

公益信託エスペック地球環境研究・技術基金  
2023 年度助成金研究報告書

自然エネルギーを利用した居住環境の性能検証と既存住宅の改修への適用

2024 年 10 月 31 日

武庫川女子大学 生活環境学部 生活環境学科 住環境領域  
(研究代表者) 北村薫子  
佐々尚美・山田由美

## 1. はじめに

### 1-1 研究背景

建築分野において、使用エネルギーの低減や建材による炭素固定といった環境負荷を減らす取り組みは喫緊の課題である。住宅に対する解決策の1つとして、現在は太陽光パネルや輻射冷暖房等の機器類を設置した自然エネルギー利用や環境制御が主流であり、新築住宅を中心に普及が進んでいる。一方で、こういった屋根上、床下、壁裏等へ機器類の設置は、既存住宅の室内環境性能改善を目的とした取り付けや施工にあたって一般的には建築技術者が介入せざるを得ず、居住者にとって経済的負担・時間的負担のほか、心理的な負担感も大きい。さらに、中長期で考えた場合、こういった機器類は設備更新の際の廃棄物の増大をまねく懸念も指摘されている。

現在すでに、一般住宅においてもIoTにより使用エネルギーが瞬時に把握できるようになり、スマートフォンアプリで遠隔での On/Off 制御によって、手軽に自らに合った快適な環境を作り出すことが可能となっている。これは、快適性の追求に偏ると省エネルギーと逆行する懸念もある一方で、居住者の環境に対する知識・意識が高まることで環境負荷の少ない生活の工夫や啓蒙につながる期待もある。

居住者にとって負担の少ない既存住宅の省エネルギー改修技術や、自然エネルギーを有効利用するノウハウの蓄積によって一層の環境負荷の低減につながることから、居住者が日常的に触れる部位の遮熱・断熱を基本としたパッシブ制御による室内環境性能の改善の選択肢を増やすことが有用と考えられる。こういった既存住宅の今日的住環境へのレトロフィットを居住者レベルで可能とする技術の提案は空き家活用にもつながり、空き家問題の解消の一施策となると考える。

### 1-2 研究目的

本研究を含めた一連の研究は、居住者が積極的に住環境にかかわる余地を生み出すこと、つまり、自然光と自然通風をフレキシブルに活用できる住環境の構築のための知識と技術を模索し、エネルギーの使用低減と快適性の両立をはかることを最終目標としている。

本研究はその一部として2023年夏季から2024年夏季にかけて行ったものである。本研究は、空調と照明を中心とした自然エネルギーを利用した居住環境の性能を検証し、建築技術者の手を借りずとも居住者がホームセンターなどの日常的に入手しやすい建材や用具を使って住環境をコントロール可能な技術を見出すことを目的とする。

### 1-3 研究の構成

上記目的を達成する方法を決定するにあたり、現地となる既存住宅の状況を調査するとともに、既往研究や関連法令を調査した。現在の状態の室内熱環境・光環境を中心に太陽高度や気温に応じて年間変動を継続測定し、環境シミュレーションを通して改修後の環境予測をたてた。同時に、既存建材の状態や所要性能を把握し、改修に使用する建材類の選定とモックアップによる評価から改修計画をたてた。夏季、秋季、冬季の測定終了後に改修し、2024年度の同時期に環境測定を行った。

本報告では上記までを記載し、この後実施予定の短期居住実験や生活行動やエネルギー使用の状態の把握、環境性能の向上の検証は、別途まとめた上で報告する計画としている。

## 2. 改修前の状態の現状調査

### 2-1 改修対象の住宅

改修対象の住宅概要は下記のとおり。

- ・ 築年数：1963年1階建て竣工。その後、2階を増築（増築時期は不明）
- ・ 在来木軸工法住宅
- ・ 敷地面積：147.47 m<sup>2</sup>
- ・ 建築面積：70.09 m<sup>2</sup>
- ・ 延床面積：97.49 m<sup>2</sup>（1F床面積64.37 m<sup>2</sup>，2F床面積33.12 m<sup>2</sup>）



外観写真

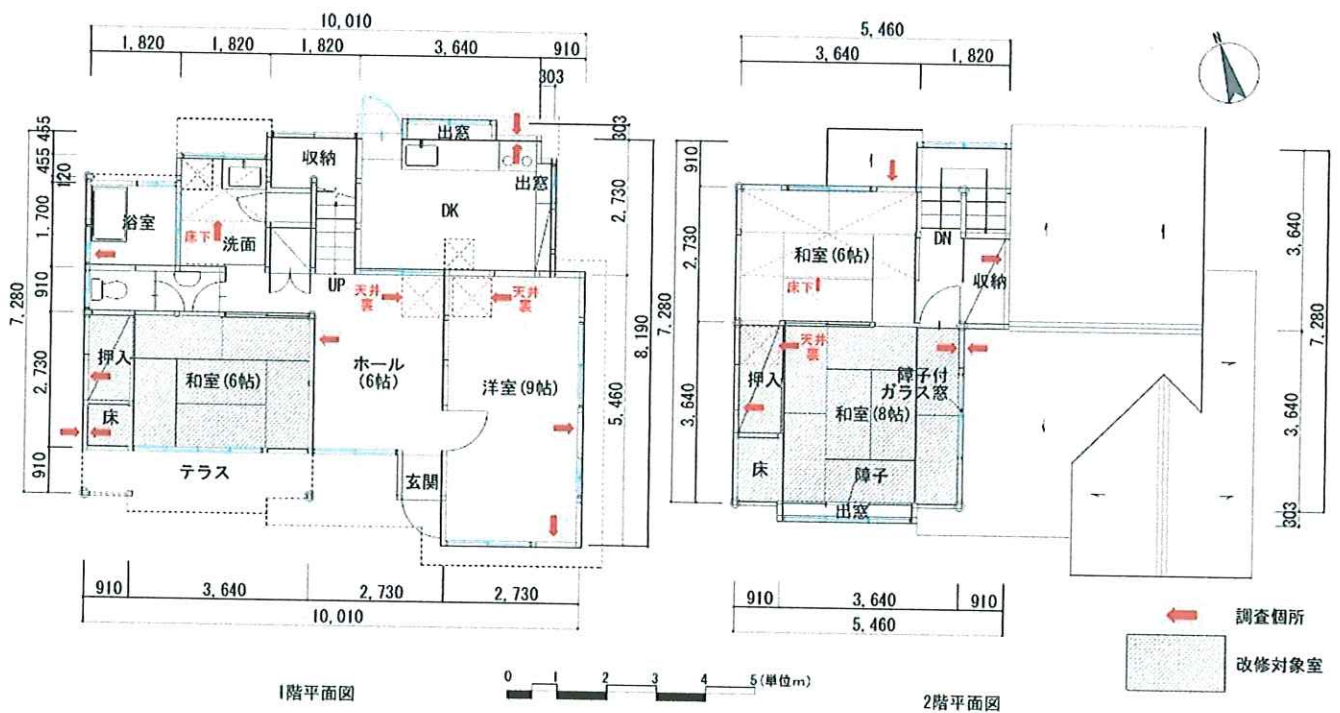


図 2-1 既存平面図

図 2-1 のうち1階ホール、DK、水回り、階段室、2F6帖の和室は、教育に利用する予定のため改修対象から除外し、1階6帖和室と2階8帖和室を対象とする。

2-1-1 改修対象室の仕上構成(単位:mm)

当学施設部において仕上構成を調査した(表 2-1, 図 2-2)。

※調査箇所は図 2-1 の➡箇所

	部位	仕上・下地 (壁:内部から外部の順に表示)	室内の色目
2 階 和 室	屋根・天井	杉杣目板 t12 目透し貼/野縁 30×45/屋根裏空間(換気口あり)/ 垂木 60×45 ※垂木下にポリスチレンフォーム t20/野地板 t12 /アスファルトルーフィング/ガルバリウム鋼板瓦棒葺 ※天井材裏面に断熱材なし	杉板生地
	壁 (内部は真壁)	ジュラク塗(下地 plaster を含 t8) /石こうラスボード t9.5/ 木摺板 t12/密閉空気層 t65/木毛セメント板 t10/木摺板 t12 /モルタル t20/リシン吹付 ※断熱材なし	麴塵色
	床	本畳 t60/合板 t12/根太 45×45	
1 階 和 室	天井	杉杣目板 t12 目透し貼/野縁 30×45	杉板生地
	壁 (内部は真壁)	ジュラク塗 t3/小舞竹組土壁 t90/モルタル t20/リシン吹付 ※断熱材なし	素色
	床	本畳 t60/合板 t12/根太 45×45 ※根太間に断熱材なし	

