1 モードの詳細

修正 M1 モードについて、設定された平均・分散となるように、詳細を決定した。

- ・各日の消費を設定。
- ・用途の内訳は前述の実測結果を参考に設定。
- ・時刻分布については、先に設定した生活スケジュールに合わせて調整。

なお、本実験では給湯の設定をデータ 5 分間

隔で行っているため、実住宅における細かい時間間隔での出湯・停止は再現できていない。一般的な傾向として、貯湯槽を有する給湯機の効率は総消費量の平均・効率に強く影響される一方で、瞬間式の給湯機においては行為の時間や停止間隔の影響が大きいことが知られており、詳細な時間間隔での再現性については今後の検討課題である。

4) 既往給湯モードとの比較

既存の IBEC L/M/S モードと先に設定した S/M1/M2/L モード、本実験で用いている修正 M1 の比較結果を図 8.4.5 に示す。

S/M1/M2/L モード策定に用いた実測データが比較的グレードの高い住宅におけるものであったこともあり、本モードは全体的に消費量が大き

い結果となっている。しかし、洗濯に湯を用いないこととした修正 M1 モードについては、IBEC L モードなどと比べても 30%程度の増加にとどまっており、IBEC モードが策定された時点からの生活水準の向上を考慮すると、ほぼ妥当であると推測される。

5) 実験モード中の順序検討

貯湯槽を持つ給湯機の性能を正しく評価するためには、設定した 6 日分の消費を適切な順序

に並べる必要がある。

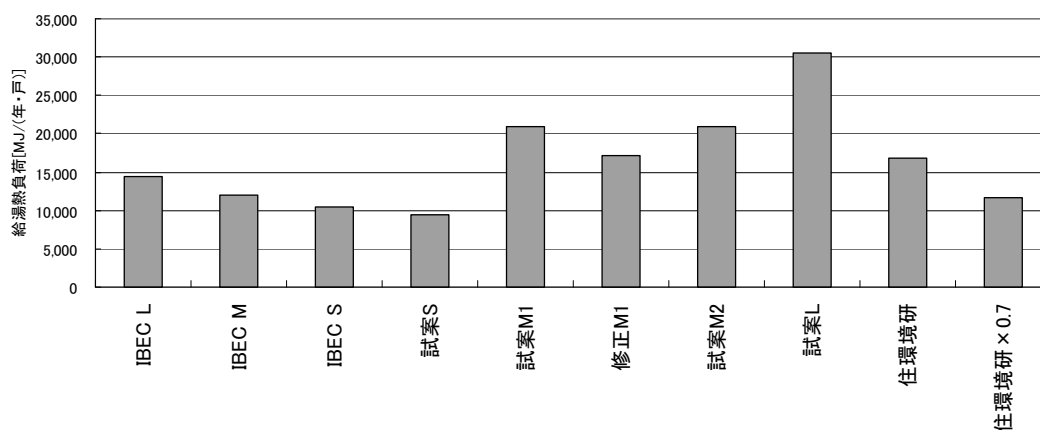


図 8.4.5 既存給湯モードと本モードの比較

表 8.4.10 M1モードを構成する6日分のデータ

		台所	浴室(湯はり)	浴室(シャワー)	洗面	洗濯		合計
平日(大)	11日	120	150	140	60			470
平日(小)	11日	100	150	80	50			380
休日在宅(小)	2日	160	150	140	100			550
休日在宅(大)	4日	200	150	200	100			650
休日不在(小)	1日	10		200	30			240
休日不在(大)	1日	10	150	200	20			380

表 8.4.11 6日分の消費を1ヶ月にした場合(この時の平均・変動が所定の値になるように修正)

		台所	浴室(湯はり)	浴室(シャワー)	洗面	洗濯	浴室合計	合計
1日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
2日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
3日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
4日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
5日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
6日	休日在宅(小)	160	150	140	100		290	550
7日	休日在宅(大)	200	150	200	100		350	650
8日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
9日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
10日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
11日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
12日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
13日	休日不在(小)	10	0	200	30		200	240
14日	休日在宅(大)	160	150	140	100		290	550
15日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
16日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
17日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
18日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
19日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
20日	休日在宅(小)	200	150	200	100		350	650
21日	休日在宅(大)	200	150	200	100		350	650
22日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
23日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
24日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
25日	平日(大)	120	150	140	60		290	470
26日	平日(小)	100	150	80	50		230	380
27日	休日不在(大)	10	150	200	20		350	380
28日	休日在宅(大)	200	150	200	100		350	650
29日	平日大	120	150	140	60		290	470
30日	平日小	100	150	80	50		230	380
1ヶ月モード	平均	119	145	130	62		275	456
	標準偏差	44	27	45	21		45	99
M1実測値	平均	121			62	39	322	544
	標準偏差	41			20	52	127	165

台所
 浴室(湯はり)
 浴室(シャワー)
 洗面
 洗濯

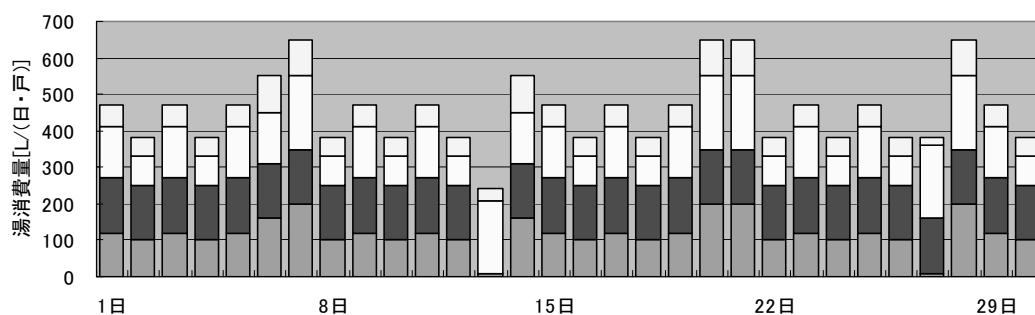


図 8.4.6 1ヶ月に展開した場合の湯消費量日変動

表 8.4.12 M1モードを1ヶ月に展開した場合の消費日変動

平日(小)	平日(大)	休日出外(大)	休日在宅(小)	休日在宅(大)	休日出外(小)
時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓	時刻 量[L] 水栓
06:30 3 洗面	06:30 3 洗面	06:30 2 洗面	07:15 10 洗面	07:15 10 洗面	06:30 3 洗面
06:35 3 洗面	06:35 3 洗面	07:45 2 洗面	07:55 10 洗面	07:55 10 洗面	07:45 3 洗面
07:15 5 台所	07:15 5 台所	08:00 2 洗面	08:10 10 洗面	08:10 10 洗面	08:00 3 洗面
07:20 10 台所	07:20 10 台所	08:15 2 洗面	08:30 10 台所	08:30 10 台所	08:15 3 洗面
07:25 3 洗面	07:25 3 洗面	08:45 10 台所	08:35 10 台所	08:35 10 台所	08:45 10 台所
07:30 3 洗面	07:30 3 洗面	20:00 6 洗面	08:40 10 洗面	08:40 10 洗面	20:00 9 洗面
08:30 3 洗面	08:30 3 洗面	20:30 150 浴槽	11:55 12 洗面	11:55 12 洗面	21:00 25 シャワー
09:30 2 洗面	09:30 3 洗面	21:00 25 シャワー	12:45 15 台所	12:45 20 台所	21:05 25 シャワー
10:15 2 洗面	10:15 3 洗面	21:05 25 シャワー	12:50 15 台所	12:50 20 台所	21:15 25 シャワー
12:45 5 台所	12:45 5 台所	21:15 25 シャワー	12:55 20 台所	12:55 20 台所	21:20 25 シャワー
12:50 10 台所	12:50 10 台所	21:20 25 シャワー	16:00 9 洗面	16:00 9 洗面	21:45 3 洗面
13:45 2 洗面	13:45 3 洗面	21:45 2 洗面	18:00 3 洗面	18:00 3 洗面	22:15 25 シャワー
16:00 2 洗面	16:00 3 洗面	22:15 25 シャワー	18:05 25 シャワー	18:05 25 シャワー	22:20 25 シャワー
17:15 2 洗面	17:15 3 洗面	22:20 25 シャワー	18:10 25 シャワー	18:10 25 シャワー	22:25 3 洗面
18:00 2 洗面	18:00 3 洗面	22:25 2 洗面	18:15 3 洗面	18:15 3 洗面	22:30 25 シャワー
18:15 2 洗面	18:15 3 洗面	22:30 25 シャワー	18:25 12 洗面	18:25 12 洗面	22:35 25 シャワー
19:15 2 洗面	19:15 3 洗面	22:35 25 シャワー	19:30 15 台所	19:30 20 台所	22:45 3 洗面
19:20 2 洗面	19:20 3 洗面	22:45 2 洗面	19:35 15 台所	19:35 20 台所	
19:25 2 洗面	19:25 3 洗面		19:40 15 台所	19:40 20 台所	
20:15 10 台所	20:15 15 台所		19:45 15 台所	19:45 20 台所	
20:20 10 台所	20:20 15 台所		19:50 15 台所	19:50 20 台所	
20:25 10 台所	20:25 15 台所		19:55 15 台所	19:55 20 台所	
20:30 10 台所	20:30 15 台所		20:45 150 浴槽	20:45 150 浴槽	
20:35 15 台所	20:35 15 台所		21:15 25 シャワー	21:15 25 シャワー	
20:40 15 台所	20:40 15 台所		21:20 25 シャワー	21:20 25 シャワー	
20:45 150 浴槽	20:45 150 浴槽		21:45 5 洗面	21:45 5 洗面	
21:10 20 シャワー	21:10 20 シャワー		22:15 10 シャワー	22:15 25 シャワー	
21:15 3 洗面	21:15 3 洗面		22:20 10 シャワー	22:20 25 シャワー	
21:25 10 シャワー	21:25 25 シャワー		22:25 5 洗面	22:25 5 洗面	
21:30 10 シャワー	21:30 25 シャワー		22:30 10 シャワー	22:30 25 シャワー	
21:45 3 洗面	21:45 3 洗面		22:35 10 シャワー	22:35 25 シャワー	
22:00 10 シャワー	22:00 10 シャワー		22:45 11 洗面	22:45 11 洗面	
22:05 10 シャワー	22:05 10 シャワー				
22:15 3 洗面	22:15 3 洗面				
22:30 10 シャワー	22:30 25 シャワー				
22:35 10 シャワー	22:35 25 シャワー				
23:15 3 洗面	23:15 3 洗面				
23:20 3 洗面	23:20 3 洗面				
合計 380 L 行為数 38 回	合計 470 L 行為数 38 回	合計 380 L 行為数 18 回	合計 550 L 行為数 32 回	合計 650 L 行為数 32 回	合計 240 L 行為数 17 回

※消費量は、42℃給湯量換算。

表 8.4.13 メモリ7日と実験6日の並び

日程	モード	消費量[L]	7日間平均	7日間標準偏差	F値(分散の検定)	t検定(平均の検)
メモリ1日目	平日(大)	470				
メモリ2日目	平日(小)	380				
メモリ3日目	平日(大)	470				
メモリ4日目	平日(小)	380				
メモリ5日目	平日(大)	650				
メモリ6日目	休日不在(大)	380				
メモリ7日目	休日在宅(大)	470	457	96.2	0.99	0.97
実験1日目	平日(小)	380	444	100.1	0.89	0.79
実験2日目	平日(大)	470	457	96.2	0.99	0.97
実験3日目	休日不在(大)	380	444	100.1	0.89	0.79
実験4日目	休日在宅(小)	550	469	102.5	0.84	0.76
実験5日目	休日在宅(大)	650	469	102.5	0.84	0.76
実験6日目	休日不在(小)	240	449	132.1	0.30	0.88

今回、貯湯槽を持つ給湯機として採用されているのは、コロナ製 CO₂ヒートポンプであるが、この機種は直前1週間分の出湯熱量を内部で記録し、それに合わせて沸かし上げ量を決定している。

そこで今回の実験では、メモリ記録7日分ー実験6日分の、全13日分の順序を検討した。

本実験においては、平均 450[L/日]、変動(標準偏差)として 100[L/日]を設定しているのであるから、試験

期間を通してメモリされる7日分の平均・変動が、設定値よりも大きくならないように、順序を調整した。

ただし、最終日(休日不在(小))においては、平均・変動ともに限界を超える。

実験においては、CO₂ヒートポンプの基盤に 7 日分をメモリした後に開始している。

1ヶ月のモデル消費パターンと、メモリされている7日分データに対して、F値による2標本等分散検定を行い、2つのグループの間で、標準偏差に有意な差がないかどうかを確認した結果、メモリ7日～実験5日までは、有意水準60%としても等分散仮定を棄却できない結果となった。

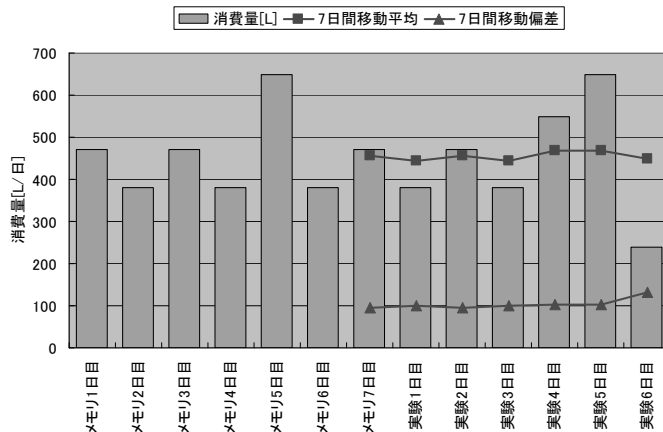


図 8.4.7

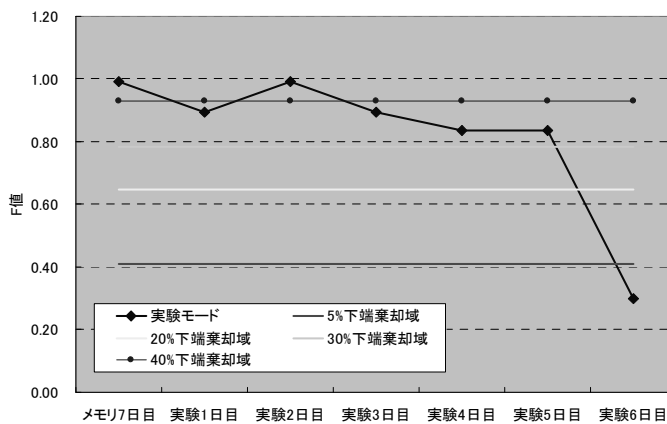


図 8.4.8

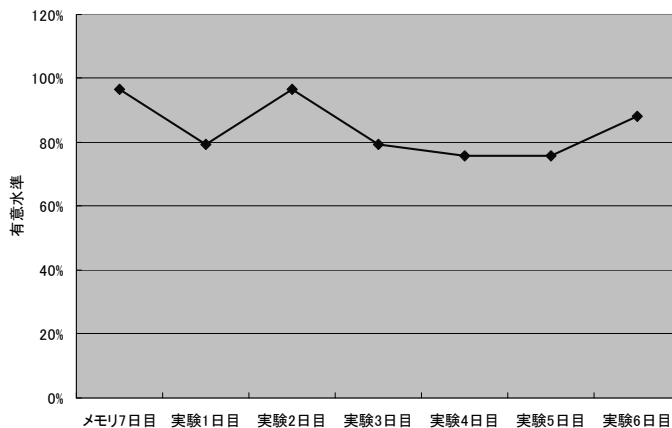


図 8.4.9

極端に消費が少ない実験 6 日目には、有意水準 5%でも等分散仮定が棄却される。実際の消費においても、極端な日はイレギュラーなものとして起こるので、特に問題ないものと考えられる。

平均値の変動を検討するため、t 検定を行ったが、1ヶ月と7日分のデータの等平均仮定を棄却することはできない結果となった。

上記の結果の結果より、設定した6日間における平均・変動は母集団からのサンプルでないとは棄却できないことを確認できたことから、貯湯槽を有する給湯機については、この6日間の順番で実験を行うこととした。なお、ガス瞬間式給湯機については、日の並びが効率に与える影響は少ないと予想されることから、必ずしもこの順番に行っていない。

8.4.4 実験結果

各給湯器の運転状況について、先に設定した修正 M1 モードの 6 日間における結果を整理したものを以下に示す。なお実験状況により、必ずしも連続した日になっていない場合がある。

1) 通常型ガス瞬間式給湯機

ガス瞬間式の結果について、表 8.4.14、図 8.4.10 に示す。機器効率については、ガスのみを扱うガス効率で 73.2～77.9%、電力を含めた全効率では 71.3～74.5%程度となっている。瞬間式の給湯機であることから、効率の変動は比較的小

さく、安定した性能を維持していることを示す結果となっている。

なお、給湯機の消費電力が大きく変動しているのは、外気温度が低い日の夜間には、凍結防止ヒーターに通電しているためである。

表 8.4.14 通常型ガス瞬間式給湯機実験結果

	給湯量[L]	給水熱量 分[kJ]	給湯熱量 分[kJ]	給湯熱負 荷[kJ]	ガス熱量 [kJ]	給湯機電 力[kJ]	ガス効率	全効率	実験日
平日(小)	384.0	12,175	61,417	49,242	67,268	422	73.2%	72.7%	2004/2/20
平日(大)	465.0	15,288	75,963	60,675	77,909	3,529	77.9%	74.5%	2004/3/5
休日外出(大)	376.8	12,772	62,057	49,285	65,430	869	75.3%	74.3%	2004/3/6
休日在宅(小)	544.5	17,196	89,543	72,347	96,348	2,788	75.1%	73.0%	2004/3/7
休日在宅(大)	643.9	20,980	106,967	85,987	113,578	3,468	75.7%	73.5%	2004/3/8
休日外出(小)	236.7	7,391	38,771	31,380	42,417	1,603	74.0%	71.3%	2004/3/9

※ガス効率=給湯熱負荷/ガス熱量

※全効率=給湯熱負荷/(ガス熱量+給湯機電力)

■ 給湯熱負荷[kJ] ■ ガス熱量[kJ] ■ 給湯機電力[kJ] —■— ガス効率 —◆— 全効率

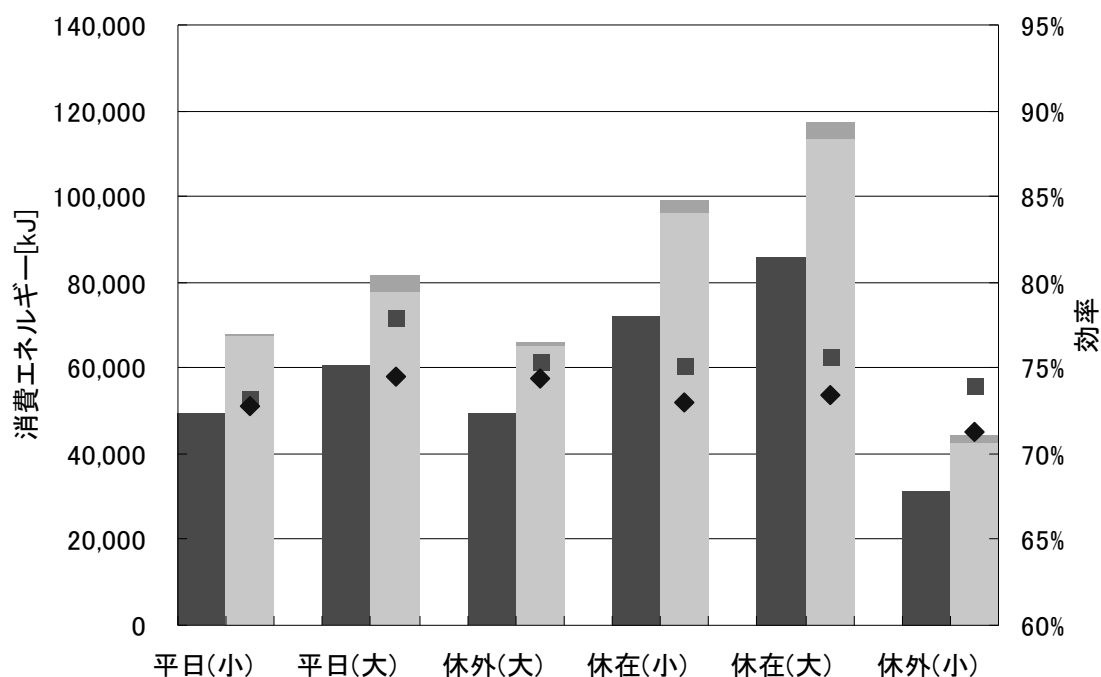


図 8.4.10 通常型ガス瞬間式給湯機実験結果グラフ

※消費電力が大きい日には、夜間に凍結防止ヒーターへの通電が行われている。

2) 潜熱回収型ガス瞬間式給湯機

潜熱回収型ガス瞬間式給湯機による試験結果を、
表 8.4.15、

図 8.4.11 に示す。効率については、ガス効率
で 88.4～92.7%、全体効率で 87.5～91.7%と安定

した性能を維持している。通常型に比べて 15%
程度効率が向上している結果となっており、排気
中の潜熱を回収することによりコンスタントに効率
が改善されている結果となっている。

表 8.4.15 潜熱回収型ガス瞬間式給湯機の実験結果

	給湯量[L]	給水熱量 分[kJ]	給湯熱量 分[kJ]	給湯熱負 荷[kJ]	ガス熱量 [kJ]	給湯機電 力[kJ]	ガス効率	全効率	実験日
平日(大)	479.8	17,309	79,781	62,473	69,263	1,451	90.2%	88.3%	2004/3/10
休日外出(大)	385.6	11,388	65,274	53,887	58,117	678	92.7%	91.7%	2004/2/18
休日在宅(大)	659.5	20,496	112,111	91,615	100,086	1,698	91.5%	90.0%	2004/2/19
平日(小)	389.4	11,660	64,548	52,888	57,932	753	91.3%	90.1%	2004/2/20
休日外出(小)	245.8	8,427	41,343	32,916	36,133	637	91.1%	89.5%	2004/2/21
休日在宅(小)	559.0	22,791	94,604	71,813	81,256	808	88.4%	87.5%	2004/2/22

※ガス効率=給湯熱負荷/ガス熱量

※全効率=給湯熱負荷/(ガス熱量+給湯機電力)

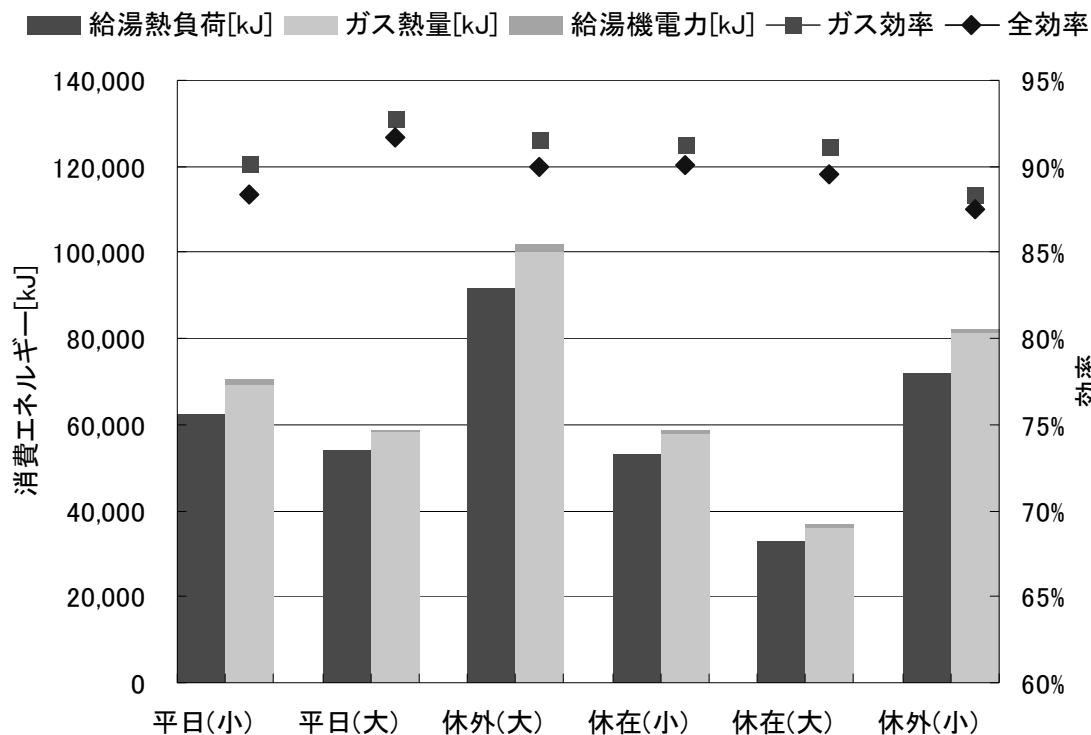


図 8.4.11 潜熱回収型ガス瞬間式給湯機の実験結果グラフ

3) 強制循環型太陽熱温水器

強制循環型太陽熱温水器を用い、潜熱回収型ガス温水器を補助熱源として用いた場合の結果を、表 8.4.16、図 8.4.12 に示す。なお、強制循環型太陽熱温水器は貯湯槽を有するため、実験は先の貯湯槽用の 6 日間の並びとした。

集熱部のパネルは 4 枚運転、太陽熱温水器からの供給温度は 42℃、ガス給湯機入口での給水との混合温度を 34℃程度に設定した。また、初日については実験前日までの貯湯分を差し引くため、M1 モードの平均値 450L 分を出湯してから実験を開始した。

効率では、ガス効率で 181.1～279.3%、全効率でも 151.2%～211.2%となっており、太陽熱によりガス消費量が大幅に削減されていることが分かる。なお、ガス給湯機の出口温度は 42℃に設定したが、実際には給湯機の能力が絞りきれずに 42℃以上で出湯していたため、給湯熱負荷が大きくなる結果となっている。

なお、強制循環型温水器の消費電力が大きいのは、夜間においても凍結防止のために常に循環ポンプが作動しているためである。

表 8.4.16 強制循環型太陽熱温水器+潜熱回収型ガス瞬間式給湯機の実験結果

	給湯量[L]	給水熱量 分[kJ]	給湯熱量 分[kJ]	給湯熱負 荷[kJ]	ガス熱量 [kJ]	給湯機電 力[kJ]	強制電力 [kJ]	ガス効率	全効率	実験日
平日(小)	386.5	12,274	64,271	51,996	28,707	1,331	4,363	181.1%	151.2%	2004/3/4
平日(大)	480.8	15,343	84,630	69,287	26,464	2,448	5,489	261.8%	201.4%	2004/3/5
休日外出(小)	387.0	13,112	65,800	52,689	26,413	715	2,986	199.5%	175.0%	2004/3/6
休日在宅(小)	560.4	16,983	99,588	82,605	31,324	1,841	5,949	263.7%	211.2%	2004/3/7
休日在宅(大)	660.4	21,355	116,875	95,520	46,918	2,309	5,555	203.6%	174.4%	2004/3/8
休日外出(小)	246.2	7,545	44,397	36,852	13,194	1,773	5,151	279.3%	183.2%	2004/3/9

※ガス効率=給湯熱負荷/ガス熱量

※全効率=給湯熱負荷/(ガス熱量+給湯機電力+強制電力)

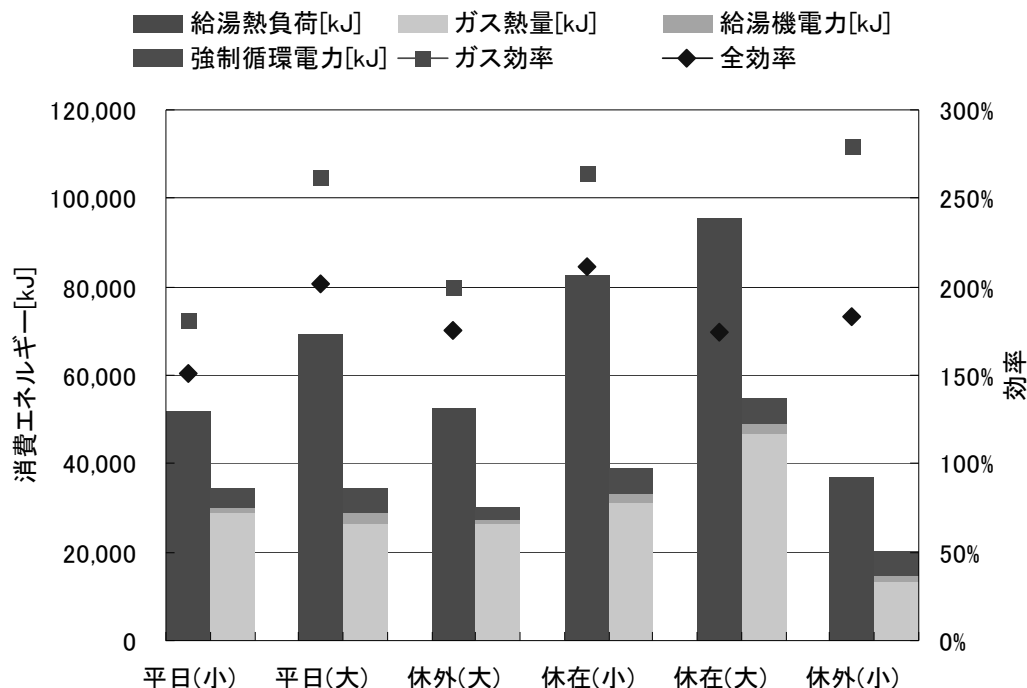


図 8.4.12 強制循環型太陽熱温水器+潜熱回収型ガス瞬間式給湯機の実験結果

※太陽熱のパネル4枚使用時。

※太陽熱温水器出湯温度は42℃設定。

4) CO₂ ヒートポンプ給湯機

実験期間の各日における給湯消費量・熱量と効率を、図 8.4.13 に示す。なお、CO₂HP 給湯機の効率としては、一般に JRA で規定されている「ヒートポンプユニット成績係数」(参考を参照)などが用いられているが、本実験で測定した効率は実使用下のもので条件が異なっているため、新たに実働 HP 効率・実働タンク効率・実働機器効率を以下のように定義した。

各用語の定義は以下の通りとする。

実働 HP 効率は全熱量を製造する際の効率である。実働タンク効率は貯湯タンク単体の放熱を含んだ効率、実働機器効率は HP・貯湯タンクを含む給湯機全体の効率を示す(給湯機出口からの配管熱損失は含まない)。

なお、集計の時間帯を7時～翌日7時としたのは、本実験機器が深夜電力使用を想定して設計されていることを考慮したためである。深夜電力利用型の温水器においては、基本的にその日の消費分はその日の深夜から翌日早朝までに沸き上げが行われるため、沸き上げ温度が変化しない場合においては、実働タンク効率・実働機器効率は該当日における効率を示すことになる。

また、実験期間における時刻変動を、CO₂HP 給湯機のタンク内温度・HP 供給熱量を図 8.4.14 に、CO₂HP 給湯機の目標沸上温度・HP 往還温度・外気温度・給水温度を図 8.4.15 に、CO₂HP 給湯機的全消費電力を図 8.4.16 に、CO₂HP 給湯機の給湯熱負荷を図に示す。

CO₂HP 給湯機は、過去の給湯量の使用状況に応じて予測制御を行っており、沸き上げ温度は変化している。このため、この実験で算出した日毎の実働タンク効率・実働機器効率は必ずしも正確に該当日のものを示していない。また期間合計の同効率も同様に期間の効率を正確に示していないことに注意を要する。

実験期間各日の実働 HP 効率は 226.2～272.6%、実働機器効率は 156.4～228.0%である。前

述の理由から、沸上温度が上昇している日の効率は低下している。なお、3 日の効率が低いのは雨のために深夜に除霜運転が発生していたためである。同様に、7 日にも除霜運転が発生している。8 日の効率が低いのは、給湯熱負荷が他の日に比べて特に少ないことが原因である。

本実験が行われた期間は、外気温度が深夜に零下になる日を含み、除霜運転も発生している厳寒期における結果であり、ヒートポンプにとって厳しい条件下での実験結果である。そのため、本実験の結果は通年で効率を示すものではない。年間を通しての効率は、次年度の計測により継続して評価する予定である。

表 8.4.17 CO₂ヒートポンプ式給湯機の実験結果

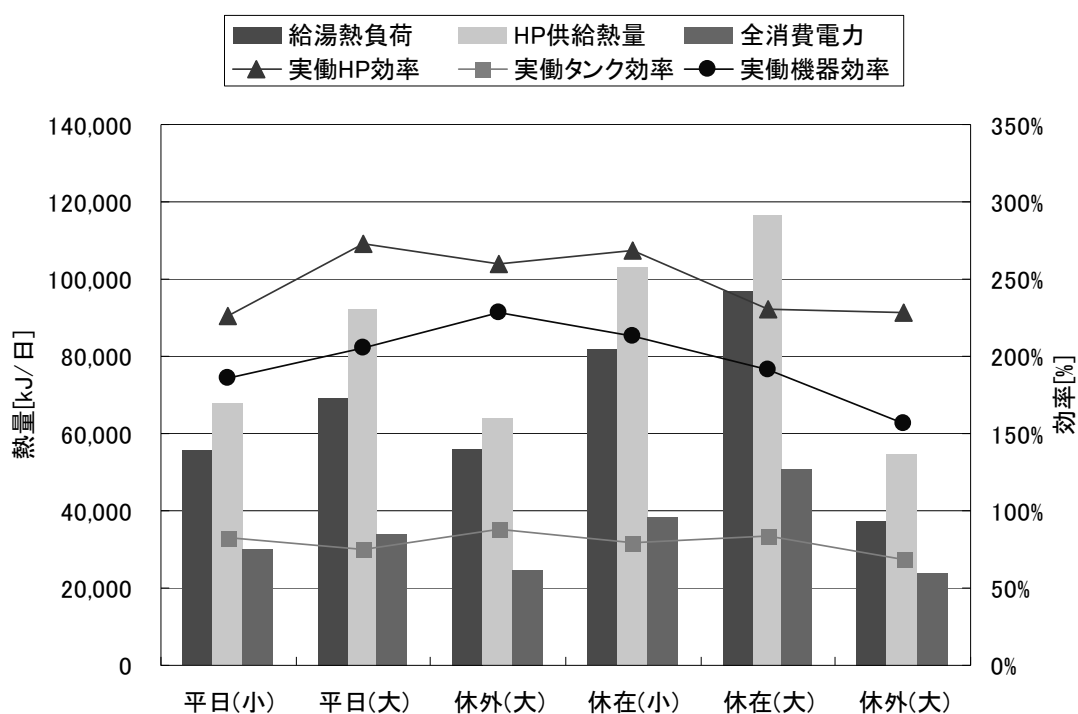
時間帯		0時～24時				
項目	給湯モード	給湯量	給水熱量分	給湯熱量分	給湯熱負荷	HP供給熱量
単位		[L]	[kJ]	[kJ]	[kJ]	[kJ]
2004/2/3	平日(小)	391.0	10,675	66,372	55,697	15,916
2004/2/4	平日(大)	481.8	12,700	82,472	69,772	75,861
2004/2/5	休日外出(大)	386.0	10,327	66,526	56,199	75,897
2004/2/6	休日在宅(小)	559.7	14,512	96,226	81,714	97,579
2004/2/7	休日在宅(大)	661.0	17,429	114,288	96,859	106,813
2004/2/8	休日外出(大)	245.7	5,209	41,770	36,561	91,198

時間帯		7時～翌日7時				効率		
項目	給湯熱負	HP供給熱	全消費電	最低外気	最低給水	実働HP	実働タ	実働機
単位	荷	量	力	温度	温度	効率	ンク効	器効率
	[kJ]	[kJ]	[kJ]	[℃]	[℃]	[%]	[%]	[%]
2004/2/3	55,719	67,823	29,987	0.2	6.3	226.2%	82.2%	185.8%
2004/2/4	69,181	91,980	33,740	1.3	6.0	272.6%	75.2%	205.0%
2004/2/5	56,132	63,961	24,620	-1.0	5.1	259.8%	87.8%	228.0%
2004/2/6	81,714	102,845	38,341	0.9	5.1	268.2%	79.5%	213.1%
2004/2/7	97,126	116,594	50,671	-4.6	6.8	230.1%	83.3%	191.7%
2004/2/8	37,541	54,861	24,000	-2.2	4.9	228.6%	68.4%	156.4%
合計/平均	397,415	498,064	201,359	-0.9	5.7	247.4%	79.8%	197.4%

※実働HP効率=HP供給熱量(7時～翌日7時)/全消費電力(7時～翌日7時)

※実働タンク効率=給湯熱負荷(7時～翌日7時)/HP供給熱量(7時～翌日7時)

※実働機器効率=給湯熱負荷(7時～翌日7時)/全消費電力(7時～翌日7時)

図 8.4.13 CO₂ヒートポンプ式給湯機の実験結果

(注)本実験結果は厳寒期に限定して行ったものであり、通年での効率を示すものではない。

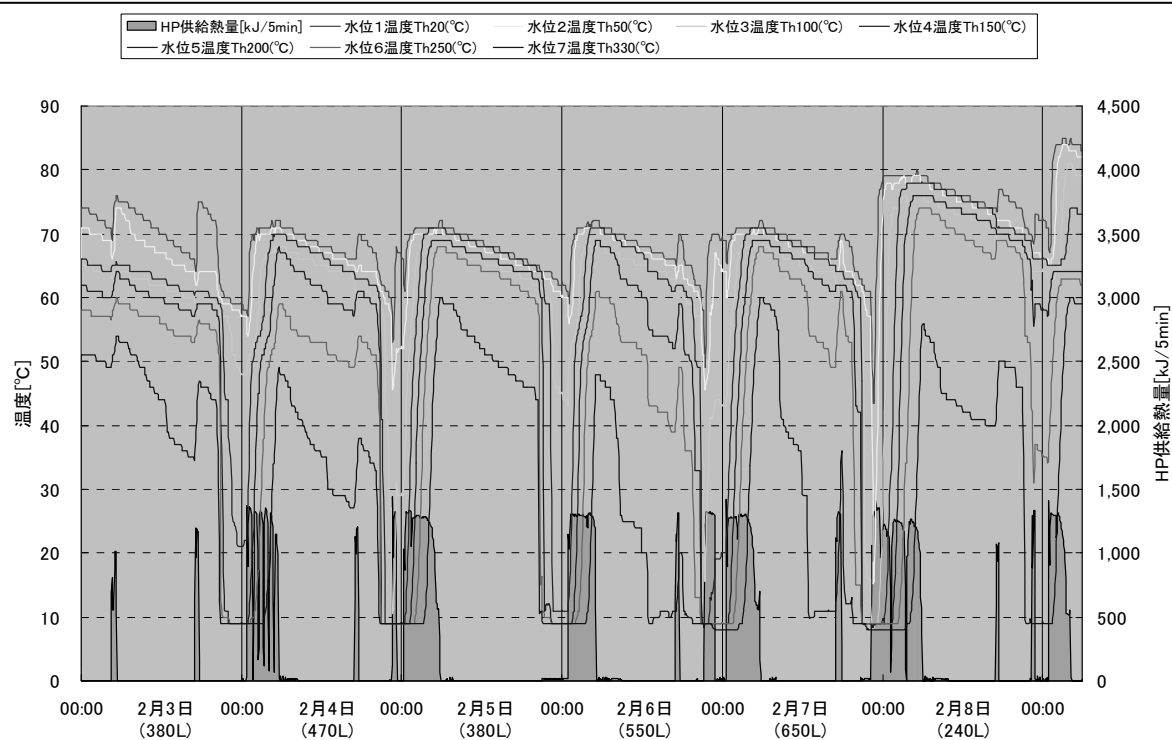


図 8.4.14 CO₂HP給湯機のタンク内温度・HP供給熱量

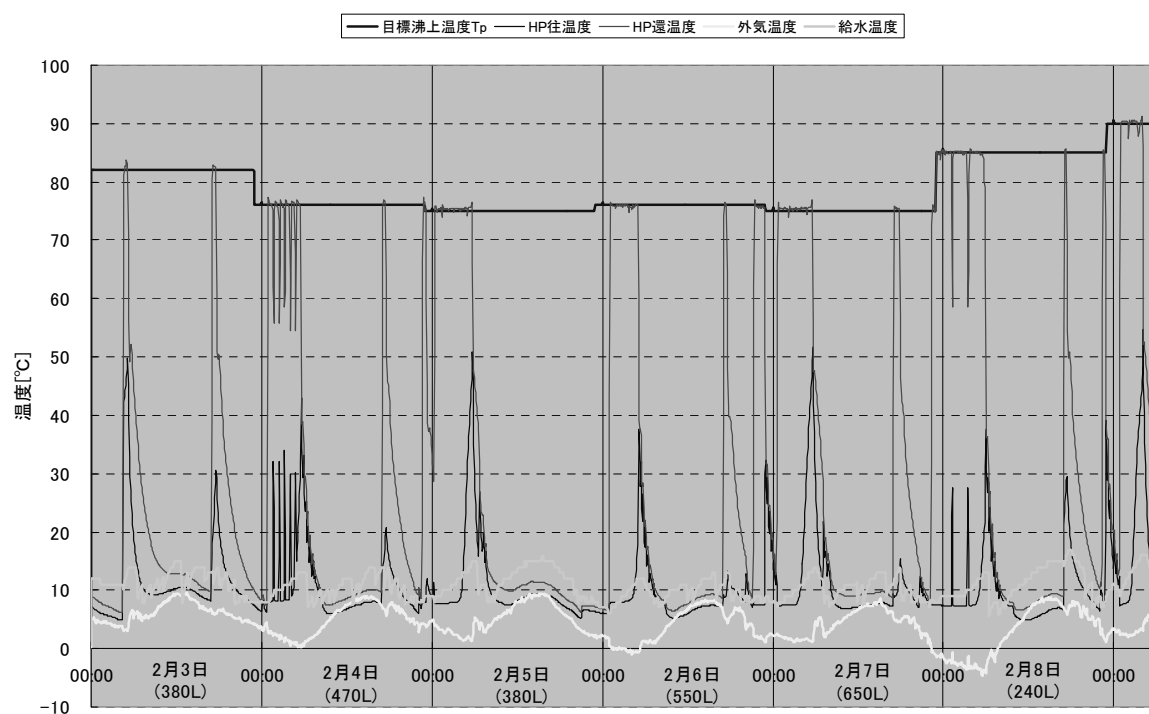


図 8.4.15 CO₂HP給湯機の日標沸上温度・HP往還温度・外気温度・給水温度

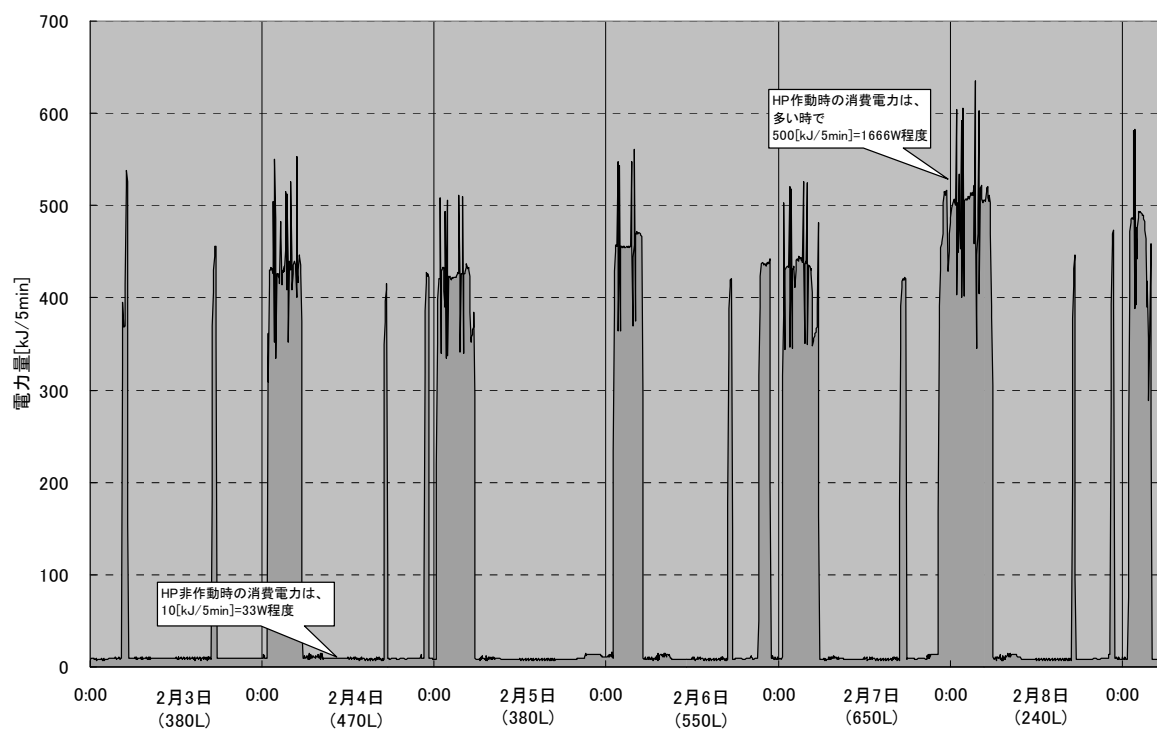


図 8.4.16 CO₂HP給湯機的全消費電力

参考：ヒートポンプユニット成績係数(日本冷凍空調工業会標準規格：JRA4050)の定義

ヒートポンプユニット成績係数：日本冷凍空調工業会標準規格：JRA4050 家庭用ヒートポンプ給湯機(炭酸ガス冷媒)により、加熱能力を消費電力で除したものをCOPとして用いている。実験時の条件は、以下の通りである。

