

第1部

『既存住宅の省エネ改修技術資料』の概要

「既存住宅の省エネ改修技術資料」の概要

目次

1. はじめに	1
2. 背景・目的	1
3. 対象の住宅	2
4. 「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」の構成 と概要	2
5. おわりに	12
謝辞	12

「既存住宅の省エネルギー改修技術資料」の概要

1. はじめに

低炭素社会を目指し、我が国の中期目標として2020年までに1990年比25%の二酸化炭素排出量削減、長期目標として2050年までに1990年比80%の排出量削減が掲げられている一方で、住宅・建築分野における二酸化炭素排出量の増加が続いている。上記長期目標を達成するには、住宅・建築分野では、省エネルギー化の推進による二酸化炭素排出抑制を図ることが必要不可欠である。一方で、我が国の住まいには健康増進、利便性・快適性の向上といった点において、改善や質的向上が求められているところもあり、省エネルギー化と質的向上の二つの課題を同時に解決するために、より合理的な建築技術の確立と普及が求められていると言える。

こういった状況に対応し、国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所は、温暖地域に建設される木造戸建て住宅を対象とし、居住時のエネルギー消費量を確実に提言するための実用的設計手法を解説した「自立循環型住宅への設計技術資料」を平成16年に出版した。これをテキストとして日本の温暖地域各地で講習会を開いたが、評判は非常に高く、多くの住宅設計などに関わる実務家から注目されることとなった。一方で戸数の面からも影響力が非常に大きいと考えられる、既存住宅の省エネルギー改修に対する必要性も高まってきており、改修に対応したガイドラインを望む声が多く聞かれるようになった。そこで、国土技術政策総合研究所プロジェクト研究「住宅の省エネルギー性能向上支援技術に関する研究(H17-19)」および独立行政法人建築研究所運営費交付金研究開発課題「建築物におけるより実効的な省エネルギー性能向上技術と既存ストックへの適用手法に関する研究(H18-20)」における研究開発の成果を活用し、住宅の省エネルギー改修に関するフローや各種改修技術の特徴などをとりまとめた「既存住宅の省エネルギー改修技術資料」（以下では「改修技術資料」と称す）を出版するに至った。

本技術資料は、概要を示すとともに、「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（以下、解説書と称す）」を第2部として掲載するものである。解説書は、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）を建設地域とする、一戸建ての木造住宅（伝統的工法による住宅も含む）を対象としている。

2. 背景・目的

地球温暖化防止は今や世界の大きな課題となり、日本も先進国としてこの問題に対応すべく、官民をあげて様々な取り組みを開始しているところである。日本においては、温室効果ガスの9割はエネルギー起源の二酸化炭素であるので、温暖化防止対策は省エネルギーに換言されると言ってもよい。日本の場合、民生部門（業務用および家庭用のエネルギー消費に起因する部分）のエネルギー消費の増加が著しく、この部門の省エネルギーが喫緊の課題であることは間違いない。

こういった中で、新築住宅に関しては、多くの省エネルギー手法が提案・実用化されるとともに、省エネ法が強化され、全般的にみれば新しい住宅ほど省エネルギーに関する性能が上がっているといえる。しかし、一方で日本の4700万戸の住宅のうち、70%（3290万戸）は平成4年以前の断熱レベルの低い住宅であると言われている。したがって、既存住宅の省エネルギー化が重要な課題であるが、それに関しては、なかなか進んでいないのが現状である。その理由としては、費用対効果を正当に提示できないために、消費者に断熱改修などの効果を十分に認識してもらえないことが一番大きいものと考えられる。つまり、断熱性・気密性を向上させる省エネルギー改修は、省エネ

ギー効果を高めるだけでなく、一般に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なる。しかし、こうした温熱環境の改善効果は、エネルギーコストなどのように数値によって簡単に提示することができないため、発注者の理解をなかなか得られないケースが多い。

改修技術資料は、工務店や設計事務所に属する住宅生産の現場に直接携わることの多い建築実務者、すなわち必ずしも環境・設備計画分野の専門家ではない一般の住宅設計者を対象に、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ある。また、こうした設計者が本改修技術資料を活用することを通じて、省エネルギー改修の普及・促進をはかることを目的としている。そのために本改修技術資料では、汎用性が高く実用化しうると考えられる技術を優先して取り上げ、そうした技術の具体的な設計・適用方法をわかりやすく説明することにつとめた。また、各技術を用いた場合の効果と経済性についても触れている。

