

国土交通省 令和2年度第2回
サステナブル建築物等先導事業(省CO₂先導型) 採択

地域工務店ネットワークを活かした 高齢世帯等の健康・快適・安全性 の追求を目指す新しい省CO₂ 改修プロジェクト

優良工務店の会(QBC)

I プロジェクトの全体概要

地方の古い木造戸建住宅に対して、高齢世帯等の健康・快適性の向上と省CO₂化の普及を図るため、区画断熱を主とした断熱改修工事を実施するとともに、放射暖冷房パネルの設置による空調の快適性向上と省エネルギー化を図ることで、広く全国に普及可能な新しい改修手法を提案する。

1. 区画断熱改修による健康・快適性の向上と省CO₂化

- 省CO₂は喫緊の課題。**ストックの断熱改修**は極めて重要。一方、既存住宅の改修は水回りなどの部分的改修がほとんど。
＜コスト、改修中の居住場所の問題など＞
- 地方では、大きい家に少人数世帯が多数。住宅全体を断熱改修することは難しく、**区画断熱**の普及が求められる。
- 安全で確実な区画断熱改修のための**計画手法**が不可欠。確実な区画断熱改修のための**設計・施工マニュアル**の作成と、工務店の**研修、技術サポート**を行い、技術力・体制を整備。本プロジェクトで**実績と効果**を示し、**波及・普及**につなげる。

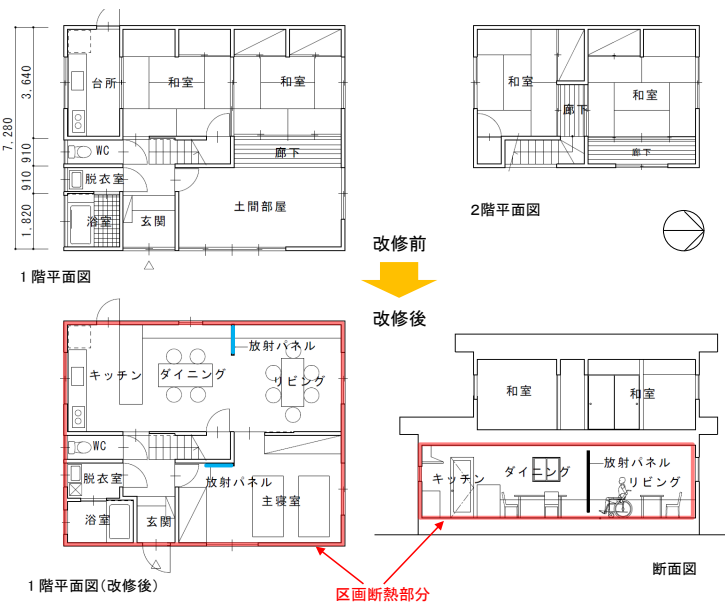


図1 区画断熱改修のイメージ

優良工務店の会 (QBC)

サステナブル建築物等先導事業 (省 CO₂ 型)

会員向けマニュアル

～技術マニュアル編～

令和 3 年 6 月

一般財団法人住宅産業研修財団

● 断熱

断熱は、建物のエネルギー効率を向上させるために不可欠な要素です。断熱性能を向上させることで、冷暖房のエネルギー消費量を削減し、省エネルギー化を実現します。

● 断熱方法

断熱方法は、建物の構造や断熱性能の向上に大きく影響します。断熱性能を向上させるためには、断熱材の選択と施工方法が重要です。

● 断熱材の選択

断熱材の選択は、断熱性能の向上に大きく影響します。断熱性能を向上させるためには、断熱材の選択と施工方法が重要です。

● 断熱材の施工

断熱材の施工は、断熱性能の向上に大きく影響します。断熱性能を向上させるためには、断熱材の選択と施工方法が重要です。

● 断熱方法の留意点

断熱方法は、建物の構造や断熱性能の向上に大きく影響します。断熱性能を向上させるためには、断熱材の選択と施工方法が重要です。

● 断熱材の施工

断熱材の施工は、断熱性能の向上に大きく影響します。断熱性能を向上させるためには、断熱材の選択と施工方法が重要です。

● 断熱材の施工

断熱材の施工は、断熱性能の向上に大きく影響します。断熱性能を向上させるためには、断熱材の選択と施工方法が重要です。

図2 作成した設計・施工マニュアル(技術マニュアル)

