

居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果
(第5報) 部分断熱改修による温熱環境の改善

	正会員	○齋藤 宏昭*1	同	永井 敏彦*6	同	吉田 卓生*11
	同	高橋 龍太郎*2	同	宮内 亨*7	同	永野 浩子*12
	同	坂本 雄三*3	同	布井 洋二*8	同	石崎 竜一*13
実証実験	床暖房	部分断熱改修	同	都築 和代*4	同	宮良 拓百*14
血圧	温熱環境	ヒートショック	同	小川 まどか*5	同	岡島 慶治*10

1. はじめに

部分断熱改修を行った際の高齢者の健康改善度に関するエビデンス取得を目的として、平成23年度から改修前後の温熱環境及び血圧変化等の調査を行ってきた^{1)~3)}。本報では、改修前後の断熱性能、居住時の温熱環境の実態(改善の程度)、非暖房室の温度差等を明示する観点から整理した結果について報告する。

2. 改修対象区画の断熱性能

改修を実施した住戸は、東京や埼玉に所在する39軒(A~AM邸)であり、築25年~35年の在来軸組木造2階建てが大多数であった。その標準的な仕様は、外壁にグラスウール10K50mm、開口部はアルミサッシと単板ガラスであり、床については、S55年基準以降の住戸も合わせて、無断熱のものが約7割を占めた。本報では、改修による断熱性能の変化を把握するため、改修対象区画の外皮平均熱貫流率を求めた。間仕切壁や天井など外皮以外の面は、S55年基準レベルの住宅の室間温度差を参考に、隣室との温度差係数を0.4として熱貫流率を補正した。

改修対象区画の外皮平均熱貫流率を試算した結果、改修前の値は概ね2.0~2.5(W/m²K)程度であった。改修後は、内窓や床断熱の設置、気流止め等の断熱改修を施すことによって、1.2(W/m²K)程度まで断熱性能が向上する結果となった(図1参照)。今回の調査物件については既存の状況と改修内容は、ほぼ共通していることから、部分断熱改修によって外皮平均熱貫流率は概ね半分程度になることが確認できた。なお、住戸によっては内窓や気流止めの他に床・壁・天井に真空断熱材を施し、0.79(W/m²K)まで性能向上した住戸もあった。

3. 断熱改修による居間の室温の変化

39軒を対象に、4週間の健康指標計測期間中の改修前後(改修1年後・2年後の平均値)に関する居間の室温について整理した。本報では主に冬期における効果を把握するため、外気温15℃未満のデータを分析において使用した。なお、このときの外気温平均値は、改修前の住戸で4.7℃~12.4℃、改修後は6℃~10.4℃であった。

(1) 明け方の最低室温

明け方の最低室温は、住戸別に外気温と最低室温の相関関係を整理し、外気温5℃における居間の室温を求めた(図2)。居間の最低室温は、39軒中34軒が上昇し、平均では12.3℃から13.7℃と1.4℃向上した。なお、最大で4℃程度、明け方の最低室温が改善する住戸もあった。

(2) 暖房時(19時)の室温

暖房時の室温を比較するため、在宅率が高い19時における居間の室温の期間平均値を住戸別に整理した(図3)。居間の室温は、全住戸を平均すると改修前の18.5℃から

改修後18.6℃と変化は見受けられなかった。全体として、改修前に室温が低い住戸は上昇、室温が高い住戸は

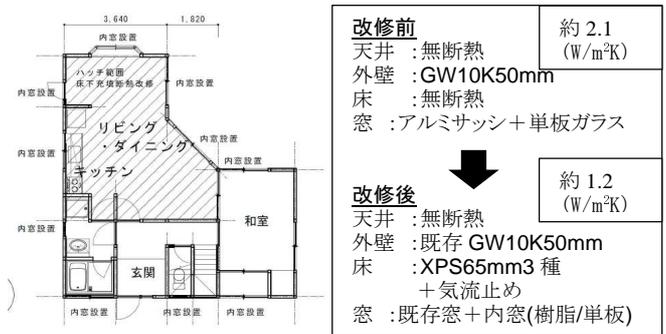


図1 断熱改修による外皮平均熱貫流率の変化(S邸)

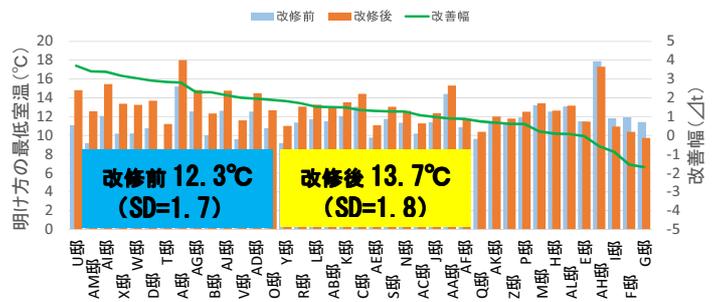


図2 改修前後の明け方の居間の室温と改善幅

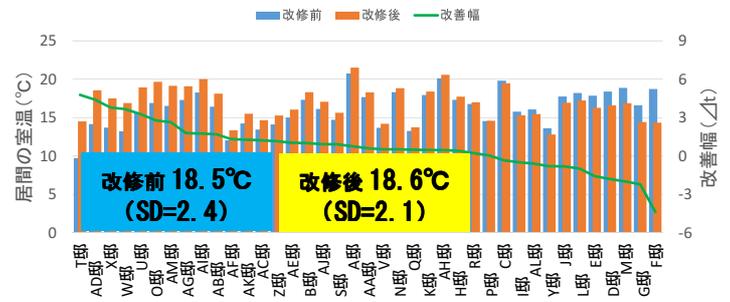


図3 改修前後の暖房時の居間の室温と改善幅
やや下がっており、平準化する傾向が見られた。

(3) 暖房時(19時)の上下温度差

床上10cmの空気温度を計測した24軒(O~AM邸：R邸はデータ欠損)を対象に、19時における床上1mと床上10cmの上下温度差を整理した(図4)。24軒中21軒の住戸で上限温度差が2℃未満となり、平均で改修前1.6℃あった上下温度差が改修後0.2℃と、足元の温熱環境が大幅に改善した。なお、改修後に床暖房を敷設した住戸は24軒中20軒であり(同図中：赤枠)、全体としては床暖房による影響が大きいものの、未敷設で改善した物件も散見される。

