

5 . 住宅内のエネルギー消費量の都道府県別将来推計

伊香賀俊治（日建設計）

1. はじめに

我が国の住宅エネルギー消費起因のCO₂排出量は、2000年時点で1990年よりも20%増大しており、京都議定書の温室効果ガス削減目標（2008～2012年時点で1990年比6%削減）を達成する上で、重要な政策課題となっている。一方、住宅内のエネルギー消費量は、気候、世帯構成、ライフスタイルの変化などで大きく異なることが知られていることから、省エネ・温暖化防止対策の効果を都道府県別に2020年まで推計できるマクロモデルの開発に取り組んできた。本報ではその概要を紹介する。

2. マクロモデルの概略計算フロー

住宅内のエネルギー消費推計マクロモデルは、1990年から2020年までのエネルギー消費量の推移を都道府県別、家族類型別、用途別、エネルギー源別に推計するシミュレーションモデルである。47都道府県別、7家族

類型別（高齢単独世帯、その他単独世帯、高齢夫婦のみの世帯、その他夫婦のみの世帯、夫婦と子から成る世帯、ひとり親と子から成る世帯、その他の世帯）に、暖冷房、給湯、その他（厨房、娯楽情報、家事衛生、照明）を図1に示す計算フローで推計する。

エネルギー消費量は2次エネルギー基準で扱い、都道府県単位で推計を行っている。全エネルギー需要における利用用途内訳を把握するためエネルギー消費量の算出は利用用途別に行った。さらに、推計ツールには全都道府県のエネルギー消費量を集計して全国の家部門におけるエネルギー需要を推計する機能を用意した。利用用途は 暖房 冷房 給湯 厨房 娯楽情報 家事衛

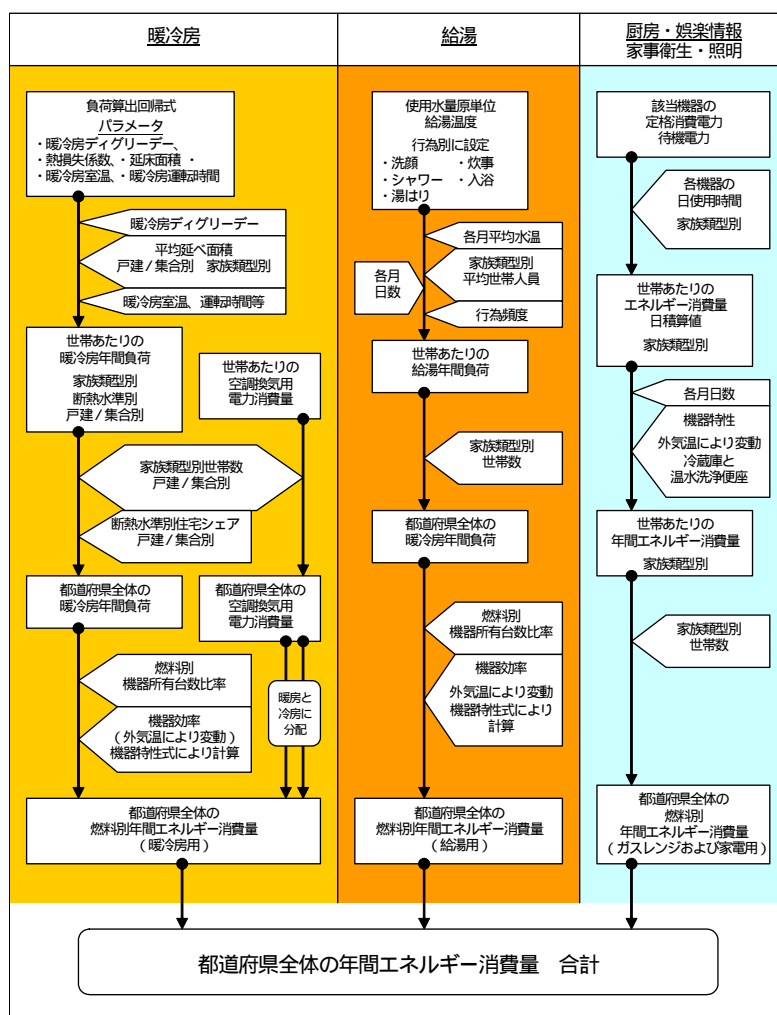


図1 住宅内のエネルギー消費推計マクロモデルの計算フロー

生 照明の 7 用途とした。また、家族類型の違いによる世帯あたりエネルギー消費原単位の特徴を考慮するため、家族類型は 単独世帯(高齢) 単独世帯(高齢以外) 夫婦のみの世帯(高齢) 夫婦のみの世帯(高齢以外) 夫婦と子から成る世帯 ひとり親と子から成る世帯 その他の世帯の 7 類型に分類した。この分類は国勢調査の分類に準じて設定した。推計に用いたデータベースを表 1 に示す。

表 1 暖冷房用エネルギー消費量の推計に用いたデータベース

| 暖冷房 | | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計算パラメータ | 備考 | |
| 負荷(重回帰式を用いて原単位設定) | 重回帰式は暖冷房別、建て方別に 4 種類作成 | |
| 負荷算出重回帰式パラメータ | デグリーデー (都道府県別/月別) | 拡張アメダス気象データ |
| | 平均世帯人員 (年別/家族類型別) | 年別データおよび家族類型別データから、年別/家族類型別データを作成 年別データ：日本の世帯数の将来推計 全国推計/都道府県別推計 家族類型別データ：平成 12 年国勢調査 |
| | 平均延床面積 (建て方別/家族類型別) | 建て方別(戸建住宅/集合住宅)データおよび家族類型別データから作成 建て方別データ：平成 12 年国勢調査 家族類型別データ：平成 12 年国勢調査 |
| | 設定室温 | |
| | 熱損失係数 | |
| 世帯数(年別/家族類型別) | 文献[5]より | |
| ストック住宅の断熱水準別シェア (都道府県別/年別) | 次々報にて報告 | |
| 燃料別負荷分担比率(都道府県別) | 電気/都市ガス/LPG/灯油の比率 文献[2]および仮 COP 値を基に分担比率を独自設定 | |
| 機器効率(年別/燃料別) | 燃料別に平均的な機器効率を設定 機器効率は、将来的には本研究 WG2 の研究成果を利用予定 | |