2. 放射暖冷房パネルによる健康・快適性の向上と省CO₂化

- 区画断熱の実施と共に、省エネ・省CO₂化を促進するため、放射暖冷房システムを導入する。エアコン冷媒の未利用熱を活用する**直膨式**パネル(写真1)や、真空コンダクションチューブ方式などにより、**軽量で設計自由度が高く、高効率**なシステムを採用する。
- 高気密高断熱化に伴い、安全性・健康性の観点から**開放燃焼暖房機**の不使用を徹底。また、コロナ禍で**大量の換気**が必要な場合でも、放射パネルは放射効果によって快適性の低下を抑制でき、**感染症対策**としても有効。



写真1 エアコン冷媒未利用熱方式の放射パネル設置例

3. 事前の問診チェックと事後の性能検証、フォローアップ

- 改修工事実施前に現状のエネルギー消費実績の調査と、**CASBEE健康チェックリスト**を活用した問診調査を実施する。
- 改修計画についてはQBC技術部会においてチェックを行い、技術的サポートを実施する。図面が無い古い住宅については、現状の断熱性能を確認するため、**加熱箱**(非破壊で実施する断熱性能の実測方法、写真2)による**外壁の熱貫流率の測定**を行う。
- 改修後は、月毎のエネルギー消費量の実績値の取得(3年分)と、**居住者への聞き取り調査、CASBEE健康チェックリストの再実施**などを行い、省エネ性能と快適性の向上についての改修前後比較検証を実施する。



写真2 加熱箱
(熱貫流率の実測装置)

II プロジェクトの実施概要

本プロジェクトでは、3戸の改修を実施した。ここでは、石川県のK邸の例を中心に、改修実施内容と改修効果を紹介する。

1. 断熱改修を実施した3住戸の改修概要

	①K邸	②N邸	③KS邸 注)
所在地	石川県	石川県	千葉県
構造・規模・延床面積	木造、地上2階、324.83㎡	鉄骨造、地上2階、161.16㎡	木造、平屋建て、172.14㎡
区画断熱範囲	1F部分全体(外壁全周、床下・天井断熱)	1階LDK部分(外壁、床、天井)	建物全体(外壁全周、床下・天井断熱)
外皮断熱	外壁:外貼断熱(ポリスチレンフォーム40mm) 開口部:Low-E複層樹脂サッシ等 天井:GW100mm 床:押出法ポリスチレンフォーム40mm	外壁:既存(GW50mm) 開口部:インナーサッシ取付 天井:既存(GW100mm) 床:既存(ポリスチレンフォーム45mm)	外壁:外断熱(フェノール樹脂断熱材40mm) 開口部:Low-E複層樹脂複合サッシ(一部木製) 屋根・天井:高性能GW155mm天井断熱 床:高性能GW80mm
設備	空調:放射冷暖房パネル(3箇所設置) 照明:LED照明	空調:放射冷暖房パネル 照明:LED照明 給湯:エコキュート	照明:LED照明 給湯:エコキュート
省エネ性能(改修後)	UA:0.84(W/㎡K) BEI:1.02	UA:1.25(W/㎡K) BEI:1.04	UA:0.5(W/㎡K) BEI:0.95