Effects to warmer environment & health-related parameters by insulation retrofit
Part5 Improvement of thermal environment in part of insulation retrofit

SAITO Hiroaki, TAKAHASHI Ryutarō, SAKAMOTO Yuzo, TSUZUKI Kazuyo, OGAWA Madoka, NAGAI Toshihiko, MIYAUCHI Toru, NUNOI Yoji, TANAKA Yuzo, OKAJIMA Keiji, YOSHIDA Takuo, NAGANO Hiroko, ISHIZAKI Ryoichi, MIYANAGA Takumo,

(4) 平均放射温度と作用温度の変化

暖房時の放射環境を把握するため、改修前後の代表日を任意に1日定め14軒（Z～AM邸）の住戸を対象に壁・床・天井・窓等の表面温度分布をサーモカメラにより撮影した（図5）。撮影は、日射の影響を受けないよう日没後とし、撮影予定時刻の2時間前から暖房器具を運転し、撮影終了時までカーテンと雨戸を開けた状態とした。図6は、データロガーによる空気温度と熱画像による周壁等の表面温度から、住戸別に居間の平均放射温度と作用温度を示したものである。大半の住戸で、改修前よりも改修後の居間の室温が低いにも関わらず、対象とした14軒の平均放射温度と作用温度の平均値はそれぞれ3.3℃、1.1℃（改修後、全ての住戸に床暖房を敷設）上昇する結果となり、体感温度は改善傾向であることが示されている（表1）。

4. 断熱改修による寝室（非暖房室）の室温の変化

部分断熱改修では改修区画外に位置する非暖房室との室間温度差の増大が懸念されるため、改修前後の居間と寝室の温度差について、外気温15℃未満の期間平均値を整理した（図7、39軒40か所：Q邸は寝室2部屋）。居間と寝室の温度差は、約半数の住戸（21軒）で若干の増大が見られ最大7.8℃を記録（図8）したが、寝室の室温は10℃以上を維持していた。この理由として、測定対象物件が、埼玉県南部や東京都に所在する住戸であり、冬期の日射量も多く、比較的温暖的な地域であることが影響したものと思われる。なお、寝室の断熱改修（天井と窓）を行った住戸はQ邸（同図中Q2）のみである。

5. まとめ

断熱改修後、改修区画の平均熱貫流率は1.2(W/m²K)程度に向上した。また、改修による暖房時の室温自体には大きな変化は見られなかったが、床暖房の影響もあり、表面温度、上下温度差（足元温度）、明け方の最低室温など、温熱環境に影響する項目が改善した。一方、断熱改修による居間と寝室の室間温度差は若干増大したが、最大で7.8℃程度であった。

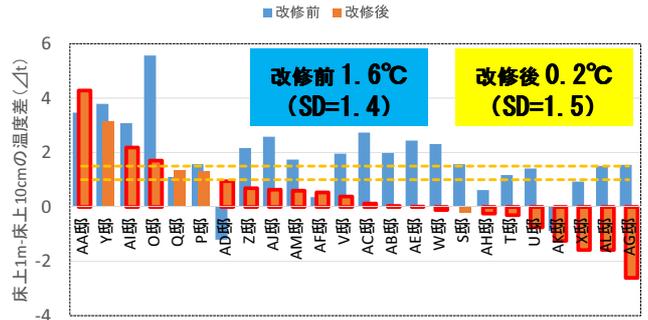


図4 改修前後の床上1m—床上10cmの上下温度差

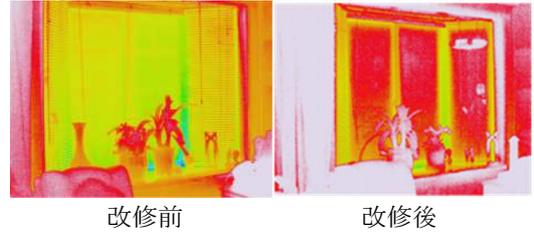


図5 改修前後の窓の表面温度の変化（AD邸）

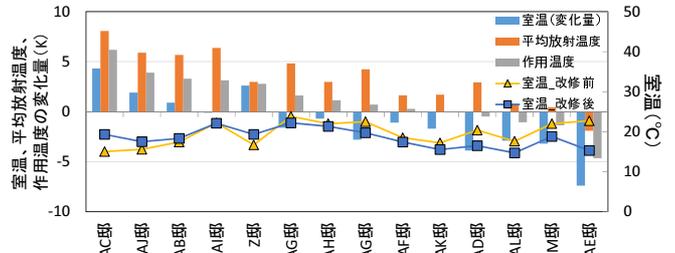


図6 居間の室温、平均放射温度と作用温度の変化

表1 居間室温、平均放射温度、作用温度の平均値

	室温	平均放射温度	作用温度
改修前	19.5℃	17.2℃	18.4℃
改修後	18.4℃	20.5℃	19.5℃

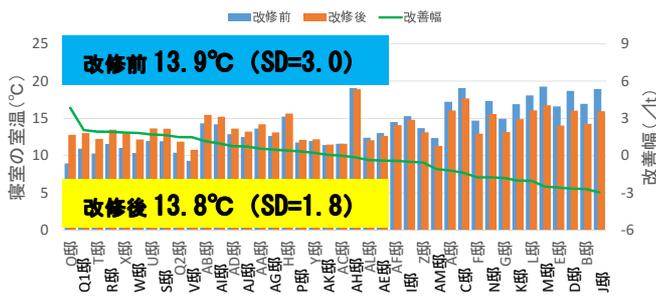


図7 改修前後の寝室の室温と改善幅

【参考文献】1) 居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果（第1報～第4報）、小川まどか、高橋龍太郎他、2014年度日本建築学会大会
 2) 居室の断熱改修施工前後の健康指標の変化、小川まどか他、2012年度日本建築学会大会
 3) 居室の断熱改修施工による健康指標への効果：改修前と1年後の比較、小川まどか他、2013年度日本建築学会大会