表 2 給湯エネルギー消費量の推計に用いたデータベース

| 給湯 | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 計算パラメータ | 備考 |
| 給湯使用量原単位 (季節別/用途別/日モード別) | 空衛学会 SCHEDULE の原単位を利用 季節別(夏季,中間季,冬季) 用途別(洗顔,炊事,シャワー,入浴,湯はり) 日モード別(平日,休日)に設定 |
| 給湯使用温度 (季節別/用途別/日モード別) | 空衛学会 SCHEDULE の原単位を利用 季節別(夏季,中間季,冬季) 用途別(洗顔,炊事,シャワー,入浴,はり) 日モード別(平日,休日)に設定 |
| 給水温度 (月別/都道府県別) | 文献[3]の気温データおよび文献[9]を基に給水温度を設定 |
| シャワー,入浴,湯はりの行為頻度 (季節別/都道府県別/世帯人員別)、 炊事の行為頻度(家族類型別) | シャワー,入浴,湯はりの行為頻度は、将来的には本研究 WG1 のアンケートの結果を反映予定 |
| 燃料別負荷分担比率 (都道府県別) | 電気/都市ガス/LPG/灯油の比率 文献[2]および仮 COP 値を基に分担比率を独自設定 |
| 機器効率(年別/燃料別) | 燃料別に平均的な機器効率を設定 機器効率は、将来的には本研究 WG2 の研究成果を利用予定 |

表 3 給湯エネルギー消費量の推計に用いたデータベース

| 厨房他 | |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計算パラメータ | 備考 |
| 考慮する機器 | 本研究 WG3 の設定に準拠 (照明) 照明およびスタンド (厨房用) 加熱調理器具(ガスコンロ,電磁調理器,IH 調理器)、 冷蔵庫、電気ポット、電子レンジ、炊飯器、食器洗い乾燥機 (娯楽情報) テレビ、ラジオ、パソコン (家事衛生) ドライヤー、洗濯機、アイロン、温水洗浄便座、 衣類乾燥機 |
| 各世帯の電力使用量日積算値 (季節別 / 家族類型別 / 日モード別) | 文献[4]の行為スケジュールおよび家族類型別の家族設定を基に機器別に日積算値を設定。 季節別 (夏季,中間季,冬季)、日モード別 (平日,休日) |
| 機器の平均普及台数 [台/世帯] (都道府県別) | 普及台数データ データ入手不可能な機器については普及台数 1.0 を設定 (照明) 1.0 を適用 (厨房用) 加熱調理器具 1.0 を適用 電気ポット 1.0 を適用 冷蔵庫,電子レンジ,炊飯器 平成 13 年全国消費実態調査 etc (娯楽情報) テレビ,ラジオ 平成 13 年全国消費実態調査 etc (家事衛生) ドライヤー,アイロン 1.0 を適用 洗濯機,掃除機,温水洗浄便座 平成 13 年全国消費実態調査 etc |
| 燃料別負荷分担比率 (都道府県別) 厨房用加熱機器のみ分担比率を設定 | 電気 / 都市ガス / LPG の比率を設定 文献[2]および仮 COP 値を基に分担比率を独自設定 |
| 冷蔵庫と温水洗浄便座の機器特性 (効率の年次変化 / 月別温度特性) | 将来的には、冷蔵庫と温水洗浄便座は、消費電力量の算出に温度特性を考慮する予定。データには WG2 の研究成果を利用 |

3. 推計手順

全世帯を 7 つの家族類型に分類し、家族類型を考慮した原単位と世帯数から、利用用途別に住宅部門全体のエネルギー需要を推計した。

3.1 暖冷房

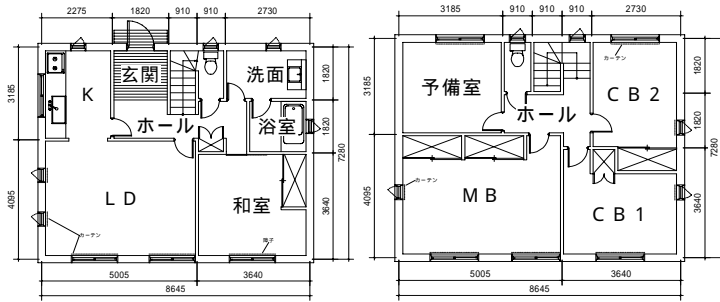
気象条件、設定室温等を考慮した数十パターンの建物条件による熱負荷計算結果を元に重回帰式を作成し、その式を推計ツールに組み込んだ。推計ツールには、家族類型や地域特性を考慮した延床面積、断熱性能等の変数を用意し、家族類型や検討地域に合わせて熱負荷原単位を変えて利用する仕組みとした。家族類型別の負荷原単位と世帯数から地域全体の負荷を求め、燃料別分担と燃料別平均 COP から暖冷房用のエネルギー消費量を算出した。なお、空調換気扇の電力消費量もここに算入した。

3.1.1 重回帰分析

マクロモデルにおいて暖冷房用エネルギー消費量を求めるためには、地域、住戸形態、断熱水準、家族類型、暖冷房の仕方等の違いを暖冷房負荷回帰式に反映させる必要がある。本報においては、重回帰分析にあたり、表 1 の A-E に示す 5 つの説明変数を用いた。暖冷房負荷の地域差については、暖冷房デグリデーを説明変数とし、暖冷房の仕方については、空調温度および空調時間について、節約型、標準型、浪費型の 3 水準を設定した。表 1 に示す各説明変数の水準の組み合わせは、戸建・集合別、暖冷房別に、 $3^5 \times 4 = 26,244$ 通りあるが、本報においては、任意の組み合わせを抽出して熱負荷シミュレーションを行い、その結果を用いて重回帰分析を行った。

3.1.2 熱負荷シミュレーション

暖冷房負荷算出にあたり、住宅用熱負荷計算ソフト「SMASH」(IBEC)を使用した。解析対象とする住戸モデルとして、戸建住宅には「建築学会標準問題モデル」(図 2)、集合住宅には「住宅の新省エネルギー基準と指針」(図 3)の中間階中間住戸を用いた。断熱水準、空調設定温度および空調運転時間については、表 4 の説明変数 C, D, E の水準値に従い、その他、部位仕様、各室の使用状況等は建築学会標準問題に準じた。



1 階平面図
2 階平面図
図 2 戸建住宅・住戸モデル^{文5)}

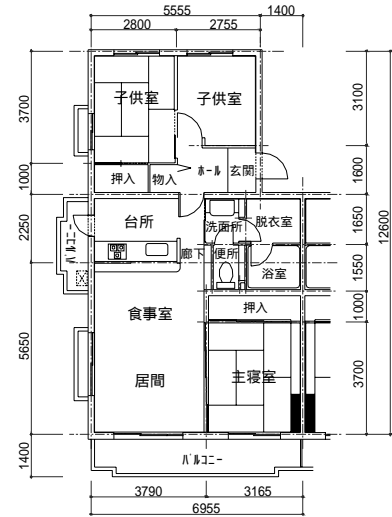


図 3 集合住宅・住戸モデル^{文6)}

3.1.3 年間暖冷房負荷重回帰式

重回帰分析により得られた戸建・集合住宅の年間暖冷房負荷重回帰式を図 4 に、重回帰分析統計結果および分散分析表を表 5、6 に示す。表 5 の に示す重決定係数 R^2 および表 6 の に示す P 値より、いずれの式も年間暖冷房負荷の予測に十分使用できる回帰式であると判断することができる。しかし、さらに予測精度を高める余地が残っており、今後観測値を増やす等検討を行っていく予定である。

