

環境省 御中

**平成27年度低炭素ライフスタイルイノベーション
を展開する評価手法構築事業委託業務報告書
(住宅の断熱性能向上がもたらすNEBの指標化)**

平成28年3月18日

MRI 株式会社三菱総合研究所

環境・エネルギー研究本部

人間・生活研究本部

はじめに

家庭部門における温室効果ガス排出量は、2012年度には1990年度比で約6割も増加しており、家庭における温暖化対策をより一層推進していくことが喫緊の課題となっている。この課題に対応していくためには、高効率機器等の効果的な低炭素技術の導入だけでなく、エネルギー消費量を削減しつつも、快適性等を損なわず、豊かに暮らせる新たな低炭素ライフスタイルへと生活スタイルを転換していくことが必要である。

本業務の目的は、エネルギー消費量を削減しつつも、快適性等を損なわず、豊かに暮らせる新たな低炭素ライフスタイルへと生活スタイルを転換していくことを促すために、エネルギー消費量のような従来の指標に加え、地域の生活様式・気候の特性等を踏まえた先人の知恵や伝統技術、絆等も活かした生活の豊かさに着目した指標を確立することにある。

本業務で取り上げた「住宅の断熱性能向上がもたらすNEBの指標化」では、快適性を損なうことなくエネルギー消費量を削減する手法として寒冷地における住宅の断熱性能に着目した。

<住宅の断熱性能向上の重要性>

家庭のエネルギー消費の約4分の1を暖房用途が占めており、暖房エネルギー消費の削減が家庭からの二酸化炭素削減において必須である。室内気温は人間の生活の質に大きな影響を与えるため、単純に暖房時間を減らすなど「我慢の省エネ」の継続性は高くない。居住者に我慢を強いることなく、暖房エネルギー消費を削減する有効な手段が、住宅の断熱性能の向上である。

暖房のためのエネルギー消費とは、低気温の住宅内の気温を上げるためのエネルギー消費と、住宅から逃げていく熱を補うためのエネルギー消費に分類されるが、暖房時間が長くなればなるほど後者のためのエネルギー消費が大きい。このため、特に寒冷地において、暖房のためのエネルギー消費を減らすためには、「住宅から逃げていく熱」を減らすことが重要である。

<住宅の断熱性能の向上方法>

外に逃げていく熱の量は、住宅内外の気温差と外気に接している面積に比例し、その比例係数は建築材料の種類やその厚さによって異なる値をとる。例えばガラスは熱伝導性がよいため、窓から逃げていく熱が大きく、普通の住宅では逃げていく熱の約半分が窓からであるといわれている。

熱伝導性の低い空気層などを含む二重窓や複層ガラスなどに変えることにより、外に逃げていく熱を減少させることができる。窓サッシも、一般のアルミサッシは熱貫流率が高く、樹脂や木のサッシに変更することが効果的である。また、グラスウールなどの断熱材を床や壁に施工し、これらの断熱性能を高めることができる。また、リフォーム工事をを行う代わりに、窓に気泡緩衝材を貼ることなどでもある程度の効果が得られる。

なお、古来の建築においても、断熱性能の向上につながる工夫が実施されてきた。例えば和風建築で見られる広縁は、ひさしとなって夏の日差しをコントロールするのみでなく、閉じた空間とすることで空気層となり、冬の室内への冷気の侵入を緩和することができて

いた。また、岐阜県などの寒冷地で見られる合掌造りの住宅は、厚い茅葺屋根が断熱材の役割を果たしていた。北海道の先住民族アイヌは、そのチセと呼ばれる住居の冬は完全に雪に埋もれさせることで、新雪を断熱材として利用していたと言われている。

<住宅の断熱性能向上による便益>

住宅の断熱性能の向上は、暖房エネルギー消費を減らすことで二酸化炭素排出削減効果が見込める。また、いったん住宅に施工すれば中長期的に持続して効果を発揮する。

さらに、これらエネルギー面以外の便益も大きい。住宅から逃げていく熱を減らし、住宅内全体に熱を行き渡らせることができるようになるから、住宅内の部屋ごとの温度が均質になる。これは、例えば「廊下に出ると寒い」「脱衣所が寒い」などの、住宅内の温感に関する不快を低減することができる。また、気温変化は身体にも負担となるため、健康への悪影響を緩和できる。

環境省委託調査「平成 25 年度賃貸住宅における環境性能実測調査事業」（弊社受託）では、住宅の断熱性能の違いによるエネルギー面以外の便益について一般世帯にアンケートを実施した結果、冬の温感に関する快適性、健康状態、結露の発生、騒音透過などにおいて、住宅全体の断熱性能や特に窓の断熱性能の違いによる差が出ることを示されている。

<寒冷地での取組の必要性>

特に北海道のような寒冷地においては、断熱性能の向上による二酸化炭素排出削減効果、エネルギー面以外の便益はより大きくなる。

例えば 1 月の平均気温は、東京では 5℃のところ、札幌市では -5℃である。また、家庭のエネルギー消費に占める暖房用途の比率は、全国平均が約 4 分の 1 のところ、北海道では約 4 割である。このような状況から、寒冷地では、住宅の省エネ基準が厳しく設定されるなど、断熱性能の向上の取り組みが長らく実施されてきた。新築住宅では平成 11 年に策定された次世代省エネ基準の達成比率が 7 割以上と見られる。

しかし、依然として省エネ基準策定以前（昭和 54 年以前）の住宅も 2 割程度残存している。また、既往研究における札幌市・旭川市の賃貸住宅居住者を対象としたアンケートにおいては、「寒さや暖房費用の負担」に「不満」と答えた居住者が半数近く存在している。このように、北海道においても、全ての住民が断熱性能の高い家に住んでいるわけではなく、引き続き「住宅の断熱性能の向上」の取組を進めていくことが重要である。

以上の背景を踏まえ、本調査では平成 26～27 年度の 2 ヶ年にかけて、寒冷地である札幌市をフィールドとして、住宅の断熱性能の向上がもたらす Non-Energy Benefit (NEB) として居住者の健康度に着目し、これを評価するための指標の仮説を構築し、その妥当性を検証するとともに、断熱性能の向上を促進させる方策を検討することを目的とする。

なお、本業務においては、「住宅の断熱性能向上がもたらす NEB の指標化に関する検討会」を設け、検討を行った（委員構成は次ページ参照）。

住宅の断熱性能向上がもたらす NEB の指標化に関する検討会

【委員】(50音順)

岩船由美子 東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター 准教授
月舘司 北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所 研究主幹
津野陽子 東京大学 政策ビジョン研究センター 特任助教
羽山広文 北海道大学 大学院工学研究院 空間性能システム部門 教授
福島明 北海道科学大学 工学部 建築学科 教授

目次

1. 検討方針等の整理	1
1.1 住宅の断熱性能向上がもたらすNEBの体系的整理.....	1
1.1.1 NEBの体系的整理に係る情報収集.....	1
1.1.2 住宅の断熱性能向上がもたらすNEB.....	10
1.2 NEB評価指標の改良に向けた検討方針の整理.....	11
1.2.1 追加の検討事項.....	11
1.2.2 継続の検討事項.....	11
2. 現地調査等の実施	14
2.1 文献調査.....	14
2.2 モニターの追加募集.....	14
2.2.1 追加募集の基本方針.....	14
2.2.2 追加募集方法.....	14
2.2.3 追加募集結果.....	16
2.3 住宅の断熱性能の向上に関する実測等調査の実施.....	17
2.3.1 過年度業務における改修・転居モニターに対する継続調査の実施.....	17
2.3.2 追加募集する改修・転居モニターに対する実測等調査の実施.....	17
2.3.3 住まい方の工夫モニターに対する実測調査の実施.....	20
3. NEBの評価指標、評価手法の改良及び妥当性検証	21
3.1 NEBの評価指標、評価手法の改良.....	21
3.2 NEBの評価指標、評価手法の妥当性検証.....	24
3.2.1 室内環境の変化.....	24
3.2.2 生活の健康度の変化.....	32
3.2.3 個別の評価指標の妥当性検証.....	69
3.3 総合的な指標の検討.....	77
3.3.1 レーダーチャートによる総合評価の検討.....	77
3.3.2 貨幣価値換算による総合評価の検討.....	78
3.4 評価指標の活用可能性.....	84
4. 二酸化炭素排出削減効果の定量的評価	89
4.1 暖房システムの整理.....	89
4.2 断熱性能とエネルギー投入量.....	91
4.2.1 快適性レベルと断熱性能レベルの定義.....	91
4.2.2 断熱性能とエネルギー投入量.....	93
4.3 前年同月比較.....	95
4.3.1 転居・改修モニター.....	95
4.3.2 住まい方モニター.....	98
4.4 ベースラインとの比較.....	99

5. 取組の普及検討	100
5.1 普及啓発ツールの検討	100
5.1.1 一般市民向けのとりまとめ案	100
5.1.2 追加的に必要な検討事項	108
5.2 解説資料	109
6. 結論・まとめ	110

参考資料

- 参考資料 1. モニター募集資料** (1)転居モニター
(2)改修モニター（札幌市経由）
(3)改修モニター（工務店経由）
- 参考資料 2. モニター配付資料** (1)26 年度転居モニター
(2)26 年度改修モニター
(3)住まい方の工夫モニター
(4)27 年度転居モニター
(5)27 年度改修モニター
- 参考資料 3. 個別事例分析**
- 参考資料 4. NEB 評価に関する解説資料**

目次

図 1-1	過年度調査で策定したロジックツリー	1
図 1-2	過年度モニターへのグループインタビューの概要.....	2
図 1-3	修正したロジックツリー	10
図 3-1	代表的な因子と断熱性能の関係を導出し総合的に評価するイメージ<案 1 >..22	
図 3-2	ロジックツリーの構造に基づき因子間の関連性を評価するイメージ<案 2 >..22	
図 3-3	長期的変化に着目し費用の削減と生産性の向上を貨幣換算するイメージ<案 3 >	23
図 3-4	転居前後における GDD.....	28
図 3-5	改修前後における GDD.....	28
図 3-6	転居前後における PPD の差分	28
図 3-7	改修前後における PPD の差分	28
図 3-8	工夫前後における GDD (住まい方の工夫 (窓改修以外) モニター、60 世帯)	29
図 3-9	工夫前後における GDD (住まい方の工夫 (窓改修) モニター、2 世帯) ...	29
図 3-10	工夫前後における PPD の差分 (住まい方の工夫 (窓改修以外) モニター、60 名)	29
図 3-11	工夫前後における PPD の差分 (住まい方の工夫 (窓改修) モニター、2 名)	29
図 3-12	転居前後における住まいの感じ方 (転居モニター、142 名)	30
図 3-13	改修前後における住まいの感じ方 (改修モニター、20 名)	30
図 3-14	工夫前後における住まいの感じ方 (住まい方の工夫 (窓改修以外) モニター、60 名)	30
図 3-15	工夫前後における住まいの感じ方 (住まい方の工夫 (窓改修) モニター、2 名)	30
図 3-16	暖かさのスコアと GDD の関係 (リビング)	31
図 3-17	暖かさのスコアと GDD の関係 (寝室)	31
図 3-18	暖かさのスコアと GDD の関係 (寒い部屋)	31
図 3-19	暖かさのスコアと PPD の関係 (リビング)	31
図 3-20	起床時最高血圧の変化	35
図 3-21	起床時最高血圧の変化のヒストグラム	35
図 3-22	起床時最高血圧の変化 (転居モニター (n=137))	36
図 3-23	起床時最高血圧の変化 (転居モニター (n=137)) のヒストグラム.....	36
図 3-24	起床時最高血圧の変化 (転居モニター (n=20))	37
図 3-25	起床時最高血圧の変化 (転居モニター (n=20)) のヒストグラム	37
図 3-26	日常生活の悩みやストレスの有無	38
図 3-27	日常生活の悩みやストレスの変化	38
図 3-28	住まいや生活環境のストレスの有無	38
図 3-29	日常生活の悩みやストレスの有無 (転居モニター (n=67))	39
図 3-30	日常生活の悩みやストレスの変化 (転居モニター (n=67))	39
図 3-31	日常生活の悩みやストレスの有無 (改修モニター (n=12))	39

図 3-32	日常生活の悩みやストレスの変化 (改修モニター (n=12))	40
図 3-33	自覚症状「あり」の人の割合	40
図 3-34	自覚症状の個数の変化	41
図 3-35	自覚症状の個数の変化のヒストグラム	41
図 3-36	自覚症状「あり」の人の割合 (転居モニター (n=137))	42
図 3-37	自覚症状の個数の変化 (転居モニター (n=137))	42
図 3-38	自覚症状の個数の変化 (転居モニター (n=137)) のヒストグラム	42
図 3-39	自覚症状「あり」の人の割合 (改修モニター (n=20))	43
図 3-40	自覚症状の個数の変化 (改修モニター (n=20))	43
図 3-41	自覚症状の個数の変化 (改修モニター (n=20)) のヒストグラム	43
図 3-42	睡眠による休養	44
図 3-43	睡眠による休養の変化	44
図 3-44	睡眠スコアの変化のヒストグラム	45
図 3-45	睡眠スコアの変化	45
図 3-46	睡眠による休養の変化 (転居モニター (n=137))	45
図 3-47	睡眠スコアの変化 (転居モニター (n=137))	46
図 3-48	睡眠スコアの変化 (転居モニター (n=137))	46
図 3-49	睡眠による休養の変化 (改修モニター (n=20))	46
図 3-50	睡眠スコアの変化 (改修モニター (n=20))	47
図 3-51	睡眠スコアの変化 (改修モニター (n=20))	47
図 3-52	1時間あたり室内平均歩数 (歩/時間) の変化のヒストグラム	48
図 3-53	1時間あたり室内歩数 (歩/時間) の変化	48
図 3-54	1時間あたり室内平均消費カロリー (kcal/時間) の変化	48
図 3-55	1時間あたり室内消費カロリー (kcal/時間) の変化	49
図 3-56	1時間あたり室内歩数 (歩/時間) の変化 (転居モニター (n=137))	49
図 3-57	1時間あたり室内消費カロリー (kcal/時間) の変化 (転居モニター (n=137))	49
図 3-58	1時間あたり室内歩数 (歩/時間) の変化 (改修モニター (n=20))	50
図 3-59	1時間あたり室内消費カロリー (kcal/時間) の変化 (改修モニター (n=20))	50
図 3-60	主観的健康感の変化	51
図 3-61	主観的健康感スコアの変化のヒストグラム	51
図 3-62	主観的健康感スコアの変化	51
図 3-63	主観的健康感の変化 (転居モニター (n=137))	52
図 3-64	主観的健康感スコアの変化 (転居モニター (n=137)) のヒストグラム	52
図 3-65	主観的健康感スコアの変化 (転居モニター (n=137))	52
図 3-66	主観的健康感の変化 (改修モニター (n=20))	53
図 3-67	主観的健康感スコアの変化 (改修モニター (n=20)) のヒストグラム	53
図 3-68	主観的健康感スコアの変化 (改修モニター (n=20))	53
図 3-69	仕事 (家事育児含む) や活動 (勉強・趣味等) の出来の変化のヒストグラム	54
図 3-70	仕事 (家事育児含む) や活動 (勉強・趣味等) の出来の変化	54

図 3-71 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（転居モニター（n=137））のヒストグラム	55
図 3-72 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（転居モニター（n=137））	55
図 3-73 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（改修モニター（n=20））のヒストグラム	56
図 3-74 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（改修モニター（n=20））	56
図 3-75 最高血圧の変化（転居モニターn=70）	59
図 3-76 最高血圧の変化（改修モニターn=8）	59
図 3-77 最高血圧の変化	60
図 3-78 自覚症状の有無	60
図 3-79 睡眠による休養の変化	61
図 3-80 主観的健康感	61
図 3-81 主観的健康感スコアの変化のヒストグラム	62
図 3-82 主観的健康感スコアの変化	62
図 3-83 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化のヒストグラム	63
図 3-84 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化	63
図 3-85 最高血圧の変化（住まい方工夫モニター）のヒストグラム	65
図 3-86 最高血圧の変化（住まい方工夫モニター）	65
図 3-87 自覚症状の変化（住まい方工夫モニター）	66
図 3-88 睡眠による休養の変化（住まい方工夫モニター）	66
図 3-89 主観的健康感の変化（住まい方工夫モニター）	67
図 3-90 主観的健康感スコアの変化（住まい方工夫モニター）のヒストグラム	67
図 3-91 主観的健康感スコアの変化（住まい方工夫モニター）	67
図 3-92 GDD と起床時最高血圧変化との関係	70
図 3-93 GDD と自覚症状個数変化との関係	70
図 3-94 GDD と睡眠スコア変化との関係	70
図 3-95 GDD と主観的健康感スコア変化の関係	71
図 3-96 寝室 GDD 区分別起床時最高血圧（平均値）	71
図 3-97 リビング GDD 区分別自覚症状の有無	72
図 3-98 寝室 GDD 区分別自覚症状の有無	72
図 3-99 寝室 GDD 区分別睡眠スコア	72
図 3-100 リビング GDD 区分別主観的健康観	73
図 3-101 寝室 GDD 区分別主観的健康観	73
図 3-102 断熱性能レベルと最高血圧との関係	74
図 3-103 断熱性能レベルと自覚症状の個数との関係	75
図 3-104 断熱性能レベルと睡眠スコアとの関係	75
図 3-105 断熱性能レベルと主観的健康感スコアとの関係	75
図 3-106 断熱性能レベルと健康度（全体平均）	77
図 3-107 断熱性能レベルと健康度（好事例）	77

図 3-108	生活の健康度の改善によるモデルケースの試算例（ケース A）	82
図 3-109	生活の健康度の改善によるモデルケースの試算例（ケース B）	83
図 4-1	転居モニターの GDD の分布	92
図 4-2	改修・住まい方モニターの GDD の分布	92
図 4-3	転居モニターの断熱性能レベルとエネルギー消費量の関係	93
図 4-4	改修・住まい方モニターの断熱性能レベルとエネルギー消費量	94
図 4-5	GDD が 0.1 以下の転居モニターと改修・住まい方モニターのエネルギー消費量	95
図 4-6	転居前後の平均 GDD・室温・エネルギー消費量	96
図 4-7	工夫実施後（2015 年 1 月から 2016 年 1 月）の CO2 排出量の変化	98
図 4-8	エネルギー消費量におけるベースライン（札幌市平均）との比較	99
図 4-9	CO2 排出量におけるベースライン（札幌市平均）との比較	99
図 5-1	パンフレット「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」における断熱性能による健康改善効果の紹介例	100
図 5-2	パンフレット「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」における 消費者の 声の紹介	100
図 5-3	住宅新築時に意識していたこと（N=71）	103
図 5-4	住宅改修時に意識していたこと（N=8）	104

表目次

表 1-1	インタビュー対象者の住宅仕様の変化	3
表 1-2	インタビュー対象者の室内温湿度の変化	4
表 1-3	住宅の断熱性能と居住者の健康に関する既往研究事例	7
表 1-4	Housing Health and Safety Rating System (HHSRS) の評価項目の構成	8
表 1-5	Housing Health and Safety Rating System (HHSRS) における室温の目安	9
表 1-6	2ヶ年のモニター全体像	12
表 1-7	モニター毎の調査項目	13
表 2-1	平成 27 年度の改修モニター募集方法	15
表 2-2	改修モニター募集への協力企業	15
表 2-3	募集資料配布条件	15
表 2-4	改修・転居モニター（世帯）	16
表 2-5	改修・転居モニター（個人）	16
表 2-6	過年度業務にて募集した改修・転居モニターへの依頼事項	17
表 2-7	今年度業務にて募集した改修・転居モニターへの依頼事項	18
表 2-8	健康測定機器の候補	19
表 2-9	東芝活動量計の主要仕様	19
表 2-10	温湿度計・温度計の主要仕様	19
表 2-11	過年度業務にて募集した住まい方の工夫モニターに対する依頼事項	20
表 3-1	PMV の 7 段階評価尺度と PPD の関係	25
表 3-2	PMV・PPD の算出に用いる温熱快適性影響要素の設定方法	25
表 3-3	「住まいの感じ方」に関するアンケートの設問	27
表 3-4	分析項目と分析に使用した調査データ（改修・転居モニター）	32
表 3-5	分析項目と分析に使用した調査データ（住まい方工夫モニター）	33
表 3-6	分析対象の基本属性	33
表 3-7	分析対象の特性（ベースライン）（改修・転居モニター）	34
表 3-8	分析対象の特性（ベースライン）（住まい方工夫モニター）	34
表 3-9	転居モニターの断熱性能の向上前の点数と向上後の等級別世帯数	74
表 3-10	生活の健康度の改善に基づく費用対効果の研究例	78
表 3-11	生活の健康度改善に伴う費用対効果の試算方法	80
表 4-1	転居モニターの暖房システム（転居前）	90
表 4-2	転居モニターの暖房システム（転居後）	90
表 4-3	改修モニターの暖房システム	90
表 4-4	住まい方モニターの暖房システム	91
表 4-5	快適性レベルの定義	92
表 4-6	断熱性能レベルの定義	92
表 4-7	転居モニターのエネルギー消費量の前年同月比較および転居前後の暖房機器	96
表 4-8	改修モニターのエネルギー消費量の前年同月比較および改修前後の GDD・室温	97
表 4-9	改修モニターのリフォーム内容および断熱性能変化レベル	97

表 4-10	工夫実施後に CO2 排出量が減少/増加した世帯の件数と割合	98
表 5-1	国や自治体による断熱性能向上の一般向けの普及啓発内容.....	102
表 5-2	転居・改修後のモニターの意見（満足）	104
表 5-3	転居・改修後のモニターの意見（不満・違和感）	105
表 5-4	住宅の断熱改修を検討していないモニター等の意見.....	105
表 5-5	対象別の普及啓発の案	107

略称の一覧

本報告書では、以下のとおり略称の統一を図る。

略称

本報告書での表記	正式名称・意味など
GDD	Gap Degree Day. 室温の快適温度範囲からの乖離度合を表す指標として、本調査で新規に提案するもの。
NEB	Non Energy Benefit.
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied. 予測不快者率。 PMV (Predicted Mean Vote、予測温冷感申告)とともに、デンマーク工科大学のファンガー教授によって提案された温熱環境評価指数。
PMV	Predicted Mean Vote. 予測温冷感申告。 PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied、予測不快者率)とともに、デンマーク工科大学のファンガー教授によって提案された温熱環境評価指数。

要旨

本調査では、平成 26～27 年度にかけて、寒冷地である札幌市をフィールドとして、住宅の断熱性能の向上をもたらす Non-Energy Benefit (NEB) として居住者の健康度に着目し、これを評価するための指標の仮説を構築し、その妥当性を検証するとともに、断熱性能の向上を促進させる方策を検討した。

既往研究やモニターへのインタビュー結果を参考に、住宅の断熱性能向上が居住者の健康度に与える影響をロジックツリーとして整理した。

札幌市の協力のもとで、住宅の改修・転居により断熱性能を向上させるモニターを各年 40 世帯 80 名募集し、断熱性能の向上前後での断熱性能、室温、住まいの感じ方、血圧、活動量、自覚症状、睡眠、主観的健康観、光熱費などのデータを計測した。

分析の際は、個々の評価指標に着目するだけでなく、総合的な評価を行う指標化を検討した。

室温の変化の大小と生活の健康度の変化の関係を分析したところ、室温が改善した場合には最高血圧が低下するモニターが多く観察された。それ以外の指標は、ロジックツリーから予想される相関は見られなかった。そのため、総評的な評価指標は例示的なものにとどめた。

計測したデータを分析すると、断熱性能がよい住宅の場合、室温を安定化させるための冬のエネルギー消費量が少なく済む可能性が示された。

調査を通じて得られた結果をもとに、住宅の断熱性能向上による NEB の普及啓発の方針を検討するとともに、構築した NEB 評価指標及び評価手法を利用する上で参考となる解説資料を作成した。

Summary

Selected as a research field Sapporo that was known as cold climate in Japan, this study focused on the health of the resident as Non-Energy Benefit to bring improvement in the residential thermal insulation performance.

Hypothesis index for evaluating the health is constructed and was attempted verification of its validity. Furthermore, measures to promote the improvement of the heat insulating performance was studied.

In reference to the results of previous studies and monitor interviews, impact on the health posed by thermal insulation performance improvement of residence, has been organized as a logic tree.

With the cooperation of Sapporo, monitor to improve the thermal insulation performance has been collected by the renovation or new construction. The number of monitors was 40 households each year.

Changes of the thermal insulation performance, room temperature, perception of the indoor environment, blood pressure, amount of activity, subjective symptoms, sleep status, self-rated health and utility costs, caused by the improvement of the thermal insulation performance, have been measured.

According to the analysis of the relationship between ambient temperature and health, when improved room temperature was observed, monitor's systolic blood pressure often drops.

Correlation of other indicators expected from the logic trees was not observed.

In the case of highly insulated houses, it has been shown possible that less energy consumption was required to stabilize the room temperature.

Based on the results obtained through research, public awareness policy of the NEB by the thermal insulation performance improvement of housing has been considered.

Explanatory material that can be used as a guide in order to utilize the NEB evaluation index and evaluation method was created.

業務の概要

本業務は、平成 26～27 年度の 2 ヶ年にかけて、寒冷地である札幌市をフィールドとして、住宅の断熱性能の向上がもたらす Non-Energy Benefit (NEB) として居住者の健康度に着目し、これを評価するための指標の仮説を構築し、現地調査を通じてその妥当性を検証するとともに、断熱性能の向上を促進させる普及方策を検討することを目的とする。

業務の手順は以下のとおり。



1. 検討方針等の整理

1.1 住宅の断熱性能向上がもたらすNEBの体系的整理

1.1.1 NEBの体系的整理に係る情報収集

(1) 過年度モニターへのグループインタビュー

1) グループインタビューの目的

過年度において、住宅の改修が住宅性能の要素のうち断熱性、気密性、室内照度、防音効果に影響を与え、このうち断熱性の向上が室内温度・湿度の安定化をもたらし、生理・生態的变化に作用し、継続的な良好環境の維持が病態にも好影響を及ぼし、これらが長期的に持続することによって経済的利益をもたらすという流れを仮説構築した(図 1-1)。

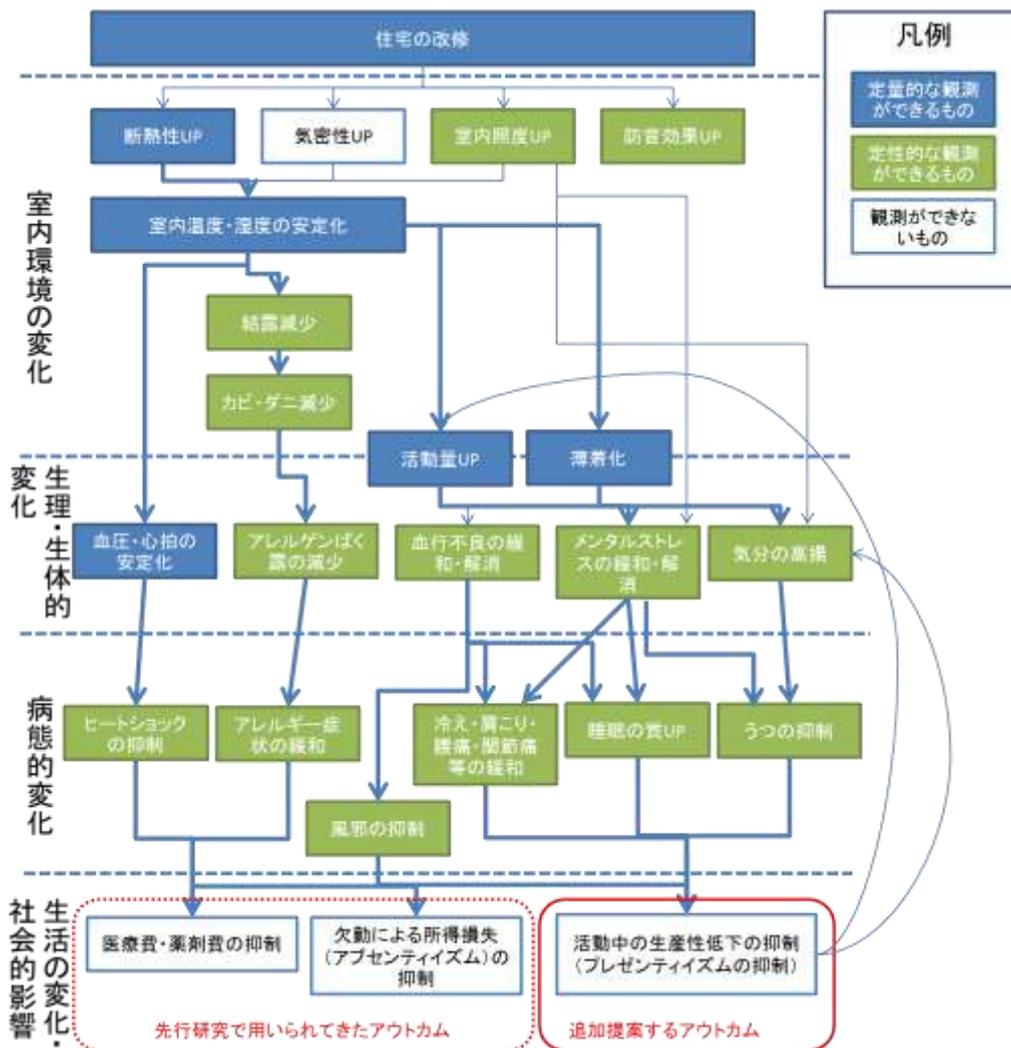


図 1-1 過年度調査で策定したロジックツリー

このロジックツリーの精査を行う観点から、過年度モニターに対してグループインタビュー

ーを実施した。グループインタビューの対象・目的・質問項目は以下のとおり。

対象
転居または改修により、住宅の断熱性能向上を体験したモニター（合計7名）
目的
生活や感じ方の変化について直接インタビューを行うことで、既定のアンケートでは調査することが困難な事項を、定性的に把握する。 また、モニターの生の声を聴くことで、室温や健康に対する実際の感じ方と、アンケート回答内容等との整合性検証の一助とする。
質問項目
<ul style="list-style-type: none">● 健康や住環境・省エネへの関心について● 転居後/改修後の住まいに期待していたことについて● 室内環境で変化があったと感じることについて● 健康など、生活面で変化があったと感じることについて

図 1-2 過年度モニターへのグループインタビューの概要

2) グループインタビューの結果概要

a. インタビュー対象者の住宅仕様の変化

表 1-1 に、インタビュー対象者の住宅仕様の変化を示す。

改修者（事例 1）は集合住宅の窓の断熱改修、床および暖房の変更を行っていた。転居者（事例 2～4）は集合住宅から新築戸建住宅への転居が 2 名、戸建住宅から新築戸建住宅への転居が 1 名であった。

b. インタビュー対象者の室内温湿度の変化

表 1-2 に、イ) インタビュー対象者の室内温湿度の変化を示す。

一部、「悪化」となる指標も見られたが、グループインタビューでは「暖房形式の変更」、「室温上昇に伴い暖房設定温度を下げた」等の声も聞こえており、こうした点も一因と考えられる

表 1-1 インタビュー対象者の住宅仕様の変化

事例	転居/ リフォーム	転居／リフォーム前の住宅仕様				転居／リフォーム後の住宅仕様	住宅仕様 の変化
		戸建/集合	持家/賃貸	構造	建築年		
事例 1	リフォーム	集合	持家	RC 造	1995	<ul style="list-style-type: none"> ・ 窓(4 箇所)の断熱改修 <ul style="list-style-type: none"> ➤ サッシ:二重サッシ、樹脂製 ➤ ガラス:Low-E 複層ガラス(空気層 12mm) ・ 床をフローリングに変更 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 暖房方式の変更 ➤ ガスファンコンベクターとエアコンからパネルヒーターへ 	変化大
事例 2	転居	集合	賃貸	RC 造	2009	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代住宅等級:スタンダード <ul style="list-style-type: none"> ➤ Q 値:1.03 [W/m²・K]、C 値:1.3 [cm²/m²] ➤ 日射遮蔽:有(日射侵入率の低いサッシのガラス) ➤ 通風確保:有 ➤ 結露防止対策:有 	変化小
事例 3	転居	戸建	持家	木造	1980	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代住宅等級:ベーシック <ul style="list-style-type: none"> ➤ Q 値:1.221[W/m²・K]、C 値: 1.3 [cm²/m²] ➤ 日射遮蔽:有(Low-E ガラス) ➤ 通風確保:有 ➤ 結露防止対策:有 	変化大
事例 4	転居	集合	賃貸	不明	1994	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代住宅等級:わからない <ul style="list-style-type: none"> ➤ Q 値:1.1 [W/m²・K]、C 値:1.3 [cm²/m²] ➤ 日射遮蔽:有(複層 Low-E ガラス) ➤ 通風確保:有 ➤ 結露防止対策:有 	変化小

表 1-2 インタビュー対象者の室内温湿度の変化

事例	転居/ リフォーム	Before/After	計測期間	室内温度※			外気温※	前後変化
				リビング	主寝室	一番寒い部屋		
事例 1	リフォーム	Before	2014/10/21～ 2014/10/27	22.5～24.5 (23.5)	19.5～23.5 (20.6)	21.0～25.0 (22.5)	1.0～20.8 (10.7)	室温変動幅 リビング:悪化 主寝室:悪化 一番寒い部屋:悪化 室内寒暖差:改善
		After	2015/1/22～ 2015/1/28	21.5～27.0 (24.2)	21.0～26.0 (23.2)	22.0～26.5 (23.4)	-6.9～4.5 (-0.5)	
事例 2	転居	Before	2014/12/4～ 2014/12/10	13.5～28.5 (21.7)	13.0～23.0 (18.8)	12.5～16.5 (14.9)	-5.1～1.7 (-1.9)	室温変動幅 リビング:改善 主寝室:改善 一番寒い部屋:改善 室内寒暖差:改善
		After	2015/1/19～ 2015/1/25	19.5～23.0 (21.3)	15.0～22.0 (18.7)	15.5～19.0 (17.3)	-6.6～2.8 (-1.5)	
事例 3	転居	Before	2014/10/21～ 2014/10/27	16.0～24.0 (21.1)	15.0～22.5 (19.2)	16.5～22.0 (19.7)	1.0～20.8 (10.7)	室温変動幅 リビング:変化なし 主寝室:改善 一番寒い部屋:改善 室内寒暖差:悪化
		After	2015/1/19～ 2015/1/25	17.5～25.5 (21.7)	17.5～23.0 (19.3)	18.5～22.5 (20.8)	-6.6～2.8 (-1.5)	
事例 4	転居	Before	2014/11/20～ 2014/11/26	14.0～23.5 (20.1)	13.5～20.5 (17.9)	13.5～24.0 (18.2)	-1.9～14.1 (4.8)	室温変動幅 リビング:変化なし 主寝室:改善 一番寒い部屋:改善 室内寒暖差:悪化
		After	2015/1/19～ 2015/1/25	18.0～23.5 (20.3)	10.5～23.0 (14.5)	11.0～23.0 (14.7)	-6.6～2.8 (-1.5)	

c. インタビュー結果

改修・転居前後の住まいの感じ方などの変化として聞き取れた情報は以下のとおり。

	改修・転居前	改修・転居後
事例 1	<ul style="list-style-type: none"> ● マンションの老朽化（築 20 年）をきっかけにリフォームした ● 寝室と廊下が特に寒く、改善したかった ● 暖房設備はガスファンコンベクター 3 台（リビング、寝室×2）とエアコン 1 台（リビング） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 暖房方式をパネルヒーターに変更した ● 住宅内の寒暖差が小さくなり、全体的に暖かくなった ● 浴槽の断熱化により、お湯が冷めにくくなった ● 結露が全く発生しなくなった ● パネルヒーターになってから乾燥が改善した ● 寝室が暖かくなり、寝付くまでの時間が短くなった気がする
事例 2	<ul style="list-style-type: none"> ● マンション住まいで、飼い犬や夫の喫煙に対する苦情があったため、戸建へ住み替えた ● リビングにいる時に足元が冷える ● 暖房設備はパネルヒーター 	<ul style="list-style-type: none"> ● 室内の寒暖差が均一になり、全体的に暖かくなった ● エアコンを各階に 1 台置くだけになった ● 新居でも結露は発生しない ● 昔の家では飼い犬が布団の中で寝ていたが、新居では布団の上で寝るようになった
事例 3	<ul style="list-style-type: none"> ● 築 34 年となる家は、フルリフォームしており満足していたが、母との同居を考え娘夫婦に譲り、移ることにした ● 暖房設備はセントラルヒーティングパネルで、節約のため居間以外の室温を下げていた 	<ul style="list-style-type: none"> ● 初めて床暖房を導入した ● 家全体が暖かいと、動いていても心地よい ● 温度差がなくなったせいか血圧が下がった ● 湿気対策が不要になった ● 末端冷え症だったが、改善された ● 暖房器具の利用期間が変わった。暖かい空気が逃げないので、4 月以降は全く使っていない
事例 4	<ul style="list-style-type: none"> ● 子どもの就学前に拠点を定めたい、というのがきっかけ ● 2LDKの間取りで、家全体が寒かった ● 暖房設備は小さなストーブ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 24 時間換気にした ● 床下で温水が循環しておりほんわか均一の暖かさで、裸足でいることが増えた ● 一切結露をしなくなった ● 寝室が暖かくなり、寝る時も薄着で、毛布 1 枚でも大丈夫になった ● カビが発生しなくなった ● 手足の冷えが改善された ● 一度暖まると室温が下がらないので、暖房器具の日中の利用時間が変わった ● トイレは寒さを感じなくなった ● 風呂は入る前から暖かい