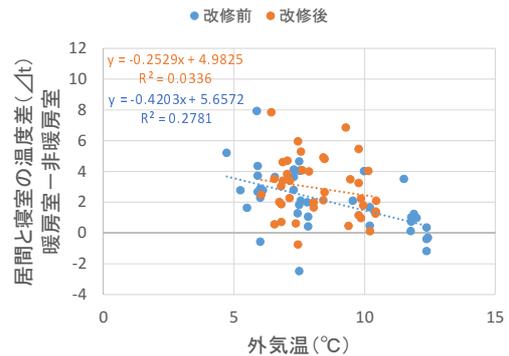


図8 外気温に対する居間と寝室の温度差

※謝辞：本論文は、「健康長寿住宅エビデンス取得委員会」（事務局（一財）ベターリビング）が実施した実証実験のデータの一部を使用している。本論文を作成するにあたり、実証実験に協力頂いた住まい手の方に対し、御礼の意をここに表します。

*1 足利工業大学
 *2 東京都健康長寿医療センター研究所
 *3 建築研究所
 *4 産業技術総合研究所
 *5 北海道大学大学院
 *6 アキレス株式会社
 *7 旭化成建材株式会社
 *8 旭ファイバーグラス株式会社
 *9 アズビル株式会社
 *10 東京ガス株式会社
 *11 株式会社LIXIL
 *12 一般財団法人ベターリビング
 *13 株式会社岩村アトリエ
 *14 株式会社ジエス

*1 Ashikaga Institute of Technology
 *2 Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology
 *3 Building Research Institute
 *4 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
 *5 Hokkaido University
 *6 Achilles Corp
 *7 ASAHI KASEI Construction Materials Corporation
 *8 ASAHI FIBER GLASS CO.,LTD.
 *9 Azbil Corp
 *10 TOKYO GAS CO., LTD.
 *11 LIXIL Corporation
 *12 Center for Better Living
 *13 Iwamura Atelier CO., LTD.
 *14 JES CORPORATION

居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果
(第6報) 温熱環境改善度による3群の選定

			正会員	○宮良 拓百*1	同	小川 まどか*6	同	岡島 慶治*11
			同	高橋 龍太郎*2	同	永井 敏彦*7	同	吉田 卓生*12
			同	坂本 雄三*3	同	宮内 亨*8	同	永野 浩子*13
実証実験	床暖房	部分断熱改修	同	都築 和代*4	同	布井 洋二*9		
血圧	温熱環境	ヒートショック	同	齋藤 宏昭*5	同	田中 裕造*10		

1. はじめに

本報では、温熱環境の改善が健康指標へ与える影響を明確化するために、温熱環境の改善幅を「大きい群」、「中程度の群」、「小さい群」と3群に分け、第8報の24時間計測における健康指標の比較検討につなげるための温熱環境改善度のレベル分けを行った。

2. レベル分けの考え方

3群の選定においては、築年数、暖房使用頻度と、居間の明け方の最低室温および上下温度分布の温熱環境の改善度(第5報)等に着目し、各々の計測結果から分析した。

3. 分析結果

3.1. 築年数による検討

断熱材が全く使われていない築年数が古い住戸では、今回行った窓や床だけの部分的な断熱改修だけでは外皮の断熱性能向上が大きく見込めないことが考えられる。そのため、温熱環境の改善度のレベル分けの指標の1つとして築年数に着目した。

実証実験を行った39軒(A~AM邸)の築年数を大別すると4つのグループに分けられる(図1)。築年数20~29年(第1グループ)および築年数30~39年(第2グループ)が大半を占め、第3、第4グループの様に築年数が40年以上経過している住戸が6軒(F、G、H、I、O、AC邸)ある。これら6軒の改修内容は、窓のみの改修をした住戸(F、H、I邸)、床と窓を断熱した住戸(O、AC邸)、床と壁と窓を改修した住戸(G邸)である。部分断熱改修により表面温度などは部分的な改善が見込めるが、そもそも第3グループおよび第4グループでは改修部位以外の断熱・気密性が低く、室としての温熱環境改善には性能が不足していると考えられる。そのため、築年数の選定においては、築年数が最も古い第4グループの5軒(F、G、H、I、O邸)を筆頭に、第3グループのAC邸が温熱環境の改善幅が「小さい群」の候補として考えられる(表1参照、第4グループ:×、第3グループ:△)。

3.2. 暖房・居室の使用頻度

本実証実験は、長く滞在する居室(居間)を中心に部分断熱改修を行った際の健康改善度の変化に主眼をおいている。そのため、当該箇所において十分な暖房を行い、日常生活を送ることが条件として求められるが、測定データからは、暖房機器の使用頻度が極めて少ない住戸も含まれていることが読み取れる。そこで本節では、本研究の趣旨と異なる住戸を抽出するために、暖房機器や部屋の使用状況が十分でない住戸の選定を行った。

(1) 暖房の使用頻度

改修後(改修1年後・2年後)において、暖房器具を使

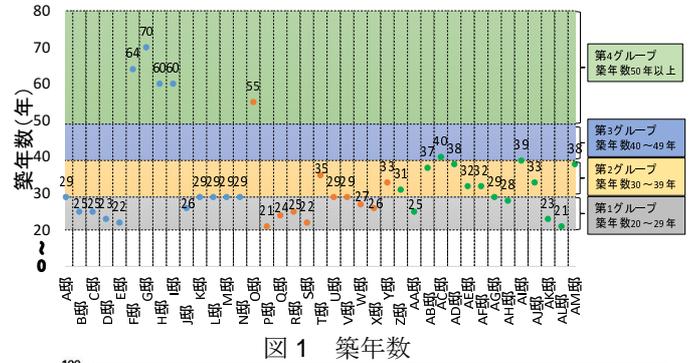


図1 築年数



図2 暖房使用頻度(内外温度10°C以上の割合)

