

修士論文

消費者選好を考慮した民生家庭部門における
エネルギー需要予測と省エネ政策の評価

指導教員

松橋 隆治 教授



東京大学大学院新領域創成科学研究科

環境学専攻環境システムコース

環境経済システム学研究室

46747 齊藤 周

平成 18 年 2 月 2 日 提出

| | |
|------------------------------------|----|
| 第1章 緒言 | 1 |
| 1.1. 研究の背景 | 1 |
| 1.1.1. 京都議定書を巡る情勢 | 1 |
| 1.1.2. 民生部門における政府の方針..... | 2 |
| 1.1.2. 課題の抽出と関連文献 | 4 |
| 1.2. 研究の目的 | 4 |
| 第2章 家庭における電力需要の現状把握..... | 6 |
| 2.1. 概要..... | 6 |
| 2.2. ストック平均値の算出方法..... | 6 |
| 2.2.1. 残存率の推定方法..... | 6 |
| 2.2.2. ストック平均値の算出..... | 7 |
| 2.3. 電気冷蔵庫の消費電力量の把握..... | 7 |
| 2.3.1. 電気冷蔵庫の出荷年別残存台数の推定 | 7 |
| 2.3.2. 電気冷蔵庫の出荷年別製品性能の把握..... | 8 |
| 2.3.3. 電気冷蔵庫のストック平均消費電力量の算出 | 11 |
| 2.4. テレビの消費電力量の把握..... | 12 |
| 2.4.1. テレビの出荷年別残存台数の推定 | 12 |
| 2.4.2. テレビの出荷年別製品性能の把握 | 13 |
| 2.4.3. テレビのストック平均消費電力量の算出 | 16 |
| 2.5. ルームエアコンのエネルギー消費効率の把握..... | 16 |
| 2.5.1. ルームエアコンの出荷年別残存台数の推定..... | 16 |
| 2.5.2. ルームエアコンの出荷年別製品性能の把握..... | 18 |
| 2.5.4. ルームエアコンのストック平均消費効率の算出 | 19 |
| 2.6. その他電気機器による消費電力量の設定..... | 19 |
| 2.6.1. 照明機器による消費電力量の把握 | 19 |
| 2.6.2. その他電気機器による消費電力量の把握 | 20 |
| 2.7. 一般家庭における電力需要の現状把握..... | 21 |
| 第3章 家庭における冷暖房熱需要の現状把握..... | 22 |
| 3.1. 概要..... | 22 |
| 3.2. 熱負荷計算プログラム | 22 |
| 3.2.1. SMASH の概要 | 22 |
| 3.2.2. 熱回路網の解析方法 | 23 |
| 3.2.3. 換気と熱回収に関して..... | 27 |
| 3.2.4. 日射熱取得と窓の日射遮蔽係数に関して | 27 |
| 3.2.5. 内部発熱に関して..... | 29 |
| 3.3. 家庭における冷暖房熱負荷計算..... | 29 |

| | | |
|--------|----------------------------|----|
| 3.3.1. | 計算地点の設定 | 29 |
| 3.3.2. | 住宅モデルの設定..... | 31 |
| 3.3.3. | 居住者の生活スケジュールの設定 | 40 |
| 3.4. | 熱負荷計算の結果と検証..... | 50 |
| 3.5. | 一般家庭における冷暖房熱需要の現状把握 | 57 |
| 第4章 | 商品購入時の消費者選好の把握..... | 59 |
| 4.1. | 概要..... | 59 |
| 4.2. | コンジョイント分析 | 59 |
| 4.2.1. | 評価手法の選択 | 59 |
| 4.2.2. | コンジョイント分析の基礎理論..... | 60 |
| 4.2.3. | コンジョイント分析の調査手順..... | 61 |
| 4.2.4. | コンジョイント分析の推定方法..... | 64 |
| 4.2.5. | コンジョイント分析の課題..... | 70 |
| 4.3. | アンケート設計..... | 71 |
| 4.3.1. | 調査領域 | 71 |
| 4.3.2. | 情報収集 | 71 |
| 4.3.3. | 属性とレベルの決定 | 72 |
| 4.3.4. | アンケート作成(プロファイルデザイン)..... | 75 |
| 4.3.5. | アンケートの実施..... | 76 |
| 4.4. | アンケート結果及び分析 | 76 |
| 4.4.1. | アンケート実施の概要及び回答者の属性 | 76 |
| 4.4.2. | コンジョイント分析結果..... | 77 |
| 4.4.3. | 結果の検証..... | 79 |
| 4.5. | 消費者選好の把握に関するまとめ..... | 82 |
| 第5章 | 将来の電力・冷暖房熱需要の予測..... | 83 |
| 5.1. | 概要..... | 83 |
| 5.2. | 家庭における将来のエネルギー需要の推計方法..... | 83 |
| 5.3. | 電気冷蔵庫の消費電力量の予測..... | 84 |
| 5.3.1. | ベースケースの各種設定..... | 84 |
| 5.3.2. | 電気冷蔵庫の出荷年別平均消費電力量の予測..... | 85 |
| 5.3.3. | 電気冷蔵庫のストック平均消費電力量の予測..... | 86 |
| 5.4. | テレビの消費電力量の予測..... | 87 |
| 5.4.1. | ベースケースの各種設定..... | 87 |
| 5.4.2. | テレビの出荷年別平均消費電力量の予測 | 88 |
| 5.4.3. | テレビのストック平均消費電力量の予測 | 90 |
| 5.5. | ルームエアコンの消費効率の予測..... | 91 |

| | | |
|--------|--------------------------------|-----|
| 5.5.1. | ベースケースの各種設定..... | 91 |
| 5.5.2. | ルームエアコンの出荷年別平均 COP の予測..... | 92 |
| 5.5.3. | ルームエアコンのストック平均 COP の予測..... | 93 |
| 5.6. | 冷暖房熱負荷の予測..... | 93 |
| 5.6.1. | ベースケースの各種設定..... | 93 |
| 5.6.2. | 冷暖房熱負荷の予測..... | 94 |
| 5.7. | 家庭におけるエネルギー需要及び二酸化炭素排出量予測..... | 96 |
| 5.7.1. | 各種設定..... | 96 |
| 5.7.2. | 一般家庭におけるエネルギー需要予測..... | 96 |
| 5.7.3. | 一般家庭からの二酸化炭素排出量の推移..... | 97 |
| 第6章 | 省エネ政策の定量的評価(ケーススタディ)..... | 101 |
| 6.1. | 概要..... | 101 |
| 6.2. | 感度分析の対象..... | 101 |
| 6.3. | 技術向上に関するケーススタディ..... | 101 |
| 6.3.1. | ケーススタディ設定..... | 101 |
| 6.3.2. | 電気冷蔵庫のケーススタディ..... | 101 |
| 6.3.3. | テレビのケーススタディ..... | 103 |
| 6.3.4. | ルームエアコンのケーススタディ..... | 104 |
| 6.4. | 価格変化に関するケーススタディ..... | 105 |
| 6.4.1. | ケーススタディ設定..... | 105 |
| 6.4.2. | 電気冷蔵庫のケーススタディ..... | 106 |
| 6.4.3. | テレビのケーススタディ..... | 107 |
| 6.4.3. | ルームエアコンのケーススタディ..... | 108 |
| 6.5. | 住宅の断熱性能に関するケーススタディ..... | 109 |
| 6.5.1. | ケーススタディ設定..... | 109 |
| 6.5.2. | 住宅の断熱性能に関するケーススタディ..... | 110 |
| 6.6. | 効果的な省エネルギー政策の提案..... | 112 |
| 6.6.1. | 前節までのまとめ..... | 112 |
| 6.6.2. | 今後の省エネルギー政策の抽出..... | 112 |
| 6.6.3. | 政策を施した場合の家庭のエネルギー需要..... | 113 |
| 6.6.4. | 政策を施した場合の二酸化炭素排出削減量..... | 114 |
| 第7章 | 結言..... | 117 |

第1章 緒言

1.1. 研究の背景

1.1.1. 京都議定書を巡る情勢

温室効果ガス削減のための具体的な数値目標を各国に課す京都議定書が2005年2月発効された。それにより日本は90年比で6%の削減目標が課せられることとなったが、2004年の時点で日本の最終エネルギー消費量は90年比で20%増加、温室効果ガス排出量は7.6%増加しており、実質13.6%の排出削減を果たさなくてはならない(Figure 1.1^[1]及び Figure 1.2^[2])。

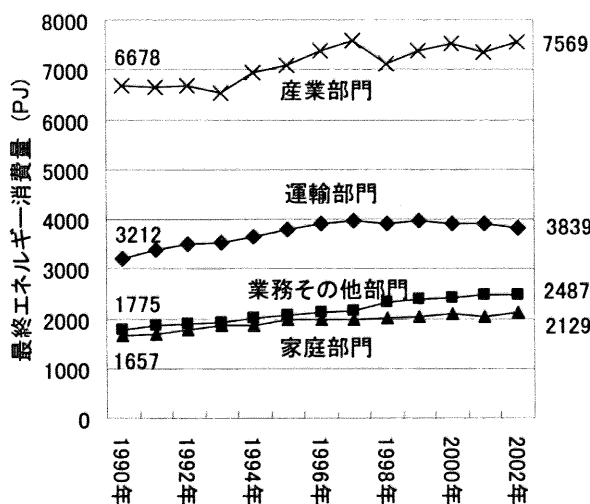


Figure 1.1 部門別最終エネルギー消費量

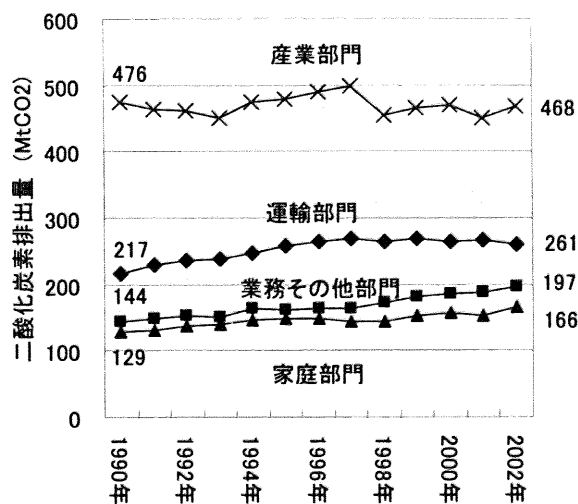


Figure 1.2 部門別二酸化炭素排出量

特に民生家庭部門をみると、最終エネルギー消費量及び温室効果ガス排出量は日本全体の13%、14%を占め(Figure 1.3^[1]及び Figure 1.4^[2])、いずれも2002年時点で90年比30%程度も増加している。もともと省エネ技術の先進であった日本の産業部門における排出削減技術の費用対効果は小さく、運輸部門も近年そのエネルギー消費量や二酸化炭素排出量の増加が少なくなってきたことから、民生部門における省エネルギー政策や温室効果ガス削減対策の役割は大きい。将来に向けて効率よく省エネ等を行っていくためにも民生部門における各種政策の定量的な評価が急務となっている。

2002年総エネルギー消費量: 16024PJ

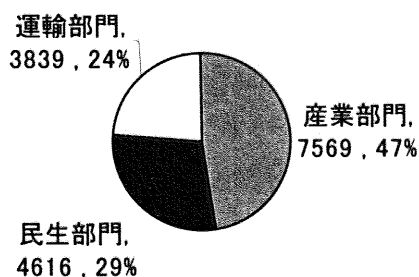


Figure 1.3 2002年最終エネルギー消費量

2002年総排出量1247 (百万tCO2)

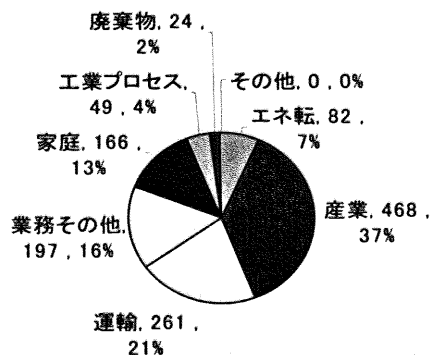


Figure 1.4 2002年二酸化炭素排出量

1.1.2. 民生部門における政府の方針

政府によって作成された京都議定書目標達成計画¹³⁾の下では民生家庭部門において多くの二酸化炭素排出削減のための政策が掲げられている。以下にその内容の一部を記す。

京都議定書目標達成計画（民生部門に関する概要）

2002年、我が国の民生部門における二酸化炭素排出量は家庭が全体の13%で166百万t-CO₂、業務部門が16%で197百万t-CO₂であり基準年に対して合計33.0%増加している（Table 1.1）。現状対策のままでは2010年において90年比22%の排出量増加であり、2010年度の排出量目標値を達成するためには更なる追加的排出削減対策が必要である。そこで民生部門におけるエネルギー起源二酸化炭素の排出削減対策として以下の六つを掲げる。

Table 1.1 2010年度温室効果ガス排出量の推計および目標（民生部門）

| | 基準年 | 2002年 | | 現状対策ケース | | 2010年度目標値 | |
|------|---------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
| | 百万t-CO ₂ | 百万t-CO ₂ | 基準年比 | 百万t-CO ₂ | 基準年比 | 百万t-CO ₂ | 基準年比 |
| 民生全体 | 273 | 363 | 133% | 333 | 122% | 302 | 111% |
| 業務 | 144 | 197 | 137% | 178 | 124% | 165 | 115% |
| 家庭 | 129 | 166 | 129% | 155 | 120% | 137 | 106% |

施設・主体単位の対策

- 住宅の省エネルギー性能の向上
- HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）の普及

機器単位の対策

- トップランナー基準に基づく機器の効率向上
- 省エネルギー機器に係る情報提供等
- 高効率給湯器等省エネルギー機器の普及支援・技術開発
- 待機時消費電力の削減

これら六つの対策によって民生部門全体で6100万t-CO₂の削減を達成することを目標とする。その細かい内訳は以下に示す通りである。

○住宅の省エネルギー性能の向上 排出削減見込量:850万t-CO₂

新築時における省エネ措置、既存ストックの省エネリフォームの促進。一定規模以上の住宅の新築・増改築・大規模修繕等を行う場合は所管行政庁への省エネルギー措置の届出を義務化など。住宅に関する環境性能評価手法(CASBEE)の開発・普及。省エネに関する情報提供。民間事業者の技術開発に対する支援（断熱資材、太陽光発電、省エネ性能の高い窓ガラス、サッシなど）。

○HEMSの普及 排出削減見込量:1120万t-CO₂

IT活用によりエネルギー使用状況をリアルタイムで表示。照明・空調最適運転。

○トップランナー基準に基づく機器の効率向上 排出削減見込量:2900万t-CO₂

1998 年度より省エネルギー法に基づくトップランナー基準を導入。現在 18 機器を対象。対象の拡大。

○省エネルギー機器に係る情報提供等 排出削減見込量:560 万 t-CO₂+420 万 t-CO₂

2000 年度より省エネラベリング制度の導入。省エネルギー型製品販売事業者評価制度の普及・充実。省エネ家電普及講座の開催、普及啓発。省エネ製品への買い替え・利用の促進。

○省エネルギー機器の普及支援・技術開発 排出削減見込量:340 万 t-CO₂+340 万 t-CO₂

CO₂ 冷媒ヒートポンプ給湯器、潜熱回収型給湯器、ガスエンジン給湯器等の普及。技術開発の促進。ヒートポンプの積極的利用。LED 照明器具の導入。

○待機時消費電力の削減 排出削減見込量:150 万 t-CO₂

業界の目標は達成されているが今後とも引き続き自主的取組をフォローアップ。

その中でも特にトップランナー基準に基づく機器の効率の向上及び製品の普及が重要であり全体の削減分の 48%をトップランナー基準によって達成する目標となっている。トップランナー基準による削減量の詳細を以下に示す。

現行対策：約 2300 万 t-CO₂ の削減

| 内訳 | 家庭部門：約 1207 万 t-CO ₂ | 業務部門：約 1093 万 t-CO ₂ |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|
| エアコン | ：約 241 万 t-CO ₂ | エアコン：約 251 万 t-CO ₂ |
| テレビ | ：約 93 万 t-CO ₂ | テレビ：約 10 万 t-CO ₂ |
| VTR | ：約 32 万 t-CO ₂ | VTR：約 7 万 t-CO ₂ |
| 蛍光灯器具 | ：約 175 万 t-CO ₂ | 蛍光灯器具：約 196 万 t-CO ₂ |
| 電子計算機 | ：約 75 万 t-CO ₂ | 電気計算機：約 404 万 t-CO ₂ |
| 電気冷蔵庫 | ：約 117 万 t-CO ₂ | 電気冷蔵庫：約 28 万 t-CO ₂ |
| ストーブ | ：約 12 万 t-CO ₂ | 複写機：約 7 万 t-CO ₂ |
| ガス調理機器 | ：約 125 万 t-CO ₂ | 変圧器：約 93 万 t-CO ₂ |
| ガス温水機器 | ：約 208 万 t-CO ₂ | 自動販売機：約 98 万 t-CO ₂ |
| 石油温水機器 | ：約 69 万 t-CO ₂ | |
| 電気便座 | ：約 60 万 t-CO ₂ | |

追加対策：約 600 万 t-CO₂ の削減

| 内訳 | 基準強化：約 273 万 t-CO ₂ | 機器拡大：約 348 万 t-CO ₂ |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------|
| エアコン | ：約 81 万 t-CO ₂ | 電子レンジ：約 3 万 t-CO ₂ |
| 電気冷蔵庫 | ：約 44 万 t-CO ₂ | 電気炊飯器：約 19 万 t-CO ₂ |
| 蛍光灯器具 | ：約 0 万 t-CO ₂ | ガス調理機器のグリル部：約 27 万 t-CO ₂ |
| 大型テレビ | ：約 127 万 t-CO ₂ | ルーター：約 298 万 t-CO ₂ |
| VTR | ：約 21 万 t-CO ₂ | |

1.1.2. 課題の抽出と関連文献

前項で示した六つの対策が政府より掲げられているが、現状として具体的な数値目標に対する定量的な根拠は乏しいといえる。従って、これらの目標値がどれほど現実として達成可能かを定量的に評価することが急務となっている。そこで、民生家庭部門における省エネルギー政策及び二酸化炭素排出削減対策の定量的な評価を行うためには以下に示すことが必要となる。

- ・ 家庭におけるエネルギー消費の実態の把握
- ・ 将来の電気機器の普及状況や住宅性能の動向把握
- ・ 将来のエネルギー需要シナリオの設定と各種政策による比較評価

家庭におけるエネルギー消費量の把握では主要電気機器別、用途別、住宅の性能別等を考慮したエネルギー消費の実態把握が必要であり、近年多くの研究者たちが様々な観点からそのエネルギー消費の実態把握を試みる研究を行っている。例えば、統計値を基に現状把握を行っているものに外岡⁴⁾や三浦⁵⁾が行った住宅エネルギー需要推計モデルの研究があり、アンケートを基にエネルギー消費量を把握しているものに石田⁶⁾や日本建築学会⁷⁾が行った研究がある。また、実測調査によってエネルギー消費の把握を試みている研究も多く代表的なものに日本建築学会⁸⁾の研究などがある。

将来の電気機器の普及状況や住宅性能の動向把握に関しては、三田寺ら⁹⁾による家庭のエネルギー需要に関する研究などがある。将来の予測は現状のトレンドから将来設定を行うものが多いが、今後の消費者の行動心理や価格、製品性能などの様々な因子の変化による製品の普及状況の変化を考慮した将来予測を行っている研究はまだ少ない。そのため、各種省エネルギー政策を評価する際にも現実との乖離が見られ、削減量の評価に定量的な根拠が乏しくなってしまう可能性が指摘される。

1.2. 研究の目的

前節で述べた背景の下、本研究では省エネルギー政策や二酸化炭素排出削減対策の定量的な評価を行うという目的を前提に、まず民生家庭部門におけるエネルギー需要の現状を、電力需要・冷暖房熱需要の双方の観点から総合的に把握する。特に電力需要に関しては主要電気機器の保有状況や保有製品の性能、使用状況を考慮して現状把握を行い、冷暖房熱需要に関しては地域別や住宅の建て方及び断熱性能別に設定を行い熱負荷計算プログラムによって現状把握を行う。次に、将来の電気機器の普及状況を捉えるため、コンジョイント分析によって各製品に対する消費者選好を調査する。そして得られた結果を基に消費者選好やストック住宅の断熱水準別のシェア変化を考慮した将来エネルギー需要予測を行う。最後に将来のエネルギー需要予測で現行ケースを設定し、その傾向を分析すると同時に、各種政策による省エネルギー効果および温室効果ガス排出削減量を現行ケースとの比較により定量的に把握・評価する。以上の事を本研究の主目的とする。本研究の骨組みを Figure 1.5 に示す。