注) KS邸はKS様とF様の2世帯同居
エネルギー消費データはF様＝F邸のみ



写真3 ①K邸



写真4 ②N邸

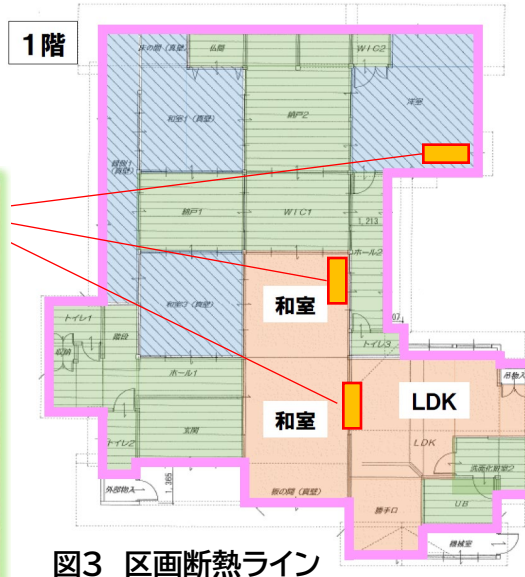


写真5 ③KS邸

2. 石川県のK邸における改修内容と工事概要

- 2階建ての**1階全部**を**区画断熱改修ライン**と設定し、この空間を囲む①外壁、②開口部、③天井、④床の改修を実施。
- 空調効率の向上のため、3箇所エアコン冷媒未利用熱方式の⑤**放射冷暖房パネル**を設置。

⑤放射冷暖房パネル
(3箇所設置)



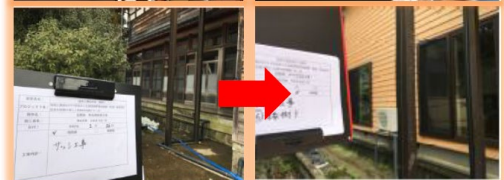
①外壁外貼断熱
(ポリスチレンフォーム40mm)

- ... 区画断熱改修ライン
- ... 日常的に使用する居室 (主たる居室)
- ... その他の居室
- ... 非居住

②開口部改修(Low-Eペア、
トリプル樹脂サッシ、玄関断熱引戸)

③天井断熱(GW100mm)

④床下断熱(ポリスチレンフォーム40mm)



3. 石川県のK邸における改修結果と改修効果

3.1 各室における室温とその変化

- 図4がK邸1階平面図であるが、赤枠内の居間・台所と洋室および2階の1室が主要居室である。居間・台所の周囲にある青地の諸室(トイレなど)は非居室である。
- 以下、これらの室ごとに改修前後の温熱環境とその改修効果を示す。

(1) 居間と台所

- 居間・台所は3室で構成される。改修前はこれらを独立して使用されていたが、改修後は間仕切を開放し、ほぼ一室として使われている。
- 図5, 6は、改修前後の居間・台所の室温である。改修前後ともに、就寝時以外はほぼ連続暖房。暖房温度もほぼ同レベル。台所は、改修前は間欠暖房なので低温時間が長い。しかし、改修後は居間と一室化したので、居間と同温度。台所の室温は大幅に改善され快適性は向上した。