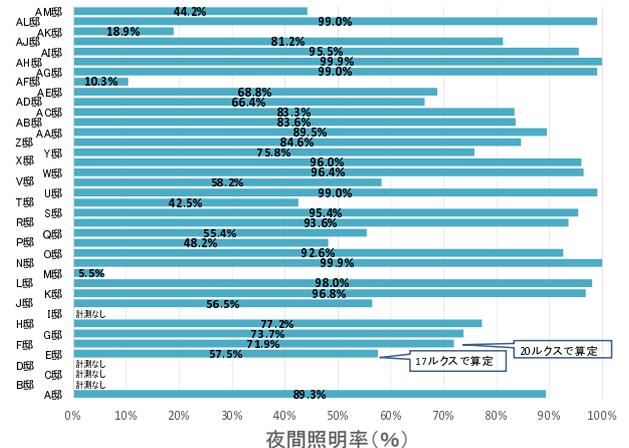


図3 居間の使用頻度(夜間照明率)

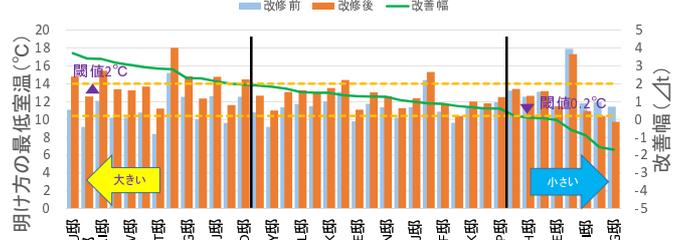


図4 明け方の居間の最低室温

Effects to warmer environment & health-related parameters by insulation retrofit
Part6 Choice of three groups from thermal environment improvement factor

MIYANAGA Takumo, TAKAHASHI Ryutarō, SAKAMOTO Yūzo, TSUZUKI Kazuyo, SAITO Hiroaki, OGAWA Madoka, NAGAI Toshihiko, MIYAUCHI Toru, NUNOI Yoji, TANAKA Yūzo, OKAJIMA Keiji, YOSHIDA Takuo, NAGANO Hiroko

用していると思われる状況を内外温度差から判断することとした。4週間の計測期間中において、暖房器具を使用していると思われる内外温度差10℃以上の頻度割合を図2に示す。内外温度差10℃以上を計測期間中に40%程度以上記録した住戸は半数を占めているのに対し、10%以下を記録した住戸も複数存在する。そこで、1つの目安として閾値を5%、10%と設定した。暖房器具の使用頻度が最も少ないと思われる閾値5%以下のグループに該当する3軒（F、G、Y邸）を筆頭に、閾値10%以下の3軒（M、E、AF邸）が、本来の実証実験の趣旨と異なると判断でき、ここでは「小さい群」の候補とみなした（表1参照、5%以下：×、10%以下：△）。

(2) 居間の使用頻度

改修後（改修1年後・2年後）の居間の照度に着目し、夜間の居間の使用状況について検討した。検討するにあたり、主として、計測期間中の18時～21時30分の間に、照明器具をつけて居間にいると思われる照度を30ルクスと設定し、照度計が記録した30ルクス以上の夜間照明率について算出した（図3）。M邸とAF邸については、夜間照明率15%を下回ることから、断熱改修を行った居間に、夜間いないことが伺える。そのため、健康指標の対象として本来の実証実験の趣旨と異なると判断でき、ここでは「小さい群」の候補とみなした（表1参照、15ルクス以下：×）。

3.3. 明け方の最低室温

改修前と改修後（改修1年後と2年後の平均）の居間の明け方の最低室温に関するグラフを図4に示す。同図は、外気温5℃における室温と改善幅（Δt）を示している（第5報参照）。改修前よりも改修後の居間の明け方の室温が概ね向上しているが、改善していない住戸（マイナス値）が5軒（G、F、I、AH、E邸）あった。特にAH邸においては、改修前後とも絶対値は高めであるが、改善幅がほとんど見られない住戸であった。なお、改善幅（Δt）が0.2程度を示した3軒（AL、H、M邸）も上記5軒に続いて、温熱環境の改善幅が「小さい群」の候補として考えられる（0未満：×、0.2程度：△、表1参照）。また、改修前よりも改修後の改善幅が3℃程度向上した良好な値をしている、U、AM、AI、X、W、D、T、A邸が温熱環境の改善幅が「大きい群」の候補（◎、表1参照）として挙げられ、改善幅2℃以上を示したAG、B、AJ、V、AD邸が次いで候補（表1参照、○）として挙げられる。

3.4. 床上1mと床上10cmの温度差

床上10cmを計測した24軒を対象に、暖房時（19時）における床上1mと床上10cmの上下温度差を図5に示す（第5報参照）。1つの目安として閾値を上下温度差1.5℃と設定した場合に、AA、Y、AI、O邸の上下温度差が解消されていないことが伺える。特にAA、Y邸においては上下温度差が3℃以上を記録した。そのため、AA、Y邸を筆頭に、AI、O邸が次いで温熱環境の改善幅の「小

さい群」として挙げられる（表1参照、温度差3℃以上：×、1.5℃以上：△）。また、閾値1℃未満を目安にした場合は、O、P邸以外の住戸（図中AG～AD邸）が温熱環境の改善幅が「大きい群」の候補として挙げられ、特にマイナス値を示しているAG～W邸は改善度が大きいと思われる（表1参照、◎）。なお、改修後に床暖房を敷設した住戸は20軒であった（同図中：赤枠）。

4. まとめ（3群の選定結果）

前述した3.1～3.4における検討結果の星取表を表1に示す。その結果、「×」が2つ以上、あるいは、「×と△の組合せ」がある住戸を温熱環境の改善度が「小さい群（9軒）」（表1：青色）とし、「◎」が2つ以上もしくは、「◎と○の組合せ」のある住戸を「大きい群（9軒）」とした（表1：赤色）。また、それ以外の住戸については、「中程度群（21軒）」（表1：白色）と位置付けた。なお、上下温度差に関する検討が諸般の事情でできなかったA～N邸については、他の住戸の傾向から明け方の室温が改善している住戸は、上下温度差も解消しているものとみなした。