表 4 暖冷房負荷重回帰式の説明変数と水準設定

| I 説明変数 | II 水準設定 | |
|--------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A デグレデー (度日/年) | 暖房 | 1592(東京)、 2561(仙台)、 3587(札幌) |
| | 冷房 | 49(仙台)、 214(東京)、 328(鹿児島) |
| B 延床面積 (m^2 /戸) | 戸建 | 60 m^2 : LDK、主寝室 120 m^2 : LDK、主寝室、子供室×2 180 m^2 : LDK×2、主寝室×2、子供室×2 |
| | 集合 | 40 m^2 : LDK 60 m^2 : LDK、主寝室 80 m^2 : LDK、主寝室、子供室×2 |
| C 断熱水準 ^{注1)} | 戸/集 | 次世代基準、旧基準、従来型(無断熱) |
| D 空調室温 () | 暖房 | 14 (節約型)、 18 (標準型)、 22 (浪費型) |
| | 冷房 | 30 (節約型)、 28 (標準型)、 26 (浪費型) |
| E 空調時間 ^{注2)} (h/日) | 暖房 | 8h(節約型): LDK(6~8,19~22)、主寝室(22~23)、子供室(21~23) 16h(標準型): LDK(6~9,12~14,16~22)、主寝室(21~23)、子供室(20~23) 48h(浪費型): LDK(6~22)、主寝室(17~8)、子供室(15~8) |
| | 冷房 | 6h(節約型): LDK(19~22) 主寝室(22~23) 子供室(21~23) 11h(標準型): LDK(16~22) 主寝室(21~23) 子供室(20~23) 16h(浪費型): LDK(11~22) 主寝室(21~23) 子供室(20~23) |
| ()内: 時刻 | | |

1)戸建住宅の年間暖房負荷の重回帰式

$$\text{MJ/世帯} = -122308.9 + 1.8264 * \text{暖房デグリデー (度日/年)} + 266.02 * \text{延床面積 (m2)} + 7201.3 * \text{熱損失係数 (W/m2K)} + 4086.8 * \text{暖房室温 ()} + 573.75 * \text{暖房時間 (h/日)} \quad (1)$$

2)戸建住宅の年間冷房負荷の重回帰式

$$\text{MJ/世帯} = 10606.9 + 18.592 * \text{冷房デグリデー (度日/年)} + 19.681 * \text{延床面積 (m2)} - 328.75 * \text{熱損失係数 (W/m2K)} - 578.10 * \text{冷房室温 ()} + 430.94 * \text{冷房時間 (h/日)} \quad (2)$$

3)集合住宅の年間暖房負荷の重回帰式

$$\text{MJ/世帯} = -28762.2 + 1.9974 * \text{暖房デグリデー (度日/年)} + 147.52 * \text{延床面積 (m2)} + 4574.4 * \text{熱損失係数 (W/m2K)} + 682.29 * \text{暖房室温 ()} + 16.583 * \text{暖房時間 (h/日)} \quad (3)$$

4)集合住宅の年間冷房負荷の重回帰式

$$\text{MJ/世帯} = 15005.1 + 8.3954 * \text{冷房デグリデー (度日/年)} + 5.3314 * \text{延床面積 (m2)} - 1073.7 * \text{熱損失係数 (W/m2K)} - 519.52 * \text{冷房室温 ()} + 89.184 * \text{冷房時間 (h/日)} \quad (4)$$

図 4 戸建・集合住宅の年間暖冷房負荷重回帰式

表 5 重回帰分析統計結果

| | 1)戸建・暖房 | 2)戸建・冷房 | 3)集合・暖房 | 4)集合・冷房 |
|----------------------|----------|---------|---------|---------|
| 重相関係数 R | 0.9015 | 0.8002 | 0.8427 | 0.9239 |
| 重決定係数 R ² | 0.8126 | 0.6403 | 0.7102 | 0.8536 |
| 補正 R ² | 0.7680 | 0.5547 | 0.6411 | 0.8187 |
| 標準誤差 | 16093.34 | 2596.46 | 3234.79 | 666.46 |
| 観測数 | 27 | 27 | 27 | 27 |

表 6 分散分析表

| | | 自由度 | 変動 | 分散 | 観測された分散比 | 有意 F (P 値) |
|---------|----|-----|----------|----------|----------|------------|
| 1)戸建・暖房 | 回帰 | 5 | 2.36E+10 | 4.72E+09 | 18.22 | 5.28E-07 |
| | 残差 | 21 | 5.44E+09 | 2.59E+08 | | |
| | 合計 | 26 | 2.90E+10 | | | |
| 2)戸建・冷房 | 回帰 | 5 | 2.52E+08 | 5.04E+07 | 7.48 | 3.63E-04 |
| | 残差 | 21 | 1.42E+08 | 6.74E+06 | | |
| | 合計 | 26 | 3.94E+08 | | | |
| 3)集合・暖房 | 回帰 | 5 | 5.38E+08 | 1.08E+08 | 10.29 | 4.30E-05 |
| | 残差 | 21 | 2.20E+08 | 1.05E+07 | | |
| | 合計 | 26 | 7.58E+08 | | | |
| 4)集合・冷房 | 回帰 | 5 | 5.44E+07 | 1.09E+07 | 24.48 | 4.24E-08 |
| | 残差 | 21 | 9.33E+06 | 4.44E+05 | | |
| | 合計 | 26 | 6.37E+07 | | | |

3.1.4 暖冷房の仕方による暖冷房負荷削減効果

(3)で求めた重回帰式を用いて、表 4 の説明変数 D, E に示す空調室温、空調時間を変化させた際の暖冷房負荷削減効果について検討した。東京地域において旧基準適合の戸建住宅を対象に検討した結果を図 5、6 に示す。図 5 に示すように、暖房においては暖房時間を半分にする(Case-1)よりも、暖房温度を 2 下げる(Case-2)方が、暖房負荷削減効果が大きいことがわかる。また、暖房温度を 4 下げる(Case-3)ことで、標準ケースに比べ 5 割の暖房負荷削減を達成することができる。一方、冷房の場合、図 6 に示すように冷房温度を 2 上げる(Case-1)よりも、冷房時間を半分にする(Case-2)方が大きな冷房負荷削減を得ることができる。冷房温度を 4 上げる(Case-3)と、冷房時間を半分にする(Case-1)のと同程度の冷房負荷削減を達成することができる。また、冷房温度を 2 上げ、冷房時間を半分にする(Case-4)と、標準ケースに比べ 5 割の冷房負荷削減を達成することができる。今後、さらに暖冷房の仕方による暖冷房負荷削減効果に着目し、効果的な省エネライフスタイルの提案を行っていく予定である。

