

第3章 省エネルギー改修支援技術の開発

省エネルギー改修を行う際には、住宅の省エネルギー性能の現状に基づき適切な改修計画を立てる必要があり、そのためには既存の住宅に適用できる省エネルギー性能診断技術が欠かせない。その上で採用する省エネルギー改修手法が要するコストと改修により得られる効果が予測できないことには、断熱改修の普及はままならないと言える。

本章では、省エネルギー改修を支援する技術として、省エネルギー性能診断手法の実施方針の整備、部位毎断熱性能簡易測定法の開発検証、コストと省エネ効果の推計手法を用いたケーススタディ結果について述べる。既存住宅の省エネ性能診断法の進めるにあたり必要となる要件を整理し、ヒアリング、残存図面等資料、目視による実況見分等によって安価に躯体や開口部の現状を判断する方法の実施方針を整備した。また、比較的安価でかつ簡易に外皮の断熱性能を診断するために、熱流計、日射等の影響を加味した相当外気温度を測定するSAT計、温度計、データロガーを用いる部位別断熱性能測定手法の開発を行い、精度等の検証を行った。また、改修実験、数値計算の結果を用い、改修手法の選択に伴うコスト・省エネ効果(光熱費削減効果)の推計法を作成し、ケーススタディによる評価を行った。

3.1 省エネルギー性能診断手法

3.1.1 ヒアリングの実施

ヒアリングは、最も重要な事前確認のひとつと考えられる。この段階では、建て主の寒さ、暑さに関する日常生活の会話から、建物の問題点を特定することができる。例えば、ヒアリングで玄関が非常に寒いとの意見が有り、原因を確認したところ、上り框の下端が床下空間に直接つながっていたことがあった。これは、通常見えない部分であり建て主も気付かないことであるが、ヒアリングから特定できた改修のポイントであった。

また、日常生活において階段の上り下りで温度差を感じることや、夜間になっても2階が涼しくならないなど、様々な改修ポイントが明らかになる。さらに、生活のパターンなども話し合うことによって、部分改修が向いているか、全体改修が必要なのか、その方向性を確認することもできる。こうした情報は、後に見積を作成して減額案が必要になった際にも、改修メニューの優先順位を決定する重要な情報となる。

■ヒアリング項目の例

①家族構成

②ライフステージ

- ・ 各部屋の使用状況（何年使うか等）
- ・ 子供達が家を出る時期

③生活スタイル

- ・ 部屋ごとの在室時間
- ・ 暖冷房の使い方、機器の種類等
- ・ 洗濯物の部屋乾しの頻度

- ・ 換気扇の使用状況（浴室、トイレ、キッチン等）

④温熱環境に対する感覚

- ・ 家族内での暑さ寒さに関する感覚
- ・ 暑さや寒さを感じる場所や時間帯
- ・ ヒートショック対策の必要性

⑤省エネルギーに関する関心

- ・ エアコン、照明の消し忘れ
- ・ エアコンの設定温度

3.1.2 建物の建設年代から推定

建物の断熱性や気密性を把握する方法として、建設年代からその性能を推定することができる。建物の質や性能は、建設年代が新しいほど向上している。対象建物の建設された年代の平均的な性能は、技術や建材開発の発展によるものの他に、法規や金融の融資条件（住宅仕様）、建設される地域などに影響され異なっている。

表3.1.1は、その手がかりとなる既存住宅の断熱性能に関する実態調査を平成11年省エネルギー基準における地域区分でIV地域について実施した結果である。調査物件数は、多くないが部位ごとの仕様（仕上材と断熱材）の大まかな傾向をつかむことができた。例えば、こうした情報を参考に現在までに設計もしくは施工してきた建物の主な仕様について、再確認してみる方法もある。

この情報を基に本章では、ケーススタディを行い、断熱改修の効果の推計を行った。

表3.1.1 典型的な在来木造住宅モデルの仕様（IV地域） n=65

	1945～1981	1982～1991	1992～1998	1999～2003
屋根	和瓦	和瓦	コロニアル	洋瓦
天井	軟質繊維板	クロス	クロス	クロス
	GW10K t=25	GW10K t=50	GW10K t=100	GW16K t=160
外壁	ラスモルタル・リシン	ラスモルタル・リシン	サイディング	サイディング
	GW10K t=50	GW10K t=50	GW10K t=100	GW16K t=100
内壁	化粧合板	クロス	クロス	クロス
開口部	アルミサッシ シングルガラス	アルミサッシ シングルガラス	アルミサッシ シングルガラス	アルミサッシ ペアガラス
床	フローリング	フローリング	フローリング	フローリング
	無断熱	XPS (1B) t=20	XPS (1B) t=50	XPS (3B) t=45

※ GW: グラスウール、XPS (1B/3B): 押出法ポリスチレンフォーム (1種/3種)

3.1.3 図面による判断

建物の現況を調査する前に、図面などでその設計内容を確認することが重要である。図面として残されているものは、建物が古くなればなるほど少なくなるが、例えば、確認申請図書や見積図面（契約図面）などがある場合がある。事前に建て主に用意してもらい、仕上表や矩計図（棒矩）をみて断熱材の有無と種類、サッシとガラスの種類などを確認する。その図面から得られた

情報を基に、建物全体の断熱性能を判断することができる。実際には、現場と図面と異なる場合があるため、あくまでも小屋裏や床下などの実況見分を省略することはできないが、事前に建物の性能を推定・診断する手法のひとつである。

また、調査で分かった断熱材の仕様を用いて、住宅の保温性能を示す熱損失係数（Q値）を計算することができる。その結果から改修前の建物性能を推定することができる。

3.1.4 実況見分

改修手法を選択するにあたっては、設計図書のみでは情報が不十分なため、実況見分による状況の把握が重要である。本来、躯体の省エネ性能は適切な施工が為されることを前提として得られるものであるが、本テキストで扱う改修物件が建築された当時の温暖地は断熱・防露施工に対する認識が薄く、表3.1.2に示す壁と床の取合いなどの施工状況を確認する必要がある。

床周りに関しては断熱材及び防湿層の有無に加え、壁との取合い部の隙間の有無を確認します。特に和室では畳を剥がすことによって取合いだけでなく、和室の畳下地板（荒板）の隙間の程度も確認することが出来ます（図3.1.1右）。和室以外でも在来軸組工法の床では根太の乾燥収縮等によって巾木と床の取合いに隙間が生じており、これらの隙間を把握することは気密性能を向上させるうえで重要である。また、小屋裏や床下換気口の面積が住宅金融支援機構の仕様を満たしているか、地盤防湿は適切に行われているか等も、断熱改修後の耐久性を維持するうえで不可欠である。

壁に関しては、階間や小屋裏から断熱材の施工状況を確認することを勧めます。写真（図3.1.1左）のように防湿欠損がある場合は、改修後に暖房機器の買い替えや換気の励行など内部結露防止のための対策が必要である。

階間については、断熱区画内である階間空間と下屋との取合いの処理を確認することが重要である。また、屋根の小屋裏換気口の有無は床下換気口と同様に住宅金融支援機構の仕様を目安とすると良い。