(2) 既往研究調査

過年度業務で仮説設定した NEB 評価指標について精査することを目的として、住宅の断熱性能向上を含む変化が健康度合いに与える影響を分析した国内外の既往実証研究について整理した。

1) 国内における既往研究

我が国では、住宅の断熱性能が健康に影響することのエビデンスは、まだ十分に蓄積されていないものの、いくつかの先行研究において両者に関連があることは可能性が示唆されている。代表的な研究例を表 1-3 に示す。

これらの先行研究で示唆されている主な内容は以下のとおりである。

- 転居による断熱性能の向上により、主観的健康観、自覚症状（せき、のどの痛み、手足の冷え、肩こり等）、疾病の有病率（アレルギー性鼻炎、喘息等）、ストレス、睡眠の質が改善することが示唆された。
- 改修による断熱性能の向上により、60 歳以上の住民で睡眠の質やアレルギー性鼻炎等の改善、血圧変動の減少が認められた。
- 室温が上昇することで、起床時血圧が低下し、身体活動量が増加することが示唆された。

表 1-3 住宅の断熱性能と居住者の健康に関する既往研究事例

研究テーマ	得られた知見	課題
岩前篤「住宅断熱性再考」 建材試験情報第 49 巻, 2013 年, pp2-8.	約 2 万 4 千人を対象とした、転居前後の健康変化に関する調査。転居後の窓仕様あるいは建物の Q 値により断熱グレード (3、4、5) を設定し、転居後の諸症状の有感率および改善率と断熱グレードとの関連性を分析。	<ul style="list-style-type: none"> 断熱グレードが高いほど改善率が高かった症状：健康状態 (自己申告)、せき、のどの痛み、肌のかゆみ、目のかゆみ、手足の冷え、気管支喘息、アトピー性皮膚炎、アレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎
伊香賀俊治「健康長寿を実現する住まいとコミュニティの創造」 戦略的創造研究推進事業 (社会技術研究開発) 平成 24 年度研究開発実施報告書	梶原町在住の男女 36 名 (23 世帯) を対象とし、断熱性能が高いモデル住宅と自宅にそれぞれ一定期間滞在してもらい、その間の起床時血圧、身体活動量、心拍・自律神経等を比較分析。	<ul style="list-style-type: none"> 血圧測定時の室温が高いモデル住宅の方が、自宅より起床時血圧が低く抑えられる可能性が示唆された。 寝室の平均室温が 1℃上昇すると Ex 歩数 (身体活動強度が 3METs 以上の歩数) が一日当たり約 161 歩増加することが明らかとなった。
野本茂樹ら「住環境と健康指標に及ぼす居間の断熱改修工事の影響」 日本生気象学会雑誌 49(3), S70, 2012-10-01	60 歳以上の健康な方が居住する首都圏の 14 軒の住宅を対象に、居間の断熱改修工事による住環境と健康指標への影響について調査。	<ul style="list-style-type: none"> 断熱改修により、カビ量の減少、血圧変動係数の減少、睡眠の質向上、アレルギー性鼻炎の軽減などが有意に見られた。
川久保俊ら「住環境が居住者の健康維持増進に与える影響に関する研究」 日本建築学会環境系論文集 79(700), 555-561, 2014	全国の 5,497 世帯 23,067 人を対象とし、居住環境 (CASBEE 健康チェックリストの合計スコア) と居住者の健康状態 (各種疾病の有病数) との関係性を分析。	<ul style="list-style-type: none"> 住宅の環境性能が高いグループほど、各種疾病 (糖尿病、結膜炎、高血圧、心疾患、脳疾患、鼻炎、肺炎、喘息、皮膚炎、関節炎) の有病割合が低く、疾病を有しない健康な者の割合が高かった。 年齢別、所得水準別に分析しても同様の結果が得られた。
伊香賀俊治ら「高断熱住宅転居前後における居住者の血圧・睡眠・体温の変化に関する実態調査 (その 1)」 日本建築学会学術講演梗概集 pp.359-360	高断熱住宅への住み替えを行った東北～九州の工務店の顧客 61 名を対象とし、住み替え前後のそれぞれ約 2 週間にわたって体温、睡眠状態、血圧、健康状態 (アンケート) を測定し、比較分析を行った。実測期間は冬季とした。	<ul style="list-style-type: none"> 住み替え前後で各種症状が発生する頻度が減少し、特に「手足の冷え」「咳」「風邪」「肩こり」「ストレス」「良好な睡眠がとれないこと」が有意に減少した。 起床時体温は転居前後で有意に増加した。

2) 海外における既往研究

住宅の健康性・安全性向上に向けた施策が、特に進展している英国の事例を示す。

英国では、2006年に施行された改正住宅法によって、健康性と安全性が劣ると判定された住宅では、改修や閉鎖・解体命令が下されることになっている。これは、住宅内における健康被害（湿気によるカビ繁殖、室内の寒さ等）や怪我（建造物の倒壊・落下物、階段などでの転落）が多く発生していたことを受けて施行されたものであり、この住宅法の一部として、住宅の健康性・安全性を評価する”Housing Health and Safety Rating System (HHSRS)”が施行された。

このシステムは、英国コミュニティ・地方自治省の指揮の下、環境衛生研究所、建築研究所が中心となって開発したものであり、表 1-4 に示すとおり、「生理学的要件」、「心理的要件」、「感染症防止」、「事故防止」の4分野、29の評価項目で構成される。

表 1-4 Housing Health and Safety Rating System (HHSRS) の評価項目の構成

分野	評価項目		
生理学的要件	湿気	湿気・カビの繁殖	
		過剰な寒さ	
		過剰な暑さ	
	汚染物質（非微生物）	アスベスト	
		殺虫剤	
		一酸化炭素及び燃料燃焼生成物	
		鉛	
		放射線	
		不燃性ガス	
		揮発性有機化合物	
心理的要件	空間、安全、照明、騒音	混雑と空間	
		侵入	
		照明	
		騒音	
感染に対する保護	衛生、公衆衛生、給水	家庭での衛生、外注、ごみ	
		食物の安全	
		個人的な衛生（入浴・排泄）、公衆衛生、排水	
		給水	
事故に対する予防	落下	風呂などにおける落下	
		転倒	
		階段における落下	
		段差における落下	
	関電、火災、燃焼、火傷	電気に関するハザード	
		火災	
		炎、熱面接触	
	衝突、切断、損傷		衝突、閉じ込め
			爆発
			設備の位置と操作性
			構造の倒壊と落下物

このうち「過剰な寒さ」の項目では、住宅内の室温について表 1-5 に示す目安が記載されており、健康の観点からは 21℃とすることが望ましいとされている。

なお、この HHSRS 評価によって住宅に欠陥があると認められた場合には、住宅改修・閉鎖・解体の強制命令の対象となる。

表 1-5 Housing Health and Safety Rating System (HHSRS) における室温の目安

温度	説明
21℃	推奨温度（昼間の居間の最低推奨室温）
18℃	許容温度（夜間の寝室の最低推奨室温）
18℃未満	血圧上昇、循環器系疾患の恐れ
16℃未満	呼吸器系疾患に対する対抗力低下
5℃	低体温症を起こす危険大
4～8℃	集団レベルで観測される脂肪増加する平均外気温度の閾値

更に、英国では、保健省イングランド公衆衛生庁が、国民保健サービス、地方政府協議会、気象庁との連携の下、2011年に「イングランド防寒計画(The Cold Weather Plan for England)」を策定しており、以下の5つの内容が提言されている（なお、2013年に改訂、2015年10月と2016年1月に一部修正されている）。

同計画に基づき、気象予報と連動した地域別の寒さ警報通知システムが開発されており、警報レベルに応じて各省庁の対策が定めている他、高齢者向けの健康キャンペーンによって推奨室温の周知を図る等の取組もなされている。

- ① 寒さによる健康被害の注意喚起
- ② 寒冷気象警報
- ③ 適切な暖房の推奨（昼間の居間の推奨室温：21℃、夜間の寝室の推奨室温：18℃）
- ④ 健康を守り、リスクを減らす投資としての住宅断熱改修
- ⑤ 燃料貧困層の暖房燃料クーポンの配給

なお、我が国でも、国土交通省の健康維持増進住宅研究委員会の主導の下、住宅の健康性を評価するシステムとして「CASBEE¹健康チェックリスト」が開発されており、2011年に（一社）日本サステナブル建築協会より発行されている。

このCASBEE健康チェックリストは、上述のHHSRSを参照して開発されたものであり、「居間・リビング」、「寝室」、「キッチン」、「浴室・脱衣所・洗面」、「トイレ」、「玄関」、「廊下・階段・収納」、「家のまわり」の8つの部屋・場所毎に、その「暖かさ・涼しさ」、「静かさ」等を問うアンケート設問が全部で50項目用意されており、その設問に対する居住者の回答結果に基づきスコア化し、格付けするシステムとなっている。

¹ CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) とは、国土交通省住宅局の支援のもと産官学共同プロジェクトとして設置された建築物の総合的環境評価研究委員会により開発された建築環境総合性能評価システム。評価する対象のスケール等に応じて複数の種類がある。

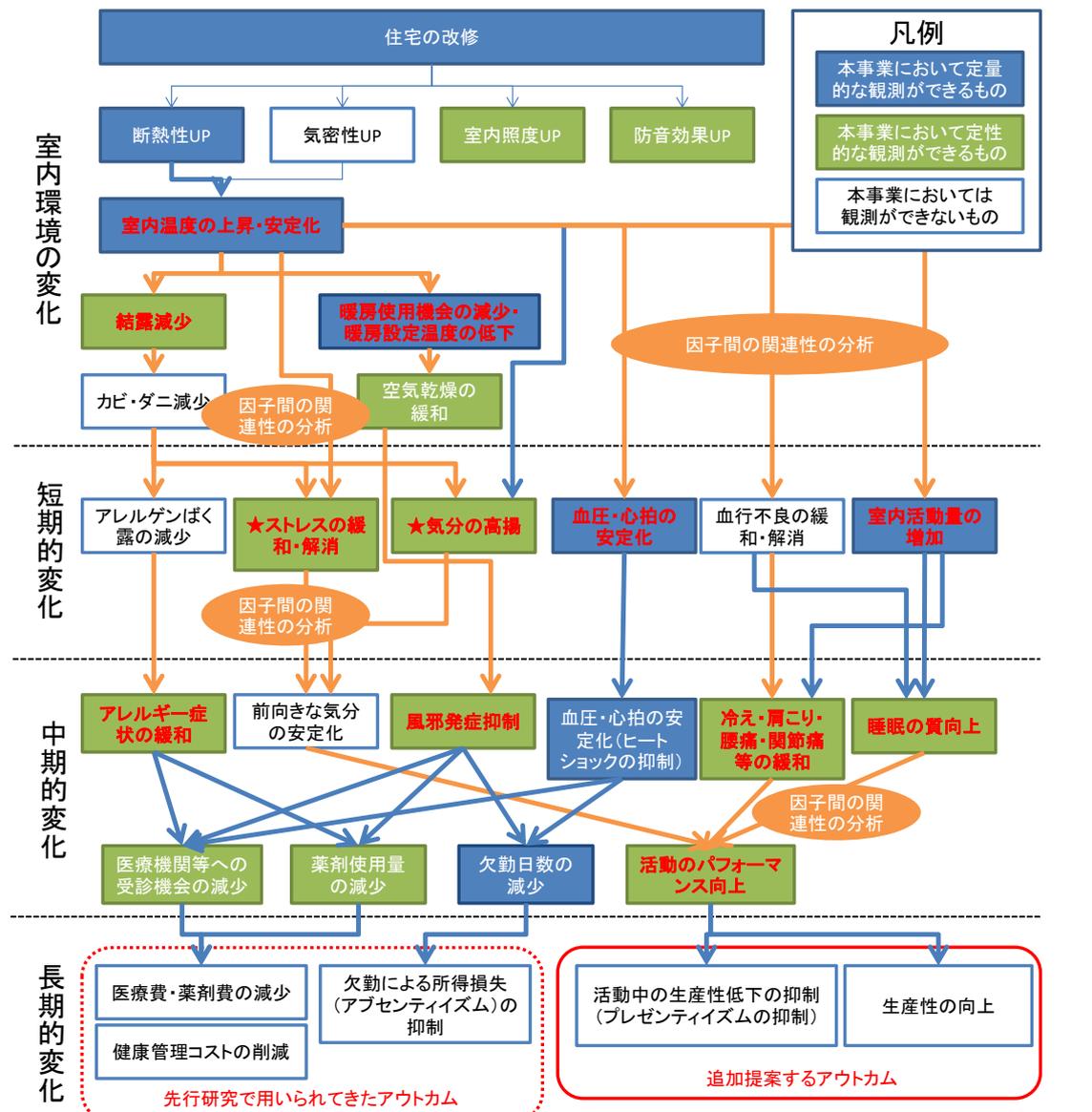
1.1.2 住宅の断熱性能向上がもたらすNEB

昨年度モニターへのグループヒアリングにもとづき、図 1-1 に示したロジックツリーの見直しを行った。

昨年度版では健康影響を「生理・生体的変化」「病態的变化」「生活の変化・社会的影響」と3段階に分けて整理していたが、時間的な位置づけをより明確化するため、「短期的変化」「中期的変化」「長期的変化」として構造化しなおした。

グループインタビューで把握したモニターの意見を踏まえ、結露減少による心理的ストレスの軽減効果を考慮した。また、改修・転居後に暖房使用機会が減少したとの意見を踏まえ、暖房使用時の室内空気の乾燥の抑制効果を考慮し、乾燥防止により風邪発症リスクが低下するとの仮説を追加した。

なお、昨年度調査では改修・転居前後で「着衣量」の差はみられなかったため、ロジックツリーの因子から除いた。修正後のロジックツリーを図 1-3 に示す。



赤字:本年度調査で取得予定のデータ ★:本年度調査の追加因子
 図 1-3 修正したロジックツリー

1.2 N E B 評価指標の改良に向けた検討方針の整理

1.2.1 追加の検討事項

過年度業務における調査結果や外部専門家からの意見を踏まえ、本年度取り組むべき追加検討事項は以下の2点とする。

① 総合的な「健康度」を評価するN E B 評価指標を検討し、妥当性を評価

過年度調査では、室内環境（温湿度化、住まいの感じ方）と生活の健康度（健康状態、自覚症状、睡眠、血圧、パフォーマンスなど）の各要素に着目し、断熱性能が変化したときのこれらの要素の変化を個々に分析した。

今年度は調査では、住宅の断熱性能から、期待される生活の「健康度」を導出する指標を検討し、取得したデータを用いてその妥当性を評価する。

② 改修モニターのデータの重点的な収集

過年度調査では、転居・改修モニター81名の内、改修モニターはわずか8名に留まった。多くのモニターが転居を伴っていたため、断熱性能以外に生活環境が大きく変化してしまっていた。

そこで、今年度の調査では、札幌市の補助制度申請者以外にリフォーム事業者やリフォーム業界団体の会員企業を通じてモニター募集を行い、リフォームモニターのデータを多く集めることに主眼を置く。

1.2.2 継続の検討事項

基本的には過年度に計画した内容に従ってモニターを募集し、調査を行う。モニターの全体像は表 1-6 のとおり。

表 1-6 2ヶ年のモニター全体像

モニター 種類	改修モニター・転居モニター		住まい方の工夫モニター
	改修・転居による断熱 性能の向上 (H26)	改修・転居による断熱 性能の向上 (H26)	住まい方の工夫による 断熱性能の向上 (H26～27)
調査の狙い	断熱性能の向上を起点としてライフスタイルも含めた活動の変化を観測し、②との影響の違いを観測する。 改修や転居のきっかけなど居住者の定性的情報も把握し、取り組みの普及検討につなげる。		改修・転居をせず、断熱効果に特化したケースでの影響を観測する。 寒冷地における住まい方の工夫の実態を把握し、先行知見のある他地域との相違点を把握し、取り組みの普及検討につなげる。
調査対象	自宅を断熱改修する世帯／断熱性能のよい住宅へ転居する世帯 (H26 と H27 それぞれ 40 世帯・80 人目標)		住まい方の工夫（窓への断熱シートの貼り付けなど）を行う世帯（60 世帯目標）
モニター 募集方法	札幌市断熱性能向上支援制度（「住宅エコリフォーム補助制度」「札幌版次世代住宅補助制度」）への申請世帯から募集	左記に加えてリフォーム事業者、リフォーム業界団体会員企業を通じて募集	札幌市関連制度への申請世帯から募集、 WEB アンケート調査会社保有のモニターからの募集

また、モニター毎の調査項目は表 1-7 のとおり。

表 1-7 モニター毎の調査項目

調査項目		調査方法	調査時期		
			改修・転居による断熱性能の向上(H26)	改修・転居による断熱性能の向上(H27)	住まい方の工夫による断熱性能の向上(H26~27)
NEB	活動量	実測	改修・転居前後1ヶ月以内の各1週間	改修・転居前後1ヶ月以内の各1週間	—
	血圧	実測	同上	同上	工夫前(1年目)の冬、家庭省エネ診断(2年目)前後
	温度・湿度	実測	改修・転居前後1ヶ月以内の各1週間 転居1年後の1週間	同上	工夫前(1年目)の冬1週間 住まい方の工夫実施(2年目)後の1週間
	不定愁訴の自覚症状、睡眠の状態、衣服など	健康アンケート	改修・転居前後1ヶ月程度の各1回、 転居1年後に1回	改修・転居前後1ヶ月程度の各1回	工夫前(1年目)の冬1回、工夫(2年目)後の1回
	その他	ヒアリング又はグループインタビュー	改修・転居後(協力力いただけるモニターのみ)	改修・転居後(協力力いただけるモニターのみ)	住まい方の工夫前後1回ずつ(協力いただけるモニターのみ)
CO2	エネルギー消費量	光熱費アンケート	改修・転居を挟む約15ヶ月間	改修・転居を挟む約4ヶ月間	住まい方の工夫を挟む約15ヶ月間
基本情報	個人・世帯・住宅の属性	住宅アンケート、健康アンケート	転居・改修後	転居・改修後	住まい方の工夫前後
	生活習慣(職業など)				
	健康状態・既往症				

2. 現地調査等の実施

2.1 文献調査

住宅の断熱性能向上を含む変化が健康度合いに与える影響を分析した国内外の既往研究について整理した（詳細は、前述の「1.1.1(2) 既往研究調査」を参照）。

2.2 モニターの追加募集

2.2.1 追加募集の基本方針

サンプル数の拡大を図る目的で、自宅を断熱改修する世帯（改修モニター）または断熱性能のよい住宅へ転居する世帯（転居モニター）について、40世帯ほどの追加のモニター募集を行った。

平成26年度は、札幌市の協力のもと、同市の「住宅エコリフォーム補助制度」「札幌版次世代住宅認定制度」への応募・採択世帯等から募集を行った。この結果集まったモニターは41世帯で、その内訳は改修3世帯・転居38世帯と、ほとんどが転居モニターであり改修モニターが少なかった。これは、募集の時期が9月後半からであったところ、多くの世帯では暖房季が来る前に改修を済ませていたため、調査スケジュールに合わなかったためと考えられた。また、平成27年度は、省エネ住宅ポイント制度が開始し、これと併用不可としている札幌市「住宅エコリフォーム補助制度」経由での改修モニター募集は難航が予想された。

このため、平成27年度の追加のモニター募集において、住宅リフォームを行う工務店への働きかけるなどの工夫を行った。転居モニターについては、平成26年度と同様、札幌市の「札幌版次世代住宅認定制度」への応募・採択世帯等から募集を行った。

2.2.2 追加募集方法

(1) 改修モニター

このため、平成27年度の追加のモニター募集において、住宅リフォームを行う工務店への働きかけるなどの工夫を行った。具体的には、表2-1に示す方法での募集を行った。

まず、リフォーム事業者を通じたモニター募集として、札幌市の協力を得て、平成26年度に札幌市「住宅エコリフォーム補助制度」申請者が利用していたリフォーム事業者のうち、件数の多かった事業者にアクセスを行った。このうち、表2-2に示す、札幌市を拠点とする二社の協力を得ることができ、これらを通じて募集資料を配布した。

また、日本住宅リフォーム産業協会(JERCO)北海道支部の協力を得て、その会員企業のうち、リフォーム業者14社にアクセスを行い、対象者がいる可能性があると回答した4社に募集資料の配布を依頼した。

募集資料配布にあたっては、リフォーム前後での冬季（暖房時期）の室温等の測定を行うため、募集資料の配布対象として、表2-3の条件を提示した。

表 2-1 平成 27 年度の改修モニター募集方法

モニター募集方法	概要	募集資料配布数
1.リフォーム事業者を通じたモニター募集	平成 26 年度に札幌市「住宅エコリフォーム補助制度」申請者が利用していたリフォーム事業者のうち、件数の多い二社の協力を得て、リフォーム予定者に案内配布。	約 130 部
2.リフォーム事業者業界団体の会員企業を通じたモニター募集	日本住宅リフォーム産業協会(JERCO) 北海道支部の協力を得て、会員企業に協力依頼。その後は 1.と同じ。	不明
3.札幌市「住宅エコリフォーム補助制度」の申請者へのモニター募集	昨年度と同じく、同制度申請者より、札幌市から案内送付。	約 120 部

表 2-2 改修モニター募集への協力企業

	アイ・ホーム北海道株式会社	C 社
本社	札幌市	札幌市
特徴	集合住宅リフォーム専門	戸建住宅リフォーム中心
規模	札幌圏で年間 1,000 室以上をリフォーム	年間施工件数約 1,400 件
H26 札幌市「住宅エコリフォーム補助制度」を活用した顧客数	約 50	約 10
モニター募集対象者についてのコメント	契約から着工までの期間は 3 週間程度と短く、案内を渡せるタイミングは短い。 マンションなので、冬でも比較的需要がある。	契約から着工までは 1 ヶ月としている。 戸建では足場を組む関係で、積雪のある 11 月までに竣工してしまうことが多いが、12 月竣工のお客様がいらっしゃる可能性はある。

表 2-3 募集資料配布条件

<ul style="list-style-type: none"> 住宅（戸建、集合いずれでも）の断熱リフォーム（窓、床、壁等）を実施すること リフォーム工事開始が 11 月 1 日以降、終了が 1 月 31 日以前、かつ、資料配布からリフォーム開始まで 4 週間以上の期間があること 札幌市またはその近隣に対象住宅があること

(2) 転居モニター

転居モニターについては、平成 26 年度と同様、札幌市の「札幌版次世代住宅認定制度」への応募・採択世帯等から募集を行った。

2.2.3 追加募集結果

2015年8月から2015年11月の間に、改修・転居モニターの募集を行い、38世帯、81人のモニターを選定した。

選定されたモニターの内訳を、世帯ベースで改修・転居前住宅の建築年・建て方別に表2-4に示す。また、個人ベースで年代・性別に表2-5に示す。

改修モニターは、平成26年度の募集では3世帯・8人であったが、平成27年での募集では5世帯・12人に増加した。

表 2-4 改修・転居モニター（世帯）

改修・転居前	改修		転居		総計
	戸建	集合	戸建	集合	
1970年代築	4	2	0	0	6
1980年代築	0	2	0	0	2
1990年代築	0	6	0	5	11
2000年代築	0	6	0	0	6
2010年代築	0	3	0	0	3
不明	1	9	1	0	10
総計	5	28	1	5	38

表 2-5 改修・転居モニター（個人）

年齢・性別	改修		転居		総計
	男	女	男	女	
20代	0	1	5	5	11
30代	0	0	17	19	36
40代	0	1	9	5	15
50代	2	3	2	2	9
60代	2	1	1	2	6
70代	0	0	1	1	2
80代	1	1	0	0	2
総計	5	7	35	34	81

2.3 住宅の断熱性能の向上に関する実測等調査の実施

2.3.1 過年度業務における改修・転居モニターに対する継続調査の実施

過年度業務にて募集した改修・転居モニターに対する依頼事項は表 2-6 のとおりである。2015 年度は、2014 年度の改修・転居後の計測から 1 年経過した時点で、リビング・居間など 1 箇所にて温度を計測した。同時に、「住宅アンケート」にて住宅における変化の有無を調査し、「健康アンケート」にて、住まいでの感じ方、不定愁訴の自覚症状等を調査した。なお、転居モニターについては、転居前の住宅の断熱性能の把握が不完全であったため、今回転居前の住宅についての情報を収集した。

また、「光熱費アンケート」により 2016 年 1 月分までの光熱費を調査した。

表 2-6 過年度業務にて募集した改修・転居モニターへの依頼事項

			2014 年度						2015 年度							
			10	11	12	1	2	3	4	5	・・・	11	12	1	2	3
測定・日記	活動量測定	改修・転居	●		●											
	活動モニター日記記録	前後各 1 週間の毎日	●		●											
	温度・湿度測定		○		○							○				
住宅アンケート回答	改修・転居前、改修・転居 1 年後		○									○				
健康アンケート回答	改修・転居前後各 1 回、改修・転居 1 年後		●		●							●				
測定機器・アンケート提出	各測定・アンケート回答後		△		△							△				
光熱費アンケート回答	2014 年 11 月～2016 年 1 月の毎月			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
光熱費アンケート提出	各年度末						△								△	
謝礼支払い	年度末各 1 回							○								○

スケジュールは 11 月転居の場合の目安。

○・△：世帯代表者が実施

●：活動量測定対象者が実施

2.3.2 追加募集する改修・転居モニターに対する実測等調査の実施

(1) モニターへの依頼事項

今年度業務にて募集した改修・転居モニターに対する依頼事項は表 2-7 のとおりである。なお、現地の請負外注先である公益財団法人北海道環境財団により、モニターへの直接の説明と測定機器の使用実演を実施した。

改修・転居の前後概ね 1 ヶ月以内の各 1 週間の間、活動量計の装着による活動量計の測定と、活動量に関する補助情報として、独自に作成した「活動モニター日記」への毎日の行動記録を依頼した。また、血圧計を世帯毎に配布することにより、同時期の毎日、就寝前・起床直後の収縮期血圧・拡張期血圧の測定と、結果の同「活動モニター日記」への記録を依頼した。さらに同時期、温湿度計をリビングに、温度計を主寝室とモニターが考える最も寒い

部屋に設置してもらい、1週間分の15分毎値を記録した。参考情報として、リビングには黒体に近い状態の温度計も併設し、窓や壁からの輻射温度の記録を試みた。

また、改修・転居前後の各1回、「健康アンケート」において、住まいでの感じ方、不定愁訴の自覚症状等を調査した。

「住宅アンケート」は築年数やエネルギー使用の状況など、住宅の基本情報を把握するためのアンケートで、改修・転居前1回実施した。

また、「光熱費アンケート」では、毎月のエネルギー使用量の伝票や領収書ベースでのエネルギー消費量を把握した。また、エネルギー消費に関係する住宅での暖房方法等についても、ここで調査した。

表 2-7 今年度業務にて募集した改修・転居モニターへの依頼事項

		2015年度					
		10	11	12	1	2	3
測定・日記	活動量測定	改修・転居前後各1週間の毎日	●		●		
	活動モニター日記記録		●		●		
	温度・湿度測定		○		○		
住宅アンケート回答	改修・転居前		○				
健康アンケート回答	改修・転居前後各1回		●		●		
測定機器・アンケート提出	各測定・アンケート回答後		△		△		
光熱費アンケート回答	2015年11月～2016年1月の毎月		○	○	○	○	
光熱費アンケート提出	2016年2月5日まで					△	
謝礼支払い	年度末1回					○	

(2) 使用した測定機器

使用した測定機器は、いずれも過年度業務で用いたものと同じ測定機器とした。

1) 活動量・血圧

健康度に関する指標の実測にあたっては、モニターが身に付けて常時計測できるような市販の健康測定機器を使用することを検討した。機器候補としては表 2-8 のようなものが挙げられる。本調査では、評価指標との関係性や、モニターの受容性を踏まえ、東芝製の活動量計とオムロン製の血圧計を利用し、活動量と血圧を実測することとした。東芝製の活動量計の主要仕様を表 2-9 に示す。

活動量計は、従来の歩数計が発展したもので、走行距離、消費カロリー等が計測できるものが一般的である。さらに、国内では2014年ごろから、スマートフォンと連動するウェアラブル型の製品が相次いで市販されるようになった。このような製品では、睡眠中にも装着することを前提に、睡眠時間、睡眠の質といった項目も測定が可能である。また、測定結果は使用者の同意にもとづき匿名化された上で、メーカーのサーバーへ送信され、データが蓄積される。

本事業で用いる東芝製の活動量計も、このような機能を持つ活動量計である。製品としての完成度が高くモニターの受容性が高いこと、データの記録・蓄積機能を有していることから、今後、健康に係る実測調査における活用可能性が高いと考えられる。

表 2-8 健康測定機器の候補

製品名	外観	特徴	表示可能項目
Vital Connect 社 Health Patch		絆創膏タイプで、体（心臓周辺）に直接貼り付けることにより、測定を行う。	心拍数、心拍数変動、脈拍、体表面温度、体姿勢、歩数、ストレス、睡眠ステージ
ディーブイエックス社 ヘルシーPod		活動量測定に加え、体脂肪率、ストレスの計測機能もある。	歩数、歩行距離、消費カロリー、心拍数、体脂肪率、ストレス
東芝活動量計 WERAM1100		腕時計型で、活動量、消費カロリー、睡眠の状態等が計測可能。	歩数、歩行距離、消費カロリー、睡眠の状態
オムロン製電子 血圧計 HEM-7132		上腕式血圧計	血圧

出所) 各社ウェブサイトより作成。写真も各社ウェブサイトより。

表 2-9 東芝活動量計の主要仕様

センサー	加速度センサー
データ表示頻度	概ね 10 分毎
表示可能項目	歩数、歩行距離、消費カロリー、睡眠の状態
データ通信方式	Bluetooth
連続稼働時間	14 日（使用状況により変化）
重量	27g

出所) 東芝社資料

2) 気温・湿度

気温・湿度の実測にあたっては、KN ラボラトリーズ社製の温湿度データロガー「ハイグロクロン」と、温度データロガー「サーモクロン G タイプ」を使用した。これはボタン電池に似た形状を持つ温湿度計・温度計で、予め設定された頻度でデータを温度・湿度を測定・記録し続けることができる。主要仕様を表 2-10 に示す。

表 2-10 温湿度計・温度計の主要仕様

	温湿度計	温度計
測定可能度範囲	温度：-20℃～+70℃ 湿度：0%RH～95%RH	-40℃～+80℃
表示最小単位	温度：0.5℃ 湿度：0.6% RH	0.5℃
測定頻度	1 秒～130 分の間で設定可能 (15 分として使用)	1～255 分の間で設定可能 (15 分として使用)
連続計測可能期間	計測記憶数 4096 に測定間隔を乗じた時間 (15 分間隔の場合約 42 日)	計測記憶数 2048 に測定間隔を乗じた時間 (15 分間隔の場合約 21 日)

出所) KN ラボラトリーズ社ウェブサイトより作成

2.3.3 住まい方の工夫モニタに対する実測調査の実施

過年度業務にて募集した住まい方の工夫モニターに対する依頼事項は表 2-11 のとおり。2015 年度は、希望する世帯に札幌市が実施する省エネ診断（札幌市うちエコ診断）を受診して頂き、断熱性能向上についてアドバイスを受けて頂いた。その上で、簡易断熱のための資材リストを送付して希望する資材を確認・送付し、実際に簡易断熱対策を実施頂いた。

対策実施後に、温湿度計をリビングに、温度計を主寝室とモニターが考える最も寒い部屋に設置してもらい、1 週間分の 15 分毎値を記録した。同時に、住宅アンケートにより住宅性能の変化を、健康アンケートにより住まいの感じ方、不定愁訴の自覚症状等を調査した。

また、「光熱費アンケート」により 2016 年 1 月分までの光熱費を調査した。

表 2-11 過年度業務にて募集した住まい方の工夫モニターに対する依頼事項

		2014 年度						2015 年度											
		10	11	12	1	2	3	4	5	・	8	9	10	11	12	1	2	3	
温度測定	2014 年 12 月の 1 週間、断熱対策実施を挟む 2 週間			○															
住宅アンケート回答	各年 1 回			○															
健康アンケート回答	2014 年 1 回、簡易的な断熱対策前後各 1 回			○															
測定機器・アンケート提出	各測定・アンケート回答後			△															
省エネ診断の受診	申込												○						
	受診												○						
簡易的な断熱対策の実施	事前アンケートへの回答												○						
	決定・申込み													○					
	断熱資材の受領														○				
	実施														○				
光熱費アンケート回答	2014 年 11 月～2016 年 1 月の毎月		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
光熱費アンケート提出	各年度末						△												△
謝礼支払い	年度末各 1 回						○												○

3. NEBの評価指標、評価手法の改良及び妥当性検証

3.1 NEBの評価指標、評価手法の改良

住宅の断熱性能の向上により期待される生活の「健康度」を導出する指標について、検討を行った。

一般に、人間の健康状態は、個人の心身の特性（年齢、疾病の有無等）、生活習慣、ライフスタイル、経済状況等の多くの要因の影響を受けることが想定されるため、住宅の断熱性能から住む人の健康度を一意に予測することはできない。このことを前提とし、ここでは、標準的・平均的な条件のもとで、改修等により住宅の断熱性能が向上することにより期待される健康度の目安を示す仕組みを検討した。