3.1.5 都道府県別断熱水準の推計

(1) 推計対象と基本概念

推計対象は、都道府県別、戸建/集合別の1990～2020年までの住宅ストックに占める断熱水準別シェアである。なおここでは、マクロモデルと同様5年毎の推計値を示す。また1990～2000年までは実績推計値とし、2005～2020年までは一定の想定に基づく予測値とする。推計の基本概念を図1に示す。各年における新設住宅に占める断熱水準別のシェアから戸数を想定し、1990年時点の断熱水準別の住宅ストック戸数をベースに、断熱水準別の新設戸数を積上げることにより、各年における住宅ストックに占める断熱水準別の住宅数を都道府県別、戸建/集合別に推計した。一般的に、住宅ストックの戸数は、前年のストック戸数及び新設戸数と徐却戸数により定まるが、ここでは各年の住宅ストック戸数をあらかじめ設定しておき、新設戸数を積上げる際にストック戸数を上回る分が徐却されるとしている。

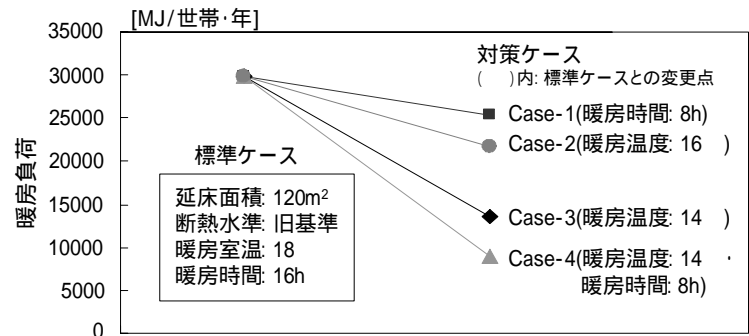


図5 暖房負荷削減効果（東京地域、戸建住宅において）

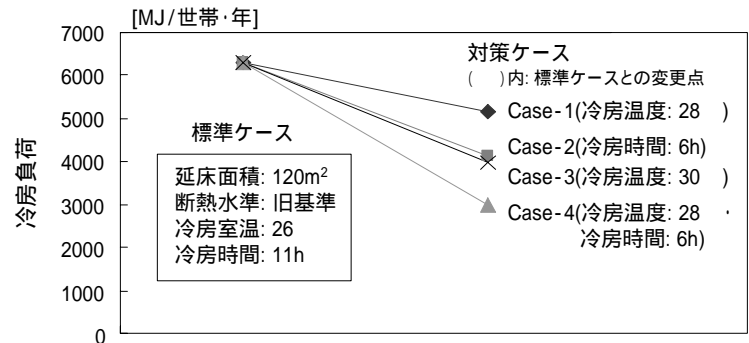


図6 冷房負荷削減効果（東京地域、戸建住宅において）

(2) 推計に用いたデータ

各年のストックの住宅戸数：1990年以降のストックの住宅戸数については、2000年までは国勢調査の世帯数、2005年以降2020年まではマクロモデルで設定している5年ごとのデータをもとに、中間年については直線補完して世帯数を推計した上、文献[10]における都道府県別、建て方別の世帯数と空家戸数から住宅戸数の「世帯数倍率」を求め、各年の世帯数に乗じたものをストックの住宅戸数とした。「世帯数倍率」は、近年ではほぼ全国ベースでは一定であることから、将来においても一定と仮定した。

各年の新設住宅戸数：新設住宅戸数は文献[11]より、一戸建、共同、長屋建の1990～2001年の新設住宅戸数を用いた。集合は共同+長屋建とした。なお2002年以降の新設住宅戸数は、都道府県別の予測が困難なため最新年である2001年と同じと仮定した。

各年の断熱水準別新設住宅戸数：1990～2000年までは実績推計値として以下のように設定した。まず1992～2001年については住宅金融公庫の調査結果^{文12}より都道府県別に「省エネ断熱工事利用率」及び「次世代断熱工事利用率」が得られるので、それぞれを新設住宅のうち新基準、次世代基準を満たす比率とみなし、文献[13]を参考に、公庫融資を利用した住宅の断熱工事利用率が一般的な住宅より高いと予想されることを考慮して、補正係数として戸建0.77、集合0.62（戸建のさらに8割を想定）を乗じたものを各々の基準の比率とした。また1990、91年の新基準の比率については、92年以降の伸び率をもとに推定した。従来型と旧基準については、文献[13]に全国ベースではあるが各基準の新設住宅に占める比率が示されているので、それをもとに、新基

準、次世代基準の比率との合計が1となるように設定した。断熱水準別のシェアと新設住宅戸数から断熱水準別の新設住宅戸数が求められる。2001年以降の新設住宅に占める各断熱水準のシェアについては、今回は2001年以降も2001年時点のシェアのまま一定とする「固定ケース」と、2010年において新基準と次世代基準で新設住宅の半分ずつを占めるようになり、その後は一定とする「対策ケース」の2パターンを想定して試算した。

1990年の住宅ストックに占める断熱水準別シェア： 地域別に住宅ストックに占める断熱水準別シェアを示すデータはほとんどないのが現状であるが、文献[13]より表1のように戸建/集合別に新設住宅に占める新基準の比率と、そのときの住宅ストックに占める新基準、旧基準の比率を推定した結果が得られる。住宅金融公庫の調査結果をみると省エネ断熱工事利用率すなわち新基準相当の新設住宅の比率は県によりばらつきも大きいため、新基準の比率が高い県は、早くから新基準相当の断熱工事が進んでいたとみなし、ストックへの蓄積も進んでいるものと考えた。よって表7から新設住宅に占める新基準の比率をパラメータとして住宅ストックに占める新基準、旧基準の比率を算定する式を作成し、1992年以降の調査結果から推計したとおり都道府県別、戸建/集合別の新設住宅に占める新基準の比率を用いて住宅ストックに占める新基準、旧基準の比率を算定し、残りを従来型として特定した上、各年の比率の伸び率をもとに1990年時点の比率を求めた。なお、1990年時点では次世代基準相当の住宅は存在しないと仮定した。

