

住宅の省エネルギー性能向上 支援技術に関する研究

(元)国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築新技術研究官
(現)独立行政法人建築研究所 環境研究グループ長

国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部環境・設備基準研究室 主任研究官

さわ ち たか お
澤地 孝男
にしざわ しげ き
西澤 繁毅

1. はじめに

住宅でのエネルギー消費による二酸化炭素排出量はわが国の総排出量の13%となっており、また、その増加率は1990年比30.0%（2006年度）と、京都議定書目標達成計画（2005年4月）における2010年までの目標である「6%増までの抑制」との乖離が著しくなっている。その対策として、新築住宅（約110万戸/年）の断熱化が省エネルギー基準等の整備により促進されている一方、4千数百万戸の既築住宅を対象とした躯体断熱化および省エネルギー設備の導入もきわめて重要不可欠な課題となっている。

平成13年度から16年度にかけて行った、国土交通省総合技術開発プロジェクト「循環型社会および安全な環境形成のための建築・都市基盤整備技術の開発（通称：自立循環総プロ）」では、新築・温暖地域（住宅の省エネルギー基準のⅣ地域）・木造戸建の住宅を主な対象として技術開発を行い、その成果は「自立循環型住宅への設計ガイドライン（財団法人建築環境・省エネルギー機構、2005年）」としてまとめられ、各地の講習会のテキストとして利用されているところである（約80カ所の講習会で約6,000人が受講している）。

本研究課題は、自立循環総プロの研究開発成果を受けて、住宅の省エネルギー性能向上の対象を新築から改修へ、温暖地域以外へと拡大するために、平成17年度から19年度にかけて省エネルギー技術の研究開発を行ったものである。特に改修については、改修技術そのものの開発や、居住者のライフスタイル・ニーズを十分反映できる改修計画手法の開発が不十分であり、省エネ改修普及の障害になっている。その要因を明確化した上で、改修の普及を支援するための技術体系の開発整備に取り組むものである。

2. 建物外皮の断熱改修に係わる 低コスト化・簡易化技術の開発

住宅の省エネルギー基準は、昭和55年に創設され、その後、平成4年、11年と2回の改正がなされている。平成4年以降、断熱のメリットに関する知識が広まり、寒冷地の住宅、工業化住宅、枠組壁工法の住宅を中心に断熱が普及してきたが、平成一桁以前の住宅には断熱が十分とはいえない住宅が少なくなく、またそれらの住宅ストックにおける断熱改修も普及するに至っていないのが現状である。本研究では、断熱が普及する以前の在来木造住宅を模した実験住宅を建設し、施工性検証実験により多様な断熱改修方法について手間やコストを検証するとともに、省エネルギー、温暖

環境に及ぼす効果について実証実験を行った。

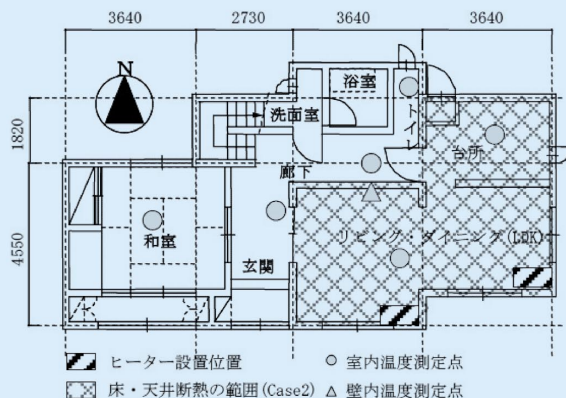
(1) 施工性検証実験

施工性について検証した断熱改修手法は多種多様にのぼるが、その中から、図—2，3に、床下気流止め施工実験と開口部改修施工実験の状況を示す。床下気流止め施工実験では、断熱性能を低下させる壁体内気流を防止する目的で、グラスウール（10k50mm）を床下から外壁および間仕切壁下部に挿入する実験を行い、施工が困難または

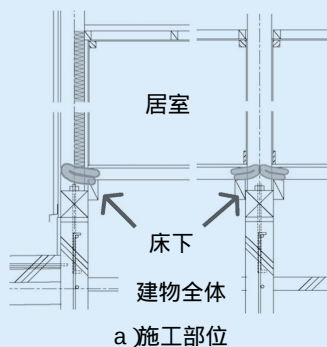
想定外の部位の確認を行っている。また、開口部改修施工実験では、既存サッシをいかして単板ガラスからアタッチメントを介したペアガラスへの交換作業の検証を行っている。また、それぞれの施工性検証実験ではコストの検証も行っている（表—1は気流止め工事の例）。