なお、断熱性能向上に関連して、健康に影響を与える主たる要因は室温であることから、断熱性能の向上による室温の状態に基づいて、期待される健康度を評価する手法を検討することとした。

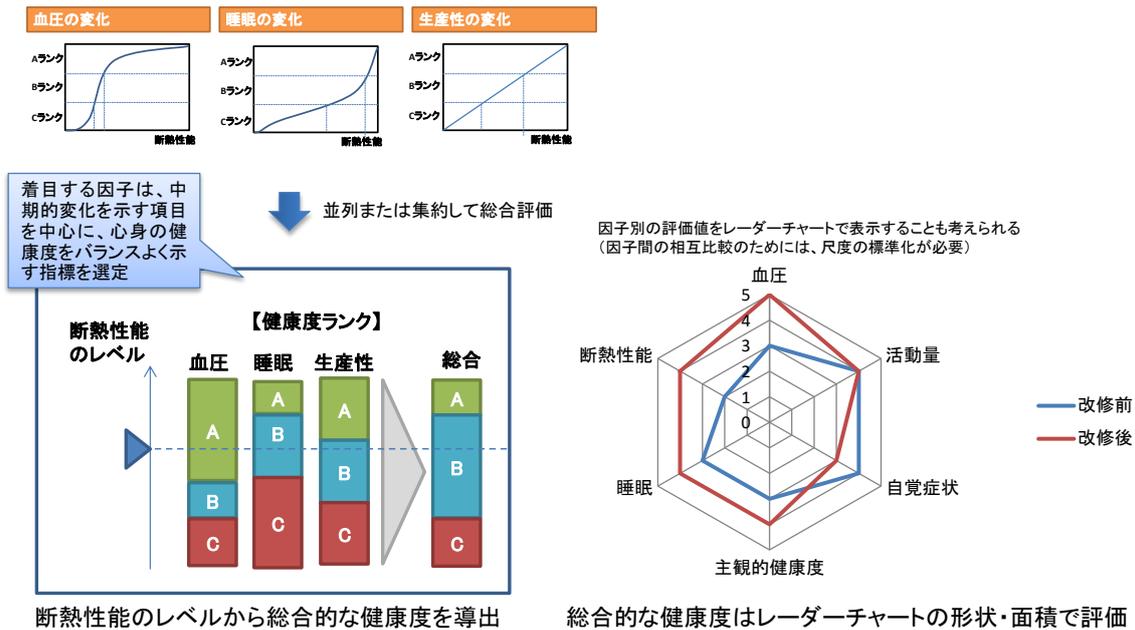
以下では、3つの考え方に沿った案を検討した。

(1) 代表的な複数の指標を総合的に評価する考え方

1.1.2 に示したロジックツリーのうち、本調査においてデータ取得が可能な主な指標として、短期的変化である「血圧の変化」「活動量の変化」、中期的な変化である「自覚症状の変化」「主観的健康観の変化」「睡眠の変化」、さらに長期的変化である「生産性の変化」等に着目し、断熱性能(室温を指標とする)との関係を導出することを検討し、<案1>とした。

この考え方では、着目する個々の因子について、断熱性能と指標の値の関係性を導くことで、与えられた断熱性能のもとで期待される健康指標の値やレベルを特定することが可能となる。さらに、それらの個別の因子の値やレベルに基づいて、総合的な評価を行う仕組みを検討する。

図 3-1 代表的な因子と断熱性能の関係を導出し総合的に評価するイメージ<案1>

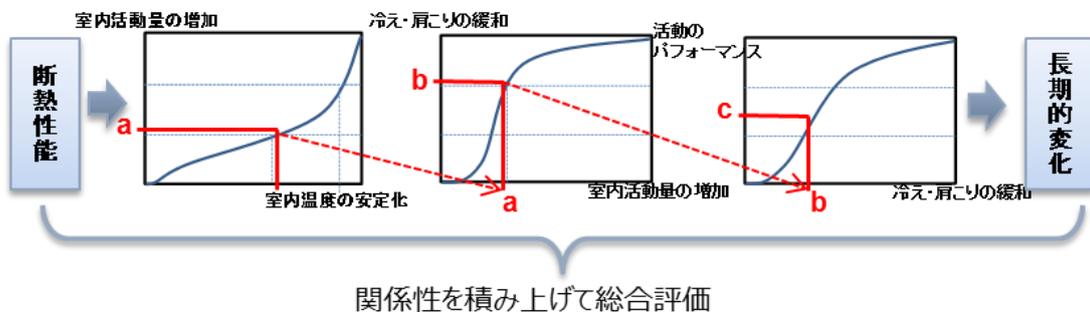


(2) ロジックツリーの構造に沿って因子間の関連性に基づいて評価する考え方

現地調査により収集したデータを用いて、1.1.2 に示したロジックツリーの構造に沿って、上流側から下流側の因子間の関係性を評価し、これを繰り返すことによって、与えられた断熱性能から、期待される健康度（長期的変化）を導出することを検討し、<案2>とした。

この考え方では、ロジックツリーの構造に沿って関連を想定する因子間の因果関係を検証しつつ、断熱性能の向上が住む人の健康に与える影響を評価することが可能となる。本調査では、取得可能なデータが限定されているため、評価できるのは一部の要因間の関連性のみであるが、ロジックツリーの構造を活かして合理的な評価結果を導くことができる方法であると考えられる。

図 3-2 ロジックツリーの構造に基づき因子間の関連性を評価するイメージ<案2>



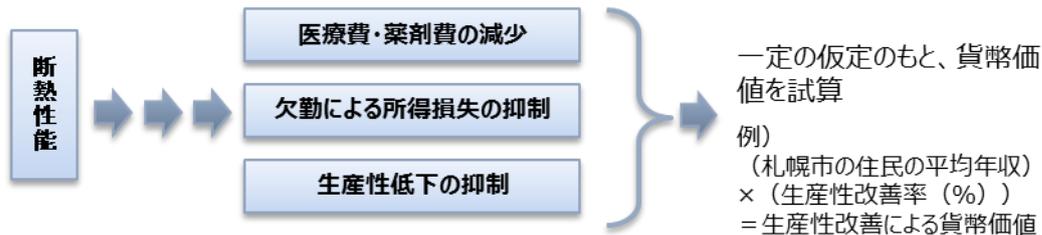
(3) 長期的変化に着目して貨幣換算する考え方

断熱性能の向上による生活の健康度の改善度合を踏まえ、医療費・薬剤費等の減少のほか、生活時間（生産量）の増大や活動の質（生産性）の向上を費用対効果（貨幣価値換算）の形で定量的に試算する手法の検討を行った。

生活の健康度の改善は、疾病の予防、疾病の寛解（全治には至らないが症状が緩和される）や改善、不定愁訴の改善等による支出の減少という形で寄与する。これに加えて、活の健康度の改善が日常生活の意識変化や行動変容をもたらすことにより、居住者にとって便益をもたらすものとして、欠勤の減少、プレゼンティーズム（presenteeism、何らかの疾患や症状を抱えながら出勤し、業務遂行能力や生産性が低下する状態）の改善などが考えられる。

貨幣価値換算するためには、具体的なモデルケースを想定し、たとえば、「風邪をひきにくくなり気管支喘息が改善されたことで、欠勤時間が減少するとともに、プレゼンティーズムが向上した」「花粉症と高血圧症が軽快したことにより、通院時間や欠勤日数が減少するとともに、プレゼンティーズムが向上した」等のシナリオに沿って、これらの効果を定量的に試算する方法が考えられる。

図 3-3 長期的変化に着目し費用の削減と生産性の向上を貨幣換算するイメージ〈案3〉



3.2 NEBの評価指標、評価手法の妥当性検証

ここでは、有識者の意見を参考に室温の安定化が図られれば生活の健康度が改善するという仮説に立ち、まず室内環境と生活の健康度、それぞれの変化を確認した上で、室温の安定度とNEBの各指標の関係を分析した。断熱性能の変化と室温の安定度については、4.でその関係を分析した。

3.2.1 室内環境の変化

(1) 分析方針

室内環境の変化に関する分析においては、客観的な評価指標である「室内温度」、居住者の主観的な評価指標である「住まいの感じ方」の2点に着目した。

それぞれについて「2. 現地調査等の実施」において収集した温度・湿度等の計測データやアンケート調査データを用いて、転居・改修前後、住まい方の工夫の実施前後の状態を比較し、変化の有無について確認した。

また、「室内温度」と「住まいの感じ方」の両者の間に相関性が見られるかについても、確認した。

1) 室内温度の分析

「室内温度」の分析においては、以下の2つの指標を用いた。

① GDD (Gap Degree Day)

GDDは、既往文献に基づき、室温の快適温度範囲からの乖離度合を表す指標として、本調査で新規に提案するものである。

住宅等の暖房負荷を計算する際によく用いられる指標として、HDD (Heating Degree Day、暖房度日[°C日])があるが、これはその地域で暖房を必要とされる期間中における室内温度と統計上の日平均外気温との差を積算して算出される。

GDDは、この概念を参考に、転居・改修前後、住まい方の工夫前後において「リビング・居間」、「主寝室」、「最も寒い部屋」の3箇所計測した1週間分の温度データ(15分毎値)に基づき、「計測期間中における室内温度と快適温度範囲からの差」を積算することで算出するものとした。

快適温度範囲については、1.1節で述べた既往文献調査に基づき、英国における住宅の健康性・安全性評価システムである”Housing Health and Safety Rating System (HHSRS)”において、健康性の観点から推奨されている21°C以上と設定した。

なお、本分析では分かりやすさの観点から、積分値をデータ数で除することで平均化しており、単位としては[°C]となる。

② PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied、予測不快者率)

PPDは、PMV (Predicted Mean Vote、予測温冷感申告)とともに、デンマーク工科大学のファンガー教授によって提案された温熱環境評価指数であり、1994年にISOとなっている。

表 3-1 に示すとおり、人体の温熱快適性に影響する要素としては、室温、平均放射温度、

相対湿度、平均風速という4つの環境側の要素と在室者の着衣量、活動量という2つの人間側の要素があるが、PMVはこれらの要素による複合的な効果を評価する指標である。ファンガー教授が提案した快適方程式に各要素の値を代入することで、人間がその環境に対して暖かいと感じるか寒いと感じるについて、7段階の評価尺度の数値として算出される。

PPDは、「その温熱環境に不満足・不快を感じる人の割合」を表し、表3-1に示すとおり、PMVと対応付けられている。

表 3-1 PMV の 7 段階評価尺度と PPD の関係

PMV	温冷感	PPD
+3	非常に暑い	99%
+2	暑い	75%
+1	やや暑い	25%
0	どちらでもない	5%
-1	やや寒い	25%
-2	寒い	75%
-3	非常に寒い	99%

出所) 空気調和・衛生工学会編「図解空調・給排水の大百科」

本分析では、温熱快適性に影響する6要素について、表3-2に示すとおり、転居・改修前後、住まい方の工夫前後で計測したデータを用いて設定し、PMV及びPPDを算出した。ただし、湿度まで計測しているのはリビングのみであることから、PMV、PPDの算出はリビングのみを対象とし、活動日記アンケート結果に基づき、リビングの在室時間帯における平均値、最高値、最低値を算出した。

表 3-2 PMV・PPD の算出に用いる温熱快適性影響要素の設定方法

PMV・PPD の算出に用いる 温熱快適性に影響する要素		設定方法
環境側要素	室温	温湿度計による実測データ
	平均放射温度	室温と同じと想定
	相対湿度	温湿度計による実測データ
	平均風速	使用している熱源機器に応じて想定 ・エアコン 0.2m/s ・それ以外（パネルヒーター等）：0m/s
人間側要素	在室者の着衣量	アンケート調査結果を基に設定
	在室者の活動量	活動量計による実測データ

2) 住まいの感じ方

「住まいの感じ方」については、モニターへのアンケート調査結果に基づき、分析を行った。

具体的には、1.1節で述べた、「CASBEE 健康チェックリスト」（国土交通省の健康維持増進住宅研究委員会の主導の下、居住者が自らの住宅の健康性を評価するために開発されたツ

ール)を参考に、表 3-3 に示す 28 項目の設問を設定した。この設問に対する回答結果を基に、「暖かさ」、「室内照度」、「防音」、「結露」、「カビ」、「におい」の項目別に、「よくある」を 0 点、「たまにある」を 1 点、「めったにない」を 2 点、「ない」を 3 点として集計して、スコア化し、そのスコアの前後比較を行った。

表 3-3 「住まいの感じ方」に関するアンケートの設問

場所	No	分類	設問	選択肢			
				よくある	たまにある	めったにない	ない
居間・リビング	1	暖かさ	暖房が効かずに寒いと感じることはありますか？				
	2	防音	窓・ドアを閉めても室内や外の音・振動が気になることはありますか？				
	3	室内照度	日中、照明をつけないと暗いと感じることはありますか？				
	4	室内照度	夜、照明が足りずに暗いと感じることはありますか？				
	5	結露	窓などに結露が発生することはありますか？				
	6	におい	においがこもることはありますか？				
	7	その他	床ですべることはありますか？				
寝室	8	暖かさ	寒くて眠れないことはありますか？				
	9	乾燥	起きたときに鼻やのどが乾燥していることはありますか？				
	10	結露	窓などに結露が発生することはありますか？				
	11	カビ	寝具などにカビのにおいを感じることはありますか？				
	12	防音	窓・ドアを閉めても室内や外の音・振動が気になって眠れないことはありますか？				
	13	その他	夜、周囲が明るすぎて眠れないことはありますか？				
キッチン	14	暖かさ	暖房が効かずに寒いと感じることはありますか？				
	15	におい	調理時、湿気やにおいがこもることはありますか？				
	16	カビ	調理台の周辺にカビが発生していますか？				
所・洗面所 浴室・脱衣	17	暖かさ	脱衣所が寒いと感じることはありますか？				
	18	暖かさ	浴室が寒いと感じることはありますか？				
	19	カビ	カビが発生していますか？				
	20	におい	嫌なにおいを感じることはありますか？				
トイレ	21	暖かさ	寒いと感じることはありますか？				
	22	におい	嫌なにおいがこもると感じることはありますか？				
玄関	23	その他	段差で転ぶ危険を感じることはありますか？				
	24	室内照度	照明をつけても足もとが暗いと感じることはありますか？				
廊下・階段・収納	25	暖かさ	部屋を出たときに寒いと感じることはありますか？				
	26	室内照度	移動するときに照明をつけても足もとが暗いと感じることはありますか？				
	27	カビ	収納でカビや化学物質のにおいを感じることはありますか？				
	28	その他	家の中で虫が発生することはありますか？				

(2) 分析結果

1) 室内温度の変化

a. 転居・改修モニター

転居モニター、改修モニターにおける転居・改修前後における GDD の変化をそれぞれ図 3-4、図 3-5 に示す。

転居モニターについては、転居後にリビング、寝室、寒い部屋（脱衣所・玄関等）いずれの部屋においても、GDD が低下しており、室温がより快適範囲に近づく傾向が見られた。

一方、改修モニターについては、リビングでは GDD が若干低下したものの、寝室や寒い部屋ではかえって GDD が上昇する結果となっており、明確な改善傾向は見られなかった。これは、リビングのみの改修で、寝室やその他の部屋の改修までは世帯が含まれていること等が要因と考えられる。

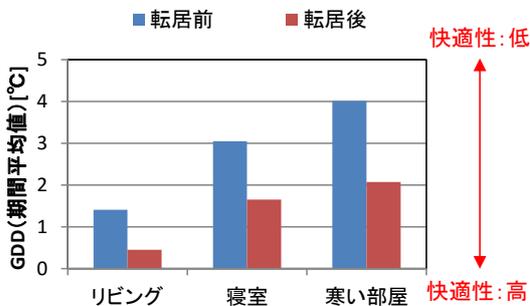


図 3-4 転居前後における GDD
(転居モニター、71 世帯)

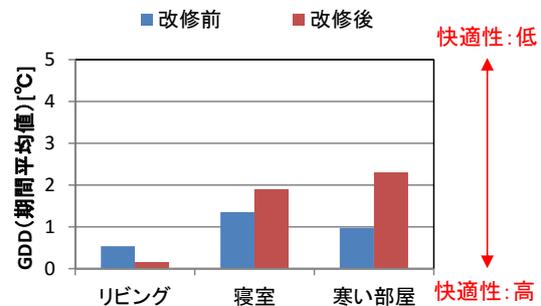


図 3-5 改修前後における GDD
(改修モニター、8 世帯)

また、リビングにおける PPD の平均値、最高値、最低値についても同様に、転居モニター、改修モニターそれぞれにおける前後変化を図 3-6、図 3-7 に示す。

転居モニターについては、最低値ではほとんど変化がなかった一方、平均値、最高値では改善傾向が見られた。

一方、改修モニターについては、いずれについてもほとんど変化が見られなかった。

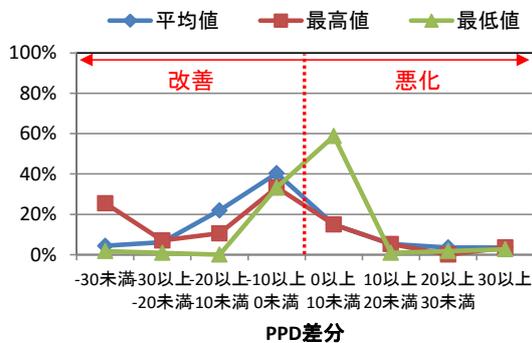


図 3-6 転居前後における PPD の差分
(転居モニター、142 名)

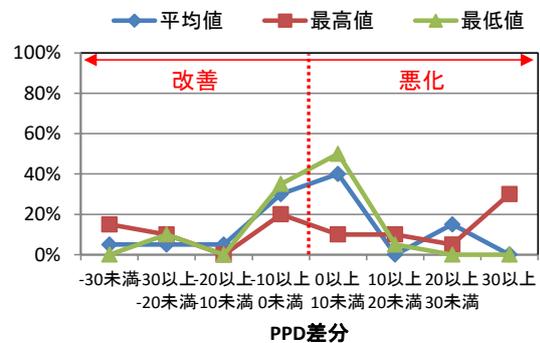


図 3-7 改修前後における PPD の差分
(改修モニター、20 名)

b. 住まいの工夫モニター

住まいの工夫モニターのうち、窓改修以外の簡易な対策を実施した 60 世帯と窓改修を実施した 2 世帯に分けて、工夫実施前後の GDD の変化をそれぞれ図 3-8、図 3-9 に示す。

まず、住まい方の工夫前と転居・改修モニターにおける転居・改修前とで GDD を比較すると、住まい方の工夫前の GDD のほうが大きくなっており、転居・改修モニターと比べて、元々、温熱快適性が低い状態であった世帯が多いことが分かる。

また、工夫実施前後で比較すると、窓改修以外の対策を実施した世帯では、リビング、寝室、寒い部屋いづれについても GDD にほとんど変化が見られなかった。一方、窓改修を実施した世帯では、工夫前より GDD の値が小さかったリビング、寒い部屋では変化が見られなかったものの、工夫前の GDD の値が大きかった寝室においては改善が見られた。

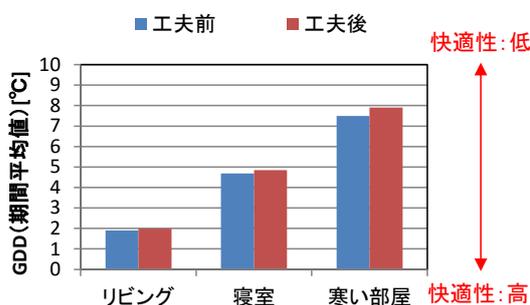


図 3-8 工夫前後における GDD
(住まい方の工夫 (窓改修以外) モニター、60 世帯)

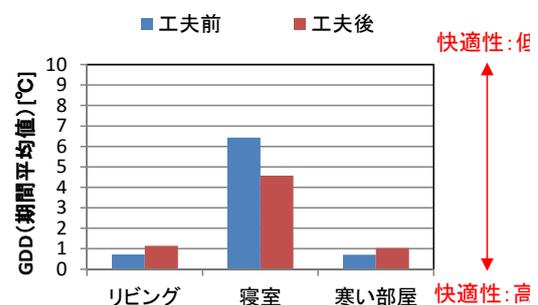


図 3-9 工夫前後における GDD
(住まい方の工夫 (窓改修) モニター、2 世帯)

また、リビングにおける PPD の平均値、最高値、最低値についても同様に、窓改修以外の簡易な対策を実施した 60 世帯と窓改修を実施した 2 世帯に分けて、工夫実施前後における変化を図 3-10、図 3-11 に示す。

窓改修以外の対策を実施した世帯では、ほとんど変化が見られなかったが、窓改修を実施した世帯では、最高値について改善傾向が見られた。

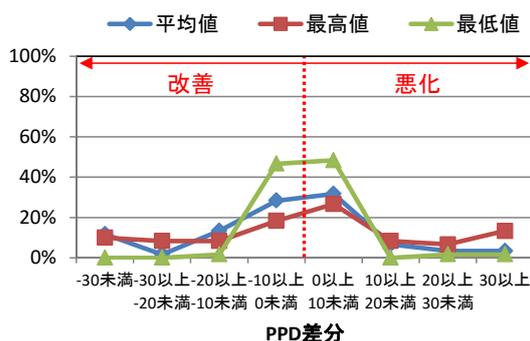


図 3-10 工夫前後における PPD の差分
(住まい方の工夫 (窓改修以外) モニター、60 名)

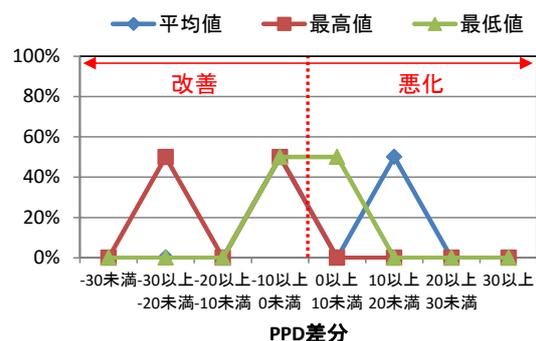


図 3-11 工夫前後における PPD の差分
(住まい方の工夫 (窓改修) モニター、2 名)

2) 住まいの感じ方の変化

a. 転居・改修モニター

転居モニター、改修モニターそれぞれにおける住まいの感じ方の変化を図 3-12、図 3-13 に示す。

転居モニター、改修モニターいずれについても、改修・転居後にスコアが改善した。特に、転居モニターでは「暖かさ」、「カビ」、「におい」、改修モニターでは「結露」、「暖かさ」について改善傾向が顕著に見られた。

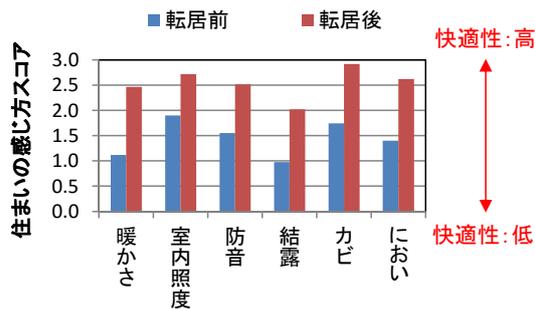


図 3-12 転居前後における住まいの感じ方 (転居モニター、142名)

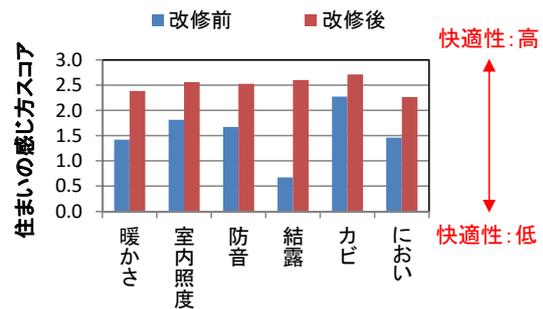


図 3-13 改修前後における住まいの感じ方 (改修モニター、20名)

b. 住まいの工夫モニター

住まいの工夫モニターにおける住まいの感じ方の変化を、窓改修以外の簡易な対策を実施した 60 世帯と窓改修を実施した 2 世帯の別に、それぞれ図 3-14、図 3-15 に示す。

窓改修以外の対策を実施した世帯では、「におい」でわずかにスコアが上昇したものの、その他の項目についてはほとんど変化がなかった。

一方、窓改修を実施した世帯では、「カビ」以外の全項目について顕著な改善が見られた。

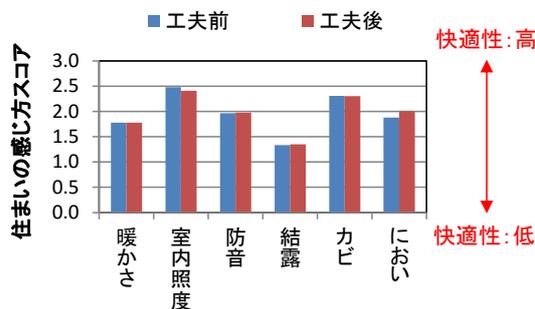


図 3-14 工夫前後における住まいの感じ方 (住まい方の工夫 (窓改修以外) モニター、60名)

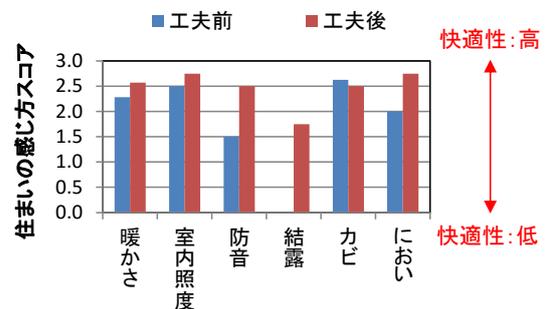


図 3-15 工夫前後における住まいの感じ方 (住まい方の工夫 (窓改修) モニター、2名)

3) 室内温度と住まいの感じ方との関連

室内温度と住まいの感じ方との関連を把握するため、リビング、寝室、寒い部屋それぞれにおける暖かさのスコアと GDD の関係について整理した。また、リビングについてはあわせて PPD との関係についても整理した。

なお、寒い部屋については、モニターが自ら最も寒いと思われる部屋を選択して、温度計を設置しており、これを基に GDD を算出している。このため、暖かさのスコアについてはモニターが温度計を設置した場所にあわせた部屋用途におけるスコアを用いた。

各部屋の暖かさのスコア別に GDD の平均値を比較すると、図 3-16～図 3-18 に示すとおりとなった。いずれの部屋についても、暖かさのスコアが高いほど、概ね GDD が低くなる傾向が見られたが、スコア 2 と 3 では GDD にあまり差が見られなかった。

また、リビングについて、暖かさのスコア別に PPD の平均値を比較した結果を図 3-19 に示す。GDD と同様に、暖かさのスコアが高いほど、概ね GDD が低くなる傾向が見られたが、スコア 2 と 3 では PPD にあまり差が見られなかった。

このように、スコアが 2 以上の場合、スコアが 2、3 いずれであっても、居住者がそこまで暖かさに不満を感じていないと考えられ、GDD や PPD にもあまり差が見られなかった。一方、スコアが 1 以下であり、居住者が暖かさに不満を感じていると考えられる場合と比較すると、GDD や PPD の値が低い、すなわち客観的にも快適性が高い傾向が見られており、一定の相関があることが確認された。

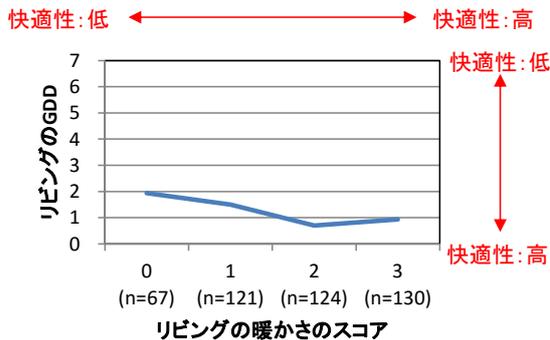


図 3-16 暖かさのスコアと GDD の関係 (リビング)

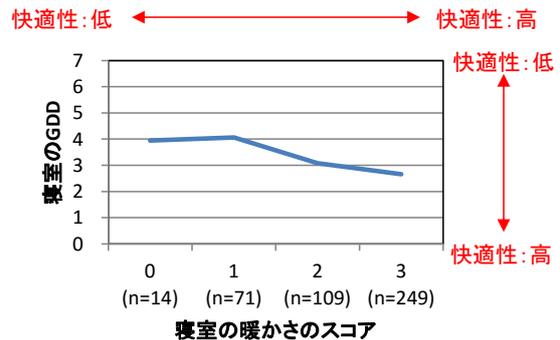


図 3-17 暖かさのスコアと GDD の関係 (寝室)

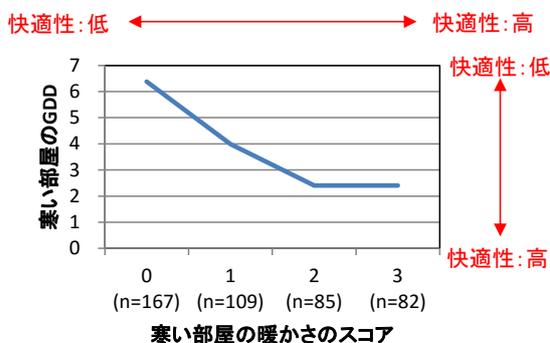


図 3-18 暖かさのスコアと GDD の関係 (寒い部屋)

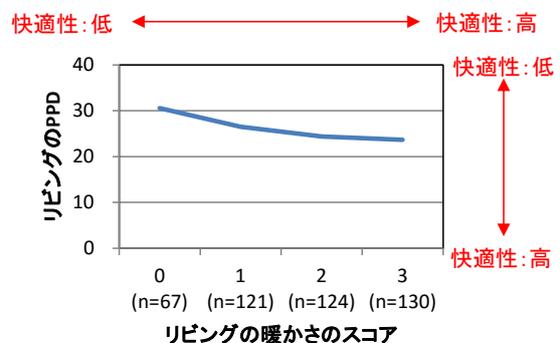


図 3-19 暖かさのスコアと PPD の関係 (リビング)

3.2.2 生活の健康度の変化

(1) 分析方法

1) 分析項目と使用データ

1.1 で設定したロジックツリー及び先行研究に関する文献調査結果に基づき、住宅の断熱性向上による影響が示唆される生活の健康度の指標として、表 3-4 および表 3-5 に示す分析項目を設定した。分析に使用したデータは、それぞれ健康アンケート、活動モニター日記、及び活動量計による測定データから取得した²。

表 3-4 分析項目と分析に使用した調査データ（改修・転居モニター）

分析項目	分析に使用したデータ	データ取得方法	データ取得時期
1) 健康状態	収縮期（最高）血圧	健康アンケート ※アンケート記入時（1時点）の数値	①改修・転居前後 1 ヶ月程度の各 1 回 ②改修・転居 1 年後に 1 回 ※H26 モニターのみ
		活動モニター日記 ※1 週間の平均値	改修・転居前後 1 ヶ月以内の各 1 週間
	自覚症状	健康アンケート	①改修・転居前後 1 ヶ月程度の各 1 回
	主観健康感	健康アンケート	※悩み、ストレスについては H27 モニターのみ ³
	悩み、ストレス	健康アンケート	②改修・転居 1 年後に 1 回 ※H26 モニターのみ
	平均睡眠時間、睡眠の状態	健康アンケート ※過去 1 ヶ月間の状況	改修・転居前後 1 ヶ月以内の各 1 週間
2) 活動量	歩数	活動量計 ※1 週間の平均値	改修・転居前後 1 ヶ月以内の各 1 週間
	消費カロリー	活動量計 ※1 週間の平均値	
3) 生産性	仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来	活動モニター日記 ※1 週間の平均値	改修・転居前後 1 ヶ月以内の各 1 週間
		健康アンケート	②改修・転居 1 年後に 1 回 ※H26 モニターのみ

² 健康アンケート調査票及び活動モニター日記記入用紙は参考資料を参照のこと。

³ 日常生活における悩みやストレスについては、平成 27 年度事業において健康アンケートに追加した設問であるため、対象は平成 27 年度改修・転居モニターのみとなる。

表 3-5 分析項目と分析に使用した調査データ（住まい方工夫モニター）

分析項目	分析に使用したデータ	データ取得方法	データ取得時期
1) 健康状態	収縮期（最高）血圧	健康アンケート ※アンケート記入時（1時点）の数値	工夫前（1年目）の冬、 家庭省エネ診断（2年目）前後
	自覚症状	健康アンケート	工夫前（1年目）の冬 1回、工夫（2年目） 後の1回
	主観健康感	健康アンケート	
	平均睡眠時間、睡眠の状態	健康アンケート ※過去1ヶ月間の状況	

2) 分析対象

分析対象の基本属性を表 3-6 に示す。

改修・転居モニターについては、改修・転居前後の健康アンケートがともに回収できた157名を分析対象とした（改修モニターn=20、転居モニターn=137）。改修・転居前の平均年齢は男性で41.4歳、女性で40.0歳であった。

また、住まい方工夫モニターについては、工夫前（1年目）と工夫後（2年目）の健康アンケートがともに回収できた62名を分析対象とした。住まい方工夫モニターの平均年齢は男性で54.6歳、女性で46.3歳であった。

表 3-6 分析対象の基本属性

<改修・転居モニター>

<住まい方工夫モニター>

	男性	女性	計		男性	女性	計
20代	7	7	15	20代	1	3	4
30代	35	35	75	30代	4	8	12
40代	20	20	39	40代	6	3	9
50代	8	8	14	50代	8	6	14
60代	5	5	10	60代	14	6	20
70代	1	1	2	70代	3	0	3
80代	1	1	2				
計	77	80	157	計	36	26	62

3) 分析の流れ

改修・転居モニターを対象とした分析では、改修・転居前後の比較分析（=短期的影響に関する分析）および改修・転居前と1年後の比較分析（=中長期的影響に関する分析）を行った。改修・転居前後の比較分析はH26年度、H27年度モニターを合わせた集団を分析対象とした。一方、改修・転居前と1年後の比較分析は、H26年度モニターのみを分析対象とした。

住まい方工夫モニターを対象とした分析では、H26年度モニターに対して住まい方工夫前

後の比較分析を行った。

(2) 分析結果

1) 分析対象者の特性（ベースライン）

分析対象の健康状態のベースライン（改修・転居前の状況）を表 3-7 および表 3-8 に示す。改修・転居モニター、住まい方の工夫モニターいずれにおいても、BMI の平均値は標準範囲内であった⁴。また、高血圧症該当者は男女とも全体の数パーセント程度と少数であった。

改修・転居モニターでは、通院している人の割合が 28.7%と、全国⁵に比べ約 4 ポイント高かった。一方、喫煙者の割合については 20.4%と全国に比べて約 8 ポイント低かった。

また、住まい方工夫モニターでは通院している人の割合が男性で半数以上を占めていた。

表 3-7 分析対象の特性（ベースライン）（改修・転居モニター）

改修・転居前の状況	男性	女性	計
BMI（平均値）	23.0	20.7	21.8
痩せ／肥満該当者（%）	6.5／24.7	21.3／10.0	14.0／17.2
最高血圧（mmHg）（平均値）※	120.6	109.3	115.0
最低血圧（mmHg）（平均値）※	73.3	70.5	71.8
高血圧症該当者（%）	6.5	7.5	7.0
通院している人の割合（%）	20.8	36.3	28.7
喫煙者の割合（%）	33.8	7.5	20.4