	外気温度		給水温度	沸上温度
	乾球温度	湿球温度		
定格加熱能力/消費電力	16℃	12℃	17℃	65℃
冬期高熱加熱能力/消費電力	7℃	6℃	9℃	90℃
夏期加熱能力/消費電力	25℃	21℃	24℃	65℃

8.5 実証実験に関わる予備実験

8.5.1 「調理に伴う発熱発湿の測定」

1) 目的

実証実験では、住宅内で行われるエネルギー消費と水資源消費の行動を全て再現する。エネルギー消費行動の再現は、消費機器の運転に伴う発熱と発湿、人体からの発熱・発湿をシミュレートするもので、実際の家電機器の運転、もし

くは発熱、発湿装置によって模擬を行う。本節では、調理行動に伴う“発熱量”及び“発湿量”を得るために行った調理実験結果について報告するとともに、得られた結果をもとに発熱、発湿装置を製作するための基本条件とする。

2) 実験概要

(1) 実験場所

自立循環型住宅システム実験棟 301 号室及び 303 号室の各キッチンにおいて下記の期間実施した。

・実験期間：平成 15 年 5 月 21 日～30 日

(2) 被験者（調理実施者）

つくば市近郊に居住する家庭婦人（4 人家族世帯）を公募により 8 名選出した（ガスユーザー 4 名、IH ユーザー 4 名）。

(3) 実験手順

実験のおよその手順（流れ）を図 8.5.1 に示す。調理実験に先立ち、事前に被験者全員参加による打合せを行い、調理手順の意思統一を図った。

図 8.5.1 に示すように、調理に伴う食材からの水蒸気発生量は、調理プロセス毎の重量減少から算出した。また、ガス調理器の場合は、燃焼に伴う水蒸気発生があり、これらは、ガス消費量から計算により求める方法と、排気性状から求める方法によった。

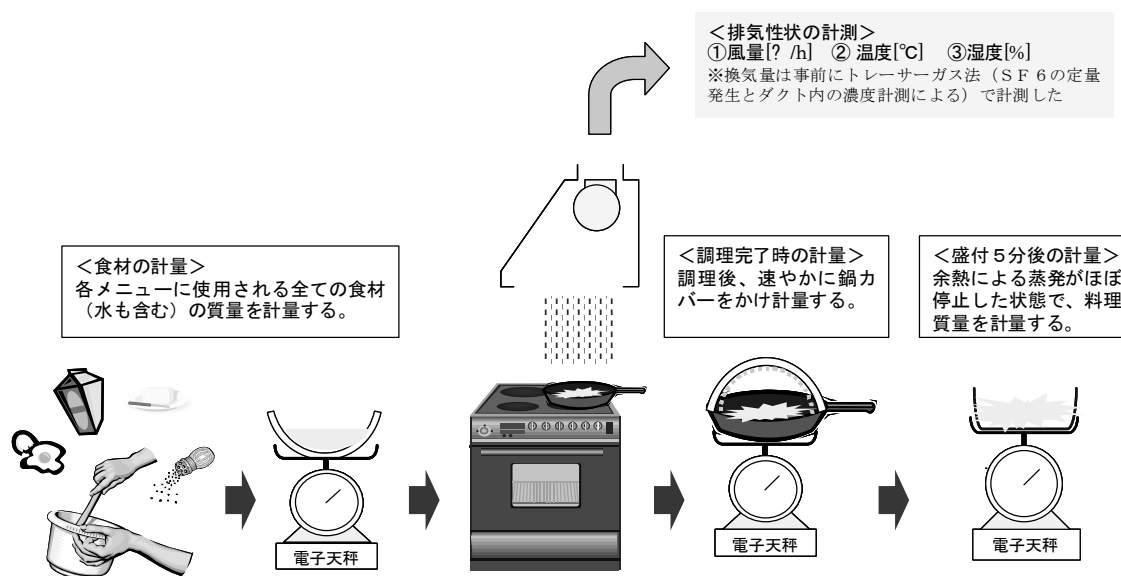


図 8.5.1 実験の流れ

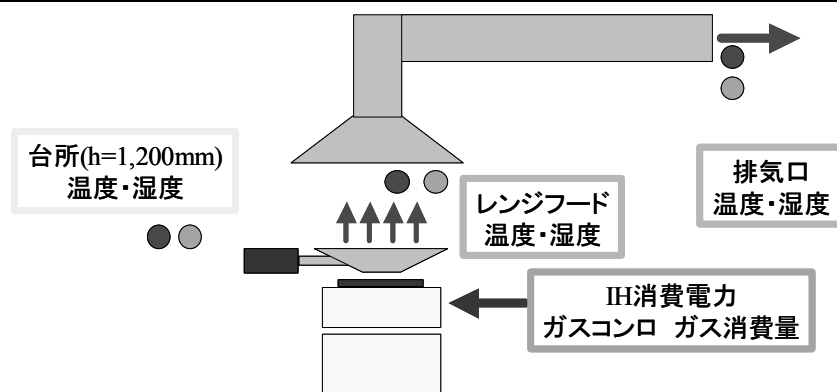


図 8.5.2 環境測定項目

レンジフードで捕集される熱量と水蒸気量を求めるために、レンジフードの排気口及びキッチン中央(h=1200mm)に CC 熱電対及び湿度センサ(バイサラ)を設置した。

図 8.5.2 に環境測定項目を示す。なお、実験中のレンジフードの運転モードは中ノッチに固定し、事前にトレーサガス法(コンスタントドージング)により測定した換気量は、電磁調理器側:246.5[m³/h]、ガス調理器具側:261.1[m³/h]であった。調理実験に用いた調理器具の型式を表 8.5.1 に示す。

表 8.5.1 使用した調理機器

	ガス調理器	電磁調理器
型式	高効率コンロ HR-M863P-HL	ドロップイン型 KZ-321L
	標準的コンロ RN-A863KP-CHL	

(4) 調理メニュー

実験に用いた調理メニューは、日本の朝食及び夕食に登場する頻度の高いメニューを選定した。

朝食は、パン食及びご飯食について標準的と思われるメニューを作成⁽¹⁾した。

夕食は、家庭に登場する出現頻度の高い料理⁽²⁾を基に、被験者へのアンケートとブレインストーミングを基に、「煮る」「炒める」「揚げる」などの調理法から代表的な料理を選出し、3種類の献立を作成した(表 8.5.2)。

各調理メニューの食材分量は概ね統一したが、被験者の各家庭(4 人家族)において日常調達している分量を目安に各自用意してもらい、調理実験を行った。

表 8.5.2 調理メニュー

スケジュール	食事モデル	主食	主菜	副菜	汁物
10:00～10:30	朝食(パン)	(トースト)	(スクランブルエッグ(M)サイズ4個)	ベーコン(4枚 約90g)	無
10:30～11:00	朝食(ご飯)	(ご飯)	塩鮭(切り身4枚)	(焼のり)	味噌汁
11:00～12:00	夕食(炒・蒸)	(ご飯)	野菜炒め(ミックス野菜2袋)	冷凍焼売(15個～20個)	湯沸で代替
休憩(1時間)					
13:00～14:00	夕食(揚・煮)	(ご飯)	鳥の唐揚げ(適量)	ひじき煮物(適量)	湯沸で代替
14:00～16:00	夕食(煮・茹)	(ご飯)	カレー(4皿+α)	マカロニサラダ(150g程度)	湯沸で代替

3) 食材からの水蒸気発生量

食材の重量減少から求めた朝食メニューおよび夕食メニューの平均水蒸気量を表 8.5.3 および表 8.5.4 に示す。

表 8.5.3 朝食モデル

IH	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
卵	11.3	3	3.8
ベーコン	25.2	4	6.3
塩鮭	103	13.2	7.8
味噌汁	24.6	6.8	3.6

ガス	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
卵	11.8	2.8	4.2
ベーコン	20.6	2.2	9.4
塩鮭	39.2	9.2	4.3
味噌汁	48.8	7.8	6.3

表 8.5.4 夕食モデル

IH	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
野菜炒め	97.1	4.8	20.1
焼売	108.6	9.2	11.8
唐揚げ	115.6	11.8	9.8
ひじき	197.3	14.8	13.3
カレー	270.1	38.3	7
マカロニ	132.5	16.2	8.2

ガス	平均水蒸気量[g]	調理時間[min]	1分間当り[g/min]
野菜炒め	104.6	4.8	21.6
シュウマイ	169.8	9.2	18.5
唐揚げ	120.8	12	9.9
ひじき	166.4	12.2	4.6
カレー	527.8	35.8	14.7
マカロニ	122.2	13	9.4

4) 排気性状に基づく水蒸気量の推定

レンジフードの排気性状から右式に基づき水蒸気量を推定した。
排気中の水蒸気量算出結果を図 8.5.3 に示す。

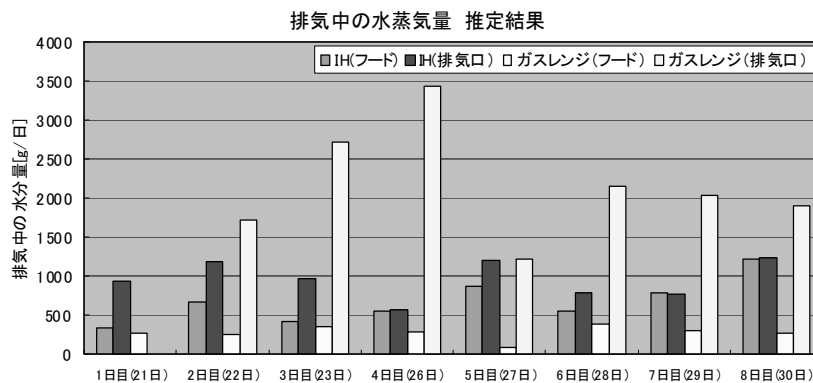


図 8.5.3 水蒸気量推定結果

水蒸気量＝レンジフード
排気量×(排気口又はレ
ンジフード内の湿度－キ
ッチン中央の湿度)

図中、ガスレンジ(フード)のデータは、湿度測定位置が適切でなかったことにより、キッチン雰囲気湿度を計測してしまった結果、極端に小さな値となった。従って、以後、排気口データをもとに検討を進める。

5) ガス燃焼に伴う水蒸気量

ガス調理器具で調理を行う場合、食材からの水蒸気発生と共にガス燃焼に伴う水蒸気を発生する。これについては、ガス消費量から水蒸気発

生量を算出した。

図 8.5.4 及び図 8.5.5 に結果を示す。

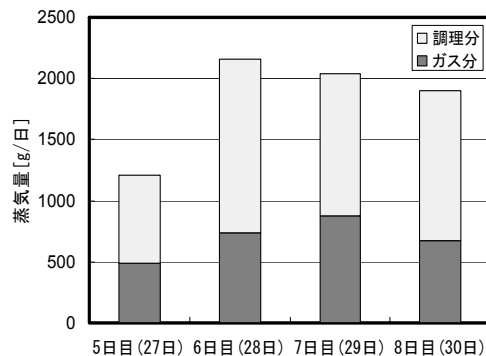


図 8.5.4 ガスコンロの水蒸気量の内訳

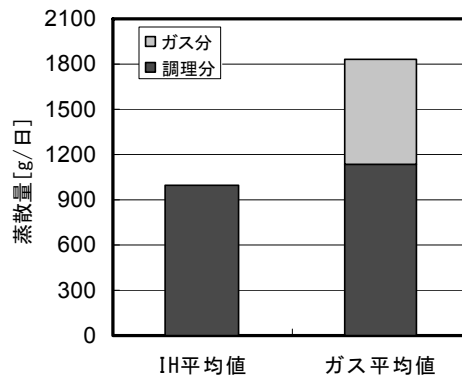


図 8.5.5 平均水蒸気発生量の比較

※ガス燃焼時の水蒸気量1.767[g/ℓ]を採用

6) 食材の重量減少及び排気性状から求めた水蒸気量の比較

調理時の食材重量変化から求めた水蒸気量と、給排気温湿度差から求めた水蒸気量を全メニュー積み上げた結果を図 8.5.6 に示す。両者には若干の差があるが、その値は概ね一致し、測定結果は信頼できるものと考えられる。

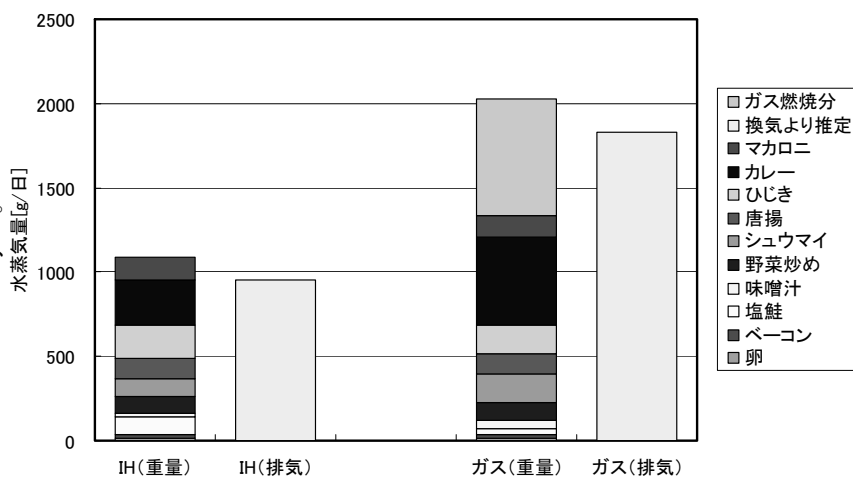


図 8.5.6 水蒸気量推定結果の比較

7) 熱と湿気の移動量推定

発熱・発湿装置の設計条件を明らかにするために、ガス調理実験をモデルに熱と湿気の移動量を推定する。

ガス調理における食材からの水蒸気発生量の
 平均値(朝 2 食+夕 3 食)は、図 8.5.6 より 1332
 [g/である(合計調理時間:114.1 分)。これを、1
 食当りに換算すると 486.5[g]となる。また、朝 1 食
 及び夕 1 食の調理時間(朝 11.1 分間、夕 31.7
 分間)を基準に調理実験に使用したガス消費量
 (4 日間平均値)は 349[ℓ]であり、1 食当りでは 14
 3.9[ℓ]となる。

従って、ガス燃焼に伴う水蒸気発生量は、253.3[g]（水蒸気発生量の原単位 1.767[g/ℓ]）、発熱量は 6.34[MJ]（発熱量原単位 44.1[MJ/m³]）となり、ガス調理器具の熱効率を 45%とすれば、室内に放出される熱量 3.48[MJ]が得られる。

一方、排気性状(排気口)からもとめた水蒸気量は 667.8[g](一食当り換算値)であり、先に求めた食材からの水蒸気発生量 486.5[g]とガス燃焼に伴う水蒸気発生量 253.3[g]の合計値 739.8[g]を基準にレンジフードの補修率を求めると

$$667.8[\text{g}] \div 739.8[\text{g}] = 0.902 \Rightarrow 90.2\%$$

が得られる。

この捕集率が排熱に対しても同様に作用する

と考へ、レンジフードから排出された熱量 $3.3[\text{MJ}] \times 1/9$ を室内への発熱量 $377[\text{kJ}]$ と考へる。また、レンジフード内で測定した温湿度を基に、補修された熱量を推定すると約 $3.3[\text{MJ}]$ となる。

以上の数値を基に、ガス調理に伴う、熱と湿気の移動量を推定すると図 8.5.7 のようになると考えられる。

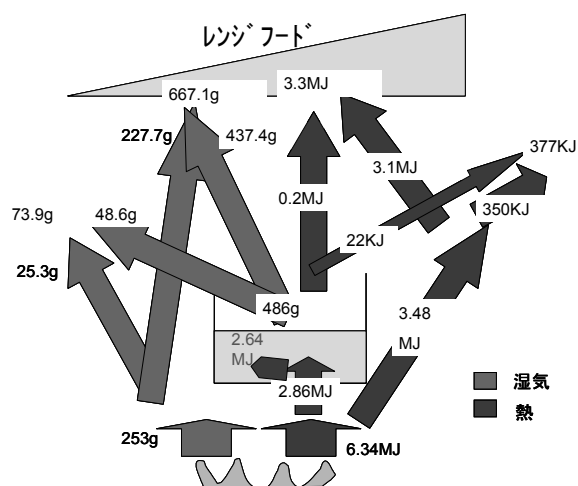


図 8.5.7 熱と湿気の移動量推定結果

図から、実証実験において室内へ放出すべき熱量と水蒸気量として、それぞれ 337[kJ]と 73.9 [g]が得られる。

ただし、調理から食事までの一連の生活行為を考えると、調理時に室内に漏れ出す熱量 377

[k]]に加え、食材に蓄熱された 2.64[MJ]を考慮する必要があると考えられ、合計約 3[MJ]の熱量と 73.9[g]の水蒸気を(調理時間+食事時間)内

に発生可能な発熱・発湿装置を製作する必要がある。

8) 水蒸気発生装置作製

調理実験から得られた結果を基に発熱・発湿装置を製作した。

構造は図 8.5.8 に示すように、給水タンクから、水量を調節可能なポンプコントローラーで 1.67ml/min の水を供給する(単位時間当たり 100[g])。発

熱量に関しては、1時間当たり約 1000[W]の発熱を行うヒーターが水受皿に設置されており、ポンプで吸い上げられた水を蒸発させると共に発熱も行い、調理時に住宅内に放散された熱量と水蒸気量を再現することが可能である。

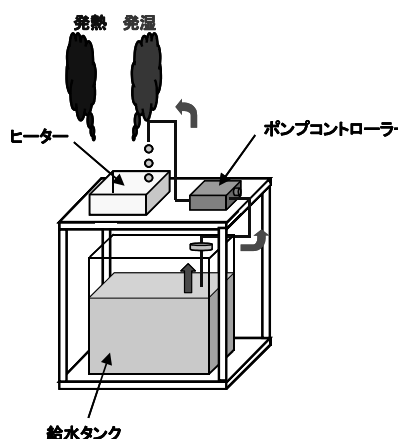


図 8.5.8 発熱・発湿装置概略図



図 8.5.9 水蒸気発生装置

発熱・発湿装置の概略図を図 8.5.8 に、実物写真を図 8.5.9 に示す。

図 8.5.8 に記されたポンプコントローラーとは、微量流量供給用の電磁ポンプと専用コントローラーとで構成されており、手動設定にできる周波数の可変機能によって、最小 0.5ml/min から最大 50ml/min までの流量調整が可能なシステムである。

ポンプコントローラーの概要を表 8.5.5 及び図 8.5.10 に示す。

表 8.5.5 ポンプコントロールの概要

		簡易定量供給システム
システム構成		メタリングポンプ、コントローラー フィルタ、軟質チューブ(0.5m×2)
電源		AC100V
コントローラー		周波数制御(1~100Hz)、信号検出用端子(BNC)付
消費電力		5VA
使用周囲温度		50℃以下
使用液体	種類	水またはその他液体(ペーハー範囲:pH6~8)
	温度範囲	0℃~60℃
吐出流量		最小0.5ml/min、最大50ml/min
吐出流量設定方法		流量設定用ボリュームによるマニュアル調整
吸込み揚程		~0.5m~0m
耐圧		200KPa
騒音値		30db(Aスケール)以下



コントローラー前面パネル
(奥行き: 70 mm)

図 8.5.10 ポンプコントローラー

参考文献

- (1):「朝ごはんについてのアンケート結果」:(株)ハイホーマー・マーケティングサービス (<http://research.hi-ho.ne.jp/market/results/results.html>)
- (2):「インターネットが教える日本人の食卓」、東京農大生活科学研究所編、東京農大出版会、2002.10

8.5.2 「実証実験時の室内熱環境計測結果」

実証実験では、住宅内で行われるエネルギー消費と水資源消費の行動を再現するが、室内の環境調整は、現実在即し、且つ一対比較である従来型住戸と省エネ型住戸の水準が同等であることが前提となっている。

本項では、実証実験時の室内環境の測定結果を比較し、両住戸の環境調整結果と問題点の検討を行う。本条件とする。

1) 室内熱環境

図 8.5.11 は、平日スケジュールに基づいた実証実験時の空調機運転状況を示している。図のように、空調機の運転は両住戸ともスケジュール通り再現され、差は見られない。

図 8.5.12 は、空調機の消費電力の推移を示している。従来住戸に備えた空調機の消費電力が、省エネ住戸の消費電力に比べ常時大きく、削減効果が認められる。

図 8.5.13 は、実験時の室温変化を、また図 8.5.14 は風速の変化を示している。今回用いた空調機は、室温の制御をレターン温度で制御するタイプの物で、22℃の設定温度で運転を行っている。室温、風速共に両住戸とも同様の動きが見られるが室によってはやや温度、風速の違いがある。これは、吹き出し風の無機や測定位置の違いが影響している物と考えられる。

エアコンの運転状況

[2004/2/7 平日スケジュール]

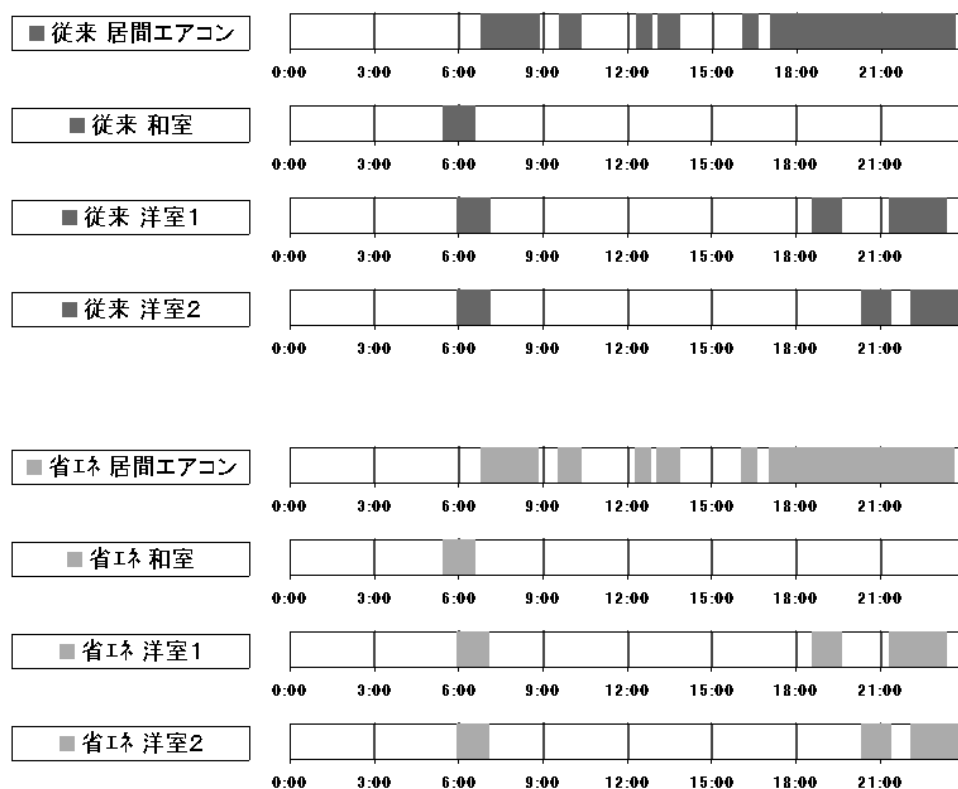


図 8.5.11 空調機運転状況

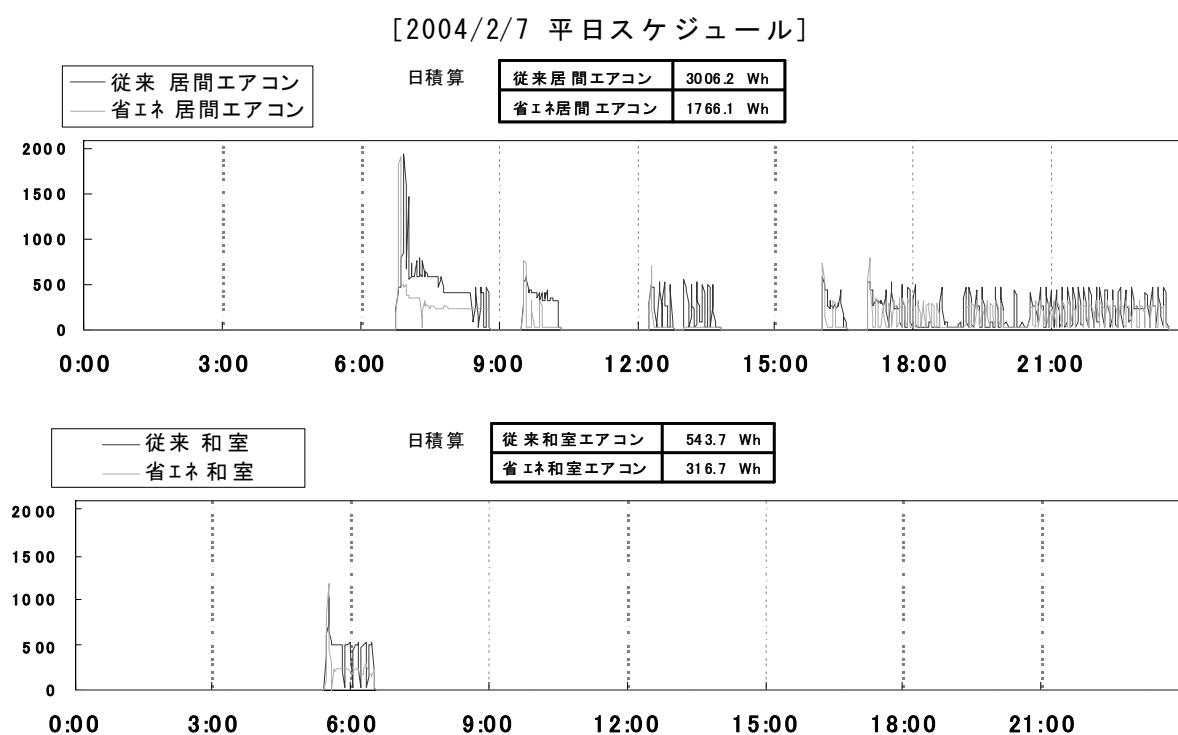
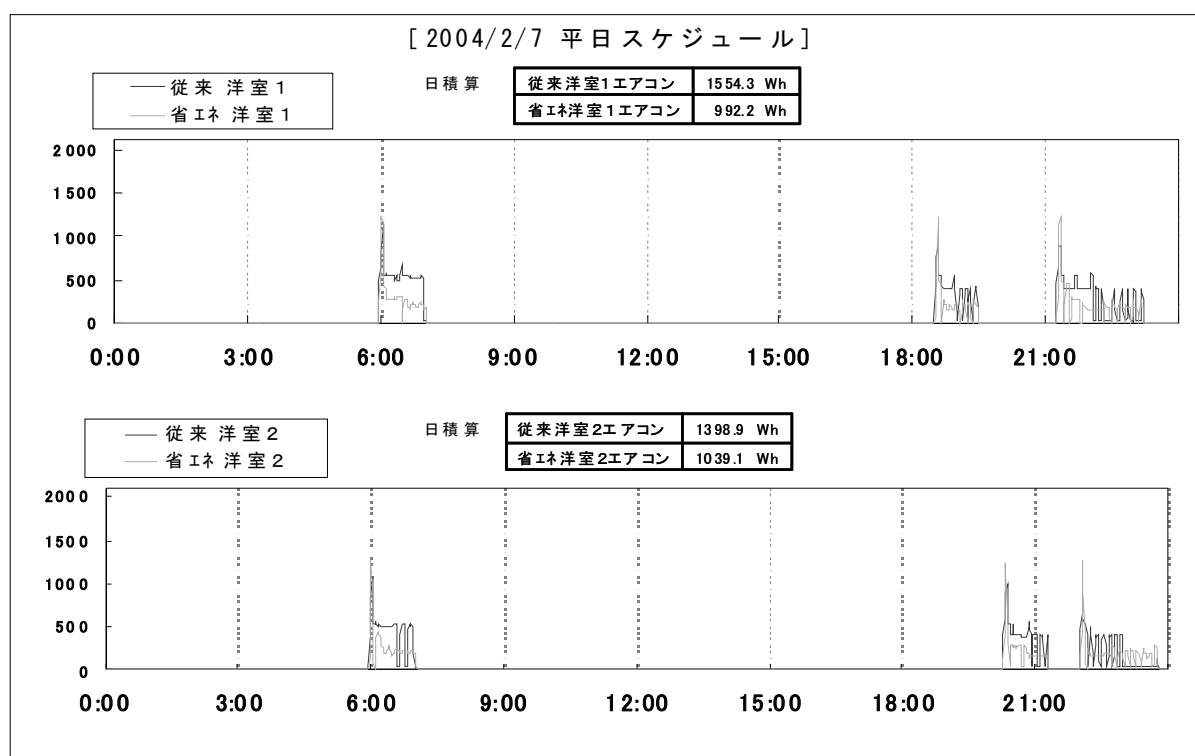


図 8.5.12 空調機消費電力

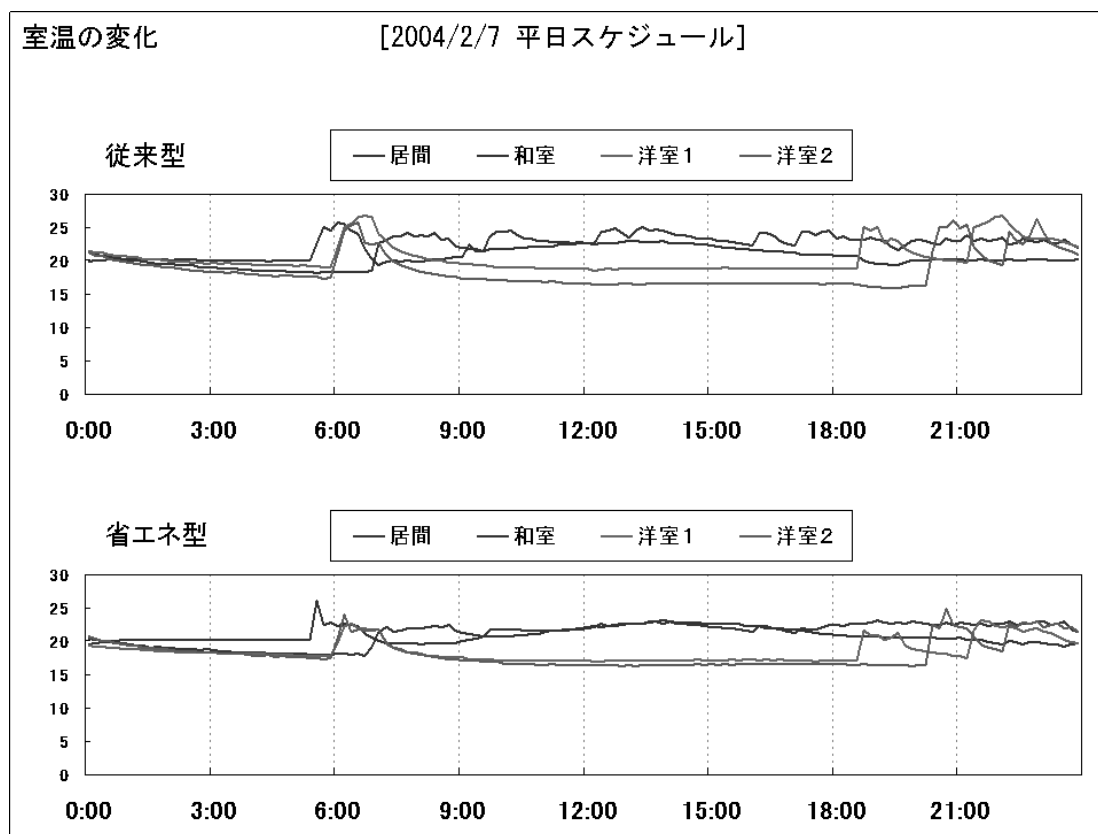


図 8.5.13 室温の変動

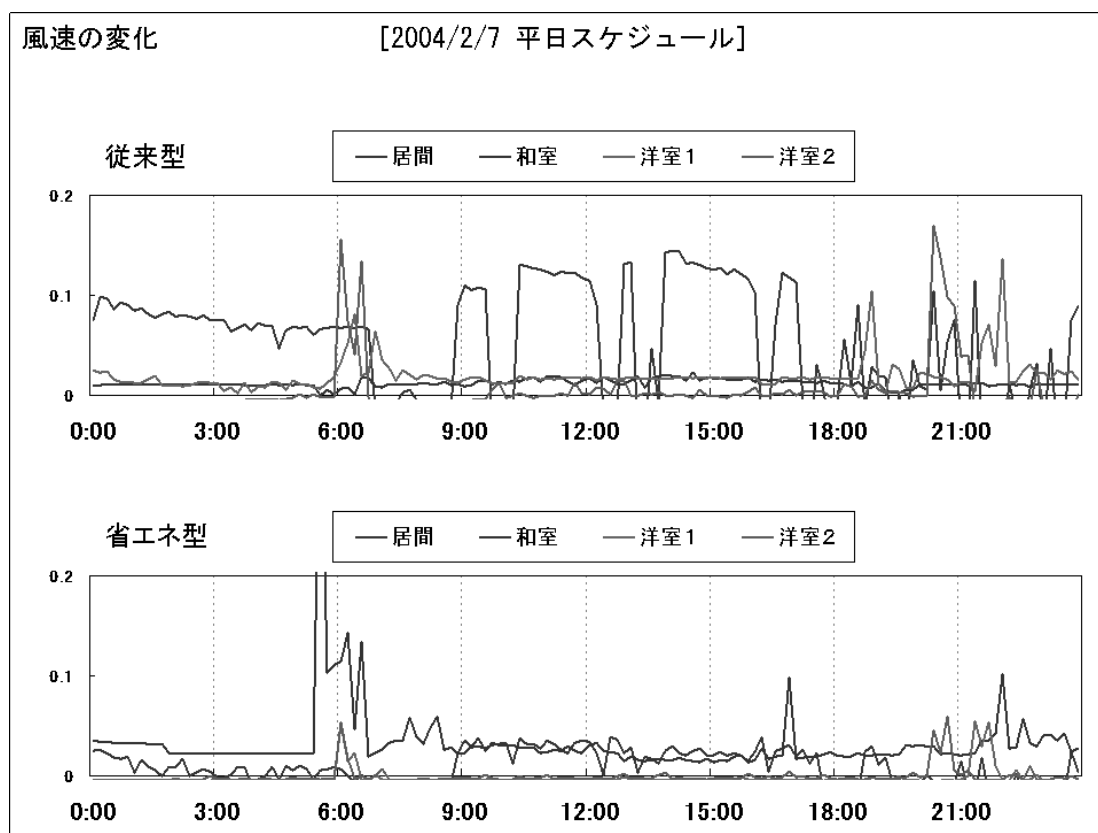


図 8.5.14 気流の変動

8.5.3 「電力消費計測結果」

図 8.5.16、図 8.5.18、図 8.5.20 は、住宅内の一日の用途別電力消費を住戸ごとに示している。省エネルギー住戸は、給湯機に潜熱回収型を用いているが、図には強制循環型太陽熱給湯機を併用した条件を合わせて記している。従来型住戸の一日の電力消費量は、平日スケジュールの実験で、約 16kWh であったのに対し、省エネルギー住戸では 10kWh 程度に削減されている。

ここで、基準住戸の日あたりの電力消費量を、「自立循環型住宅開発委員会 B3 エネルギー消費調査委員会」の結果と比較を行う。

図 8.5.15 は、実測調査の結果、最も平均的な消費量であった住宅の月別の電力消費量を示している。調査の結果から、2 月から 3 月にかけての電力消費量は 15～16kWh/日である。また空調及び照明が占める割合もほぼ実証実験と同様であり、実証実験における基準住戸の想定条件、並びに消費行動の現実性が確保されたと考える。

図 8.5.17、図 8.5.19、図 8.5.21 に、住宅内の一日のガス消費量を、表 8.5.6、表 8.5.7、表 8.5.8 に水の消費量を住戸ごとに示す。なお、図中の調理に伴うガス消費は、ガスコンロの燃焼分のみを含めており、従来住戸、省エネ住戸ともに 8.5 で記した実験結果の値を用いている。住宅内のガス消費は、その殆どが給湯に充てられている。住宅の給湯量及び変動の根拠は 8.4 で述べたとおりである。水の消費量は、洗濯、およびトイレの洗浄水の違いによって異なり、わずかではあるが、省エネ住戸の方で使用水量が少なくなっている。

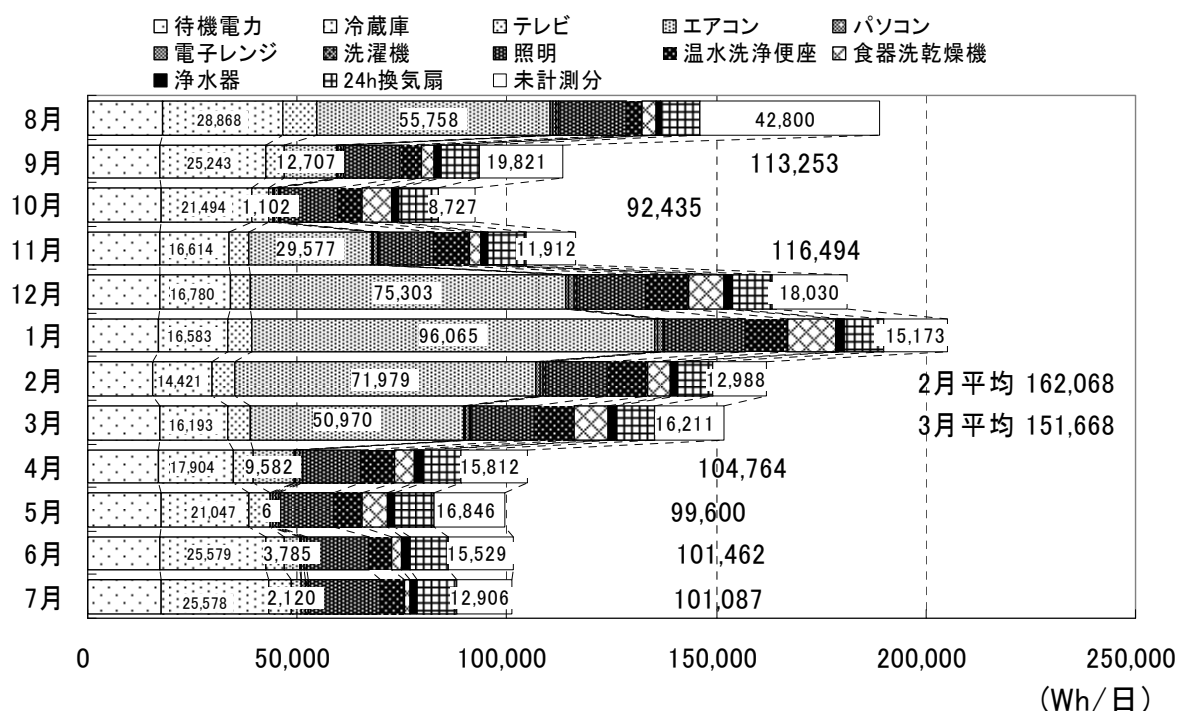


図 8.5.15 住宅のエネルギー消費実測結果

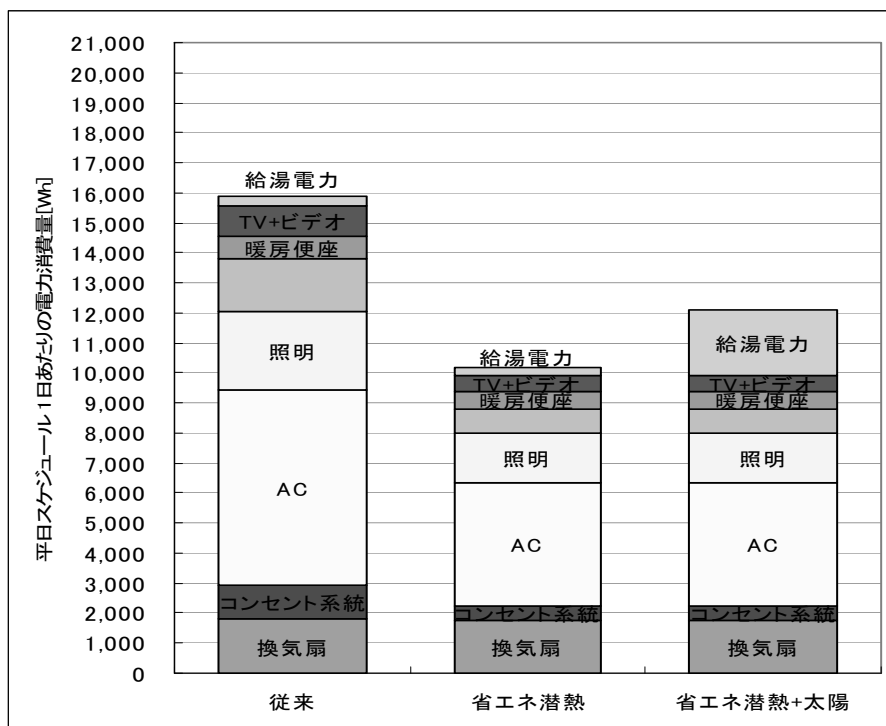


図 8.5.16 電力消費量 (平日)