表7 新設住宅に占める新基準比率と住宅ストックに占める各基準の比率の推定値(文献[4]より)

| | 戸建住宅 | | | 集合住宅 | | |
|-------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| | 新設住宅に占める新基準比率 | 住宅ストックに占める新基準比率 | 住宅ストックに占める旧基準比率 | 新設住宅に占める新基準比率 | 住宅ストックに占める新基準比率 | 住宅ストックに占める旧基準比率 |
| 1990年 | 0% | 0.00% | 26.60% | 0% | 0.00% | 47.20% |
| 1991年 | 0% | 0.00% | 28.30% | 0% | 0.00% | 49.70% |
| 1992年 | 5% | 0.00% | 30.00% | 4% | 0.00% | 51.70% |
| 1993年 | 10% | 0.10% | 31.70% | 8% | 0.20% | 53.70% |
| 1994年 | 15% | 0.30% | 33.30% | 12% | 0.50% | 55.80% |
| 1995年 | 20% | 0.70% | 35.00% | 16% | 1.10% | 57.80% |
| 1996年 | 25% | 1.20% | 36.70% | 20% | 1.70% | 59.80% |
| 1997年 | 30% | 1.80% | 38.50% | 24% | 2.50% | 61.70% |
| 1998年 | 35% | 2.50% | 39.80% | 28% | 3.30% | 63.20% |
| 1999年 | 40% | 3.20% | 41.00% | 32% | 4.30% | 64.40% |
| 2000年 | 45% | 4.00% | 41.90% | 36% | 5.30% | 65.20% |

(3)断熱水準別住宅戸数の推計

上記のデータをもとに、1990年の住宅戸数に各年の断熱水準別の住宅戸数を積上げていき、あらかじめ決定されている各年のストック戸数を上回る分は従来型から順に徐却されるものとして2000年までの断熱水準別の住宅戸数を推計した。2001年以降については前述の通り、新設住宅に占める各断熱水準のシェアを変化させて「固定ケース」と「対策ケース」を想定した上、推計を行なった。

(4)推計結果

表 8 に主要都道府県における 1990～2000 年の住宅ストックに占める断熱水準別シェアの推計結果を示す。環境省の全国ベースの試算文 5 によれば、1998 年時点における断熱水準別シェアは、戸建で従来型 69%、旧基準 25%、新基準 5%、次世代基準 0%、集合ではそれぞれ 40%、53%、7%、0%と集合のほうが戸建に比べて旧基準以上のシェアがやや高くなる傾向があるが、本研究による推計でも各県とも同様の傾向が見られた。これは省エネ基準が設置されて以降、集合の新設戸数の比率が戸建に比べて高く、旧基準以上を満たす住宅のストックへの普及が進んだ結果によるものと考えられる。次に図 7 に固定ケース及び対策ケースの想定のもとで推計した断熱水準別シェアの 2020 年における結果を、同じく主要都道府県について示す。戸建、集合ともに対策ケースでは、次世代基準の新設戸数が大幅に増加する想定となるため、固定ケースに比べて次世代基準のシェアが特に大きくなる結果となった。東京都では、対策ケースにおける新基準と次世代基準のシェアが戸建で 53%、集合で 69%と両基準がストックの半分以上を占める結果となるのがわかる。

表 8 1990～2000 年住宅ストックに占める断熱水準別シェア推計結果（抜粋）

| | | 戸建 | | | 集合 | | |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1990 年 | 1995 年 | 2000 年 | 1990 年 | 1995 年 | 2000 年 |
| 北海道 | 従来型 | 66.50% | 55.60% | 48.10% | 44.20% | 33.90% | 24.60% |
| | 旧基準 | 32.70% | 41.40% | 44.80% | 54.80% | 63.00% | 67.90% |
| | 新基準 | 0.80% | 3.00% | 6.70% | 1.00% | 3.10% | 7.10% |
| | 次世代基準 | 0.00% | 0.00% | 0.40% | 0.00% | 0.00% | 0.50% |
| 青森県 | 従来型 | 61.00% | 51.10% | 42.80% | 37.60% | 27.60% | 16.80% |
| | 旧基準 | 37.20% | 44.20% | 47.60% | 60.10% | 66.80% | 71.70% |
| | 新基準 | 1.70% | 4.70% | 9.50% | 2.30% | 5.60% | 11.30% |
| | 次世代基準 | 0.00% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.20% |
| 福島県 | 従来型 | 73.10% | 62.00% | 53.10% | 52.10% | 40.00% | 29.60% |
| | 旧基準 | 26.90% | 37.40% | 43.30% | 47.90% | 59.20% | 65.80% |
| | 新基準 | 0.00% | 0.60% | 3.40% | 0.00% | 0.80% | 4.30% |
| | 次世代基準 | 0.00% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.30% |
| 東京都 | 従来型 | 72.10% | 62.00% | 53.40% | 50.90% | 38.40% | 29.80% |
| | 旧基準 | 27.90% | 36.60% | 39.90% | 49.10% | 59.90% | 63.50% |
| | 新基準 | 0.00% | 1.50% | 6.40% | 0.00% | 1.70% | 6.50% |
| | 次世代基準 | 0.00% | 0.00% | 0.30% | 0.00% | 0.00% | 0.30% |
| 鹿児島県 | 従来型 | 71.60% | 62.40% | 55.10% | 50.30% | 41.70% | 32.80% |
| | 旧基準 | 28.40% | 36.60% | 41.80% | 49.70% | 57.10% | 62.70% |
| | 新基準 | 0.00% | 1.00% | 3.00% | 0.00% | 1.20% | 4.40% |
| | 次世代基準 | 0.00% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.10% |

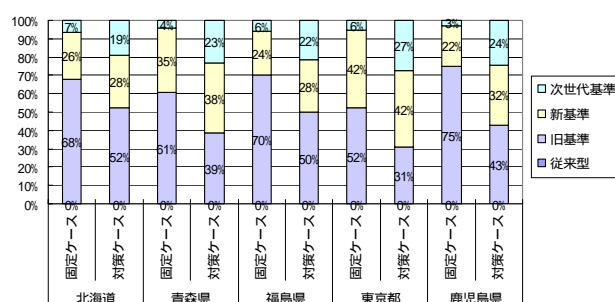
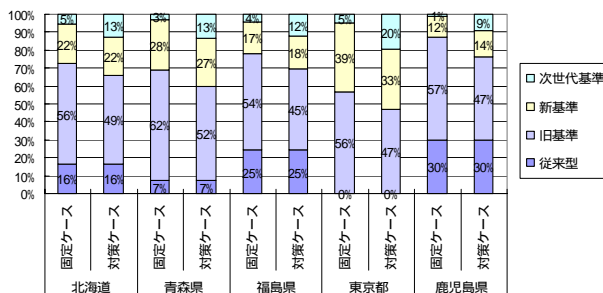