※健康アンケートの回答に基づく

表 3-8 分析対象の特性（ベースライン）（住まい方工夫モニター）

住まい方工夫前の状況	男性	女性	計
BMI（平均値）	23.0	20.5	22.0
痩せ／肥満該当者（%）	5.6／13.9	11.5／3.8	8.1／9.7
最高血圧（mmHg）（平均値）※	127.6	110.7	121.0
最低血圧（mmHg）（平均値）※	77.5	69.1	74.2
高血圧症該当者（%）	5.6	0	3.2
通院している人の割合（%）	52.8	34.6	45.2
喫煙者の割合（%）	16.7	11.5	14.5

※健康アンケートの回答に基づく

⁴ BMI：Body Mass Index、身長と体重から計算される肥満の判定方法（体重[kg]／（身長[m]）²）。日本肥満学会判定基準（2000）ではBMI<18.5 が低体重（やせ）、18.5≤BMI<25.0 が普通体重、BMI≥25.0 が肥満となる。

⁵ 厚生労働省「平成 25 年国民生活基礎調査」のデータを全国値とした。本事業における分析対象は 30 代、40 代が全体の 7 割以上を占めるため、平成 25 年国民生活基礎調査結果についても 30 代、40 代の数値を用いて比較を行なった。

2) 改修・転居前後の各種健康指標の変化（改修・転居モニター）

a. 血圧

起床時最高血圧⁶の変化をみると、改修・転居前に比べ血圧が減少した人の割合は男性で54.5%、女性で52.5%とそれぞれ半数を超えており、増加した人の割合を上回っていた。

また、平均値をみると、改修・転居前に比べ、改修・転居後では男性で0.46mmHg、女性で1.70mmHg減少していた。なお、改修・転居後に最高血圧が10mmHg以上減少した者が10名存在していた⁷。



図 3-20 起床時最高血圧の変化

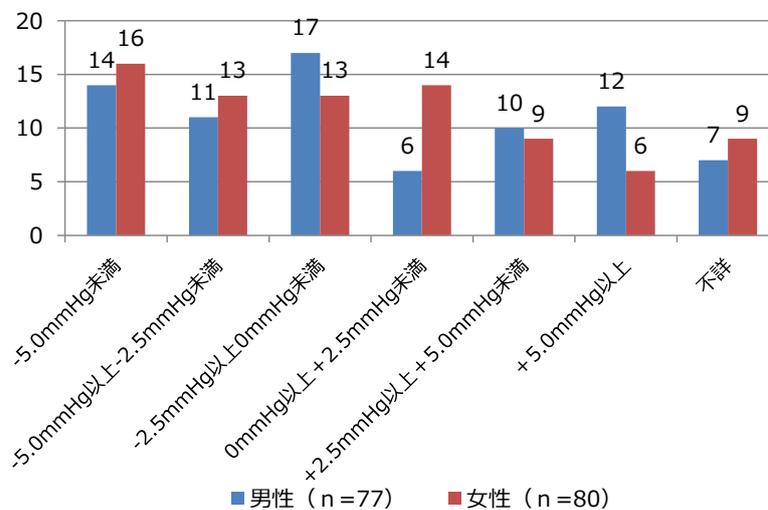


図 3-21 起床時最高血圧の変化のヒストグラム

⁶ 活動モニター日記に基づく1週間の平均値

⁷ 30代が5名、40代が3名、50代が2名。男性4名、女性6名。うち2名は改修・転居前の時点で高血圧症に該当していた。

表 3-12 起床時最高血圧の変化（平均値）

平均値 (mmHg)	男性	女性	計
改修・転居前	120.2	111.1	115.6
改修・転居後	119.7	109.4	114.5

起床時最高血圧の変化を改修モニター、転居モニター別にみると、転居モニターに比べ、改修モニターでは、改修・転居後に起床時最高血圧が減少した人の割合が高かった⁸。



図 3-22 起床時最高血圧の変化（転居モニター（n=137））

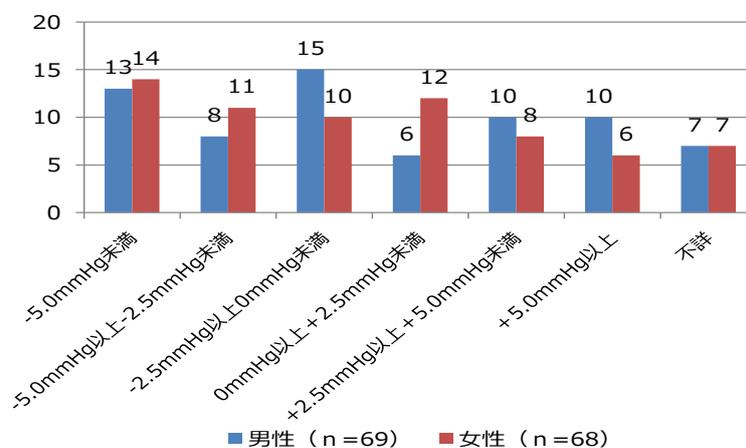


図 3-23 起床時最高血圧の変化（転居モニター（n=137））のヒストグラム

⁸ 以降、改修モニターの n 数が少ないため、転居モニターとの比較結果の解釈には留意が必要。



図 3-24 起床時最高血圧の変化（転居モニター（n=20））

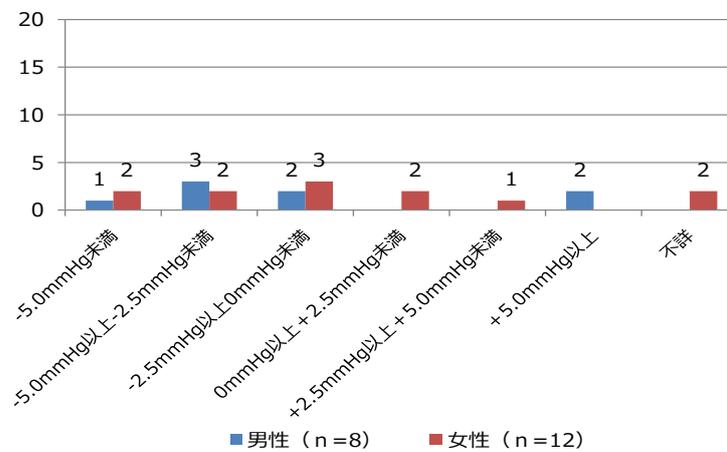


図 3-25 起床時最高血圧の変化（転居モニター（n=20））のヒストグラム

b. ストレス⁹

日常生活の悩みやストレスの有無について、改修・転居前後で比べると、改修・転居後のほうが「ストレスなし」と回答した人の割合が高くなっていった。また、ストレス「あり」から「なし」になった人（改善）の割合は14%程度であった。

ストレスがあると回答した人のうち、「住まいや生活環境のストレス」があると回答した人の割合は、女性では3.3ポイント減少したが、男性では3.8ポイント増加していた。

⁹ ストレスについては H27 年度モニターのみ健康アンケートで把握しているため、ストレスに関する分析対象は n=79（男性 39 名、女性 40 名）となる。

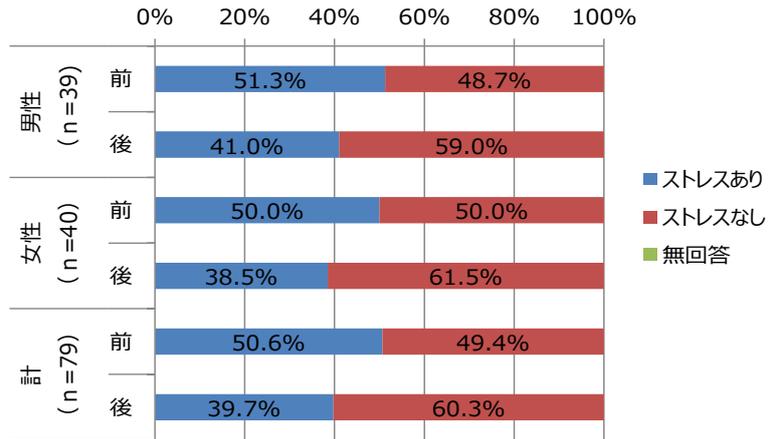
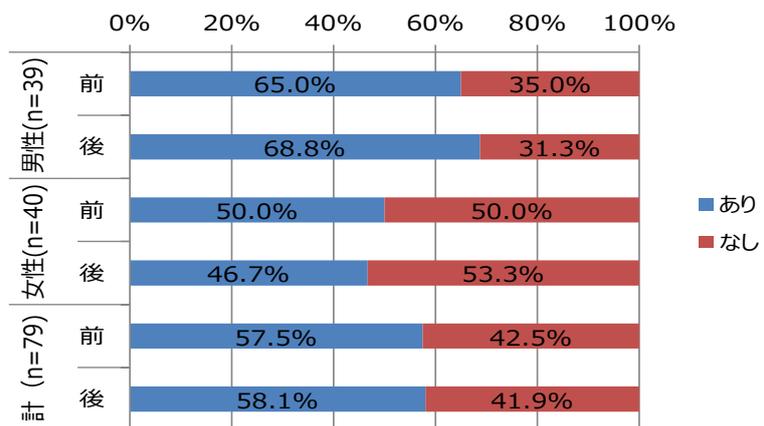


図 3-26 日常生活の悩みやストレスの有無



図 3-27 日常生活の悩みやストレスの変化



※日常生活の悩みやストレスが「ある」と回答した人に占める、「住まいや生活環境のストレス」の有無の割合

図 3-28 住まいや生活環境のストレスの有無

ストレスの変化について改修モニター、転居モニター別にみると、転居モニターに比べ、改修モニターでは、改修・転居後に悩みやストレスが改善した人の割合が高かった。

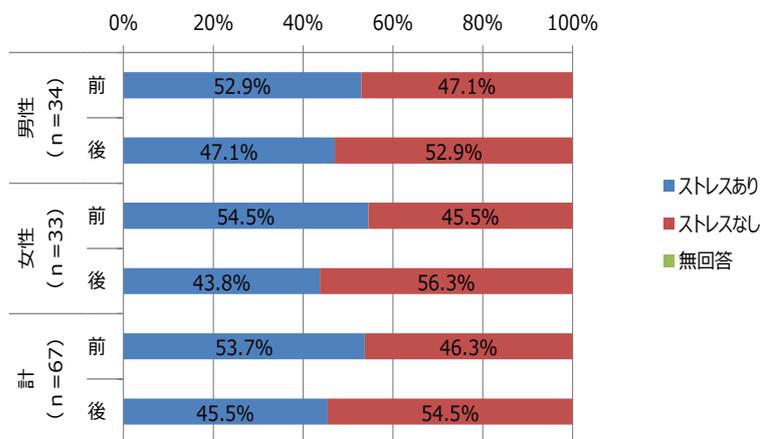


図 3-29 日常生活の悩みやストレスの有無 (転居モニター (n=67))

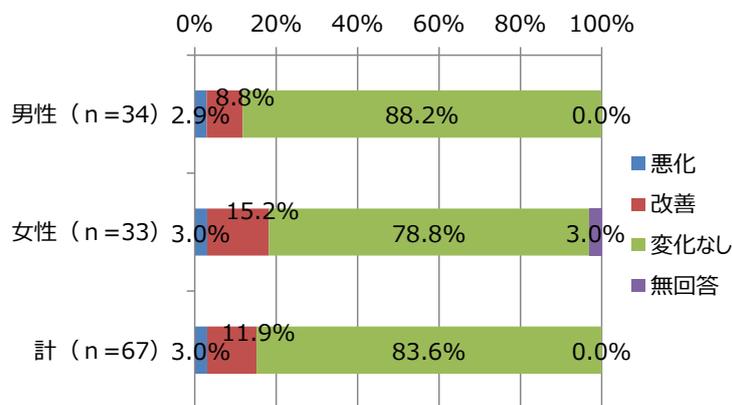


図 3-30 日常生活の悩みやストレスの変化 (転居モニター (n=67))

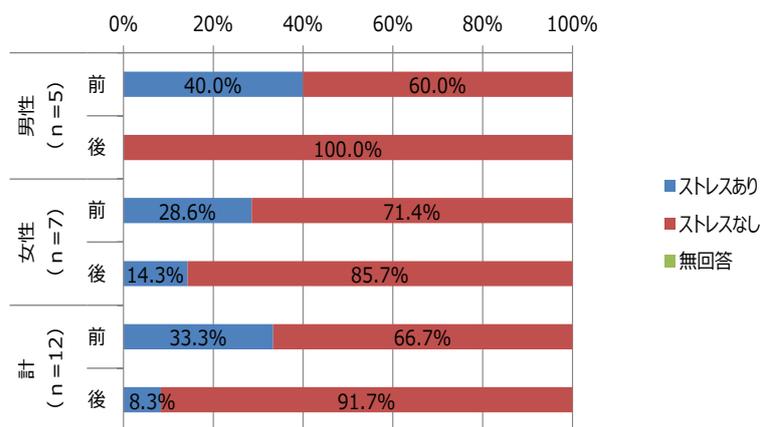


図 3-31 日常生活の悩みやストレスの有無 (改修モニター (n=12))



図 3-32 日常生活の悩みやストレスの変化（改修モニター（n=12））

c. 自覚症状

改修・転居前後で自覚症状の有無を比較すると、男性では改修・転居後に自覚症状が「ある」と回答した人の割合が 13 ポイント減少した。一方、女性では自覚症状が「ある」と回答した人の割合が 2.5 ポイント増加したが、全体でみると 5 ポイントの減少となった。

改修・転居前後における自覚症状の個数の変化¹⁰をみると、男女とも「変化なし」の割合が最も高かったが、男性の 26%、女性の 36%で自覚症状の個数が減少していた。また、改修・転居前に「自覚症状あり」だった人の個数変化の平均は、男性で-2.5 個、女性で-2.6 個であった。

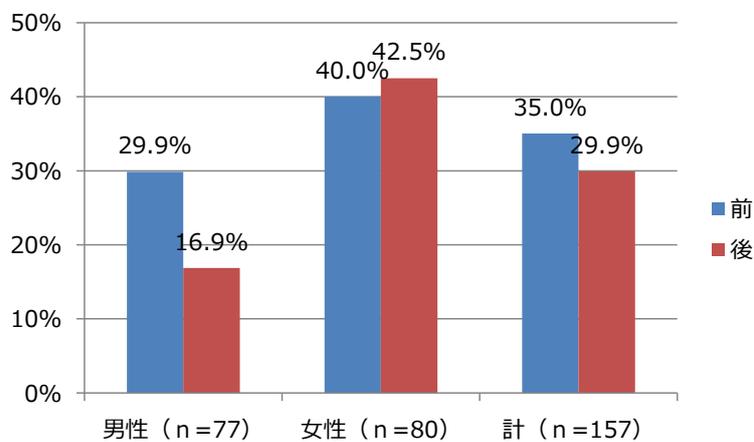


図 3-33 自覚症状「あり」の人の割合

¹⁰ ここでは、ロジックツリーおよび文献調査結果に基づき、断熱性向上の効果が期待できる症状（全身症状、呼吸器系、皮膚、筋骨格系、手足）に着目して分析を行った。自覚症状の内容として選んだ選択肢個数の前後比較を実施した。

※自覚症状の内容

全身症状：熱がある、体がだるい、眠れない、いらいらしやすい、もの忘れする、頭痛、めまい
 呼吸器系：せきやたんが出る、鼻がつまる、鼻汁が出る、ゼイゼイする
 皮膚：発疹（じんま疹・できものなど）、かゆみ（湿疹・水虫など）
 筋骨格系：肩こり、腰痛、手足の関節が痛む
 手足：手足の動きが悪い、手足のしびれ、手足が冷える、足のむくみやだるさ



図 3-34 自覚症状の個数の変化

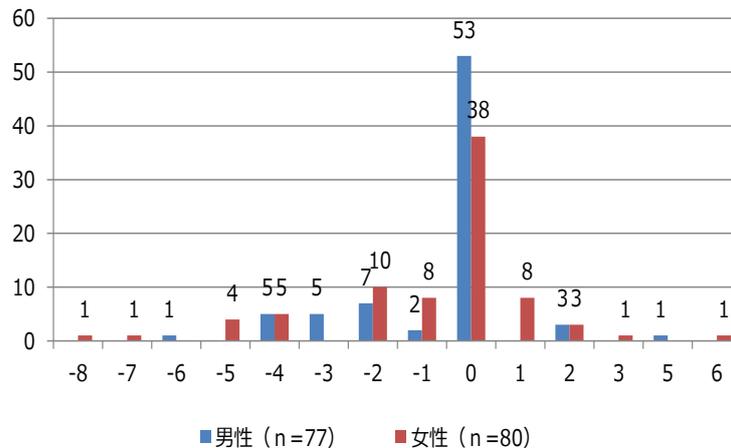


図 3-35 自覚症状の個数の変化のヒストグラム

自覚症状の変化について改修モニター、転居モニター別にみると、それぞれのモニター間で平均変化個数に大きな差はなく、転居モニターでは男性-2.4個、女性-2.6個、改修モニターでは男性-3.0個、女性-2.4個であった。

また、転居モニターに比べ、改修モニターでは自覚症状の個数が減少した人の割合が高く、特に女性では4割を超えていた。

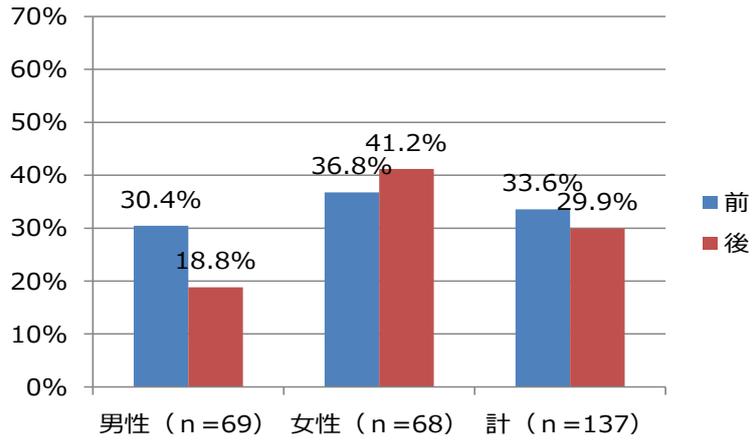


図 3-36 自覚症状「あり」の人の割合 (転居モニター (n=137))

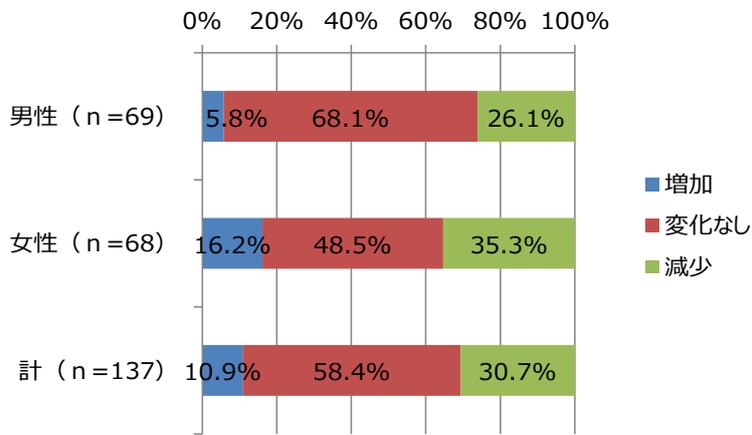


図 3-37 自覚症状の個数の変化 (転居モニター (n=137))

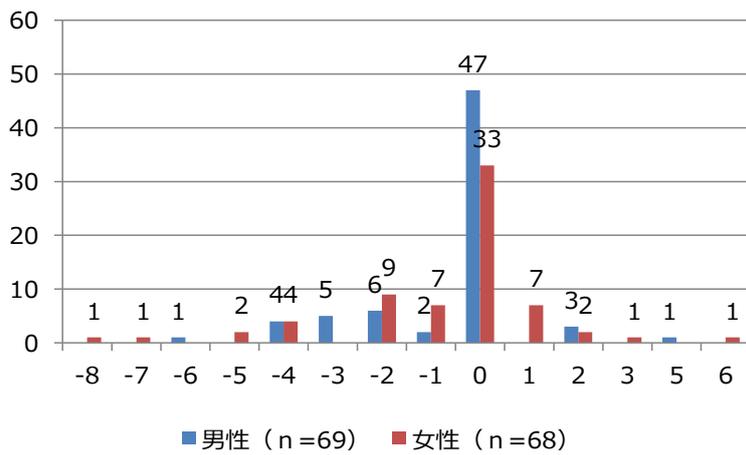


図 3-38 自覚症状の個数の変化 (転居モニター (n=137)) のヒストグラム

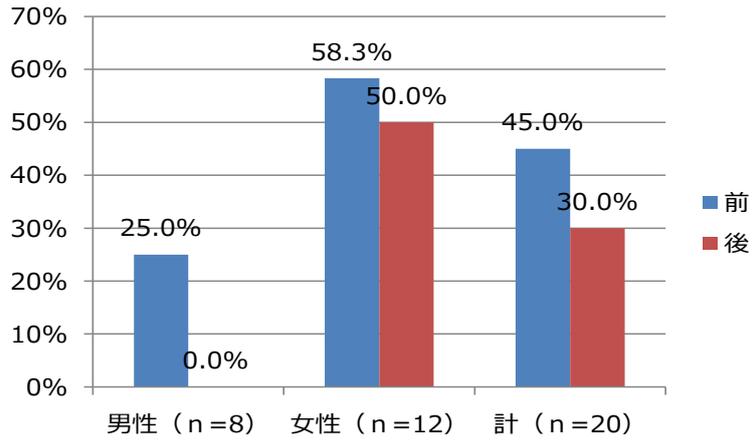


図 3-39 自覚症状「あり」の人の割合 (改修モニター (n=20))



図 3-40 自覚症状の個数の変化 (改修モニター (n=20))

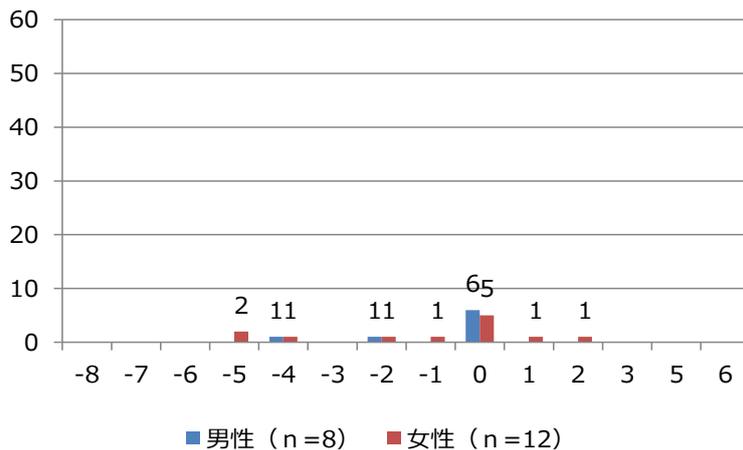


図 3-41 自覚症状の個数の変化 (改修モニター (n=20)) のヒストグラム

d. 睡眠

睡眠による休養¹¹が「あまりとれていない」と回答した人の割合は、改修・転居前に比べ後では 2.6 ポイント減少していた。特に男性では減少した割合が大きく、6.5 ポイント減少していた。

1 週間の睡眠の質を数値化した睡眠スコア¹²の変化をみると、男女とも「変化なし」が約 7 割を占めていたが、「悪化」に比べて「改善」の割合が 4 ポイント高くなっていた。また、平均値でみると改修・転居前に比べ、改修・転居後に男性では 1.4 点、女性では 1.8 点増加していた。改修・転居後に睡眠スコアが 10 点以上増加した人も 10 名存在していた。

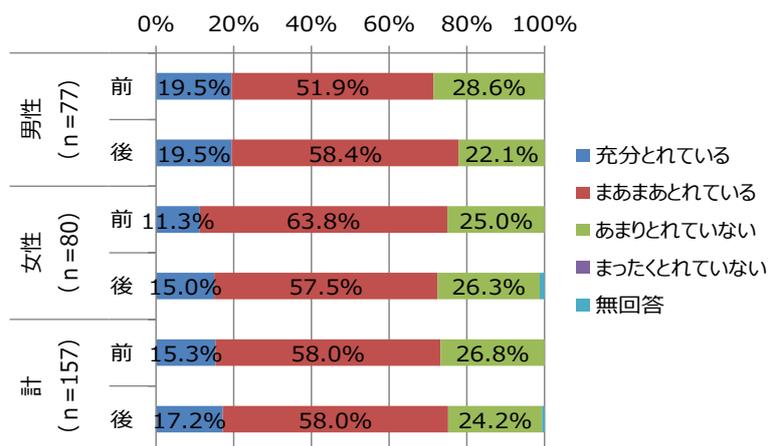


図 3-42 睡眠による休養



図 3-43 睡眠による休養の変化

¹¹ 健康アンケートの結果に基づく。「充分とれている」から「まったくとれていない」の方向に変化した場合「悪化」、逆の場合は「改善」、改修・転居前後で同じ選択肢を選んでいる場合は「変化なし」に該当。

¹² 活動モニター日記の結果に基づき算出した指標。「寝つきがよかった」「ぐっすり眠れた」「朝、すっきり目が覚めた」で「はい」と回答した場合 1 点、「夜中に目が覚めた」で「いいえ」と回答した場合を 1 点としてスコア化し、各モニターの 1 週間の合計値を算出した（点数の範囲：0 点～28 点）。睡眠スコアが高いほど睡眠の質が高いことを意味する。

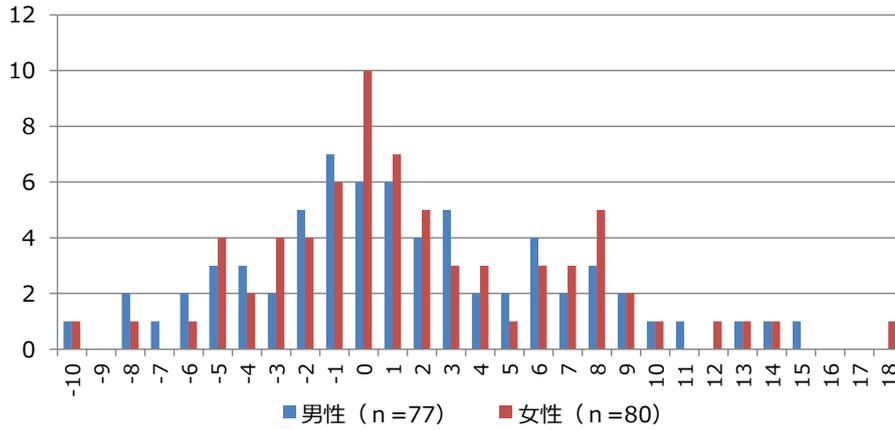


図 3-44 睡眠スコアの変化のヒストグラム



図 3-45 睡眠スコアの変化

改修モニター、転居モニター別にみると、転居モニターでは睡眠スコアが男性では平均で1.4点、女性では1.7点増加していた。一方、改修モニターでは男性で2.0点、女性で2.6点増加しており、転居モニターに比べより高い点数となっていた。

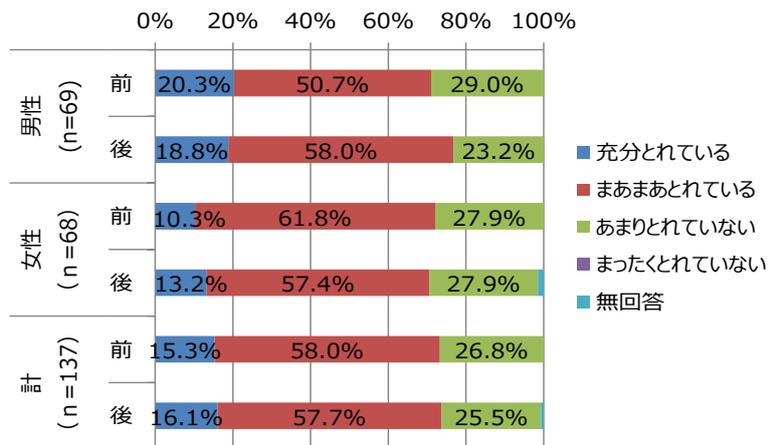


図 3-46 睡眠による休養の変化 (転居モニター (n=137))

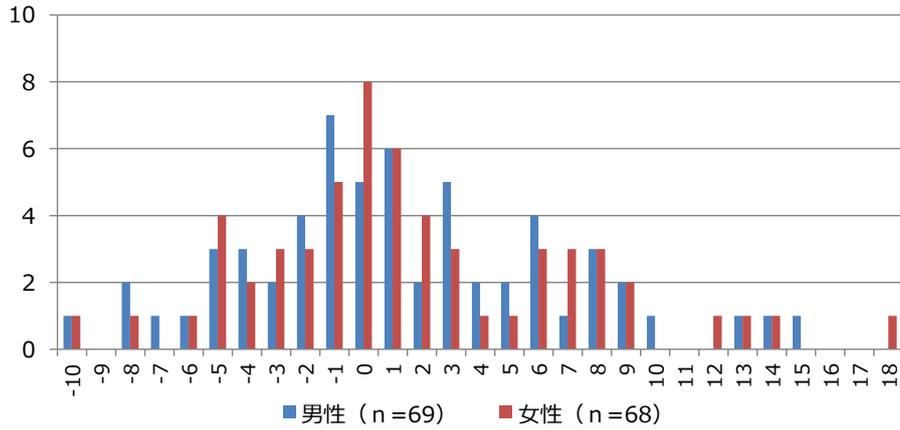


図 3-47 睡眠スコアの変化 (転居モニター (n=137)) のヒストグラム



図 3-48 睡眠スコアの変化 (転居モニター (n=137))

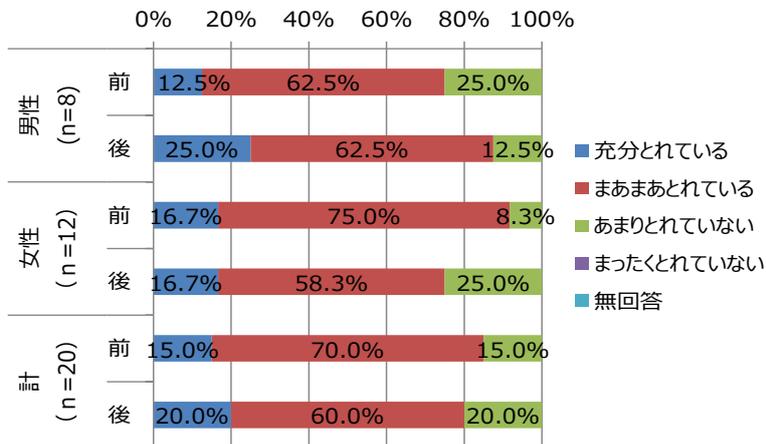


図 3-49 睡眠による休養の変化 (改修モニター (n=20))

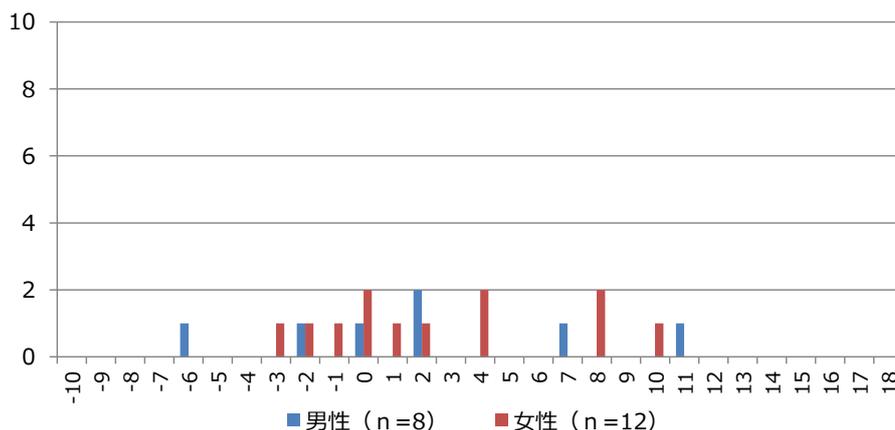


図 3-50 睡眠スコアの変化 (改修モニター (n=20)) のヒストグラム

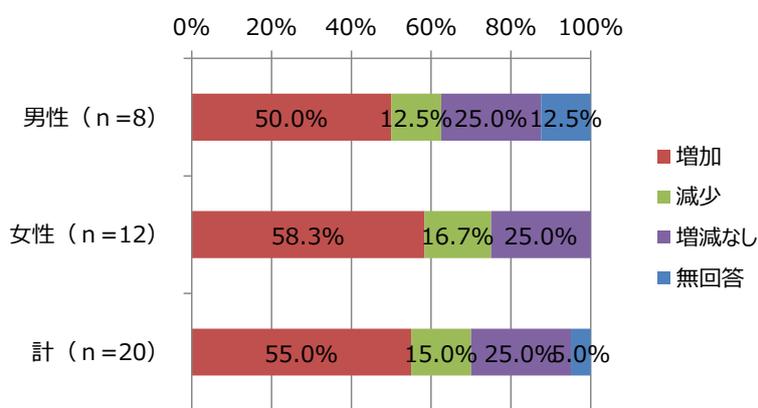


図 3-51 睡眠スコアの変化 (改修モニター (n=20))

e. 活動量

改修・転居前後で比較した場合、1時間あたりの室内歩数、1時間あたりの室内消費カロリーともに、改修・転居後で「減少」した人の割合のほうが「増加」した人の割合よりも3.2ポイント高かった。また、平均値の変化をみると、1時間あたりの室内歩数は-2.5歩/時間、1時間あたりの室内消費カロリーは-0.4kcal/時間であった。