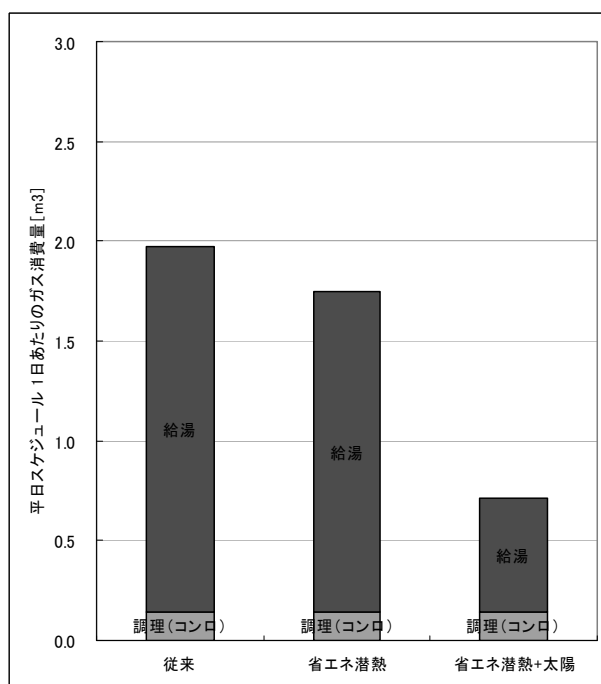


図 8.5.17 ガス消費量 (平日)

表 8.5.6 水使用量 (平日)

水の消費量 [m³]/日	平日(大)
従来	0.78
省エネ潜熱	0.72
省エネ潜熱+太陽	0.72

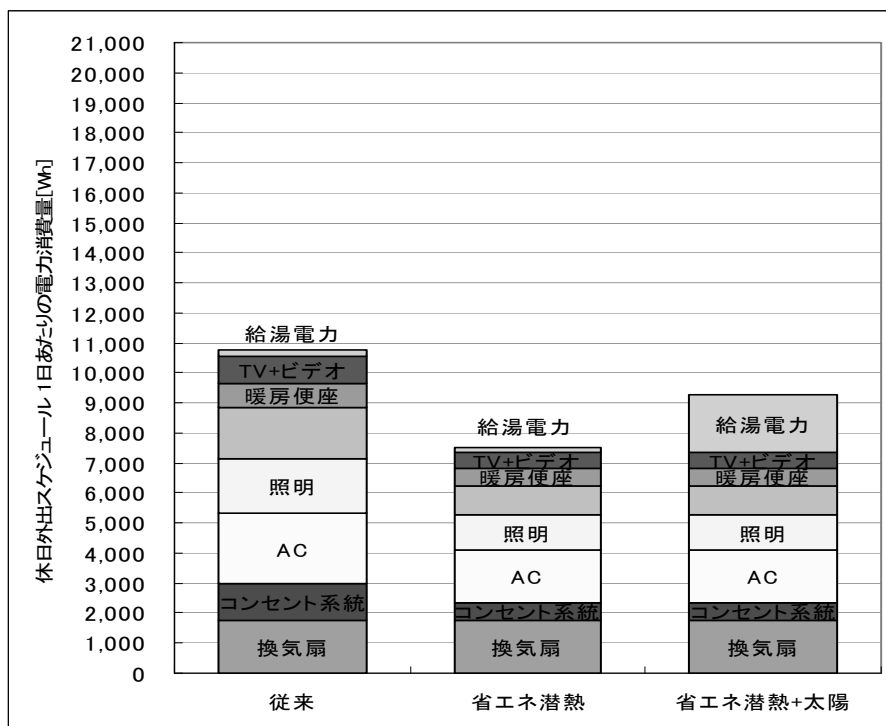


図 8.5.18 電力消費量 (休日外出)

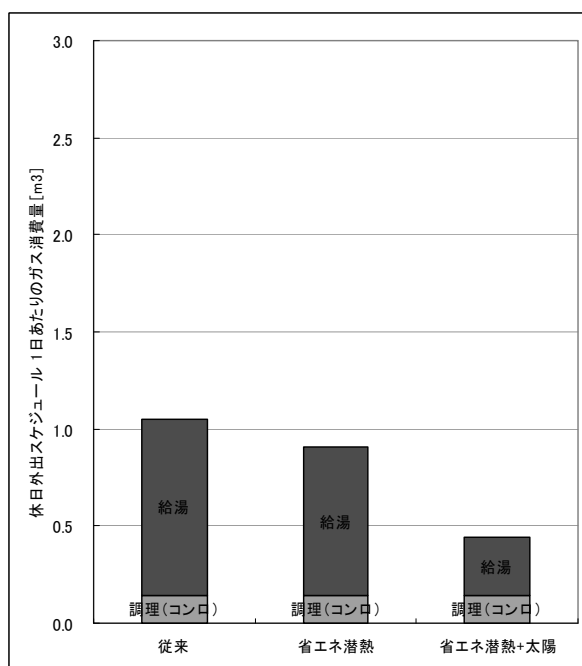


図 8.5.19 ガス消費量 (休日外出)

表 8.5.7 水使用量 (休日外出)

水の消費量 [m3]/日	休日外出(大)
従来	0.48
省エネ潜熱	0.44
省エネ潜熱+太陽	0.44

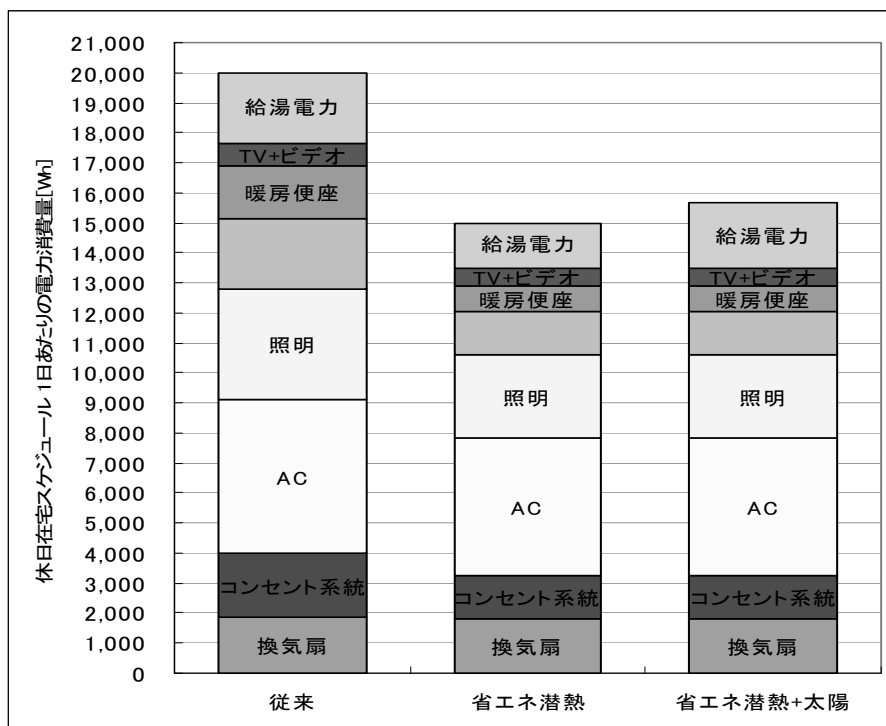


図 8.5.20 電力消費量 (休日在宅)

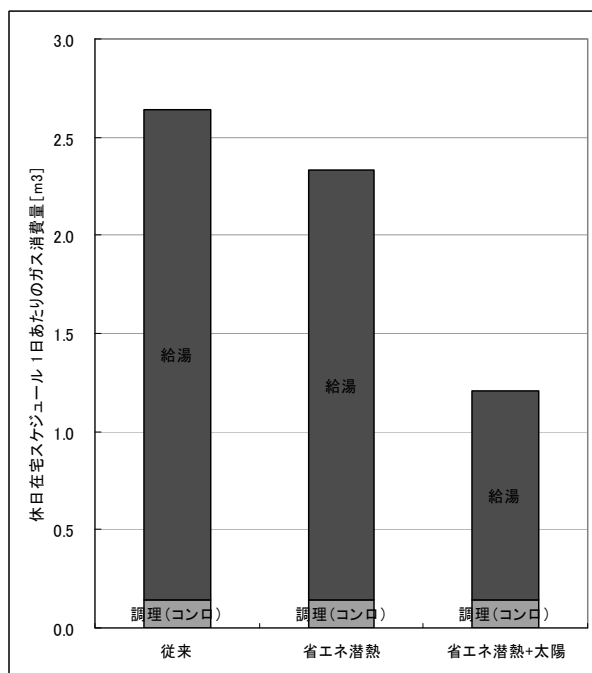


図 8.5.21 ガス消費量 (休日在宅)

表 8.5.8 水使用量 (休日在宅)

水の消費量 [m³]/日	休日在宅(大)
従来	1.10
省エネ潜熱	1.00
省エネ潜熱+太陽	1.00

8.6 実験結果

8.6.1 総合エネルギー消費

実大実験住宅モデルを使用した生活行動の再現とエネルギー消費の実験結果を記す。実証実験は、2002年度より実験計画・計測制御の整備が進められ、2003年度より実測が行われた。以下、2004/01/20～2005/03/10に行われた、自立循環型住宅の省エネルギー・省資源性能に関する実証実験から得られた、家庭内のエネルギー消費の用途別割合、主要な消費用途別の省エネルギー機器導入によるエネルギー消費削減効果、および住戸全体の省エネルギーとCO₂排出量削減効果について報告する。

なお実証実験では、6パターンの生活行動再現スケジュールを元に実験を反復しており、本報で解析を行っているのは、上記実験期間中の241日間(一部欠損データを含む)の測定結果である。

図8.6.1は、従来型住戸と省エネ型住戸の季節ごとの実証実験結果から電力の消費結果を示している。

一般的には、冬季に暖房用のエネルギー消費が大きくなることから、年間を通じて冬季の消費量が最も大きくなるが、本実証実験では、夏季と冬季の消費量はほぼ同等であった。

それぞれの季節ごとに比較して、省エネルギー住宅では従来型住宅の2/3程度の消費量に削減されている。

実証実験から得られた季節ごとの消費量をもとに、年間のエネルギー消費量の簡易な算出を行った。

前述した季節ごとの消費量を、冬季4ヶ月間、夏季3ヶ月間、中間期5ヶ月に積算し、年間の消費量とした。算出結果が図8.6.2のとおりである。電力エネルギーの消費のうち、最も多いのがエアコンの使用による冷暖房を目的とした消費で、次に換気用エネルギー消費が大きい。

従来型住戸では、テレビへの消費、冷蔵庫への消費が続いているが、省エネルギー住戸では、照明が大きく、TV、冷蔵庫の省エネルギー機器の使用による削減効果が大きいことがわかる。

次に、電力の消費結果に加え、ガス、水の消費量計測結果を併せ、1次エネルギー消費量で図8.6.3～図8.6.6に、CO₂排出量で図8.6.7～図8.6.10に示す。

また、省エネルギー型住宅によるCO₂排出削減量を図8.6.11に示す。

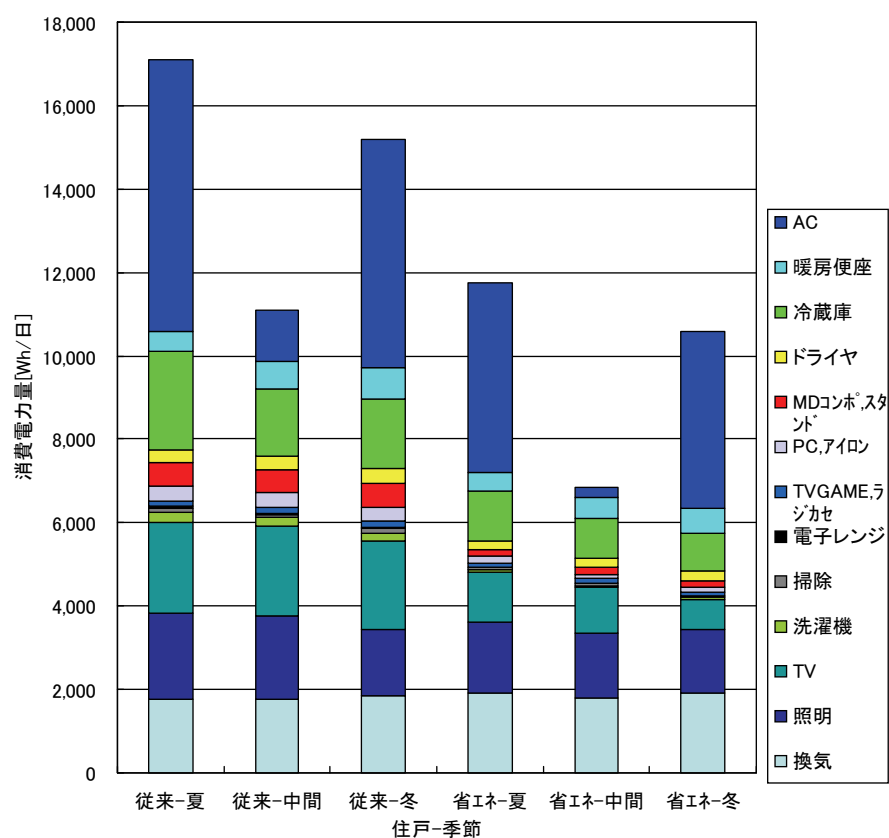


図 8.6.1 季節ごとの電力消費結果

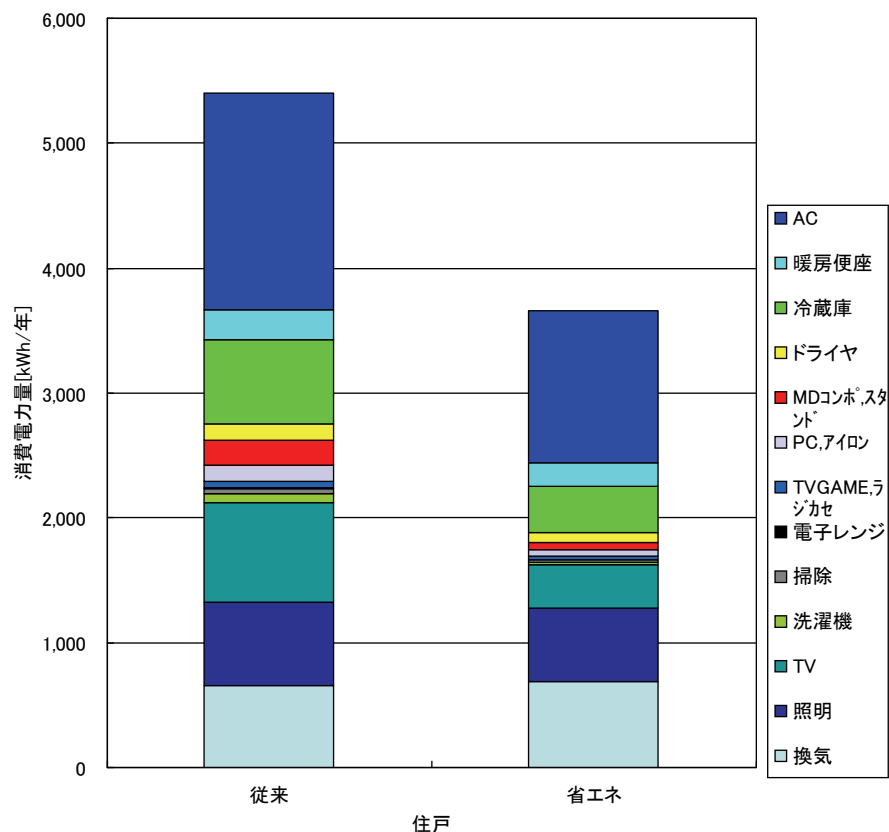


図 8.6.2 実証実験から求めた年間の電力消費

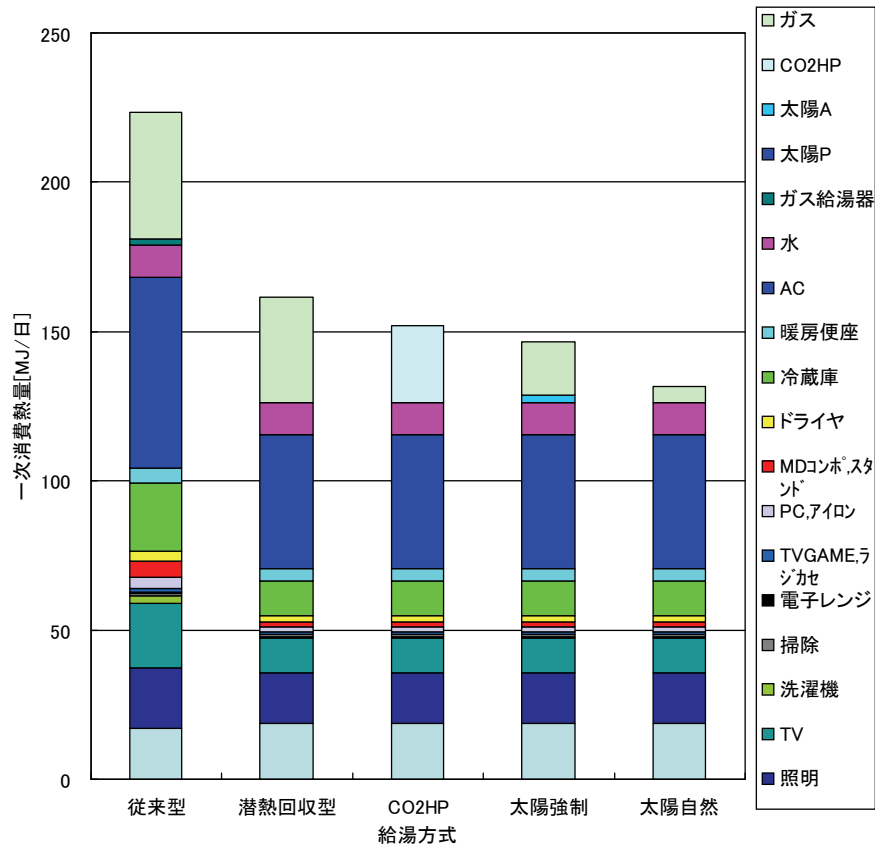


図 8.6.3 実証実験における1次エネルギー消費量（夏期）

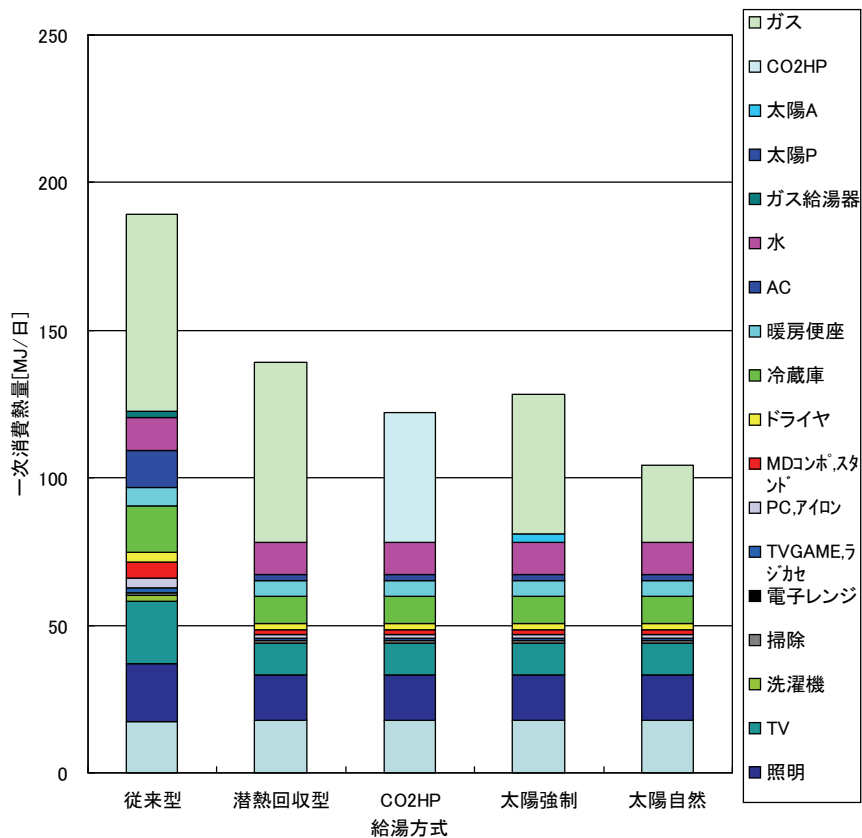


図 8.6.4 実証実験における1次エネルギー消費量（中間期）

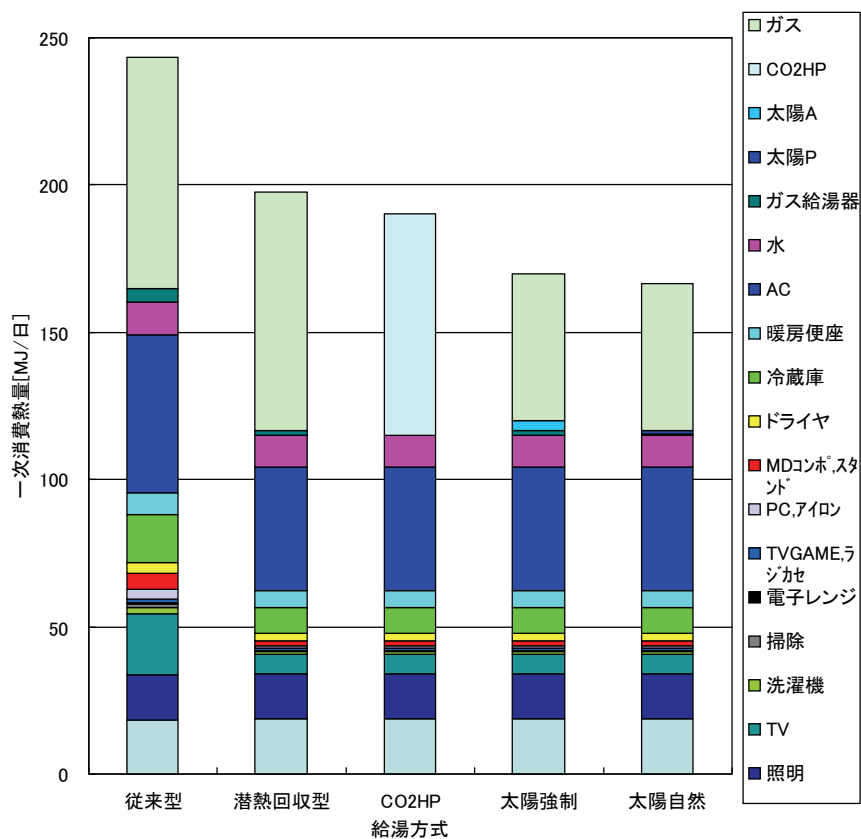


図 8.6.5 実証実験における1次エネルギー消費量（冬期）

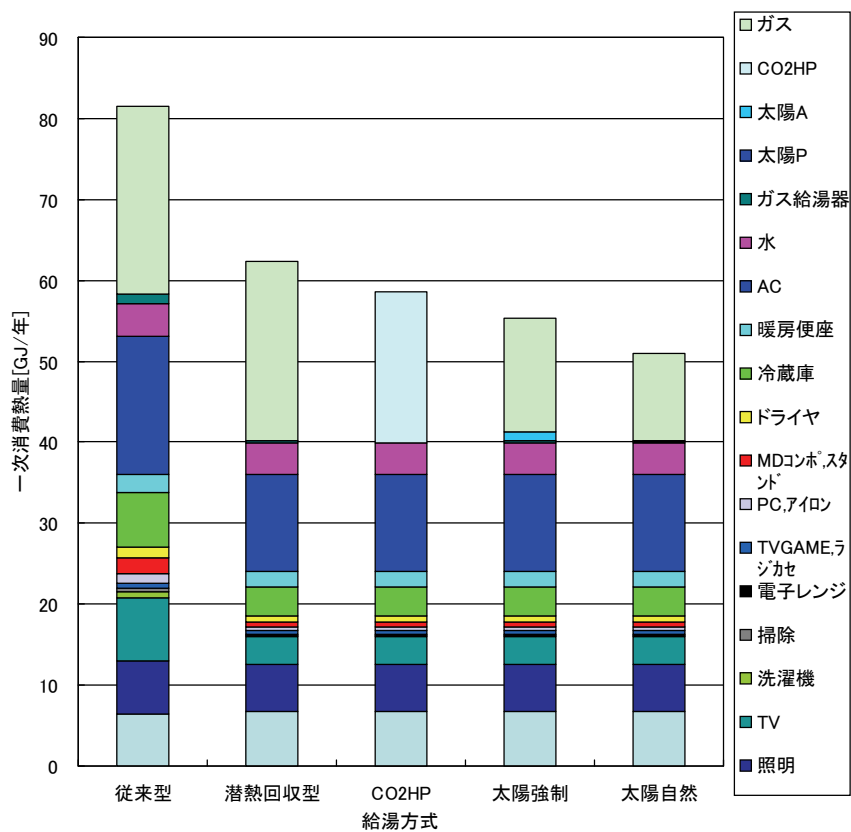


図 8.6.6 実証実験における1次エネルギー消費量（年間）

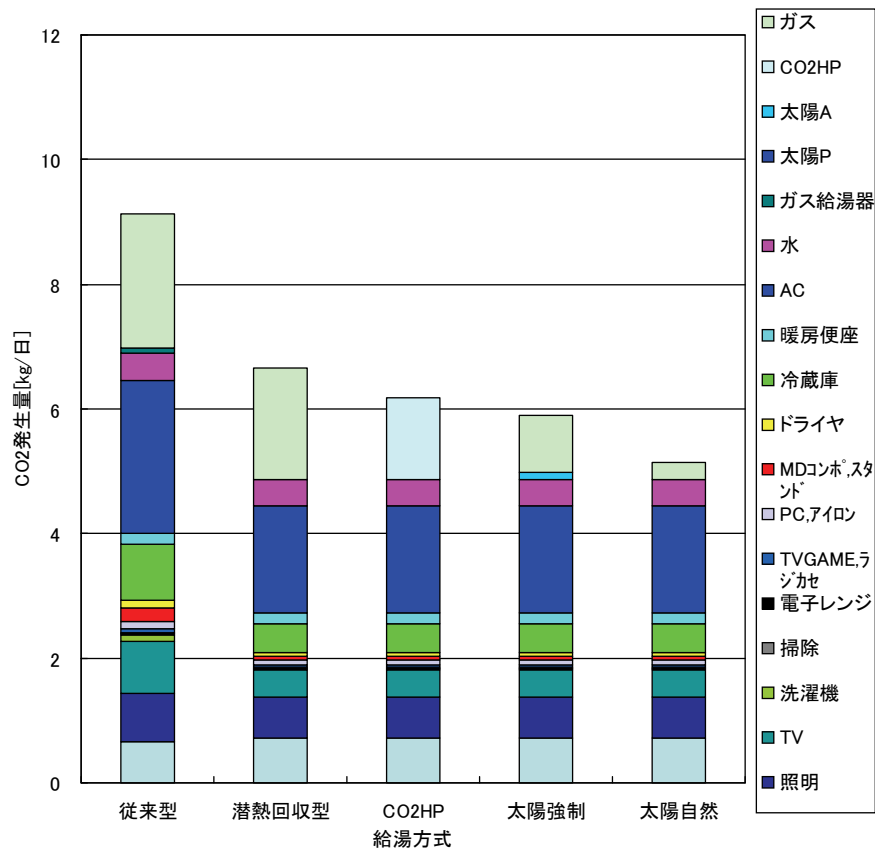


図 8.6.7 実証実験における住戸別CO₂排出量（夏期）

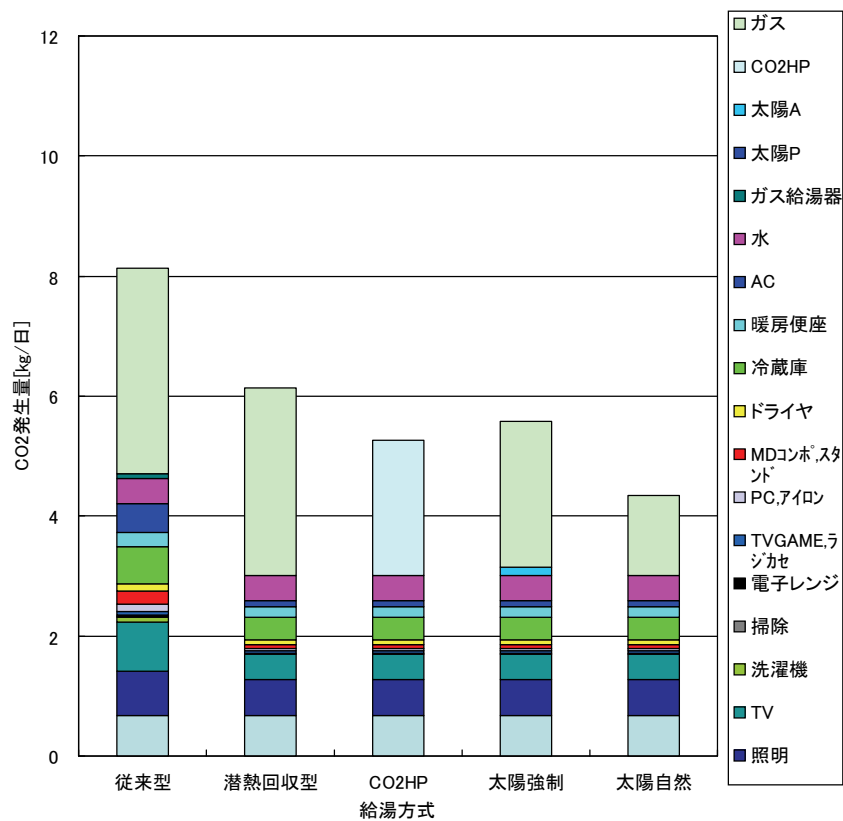


図 8.6.8 実証実験における住戸別CO₂排出量（中間期）

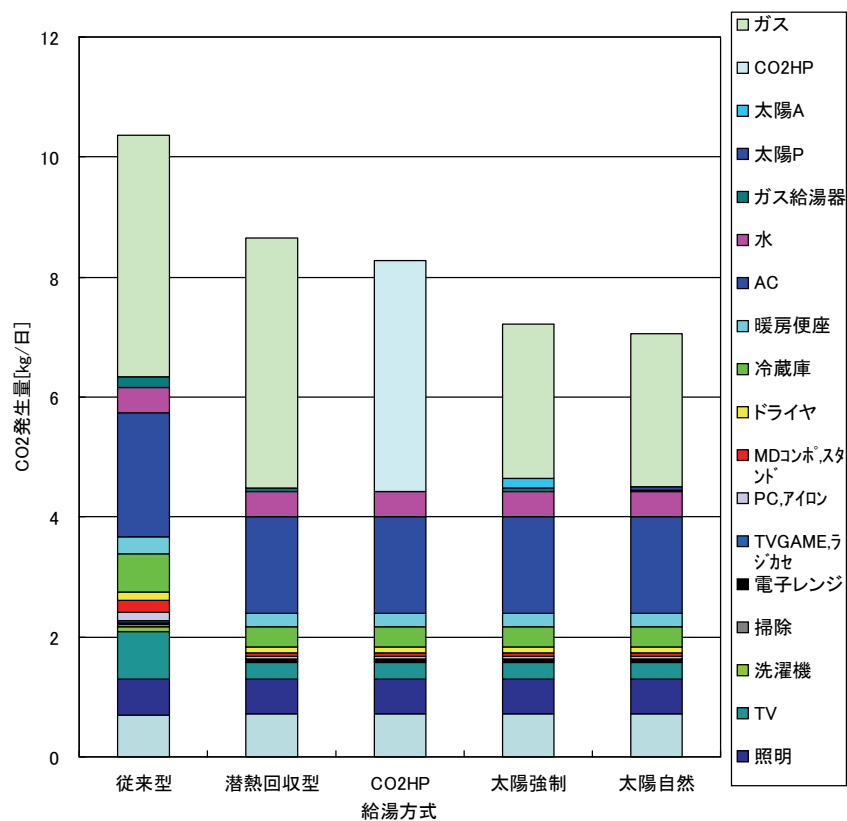


図 8.6.9 実証実験における住戸別CO₂排出量（冬期）

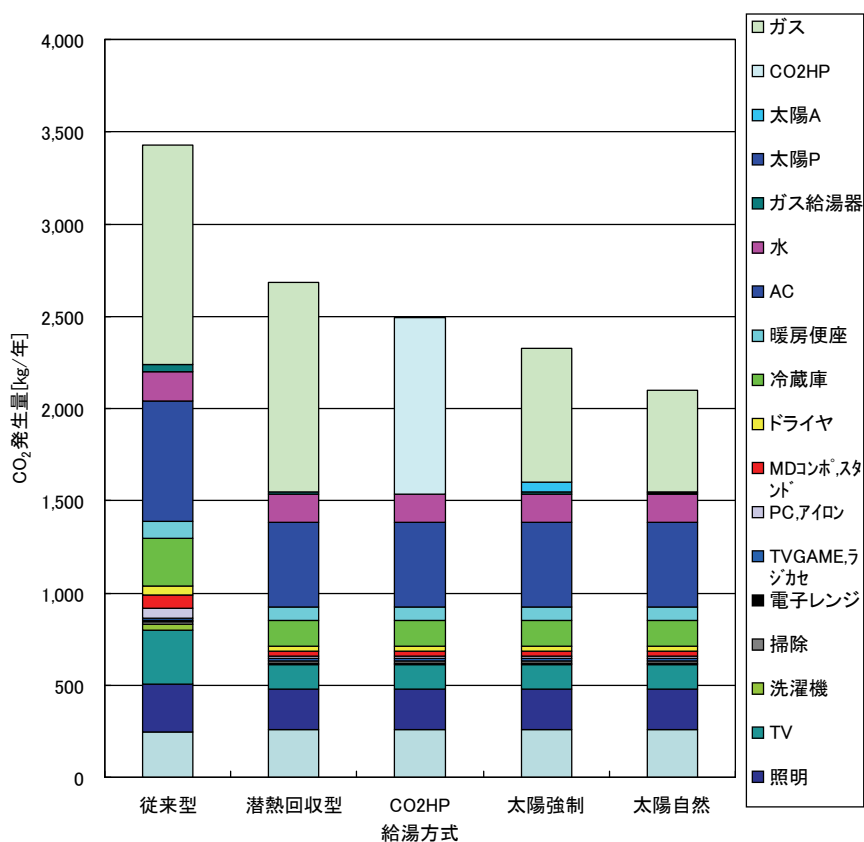
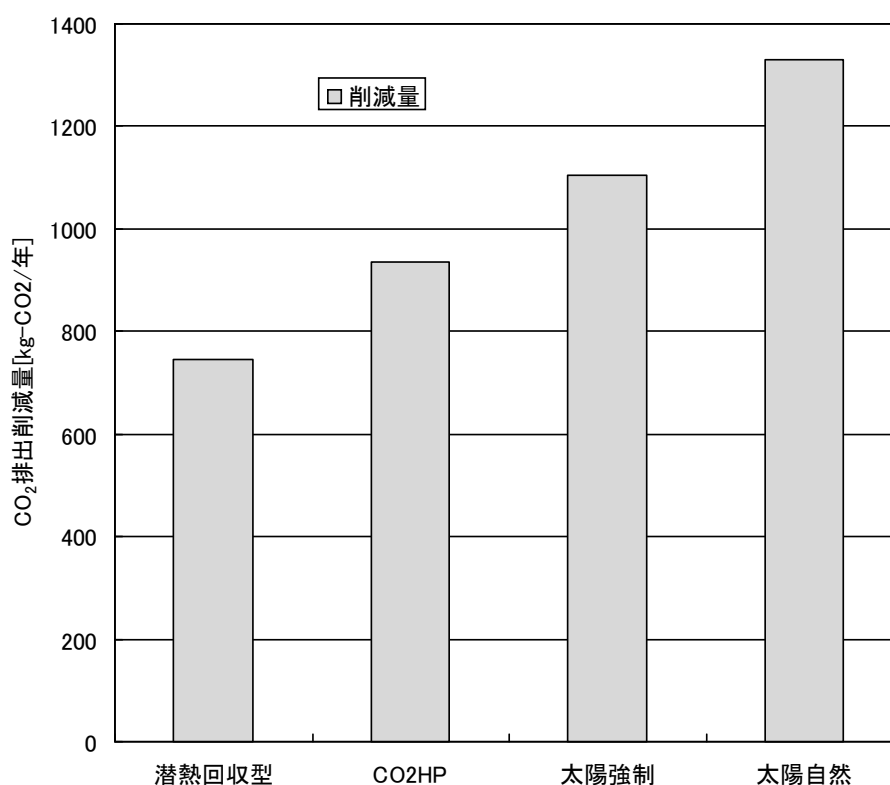


図 8.6.10 実証実験における住戸別CO₂排出量（年間）

表 8.6.1 年間のCO₂排出削減量

	CO ₂ 排出量			CO ₂ 削減量(全電源ベース)			
	電力分	ガス分	合計	電力分	ガス分	合計	割合
従来型	2241.6	1186.7	3428.3	-	-	-	-
潜熱回収型	1548.6	1135.8	2684.4	693.0	50.9	743.9	21.7%
CO ₂ HP	2491.8	0.0	2491.8	-250.2	1186.7	936.5	27.3%
太陽強制	1601.1	723.1	2324.3	640.4	463.6	1104.0	32.2%
太陽自然	1549.6	547.5	2097.2	691.9	639.2	1331.1	38.8%

図 8.6.11 年間のCO₂排出削減量表 8.6.2 年間のCO₂排出削減量 (電力消費の削減を火力ベースで試算)

	CO ₂ 削減量(火力ベース)			
	電力分	ガス分	合計	割合
潜熱回収型	1265.0	50.9	1315.9	38.4%
CO ₂ HP	-456.7	1186.7	730.0	21.3%
太陽強制	1169.1	463.6	1632.7	47.6%
太陽自然	1263.0	639.2	1902.3	55.5%

8.7 用途別エネルギー消費

本節では、実証実験住宅内に設置された家電機器の電力消費の実態を示す。基準住戸および省エネ住戸には下図に示す系統に分類された分電盤が設置されている。この系統毎にクランプ式の電力計 (HI OKI 製 2331) を用いて電力消費量の計測を行った。本節においては、生活スケジュールのうち平日の運転パターンでの測定結果を示す。これらの結果には測定の際に生ずるノイズや誤差に対する修正を加えていない。一方、8.7.19 に示した各機器の一日の電力消費量の算出時には、定常的に発生する誤差を極力排除した。

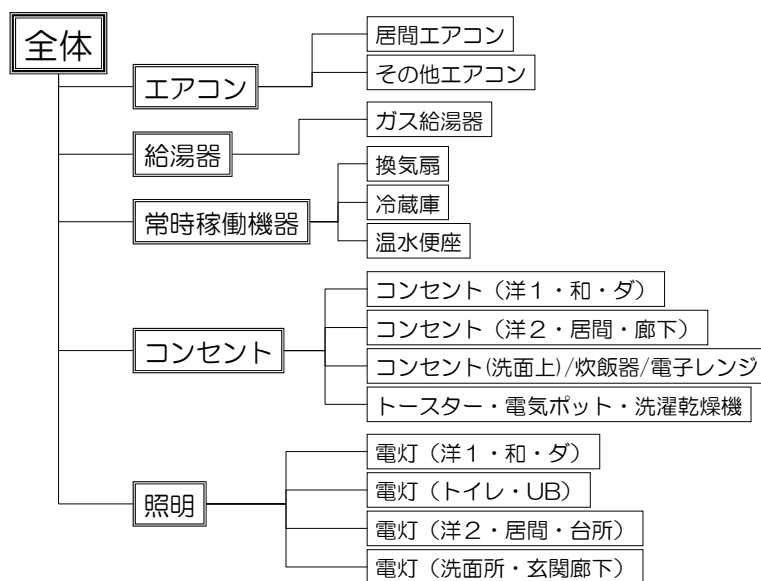


図 8.7.1 電力消費量測定系統



図 8.7.2 電力消費量測定器（左：電力測定ユニット 右：分電盤及びクランプ）

8.7.1 居間エアコン



図 8.7.3 居間エアコンの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.1 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		COP (暖房)
	動作時(暖房)	待機時(暖房)	
基準住戸	1150	1	3.16
省エネ住戸	990	1.4	5.84

	冷暖房能力(W)	
	暖房	冷房
基準住戸	4800	3200
省エネ住戸	4000	2800

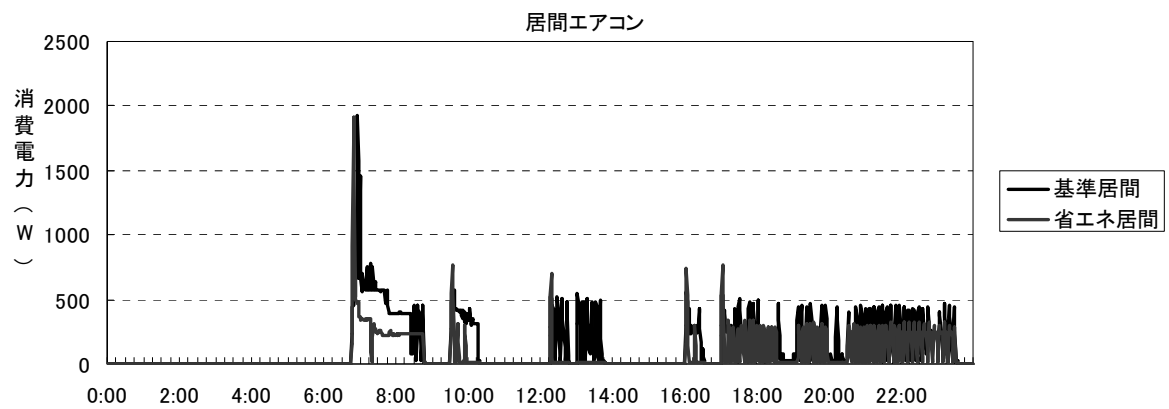


図 8.7.4 居間エアコンの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.2 和室エアコン



図 8.7.5 和室エアコンの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.2 機器の主な仕様			
	定格消費電力(W)		COP (暖房)
	動作時(暖房)	待機時(暖房)	
基準住戸	1080	3.7	3.02
省エネ住戸	760	1.2	6.04

