

序「既存住宅の省エネルギー改修に関する住宅設計者向けの解説書」の目的と構成

1 背景・目的

地球温暖化防止は今や世界中の大きな課題となりました。日本も先進国の一員としてこの問題に対処すべく、官民をあげて様々な取り組みを展開してきました。我が国では、温室効果ガスの9割はエネルギー起源の二酸化炭素ですから、温暖化防止対策は省エネルギー対策に換言できます。なかでも、建築が深く関わる民生部門（業務用および家庭用）におけるエネルギー消費は増加傾向が顕著で、この部門の対策が喫緊の課題であることが指摘されています。

こうした状況を背景にして、新築住宅に関しては、省エネルギー法が順次強化されるとともに、多彩な省エネルギー手法が提案・実用化されてきました。その結果、全般的に見れば新しい住宅ほど省エネルギー性能が向上してきました。その一方で約 4,700 万戸に上ると言われる既存住宅のうち、70%（約 3,290 万戸）は平成4年以前に建てられた断熱レベルの低い住宅であると考えられています。したがって、既存住宅の省エネルギー化が大変重要な課題なのですが、その取り組みはなかなか進んでいないのが現状です。

その理由としては、断熱改修などの費用対効果を的確に提示できないために、ユーザーがその効果を十分に認識できないことが一番大きいと考えられます。たとえば、断熱性・気密性の向上を伴う省エネルギー改修は、省エネルギー効果を高めるとともに、室内の温熱環境の改善にも大きな効果を発揮し、居住性を高めることにつながります。しかし、こうした温熱環境の質的な改善効果は、エネルギーコストなどのように数値で明快に提示することができません。したがって、なかなか発注者の理解を得にくいのが実情です。

本書は、既存住宅を省エネルギー改修するための実用的な技術情報を提供するものです。そして、必ずしも住宅建築に関する環境・設備計画分野の専門家ではない、工務店などの住宅生産の現場に直接携わることの多い建築実務者や、一般の住宅設計者の方々を対象に書かれています。そして、本書が広く活用されることによって、省エネルギー改修が普及・促進し低炭素社会の構築に寄与することを目的としています。そのために本書では、汎用性が高く実用化できると考えられる技術を優先して取り上げ、その具体的な設計・適用方法をできるだけ実態に即してわかりやすく説明することに努めました。また、各技術を用いた場合の具体的な効果と経済性についても触れています。

なお、住宅の省エネルギー化には躯体の断熱・気密改修だけではなく、自然エネルギーを活用できるようにしたり、設備機器を更新したりする改修も効果的です。これらは新築を対象とした「自立循環型住宅への設計ガイドライン」で詳細が述べられています。改修の場合にもその多くが適用できるため、本書では巻末の附録にその概略を示しました。



2 本書が対象とする住宅

既存住宅の省エネルギー改修に有効な個々の技術(以降「要素技術」といいます)の選択・適用方法は、その住宅自体の特徴はもとより、住宅が立地する地域や敷地の条件、及び住まい方などの与条件によって変わり、一律ではありません。しかし、様々な条件に対する要素技術をすべて網羅することは困難ですから、本書においては以下のような既存住宅に有効と考えられる要素技術を主に取り上げています。

- ・建設地域 :比較的温暖な地域
(省エネルギー基準による地域区分のⅣ地域)
- ・住宅の建て方 :一戸建ての住宅
- ・住宅の構法 :木造住宅(伝統的構法による木造住宅も含む)

こうした限定された条件の下でも、多様な要素技術が広範に関連します。また、敷地の形状・規模や住宅の形態などが特殊な場合、適用することが困難な要素技術もあり、そのような場合には、設計者自らが工夫を凝らして計画することが求められます。

なお、本書で取り上げた要素技術の中には、鉄筋コンクリート造等の他の構法や共同住宅などに適用できるものもあります。そこで、第4章で「省エネルギー改修事例」の一つとして、その一例を収録しました。