なお、住宅の省エネルギー化のためには躯体の断熱・気密改修だけではなく、自然エネルギーを活用するための改修や、設備の改修も重要であるが、これらは新築を対象とした「自立循環型住宅への設計技術資料」で詳細が述べられており、改修の場合にもその多くが適用できるため、本改修技術資料では附録として、概略を示すにとどめた。

3. 対象の住宅

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」という）の選択・適用方法は、その住宅自体の特徴のほか、住宅が建設された地域や敷地の条件、及び住まい方などの前提となる条件によって変わり、一律ではない。本改修技術資料において、さまざまな条件に対する要素技術を網羅することは困難であることから、主に以下に示す条件の既存住宅に関連する要素技術を取り上げた。

- ・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
- ・住宅の工法 : 木造住宅（伝統的工法による住宅も含む）

こうした条件のもとでも、多様で広範な要素技術が関連する。なお、敷地の形状・規模や住宅の形態などが特殊な場合においては、適用することが困難な要素技術もあり、そうした場合には、設計者自らが工夫を凝らして計画することが求められる。

なお、改修技術資料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工法や共同住宅などに適用できるものもあり、第4章の省エネルギー改修の実例でも一例を挙げている。

4. 「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」の構成と概要

解説書は4章と附録2章から構成され、各章の概要は以下のようなものである。

第1章では、省エネルギー改修のプロセスと要素技術の概要について示されている。まず、プロセスとして、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段階で整理している。その後、「Ⅰ与条件・要求条件の把握」では、ヒアリング、建物年代からの推定、図面からの判断、「Ⅱ建物の診断」では、建物の実況見分、敷地の実況見分、温度センサーによる診断、気密性能の診断、「Ⅲ改修目標・方針の設定」では、省エネルギー改修による効果（表1）、温熱環境の向上、イニシャルコスト、ランニングコスト（図1）についてなど、それぞれの段階で注意すべき点が示されている。次に、要素技術の概要、要素技術の手法一覧等が示されている（表2）。

表1 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	
昭和55年省エネルギー基準 相当等の断熱水準(レベル0)	0	0	5.2W/m ² K以下
平成4年省エネルギー基準 相当の断熱水準(レベル1)	20%程度	40%程度	4.2W/m ² K以下
平成11年省エネルギー基準と平成4年 省エネルギー基準の中間相当の断熱水準 (レベル2)	35%程度	50%程度	3.3W/m ² K以下
平成11年省エネルギー基準 相当の断熱水準(レベル3)	45%程度	60%程度	2.7W/m ² K以下

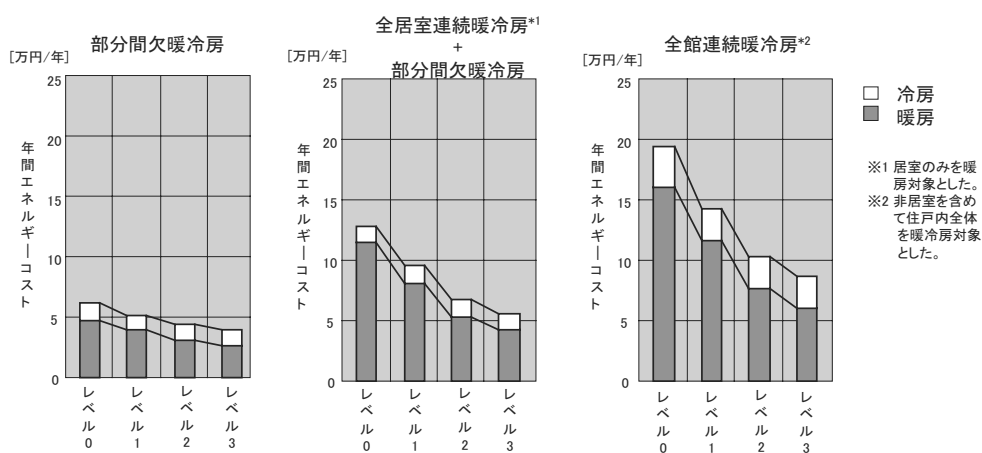


図1 断熱水準と暖冷房費用

表2 要素技術の手法一覧

建物外皮の 改修	断熱性向上	屋根・天井、外壁、床・基礎、開口部の改修
	遮熱性向上	屋根の改修
	気密性向上	壁の上下端からの気流止め設置、開口部の改修 和室の床廻りの改修
	日射遮蔽対策	日射遮蔽部材の設置
	自然エネルギー活用 (付録)	自然風利用、昼光利用 日射熱利用のための改修
設備の改修 (付録)	暖冷房設備、換気設備、給湯設備、照明設備の改修 太陽光発電、太陽熱給湯、高効率家電機器の導入 水と生ゴミの処理と効率的利用	

