

# 住宅における良好な温熱環境実現のための改修方策に関する検討 (第1報) 実証実験における実験条件、実験ケース等の概要

## A study on housing renovation method for achieve a good thermal environment in houses

### Part1 Outline of demonstration experiment using an actual test house

正会員 ○折田 信生 (ベターリビング) 正会員 咸 哲俊 (ベターリビング)  
正会員 前 真之 (東京大学)

Nobuo ORITA\*<sup>1</sup> Tetsujun KAN\*<sup>1</sup> Masayuki MAE\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> Center for Better Living \*<sup>2</sup> The University of Tokyo

Many of the existing houses in our country do not have a sufficient thermal environment. In particular, bathrooms, undressing rooms and toilets are often inferior, and are considered to be factors such as accidents during bathing of the elderly in winter. From now on, it will become more important to realize a good thermal environment in Japan that is entering a super-aging society. So, we reviewed the renovation method to realize a good thermal environment and confirmed its feasibility by demonstration experiment. We report the outline of the experimental houses and the experimental conditions.

#### はじめに

我が国の多くの戸建、集合住宅等の既存住宅は、断熱・気密性能、暖房設備等が十分に満足できるレベルになく、良好な温熱環境を有していないものが多く存在すると考えられる。特に、浴室、脱衣室、トイレ等の水周り空間は、断熱が不十分なうえに、暖房設備等も設置されていない等、温熱環境が劣悪なケースが多く、例えば冬場の高齢者の入浴時に溺死する等の重大事故の一つの原因になっていると考えられる。超高齢社会を迎えて、高齢者をはじめとする居住者が、自立して、健康な暮らしができるようにするためにも、住宅における良好な温熱環境の実現が益々重要になる。

一般財団法人ベターリビングでは、平成28年度～平成29年度にわたり、学識経験者、住宅関連事業者等からなる「住宅における良好な温熱環境実現研究委員会」を設置し、特に冬場において住宅における良好な温熱環境を実現するため、住宅全体の断熱・高气密化や、冬場の室温が低く健康への影響が大きいと考えられる浴室、脱衣室、トイレ等の水周り空間の効果的かつ現実的な対応策等の検討を行った。

本第1報では、対応策の検討にあたり、実大戸建実験住宅において、温熱環境に関する実証実験を実施したため、実験条件、実験ケース、測定項目等を中心に報告する。

#### 1. 実証実験の概要

##### 1.1 目的

現在でもストック数が多く、断熱・気密性能が十分ではないと考えられる昭和55年省エネルギー基準レベル(以下、「S55年基準相当」と記す。)の在来木造住宅において、水周りの断熱改修及び設備改修による温熱環境への影響を確認することとした。

##### 1.2 対象建物

実証実験は、茨城県つくば市の建築研究所の自立循環型住宅実験棟にて行った(写真1)。自立循環型住宅実験棟は、S55年基準相当の断熱性能をもつ戸建住宅として建設されたものである。実験は平成29年1月から3月上旬にかけて実施した。



写真1 自立循環型住宅実験棟 外観(南面)

#### 2. 事前改修

本実験では、改修前の仕様としてS55年基準相当の断熱性能であることを前提としている。しかし、当該建物で

はこれまで断熱改修に関する実験や省エネ性能を調査する実験が行われており、事前確認を行った結果、平成4年基準レベル超（平成11年基準を満たさない）程度の断熱性能であることが分かった。そこで、本実験実験の目的に合わせ、S55年基準相当の断熱性能に下げる改修が必要となった。表1にS55年基準相当への事前改修工事の内容を示す。浴室については、ユニットバスが設置されていたため、築30年程度の住宅を想定し、在来浴室へ変更することとした（写真2）。

表1 事前改修内容

室名/部位	既存の状態	改修内容
床	●リビング・ダイニング ・XPS 1種B 40mm ・一部気流止めあり	⇒断熱材及び気流止めを撤去
	●廊下、トイレ、洗面脱衣室 ・無断熱	⇒既存のまま
壁	●外壁全体 ・GW 10K 50mm	⇒既存のまま
天井	●2階全体 ・吹込み用GW 210mm ・気流止めあり(こぼれ留め) ・遮熱フィルム	⇒既存のまま
	●1階下屋・階間 ・無断熱	⇒既存のまま
サッシ	●リビング・ダイニング、キッチン ・アルミサッシ+単板ガラス	⇒既存のまま
	●トイレ、洗面脱衣室、浴室 ・アルミサッシ+単板ガラス	⇒既存のまま