民生家庭部門の省エネ、CO2排出削減達成に向けて

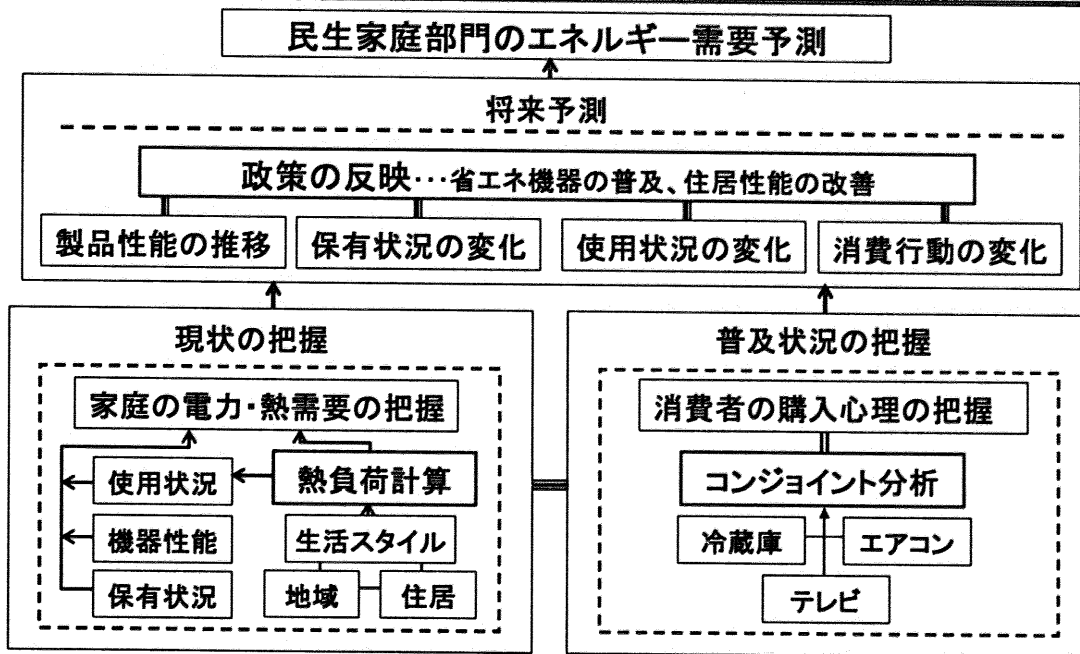


Figure 1.5 本研究の骨組み

第2章 家庭における電力需要の現状把握

2.1. 概要

本研究は民生家庭部門におけるエネルギー需要の現状を把握することから始まる。第2章では家庭における電力需要を主要電気機器による電力消費の観点から捉える。主要電気機器は特にエネルギー消費の大きいとされる電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンを対象とし、日本全体の2003年における各製品の保有状況、保有機器の性能などからその消費電力の実態を調査・分析する。ただしルームエアコンに関しては使用環境や住居性能、居住地域により消費電力量が大きく異なると考えられるため、この章ではエネルギー消費効率(COP)のストック平均値を推計するにとどめ、第3章においてライフスタイルや住居環境、地域差等を考慮した住居の熱負荷計算を行いながら、その消費電力を把握する。

2.2. ストック平均値の算出方法

2003年における各製品のストック平均消費電力量(ルームエアコンの場合はストック平均COP)を推計する大まかな流れをFigure 2.1に示す。基本的にどの製品に関しても出荷台数データと推定した残存率から2003年における出荷年別の残存台数を求め、さらに出荷年別の製品性能と求めた残存台数から2003年におけるストック平均値を算出する。

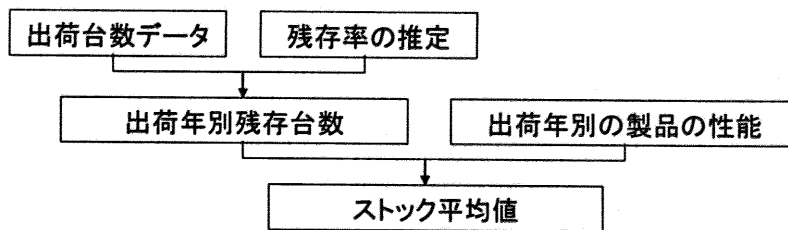


Figure 2.1 ストック平均値推計の流れ

2.2.1. 残存率の推定方法

一般に耐用年数や寿命は確率変数であり、劣化の進行に伴う故障率の推定にはワイブル分布が広く用いられている^{[1][2]}。ワイブル分布の累積密度関数 F は経過年数を x とすると次式のように表される。 E は期待値、 V は分散を表す。

$$F(x) = \exp(-(x/a)^b) \quad \dots(2-1)$$

$$E(X) = a\Gamma(1 + (1/b)) \quad \dots(2-2)$$

$$V(X) = a^2 \{ \Gamma(2 + (1/b)) - \Gamma(1 + (1/b))^2 \} \quad \dots(2-3)$$

母数 a, b はそれぞれ尺度母数、形状母数と呼ばれ、形状母数 b が大きいほどワイブル分布は正規分布に近づく。残存率の推定は2003年の残存台数を世帯数で割った値が内閣府の消費動向調査による保有台数と等しくなるように母数 a, b を変化させて行った。またその際に

各家電製品の最大寿命は 25 年とし 1977 年以前の製品が残存することはないと仮定して計算を行った。また期待値 E から各製品の平均使用年数を算出し、消費動向調査による値と比較を行った。

2.2.2. ストック平均値の算出

1978 年以降の各製品の出荷台数データと残存率のデータから 2003 年における出荷台数別の残存台数を算出する。残存台数は出荷台数と残存率の単純掛け合わせで求める。その後、残存台数と出荷年別の製品の消費電力量及び COP のデータを用いて(入手データに関しては 2.3.以降で各製品ごとに記述)ストック平均値を算出する。ストック平均値は出荷年別の残存台数と出荷年別の製品性能値を加重平均することで求めることができる。

2.3. 電気冷蔵庫の消費電力量の把握

2.3.1. 電気冷蔵庫の出荷年別残存台数の推定

a) 出荷台数データ

本研究では出荷台数データとして日本電機工業会(JEMA)^[3]の出している容量別出荷台数データを用いる。1997 年以降は JEMA のホームページに載っている値を用いるが、それ以前のものには 2005 年時点で JEMA のホームページには載っていないので省エネルギーセンター(ECCJ)のホームページに載っている値^[4]を用いた。(ただし ECCJ のデータも元データは JEMA の容量別出荷台数である)ECCJ の値は隔年であったので、一年毎に同じ値を用いた。また容量は JEMA の分類に合わせて 140L 以下、141-300L、301-350L、351L-400L、401L 以上の 5 分類にした。尚、ECCJ の分類では 120L 以下の小型、121-300L の中型、301-400L の大型、401L 以上の超大型の 4 区分にされており、4 区分の値を容量に応じた割合で 5 区分へと加工した。容量別の出荷台数の推移を Figure 2.2 に示す。

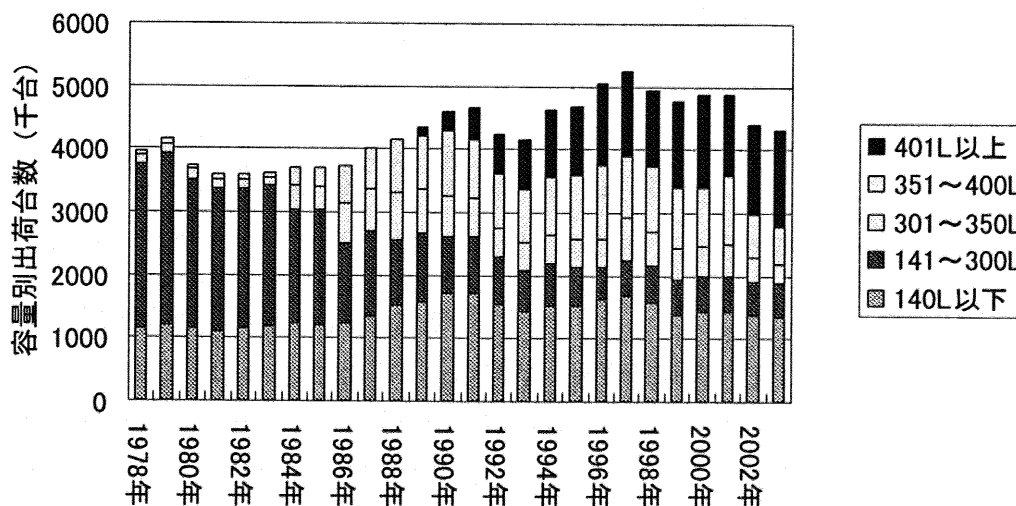


Figure 2.2 電気冷蔵庫容量別出荷台数の推移

1980年代以前は141L～300Lが主流だったが近年は二極化が進み350L以上の大型サイズと140L以下の小型サイズの電気冷蔵庫が主流となっている。出荷台数は1997年にピークを迎えるが、これは省エネルギー法の中で家電製品の消費電力量に規制を設けるトップランナー方式が1998年に制定され、その前の年である1997年にそれ以前に製造された家電製品が安い値段で大量に放出されたためと考えられる。また家電製品の主力モデルのラインアップ開発にかかるサイクルは5年程度でありグラフの形状からそのことも影響していると考えられる。

b) 残存率の推定及び出荷年別残存台数の算出

2.2.1.で述べたように残存率の推定にはワイブル分布と保有台数データを用いる。本研究では保有台数として内閣府の消費動向調査⁶⁾による保有台数を用いた。尚、保有台数は平成15年度(2003)のデータを一般世帯及び単身世帯について加重平均し100世帯あたり120台という値を用いた。その推定の結果、尺度母数 $a=12.94$ 、形状母数 $b=4.10$ となり、平均使用年数は11.74年、標準偏差は7.2年となった。消費動向調査によると電気冷蔵庫の平均使用年数は2003年以前過去5年で10.6年～12.4年であることから残存率の推定は妥当であるといえる。残存率と容量別出荷台数から2003年における出荷年別の残存台数を求めた(Figure 2.3)。

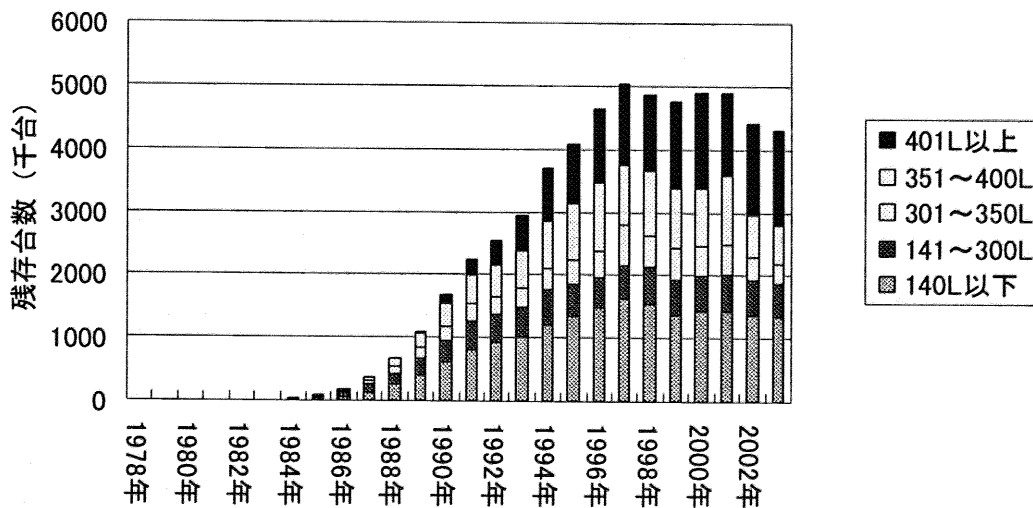


Figure 2.3 2003年における電気冷蔵庫の容量別・出荷年別残存台数

2.3.2. 電気冷蔵庫の出荷年別製品性能の把握

前項において2003年における出荷年別の残存台数を求めたので、次に出荷年別の製品の年間消費電力量を設定する。年間消費電力量の値は基本的にカタログなどで公表されているJIS規格に基づいて測定された値を用いる。1997年以降のデータはECCJの省エネ性能カタログ⁶⁾に載っている製品の平均値を用い、それ以前のデータに関しては松下電器産業株式会社より提供していただいた電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンそれぞれの出荷年別

の代表的製品の性能推移データ（以降松下データ）をもとに設定した。冷蔵庫に関しては容量別消費電力量データである。松下データは小型の140L、中型の230L、大型の430Lにおける代表的な製品の消費電力量の推移データである。消費電力量の設定はJEMAの容量別出荷台数に合わせて140L以下、141-300L、301-350L、351L-400L、401L以上の5分類で行うため、細かい容量別データの存在しない1996年以前の値については、140L以下には松下データの140Lのデータ、141-300L及び301-350Lには松下データの230Lのデータ、351L-400L、401L以上には松下データの430Lのデータを参考に設定を行った。1997年以降のECCJのデータには50L単位の分類があるためにそれらの分類をもとに値の設定を行った。また、電気冷蔵庫のJIS規格は測定方法が変更されている（詳細は後述）ため、測定方法の違いによる消費電力量の差は単純足し合わせによって補正した。Figure 2.4及び2.5に松下データの元データと、それをもとにECCJのデータと組み合わせ加工したデータを示す。尚、本研究では後者のデータを出荷年別の電気冷蔵庫の消費電力量として設定し、以降の計算に使用する。

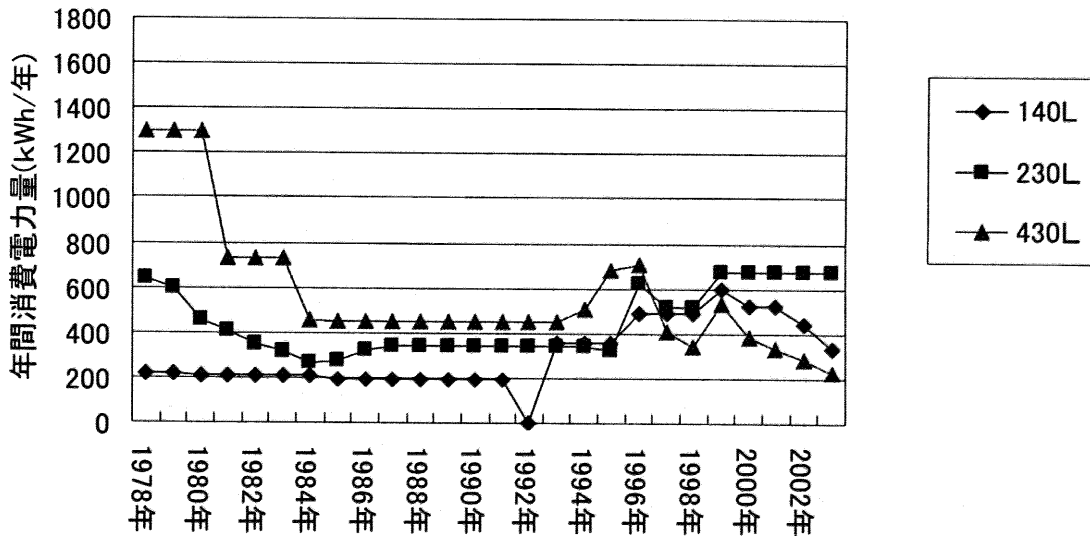


Figure 2.4 電気冷蔵庫の消費電力量の推移（松下データ）

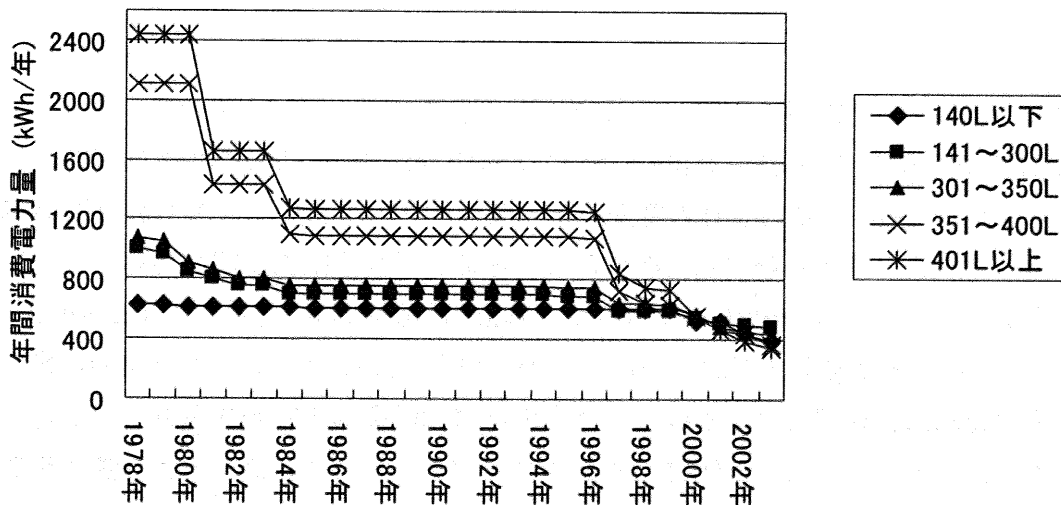


Figure 2.5 電気冷蔵庫の消費電力量の推移（設定値）

消費電力量の削減されている1984年前後は圧縮機がレシプロ式からロータリー式へと移行した時期であり、1997年前後は大型冷蔵庫にインバータ制御が導入された時期である。それ以降、特に大型冷蔵庫のインバータ化が進み大型の消費電力の削減が大きい。近年はカタログ値において大型冷蔵庫が最も消費電力量が少なく、中型冷蔵庫が最も大きくなっている。これはインバータ制御が導入されていない比較的容量の大きい中型冷蔵庫の消費電力量が大きくなるためと考えられる。

Figure 2.2 で示した容量別の出荷台数の推移データと Figure 2.5 で示した容量別消費電力量の推移データから出荷年別の製品全体の平均消費電力量を求めた(Figure 2.6)。

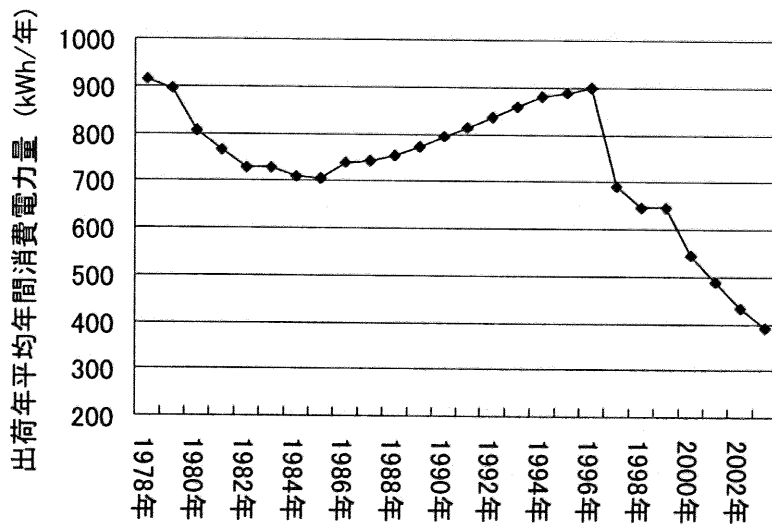


Figure 2.6 電気冷蔵庫の出荷年別平均消費電力量の推移

1980年代から1997年までは平均消費電力量が増加しているが、これは1980年代から大型冷蔵庫が広く普及し始め全体としての平均消費電力量が増加し、1997年前後から大型冷蔵庫にインバータ制御が導入され急激に消費電力量の削減が達成されたためと考えられる。また先に述べたようにトップランナー制度もこの時期に制定されており、それ以降企業が省エネ性能の向上に努めた結果このような結果になったと考えられる。

測定方法に関して

電気冷蔵庫の消費電力に関する測定方法はJIS規格によって厳密に定められている。JIS規格による測定方法は1995年まではJIS9607A法、1996年～1998年はJIS9607B法、1999年以降はJIS9801の新測定法でありその間に2回変更されている。一般的に新しい測定方法ほど、より現実に即した測定方法になっているため、測定値は大きくなる傾向がある。実際 Figure 2.4 をみると1995年から1996年にかけてと1998年から1999年にかけて消費電力量が増加している。これは、例えばB法においては測定段階でドアの開閉がなかったのに対して、新法ではドアの開閉回数が規定されているために開放時に内部が暖まるため消費電力量が大きくなってしまいうということなどに起因している。大まかな変更内容を