第2章では、建物外皮に関する省エネルギー改修方法が示されている。まず具体的な改修方法を示す前に、改修方法の選択について改修規模からみた検討(表3)、一般的に必要なとされている断熱気密層の基本構成(表4)、各部位ごとに用いられる断熱改修工法の概要(表5)、さらには断熱材の種類や特徴と設置部位が示されている。その後、具体的な断熱・遮熱・気密改修の手法として、一覧を示したのち、それぞれの手法の詳細が示されている。対象となっている改修手法は、在来軸組木造による一般的な戸建住宅を想定し、それに適応し易いもので、多くの木造住宅が抱える断熱・遮熱・気密の問題をそのテーマごとに、木造の実験住宅を用いて、省エネルギー改修手法に関する施工性と性能について検証し、その結果をまとめてある。また、各改修手法は、共通のフォーマットに整理され、工法の概要、改善効果、施工手順などについて詳しく解説されている。さらに、建物外皮の省エネルギー改修に関する設計や施工の際に参考となる情報も掲載している。ただし、新たに実証実験ができなかった手法については、既往の知見が援用されている。

日射遮蔽による改修は別に項を立ててあり、その目的とポイントと具体的な手法が示されている。具体的な手法としては、部位で開口部(表6)、屋根と外壁、その他に分け各種の手法について詳細が示されている。

表3 改修規模の比較




改修規模	改修の概要	長所	短所
①部位改修 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の断熱材が壁や天井などに施工されている 屋根・天井、外壁、床、開口部などの無断熱の部位を断熱改修する 	<ul style="list-style-type: none"> 床や屋根であれば安価に改修できる手法がある 内外装の工事を伴わない断熱改修を実施できる 工期が短かく(1日～3日程度)、住まいながらの改修が可能である 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の断熱材の性能が低い場合、目標とできる性能値は中程度で、快適性の向上に期待 無断熱の部位全てに断熱材を施工しない場合(外壁を改修しない場合など)は、建物全体の断熱区画が形成できない
②全体改修 	<ul style="list-style-type: none"> 屋根や外装の修繕、室内の改装、設備更新など、他の改修工事と組み合わせさせて断熱改修を実施する 大掛かりな改修工事となる 	<ul style="list-style-type: none"> 高性能な断熱材を全ての部位に施工することができるため、高い断熱性能の改修目標レベルを目指すことができる 耐震改修やバリアフリー改修などの組み合わせが容易である 	<ul style="list-style-type: none"> 断熱工事の範囲にとどまらない壁等の躯体を含む改修工事となり、費用がかかる 関連工事が多くなり工期が長くなる(概ね1.5ヶ月～) 手法によっては住まいながらの改修が困難である
③部分改修 	<ul style="list-style-type: none"> ライフステージの変化に合わせて中心的な生活の場を断熱改修する。 1階の範囲、もしくは、部屋単位での改修をおこなう。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用頻度の高い部屋の局所間欠暖房に効果的。 比較的短工期で安価に実施できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 非暖房室との温度差が大きくなる(ヒートショックの問題) 非暖房室への結露対策が必要である