	冷暖房能力(W)	
	暖房	冷房
基準住戸	3200	2200
省エネ住戸	3200	2200

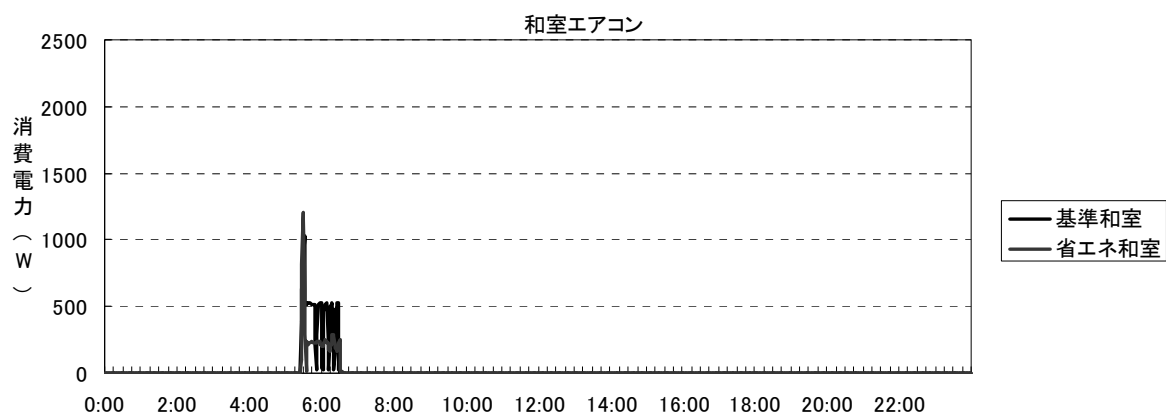


図 8.7.6 和室エアコンの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.3 洋室1 エアコン



図 8.7.7 洋室1エアコンの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.3 機器の主な仕様			
	定格消費電力(W)		COP (暖房)
	動作時(暖房)	待機時(暖房)	
基準住戸	1080	3.7	3.02
省エネ住戸	760	1.2	6.04

	冷暖房能力(W)	
	暖房	冷房
基準住戸	3200	2200
省エネ住戸	3200	2200

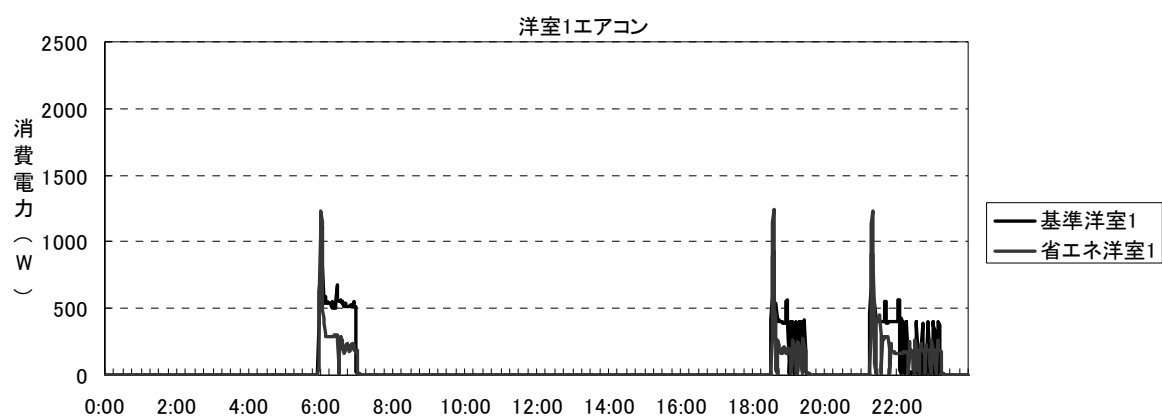


図 8.7.8 洋室1エアコンの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.4 洋室2 エアコン



図 8.7.9 洋室2エアコンの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.4 機器の主な仕様			
	定格消費電力(W)		COP (暖房)
	動作時(暖房)	待機時(暖房)	
基準住戸	1080	3.7	3.02
省エネ住戸	760	1.2	6.04

	冷暖房能力(W)	
	暖房	冷房
基準住戸	3200	2200
省エネ住戸	3200	2200

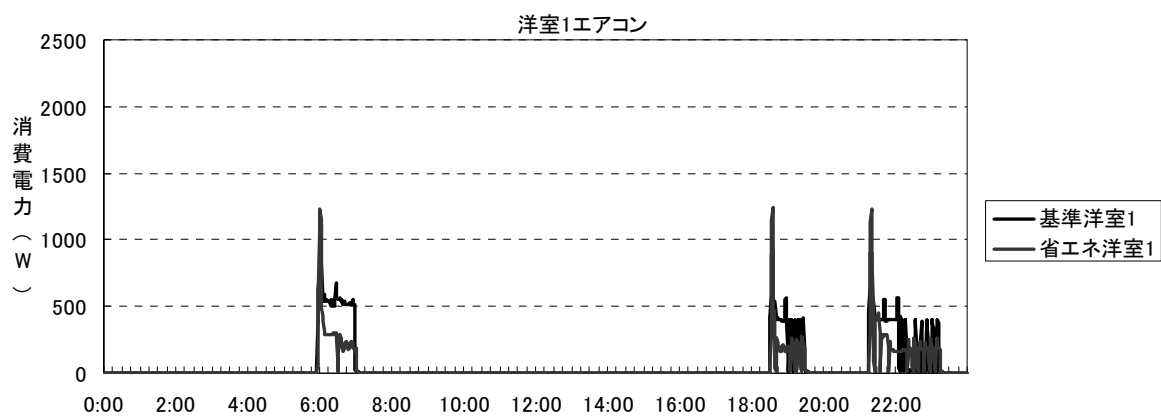


図 8.7.10 洋室2エアコンの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.5 換気扇



図 8.7.11 レンジフードの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.5 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)			
	トイレ換気扇	24時間換気扇	浴室換気扇	レンジ換気扇
基準住戸	13	71	29.5	77
省エネ住戸	8.5	71	25	35

	強設定時風量(m ³ /h)			
	トイレ換気扇	24時間換気扇	浴室換気扇	レンジ換気扇
基準住戸	85	120	162	600
省エネ住戸	85	120	180	460

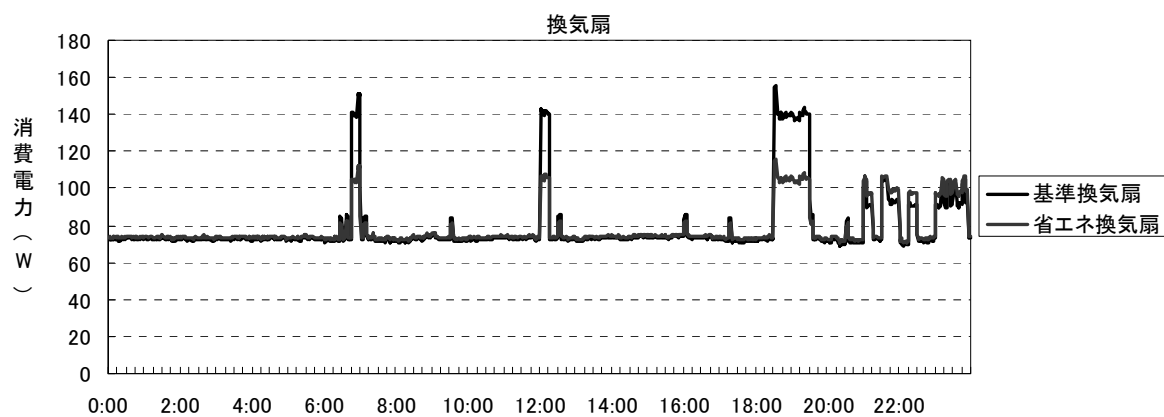


図 8.7.12 換気扇の電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.6 冷蔵庫



図 8.7.13 冷蔵庫の概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.6 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)	容量(L)
基準住戸	87	380
省エネ住戸	105	404

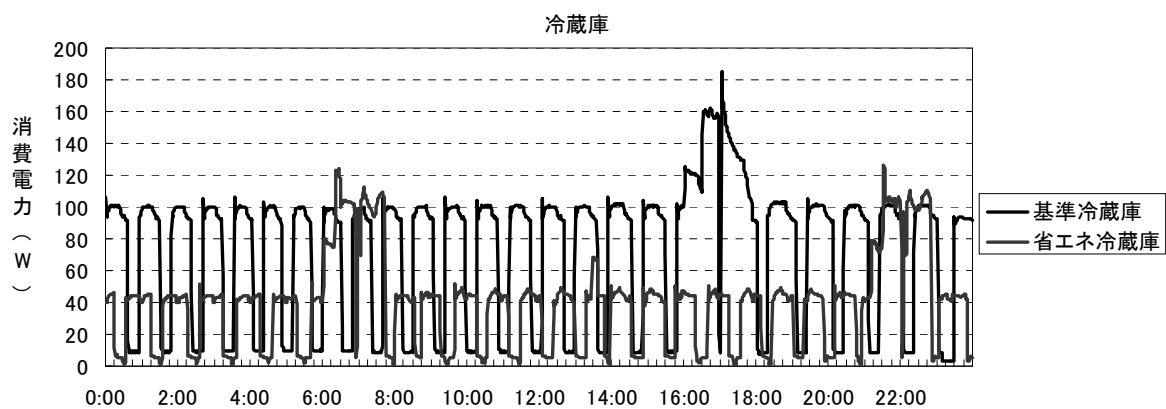


図 8.7.14 冷蔵庫の電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.7 トイレ（暖房便座）



図 8.7.15 暖房便座の概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.7 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)	備考
基準住戸	576	
省エネ住戸	1200	フルオート便座

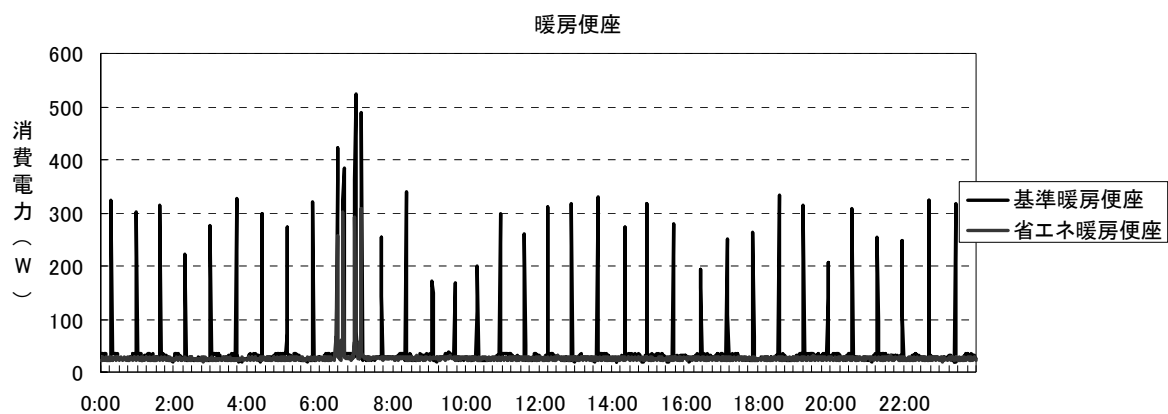


図 8.7.16 暖房便座の電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.8 28 型 TV と VTR

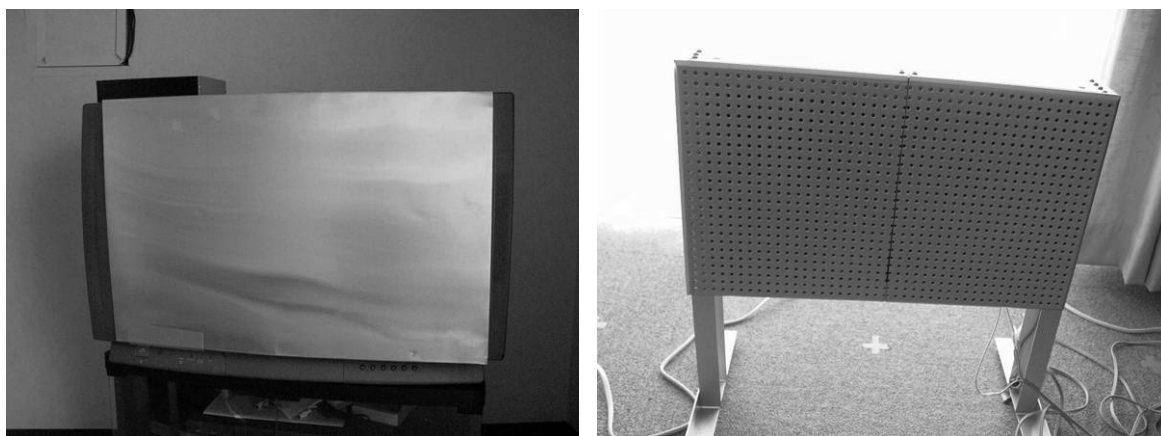


図 8.7.17 TVとVTRの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸模擬発熱）

表 8.7.8 機器の主な仕様

	定格消費電力(W) -TV-		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	209	7	
省エネ住戸	120	1.3	模擬負荷

	定格消費電力(W) -VTR-		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	18	2	模擬負荷
省エネ住戸	12	0.5	模擬負荷

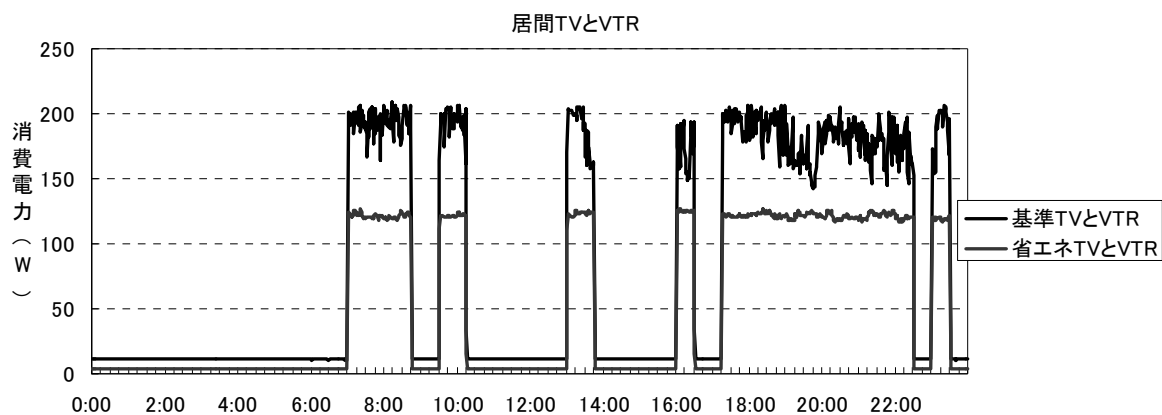


図 8.7.18 TVとVTRの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.9 スタンド



図 8.7.19 スタンドの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.9 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	60	0	
省エネ住戸	23	0	

洋室2スタンド

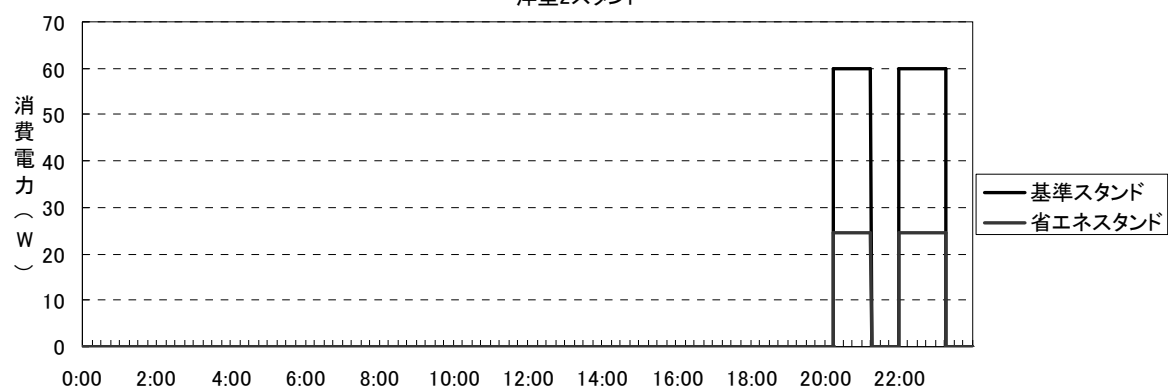


図 8.7.20 スタンドの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.10 MD コンポ



図 8.7.21 MDコンポの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	48	15	
省エネ住戸	48	0.2	

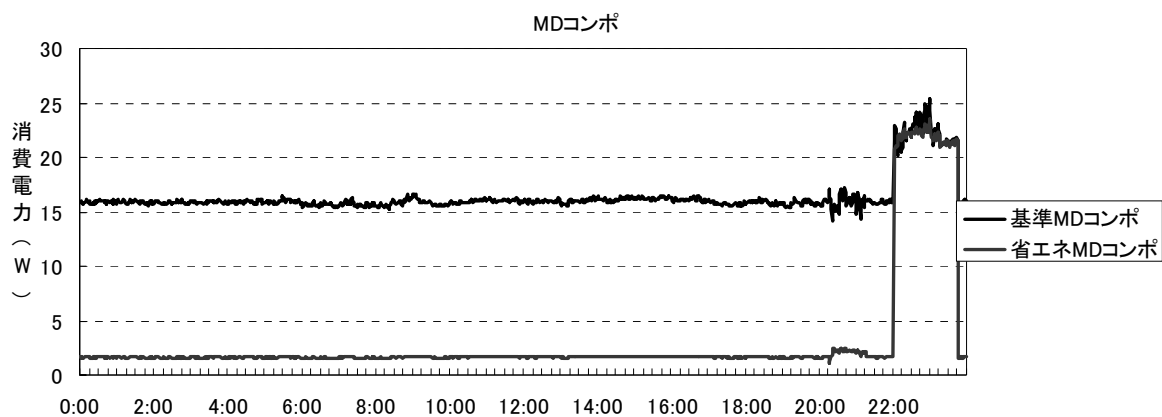


図 8.7.22 MDコンポの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.11 洗濯機



図 8.7.23 洗濯機の概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.11 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	450	1.4	
省エネ住戸	300	—	

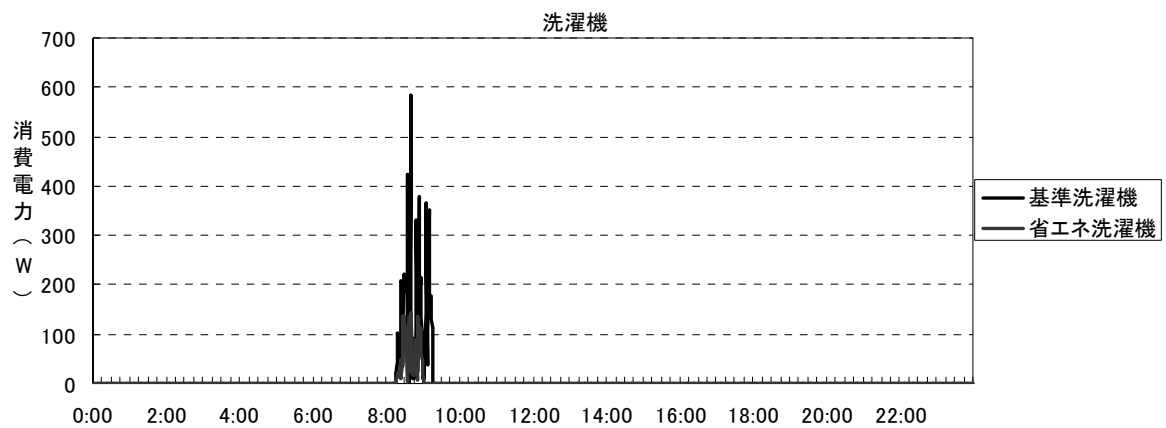


図 8.7.24 洗濯機の電力消費の系時変動（平日パターン）

※省エネ住戸の洗濯機は、制御用の改造の結果待機電力が0となる。

8.7.12 掃除機

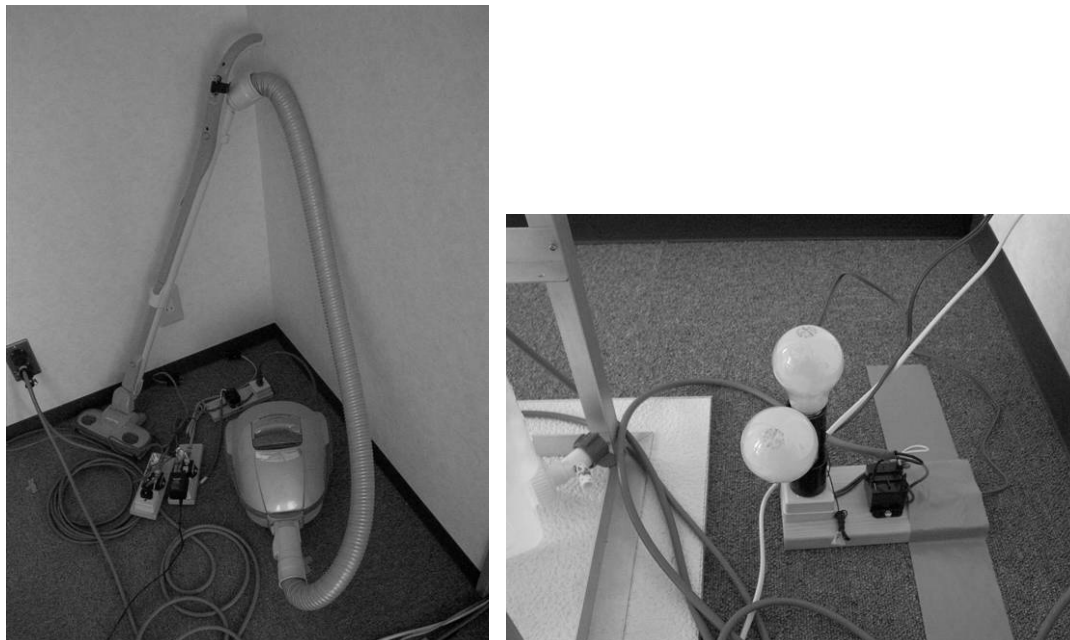


図 8.7.25 掃除機の概観（基準住戸 省エネ住戸は模擬発熱）

表 8.7.12 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	1000	0.6	
省エネ住戸	75	0	模擬負荷

掃除機

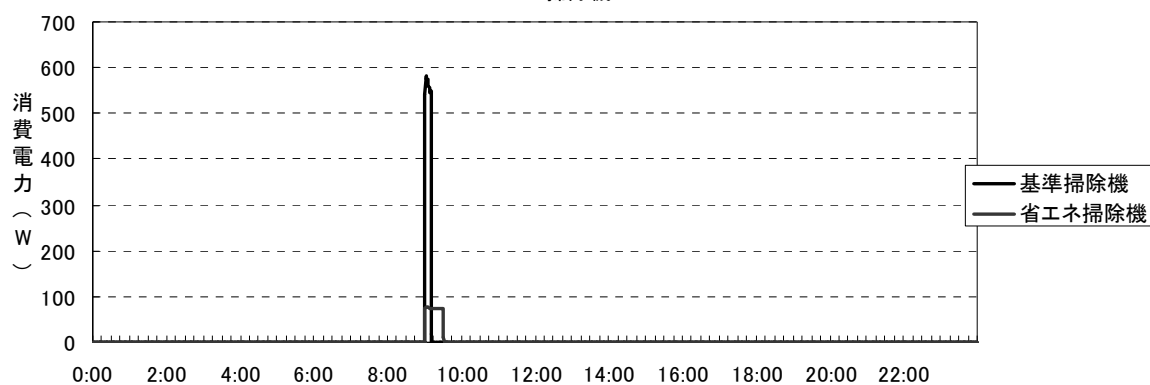


図 8.7.26 掃除機の電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.13 14型TVとPCゲーム



図 8.7.27 PCゲームの概観（左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.13 機器の主な仕様

	定格消費電力(W) -TV-		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	-	1.5	
省エネ住戸	30	0	模擬負荷

	定格消費電力(W) -ゲーム機-		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	10.5	2.3	
省エネ住戸	39	1.4	模擬負荷

洋室1 TVとPCゲーム

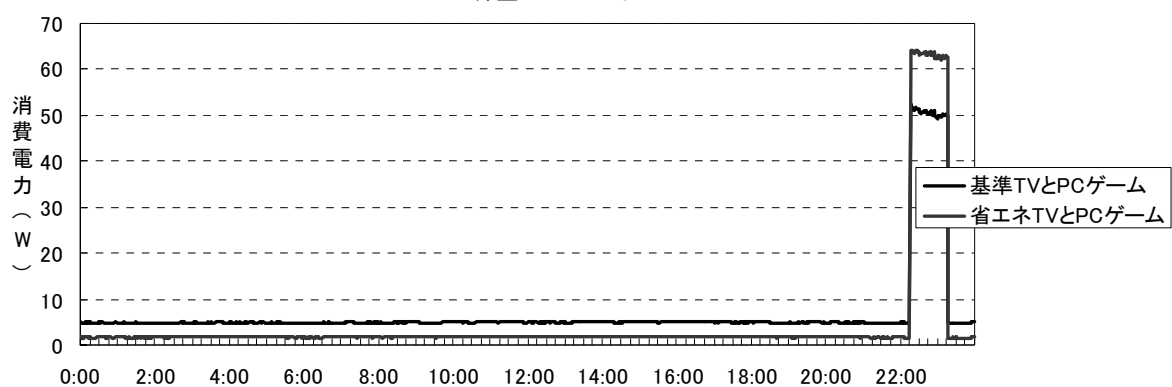


図 8.7.28 TVとPCゲームの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.14 アイロン



図 8.7.29 アイロンの概観（両住戸共通）

表 8.7.14 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	1000	0	
省エネ住戸	1000	0	

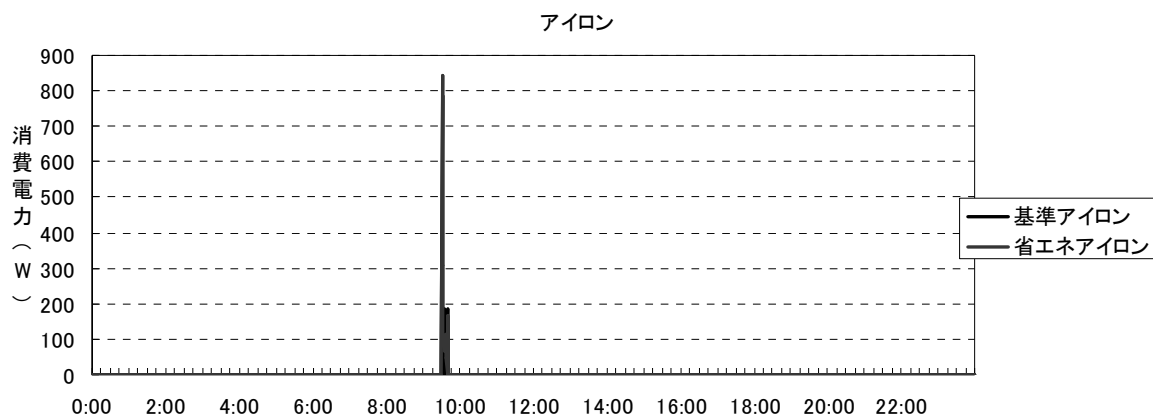


図 8.7.30 アイロンの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.15 PC



図 8.7.31 PCの概観（模擬発熱 左：基準住戸 右：省エネ住戸）

表 8.7.15 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	150	0	模擬負荷
省エネ住戸	90	0	模擬負荷

PC

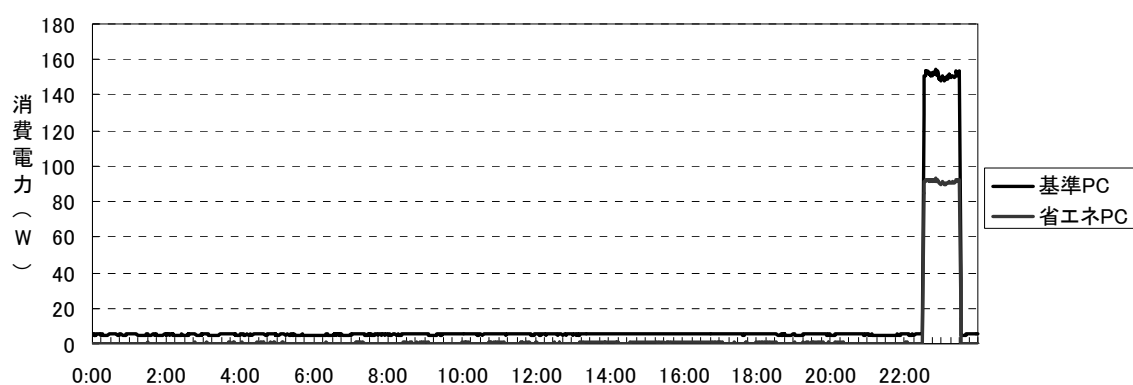


図 8.7.32 PCの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.16 ドライヤー



図 8.7.33 ドライヤーの概観（両住戸共通 図は設置状況を示す）

表 8.7.16 機器の主な仕様

	定格消費電力(W)		備考
	動作時	待機時	
基準住戸	1200	0	
省エネ住戸	1200	0	

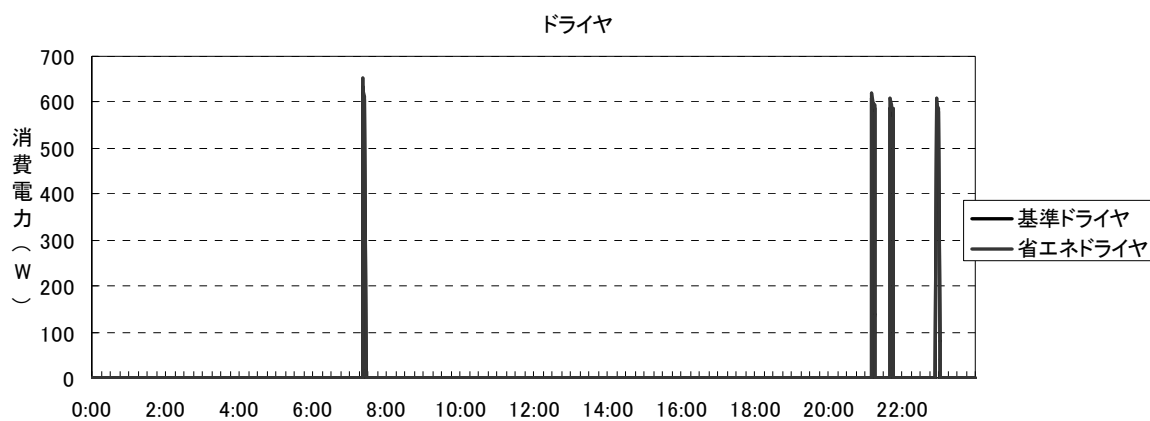


図 8.7.34 ドライヤーの電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.17 照明



図 8.7.35 照明の概観（左：シーリングライト 右：ペンダント）

表 8.7.17 機器の主な仕様

		照明の種類		定格消費電力(W)
基準住戸	居間	シーリング+ペンダント	蛍光灯+白熱灯	172
	和室	シーリング	蛍光灯	72
	洋室1	シーリング	蛍光灯	72
	洋室2	シーリング	蛍光灯	72
	台所	シーリング+ブラケット	蛍光灯	62
	廊下、玄関	ダウンライト	白熱灯	180
	浴室、脱衣室	ダウンライト+ブラケット	白熱灯+蛍光灯	202
	トイレ	ダウンライト	白熱灯	60
省エネ住戸	居間	シーリング+ペンダント	高効率蛍光灯+電球型蛍光灯	92
	和室	シーリング	高効率蛍光灯	70
	洋室1	シーリング	高効率蛍光灯	70
	洋室2	シーリング	高効率蛍光灯	70
	台所	シーリング+ブラケット	蛍光灯	62
	廊下、玄関	ダウンライト	電球型蛍光灯	39
	浴室、脱衣室	ダウンライト+ブラケット	電球型蛍光灯+蛍光灯	108
	トイレ	ダウンライト	電球型蛍光灯	13

照明

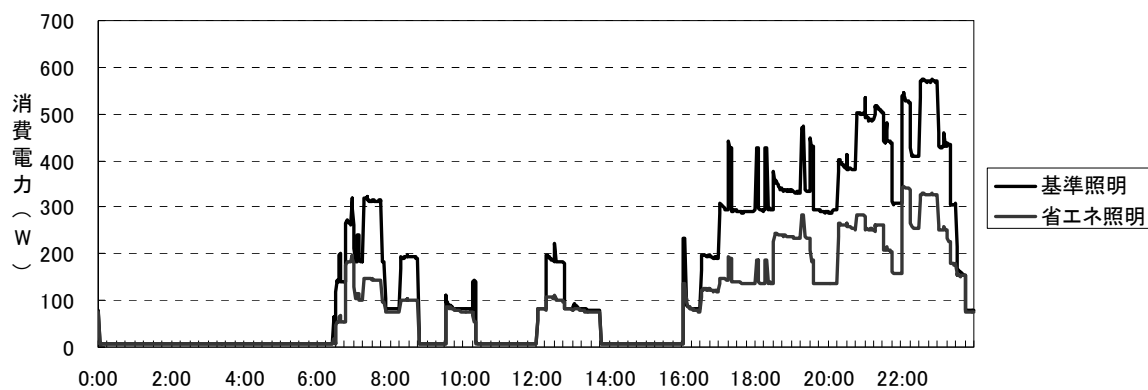


図 8.7.36 照明の電力消費の系時変動（平日パターン）

8.7.18 家電機器の運転スケジュール

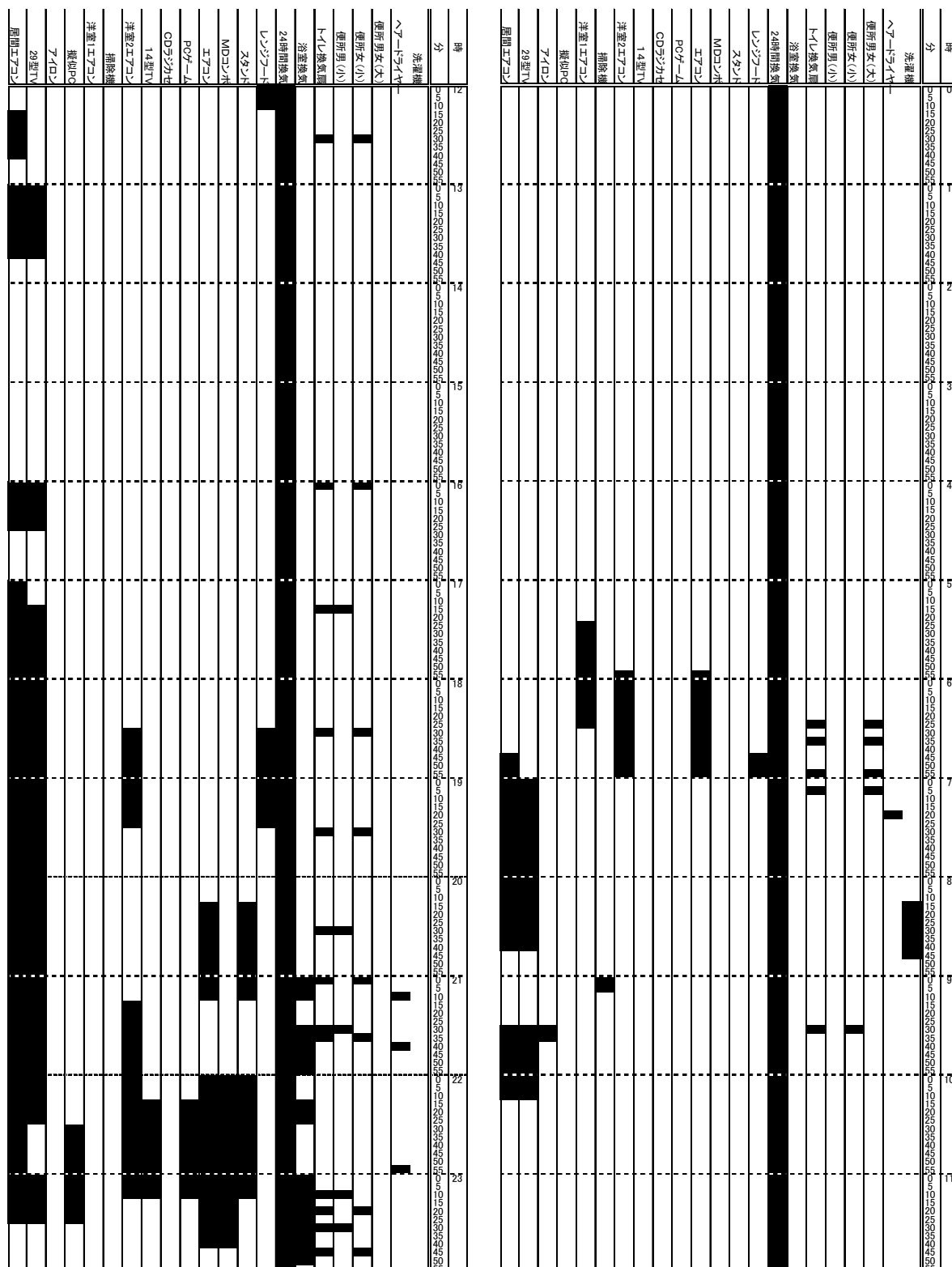


図 8.7.37 家電機器の運転スケジュール

8.7.19 家電機器の電力消費量の比較

表 8.7.18 一日の電力消費量の比較

		基準(Wh)	省エネ(Wh)	比率
エアコン	居間	3006.2	1766.1	0.6
	和室	543.7	316.7	0.6
	洋室1	1554.3	992.2	0.6
	洋室2	1398.9	1039.1	0.7
換気扇		1896.2	1871.5	1.0
暖房便座		890.5	633.6	0.7
コンセント系統	居間TVとVTR	1925.6	1208.7	0.6
	洋室1TVとゲーム機	163.6	101.7	0.6
	スタンド	137.0	55.7	0.4
	MDコンポ	392.9	74.9	0.2
	アイロン	37.9	39.8	1.1
	PC	272.0	102.0	0.4
	ドライヤー	201.3	203.6	1.0
	冷蔵庫	1751.9	957.8	0.5
	掃除機	133.4	72.4	0.5
	洗濯機	177.0	46.3	0.3
照明	洋室1	261.2	147.1	0.6
	和室	44.1	30.9	0.7
	ダイニング	663.0	145.1	0.2
	トイレ	18.6	4.8	0.3
	UB	76.0	67.6	0.9
	洋室2	267.9	260.6	1.0
	居間	821.6	803.5	1.0
	台所	204.4	208.6	1.0
	洗面所	538.9	177.4	0.3
	玄関廊下	649.9	216.9	0.3

※ 注1) 電力量計測時に定常的に発生する誤差は極力排除した。

注2) エアコンの電力消費量の比較において、エアコンの設定温度は両住戸共に22℃に固定した。しかし実現されたエアコン運転時の室内温度は、基準住戸の方が高い場合があった。(下図参照)

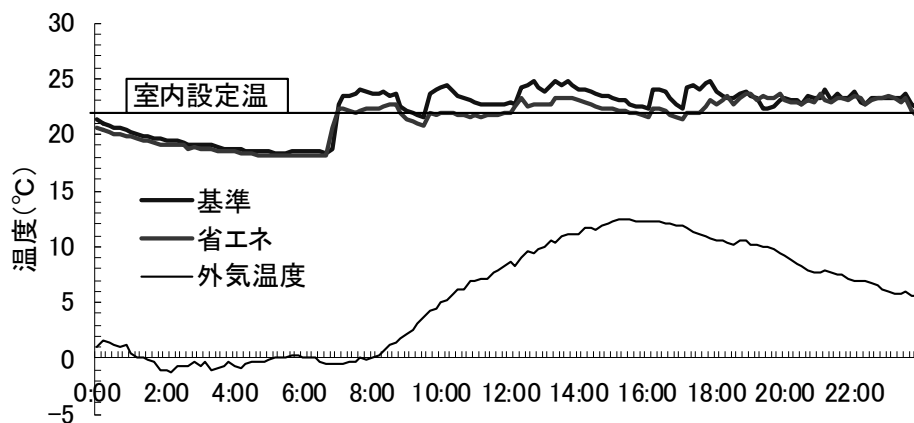


図 8.7.38 (参考) エアコン動作時の居間室内温度

8.8 エアコンの運転効率

8.8.1 はじめに

現在、家庭用エアコンディショナー（以下エアコン）が住宅の冷暖房設備として広く普及している。近年では従来の製品に比べて運転効率が改善され、多機能化が進んでいる。製品のカatalogなどに表示されるエアコンの運転効率の測定方法は、JIS（日本工業規格）で規定されている。しかし、実生活における運用では、部分負荷運転や間欠運転が多く発生するため、公表されている運転効率のみからエアコンの省エネルギー性を評価することは難しい。

本節では、居住者の生活行動を模擬可能な実証実験住宅においてエアコンを運用し、住宅におけるエアコンの運転効率の特性を実証した結果を示す。

8.8.2 エアコン運転効率の実測方法

実測対象は、実証実験住宅の「居間」および「洋室 1」に設置されたエアコンである。測定エアコンの位置を図 8.8.1 に示す。「居間」のエアコンは平日、休日のスケジュール共に日中は断続的に使用され、夜間はほぼ連続的に運転する。「洋室 1」は「長女」の居住を想定した子供部屋であり、平日のスケジュールでは日中に不在となり、エアコンは停止している。（8.3.1 生活スケジュール参照）

それぞれのエアコンの温度、湿度の計測点を図 8.8.2 に示す。図に示すように、吹き出し口において温度を 3 点、湿度を 1 点、吸込み口において温度、湿度を 1 点計測し、各々の平均温度、湿度および吹き出し風量から室内への全熱供給量を算出した。吹き出し風量を計測する場合、吹き出し口に整流用のダクトを設け、その末端で風速分布を計測する方法が考えられる。しかし、本実証実験では室内の風速、温度分布に与える影響を考慮し、風量を固定（リモコンの設定で 3 目盛り）し、予備実測でその状態の風量を計測した。