3 本書の構成

本書は以下の4つの章と2つの附録で構成されています。

第1章 省エネルギー改修のフローと要素技術の概要

- 省エネルギー改修を実施する際のプロセスと、第2章以降で詳述する要素技術の概要を示します。

第2章 建物外皮の省エネルギー改修

- 建物の部位ごとに、どのような改修工法があるかを具体的に示し、実際に測定されたそれらの効果などを詳述します。

第3章 省エネルギー改修効果の推計

- ケーススタディにより、省エネルギー改修を実施した場合に期待できる効果について推計します。

第4章 改修事例の紹介

- 省エネルギー改修の実例に関する調査結果として、改修実施内容の詳細とその効果を、建物自体の実性能と居住者の声などと共に示します。

附録1 自然エネルギーを活用した省エネルギー改修

- 自然風や太陽光を活用する手法や効果について、その概略を示します。

附録2 設備の省エネルギー改修

- 暖冷房や給湯などの設備を改修する際の留意点や効果について、その概略を示します。

第1章 省エネルギー改修のフローと要素技術の概要

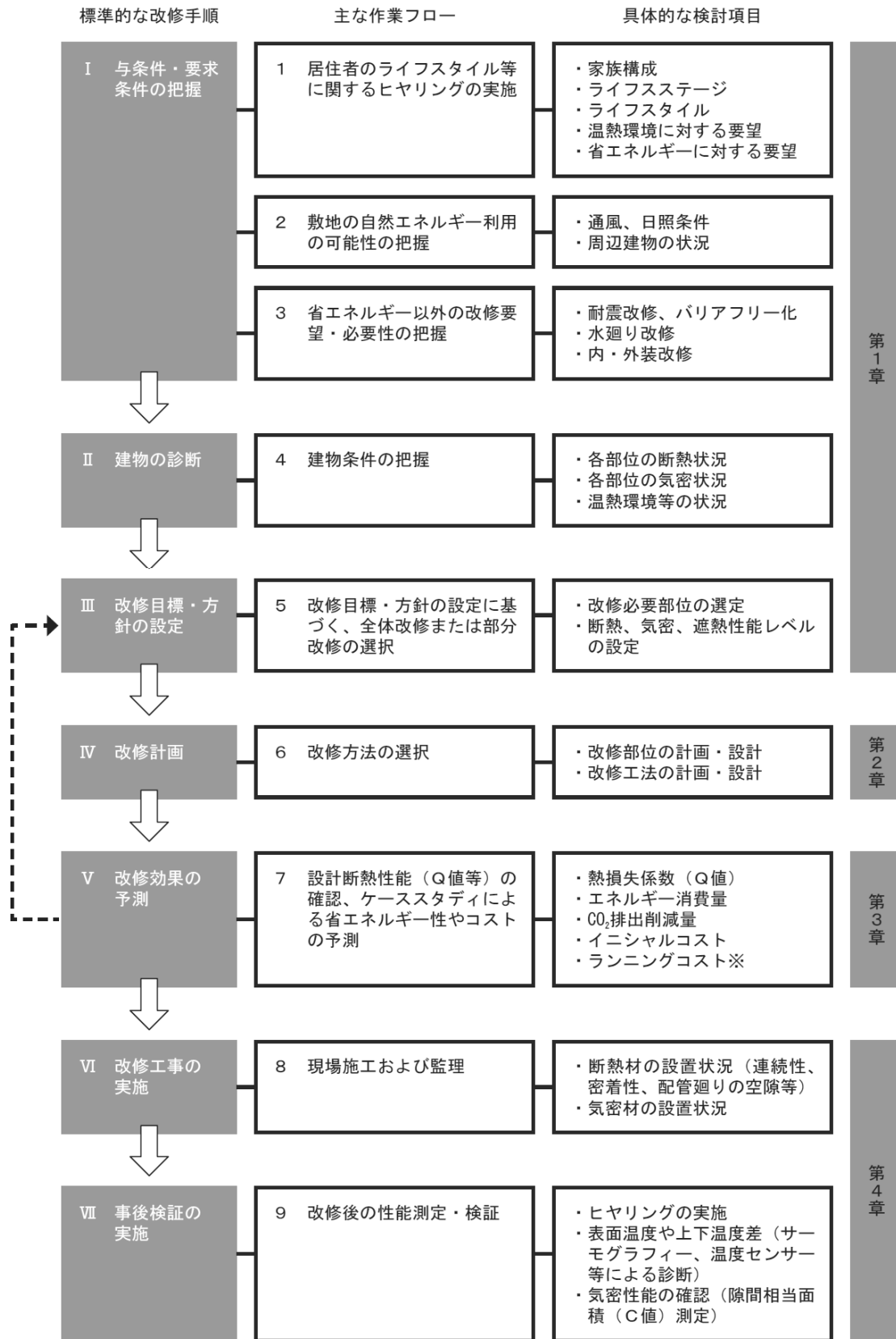
1.1 省エネルギー改修のフロー

省エネルギー改修の目標は、既存住宅における「居住時のエネルギー消費の削減」と「心地よい室内環境の形成」を両立させることです。そのためには、建築外皮などの改修による断熱性等の向上や自然エネルギーを活用するための「建築的手法」と、高効率の設備機器導入による「設備的手法」を適切に組み合わせることが必要です。そこで改修の計画・設計者は、与条件から様々な手法の組み合わせを選択し、改修の総合的な最適解を導くために、設計手順における作業フローや選択の優先順位を十分知った上で計画を進めなければなりません。次ページの図1は、既存住宅の「建築的手法」による標準的な省エネルギー改修の一連のフローを示したものです。

本書では、改修手順を初期の調査・診断(プレデザイン)から計画・設計(デザイン)、そして事後検証(ポストデザイン)までの全体の流れに対応させ、Ⅰ与条件・要求条件の把握、Ⅱ建物の診断、Ⅲ改修目標・方針の設定、Ⅳ改修計画、Ⅴ改修効果の予測、Ⅵ改修工事の実施、Ⅶ事後検証の実施の7段階で整理しています。図1には、この7つの各段階に対応する主な作業フローと具体的な検討項目の概要をまとめました。