また、後から設置されたエアコンの配管工事の際に断熱材を巻き込んだり、施工不良による断熱材の垂れや欠落等、部分的に断熱材が欠損していたりすることがある。断熱材が使用され始めたころは、居室に設置するといった考えから、押入れ上部や廊下、トイレなど居室以外の部分には、充填されていない場合もあるので、そのような点にも注意して確認する必要がある。

表3.1.2 実況見分が必要な部位の一覧

分類	部位	確認箇所
床	床	隙間の有無（和室は畳を剥がして取合い及び荒床を確認）
	床下	断熱材及び防湿層の有無 床下換気口の有無 木材の劣化・腐朽状況
	地盤	基礎形状（ベタ基礎か独立基礎） 地盤防湿等
壁	外壁	断熱材・防湿層の有無（床下及び階間空間より確認） 通気止めの有無（床下及び小屋裏空間より確認）
	間仕切壁	通気止めの有無（床下及び小屋裏空間より確認）
天井	階間	下屋取合いの断熱材・防湿層の有無（階間空間より確認）
	小屋裏	断熱材・防湿層の有無 木材の劣化・腐朽状況 小屋裏換気口の有無

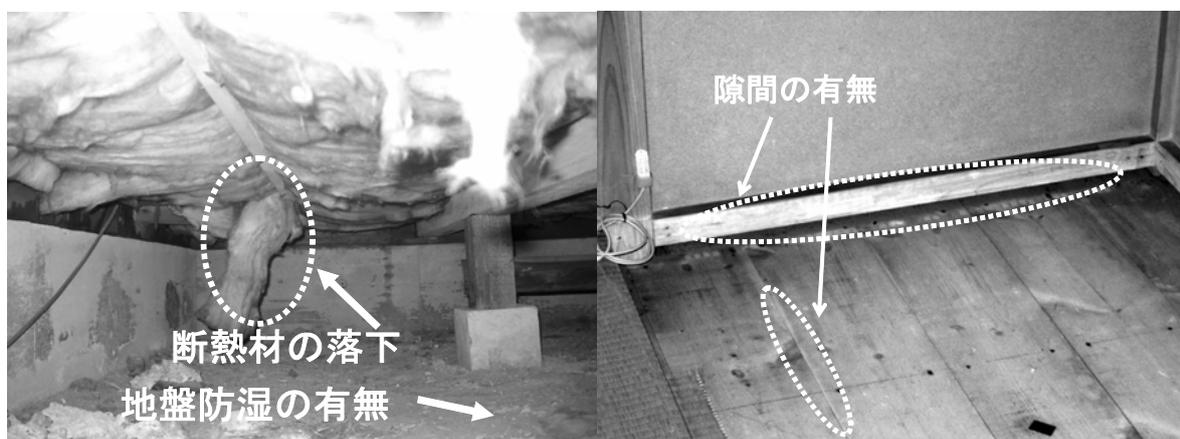


図3.1.1 床周りの実況見分の事例



図3.1.2 壁の実況見分の事例



図3.1.3 エアコン設置工事の際に生じた断熱欠損の例



図3.1.4 押入れ上部の断熱欠損の例

3.2 部位毎断熱性能測定手法の開発

設計資料や目視によって改修前の省エネルギー性能を把握できない場合、温度や熱流などの計測結果より、部位の断熱性能を把握することが望ましい。近年、住戸全体の熱損失係数の測定やサーモビュアを用いた部位の熱貫流率測定に関する研究があるが、これらは計測機器が高額なうえ専門的な知識が必要なため、建設実務者自身が行うことは難しいと思われる。そこで、より簡易に外皮の断熱性能を診断する手法を開発するため、熱流計と温度センサーによる熱貫流率測定手法の開発を試みた。

3.2.1 測定システムの概要

本節で開発を検討する熱貫流率(以下K値とする)の測定システムは、図3.2.1のように、熱流計、SAT計、温度センサーで構成される。近年はデータロガー機能付きの温度センサーが販売されているため、機器費用は熱流計を含めて20万円程度のコストで構築が可能である。SAT計は日射など外壁表面の放射成分を加味した相当外気温度を測定するものであり、これら外乱に対する貫流応答を熱流計により把握することによって計測部位の熱貫流率を求める。

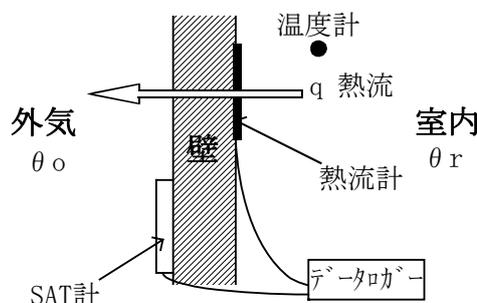


図3.2.1 測定システムの概要

3.2.2 熱貫流率の算出法

本研究では、上述した計測システムによって測定されたデータから熱貫流率を求める手法として、以下の2種類の方法を検討した。

①定常状態を想定した手法

夜間など外気の温度変動が小さい時間帯の熱流及び内外温度差を用い、(1)式によって熱貫流率を算出する手法。本手法は非常に簡便であるが、定常状態を仮定しているため、夜間でも温度変動の影響を受け誤差が生じるデメリットがある。

②非定常条件下での応答係数を用いた同定法

SAT計で計測される外乱に対する熱流の測定結果より、応答係数を推定して熱貫流率を同定する手法。非定常法は、温度が大きく変動する環境下でも適用できる手法であり、居住者の生活スケジュールの変更を伴わずに結果を得られる可能性がある。この手法は、壁体の貫流応答 ϕ 及び吸熱応答 φ を(2)、(3)式のように指数関数1項で近似し、測定された外壁室内側の熱流 $q(n)$ が(4)式で表されると仮定して、未定係数 $K, A_1, A_2, \lambda, \mu$ を非線形最小二乗法によって同定するものである。

$$K = \left| \frac{q}{\theta_r - \theta_{SAT}} \right| \quad (1)$$

$$q(n) = \sum_{j=0}^{\infty} \phi \theta_{SAT}^{n-j} - \sum_{j=0}^{\infty} \varphi \theta_r^{n-j} \quad (2)$$

$$\phi(t) = K + A_1(1 - e^{-\lambda t}) \quad (3)$$

$$\varphi(t) = K + A_2(1 - e^{-\mu t}) \quad (4)$$

ここに K : 熱貫流率 (W/m² K)

q : 熱流 (W/m²)

θ : 温度 (°C)

ϕ : 外気側温度励振に対する貫流応答

φ : 室内側温度励振に対する吸熱応答

t : 時間 (h)

3.2.3 実験室における測定システムの精度検証

(1) 実験概要

本研究では外壁室内側表面熱流の測定結果より熱貫流率を算出するが、測定対象の断熱性能が高い場合、外乱による貫流熱が小さくなるためノイズの占める割合が大きくなる。これは、一般の室内環境下では熱流計近傍を流れる気流速度及び温度が微妙に変化するため、貫流熱が少ない場合、室内気流による影響が相対的に大きくなることに起因すると考えられている。はじめに、これらの影響を把握するため、定常条件下における測定手法の精度を検証する。