以下に示す。2.3.2.で述べたように本研究では製品の消費電力量の設定を行うさいに、測定方法の違いによる消費電力量の差は単純足し合わせによって補正した。

Table 2.1 電気冷蔵庫の消費電力量測定法の変遷

| 測定法 | ドア開閉 | 周囲温度 | 備考 |
|------|------|---------|------------------------|
| A法 | 有 | 30度、15度 | |
| B法 | 無 | 25度 | 国際的な基準に則って設定、日本製品に不向き。 |
| 新測定法 | 有 | 25度 | より現実的な測定方法へ移行、現実と差がある。 |

2.3.3. 電気冷蔵庫のストック平均消費電力量の算出

出荷年別の残存台数と出荷年別の年間消費電力量のデータから2003年末における電気冷蔵庫のストック平均消費電力量は一台あたり約680kWh/年、一般世帯あたり約815kWh/年となった。(一般世帯の保有率1.2倍をかけた値)住環境研究所の家庭用エネルギーハンドブック^[7]によると1996年時点でのストック平均消費電力量は約632kWh/年であり、本研究で得られた値と比較すると本研究の値が若干大きくなった。

これまでの計算は全てメーカーのカタログ値を用いて算出された値であり、近年カタログ値と実際の消費電力量には大きな差があることが指摘されている^[8]。そこで本研究では文献[8]「冷蔵庫・エアコンの実際の消費電力量推定法」の中に示されている補正值を用いて補正を行った。具体的には300L以下の電気冷蔵庫については1.2倍、300-350Lには1.5倍、350L以上には1.8倍をカタログ値にかけて消費電力量を補正した。文献値では350L以上で1.8倍、250L~360Lで1.5倍程度であるとしている。その結果ストック平均消費電力量は一台あたり約1040kWh/年、一般世帯あたり約1250kWh/年となった。本研究ではこれ以降この値を電気冷蔵庫によるストック平均消費電力量として用いる。補正前と補正後における出荷年別の平均消費電力量の推移を示す。(補正前はFigure 2.6と同じ)

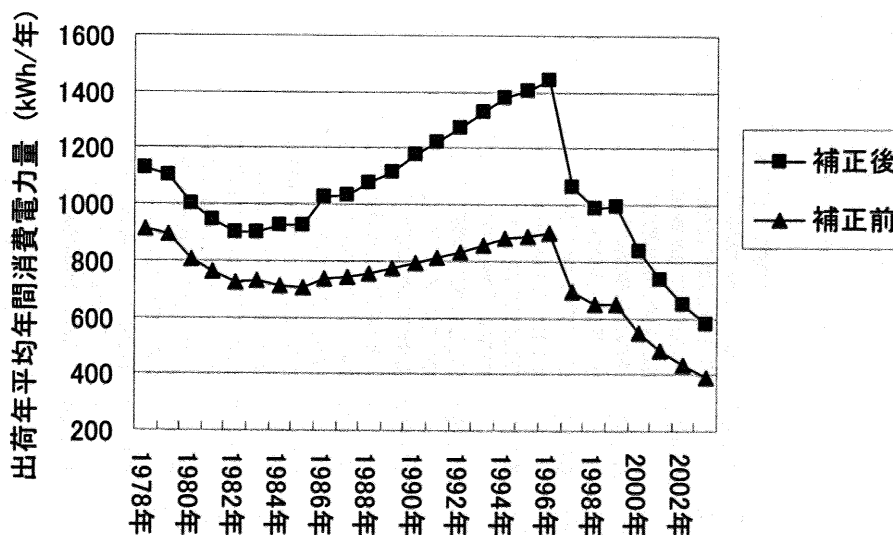


Figure 2.7 電気冷蔵庫の出荷年別平均消費電力量の推移

本研究では出荷年によらず容量別に一律同じ補正值を用いて補正を行ったが、実際には出荷年毎に補正值に差がある可能性がある。例えば大型冷蔵庫ではカタログ値による消費電力量が大きく減少した1997年以降特に実際の消費電力量との差が大きくなったとも考えられ、1978年以降一律に1.8倍の補正值を用いることは不適切である可能性がある。しかし、現段階で、出荷年別に対応した補正值を分析した研究はなく、またその計測も全てを網羅することは困難であるため、本研究では一律に同じ補正值を用いることとした。

2.4. テレビの消費電力量の把握

2.4.1. テレビの出荷年別残存台数の推定

a) 出荷台数データ

テレビの出荷台数データは電子情報技術産業協会(JEITA)によるディスプレイ別の出荷台数データ⁹⁾を用いる。ブラウン管テレビは15型以下、16型-21型、22型-25型、26型-29型、30型以上の6区分に加えてワイドテレビを別に区分し7分類とし、液晶テレビは10型未満、10型-30型、31型以上の3分類、プラズマテレビは37型以下、38型-43型、44型以上の3分類とした。分類は基本的にJEITAの統計データの分類に従っているが、ブラウン管ワイドテレビはその消費電力の特性上(消費電力に関しては後述)、分類を分けることが望ましいため、30型から順にその出荷台数を差し引いて分類を別にした。(ブラウン管のワイドテレビは基本的に28型以上のものが多いため)。液晶テレビの分類に関しては本来10型-30型となっている区分を10型-20型と20型-30型の二つに分けることが望ましく、アスペクト比によって4:3は10型-20型、16:9は20型-30型にというように分類することも可能であるが、アスペクト比別の出荷台数データは2003年以降からしか掲載されていないため本研究では分類を増やすことはしなかった。ディスプレイタイプ及び画面サイズ別の出荷台数の推移を Figure 2.8 に示す。

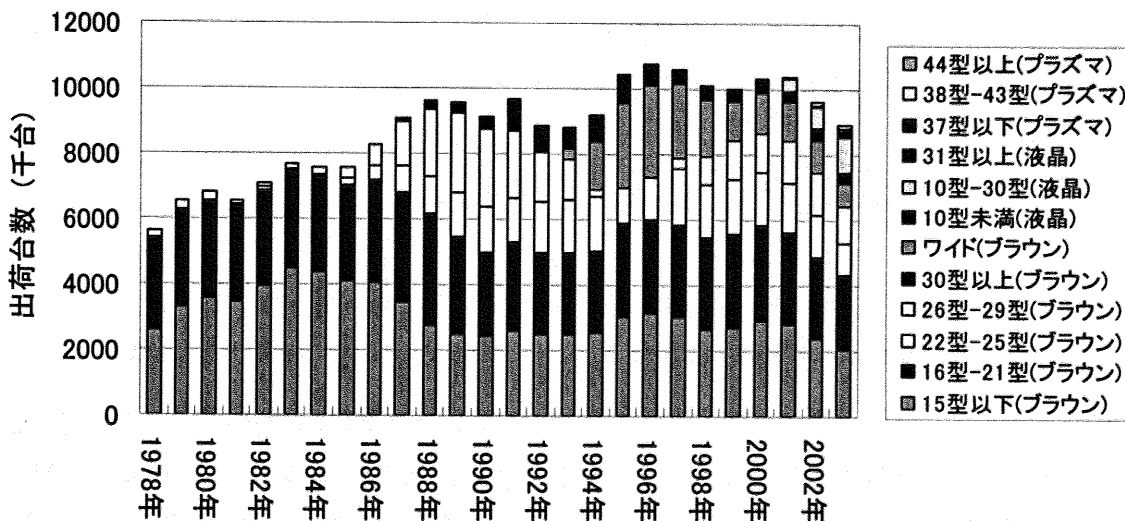


Figure 2.8 テレビのタイプ別出荷台数の推移

1985年以前は20型以下のブラウン管テレビが主流であり、その後ブラウン管テレビの大型化が進み、2000年以降急激に大型液晶テレビがシェアを伸ばしている。大型プラズマテレビも全体のシェアとしてはまだ小さいが近年その出荷台数が大幅に増加している。2003年時点での出荷台数シェアはブラウン管が80.2%、液晶が17.2%、プラズマが2.6%である。参考までに2004年におけるシェアを示すとブラウン管が65.7%、液晶が30.4%、プラズマ3.9%であり、シェアとしては液晶が前年比176%増(その内30型以上は355%増)、プラズマが前年比150%増となった。大型テレビが急激に普及し、ブラウン管の市場を奪っている現状が読み取れる。またブラウン管の出荷台数は1996年にピークを迎えておりこれは電気冷蔵庫と同様にトップランナー制度の制定の影響と考えられる。

b) 残存率の推定及び出荷年別残存台数の算出

冷蔵庫と同様に残存率の推定にはワイブル分布と保有台数データを用い、保有台数は内閣府の消費動向調査⁴⁾による保有台数を用いた。テレビの保有台数は平成15年度(2003)のデータを一般世帯及び単身世帯について加重平均し100世帯あたり210台という値を用いた。推定の結果、テレビの残存率分布は尺度母数 $a=10.65$ 、形状母数 $b=3.64$ となり、平均使用年数は9.6年、標準偏差は6.2年となった。消費動向調査によるとテレビの平均使用年数は2003年以前過去5年で9.2年～10.1年であることから残存率の推定は妥当であるといえる。残存率とディスプレイ及び画面サイズ別出荷台数から2003年における出荷年別の残存台数を求めた(Figure 2.9)

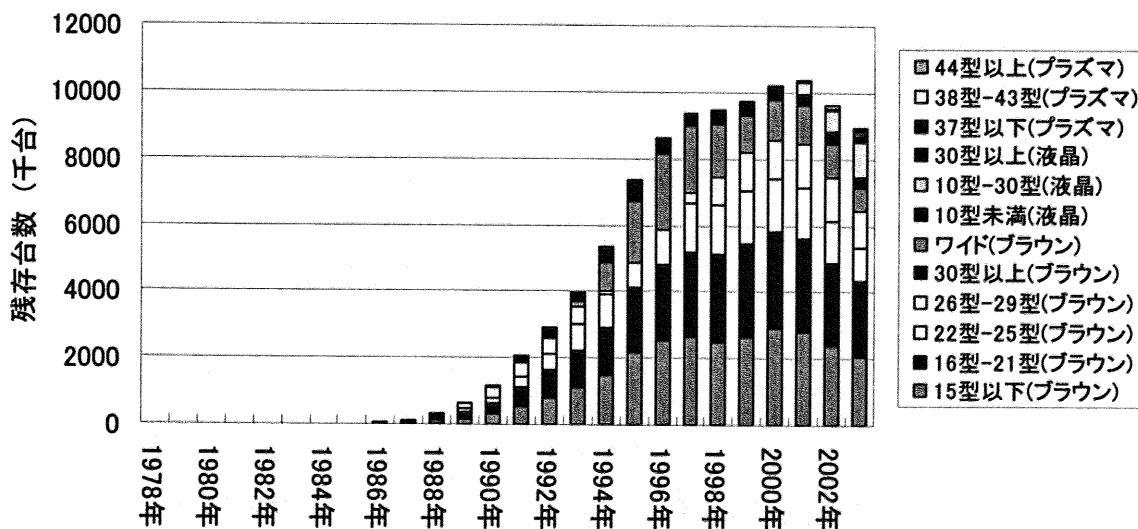


Figure 2.9 2003年におけるテレビのタイプ別・出荷年別残存台数

2.4.2. テレビの出荷年別製品性能の把握

出荷年別のテレビの年間消費電力量を設定する。1997年以降の消費電力量の値はブラウン管テレビに関しては、電気冷蔵庫と同様にECCJの省エネ性能カタログ⁶⁾に載っている値を用いる。しかし、液晶テレビ及びプラズマテレビに関してはECCJのホームページに

消費電力量の値は載っていない。それは、2003年時点で液晶テレビとプラズマテレビはトップランナー制度の対象製品ではなく、JIS規格のような年間消費電力量の測定方法の規格がないため、カタログ等に年間消費電力量を記載していない、もしくは記載されていてもメーカー独自の測定方法であるため比較できないことに起因している。従って、液晶テレビ、プラズマテレビの消費電力量は独自に設定する必要がある、本研究では住環境計画研究所が推計した画面サイズ別消費電力量の値^[10]を参考にして、ブラウン管テレビの消費電力量との比から液晶テレビ及びプラズマテレビの消費電力量を設定した(Figure 2.10)。

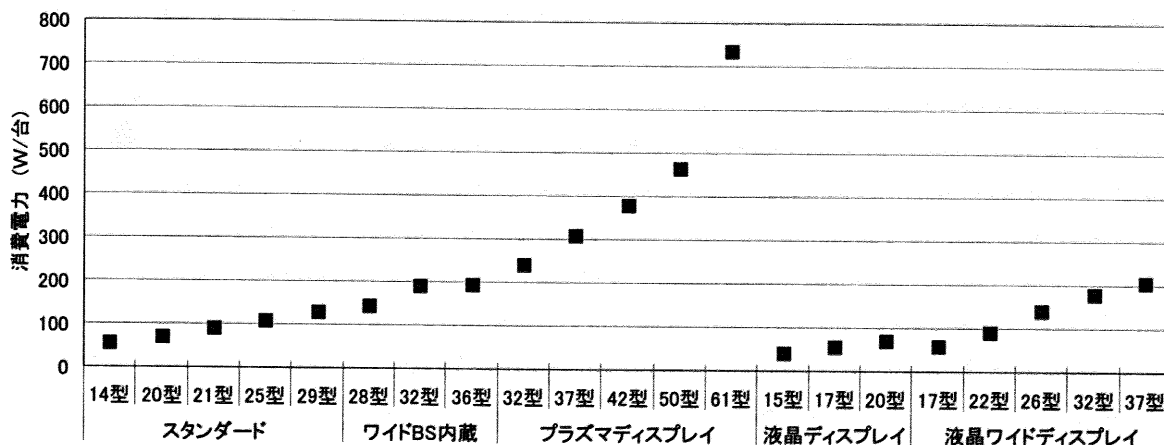


Figure 2.10 テレビの画面サイズ別消費電力量^[10]

1997年以前のブラウン管テレビ及び10型未満の液晶テレビのデータに関しては松下データ(20型のブラウン管テレビの代表製品の動作時定格消費電力の推移データ)を参考に消費電力量を設定する。本来ならば10型以下の液晶テレビの推移は液晶テレビに関するデータを用いるべきであるが、本研究では小型液晶テレビの消費電力の推移に関するデータを入手できなかったために、ブラウン管テレビの推移データを用いた。分類は出荷台数と同じ分類である。Figure 2.11に松下データを、Figure 2.12に松下データ及びECCJのデータと住環境研究所の資料から作成したディスプレイ及び画面サイズ別の消費電力量の推移を示す。尚、松下データと設定値の1997年以降の傾向の違いは松下電器株式会社の製品が97年時点でその省エネ性能に関してトップランナークラスであったことに起因する。つまり1997年以降、松下製品を目標に各メーカーが性能向上を達成していったため、全体の平均として消費電力量が減少していく傾向になる。

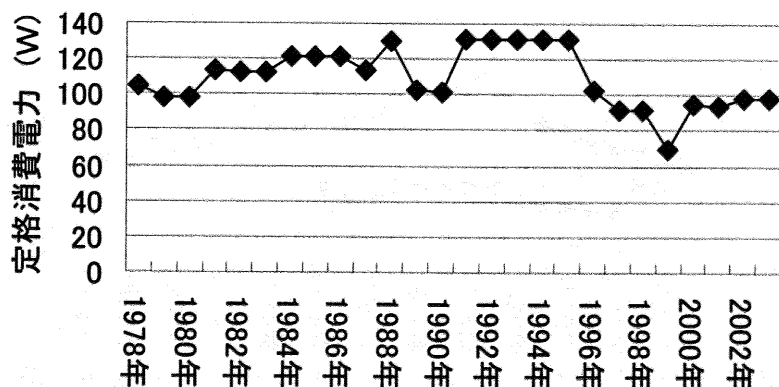


Figure 2.11 テレビの定格消費電力の推移 (松下データ: 20型ブラウン管テレビ)

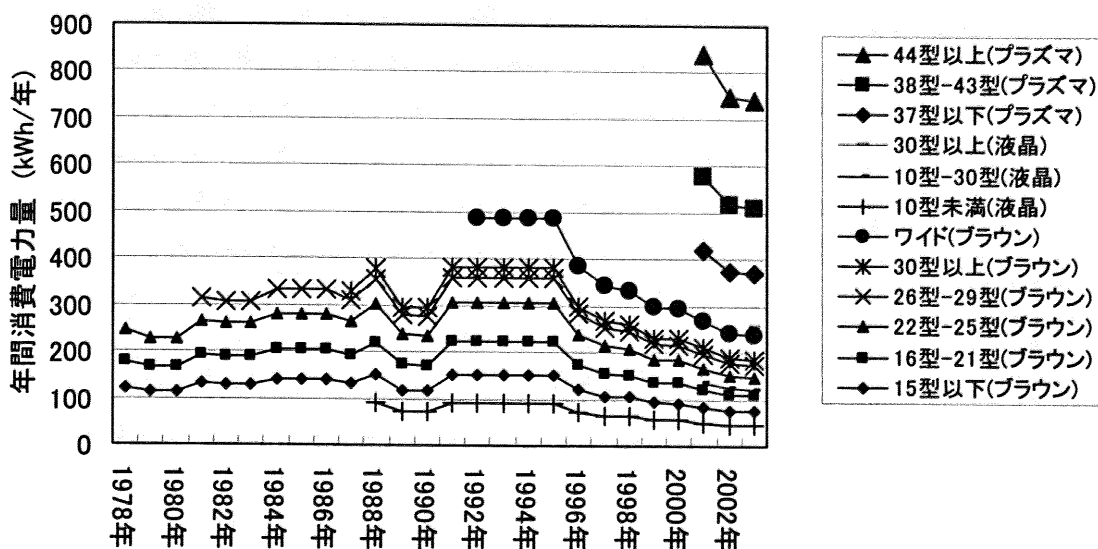


Figure 2.12 テレビのタイプ別消費電力量の推移 (設定値)

1995年以降消費電力の削減が見られるがこれは冷蔵庫と同様トップランナー制度制定の影響と考えられる。テレビによる電力消費は待機時と動作時に分けられる。待機時の消費電力量の削減は1997年前後に電力損失の少ないリモコン電源トランスの開発、99年前後に省電力リモコン受光部の開発や待機時のマイコンの動作停止機能などによって成されてきた。動作時はブラウン管において発光効率の改善や偏向回路の効率化、電源部の改良、ICの集積度向上による付加機能電力の削減などにより消費電力が削減されてきた。トップランナー制度の制定に伴い、それ以前に意識の薄かったテレビの省エネルギーが促進されたと考えられる。

Figure 2.8 で示したディスプレイ及び画面サイズ別の出荷台数推移データと Figure 2.12 の出荷年別消費電力量の推移データからディスプレイタイプごとに出荷年別の製品全体の消費電力量を求めた(Figure 2.13)。

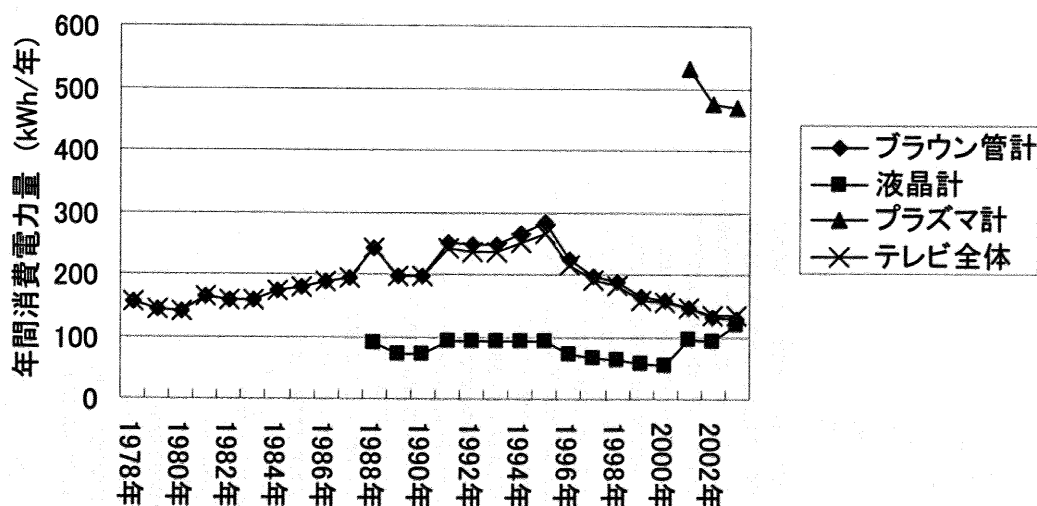


Figure 2.13 テレビのディスプレイタイプ別平均消費電力量の推移

ブラウン管テレビは1995年以前は特に消費電力量に変化がなく、大型化が進んだために消費電力量が増加し、96年以降は先に述べたように省エネルギー化の促進によって消費電力量が減少していると考えられる。液晶に関しては2000年以降特に大型液晶テレビが普及し始めたことから、消費電力量が増加している。プラズマテレビは逆に小型化が一つの技術革新であり、省エネルギー技術も向上しているため消費電力量は減少している。ただし液晶テレビも同じサイズのものに関しては省エネルギー化が促進されていることは Figure 2.12 で示したとおりである。