図 7 2020 年における断熱水準別シェア（戸建） 図 8 2020 年における断熱水準別シェア（集合）

3.2 給湯

使用量原単位および利用温度には、空気調和・衛生工学会（以下、空衛学会）の研究成果^[19]を利用した。本研究 WG1 のアンケート結果を基に作成した給湯使用行為頻度テーブル、世帯数、各月平均水道水温から地域全体の給湯負荷を求め、燃料別分担と燃料別平均 COP から給湯用エネルギー消費量を算出した。

3.3 厨房他

空衛学会の研究成果^[19]を利用し、家族類型別に各家電機器の電力消費量日積算値を設定した。日積算値を作成する際の家族構成モデルは、家族類型別に 1 種のモデルを仮定して当てはめた。日積算値に日数および世帯数を乗じて厨房他 4 用途のエネルギー消費量を算出した。

4. マクロモデルの操作方法

マクロモデルは汎用表計算ソフト上で開発したもので、最初に、図 9 の左側に示すメイン画面から「都道府県を選択メニュー」ボタンを押すと、図 9 の右側に示す画面が表示される。ここで検討したい都道府県と、採用する省エネルギー対策をチェックし、計算実行ボタンを押すと数秒で計算結果が表示される。また、全国推計を行うためのボタンを押すと数十秒で計算結果が表示される。

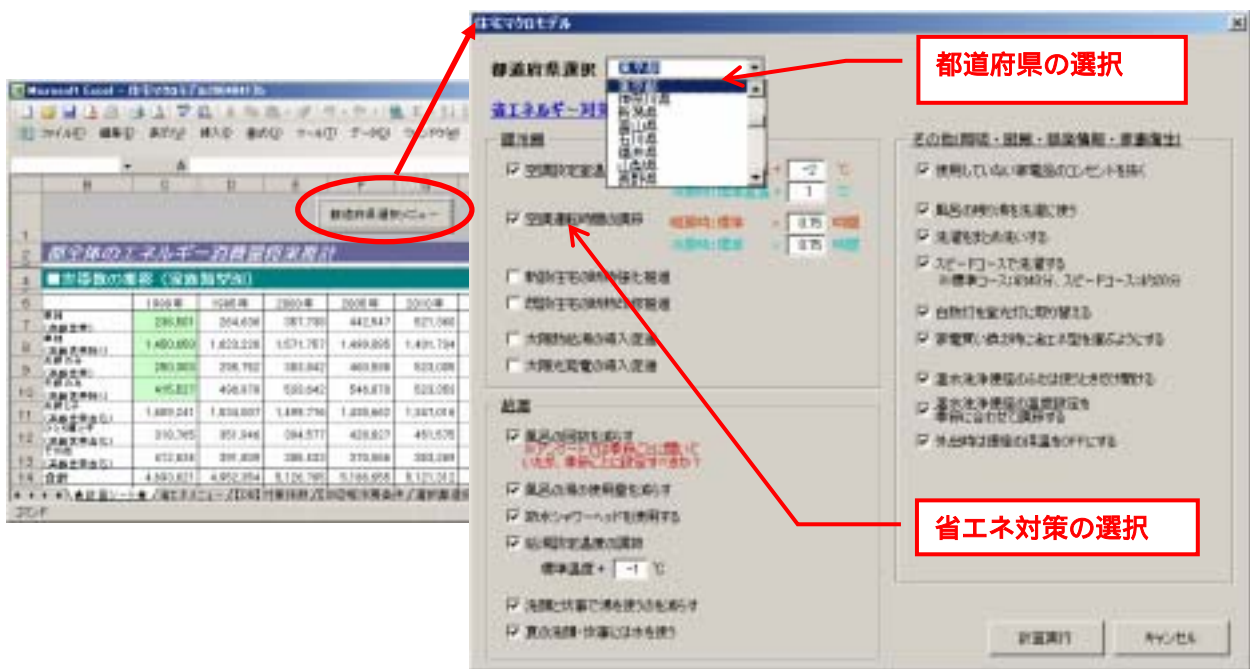


図 9 メインメニュー画面と都道府県選択・省エネ対策選択画面

5. マクロモデル推計値と他の推計値との比較

2000 年の都道府県別用途別 2 次エネルギー消費量について、主としてエネルギー供給側統計データを利用した外岡研究室の推計値^[2]（以下、外岡研値）とマクロモデル推計値を比較した結果を図 10 に示す。推計根拠の異なる両者の値が概ね近い値となった。ただし、暖房、冷房、給湯などについては、既往推計値と相違する地域が見られる。現状のマクロモデルが各県庁所在都市の平均年気象データで代表させており、各年の気象条件を考慮していないことが原因と考えられる。図

11に、1990年と2000年の2次エネルギー消費量全国集計値について、エネルギー・統計要覧^[10]の家庭部門用途別エネルギー消費量（以下、エネ研値）と外岡研値を比較した結果を示す。全国値でも概ね近い値となった。また、図12に示すようにエネルギー源別内訳も概ね近い値となった。なお、用途別内訳のうち厨房と動力他の推計値に関しては、3者に違いが見られる。これは、マクロモデルでは、厨房設置家電(冷蔵庫、食器洗い乾燥機等)を厨房用途に分類しているのに対して、他の推計値では、調理用加熱機器だけを厨房用途に分類していることに起因する相違を考えられ、厨房と動力他の合算値では概ね近い値となっている。

6. エネルギー消費量の推計結果

東京都の用途別2次エネルギー消費量の推計結果を図13に示す。東京都の場合、世帯数が2005年頃をピークに減少に転ずることもあり、二次エネルギー消費量も2010年頃で頭打ちになる結果となった。一方、図14に示すように埼玉県では、世帯数が2020年まで増加し続けるため、エネルギー消費量も増え続ける。このため、県単位で見た場合にはより一層の省エネルギー対策が求められることを示唆している。寒冷地の代表として、北海道の推計結果を図15に示す。東京都や埼玉県に比べて暖房エネルギー消費量の割合が大きく、住宅の断熱対策の推進効果が