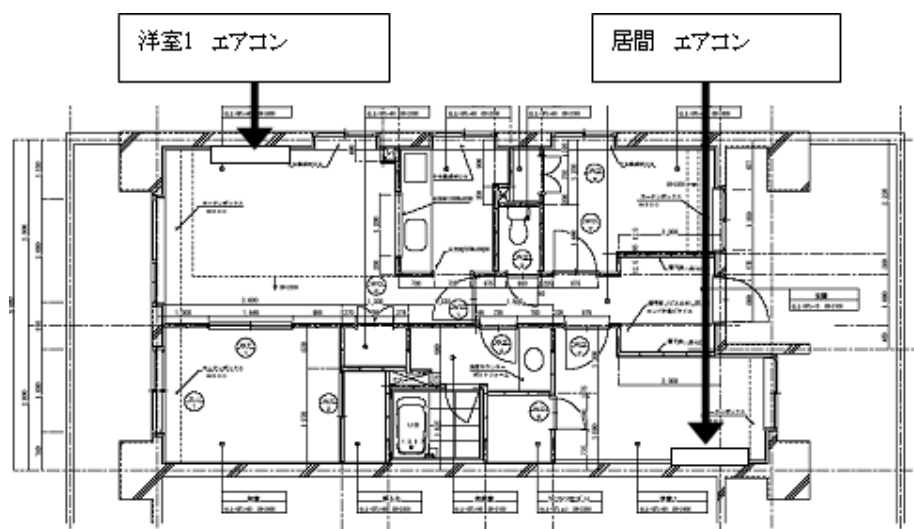
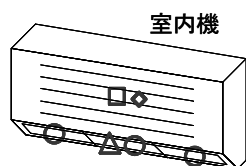


図 8.8.1 測定エアコン位置



- ◇:リターン空気温度(熱電対)
 □:リターン空気湿度(静電容量式)
 ○:サプライ空気温度(熱電対)
 □:サプライ空気湿度(静電容量式)

図 8.8.2 エアコン温湿度測定点

エアコンの運転効率(S-COP)の算出方法を以下に示す。

表 8.8.1～表 8.8.4 に計測対象となったエアコンの仕様を示す。

表 8.8.1 従来住戸居間エアコン仕様

設置場所	従来住戸 居間
種類	冷暖房用兼用セパレート型(インバーター)
電源	単相 200V 50/60Hz両用
能力(kW)	3.2(0.9～3.7)
運転電流(A)	6.7
消費電力(W)	1200(190～1500)
質量(kg)	7.5
冷房面積目安(m ²)	鉄筋コンクリート 15 木造 7.5
大きさ	室内ユニット 240×770×179 室外ユニット 540×540×274

表 8.8.2 従来住戸洋室1エアコン仕様

設置場所	従来住戸 洋室1
種類	冷暖房用兼用セパレート型(インバーター)
電源	単相 100V 50/60Hz両用
能力(kW)	2.2(1.2～2.6)
運転電流(A)	9.8
消費電力(W)	890(430～1060)
質量(kg)	7.5
冷房面積目安(m ²)	鉄筋コンクリート 15 木造 10
大きさ	室内ユニット 240×770×179 室外ユニット 530×543×253

表 8.8.3 省エネ住戸居間エアコン仕様

設置場所	省エネ住戸 洋室1
種類	冷暖房用兼用セパレート型(インバーター)
電源	単相 200V 50/60Hz両用
能力(kW)	2.2(0.6～3.3)
運転電流(A)	4.1
消費電力(W)	370(75～690)
質量(kg)	11.5
冷房面積目安(m ²)	鉄筋コンクリート 15 木造 10
大きさ	室内ユニット 298×799×250 室外ユニット 540×780×289

表 8.8.4 省エネ住戸洋室1エアコン仕様

設置場所	省エネ住戸 居間
種類	冷暖房用兼用セパレート型(インバーター)
電源	単相 200V 50/60Hz両用
能力(kW)	2.8(0.6～3.7)
運転電流(A)	2.6
消費電力(W)	485(75～900)
質量(kg)	11.5
冷房面積目安(m ²)	鉄筋コンクリート 19 木造 13
大きさ	室内ユニット 298×799×250 室外ユニット 540×780×289

8.8.3 エアコン運転効率の実測結果

1) 夏期の運転効率

図 8.8.3 に夏期における、居間のエアコンの外気温度と運転効率の関係を示す。省エネ型のエアコンは従来型よりも 2～4 程度効率が良い。その差は外気温度が低い時に大きくなる傾向がある。両住戸のエアコン共に外気温度が高い領域で効率が落ちる傾向が確認できる。

図 8.8.4 に外気温度と電力消費量の関係を示す。外気温度の上昇に伴い電力消費量は増加する傾向にあり、従来型のエアコンではより顕著である。省エネ型のエアコンでは、100W 以下で運転する場合（低負荷運転）と、400W 以上で運転する場合の 2 つの領域が確認できる。従来型のエアコンでは 200W～600W で運転する領域と、1400W 程度で運転する領域があり、後者は立ち上がり運転に相当すると考えられる。

図 8.8.5 に夏期における洋室 1 のエアコンの外気温度と運転効率の関係を示す。省エネ型と、従来型の効率の差は居間ほど大きく無い。また、外気温度と効率の相関も明確ではない。

図 8.8.6 に外気温度と電力消費量の関係を示す。居間のエアコンと同様に、外気温度と電力消費量には正の相関がある。省エネ型のエアコンでは約 100W 以下の領域と 100W 以上の領域、従来型では約 600W 以下と 600W 以上のそれぞれ 2 つの領域が確認できる。

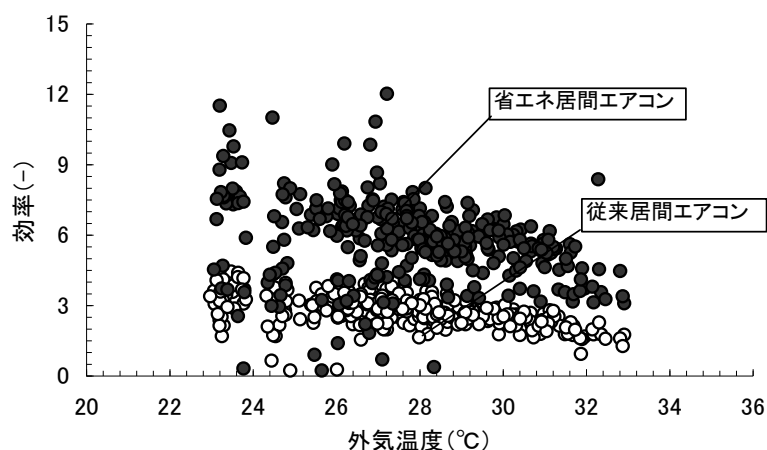


図 8.8.3 夏期 居間エアコンの運転効率の比較

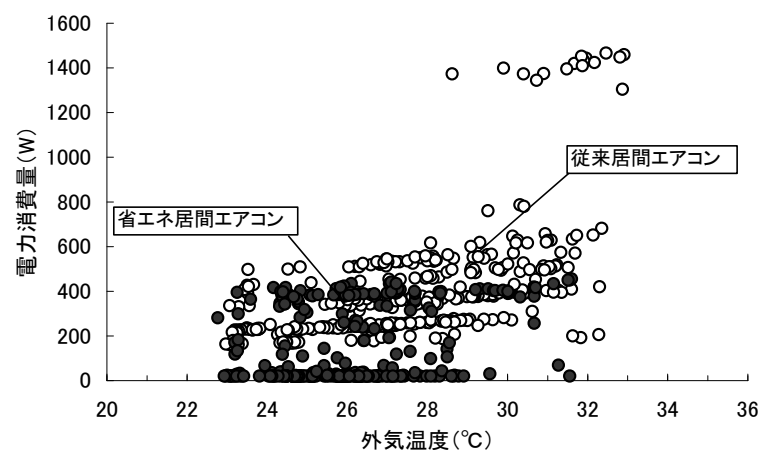


図 8.8.4 夏期 居間エアコンの電力消費量の比較

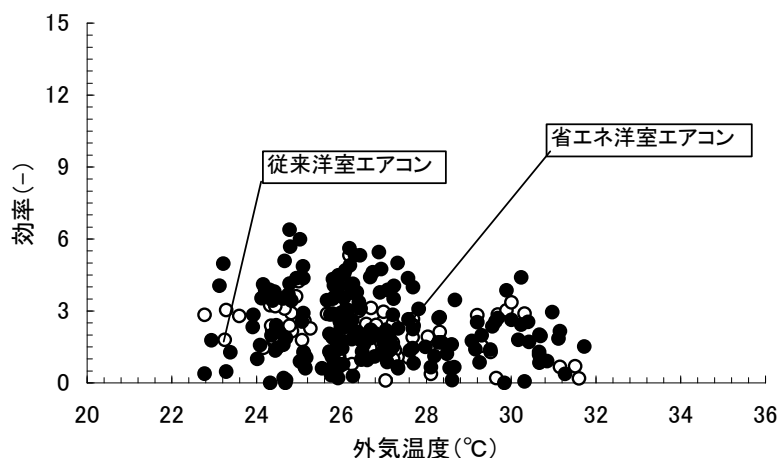


図 8.8.5 夏期 洋室1エアコンの運転効率の比較

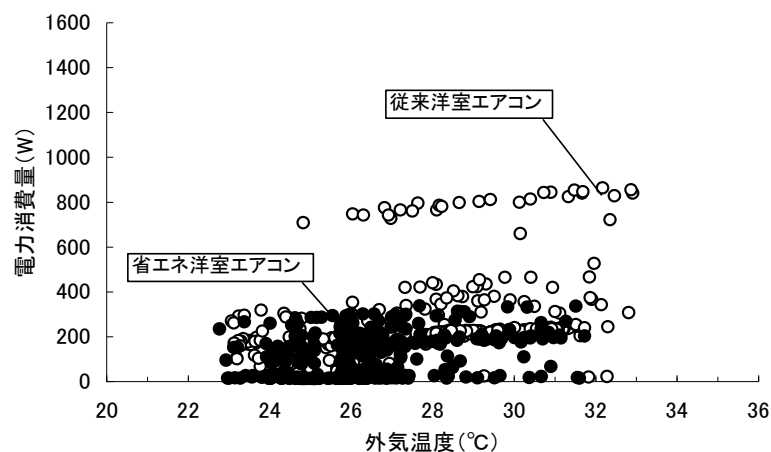


図 8.8.6 夏期 洋室1エアコンの電力消費量の比較

2) 冬の運転効率

図 8.8.7 に冬期における居間のエアコンの外気温度と運転効率の関係を示す。外気温度の上昇と共に効率が若干改善される傾向があるが、ほとんど変化がない。省エネ型の効率は従来型に比べ 1.0 程度良い。

図 8.8.8 に外気温度と電力消費量の関係を示す。夏期とは異なり、200W～500W の領域にほとんど分布している。暖房時の電力消費量は外気温度と負の相関があることが予想されるが、その傾向は弱い。

冬期と夏期を比較した場合、冬期は外気温度と運転効率および電力消費量の相関関係が弱い。また運転効率も悪い結果となった。一般にエアコンの能力や運転効率は冷房時に比べ暖房時のほうが優れていることが知られている。

実証実験においては、これとは逆の結果が得られたが、その原因の一つは実証実験住宅の冷房と暖房負荷の大きさ(期間負荷量ではなく、パワー)の違いにあると推察される。

図 8.8.9 は「負荷率」を「定格能力」に対する「供給全熱量」の比とし

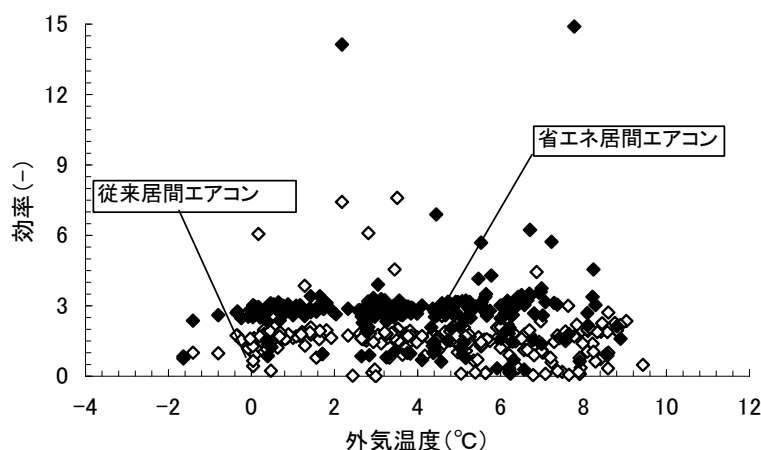


図 8.8.7 冬期 居間エアコン運転効率の比較

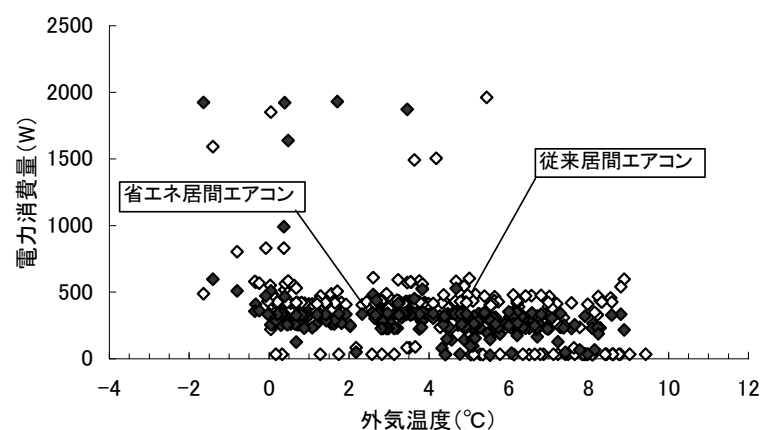


図 8.8.8 冬期 居間エアコンの電力消費量の比較

て定義し、従来住戸の居間における発生頻度を暖房時と冷房時と比較したものである。暖房時の負荷率は 0.2 を中心に分布し、大部分が 0.3 以下である。冷房時は 0.3 を中心に暖房時より広い領域に分布し、大部分が 0.7 以下である。

すなわち、冷房時の負荷率のほうが大きい。エアコンの特性として低負荷時に効率が悪くなることが知られているが、暖房時は低負荷運転間が長い。低負荷時にエアコンはコンプレッサーの発停を繰り返し、送風のみで運転する時間も長くなる。その結果冬期の効率が夏期より悪化したと考えられる。また、実証実験住戸は断熱、気密性に優れ、熱容量も大きいいため、冬期に外気温度が多少変動しても暖房負荷は大きく変動しない。従って外気温度とエアコンの電力消費量の相関が夏期ほど明確ではなくなったと考えられる。

図 8.8.10 は、試験的に実験住宅の窓を全開して暖房負荷が高い状態とし、24 時間連続で居間のエアコンを運転した場合の効率である。効率は 0.5 程度改善され、特に省エネ型のエアコンでは効率のばらつきが小さくなる。

図 8.8.11 に冬期における洋室 1 の運転効率と外気温度の関係を示す。省エネ型の効率が外気温度の低い領域で若干良い場合があるが大きな差は認められない。外気温度と効率の相関は低く、居間と同様の傾向である。

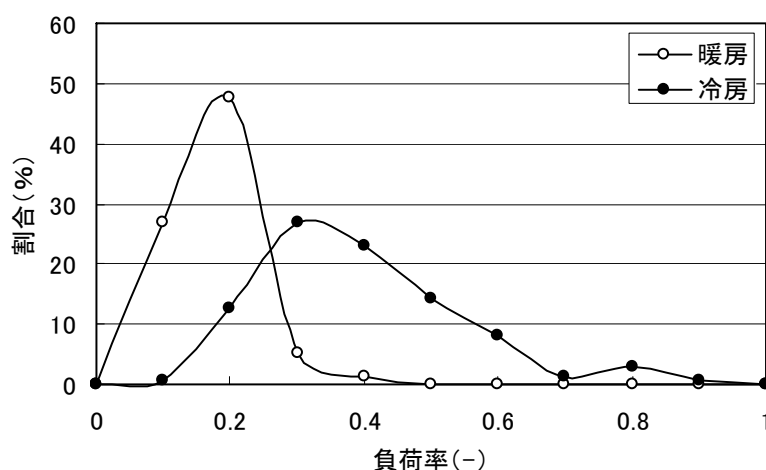


図 8.8.9 従来住戸居間エアコンの負荷率の分布

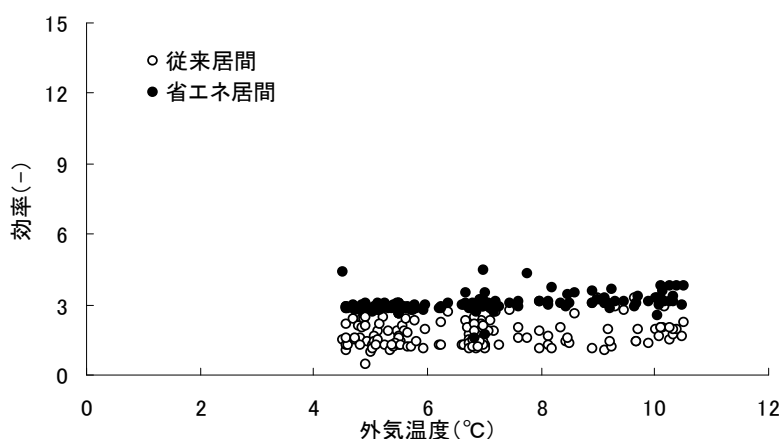


図 8.8.10 連続運転時の居間エアコンの効率

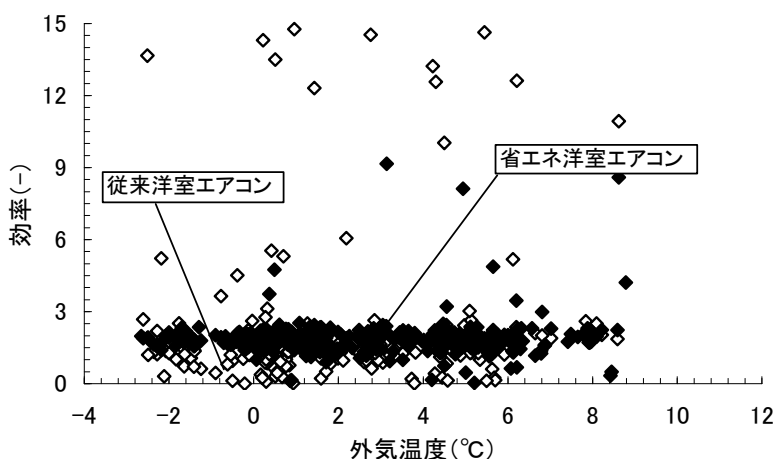


図 8.8.11 冬期 洋室1エアコン運転効率の比較

図 8.8.12 は電力消費量の比較である。省エネ型のアコンは約 200W の領域に集中している。従来型は約 500W を中心に分布している。両住戸とも外気温度と電力消費量の相関は弱く、居間と同じ傾向を示す。

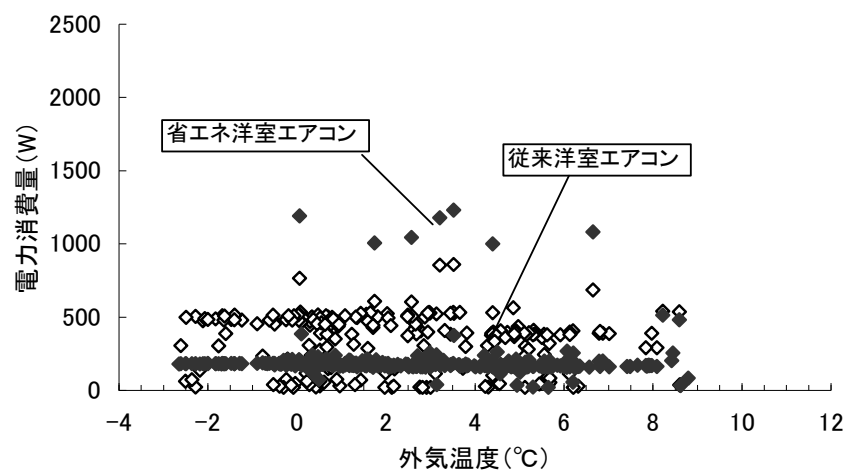


図 8.8.12 冬期 洋室1エアコンの電力消費量の比較

8.8.4 まとめ

実使用状態を模擬した状態でエアコンを運転し、省エネ型と従来型あるいは夏期と冬期で運転効率や電力消費量を比較した。夏期は外気温度と運転効率の正の相関が明確で、明らかに省エネ型の運転効率が優れていた。これに対して冬期は外気温度との負の相関が不明確で、省エネ型と従来型の差も小さかった。このような差の一因は、実証住戸の暖房負荷と冷房負荷の大きさの違いであると考えられた。すなわち、省エネ機器の利点を最大限に発揮させるためには、室内の負荷に見合った容量の機器を選定することが重要と言える。

8.9 床暖房時のエネルギー消費

8.9.1 床暖房実験概要

実証実験住宅の居間部分に敷設した床暖房パネルを使用し、冬季の床暖房実験を行った。

図 8.9.1 に、床暖房運転時のパネル流水行き温度、帰り温度、流量の経時変化を示す。床暖房は、エアコンと異なり、ON-OFF を頻繁には行わず、運転スケジュールは昼間の長期外出時間と夜間を除き、連続運転を行っている。

運転時の床への流水量を見ると、深夜の非運転時にも流水がある。これは、冬季の凍結防止の措置と考えられる。従来型住戸と省エネ型住戸を比較した場合、省エネ型住戸の方で凍結防止のための流水(水の循環)が頻繁に見られたが、これは住戸の立地、もしくは給湯器周りの凍結防止用温度測定部分の環境の違いがあったと考えられる。

床暖房運転開始時から、床への温水供給が開始され、約 40 分間の運転以降、間欠運転に移行しており、室温が競って温度に達したものと考えられる。間欠運転は、20 分ごとに行われ、その際の運転時間は数分であり、負荷に対応しているものと考えられる。

図 8.9.2 は、床暖房時の室内温度とガスの消費量を示している。なお、従来型住戸のガス消費量には、給湯への消費量も含まれている。(省エネ型住戸への給湯は CO₂HP による実験)

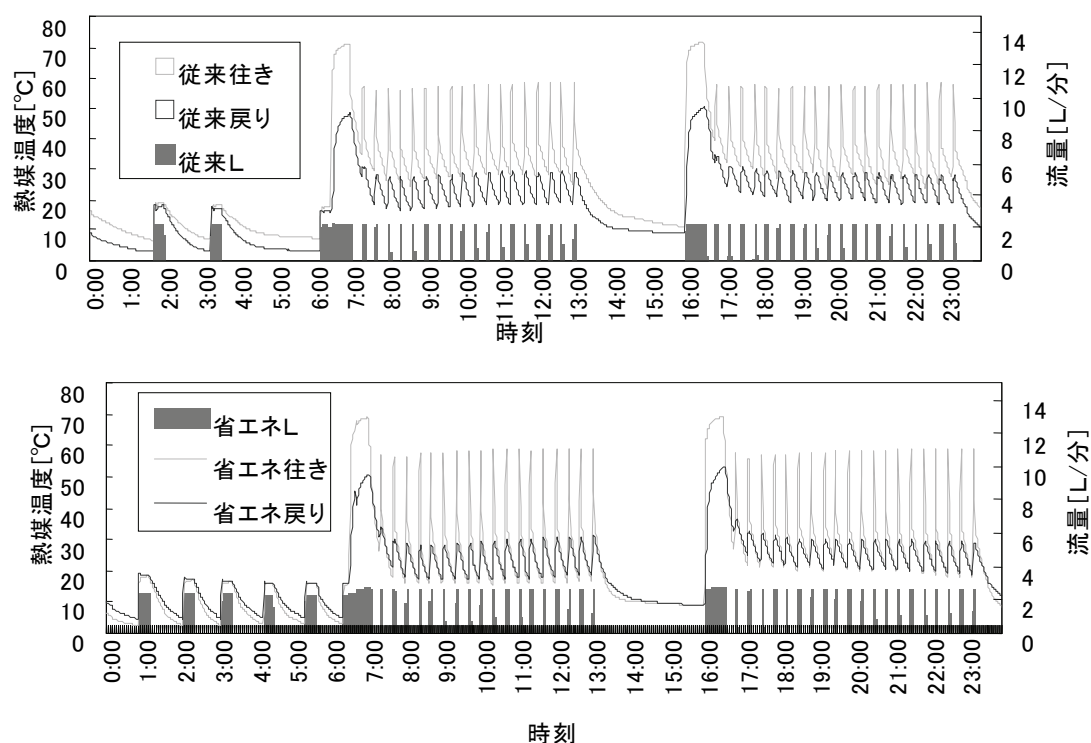


図 8.9.1 床暖房時の流水温度と流量

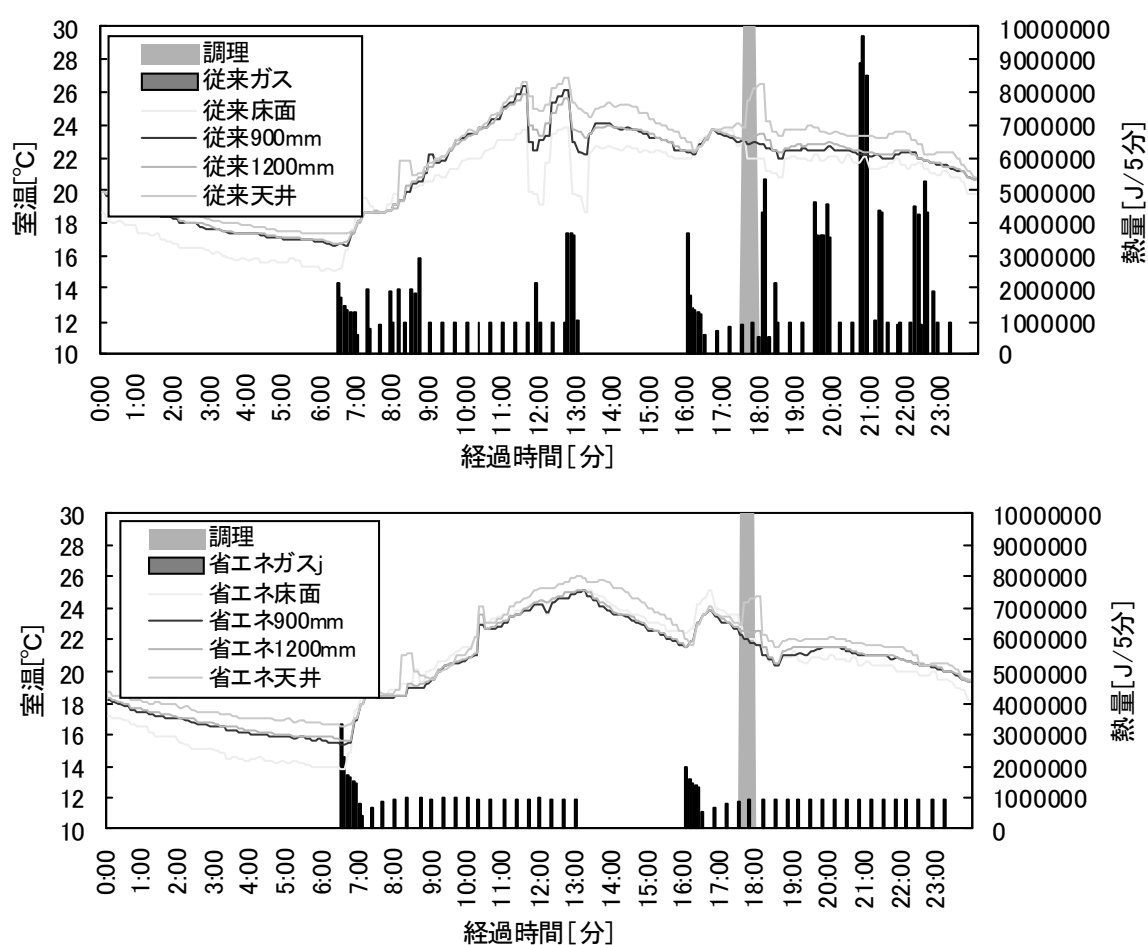


図 8.9.2 床暖房時の室温と消費熱量の変化

床暖房開始後ガス消費量は大きくなり、室温も上昇する。ガスの消費量は、運転開始直後は 3000～4000kJ/5 分であるが、徐々に低下し間欠運転時には 1000kJ/5 分程度に落ち着き、20 分間隔での消費が繰り返されている。床暖房時の床表面温度の分布を見ると、床面 9 点の温度は、暖房開始以降上昇し、最大 5 度程度の温度差が生じている。その後温度は低下するが、間欠運転開始時は、床表面温度が 25～30℃の範囲で推移している。

床暖房停止後は、各部の温度差は減少している。深夜の運転停止以降徐々に床面温度は低下しているが、最も低い早朝でも、20℃程度にとどまっていた。

図 8.9.4 は、床暖房運転時に、床パネルへの供給熱量(行き帰り温度差×流量×水の比熱)とガスの消費量を比較し、運転時の給湯器の熱効率を求めたものである。

床暖房運転開始直後、熱効率は80%前後であったが、間欠運転時には50%～60%に低下している。これは、間欠運転時にガスの燃焼、停止によるロスが生じている物と考えられる。また、パネルへの供給熱量を、行き帰りの温度差で求めているが、間欠運転の運転開始時には、パネルへの往きの水温が、燃焼直後とはいえ屋外配管で冷えてい他のに対し、帰りの水温は、室内床パネルにたまっていた温度であるため、正確な燃焼による加熱量を表していないためと考えられる。これは、省エネ型住戸の方が断熱性が高く、室内の温水パネルにためられていた水温があまり低下せず、見かけ上省エネ型住戸の給湯器の方が、効率が低く現れることの要因になっている。

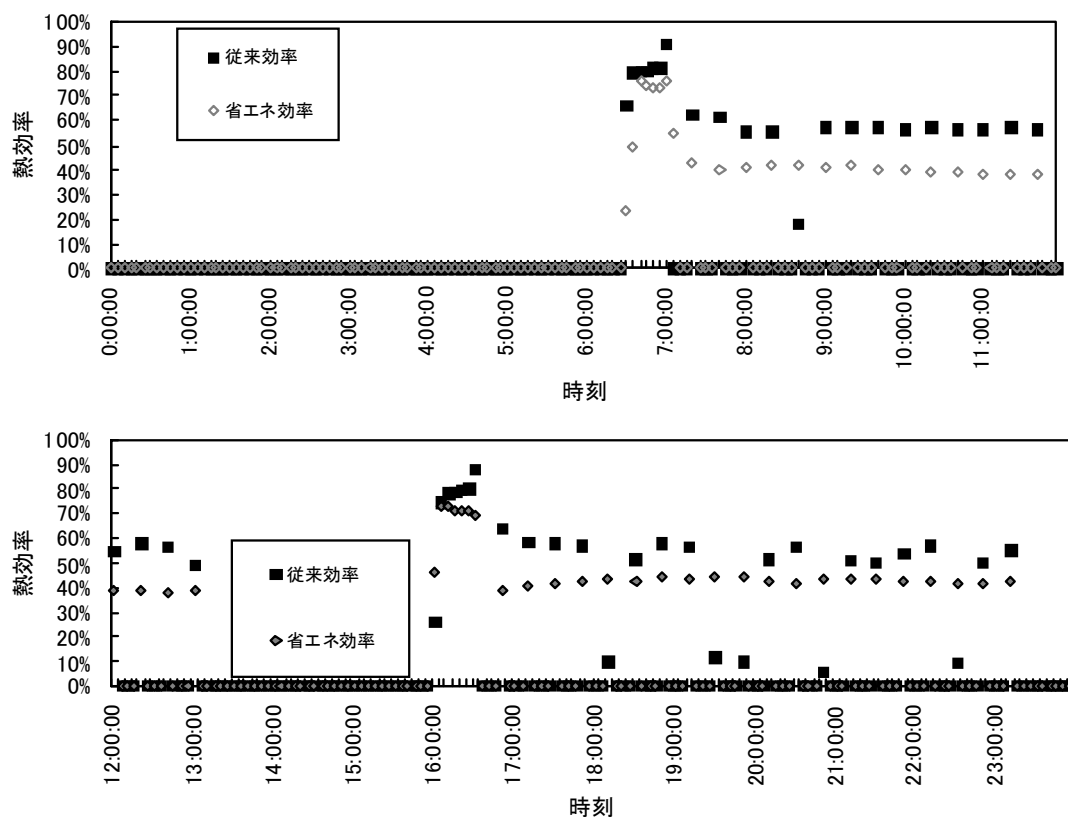
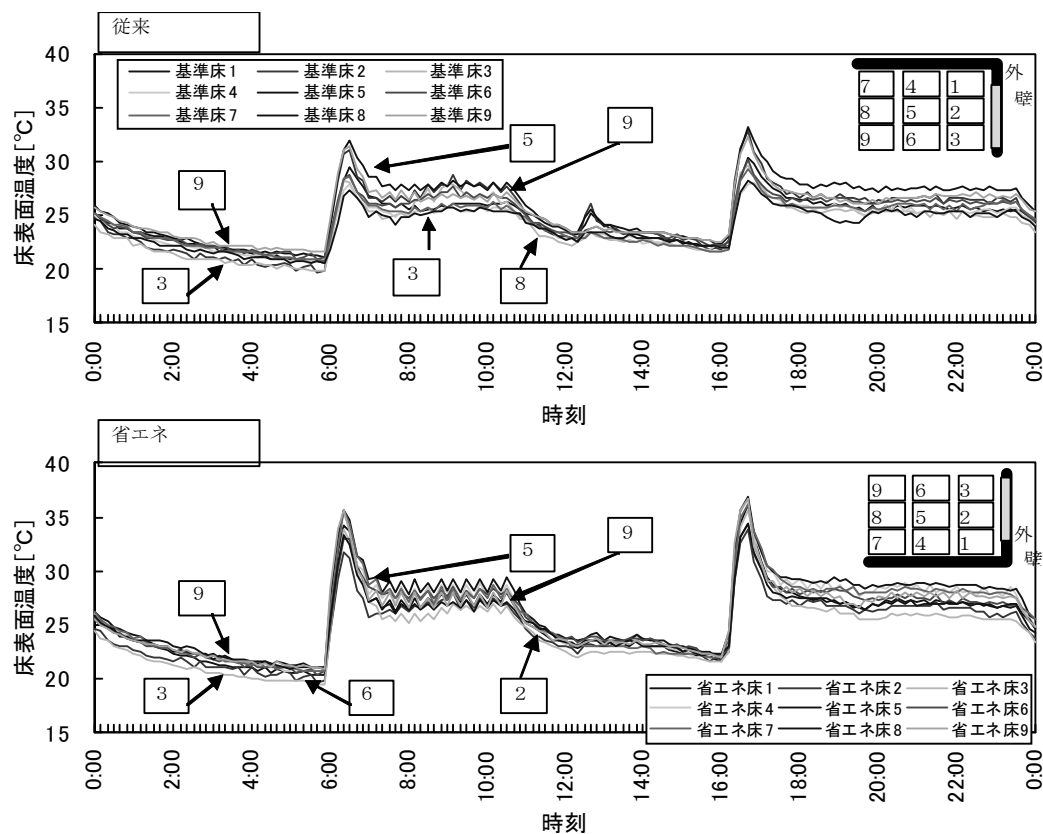


図 8.9.5 は、床暖房とエアコンによる暖房時のエネルギー消費量を比較した結果を示している。どの条件でも、外気温度の低下によってエネルギー消費量は増加するが、その傾向はエアコンの方が大きく、外気温度の低下によるエアコンの熱効率の低下が要因と考えられる。従来型住戸と省エネ型住戸を比較すると、エアコンでは従来型住戸よりも省エネ型住戸の方がエネルギー消費量が少ないが、床暖房の場合には逆の関係になっている。エアコンと床暖房のエネルギー消費量を比較すると、エアコンの方が床暖房よりも少ない消費ではあるが、外気温度が低ければ低いほど両者のエネルギー消費量の差が小さくなっている。

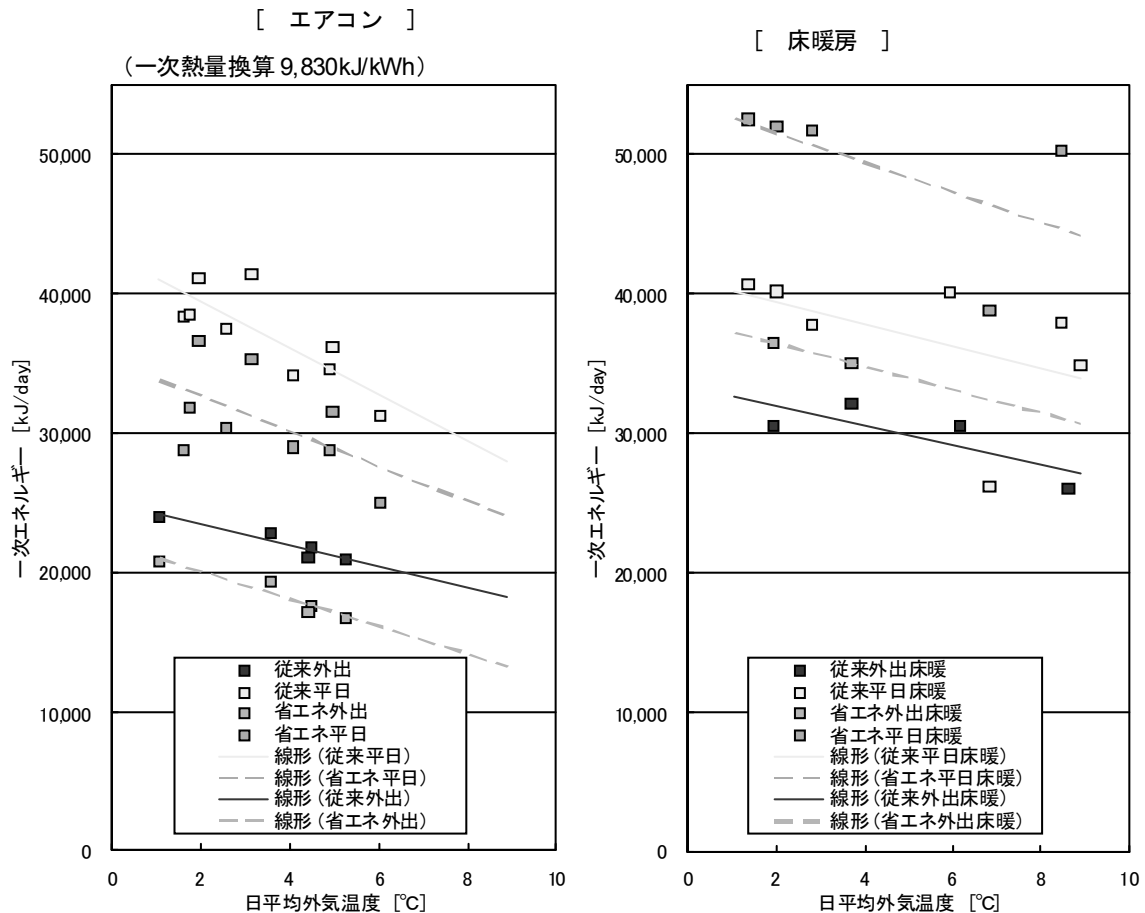


図 8.9.5 一日の暖房エネルギー消費 (実証実験-居間)

て6月～9月のエアコン電力消費量、冷房負荷量を推定した結果である。特に6月と9月の省エネルギー効果が高いことが分かる。

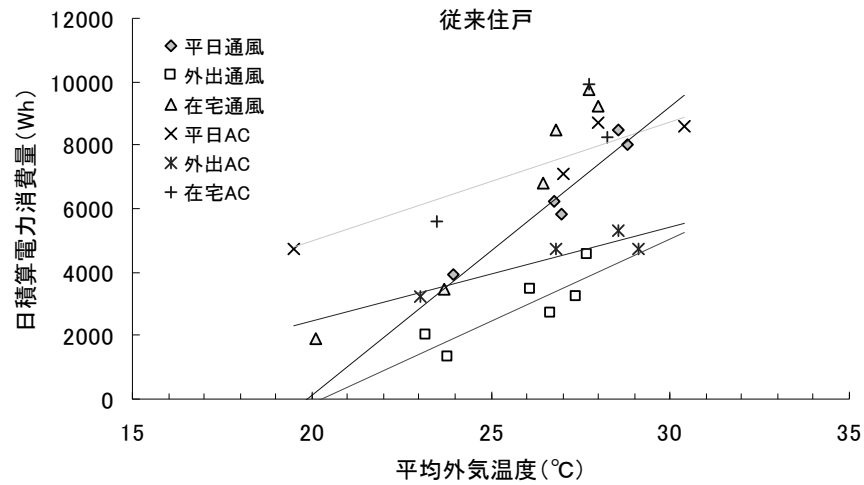


図 8.10.1 従来住戸 通風モードとACモードの電力消費量の比較

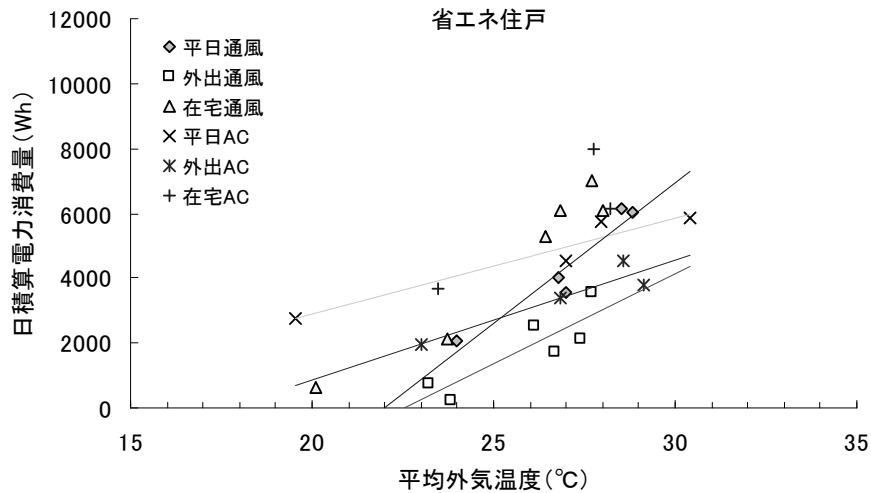


図 8.10.2 省エネ住戸 通風モードとACモードの電力消費量の比較

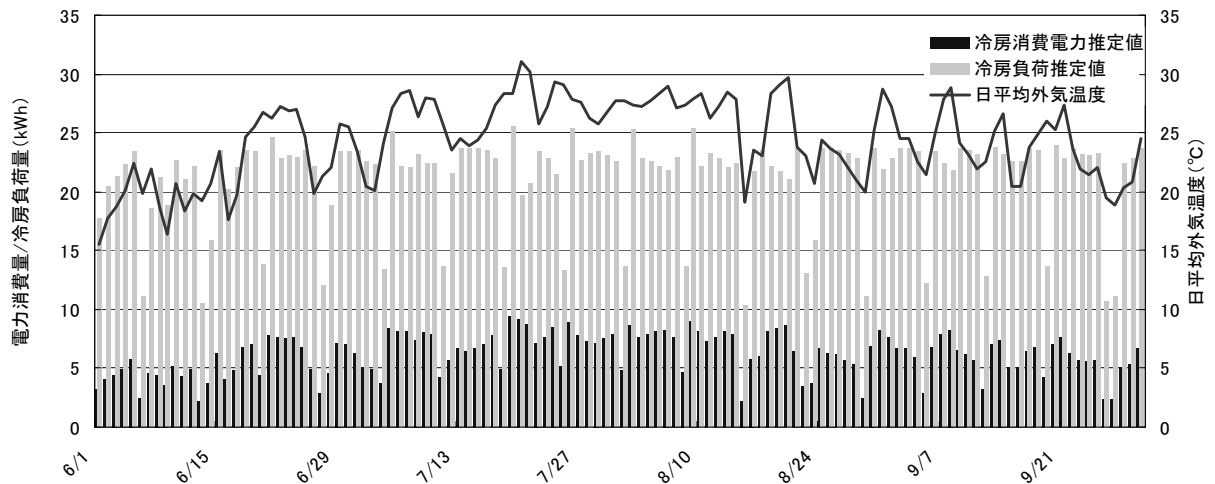


図 8.10.3 ACモードの冷房消費電力量と冷房負荷量の推定結果

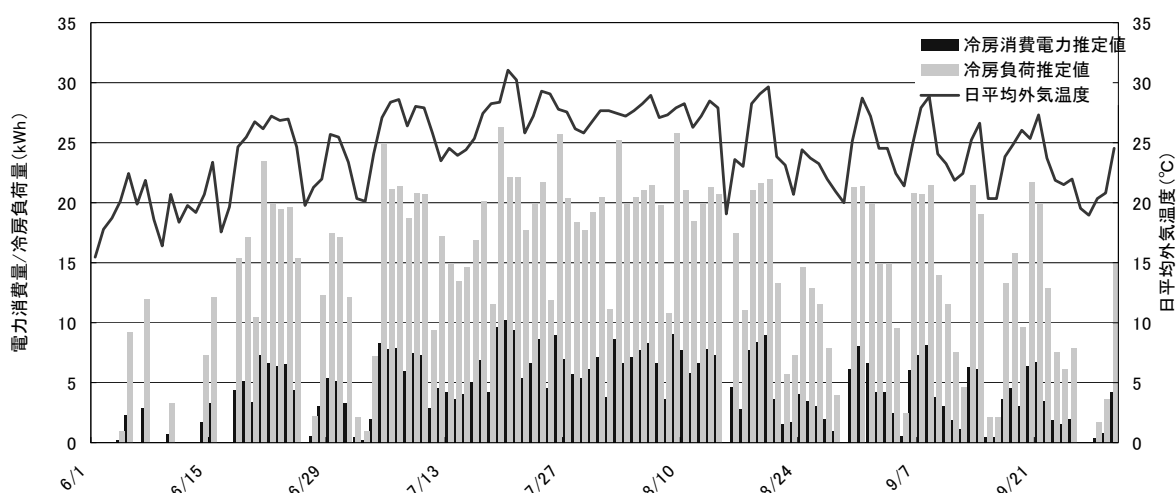
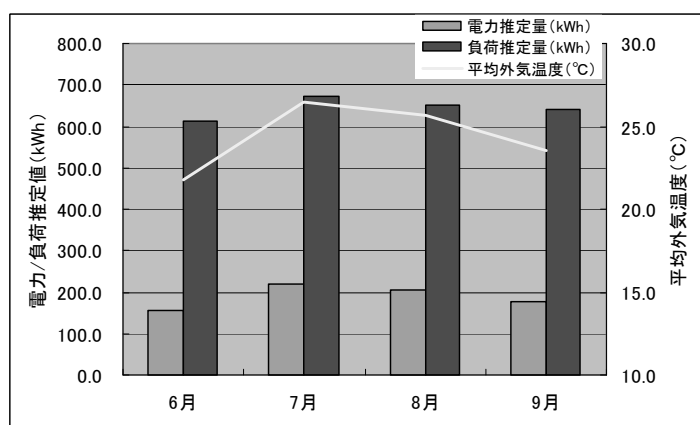