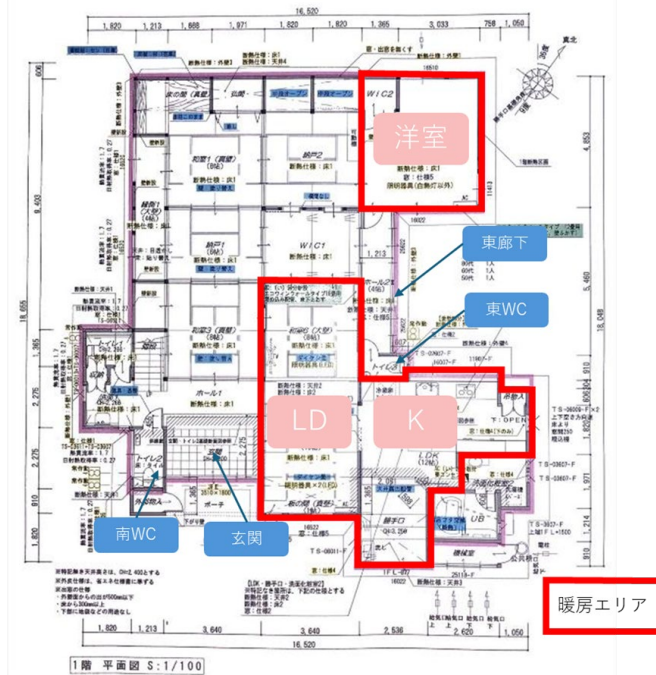


図4 1階平面図



図5 改修前の居間・台所室温推移



図6 改修後の居間・台所室温推移

3. 石川県のK邸における改修結果と改修効果

3.1 各室における室温とその変化

(1) 居間と台所

- 保温性が良くなり暖房時に高温にする必要がなくなったため、居間中央の最高温、全平均温、暖房時平均温は1℃前後低下。上下温度差も小さくなって、快適性が向上している。(図7)
- 台所暖房はストーブからエアコンになり、絶対湿度が減少。空気質も改善し健康性向上が期待できる。

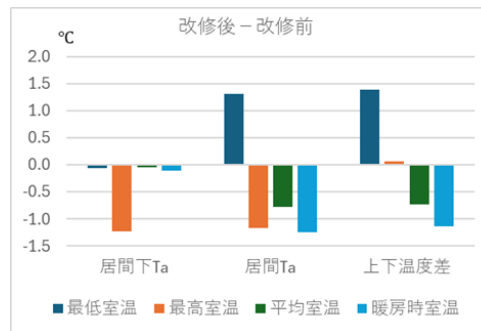


図7 居間上下温度差の改修前後差

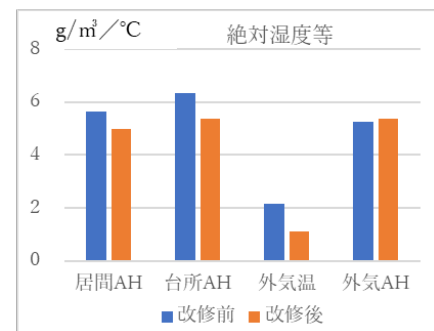


図8 居間絶対湿度の改修前後差

(2) 洋室

- 図9は、改修前後の室温・外気温の変動である。最高最低温度はほとんど変化ないが、改修後は圧倒的に暖房時間が増えている。その結果、15℃、18℃以上時間が大幅に増加(図10)し、健康性の顕著な向上が確認できる。

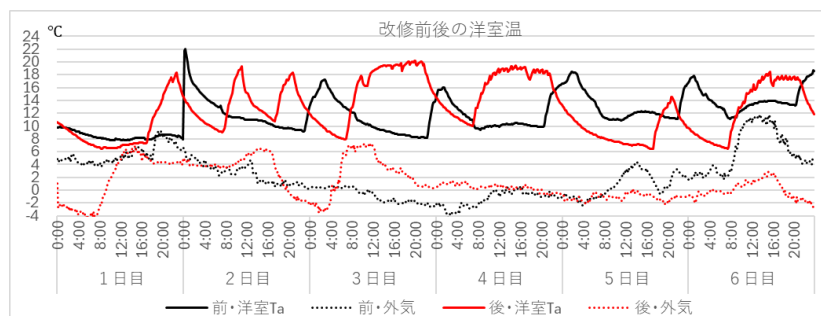


図9 洋室の改修前後の室温変動

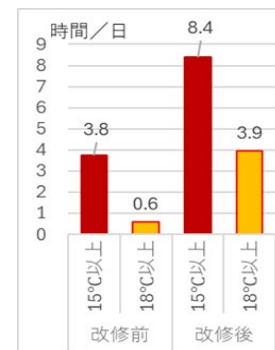


図10 15、18℃以上の時間

(3) 2F室

- 図11は、改修前後の室温・外気温の変動である。改修前はほぼ成行き室温で生活実態はほとんどないが、改修後は圧倒的に室温は高くなっている。その結果、6日間の平均室温は約8℃上昇(図12)し、生活空間の拡大が伺える。