表 2-1 各部位の構成

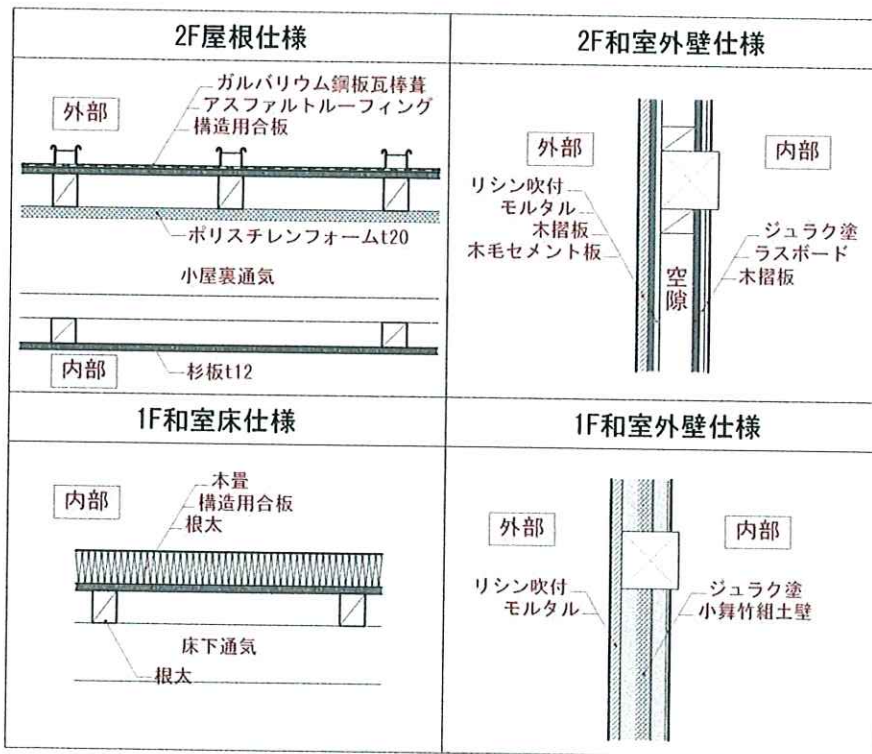


図 2-2.各部位の構成図

調査の結果、外壁、床、屋根または天井にはグラスウールなどの断熱材が未施工となっている。増築部の2階大屋根は、垂木下に約20mmのポリスチレンフォームが施工されているが、小屋裏通気にもかかわらず天井裏に断熱材がないため断熱効果はなく、断熱性能は非常に低い。

## 2-2 熱環境

室内温熱環境の実態を把握する為に、2023年8月29日～9月4日および2023年12月20日～2024年1月15日に、各部屋の床上10cm、60cm、110cmの温度および床上60cmのグローブ温度、床上60cmの相対湿度を、小型温湿度計を用いて5分間隔にて測定した。

図2-3に夏期および冬期の1階和室の温度および相対湿度の経時変動の一例を示す。気象庁の過去の気象データ検索HP<sup>1)</sup>より、近隣の神戸の外気温の最高気温および平均気温、最低気温は、9月3日は35.8℃、31.1℃、26.9℃、4日は35.3℃、31℃、28.5℃、12月22日は5.6℃、2.4℃、0℃、23日は8.3℃、4.5℃、0.7℃であった。

夏期では、9月3日の11時30分ごろよりいずれの高さの温度も約30℃となった以降は、温度が下がらず、4日も終日30℃以上と高い温度であった。相対湿度は60～65%程度で変化は少なかった。温熱的に弱者である高齢者が生活することを想定すると、日本建築学会高齢者熱環境研究会に作成された住宅熱環境評価基準値(25±2℃)<sup>2)</sup>と比較すると、全ての時間において基準値より高くなっていた。また、日本生気象学会による日常生活における熱中症予防指針 Ver. 4にて示されている「室内用のWBGT簡易推定図 Ver. 4」<sup>3)</sup>より、終日「警戒」～「嚴重警戒」と簡易的に推定され、熱中症の発症の恐れがある。

冬期では、12月22日も23日も終日気温は低く、終日6℃未満であり、更に、夜間から午前中にかけては4℃を下回っており、非常に低い気温を保っていた。

いずれの季節も、冷暖房器具を全く使用していない状態での温熱環境であり、実際に生活する際には、適切に室内温熱環境を調整しないと、体調を崩すことが懸念される環境であった。

### 引用文献

- 1) 国土交通省 気象庁HP:過去の気象データ検索 <https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index> (参照 2024.10.31)
- 2) 川島美勝 編著:高齢者の住宅熱環境、p239、理工学社、1994
- 3) 日本生気象学会:「日常生活における熱中症予防指針」Ver. 4、p14、2022、<https://seikishou.jp/cms/wp-content/uploads/20220523-v4.pdf> (参照 2024.10.31)

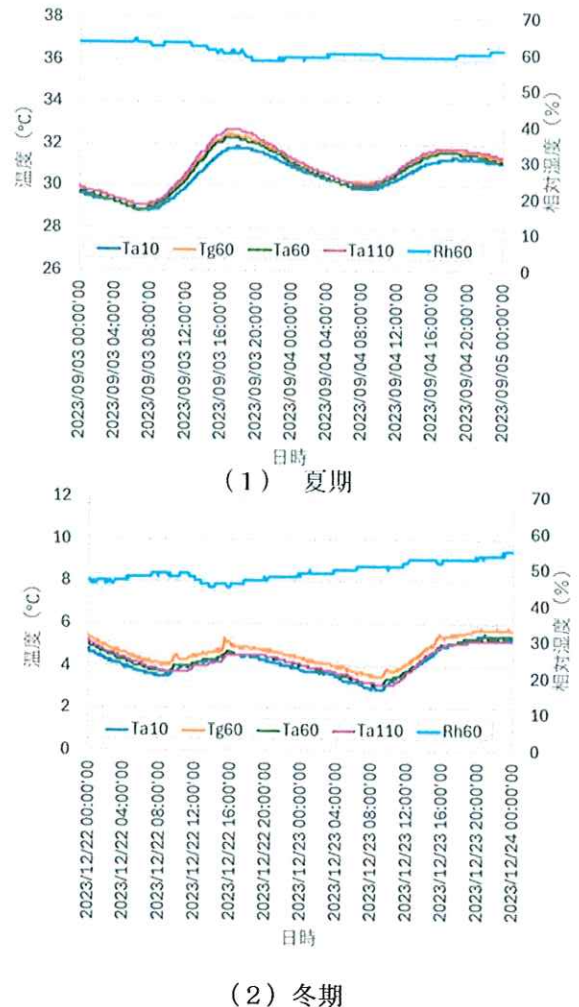


図2-3.温度及び相対湿度の経時変動の一例

### 2-3 改修前の光環境

改修前の各室の光環境を実測調査した。測定概要を表 2-2 に示す。日の出から日没までのうち測定可能な時刻とし、およそ 1 時間間隔で、各室の分光照度と輝度分布を測定した。当日は、15 時頃に雷雨室内の色度もあわせて測定した。

内装の色度を表 2-3 に示す。漆喰壁は比較的反射率が高いが、他の部位は L\*がおよそ 30 から 80 の間に分布しており、光が反射されにくく暗くなりやすい環境であった。