標準的な省エネルギー改修手順の流れは次のようになります。

- ◆Ⅰ 与条件・要求条件の把握 + Ⅱ建物の診断(改修設計要件の把握)
 - 改修の必要性、可能性を明らかにするために、建物や敷地の現状、居住者のライフスタイル、さらには省エネルギー改修に関する要望や必要性を把握する段階です。
- ◆Ⅲ 改修目標・方針の設定(改修設計目標像の設定)
 - 手順Ⅰ、Ⅱを踏まえて、改修による目標像を設定する段階です。どの部位を改修するか、省エネルギー性や温熱環境の改善をどの程度期待するかなどを検討します。
- ◆Ⅳ 改修計画(改修手法の適用検討)
 - 手順Ⅲによる目標像を達成するために必要な省エネルギー改修の工法・適用部位を具体的に選択します。
- ◆Ⅴ 改修効果の予測(改修効果の検証)
 - 手順Ⅳにより選択された工法を実施した場合に期待される効果を、断熱性能を把握する試算(Q値計算)で確認すると共に、省エネルギー性やコストの面からも検証します。検証の結果によってはⅢの手順に戻り、再度改修目標や方針を設定します。
- ◆Ⅵ 改修工事の実施(施工状況の確認)
 - 現場施工および監理においては、断熱材や気密材の施工状況(連続性、密着性、配管廻りの隙間、材料の取合い等)を充分に確認しながら、工事を進めることが重要です。本書では、実例を通じて検証します。
- ◆Ⅶ 事後検証の実施(改修後の性能検証)
 - 省エネルギー改修による効果を改修後に確認します。設計段階における効果予測が実際に達成されているか、居住者に対してヒアリングを実施すると共に、熱性能(表面温度、温度分布)や気密性能の観点から検証します。



※ランニングコストは、ライフスタイルによって異なるため本書では参考値を示す。

図1 省エネルギー改修のフロー

1.2 調査・設計手順の概要

省エネルギー改修は、居住時のエネルギー消費の削減と快適性の向上とを同時に実現できる改修工事です。しかし、単に建物外皮に断熱材を充填したり、設備を高効率なものに交換したりするだけで、直ちに両方の効果が得られる訳ではありません。施工した断熱材の連続性を確保すること、気密性を高めること、防露について十分に配慮することなどが同時に求められます。また、既存住宅の状態を十分に理解せずに改修を行っても、改修効果が発揮できなかつたり、結露などを招いて躯体の腐食などを進行させるなど、かえって予期せぬ不具合を招くことがあります。

そこで、まずⅠ省エネルギー改修の与条件・要求条件を把握する方法から、Ⅱ建物の簡易な診断方法、Ⅲ改修目標の設定、Ⅳ改修計画、そしてⅤ改修効果の予測の段階までを、手順に従って解説します。

1.2.1 与条件・要求条件の把握

既存住宅の省エネルギー改修の検討を始めるに当たり、まずは次の4点の現状を把握することが必要です。

a) 居住者のライフスタイルの確認

- 居住者のライフスタイルを把握することは、改修設計の基礎的な情報となると共に、改修目標を設定する際の重要な判断基準ともなります。
- 家族構成、ライフステージ
- 生活パターン(部屋ごとの使用時間など)
- 温熱環境や省エネルギーに対する要望(ヒートショック対策など)

b) 敷地の自然エネルギー利用の可能性

- 敷地の風通しや日照などの立地環境は、建物の内外に大きな影響を与えます。自然エネルギー利用の可能性も考慮しながら、現地を確認してください。
- 風通しの良さ(周囲の建築物の規模・形状・位置、樹木などの密度・種類)
- 日射遮蔽物の有無(近隣の高層建築、隣家、高木、擁壁など)

c) 省エネルギー以外の改修要望と必要性

- 建物外皮に関わる省エネルギー改修(断熱改修)と同時に実施することで、コストのメリットを生む改修工事があります。これらの上手な組み合わせを検討すると効果的です。
- 耐震改修、バリアフリー改修、水廻り改修、間取りの変更、内・外装改修の要望・必要性の有無など

d) 建物条件(「Ⅱ建物の診断」参照)

- 把握すべき与条件のうち最も重要な項目です。設計図書(確認申請図書など)の確認や事前調査を実施して、なるべく正確な情報を把握する必要があります。
- 壁、天井(屋根)、床、開口部(窓、玄関)などの断熱性・気密性の現状
- 内外装、それらの下地材を含めた建物仕様や構造に関わる現状
- 室内の温熱環境の現状

以後の改修を手戻りなく進める上でも、こうした現状の把握は重要な作業です。

1) ヒアリングの実施

ヒアリングは、設計の事前調査として最も重要な作業のひとつです。居住者の暑さ、寒さに関する日常生活の感覚から、建物の問題点を特定することができます。例えば、ヒアリングで玄関が非常に寒いとの指摘が有り、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りました。これは、通常目視できない部分で、居住者も気づきませんでした。ヒアリングから特定できた改修のポイントでした。

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ります。さらに、生活のパターンなども話し合うことによって、建物の全体を対象に改修すべきか、もしくは、部分的な改修を検討すべきか、その基本的な方向性を確認することもできます。