(2) 断熱改修実証実験

施工性検証実験で行った断熱改修手法のいくつかを組み合わせ、断熱改修後の効果を実証した



図—1 改修実験を行った戸建実験住宅（左：1階平面図，右：南側全景）

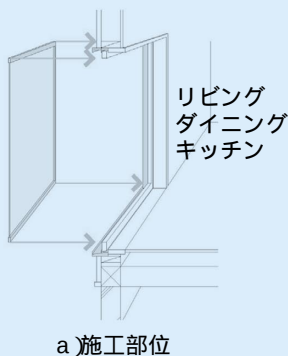


a) 施工部位

b) 施工作業の状況

c) 施工作業後

図—2 床下気流止め施工実験の状況



a) 施工部位

b) 施工作業の状況

c) 施工作業後

図—3 開口部断熱改修施工実験の状況

表—1 コスト検証例（気流止め工事）

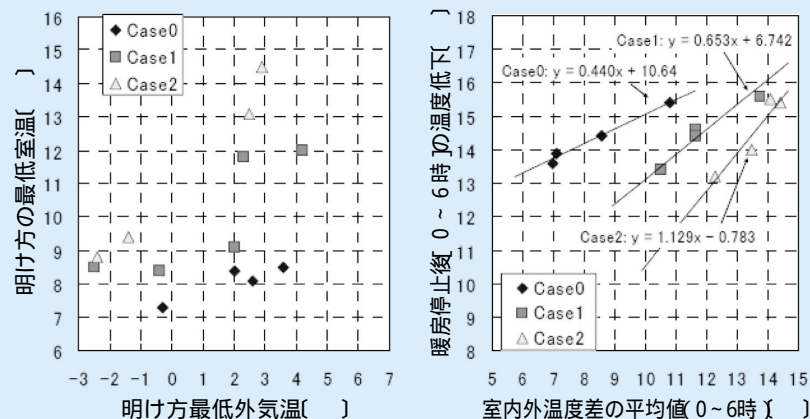
改修手法	前提条件		労務費	材料費	参考歩掛	参考単価 （材工）
	作業人数	作業率				
床下 気流止め工事	3人	18.1m/h	22,000円/人・日	330円/m	0.021	880円/m
小屋裏 気流止め工事	3人	22.1m/h	22,000円/人・日	750円/m	0.017	1,240円/m

（注）材料費は製品定価の80%を計上。参考単価には10%の諸経費を加算

表—2 断熱改修実証実験結果

記号	部位	施工範囲	改修手法	相当隙間面積 （cm ² /m ² ）	工事費用
Case 0			改修前（旧基準相当）	19.4（19.7） ^{注）}	—
Case 1	間仕切壁・外壁 の上下端部	建物全体	床下，小屋裏から気流止めを設置	15.8（14.0） ^{注）}	約45万円
	床	LDKのみ	床はそのまま，床下から断熱材を充填		
Case 2	隙間	LDKのみ	天井に開口（450×450）を開け断熱材を挿入し敷設	17.5（17.7） ^{注）}	約90万円
	間仕切壁	LDK廻り	天井の開口を経由し，粒状のEPSを挿入（吹き込み）		
	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		

（注）（ ）内はLDKのみの相当隙間面積（cm²/m²）



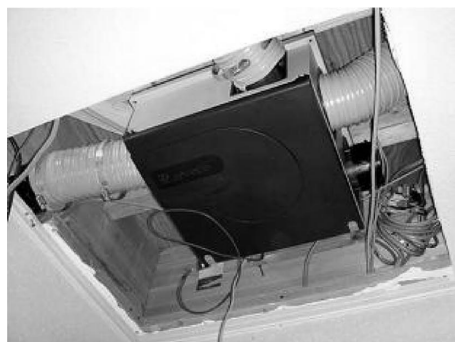
図—4 断熱改修前後の温熱環境の変化

結果の一部を表—2，図—4に示す。この事例では，関東のような比較的温暖な地域では暖房費そのものが高額でないことから，コストの改修年数は長期間になる。しかし，暖房停止後の室温の低下や室内足元の気温の上昇など，質の面では明確な効果が現れている。一連の検討からは，壁と床下，階間，天井裏等の取り合い部分の通気止め設