2.4.3. テレビのストック平均消費電力量の算出

出荷年別の残存台数と出荷年別の年間消費電力量のデータから2003年末におけるテレビのストック平均消費電力量は一台あたり約185kWh/年、一般世帯あたり約390kWh/年となった。(一般世帯の保有率2.1倍をかけた値) 住環境研究所の家庭用エネルギーハンドブック^[7]によると1996年時点でのテレビのストック平均消費電力量は約190kWh/年であり比較的近い値となった。ディスプレイタイプ別にストック平均消費電力量を算出すると、ブラウン管テレビが約190kWh/年、液晶テレビが約90kWh/年、プラズマテレビが約480kWh/年となった。液晶テレビのストック平均値が小さいのは小型の液晶テレビが大型・中型に比べて比較的前段階から出荷されていたためと考えられる。近年の大型液晶テレビは約250kWh/年程度と考えられ大型テレビの普及が進めばストック平均消費電力量の値も増加すると考えられる。

2.5. ルームエアコンのエネルギー消費効率の把握

2.5.1. ルームエアコンの出荷年別残存台数の推定

a) 出荷台数データ

本研究ではルームエアコンに関しては日本冷凍空調工業会による出荷台数データ^[11]を用いる。エアコンは本来、能力別及びタイプ別の出荷台数データを用いることが本研究を進める上では好ましいが、そのようなデータは存在していないもしくは入手困難であるため、本研究では、家庭用エアコン分類のデータを用いる。(Figure 2.14)

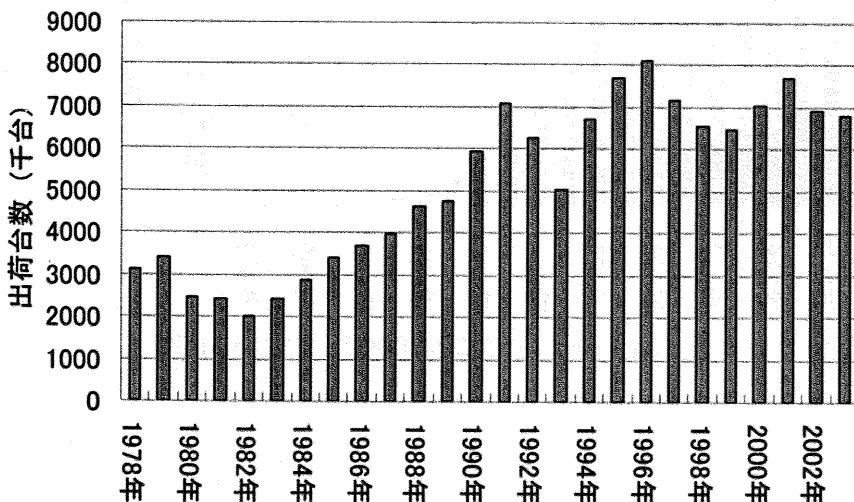


Figure 2.14
エアコンの出荷台数推移

出荷台数は1996年にピークを迎えるが、これは電気冷蔵庫やブラウン管テレビと同様に省エネルギー法の中で家電製品の消費電力量に規制を設けるトップランナー方式が1998年に制定され在庫処理のために大量に安い製品が出回ったことの影響と考えられる。エアコンの主力モデルのラインアップ開発にかかるサイクルは5年程度といわれておりグラフの形状からも91年、96年、2001年と5年ごとにピークがあることが読み取れる。電気冷蔵庫、エアコンともにサイクルのピークとトップランナーの制定が重なる時期に最大出荷量となっていると考えられる。

b) 残存率の推定及び出荷年別残存台数の算出

冷蔵庫及びテレビと同様に残存率の推定にはワイブル分布と保有台数データを用い、保有台数は内閣府の消費動向調査¹⁰⁾による保有台数を用いた。エアコンの保有台数は平成15年度(2003)のデータを一般世帯及び単身世帯について加重平均し100世帯あたり211台という値を用いた。その結果、尺度母数 $a=16.44$ 、形状母数 $b=5.28$ となり、平均使用年数は15.1年、偏差は8.2年となった。消費動向調査によるとエアコンの平均使用年数は2003年以前過去5年で8.8年～11.7年であり、本研究で算出された平均使用年数は消費動向調査の平均使用年数と比較してかなり大きい値となった。ただし平成13年に経済産業省が独自に家電リサイクル法に基づく指定取引場所で使用済み家電製品の使用年数を調査したところ¹²⁾、エアコンの平均使用年数は14.0年であったことから(平成9年時点での経済産業省推定平均使用年数15.6年)必ずしも15.1年という値が大きく逸脱した値ではないと考える。ちなみにこの調査による電気冷蔵庫の平均使用年数は13.4年、テレビの平均使用年数は12.5年であったと記されている。求めた残存率と出荷台数データから2003年における出荷年別の残存台数を求めた(Figure 2.15)。

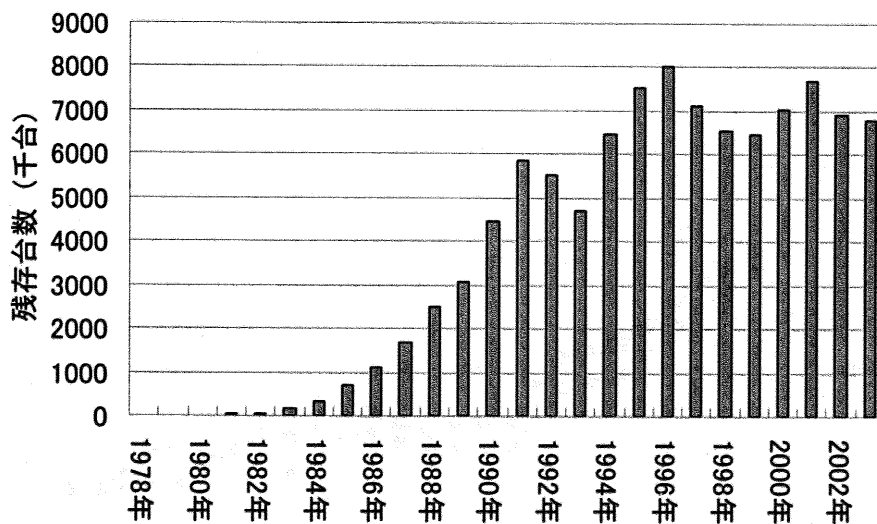


Figure 2.15 2003年におけるルームエアコンの出荷年別残存台数

2.5.2. ルームエアコンの出荷年別製品性能の把握

冷蔵庫の年間消費電力量と同様、エアコンの出荷年別のエネルギー消費効率(COP)の設定では、1997年以降のデータはECCJの省エネ性能カタログ⁶⁾に載っている製品の平均COP値を用い、それ以前のデータに関しては松下データ(冷房能力2.5kWスタンダードタイプ)のCOPの推移データ(以降松下データ)をもとに設定した。松下データは1978年以降継続して存在し続け、ルームエアコンの中でも最も標準的なタイプのデータを選択した。具体的な算出方法は、ECCJのカタログに載っている1997年以降の能力別の暖房及び冷房COPの平均値を、あるメーカーから提供していただいた2003年における能力別出荷台数シェアを用いて加重平均し全商品の平均COPを求めた後、1996年以前の平均COPを松下データの代表製品のCOP推移から推計するという方法である。Figure 2.16に松下データと1997年以降のECCJのデータ(冷房能力2.5kWのものと全能力の平均値)を示す。また、1997年以降のECCJのデータとそれ以前の松下データを組み合わせ加工したものをFigure 2.17に示す。

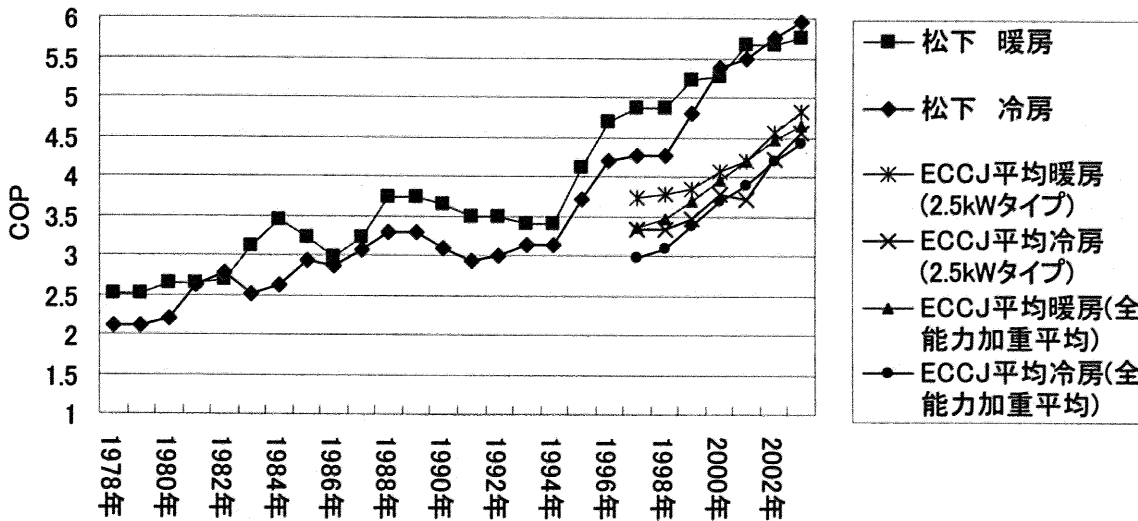


Figure 2.16 エアコンのCOPの推移
(松下データ：2.5kWスタンダード及びECCJデータ)

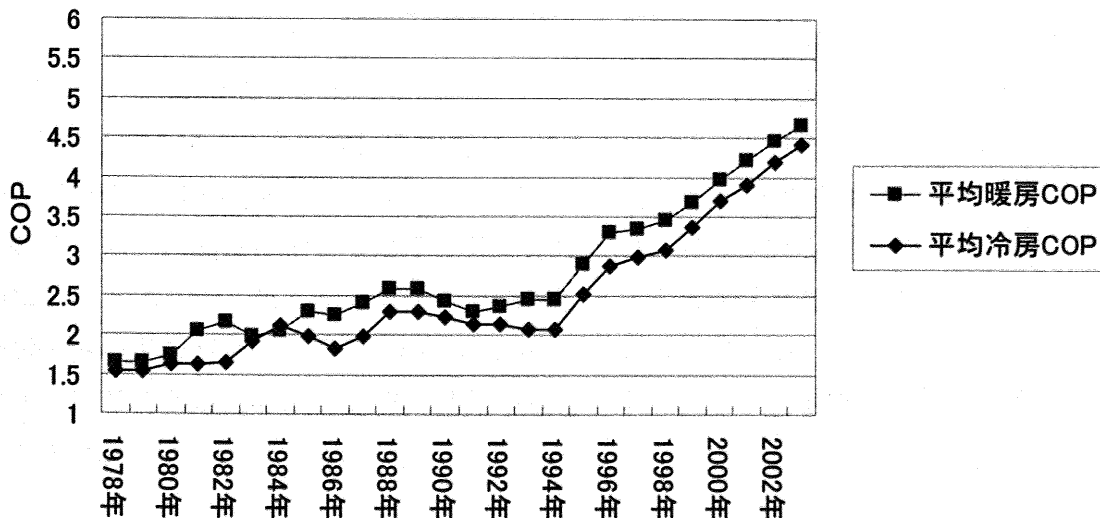


Figure 2.17 エアコンの平均COPの推移 (設定値)

ルームエアコンに用いられる圧縮機は当初のレシプロ式から1975年以降ロータリー式に順次変更していき、その後1990年からはスクロール式圧縮機が出現し、2003年現在では多数の機種に採用されている。また1982年以降インバータ駆動のルームエアコンが登場し徐々に普及し現在は全てのルームエアコンに採用されている。これらの技術向上に伴いCOPも向上し、また電気冷蔵庫やブラウン管テレビと同様にトップランナー制度の制定以降COPは大幅に向上している。なお本研究では能力別の加重平均に用いた能力別出荷台数シェアは2003年の値を1978年から一律に用いた。本来ならば出荷年毎に能力別のシェアは異なってくると考えられ、出荷年別に違う値を用いるべきであるが、データの不足から本研究では一律の値を用いた。また能力別出荷台数をデータ提供していただいた一つのメーカーのみの値であるため、日本の市場全体を必ずしも表していない可能性があることをここに記しておく。

2.5.4. ルームエアコンのストック平均消費効率の算出

出荷年別の残存台数と出荷年別のCOPのデータから2003年末におけるストック平均COPを求めると、冷房が2.95、暖房が3.27となった。住環境研究所の家庭用エネルギーハンドブック^[7]によると1997年時点でのエアコンのストック平均COPは冷房が2.58、暖房が3.13であり、1997年以降のCOPの向上特に冷房のCOP向上が大きいことを考慮すると比較的近い値であるといえる。第3章では家庭における冷暖房熱負荷を居住環境や空調機器の使用状況、居住者のライフスタイル等を考慮して求め、本章で求めたストック平均COPを用いてエアコンによる消費電力量を算出する。

2.6. その他電気機器による消費電力量の設定

2.6.1. 照明機器による消費電力量の把握

照明機器はその製品特性上、一つの住居の中で照明器具及び発光体それぞれが用途に応じて使い分けられるため、種類が非常に豊富である。そのため上記3品目のような、製品の保有状況、出荷台数などのデータから消費電力量を一意に求めることは困難である。そこで本研究では、空気調和・衛生工学会^[13]の方法を参考にして室用途ごとに単位面積当たりの標準的な消費電力量を仮定することで照明機器による消費電力量を設定した(Table 2.2)。在室リンクは、その空間に在室者がいるとき照明を点灯する場合をY、在室者の有無に係らず照明時間中は点灯する場合をNとしている。なお照明時間は文献[13]における冬季の設定を用い、個室に関しては深夜就寝後は照明を消しているとして深夜は照明時間に含まないことにした。尚、この方法で照明機器による消費電力量を求めるには、住居設定及び居住者の生活パターン等が必要となるが、それらの設定は第3章の熱負荷計算で用いる設定と同じであるため、ここでは結果のみを示すこととし設定等の詳細は次章で述べることとする。

Table 2.2 照明機器の設定

| 用途名 | 消費電力 W/m ² | 在室リンク | 照明時間 | |
|-----|--------------------------|-------|-----------|-------------|
| | | | 朝 | 晩 |
| 居間 | 5 | Y | 0:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| 食堂 | 4 | Y | 0:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| 厨房 | 5 | Y | 0:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| 個室 | 5 | Y | 7:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| 洗面 | 5 | Y | 0:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| 浴室 | 5 | Y | 0:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| 廊下 | 5 | N | 6:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| トイレ | 20 | Y | 6:00-8:00 | 17:00-24:00 |
| その他 | 0 | Y | 6:00-8:00 | 17:00-24:00 |

以上の設定の下、照明機器による消費電力量を計算すると代表的な戸建住宅(125.86 m²)で約 780kWh/年、共同住宅(81.05 m²)で約 450kWh/年、一人暮らし用共同住宅(21.41 m²)で約 105kWh/年となった。(住宅形式等に関する詳細は次章で述べる) またそれぞれの建物形式の割合で加重平均した全体の平均は約 580 kWh/年となった。割合は戸建 58.8%、集合 22.8%、一人暮らし集合 18.4%^[14]である。

2.6.2. その他電気機器による消費電力量の把握

一般的な家庭の所有するその他の電気機器による消費電力量を空気調和・衛生工学会^[13]の設定に従い設定する。一覧を Table 2.3 に示す。

Table 2.3 その他電気機器の設定

| 使用機器 | 消費電力 W | 備考 |
|--------|-----------|----------------------|
| スタンド | 30 | FL |
| ドライヤー | 450 | |
| 洗濯機 | 126 | 3キロ自動洗濯機 |
| 掃除機 | 200 | |
| アイロン | 500 | スチームアイロン |
| ラジオ | 100 (14) | ステレオ相当 |
| 換気扇 | 20 | 110m ³ /h |
| 電気ポット | 66 | 2.2リッター |
| 電子レンジ | 200 | |
| 炊飯器 | 225 | 3合用 |
| 温水洗浄便座 | 35 | 低温 |
| コンピュータ | 300 (1.5) | |

照明と同様、これらの機器の消費電力の設定から年間消費電力量を算出するには、居住者の生活パターン等が必要となる。細かい設定は第 3 章でスケジュールを示すこととしてここでは消費電力量の結果のみを記すと、これらの電気機器による消費電力量は合計で戸建住宅約 1250kWh/年、共同住宅約 1240kWh/年、一人暮らし用共同住宅約 320kWh/年となった。また照明機器と同様にそれぞれの建物形式の割合で加重平均した全体の平均は約 1075 kWh/年となった。

2.7. 一般家庭における電力需要の現状把握

これまで電気冷蔵庫、テレビ、照明、その他電気機器による消費電力量の把握を行ってきた。分析結果をまとめると以下のようなになる。

ここで、電気冷蔵庫は一人暮らし用共同住宅では 140L 未満の製品を、戸建住宅及び共同住宅では全容量の製品を保有すると仮定し、またテレビは一人暮らし用共同住宅では 20 型以下のブラウン管テレビを保有し戸建住宅及び共同住宅では全タイプの製品を保有していると仮定すると、それぞれの建物タイプ別の年間消費電力量は Table 2.4 のようになる。ただし、保有率に関しては文献[5]より、電気冷蔵庫は単身世帯 1.0、一般世帯 1.25 の値を、テレビは単身世帯 1.2、一般世帯 2.4 の値を用いて、一台あたりの消費電力量に掛け合わせている。(ここでは、あくまで上記のような仮定を設けているので、右表の電気冷蔵庫、テレビの年間消費電力量を戸建及び集合の割合を用いて加重平均しても左表の一般家庭平均的な値にはならない。あくまで参考データとして記している。)

Table 2.4 一般家庭における消費電力量の把握 (左：全体平均、右：住宅タイプ別)

| (kWh/年) | | (kWh/年) | | |
|---------|-------|---------|------|------|
| | 消費電力量 | 戸建住宅 | 家族共同 | 共同一人 |
| 電気冷蔵庫 | 1250 | 1305 | | 675 |
| テレビ | 390 | 440 | | 150 |
| 照明機器 | 580 | 780 | 450 | 105 |
| その他 | 1075 | 1250 | 1240 | 320 |
| 合計 | 3295 | 3775 | 3435 | 1250 |

参考データとして「電力需給の概要」^[15]から従量電灯 A・B の供給値を用いて、世帯当たりの年間消費電力量を求めると、2003 年において約 4220kWh/年である。ただし、この値は電気空調機器による消費量も含めた値であり、電気空調機器を含めた一般家庭における消費電力量の比較は第 3 章で行う。

第3章 家庭における冷暖房熱需要の現状把握

3.1. 概要

家庭におけるエネルギー需要は主に第 2 章で扱った動力による電力需要と冷暖房及び給湯の熱需要である。第 2 章では家庭における電力需要を主要電気機器による電力消費の観点から捉えたが、第 3 章では家庭における冷暖房熱需要に着目し、その現状を熱負荷計算プログラムを用いて把握する。冷暖房熱需要は居住地域、住居の断熱性能、住居の建て方、居住者の生活パターン、世帯構成など様々な要因によって変化する。従って本研究では北海道、東北、北陸、関東、東海、近畿、中国、四国、九州、沖縄の 10 地域の居住地域ごとに住居の断熱性能、気候条件等を設定して冷暖房熱需要の地域差、地域別の特徴などを把握する。また住居の断熱性能は従来から旧省エネ基準、新省エネ基準、次世代省エネ基準の 4 基準を考慮し、建て方は木造戸建住宅、鉄筋集合住宅、一人暮らし用鉄筋集合住宅を設定して熱負荷計算を行う。冷暖房熱需要を把握した後、第 2 章で推計したエアコンのストック平均 COP を用いて、家庭でのエアコンによる消費電力量を推計する。

3.2. 熱負荷計算プログラム^[1]

3.2.1. SMASH の概要

本研究で使用する熱負荷計算プログラムは建築環境・省エネルギー機構より発行されている SMASH for Windows Ver. 2 である。SMASH は熱回路網モデルによって動的熱負荷計算を行うプログラムであり、暖冷房温湿度、内部発熱、供給熱量等を設定した上で、期間暖冷房負荷、年間の最大暖冷房負荷計算のほか、毎時暖冷房負荷計算、室の自然温度・湿度、室内側表面温度、平均放射温度などの計算を行うことができる。SMASH の概要を Figure 3.1 に示す。