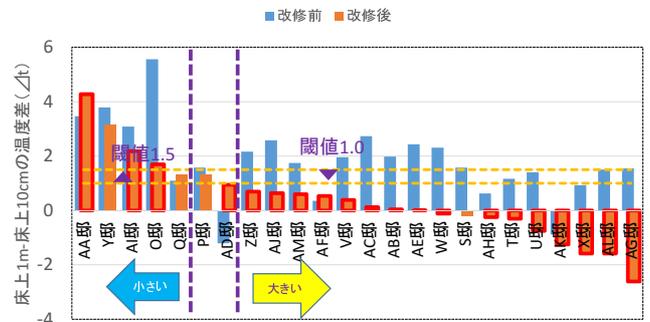


図5 改修前後の床上1m-床上10cmの上下温度差

表1 3群のレベル分けの選定一覧

邸名	築	暖	居	明	上	下	邸名	築	暖	居	明	上	下
A				◎	—	U					◎	◎	◎
B				○	—	V					○	◎	◎
C					—	W					◎	◎	◎
D				◎	—	X					◎	◎	◎
E		△		×	—	Y			×				×
F	×	×		×	—	Z							○
G	×	×		×	—	A							×
H	×	×		△	—	AB							○
I	×			×	—	AC	△						○
J					—	AD					○	○	○
K					—	AE							○
L					—	AF		△	×				○
M		△	×	△	—	AG					○	◎	◎
N					—	AH					×	△	△
O	×				△	AI					◎	◎	△
P						AJ					○	○	○
Q						AK							◎
R						AL					△	◎	◎
S					◎	AM					◎	◎	○
T				◎	◎								

※築：築年数 暖：暖房使用頻度 居：居間の使用頻度 明：明け方の最低室温 上：上下温度差
 ※謝辞：本論文は、「健康長寿住宅エビデンス取得委員会」（事務局（一財）ベターリビング）が実施した実証実験のデータの一部を使用している。本論文を作成するにあたり、実証実験に協力頂いた住まい手の方に対し、御礼の意をここに表します。

*1 株式会社ジエス
 *2 東京都健康長寿医療センター研究所
 *3 建築研究所
 *4 産業技術総合研究所
 *5 足利工業大学
 *6 北海道大学大学院
 *7 アキレス株式会社
 *8 旭化成建材株式会社
 *9 旭ファイバーグラス株式会社
 *10 アズビル株式会社
 *11 東京ガス株式会社
 *12 株式会社LIXIL
 *13 一般財団法人ベターリビング

*1 JES CORPORATION *
 *2 Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology
 *3 Building Research Institute
 *4 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
 *5 Ashikaga Institute of Technology
 *6 Hokkaido University
 *7 Achilles Corp
 *8 ASAHI KASEI Construction Materials Corporation
 *9 ASAHI FIBER GLASS CO.,LTD.
 *10 Azbil Corp
 *11 TOKYO GAS CO., LTD.
 *12 LIXIL Corporation
 *13 Center for Better Living

居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果 (第7報) 血圧関連指標とその他の健康指標への影響

			正会員	○小川 まどか* ¹	同	永井 敏彦* ⁶	同	吉田 卓生* ¹¹
			同	都築 和代* ²	同	宮内 亨* ⁷	同	坂本 雄三* ¹²
			同	石岡 良子* ³	同	布井 洋二* ⁸	同	高橋 龍太郎* ³
			同	齋藤 宏昭* ⁴	同	田中 裕造* ⁹		
高齢者	冬期	ヒートショック	同	永野 浩子* ⁵	同	岡島 慶治* ¹⁰		
部分断熱改修	血圧	変動係数						

1. 背景と目的

高齢期には、1日の大半を住宅内で過ごす時間が長くなり、それに伴って住宅内の温度や湿度などの室内環境から受ける影響が大きくなる。特に日本では、冬期の温度変化をきっかけとして、家庭内の寒さに起因する心血管疾患などでの健康被害が増加するといわれており、その被害の中心は高齢者とみられている。

冬期の住宅内の寒さの原因のひとつとして、住宅の断熱性能の低さがあげられる。特に、古い建築基準で建てられた中古の戸建て住宅は、断熱状態が十分とはいえ、住宅内の暖かさの維持が困難となる。高齢者が健康で快適に生活を送るためには、住宅内の温熱環境を適切に維持することが必要になるが、その検証は十分ではないのが現状である。

本報告は、実際に住宅に断熱改修を施すことにより、高齢者の心身両面の健康状態の改善につながることを仮説として検証を行なったものである¹⁻³⁾。居室の改修前と改修1年後の変化について、健康指標として血圧に注目して検討した。

2. 方法

2.1. 協力者

改修前および改修1年後に協力が得られたのは計52名(男性19名、女性33名)であった。研究開始時点での平均年齢は69.9歳(標準偏差7.1歳、年齢範囲59~85歳)であった。協力者の条件として、原則的に降圧剤を服用していない、もしくは降圧剤を服用していても定期的に服用しており、血圧がコントロールされていることとした。

2.2. 手続き

改修の対象は、築20年以上経過した住宅のうち、比較的長時間を過ごすリビングルームを中心とした。改修内容の詳細は、第2報³⁾で報告している。

2.3. 測定項目

(1) 24時間連続血圧測定

1日の生活活動中の血圧を把握するために、全自動携帯型血圧計(A&D社製TM-2431C)を用いて住宅の改修前後に24時間連続血圧測定を行った。改修前調査、改修後調査ともに、仕事や社会活動のない日に戸別訪問により実施した。測定中は普段通りの生活とし、散歩や買い物、入浴等の制限はせず、散歩や買い物は装着したままの外出とした。ただし、血圧データの安定性を得るため長時間の外出は控えるよう求めた。測定は30分に1回の間隔で、25時間連続での血圧測定を行い、測定開始後1時間は機器になれるための時間とし分析からは除外した。

分析には、A)測定した血圧の全データから入浴・外出時の値を除いた測定値(以下、全日)、B)24時間血圧計の使用基準ガイドライン⁴⁾に基づく日中(午前8時から午後9時)の測定値(以下、GL日中)、C)同ガイドラインに基づく睡眠時(午前0時から5時)の測定値(以下、GL睡眠時)を用いた。各時間帯において各血圧関連指標の平均値を算出したうえで、対応のあるt検定により分析した。