各室の床面水平面照度の日変化について、1 階南西側和室の例を図 2-4 に示す。この室は南面(写真左側)に掃き出し窓が 1 つあり、東面と北面は漆喰壁、西面は床の間と押し入れの襖である。13 時に約 400lx を示したものの、一日を通して 100~200lx 程度であり、午後は 100lx に満たない時間帯も長かった。図 2-5 に示すように、室奥や室上部にほとんど光がまわっておらず、反射率が低いことが影響していることが推察された。

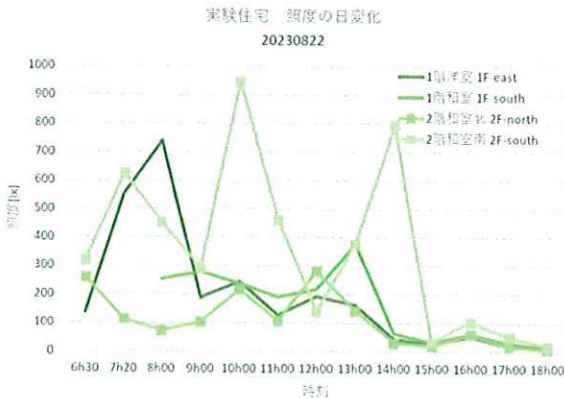


図 2-4. 床面照度の日変化(1 階・2 階居室)



図 2-5. 1 階和室の 15:00 の様子  
(シャッタースピード 1/3200 で撮影)

表 2-2. 光環境実測調査

測定日	2023 年 8 月 22 日
測定時刻	6:30(晴れ), 7:20(晴れ), 8:00(晴れ), 9:00(晴れ), 10:00(晴れ), 11:00(曇り), 12:00(曇り) 13:00(晴れ), 14:00(雨雲), 15:00(雷雨), 16:00(曇り), 17:00(晴れ), 18:00(晴れ)
測定項目	分光照度, 輝度分布, 色度
使用機器	KONICA MINOLTA 分光照度計 CL-70 RICOH 全天球カメラ THIETA KONICA MINOLTA 色彩色差計 CR-13
測定場所	1 階:南東側洋室, 南西側和室, 北側キッチン 玄関ホール, 階段 2 階:北側和室, 南側和室
測定点	分光照度:各室床面中央水平面 輝度分布:各室中央高さ 1100mm から全天球
人工照明	点灯なし

表 2-3. 改修前の室内の色度

		L*	a*	b*
1 階南東側洋室	床	40.4	1.3	1.3
	壁	80.7	2.2	5.4
	柱	81.0	5.5	22.7
	窓枠	84.4	0.5	7.4
1 階北側キッチン	流し台扉	90.4	-0.7	1.8
	棚	84.6	0.7	7.9
1 階玄関ホール	床	64.5	4.3	14.7
	壁	72.4	8.8	14.7
1 階土間	床	68.7	0.0	4.9
1 階南西側和室	畳	63.3	5.1	17.9
	漆喰壁(白)	92.5	1.3	13.7
	柱	69.5	11.9	21.9
	ふすま	86.0	1.7	8.5
	床の間	55.2	0.1	10.1
	床柱	41.1	15.6	19.9
1 階廊下	砂壁	68.9	4.9	20.3
階段	床	33.0	11.0	12.4
	壁	34.8	12.1	13.0
	手すり	47.4	9.4	18.8
2 階北側和室	壁	56.3	-0.8	17.6
2 階南側和室	畳	56.9	10.4	26.0
	畳へり	41.2	-4.9	22.3
	漆喰壁(黄)	86.7	2.1	12.4
	漆喰壁(白)	86.5	2.2	12.9
	床の間	38.1	23.3	24.4
	障子棧	51.1	11.7	20.1

### 3. DIYによる改修計画と実施

本章では、2章で調査した既存住宅において学生達がDIYによる改修を実施し、居住者自身が居住空間の改善を行う場合の方策の妥当性と課題を抽出し、効果を考察することを目的とする。

#### 3-1.改修の方針

##### 3-1-1.既存住宅の改善項目

- 1) 和室の洋室化 改修対象住宅の室構成は、和室が個人のプライベートな居室として利用されていたが、昨今のライフスタイルの変化に対応させるために洋室タイプの部屋に改修する。
- 2) 光環境の改善 部屋全体の明度を上げ、昼間は照明器具に頼らない環境を目指す。
- 3) 温熱環境の改善 低い断熱性能を補い、空調機器を多用しなくても快適な環境を目指す。

##### 3-1-2.計画の方針

居住者自らがDIYで取組む住宅改修に関する先行研究では、大野ら<sup>1)</sup>がDIYによる改修の機会を拓けるには「住宅の基本性能に関わらない作業」「細切れの作業」「簡単な道具・工具で可能な方法の提案」が重要であることを示唆している。また、DIYの実施には作業熟練度の必要性や工具・工法に対する知識に加え、作業に力仕事が多いことを考慮すると男性と比較して女性にはハードルが高い。しかし、菊池ら<sup>2)</sup>は、実際の改修作業の調査をとおして「女性は居住空間に対するこだわりが強い」「DIYによる住宅改修を通じて住まいへの愛着が深まり、維持管理への意識が深まる」ことにより、女性が居住空間の維持・管理において中心的役割を果たすことを示唆している。そして浅見<sup>3)</sup>の調査研究により、DIYに伴う情報収集には「ホームセンターやインターネットが活用されている」ことが明らかになっている。

以上の先行研究を参考に計画の方針を下記のとおり設定した。

- 1) 作業者の設定 DIY作業の経験がない非力な女性居住者を想定した学生を作業者とする。学生の内訳は、建築模型制作に慣れ、家具制作の経験がある大学院生と4年生各1名、模型制作の経験のみの4年生4名、両方の経験がない1年生3名 計9名の20代の女性。
- 2) 工法の設定 作業者がDIYに関するYouTube動画の中から視聴回数の多い動画を視聴し、作業工程を学習したうえで対応可能と判断した作業を参考に実施可能な工法を考察する。
- 3) 工具・建材の選定 作業者がホームセンターで販売している建材と工具を実際に手にし、取り扱いが可能な工具と建材を選択する。
- 4) 作業時間の設定 1, 2名程度の一般社会人が土日を作業に充て、約1カ月程度で2室の工事を完了することを想定し、延べ作業時間を計100時間(6.5時間×2日×4週×2人)程度と設定する。

#### 3-2.改修計画の検討

##### 3-2-1.工法の検討

YouTubeで視聴回数が多かった①既存和室壁の解体作業、②畳を撤去しフローリングに張替える作業、③壁に胴縁を新たに施工したうえで石こうボードを下地施工し、塗装、またはビニルクロスで仕上げる作業、④土壁の上に塗装仕上、⑤土壁の上に左官仕上、計5種の作業動画を大学院生と4年生3名で視聴し、対象住宅の現状を加味したうえで取り組み可能な作業について意見交換した。

- 1) 2階天井裏に断熱材を敷く作業 断熱効果が上がることが見込めるが、天井裏には十分な作業スペースがなく、室内側からの作業とする場合は、既存天井を一旦、解体する必要がある。
- 2) 2階外壁側の石こうラスボードや木摺板の解体作業 解体は、バールや釘抜きを使った力仕事となる。2階外壁内の空隙に断熱材を充填できるメリットがあるが、室内側の既存のボードと木摺を解体することで構造耐力が低下する懸念があり、解体分により生じた耐力軽減を補う工事を作業者のみで実施するには技術的に不安がある。
- 3) 土壁の解体作業 2) 同様、解体分の構造強度を補うために新たに構造用合板などの面材を打付ける必要があるが、耐力確保が可能な釘打ちの方法ができるかどうか技術的に不安がある。
- 4) 既存壁の上から石こうボードなどの面材を施工 下地胴縁の施工が課題となるが、既存壁と新設する面材の間に断熱材を施工できるため有効と考える。但し、作業員 1~2 人で重量のある面材を取り扱えるか不安がある。
- 5) 板状木材の施工 軽量で小幅の板材が扱い易い。板材間にスリット目地を設けることで調整シロが見込め、ある程度の仕上精度が出せる。
- 6) 塗装・左官作業 塗装作業は、比較的容易に取組める可能性がある。また、左官は鍍波仕上や引きずり、刷毛引き、櫛目仕上には熟練の技術力が必要だが、平滑な金鍍仕上であれば技術力がなくてもある程度の仕上精度が見込める。
- 7) 畳床の張替え 改修室内で既存畳の取り外しを試みたが、女性だけでは畳の持ち上げが困難で、力のある男性、または建築技術者の介入が必要と判断した。また、小川ら<sup>4)</sup>が床下に断熱材を施工した「木造住宅におけるDIY作業後の温熱環境の実測調査」の結果から、気密性確保が困難で作業工程と作業時間などかかる労力を考慮すると、それに比べて得られる効果が大きくないと判断した。洋室化に伴い床座の生活様式から椅子座に変わることによって直接床に触れる体の部分が小さくなり、寒さに関する感覚が軽減されることを期待する。
- 8) 工具・建材 作業員の経験値にばらつきがあるため、全員が一定の精度が出せる用具や建材を選定する。
- 9) 工程と時間 作業時間が短く、工程が少なく、作業を細切れにできる工法を検討する。