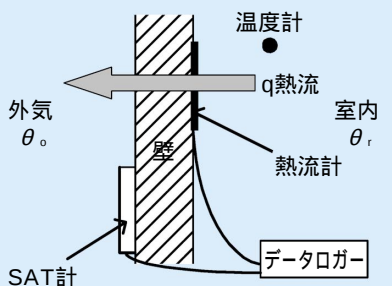
置が低コストでかつコストパフォーマンスが高い改修手法であることを確認している。

3. 設備システムに係るエネルギー効率向上のための改修技術

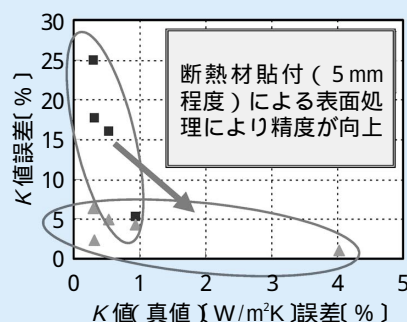
本研究では，断熱改修とあわせて行うことが可



図—5 ダクト式3種換気施工状況（左：ファン本体，右：ダクト隠し用下がり天井）



図—6 断熱性能簡易測定法の骨子



図—7 測定精度向上手法の検証結果

能な、給湯、換気、暖冷房、照明設備等の改修技術の検討を行っている。図—5は既存住宅にダクト式換気設備を導入した例である。フレキシブルダクトを利用して1階天井懐に換気ファンを設置して施工時の課題について検証を行っている（梁等のダクトが通らない部分のダクト隠し用下がり天井設置等の工夫、ダクト施工・確認のために天井等を開ける穴、工数（費用、施工時間）等）。

4. 既存住宅を対象とした省エネルギー性能診断技術の開発

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る、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。本研究では、残存図面等資料や目視によって得られる情報をもとに安価に躯体や開口部の現状を判断する方法を提案するとともに、比較的安価な測定器を用いた部位ごとの断熱性能簡易測定法の開発を行った。簡易測定法は熱流計、日射等の影響を

加味した相当外気温度を測定するSAT計、温度計とデータロガーで構成され（図—6）、測定精度を向上させるための検証を行っている（図—7）。また、改修工事に伴う標準的コストの算出および光熱費削減効果の推定法作成、立地および居住者属性等と条件を勘案した改修技術メニューの組合せ提案作成については、施工実験、熱負荷計算、実証実験の結果から推定法とガイドラインの骨子を作成している。

5. 居住者のライフスタイルに応じた省エネルギー設備計画の最適化技術の開発

建物外皮の断熱性能とともに、住宅に導入される給湯、換気、暖冷房、照明設備等の設備機器の性能の良否は住宅の消費エネルギー量を大きく左右する。自立循環総プロでは、居住者の生活行動を模し、住戸内で消費するエネルギー量を計測できる実証実験設備を、集合住宅実験棟（図—8）内の4住戸に整備しており、本研究では実験設備を拡充して、実稼働条件下における消費エネルギ

一量とシステム効率の検討を、人工気候室内における詳細な挙動計測とあわせて行い、種々の生活条件や気象条件下における評価手法を構築した。検討した主な設備機器は表—3のとおりである。

図—9は、実使用条件下でのエアコンの稼働実験結果をもとに開発した実働効率予測法の結果である。JIS条件と異なる負荷率、外気条件でのエアコンの効率（COP）を推定することが可能である。

図—10, 11は、給湯設備の実働効率を実験した

結果のうち、従来型ガス給湯器と貯湯式CO₂ヒートポンプ式給湯器の実働効率を、出湯スケジュールごとにまとめたものである。瞬間式が消費量の変化に影響を受けにくい一方で、貯湯式は湯消費が少ないと効率が低下するといった知見が得られている。

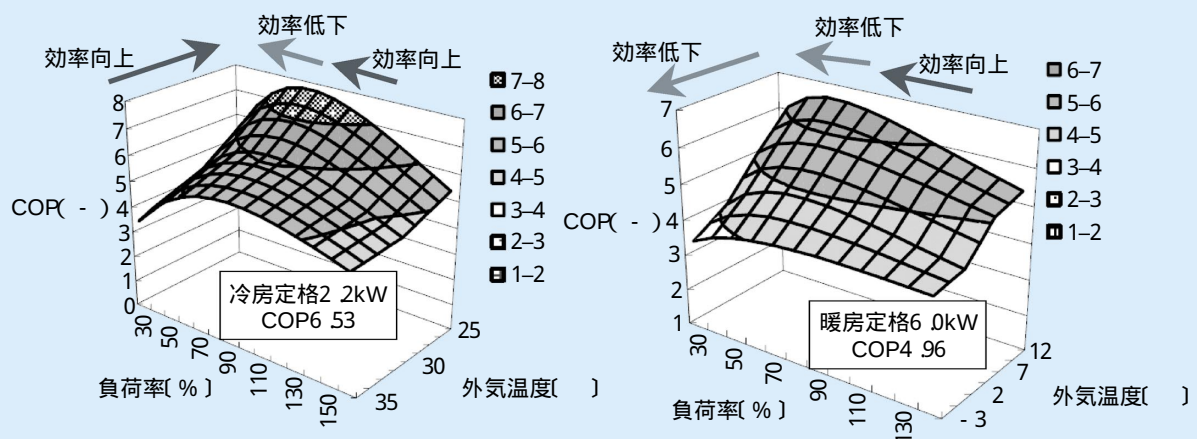
図—12は、冷房通風行為が冷房消費電力に及ぼす影響を検討した実証実験結果に基づいて、期間冷房消費電力量を推計した結果である（実証実験用集合住宅301号室の結果）。窓を開けず在室時に