また、転居モニター、改修モニター別に1時間あたりの室内歩数、1時間あたりの室内消費カロリーの変化をみたところ、大きな違いはみられなかった。

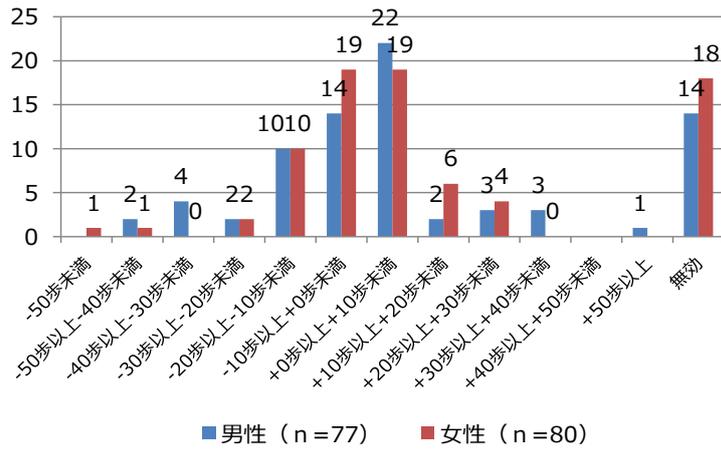


図 3-52 1時間あたり室内平均歩数 (歩/時間) の変化のヒストグラム



図 3-53 1時間あたり室内歩数 (歩/時間) の変化

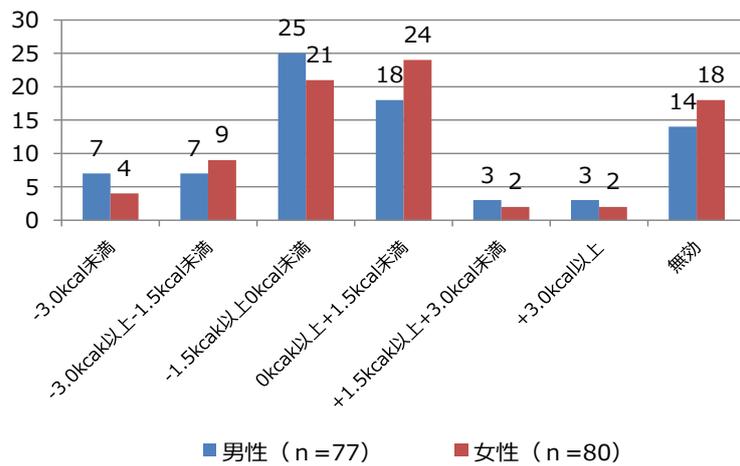


図 3-54 1時間あたり室内平均消費カロリー (kcal/時間) の変化



図 3-55 1時間あたり室内消費カロリー (kcal/時間) の変化

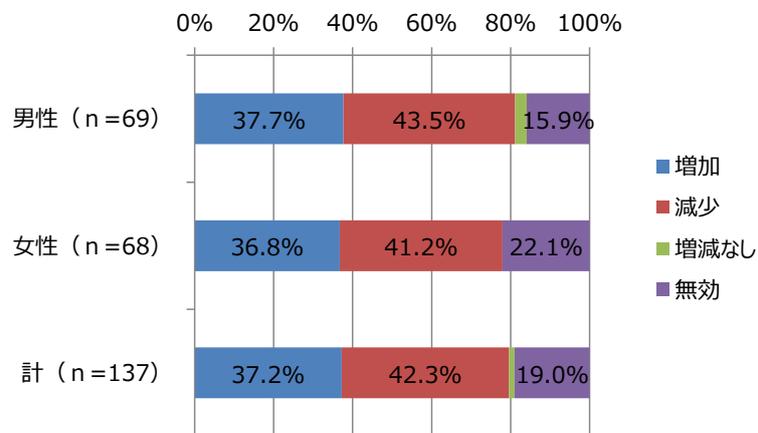


図 3-56 1時間あたり室内歩数 (歩/時間) の変化 (転居モニター (n=137))



図 3-57 1時間あたり室内消費カロリー (kcal/時間) の変化 (転居モニター (n=137))



図 3-58 1時間あたり室内歩数（歩／時間）の変化（改修モニター（n=20））



図 3-59 1時間あたり室内消費カロリー（kcal／時間）の変化（改修モニター（n=20））

f. 主観的健康感

主観的健康感の改修・転居前後での変化をみると、改修・転居前に比べ、改修・転居後に「よい」と回答した人の割合が高かった。特に男性では「よい」の回答が 15.6 ポイント上昇していた。

改修・転居後に「よい」「まあよい」合わせた回答割合についてみると、男性で大幅に増加しており、全体の 75.4%を占めていた。一方、女性ではその割合が 3.7 ポイント減少していた。

また、主観的健康感スコア¹³が改修・転居前後で増加した人の割合は全体の約 4 割を占めていた。特に男性ではその割合が大きく、約 5 割を占めていた。

¹³ 「よい」5点、「まあよい」4点、「ふつう」3点、「まあよい」2点、「よくない」1点とした。

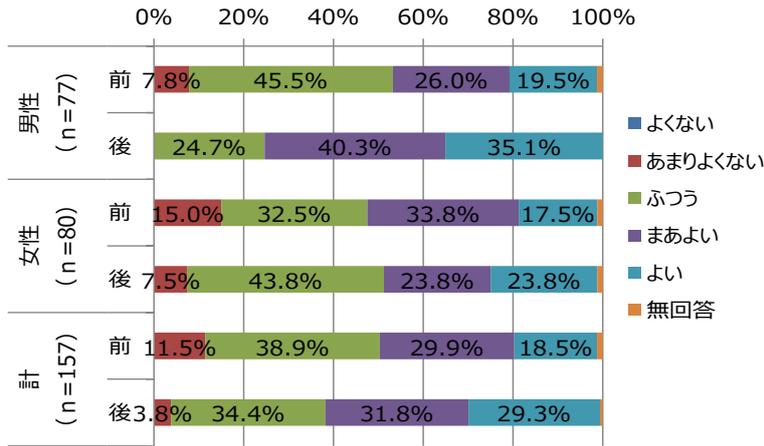


図 3-60 主観的健康感の変化

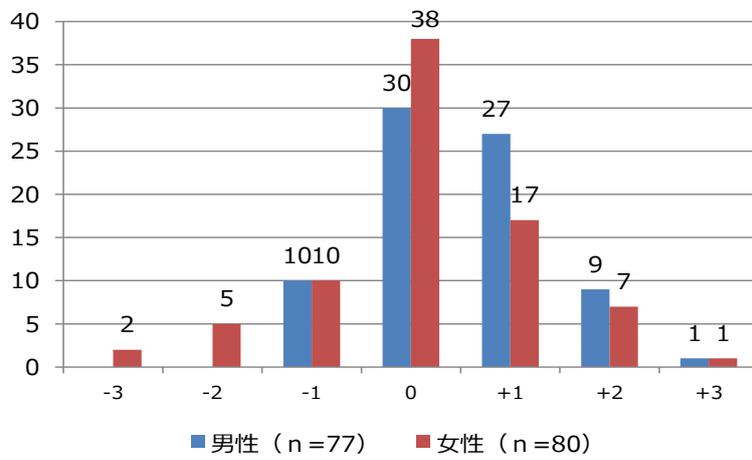


図 3-61 主観的健康感スコアの変化のヒストグラム

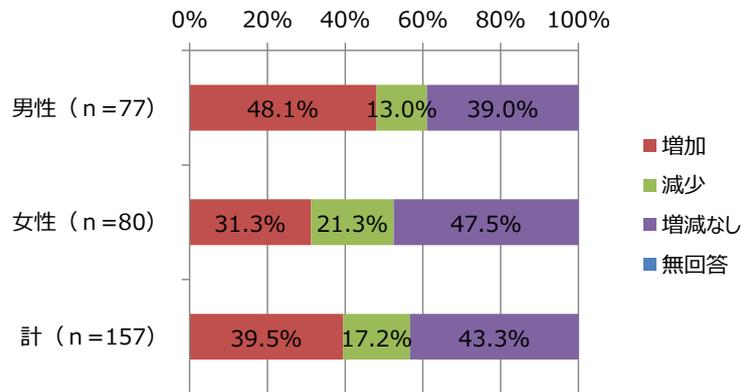


図 3-62 主観的健康感スコアの変化

主観的健康観について改修、転居モニター別にみたところ、主観的健康感が改善した人の割合は改修モニター、転居モニターとも3割程度と差はなかった。ただし、転居モニターでは男女で大きな差はなかったものの、改修モニターでは男性では主観的健康感が改善した人の割合が5割であるのに対し、女性は2割弱となっていた。

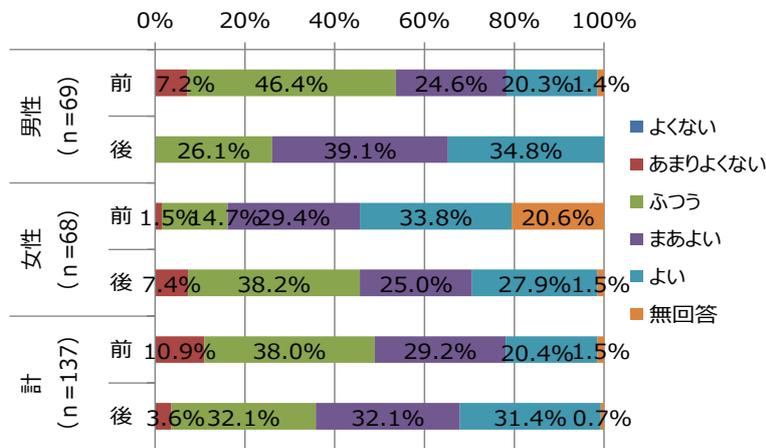


図 3-63 主観的健康感の変化（転居モニター (n=137)）

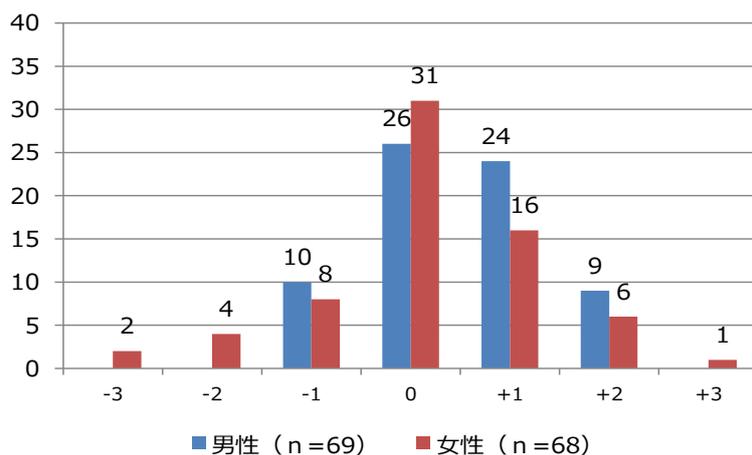


図 3-64 主観的健康感スコアの変化（転居モニター (n=137)）のヒストグラム

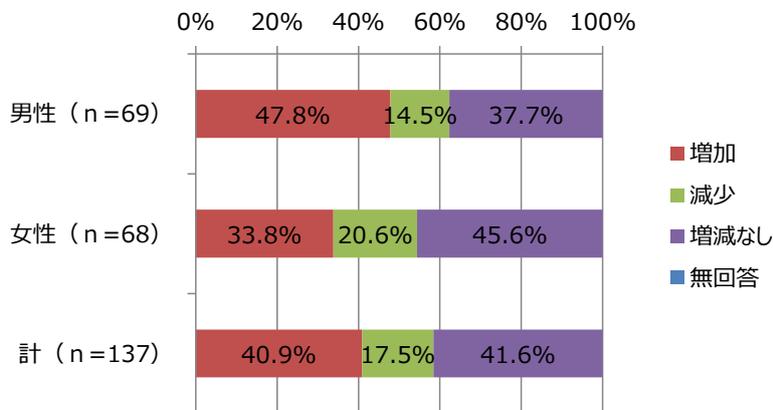


図 3-65 主観的健康感スコアの変化（転居モニター (n=137)）

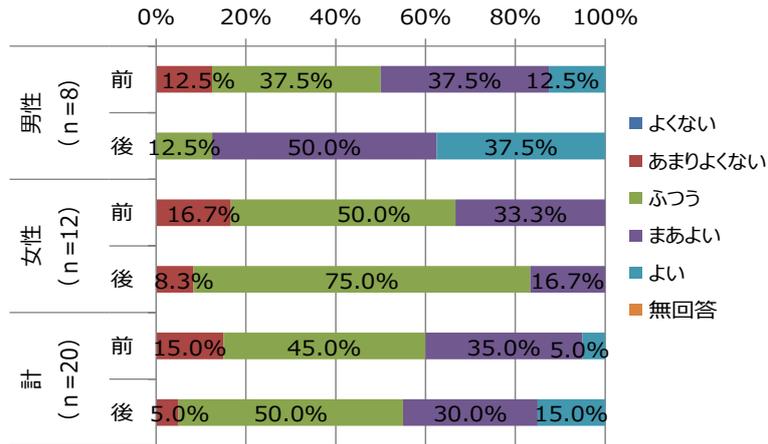


図 3-66 主観的健康感の変化（改修モニター（n=20））

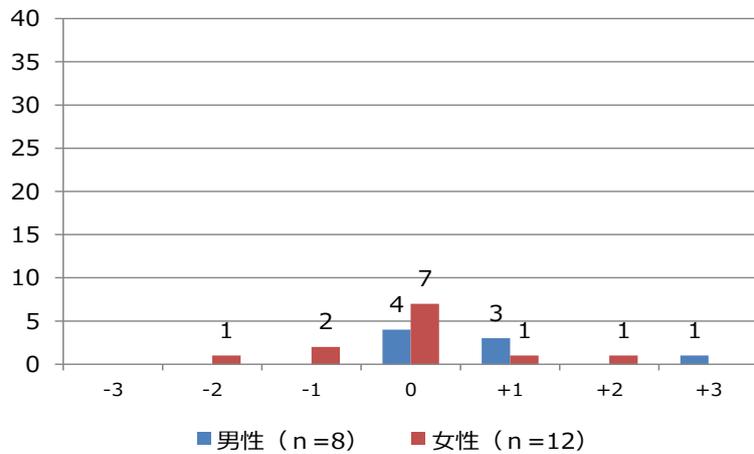


図 3-67 主観的健康感スコアの変化（改修モニター（n=20））のヒストグラム



図 3-68 主観的健康感スコアの変化（改修モニター（n=20））

g. 仕事や活動の出来（生産性）

1週間の仕事や活動の出来（点数）¹⁴について、改修・転居前後で比較したところ、改修・転居後に「減少」した人の割合が高く、約5割を占めていた。

平均値で見ると、改修・転居前後で男性は-3.1点、女性で-1.8点であった。

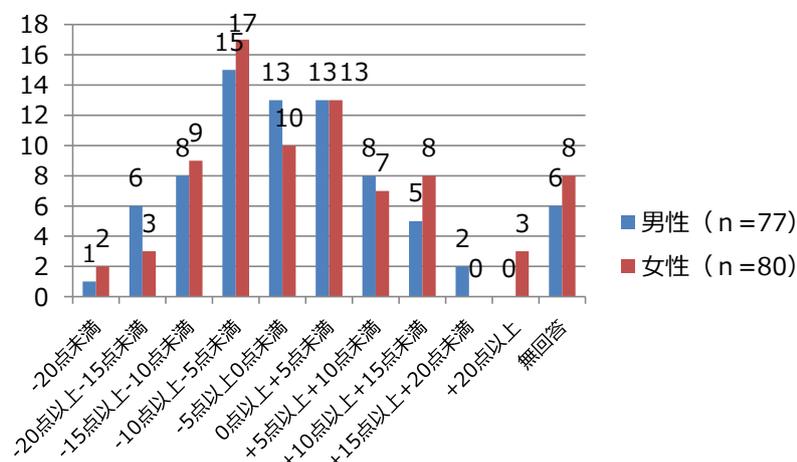


図 3-69 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化のヒストグラム



図 3-70 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化

表 3-12 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（平均値）

平均値 (点)	男性	女性	計
改修・転居前	78.0	75.7	76.9
改修・転居後	75.3	73.7	74.5

¹⁴ 活動日記データに基づく（1週間の平均値を算出）。H26年度とH27年度で設問の内容が異なる点に留意が必要。

H26年度：「本調査に参加する前の過去最高の出来を100点とした場合の点数を記入してください。」

H27年度：「体調が良い時に発揮できる仕事・活動の出来を100点とした場合の点数を記入してください。」（0～100点）

仕事や活動の出来（点数）について改修、転居モニター別にみたところ、転居モニターでは男性で平均-0.3点、女性で-1.9点であった一方、改修モニターでは男性で平均-4.3点、女性で-1.3点となっており、改修モニターの方がより点数が減少していた。改修モニターについては特に男性でその傾向が強かった。

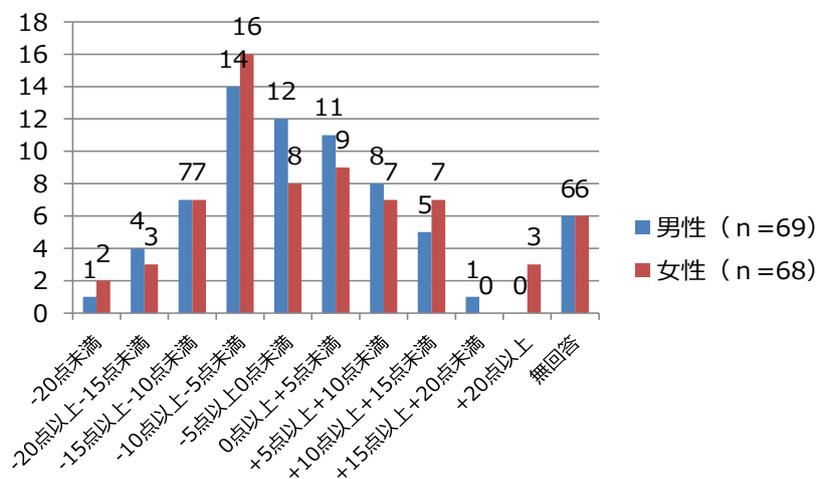


図 3-71 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（転居モニター（n=137））のヒストグラム

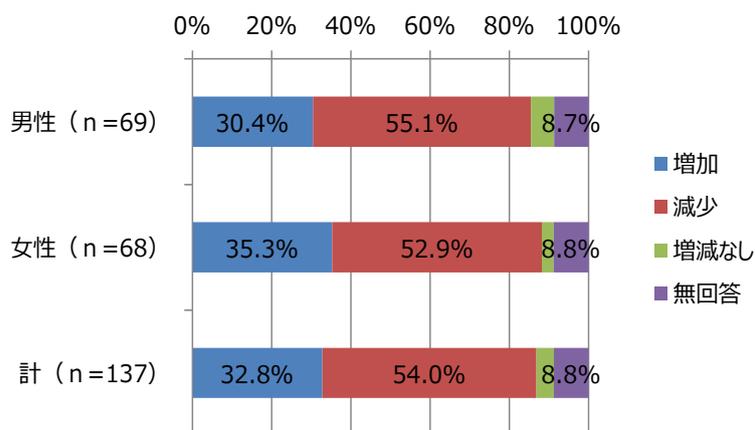


図 3-72 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（転居モニター（n=137））

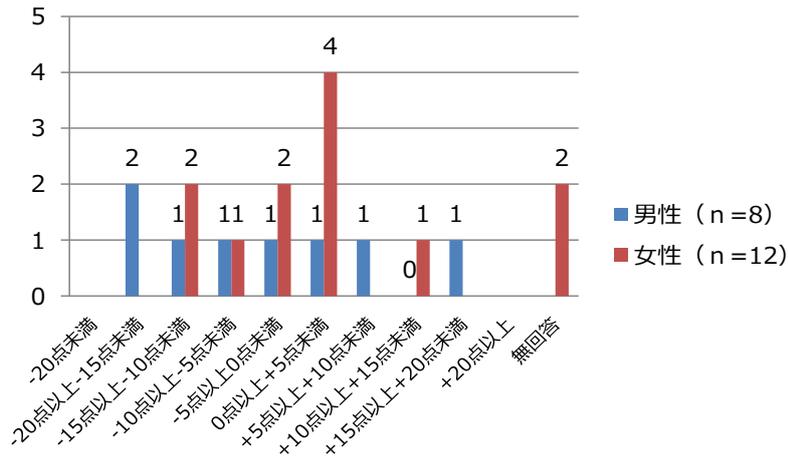


図 3-73 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（改修モニター（n=20））のヒストグラム



図 3-74 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化（改修モニター（n=20））

h. まとめ

改修・転居モニターを対象とし、改修・転居前後の各種健康指標の変化について分析を行った結果は以下の通りである。

起床時最高血圧	<ul style="list-style-type: none"> 改修・転居前に比べ血圧が減少した人の割合が男女とも 5 割以上を占めた。 改修・転居後は男性で平均-0.46mmHg、女性で-1.70mmHgであった。 転居モニター（n=137）に比べ、改修モニター（n=20）では、改修・転居後に起床時最高血圧が減少した人の割合が高かった。
ストレス	<ul style="list-style-type: none"> 改修・転居前に比べ「ストレスなし」と回答した人の割合が約 11 ポイント高かった。 ストレスがあると回答した人のうち、「住まいや生活環境のストレス」

	<p>があると回答した人の割合は、<u>女性では3.3ポイント減少</u>したが、<u>男性では3.8ポイント増加</u>していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 転居モニター（n=137）に比べ、改修モニター（n=20）では、改修・転居後に悩みやストレスが改善した人の割合が高かった。
自覚症状	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改修・転居後に自覚症状が「ある」と回答した人の割合は、男性で13ポイント減少、女性で2.5ポイント増加。<u>全体でみると5ポイントの減少</u>であった。 ・ <u>改修・転居前に「自覚症状あり」だった人は、改修・転居後に男性で平均-2.5個、女性で-2.6個自覚症状の個数が減少</u>。 ・ 転居モニター（n=137）に比べ、改修モニター（n=20）では自覚症状の個数が減少した人の割合が高く、特に女性では4割を超えていた。
睡眠	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>睡眠による休養が「あまりとれていない」と回答した人の割合は、改修・転居後では2.6ポイント減少</u>。特に男性では6.5ポイント減少していた。 ・ 男女とも「変化なし」が約7割を占めていたが、平均値でみると<u>改修・転居後に睡眠スコアが改善</u>（男性では平均で1.4点、女性では1.8点増加）。 ・ 転居モニター（n=137）に比べ、改修モニター（n=20）では睡眠スコアがより増加していた。
活動量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1時間あたりの室内歩数、1時間あたりの室内消費カロリーともに、改修・転居後で「増加」した人より<u>「減少」した人の割合の方が3.2ポイント高かった</u>。 ・ 改修・転居前後を比較すると、1時間あたり室内歩数は平均-2.5歩/時間、1時間あたり室内消費カロリーは平均-0.4kcal/時間。 ・ 転居モニター、改修モニターで大きな違いはみられなかった。
主観的健康観	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>改修・転居後に「よい」と回答した人の割合が増加</u>。特に男性では「よい」の回答が15.6ポイント上昇。 ・ 改修・転居後の「よい」「まあよい」合わせた回答割合は男性で大幅に増加し、全体の75.4%を占めたが、女性では3.7ポイント減少していた。 ・ 主観的健康感が改善した人の割合は改修モニター、転居モニターで大きな差はなかった。
仕事や活動の出来 (生産性)	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>改修・転居後に「減少」した人の割合が高く、約5割を占めていた</u>。 ・ 改修・転居前後で男性は平均-3.1点、女性で-1.8点であった。 ・ 転居モニター（n=137）に比べ、改修モニター（n=20）でより平均点数が減少。特に男性でその傾向が強かった。

- ・ 改修・転居モニターを対象とし、改修・転居前後の各種健康指標の変化について分析を行った結果、改修・転居による断熱性能の向上が起床時最高血圧の低下に寄与している可能性が示唆された。血圧はロジックツリー上では短期的変化が期待できる要素として位置付けたものであり、改修・転居後1か月程度の時点における変化として観察できたことと整合していた。ただし、本事業では季節変動や日内変動による影響、あるいは降圧剤の服用状況等の影響を考慮できていないため、結果の解釈は慎重に行う必要がある。

- ・ ロジックツリー上では中期的変化として位置付けていた睡眠の質の向上についても、改修・転居後に改善している人の割合が4割以上を占めており、断熱性能の向上による一定の効果があったことが示唆された。また、同じく中期的変化として位置付けた自覚症状についても、改修・転居後に自覚症状があると回答した人の割合が減少していた。さらに、健康状態の総合的な指標として考えられている主観的健康感に関しては、改修・転居後に改善している人の割合が約4割を占めていることも明らかとなった。
- ・ 一方、活動量の指標として用いた一時間あたりの室内歩数および一時間あたりの室内消費カロリーに関しては、改修・転居後にむしろ減少する傾向にあった。昨年度実施したモニターに対するグループインタビューでは、改修あるいは転居後に住宅が暖かくなったため、以前よりも部屋でゆっくりとくつろげるようになったとの意見があった。本事業での仮説では、断熱性能向上により室内温度が上昇し、それによって身体活動が活発化するとしていたが、暖かくなったことでくつろげる時間が増え、かえって活動量は低下する可能性もある。今後は身体活動の指標としてより適切な指標を検討していく必要がある。
- ・ ロジックツリー上で長期的変化として位置付けた生産性の向上に関して、今回生産性の指標として用いた「仕事や活動の出来（100点満点）」については、改修・転居後に減少する傾向にあった。改修・転居前後の間隔が1か月程度と短いことから、長期的な効果としてはまだ現れていない可能性もある。
- ・ 今回比較検討した各指標については、転居モニターよりも改修モニターにおいて、より我々の仮説に整合する結果が得られていた。ただし、転居モニターはn数が20名と少数であるため、結果の解釈には留意が必要である。改修に比べ、転居の場合住宅環境以外の変化が大きいため、断熱性能向上の効果を検証するためには、今後より多くの改修モニターを対象とした検証を行う必要があると考えられる。
- ・ 本分析では、各モニターの在宅時間を考慮できなかった点が課題である。在宅時間の要素も加味した分析を行うことで、断熱性能の効果をより正確に把握できると考えられる。

3) 中長期的な指標の変化

改修・転居モニターのうち、H26 年度モニター78名（男性38名、女性40名）を対象として、改修・転居前と改修・転居1年後の各種健康指標の変化について比較分析を行った。なお、改修モニター、転居モニターの内訳はそれぞれ70名、8名であった¹⁵。

a. 血圧

転居モニターの最高血圧（mmHg）¹⁶の変化をみると、男性では平均で1.3mmHg、女性では4.8mmHg増加していた。一方、改修モニターの最高血圧（mmHg）の変化をみると、男性では平均で3.0mmHg増加、女性では2.8mmHg減少していた。

転居モニターでは最高血圧が増加した人、減少した人の割合はともに約4割と同等であった。一方、改修モニターでは減少した人の割合の方が大きく、約6割を占めていた。

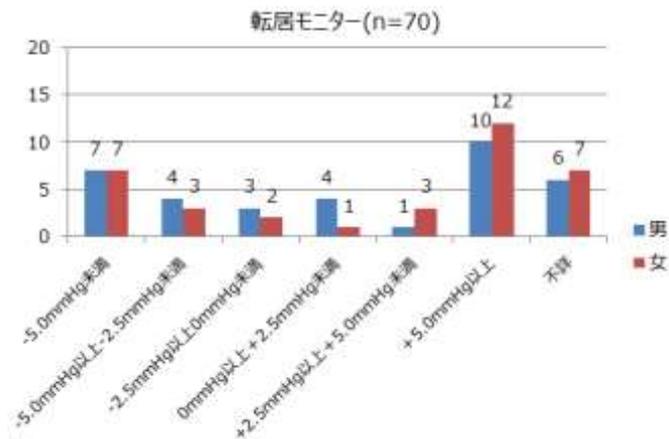


図 3-75 最高血圧の変化（転居モニターn=70）

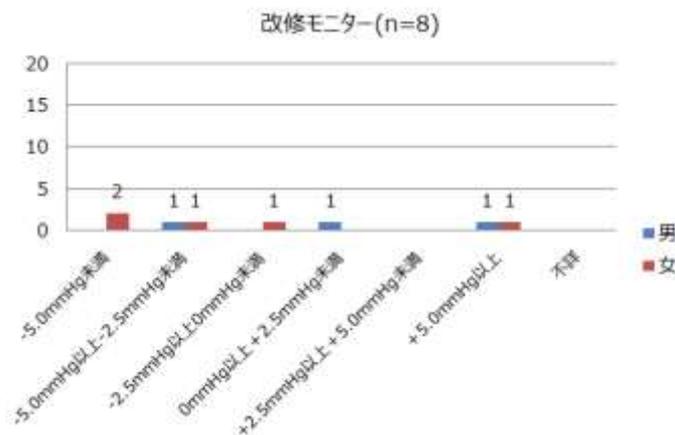


図 3-76 最高血圧の変化（改修モニターn=8）

¹⁵ 以降、改修モニターの n 数が少ないため、転居モニターとの比較結果の解釈には留意が必要。

¹⁶ 健康アンケートで把握した血圧の数値であり、測定時間の規定はない（活動モニター日記では起床時、就寝時の2時点で測定した数値を記入しているが、1年後は健康アンケートのみ実施したため、同アンケートのデータを用いて分析を行った）。

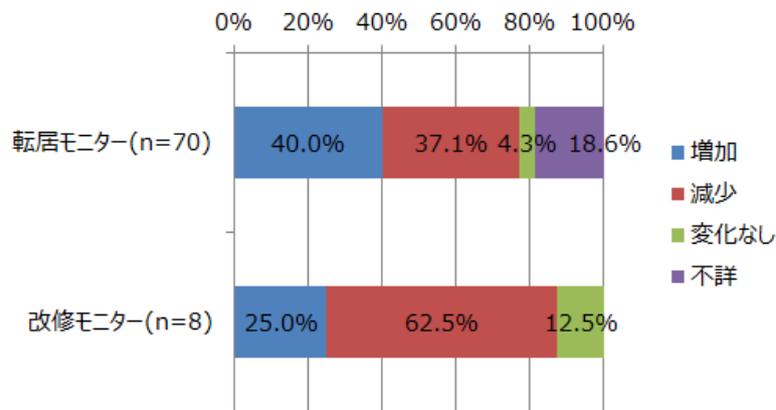


図 3-77 最高血圧の変化

b. 自覚症状

改修、転居モニターとも1年後に自覚症状「なし」と回答した割合が10ポイント以上増加していた。



図 3-78 自覚症状の有無

c. 睡眠

改修モニターでは「睡眠による休養¹⁷⁾」が「改善」した人が最も多く、5割を占めていた。転居モニターでは「変化なし」が最も多く、全体の約6割を占めていた。

¹⁷⁾ 健康アンケートの結果に基づく。「充分とれている」から「まったくとれていない」の方向に変化した場合「悪化」、逆の場合は「改善」、改修・転居前後で同じ選択肢を選んでいる場合は「変化なし」に該当。



図 3-79 睡眠による休養の変化

d. 主観的健康感

改修モニターでは1年後に主観的健康感が改善している人の割合が増加しており、改修1年後には「よい」「まあよい」との回答を合わせて約9割を占めていた。一方、転居モニターについては「あまりよくない」との回答が増加しており、転居1年後に約3割を占めていた。また、主観的健康感スコア¹⁸が増加した人は全体の約4割を占め、改修モニターでは5割を占めていた。



図 3-80 主観的健康感

¹⁸ 「よい」5点、「まあよい」4点、「ふつう」3点、「まあよい」2点、「よくない」1点とした。

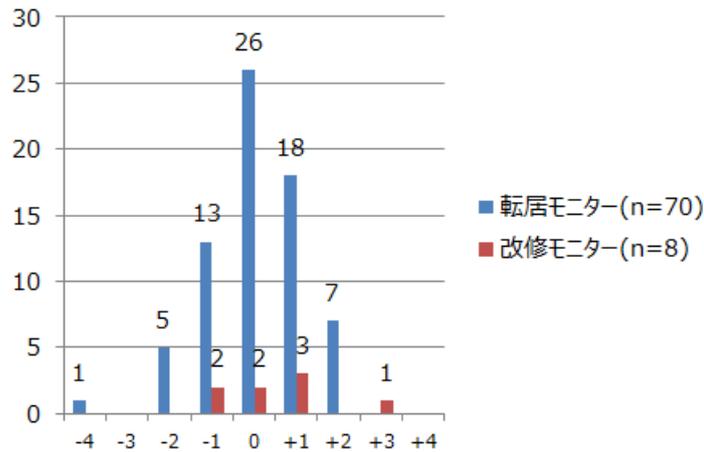


図 3-81 主観的健康感スコアの変化のヒストグラム

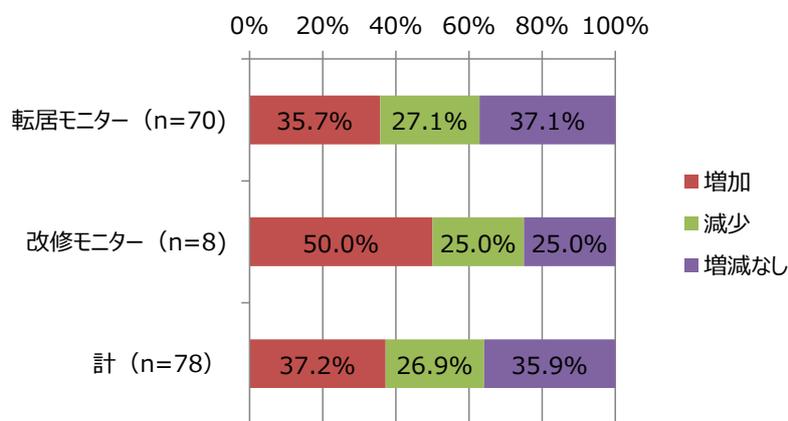


図 3-82 主観的健康感スコアの変化

e. 仕事や活動の出来（生産性）

仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化¹⁹をみると、転居モニターでは平均で 8.4 点、改修モニターでは 11.9 点増加していた。また、転居モニター、改修モニターともに仕事や活動の出来が増加している人の割合が最も高く、それぞれ約 7 割、約 9 割を占めていた。

¹⁹ 改修・転居前は「活動日記」（1 週間の平均値）から、1 年後は「健康アンケート」の追加設問（過去 1 ヶ月間の平均的な状況）によって仕事や活動の出来（点数）を把握した点に留意が必要。

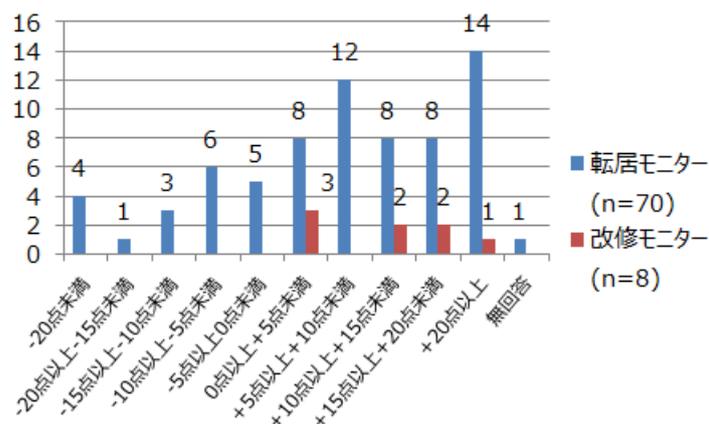


図 3-83 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化のヒストグラム

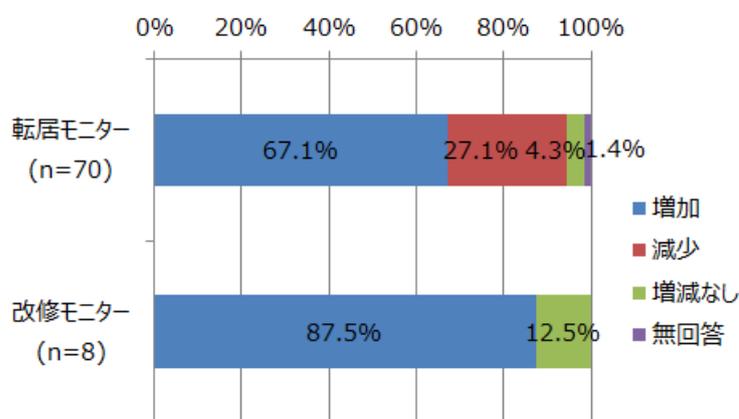


図 3-84 仕事（家事育児含む）や活動（勉強・趣味等）の出来の変化

f. まとめ

H26年度の改修・転居モニターを対象とし、改修・転居前と改修・転居1年後の各種健康指標の変化について分析を行った結果は以下の通りである。

最高血圧	<ul style="list-style-type: none"> ・ 転居モニターでは男女とも平均値が増加。改修モニターにおいても男性では平均値が増加したが、女性では2.8mmHg減少していた。 ・ 転居モニターでは最高血圧が増加した人、減少した人の割合はともに約4割と同等。改修モニターでは減少した人が約6割を占めていた。
自覚症状	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改修、転居モニターとも1年後に自覚症状「なし」と回答した割合が10ポイント以上増加し、8割以上を占めていた。
睡眠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改修モニターでは「睡眠による休養」が「改善」した人が最も多く、5割を占めたが、転居モニターでは「変化なし」が最も多く、全体の約6割を占めていた。
主観的健康観	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改修モニターでは1年後に主観的健康感が改善している人の割合が増加、「よい」「まあよい」との回答を合わせて約9割を占めた。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 転居モニターについては「あまりよくない」との回答が増加しており、転居1年後に約3割を占めていた。
仕事や活動の出来 (生産性)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 転居モニターでは平均で8.4点、改修モニターでは11.9点増加。 ・ 改修モニター、転居モニターともに<u>仕事や活動の出来が増加している人の割合が最も高く、それぞれ約7割、約9割を占めていた。</u>