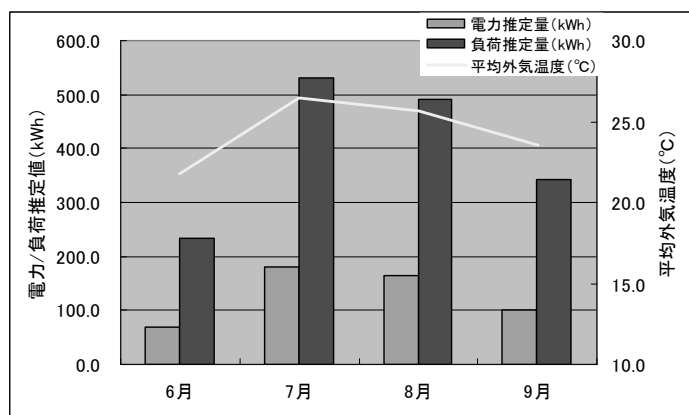
図 8.10.4 通風モードの冷房消費電力量と冷房負荷量の推定結果

図 8.10.5 と図 8.10.6 は、両モードの月別のエアコン電力消費量と冷房負荷量を比較した結果である。この試算の結果、実証住宅における通風の冷房用電力消費量の削減効果は約 30%となった。



ACのみ	6月	7月	8月	9月	合計
電力推定量(kWh)	155.0	219.2	205.8	175.8	755.9
負荷推定量(kWh)	610.9	672.5	650.0	639.8	2573.2
平均外気温(°C)	21.8	26.5	25.7	23.5	-

図 8.10.5 ACモード 月別電力量、冷房負荷量推定結果



通風併用	6月	7月	8月	9月	合計
電力推定量(kWh)	69.2	180.9	163.7	101.2	515.0
負荷推定量(kWh)	234.8	531.6	490.5	342.5	1599.3
平均外気温(°C)	21.8	26.5	25.7	23.5	-

図 8.10.6 通風モード 月別電力量、冷房負荷量推定結果

8.11 給湯機種別とエネルギー消費

8.11.1 給湯エネルギー

住宅内のエネルギー消費の内、給湯に費やされる熱量は、住宅内で消費されるエネルギー量の約 1/3 を占める。住宅内のエネルギー消費削減を考える上で給湯用エネルギー消費の高効率化は必要不可欠であり、実証実験においてもその重要性は高い。

本節では、実証実験の対象とした従来型給湯機、並びに 4 種類の省エネルギー型給湯システムによる家庭内の給湯用エネルギー消費量削減効果について報告する。

実証実験では、住宅内でのエネルギー消費を、平日と休日、給湯量の組み合わせで 6 パターンの生活スケジュール(修正 M1 モード^{参 1})に従って再現しており、年間の消費量試算に当たっては、曜日や給湯使用量の想定を具体的な年間スケジュールに当てはめる必要がある。また、給湯にともなうエネルギー消費には、給湯量のみならず外気や室温、水温、機種によっては過去の給湯履歴等が影響するため、年間の消費量を算出する上で外部気候や水温を条件とした補正を行う必要がある。そこでここでの試算では 2005 年のカレンダーに従った曜日と祝祭日と東京大手町のアメダス標準気象データによる気象条件の設定で年間消費量の予測を行った。

8.11.2 給湯用エネルギー消費の算出

実証実験では、給湯用の省エネルギー技術として「潜熱回収型給湯機」、「自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機」(以降 CO₂HP)、「自然循環型太陽熱給湯システム」(以降自然循環型)、「強制循環型太陽熱給湯システム」(以降強制循環型)の 4 システムを使用し、従来型のガス給湯機との比較を行った。なお太陽熱給湯システムは、補助用の給湯設備として潜熱回収型ガス給湯器を組み合わせで使用している。

1) ガス給湯機のエネルギー消費効率

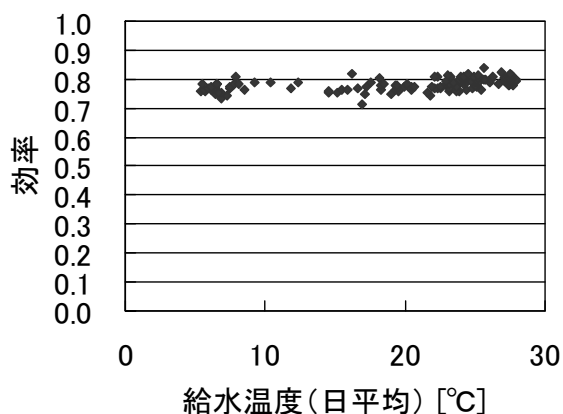


図 8.11.1 従来型ガス給湯機の給水温度と効率の関係

図 8.11.1 は、実証実験での従来型ガス給湯機の効率と給水温度との関係を示している。ここでの効率は、給湯機出口の湯温と給水温度との差に流量を積算したものを給湯熱量とし、ガスの消費熱量で除した値である。従来型ガス給湯機の効率は、給水温度による影響はほとんど見られず全実験期間を通じ 0.8 程度であった。また同様に外気温、給湯量等との関係も調べたが、本実験結果では効率に大きな影響を与える因子は見いだせなかった。しかしながら、予備実測を行った際^{参 1}、長時間出湯を続け給湯開始 5 分後以降の効率を測定した結果では、0.8 を上回



従来型ガス給湯機



潜熱回収型ガス給湯機



CO₂HP給湯機



強制循環式太陽熱給湯機



自然循環式太陽熱給湯機

写真 8.11.1 実証実験に使用した給湯システム

表 8.11.1 実証実験で行った6日間の給湯パターン (修正MET*)

スケジュール	給湯量	一ヶ月間の発生数	台所	出湯場所ごとの給湯量 [L/日]			合計
				浴室(湯張)	浴室(シャワー)	洗面	
平日	大	11日	120	150	140	60	470
平日	小	11日	100	150	80	50	380
休日在宅日	大	2日	160	150	140	100	550
休日在宅日	小	4日	200	150	200	100	650
休日外出日	大	1日	10	0	200	30	240
休日外出日	小	1日	10	150	200	20	380

表 8.11.2 ガス給湯機性能

	従来型	潜熱回収型
最大能力	69.5kW	68.7kW
給湯能力	52.3kW(24号)	52.3kW(24号)
暖房能力	17.2kW	16.4kW
暖房出力	14.0kW	14.0kW
定格消費電力	360/380W	285/360W
凍結防止ヒータ	150W	200W

る効率が得られていた。すなわち、ガス給湯機の場合、短時間の出湯の場合には熱効率が落ちるものの、給湯用との平均で見れば給水温度や給湯量

による影響は少なく、安定した効率が得られるものと考えられる。またこの傾向は「潜熱回収型ガス給湯機」の効率についても同じで、実験期間を通してほぼ一定の効率が得られた。この結果を用い、年間の給湯用エネルギー消費量の算出には、表 8.11.3 にす実験期間の効率の平均値を用いることにた。

給湯用エネルギーの年間試算にあたっては、前述のように外界条件が関係するため、給湯方式毎に実証実験の結果からエネルギー

一消費量を推定する近似式を作成し、前述の標準気象データを用いた算出を行った。実証実験では、給湯時の出湯温度は浴室をはじめ、洗面や台所での使用など全ての湯の使用温度を42℃一定(給湯機出口温度)とし、想定した生活スケジュールに従った出湯を行っている。年間の消費量試算にあたっては、表 8.11.1の実験スケジュール6種から、平

日休日の別と給湯使用量を組み合わせて1年の消費スケジュールを作成し算出した。

表 8.11.3 試算に用いたガス給湯機のエネルギー消費効率

給湯機の効率	従来型ガス給湯機	:0.780
	潜熱回収型ガス給湯機	:0.922

2) CO₂HP 給湯機のエネルギー消費効率

CO₂HP 給湯機に関しては、電力の消費、すなわち日々の貯湯量が、過去一週間の給湯熱量から算出された予想必要貯湯量と、その予測された必要貯湯量に対して使用量が大きく、湯切れの可能性がある場合に追加される沸き増しによって生じる。このため、年間の消費量予測は複雑で、重回帰による線形の近似には問題がある。しかしながら、要因毎の効率との相関も図 8.11.2に示すように見られる。

そこで、実証実験がほぼ一年を通して行われたことから、実験データの近似式によっておおよ

表 8.11.4 CO₂HP給湯機性能

定格消費電力	1.44kW
冬期高温加熱消費電力	2.00kW
冷媒封入量	1.15kg
設計圧力(高/低)	14.0/8.5MPa
タンク容量	370L
沸上温度	約65℃～約90℃

その消費量予測は可能であると考え、過去一週間の消費熱量、給水温度、外気温度、給湯量を説明変数とした回帰式を作成した。その結果、回帰式の実証実験結果に対する重相関係数(r)は0.86で、年間の消費量をおおよそ説明しうると考える。

表 8.11.5 CO₂HP給湯機のエネルギー消費効率

回帰統計		
重相関 R	0.860	
重決定 R ²	0.739	
標準誤差	0.324	
観測数	40	
	係数	標準誤差
給湯熱負荷[kJ]	5.04×10^{-5}	8.4×10^{-6}
消費熱量割合 [算出日の給湯熱量/過去一週間の給湯熱量平均]	0.286	0.638
平均給水温度[℃]	0.100	0.026
外気温度(0～6時)[℃]	0.019	0.022
昼使用割合 [7時から19時までの給湯熱量/過去一週間の給湯熱量平均]	-6.847	2.760

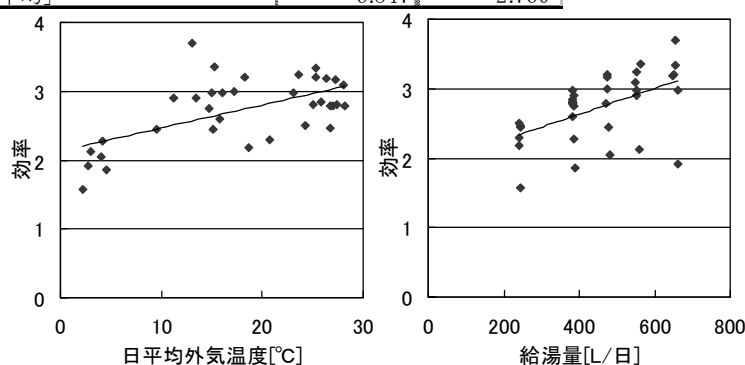


図 8.11.2 外界条件とCO₂HP給湯機効率の関係

3) 太陽熱給湯機利用時のエネルギー消費

給湯への太陽熱給湯機の利用では、得られた熱量を充分に使用できるよう図 8.11.3 のようなガス給湯機との連携を行った。太陽熱給湯機からの給湯温度が 42°C 以上の場合、ガス給湯機を介さず(混合湯水栓部分で 42°C に調整されることを想定)給湯される。給湯温度が 42°C を下回った場合、ガス給湯機の最小加熱能力の問題から 35°C まで温度を下げてガス給湯機を通して給湯される。太陽熱給湯機を利用した場合の年間エネルギー消費量の算出にあたっては、必要とする給湯への熱量に対して、どの程度太陽熱給湯機からの熱量を利用できるか(以降太陽熱利用率とする)を予測することで求める。

図 8.11.4 は、日積算日射量と太陽熱給湯機の利用率の関係を強制循環型太陽熱給湯機と自然循環型太陽熱給湯機について示している。どちらの方式の場合でも、日積算日射量が多い場合に太陽熱給湯機の利用率が大きくなっている。

そこでこの日積算日射量と、給水温度、給湯量、外気温度を説明変数に用い、太陽熱給湯機の利用率の重回帰分析を行った。

表 8.11.7、表 8.11.8 に強制循環型太陽熱給湯機と自然循環型太陽熱給湯機の利用率重回帰結果を示す。強制循環型太陽熱給湯機の回帰では高い相関が得られなかったが、消費量のおおよその予測が可能と思われる。

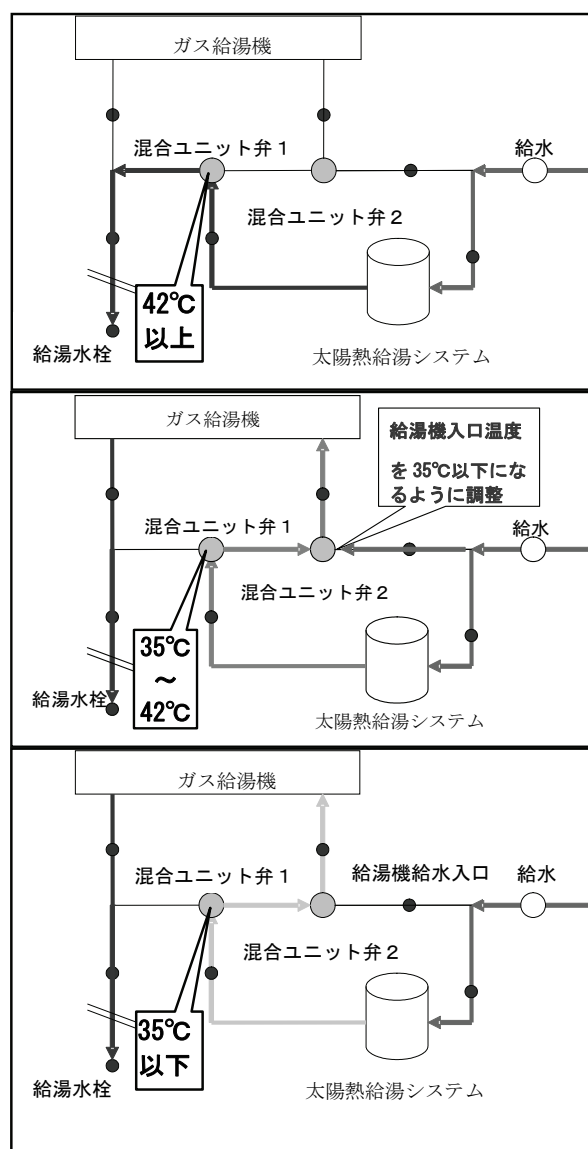


図 8.11.3 太陽熱給湯機とガス給湯機の連携(三方弁と混合弁による経路・湯温調整)

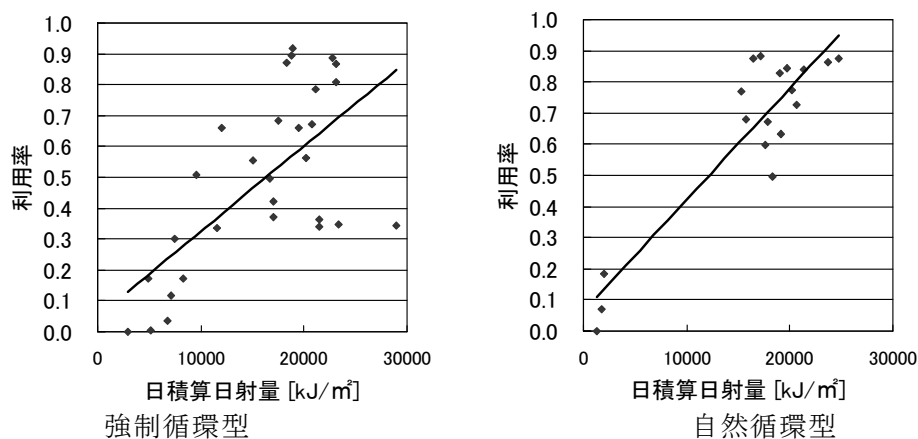


図 8.11.4 日積算日射量と太陽熱給湯器利用率

4) 給湯機の使用に伴う電力消費

ガス給湯機及び太陽熱給湯機の使用時には、電力消費を伴う。待機電力、ファンやポンプの動力、冬期の凍結防止用のヒーターやポンプ使用にともなう電力消費である。

図 8.11.5 は、強制循環型太陽熱給湯機の午前0時から午前6時までの間の電力消費量と日平均外気温度との関係を示している。

日平均外気温が8℃以上の場合、電力消費量はほぼ一定であり、システムの待機電力によって生じていると考えられる。それに対し、日平均外気温度が8℃以下になる場合には、夜間の電力消費量が増加し、日平均外気温度が0℃近くの日には、700Whを超える電力が消費されている。

これら待機電力及び凍結防止ヒーター等の電力消費を給湯量及び外気温度を説明変数に回帰式を作成し年間の給湯用電力消費量の算出を行った。

表 8.11.9 に CO₂HP を除く給湯機の電力消費結果を示す。最も電力の消費が大きい強制循環型太陽熱給湯機の場合、1 次エネルギー換算でガス消費量の1 割程度の消費があり、全体の省エネルギー性能を損なう要因となっている。

表 8.11.6 太陽熱給湯機

強制循環	形式	二重管 真空ガラス管式
	1ユニット寸法	188×615×3030
	構成	4ユニット
	熱媒	不凍液
自然循環	真空集熱管	16本
	有効集熱面積	3.64[m ²]
	有効採湯量	320[L]
	寸法	W2674×L2460×H177
	集熱体	特殊ステンレス鋼(高性能選択吸収膜処理)
	透過体	ガラス(直径126mm)

表 8.11.7 強制循環型太陽熱給湯機の利用率

回帰統計		
重相関 R	0.690	
重決定 R ²	0.476	
標準誤差	0.224	
観測数	29	
	係数	標準誤差
切片	0.0806	0.2288
給湯量[L]	-0.0004	0.0003
水温[℃]	0.0252	0.0301
外気温度[℃]	-0.0208	0.0255
日積算日射量[kJ/m ²]	2.96×10^{-5}	6.61×10^{-6}

表 8.11.8 自然循環型太陽熱給湯機の利用率

回帰統計		
重相関 R	0.967	
重決定 R ²	0.935	
標準誤差	0.082	
観測数	18	
	係数	標準誤差
切片	0.0271	0.1101
給湯量[L]	-7.06×10^{-5}	0.0002
水温[℃]	0.0014	0.0117
外気温度[℃]	0.0112	0.0102
日積算日射量[kJ/m ²]	2.43×10^{-5}	3.83×10^{-6}

表 8.11.9 給湯機の年間電力消費量

給湯器	電力消費量	比率
従来型ガス給湯機	89,325Wh	1.000
潜熱回収型ガス給湯機	22,963Wh	0.257
強制循環型太陽熱給湯機	155,423Wh	0.260
自然循環型太陽熱給湯機	90,096Wh	1.009

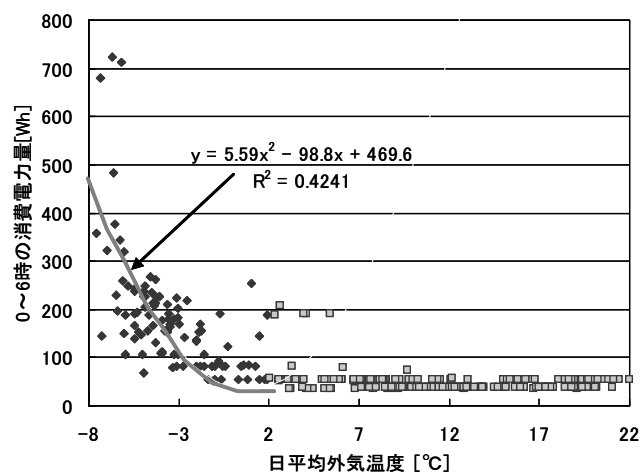


図 8.11.5 強制循環型太陽熱給湯機の夜間消費電力と日平均外気温度の関係

8.11.3 まとめ

表 8.11.10 に、前述した給湯設備毎のエネルギー消費量予測手法に従い算出した年間の給湯用エネルギー消費量試算結果を示す。従来型住戸における給湯用エネルギー消費に対し、省エネルギー型給湯システムを用いることで、18～47%程度のエネルギー消費削減が予測された。本実証実験の中で最も削減量が大きかったのは、「自然循環型太陽熱給湯システム」で、給湯用エネルギー消費をほぼ半減することが可能であった。太陽熱給湯機の利用は、ランニングのエネルギー消費削減の観点からは、より大きな容量の給湯設備を導入することで、より大きな削減が可能ではあるが、導入コストの観点からは、住宅の給湯量に応じた適切な容量の設定が必要になる。特に、今回の実験では太陽熱給湯機に蓄えられた熱量を出来るだけ使用できるような給湯給水回路を設置したが、住宅への普及の観点からは、より簡易かつ低コストで接続及び導入が行える必要があり、住宅の計画段階で、設置位置、及び必要容量の設計を行う必要がある。

表 8.11.10 給湯用1次エネルギー消費量削減効果

年間給湯負荷		18.51 [GJ/年]	
		ガス[GJ/年]	電力[GJ/年]
給湯システム	従来型	23.74	0.88
	潜熱回収型	20.08	0.23
	CO ₂ HP	—	16.67
	太陽強制	15.26	1.53
	太陽自然	12.26	0.89

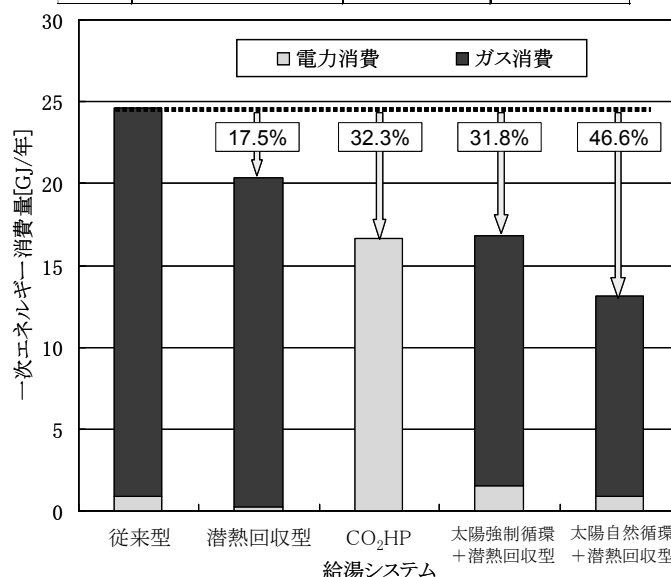


図 8.11.6 給湯用熱源別の年間エネルギー消費量試算結果

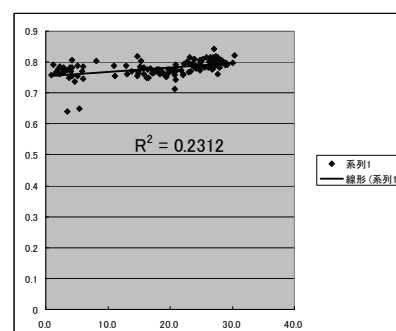
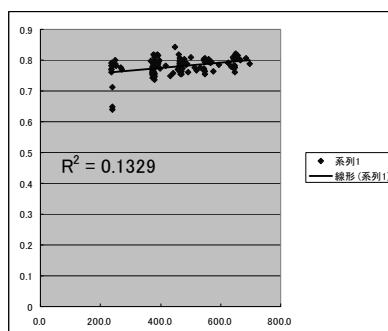
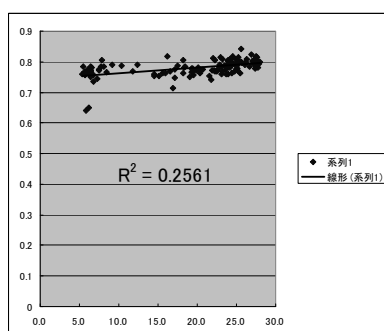
従来型ガス給湯器

■ 効率

Ave: 0.7799

回帰: $y = 25206.9257 - 1124.073835 \times T_{\text{給水}} + 94.36026957 \times L_{\text{給湯量}} - 412.7436824 \times T_{\text{外気}}$

□ 単相関



□ 重回帰

回帰統計	
重相関 R	0.613237
重決定 R2	0.37606
補正 R2	0.361085
標準誤差	0.021294
観測数	129

分散分析表

	自由度	変動	分散	割られた分散	有意 F
回帰	3	0.034163	0.011388	25.11323	8.76E-13
残差	125	0.056681	0.000453		
合計	128	0.090844			

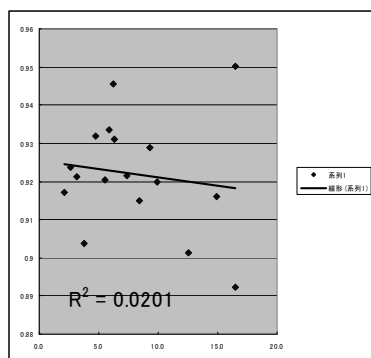
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	0.711312	0.009099	78.17451	5.4E-108	0.693304	0.72932	0.693304	0.72932
給水温度	7.71E-05	1.58E-05	4.87692	3.21E-06	4.58E-05	0.000108	4.58E-05	0.000108
給湯量	0.001427	0.00102	1.399052	0.164274	-0.00059	0.003445	-0.00059	0.003445
外気温	0.000286	0.000843	0.339824	0.73456	-0.00138	0.001954	-0.00138	0.001954

潜熱回収型 ガス給湯器

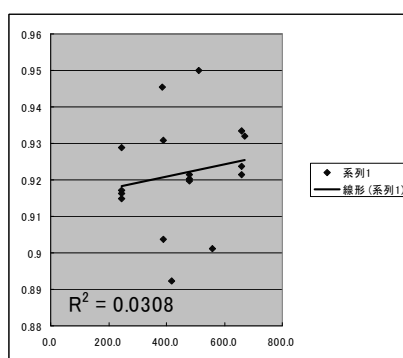
■ 効率

Ave: 0.922

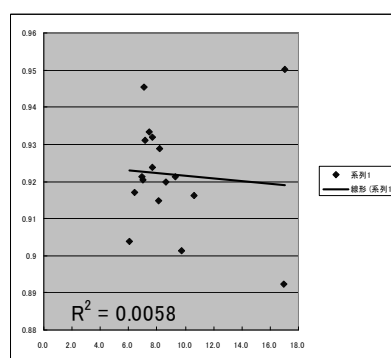
□ 単相関



給水温度と効率



給湯量と効率



外気温度と効率

□ 重回帰

回帰統計	
重相関 R	0.213232
重決定 R2	0.045468
補正 R2	-0.17481
標準誤差	0.015947
観測数	17

分散分析表

	自由度	変動	分散	調整された分散	有意 F
回帰	3	0.000157	5.25E-05	0.206412	0.890132
残差	13	0.003306	0.000254		
合計	16	0.003464			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	0.917196	0.016276	56.35113	6.38E-17	0.882033	0.952359	0.882033	0.952359
給水温度	1.33E-05	2.84E-05	0.468573	0.647135	-4.8E-05	7.47E-05	-4.8E-05	7.47E-05
給湯量	0.000404	0.002676	0.151055	0.882251	-0.00538	0.006185	-0.00538	0.006185
外気温度	-0.00062	0.001889	-0.32691	0.748938	-0.0047	0.003463	-0.0047	0.003463

これまでの実証実験では、給湯設備を湯の使用のみに使用しており、入浴時における追い炊きや、床暖房への利用は行っていない。多様化する住宅のライフスタイルを考えた場合、暖房への利用や追い炊き、沸かし直しなど、さらには近年増加している1～2人世帯のような給湯量が少ない場合の利用、多人数世帯での給湯負荷の発生時間帯などが消費の効率に与える影響を探る必要がある。給湯設備

は、住宅内で最も大きなエネルギー消費を生じる設備であると共に、暖房への利用や、今後の住宅の省エネルギー化に期待されている燃料電池や住宅用コジェネシステムの様に、機器の有効性が住宅の生活状況と密接な関係を有するものもあり、適切な設備計画を図るためには、生活状況を鑑みたさらなる実証実験と資料の整備が求められる。

8.11.4 Appendix

1) CO₂HP 効率予測法検討結果

CO₂HP の電力消費量は、待機電力量+夜間沸き上げ電力量+沸き増し電力量による。

ここで、

待機電力 : 8.00w

夜間沸き上げ : 前1週間の消費熱量と平均給水温度によって算出(詳細は非公開)され、必要熱量が沸き上げられる。

従って、夜間沸き上げ電力量は、深夜の外気温度、給水温度、予想必要熱量を要因として消費される。

沸き増し : 昼間～夕刻にかけての湯消費量が予想を上回った場合(詳細は非公開)、夕刻から21時頃にかけて沸き増しが行われる。

従って、沸き増し電力量は、沸き増し時の外気温度、給水温度、沸き増し量を要因として消費される。

* 熱量消費の過程では、配管からの熱ロス、給湯時の死に水、貯湯槽からの放熱が関係し、それぞれに外気温度などが関係するが、全て過去1週間の必要熱量には含まれているため、本計算上ではそれらを含んだ実験結果の解析を行なう。

2) 非深夜帯電力消費量の予測

図 8.11.7 は、実験時の給湯量と一日の電力消費(午前7時から翌朝7時まで)に対する深夜帯以外の電力消費の割合を示している。非深夜帯の電力消費割合は、沸き増しが行われなかった場合にあっては、待機電力によって 5%程度発生する。図では、給湯量が多い場合に非深夜帯の電力消費割合が多くなっているが、これは実証実験の実験条件から鑑みれば、過去の給湯量に対する変動の割合(平均 445L に対する消費量の割合)によって沸き増しが発生していると読み取れる。

また、それぞれの給湯量ごとでも沸き増し量には違いがあり、これを外気温度、給水温度を要因と考える。以上3要因を説明変数、非深夜帯の消費電力割合を目的変数として重回帰分析を行った。

重回帰の結果、重相関係数 $R \approx 0.84$ ($R^2 \approx 0.70$) で非深夜帯の電力消費割合が近似された。

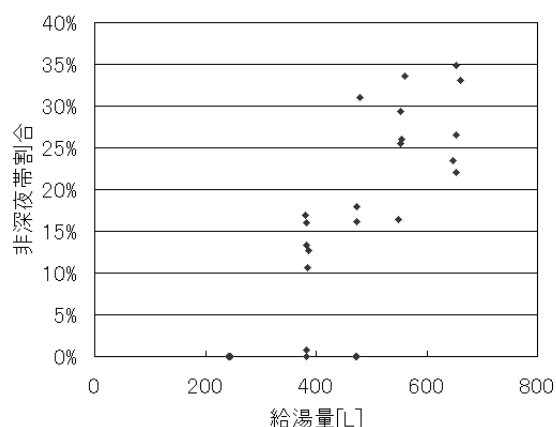


図 8.11.7 実験時の給湯量と一日の電力消費(午前7時から翌朝7時まで)に対する深夜帯以外の電力消費の割合

3) 日消費電力量の予測

日消費電力量は、電力消費量に対する給湯負荷の割合を目的変数に、当日の消費熱量、予測に対する消費熱量割合、平均給水温度、外気温度(最低)を用いて重回帰分析を行った。

重回帰の結果、重相関係数 $R \div 0.85$ ($R^2 \div 0.72$) で非深夜帯の電力消費割合が近似された。

表 8.11.11 「非深夜帯の割合を 予想必要熱量に対する熱負荷の割合と当日の給湯熱負荷で重回帰を行った結果」

回帰統計	
重相関 R	0.907930465
重決定 R ²	0.82433773
補正 R ²	0.810825248
標準誤差	0.055064228
観測数	29

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	0.369946692	0.184973346	61.00564731	1.51642E-10
残差	26	0.0788338	0.003032069		
合計	28	0.448780493			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-0.176320284	0.034791591	-5.067899371	2.80951E-05	-0.247835423	-0.104805144	-0.247835423	-0.104805144
消費熱量割合	0.130631396	0.047889724	2.727754221	0.011274105	0.03219266	0.229070132	0.03219266	0.229070132
給湯熱負荷[kJ]	4.6252E-06	8.45306E-07	5.47162737	9.72284E-06	2.88765E-06	6.36275E-06	2.88765E-06	6.36275E-06

表 8.11.12 「1 日ごとの電力消費量に対する給湯熱負荷の割合を重回帰分析した結果」

回帰統計	
重相関 R	0.859921241
重決定 R ²	0.739464541
補正 R ²	0.732423042
標準誤差	0.323948521
観測数	40

分散分析表					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	5	451.6037155	90.32074309	860.6676885	9.23976E-35
残差	35	3.67299255	0.104942644		
合計	40	455.276708			

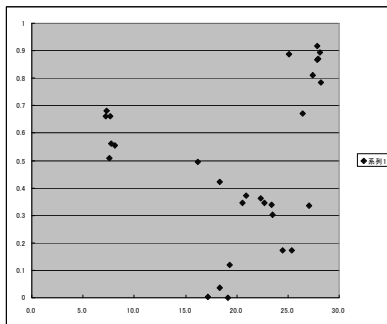
	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	0							
給湯熱負荷[kJ]	5.03627E-05	8.39952E-06	5.995905232	7.81746E-07	3.33108E-05	6.74146E-05	3.33108E-05	6.74146E-05
消費熱量割合	0.286212231	0.638143353	0.448507737	0.656551294	-1.009287641	1.581712103	-1.009287641	1.581712103
平均給水温度	0.100375177	0.026193292	3.832094772	0.000505956	0.047199968	0.153550386	0.047199968	0.153550386
外気温度(0~6時)	0.019438079	0.02189302	0.887866483	0.380673685	-0.025007115	0.063883273	-0.025007115	0.063883273
本昼間割合	-6.847322069	2.760142419	-2.480785782	0.0180633	-12.45070904	-1.243935097	-12.45070904	-1.243935097

強制循環型太陽熱給湯器

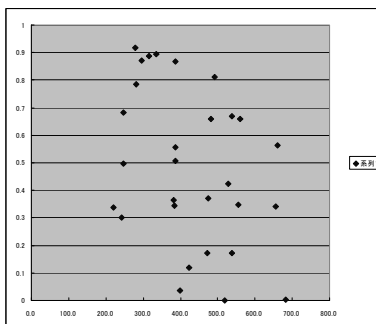
■ 効率

Ave:0.4880 (太陽光依存率)

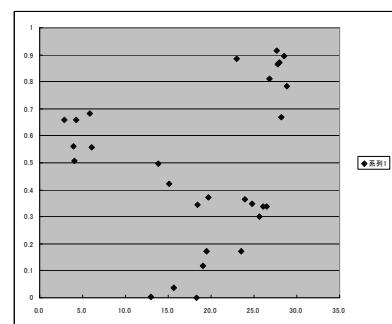
□ 単相関



給水温度と依存率



給湯量と依存率



外気温度と依存率

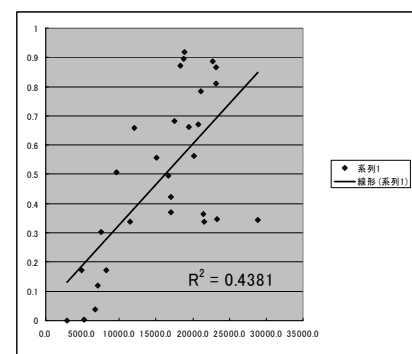
□ 重回帰

回帰統計	
重相関 R	0.690279
重決定 R ²	0.476485
補正 R ²	0.389232
標準誤差	0.223876
観測数	29

分散分析表

	自由度	変動	分散	F値	有意F
回帰	4	1.094833	0.273708	5.460984	0.002847
残差	24	1.202896	0.050121		
合計	28	2.297729			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	0.080555	0.22877	0.352124	0.727818	-0.3916	0.552713	-0.3916	0.552713
給湯量	-0.00038	0.000326	-1.16483	0.255534	-0.00105	0.000293	-0.00105	0.000293
水温	0.025199	0.030101	0.837168	0.410757	-0.03693	0.087324	-0.03693	0.087324
外気温度	-0.0208	0.025549	-0.8143	0.423478	-0.07354	0.031926	-0.07354	0.031926
日射	2.96E-05	6.61E-06	4.479074	0.000156	1.6E-05	4.33E-05	1.6E-05	4.33E-05



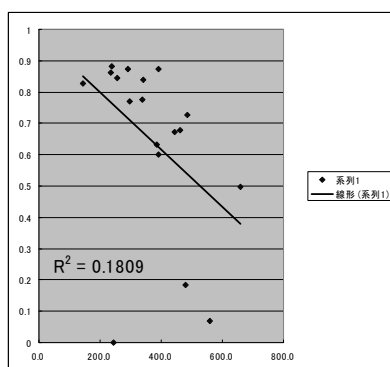
日射量と依存率

自然循環型太陽熱給湯器

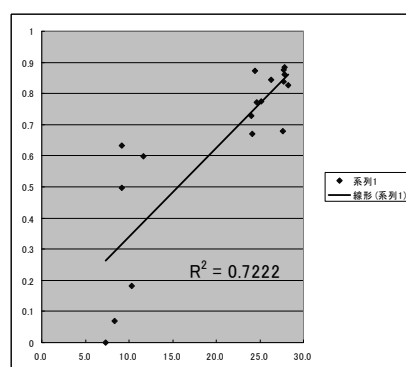
■ 効率

Ave: 0.4250 (太陽光依存率)

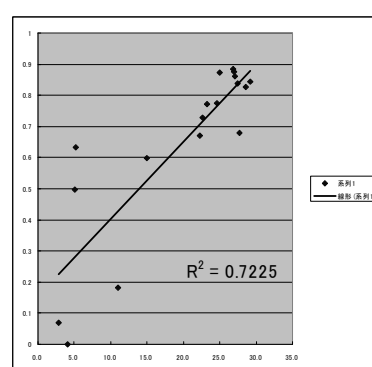
□ 単相関



給水温度と依存率



給湯量と依存率



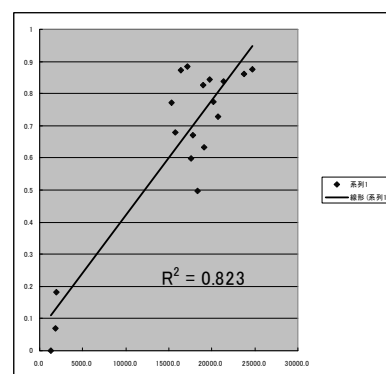
外気温度と依存率

□ 重回帰

回帰統計	
重相関 R	0.966731
重決定 R2	0.934569
補正 R2	0.914436
標準誤差	0.08229
観測数	18

分散分析表

	自由度	変動	分散	F値	有意 F
回帰	4	1.25737	0.314343	46.42047	1.42E-07
残差	13	0.088031	0.006772		
合計	17	1.345402			



日射量と依存率

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	0.027134	0.110113	0.246424	0.809203	-0.21075	0.265019	-0.21075	0.265019
給湯量	-7.1E-05	0.000185	-0.38212	0.708543	-0.00047	0.000329	-0.00047	0.000329
水温	0.001394	0.011704	0.11909	0.907025	-0.02389	0.02668	-0.02389	0.02668
外気温度	0.011173	0.010246	1.090441	0.295319	-0.01096	0.033309	-0.01096	0.033309
日射	2.43E-05	3.83E-06	6.352966	2.52E-05	1.61E-05	3.26E-05	1.61E-05	3.26E-05

8.12 冷蔵庫の電力消費特性および実証実験における負荷再現方法

8.12.1 はじめに

一般家庭の住宅設備、家電機器のエネルギー消費において、冷蔵庫が多くの消費割合を占めることが知られている。本節では、実証実験の最終的な目標である、2000 年を基準として 50%の省エネルギー、環境負荷削減を達成する為、家電製品の中でも大きなエネルギー消費を占める冷蔵庫に着目し、その電力消費特性を明らかにすると同時に、実証実験における冷蔵庫の使用状況の再現方法(居住者の生活行為に伴う冷蔵庫負荷の再現方法)を提案することを目的とする。実証実験では、生活行動として 3 つのモード(平日モード、休日(在宅)モード、休日(外出)モード)を使用するので、各モードに対する冷蔵庫の使用状況の再現方法を提案することを目的としている。具体的には、冷蔵庫の扉の開閉や、内容物の出し入れに伴う熱負荷の再現方法を検討する。