試験体は熱伝導率既知の材料で構成され、断熱性や熱容量などが異なる図3.2.2の仕様とした。図中の K は各試験体の熱貫流率の設計値であり、それぞれの材料に対してJIS A 1412に規定する熱流計法により別途測定された熱伝導率から算出した値である。実験は、試験体の室内側表面に熱流計を密着させ、図3.2.3の2つの恒温室の界壁に取り付け（写真3.2.1参照）、内外の温度差が一定となるよう制御した。内外温度差は、冬季の室温を考慮し15°Cとした。また、前述した室内気流による熱流計のノイズを除去する目的から、図3.2.4のように熱流計表面へ厚さ5mmのポリスチレンシートを貼付し、誤差低減に及ぼす影響についても検討した。

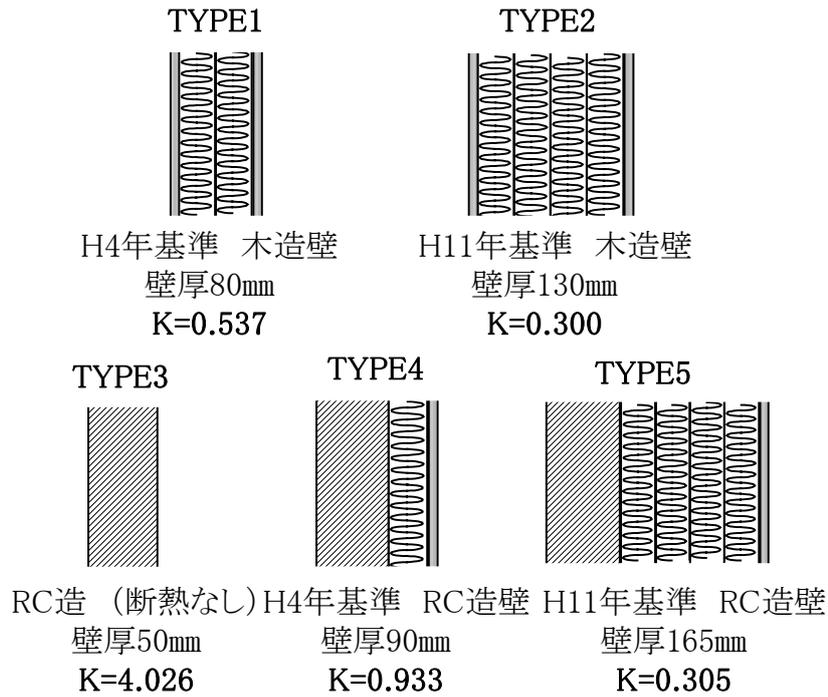


図3.2.2 試験体の断面仕様 (図中のKは設計値)

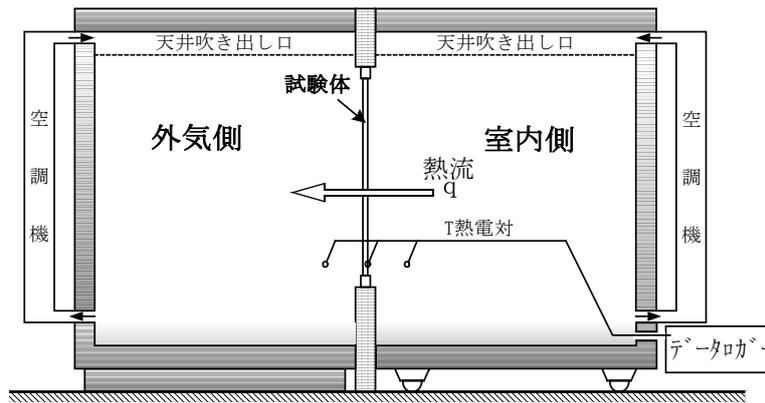


図3.2.3 試験装置の概要

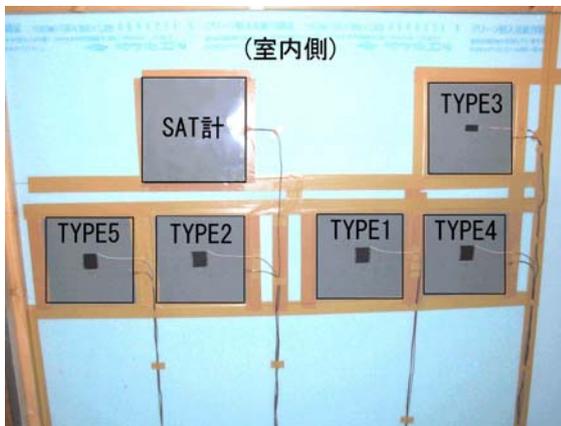


写真3.2.1 試験体設置状況

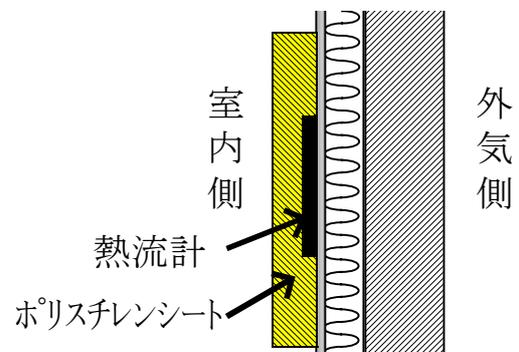


図3.2.4 熱流計表面へのポリスチレンシートの貼付

(2) 結果・考察

手法①に対する熱貫流率の測定結果と設計値に対する誤差を図3.2.5に示す。以降、本節における誤差は(5)式で算出される値を指すものとする。凡例の貼付あり・なしは、熱流計表面へのポリスチレンシートの有無を意味し、貼付ありについてはポリスチレンシートの熱抵抗を補正した値より誤差を算出している。ポリスチレンシートを貼付しない場合、熱貫流率が低くなるほど、測定結果と設計値の誤差が大きくなっており20%にも達している。これは先に述べたように、断熱性の高い試験体では熱流が小さく、流体の微小な温度変動の影響を受けているためと考えられる。一方、熱流計にポリスチレンシートを貼付したものは、10%の誤差に収まっている。

$$\varepsilon = \frac{K_m - K_d}{K_d} \times 100 \quad (5)$$

ここに、 ε : 誤差 (%)

K_m : 熱貫流率の測定値 ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$)

K_d : 熱貫流率の設計値 ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$)

ポリスチレンシートの貼付によって表面の熱流応答は本来のものと若干異なると予想されるが、用途を外壁など比較的断熱性能の高い試験体の測定に限定すれば、気流によるノイズを除去するための材料を貼付することが有用であることが示された。結果として本測定システムでは、熱流計表面へ5mm程度のポリスチレンシートを貼付することにより、定常状態では10%程度の誤差範囲で熱貫流率が測定できることを確認した。