こうした情報は、後に工事金額の見積り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ります。



表1 ヒアリング項目と確認事項

a) 居住者のライフスタイルの確認

ヒアリング項目の例	確認事項
①家族構成、ライフステージ	<ul style="list-style-type: none"> ・親世帯のみ、2世代同居など ・各部屋の使用状況(何年使うか等) ・子供達が家を出る時期
②生活パターン	<ul style="list-style-type: none"> ・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)
③温熱環境に対する感覚	<ul style="list-style-type: none"> ・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
④電気・ガス・水道の使用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・電気、ガス、水道の消費状況の把握 ・省エネルギーに関する関心(エアコンや照明の消し忘れ、エアコンの設定温度など)

b) 敷地の自然エネルギー利用の可能性

ヒアリング項目の例	確認事項
①季節ごとの風通し	<ul style="list-style-type: none"> ・各部屋の通風状況(風通しの良い部屋) ・季節の風向(居住者の生活感覚)
②日照条件	<ul style="list-style-type: none"> ・各部屋の日当たり状況 ・隣家の日陰の影響

c) 省エネルギー以外の改修要望・必要性

ヒアリング項目の例	確認事項
①従前の改修履歴の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・水廻りの改修 ・外装、屋根の修繕 ・内装の模様替え ・増築の有無
②内外装等の劣化に対する修繕の要望	<ul style="list-style-type: none"> ・外壁、屋根の劣化対策の必要性 ・配管、設備の更新時期の確認
③模様替えや水廻り修繕の要望	<ul style="list-style-type: none"> ・子供部屋の改装 ・キッチン、トイレ、浴室などの水廻りの改装、修繕
④耐震性、バリアフリーなどに関する要望	<ul style="list-style-type: none"> ・地震時における安全確保 ・床面段差や移動のし易さ ・手摺などの必要性

2) 建物の建設年代による推定

既存住宅の断熱性能を把握する手段として、建設年代から推定する方法があります。その年代別の平均的な性能は、その時代に一般的な構法や建材の仕様・性能と共に、建築基準法などの法規や金融機関の融資条件(住宅仕様)、建設される地域などによって異なります。当然ですが、建設年代が新しいほど住宅の基本性能は向上してきました。

表2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のIV地域について実施した結果です。調査物件数(65件)は多くありませんが、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ました。このような情報を参考にして、過去に設計もしくは施工した住宅の主な仕様を、近似的に推定することができます。

第3章では、この知見を基にケーススタディを行い、断熱改修の効果を推計しています。

表2 典型的な在来木造住宅モデルの仕様(IV地域)n=65 (下段が断熱仕様)

	～1981	1982～1991	1992～1998	1999～2003
屋根	和瓦	和瓦	彩色スレート	洋瓦
天井	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) 図面による判断

建物の現況を調査する前に、図面などからその設計内容を確認することが重要です。入手できる図面類は建物が古くなればなるほど少なくなります。例えば、確認申請図書や見積図面(契約図面)などは保存されている可能性が高いと言えます。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します。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ます。実際には、設計図書と竣工した物件とではその内容が異なる場合があるため、目視できる小屋裏や床下などの実況見分が必要ですが、事前に建物の性能を推定・診断する上で欠かせない作業です。



調査で判明した断熱材の仕様を基に、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ます。その結果から改修前の建物全体の断熱性能を推定することができます。

1.2.2 建物の診断

省エネルギー改修の基本的な設計条件である対象建物の断熱性、気密性に関する診断は、必ず実施する必要があります。ただし、建物の見えない部位の断熱性能などを破壊しない方法で正確に把握することは困難で、確立された診断手法もまだありません。そこで、ここでは比較的实施しやすい推定・診断手法を中心に紹介します。

1) 建物の実況見分

改修手法を選択するにあたり、設計図書だけでは情報が不十分なため、実況見分による状況の把握が欠かせません。本来、躯体の断熱性能は適切な施工がなされることを前提として得られるものですが、本書で扱うような改修物件の場合、建築された当時の温暖地では断熱・防露施工に対する認識が薄く、表3に示す壁と床の取合いなどの施工状況をよく確認する必要があります。

表3 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、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(ベタ基礎か布基礎) 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) 気流止めの有無(床下及び小屋裏空間より確認) 外装のクラック、漏水の形跡
	間仕切壁	気流止めの有無(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
開口部	窓、玄関、勝手口	サッシ・ガラスの種類、パッキン・戸車の劣化状況、サッシ・ドアの立て付け、雨戸の有無

床回りに関しては、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2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す。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を確認することも、断熱改修後の耐久性を維持する上で不可欠です。

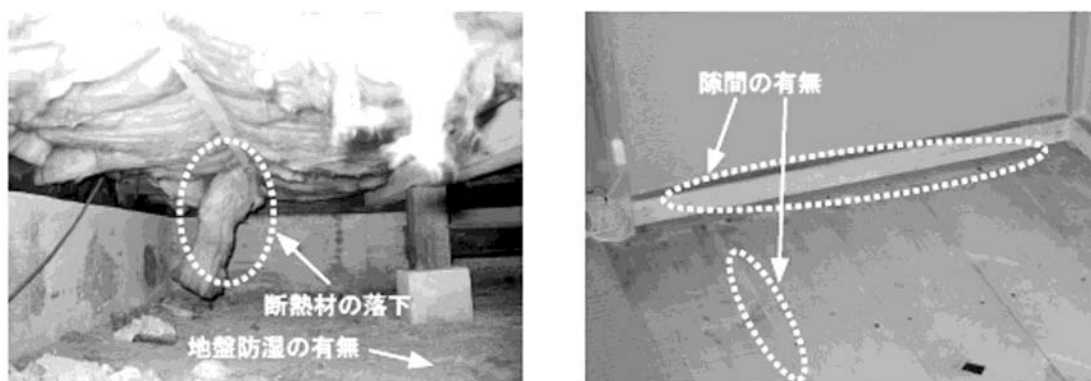


図2 床周りの実況見分の事例

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推奨します。写真(図3左)のように断熱・防湿欠損がある場合は、改修後に開放型暖房機器の使用を控えることや換気の励行など内部結露防止のための対策が必要です。