(2) 1日5回の自己血圧測定

日常の血圧測定は、家庭用血圧測定器(A&D社製UA-767PC)を用いた各自による1日5回の測定とした。測定は約4週間にわたり実施した。測定は、i)起床時、ii)朝食後、iii)昼食後、iv)夕食後、v)就寝前の実施とした。分析は、各測定時における各血圧関連指標の①平均値、②変動係数(標準偏差÷平均値)について、対応のあるt検定を行った。

(1)と(2)のいずれの血圧測定においても、収縮期血圧、拡張期血圧の値が得られた。これらの値から平均血圧((収縮期血圧+拡張期血圧×2)÷3)、脈圧(収縮期血圧-拡張期血圧)を算出した。

血圧測定は、改修前後ともに冬期に実施した。24時間連続血圧測定は、改修前とそのほぼ1年後に1日ずつ測定した。また1日5回の自己血圧測定は、改修前後の約4週間にわたって実施した。

(3) アンケート

Effects to thermal environment & health-related parameters by insulation retrofit
Part7 Effects on blood pressure-related and other health-related parameters

OGAWA Madoka, TSUZUKI Kazuyo, ISHIOKA Yoshiko, SAITO Hiroaki, NAGANO Hiroko,
NAGAI Toshihiko, MIYAUCHI Toru, NUNOI Yoji, TANAKA Yuzo, OKAJIMA Keiji, YOSHIDA Takuo,
SAKAMOTO Yuzo, TAKAHASHI Ryutarou

主観的健康感、精神的健康 (WHO-5)、過活動膀胱症状、呼吸器症状、睡眠の質 (ピッツバーグ睡眠質問票日本語版；睡眠の質、入眠時間、睡眠時間、睡眠効率、睡眠困難、眠剤の使用、日中覚醒困難)、アレルギー性鼻炎症状 (日本アレルギー性鼻炎標準 QOL 調査票の一部)、主観的な温冷感・温度快適感・湿度感 (午前/午後/夜)、clo 値を尋ねた。

2.4. 倫理的配慮

本研究計画書は、東京都健康長寿医療センター研究所の倫理委員会にて承認を得た。協力者には口頭で説明し書面にて同意を得た。

3. 結果

(1) 24時間連続血圧測定

24時間連続血圧について分析の結果、A) 全日では、収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、脈圧、B) GL 日中では、収縮期血圧、平均血圧、C) GL 睡眠時では、収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧において、改修後は改修前より有意に低下していた (表 1)。

表1 改修前後の血圧関連指標の平均値と標準偏差およびt検定の結果

	改修前		改修後		t値	p値
	M	SD	M	SD		
A) 全日						
収縮期血圧	128.8	12.7	124.8	12.8	3.04	.004
拡張期血圧	76.3	6.9	74.4	6.7	2.45	.018
平均血圧	93.8	8.3	91.2	8.1	2.79	.007
脈圧	52.6	8.7	50.4	9.2	3.01	.004
B) GL日中						
収縮期血圧	134.7	15.2	131.0	12.9	2.25	.029
拡張期血圧	80.2	8.1	78.4	6.8	1.92	.061
平均血圧	98.4	9.9	95.9	8.1	2.16	.036
脈圧	54.5	10.0	52.6	9.6	1.95	.057
C) GL睡眠時						
収縮期血圧	117.6	12.5	112.9	14.8	3.06	.003
拡張期血圧	69.5	7.7	66.4	8.0	3.18	.003
平均血圧	85.5	8.7	81.9	9.8	3.23	.002
脈圧	48.1	8.3	46.6	9.5	1.92	.060

(2) 1日5回の自己血圧測定

1日5回の自己血圧測定についての分析の結果、改修後に改修前より有意な低下がみられたのは以下の通りであった。①各測定時における各血圧関連指標の平均値では、i) 起床時：拡張期血圧、平均血圧であった。②各測定時における各血圧関連指標の変動係数では、i) 起床時：拡張期血圧、ii) 朝食後：拡張期血圧、平均血圧、iv) 夕食後：収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、脈圧

であった (表 2)。

表2 改修前後の1日5回の血圧の変動係数の平均値と標準偏差およびt検定の結果

	改修前		改修後		t値	p値
	M	SD	M	SD		
i) 起床時						
収縮期血圧	0.063	0.018	0.061	0.015	0.84	.405
拡張期血圧	0.063	0.018	0.059	0.013	2.19	.033
平均血圧	0.054	0.015	0.052	0.013	1.21	.231
脈圧	0.144	0.045	0.134	0.033	1.84	.072
ii) 朝食後						
収縮期血圧	0.066	0.020	0.062	0.017	1.78	.082
拡張期血圧	0.069	0.020	0.064	0.014	2.12	.039
平均血圧	0.059	0.018	0.055	0.014	2.03	.048
脈圧	0.138	0.042	0.132	0.031	1.44	.155
iii) 昼食後						
収縮期血圧	0.070	0.018	0.066	0.018	1.60	.115
拡張期血圧	0.071	0.020	0.067	0.017	1.19	.240
平均血圧	0.063	0.016	0.059	0.015	1.40	.168
脈圧	0.144	0.042	0.135	0.035	1.49	.143
iv) 夕食後						
収縮期血圧	0.070	0.015	0.065	0.018	2.44	.018
拡張期血圧	0.079	0.021	0.071	0.019	2.79	.007
平均血圧	0.068	0.016	0.061	0.017	2.67	.010
脈圧	0.137	0.036	0.126	0.028	2.24	.029
v) 就寝前						
収縮期血圧	0.075	0.020	0.071	0.018	1.32	.191
拡張期血圧	0.081	0.020	0.078	0.019	1.05	.297
平均血圧	0.071	0.020	0.068	0.018	1.19	.241
脈圧	0.136	0.026	0.134	0.030	0.55	.585

(3) アンケート

改修前後に有意な改善がみられたのは、身体症状では、睡眠の質のうち眠剤の使用と日中覚醒困難、アレルギー性鼻炎症状のうち鼻・眼の症状であった。さらに、午前/午後/夜の主観的温冷感と室温快適感において有意な改善がみられた。

引用文献

- 1) 小川他、居室の断熱改修施工前後の健康指標の変化、2012年度日本建築学会大会
- 2) 小川他、居室の断熱改修施工による健康指標への効果：改修前と1年後の比較、2013年度日本建築学会大会
- 3) 小川・高橋他、居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果 (第1報～第4報)、2014年度日本建築学会大会
- 4) 循環器学会、日本心臓病学会、日本高血圧学会合同研究班：24時間血圧計の使用 (ABPM) 基準に関するガイドライン. Japanese Circulation Journal, 64Suppl. V: S1207-S1248 (2000).