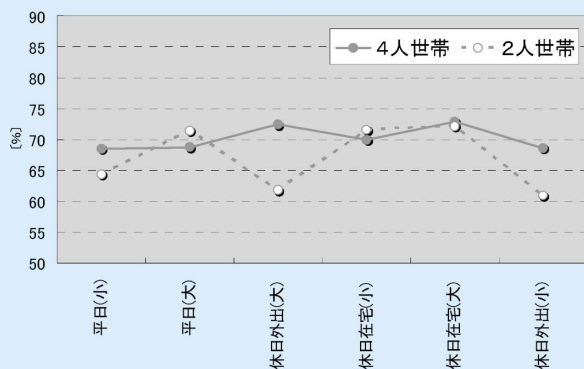
図—8 実証実験用集合住宅

表—3 検討した主な設備機器と省エネ手法・適正化手法

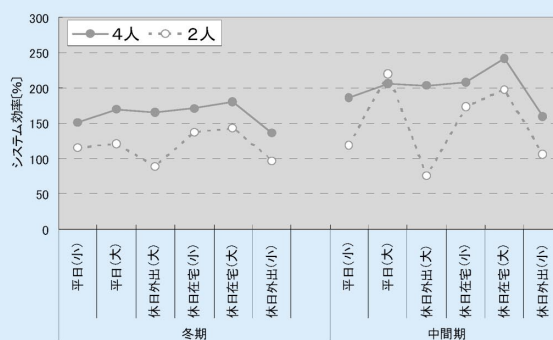
	給湯	換気	暖冷房	照明
設備機器	平板型太陽熱温水器、潜熱回収型給湯器（石油、ガス）、ヒートポンプ式電気給湯器、燃料電池、ガスエンジンコジェネ等	高効率送風機	エアコン、床暖房、FF暖房機等	高効率照明機器
省エネ手法 適正化手法等	配管の断熱	ダクト径確保、メンテナンス	通風利用	昼光利用 光ダクト



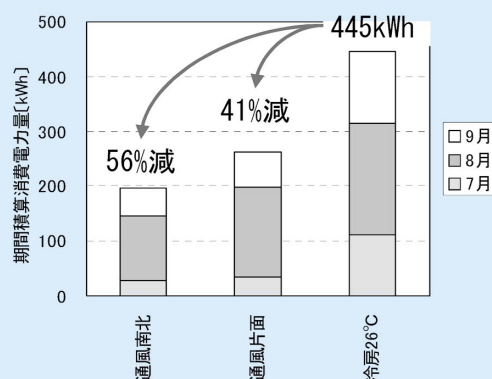
図—9 エアコンの実働効率予測法の結果（左：冷房時、右：暖房時）



図—10 ガス給湯器（従来型）の実働効率（中間期）



図—11 貯湯式CO₂HP給湯器の実働効率



図—12 301号室の期間積算冷房消費電力量の推計結果

26 設定でエアコンを稼働させる条件（冷房26℃）に比べ、通風可能時に外部に面した窓を開放する条件（通風片面）で通風を利用すると41%、窓の他に室内開口（ドア、ふすま）も開放可能とする条件（通風南北）では56%の冷房消費電力削減効果がある結果となった。

6. まとめ

本研究課題では、平成17年から19年にわたる3年間にかけて、住宅の省エネルギー性能を向上する技術の研究開発に取り組み、省エネルギー改修技術、設備システムに関して多くの知見を蓄積す

ることができた。本研究の成果の一部は、平成20年4月に設けられた戸建住宅を主に対象とした断熱改修促進のための税控除制度のための告示策定に活用された。また、平成21年4月に予定されている住宅の省エネルギー基準の改正・強化に向けて、躯体および設備の省エネルギー性能評価手法として活用される見込みである。

また、自立循環型住宅への設計ガイドラインを拡張する形で、蒸暑地域版（住宅の省エネルギー基準のⅤ，Ⅵ地域向け）、準寒冷地版（Ⅱ，Ⅲ地域向け）、省エネ改修版の省エネ設計施工ガイドラインとしてまとめられ、住宅設計・施工実務者向け講習会に活用される予定である。