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す。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にすると良いでしょう。



図3 壁の実況見分の事例

また、後から設置したエアコンの配管工事の際に断熱材を巻き込んだり、新築時の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ります。断熱材が使用され始めた頃は、居室に対する施工が中心でしたから、押入れ上部や廊下、トイレなどの非居室部分には、充填されていない場合もあります。そのような点にも十分注意して確認してください。



図4 エアコン設置工事の際に生じた断熱欠損の例



図5 押入れ上部の断熱欠損の例

モルタル壁やサイディング直張りなどの通気層を持たない外装では、クラックやシール部分の劣化より壁体内へ漏水が生じていることがあります。その様な状況で気流止め(P65 参照)を行うと壁体内の乾燥を阻害し、木材の腐朽を招きかねない状況となります。外壁の実況見分の際には、外装のクラックや漏水の形跡、土台や柱の腐朽を確認し、断熱改修前に外装の補修対策を施すことが必要です。

開口部については、サッシとガラスの種類、玄関や勝手口のドアなどの種類や開き勝手を確認します。温暖地の窓は、アルミサッシに透明単層ガラスの組み合わせが一般的です。また、網入りガラスが入った窓は防火目的のために使われていることがあるので、建築基準法等との関係も確認した方がよいでしょう。

サッシやドアの立て付け、戸車やパッキンの状況も合わせて見分してください。特に、使用頻度の高い引違いのサッシや玄関戸は、隙間風の原因となっている場合があります。また、図7のように下屋と窓の位置関係についても、屋根の放射熱が室内へ影響する可能性があるため、2階の窓と下屋や平屋の屋根との関係を確認してください。

その他、開口部の寸法および開口部廻りの窓台、窓枠の結露や雨水による腐朽、劣化の状況も

調べることが必要です。新規に入れ替えるサッシやドアの重量が既存のものより重くなる可能性があるため、下地となる木材の状況が設置できるか否かの判断基準になります。



図6 既存サッシやドアの実況見分の様子



図7 屋根の放射熱が室内に影響する下屋と窓との関係

2) 敷地の実況見分

敷地の立地環境は、地域性や周辺建物などの影響を受けてその状況は様々です。特に風通しや日照条件は、居住時のエネルギー消費と快適性に大きな影響を与えます。

敷地の実況見分においては、周辺の施設や隣家の日影範囲、建物周辺の樹木(高木)の影などについて、居住者のヒアリングを交えて確認します。特に日照条件が良い場合は、夏期の日射遮へい対策と冬期の日射取得の適切な両立を図るために、建物外皮の省エネルギー改修とともに検討する必要があります。

敷地の風通しは、夏期の省エネルギー対策として重要です。日照条件とともに居住者へのヒアリングによって確認、把握する必要があります。窓先のコンクリートテラスや隣接する駐車スペースの舗装面などは、夏期に日射を受けて蓄熱体となり、通風のための窓開けを促せない場合もあるので、そうした場所の有無も確認してください。

また、地域の風向・風速や日照時間については、公開されている気象庁のアメダスデータや区市町村のホームページなどを参考にするとよいでしょう。それらの気象条件は、附録で紹介する「自然風の利用」「日射熱の利用」など自然エネルギーを活用した省エネルギー改修でも重要な情報となります。



図8 夏期に蓄熱体となる窓先のコンクリートテラス



図9 日影に影響する3階建ての隣家

3) 温度センサーによる診断

断熱改修による熱性能の変化を簡易に把握するには、温度の測定が有効です。室内外の空気や外壁表面の温度を測定することによって、断熱性能の有無や温熱環境の程度を診断することが出来ます。

使用する機材としては、図 10 に示すような放射温度計やデータロガー一体型の温度センサーがあります。放射温度計は、測定対象から離れた位置から、ピンポイントで瞬時に表面温度の把握が可能な測定器です。ただし、赤外線放射エネルギーを変換するという特性により、一般に常温付近の精度は絶対値に対して $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 程度となります。一方、サーミスターや熱電対などの温度センサーは、表面温度及び空気温度の測定が可能な上、常温付近では放射温度計に比べ精度の高い測定が容易です。また、連続測定も可能なので、内外の温度変動を考慮した詳細な検討ができる利点があります。

① 外壁などの断熱性能の診断

外壁や床などの断熱性能を診断するためには、表面温度の測定が適しています。冬季の暖房時に、放射温度計や表面温度センサーなどを用いて室内側の表面温度を測定します。時間帯は、日射の影響が少なく温度が安定している夜間や朝方が望ましいとされています。図 11(左)は、冬季における室内と外壁の内外表面温度を測定した例です。方位が南側であったため、昼間は日射の影響を受けて温度が上昇していますが、夜間は断熱性能に応じて推移しています。グラフから判るように、断熱材の有無は 5°C 以上の差が生じるため、診断が容易です。

② 温熱環境の診断

住宅の断熱性能は温熱環境に反映されるため、室内の空気温度を測定することによっても診断が可能です。図 11(右)は、断熱改修前後の暖房時における室内上下温度分布を測定した結果です。暖房方式にもよりますが、外壁、床、開口部などの断熱性能が低い場合、コールドドラフトの影響によって1階床付近の温度が低下する傾向があるので、部屋の高さ方向中央と床付近の温度を同時に測定すると性能の差異が把握できると思われます。また、断熱性能の低い住宅では朝方の最低室温が 10°C を下回ることがあるので、データがあれば参考にすると良いでしょう。