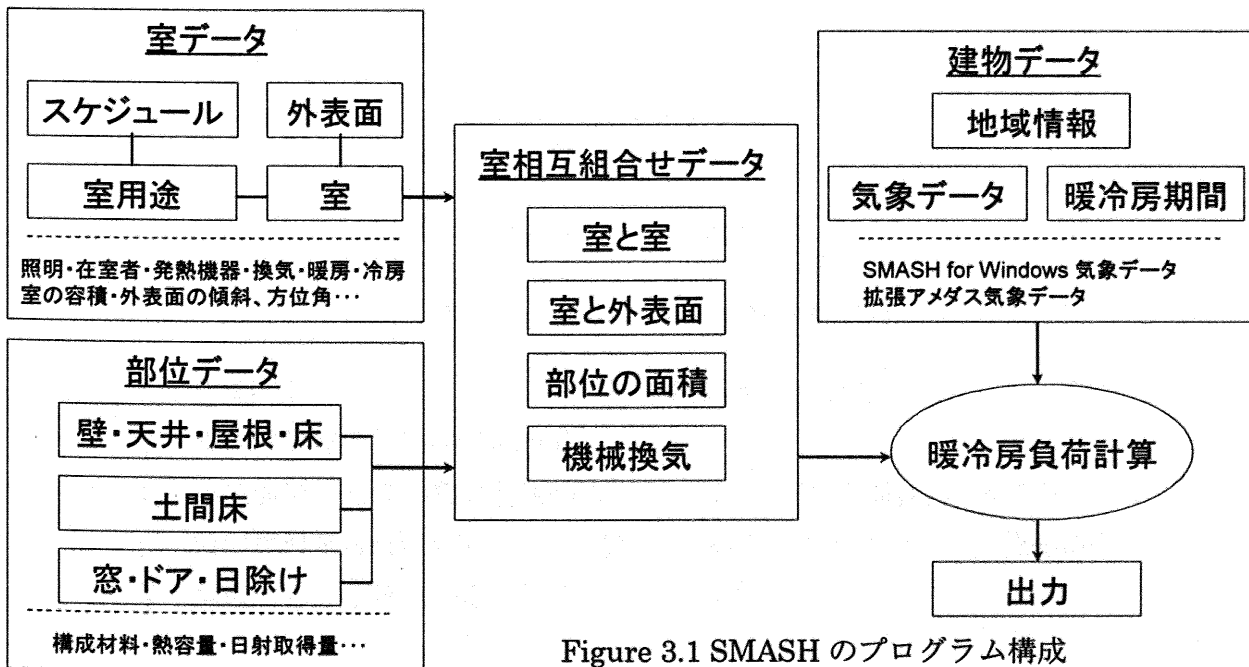


Figure 3.1 SMASH のプログラム構成

SMASH の計算モデルは建物データ、室データ、部位データ及び室相互の組み合わせデータを入力することで構築される。SMASH では壁体を 2 個の熱容量と 1 個の熱抵抗を有する熱回路で近似することで形成される熱回路網を時間後退差分法を用いて時間前進させ、毎時の室の温度・湿度・熱負荷を算出している。以下では主にその熱回路網の解析方法について記すが、その他の詳細については文献[1]を参照されたい。

3.2.2. 熱回路網の解析方法

a) 電熱要素と熱回路網の組み立て

i 室における熱収支を計算するには i 室に隣接している室や地面からの熱流入を考慮する必要がある。SMASH の熱負荷計算では Figure 3.2 に示すように、 i 室に伝わってくる熱量を以下のような 5 種類に分けて考える。

- ① 隣室あるいは外部空間である j 室と i 室との間に位置する H_i という熱的に厚い部位から伝わる熱量： q_{Hij}
- ② 同様に j と i の間に位置する L_{ik} という開口部等の熱的に薄い部位から伝わる熱量： q_{Lijk}
- ③ 換気によって j から i へ移動する熱量： q_{vij}
- ④ 土間床等の地盤に接する部位から伝わる熱量： q_{Gi}
- ⑤ i 室と同様な温度変動をする i' 室（集合住宅における隣接住戸のような室）から伝わる熱量： q_{li}

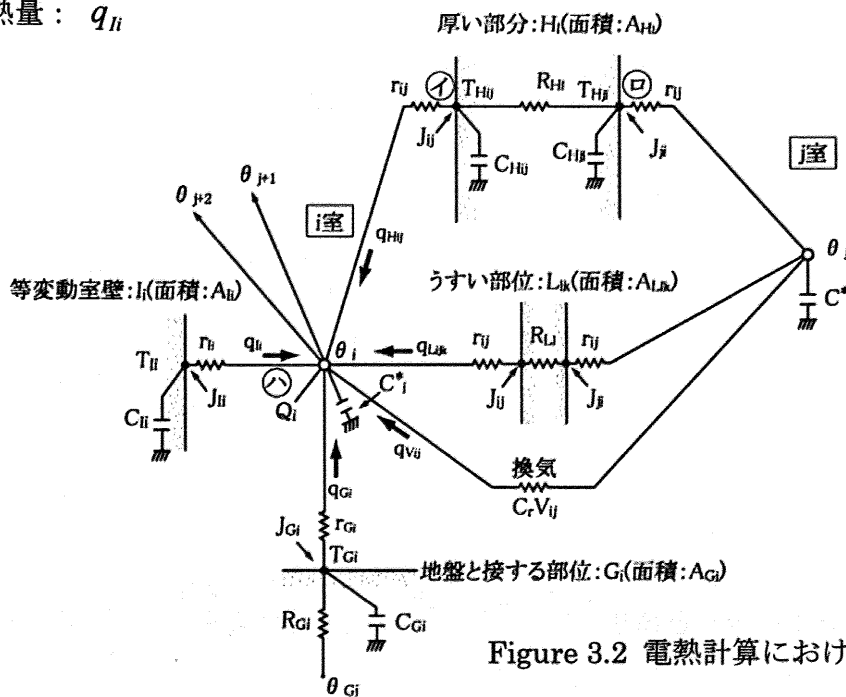


Figure 3.2 電熱計算における熱回路網モデル

θ : 室温[°C]

R : 熱伝導抵抗[m²h°C/kcal]

r : 総合熱伝達抵抗[m²h°C/kcal]

C : 単位面積あたりの熱容量[kcal/m²°C] (C^* : 室熱容量[kcal/m²°C])

J : 吸収放射量[kcal/m²h]

Q : 発熱量 (対流成分のみ) [kcal/h]

T : 部位における節点の温度[°C] A : 面積[m²]

まず q_{Hij} について考える。時間を表す記号を t とし、節点イとロでの熱収支式をたてると、

$$C_{Hij} \frac{dT_{Hij}}{dt} = \frac{\theta_i - T_{Hij}}{r_{ij}} + \frac{T_{Hji} - T_{Hij}}{R_{HI}} + J_{ij} \quad \dots(3-1)$$

$$C_{Hji} \frac{dT_{Hji}}{dt} = \frac{\theta_j - T_{Hji}}{r_{ji}} + \frac{T_{Hij} - T_{Hji}}{R_{HI}} + J_{ji} \quad \dots(3-2)$$

(3-1)式及び(3-2)式の左辺時間差分を後退差分で近似し、 T_{Hij}^n と T_{Hji}^n (ただし、 n は時間ステップを表す添え字) に関する連立方程式とみなして、両者の解を求めると、

$$T_{Hij}^n = \delta_{11}\theta_i^n + \delta_{12}T_{Hij}^{n-1} + \delta_{13}\theta_j^n + \delta_{14}T_{Hji}^{n-1} + \varepsilon_{11}J_{ij}^n + \varepsilon_{12}J_{ji}^n \quad \dots(3-3)$$

$$T_{Hji}^n = \delta_{15}\theta_j^n + \delta_{16}T_{Hji}^{n-1} + \delta_{17}\theta_i^n + \delta_{18}T_{Hij}^{n-1} + \varepsilon_{13}J_{ji}^n + \varepsilon_{12}J_{ij}^n \quad \dots(3-4)$$

となる。ただし、

$$\left(\begin{array}{l} \delta_{11} = \frac{\alpha_{ji}}{r_{ij}\Delta l}, \delta_{12} = \frac{\alpha_{ji}C_{Hij}}{\Delta l\tau}, \delta_{13} = \frac{1}{r_{ji}R_{HI}\Delta l}, \delta_{14} = \frac{C_{Hji}}{R_{HI}\Delta l\tau}, \\ \delta_{15} = \frac{\alpha_{ij}}{r_{ji}\Delta l}, \delta_{16} = \frac{\alpha_{ij}C_{Hji}}{\Delta l}, \delta_{17} = \frac{1}{r_{ij}R_{HI}\Delta l}, \delta_{18} = \frac{C_{Hij}}{R_{HI}\Delta l\tau}, \\ \varepsilon_{11} = \frac{\alpha_{ji}}{\Delta l}, \varepsilon_{12} = \frac{R_{HI}}{\Delta l}, \varepsilon_{13} = \frac{\alpha_{ij}}{\Delta l} \\ \\ \alpha_{ij} = \frac{C_{Hij}}{\tau} + \frac{1}{r_{ij}} + \frac{1}{R_{HI}} \\ \alpha_{ji} = \frac{C_{Hji}}{\tau} + \frac{1}{r_{ji}} + \frac{1}{R_{HI}} \quad (\tau \text{ は時間増分}) \\ \\ \Delta l = \alpha_{ij}\alpha_{ji} - \frac{1}{R_{HI}^2} \end{array} \right.$$

$q_{Hij}^n = \frac{A_{HI}(T_{Hij}^n - \theta_i^n)}{r_{ij}}$ 及び、 $q_{Hji}^n = \frac{A_{HI}(T_{Hji}^n - \theta_j^n)}{r_{ji}}$ であるから、(3-3)式と(3-4)式をそれぞれ

代入すると、求めるべき q_{Hij} は次式のようになる。

$$q_{Hij}^n = L_i\theta_j^n - M_{ij}\theta_i^n + N_{ij}^n \quad \dots(3-5)$$

$$q_{Hji}^n = L_j\theta_i^n - M_{ji}\theta_j^n + N_{ji}^n \quad \dots(3-6)$$

ただし、

$$\left(\begin{array}{l} L_l = \frac{A_{Hl}}{r_{ij} r_{ji} R_{Hl} \Delta l} \\ M_{ij} = \frac{A_{Hl}}{r_{ij}} (1 - \delta_{11}), M_{ji} = \frac{A_{Hl}}{r_{ji}} (1 - \delta_{15}) \\ N_{ij}^n = \frac{A_{Hl}}{r_{ij}} (\delta_{12} T_{Hij}^{n-1} + \delta_{14} T_{Hji}^{n-1} + \varepsilon_{11} J_{ij}^n + \varepsilon_{12} J_{ji}^n) \\ N_{ji}^n = \frac{A_{Hl}}{r_{ji}} (\delta_{16} T_{Hji}^{n-1} + \delta_{18} T_{Hij}^{n-1} + \varepsilon_{13} J_{ji}^n + \varepsilon_{12} J_{ij}^n) \end{array} \right) \dots(3-7)$$

この結果を利用すれば、他の q_{Lijk} 、 q_{li} 、 q_{Gi} も容易に与えられる。すなわち、 $C_{Hij} \rightarrow 0$ かつ $C_{Hji} \rightarrow 0$ の極限として、 q_{Lijk}^n に対する表現、

$$q_{Lijk}^n = \lambda_{lk} (\theta_j^n - \theta_i^n) + \mu_{ijk}^n \dots(3-8)$$

が得られる。ただし、

$$\left(\begin{array}{l} \lambda_{lk} = \frac{A_{Hlk}}{r_{ij} + r_{ji} + R_{Hlk}} \\ \mu_{ijk}^n = \frac{A_{Hlk}}{r_{ij} + r_{ji} + R_{Hlk}} \{ (r_{ji} + R_{Hlk}) J_{ij}^n + (r_{ij} + R_{Hlk}) J_{ji}^n \} \end{array} \right)$$

また、 $T_{Hji}^n = \theta_{Gi}^n$ かつ $C_{Hji} \rightarrow 0$ とすれば、 q_{Gi} に関する表現、

$$q_{Gi}^n = -D_i \theta_i^n + E_i^n \dots(3-9)$$

が得られる (T_{Gi}^n については略す)。ただし、

$$\left(\begin{array}{l} D_i = \frac{A_{Gi}}{R_{Gi}} \left\{ 1 - \frac{1}{r_{Gi} (C_{Gi} / \tau + 1 / r_{Gi} + 1 / R_{Gi})} \right\} \\ E_i^n = \frac{A_{Gi} (\theta_{Gi}^n / R_{Gi} + C_{Gi} / \tau \cdot T_{Gi}^{n-1} + J_{Gi}^n)}{r_{Gi} (C_{Gi} / \tau + 1 / r_{Gi} + 1 / R_{Gi})} \end{array} \right)$$

さらに、(3.4.64)式において $R_{Gi} \rightarrow \infty$ とすれば、

$$q_{li}^n = -X_i \theta_i^n + Y_i^n \dots(3-10)$$

が得られる。ただし、

$$\left(\begin{array}{l} X_i = \frac{A_{li} C_{li}}{\tau (C_{li} r_{li} / \tau + 1)} \\ Y_i^n = \frac{A_{li} (\theta C_{li} / \tau \cdot T_{li}^{n-1} + J_{li}^n)}{r_{li} (C_{li} / \tau + 1 / r_{li})} \end{array} \right)$$

最後に q_{vij} は次式となる。

$$q_{vij}^n = C_r V_{ij} (\theta_j^n - \theta_i^n) \quad \dots(3-11)$$

C_r : 空気の容積比熱 [$kcal/m^3 \text{ } ^\circ C$]

V_{ij} : 換気量 [m^3/h]

以上のようにして i 室に伝わってくる熱量を計算する。

b) 熱収支と室温・熱負荷

室温の節点 h における熱流の表現がすべて得られたので、 h における熱収支式をたてると (ただし、室の総数を m_1 、外部空間の総数を m_2 とする) 、

$$C_i^* \frac{d\theta_i}{dt} = \sum_{j=1}^{m_1+m_2} (q_{Hij}^n + \sum_k q_{Lijk}^n + q_{vij}^n) + q_{Gi}^n + q_{li}^n \quad \dots(3-12)$$

上式の左辺時間微分を後退差分で近似し、(3-5)式、(3-8)式、(3-9)式、(3-10)式、(3-11)式を代入すると、以下のような m_1 個の室温 θ_i に関する一次の連立方程式が得られる。

$$\sum_{j=1}^{m_1} \Lambda_{ij} \theta_j^n = \Gamma_i^n \quad \dots(3-13)$$

ただし、

$$\Lambda_{ij} = \begin{cases} -(L_l + C_r V_{ij} + \sum_k \lambda_{lk}) & (i \neq j) \\ \sum_{j=1}^{m_1+m_2} (M_{ij} + C_r V_j + \sum_k \lambda_{lk}) + D_i + X_i + C_i^* / \tau & (i = j) \end{cases}$$

$$\Gamma_i^n = \sum_{j=1}^{m_1+m_2} (N_{ij}^n + \sum_k \mu_{ijk}^n) + E_i^n + Y_i^n + \frac{C_i^*}{\tau} \theta_i^{n-1} + \sum_{j=m_1+1}^{m_2} (L_l \theta_j^n + C_r V_{ij} + \sum_k \lambda_{lk}) \theta_j^n$$

(3-13)式を解けば、 n 時点における室温 θ_i^n がすべて得られる。この連立方程式の解法としては、本プログラムでは逐次、近似加速緩和法が用いられている。また、室温を与えて熱負荷を求めたいときは、同法における残差として負荷が与えられる。なお、湿度・潜熱負荷の計算方法は上記の温度・顕熱負荷計算の簡単な場合と全く同様な算法とみなせる。すなわち、湿度の移動としては換気による移動だけを考え、これと室内での発生水蒸気、室内の湿気容量による蓄湿のバランスで室内湿度や潜熱負荷を算定している。

c) 放射の取り扱い

SMASH では室内の各壁面で吸収される放射量 J [$kcal/m^2 h$] は、近似的に以下のように扱う。透過日射や照明等からの放射など、室内に放射して入り込むすべての熱量 (ただし、壁面を貫流して表面から長波放射で伝達されるものについては総合熱伝達率で扱うので除外する) を I [$kcal/h$] とする。この I は、50%が床面に、残りの 50%は床以外の壁面に均等に入射すると仮定する。

入射した放射熱量は窓以外の壁体では表面で瞬時に吸収されると考える。窓に入射したもの（室内側から）は吸収されずに外界へ透過するとみなす。したがって、放射量 J は

$$J = \begin{cases} \frac{0.5I}{A_F} & : \text{床面において} \\ \frac{0.5I}{(A_O - A_F)} & : \text{床面以外の壁面} \\ 0 & : \text{窓面} \end{cases} \quad \dots(3-14)$$

と表される。ただし A_F は床面積[m²]、 A_O はその室を構成する全壁面の面積[m²]である。また、 A_F が極端に小さい場合を考慮して、 $A_F < 0.1A_O$ のときは、 $A_F = 0.1A_O$ を仮定している。（この仮定は J を計算するときだけに適用される。）

3.2.3. 換気と熱回収に関して

SMASH では、換気については「自然換気」と「機械換気」を別々に処理している。しかし、どちらにおいても換気量はユーザ自身が判断して入力する数値になっている。通気抵抗や送風機圧力等を与え風量バランスから風量を計算するなどの換気量計算は全く行っていない。ここでいう「自然換気」とは種々の隙間や開口を通して室と外気の間で自然に行われる空気の入れ替えのことを想定しているが、機械力に依存した換気でも室別に独立したものであれば、「自然換気」と見なしても計算することが出来る。また、本来は正しくないが、窓解放による「排熱換気」も SMASH では一応「自然換気」として扱っている。

「自然換気」では換気量（取り入れ外気量及び室の排気量）に対応する量を室ごとに換気回数として入力するので、室毎の風量収支は自動的にゼロとなるようになっている。一方、機械換気はダクト等を用いた換気を想定しているので、室と室、あるいは、室と外気（外表面）の間で流出あるいは流入する風量を入力することになっている。SMASH では、このようにして入力した風量に対して室ごとに風量収支がゼロになるかどうかのチェックは行っていない。したがって、機械換気の設定を行う場合には、室ごとに収支がゼロとなるような風量を自身で設定して入力しなければならない。

3.2.4. 日射熱取得と窓の日射遮蔽係数に関して

窓に入射した日射熱量（直達日射及び天空日射） J_0 は、Figure 3.3 のように、ガラスやカーテン、ブラインド等の窓構成物を最終的には透過し短波放射として室に直接侵入する熱量 J_1 と、窓構成物にいったん吸収されてから長波放射や対流によって間接的に室内に侵入する熱量 J_2 に分離される。後者の J_2 はさらに放射伝達成分 J_{21} と対流伝達成分 J_c に分けられる。 J_1 と J_{21} はともに放射であるので合計して J_R と表す。

今、3[mm]厚の標準的な単板ガラスだけで構成されている窓を考え、その窓における J_R を J_R^* 、 J_C を J_C^* とする。他方、任意の窓におけるそれらを単に J_R 、 J_C とおくと、日射遮蔽係数 SC とは以下のように定義される量である。

$$SC = SCR + SCC, SCR = J_R / J^*, SCC = J_C / J^* \quad \dots (3-15)$$

ただし、

$$J^* = J_R^* + J_C^*$$

SCR と SCC はそれぞれ放射遮蔽係数（日射遮蔽係数の放射成分）、対流遮蔽係数（日射遮蔽係数の対流成分）と称されている。3[mm]の標準ガラスの窓に対しては、定義より $SC=1$ である。また、上記の量は厳密にはすべて太陽光の入射角の関数であるが、 SCR や SCC 等は入射角によってそれほど変化しないので、便宜上入射角が 30° のときの数値で表した一定値と見なしている。SMASH において室の取得日射熱量 (J_R や J_C) を計算する場合は、上記の定義式とは逆に SCR や SCC を入力データとして与え、それらに J^* をかけて求めている。この場合、 J^* は入射日射量に 3[mm]の標準板ガラスの透過率や吸収率をかけて計算しているが、この透過率と吸収率は直達光の入射角のやや複雑な関数になっている。