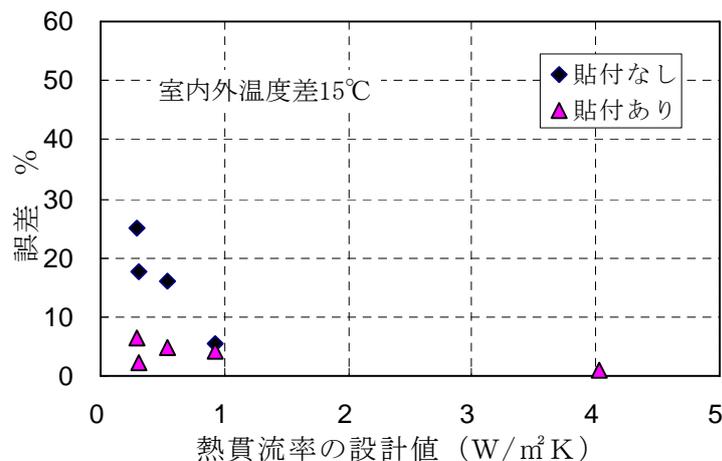


図3.2.5 定常条件下における熱貫流率の設計値に対する測定結果の誤差

3.2.4 外部環境下での測定システムの精度検証

(1) 実験概要

ここでは、前節で用いた5種類の試験体を屋外環境に面した部位に設置し、実際の住宅で想定される条件下での測定手法の精度検証を目的とする。熱貫流率の算出法は「①定常状態を想定した手法」と「②非定常条件下での応答係数を用いた同定法」の双方について検討する。

試験体は外乱の影響が大きくなるよう、実際の建物の南側開口部に取り付けた(写真3.2.2)、室内空間は温風ヒーターで加熱し内外温度差が生じるようにした。測定期間は2006年12月11日～13日とした。

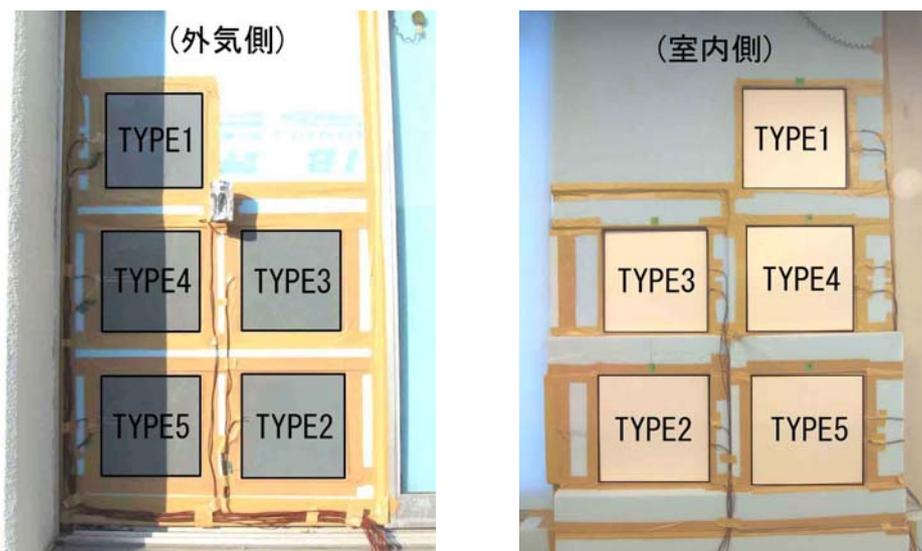


写真3.2.2 試験体設置状況（左：外気側、右：室内側）

(2) 結果・考察

定常状態を想定した手法①では、図3.2.6に示すように外気が安定する0時～5時のデータを平均して用い、②の応答係数を用いた同定法では3日間全ての時系列データを使用し、熱貫流率を算出した。

測定結果と設計値との誤差関係を図3.2.7及び図3.2.8に示す。12/13の手法①の結果については、実験室実験の結果（図3.2.5）に比べて精度が若干落ちるものの、TYPE3を除けば誤差15%以内に収まった。また、手法②ではTYPE2、TYPE3の誤差が大きくなっているが、他は15%程度の誤差範囲に収まった。

図3.2.9は定常状態を想定した手法①について、12/8から12/12までの5日間の熱流計測定値（0から5時）の標準偏差と熱貫流率の誤差の関係を示したものである。図3.2.9からは熱流のバラツキが熱貫流率の誤差に大きく影響していることが読み取れ、木造については熱流の標準偏差が0.5以下ならば20%以内の誤差範囲に納まっている。しかし、熱容量が大きいコンクリート造では標準偏差が大きく、誤差もこれに伴い増加している。

一方、手法②では、TYPE2で26%の誤差が生じていた。これは、手法②が非線形の最小二乗法を用いているため、初期値の設定により同定値が変わるなど、解析上の問題点があるためと思われる。

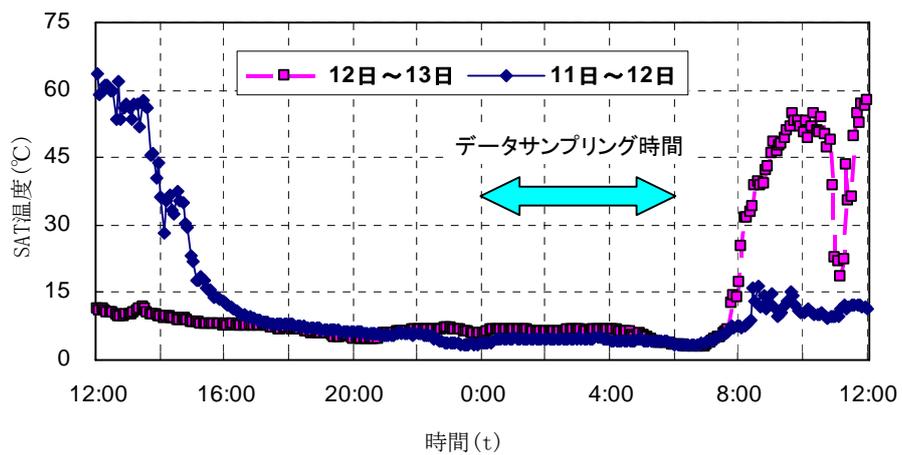


図3.2.6 SAT温度の変化と手法①のデータサンプリング時間

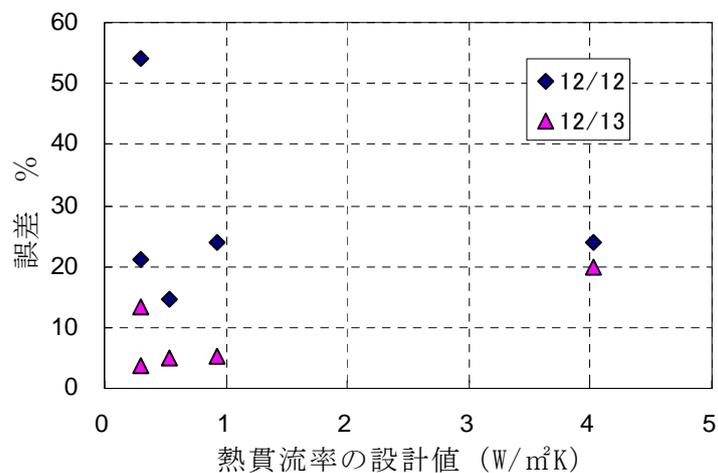


図3.2.7 外部環境下における熱貫流率推定値の誤差 (手法①：定常法)