図 10 温度センサーの例(左:放射温度計、右:ロガー一体型温度センサー)

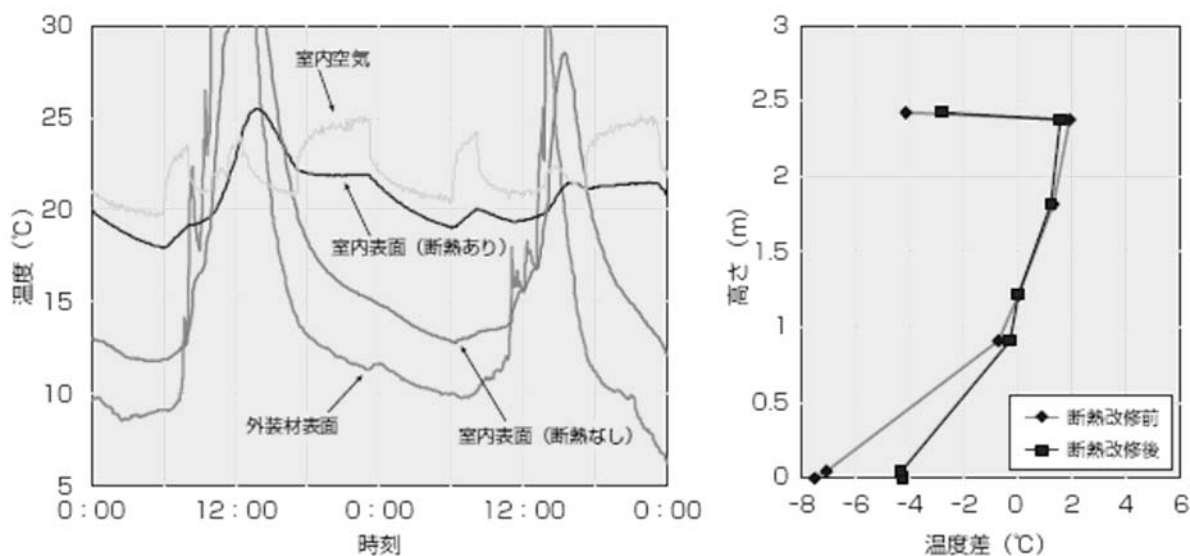


図 11 断熱材の有無による表面温度の差異(左)、断熱改修前後の室内上下温度分布(右)

4) 気密性能の診断

住宅の気密性は、断熱性ととも重要な性能です。気密性を向上することによって、「上下温度差の少ない快適な室内居住環境を実現できる」、「計画的な換気を行なえる」、「内部結露を防止できる」、「無駄な換気による熱損失を防げる」などといったいくつかの大きな効果を期待することができるからです。

① 気密性能 C 値と判断基準

住宅の隙間の大きさを設計図書から求めることはできません。現場で住宅の建物外皮の隙間の大きさ=総相当隙間面積 (cm²) を測定し、その値を実質延べ面積 (m²) で割って 1 m² あたりの相当隙間面積 (C 値) として求めます。この住宅の気密化の程度は住宅の気密性能 (cm²/m²) によって示されます。この値が小さいほど隙間が少なく、気密性の高い住宅になります。住宅の気密性能値は、「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」の中で規定されています。現在は平成 11 年 3 月の第 2 回目の告示により、地域区分 I、II 地域では C 値 2.0 cm²/m² 以下、III、IV、V、VI 地域では 5.0 cm²/m² 以下の住宅としています。

② 気密性能の測定方法

気密性能の測定方法は「JIS A2201 送風機による住宅等の気密性能試験方法」として制定され、気密測定技能者が登録されています。測定は無償で実施される場合もありますが、有償の場合 5 万円前後で依頼することができます。住宅の開口部に送風機を設置し室内の空気を排出し(図 12)、その排出量(隙間からの通気量)と住宅内外の圧力差の関係から総相当隙間面積を算出します。気密性が低い住宅では、隙間が多いため送風機で空気を排出しても、抵抗なく隙間から空気が流入してくるため、排出量を大きくしても室内外の差圧はあまり大きくなりません。一方、気密性が高い住宅は少ない排出量で差圧が上昇します。C 値が 10 を超えるような隙間の多い住宅では十分な差圧を発生させることができなため、2 台以上の測定器を用いて測定する場合もあります(図 13)。

③ 断熱改修と気密性能

既存木造住宅の気密性能は、壁耐力の構法の種類によって大きく異なります。構造用面材による耐力壁構造の枠組壁工法住宅は一般的に在来木造住宅より気密性能が高く気密化を行わなくてもC値は $5 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ 程度あります。一方在来木造住宅においては、気密化が行われていない筋交い工法ではC値は $10\sim 20 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ 程度です。断熱改修では、気密住宅の基準となるC値 $5 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ 以下に気密化することが一つの目安となりますが、それと同時に大切な点は外壁内及び間仕切壁の密閉化を行うことです。断熱した外壁が外気に対して密閉化されていないと、壁内気流により断熱材の保温性が発揮されません。同様に間仕切り壁が密閉化されていないと、間仕切り壁内の空気移動(上昇)により室内の熱が奪われてしまいます。気密性能の向上と同時に壁内の密閉化に配慮した設計・施工が断熱改修のポイントになります。