以上の意見効果の結果、1) ~3) と 7) は建築技術者の介入なしでは困難と判断し、実施案から除外した。非力な女性でも取組みやすい 5), 6) を作業の基本方針とし、4) は、ホームセンターで試しに面材を持ち上げて作業が可能かと、土壁に面材の下地となる胴縁が打ち込み可能かを検討したうえで採用するかどうか判断する。また、工法の詳細を検討するうえで 8), 9) を重視する。

### 3-2-2. 建材の選定

作業についての意見交換の結果を基に作業員複数名でホームセンターを調査し、DIYに適した建材を以下の視点から評価した。

- ・ 運搬可能な重量か。
- ・ 精度調整が可能か。
- ・ 既存に合わせたサイズ加工が可能か。

建材名	規格	作業性	カット作業	下地	仕上	作業スペース	作業精度	価格
石膏ボード	910×1820 t9.5	× 約11kg/枚	カットサービス 利用可	胴縁の追加が 必要	ビニルクロス、 塗装ともに下 地処理必要	微調整のためのカッ ト作業にある程度 のスペースが必要	カット作業に精 度、目地処理 が必要	安価
合板	910 × 1820 t6	× 約8.6kg/枚	カットサービス 利用可	胴縁の追加が 必要	ビニルクロス、 塗装ともに下 地処理必要	微調整のためのカッ ト作業にある程度 のスペースが必要	カット作業に精 度、目地処理 が必要	安価
ポリスチレン フォーム	910 × 1820 t30	◎	容易	既存壁に接着	面材+ビニルク ロス等	微調整のためのカッ ト作業にある程度 のスペースが必要	気密確保のた めシートと防火 のための面材 の施工が必要	安価
左官材	—	◎	不要	既存土壁	—	施工場所可能	高い精度は不 要	安価
板状木材	樹種、サイズ ともに豊富	○	カットサービ ス利用可	真壁の柱に取 付 既存間柱部に 胴縁追加	塗装 熱圧加工板は 生地そのまま使 用可能	施工場所可能	目地設置で精 度向上	安価
羽目板	同上	○	カットサービ ス利用可	同上	仕上不要	施工場所可能	同上	高め
ファブリック	同上	○	容易	カーテンレ ール等	仕上不要	自宅でも作業可 能	容易に調整可 能	商品に よる
ウッドカーペット	6帖、8帖サ イズ	◎	不可	不要	不要	不要	不要	商品に よる

表 3-1 建材の評価

表 3-1 の比較検討から、

- ・ 1 人でも運搬可能な板状木材や、仕上材。
- ・ 作業範囲が柱や長押で区切られており、時間を短く分けての作業が可能な塗装や左官材。
- ・ 目地幅により取付位置の微調整が出来る小幅の板状木材。
- ・ 仕上工程が不要な仕上面があり、安価な板状木材。
- ・ フレキシブルにサイズを変えられるファブリック。
- ・ 取付作業が不要なウッドカーペット。

などを選択した。

なお、石膏ボードなどの面材は、重量が重く作業性が悪いことと、施工時に現地でのサイズ調整のためのカット作業や突きつけ部の目地処理が困難と判断し、不適と判断した。また、断熱材のポリスチレンフォームについて、運搬が容易で現地で切断加工も可能であるが、気密性を確保する施工精度の難易度が高く、防火性能確保のための石膏ボードによるファイリング工事が困難であることから不適と判断した。

### 3-2-3. 工具の選定

ホームセンターにてDIY作業者が施工作業を想定した器具を試しに操作し、重量や操作の簡易性の観点から下記の工具を選択した。

- ① カナヅチ
- ② ホームセンターのDIY教室で使っている電動工具セット（ドリル、ドライバー、ノコギリ、サンダー）
- ③ ②より軽量で威力が弱い電動ドライバーとドリル
- ④ 手動のドライバー

⑤ 小型片刃ノコギリ

⑥ 鑪

### 3-2-4.2階和室の現状と改修内容

#### 【現状】

南と東側に窓があるが、障子紙の日焼けと暗色系の既存壁により全体的に暗い印象となっている(図 3-1)。



図 3-1 改修前の 2 階和室 パノラマ写真

#### 【改修内容】

既存壁には剥離がなく、塗装や左官の下地としての使用が可能と判断し、ホームセンターで販売されている珪藻土を左官仕上する。珪藻土の性状は、既存土壁の上に直接施工が可能で防カビ性能があり、粉材からの練りが不要のペースト状で販売されている製品を選択した。色は、光環境の改善のために室全体の明度を上げ、かつ学科で所有している白木の家具に合うよう白色系とした。また、珪藻土には調湿機能があるため、若干の温熱環境の改善も期待する。

既存障子の日焼けにより劣化していた障子紙を張り替える。古い紙の剥離にはホームセンターで購入した剥離剤を利用し、新しい紙はアイロンで貼るタイプを採用する。

### 3-2-5. 1 階和室の現状と改修内容

#### 【現状】

1 階和室のジュラク壁の色目は白色系であるものの、ジュラクの下地が面材であった 2 階和室とは異なり下地が小舞竹組の土壁で釘が効かず、額や小物をディスプレイするための棚や洋服のハンガーを掛けるフックを設置することができない(図 3-2)。また、押入は布団類の収納に対応した収納空間で、洋服、靴、アクセサリなどの現代的な生活雑貨の収納に適していない。

#### 【改修内容】

室内を実測し展開図を作図したところ、柱や長押などの木部は幅・高さ方向ともに歪みや一部に膨れが生じており、木部の内面の出は統一されていないことが分かった(図 3-3)。このことから、以下の改修内容を計画した。

- 1) 天井 部屋全体の明度を上げるため、既存杉材の上に杻目が透ける白色系のオイルステイン系の塗料を塗装する。
- 2) 南壁面(外壁) 既存土壁の上から断熱材を施工し、その上に面材を施工することを検討した