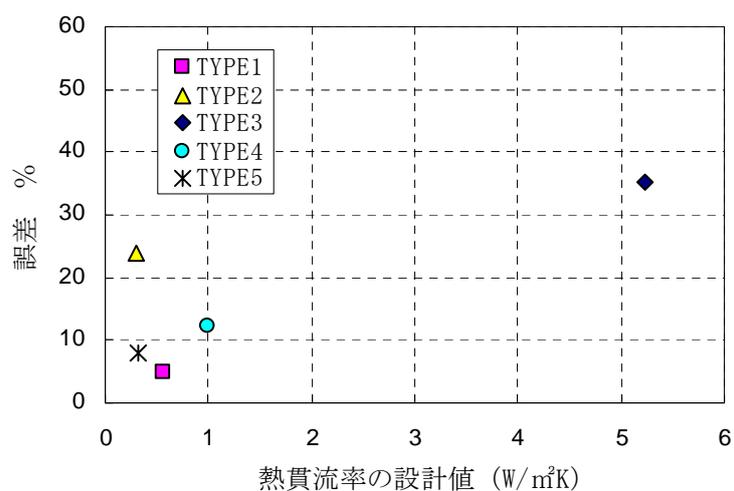


図3.2.8 外部環境下における熱貫流率推定値の誤差 (手法②：非定常法)

3.3 ケーススタディにおける省エネルギー効果の推計

3.3.1 ケーススタディの概要

(1) 既存住宅の断熱性能に関する実態調査

1) 既存住宅の実態調査

現在の住宅ストックは4,500万戸に上ると言われているが、その性能実態に関する情報は一部を除いて決定的に不足していた。そこで、改修の手がかりとなる既存住宅の断熱性能に関する実態調査（2002～2004年）を実施したところ、省エネルギー基準の地域区分によるⅠ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ地域において、大まかな傾向をつかむことができた。そして、その成果をもとにそれぞれの地域で典型的な住宅を選び取ることによって、地域特性に応じた改修手法を検討した。

2) Ⅳ地域における住宅の断熱性能の特徴

実態調査は、工務店および設計事務所の実務者へのアンケートと現地調査により行った。図3.3.1に示すように、Ⅳ地域では外壁の性能が高く、平成4年基準相当以上の断熱水準を達成している住宅が80%近い割合を占めている。一方、最下階床は、昭和55年基準以下の住宅が約60%で最も性能が低い部位である。また、最下階床を除く部位ではいずれも、昭和55年基準に満たない水準が10%以下の割合であり、調査した地域の中では、最も寒冷地であるⅠ地域に次いで、Ⅳ地域の断熱水準が高いことが確認された。

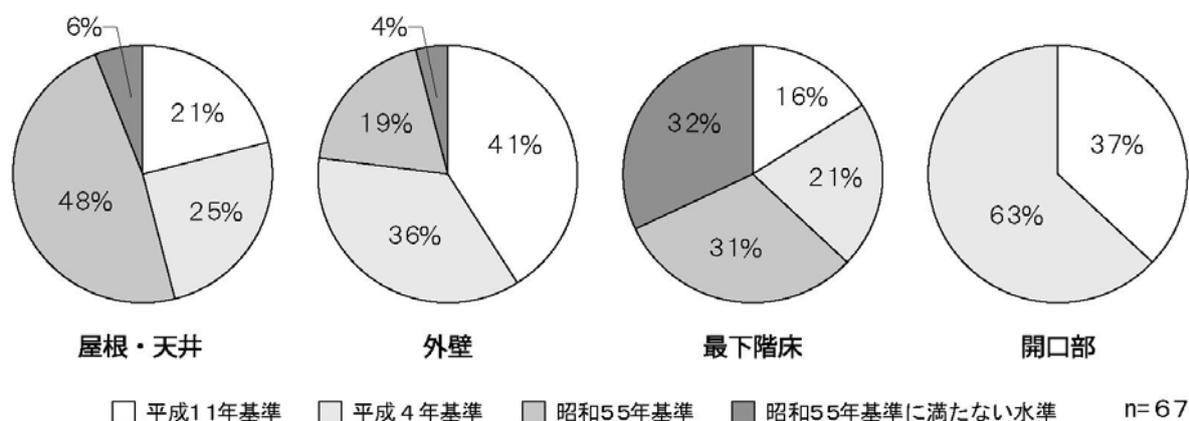


図3.3.1 各部位における断熱水準の達成状況（Ⅳ地域）

図3.3.2は、住宅の年代区分による部位ごとの断熱水準の推移状況を示したもので、以下の傾向が確認された。図中の年代区分は、省エネルギー基準が制定・改定された年を参考に、1945～1981年、1982～1991年、1992～1998年、1999～2003年の4つの区分を設定した。

- ・屋根・天井と外壁については1980年以降 $1.00\text{m}^2\text{K/W}$ 以上の性能であり、とくに屋根・天井は、1999年以降には1945～1981年と比べると4倍近い性能向上が見られる。
- ・開口部は、1982～1991年以前はすべて単層ガラスのアルミ製サッシで、性能向上が見られないが、1999～2003年では複層ガラスが増え、平均熱抵抗値は $0.25\text{m}^2\text{K/W}$ に向上している。

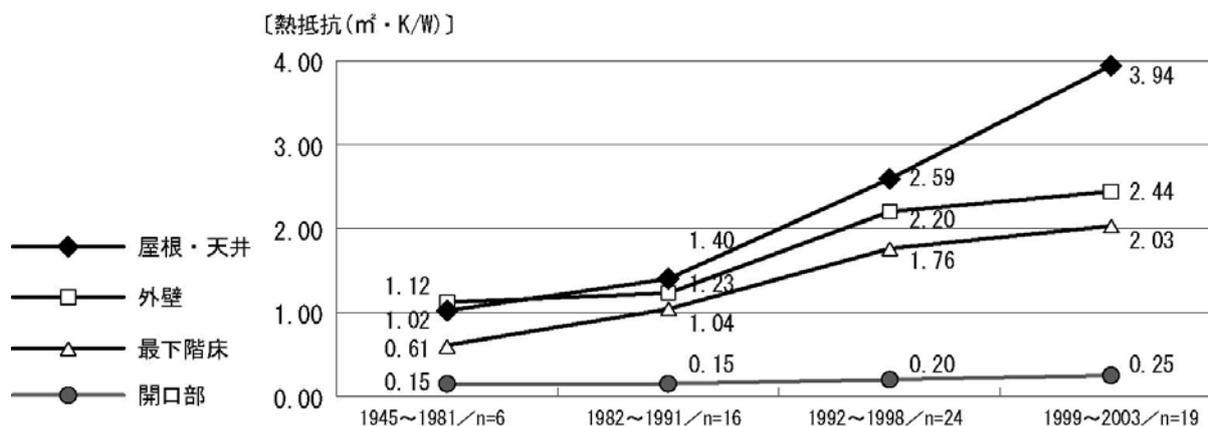


図3.3.2 年代区別にみた各部位における断熱水準の推移の状況 (IV地域)