図 12 気密性能測定の様子

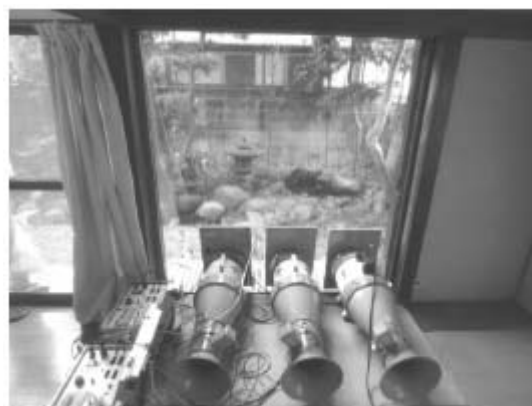


図 13 3台の気密測定器による測定

1.2.3 改修目標・方針の設定

1) 省エネルギー改修による効果

省エネルギー改修では、改修後のエネルギー消費の削減が第一義的な目標ですが、そのために断熱性や気密性を向上させると、一般的には同時に住戸内の温熱環境も改善されます。逆に言えば、冬に足もとが冷える、床が冷たい、すきま風や冷風を感じる、夏に天井が暑いなど、居住者が普段不満に感じている温熱環境を改善することが、省エネルギー改修によってできると言えます。このような観点から、居住者の実感や要望に合わせて、改修を住宅全体に行うのか、特定部位に限定するのかが選択します。

なお、断熱性や気密性を向上させればさせるほど、住戸内の温熱環境の均一性が高まります。しかしながら、既存住宅をそのように改修する方法は新築住宅に比べて困難を伴う場合が多く、例えば昭和55年基準レベルの住宅全体を平成11年基準レベルにまで引き上げるには、多くの費用がかかります。従って、現実には費用対効果を十分に考慮し、必要に応じた改修レベルに設定することが求められます。

2) 温熱環境の向上

温熱環境の快適性は、人が人体と外部との間の熱のやりとりを調節し、周囲環境とほどよいバランスを保つことによって得られます。このバランスに影響するのが、①代謝量(活動量)、②着衣量、

③室温、④放射温度(床や壁、窓等の表面温度)、⑤気流、⑥湿度の6つの要素です。

低い断熱レベルの住宅では、室温(室内中央付近の空気温度)が 20℃であっても、壁や窓、足元の表面温度は低く、放射(赤外線による熱の移動)によって体表面から熱が奪われ、寒く感じます。さらに暖房器の気流や、温度の低い表面による冷気の流れ(コールドドラフト)があると、奪われる熱がより大きくなり、体感温度が低くなります。体感温度(または等価温度)とは、人と室内の熱のバランスを室温、放射温度、および気流の影響を加えて表現した快適性を測る指標で、広く使われています。断熱レベルの高い住宅では、床や壁、窓等の表面温度が高くなるため、放射により奪われる熱の量が減り、さらに窓や壁付近の冷気も減少することから、室温と体感温度の差を小さくすることができます。

$$\text{体感温度の簡単な計算式} \quad \text{体感(等価)温度} \approx \text{表面温度} + \text{室温} / 2$$

※この簡易式は、気流の影響を考慮していません。室内に気流がある場合、体感温度は低く感じられる傾向があります

本書で検討の対象とするような昭和 55 年基準程度の住宅では、床の断熱性能や躯体の気密性能が低いため、断熱改修によって特に暖房時の温熱環境の大幅な改善を期待することができます。また、夏季は屋根面から侵入する熱が少なくなり、感覚的には冷房の効きが良くなるといった効果が得られます。また、近年では先に触れたように、こうした温熱環境の改善が住宅内における高齢者のヒートショックを予防するといった、健康面での効能の重要性も評価されています。