- ・ H26年度の改修・転居モニターを対象とし、改修・転居前と改修・転居1年後の各種健康指標の変化について分析を行った結果、ロジックツリー上で中期的変化として位置付けた自覚症状について、改修・転居1年後に改善傾向が認められた。
- ・ また、同じく中期的変化として位置付けた睡眠の質については、転居モニターでは変化がないと回答した人が6割近くを占めたが、改修モニターでは半数の人が改善していた。ただし、改修モニターはn数が8名と少数であるため、結果の解釈には留意が必要である。
- ・ また、主観的健康感については、改修・転居1年後に約4割の人がより良い状態に変化していた。特に改修モニターでは1年後に健康状態が「よい」「まあよい」と回答した人が約9割を占めていた。
- ・ ロジックツリーにおいて長期的変化として位置付けた生産性については、改修・転居1年後に大幅な改善が認められた。生産性の指標として用いた「仕事や活動の出来(100点満点)」の平均値は転居モニターで8.4点、改修モニターで11.9点増加していた。改修モニターの9割、転居モニターの7割で点数が増加しており、断熱性能向上による一定の効果があったことが示唆された。
- ・ 改修・転居後約1か月の時点では「仕事や活動の出来(100点満点)」の改善効果は認められなかったことを踏まえると、生産性向上の効果はより長期的な効果として現れる可能性があり、今回我々が構築したロジックツリーとも整合する結果となった。

4) 住まい方の工夫による各種健康指標の変化

住まい方の工夫モニターを対象として、住まい方の工夫前後²⁰の各種健康指標の変化について比較分析を行った。

a. 血圧

最高血圧 (mmHg) の平均値の変化をみると、男性では平均で 0.03mmHg 増加、女性では 2.19mmHg 増加していた。また、血圧値が減少した人の割合は男性では約 42%と、増加した人の割合を 10 ポイント以上上回っていた。

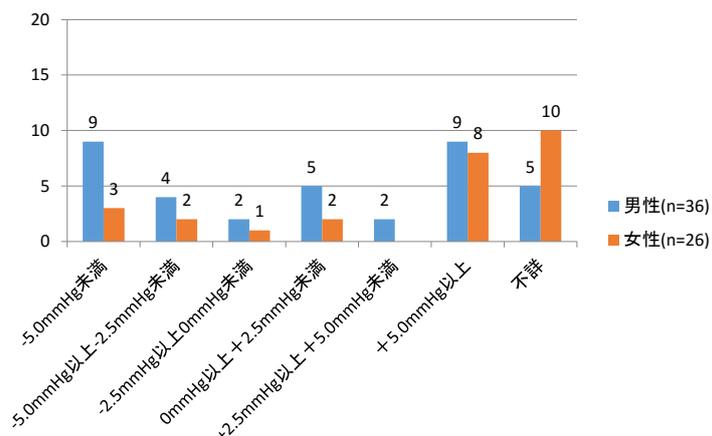


図 3-85 最高血圧の変化 (住まい方工夫モニター) のヒストグラム

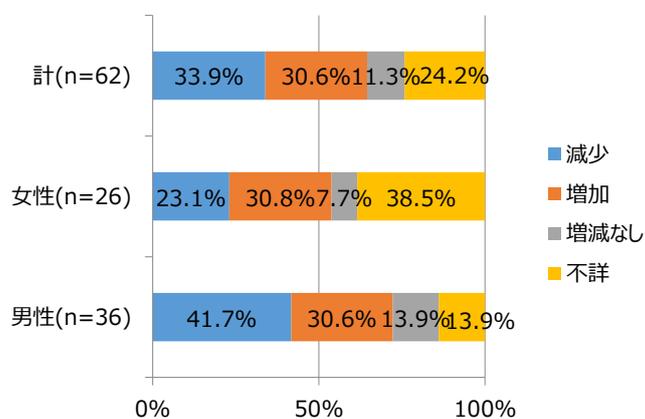


図 3-86 最高血圧の変化 (住まい方工夫モニター)

²⁰ 住まい方工夫前のデータは平成 26 年の冬、工夫後のデータはその約 1 年後に取得した。

b. 自覚症状

住まい方の工夫前後で自覚症状「あり」と回答した人の割合に大きな変化は認められなかった。

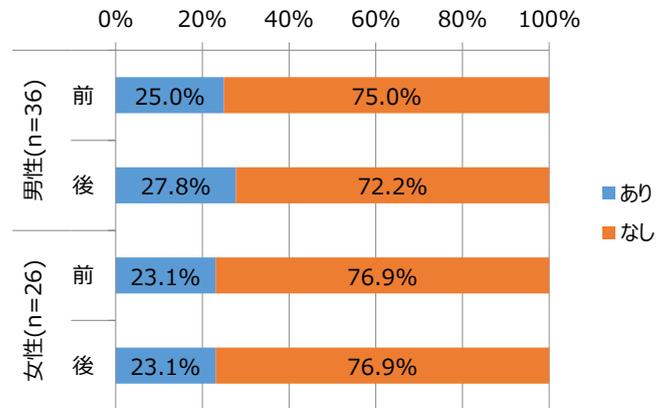


図 3-87 自覚症状の変化（住まい方工夫モニター）

c. 睡眠

「睡眠による休養」²¹は男女ともに「変化なし」が最も多く、7割前後を占めていた。また、改善した人と悪化した人の割合は男性ではともに13.9%であったが、女性では「改善」の割合が「悪化」よりも3.8ポイント多かった。

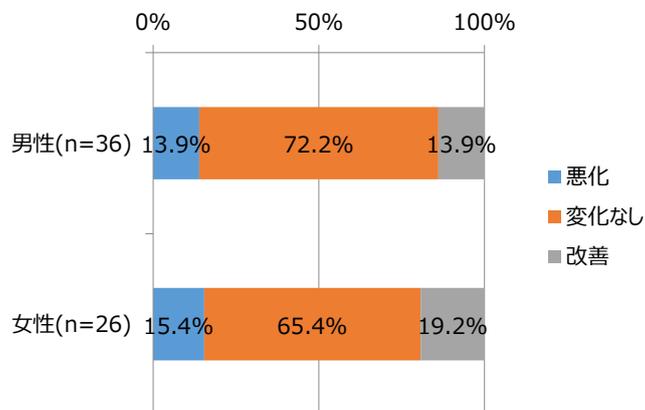


図 3-88 睡眠による休養の変化（住まい方工夫モニター）

²¹ 健康アンケートの結果に基づく。「充分とれている」から「まったくとれていない」の方向に変化した場合「悪化」、逆の場合は「改善」、改修・転居前後で同じ選択肢を選んでいる場合は「変化なし」に該当。

d. 主観的健康感

男性では、住まい方工夫後に「よい」「まあよい」と回答した人の割合が 11.1 ポイント増加していた。一方、女性では住まい方工夫後に「よい」「まあよい」と回答した人の割合が 15.4 ポイント減少していた。

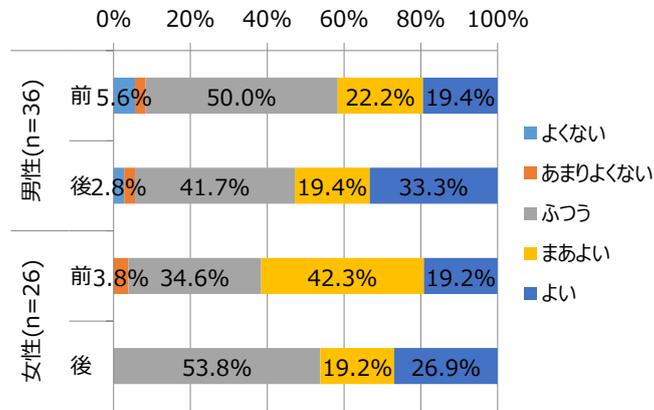


図 3-89 主観的健康感の変化（住まい方工夫モニター）

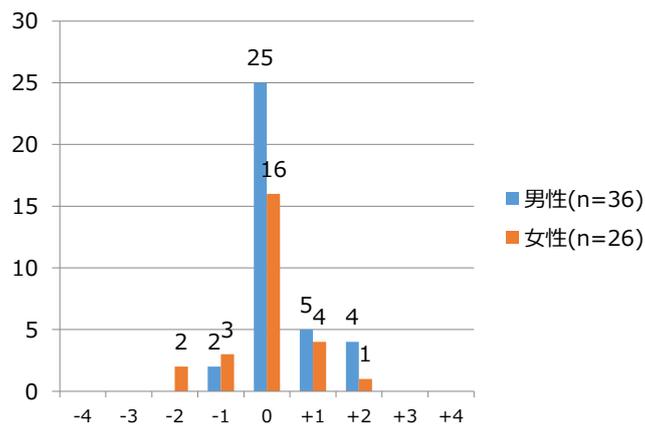


図 3-90 主観的健康感スコア²²の変化（住まい方工夫モニター）のヒストグラム

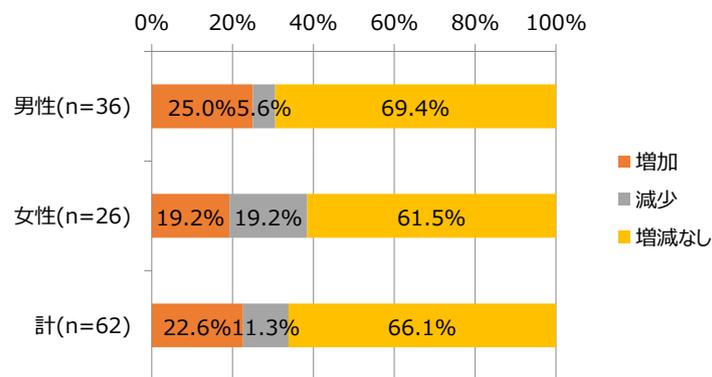


図 3-91 主観的健康感スコアの変化（住まい方工夫モニター）

²² 「よい」 5 点、「まあよい」 4 点、「ふつう」 3 点、「まあよい」 2 点、「よくない」 1 点とした。

e. まとめ

住まい方工夫モニターを対象とし、住まい方の工夫前後の各種健康指標の変化について比較分析を行った結果は以下の通りである。

最高血圧	<ul style="list-style-type: none">・ 平均値でみると男女ともに微増(男性 0.03mmHg 増加、女性 2.19mmHg 増)。・ 男性では血圧が低下した人の割合が約 4 割を占めた。
自覚症状	<ul style="list-style-type: none">・ 住まい方の工夫前後で自覚症状「あり」と回答した人の割合に大きな変化は認められなかった。
睡眠	<ul style="list-style-type: none">・ 「睡眠による休養」は男女ともに「変化なし」が最も多く、7 割前後を占めていた。・ 女性では「改善」の割合が「悪化」よりも 3.8 ポイント多く、約 2 割を占めていた。
主観的健康観	<ul style="list-style-type: none">・ 男性では、住まい方工夫後に「よい」「まあよい」と回答した人の割合が約 10%増加していたが、女性ではその割合が約 15%減少していた。

- ・ 住まい方工夫モニターを対象とし、住まい方の工夫前後で各種健康指標にどのような変化が認められるか分析を行った結果、いずれの指標についても改修・転居モニターに比べて前後変化の度合いが小さかった。
- ・ 改修・転居モニターに比べ、住まい方モニターは平均年齢が 10 歳程度高いため、断熱性能向上による健康影響がより出やすいと考えていたが、実際には逆の結果が得られた。これは、改修・転居に比べて住まい方工夫では断熱性能向上効果が小さいことに起因するものと考えられる。

3.2.3 個別の評価指標の妥当性検証

(1) 分析方針

室内環境の変化と生活の健康度の変化の関係について分析するため、室内環境に関する指標と各種健康指標との関連性について分析を行った。

室内環境に関する指標としては、3.2.2 で提案した室内の快適温度範囲からの乖離度合を表す指標 GDD (Gap Degree Day) を用いた。

また、転居前後で GDD の改善が認められたとの 3.2.2 の分析結果を踏まえ、転居モニターを分析対象とした。

GDD については、計測期間中において室温が快適温度の下限 (21℃) を下回った部分の積分值[℃・日]/計測期間[日]と定義した²³。GDD はリビング、寝室それぞれの測定値から算出しているため、リビング GDD、寝室 GDD それぞれについて、各健康指標との関係について分析を行った²⁴。

(2) 分析結果

1) GDD と健康指標 (変化量) との関係

3.2.1 で検討した健康度の評価指標の考え方にに基づき、GDD と主な健康指標の値の前後変化の関係を整理した。3.2.3 の分析結果を踏まえ、転居後に改善傾向が認められた起床時最高血圧、自覚症状、睡眠、主観的健康感と断熱性能レベルとの関係について分析を行った。「転居前の GDD の値が大きく、かつ転居後の GDD の値が小さい」という集団でより健康度が上昇するとの仮説に基づき、以下の分析を行った。

寝室 GDD の変化と起床時最高血圧の変化についてみると、転居後の寝室 GDD が小さい集団ほど血圧低下幅が大きくなるといった傾向は見出せなかった。また、転居前後の GDD の変化量と血圧低下幅との関連性についても特に傾向は見出せなかった。

リビング GDD と自覚症状の個数の変化についても関連性は見出すことができなかった。一方、寝室 GDD と自覚症状の個数の変化については、転居後の GDD が 3℃以上の集団で自覚症状個数の減少幅が大きいという仮説とは逆の結果が得られた。

寝室 GDD と睡眠スコアの変化についてみると、転居後の GDD が 2℃以上の集団に比べ、2℃未満の集団の方が睡眠スコアの増加幅が大きい傾向がみられた。特に、転居前の寝室 GDD が 3℃以上で、転居後の寝室 GDD が 1℃以上 2℃未満になった集団で最も睡眠スコアの増加幅が大きかった。

リビング GDD、寝室 GDD と主観的健康感スコアの変化については、明確な関連性は見出せなかった。

²³ この数値が小さいほど快適室温 (21℃以上) が保たれていることを意味する。

²⁴ 転居前後に関わらず、GDD の値と健康指標との関連性を分析した。転居前、転居後を合わせたレコード数 (n=240) を分析対象とした。

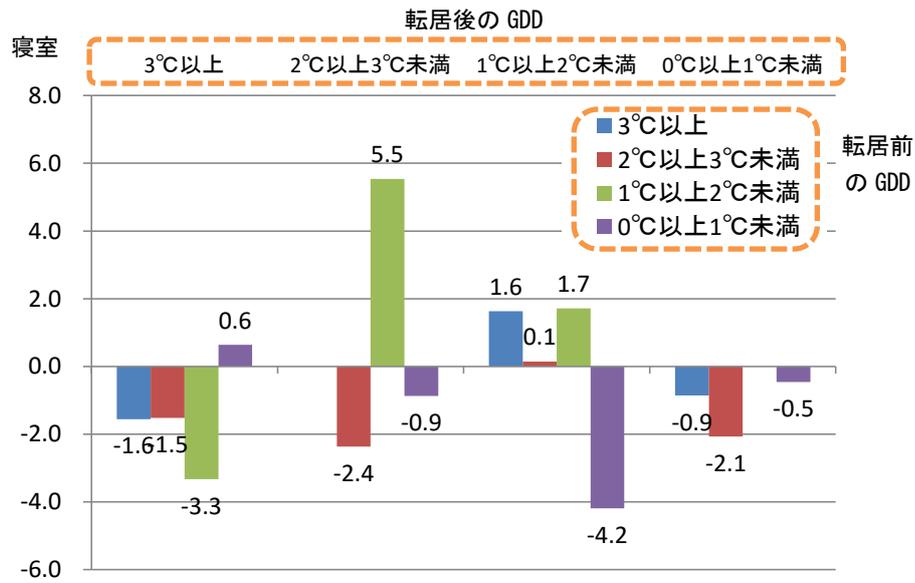


図 3-92 GDD と起床時最高血圧変化との関係

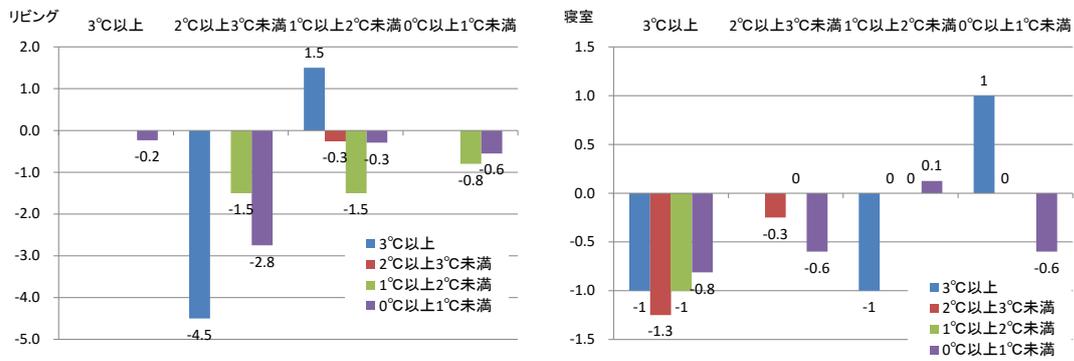


図 3-93 GDD と自覚症状個数変化との関係

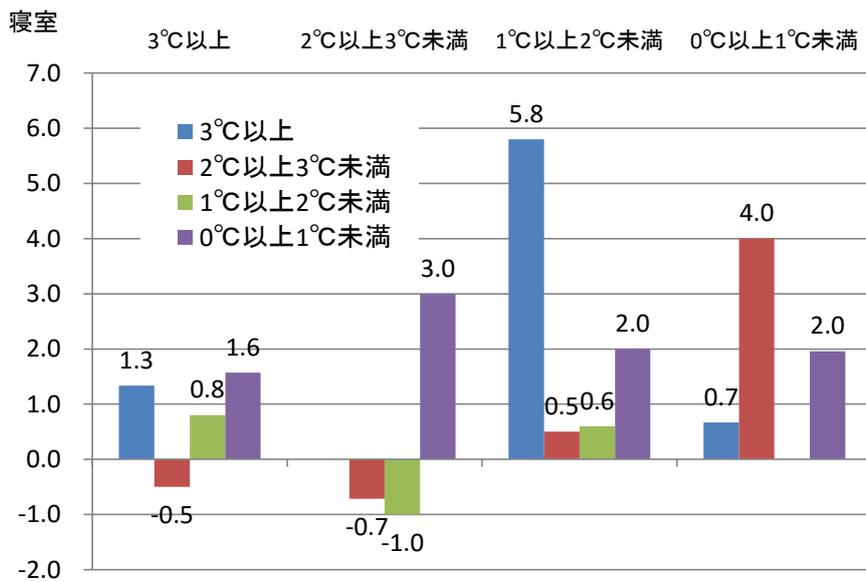


図 3-94 GDD と睡眠スコア変化との関係

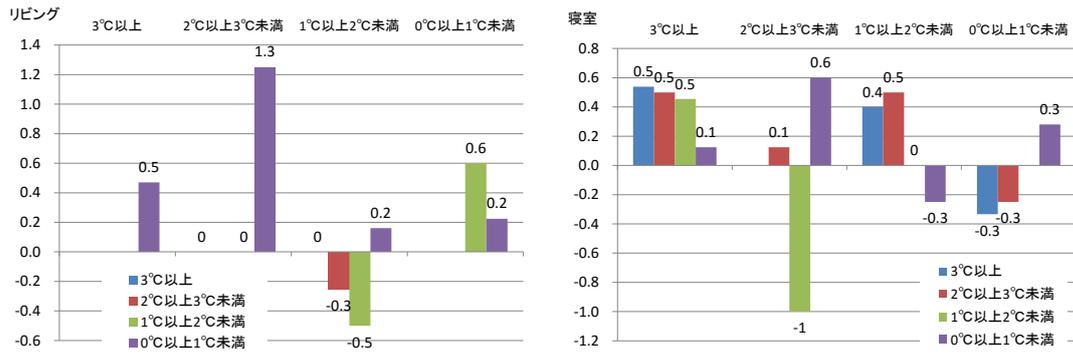


図 3-95 GDD と主観的健康感スコア変化の関係

2) GDD との健康指標（絶対値）との関連

続いて、GDD と血圧、自覚症状、睡眠、主観的健康感との関連性について分析を行った²⁵。

寝室 GDD と起床時最高血圧の関連性についてみると、GDD が「5°C以上」の集団で平均値が高い傾向にあった。

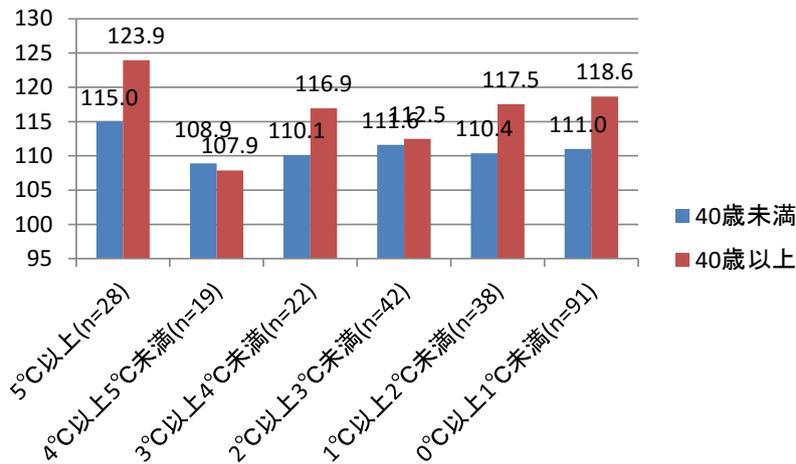


図 3-96 寝室 GDD 区分別起床時最高血圧（平均値）

リビング GDD と自覚症状の有無との関係についてみると、GDD が「0°C以上 1°C未満」に比べ、「2°C以上 3°C未満」の集団で「自覚症状あり」の割合が高かった。しかし、GDD が「3°C以上」の集団では「自覚症状あり」の割合が 23.8%と、「0°C以上 1°C未満」の集団よりも小さかった。また、寝室 GDD と自覚症状の有無との関係については、GDD が「0°C以上 1°C未満」の集団で最も「自覚症状あり」との回答が多くなっており、仮説とは逆の結果が得られた。

²⁵ 転居前後に関わらず、GDD の値と健康指標との関連性を分析した。転居前、転居後を合わせたレコード数 (n=240) を分析対象とした。

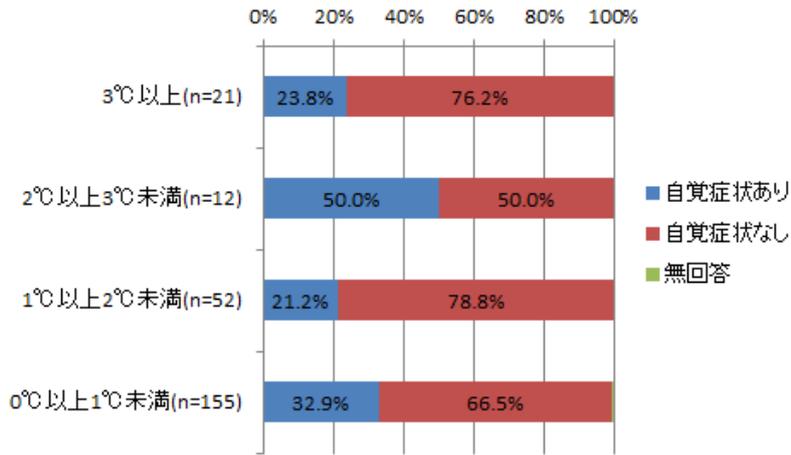


図 3-97 リビング GDD 区分別自覚症状の有無

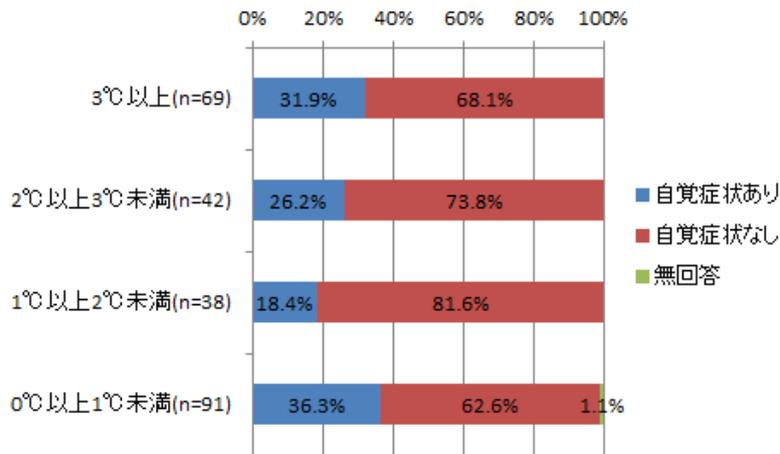


図 3-98 寝室 GDD 区分別自覚症状の有無

次に、寝室 GDD と睡眠スコアとの関係についてみると、GDD が「0°C以上 1°C未満」の集団で最も「21 点以上」との回答割合が小さく、仮説とは逆の結果が得られた。

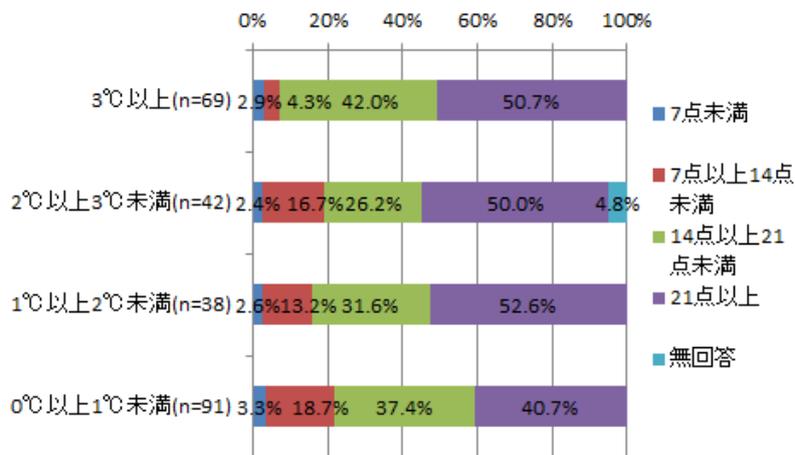


図 3-99 寝室 GDD 区分別睡眠スコア

続いてリビング GDD と主観的健康観との関係についてみると、GDD が「0℃以上 1℃未満」と「3℃以上」の集団とで比較した場合、前者の方が「よい」「まあよい」を合わせた割合が約 10 ポイント高かった。寝室 GDD と主観的健康観についても同様に GDD が「0℃以上 1℃未満」の集団の方が「3℃以上」の集団に比べ「よい」「まあよい」の回答割合が高かった。

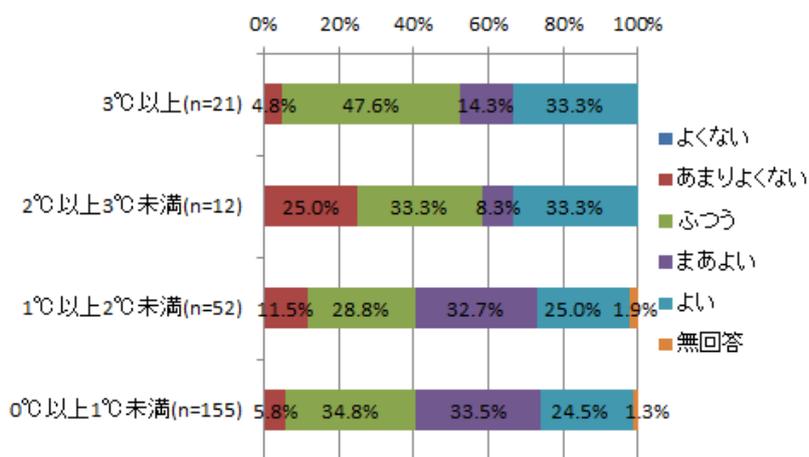


図 3-100 リビング GDD 区分別主観的健康観

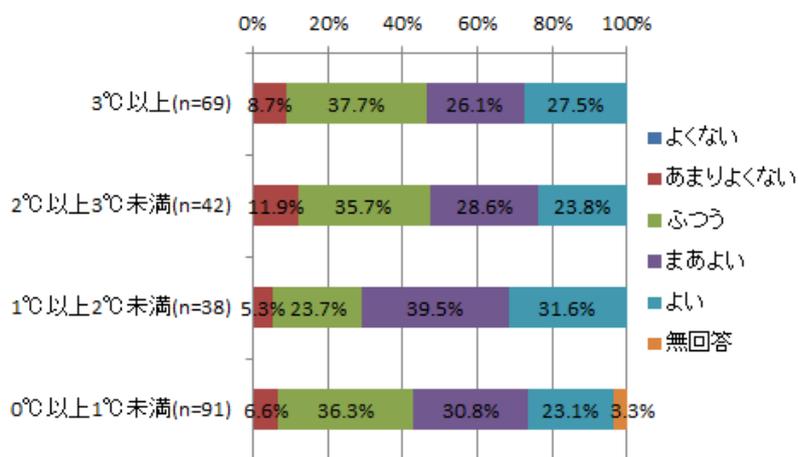


図 3-101 寝室 GDD 区分別主観的健康観

3) 断熱性能と健康関連指標との関係

1) および 2) の分析では、GDD と健康関連指標との明確な関連性を見出すことはできなかった。そこで、GDD の代わりに断熱性能レベルと健康関連指標との関連性について追加分析を行った。

断熱性能については、転居前は窓の状況等の外形条件から点数付け²⁶を行い、転居後は住

²⁶ 以下の点数の合計：窓が複層ガラス 2 点、窓が一重窓でない 1 点、サッシがアルミでない 1 点、集合住

宅等級によって断熱性能中（ベーシックレベル）または断熱性能高（スタンダードレベル、ハイレベル、トップランナー）にレベル分けを行った²⁷。

表 3-9 転居モニターの断熱性能の向上前の点数と向上後の等級別世帯数

後の等級 前の点数	ベーシックレ ベル(B)	スタンダード レベル(S)	ハイレベル(H)	トップランナ ー(T)	合計
	断熱性能中		断熱性能高		
0点	4	3	0	0	7
1点	8	1	1	1	11
2点	10	9	0	0	19
3点	15	8	0	0	23
4点	6	4	0	1	11
5点	0	0	0	0	0
合計	43	25	1	2	71

その結果、最高血圧については、男性において転居後の断熱性能レベル中に比べてレベル高で血圧の低下幅がより大きい傾向がみられた。転居前の断熱性能レベル0から転居後に断熱性能大になった集団では特に最高血圧の減少幅が大きかった。

断熱性能と自覚症状の個数の変化をみると、転居後の断熱性能レベル高に比べ、レベル中の方が自覚症状の個数が減少していた。

断熱性能と睡眠スコアの変化については、断熱性能レベルとの関連性について明確な傾向は見いだせなかった。

断熱性能と主観的健康感スコアの変化についてみると、男性では転居前の断熱性能レベル0から転居後に断熱性能大になった集団で主観的健康感スコアの増加幅が大きかった。

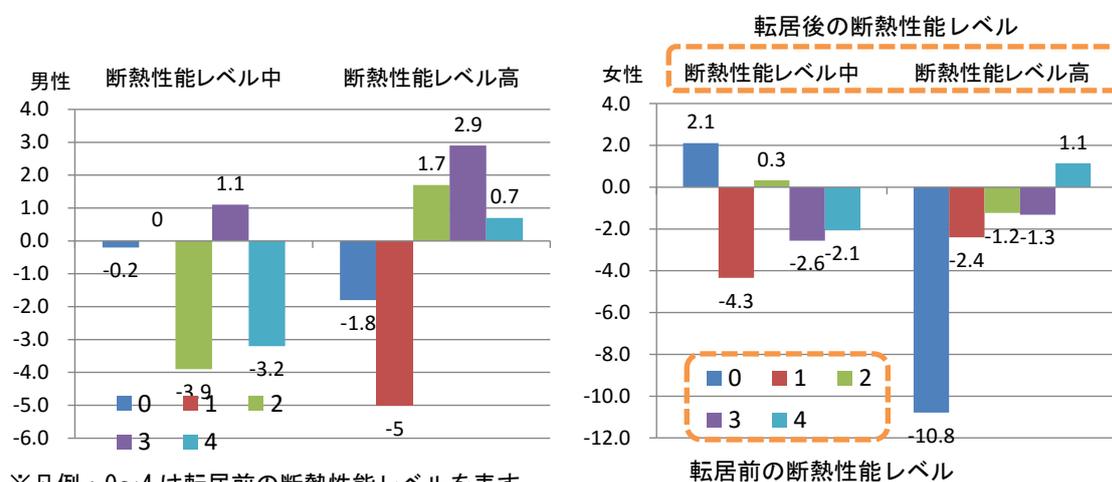
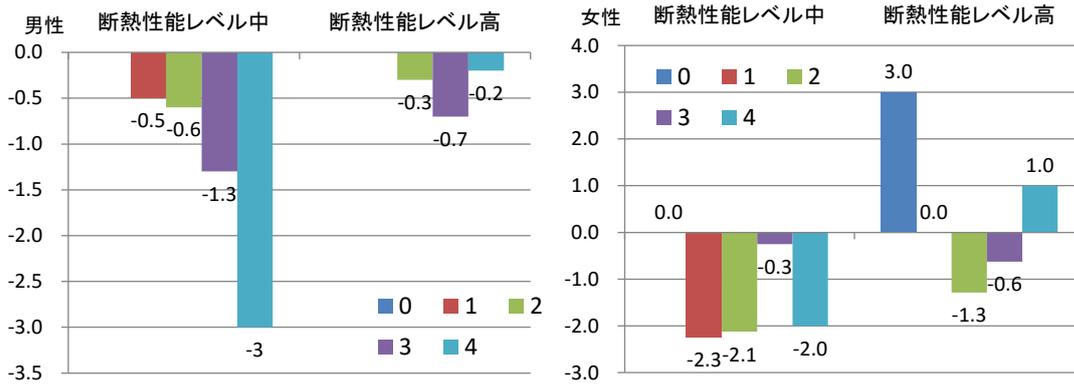