(2) 断熱改修による省エネルギー効果のケーススタディ

1) ケーススタディの条件

実態調査の結果から各年代区分の住宅仕様を分析し、部位ごとにその典型的な仕上材や断熱材の仕様を抽出した。その中から、調査物件の多くを占めたIV地域（関東地区）を選択し、年代ごとの仕様を表3.3.1のように設定した。

ここでは、性能と地区年数から最も改修のターゲットとなることが予想される1945～1981年の年代区分の住宅（築25～30年の住宅）仕様を用いケーススタディを実施した。

表3.3.1 典型的な在来木造住宅モデルの仕様 (IV地域) n=65

部位	1945~1981	1982~1991	1992~1998	1999~2003
屋根	和瓦	和瓦	彩色スレート	洋瓦
天井	軟質繊維板 GW10K t=25	クロス GW10K t=50	クロス GW10K t=100	クロス GW16K t=160
外壁	ラスモタル・リシン GW10K t=50	ラスモタル・リシン GW10K t=50	サイディング GW10K t=100	サイディング GW16K t=100
内壁	化粧合板	クロス	クロス	クロス
開口部	アルミサッシ シングルガラス	アルミサッシ シングルガラス	アルミサッシ シングルガラス	アルミサッシ ペアガラス
床	フローリング 無断熱	フローリング XPS (1B) t=20	フローリング XPS (1B) t=50	フローリング XPS (3B) t=45

GW:グラスウール XPS(1B/3B):押出法ポリスチレンフォーム(1種/3種)

検証した住宅モデルは、図3.3.3、4に示すとおり、2章で紹介したものを使用した。この住宅モデルに表3.3.1の1945～1981年の仕様をあてはめると、改修前の住宅モデルの熱損失係数は、4.95W/m²K(昭和55年基準相当)となる。

建物外皮の断熱改修の工法は、表3.3.2のとおりである。部位ごとの改修効果をより明確にするために、対象住宅の構造的な問題点、改修ニーズ等は条件として勘案せずに、各部位の仕様が平成11年基準相当以上の断熱水準を満たすように目標像を設定した。なお、改修の範囲は、部位ごとに全体改修とした。

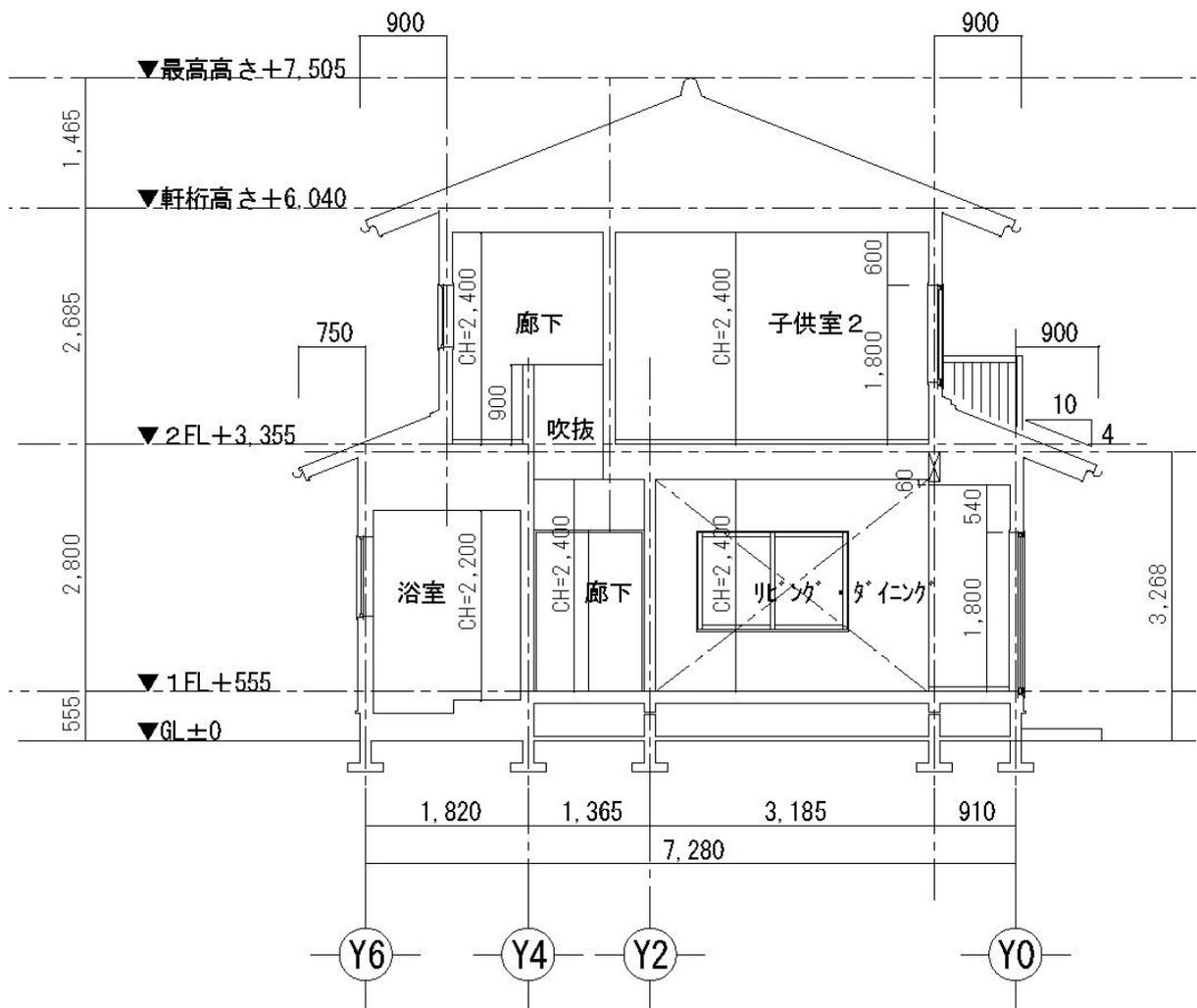
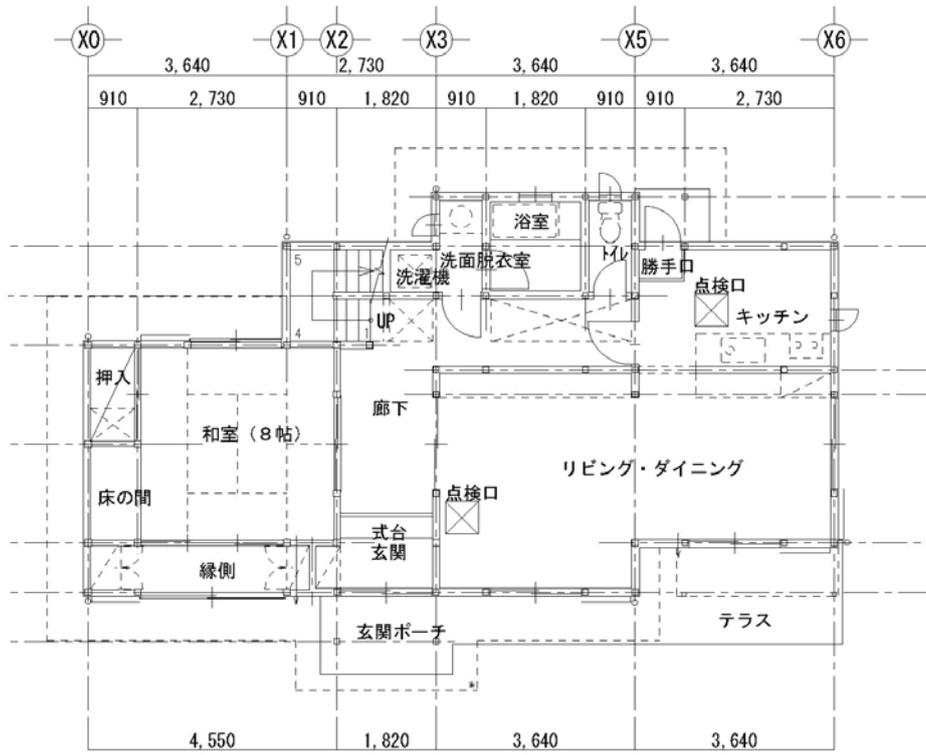
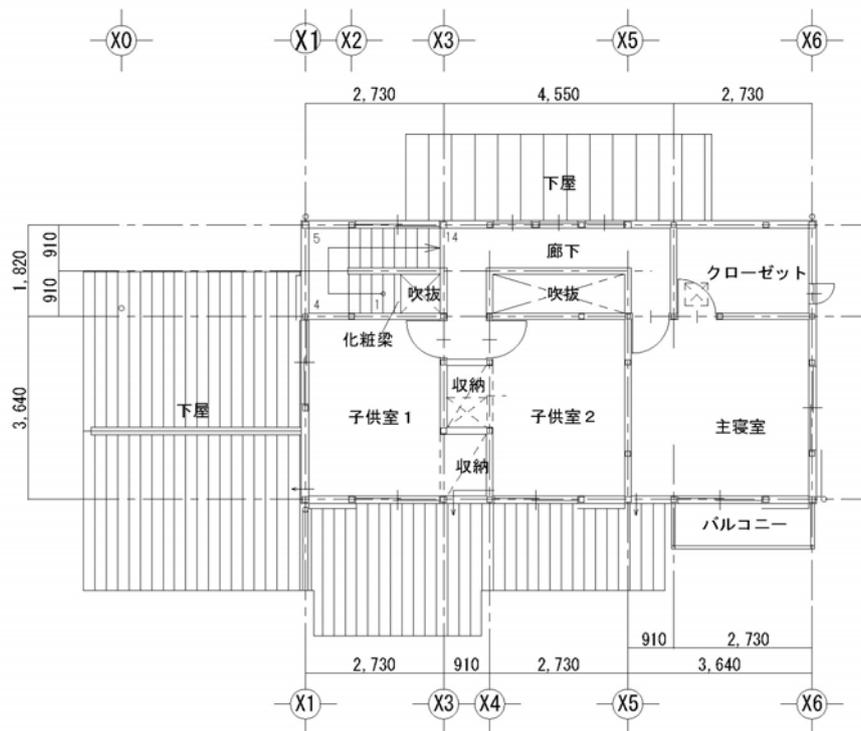