8.12.2 冷蔵庫の電力消費特性の計測方法

1) 試験室および冷蔵庫の仕様

独立行政法人建築研究所環境実験室、試験チャンバー内に、2 つのメーカー(T, N)の冷蔵庫を設置した。試験チャンバーは温湿度を自由にコントロールできる。チャンバー内に図 8.12.1 に示すスタイロフォーム製の仕切りを設け 2 台の冷蔵庫を設置した。

実験に使用した冷蔵庫の仕様を表 8.12.1、表 8.12.2 に示す。

各々の冷蔵庫の消費電力、および冷蔵庫の 5 面表面温度(6 面の内、下面を除く 5 面)、冷蔵庫の 5 面近傍温度、冷蔵庫内温度、冷凍庫内温度を測定した。

温度計測には熱電対を使用した。電力消費量の計測にはクランプ式電力計を使用した。

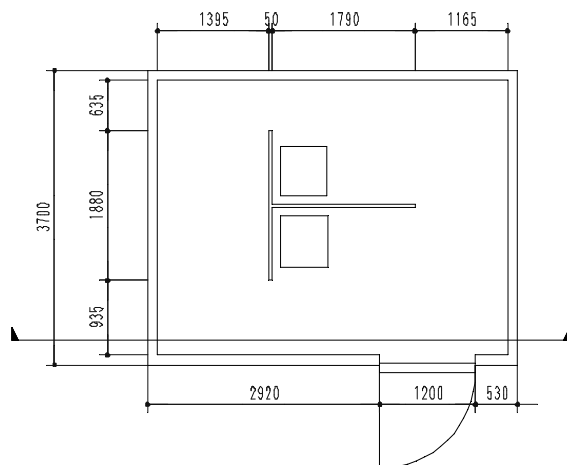


図 8.12.1 冷蔵庫試験チャンバー平面図

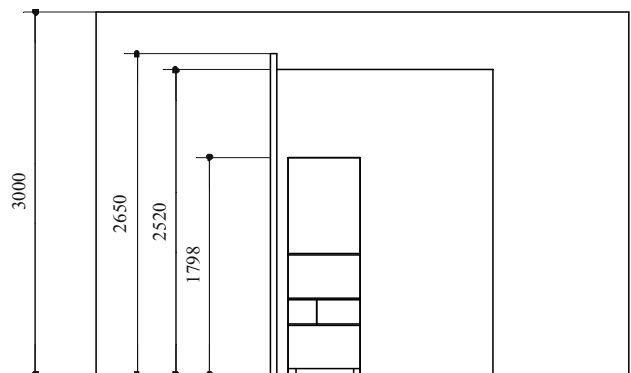


図 8.12.2 冷蔵庫試験チャンバー断面図

表 8.12.1 N冷蔵庫の仕様

種類	冷凍冷蔵庫(インバーター)				
品番	NR-E402U				
定格 内容 積	全定格内容積	404L	定格電圧		100V
	冷蔵室	206L	定格周波数		50/60Hz共用
	野菜室	98L	電動機の定格消費電力	50Hz	104W
	製氷室	12L		60Hz	104W
	パーシャル&切換室	26L	電熱装置の定格消費電力	50Hz	128W
	冷凍室	62L		60Hz	128W
外部 寸法	幅	590mm	消費 電力 量	パーシャル&切換室を「冷 蔵」に切り替えた場合	50Hz 180kWh/年
	奥行	677mm		60Hz	180kWh/年
	高さ	1798mm		パーシャル&切換室を「冷 蔵」に切り替えた場合	50Hz 180kWh/年
質量		88kg		60Hz	180kWh/年

表 8.12.2 T冷蔵庫の仕様

仕様形名	GR-NF465G			
定格 内容積	全定格内容積	407L	定格電力	100V
	冷蔵室	201L	定格周波数	50/60Hz共用
	野菜室	108L(62L)	電動機の定格消費電力	150/150W
	アイスルーム	13L(6L)	電熱装置の定格消費電力(霜取り時)	150/150W
	切替室	22L(16L)	消費電力量	
	冷凍室	63L(35L)	製品重量	86kg
外部寸法	幅	600mm		
	奥行	694mm		
	高さ	1798mm		

に冷蔵庫の測定点の位置を、表
8.12.3、表 8.12.4 に測定項目を
示す。

表 8.12.3 冷蔵庫測定点一覧

×	近傍温度
●	表面温度
▲	冷蔵庫内温度
■	冷凍庫内温度

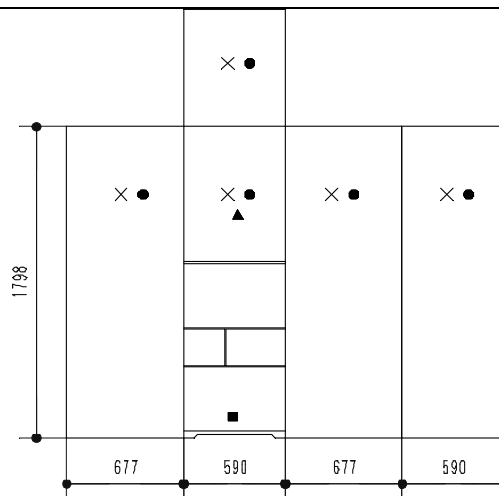


図 8.12.3 冷蔵庫測定点 (T, N共通)

表 8.12.4 冷蔵庫測定項目一覧

測定方法	測定項目(0測定項目参照)	測定間隔
温度 (熱電対+ロガー)	冷蔵庫5面表面温度	1分
	冷蔵庫5面近傍温度	
	冷蔵庫内温度	
	冷凍庫内温度	
電力消費量(クランプ式電力計)	T,N個別計測	1分

2) 測定モード

測定モードを表 8.12.5 に示す。表のように、冷蔵庫の周囲温度、投入内容物、壁との距離、扉の開閉に関する実測を行った。本実測では冷蔵庫の標準状態を表 8.12.6 のように設定し、それぞれのパラメーターの変化に対するエネルギー消費量の差を比較した。

表 8.12.5 冷蔵庫の計測モード

	モード	内 容
周囲温度	10℃モード	周囲温度を10℃、20℃、30℃と変化させる。各モードは最低24時間連続させる。
	20℃モード	
	30℃モード	
内容物の量	冷蔵庫4Lモード	内容物量の変化を水で再現し、冷蔵庫は4L～16L、冷凍庫は2L～10L変化させる。周囲温度と同様各モードは最低24時間維持する。
	冷蔵庫8Lモード	
	冷蔵庫16Lモード	
	冷凍庫10Lモード	
	冷凍庫6Lモード	
周壁距離	1cmモード	周壁距離を1cm、10cm、30cmと変化させる。冷蔵庫を2方囲みとする場合と、3方囲みとする場合を測定する。各モードは最低24時間維持する。
	10cmモード	
	30cmモード	
扉開閉	3分モード 1回モード 3回モード 3分平均モード	冷蔵庫の扉開閉の影響を測定する。扉を開いた状態は、冷蔵庫の場合は90度、冷凍庫の場合は最大まで引き出した状態とする。 【3分モード】: 合計開放時間3分。1時間に開閉回数1回、3回、10回(1時間間隔、20分間隔、6分間隔) 【1回モード】: 1時間に開閉回数1回、合計開放時間180秒、720秒 【3回モード】: 1時間に開閉回数3回(20分に1回)、合計開放時間30秒、90秒、180秒、270秒、720秒(1回に10秒、30秒、60秒、90秒、240秒) 【3分平均モード】: 合計開放時間3分、1時間に開閉回数1回、10回(1時間間隔、20分間隔、6分間隔)を各6回行い平均する。

表 8.12.6 冷蔵庫の標準状態の設定値

標準状態	
冷蔵庫内温度設定	3℃
冷凍庫内温度設定	-18℃
周壁距離	10cm
雰囲気温度	20℃
冷蔵庫内の内容物 図参照	2L×2本
冷凍庫内の内容物 図参照	空
※その他製氷モードはOFF等、機器デフォルト状態を標準とする。	

8.12.3 電力消費特性の実測結果

1) 冷蔵庫の周囲温度が電力消費量に与える影響

図 8.12.4 に周囲温度 10℃ の場合の冷蔵庫、冷凍庫温度変動を、図 8.12.5 に電力消費の変動を示す。温度変動に着目すると、T の冷蔵庫は 0℃～5℃ の間で周期的に変動するのに対し、N はほとんど変動がない。冷凍庫は T、N 共に 15℃～-20℃ の範囲を 30 分～40 分の周期で変動している。N では 19 時および 10 時前後に温度の振幅が大きくなる場合があり、デフロスト運転時の変動と推定される。その影響は冷蔵庫の温度

変動にも若干現れている。

電力消費の推移に着目すると、温度変動と同様に約 30 分の周期が確認できる。N では、デフロスト運転と推定される時刻に多くの電力を消費している。一方 T では、デフロスト運転の有無は確認できない。また、冷凍庫の温度と電力の変動周期が同一になるのに対し、冷蔵庫の温度変動周期は 2 時間以上とかなり長くなっている。

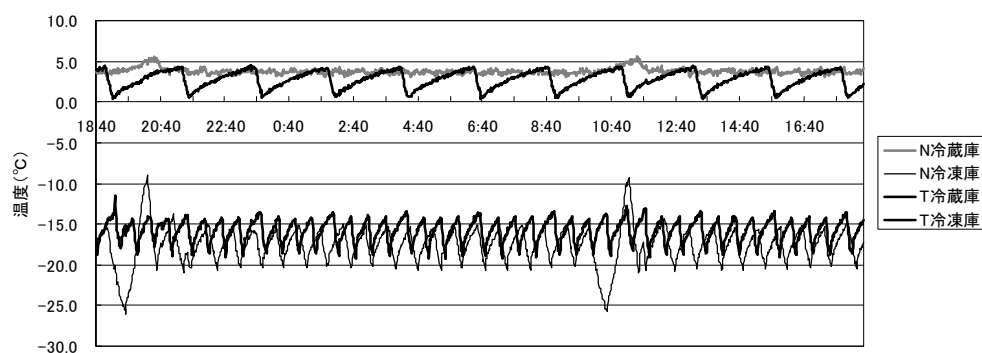


図 8.12.4 周囲温度10℃の場合の冷蔵庫、冷凍庫温度変動

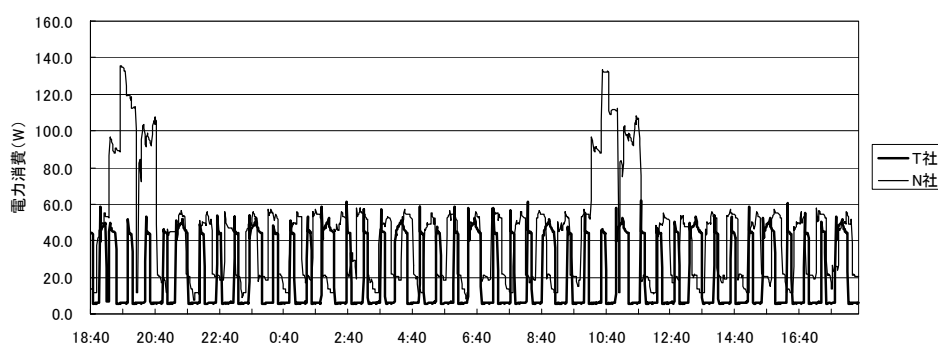


図 8.12.5 周囲温度10℃の場合の電力消費の推移

図 8.12.6 に周囲温度 20℃ の場合の冷凍庫、冷蔵庫温度変動を、図 8.12.7 に電力消費の推移を示す。10℃ の場合から変化した点としては、T の冷蔵庫温度の変動周期が約 1 時間になり、10℃ の約半分になっている。冷蔵庫と冷凍庫の変動周期もほぼ一致している。また、冷凍庫の温度変動の上限が -12℃ 程度まで上昇している。

電力消費の推移については、変動の上限が約 50W であることには変化が無いが、その状態を維持する時間が明らかに長くなっている。T では 0 時付近でデフロスト運転と推察される変動が確認できる。

図 8.12.8 に周囲温度 30℃ の場合の冷凍庫、冷蔵庫温度変動を、図 8.12.9 に電力消費の推移を示す。T では 20℃ と比較して冷凍庫の温度

変動の上限が -10°C 程度まで上昇した。変動周期にはあまり変化が無いが、冷蔵庫の変動波形の形状が、より三角波に近くなる。一方でNの場合は 10°C 、 20°C と比較しても明確な変化は認められない。

電力消費の推移については、T、N共に変動の上限が約 60W に上昇し、ほぼ連続運転に近い状況となっている事が確認できる。また、Tのデフロスト運転と推定される変動が最も明確になった。

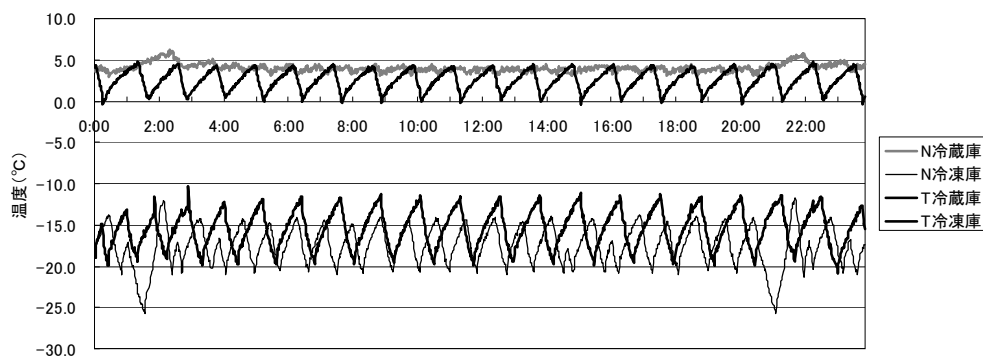


図 8.12.6 周囲温度 20°C の場合の冷蔵庫、冷凍庫温度変動

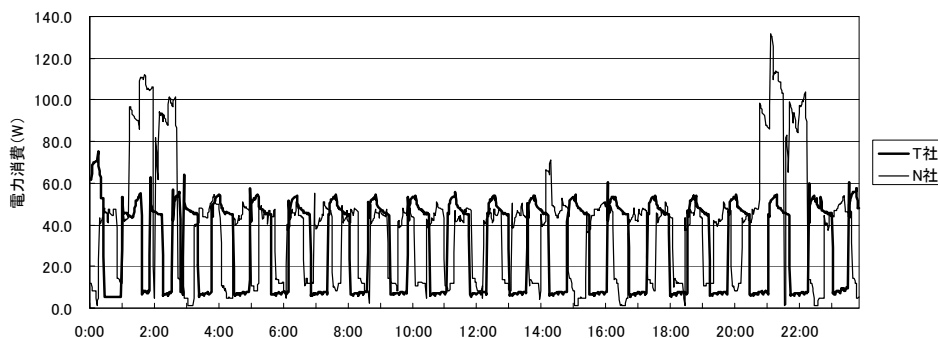


図 8.12.7 周囲温度 20°C の場合の電力消費の推移

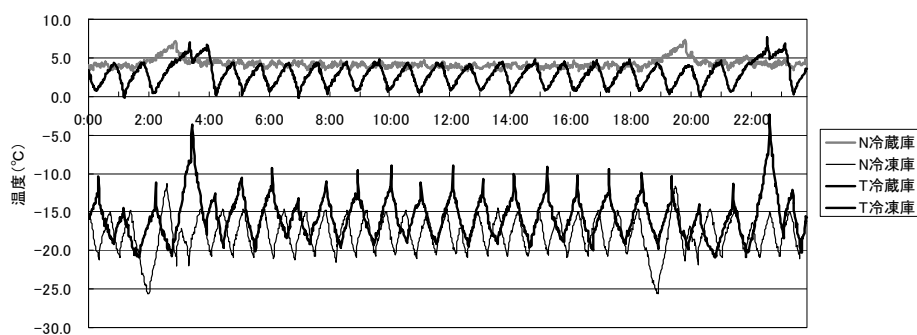


図 8.12.8 周囲温度 20°C の場合の冷蔵庫、冷凍庫温度変動

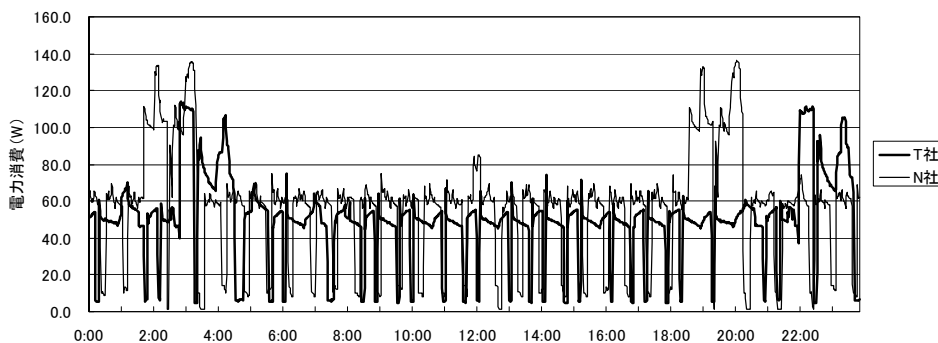


図 8.12.9 周囲温度 20°C の場合の電力消費の推移

図 8.12.10 に 3 つのモードの冷蔵庫、冷凍庫の平均温度を、図 8.12.11 に 24 時間の電力消費量の積算値を比較した結果を示す。冷蔵庫平均温度は、T では変動が大きかったが、平均値としては N よりもやや低かった。冷凍庫は N の方が 1.5℃程度低かった。電力消費量の積算値に着するのに対し、N では 10℃と 20℃目すると、T では周囲温度の上昇に比例して消費量が増加の場合で消費量あまり変わらない、もしくは 20℃の方が少ないと言え、周囲温度に比例しない。庫内温度の変動状況からも機種によって制御ロジックが異なっている事が分かるが、電力消費量と周囲温度の関係に対しても機種による違いが認められる。

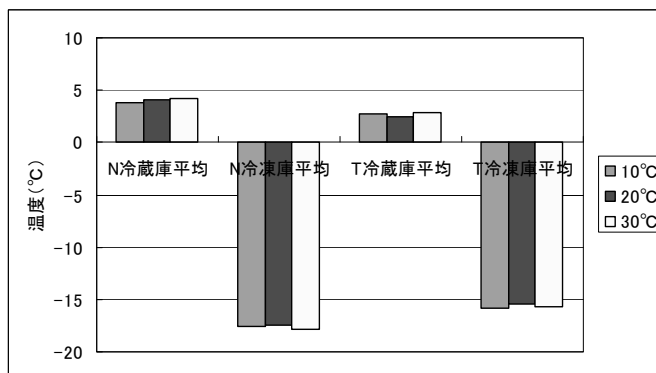


図 8.12.10 各モードの庫内温度の比較

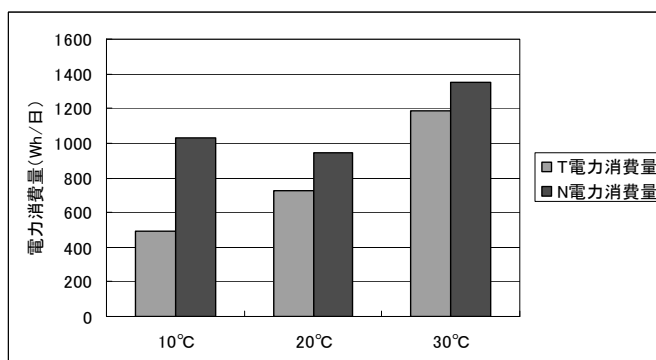


図 8.12.11 各モードの日積算電力消費量の比較

2) 内容物の量が電力消費量に与える影響

図 8.12.12 に庫内温度変動の例として冷蔵庫に 4L の水を投入した場合を示す。

図 8.12.13 は同ケースの電力消費の推移である。内容物の投入直後は T, N とともに約 7.5℃の状態になり、徐々に温度が低下する。冷蔵庫内温度が安定するまでは、温度変動周期が短く、やや乱れている。庫内温度が安定するまでの時間は約 8 時間である。

電力消費の推移に着目すると、内容物投入直後は連続運転に近い状態になる事が確認できる。庫内温度が安定するに従い、一定周期の間欠運転状態に移行する。

図 8.12.14 は冷蔵庫、18L モードの庫内温度の変動、図 8.12.15 は同電力消費の変動である。内容物投入直後、冷蔵庫内温度は約 13℃であるが、その後約 90 分の間 20℃まで上昇する。投入する水の水温が 20℃であり、大量の内容物を一度に投入すると一時的に庫内温度が高い状態になる可能性があることがわかる。90 分後から

温度は徐々に下降し、変動周期は長く、変動形状はなだらかになる。完全に庫内温度が定常状態になるまで約 12 時間を費やし、4L の場合と比べると約 4 時間増加する。

電力消費に着目すると、特に T で内容物投入直後に電力消費量が増大する傾向が明らかであり、最大消費は 140W を超える。その後 2 時間程度経過した後、徐々に電力消費は減衰する。

図 8.12.16、図 8.12.17 各モードの冷凍庫、冷蔵庫の平均温度を示す。

図 8.12.18 および図 8.12.19 に各モードの電力消費量の比較を示す。冷蔵庫の温度は 16L モードの場合に相対的に高くなるが、これは投入直後の高温の状態が影響している。T の温度変動が大きくて、平均温度が低い傾向は周囲温度変更実験と同様である。

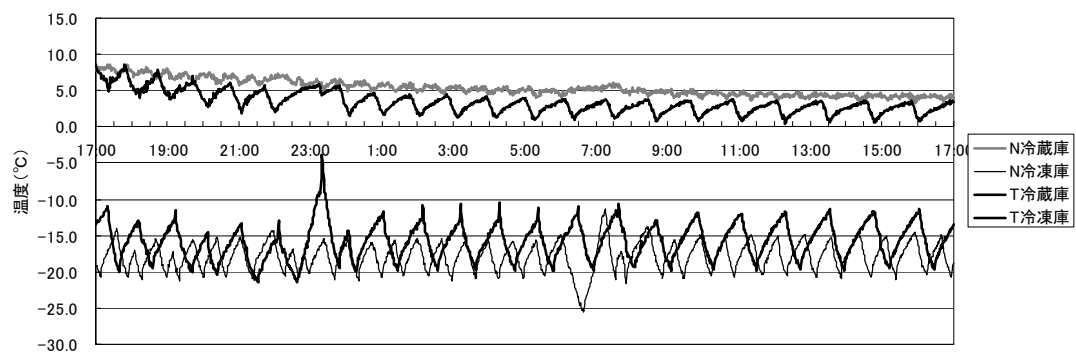


図 8.12.12 冷蔵庫4Lモードの庫内温度の変動

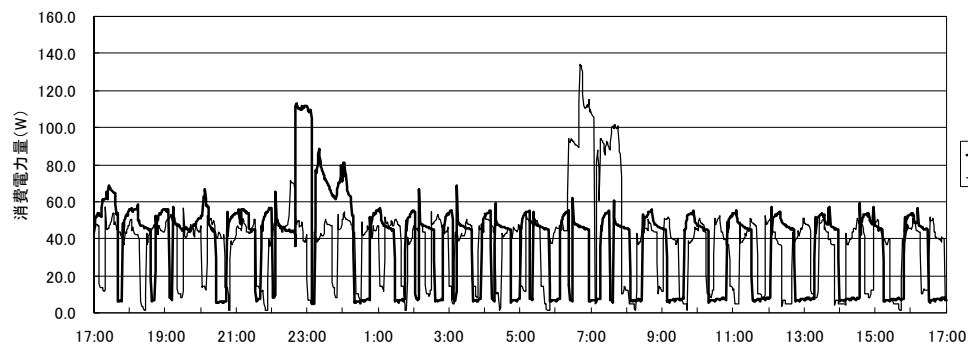


図 8.12.13 冷蔵庫4Lモードの電力消費の変動

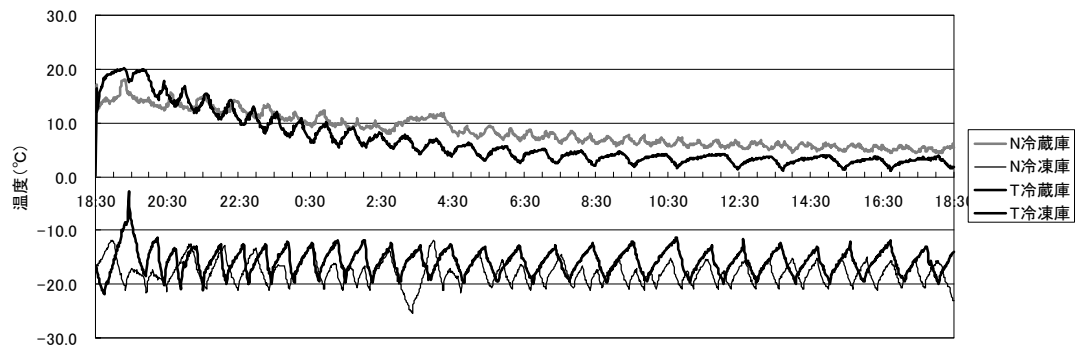


図 8.12.14 冷蔵庫16Lモードの庫内温度の変動

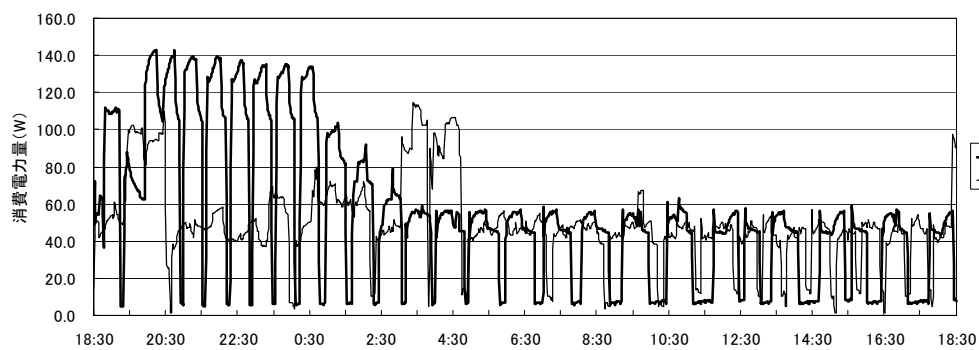


図 8.12.15 冷蔵庫16Lモードの電力消費の変動

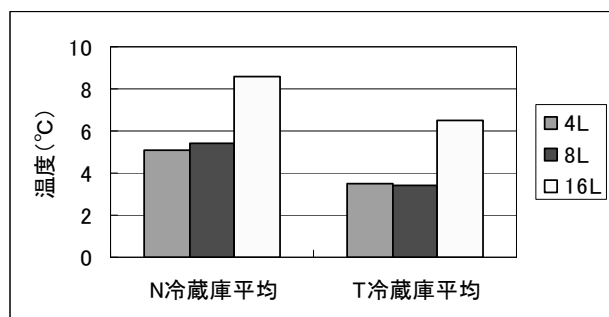


図 8.12.16 各モードの冷蔵庫の平均温度

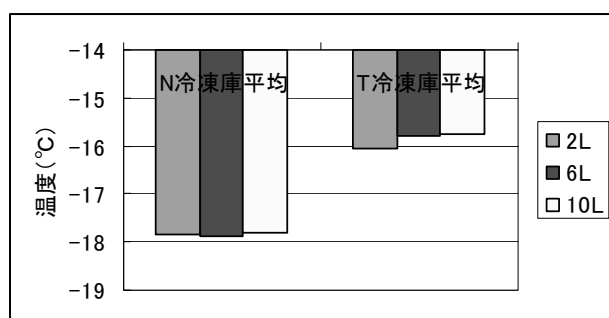


図 8.12.17 各モードの冷凍庫の平均温度

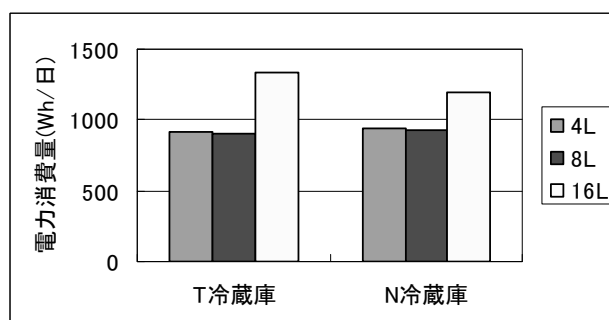


図 8.12.18 各モードの電力消費量の比較 (1)

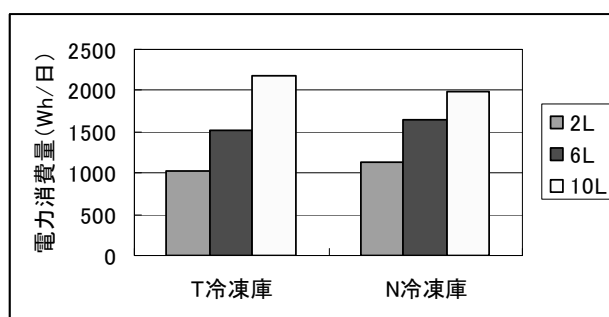


図 8.12.19 各モードの電力消費量の比較 (2)

電力消費量に着目すると、冷蔵庫の場合は T, N ともに 4L と 8L で大差は無く、16L の場合に増加する傾向がある。一方で冷凍庫については、T, N ともに内容物の量と電力消費量が比例する。冷蔵庫 4L→8L と冷凍庫 2L→6L ではともに 4L の差であるが、冷却温度差が異なり、冷凍庫の場合は冷蔵庫の約 2.5 倍の熱量(例えば N の場合、 $((20-5)/(20+18)) \div 2.5$)を必要とする。このように、冷凍庫は投入物量の変化が電力消費量に強く反映され、冷蔵庫の場合は電力消費量に影響する投入物量の変化量に閾値があるように見受けられる。

一方、表 8.12.7 は、投入する内容物(水)の比熱および、投入前水温(20℃)と投入後庫内温度との差から算出した理論的な冷却負荷増過量と、実測の結果得られた電力消費量の増加量を比較した結果である。T と N では庫内温度が異なるので、水量の変化量が同じでも、計算上の冷却負荷増過量は異なる。コンプレッサの効率が不明なので両者の絶対量の比較はできないが、実測による電力消費の増加量は理論値を大幅に超えている。このような差異は冷蔵庫個別の機器特有の庫内温度制御方法が深く関連しているものと推察される。

表 8.12.7 冷却負荷の増加量と実測電力消費増加量の比較

冷蔵庫	T(実測)	N(実測)	T(理論)	N(理論)
8L→16L電力増加量(kJ/day)	1538.6	954.5	344.7	274.3
4L→8L電力増加量(kJ/day)	-14.1	-18.2	281.2	489.4
冷凍庫	T(実測)	N(実測)	T(理論)	N(理論)
6L→10L電力増加量(kJ/day)	2359.3	1201.0	594.6	583.5
2L→6L電力増加量(kJ/day)	1725.4	1820.9	594.9	625.7

3) 冷蔵庫と周壁との距離が電力消費量に与える影響

図 8.12.20 に冷蔵庫の 2 方を囲んだ場合の電力消費量の比較を示す。

図 8.12.21 には 3 方を囲んだ場合の結果を示す。図のように壁との距離が変化しても電力消費量への影響は少ない。

図 8.12.22 は 3 方囲みの場合の冷蔵庫背面温度の比較である。N では、1cm の場合に温度が約 4℃ 上昇するが、その他の場合はほとんど変化が無い。特に T では壁面距離の減少に応じて背面温度が上昇する事は無い。この結果、壁面距離は電力消費量にほとんど影響しなかったと考えられる。

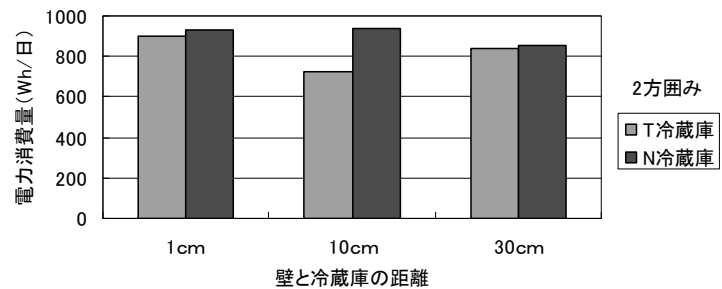


図 8.12.20 壁との距離と電力消費量の関係 (2方囲み)

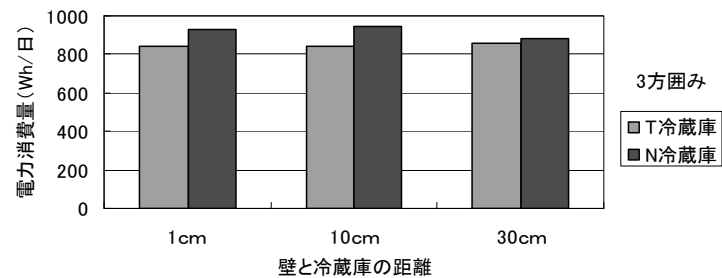


図 8.12.21 壁との距離と電力消費量の関係 (3方囲み)

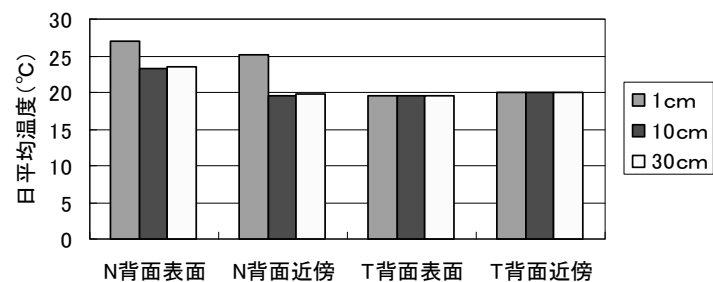


図 8.12.22 3方囲みの場合の冷蔵庫背面温度

4) 冷蔵庫の扉の開閉が電力消費量に与える影響

a 【3分モード】

3 分モードは、1 時間の合計扉開放時間を 3 分に固定し、開閉回数を 1 回、3 回、10 回に変化させた場合の電力消費量を比較するモードである。

冷蔵庫の扉のみ開閉する場合、冷凍庫の扉のみ開閉する場合、および両方の扉を開閉する場合の 3 パターンを計測した。ただし、両方の扉の開閉については 1 回と 3 回のみ計測した。図 8.12.23 に開閉回数ごとの 1 時間の電力消費量の比較を示す。

図 8.12.24 には標準状態(表 8.12.6 参照)と

の電力消費量の差および比を示す。N 冷蔵庫の場合、冷蔵庫 10 回と冷凍庫 3 回の場合の電力消費量が極端に多くなっているが、これは計測時間中にデフロスト運転が重なったためと推察される。また、標準状態との比較に着目すると、両方の扉を開閉する場合の差は、冷蔵庫のみと、冷凍庫のみの差を合計した値に近いことが分かる。冷凍庫の開閉において 3 回の場合に最も電力消費量が多くなる以外、開閉回数の増加と共に電力消費量が増加する傾向がある。これは、合計開放時間が同じであっても、扉の開閉回数が多い場合の方が冷蔵庫内の空気の換気量が多くなるためと考えられる。このことを実生活にお

ける冷蔵庫の使用に置き換えて考えると、こまめに扉を開閉（なるべく一回の開閉時間を短く）して数回に分けて内容物を出し入れするよりも、あ

る程度長時間扉を開放しても一度に出し入れした方が省エネルギー上有利になると言える。

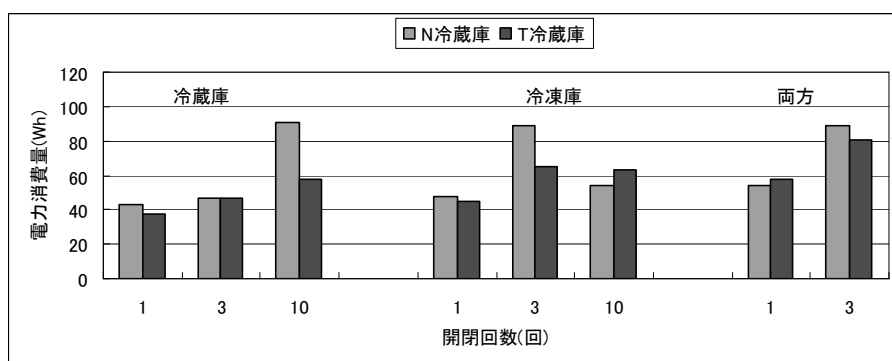


図 8.12.23 3分モード 扉開閉回数と電力消費量の比較

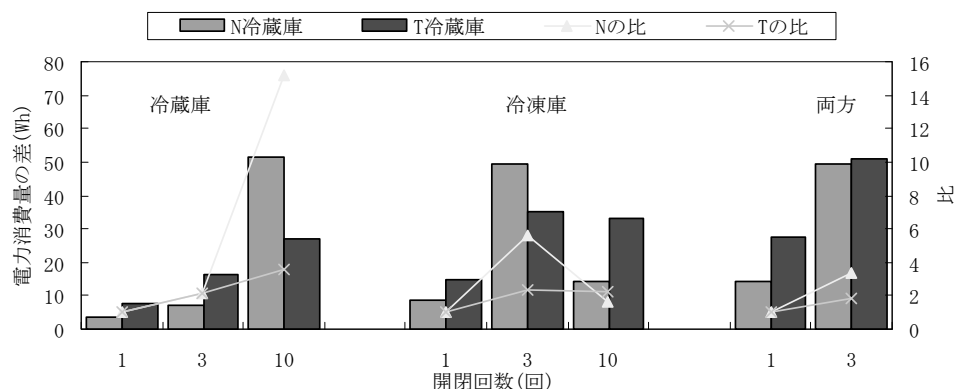


図 8.12.24 3分モード 標準状態との比較

b 【1回モード】

一回モードは、開放回数を1時間に一回に固定し、開放時間を180秒と720秒のとした場合の電力消費量の差を計測するモードである。3分モードと同様に冷蔵庫のみ、冷凍庫のみ、および両方の扉を開閉するパターンを設定した。

図 8.12.25 に開放時間と1時間の電力消費量の比較を、図 8.12.26 に標準状態との比較を

示す。どのケースにおいても開放時間が長いほど電力消費量が多い。

また、標準状態との比較に着目すると、3分モードと同様に両方の扉を開閉する場合の差は、ほぼ冷蔵庫のみと、冷凍庫のみの差を合計した値になることが分かる。同じ時間開放で比較する場合、冷蔵庫より、冷凍庫の電力消費量が多くなる。これは双方の冷却温度差を考慮すれば当然の結果である。

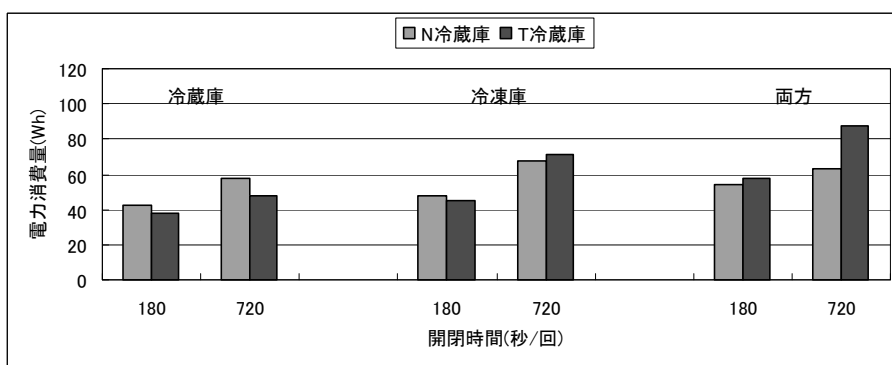


図 8.12.25 1回モード 扉開閉時間と電力消費量の比較

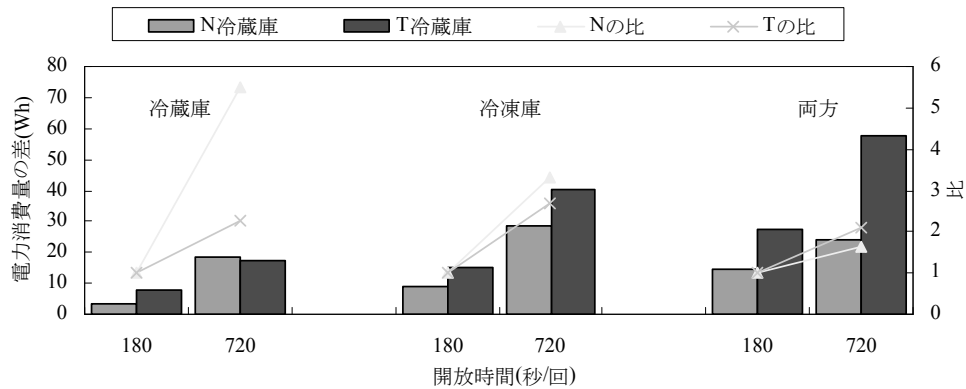


図 8.12.26 1回モード 標準状態との比較

c 【3回モード】

3回モードは、1時間の開放回数を3回に固定し、一回の開放時間を10秒～240秒まで5段階に変化させるモードである。

図 8.12.27 に開放時間と1時間の電力消費量の関係を示す。冷凍庫のみ開閉する場合は、Nの60秒を除いて電力消費量と開放時間が比

例関係にある。一方、冷蔵庫の場合は開放時間と電力消費量の間に明確な関係が無い。Nの10秒と30秒はデフロストの影響を受けていると考えられ、この2ケースを除外しても両者に有為関連は無い。これは1回モードで180秒より720秒の電力消費量が明確に増加した結果と対照的である。