(左: 撤去前既存UB、右: 撤去後在来浴室)

写真2 事前改修前後の浴室

### 3. 実験条件

#### 3.1 改修仕様

改修の仕様は、S55年基準相当をベースとした「デフォルト仕様」、浴室に暖房機を設置する設備改修を想定した「改修仕様-1」、水周りと主居室を囲むように断熱区画

を設置した「改修仕様-2」の3つの仕様とした。

デフォルト仕様の各断熱仕様は表1に示した事前改修の内容とした。委員会に設置された構工法WGの検討によって、昭和55年頃の住宅では床断熱は行っていないことが多かったため、より実態に近い実験条件とするために床下は既存断熱材と気流止めを撤去し、無断熱の状態とした。浴室は既存のユニットバスを撤去したところ、基礎の立ち上がりは1,200mm付近の高さまで残っていたため、その部分の壁と床はそのままコンクリート現しとした。壁面上部と天井には5mmのケイ酸カルシウム板を張り、浴槽としてポリバスを設置した。

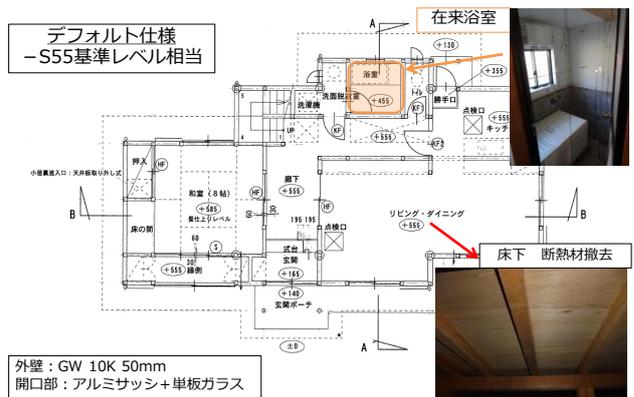


図1 デフォルト仕様

改修仕様-1は、上記デフォルト仕様の浴室に暖房機器を設置したものである。暖房機は在来浴室において、設置される場合が多いと考えられる壁掛式の機器とし、暖房出力2.4kW（電気式200V）と、4.1kW（温水式）の2つの機器を用いた。

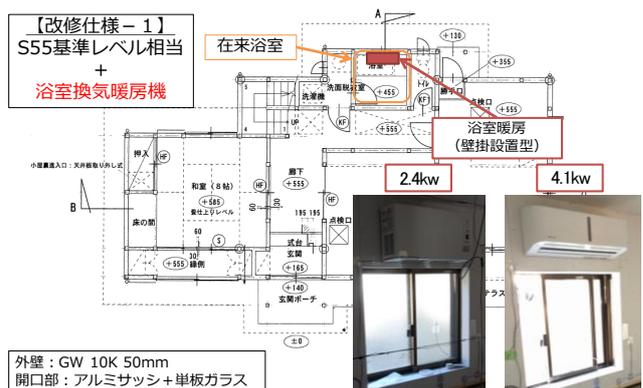


図2 改修仕様-1

改修仕様-2は、図3の点線部の範囲で水周りの主居室、それを挟む廊下に断熱区画を設置する改修を行ったものである。表2に改修仕様を示す。玄関からの冷気侵入を防ぐために間仕切壁を設置し、区画内の廊下上部の吹抜けは合板で閉鎖した。区画内の床下は断熱材を設置し、浴室の基礎周りは基礎断熱を施した。浴室は断熱型ユ

ニットバスを設置し、開口部は内窓(樹脂製、複層ガラス)を取付け、浴室暖房は天井設置型の機器のうち、一般に普及している2.2kW(電気式、200V)と3.3kW(温水式)の機器を用いた。