また、住宅や建築の省エネルギー基準では日射侵入率 η という数値を用いているが、これは直達光の入射角が 30° のときの $(J_1 + J_2) / J_0$ であり、

$$\eta = (J_1 + J_2) / J_0 \cong 0.88SC \quad \dots(3-16)$$

である。日射遮蔽係数の算出方法に関しては文献[1]を参照されたい。

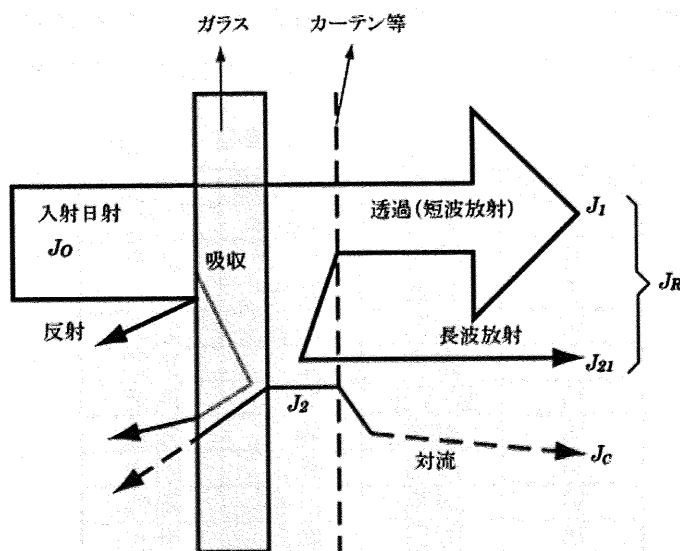


Figure 3.3 窓に入射する日射量

3.2.5. 内部発熱に関して

a) 照明

SMASH では 1W あたりの照明発熱を以下の様に設定し計算を行っている。

蛍光灯：1.08kcal/W 白熱灯：0.86kcal/W

全照明発熱のうち 70%は放射伝達で室内の各壁面に伝達されると仮定している。また、残りの 30%は対流で室内空気へ放散されると仮定している。

b) 在室者

一人当たりの人体発熱（単位 kcal/h・人）は Table 3.1 のように季節別に与えている。ここで、人体からの顕熱はすべて対流で放散される（すなわち、放射伝達率は 0）と仮定している。

Table 3.1 在室者による発熱

| | 暖房期 | 中間期 | 冷房期 |
|----|-----|-----|-----|
| 顕熱 | 56 | 52 | 40 |
| 潜熱 | 29 | 33 | 45 |

c) 発熱機器

発熱機器の発熱は、冷却方式が「自然放熱」の場合は 50%が対流で放散され、残りの 50%は放射として各壁面に伝達されるとして扱い、冷却方式が「強制冷却」の場合にはすべてが対流で放散されるとする。

3.3. 家庭における冷暖房熱負荷計算

3.3.1. 計算地点の設定

本研究で計算に用いる地点は Table 3.2 に示す 12 地点である。基本的に各地方につき一地点を選び、さらに地域区分 6 区分を網羅するため東北地方では地域区分Ⅱの岩手と地域区分Ⅲの宮城を、九州地方では地域区分Ⅳの福岡と地域区分Ⅴの鹿児島を計算対象とした。

Table 3.2 計算地点

| 地方 | 都道府県 | 都市 | 地域区分 |
|-----|------|-----|------|
| 北海道 | 北海道 | 札幌 | I |
| 東北 | 岩手 | 盛岡 | Ⅱ |
| | 宮城 | 仙台 | Ⅲ |
| 北陸 | 富山 | 富山 | Ⅳ |
| 関東 | 東京 | 東京 | Ⅳ |
| 東海 | 愛知 | 名古屋 | Ⅳ |
| 近畿 | 大阪 | 大阪 | Ⅳ |
| 中国 | 広島 | 広島 | Ⅳ |
| 四国 | 香川 | 高松 | Ⅳ |
| | 九州 | 福岡 | Ⅳ |
| | 鹿児島 | 鹿児島 | Ⅴ |
| 沖縄 | 沖縄 | 那覇 | Ⅵ |

各地点の設定は気象データによって行われる。本研究では気象データとして SMASH for Windows 気象データ^[1]を用いる。SMASH for Windows 気象データは空気調和・衛生工学会の空調設備基準委員会によって平均年の標準気象データに基づき作成された気象データで、熱負荷的にみて最も平均的と思われる月を10年程度の年数の中から月別に選択しつなぎ合わせた気象データである。期間は日平均気温を滑らかにしたデータ(平滑平均気温)を用いて設定し、日平均気温が15度以下となる期間を暖房期間にそれ以外の全区間を冷房期間としている。ただし、空調負荷は冷暖房それぞれの期間のうち設定温度に室温が達した時点で計算されるため、全ての期間中冷房及び暖房が使用されるわけではない。(空調設定に関しては後述) Table 3.3 に各地点における設定条件の概要を示す。

Table 3.3 計算地点の設定条件

| 都道府県 | 都市 | 地域区分 | 暖房期間 | 冷房期間 | 平均気温 | |
|------|-----|------|--------------|--------------|------|------|
| | | | | | 1月 | 8月 |
| 北海道 | 札幌 | I | 9月25日～6月9日 | 6月10日～9月24日 | -4.8 | 21.3 |
| 岩手 | 盛岡 | II | 9月29日～5月24日 | 5月25日～9月28日 | -2.5 | 22.8 |
| 宮城 | 仙台 | III | 10月11日～5月16日 | 5月17日～10月10日 | 0.9 | 23.9 |
| 富山 | 富山 | IV | 10月20日～5月5日 | 5月6日～10月19日 | 2.1 | 25.8 |
| 東京 | 東京 | IV | 11月2日～4月22日 | 4月23日～11月1日 | 2.8 | 26.7 |
| 愛知 | 名古屋 | IV | 10月28日～4月24日 | 4月25日～10月27日 | 3.6 | 26.8 |
| 大阪 | 大阪 | IV | 11月4日～4月17日 | 4月18日～11月3日 | 5.6 | 28.0 |
| 広島 | 広島 | IV | 10月28日～4月26日 | 4月27日～10月27日 | 4.3 | 26.8 |
| 香川 | 高松 | IV | 10月29日～4月26日 | 4月27日～10月28日 | 4.7 | 26.8 |
| 福岡 | 福岡 | IV | 11月3日～4月20日 | 4月21日～11月2日 | 5.7 | 27.3 |
| 鹿児島 | 鹿児島 | V | 11月13日～4月8日 | 4月9日～11月12日 | 7.0 | 27.7 |
| 沖縄 | 那覇 | VI | なし | 1月1日～12月31日 | 16.0 | 27.8 |

地域区分に関して^[2]

省エネルギー法ではデGREEデイに応じて地域を6つに区分し、その区分に応じて建物の断熱基準などの省エネルギー基準を設定している。次世代省エネルギー基準においては都道府県内の市町村単位で地域区分がなされているが、本研究では市町村単位で計算ができるほどの詳細な設定や気象条件ではないため都道府県単位の地域区分を用いている。

| | | | | | | |
|----------|-----|-----|----|----|----|-----|
| 地域区分 I | 北海道 | | | | | |
| 地域区分 II | 青森 | 岩手 | 秋田 | | | |
| 地域区分 III | 宮城 | 山形 | 福島 | | | |
| | 栃木 | | | | | |
| 地域区分 IV | 新潟 | 長野 | | | | |
| | 茨城 | 群馬 | 埼玉 | 千葉 | 東京 | 神奈川 |
| | 富山 | 石川 | 福井 | 山梨 | | |
| | 岐阜 | 静岡 | 愛知 | 三重 | | |
| | 滋賀 | 京都 | 大阪 | 兵庫 | 奈良 | 和歌山 |
| | 鳥取 | 島根 | 岡山 | 広島 | 山口 | |
| | 徳島 | 香川 | 愛媛 | 高知 | | |
| | 福岡 | 佐賀 | 長崎 | 熊本 | 大分 | |
| 地域区分 V | 宮崎 | 鹿児島 | | | | |
| 地域区分 VI | 沖縄 | | | | | |

3.3.2. 住宅モデルの設定

a) 建物の建て方

平成 15 年の住宅・土地統計調査^[3]によると日本全体の住宅に占める一戸建住宅の割合は 56.5%、共同住宅の割合は 40.0%である(Table 3.4 及び 3.5)。一戸建住宅及び共同住宅で全住宅の 96.5%を占めるため本研究では住宅の建て方として一戸建住宅と共同住宅の 2 種類を調査対象とした。また、住宅の構造別にみると一戸建住宅の 92.5%が木造、共同住宅の 83.6%が鉄筋・鉄骨造りである。従って本研究では一戸建住宅は木造、共同住宅は鉄筋コンクリート造(以降 RC)と設定した。

Table 3.4 住宅の建て方 総数:46862.9(千戸)

| | 一戸建 | 長屋建 | 共同住宅 | その他 |
|------|-------|------|-------|------|
| 住宅割合 | 56.5% | 3.2% | 40.0% | 0.3% |

Table 3.5 住宅の建て方別の構造

| | 一戸建 | 長屋建 | 共同住宅 | その他 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 木造 | 50.1% | 44.6% | 4.8% | 21.7% |
| 防火木造 | 42.4% | 33.4% | 11.4% | 21.7% |
| 鉄筋・鉄骨コンクリ | 4.0% | 13.6% | 72.6% | 41.3% |
| 鉄骨 | 3.3% | 4.5% | 11.0% | 14.3% |
| その他 | 0.2% | 3.9% | 0.2% | 1.2% |
| 合計 | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

b) 住宅モデルの間取り

a)で述べたように本研究では木造戸建住宅と RC 共同住宅を扱う。共同住宅に関しては共同住宅に住む世帯の 44.7%が一人暮らしである^[4]ことから家族向け共同住宅と一人暮らし用共同住宅の 2 種類を用意する。Figure 3.4~3.6 に本研究で用いた住宅モデルの間取りを Table 3.6~3.8 にそれぞれの面積を示す。

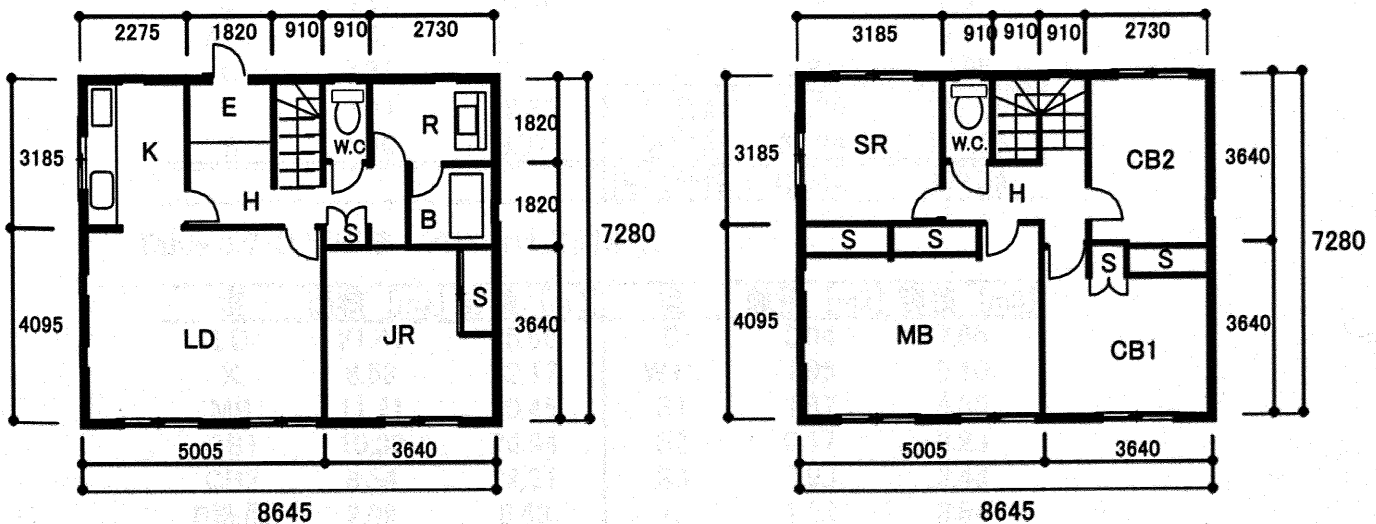


Figure 3.4 住宅モデル：木造戸建住宅^[4] (左が 1F、右が 2F)

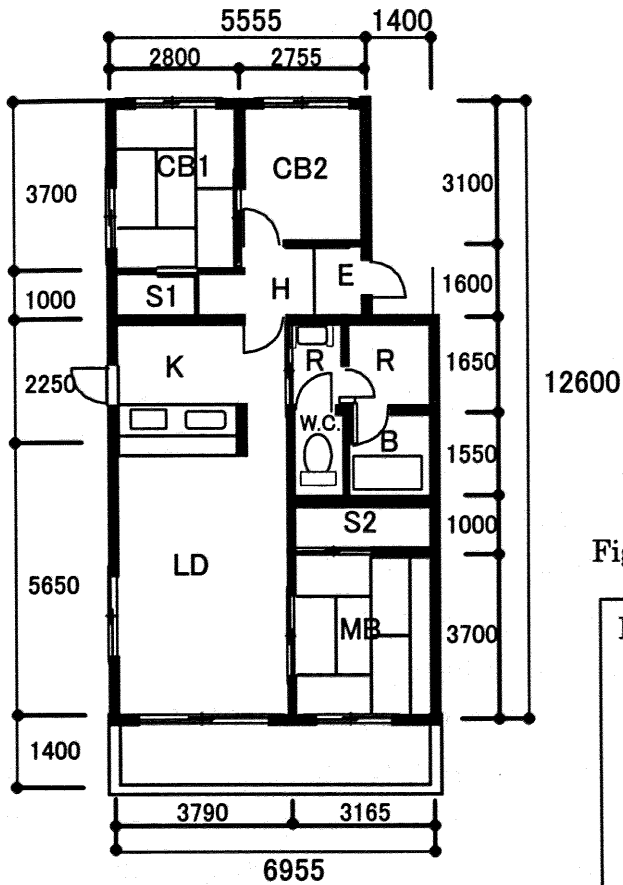


Figure 3.5 住宅モデル：家族向け共同住宅⁶⁾

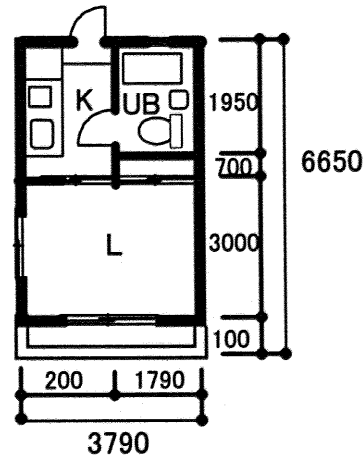


Figure 3.6 住宅モデル：一人暮らし用共同住宅

| | |
|-----------|-----------|
| LD・L：居間 | K：厨房 |
| MB：主寝室 | CB：子供部屋 |
| JR：和室 | SR：予備室 |
| B：浴室 | UB：ユニットバス |
| W.C.：便所 | E：玄関 |
| H：ホール(廊下) | S：収納 |
| R：洗面所・脱衣所 | |

Table 3.6 住宅面積：木造戸建住宅

| 1F | | | 2F | | |
|------|----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|
| 室 | 面積 [m ²] | 容積 [m ³] | 室 | 面積 [m ²] | 容積 [m ³] |
| LD | 20.50 | 49.19 | CB1 | 11.59 | 27.82 |
| K | 7.25 | 17.39 | CB2 | 11.59 | 27.82 |
| JR | 13.25 | 31.80 | MB | 20.50 | 49.19 |
| R | 4.97 | 11.92 | SR | 10.14 | 24.35 |
| B | 3.31 | 7.95 | W.C. | 1.66 | 3.97 |
| W.C. | 1.66 | 3.97 | H | 4.14 | 9.94 |
| E | 3.31 | 7.95 | S | 3.31 | 7.95 |
| H | 7.04 | 16.89 | 1F合計 | 62.94 | 151.05 |
| S | 1.66 | 3.97 | 2F合計 | 62.94 | 151.05 |
| | | | 住宅全体 | 125.87 | 302.09 |

Table 3.7 住宅面積：家族向け共同住宅

| 室 | 面積 [m ²] | 容積 [m ³] | 室 | 面積 [m ²] | 容積 [m ³] |
|-----|----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|
| LD | 21.41 | 55.68 | B | 2.94 | 7.65 |
| K | 8.53 | 22.17 | W.C. | 1.96 | 5.10 |
| MB | 11.71 | 30.45 | S1 | 1.87 | 4.85 |
| CB1 | 10.36 | 26.94 | S2 | 3.17 | 8.23 |
| CB2 | 8.54 | 22.21 | S3 | 0.93 | 2.43 |
| R洗面 | 2.09 | 5.43 | E | 1.52 | 3.94 |
| R脱衣 | 3.13 | 8.15 | H | 2.89 | 7.52 |
| | | | 合計 | 81.05 | 210.74 |

Table 3.8 住宅面積：一人暮らし用共同住宅

| 室 | 面積 [m ²] | 容積 [m ³] |
|----|----------------------|----------------------|
| L | 11.37 | 29.56 |
| K | 5.30 | 13.78 |
| UB | 3.49 | 9.08 |
| S | 1.25 | 3.26 |
| 合計 | 21.41 | 55.68 |

木造戸建住宅は熱負荷計算でよく用いられる住宅用標準問題^[4]の戸建住宅を用いた。住宅用標準問題は日本建築学会環境工学委員会熱分科会、伝熱解析小委員会にて作成された熱負荷計算プログラム用のモデルである。

RC造共同住宅は、家族向け共同住宅は建築環境・省エネルギー機構による「住宅の新省エネルギー基準と指針」^[6]の中で用いられている共同住宅をもとに設定し、一人暮らし用共同住宅はその家族向け共同住宅をもとに独自に作成した間取りを用いた。

面積は木造戸建住宅が 125.86 m²、家族向け共同住宅が 81.05 m²、一人暮らし用共同住宅が 21.41 m²である。共同住宅を家族向け 55.3%と一人暮らし 44.7%で加重平均すると 54.4 m²となる。統計資料^[6]によると日本全体の平均面積は戸建住宅が 128.54 m²、共同住宅が全体で 47.67 m²であり、本研究で用いる住宅モデルは現在の平均的な住宅として問題のない規模といえる。各部屋の高さは戸建 2.4m、共同 2.6m とした。

戸建住宅、共同住宅ともに建物正面は南面とし建物周囲には障害物がなく地面の反射率は 10%と仮定し、庇は設けず、屋根は木造戸建住宅は切妻、RC造共同住宅は陸屋根とした。戸建住宅は小屋裏と床下を共同住宅は最下階(階等の設定に関しては次に述べる)に床下を設定した(小屋裏、床下の詳細設定に関しては文献[1])。また計算では各室とも単位体積あたりの熱容量として、顕熱容量 12.6kJ/m³ K、潜熱容量を 25.1kJ/m³ Kを設定している。これは家具、衣類、本などが室内に置かれていることに由来する熱容量の設定である。

共同住宅の扱いについて

共同住宅の熱負荷は部屋の位置や階によって大きく変化すると考えられる。そこで本研究では Figure 3.7 に示すような 4×4 の共同住宅を想定し、最上階の中部屋・角部屋、中間階の中部屋・角部屋、最下階の中部屋・角部屋の 6 種類の部屋を用意し計算を行った。尚、統計資料^[6]より、平均的な共同住宅の階数及び部屋数は平均値として 3.5 階、14.5 部屋程度となることから、本研究では 4×4 の 16 部屋という建物設定とした。

最上階中部屋は左右及び階下の建物を等変動室(同じ温度の動きをする部屋)に設定し、同様に、最上階角部屋は左右のどちらか片方と階下、中間階中部屋は左右上下、中間階角部屋は左右のどちらか片方と上下、最下階中部屋は左右及び上、最下階角部屋は左右のどちらか片方と上を等変動室に設定した。また最下階は床下を設けている。そして計算結果より共同住宅の熱負荷代表値は各部屋の個数で加重平均することで算出した。