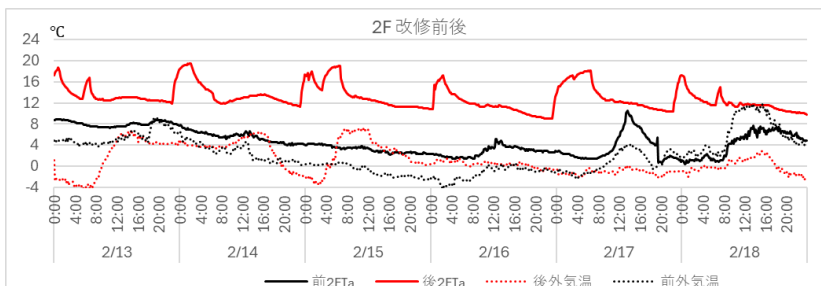


図11 2F室の改修前後の室温変動

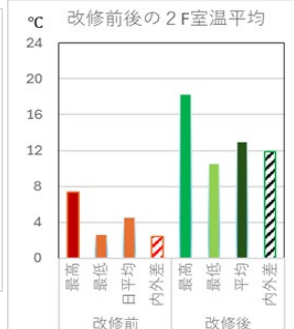


図12 2F室の平均室温

3. 石川県のK邸における改修結果と改修効果

3.1 各室における室温とその変化

(4) その他の諸室

- 図13は、改修前の非居室の室温変動である。
- 最も高温の浴室は台所に隣接しており、比較的良好的な室温変動を示す。
- 他の4室は、高い順に東トイレ、玄関、東縁側、西トイレであり、外気温が低い日には10℃ないしはそれ以下である。西トイレは、特に低温で、0℃に近い厳しい時間もみられる。
- 図14は、改修後の非居室の室温変動である。
- 4室ともに室温は上昇し、4室の温度差も縮小傾向である。
- 最も室温が上がったのは東縁側であり、開口部の断熱性向上の効果と考えられる。西トイレでも最低が4℃上がり、厳しい寒さは緩和されている。
- 図15は、非居室の最高・最低・平均室温の改修前後温度差である。
- 外気温が改修後に1℃以上低くなったにもかかわらず、一部を除いて室温は上昇している。特に東縁側では3℃前後の上昇となり、外壁断熱と窓交換による保温性の向上効果と捉えられる。
- 以上、断熱化は熱源のない非居室の環境改善にも大きく貢献している。