図 3-102 断熱性能レベルと最高血圧との関係

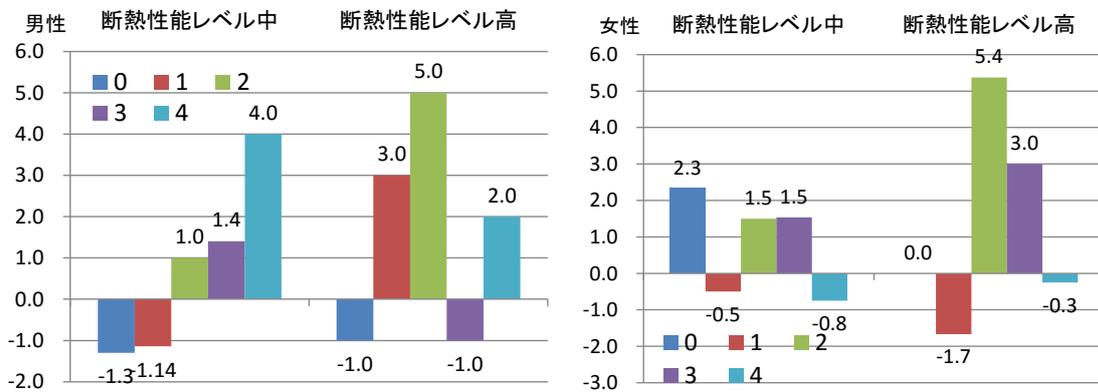
宅で中部屋1点。点数が高いほど断熱性能が大きいことを意味する。

²⁷ 詳細については本報告書4章を参照のこと。



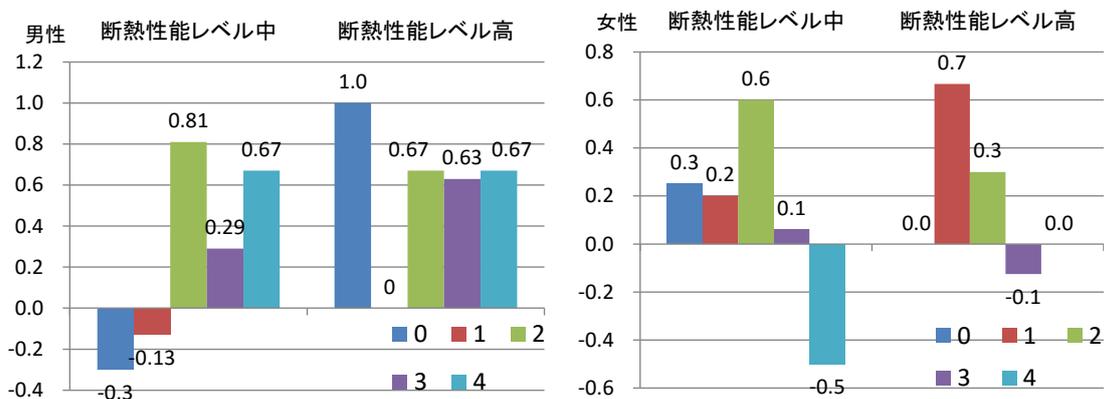
※凡例：0～4 は転居前の断熱性能レベルを表す

図 3-103 断熱性能レベルと自觉症状の個数との関係



※凡例：0～4 は転居前の断熱性能レベルを表す

図 3-104 断熱性能レベルと睡眠スコアとの関係



※凡例：0～4 は転居前の断熱性能レベルを表す

図 3-105 断熱性能レベルと主観的健康感スコアとの関係

(3) まとめ

- ・ 室内環境に関する指標として、室内の快適温度範囲からの乖離度合を表す指標 **GDD** (Gap Degree Day) および断熱性能レベルを用い、これらの指標と健康関連指標との関連性について分析を行った。その結果、ほとんどの健康関連指標で **GDD** および断熱性能レベルとの明確な関連性を見出すことはできなかった。
- ・ 今回新たに提案した **GDD** では、室温が 21℃を下回ると健康への悪影響が出るとの仮説のもと、21℃を閾値として設定した。今後はこの閾値の妥当性について検証していく必要がある。
- ・ 例えば閾値を 18℃に設定した場合、健康指標との関連性がより明確になる可能性がある。ただし、そもそもリビングの室温が 18℃以下になる家庭自体が少ないことも考えられるため、室温にのみ着目した室内環境指標以外に、より総合的に室内環境の状態を表現できる指標を用い、再度検証を行う必要があると考えられる。

3.3 総合的な指標の検討

ここでは、生活の健康度を総合的に示す手法として、レーダーチャートによる総合的な評価指標と、貨幣価値換算による評価の検討を行った。

3.3.1 レーダーチャートによる総合評価の検討

ここでは、健康度の各指標の数値を-5~+5のスケールに換算（血压および自覚症状は正負を反転）してレーダーチャートに示すことにより、断熱性能レベルごとに健康度を視覚的に表現することを検討した。

全体の平均値はばらつきが多く、傾向が見いだせなかった（図 3-106）。そこで、転居後の断熱性能レベルごとに健康度指標に比較的望ましい変化が見られた事例を選定し、サンプルとしてレーダーチャートで示した（図 3-107）。

将来的にデータが蓄積されれば、転居前の住居の断熱性能レベルや居住者の属性別にスケールを設定し、標準的な値を示すことが可能と考えられる。

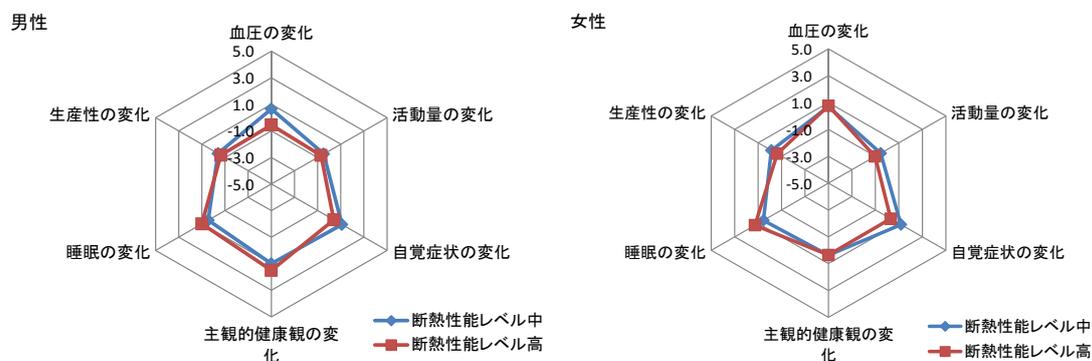


図 3-106 断熱性能レベルと健康度（全体平均）

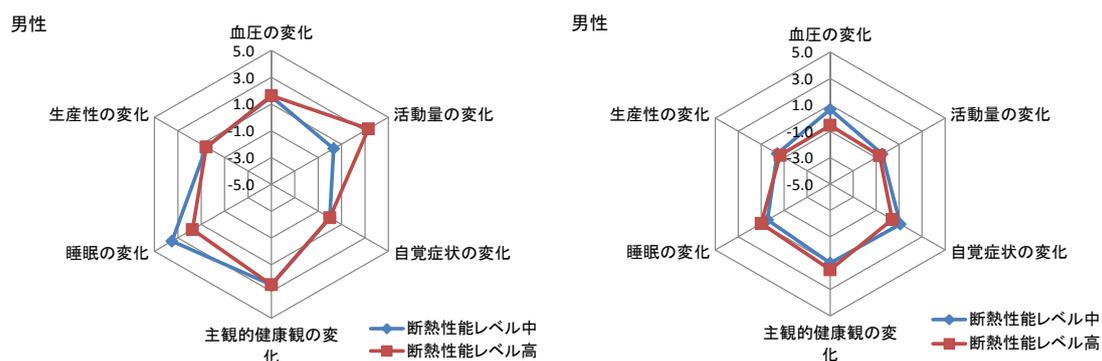


図 3-107 断熱性能レベルと健康度（好事例）

3.3.2 貨幣価値換算による総合評価の検討

断熱性能の向上による生活の健康度の改善度合を踏まえ、生活時間（生産量）の増大や活動の質（生産性）の向上を費用対効果（貨幣価値換算）の形で定量的に試算する手法の検討を行った。

(1) 費用対効果の考え方

1) 既往研究における費用対効果の考え方

これまでの研究においても健康維持効果をもたらす NEB の金額換算に関する試みは行われてきた。

表 3-10 は先行研究の一例である。省エネルギーによる光熱費削減という直接的便益だけではなく、寒さに起因する疾病等を予防し居住者の健康を維持する点を省エネルギー以外の間接的便益と位置づけ、有病者（図の場合には高血圧性疾患）が重症化して心疾患関連イベント（急性心筋梗塞や脳卒中等の大規模な手術・入院を伴うとともに麻痺等の後遺症の残る可能性が高い事象）を発症することを予防する場合の費用を算出するものである。その上で、断熱・気密性能の向上にかかる初期投資費用と投資回収年数の関係について考察している。この手法を用いることにより、生活習慣病関連疾患の有病者の重症化予防やイベント発症抑制を貨幣価値換算することが可能となるが、有病者以外の健常者や軽症者の場合の個人ベースの費用対効果はわかりにくい。

表 3-10 生活の健康度の改善に基づく費用対効果の研究例²⁸

項目	出典	算出方法	数値
国内における疾病毎の医療費総額 $M_{\text{疾患}}$ [円/年]	厚生労働省「平成 20 年社会医療診療行為別調査」	$M_{\text{疾患}}[\text{円/年}] = MM_{\text{疾患}}[\text{点/月}] \times 12[\text{月/年}] \times 10[\text{円/点}] \times 0.3[-]$	6.8×10^8
世帯当たりの構成人数 α [人/世帯]	厚生労働省「平成 20 年国民生活基礎調査」		2.6
自己負担率 [%]	厚生労働省「保険局保険課発表資料」		0.30
国内における疾病毎の延べ診療日数 $D_{\text{疾患}}$ [日・人/年]	厚生労働省「平成 20 年社会医療診療行為別調査」	$D_{\text{疾患}}[\text{日/年}] = MD_{\text{疾患}}[\text{日/月}] \times 12[\text{月/年}]$	7.1×10^8
1 世帯 1 日当たりの所得（中所得） F [円/日・世帯]	厚生労働省「平成 20 年国民生活基礎調査」	世帯あたり年間所得 ÷ 365 日	12,000
総人口 R [人]	厚生労働省「平成 20 年人口動態調査」		1.3×10^8
改善率 $\Delta p_{\text{疾患}}$ [%]	アンケート結果	$\Delta p_{\text{疾患}} = 1 - P_{\text{疾患}}(\text{before}) / P_{\text{疾患}}(\text{after})$	33%
高血圧予防による便益 [円/世帯・年]		$\{M_{\text{疾患}} \times \alpha + D_{\text{疾患}} \times F\} / R \times \Delta p_{\text{疾患}}$	4,500

費用対効果を考える場合には、上記研究のように集団としての省エネルギー以外の間接的便益を評価する考え方とともに、個人の健康度の改善が日常活動量の改善につながることに伴う長期的な差異を評価する考え方がある。これは AsIs（現状）と ToBe（あるべき姿）を示しその差異を比較するギャップ分析のアプローチである。

²⁸ 健康維持がもたらす間接的便益（NEB）を考慮した住宅断熱の投資評価、伊香賀俊治ほか、日本建築学会環境系論文集 第 76 巻 第 666 号、735-740、2011 年 8 月 より抜粋

2) 本事業における費用対効果へのアプローチの考え方

生活の健康度の改善は、居住者にとって次のような形で便益をもたらすと考えられる。これらは居住者の生活にとって関連支出の変化（減少）という形で寄与するものである。

① 疾病の予防

居住者の健康度が改善することにより疾病の発症予防が期待できる。具体的には、温湿度の安定の影響による風邪等の季節性疾患への罹患回数の減少や、高血圧症や糖尿病患者の重症化予防および心血管イベント（急性心筋梗塞や脳卒中等の急性疾患で生命の危険をもたらす重大な発症）の予防が考えられる。

② 疾病の寛解・改善

居住者の健康度が改善することにより疾病の寛解（全治には至らないが症状が緩和される）や改善が期待できる。具体的には、カビ・ダニの減少に伴う気管支喘息等のアレルギー疾患の寛解や高血圧症のステージ改善が考えられる。

③ 不定愁訴の改善

居住者の健康度が改善することにより不定愁訴（自覚症状による心身の不調）の改善が期待できる。具体的には、肩こり、めまい、腰痛、睡眠の不調、メンタル面の不調、疲労感などの改善が考えられる。

上記に加えて、生活の健康度の改善が日常生活の意識変化や行動変容をもたらすことにより、居住者にとって便益をもたらすものもある。具体的には次のような生産性向上効果である。さらに生活の健康度が拡大したことにより活動量が増加して、健康の維持・増進が促進される効果も考えられるが個人差が大きく定量化は難しいため、ここでは扱わないこととした。

① 欠勤の減少

居住者の健康度が改善することにより病欠、病気休業の減少が期待できる。具体的には、通院に伴う欠勤、心身の不調に伴う休暇の減少が考えられる。

② プレゼンティーズムの改善・生産性向上

プレゼンティーズム（presenteeism）とは何らかの疾患や症状を抱えながら出勤し、業務遂行能力や生産性が低下する状態のことを言う。居住者の健康度が改善することによりプレゼンティーズムの改善が期待できる。具体的には、通院に伴う欠勤、心身の不調に伴う休暇の減少が考えられる。

なお、プレゼンティーズムの対となる概念としてアブセンティーズム（absenteeism、常習的な欠勤）がある。メンタル面での不調がある場合にこの概念が有効であるが本事業ではそのような対象者を扱っていない。

(2) 定量的試算手法の検討

前節で整理した費用対効果の考え方を踏まえて定量的に試算する手法の検討を行った。試算方法の一覧を表 3-11 に示す。定量的な評価項目のうち、疾病や不定愁訴に関連する費用対効果は医療費や医療関連サービスの費用の差異で試算が可能である。なお医療費は対象とする疾病により診療単価、診療日数が異なるので扱いには注意が必要である。

また、欠勤やプレゼンティーズムについては、労働生産性の変化で試算できる。労働生産性とは従業員一人当たりの付加価値額であり労働の効率性を計る尺度である。例えば非正規雇用者のように勤務実態が獲得できる賃金に直接つながるものであれば、時給と日数や時間数を単位とすることができるが、有給休暇制度を有する正規雇用者の場合にはこれに当たらない。そこで労働生産性を尺度とするのが妥当であると考えた。なお、労働生産性は業種業態による違いがあるので扱いには注意が必要である。

表 3-11 生活の健康度改善に伴う費用対効果の試算方法

項目	もたらされる利益	把握する単位	試算方法
疾病の予防	疾病の発症を予防することによる利益	医療費の変化	関連する疾病に伴う年間医療費の差異（円）
疾病の寛解・改善	症状が収まったり、改善したりすることによる利益	医療費の変化	関連する疾病に伴う年間医療費の差異（円）
不定愁訴の改善	不定愁訴（自覚症状による心身の不調）が改善されることによる利益	関連商品の購入費用、関連サービス利用費用の変化	関連する主訴に伴う商品・サービスの年間購入額の差異（円）
欠勤の減少	通院や心身の不調に伴う欠勤・休暇の減少	労働生産性の変化	対象者の欠勤量の変化に伴う実質労働生産性の差異（円）
プレゼンティーズムの向上	勤務中の生産性の改善、向上	労働生産性の変化	対象者のプレゼンティーズムの変化に伴う実質労働生産性の差異（円）

(3) モデルケースの試算

上述した費用対効果の試算方法の考え方を踏まえて、本事業に参加したモニターを想定したモデルケースによる簡単な試算を行った。

1) 前提条件の設定

モデルケースの前提条件は以下のとおりとした。いずれのケースにおいても居住環境の変化により生活の健康度が改善されたものと仮定し、その後 10 年間の費用対効果の変化を試算した。すなわち、従来の居住環境・健康状態による関連費用の見通しと、新たな居住環境とそれに伴う健康状態の変化後による関連費用の見通しとのギャップを比較した。

ケース A

- ✓ 北海道札幌市在住
 - ✓ 40 代男性
 - ✓ 市内企業（通信業）に勤務
- （従来の健康状況）
- ✓ 年平均で 5 回程度風邪をひいており、都度、医療機関を受診する。
 - ✓ 軽度の気管支喘息であり、月 1 回の頻度で医療機関を受診する。
- （生活の健康度改善による健康状況の変化）
- ✓ 風邪をひくことがなくなった。
 - ✓ 気管支喘息が寛解し医療機関に通院することがなくなった。

ケース B

- ✓ 北海道札幌市在住
 - ✓ 50 代女性
 - ✓ 市内企業（食料品業）に勤務
- （健康状況）
- ✓ 年平均で 2 回程度風邪をひいており、都度、医療機関を受診する。
 - ✓ 花粉症と診断されており、年 10 回程度医療機関を受診する。
 - ✓ 高血圧症（ステージ 1）と診断されており降圧剤の投与を受けている。月 1 回の頻度で医療機関を受診する。
- （生活の健康度改善による健康状況の変化）
- ✓ 風邪の頻度は変わらない。
 - ✓ 花粉症状が緩和され、年 1 回程度医療機関を受診するだけとなった。
 - ✓ 高血圧症が改善され、投薬を伴わない経過観察（生活改善指導）となった。医療機関の受診は継続している。

2) 試算結果

モデルケースごとの試算結果を図 3-108 と図 3-109 に示す。

ケース A は「風邪をひきにくくなり気管支喘息が改善されたことで、欠勤時間が減少するとともに、プレゼンティーズムが向上した」というシナリオである。10年間で85万円程度の医療費削減と、640万円の生産性向上効果が示唆された。

医療費削減は直接、家計の負担軽減に直結するものと解釈できる。生産性向上効果は労働賃金そのものではないが、生産性が高まることにより賃金の向上や生活の質向上が期待できる。

ケースA(40代男性)		【変化前】				10年間の費用		
		1人あたり外来診療費	回数	期間				
①風邪(急性上気道炎)の改善	*1	5,000 円/回	×	5 回/年	×	10 年=	250,000 円	
②気管支喘息の改善	*1	5,000 円/回	×	12 回/年	×	10 年=	600,000 円	
		労働生産性		時間		期間		
③傷病欠勤による損失	*2 *3	5,227 円/時間	×	80 時間/年	×	10 年=	4,181,600 円	
④プレゼンティーズムの向上	*2 *4	335 円/時間	×	0 時間/年	×	10 年=	0 円	
		【変化後】				10年間の費用	差額	
		1人あたり外来診療費	年間	期間				
①風邪(急性上気道炎)の改善	*1	5,000 円/回	×	0 回/年	×	10 年=	0 円	▲ 250,000 円
②気管支喘息の改善	*1	5,000 円/回	×	0 回/年	×	10 年=	0 円	▲ 600,000 円
		労働生産性		時間		期間		
③傷病欠勤による損失	*2 *3	5,227 円/時間	×	8 時間/年	×	10 年=	418,160 円	▲ 3,763,440 円
④プレゼンティーズムの向上	*2 *4	335 円/時間	×	800 時間/年	×	10 年=	2,676,224 円	2,676,224 円
*1 医療機関受診時の自己負担額と薬剤費の概算 *2 労働生産性は運輸・通信業の実質労働生産性(北海道、2009)として設定。 都道府県別産業生産性データベース(独立行政法人経済産業研究所、2014)に基づいて算出。 *3 1日8時間勤務、年間10日相当の欠勤と想定。 *4 呼吸器の不調による生産性低下率を6.6%と設定。「疾患・症状が仕事の生産性等に与える影響に関する調査」(健康日本21推進フォーラム、2013)。 1日8時間勤務、年間100日相当の生産性向上を想定。								

図 3-108 生活の健康度の改善によるモデルケースの試算例 (ケース A)

ケース B は「花粉症と高血圧症が軽快したことにより、通院時間や欠勤日数が減少するとともに、プレゼンティーズムが向上した」というシナリオである。10年間で165万円程度の医療費削減と、500万円の生産性向上効果が示唆された。

高血圧症の治療費の改善効果が大きい。また本シナリオでは試算していないが、高血圧症が重症化して心疾患イベント(急性心筋梗塞や脳卒中等)を発症した場合には、数百万円にのぼる治療費が必要となる。また回復の状況によっては介護関連費用が生涯必要となる。そのため、生活習慣病関連疾患の重症化を予防し、かつ、労働生産性が向上するという間接的な効果は大きいと考えられる。

ケースB(50代女性)		【変化前】				10年間の費用		
		1人あたり外来診療費	回数	期間				
①風邪(急性上気道炎)の改善	*1	5,000 円/回	×	2 回/年	×	10 年=	100,000 円	
②花粉症の改善	*1	5,000 円/回	×	10 回/年	×	10 年=	500,000 円	
③高血圧症の改善	*1	15,000 円/月	×	12 回/年	×	10 年=	1,800,000 円	
		労働生産性		年間病欠時間		期間		
④傷病欠勤による損失	*4	2,755 円/時間	×	160 時間/年	×	10 年=	4,408,000 円	
		【変化後】				費用	差額	
		1人あたり外来診療費	年間	期間				
①風邪(急性上気道炎)の改善	*1	5,000 円/回	×	2 回/年	×	10 年=	100,000 円	0 円
②花粉症の改善	*1	5,000 円/回	×	1 回/年	×	10 年=	50,000 円	▲ 450,000 円
③高血圧症の改善	*1	5,000 円/回	×	12 回/年	×	10 年=	600,000 円	▲ 1,200,000 円
		労働生産性	時間	期間				
④傷病欠勤による損失	*2 *3	2,755 円/時間	×	40 時間/年	×	10 年=	1,102,000 円	▲ 3,306,000 円
⑤プレゼンティーズムの向上	*2 *4	110 円/時間	×	1600 時間/年	×	10 年=	1,763,200 円	1,763,200 円
<small>*1 医療機関受診時の自己負担額と薬剤費の概算 *2 労働生産性は食品品業の実質労働生産性(北海道、2009)として設定。 都道府県別産業生産性データベース(独立行政法人経済産業研究所、2014)に基づいて算出。 *3 1日8時間勤務、年間20日相当の欠勤と想定。 *4 花粉症による生産性低下率を4.0%と設定。「疾患・症状が仕事の生産性等に与える影響に関する調査」(健康日本21推進フォーラム、2013)。 1日8時間勤務、年間200日相当の生産性向上を想定。</small>								

図 3-109 生活の健康度の改善によるモデルケースの試算例 (ケース B)

(4) 貨幣価値換算の課題

本章では、断熱性能の向上による生活の健康度の改善度合を踏まえ、その費用対効果を貨幣価値で換算する方法の検討を行い、本事業の参加者に近いモデルケースを設定して試算を行った。この際、医療費に関連する費用対効果と、労働生産性に関する費用対効果を分けて算出式を設定して試算した。

医療費については個人の罹患状況の変化が直接的な費用対効果として現れるが、生産性については主観的な評価に基づく期待値となる点に注意が必要であり今後の課題である。生産性が過大評価とならないようにするためには、主観的評価尺度そのものの精度向上や、貨幣価値換算を行う際の精度の向上(原単位とする生産性指標や割引率を用いた算定等)が求められる。

住宅や設備への投資回収については、本章で検討した方法に加えて、初期投資費用と消費エネルギーのランニングコストを追加することで一定の評価が可能と考えられる。

3.4 評価指標の活用可能性

(1) 検討方針

本章では、3.1で住宅の断熱性能向上により期待される生活の健康度を導出する指標として複数の案を提示しつつ、3.2では計測した室内環境の変化、生活の健康度の変化を分析した。また、室内環境の変化の1つである室温の変化を起点とし、室温と個々の生活の健康度の変化の関係を評価した。3.3では、総合的な指標として、3.1で例示した案についての検証と、より長期的な効果を測る指標として貨幣価値換算のイメージを提示した。

ここでは、3.3の総合的な指標だけでなく、3.2で示した生活の健康度に関する個々の要素も評価指標として捉えた上で、これら指標の活用可能性について整理を行う。

なお、ここでは室内環境の改善（特に室温の安定化）が健康度に与える影響を評価することを目的としており、断熱性能向上による室内環境の改善については、次の章で扱うこととしている。

(2) 検討結果

以下には、評価指標ごとにデータ取得の課題、分析から得られた示唆と課題、活用に当たっての留意点、改良の方向性について示す。

1) 住まいの感じ方

※住まいの感じ方は、室内環境の変化に属する項目であり、健康度には含まれないが、後段の普及啓発における訴求という点では価値があるため、評価指標と同じ位置付けとして扱う。

データ取得の課題	<ul style="list-style-type: none">● 本調査では、CASBEE 健康チェックリストに従ってアンケートにてデータ取得を行った。● 設問数が多いため、モニターの記入負荷がやや大きい。
分析から得られた示唆	<ul style="list-style-type: none">● 改修・転居によってほとんどのモニターで改善傾向が見られた。● グループインタビューでは結露の改善指摘が多かった。
活用に当たっての留意点	<ul style="list-style-type: none">● 経年変化を取る場合には、極力同じ時期に把握を行うことが望ましい。● 断熱性能が向上すると比較的短期間で検出可能と考えられる。
改良の方向性	<ul style="list-style-type: none">● CASBEE 健康チェックリストを用いたデータが広く共有されると、様々な角度からの分析が可能となり、それが改良に繋がる可能性がある。

2) 起床時最高血圧

データ取得の課題	<ul style="list-style-type: none">● 今回は上腕式血圧計にて起床時と就寝時に2回ずつの計測を行ったが、計測した場所が寝室であったかリビングであったかの確認が出来ていなかったため、室温との関係分析の際は計測場所を寝室と仮定した上で計測せざるを得なかった。
----------	---

	<ul style="list-style-type: none"> ● また、測定場所に加えて、服薬（降圧剤仕様）の有無も確認すべきである。
分析から得られた示唆	<ul style="list-style-type: none"> ● 改修・転居の前後変化を見ると、モニターの5割以上で血圧の減少が見られた。 ● 室温変化と血圧変化の間の相関は確認出来なかった。 ● 室温（寝室GDD絶対値）と血圧の絶対値で見ると、GDDが5°C以上のモニターでは血圧が高めという傾向が見られた。ただし、血圧の絶対水準は、室温以外の個人差による影響が大きいと考えられる。
活用に当たっての留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 変化量と絶対水準という点では、先に示したとおり絶対水準は個人差が大きいため、変化量での評価が適切と考えられる。 ● 断熱性能が向上すると比較的短期間で検出可能と考えられる。
改良の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ● 血圧自体は定義が明確であり、計測器も得られやすく、指標としての改良の必要性は低い。

3) ストレス

データ取得の課題	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケートにより把握を行ったが、回答者にとっては回答すること自体に抵抗を感じる可能性がある。
分析から得られた示唆	<ul style="list-style-type: none"> ● 改修・転居の前後変化を見ると、ストレスなしの回答率があがった。
活用に当たっての留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 絶対水準は個人差が大きいと考えられるが、「住まいや生活環境のストレス」については絶対水準の評価も可能と考えられる。 ● 断熱性能が向上すると比較的短期間で検出可能と考えられる。
改良の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ● 指標としての改良の必要性は低い。

4) 自覚症状

データ取得の課題	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケートにより把握を行った。把握自体には特段の課題はないと考えられる。
分析から得られた示唆	<ul style="list-style-type: none"> ● 改修・転居の前後変化を見ると、自覚症状があるという回答自体が減るとともに、自覚症状ありだった人の症状の個数にも減少が見られた。
活用に当たっての留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● 特に転居後の場合、断熱性能変化以外の様々な変化の影響を受けやすいと考えられる。 ● ロジックツリーでは中期的な変化と整理しており、本調査のように短期間の評価には不向き可能性がある（ただし、本調査では比較的短期に改善傾向が見られた）。
改良の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ● 指標としての改良の必要性は低い。

5) 睡眠

データ取得の課題	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケートによる把握と、活動量計による把握の両方を行った。 ● 活動量計については、起床時にも睡眠と判断されるケースがあったため、今回はアンケート結果を採用した。 ● 計測器の精度が向上すれば、モニターの負荷や正確性という観点からは活動量計などによる把握も考えられる。ただし、そもそも適切な睡眠時間には個人差があるためアンケートとの併用が望ましい。
分析から得られた示唆	<ul style="list-style-type: none"> ● 改修・転居の前後変化を見ると、睡眠による休養が「あまりとれてない」割合が減少した。
活用に当たっての留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● ロジックツリーでは中期的な変化と整理しており、本調査のように短期間の評価には不向き可能性がある（ただし、本調査では比較的短期に改善傾向が見られたモニターも居た）。
改良の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ● 指標としての改良の必要性は低い。

6) 活動量

データ取得の課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 活動量計による把握を行った。26年度は活動量計の操作の難しさから、欠測データの数が多かった。ただし、27年度は操作性についての情報提供を増やしたため、ほとんど欠測は見られなかった。
分析から得られた示唆	<ul style="list-style-type: none"> ● 改修・転居の前後変化を見ると、1時間あたりの室内歩数・消費カロリーとも減少した人の割合が高かった。
活用に当たっての留意点	<ul style="list-style-type: none"> ● ロジックツリーでは中期的な変化と整理しており、本調査のように短期間の評価には不向き可能性がある。 ● グループインタビューによると、室温が快適に保たれた結果として、室内活動量が増加するケース、減少するケース（くつろげるようになって動かなくなる）の両方が確認されている。 ● 在室している時間帯を把握するため、日記形式のアンケートを併用したが、回答者にとっては負担が大きかったと考えられる。在・不在の把握が課題である。 ● 活動量の絶対水準は住宅の広さやライフスタイルなどの影響を受けるため、変化量に着目すべきである。
改良の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ● 世代によって室温が快適に保たれることによる活動量の変化の方向が異なる可能性があり、仮説を再構築しつつ、データ数を増やして検証を行う必要がある。

7) 主観的健康観

データ取得の課題	● アンケートにより把握を行った。把握自体には特段の課題はないと考えられる。
分析から得られた示唆	● 改修・転居の前後変化を見ると、男性では大幅に改善していたが、女性は逆の動きが見られた。
活用に当たっての留意点	● ロジックツリーでは中期的な変化と整理しており、本調査のように短期間の評価には不向き可能性がある。
改良の方向性	● 医学の世界では広く使われている指標であり、改良の必要性は低い。

8) 仕事や活動の出来（生産性）

データ取得の課題	● アンケートにより把握を行ったが、モニターからは、回答しづらかったという意見があった（何をもちて 100 点と考えるかが分かりづらい）。なお、27 年度はこの指摘を踏まえ、説明文に修正を行っている。
分析から得られた示唆	● 改修・転居の前後変化を見ると、減少した人の割合が高かった。
活用に当たっての留意点	● ロジックツリーでは中期的な変化と整理しており、本調査のように短期間の評価には不向き可能性がある。 ● また、把握にあたり、回答者に意図を十分理解してもらう必要がある。回答の負荷は大きくないと考えられる。
改良の方向性	● 今回の聞き方以外にも、把握の方法はあり得ると考えられる。

9) 総合的な指標（レーダーチャート）

データ取得の課題	● 総合的な指標であるため、課題は 2)~8) で示したとおり。
分析から得られた示唆	● 総合的な指標としてモニター全体を評価した場合は、改善傾向は見られなかったが、個々のモニターを事例的に見ると、改善傾向が確認出来るケースがあった。
活用に当たっての留意点	● 本調査では、レーダーチャートの軸としては血圧変化、活動量変化、自覚症状変化、主観的健康観変化、睡眠変化、生産性変化の 6 項目を取り上げたが、相互に関係する項目もあり、必ずしも独立した項目とはなっていない可能性がある。
改良の方向性	● 項目間の独立関係や 9) の評価結果を踏まえ、何を評価軸として採用するかを検討を深めることが考えられる。 ● サンプル数を増やすことも、指標としての改良に寄与する。

10) 貨幣価値換算

貨幣価値換算は、今回取得したデータでは評価していないが、評価指標の1つとして今後の改善を検討した。

貨幣価値換算のためには、医療費支出などを長期間把握する必要があり、データの取得に時間を要する点が課題として挙げられる。また、医療費はプライバシーに関するデータでもあるため、個々人のデータを把握する点でも留意が必要となる。

ただし、必ずしも医療費に関する点のみに効果が顕れるとは限らず、生活の健康度の改善が日常生活の意識変化や行動変容をもたらすことにより、居住者にとって便益をもたらすものもある。こうした労働生産性に関する効果であれば、医療費に比べると比較的把握しやすい可能性がある。

また、個々人に着目して効果を測る指標と言うよりは、温暖化対策を目的とした断熱性能向上という政策に対する評価に用いる指標の1つと捉えるべきである。

4. 二酸化炭素排出削減効果の定量的評価

現地調査対象モニター世帯のエネルギー消費量に関する事項は、「光熱費アンケート」として、伝票ベースでの電気・ガス・灯油等の消費量・消費金額と、暖房・融雪システムについて調査を行った。アンケートを参考資料2に示す。なお、アンケートの暖房システムの選択肢の作成においては、北海道立北方建築総合研究所等「北の住まいづくりハンドブック」（平成20年）を参考にした。

4.1 暖房システムの整理

まず、調査対象モニターの住宅における暖房システムについて、整理する。

転居モニターにおいて、転居前に使用されていた暖房システムを表4-1に示す。灯油を用いたものが主流であり、特に、灯油ストーブによる個別暖房の世帯が多かった。また、転居後に使用されている暖房システムを表4-2に示す。ガスボイラやヒートポンプを用いたセントラル暖房を導入した世帯が多く、エアコン暖房のみも4世帯あった。電気セントラルのサブとして灯油ストーブを用いている世帯が1件あったが、その他は灯油を利用している世帯はなかった。転居前後いずれも、地域温水の供給を受けていたり、バイオマスを利用していたりする世帯はなかった。

また、今回の改修モニターが改修前後に使用している暖房システムを表4-3に示す。断熱改修のみではなく、暖房システムの入れ替えも行われていることがわかる。このように、改修・転居モニターにおいては、使用する暖房機器にも大きな変化があった。

なお、住まい方モニターの住宅における暖房システムを表4-4に示す。灯油ストーブ、もしくは灯油セントラルと灯油ストーブの併用等、灯油を用いたシステムが多い。

表 4-1 転居モニターの暖房システム（転居前）

暖房方法		件数
メイン	サブ	
灯油セントラル	なし	4
	灯油ストーブ	5
灯油ストーブ	なし	21
	電熱暖房*1	10
ガスストーブ	なし	4
	電熱暖房*1	2
ガスセントラル	ガスストーブ	1
電気セントラル	電熱暖房*1	1
	エアコン	1
蓄熱暖房	なし	4
	エアコン	1
	ガスストーブ	1
集合住宅の集中暖房	灯油ストーブ	1
未回収・その他（疑義有）		15

*1 ここでは、ホットカーペット、電気ヒーター等の電気を用いる補助暖房設備（エアコンを除く）を「電熱暖房」としている。

表 4-2 転居モニターの暖房システム（転居後）

暖房方法		件数
メイン	サブ	
灯油セントラル	なし	1
電気セントラル	なし	3
	電熱暖房	4
	灯油ストーブ	1
ガスセントラル	なし	25
	電熱暖房	2
大気熱 HP セントラル	なし	3
	電熱暖房	2
地中熱 HP セントラル	なし	2
	電熱暖房	2
蓄熱暖房	なし	1
	電熱暖房	2
エアコン暖房	なし	4
未回収・その他（疑義有）		19

表 4-3 改修モニターの暖房システム

モニター	改修前	改修後
001	電気セントラル+灯油ストーブ	灯油セントラル+灯油ストーブ
014	ガスセントラル	電気セントラル+エアコン
020	ガスセントラル+灯油ストーブ	ガスセントラル+ガスストーブ
401	電気パネル	電気パネル
501	ガスストーブ	ガスストーブ