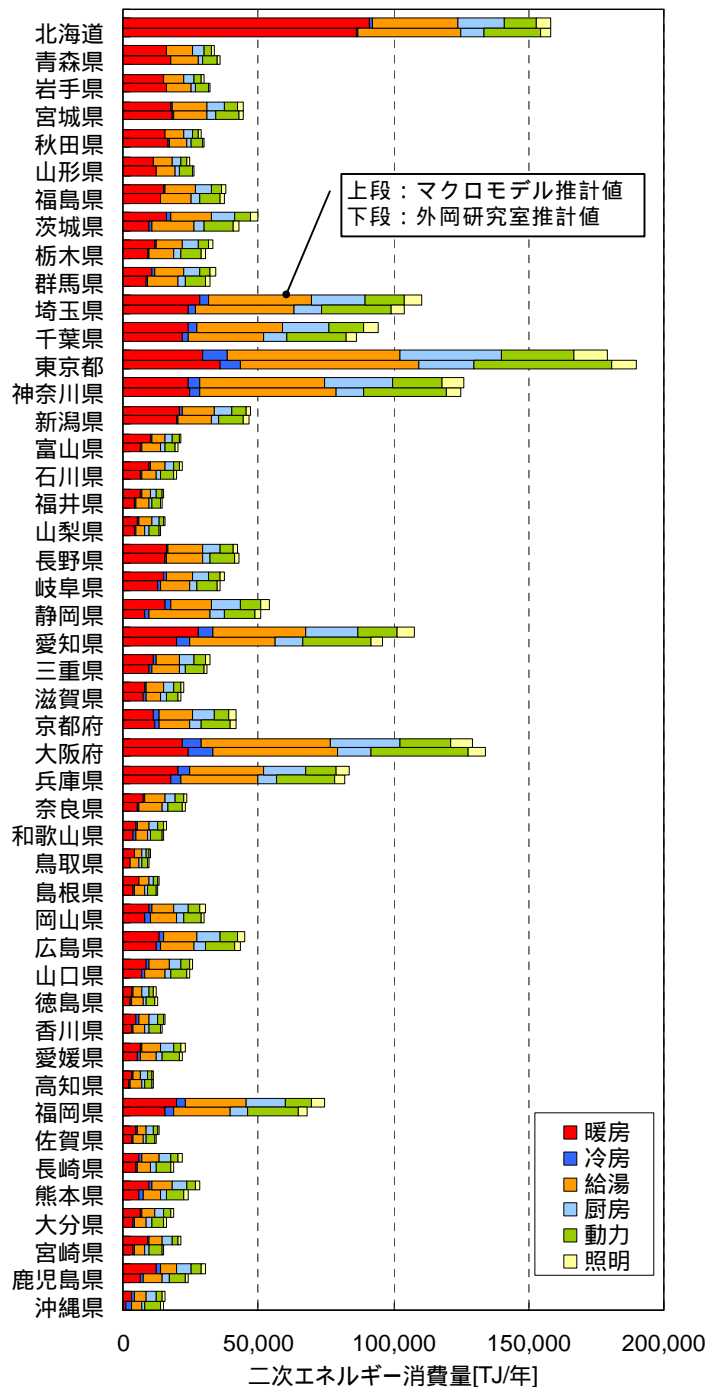


図10 都道府県別用途別二次エネルギー消費量のマクロモデル推計値と外岡研推計値との比較

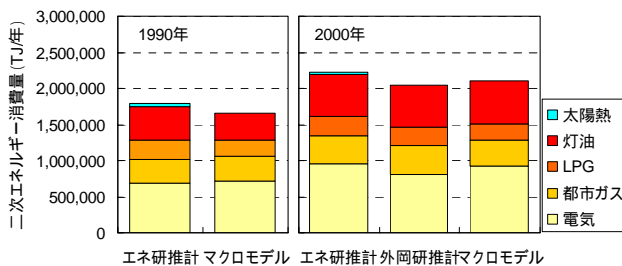


図11 既往推計値とマクロモデル推計値の比較(用途別)

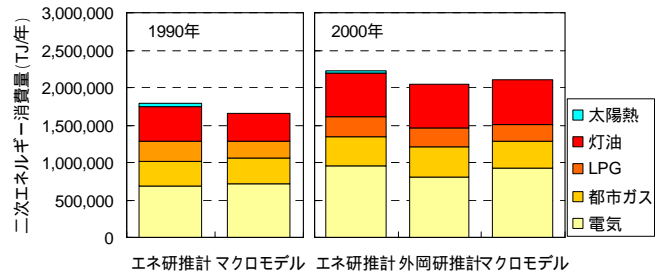


図12 既往推計値とマクロモデル推計値の比較(エネルギー源別)

大きいことを示唆している。なお、以上のような用途別のエネルギー消費量のほかに、電力、都市ガス、LPG、灯油などのエネルギー源別の内訳グラフも表示される。

7. CO₂ 排出量の推計結果

CO₂ 排出量の将来推計結果も都道府県別に表示される。図 16 は全国集計結果である。1990～2000 年までの CO₂ 原単位には環境省の検討会報告書の値を使用し、2020 年度まで同じ値を与えた。ただし、電力の CO₂ 原単位については、2010 年までは電気事業連合会の自主目標値を与えた（2015、2020 年については公表値がないので、仮に 2010 年と同じとした）。1990 年の住宅関連 CO₂ 排出量は、1.4 億 t-CO₂/年、2000 年には 1.7 億 t-CO₂/年（90 年比 20% 増大）という推計結果が得られた（環境省推計と概ね一致）。このまま無体策で推移すると 2010 年には 1.8 億 t-CO₂/年（90 年比 27% 増大）と見込まれ、即効性のある省エネ・温暖化防止対策が求められていることを示唆している。

8. まとめ

住宅内のエネルギー消費量の都道府県別長期予測モデル（マクロモデル）の概要と、無対策の場合における都道府県別のエネルギー消費量と CO₂ 排出量の 1990 年から 2020 年までの推計値を示した。省エネ・温暖化防止に効果的な対策は都道府県別に異なっていることがわかった。引き続き、マクロモデルの推計精度の向上を図ると共に、各種省エネルギー対策メニューの追加検討を行う予定である。