図3.3.3 住宅モデルの概要 断面図



1階平面図



2階平面図

図3.3.4 住宅モデルの概要 平面図

表3.3.2 改修内容

改修部位	改修内容・断熱材
①:天井(手法 4)	小屋裏から断熱材を吹き込む:フローリング GW-2 t=200mm
②:外壁(手法 9)	外壁に断熱材を付加(既存の断熱材を活用): FP(3B) t=50mm
③:開口部(手法 14)	全ての開口部の二重サッシ化:既存アルミ・シングル+樹脂サッシ・シングル
④:最下階床(手法 10)	床下から断熱材を設置:GW 32K t=80mm

3.3.2 ケーススタディの結果

(1) イニシャルコスト

表3.3.3は断熱改修工事に要した概算工事費、改修後の熱損失係数（Q値）および改修前後の熱損失係数の改善値（ ΔQ 値）の一覧である。

IV地域を想定した住宅モデルの場合、最も高額な部位は仕上材の更新をとともう外壁工事で、また最も安価な部位は、床の改修工事でした。床や天井の工事は、仕上材は残して裏側（小屋裏や床下）から行うため、作業空間を確保できれば安価に行うことが可能である。また、床については改修前後の熱損失係数の改善値も他の単独改修に比べて大きくなった。一方、すべての部位の改修を行った場合は、概算工事費は約635万円になった。この場合は、大掛かりな修繕工事を想定しているが、熱損失係数は $2.34\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 、改善値は2.61で平成11年基準が達成された。

表3.3.3 断熱改修に要した概算費用、及び改修後のQ値とその改善値（ ΔQ 値）

部位改修	概算費用	Q値(ΔQ 値)
① 天井(手法 4)	345 千円	$4.21 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (0.74)
② 外壁(手法 9)	3,161 千円	$4.53 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (0.42)
③ 開口部(手法 14)	1,956 千円	$4.14 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (0.81)
④ 最下階床(手法 10)	906 千円	$4.16 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (0.79)
⑤ ③+④	2,862 千円	$3.53 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (1.60)
⑥ ①+③+④	3,208 千円	$2.87 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (2.08)
⑦ ①+②+③+④	6,369 千円	$2.34 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ (2.61)

(2) エネルギー消費量

建物外皮の断熱改修による暖冷房負荷の削減率をもとに、年間のエネルギー消費削減量の試算を行った結果、おおむね以下のような傾向となった（図3.3.5）。

IV地域では、断熱改修による暖冷房負荷軽減効果が最も高い改修部位は開口部、次いで天井という結果となり、年間のエネルギー消費削減割合は、それぞれ約15%、9%であった。

特に開口部の改修は、省エネルギー効果が高いと同時に、居住しながら工事が行えるため改修の障害になりがちな施工性という観点からも優れており、省エネルギー改修における有効な部位であると考えられる。

一方、最下階床の改修は、熱損失係数で比較した場合に比べてエネルギー削減量が低く、改修の効果が得られにくい部位だが、工事費は20万円程度で他の部位に比べて安価であり、費用対効果でみるとその割合は高くなり選択肢の一つとして考慮すべき対策と言える。