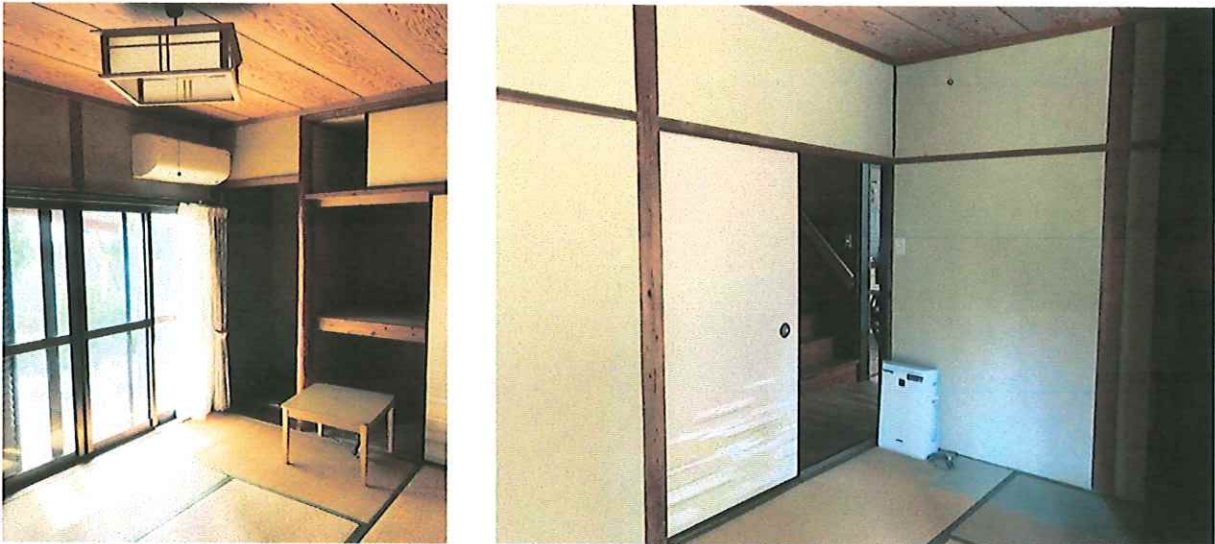


図 3-2 改修前の 1 階和室

が、小舞竹下地の既存土壁には釘が効かず、面材下地のための胴縁が施工できない。次に胴縁を柱や長押などの既存木部に打込むことを検討したが、木部の出が上下、左右で差があり胴縁の厚みを調整しながら施工せねばならず、作業手間や施工精度に不安がある。よって、2 階和室同様、既存壁の上から珪藻土を左官仕上げとする。

- 3) 北・東壁面（内壁） 木部の出がほぼ一定であったことから、小幅の板状木材を部材に隙間を空けて柱間に取り付ける工法とした。該当壁面の裏側は、今回の検証とは異なった目的で建築技術者が壁仕上を解体する作業を実施しており、間柱や胴縁位置が確認できたため土壁の上から下地の胴縁が打ち込める位置を特定した。仕上の板状木材は、安価で硬度が低く加工しやすい杉材の中からクリア塗装のような光沢があり、通常の杉材より傷がつきにくい熱圧加工材を選択した。ホームセンターにて工具を使って板材に試し打ちを実施し、ビス打ちが容易で展開図で最もバランスがよく、軽トラックで現地への搬入が可能な厚み 10mm、幅 140 mm、長さ 2000 mm の規格材を選択した。板材の長さ方向の切断は、ホームセンターのカットサービスを利用することにしたが、ミリ単位での切断と切り欠き加工が不可であったため、全ての部材の長さがセンチ単位になるよう展開図で目地幅を調整した。
- 4) 西面壁（外壁） 床の間と押入は、授業で収納空間の実験に使うため現状のままとするが、室の洋室化に合わせてファブリックで覆う。覆うことで外壁内面と居住スペースとの間に幅約 900 mm の空間ができ、開口部前カーテン同様に若干の断熱効果が出ることを期待する。ファブリックの形状はできるだけ平滑な面とし、操作性を考慮してシェードカーテンとした。ホームセンターには一面を覆うことができる規格サイズがなかったため、布地を選んでオーダー発注する。なお、取付けはホームセンターで購入できる調整が可能なカーテンレールを使用する。
- 5) 床 本畳を上げることが困難であったため、畳の上に規格のウッドカーペットを敷き、洋室化に対応する。
- 6) 開口部 南面の開口部にホームセンターで入手可能なカーテン等を複数用意し、温熱環境の変化を検証する（詳細は 4 章参照）。