謝 辞

本研究の一部は、国土交通省・東京電力・関西電力・九州電力からの補助によ

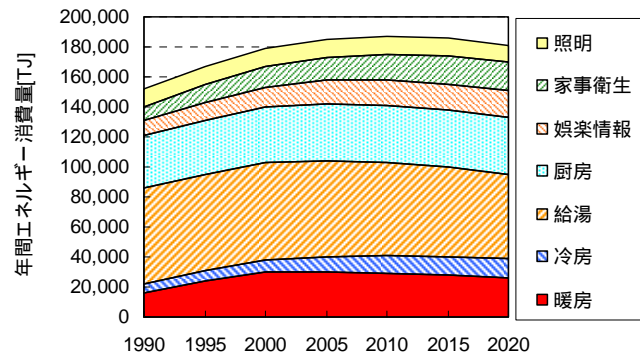


図 13 東京都の住宅エネルギー消費量の推移（無対策ケース）

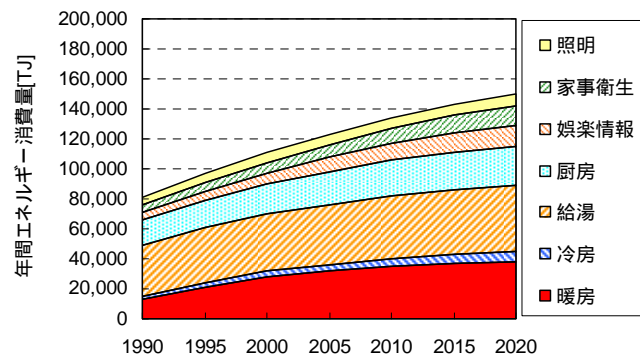


図 14 埼玉県の住宅エネルギー消費量の推移（無対策ケース）

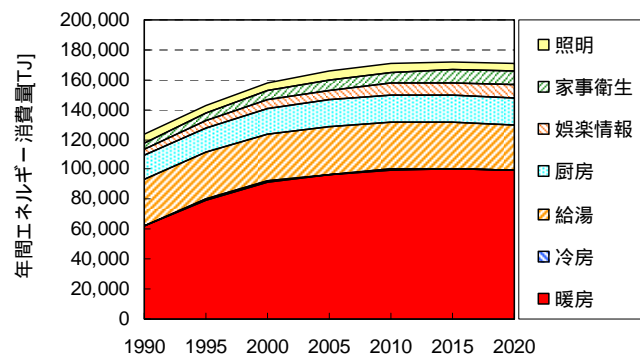


図 15 北海道の住宅エネルギー消費量の推移（無対策ケース）

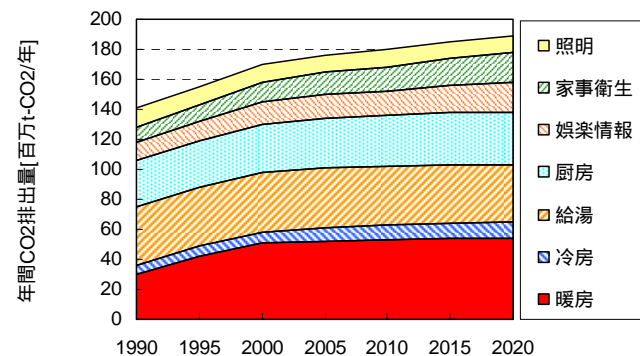


図 16 全国の住宅 CO₂ 排出量の推移（無対策ケース）

り設置された(社)日本建築学会学術委員会 住宅内のエネルギー消費に関する調査研究委員会(委員長:村上周三慶應義塾大学理工学部教授)の活動の一環として実施したものである。また、本研究は同委員会住宅内のエネルギー消費量予測マクロモデル作成WG(主査:伊香賀俊治、幹事:三浦秀一、委員:石田博之、柳 美樹、澤地孝男、下田吉之、鈴木靖文、土屋順二、外岡 豊、専門委員:深澤大樹、小池万里、藤井哲郎)の一環として行われたものである。委員各位に記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 水石仁、村上周三、伊香賀俊治: フロン漏洩を考慮した住宅断熱の LCCO₂ 評価 住宅の断熱強化による温室効果ガス削減に関する研究、日本建築学会環境系論文集第 579 号、2004.5
- 2) 住宅の省エネルギー基準の解説、(財)建築環境・省エネルギー機構、2002
- 3) 平成 12 年度温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査委員会報告書、環境省、2001
- 4) SMASH for Windows Ver.2 住宅用熱負荷計算プログラム、(財)建築環境・省エネルギー機構、2000
- 5) 宇田川光弘: 標準問題の提案 住宅用標準問題、日本建築学会第 15 回熱シンポジウムテキスト、pp23-33、1985
- 6) 住宅の新省エネルギー基準と指針、(財)建築環境・省エネルギー機構、1997
- 7) 家庭用エネルギー統計年報、(株)住環境計画研究所、1999
- 8) 温室効果ガス排出量算定法方法検討会報告書、環境省、2002.8、
- 9) 電気事業における環境行動計画、電気事業連合会、2003.9、
- 10) 平成 10 年住宅・土地統計調査、総務省統計局
- 11) 建築統計年報平成 14 年度版、国土交通省、2003
- 12) 個人住宅規模規格等調査、住宅金融公庫、1992~2001 年
- 13) 平成 10 年度消費エネルギー20%削減住宅のための地域環境適応システムの調査研究報告書、エンジニアリング振興協会、1999
- 14) 平成 12 年度温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会報告書、環境省、2001
- 15) ストック改修戦略委員会平成 14 年度報告書、総合技術開発プロジェクト・エネルギー資源の自立循環型住宅技術開発委員会、2003
- 16) 三浦秀一、外岡豊: 日本の住宅における地域別エネルギー需要構造とその増加要因に関する研究、日本建築学会計画系論文集第 562 号、pp105-112、2002.12
- 17) 深澤、外岡、三浦他: 都道府県別住宅 CO₂ 排出実態の詳細推計 - その 3 2000 年度における建て方別・用途別推計 -、第 19 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、pp703-708、2003
- 18) 拡張アメダス気象データ、(社)日本建築学会、2000
- 19) SCHEDULE Ver.2.0 生活スケジュール自動生成プログラム、(社)空気調和衛生工学会、2000
- 20) 日本の世帯数の将来推計全国推計 / 都道府県別推計、国立社会保障・人口問題研究所、2000 [6]平成 12 年国勢調査、総務省統計局、2000
- 21) 全国消費実態調査 主要耐久消費財結果表、総務省統計局、1999
- 22) 平成 10 年住宅・土地統計調査、総務省統計局、1997
- 23) 建築物の省エネルギー基準と計算の手引、pp293-294、(財)建築環境・省エネルギー機構、2001
- 24) EDMC/エネルギー・経済統計要覧(2002 年版)、(財)日本エネルギー経済研究所 計量分析部、2002
- 25) 伊香賀俊治、三浦 秀一、外岡 豊、下田 吉之、小池 万里、深澤 大樹、水石 仁: 住宅内のエネルギー消費量の都道府県別将来推計に関する研究(その 1)、住宅内のエネルギー消費推計モデルの概要、日本建築学会大会(北海道)講演梗概集、2004.08(予定)
- 26) 小池 万里、伊香賀俊治、三浦 秀一、外岡 豊、下田 吉之、深澤 大樹、水石 仁: 住宅内のエネルギー消費量の都道府県別将来推計に関する研究(その 2)、住宅内のエネルギー消費推計モデルの検証、日本建築学会大会(北海道)講演梗概集、2004.08(予定)
- 27) 水石 仁、村上周三、伊香賀俊治、小池 万里: 住宅内のエネルギー消費量の都道府県別将来推計に関する研究(その 3)、暖冷房負荷重回帰式の作成、日本建築学会大会(北海道)講演梗概集、2004.08(予定)
- 28) 深澤 大樹、外岡 豊、伊香賀俊治、三浦 秀一、小池 万里: 住宅内のエネルギー消費量の都道府県別将来推計に関する研究(その 4)、都道府県別住宅断熱水準、日本建築学会大会(北海道)講演梗概集、2004.08(予定)