図13 トイレ等非居室の改修前室温変動

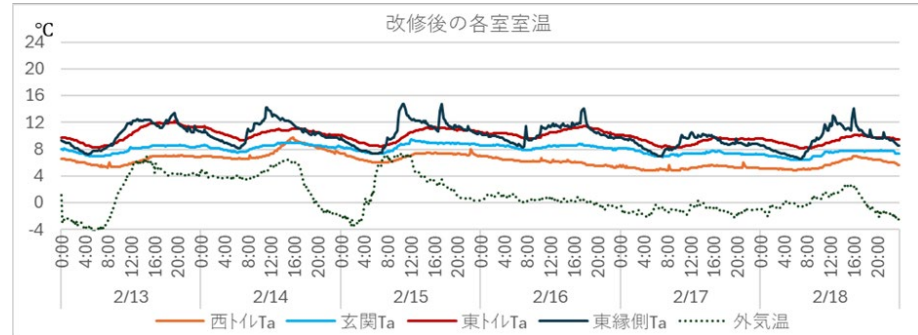


図14 トイレ等非居室の改修前室温変動

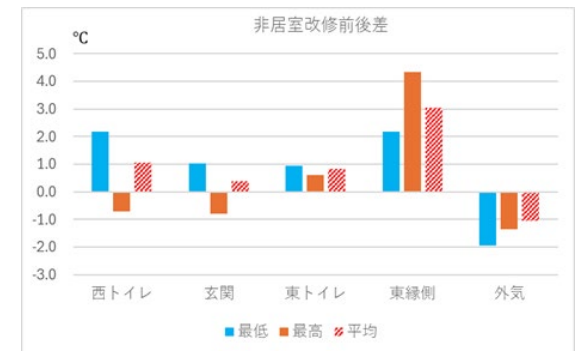


図15 非居室の改修前後温度差

3. 石川県のK邸における改修結果と改修効果

3.2 居住者の反応

(1) CASBEE健康チェックリストによる評価

- 居住者の暮らし方や温熱感覚等評価ツールとしてCASBEE健康チェックリストが有用と考えられる。
- そこで、今回の改修対象住戸においてCASBEE健康チェックリストへの対応をお願いした。
- 図16は、K邸の改修前後の総合順位(オレンジ棒)である。総合順位は1位から100位で表現されるものであるが、改修前82位が改修後には26位に上がり、大幅な改善となった。
- 図17はK邸における室別、要素別の改修前後の順位、図18は順位の改修前後差である。改修後に順位が下がった項目もあるが、ほとんどは大幅な改善となっている。
- 室別については、玄関・廊下の改善は大きくないが、トイレは室別最上位であり、室温の改善以上の効果が伺える。居間と台所も大きく改善している。
- 要素別では、静けさ、暖かさ・涼しさが大幅に改善している。これは、開口部の気密・断熱性、壁の断熱性向上の効果である。
- 以上の通り、改修前後の居住者反応が見える化する手段としてCASBEE健康チェックリストの順位やその向上程度が有効であることが示された。