表4 改修による断熱層の形成

部 位	断熱材の位置	改修による断熱層の形成
屋 根	野地板の外側	野地板の外側に断熱材を設置し、通気層を確保して断熱層を形成する。一般に、透湿抵抗があり吸水率が高い断熱材を用いることが多いので防湿層は必要ない。断熱区画が屋根面になるので、その室内側となる小屋裏に断熱材がある場合は撤去し、妻壁に断熱材を設置して換気口を塞ぐ
	垂木間	垂木間に断熱材を設置すると湿気が侵入した場合、野地板の裏面に結露する可能性が高い。必ず垂木下端に防湿シートなどで防湿層を形成し、野地板の裏面に通気層を採る断熱層の構成とする。断熱区画を屋根面とする場合、小屋裏の断熱材は撤去し、妻壁に断熱材を設置し換気口は塞ぐ。屋根面及び天井面の二重断熱層とする構成もある
天 井	小屋裏(天井裏)	防湿フィルム付きの断熱材、もしくは、防湿層を室内側(天井面)に設置して、断熱層を形成する。温暖地の場合、防湿フィルム付きの断熱材を隙間なく施工すれば小屋裏での結露発生の危険性は低い。ただし、必ず小屋裏換気の対策を講じること
外 壁	軸組みの外側	軸組みの外側に断熱材を設置し透湿防水シートなどで防風層を設ける。新規の外装下地に通気層を確保し断熱層を形成する。一般に透湿抵抗の高い断熱材を用いることが多いので防湿層は必要ない。既存の断熱材は残したままでもよい
	柱・間柱間 室内側	外装を撤去し外側から断熱材を充填する場合は、断熱層の再構成が可能である。室内側からの充填で外装を更新しない場合は、防湿層の設置に加え室内湿度を低く保つ等の対策が不可欠である
床	根太間・床上	既存床に合板と同等の防湿性と気密性を有する材料が最も室内側にあれば、防湿層の設置は必要ない。ただし、床下は開放空間とし湿気を換気し易い状態を確保すると共に、室内湿度を低く保つなどの対策が不可欠となる
基 礎	基礎の外側	基礎の立ち上がり部分を防湿層とし、透湿抵抗が高く吸水性が低い断熱材を用いて断熱層を形成する。床下は、室内と同等扱いとなるため、基礎は湿気対策として防湿コンクリートもしくはベタ基礎である必要がある

表5 改修手法の一覧

部位・分類		工法名称	
1) 屋根	断熱改修	手法 1	屋根外張断熱工法
	遮熱改修	手法 2	屋根遮熱工法 (遮熱シート)
2) 天井	断熱改修	手法 3	小屋裏敷込み断熱工法
		手法 4	小屋裏吹込み断熱工法
		手法 5	天井内張断熱工法
	気密改修	手法 6	小屋裏気流止め工法
3) 外壁	断熱改修	手法 7	外壁外張断熱工法
		手法 8	外壁内張断熱工法
4) 床	断熱改修	手法 9	床下充填断熱工法 (無機繊維系断熱材)
		手法 10	床下充填断熱工法 (発泡プラスチック系断熱材)
	気密改修	手法 11	床下気流止め工法
5) 基礎	断熱改修	手法 12	基礎外張断熱工法
	断熱改修	手法 13	アタッチメント工法
6) 開口部	断熱・気密改修	手法 14	2重化工法
		手法 15	カバー工法
		手法 16	カット工法
7) その他	断熱改修	吹付け断熱工法 吹込み断熱工法	
	気密改修	和室畳床の気密工法	

表6 開口部の日射遮蔽手法

開口部の日射遮蔽手法		概要	効果
(1) 日射遮蔽効果のある開口部材を選択する		サッシおよびガラスに遮熱性能の高いものを選択する	中
(2) 開口部に日射遮蔽部材を設置する	①外付け日射遮蔽部材	外付けブラインド等、開口部の室外側に付属部材を設置する場合で、全方位にわたって効果が期待できる	大
	②内付け日射遮蔽部材	カーテンやブラインド等、開口部の室内側に付属部材を設置する	小
(3) 開口部外側上部に庇やパーゴラ等を設置する		庇等を利用して開口部から侵入する日射を遮る手法で、設置位置の方位と出寸法によって日射遮蔽の効果が異なる	南面で大

第3章では、省エネルギー効果の推計について示している。内容は、実態調査に基づく既存住宅の断熱性能の推定値（図2、3、表7）をベースにした改修効果のケーススタディと、検証実験による部分断熱改修の効果に分かれている。前者では、イニシャルコスト、エネルギー消費量からみた結果が示され、実際的な例として、築25年程度経過した住宅を平成11年度省エネルギー基準程度の断熱性の住宅に改修する場合を示し、そのコストや省エネルギー効果が示されている。その結果、省エネルギー効果の試算によると35%程度の削減となっている（表8、図4）。