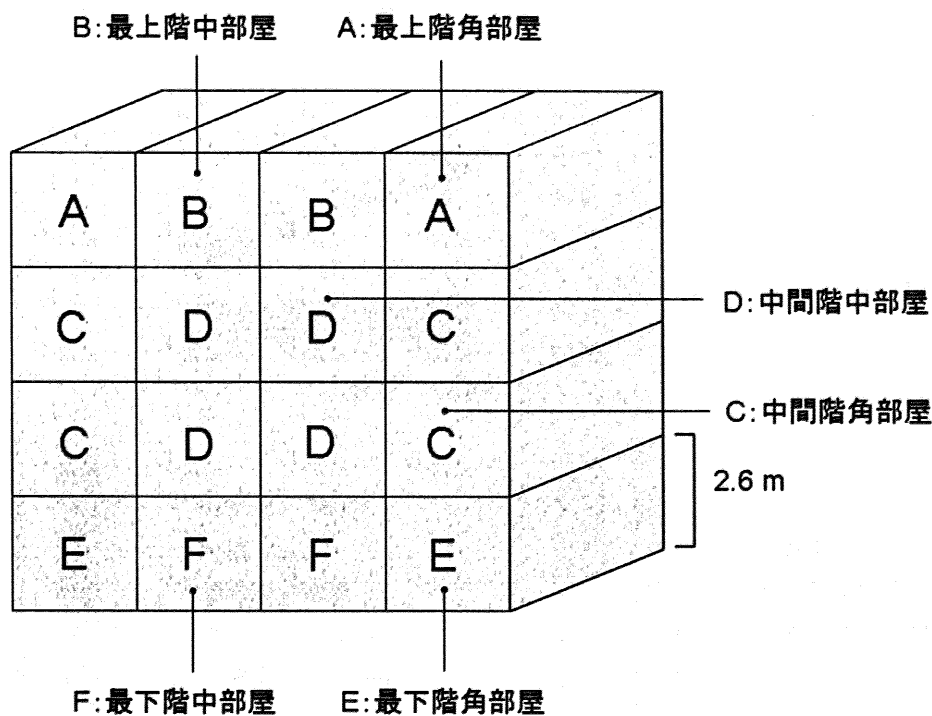


Figure 3.7 共同住宅の設定

c) 壁体構造

住宅を構成する各部材の構成材料の物性値を Table 3.9 に壁体構造^{[4][5]}を Figure 3.8 及び 3.9 に示す。断熱材は木造戸建住宅ではグラスウール 24K、RC 造共同住宅では押出法ポリスチレンフォーム 3 種を用い、断熱材の厚さを変化させることで住居の断熱性能の設定を行う。

Table 3.9 部材構成材料の物性値

| 材料名 | 熱伝導率 W/(mK) | 熱抵抗値 (m ² K)/W | 容積比熱 kJ/(m ³ K) |
|-----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| スレート | 1.198 | 0.000 | 1820.942 |
| 合板 | 0.186 | 0.000 | 713.726 |
| 石膏ボード | 0.220 | 0.000 | 904.187 |
| モルタル | 1.512 | 0.000 | 1590.703 |
| コンクリート | 1.600 | 0.000 | 1896.281 |
| 防水シート | 0.170 | 0.000 | 2000.011 |
| カーペット類 | 0.080 | 0.000 | 318.142 |
| 畳 | 0.151 | 0.000 | 288.839 |
| グラスウール24K | 0.041 | 0.000 | 20.093 |
| 押出法ポリスチレンフォーム3種 | 0.028 | 0.000 | 25.116 |
| 非密閉中空層 | 0.000 | 0.090 | 1.298 |

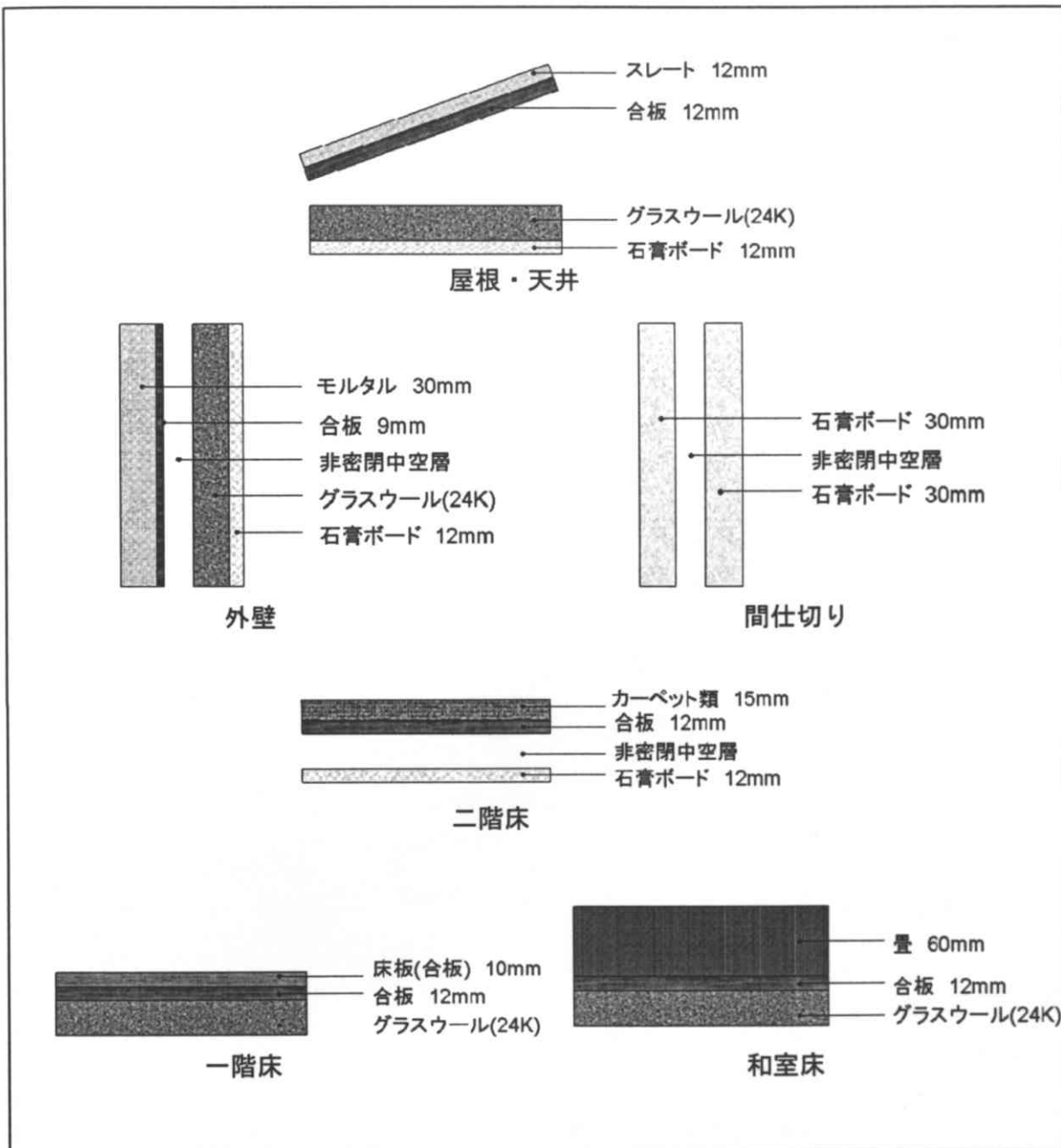
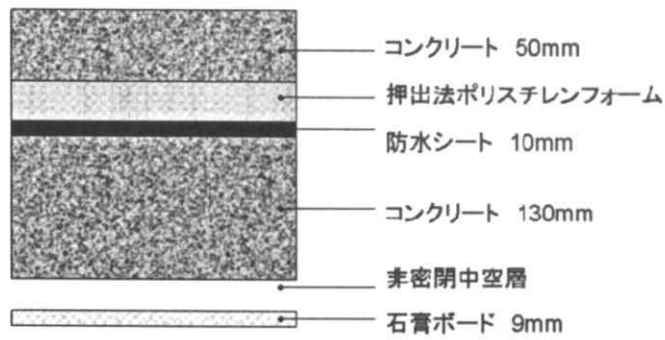
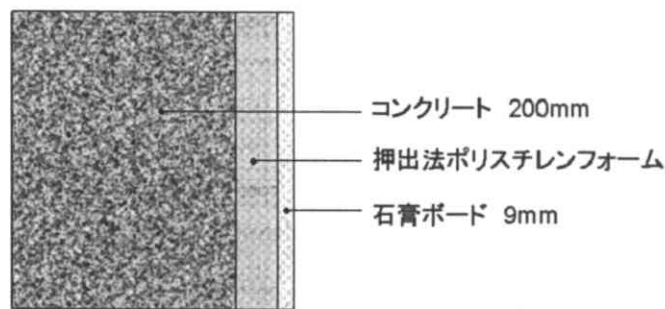


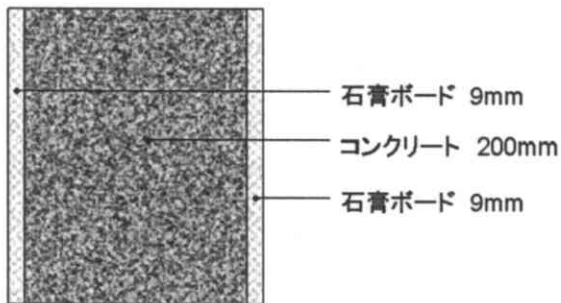
Figure 3.8 木造戸建住宅の壁体構造



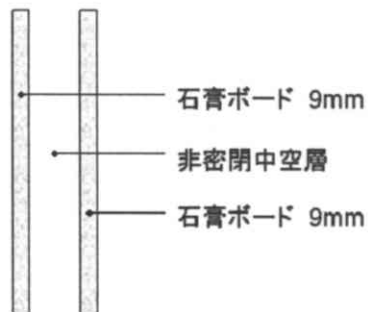
屋根・天井



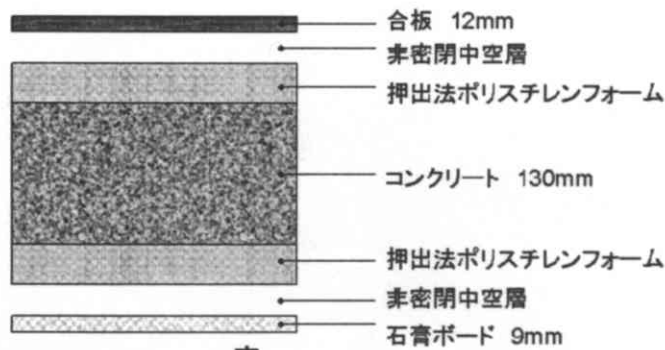
外壁



間仕切り 1



間仕切り 2



床

Figure 3.9 RC造共同住宅の壁体構造

d) 住宅の断熱性能の設定

住宅の省エネルギー基準は昭和 55 年以降の旧基準、平成 4 年以降の新基準、平成 11 年以降の次世代基準と改定されてきた(省エネ基準の詳細は文献[2][6]参照)。それらの基準を満たした住居は無断熱であった従来と比較すると冷暖房熱負荷が非常に少なくなる。そのため、冷暖房熱負荷の現状を把握するには、これらの住宅断熱性能の違いを考慮しなくてはならない。現状ではまだ新基準以降を満たす住居は少ないが(Figure 3.10^[7])、今後の熱負荷の推移を把握する上でそれらの基準を考慮し熱需要を把握することは重要なことである。

本研究では次世代省エネルギー基準を満たした住宅と無断熱の従来住宅に関して冷暖房熱負荷計算を行い熱負荷の現状把握を行う。この際、旧基準及び新基準を満たした住宅の冷暖房熱負荷については熱損失係数の基準値の推移(Table 3.10)と次世代省エネ基準住宅及び無断熱従来住宅の冷暖房熱負荷から推計を行い設定する。

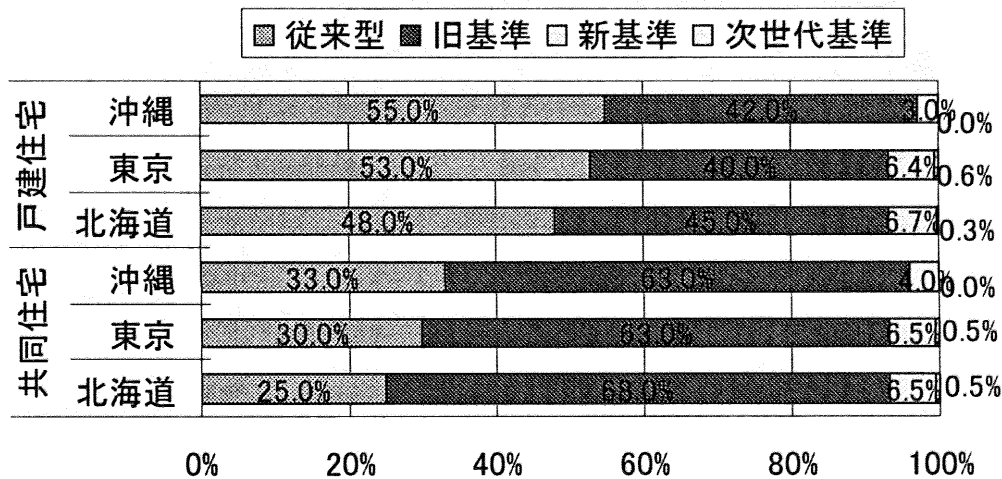


Figure 3.10 2000年における住宅のストック

Table 3.10 地域区分ごとの熱損失係数基準値の推移 W/(m²K)

| | 地域 | W/(m ² K) | | | |
|------|-------|----------------------|------|------|------|
| | | 従来 | 旧基準 | 新基準 | 次世代 |
| 戸建住宅 | 地域区分Ⅰ | 7.45 | 3.26 | 1.74 | 1.60 |
| | 地域区分Ⅱ | 8.66 | 4.19 | 2.67 | 1.90 |
| | 地域区分Ⅲ | 8.90 | 5.12 | 3.14 | 2.40 |
| | 地域区分Ⅳ | 8.90 | 5.58 | 3.95 | 2.70 |
| | 地域区分Ⅴ | 8.90 | 7.91 | 4.30 | 2.70 |
| | 地域区分Ⅵ | 8.90 | 8.00 | 6.40 | 3.70 |
| 集合住宅 | 地域区分Ⅰ | 6.47 | 2.83 | 1.51 | 1.60 |
| | 地域区分Ⅱ | 7.17 | 3.47 | 2.21 | 1.90 |
| | 地域区分Ⅲ | 7.50 | 4.35 | 2.67 | 2.40 |
| | 地域区分Ⅳ | 7.50 | 4.44 | 3.14 | 2.70 |
| | 地域区分Ⅴ | 7.70 | 6.84 | 3.72 | 2.70 |
| | 地域区分Ⅵ | 7.76 | 6.98 | 5.58 | 3.70 |

熱損失係数の基準値について

戸建住宅の旧基準、新基準、次世代基準及び集合住宅の新基準、次世代基準に関しては省エネ法に定められた値を設定したが、戸建、集合の従来及び集合住宅の旧基準は基準値がないために独自の設定を行った。そのさい戸建住宅の従来は伊香賀^[7]の文献値を参考に設定を行い、集合住宅の旧基準及び従来は戸建住宅の旧基準及び従来の新基準との比を参考に設定した。なお新基準では戸建住宅及び集合住宅別々に基準値が設けられていたが、次世代基準では両建て方ともに統一した値が基準値として設定されている。

次世代省エネルギー基準では住宅の断熱性能に関して熱損失係数の基準値に加え、先述の地域区分ごとに各部材の熱貫流率に基準を設けている (Table 3.11^[2])。本研究ではこの次世代省エネ基準を満たすように c) で示した各部材の熱貫流率を断熱材(グラスウール24K及び押出法ポリスチレンフォーム3種)の厚さを変化させることによって6地域区分それぞれ設定して計算を行った。

Table 3.11 各部材の熱貫流率基準値(次世代省エネルギー基準)

| 住宅の種類 | 断熱材の施工法 | 部位 | 熱貫流率の基準値 | | | | | | |
|---------------|---------|---------|----------|------|------|------|------|------|---|
| | | | 地域の区分 | | | | | | |
| | | | I | II | III | IV | V | VI | |
| 鉄筋コンクリート造等の住宅 | 内断熱工法 | 屋根又は天井 | 0.27 | 0.35 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | |
| | | 壁 | 0.39 | 0.49 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 1.59 | |
| | | 床 | 外気に接する部分 | 0.27 | 0.32 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | — |
| | | | その他の部分 | 0.38 | 0.46 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | — |
| | | 土間床等の外周 | 外気に接する部分 | 0.47 | 0.51 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | — |
| | | | その他の部分 | 0.67 | 0.73 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | — |
| | 外断熱工法 | 屋根又は天井 | 0.32 | 0.41 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 0.43 | |
| | | 壁 | 0.49 | 0.58 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 1.76 | |
| | | 床 | 外気に接する部分 | 0.38 | 0.46 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | — |
| | | | その他の部分 | — | — | — | — | — | — |
| | | 土間床等の外周 | 外気に接する部分 | 0.47 | 0.51 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | — |
| | | | その他の部分 | 0.67 | 0.73 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | — |
| その他の住宅 | — | 屋根又は天井 | 0.17 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | |
| | | 壁 | 0.35 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | |
| | | 床 | 外気に接する部分 | 0.24 | 0.24 | 0.34 | 0.34 | 0.34 | — |
| | | | その他の部分 | 0.34 | 0.34 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | — |
| | | 土間床等の外周 | 外気に接する部分 | 0.37 | 0.37 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | — |
| | | | その他の部分 | 0.53 | 0.53 | 0.76 | 0.76 | 0.76 | — |

e) 窓及び換気回数の設定

次世代省エネ基準では建物の断熱性能のほかに、窓における熱貫流率の基準値及び換気回数の基準値も設定されている。先に換気回数について述べておくと、次世代基準では自

然換気回数の基準を基本的に 0.5 回/h としている。本研究では、次世代基準住宅の換気回数を 0.5 回/h とし従来住宅は地域区分 I 及び II を 0.5 回/h それ以外の地域を 1.0 回/h とした(Table 3.12)。地域 I・II を 0.5 回/h としたのは寒冷地では従来住宅であっても二重窓など気密性を高くする対策が数多く施されているという現状を踏まえたためである。尚、戸建住宅で設定した小屋裏空間及び床下空間(共同の最下階も設定)は換気回数を 5 回/h と設定している。また排熱換気に関しては各部屋とも冷房期において外気温度が 25 度以下、室内温度が 27 度以上のときに 10 回/h で行うと設定した。

Table 3.12 自然換気回数の設定 回/h

| 地域 | 従来 | 次世代 |
|----------|-----|-----|
| 地域区分 I | 0.5 | 0.5 |
| 地域区分 II | 0.5 | 0.5 |
| 地域区分 III | 1.0 | 0.5 |
| 地域区分 IV | 1.0 | 0.5 |
| 地域区分 V | 1.0 | 0.5 |
| 地域区分 VI | 1.0 | 0.5 |

Table 3.13 及び 3.14 に本研究の計算で用いた窓の設定及び各窓の熱貫流率・放射遮蔽係数・対流遮蔽係数を示す。窓の熱貫流率の基準値⁶⁾は地域 I・II で 2.33W/(m² K)以下、地域 III で 3.49 W/(m² K)以下、地域 IV・V で 4.65 W/(m² K)以下、地域 VI で 6.51W/(m² K)以下でありその基準を満たすように窓を設定した。尚、窓にはカーテンもしくは障子を取り付けられるので基準値よりも幾分性能は良い設定になっている。従来窓は、二重単板、普通複層、普通単板を想定している。

Table 3.13 窓の設定

| 地域 | 従来 | |
|----------|-----|-----------------------|
| 地域区分 I | 2重窓 | 単板+単板 |
| 地域区分 II | 1重窓 | 普通複層及び遮熱複層C(金属製熱遮断構造) |
| 地域区分 III | 1重窓 | 普通複層及び遮熱複層C(金属製) |
| 地域区分 IV | 1重窓 | 単板及び熱線反射2・3種 |
| 地域区分 V | 1重窓 | 単板及び熱線反射2・3種 |
| 地域区分 VI | 1重窓 | 単板及び熱線反射2・3種 |
| 地域 | 次世代 | |
| 地域区分 I | 2重窓 | 単板+普通複層及び遮熱複層C |
| 地域区分 II | 2重窓 | 単板+単板 |
| 地域区分 III | 1重窓 | 普通複層及び遮熱複層C(金属製熱遮断構造) |
| 地域区分 IV | 1重窓 | 普通複層及び遮熱複層C(金属製) |
| 地域区分 V | 1重窓 | 普通複層及び遮熱複層C(金属製) |
| 地域区分 VI | 1重窓 | 単板及び熱線反射2・3種 |

Table 3.14 窓の性能値

2重窓 単板+普通複層及び遮熱複層C

| | 熱貫流率 W/(m ² K) | 放射遮蔽係数 SCR | 対流遮蔽係数 SCC |
|-------|------------------------------|---------------|---------------|
| 窓単体 | 2.33 | 0.87 | 0.03 |
| +カーテン | 2.11 | 0.46 | 0.15 |
| +障子 | 1.92 | 0.33 | 0.10 |

Table 3.14 窓の性能値

2重窓 単板+単板

| | 熱貫流率 W/(m ² K) | 放射遮蔽係数 SCR | 対流遮蔽係数 SCC |
|-------|------------------------------|---------------|---------------|
| 窓単体 | 2.91 | 0.99 | 0.01 |
| +カーテン | 2.58 | 0.49 | 0.14 |
| +障子 | 2.31 | 0.34 | 0.09 |