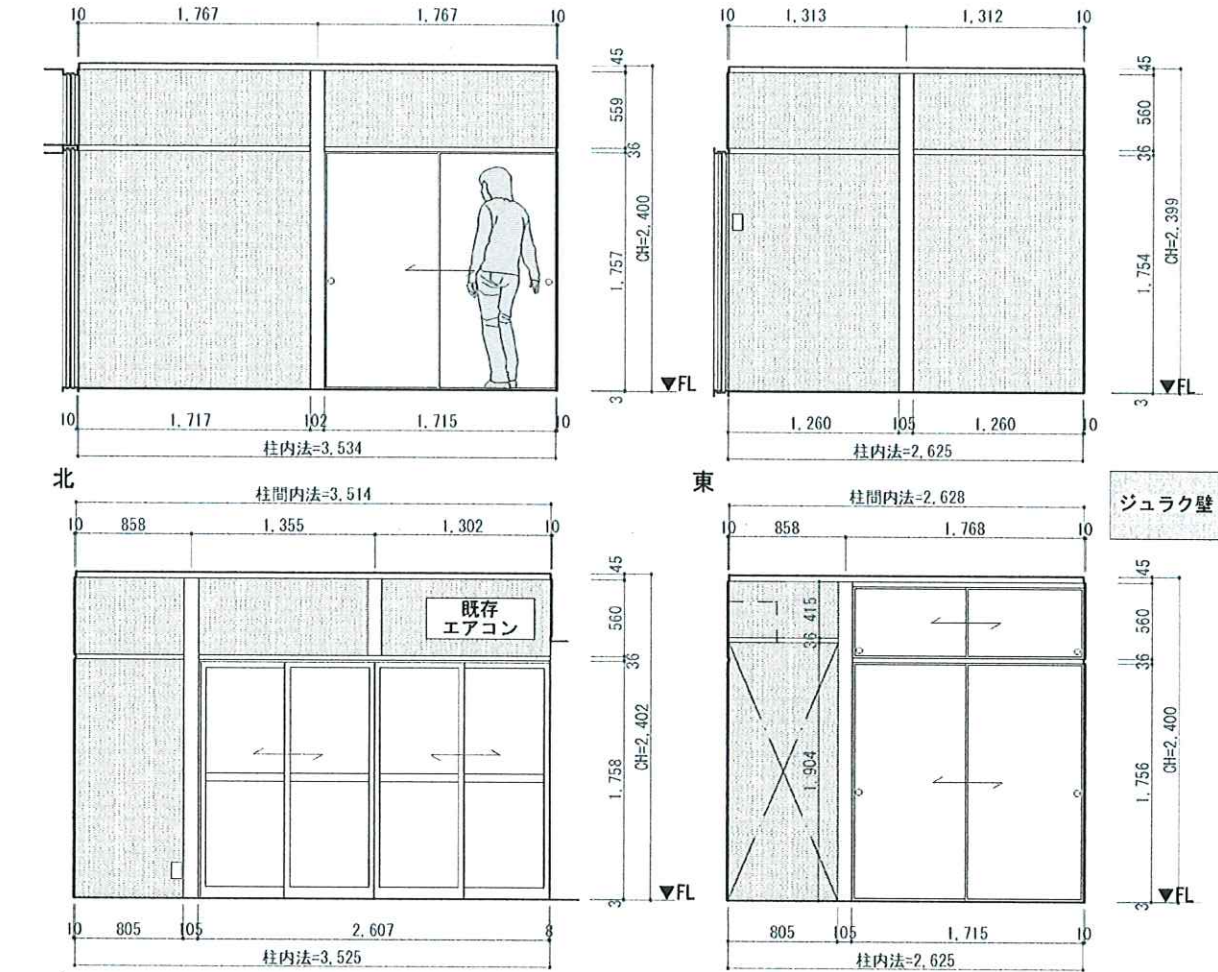


図3-3. 改修前展開図

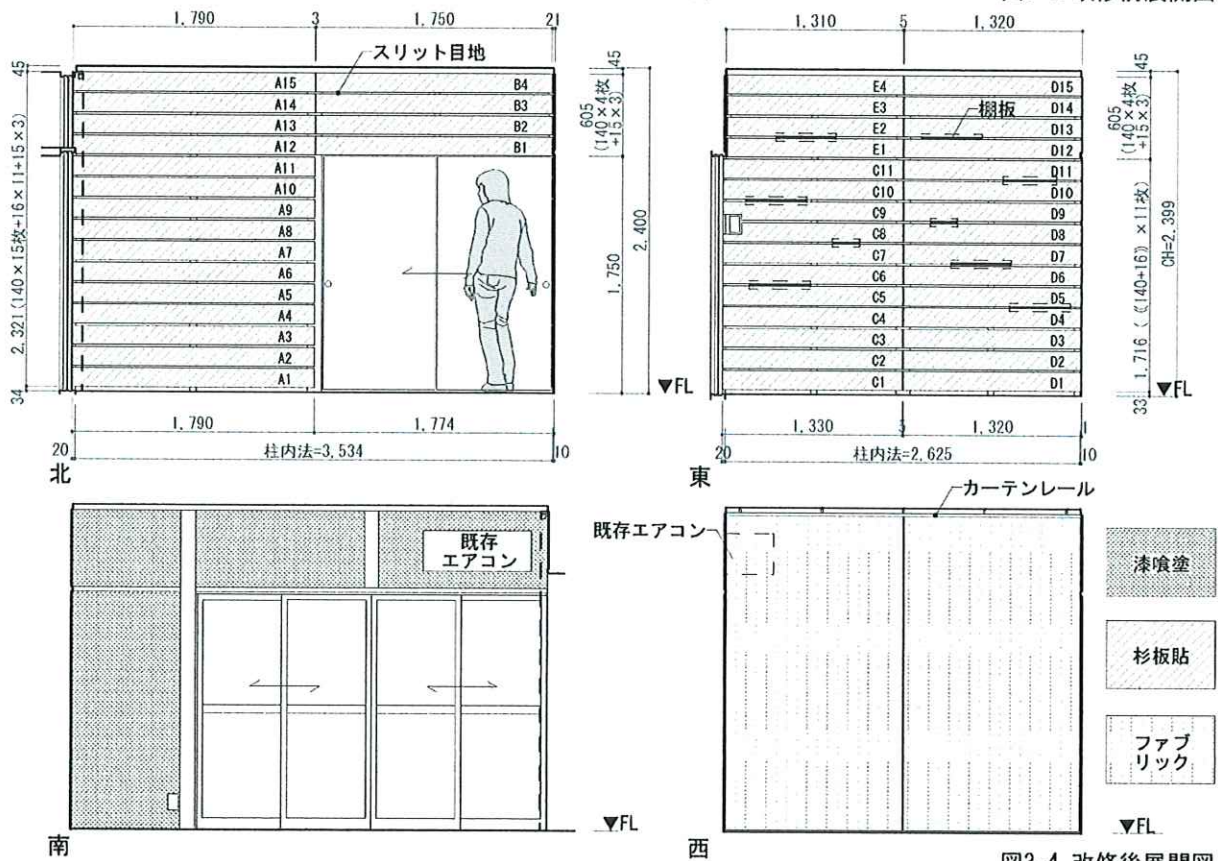


図3-4. 改修後展開図

### 3-3 改修の実施と結果

#### 3-3-1 2階和室改修の手順と作業性の検証

実施した作業手順は下記のとおり。

- ① シート、マスキングテープで床と既存木部を養生する。
- ② ひび割れが生じている部分の周囲を剥離し、プライマーを塗布したうえでパテを塗り込む。
- ③ 1回目塗り。
- ④ 2時間程度の間を置き、2回目塗り。
- ⑤ 2回目塗り直後にマスキングテープをはがす。
- ⑥ 障子紙の貼替え



図 3-5.作業風景



図 3-6.作業途中の既存壁面との色目の差

珪藻土の左官作業については、真壁造りのジュラク壁が柱や鴨居により小面積に区切られており、1区画毎に小休憩を挟みながら作業ができるため女性にも体力的負担が少なく、模型制作レベルの経験も少ない低学年学生でもDIY作業が可能であった(図3-5,6)。珪藻土は製品のパンフレットから試算して十分な量を準備したが、平均的に塗り厚が厚くなり2回目塗の途中で材料がなくなった。材料を再調達後、製品販売元からアドバイスを受けた方法で作業を再開したが塗継ぎムラが消えなかった。左官作業初心者では塗り厚が厚くなりがちのため、区画面積の小さい壁から施工しつつ、十分な量の材料を用意する必要があることが分かった。仕上がりに関しては、施工性の容易さと小面積単位での施工となったことから、経験値が低くても居住空間として利用可能な出来栄えとすることができた。(図3-7)。



図 3-7. 2F 和室 完成写真 ※エアコンは、今後の実験用に既存機種に加え新規機種を増設した。

### 3-3-2 1階和室改修の手順と作業性の検証

板材取付けは下記のとおり。珪藻土塗の面は、2階和室と同じ手順。

- ① 段ボール板でモックアップを作成し、設計図の寸法が妥当かどうか確認する。(図 3-8)
- ② ホームセンターに杉板の切断を依頼する。
- ③ 杉板の色目差(赤白)が大きかったため、バランスの良い配置を検討する。(図 3-9)
- ④ 壁内に間柱がある位置に土壁の上から胴縁を取付ける(図 3-10)。
- ⑤ 柵材を作成し、塗装する。
- ⑥ 取付け位置を墨付けする。
- ⑦ 鴨居やスイッチ部と干渉する部分をノコギリで切り欠く。板材の小口を鑿掛けする。
- ⑧ 板材にビス孔位置を下書き。孔位置の統一のため、手製のガイドを使用する。(図 3-11)
- ⑨ ビスが打ち込みやすいよう電動ドリルで深さ 5mm 程度の孔を開ける。
- ⑩ 板材間のスリットに柵材を入れながら手製の目地棒を使い板材を均等に取付ける(図 3-12, 13)。



図 3-8.モックアップ作成



図 3-9.杉板の配置検討



図 3-10.下地の胴縁を取り付ける

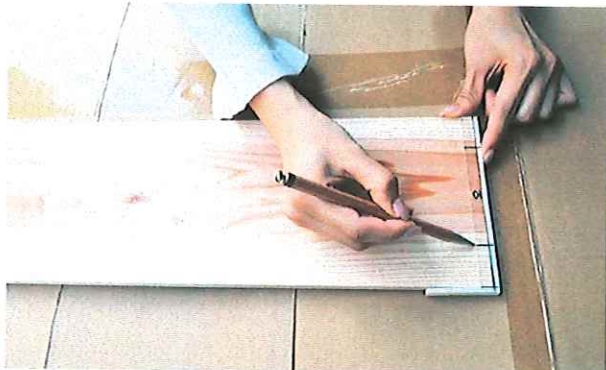


図 3-11.手製のガイドを使ったビス孔位置の下書き



図 3-12.柵板を入れながら板材を取付ける



図 3-13.手製の目地棒を使い目地幅を統一する

仕上板材と下地の胴縁の取り付けには釘ではなくビスを使用した。釘は打ち込みに力が必要なうえに失敗した際の復旧作業の負担が大きい、ビスは打ち込みに失敗しても電動ドライバーを逆回転することで外すことが可能であり、復旧にかかる負担が少ない。

また、実際のDIY作業で使用した工具のうち電動ノコギリやサンダーの使用頻度は低く、軽量で腕にかかる動力負荷が小さい電動ドライバーとドリルの使用頻度が高かった。作業者にその理由をヒアリングすると「電動ノコギリやサンダーは手元が狂ったら後戻りができない。また、電動工具は怪我のリスクが大きいため、威力の弱い工具の方が操作時の心理的なハードルが低い」という意見が多かった。

仕上材として取り付けした小幅の板材は、①軽量な材料を選択、②ホームセンターのカットサービスを利用する、③調整シロを設けるデザインとする。ことで作業者が施工可能と予測していたが、既存の真壁造りによる壁は、経年による歪みが生じており、柱や鴨居などの既存の木部を下地として利用する場合、今回採用したような薄手で小幅の材であっても取付精度を確保することが困難で、結果として下地胴縁の施工の際に部分的に建築技術者の手を借ることになった。下地胴縁の面精度を整えた結果、板材の取付精度が向上したことから、下地の精度が高ければ作業経験や技術がない者でもある程度の成果が出せることが分かった(図3-14)。