後者では、概ね25年ほど前の建物仕様による実験用の木造住宅（図5）に、各種の改修（表9）を実施した実験結果から、気密性能、体感温度、足元温度などへの効果などを示している。特に気流止めと床下への断熱追加によって上下温度差（床上50mmと900mm）が小さくなり（図6）、足下温度の上昇に大きく役立っていることが示されている。また、暖房コストの削減効果も検討しており、暖房設備にヒートポンプエアコンを想定（COP=3）するなどして、試算した結果、Case2の改修工事を行った場合、間欠暖房では約12,000円/年、連続暖房では24,000円/年程度の暖房費の削減が見込めること（図7）などが示されている。

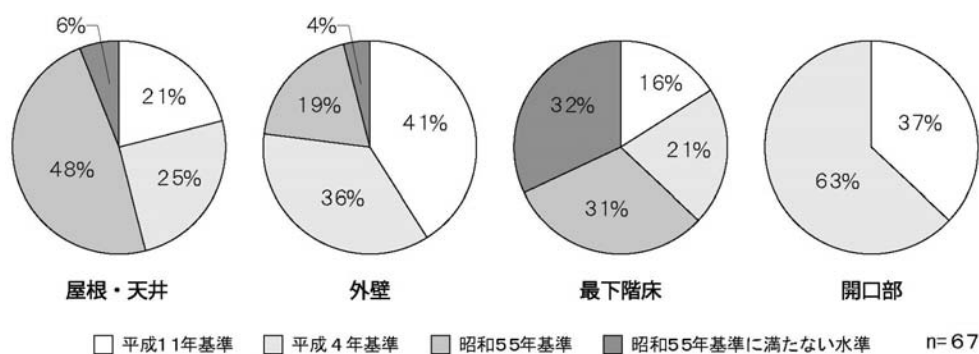


図2 各部位における断熱水準の達成状況 (IV地域)

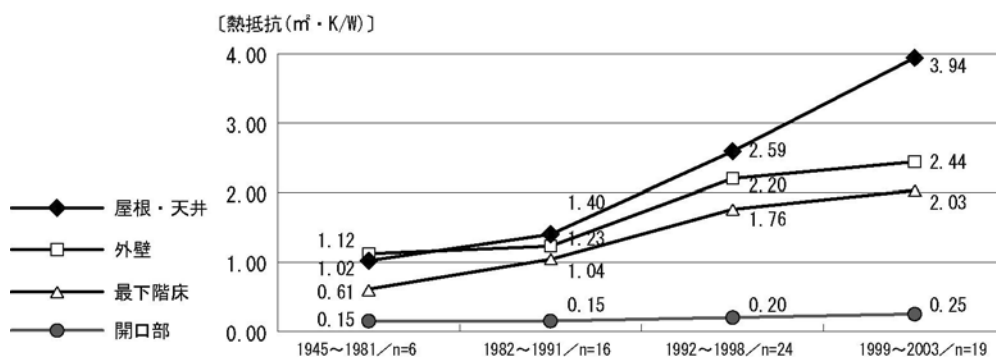


図3 年代区分別にみた各部位における断熱水準の推移の状況 (IV地域)

表7 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	ラスモルタル・リシン GW10K t=50	ラスモルタル・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

表8 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 W/m ² K (0.74)
② 外壁(手法9)	3,161 千円	4.53 W/m ² K (0.42)
③ 開口部(手法14)	1,956 千円	4.14 W/m ² K (0.81)
④ 最下階床(手法10)	906 千円	4.16 W/m ² K (0.79)
⑤ ③+④	2,862 千円	3.53 W/m ² K (1.60)
⑥ ①+③+④	3,208 千円	2.87 W/m ² K (2.08)
⑦ ①+②+③+④	6,369 千円	2.34 W/m ² K (2.61)