1重窓 普通複層及び遮熱複層C(金属製熱遮断構造)

| | 熱貫流率 W/(m ² K) | 放射遮蔽係数 SCR | 対流遮蔽係数 SCC |
|-------|------------------------------|---------------|---------------|
| 窓単体 | 3.49 | 0.87 | 0.03 |
| +カーテン | 3.03 | 0.46 | 0.15 |
| +障子 | 2.68 | 0.33 | 0.10 |

1重窓 普通複層及び遮熱複層C(金属製)

| | 熱貫流率 W/(m ² K) | 放射遮蔽係数 SCR | 対流遮蔽係数 SCC |
|-------|------------------------------|---------------|---------------|
| 窓単体 | 4.65 | 0.87 | 0.03 |
| +カーテン | 3.89 | 0.46 | 0.15 |
| +障子 | 3.38 | 0.33 | 0.01 |

1重窓 単板及び熱線反射2・3種

| | 熱貫流率 W/(m ² K) | 放射遮蔽係数 SCR | 対流遮蔽係数 SCC |
|-------|------------------------------|---------------|---------------|
| 窓単体 | 6.51 | 0.99 | 0.01 |
| +カーテン | 5.17 | 0.49 | 0.14 |
| +障子 | 4.40 | 0.34 | 0.09 |

3.3.3. 居住者の生活スケジュールの設定

a) 居住者の在室及び行為スケジュールの設定

冷暖房熱負荷計算を行うには上記の住宅モデルに加えて、その住宅内で居住者がどのような行動をとるかを設定する必要がある。本研究では居住者の生活スケジュール設定に、近年、空気調和・衛生工学会により作成された生活スケジュール自動生成プログラム^{9)[10]}を用いる。このプログラムは、日本人の生活スタイルを全国的に細かく調査したNHK国民生活調査(1990年度版)を基に、居住者を男女、年齢、職業をパラメータとして分類し標準的な生活行為をモデル化するプログラムである。また、あらかじめ男性勤務者、女性勤務者、主婦など居住者の属性毎に作成された行動スケジュールと、住宅内の各部屋の用途、設置機器、行為に伴って使用される機器などを関連付けたデータを用意することで、生活スケジュールとともに空調スケジュールや照明や機器の使用スケジュールを自動生成することができるプログラムである。

本研究では戸建住宅の居住者を、多くの研究で平均的な家族構成として想定されている、家庭婦人、勤め人男、高校生、中学生の4人家族と設定し、家族向け共同住宅の居住者を家庭婦人、勤め人男、高校生の3人家族、一人暮らし用共同住宅を勤め人男の1人家族と

設定した。統計値²⁾によると戸建住宅における家族人数の全国平均値は 3.05 人、一人暮らしを除く共同住宅の全国平均値は 2.93 人である。従って本研究の戸建住宅の 4 人家族という設定は現実の家族人数よりも 1 人多い設定であることをここに記しておく。家族向け共同住宅に関しては現実的な家族構成と乖離がないといえる。

なお生活スケジュールに関して地域による違い及び次世代・従来による違いはないとし全ての計算地点で同じスケジュールを用いた。ただし後述するように空調スケジュールに関しては地域差が大きいと考えられるため、地域ごとに設定を行った。居住者の生活スケジュールを Table 3.15~3.17 に示す。スケジュールデータは 15 分間隔で設定してあるが、SMASH ではスケジュールデータとして 1 時間単位でしか設定できないため、例えば居間に 45 分間一人の人がいる場合 SMASH ではその時間に 0.75 人存在するといった設定を行った。

Table 3.15 生活者スケジュール：木造戸建住宅(平日)

| 時間 | 専業主婦 | | | | 勤め人・男 | | | | 中学生 | | | | 高校生 | | | |
|----|------|-----|-----|-----|-------|------|-----|------|-----|----|-----|----|-----|----|--|--|
| | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | | |
| 0 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 1 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 2 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 3 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 4 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 5 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 6 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 7 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 8 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 9 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 10 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 11 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 12 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 13 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 14 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 15 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 16 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 17 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 18 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 19 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 20 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 21 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 22 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| 23 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | | | | | | |

Table 3.15 生活者スケジュール：木造戸建住宅(休日)

| 時間 | 家庭婦人 | | 勤め人・男 | | 中学生 | | 高校生 | | 時間 | 家庭婦人 | | 勤め人・男 | | 中学生 | | 高校生 | | | |
|----|------|-----|-------|-----|-----|------|-----|------|-----|------|----|-------|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | 部屋名 | 行為 | | |
| 0 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 12 | 0 | 居間 | 在宅 | 居間 | 在宅 | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 居間 | 食事 | 居間 | テレビ | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | | | | |
| 1 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 13 | 0 | 居間 | テレビ | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 居間 | テレビ | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | | | | | | | | |
| 2 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 14 | 0 | | | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | | | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 主寝室 | 趣味 | | | | | | |
| 3 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 15 | 0 | 主寝室 | 趣味 | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 主寝室 | 趣味 | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | 主寝室 | 趣味 | | | | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 主寝室 | 趣味 | | | | | | |
| 4 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 16 | 0 | 主寝室 | 趣味 | | | | | | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | | | | | | | | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | 居間 | 洗濯 | | 子供室1 | 趣味 | | | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | | | |
| 5 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 17 | 0 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| 6 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 18 | 0 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 居間 | 在宅 | | 子供室1 | 趣味 | 子供室2 | 趣味 | |
| 7 | 0 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | 19 | 0 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ |
| | 15 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ |
| | 30 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 30 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ |
| | 45 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 洗面 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 睡眠 | | 45 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ |
| 8 | 0 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 洗面 | 洗顔 | 子供室2 | 睡眠 | 20 | 0 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ |
| | 15 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 洗面 | 洗顔 | 子供室2 | 睡眠 | | 15 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ |
| | 30 | 洗面 | 洗濯 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | | 30 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ |
| | 45 | 居間 | 新聞 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | | 45 | 居間 | テレビ | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ |
| 9 | 0 | 居間 | 新聞 | 居間 | テレビ | 居間 | 在宅 | 居間 | テレビ | 21 | 0 | 居間 | テレビ | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 |
| | 15 | 居間 | 洗濯 | 居間 | 新聞 | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ | | 15 | 居間 | テレビ | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 |
| | 30 | 居間 | 掃除 | 居間 | 新聞 | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ | | 30 | 居間 | テレビ | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 |
| | 45 | 居間 | 掃除 | | | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ | | 45 | 居間 | テレビ | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 | 浴室 | 入浴 |
| 10 | 0 | 居間 | 掃除 | | | 子供室1 | 学業 | 居間 | テレビ | 22 | 0 | 居間 | 在宅 | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 浴室 | 入浴 |
| | 15 | 居間 | 掃除 | | | | | 子供室2 | 学業 | | 15 | 居間 | 在宅 | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 浴室 | 入浴 |
| | 30 | | | | | | | 子供室2 | 学業 | | 30 | 居間 | 在宅 | 居間 | テレビ | 子供室1 | 学業 | 浴室 | 入浴 |
| | 45 | | | | | | | 子供室2 | 学業 | | 45 | 居間 | 在宅 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 本 |
| 11 | 0 | | | | | | | 子供室2 | 学業 | 23 | 0 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 本 |
| | 15 | | | | | | | 子供室2 | 学業 | | 15 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 本 |
| | 30 | | | | | | | 子供室2 | 学業 | | 30 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 本 |
| | 45 | 厨房 | 炊事 | | | | | 子供室2 | 学業 | | 45 | 主寝室 | 睡眠 | 主寝室 | 睡眠 | 子供室1 | 睡眠 | 子供室2 | 本 |

Table 3.17 生活者スケジュール：一人暮らし用共同住宅(左：平日、右：休日)

| 朝め入る男 | | | 朝め入る男 | | | 朝め入る男 | | | 朝め入る男 | | | |
|-------|-----|----|-------|-----|----|-------|-----|-----|-------|-----|----|-----|
| 時間 | 起床名 | 行為 | 時間 | 起床名 | 行為 | 時間 | 起床名 | 行為 | 時間 | 起床名 | 行為 | |
| 0 | 0 | L | 睡眠 | 12 | 0 | | 0 | | 12 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | | 45 | | | | |
| 1 | 0 | L | 睡眠 | 13 | 0 | | 0 | | 13 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | | 45 | | | | |
| 2 | 0 | L | 睡眠 | 14 | 0 | | 0 | | 14 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | | 45 | | | | |
| 3 | 0 | L | 睡眠 | 15 | 0 | | 0 | | 15 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | | 45 | | | | |
| 4 | 0 | L | 睡眠 | 16 | 0 | | 0 | | 16 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | | 45 | | | | |
| 5 | 0 | L | 睡眠 | 17 | 0 | | 0 | | 17 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | | 45 | | | | |
| 6 | 0 | L | 睡眠 | 18 | 0 | | 0 | | 18 | 0 | | |
| | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 20 | UB | 洗顔 | | 30 | | | 30 | | | | |
| | 45 | L | 着がえ | | 45 | | | 45 | | | | |
| 7 | 0 | L | テレビ | 19 | 0 | | 0 | | 19 | 0 | | |
| | 15 | L | 新聞 | | 15 | | | 15 | | | | |
| | 30 | | | | 30 | L | | 食事 | | 30 | L | 在宅 |
| | 45 | | | | 45 | L | | 食事 | | 45 | L | 在宅 |
| 8 | 0 | | | 20 | 0 | | 0 | | 20 | 0 | | |
| | 15 | | | | 15 | L | | 新聞 | | 15 | L | 在宅 |
| | 30 | | | | 30 | L | | テレビ | | 30 | L | 食事 |
| | 45 | | | | 45 | L | | テレビ | | 45 | L | 食事 |
| 9 | 0 | | | 21 | 0 | UB | 入浴 | 0 | | 21 | 0 | |
| | 15 | | | | 15 | UB | 入浴 | | 15 | | UB | 入浴 |
| | 30 | | | | 30 | L | テレビ | | 30 | | L | テレビ |
| | 45 | | | | 45 | L | テレビ | | 45 | | L | テレビ |
| 10 | 0 | | | 22 | 0 | L | テレビ | 0 | | 22 | 0 | |
| | 15 | | | | 15 | L | テレビ | | 15 | | L | テレビ |
| | 30 | | | | 30 | L | 在宅 | | 30 | | L | 在宅 |
| | 45 | | | | 45 | L | 在宅 | | 45 | | L | 在宅 |
| 11 | 0 | | | 23 | 0 | L | 睡眠 | 0 | | 23 | 0 | |
| | 15 | | | | 15 | L | 睡眠 | | 15 | | L | 睡眠 |
| | 30 | | | | 30 | L | 睡眠 | | 30 | | L | 睡眠 |
| | 45 | | | | 45 | L | 睡眠 | | 45 | | L | 睡眠 |

b) 発熱機器スケジュールの設定

発熱機器スケジュールも在室及び行為スケジュールと同様に生活スケジュール自動生成プログラムを用いて設定を行う。使用発熱機器は空気調和・衛生工学会^[10]に従い、第2章2.6.で記した12の電気機器と電気冷蔵庫及びテレビ、ガスレンジである。また入浴時の浴槽からの発熱も発熱機器スケジュールに含まれる。12の電気機器の製品性能は第2章で示した通りであり、電気冷蔵庫及びテレビに関しては第2章で求めた一世帯あたりの年間消費電力量をもとに発熱量を設定した。文献[10]と同様、ガスレンジによる発熱量は約1120W、浴槽からの発熱量は湯温43度、室温30度を想定して約170Wという設定とした。ただし、居住者の生活スケジュール及び行為に応じて使用機器は設定されるため、上記全ての発熱機器が必ずしも使用されるわけではない。なお、温水洗浄便座は文献[10]では戸建住宅において2つ設定しているが、消費動向調査によるとその普及率は約50%程度であることから、本研究では一世帯あたり1台として設定した。またラジオ、温水ジャーポットも保有率が50%程度であることから、消費電力を半分として設定している。Table 3.18~3.20に発熱機器スケジュールを示す。第2章で述べたように、発熱機器スケジュールから求めた設定電気機器による消費電力量は戸建住宅で約3880kWh/年、家族向け共同住宅で約3540kWh/

年、一人暮らし用共同住宅で約 1515kWh/年となった。(ただしこの中にエアコン等の空調電気機器による電力消費量は含まれない。)

Table 3.18 発熱機器スケジュール：木造戸建住宅（上：平日、下：休日）

| | | (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Wh) | | | |
|------|----------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| | | 0時 | 1時 | 2時 | 3時 | 4時 | 5時 | 6時 | 7時 | 8時 | 9時 | 10時 | 11時 | 12時 | 13時 | 14時 | 15時 | 16時 | 17時 | 18時 | 19時 | 20時 | 21時 | 22時 | 23時 | 日積算 | | |
| 主寝室 | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 | |
| 子供室1 | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| 子供室2 | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | 15 | 15 | 30 | 15 | | 98 | 98 |
| 洗面 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ドライヤー | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 113 | 433 |
| 浴室 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 洗濯機 | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 113 | 338 |
| 居間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 掃除機 | 電気機器 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 191 | 72 | 209 | 9 | 9 | 140 | 97 | 9 | 9 | 9 | 191 | 97 | 183 | 433 | 205 | 108 | 9 | 288 | 2042 |
| 居間 | アイロン | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 200 | 200 |
| | テレビ | 電気機器 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 176 | 50 | 2 | 2 | 2 | 133 | 90 | 2 | 2 | 2 | 176 | 90 | 176 | 176 | 90 | 2 | | 250 | 250 |
| 居間 | ラジオ | 電気機器 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 201 | 201 |
| | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| 居間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 冷蔵庫 | 電気機器 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 669 | 477 | 477 | 177 | 177 | 177 | 477 | 477 | 177 | 177 | 177 | 1277 | 1077 | 477 | 177 | 177 | 177 | 144 | 8007 |
| 居間 | 電気ジャーボット | 電気機器 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 3458 |
| | ガスレンジ | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 528 |
| 居間 | 電子レンジ | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3588 |
| | 炊飯器 | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 200 | 200 |
| 居間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炊飯器 | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 225 | 225 |
| トイレ | 温水便座 | 電気機器 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 696 | 696 |
| その他 | パソコン | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 320 | 320 |
| | | テレビと冷蔵庫のぞく電力消費量合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3308 | | | |

Table 3.19 発熱機器スケジュール：家族向け共同住宅（上：平日、下：休日）

| | | (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Wh) | | | |
|------|----------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|------|
| | | 0時 | 1時 | 2時 | 3時 | 4時 | 5時 | 6時 | 7時 | 8時 | 9時 | 10時 | 11時 | 12時 | 13時 | 14時 | 15時 | 16時 | 17時 | 18時 | 19時 | 20時 | 21時 | 22時 | 23時 | 日積算 | | |
| 主寝室 | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| 子供室1 | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| 洗面 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ドライヤー | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 113 | 433 |
| 浴室 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 洗濯機 | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 113 | 338 |
| 居間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 掃除機 | 電気機器 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 191 | 111 | 209 | 9 | 9 | 140 | 96 | 9 | 9 | 9 | 104 | 9 | 183 | 448 | 205 | 107 | 9 | 255 | 2045 |
| 居間 | アイロン | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 200 | 200 |
| | テレビ | 電気機器 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 176 | 89 | 2 | 2 | 2 | 133 | 89 | 2 | 2 | 2 | 89 | 2 | 176 | 176 | 89 | 2 | | 250 | 250 |
| 居間 | ラジオ | 電気機器 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 201 | 201 |
| | スタンド | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | 30 |
| 居間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 冷蔵庫 | 電気機器 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 610 | 418 | 418 | 177 | 177 | 177 | 418 | 418 | 177 | 177 | 177 | 1099 | 899 | 418 | 177 | 177 | 177 | 144 | 7299 |
| 居間 | 電気ジャーボット | 電気機器 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 3458 |
| | ガスレンジ | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 528 |
| 居間 | 電子レンジ | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2890 |
| | 炊飯器 | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 200 | 200 |
| 居間 | 合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炊飯器 | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 225 | 225 |
| トイレ | 温水洗浄便座 | 電気機器 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 840 | 840 |
| その他 | パソコン | 電気機器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 320 | 320 |
| | | テレビと冷蔵庫のぞく電力消費量合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3370.5 | | | |

Table 3.20 発熱機器スケジュール：一人暮らし用共同住宅（上：平日、下：休日）

| | | (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Wh) | |
|----|----------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-----|
| | | 0時 | 1時 | 2時 | 3時 | 4時 | 5時 | 6時 | 7時 | 8時 | 9時 | 10時 | 11時 | 12時 | 13時 | 14時 | 15時 | 16時 | 17時 | 18時 | 19時 | 20時 | 21時 | 22時 | 23時 | 日積算 | |
| L | テレビ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 23.8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 157 |
| | ラジオ | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 338 | |
| | スタンド | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23 | |
| | パソコン | | | | | | | | 7.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | 300 | |
| K | 冷蔵庫 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 3456 | |
| | 電気ジャーボット | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 198 | |
| UB | 浴槽 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 85 | |
| | | テレビと冷蔵庫のぞく電力消費量合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 857 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Wh/day) | |

| | | (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Wh) | |
|----|----------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | | 0時 | 1時 | 2時 | 3時 | 4時 | 5時 | 6時 | 7時 | 8時 | 9時 | 10時 | 11時 | 12時 | 13時 | 14時 | 15時 | 16時 | 17時 | 18時 | 19時 | 20時 | 21時 | 22時 | 23時 | 日積算 | |
| L | テレビ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 45.6 | 12.9 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 233 |
| | ラジオ | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 336 | |
| | スタンド | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| | パソコン | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 300 | |
| K | 冷蔵庫 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 3456 | |
| | 電気ジャーボット | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 198 | |
| UB | 浴槽 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 85 | |
| | | テレビと冷蔵庫のぞく電力消費量合計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 849 | |

c) 空調スケジュール

空調スケジュールは ECCJ の空調時間に関するアンケート結果^[11]をもとに、居住者の生活スケジュールに合わせて設定した。ECCJ のアンケート結果と本研究で用いた空調時間を Figure 3.11 に示す。ただし、暖房時間は延暖房時間としては Figure 3.11 で示す時間の 2.3 倍になっている。これは ECCJ の調査は延空調時間ではなく一日の空調機器使用時間として 0 時間～24 時間の間で回答しており、現実的には複数の部屋で複数の機器を使用することから、延空調時間は多くなると考えられ、補正を行ったためである。2.3 という値は消費動向調査^[12]より暖房機器の保有台数が冷房機器の保有台数の 2.3 倍程度あることに由来する。例えば伊香賀^[7]は暖房時間の標準的な設定として地域 I で 49 時間、それ以外の地域で 16 時間を設定しており、本研究における設定と大きな乖離はない。

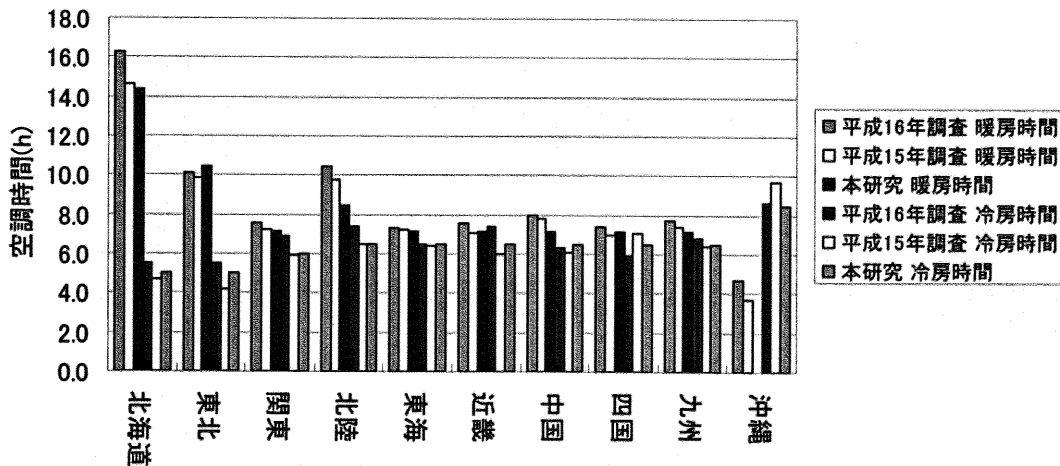


Figure 3.11 空調時間のアンケート調査及び設定

以下 Table 3.21～3.23 に戸建住宅、家族向け共同住宅、一人暮らし用共同住宅の空調スケジュールを示す。空調の設定温度については全ての地域で一律に暖房設定温度を 20 度、冷房設定温度を 27 度と設定した。ECCJ の調査^[11]によると暖房設定温度は全国平均で 21.5 度程度であり特に極地ほど設定温度が高いという結果がでている。(北海道 21.9 度、沖縄 23 度)また冷房設定温度は全国平均で 26.4 度程度であり、寒い地域ほど設定温度が低い傾