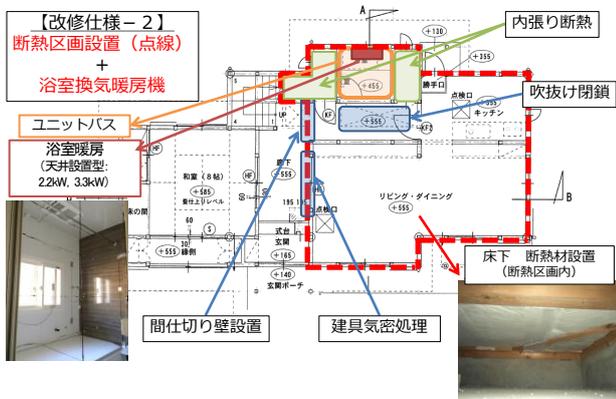


図3 改修仕様-2

表2 改修仕様-2の改修内容

部屋名	部位	仕様
断熱区画内 (浴室は除く)	床	高性能 GW 24K 80mm
水周り(浴室・脱衣室・トイレ)共通	天井	高性能 GW (防湿フィルム付) 14K 155mm
浴室	外壁	高性能 GW (高性能防湿フィルム付) 14K 105mm
	基礎	XPS 50mm, 20mm
洗面脱衣室 トイレ	外壁(内張)	石膏ボード複合高性能フェノールフォーム 20mm

### 3.2 実験ケース

表3に実験ケースを示す。改修前として、ケース1~5までがデフォルト仕様と改修仕様-1のS55年基準相当の断熱性能で実験を行い、図3、表2に示す改修仕様-2の状態に断熱改修を行った後にケース6~10までを実施した。ケース1、6では自然状態での温熱環境の把握を目的とし、ケース2~5、7~10では、浴室暖房の有無と種別、湯張りの有無、浴槽のフタの開・閉、主居室暖房の有無、換気の有無を条件とし、各ケースに割り当てている。

主居室の暖房を行うケースでは、リビング・ダイニングのエアコンを用いて、20℃設定で常時運転をさせた。換気を行うケースでは、浴室に設置した浴室換気乾燥暖房機(以下、浴室暖房)の機能を用いて、24時間換気を想定し暖房機器の運転時間を除いて常時運転とした。なお、換気風量は約60~90m<sup>3</sup>/hで設置機器によって異なる風量となった。

浴室暖房や湯張りを行うケースにおいて、実験開始のタイミングは、冬季の入浴開始時間や環境を考慮し、18:00以降かつ外気温度が10℃を下回る条件下で暖房や給湯の運転をONにすることとした。実際の入浴時における暖房の運転時間は、15~30分間程度と推測できるが、今回の実験では暖房機器の運転特性を確認することも目的の一つであるため、運転開始から2時間運転を行い、温度の上昇・下降傾向等を確認することとした。湯張りをする場合は、40℃で湯張りを行い、浴槽のフタは常時閉じておくこととし、湯張り後の湯温は放熱して降下するが、保温はせず成り行きにまかせることとした。

表3 実験ケース

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7-1	ケース7-2	ケース8-1	ケース8-2	ケース9	ケース10
測定期間	1/10~1/29					2/7~3月上旬						
断熱仕様	S55基準レベル					水回り:H11基準レベル 主居室:S55基準レベル						
断熱仕様 (開口部)	アルミ製サッシ単板ガラス					アルミ製サッシ単板ガラス + 内窓(樹脂製サッシ複層ガラス)						
浴室	在来浴室					ユニットバス						
浴室暖房	壁掛設置型					天井設置型						
	なし		2.4kW (電気式200V)		4.1kW (温水式)	なし					2.2kW (電気式200V)	3.3kW (温水式)
湯張り	なし		あり (40℃)	なし		なし			あり (40℃)		なし	
浴槽フタ	閉		閉	閉		閉			閉	開	閉	
LD室温	無暖房	20℃(エアコン)				無暖房	20℃(エアコン)					
換気条件	換気なし	暖房運転時以外は常時運転				換気なし	暖房運転時以外は常時運転					

### 3.3 測定項目

表4に測定項目、図4、5に測定点を示す。空気温度は1階の各室に設置高さ床上100mmと1,100mmの位置で計測した。浴室と脱衣室では上下温度分布を測定できるように、床表面、床上100mm、650mm、1,100mm、1,700mm、天井から100mm下げた高さとした。さらに浴室では図5のとおり、平面温度分布も測定できるように洗い場と浴槽部に分けて設置した。PMV計（グローブ球は直径5cm）は浴室、脱衣室、リビングの3点に床上1,100mmの高さに設置し、作用温度を算出することとした。