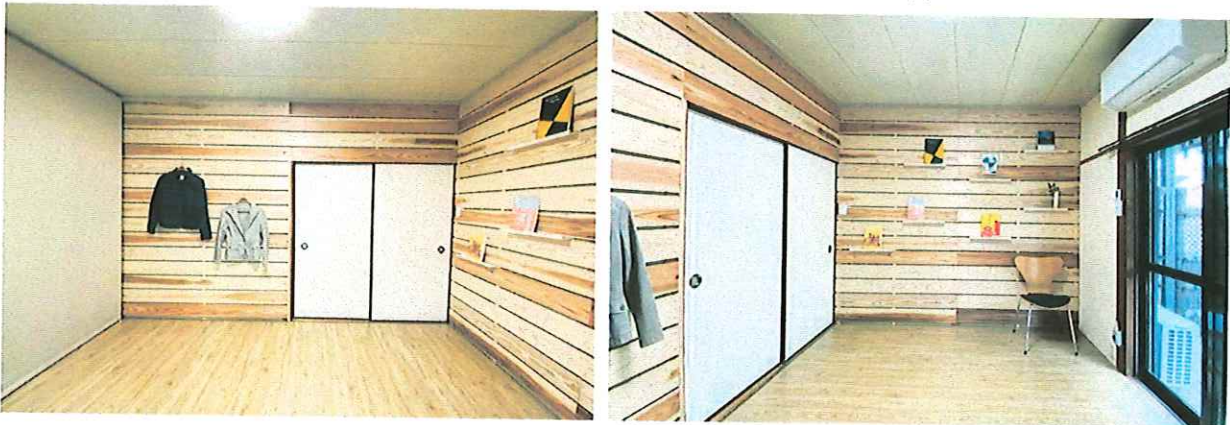


図3-14. 1階和室 完成写真

### 3-4 DIYに関する考察とまとめ

本章では、「建築施工分野」の実験・実証として、居住者を想定した学生によるDIY改修作業を通じ、工事作業未経験者が容易に調達できる建材を使い、建設技術者の介入なしで取り組める施工方法を検証してきた。検証による成果を以下にまとめる。

- 1) 塗装と左官作業の有効性 塗装と左官作業は、居住者が取組むのに有効な作業である。ホームセンターでは、取り扱いが容易な塗料や左官材を販売しており、作業未経験者でもある程度の施工成果が出せる。特に真壁造りでは、壁面が木部により小面積に区切られており、短時間で細切れの作業が可能で体力面での負担が少なく、区画毎のムラも分かりにくい。
- 2) 温熱環境改善のDIYについて 在来軸組木造住宅の場合、筋交いの接合部、面材の釘打ち方法、柱・梁へのかかり寸法が構造耐力に影響を及ぼすため、居住者が断熱材施工のために既存壁の下地を解体するのはハードルが高い。また、断熱材周りの気密性の確保が困難で、費用対効果を考慮すると建築技術者に依頼するのが望ましい。
- 3) 和室の洋室化に向けてのDIY作業 非力な女性がひとりで石膏ボードなどの面材を施工するのは困難で、かつ施工精度をあげるには、ホームセンターのカットサービスを利用した場

合でも面材の突きつけ部での微調整が必要となる。微調整のための切断作業には電動ノコギリが便利だが、ある程度の経験値がないと怪我リスクを不安視する心理的なハードルが高いことが分かった。また切断作業の際には、住居内に広い場所が確保できないため、小部材を使いスリット目地など調整幅を盛り込んだ工法・デザイン、ホームセンターのカットサービスやDIY工場の利用が作業効率と施工精度の点で有効である。小部材を使った工法は、施工難易度が低い一方でビス位置や目地幅の統一が完成時の美観を左右するため、ビス位置等を統一するための用具の考案が必要になる。

4) DIY作業における課題 築年数が長い木造住宅では新築住宅に比べて構造材のズレや歪みが大きい。仕上の精度は下地材の精度に左右されるため、下地施工の作業は建築技術者に依頼するのが望ましい。

5) DIYの効果

- ・ 時間：当改修作業には延べ120時間かかった。作業開始前に想定した100時間を2割程度超過したが、居住者2名が週末ごとに作業に取り組み、約1か月程度で完了できることが実証できた。
- ・ コスト：2室のリフォームにかかった費用は、工具、材料、ファブリックのオーダーを含め総額約20万で、浅見<sup>3)</sup>のアンケート調査で明らかになった「DIYにかかった材料や道具の総額は、約85%が50万未満」内に収まった。
- ・ 居住者の意識改革 作業に関わった学生達からは「ホームセンターの建材類は、視点を変えれば活用の幅が広がる」「始める前は体力面の不安があったが、実際に作業にかけると負担感は低かった」「使い辛い和室にも活用の可能性があることが分かった」「自らの手で作業することで、出来上がった空間に愛着が持てる」「自宅でも実践してみたい」という声が挙がり、DIYによる改修をとおして居住者に住環境への改善意識を喚起できると考える。

以上から、施工場所の現状と作業者のスキルを把握したうえで材料・工具を吟味し、部分的に建築技術者の手を借りながら作業者のスキルに合わせた工法を考案することで、作業時間、コスト、作業に対する心理面も居住者に大きな負担とならないことが分かった。なお、中心的役割を担った大学院生には、今回の成果を評価する知人からDIYによる自室改修の依頼が入った。

DIYによる住宅改修は、施工精度向上のための課題はあるものの、居住者の住空間に対する愛着と環境改善意識を喚起する効果がある。国内の空き家率は、2033年には27.3%に達する<sup>5)</sup>との予測があるが、DIYの可能性を啓発することで居住者に住空間に対する環境改善意識を促し、今後の空き家率低下の一助となると考える。

<参考・引用文献>

- 1) DIYによる住宅改修作業の可能性に関する調査研究（大野隆司<sup>他</sup> 日本建築学会計画系論文集 第517号, 173-178, 1999.年3月）
- 2) 住まい手による住空間の維持に関する研究 その2（菊池沙耶<sup>他</sup> 日本建築学会九州支部研究報告第53号, 197-200 2014.3月）、住まい手による住空間の維持に関する研究 その3（菊池沙耶<sup>他</sup> 日本建築学会九州支部研究報告第54号, 121-124 2015.3月）
- 3) 戸建て住宅の維持管理における居住者が持つ課題に関する研究（浅見美穂 日本建築学会計画系論文集 第87巻 第798号, 1539-1548, 2022年8月）
- 4) 木造住宅のDIY断熱改修における作業調査及び温熱環境の実測調査 その1,（日本建築学科会学術講演梗概集《東海》2021）
- 5) 2030年の住宅市場と課題～空き家の短期的急増は回避できたものの、長期的な増加リスクは残る（野村総合研究所）

## 4 改修後の環境改善

### 4-1 熱環境

#### (1) 使用素材の遮熱効果の検討

実験キット<sup>1)</sup>を使用して、15cmの大きさの箱模型の窓は「シングルガラスの窓」とし、「窓のみ」「一般のレースカーテン」「断熱レースカーテン」「厚手の断熱カーテン」の何れか、あるいは組み合わせを設置した箱模型を、太陽に見立てた電球の周囲に15cm離して設置し、20分間電球を点灯した際の箱内の温度を30秒間隔にて小型温度計を用いて測定した。

図4-1に電球を点灯してから20分後の温度上昇を条件別に示す。尚、温度上昇は、20分後の温度から点灯直前の温度を引いて求めた。「断熱レースカーテンと厚手カーテン」の両方を設置した場合が最も温度上昇が小さく、次いで「厚手の断熱カーテン」、「断熱レースカーテン」であり、「断熱レースカーテンと厚手カーテン」の両方を使用した場合は、「断熱レースカーテン」のみの温度上昇の約1/3に抑えられていた。