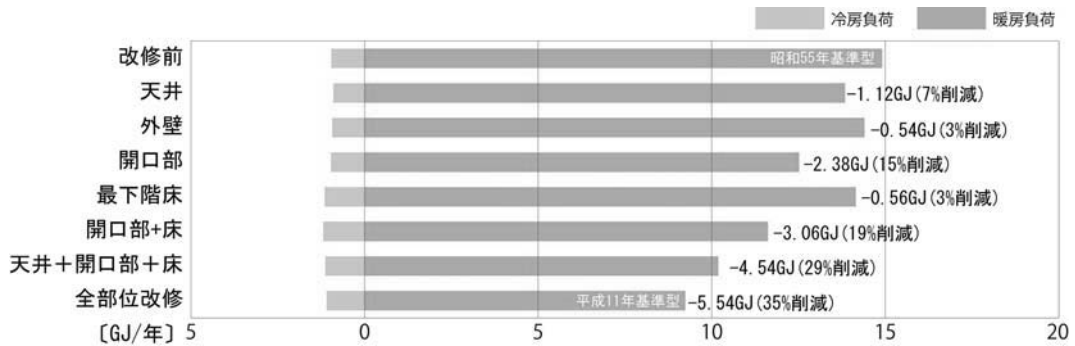


図4 年間の戸当たりエネルギー消費量と削減率

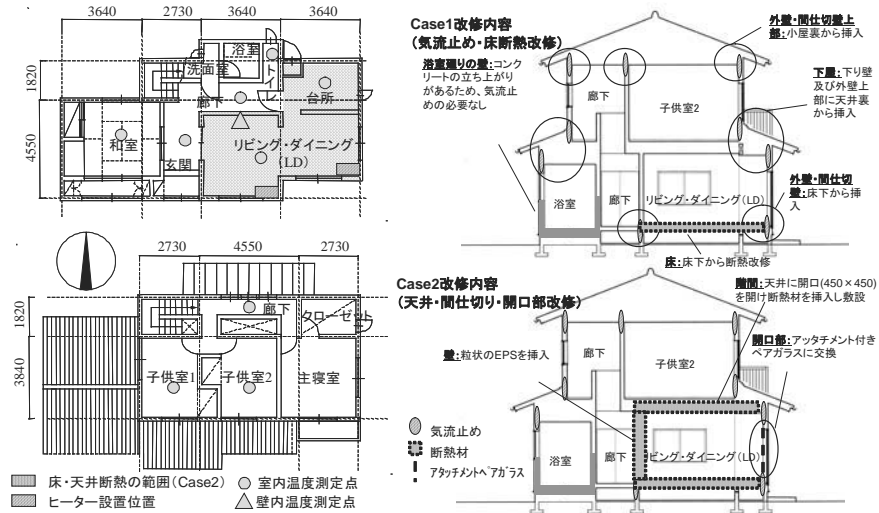


図5 建物概要と断熱改修手法

表9 断熱改修手法の概要と工事費用

記号	部位	施工範囲	改修方法(Case0は竣工時の仕様)	熱損失係数 (W/m ² K)	工事費用
Case0	床・天井	建物全体	無断熱	3.49	—
	外壁	建物全体	グラスウール 10k t=50mm		
	サッシ	建物全体	アルミサッシ・単板ガラス(パッキン加工)		
Case1	壁の上下端部	建物全体	床下から気流止めを設置(手法2)	3.30	約45万円
		建物全体	小屋裏から気流止めを設置(手法1)		
	床	LDKのみ	床下からグラスウールボード 32k 80mmを充填(手法10)		
Case2	階間	LDKのみ	天井に開口を開けグラスウール 16K100mmを敷設(手法5)	3.12	約90万円
	間仕切壁	LDK廻り	天井の開口を経由し、発泡ポリスチレンビーズを挿入		
	開口部	LDKのみ	既存ガラスをアタッチメント付きペアガラスに交換(手法13)		