サーモカメラは浴室のドアの外（脱衣室側）に設置し、浴室内の外壁側壁面と天井、浴槽、窓、洗い場側床面が入る角度に調整した。浴室の内部を撮影する際に、ドアのガラスの表面温度を撮影しないように、ガラスを一部切り抜き、ラップを貼り付け、ラップ越しに浴室内の撮影を行った（図6）。

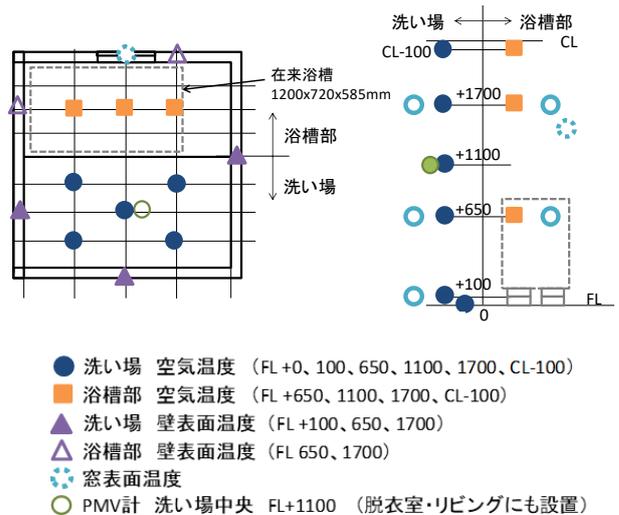


図5 測定点（浴室）

表4 測定項目

測定項目	測定機器	計測間隔
①空気温度	熱電対	1分間隔
②表面温度 (床・壁・窓)	熱電対	
③PMV計	AM-101:京都電子工業	
④熱画像	T440:FLIR	15秒間隔
⑤浴室暖房吹出温度	熱電対	1分間隔
⑥湯温	シーズ熱電対	
⑦行き・戻り温度 (温水式)	シーズ熱電対	
⑧循環水量	流量計	
⑨消費電力 (電気式)	電力量計	
⑩ガス消費量	ガス流量計	

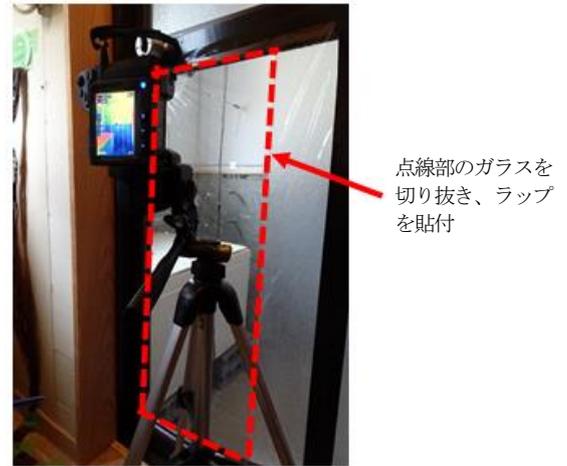


図6 サーモカメラ撮影状況

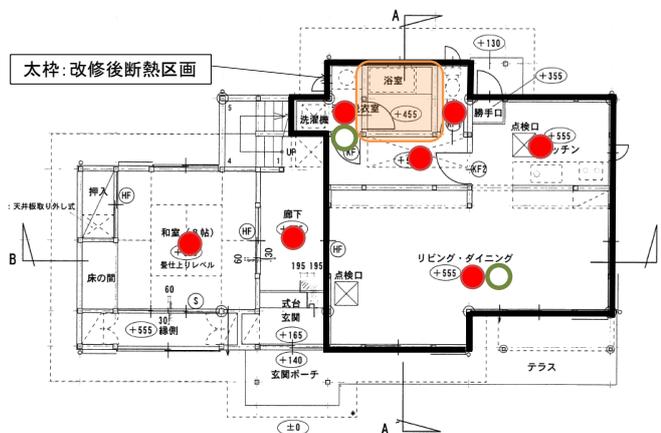


図4 測定点（浴室以外）

### 4. おわりに

本第1報では、住宅における良好な温熱環境実現のための改修方策に関する検討の背景及び目的、実験条件、実験ケース等の概要を示した。実験結果は第2報において、報告する。

◇本検討は、平成28年度～29年度に一般財団法人ベターリビングに設置された「住宅における良好な温熱環境実現研究委員会」（委員長：村上周三 一般財団法人建築環境・省エネルギー機構 理事長）で実施した内容の一部を取りまとめたものである。