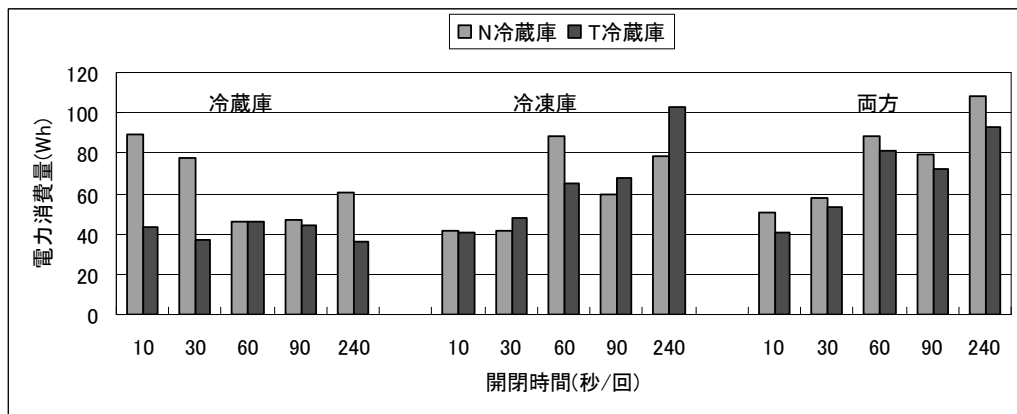


図 8.12.27 3回モード 開閉時間と電力消費量の比較

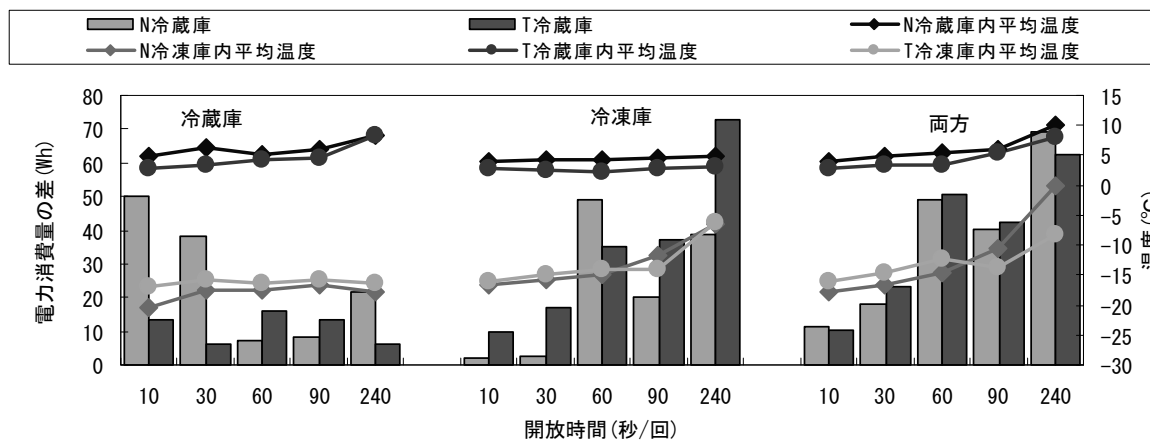


図 8.12.28 3回モード 標準状態との電力消費量の比較および庫内温度の比較

図 8.12.28 に標準状態との電力消費量の差および各ケースの冷蔵庫、冷凍庫温度の比較を示す。冷凍庫温度は開放時間の増加にともない上昇し、庫内空気入れ替えによる負荷が増大している事が確認できる。冷蔵庫内温度は、N の場合は 240 秒を除いてほぼ一定の温度を維持しているように思われる。T の場合は、開放時間と

庫内温度がほぼ比例しているが、電力消費量の差とは対応していない。1 回モードでは実験ケース間の時間(実験間隔)を十分に取る事ができた。しかし、3 回モードの実験では、各開放時間のケースを連続して実施したので、前のケースの影響が排除できなかった事がこのような結果となった一因と考えられる。

8.12.4 冷蔵庫の負荷再現方法

1) 投入内容物の変化の再現方法

投入内容物量に関する実験結果から実証実験の再現方法を考察すると、冷蔵庫投入量と電力消費量には、閾値が認められ、冷凍庫投入量と電力消費量には比例関係があるものの、投入物熱容量の増加量と電力消費量の増加量には大きな隔たりがあった。これらの結果には、冷蔵庫固有の制御特性(庫内温度制御のロジックなど)が深く関与していると推察され、投入物量と電力消費量の間に一般性のある関数関係を見出すことは困難と考えられる。機器固有の制御方法の影響があるとすれば、実証実験においては、投入物の総熱容量と温度変化から算出される冷却負荷量の再現と同時に、投入物の時間

的な温度変化も再現したほうが望ましいと考えられる。単に冷却負荷量を再現する場合は冷蔵庫内に電熱ヒーター等を設置し、ある時間内に所定の発熱量を得るような再現方法が考えられるが、投入物の温度変動まで再現するためには、なるべく実際の投入物に近い物体を庫内に入れする方法がベターである。そこで実証実験では、居室に水タンクを設置し、水配管とポンプを介して冷蔵庫内に水を循環させる方式を採用する。つまり、投入物の初期温度を室温とし、熱容量は水とほぼ等しいと仮定する。投入物量(水量)は、事前に実施した調理実験で使用した食材の総重量(買い物物の重量)を基に決定する。

2) 扉の開閉の再現方法

扉開閉に伴う換気量を図 8.12.29 のようにモデル化する。実現象においては、図の左に示すように扉解放直後に大量の換気が発生し、徐々に減少して開放中は一定値に近づく。その後閉鎖時に再度相当量の換気が発生すると考えられる。これを図右のように開閉にともなう一定の換気量と、開放中の一定の換気量によって単純化

する。

図のモデルおよび、3 分平均モードの電力消費量の実測結果を用いて扉開閉 1 回あたり(2 分間)の換気量を求めると、 $1.16(\text{m}^3)/\text{回}$ になった。同様に 1 回あたり(2 分間)の電力消費量増加量を求めると、 $20.2(\text{kJ})/\text{回}$ になった。

3) 3 つの生活スケジュールに対応した負荷の再現

a 【変動負荷の再現】

以下の仮定をする。

- ・1 日の投入内容物量は、調理実験の食材重量

とし、比熱は 4.18kJ/kgK (水)とする。

- ・昼食の買物量は朝食と夕食の平均値とする。
- ・内容物は昼の買い物直後に投入するものとする。

- ・朝、昼、晩および買い物直後(内容物投入時)にそれぞれ2分間の開閉行為があるものとする。
 - ・飲料量は常時変動が無いものとし、熱容量として再現する。
- 開閉一回あたりの電力消費量および上記の仮

定の結果、冷蔵庫の負荷は表 8.12.8 のようになる。

b 【常時負荷の再現】

上記に加え、常時冷蔵庫に存在する熱容量としてペットボトル 2 本(飲料)+3 本(買置)程度、冷凍食品 5 パック程度を投入する。

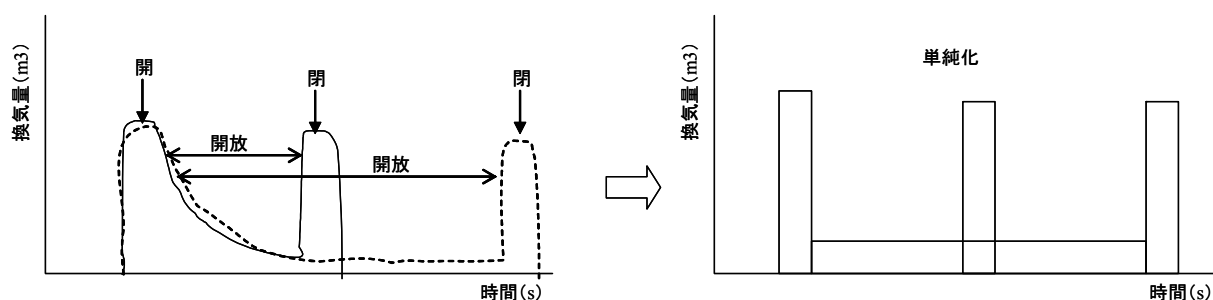


図 8.12.29 開閉に伴う換気量のモデル化

表 8.12.8 冷蔵庫発熱スケジュール

スケジュール	朝開閉	昼開閉	買物開閉	買物投入	買物合計	夜開閉
平日	20.2	20.2	20.2	242.7	262.9	20.2
外出	20.2	20.2	—	—	—	20.2
在宅	20.2	20.2	20.2	292.9	313.1	20.2

単位:kJ

8.12.5 まとめ

本節では内容物の量や周囲の温度が冷蔵庫の電力消費量に与える影響と、実証実験における生活者の行動を考慮した負荷の再現方法について考察した。その結果、

a 【周囲温度の影響】

- ・周囲温度と冷蔵庫の電力消費量がほぼ比例する機種と、比例しない機種があった。
- ・周囲温度と電力消費量がほぼ比例する機種においては冷凍庫と雰囲気温度の差が電力消費量に大きく影響することがわかった。

b 【冷蔵庫内容物量の影響】

- ・両機種に共通して、4L→8L に増加した場合に電力消費量は殆ど変化しなかった。冷蔵庫の平均温度も殆ど変化しなかった。
- ・8L→16L に増加した場合に電力消費量が増加した。冷蔵庫の内容物量と冷蔵庫の電力消費量には、変化の閾値があると推測された。
- ・投入内容物の熱容量と電力消費量の関係を試算した結果、両者に対応関係は無く、8L→16L に増加した場合の電力消費量は理論値を大きく超えた。

c 【冷凍庫内容物量の影響】

- ・両機種共に冷凍庫の内容物量の増加と共に電力消費量は増加し、比例関係が認められた。

- ・冷蔵庫の場合は 4L→8L では変化が無いのに対し、冷凍庫では 2L→4L の変化でも電力消費量が明らかに増加した。この結果は冷却温度差から考えて妥当な結果である。
- ・投入内容物の熱容量と電力消費量の関係を試算した結果、両者に対応関係は無く、実測による電力消費量の増加量は理論値を大きく超えた。

d 【壁面との距離の影響】

- ・2 方囲み、3 方囲み、いずれのパターンにおいても、実験結果から壁面距離と電力消費量の間の明確な関係を見出すことはできなかった。

e 【扉の開閉の影響】

(開閉時間一定の場合)

- ・開閉回数が多いほど電力消費量が増加する傾向がある。ただし、機種によっては開閉回数と電力消費量は完全に比例しない。

(開閉時間一定の場合)

- ・開閉時間が長いほど電力消費量が増加する傾向がある。

また、実験の解析全体を通して、デフロスト運転の電力消費量への影響の排除、および機種固有の制御方法の影響を分離することが困難であった。

f 【実証実験における負荷の再現方法】

- ・個別の要因の電力消費量に与える影響を考慮し、表 8.12.8 のスケジュールを作成した。

8.13 暖房便座

8.13.1 暖房便座の概要

実証実験住宅には、暖房温水便座が備え付けられている。暖房温水便座は、近年普及著しい住宅設備であるとともに、その消費エネルギーの大きさが問題視されている。

図 8.13.1 は、実証実験時の外気温度と、暖房温水便座の電力消費量を比較している。電力消費量は、外気温度が低下するに従い大きくなっており、その関係はほぼ線形にある。外気温度 15℃程度の時、従来型住戸の便座では、一日あたり 650Wh の電力が、省エネ型住戸では、550Wh 程度の電力が消費されていた。

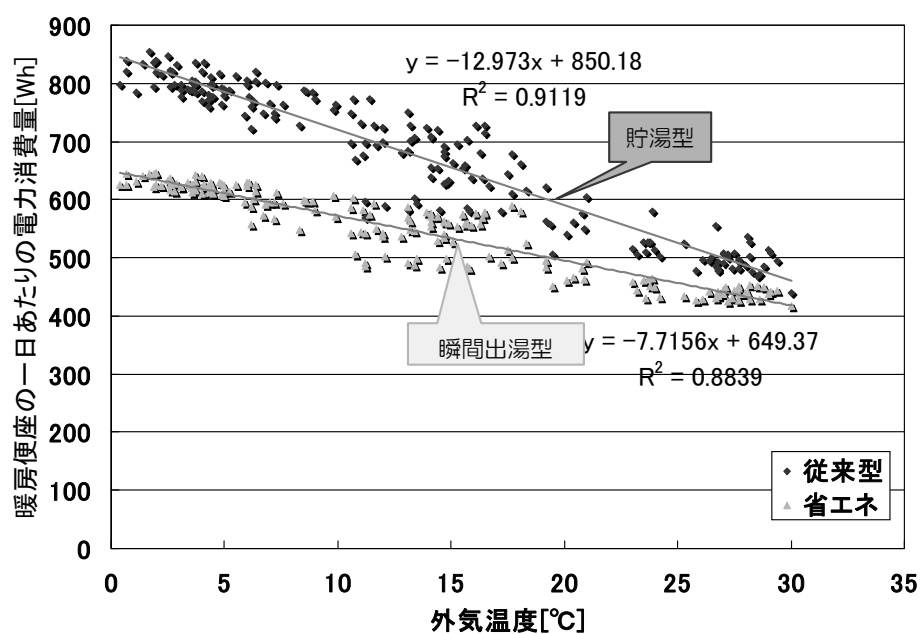


図 8.13.1 外気温度と暖房温水便座の消費電力量

8.14 自立循環型住宅によるエネルギー消費削減効果

8.14.1 はじめに

本章では、2002年度より実験計画・計測制御の整備が進められ、2003年度より実測の行われた自立循環型住宅の省エネルギー・省資源性能に関する実証実験から得られた、省エネルギー機器導入による住宅のエネルギー及びCO₂排出量削減効果について報告する。

8.14.2 実証実験および計測概要

実証実験では、実大実験住宅モデルにおいて表 8.14.1 に示す「家族構成」、「生活条件」を想定した過程の消費行動の再現を行った。本報では、2004/01/20～2005/03/10 に行われた実験結果から、家庭内のエネルギー消費の用途別割合、主要な消費用途別の省エネルギー機器導入によるエネルギー消費削減効果、および住戸全体の省エネルギーとCO₂排出量削減効果について報告する。なお実証実験では、6 パターンの生活行動再現スケジュールを元に実験を反復しており、本報で解析を行っているのは、上記実験期間中の241日間（一部欠損データを含む）の測定結果である。

表 8.14.1 実験住宅

想定家族構成		46歳男性(会社員), 44歳女性(家庭婦人), 16歳女性(高校生), 14歳男性(中学生)
想定生活行動スケジュール	家族の生活行動	・平日 ・休日在宅(在宅者・時間の多い休日) ・休日
	湯水使用量	・消費大と消費小の2条件を、家族生活行動に併せて設定
生活行動の再現	再現する項目	想定家族4人の ・エネルギー消費機器の使用 ・洗顔,入浴,炊事,洗濯,トイレ ・人体からの熱と水蒸気の発生 ・カーテン及び窓の開閉
	再現しない項目	・ドアの開閉, 冷蔵庫の物の出し入れ,
冷暖房の条件	冷暖	生活スケジュールによって在室者の想定される部屋・時間帯で、室温が26℃を超える場合にエアコン設定温度26℃で運転(就寝時を除く)
	暖房	生活スケジュールによって在室者の想定される部屋・時間帯で、室温が22℃を下回る場合にエアコン設定温度26℃で運転(就寝時にOFF,起床1時間前にON)
カーテンの開閉(2重になっているレースカーテンの開閉は行わない)	居間,洋室1, 2	・室の主使用者が起床且つ在室時に屋外水平面照度 $\geq 20lx$ の場合に開く ・室の主使用者が外出時には閉じる ・室の主使用者が在室時に屋外水平面照度 $< 20lx$ の場合に閉じる
	和室(障子)	・室内に起床している在室者が想定される時間帯で屋外水平面照度 $\geq 20lx$ の場合に開く ・屋外水平面照度 $< 20lx$ の場合に閉じる ・居住者不在想定時に閉じる
給湯温度		・湯の使用は全て42℃出湯 ・洗濯には湯を使わない
入浴方法		・シャワーの使用、湯船への湯張りを再現 ・入浴時の温度低下にともなう浴槽の保温、沸かし直し、差し湯は行わない ・家族の入浴の合間には、浴槽にふたをする

表 8.14.2 実証実験実大実験住宅モデルおよび設備概要

実験設備		従来型住戸	省エネルギー型住戸
実大実験住宅	所在・方位	・茨城県つくば市・正南向き	
	構造	・RC・三層	
	住戸位置	・最上階・東妻側	
	住戸プラン	74㎡・3LDK 同一(東西対称)プラン	
	断熱性能	・次世代省エネルギー基準Ⅳ地域仕様 フロン発泡ウレタン@35mm 熱伝導率 0.022[W/(m・K)] ・架橋ポリエチレン13mm ・ヘッドー方式(サヤ管なし) ・潜熱回収型ガス給湯器(24号) *潜熱回収無し ・太陽熱給湯器(自然循環型, 強制循環+貯湯槽型)	
住宅設備	給湯設備	給湯配管	・ヘッドー方式(サヤ管あり) ・潜熱回収型ガス給湯器(27号) ・CO2ヒートポンプ給湯器
		給湯設備	・太陽熱給湯器(自然循環型, 強制循環+貯湯槽型)
	換気設備	トイレ	天井埋込型換気扇 8.4W(高効率モータ) 85[m ³ /h]
		台所	プース型レンジフード 77W 600[m ³ /h]
		全般	熱交換型セントラル換気ユニット 71W 120[m ³ /h](強58.8Pa 時)
	空調設備	居間	冷房時COP:2.67 暖房時COP:3.16
		和室, 洋室1・2	冷房時COP:2.47 暖房時COP:3.02
	照明設備	ペンダントライト・ ダウンライト	白熱電球
		シーリングライト	電球型蛍光灯ランプ
		TV, PC, VIDEO, アイロン, 掃除 機, MDコンポ, ラジ オ, 卓上スタンド, ゲーム機ACアダプ ター, FAX機能付 き電話	二重環形高周波点灯専用形
家電	家電	・2000年当時の住宅を想定 (冷蔵庫等「省エネラベリング制度」に該当する製品をは じめ、今日、待機時、使用時の省エネルギー化が行われ ている家電は、1997年に販売された製品のうち、平均的 性能の物を設置) ・電話機、ACアダプター等、一部模擬装置で代替	
		・2004年1月時点で流通している最も省エネルギー性能 の高い製品を設置 ・電話機、ACアダプター等、一部模擬装置で代替	
調理器具	その他	電子レンジを除き未設置(模擬装置により調理時の発熱発湿を再現)	
		人体からの発熱発湿再現装置	

表 8.14.3 実証実験計測制御数

計測及び制御	記録間隔	従来型住戸	省エネ型住戸
電力消費量	1min	61点	65点
ガス消費量	5sec	1点 (0.017L/Puls)	1点 (0.017L/Puls)
給湯給水	2sec	温度7点・流量7点	温度7点・流量7点 屋外給湯器関連30点
室内環境	10min	189点	189点
屋外環境	5sec	両住戸共通 22点	
PCによる機器制御	—	128系統	132系統

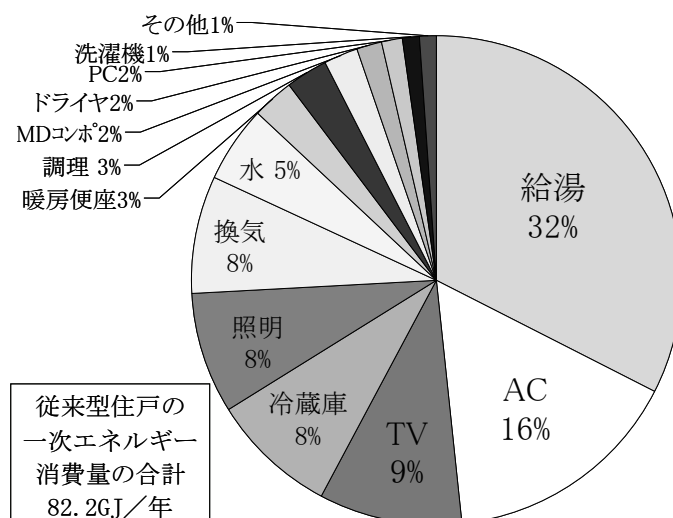


図 8.14.1 従来型住戸の年間エネルギー消費

8.14.3 住宅内のエネルギー消費用途と消費削減結果

実証実験の結果から、年間の住宅内エネルギー消費の算出を行った。算出にあたっては、2005年のカレンダーと東京大手町のアメダス標準気象データに従った曜日と祝祭日、気象条件の設定で、実測結果のデータを補完した。

図 8.14.1 は、実証実験を通じて得られた従来型住戸(2000年時の保有機器を想定)における年間のエネルギー消費量を用途別に表したものである。給湯に費やされるエネルギー(給湯機のガス消費と電力消費を含めた値)が最も多く、本実験結果では住戸全体の消費の 1/3 を占めている。次に空調から水資源の消費までがそれぞれ 16～5%を占め、これら7用途によってエネルギー消費の 9 割近くの消費が行われていることになる。そこで、これら住宅内でのエネルギー消費の中で大きな割合を占めた 7 用途について、省エネルギー技術の導入と削減効果の解析を行う。なお、給湯用のエネルギー消費に関しては、4 種類の給湯設備の削減効果の違いなどを含め続報に記し、本報では最もエネルギー削減量の大きかった自然循環型太陽熱給湯器使用時の結果のみを記す。

1) 給湯用エネルギー消費と削減効果

実証実験では、給湯用の省エネルギー技術として「潜熱回収型給湯機」、「自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯器」、「自然循環型太陽熱給湯システム」、「強制循環型太陽熱給湯システム」それぞれの性能測定を行った。

なお太陽熱給湯システムは、補助用の給湯設備として潜熱回収型ガス給湯器を組み合わせ

使用している。

8.11 に示した各種給湯システムの使用による年間エネルギー消費量の予測方法を用いて積算を行った結果、「自然循環型太陽熱給湯システム」で最も削減量が大きく、給湯用エネルギー46.2%まで削減することが出来た。

2) 空調用エネルギー消費と削減効果

空調へのエネルギー消費削減は、効率の高い機種への代替で行った。従来型住戸に用いたエアコンの定格COP[冷房時:約2.5、暖房時:約3]に対し、省エネ型住宅には冷暖房ともにCOPが約6と、およそ2倍の効率を有するエアコンを設置した。図 8.14.2・図 8.14.3 に、従来型住戸と省エネ型住戸の居間に設置されたエアコンについて、稼働時の効率を外気温度と比較した結果を示す。居間エアコンの場合、省エネ型住戸での消費電力量は従来型住戸に比べ約4割の

消費削減が行われている。一方、室の使用時間が少なく、北側に位置し、比較的冷房負荷の少ない洋室では、稼働時の効率が劣っている。エアコンの最大出力に対する稼働時の消費電力の割合を負荷率として発生の頻度を見ると、効率の劣っていた洋室では、ほとんどの場合負荷率約10%程度で運転されており、定格値の効率を大きく下回ったものと考えられる。暖房時の効率を見た場合も同様な傾向が見られ、低い負荷率で運転されていたことがわかる。

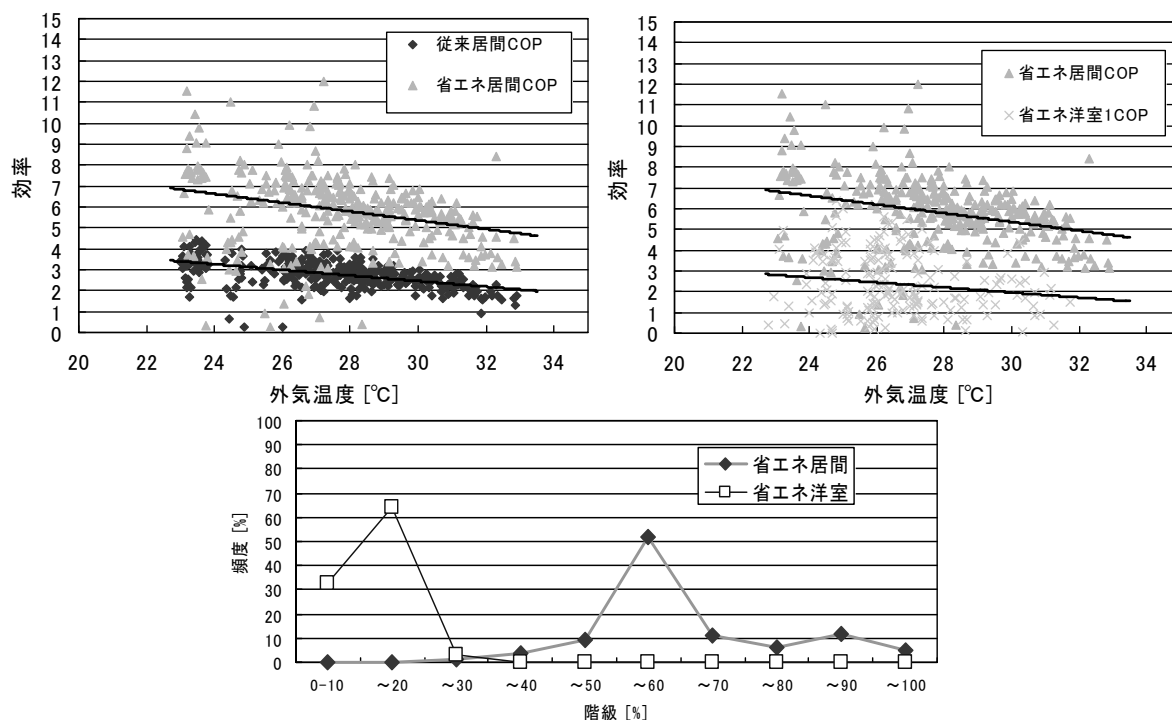


図 8.14.2 エアコン運転時の機器効率（冷房）

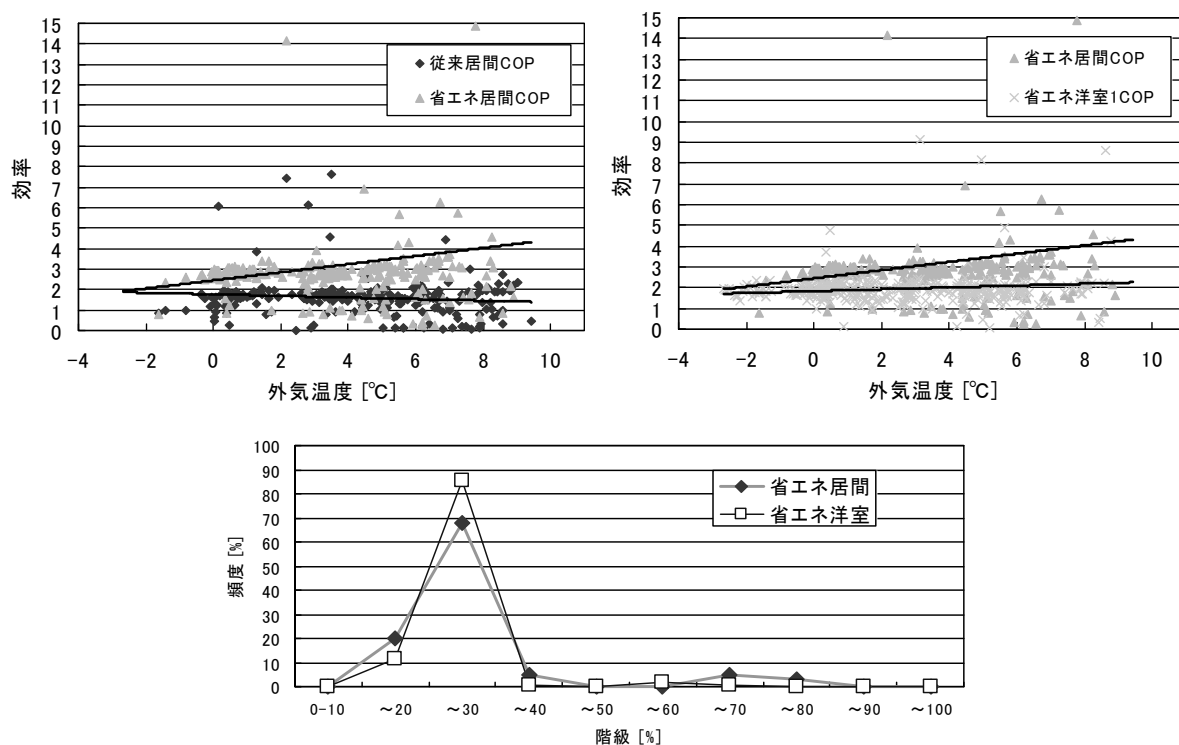


図 8.14.3 エアコン運転時の機器効率（暖房）

これは、住戸の冷暖房負荷が設置した空調機器の持つ能力と比較して小さかったことが原因と思われる、高効率機器の使用において、適切な機器容量の設定が重要であると思われる。

3) 冷蔵庫のエネルギー消費と削減効果

図 8.14.4 に、日平均外気温と冷蔵庫の消費電力量の関係を示す。省エネ型住戸に用いた効率の高い冷蔵庫は、従来型の機種と比較して、全実験期間を通じ 40～50% の消費量が低減している。省エネ型の機種は、日平均外気温変化にともない緩やかな傾きの相関を示したが、従来型機種では、日平均外気温の上昇にともない急激に電力消費量が増加している。

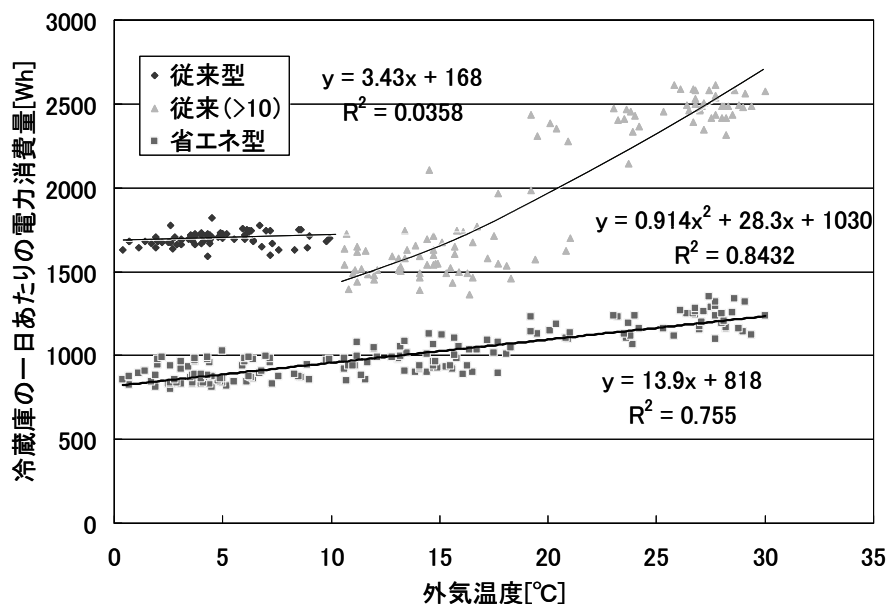


図 8.14.4 日平均外気温と冷蔵庫の電力消費量

ここで、従来型機種の冬期(日平均外気温度 $\leq 10^{\circ}\text{C}$)の消費量は、外気温度が 10°C 以上の場合を考えると、一日の消費電力は 1500Wh を下回ると考えられるが、冷蔵庫が設置されているダイニングキッチン、住宅内で最も在室者のある居間と連続した空間であり、冬期の実測時に

においては空調によって室温が一定に保たれ、外気温度の影響が見られず 1700Wh 程度の消費量となっている。省エネルギー型冷蔵庫では、この影響が顕著ではないものの、省エネルギーのためには、冷蔵庫の設置場所について充分考慮する必要がある。

4) TV・照明のエネルギー消費と削減効果

TV および照明の使用時の消費電力は、使用時の周囲環境の影響はほとんど受けず、使用時間によって消費量がほぼ決定される。省エネ型住戸に設置した液晶型 TV は、従来のブラウン管型に比べ電力消費を半減することが出来た。

照明用途のエネルギー消費削減は、主に白熱球を蛍光管型のものに変更することで行ったが、従来型住戸のほとんどの照明に蛍光灯が使用されていたため、1割程度の削減にとどまった。

5) 換気用のエネルギー消費・水の消費量と削減効果

換気装置の省エネルギー化として、DC モーターを利用した換気扇をトイレの換気な一部に導入したが、住宅の全般換気用の熱交換型換気扇のエネルギー消費量が他の換気設備の使用に伴う消費電力と比べて非常に大きく、換気用

途における削減はほとんど見られない結果となった。また水の使用料削減には、節水型トイレの導入を行ったが、他の水の使用量の割合が大きいためトータルの使用量からは約8%の削減にとどまった。

6) その他

その他の家電には、省エネ型として小待機電力型の機種を積極的に導入した。結果、消費エネルギー量は半減し、個々の消費量は小さいものの合計で約 4.1GJ の削減が可能となった。

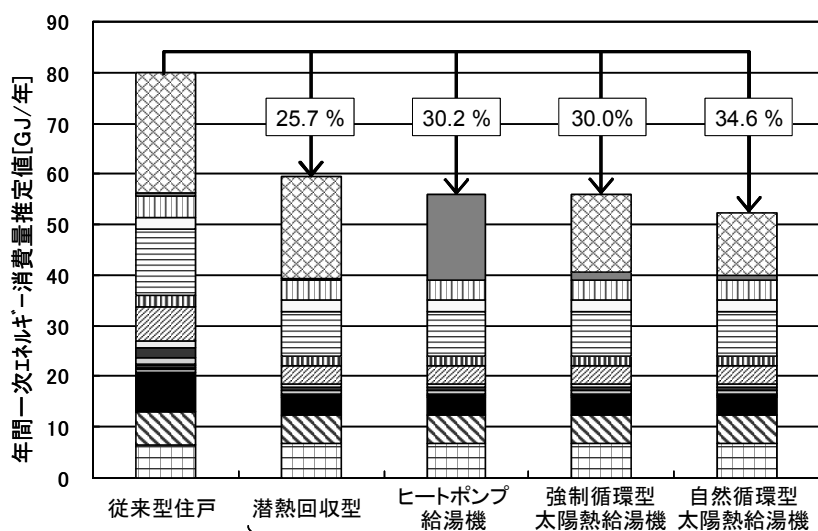
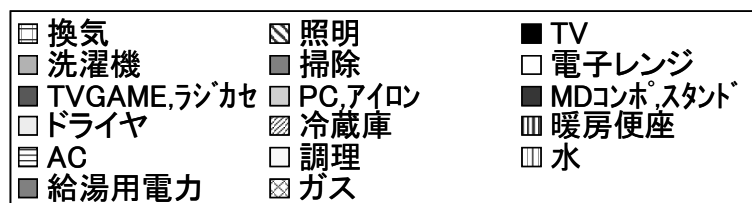
8.14.4 自立循環型住宅によるエネルギー消費削減効果

1年を通じた実証実験の結果を用い、年間のエネルギー消費量の予測を行った結果(給湯は自然循環型太陽熱給湯機と潜熱回収型ガス給湯機を組み合わせた場合を示す)、表 8.14.4 に示される住宅内でのエネルギー消費の削減結果が得られた。エネルギー消費は用途別に見て、給湯及び TV、冷蔵庫の使用について約半減、空調、その他家電の使用について $1/3$ を削減することが出来た。住戸全体に対する削減割合では、給湯へのエネルギー消費の削減で14%程度、空調や TV などの家電で4%前後の削減が可能となった。従来型住戸の年間エネルギー消費量は、1次消費熱量で約 80GJ であったのに対し、省エネ型住戸では29%~40%程度削減された。また同様に CO_2 排出削減量の場合には若干削減率が減り、27%~38%程度であった。これは、2次消費エネルギー量から1次、もしくは CO_2 排出量へ換算する場合の割合が異なるためである。なお図 8.14.5、図 8.14.6 の省エネルギー住宅の消費結果は、今回の実証実験で試験を行った給湯設備(4種類)別に消費量を示しているが、給湯以外の家電・設備は変更がないため、同じ値になっている。今回省エネルギー住宅では4種類の給湯方式を採用したが、太陽熱給湯器と潜熱回収型ガス給湯器を組み合わせた条件で1次消費熱量、 CO_2 排出削減量ともに最も少なくなった。すなわち、関東地方の気候において、4人家族の平均的な生活行動を想定した場合、省エネルギー機器

の導入によって、ライフスタイルの変更や制限を行うことなく、CO₂排出削減量の4割を削減できることが示された。

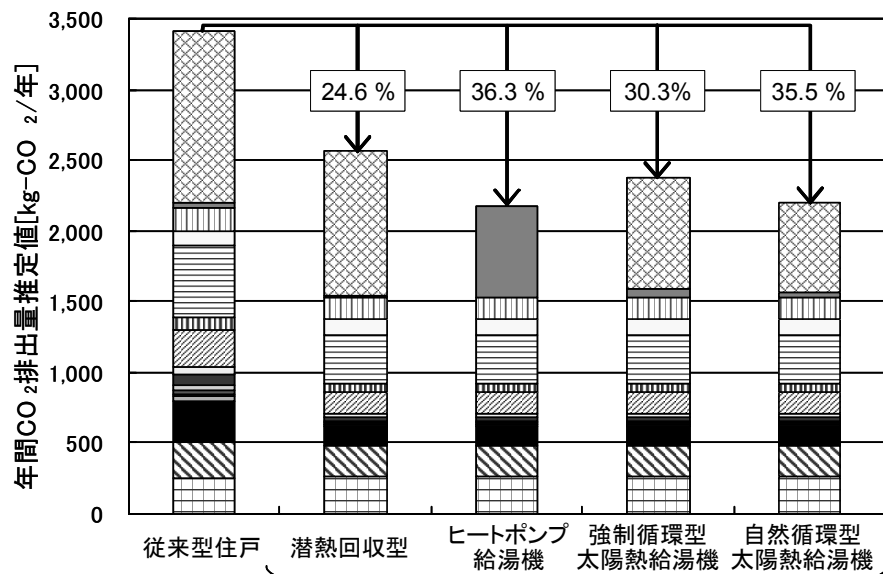
表 8.14.4 エネルギー消費削減結果

	エネルギー消費量[GJ/年]		削減量[GJ]	削減率
	従来型	省エネ型		
給湯	24.62	13.15	11.47	46.6%
AC	13.05	8.87	4.18	32.0%
TV	7.74	3.47	4.28	55.2%
冷蔵庫	6.79	3.71	3.08	45.3%
照明	6.63	5.77	0.86	12.9%
換気	6.45	6.45	0.00	0.0%
水	4.08	3.98	0.10	2.5%
その他 家電・調理	10.66	6.59	4.08	38.3%
合計	82.21	51.23	30.98	37.7%



省エネ型住戸(この4住戸は給湯システムのみ異なり、他の対策は共通)

図 8.14.5 エネルギー消費削減結果 (1次エネルギー)



省エネ型住戸(この4住戸は給湯システムのみ異なり、他の対策は共通)
図 8.14.6 エネルギー消費削減結果 (CO₂)

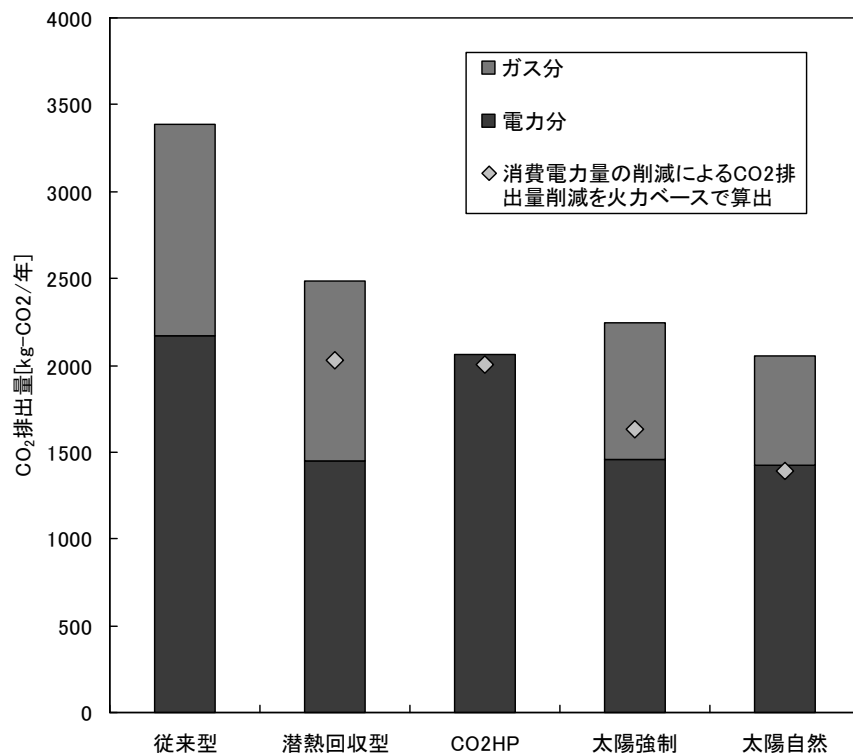


図 8.14.7 エネルギー種別CO₂排出量削減結果

表 8.14.5 エネルギー換算原単位

1次エネルギー熱量換算値	CO ₂ 排出量原単位
ガス : 46.04655 MJ/Nm ³	ガス : 0.0513kg/MJ
電力 : 9,830 kJ/kWh	電力 : 0.378 kg/kWh
	参考 (電力-火力 0.69 kg/kWh)

8. 15 総括

8. 15. 1 まとめと今後の展望

本実験から、住宅内におけるエネルギー消費の主要な用途と、消費量削減の可能性を示すことが出来た。特に、エネルギー消費の多くを占める給湯・空調用エネルギーをおよそ 1/2 にすることが出来た。しかしながら、今回省エネルギー型として用いた給湯システムやエアコンには、それぞれの機能的特徴から、使用状況と周囲の環境によって効率が変化することも明らかとなった。今後、家族構成やライフスタイル、外部環境など、機器使用の条件の違いによるエネルギー消費の削減効果を明らかにし、それぞれの住環境にとって最も効率的な省エネルギー手法を提案する必要がある。特に、今後エネルギー消費量削減の期待がかかる家庭用熱源機器の多くは、居住者のライフスタイルがエネルギー効率に大きく関与するため、居住者の生活行動に適した省エネルギー機器の情報整備、もしくは設備機器の特性を生かすライフスタイルの発信が求められる。

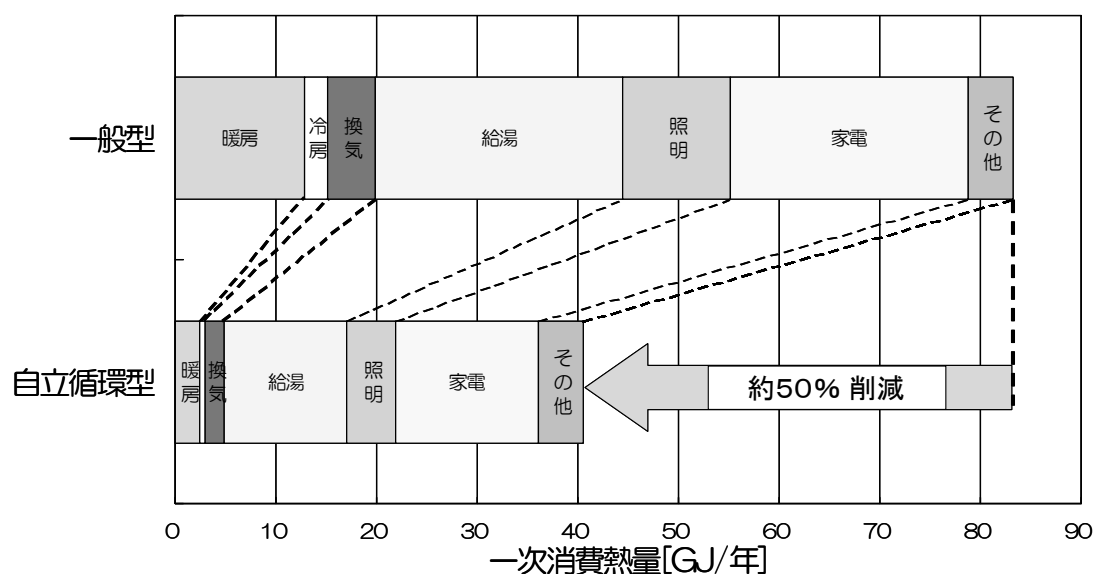


図 8. 15. 1 実証実験から得られた住宅のエネルギー消費削減試算結果