*1 北海道大学大学院
 *2 産業技術総合研究所
 *3 東京都健康長寿医療センター研究所
 *4 足利工業大学
 *5 ベターリビング
 *6 アキレス株式会社
 *7 旭化成建材株式会社
 *8 旭ファイバーグラス株式会社
 *9 アズビル株式会社
 *10 東京ガス株式会社
 *11 株式会社 LIXIL
 *12 建築研究所

*1 Hokkaido University
 *2 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
 *3 Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology
 *4 Ashikaga Institute of Technology
 *5 Center for Better Living
 *6 Achilles Corp.
 *7 ASahi KASEI Construction Materials Corporation
 *8 ASahi FIBER GLASS CO.,LTD.
 *9 Azbil Corp.
 *10 TOKYO GAS CO., LTD.
 *11 LIXIL Corporation
 *12 Building Research Institute

居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果

(第8報) 起床後の血圧上昇と温熱環境の改善幅による効果の違い

		正会員	○高橋 龍太郎* ¹	同	永井 敏彦* ⁵	同	吉田 卓生* ¹⁰
		同	都築 和代* ²	同	宮内 亨* ⁶	同	永野 浩子* ¹¹
高齢者	冬期	同	小川 まどか* ³	同	布井 洋二* ⁷	同	坂本 雄三* ¹²
ヒートショック	モーニングサージ	同	石岡 良子* ¹	同	田中 裕造* ⁸		
部分断熱改修	血圧	同	齋藤 宏昭* ⁴	同	岡島 慶治* ⁹		

1. 目的

第6報で報告したとおり、改修後の温熱環境の改善幅に基づき、協力者を改善幅が「大きい群」「中程度の群」「小さい群」に分類した。そこで、本報は、第7報に引き続いて、改修前後の血圧変化のなかでも、起床後の血圧上昇、いわゆるモーニングサージについて、そして改修前後の起床後の血圧上昇および温熱環境による改善幅に基づく分類によって、改修前後の血圧に違いがあるかどうかを検証する。

2. 方法

2.1. 協力者

改修前および改修1年後に協力が得られたのは計52名(男性19名、女性33名)であった。詳細は第7報¹⁾で報告している。

2.2. 手続き

改修の対象は、築20年以上経過した住宅のうち、比較的長時間を過ごすリビングルームを中心とした。詳細は、第2報²⁾で報告している。

2.3. 分析項目

(1) 起床後の血圧上昇

24時間連続血圧測定の数値を用いて、起床後の血圧上昇値を算出した。算出は、(起床後2時間の平均最高血圧) - (睡眠中の最低値と前後30分の平均最高血圧)³⁾とし、改修前後の変化について分析した。

(2) 24時間連続血圧測定

詳細は第7報のとおりである。分析に際しては、A) 測定した血圧の全データから入浴・外出時の値を除いた測定値(以下、全日)、B) 24時間血圧計の使用基準ガイドライン⁴⁾に基づく日中(午前8時から午後9時)の測定値(以下、GL日中)、C) 同ガイドラインに基づく睡眠時(午前0時から5時)の測定値(以下、GL睡眠時)を用いた。

(3) 1日5回の自己血圧測定

詳細は第7報の通りである。測定は、i) 起床時、ii) 朝食後、iii) 昼食後、iv) 夕食後、v) 就寝前の実施で

あり、測定時ごとに検討を行った。各血圧関連指標の①平均値、②変動係数(標準偏差÷平均値)別に、改修前後の変化について、温熱環境の改善幅による差があるかどうかを反復測定分散分析を用いて分析した。

2.4. 倫理的配慮

本研究計画書は、東京都健康長寿医療センター研究所の倫理委員会にて承認を得た。協力者には口頭で説明し書面にて同意を得た。

3. 結果

(1) 起床後の血圧上昇

起床後の血圧上昇はモーニングサージと呼ばれ、心血管疾患の独立したリスクファクターとする報告がみられる。そこで、この点を改修前後の変化として検証した。

その結果、起床後の血圧上昇の改善がみられた。特に、改修前に起床後の血圧上昇が強くみられた人では、改修後の起床後の血圧上昇が改善しており、改修前の起床後血圧上昇値が30mmHg以上の人で値の低下がみられた(図1)。

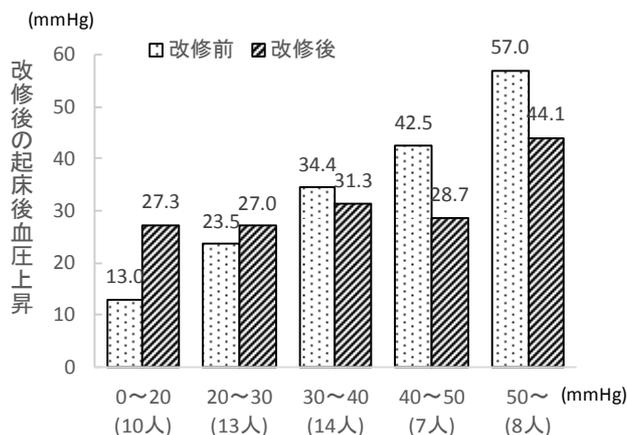


図1 改修前後の起床後血圧上昇値(人数)

続いて、居室の温熱環境の改善幅によって3群に分類したところ⁵⁾、改善幅大16名、中25名、小11名となっ

Effects to thermal environment & health-related parameters by insulation retrofit

Part8 Effects on blood pressure-related and other health-related parameters: Morning surge and difference between improvement levels of thermal environments

TAKAHASHI Ryutaro, TSUZUKI Kazuyo, OGAWA Madoka, ISHIOKA Yoshiko, SAITO Hiroaki,
NAGAI Toshihiko, MIYAUCHI Toru, NUNOI Yoji, TANAKA Yuzo, OKAJIMA Keiji, YOSHIDA Takuo,
NAGANO Hiroko, SAKAMOTO Yuzo