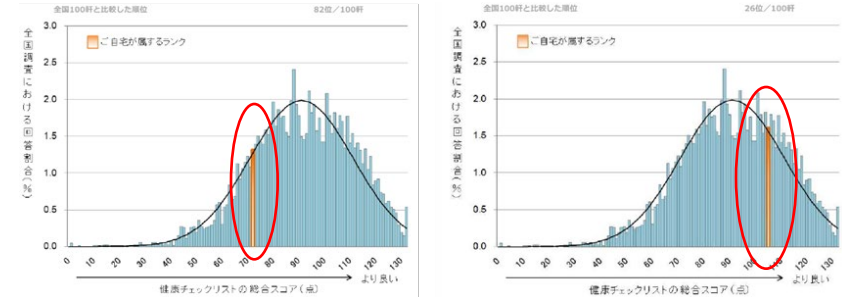


図16 改修前後における総合順位

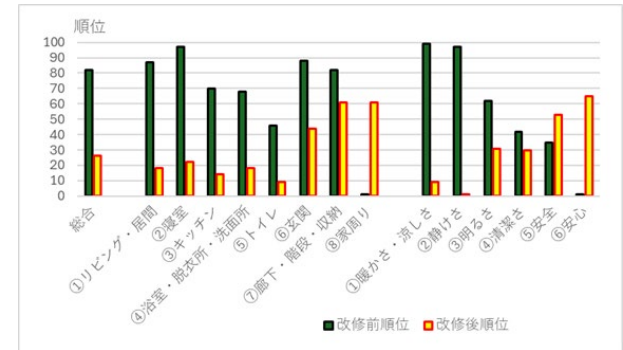


図17 室別・要素別の順位

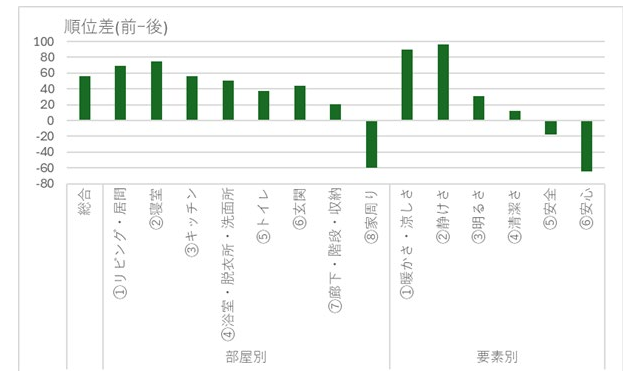


図18 室別・要素別順位の改修前後差

4. エネルギー消費量の検討

4.1 改修前後のエネルギー消費量実態

- ・ 図19は、改修対象3戸の改修前後におけるエネルギー消費量である。
- ・ オレンジは改修前、青は改修後の3年分である。
- ・ K邸では改修後に増加している。3年目(R5年)は猛暑であり、大幅(約70%)な増加となった。1, 2年目も20%程度増加しており、断熱改修による省エネ化には至らなかった。
- ・ F邸は一人世帯(KS邸の同居世帯)は一人世帯であり、エネルギー消費量自体が少なく、また改修前後差もほとんどない。
- ・ N邸は改修した建物への新規入居であり、改修前データは存在しない。改修後の一次エネルギー消費量は約60GJ/年、二次エネルギー消費量約22GJ/年である。家族数は2人、2年目から乳児が加わる。

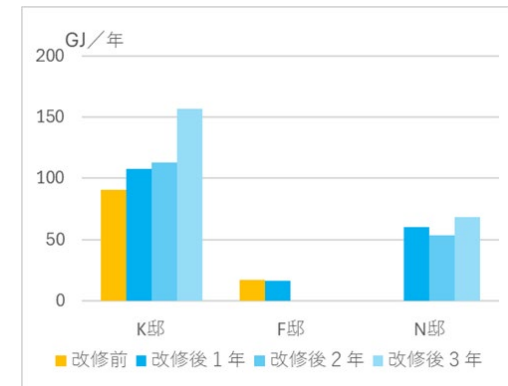


図19 一次エネルギー消費量の推移

4.2 エネルギー消費に関する考察

- ・ K邸では改修後に増加した。これには、断熱改修による居住空間の拡大(2F室で大幅室温上昇)や、暖房時間の増加(洋室)が影響したと考えられる。したがって、正確に評価するためには生活実態を反映した分析が必要である。
- ・ 一般に、断熱改修は暖房空間の拡大(1室間欠暖房→全室連続暖房)等でエネルギー消費は減らないことが多く、今回もそれを実証したケースと言える。エネルギーは増えても、快適性や健康性の大幅な向上が期待できることから、それらにも配慮した評価が必要である。
- ・ N邸の改修前後比較はできないが、図19の消費水準は環境庁の住宅エネルギーデータ(二次エネルギー消費量北陸地方2人世帯で34GJ/年)と比較すると大幅に少なく、省エネ効果が期待できる。

5. まとめ

既存戸建て住宅の改修プロジェクトとして3戸の改修を行った。改修戸数は少ないが、地域や規模、改修内容等、それぞれが個性的な改修になったと考える。以下、概要と効果等を示す。

- 3戸は石川県と千葉県に立地し、①大型の伝統建築、比較的新しい②2階建と③平屋である。
- 断熱改修対象は、①1階部分のみの区分断熱、②LDKのみの区分断熱、③住戸全体である。改修は、断熱強化と窓の高性能化に加え、放射暖冷房パネル設置、エコキュート設置などの設備改修も含まれる。
- 改修の前後に温熱環境とエネルギー消費、居住者の反応等を調査した。温熱環境については、改修前後に1週間余りの連続測定、エネルギー消費は改修前1年間、改修後3年間の月ごとデータを収集、居住者の反応はCASBEE健康チェックリストを中心に暮らし方、温熱感覚等の変化を調査した。
- K邸の測定結果によると、暖房温度は変化ないが、改修後には暖房空間が広がる、暖房時間が長くなる、室温が下がりにくくなるなどの変化があり、断熱改修効果が確認できた。
- また、非居室(トイレなど)室温も5℃前後上昇し、寒さの解消、ヒートショックの緩和効果が明らかになった。断熱区画外の2階室でも、暖房されるようになり、区画外にも生活空間が広がるなどの副次的効果が示唆されるなど、断熱改修による大幅な環境改善が確認された。
- エネルギー消費量については、明確な削減効果は確認できなかった。しかし、生活空間の広がりや快適性・健康性の向上は、医療費負担を含む総合的な維持コスト削減に結びつくことが期待できる。