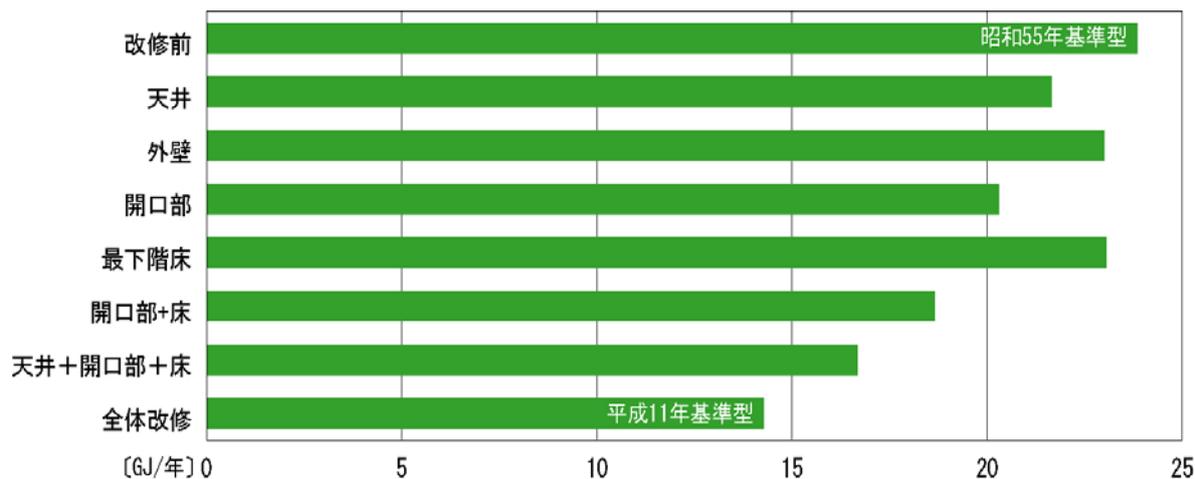


図3.3.5 年間の戸当たりエネルギー消費量と削減率

(3) IV地域で有効な省エネルギー改修のポイント

実態調査およびケーススタディの結果から、省エネルギー改修技術の有効性と今後の課題は、以下のような内容が見えてきた。

- ・IV地域（主として関東地区の場合）における在来木造住宅の場合、建物外皮の断熱改修によるエネルギー削減効果が最も大きい部位は開口部であった。
- ・全ての部位の改修を行った場合には修繕を対象とした一般的な改修費用よりも高コストになるが、最大約40%のエネルギー削減効果が得られた。
- ・屋根・最上階天井および最下階床の改修は、省エネルギー効果はあまり高くないが、比較的安価に実施でき、夏季の天井からの放射熱を遮断する効果や冬季における床面に近い足元の温度分布を改善する効果があり、住まいの快適性や質を向上する重要な部位の改修と言える。
- ・暖冷房機器に係わる設備更新は、一連の研究結果からエネルギー削減効果が明らかにされており、建物外皮の断熱改修と同時に実施することにより、さらに効果を高めることが期待できる。省エネルギー改修の際には暖冷房機器等の設備更新を同時に実施することが望まれる。

●既存住宅断熱改修シート・1（改修前）

IV地域 築25年程度経過した典型的な住宅

〈BEFORE〉



図1 外観および特徴
縁側・続き間の平面構成をもつ。雨戸、大型の掃きだし窓、乾式のバルコニーなども築25年程度を経過した住宅の特徴である。また、IV地域の築25年以降の住宅は外壁に断熱材が施工されていることが多い。ただし、最下階床は無断熱である。

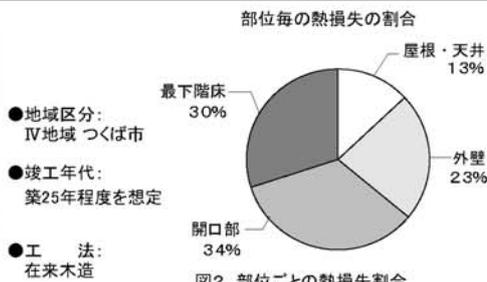


図2 部位ごとの熱損失割合
IV地域の築25年程度を経過した住宅における部位ごとの熱損失の割合を示している。開口部及び最下階床からの損失割合が大きいため、その部位の断熱改修を行うことは有効である。

建築部位	仕様	熱貫流率 [W/m ² K] (旧基準)	
	屋根仕上げ材	和瓦 t=15mm	1.11 (0.92)
	下地材1	アスファルトルーフィング	
	下地材2	野地板 t=12mm	
	断熱材	—	
	備考		
	天井仕上げ材	軟質繊維板 t=9mm	0.84 (1.29)
	下地材	木下地	
	断熱材	グラスウール 10K t=25mm	
	備考		
	備考		
	外壁仕上げ材	リシン吹付け	0.84 (1.29)
	外壁下地材1	ラスモルタル t=20mm	
	外壁下地材2		
	外壁下地材3		
	断熱材	グラスウール 10K 50mm	
	内装下地材		
	内装仕上げ材	化粧合板 t=4.5mm	
	備考		6.51 (6.98)
	枠材	アルミサッシ	
	ガラス	シングルガラス	
	備考		2.44 (1.26)
	床仕上げ材	フローリング t=12mm	
	下地材1		
	断熱材	なし	
備考			

● 既存住宅断熱改修シート・2(改修後)

IV地域 断熱改修モデル 昭和55年基準型⇒平成11年基準型 <AFTER>

改修前後の熱抵抗の変化

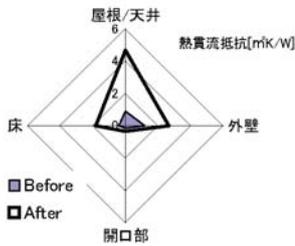


図3 改修前後の熱貫流抵抗の変更
改修後は、下表の通り、すべての部位を平成11年基準仕様に変更した場合である。

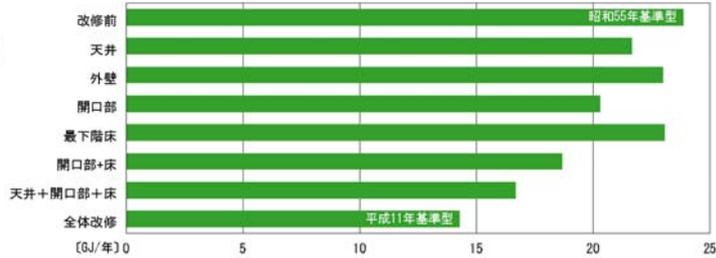


図4 断熱改修による年間のエネルギー消費量の試算結果(1戸当たり)
改修前の1年間のエネルギー消費量と、改修後のエネルギー消費量及び消費量削減率を示した。全部位改修を行った場合には、40%近くの削減効果が見込まれる。
(図4はAE-CADシミュレーションにより作成)

建築部位	仕様	熱貫流率 [W/mK]	改修費用 [円/㎡]	年間光熱費削減量 [円]	
	屋根仕上げ材	0.21	4,300~	4,000	
	下地材1				
	下地材2				
	断熱材				
	備考				既存屋根は現状のまま
	天井仕上げ材				
	天井下地材	0.38	18,000~	1,500	
	断熱材				
	備考				・小屋裏吹込み断熱工法(手法4) 既存断熱材の上に増し吹き ・気流止めを設置(手法1)
	新規外壁仕上げ材				
	外壁下地材1				
	新規断熱材				
	外壁下地材3	2.91	58,000~	6,000	
	既存断熱材				
	備考				・外壁外張り断熱工法(手法9) 既存壁の外側に断熱材を追加
	枠材				
	ガラス				
	備考				・2重化工法(手法14) 既存サッシを残し、室内側にサッシを追加
	床仕上げ材	0.55	12,000~	1,700	
	下地材1				
	断熱材				
	備考				・床下充填断熱工法(手法10) 断熱材を床下から充填 ・気流止めを設置(手法2)