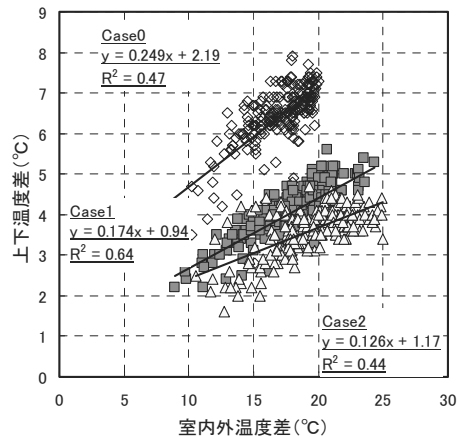


図6 上下温度差

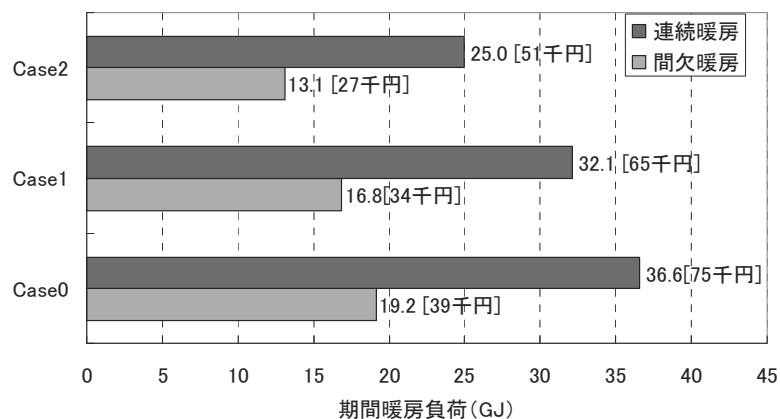


図7 LDKの期間暖房負荷及び暖房費の推定値（〔 〕内は暖房費用）

第4章では、実例の紹介として、軽微な改修の実例（住まいながら実施した例）、大規模な改修の実例、新しい工法による改修の実例に分けて、それぞれ2例ずつ計6例（表10）が示されている。それぞれに、第1章で示した省エネルギー改修のプロセスに対応した検討結果などが示されており、具体的な改修の方法、使用材料などとともに、その気密性・断熱性への効果なども示されている。とくに軽微な改修の実例と大規模な改修の実例で取り上げた4例は、いずれも実際に居住している住宅における改修の例であり、実務者にとっては大変参考になるデータであると考えられる。また、新しい工法による改修実例では、集合住宅における改修も取り上げている。

表10 対象住宅一覧

No.	地域・竣工年	改修の概要	実例概観（改修前）
住まいながら実施した省エネ改修	① 神奈川県 A邸 1981年竣工 在来木造 2階建一部平屋	<ul style="list-style-type: none"> ・建物の部位毎に解体を伴わない手法で改修を実施 ・事前調査：1日、工期：3日間 	
	② 東京都 B邸 2005年竣工 在来木造 2階建	<ul style="list-style-type: none"> ・一部の解体のみで部位毎に改修を実施 ・同時に換気システムを導入 ・事前調査：1日、工期：3日間 	
大規模リフォームによる省エネ改修	③ 東京都 C邸 1974年竣工 在来木造 2階建	<ul style="list-style-type: none"> ・中古住宅を購入し、入居前に大規模な全体改修を実施 ・下地合板の面剛性によって耐震性能を向上 ・工期：5ヶ月 	
	④ 山口県 D邸 1972年竣工 在来木造 2階建一部平屋	<ul style="list-style-type: none"> ・老朽化した住宅の大幅な性能向上を目指して、大規模な全体改修を実施 ・高齢者世帯であるため、バリアフリー改修も実施 ・工期：4ヶ月 	
新しい工法による省エネ改修	⑤ 茨城県 実験住宅 1980年代の建物を想定した在来木造 2階建一部平屋	<ul style="list-style-type: none"> ・リビング・ダイニング、キッチンを中心に真空断熱材を用いた部分断熱改修（6面断熱）を実施。 ・工期：7日間 	
	⑥ 東京都 集合住宅 1977年竣工 RC造 8階建	<ul style="list-style-type: none"> ・内装リフォームに伴い部分的な断熱改修を実施。同時に換気システムを導入 ・工期：7日間 	

附録は1と2に分かれており、附録1が自然エネルギー活用改修、附録2が省エネルギー設備改修である。前者には、自然風の利用、昼光利用、太陽光発電、日射熱の利用、太陽熱給湯が取り上げられ、後者には、暖冷房設備改修、換気設備改修、給湯設備改修、照明設備改修、高効率家電機器の導入、水と生ゴミの処理と効率的利用が取り上げられている。これらは新築を対象とした「自立循環型住宅への設計技術資料」で詳細が述べられているが、その中から改修の場合に適用できる部分に焦点を絞って、概略を示している。

5. おわりに

以上が、「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」の概要である。この解説書では、汎用性が高く実用化しうると考えられる技術を優先して取り上げ、そうした技術の具体的な設計・適用方法をわかりやすく説明している。それらの内容は、工務店や設計事務所に属する住宅生産の現場に直接携わることの多い建築実務者、すなわち必ずしも環境・設備計画分野の専門家ではない一般の住宅設計者を対象に、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ある。

謝辞

この改修技術資料の作成に当たっては、自立循環型住宅研究開発委員会の事務局として、産官学間の連携を支援した(財)建築環境・省エネルギー機構の多大なる貢献があった。また、この改修技術資料は、同委員会の研究活動に参加した大学、他の研究機関、民間企業の研究者及び専門家の協力なくしてはなし得なかった成果である。ここに記して深甚なる謝意を表す。

(執筆：建築研究所 桑沢保夫)