た。群ごとに (1) 24 時間連続血圧測定、(2) 1 日 5 回の自己血圧測定、(3) 起床後の血圧上昇の結果に違いがあるかを検討した。

(2) 24 時間連続血圧測定

24 時間連続血圧測定において、温熱環境の改善幅によって血圧関連指標の値に違いがあるかどうかを反復測定分散分析により検討した。その結果は以下のとおりである。A) 全日では、収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、脈圧において、改修前後に有意な主効果がみられた。B) GL 日中では、収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、脈圧において、改修前後に有意な主効果がみられた。C) GL 睡眠時では、収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧において、改修前後に有意な主効果がみられた。図 2 は、環境改善幅で分類した群別に改修前後の全日における収縮期血圧の変化を示したものである。

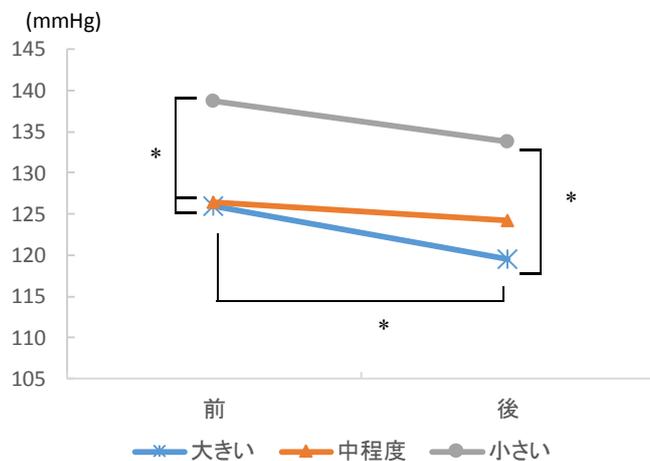


図2 環境改善幅別の改修前後の全日における収縮期血圧の変化

(3) 1 日 5 回の自己血圧測定

1 日 5 回の自己血圧測定に関して温熱環境の改善幅で分類した群別の改修前後の変化を検討した結果、主効果がみられたのは、i) 起床時における拡張期血圧、平均血圧、ii) 朝食後における収縮期血圧、平均血圧であった。

4. まとめ

健康に影響を与える様々な要因の中で、年齢や遺伝のように個人の努力で対応不可能なものもあれば、喫煙や栄養のように変更可能なものもある。血圧はそのような

可変リスクファクターの中で最も重要であるとされ、特に、高齢期の心脑血管疾患とは強い関連が認められている。高血圧症への対応は、塩分摂取抑制、規則的運動、ストレスマネジメント、そして薬物療法などがあるが、本実証研究の結果は、住宅の温熱環境の改善によって 24 時間連続血圧測定の収縮期 (最高) 血圧が 4mmHg 低下することが示された。参加者の大半は正常血圧で薬物服用のない方々であり、この効果は血圧の上昇や変動が著しくなりがちな高齢期に大きな利益になると思われる。また、最高血圧の 4mmHg 低下は、奇しくも厚生労働省が進めている健康日本 21 (第二次)⁶⁾ の数値目標に一致している。

血圧を含め、循環や呼吸、消化排泄といった内臓機能は加齢の影響を強く受けるが、筋力や脳機能のように活性化するトレーニング法が確立されているわけではないので、住環境の改善という方法が有効である可能性は今後大いに注目すべき点であると考えられる。他に得られた血圧変動の縮小や精神的健康感の改善も好ましい効果であろう。

このような住宅の改修実験は容易ではないとはいえ、対照群を設定できなかったことは本研究の限界といえよう。環境改善度は個々の住宅差が大きくそれが健康指標にも影響している可能性が示唆されたので、いかに改修後の環境を事前予想できるか、また、部分改修で十分といえるかは今後の課題であろう。少なくとも、体表面の一部や全体が室温に曝されるトイレ、脱衣室、浴室については、改修以外に室温維持のための方法があるので利用すべきであろう。

引用文献

- 1) 小川他、居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果 (第 7 報)、2015 年度日本建築学会大会
- 2) 小川・高橋他、居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果 (第 1~4 報)、2014 年度日本建築学会大会
- 3) Kario et al., Morning Surge in Blood Pressure as a Predictor of Silent and Clinical Cerebrovascular Disease in Elderly Hypertensives A Prospective Study. *Circulation*, 107:1401-1406 (2003)
- 4) 循環器学会、日本心臓病学会、日本高血圧学会合同研究班: 24 時間血圧計の使用 (ABPM) 基準に関するガイドライン. *Japanese Circulation Journal*, 64Suppl. V : S1207-S1248 (2000).
- 5) 宮良・高橋他、居室の断熱改修施工による温熱環境・健康指標への効果 (第 6 報)、2015 年度日本建築学会大会
- 6) 厚生労働省「21 世紀における国民健康づくり運動 (健康日本 21) (第二次)」(2013)

※謝辞: 本論文は、「健康長寿住宅エビデンス取得委員会」(事務局(一財)ベターリビング) が実施した実証実験のデータの一部を使用している。本論文を作成するにあたり、実証実験に協力頂いた住まい手の方に対し、御礼の意をここに表します。

*1 東京都健康長寿医療センター研究所
 *2 産業技術総合研究所
 *3 北海道大学大学院
 *4 足利工業大学
 *5 アキレス株式会社
 *6 旭化成建材株式会社
 *7 旭ファイバーグラス株式会社
 *8 アズビル株式会社
 *9 東京ガス株式会社
 *10 株式会社 LIXIL
 *11 ベターリビング
 *12 建築研究所

*1 Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology
 *2 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
 *3 Hokkaido University
 *4 Ashikaga Institute of Technology
 *5 Achilles Corp.
 *6 ASAHI KASEI Construction Materials Corporation
 *7 ASAHI FIBER GLASS CO.,LTD.
 *8 Azbil Corp.
 *9 TOKYO GAS CO., LTD.
 *10 LIXIL Corporation
 *11 Center for Better Living
 *12 Building Research Institute