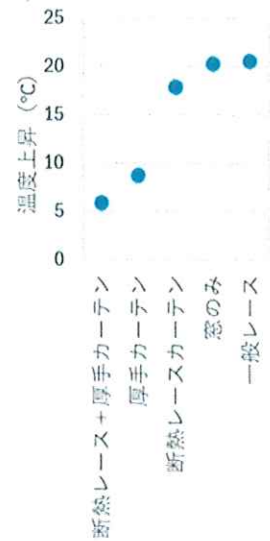


図4-1. 条件別の温度上昇

#### (2) 1階和室での検討

1階和室にて、床上10cm、60cm、110cmの温度および床上60cmのグローブ温度、床上60cmの相対湿度と外気温を、小型温湿度計を用いて5分間隔にて測定した。「断熱レースカーテンと厚手の断熱カーテン」、「断熱レースカーテン」、「窓のみ」と条件を変更し、2024年9月26日～10月3日まで継続して測定した。図4-2に、条件毎に晴れた日の1日のデータを抽出し、外気温から床上60cmの温度を引いた温度差を、「日の出後～日の入り」と「日の入り後～日の出」別、「外気温と室内温度の高さ関係」別の平均値にて示す。尚、外気温の最高および平均は断熱レースと厚手カーテン使用時は32.1°Cと27.9°C、断熱レースのみは32.1°Cと28.3°Cであった。「断熱レースカーテンと厚手の断熱カーテン」の方が外気温との差が大きく、太陽が出ていない夜間は室内の方が高く、太陽がでていない夜間は室内の方が高く、太陽がでていない夜間は室内の方が低い傾向を示した。同様に、室内の温度が「外気より高い」と「外気より低い」別に平均すると、「断熱レースカーテンと厚手の断熱カーテン」は、更に外気温との温度差が大きくなった。使用するカーテンにより、室内の温熱環境には違いが認められた。

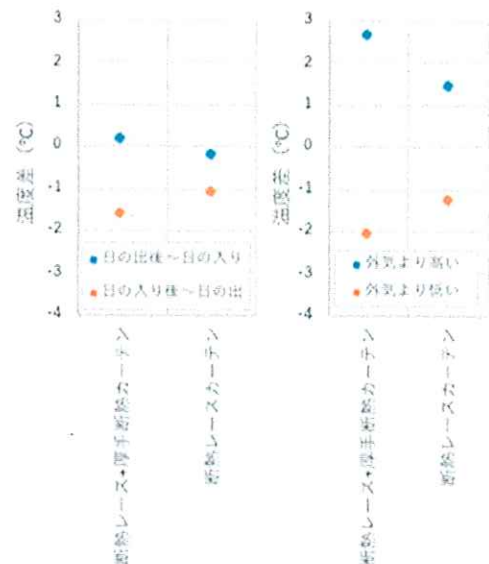


図4-2. 条件別の外気温と室温の差の平均

以上より、断熱性能が良くない住宅でも、窓面での工夫の効果が認められ、工夫の違いにより温熱環境の改善効果も異なる傾向を示した。断熱改修が出来ない場合でも、居住者が手に入れやすく手軽に使用できる方法でも、室内温熱環境の改善効果を得ることが出来ると示唆された。

### 引用文献

1) 風大地プロダクツ:箱模型実験キット、<https://kazedaichi-pro.jp/hakomokei.html> (参照 2024.10.31)

## 4-2 光環境の改善

### (1) 室内の床面水平面照度の日変化

改修によって室内の明るさがどのように変化したか、照度データロガーを用いて冬季に連続測定を行った。概要を表 4-1、結果を図 4-3 に示す。天候によって日中の最大照度は異なるが、1 階は室内中央部で 500lx 以上になる時間帯も多く、自然光により十分に明るさが恒常的に確保できるようになったといえる。

表 4-1. 光環境実測調査

測定日	2024 年 1 月 17 日～2月 13 日
測定時刻	5 分間隔の連続測定
測定項目	水平面照度
使用機器	エスペックミック 照度データロガーRS-13L

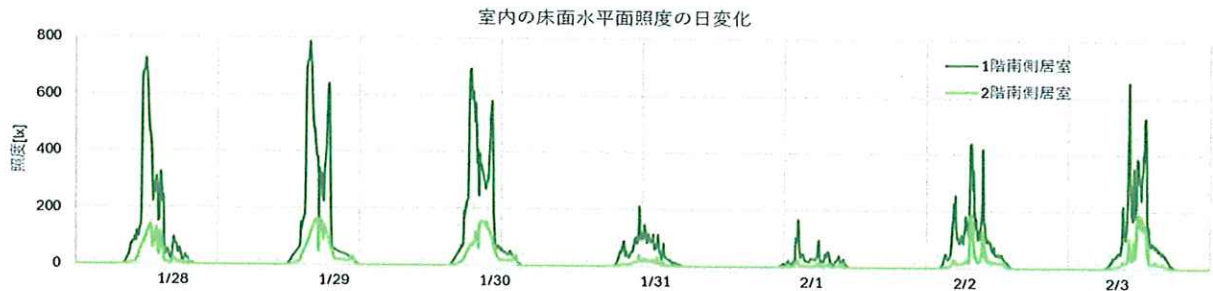


図 4-3. 床面水平面照度の日変化(2024 年 1 月 28 日～2 月 3 日を抜粋)

### 2) 内装反射率の違いによる明るさの変化

図 4-4、図 4-5 に改修前と改修後の居室の様子を示す。いずれも同一シャッタースピード 1/3200 秒で撮影したものである。改修後の測定日のほうが屋外の光が強い天候であったが、それ以上に改修前後で室内の輝度が大きく異なった。改修前の内装仕上げの L\*値が平均 68 程度であったのに対し、改修後は 80 程度になったことで、屋外からの入射光が床→天井→壁と反射されて室奥まで十分な光が確保された。改修によって床面水平面照度は 1 階では約 30lx から約 210lx、2 階で約 33lx から約 140lx となり、自然光を用いた光環境として大きく改善されたといえる。床面水平面照度は空間の明るさ感と一概に連動するものでないが、本研究では内装反射率が高くなったことによる相互反射の効果と考えられることから、室内仕上げの輝度が全般に高くなったことで明るさ感が得られたといえる。人工照明を使わずに日中を過ごすことが可能になり、暮らしの快適性と省エネルギー性が大きく改善されたといえる。



図 4-4. 1 階居室の明るさの変化(同一シャッタースピード 1/3200 で撮影)

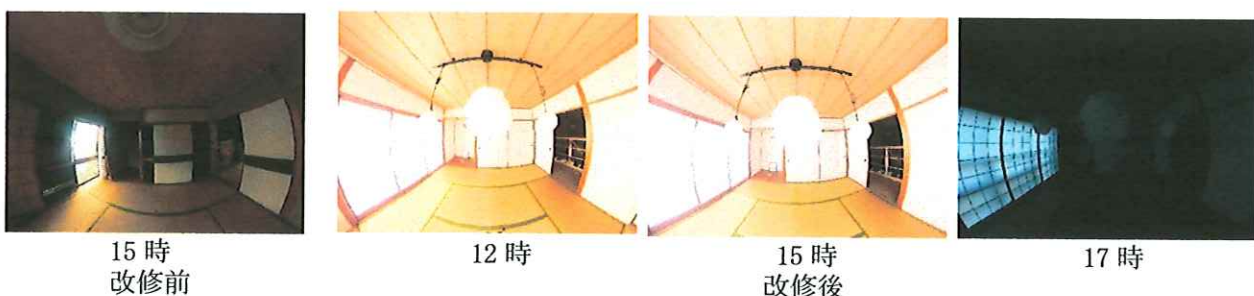


図 4-5. 2 階居室の明るさの変化(同一シャッタースピード 1/3200 で撮影)

## 5. おわりに

2023 年夏季から 2024 年夏季にかけて、本研究の一連の計画のうち最も大きな部分として、既存戸建て住宅の実測調査およびDIYによる改修を実施した。この成果は、居住者が取り組みやすい省エネ改修や自然エネルギーを有効利用した既存住宅の環境性能改善の技術の提案につながる端緒と位置付けられる。大がかりな設備機器の導入や工事を通さずに実施できるDIYは、住みながら取り組むことのできる環境負荷低減の取り組みであり、こういった手法が広く社会に受け入れられることで、現在社会問題となっている空き家対策として、前向きな利活用にもつながるものであるといえる。

今後は改修を経たこの住宅を用いた年間実測等を行い、季節による負荷の変化や居住者にとっての快適性と経済性の調和をはかりながら、環境面からみた既存住宅の有効活用につなげる予定である。

\*

本研究に対し研究助成をいただきました公益信託エスペック地球環境研究・技術基金様に  
心より御礼申し上げます。

\*