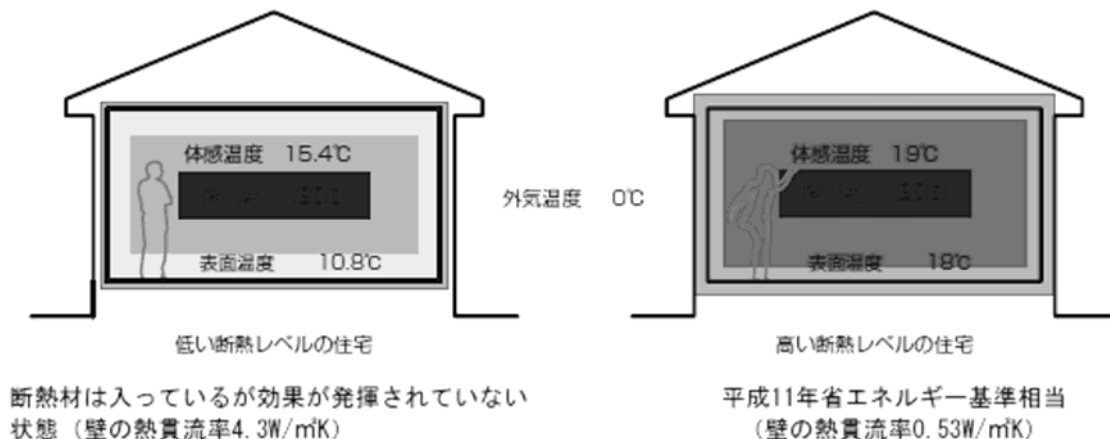


図 14 断熱レベルによる室温・表面温度と体感温度

3) インシヤルコスト

断熱改修のインシヤルコスト(初期費用)は、住宅全体を対象とした全体改修、部屋ごとの部分改修、屋根や床等を対象とする部位改修等、その規模と内容によって大きく異なります。例えば、小屋裏に断熱材を敷き込む部位改修であれば、延べ床面積 120 m²程度の一般的な総2階の住宅で 30 万円程度から可能です。一方、全体改修の場合は、断熱改修関連工事の範囲に限っても 1,000 万円以上かかる場合もありますが、得られる効果も新築の高性能住宅に匹敵するものになります。

いずれにしても、省エネルギー改修は予算やその他の事情によって行える内容が制限されるため、事前調査の結果を精査するとともに、同時に実施できるその他の修繕工事と組み合わせる費用対効果を検討することが現実的です。また、一度に全ての工事を実施するのではなく、季節ごとに気

になる部分を改修するなど、費用負担を時間的に分散する方法も考えられます。2章では断熱改修の工法ごとにインシャルコストの目安となる㎡あたりの工事単価を掲載してありますので、参考としてください。

4) ランニングコスト

図 15 は断熱改修によるランニングコストの変化を示したものです。ここからわかるように、ランニングコストは暖冷房の条件、すなわちライフスタイルによって大きく異なり、暖冷房時間や空調対象室が多いほど、断熱による効果も大きくなります。従って、暖冷房時間の長い世帯では、改修工事にかかるインシャルコストを早い時期に回収できます。また、断熱改修は暖冷房費用の削減だけでなく、温熱環境の向上という効果があるため、健康や快適性を得るための投資といった側面も持ち合わせています。

表4 断熱水準と省エネルギー効果

断熱水準	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)		熱損失係数
	部分間欠暖房	全館連続暖房	
レベル0:昭和 55 年省エネルギー基準相当等の断熱水準	0	0	5.2W/㎡K以下
レベル1:平成4年省エネルギー基準相当の断熱水準	20%程度	40%程度	4.2W/㎡K以下
レベル2:レベル1とレベル3の中間相当の断熱水準	35%程度	50%程度	3.3W/㎡K以下
レベル3:平成 11 年省エネルギー基準相当の断熱水準	45%程度	60%程度	2.7W/㎡K以下

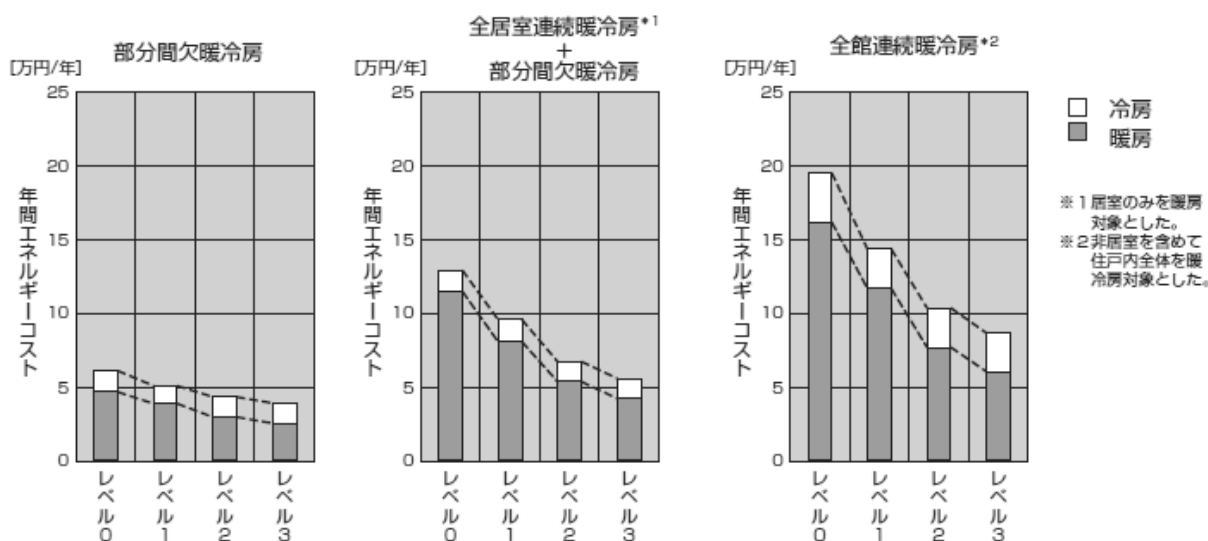


図 15 断熱水準と暖冷房費用

1.2.4 改修計画

前段階で設定した目標や方針に従って、それを達成するための改修部位と改修工法を選択します。

部位ごとに適用できる工法については、第2章で詳しく解説しています。また、それらを適用した改修事例については第4章をご覧ください。

1.2.5 改修効果の予測

与条件や前提条件が複雑に異なる個別のケースについて、省エネルギー改修による効果を正確に予測することは非常に困難です。そこで、本書では典型的な住宅例を取り上げ、それらの省エネルギー効果を第3章で解説します。