502	ガスストーブ	ガスストーブ
503	ガスセントラル+ガスストーブ	ガスセントラル+ガスストーブ
504	ガスセントラル	ガスセントラル

表 4-4 住まい方モニターの暖房システム

暖房方法		件数
メイン	サブ	
灯油セントラル	なし	1
	灯油ストーブ	11
	エアコン	1
	電熱暖房	2
ガスセントラル	なし	6
	ガスストーブ	3
	灯油ストーブ	3
	電熱暖房	2
電気セントラル	なし	1
蓄熱暖房	あり	2
灯油ストーブ	なし	21
	電熱暖房	4
ガスストーブ	なし	4
電熱暖房	なし	1

4.2 断熱性能とエネルギー投入量

室温の観点から同程度の快適性を保つために必要なエネルギー投入量と、断熱性能の関係を分析する。まずは GDD の大小によって、各モニターの「快適性レベル」を定義する。次に、2016 年 1 月時点で住んでいる住宅の「断熱性能レベル」を定義する。快適性レベルと断熱性能レベルに応じて、2016 年 1 月のエネルギー投入量がどのように変化するか分析する。なお、本節の分析では 2016 年 1 月の光熱費アンケートが取得できたモニターのみを分析対象とする。

4.2.1 快適性レベルと断熱性能レベルの定義

(1) 快適性レベル

図 4-1 および図 4-2 に転居モニターと改修・住まい方モニターの GDD の分布を示す。GDD は転居後 / 改修後 / 住まい方の工夫後のリビングの値である。

転居モニターでは半数以上の GDD が 0.1 以下であり、0.1 以下のモニターを快適性レベル「高」、0.1 より大きいモニターを「低」と定義する。一方、改修・住まい方モニターの場合には GDD が 0.1 以上の世帯も多い。GDD の分布を踏まえ、改修・住まい方モニターでは GDD が 1 以下のモニターを快適性レベル「高」、1 以下を「低」と定義する。

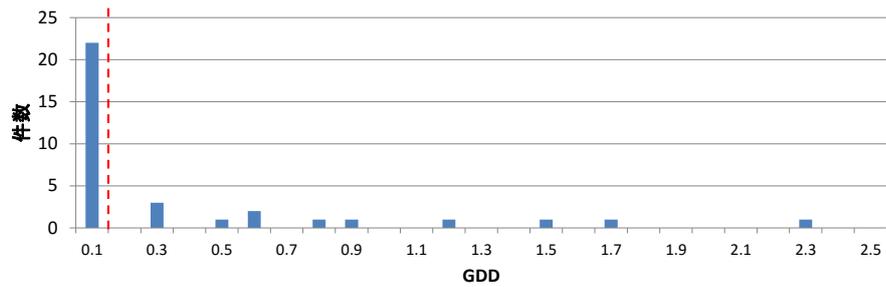


図 4-1 転居モニターの GDD の分布

※ 縦軸の件数は、横軸に示す GDD の数値「以下」の件数を示す

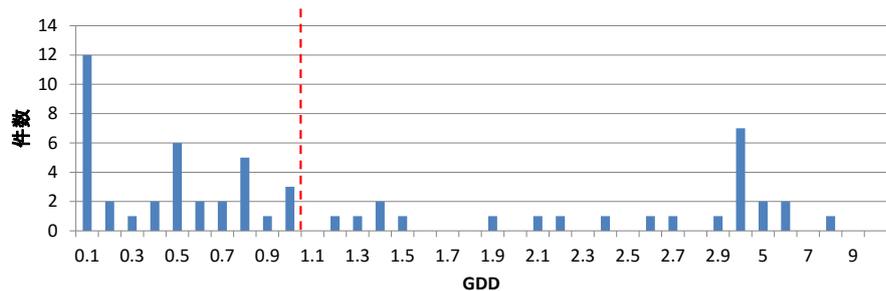


図 4-2 改修・住まい方モニターの GDD の分布

※ 縦軸の件数は、横軸に示す GDD の数値「以下」の件数を示す

表 4-5 快適性レベルの定義

モニター区分	快適性レベル	
	「高」	「低」
転居モニター	GDD が 0.1 以下	GDD が 0.1 より大きい
改修・住まい方モニター	GDD が 1 以下	GDD が 1 より大きい

(2) 断熱性能レベル

2016年1月に住んでいる住宅の断熱性能レベルを表 4-6 に示すとおり定義する。転居モニターは札幌市次世代住宅基準における等級、改修・住まい方モニターは窓ガラスの性能等に応じて決定する断熱性能ポイントによって定義した。

表 4-6 断熱性能レベルの定義

モニター区分	基準	断熱性能レベル	
		「高」	「低」
転居モニター	札幌市次世代住宅基準 における等級	トップランナー ハイレベル スタンダード	ベーシック
改修・住まい方 モニター	断熱性能ポイント ※以下の点数の合計 - 窓が複層ガラス：2点	3点以上	2点以下

	- 窓が二重以上：1点 - サッシが樹脂：1点 - 集合住宅で中部屋：1点		
--	---	--	--

4.2.2 断熱性能とエネルギー投入量

(1) 転居モニター

図 4-3 に転居モニターの断熱性能レベルと平均エネルギー消費量の関係を示す。

快適性レベル「高」のモニターの場合、断熱性レベルが高い方が、低いモニターに比べてエネルギー消費量が小さい傾向にある。快適性レベル「低」の場合、逆の傾向が確認されるが、断熱性能レベルが「高」で快適性レベルが「低」のモニターは2世帯しかいない点に留意が必要である。

同じ断熱性能レベルで比べると、いずれの断熱性能レベルでも、快適性を高く保つためには、より多くのエネルギーを消費する傾向が確認された。

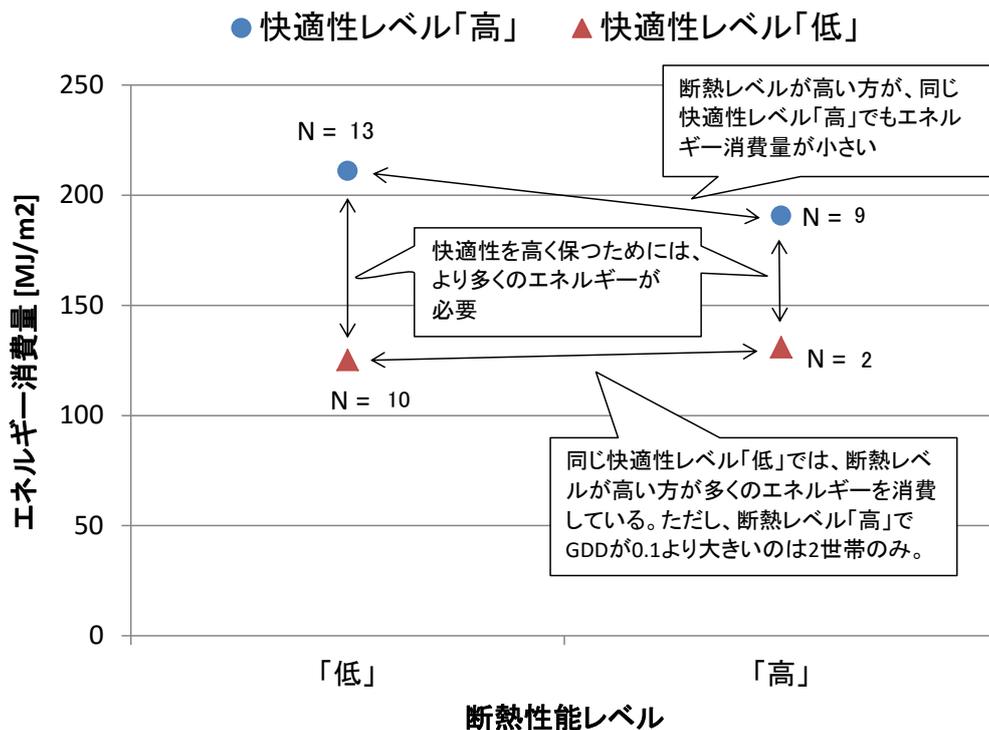


図 4-3 転居モニターの断熱性能レベルとエネルギー消費量の関係

(2) 改修・住まい方モニター

図 4-4 に改修・住まい方モニターの断熱性能レベルとエネルギー消費量の関係を示す。エネルギー消費量はモニターの平均値を示す。

改修・住まい方モニターでは、快適性レベル「高」「低」とともに、断熱性能レベルが高い方が、エネルギー消費量が少ない結果となった。断熱性能レベル「低」のモニターでは快適

性を高く保つためにより多くのエネルギーを消費する傾向が見られたが、断熱性能レベル「高」では快適性レベルに応じたエネルギー消費量の違いは大きくない。

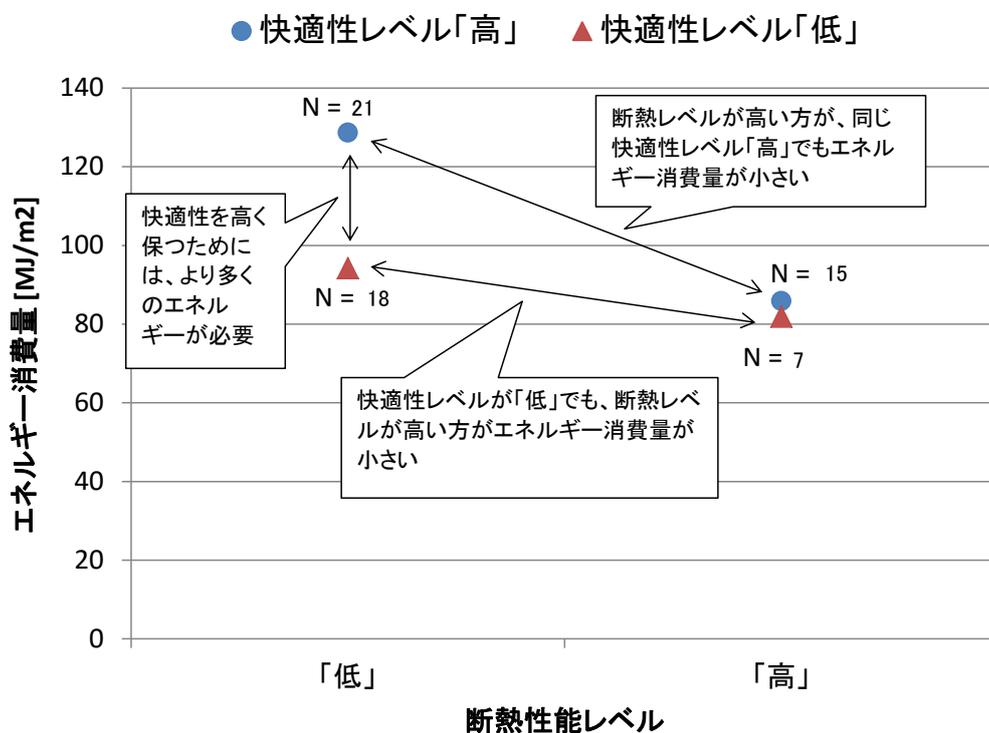


図 4.4 改修・住まい方モニターの断熱性能レベルとエネルギー消費量

(3) 転居モニターと改修・住まい方モニターの比較

図 4.5 に GDD が 0.1 以下のモニターの平均エネルギー消費量を断熱性能レベルごとに示す。断熱性能のレベルに関わらず、改修・住まい方モニターの方が転居モニターよりもエネルギー消費量が低い。このエネルギー消費量の違いの要因として、住宅種類（戸建 / 集合）の差が考えられる。

図 4.5 の右軸は各モニター区分における戸建と集合の比率である。転居モニターは戸建が 100%である一方、改修・住まい方モニターの集合住宅比率は、断熱性能レベル「高」で 88%、「低」で 50%ある。戸建に比べると集合住宅は、隣接する住居の影響で、同じ水準の快適性を保つために必要なエネルギー消費量が低く抑えられている可能性がある。なお、住居の一人当たり面積は集合よりも戸建の方が大きいと考えられるが、その場合、戸建の平米あたりエネルギー消費量が小さくなる。

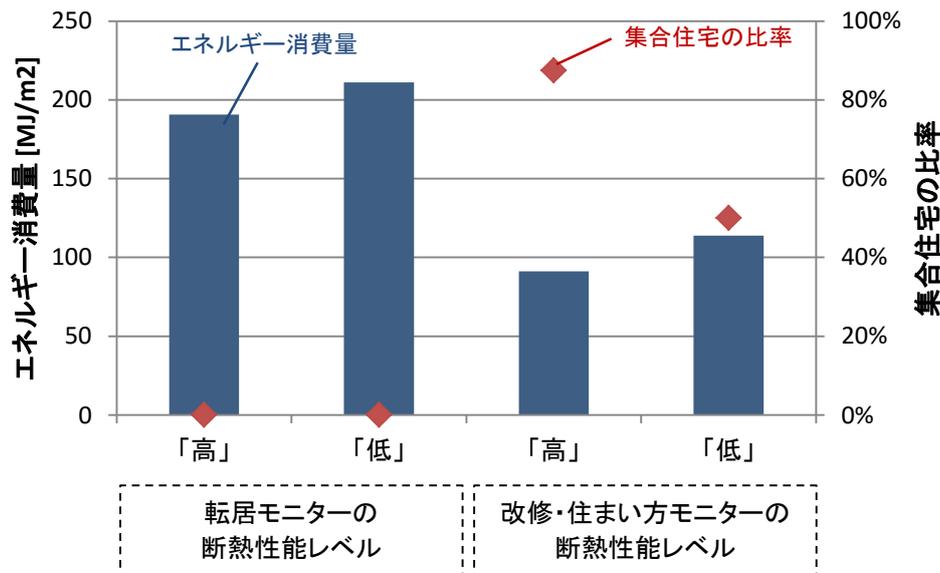


図 4-5 GDD が 0.1 以下の転居モニターと改修・住まい方モニターのエネルギー消費量

4.3 前年同月比較

4.3.1 転居・改修モニター

(1) 転居モニター

平成 26 年度募集モニターのうち、以下の条件に合致する世帯を対象にエネルギー消費量の前年同月比較を行った。

- 2014 年 12 月以降に転居した世帯
- 2014 年 11 月および 2015 年 11 月のエネルギー消費量データが利用可能な世帯
- 転居前後での GDD 変化がリビング・寝室・寒い部屋でいずれも 3℃以内の世帯

表 4-7 には対象モニターの 2014 年 11 月（転居前）および 2015 年 11 月（転居後）のエネルギー消費量および転居前後の暖房機器を示す。転居後に平米あたりエネルギー消費量が減少した世帯は 8 件中 2 件であり、多くの世帯ではエネルギー消費量が増加した。転居前後で暖房機器が変更した世帯は 8 件中 7 件であり、暖房機器の変化や暖房使用時間の変化がエネルギー消費量に与える影響が大きいと考えられる。

図 4-6 には対象モニターの転居前後の平均 GDD・室温・エネルギー消費量を示す。転居後には GDD が低下し（快適温度からの乖離が縮小）、リビング平均室温が上昇している。転居世帯では断熱性向上によるエネルギー消費量の低下よりも、室温上昇・快適性向上によるエネルギー消費量増加の影響の方が大きかったと考えられる。

表 4-7 転居モニターのエネルギー消費量の前年同月比較および転居前後の暖房機器

No	転居月	エネルギー消費量 [MJ/m ²]		前年同月比較		暖房機器	
		14年 11月	15年 11月	変化量 [MJ/m ²]	変化率	転居前	転居後
1	14年12月	60.3	82.6	22.3	37%	灯油ストーブ	エアコン暖房
2	15年1月	57.2	90.1	32.9	58%	ガスストーブ+ 電気暖房併用	ガスセントラル
3	14年12月	34.5	66.7	32.2	93%	灯油ストーブ	ガスセントラル
4	15年1月	88.7	62.1	-26.6	-30%	蓄熱暖房	ガスセントラル
5	14年12月	51.9	79.7	27.8	54%	蓄熱暖房+ ガスストーブ併用	エアコン暖房
6	14年12月	30.4	248.1	217.6	715%	灯油ストーブ+ 電熱暖房併用	ガスセントラル
7	14年12月	85.7	21.2	-64.5	-75%	灯油セントラル	灯油セントラル
8	15年3月	87.1	178.4	91.3	105%	灯油ストーブ+ 電熱暖房併用	電気セントラル

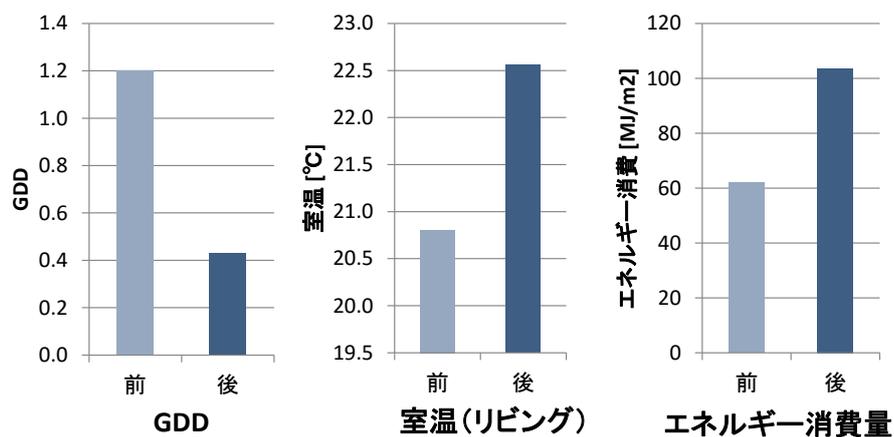


図 4-6 転居前後の平均 GDD・室温・エネルギー消費量

(2) 改修モニター

平成 26 年募集モニターについて、エネルギー消費量の前年同月比較を行う。表 4-8 には 2014 年 11 月および 2015 年 11 月のエネルギー消費量および改修前後の GDD・リビング平均室温を示す。No.001 モニターでは改修後にエネルギー消費量が 28%減少し、GDD およびリビング平均室温にも改善傾向が確認された。一方で No.014 モニターの改修後のエネルギー消費量は 56%の増加であった。GDD は 0.5 上昇、リビング平均気温は 0.7℃増加している。No.020 モニターは 2014 年 11 月のガス使用量が不明のため、前年同月比較はできない。

表 4-9 には改修モニターのリフォーム内容および断熱性能変化レベルを示す。前年同月比較で改修後にエネルギー消費量が減少した No.001 モニターは窓、床、天井のリフォームを実施した断熱性能変化レベル「大」のモニターであった。一方、エネルギー消費量が増加した No.014 モニターは窓のみの改修であり、断熱性能変化レベルは「中」である。

表 4-8 改修モニターのエネルギー消費量の前年同月比較および改修前後の GDD・室温

No	改修完了月	住宅区分	エネルギー消費量 [MJ/m ²]		前年同月比較		GDD		リビング平均室温	
			14 年 11 月	15 年 11 月	変化量 [MJ/m ²]	変化率	改修前	改修後	改修前	改修後
001	2014/12/22	戸建	115.7	82.9	-32.9	-28%	2.9	0.0	18.4	22.5
014	2014/12/25	集合	53.5	83.5	30.0	56%	0.0	0.5	23.5	24.2
020	2014/11/25	集合	13.9	88.7	-※	-※	15.4	0.2	22.2	22.1

※No.3 モニターは 2014 年 11 月のガスの消費量が不明のため、前年同月比較ができない

表 4-9 改修モニターのリフォーム内容および断熱性能変化レベル

No	リフォーム内容				断熱性能変化レベル
	リフォーム箇所	窓の場所			
		寝室	リビング	その他	
001	窓、床、天井	○	○	トイレ、階段、浴室等	大
014	窓のみ	○	○	ダイニング	中
020	窓のみ	○	○	キッチン、洋室	中

4.3.2 住まい方モニター

住まい方モニターのうち、2015年1月と2016年1月の光熱費が取得できた世帯を対象に、住まい方の工夫の対策実施前後（対策実施は2015年12月）のCO2排出量の変化を確認した。住まい方モニターは暖房機器に変化がないため、エネルギー消費量ではなくCO2排出量で評価を行う。

工夫実施前後のCO2排出量の変化を比較すると、全体で55%の世帯では対策実施後にCO2排出量が減少した。実施した対策別では、戸・床で対策を行った世帯はそれぞれ100%、63%で排出量が減少しており、これは対策を行わなかった世帯よりも高い数値である。ただし、戸の対策を実施したのは2件のみであり、サンプル数は十分とは言えない。なお、2016年1月の札幌の平均気温は-3.5℃、2015年1月は-0.8℃であり、2016年の方が気温が低いため、暖冬の影響によってエネルギー消費量が減少した可能性は低い。

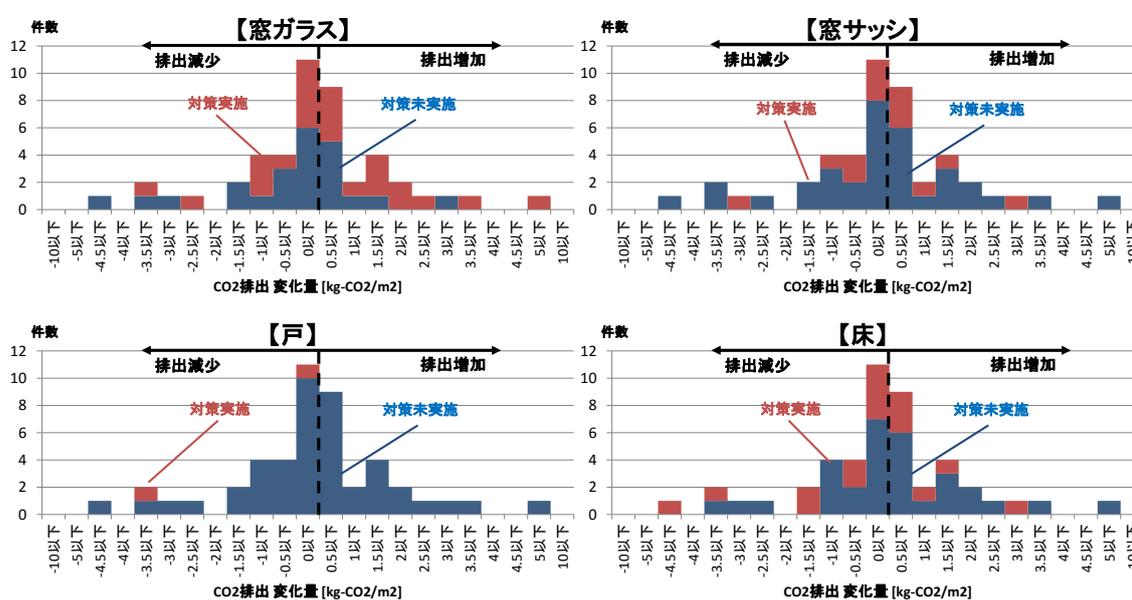


図 4-7 工夫実施後（2015年1月から2016年1月）のCO2排出量の変化

表 4-10 工夫実施後にCO2排出量が減少/増加した世帯の件数と割合

		減少	増加
全体		55% (26)	45% (21)
窓ガラス 対策	有	46% (11)	54% (13)
	無	65% (15)	35% (8)
窓サッシ 対策	有	54% (7)	46% (6)
	無	56% (19)	44% (15)
戸 対策	有	100% (2)	0% (0)
	無	53% (24)	47% (21)
床 対策	有	63% (10)	38% (6)
	無	52% (16)	48% (15)

※ 括弧内の数値は件数

4.4 ベースラインとの比較

札幌市の月世帯平均エネルギー消費量およびCO₂排出量データ²⁹を利用して、札幌市の平均的世帯とH26転居・改修モニターの比較を行った。札幌市の世帯平均エネルギー消費量・CO₂排出量データは以下の属性別に取得可能である。

- 建築区分：戸建 / 集合
 - ✓ H26転居・改修モニターの大部分は戸建のため、戸建データを利用する。
- 冬の暖房の仕方：24時間暖房 / 在室時暖房（就寝時以外） / 寒いと感じた時のみ
 - ✓ 24時間暖房と在室時暖房のデータを利用する。

各モニターの暖房の仕方については、転居後のリビングの最低温度が20℃以上のモニターを24時間暖房の世帯、20℃未満のモニターを在室時暖房の世帯と分類した。

図4-8、図4-9に転居・改修モニターのエネルギー消費量およびCO₂排出量におけるベースラインとの比較を示す。24時間暖房、在室時暖房に関わらず、大部分のH26転居・改修モニターのエネルギー消費量、CO₂排出量は札幌市平均よりも低いことが確認された。断熱性能が高い住まいへ転居・改修することで、エネルギー消費量およびCO₂排出量が平均的な家庭よりも低くなることが示唆される。

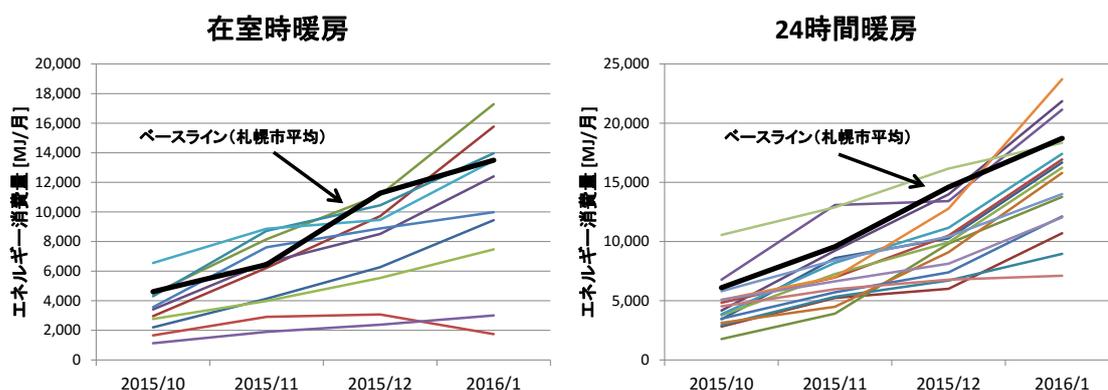


図 4-8 エネルギー消費量におけるベースライン（札幌市平均）との比較

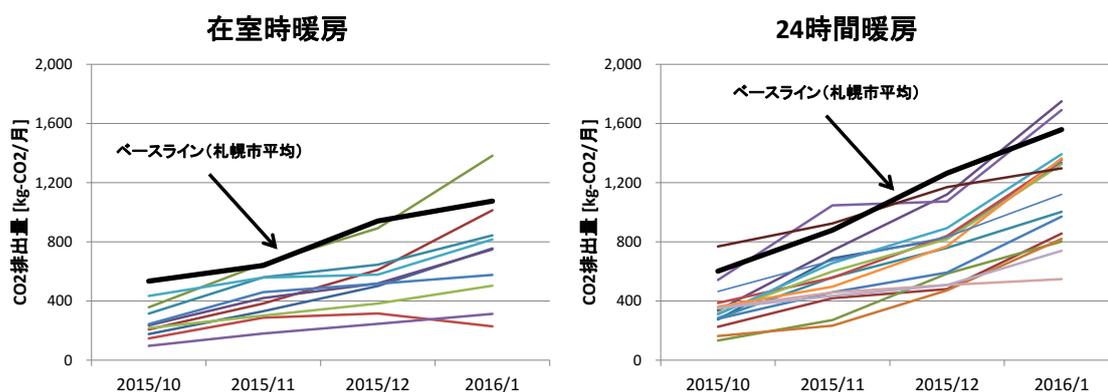


図 4-9 CO₂排出量におけるベースライン（札幌市平均）との比較

²⁹環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 試験調査」、データ期間は2012年10月～2013年9月

5. 取組の普及検討

5.1 普及啓発ツールの検討

5.1.1 一般市民向けのとりまとめ案

(1) 既存の断熱性能向上の普及啓発内容の調査

まず、既に国や地方自治体が行っている、断熱性能向上についての一般向けの普及啓発内容の事例について、調査を行った。この結果を、概ね新しい順に、表 5-1 に示す。

断熱性能の向上による快適性や健康、また住宅の長寿命化などの効果は、2006 年ごろの普及啓発パンフレット上でも確認できる。そのような効果を定性的に挙げているのみの例が多い。

一方、建材トップランナー制度の導入に伴って作成された、2016 年の経済産業省のパンフレット「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」では、断熱化による健康改善効果として各種研究成果のグラフなどを掲載し、高断熱住宅による「健康改善の効果が見られたという調査結果もあります」と述べている（図 5-1）。また、断熱リフォーム工事の技術の紹介とともに、快適性の向上を感じたなど消費者の声（実際のものかどうかは不明）も掲載している（図 5-2）。

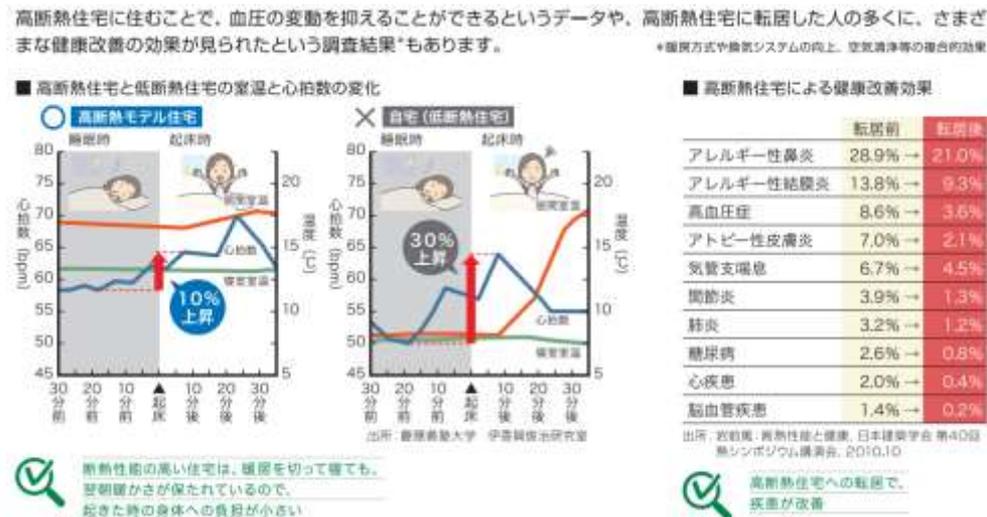


図 5-1 パンフレット「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」における断熱性能による健康改善効果の紹介例

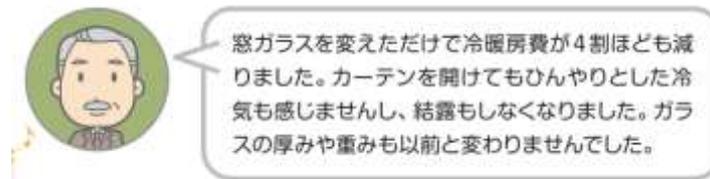


図 5-2 パンフレット「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」における消費者の声の紹介

このように、一般向けの普及啓発において、断熱性能向上によるNEBの存在は以前から

知られていたものの、それに対する具体的な言及は、まだ始まったところである。これには、具体的なNEB向上についての具体的なエビデンス構築に向けた研究が始められたのがここ数年であるためと考えられる。

本事業における結果から、断熱性能によるNEBの存在を具体的に訴求することで、断熱性能の改善に対する一般市民の認識が深まる可能性がある。

表 5-1 国や自治体による断熱性能向上の一般向けの普及啓発内容

+	媒体	内容	NEBに関する言及
経済産業省（資源エネルギー庁）	パンフレット 「断熱リフォームで健康で快適な暮らしを」 2016年発行 http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/2016shoueneseisaku/pdf/007.pdf	<ul style="list-style-type: none"> 日本の住宅の断熱状況、断熱リフォームによる家庭の省エネの必要性 建材トップランナー制度の紹介 補助金制度の紹介 断熱改修にかかるコスト、暖冷房費の削減の試算、健康性向上効果 断熱リフォーム工事の技術の紹介と消費者の声 	断熱化による健康性向上効果として、各種研究（北海道大学 羽山広文教授、慶應義塾大学 伊香賀俊治教授、近畿大学 岩前篤教授によるものなど）の結果を紹介しつつ、ヒートショックのリスク低減効果、アレルギーの原因となるカビやダニの抑制効果、血圧変動抑制効果、その他の健康改善効果があるとしている。
札幌市	パンフレット 「札幌版次世代住宅基準について」 発行年不明 http://www.city.sapporo.jp/toshi/kukaku/land-sale/welpia/documents/documents/jisedai_a3leaf.pdf	<ul style="list-style-type: none"> 基準策定の背景と目的（札幌市の暖房エネルギーの多さ） 札幌版次世代住宅基準、性能ラベル 札幌版次世代住宅のメリット 補助制度、認定手続きの流れ 	札幌版次世代住宅のメリットとして、温度ムラの解消による活用空間の拡大（寒い箇所がなくなる）や、ヒートショックの防止を挙げている。
北海道	パンフレット 「北方型住宅&北方型住宅 ECO」 2010年発行 http://www.kita-sumai.com/wp-content/uploads/pamphlet.pdf	<ul style="list-style-type: none"> 「北方型住宅」の性能基準について（長寿命、環境との共生、安心・健康、地域らしさ）の説明 北方型住宅のサポートシステム 	基準として「長寿命」や「安心・健康」が設けられているが、必ずしも断熱性能向上のみによる副次効果としてではなく、住宅全体の性能として満たすべきものとしての基準である。
経済産業省（資源エネルギー庁）	ウェブサイト 「一般向け省エネ情報>住宅による省エネ」 発行不明 http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/	<ul style="list-style-type: none"> 省エネルギー住宅とは 住宅の省エネに関する基準 住宅の省エネのポイント（窓からの熱損失等） 省エネルギー住宅の選び方 住宅の省エネリフォーム（断熱技術の紹介） 省エネ住宅の普及支援制度 	「省エネルギー住宅とは」の項目で、光熱費の削減に加えて、「快適さ」「健康的」（結露によるカビやダニの発生抑制、ヒートショックのストレスが少ない）、「耐久性」（結露による木材などの腐朽や建築の劣化の抑制）を挙げている。
省エネルギーセンター	パンフレット 「かしこい住まい方ガイド」 2006年発行 http://www.eccj.or.jp/pamphlet/living/06/index.pdf	<ul style="list-style-type: none"> 住まい方と地球環境 燃料・電力・上下水道の一次エネルギー換算の考え方 照明・家電製品・冷暖房機器の省エネ 住宅の断熱（窓の断熱技術、外壁や屋根の断熱技術、次世代省エネ基準） 暖冷房時の工夫、省エネ度チェック 	次世代省エネ基準の住宅（高断熱・高气密）の特徴として、部屋毎の温度差が小さくなる・換気が確保されるため「快適で健康」、防湿層により結露しにくくなることによる住宅の「長寿命」を挙げている。

出所) 各文献から作成

(2) 札幌市における市民の意識

本事業のアンケートやグループインタビューにおいて把握した、札幌市民の断熱性能の向上への意識について以下に示す。

1) 転居・改修モニター

図 5-3、図 5-4 に、住宅新築・改修時に、モニターが持っていた意識について示す。新築においては、「快適性を追求したい」「光熱費を削減したい・省エネ性能を高くしたい」「暖かい家にしたい」といった内容を強く意識していたモニターが、7割以上を占めている。改修においては、サンプルは少ないが、全てのモニターが「暖かい家にしたい」と強く意識していたと回答した。「結露・カビを減らしたい」「光熱費を削減したい・省エネ性能を高くしたい」も、75%のモニターが強く意識していた。

このように、札幌市では、一般市民が住宅の新築・改修を行うときに、暖かさ・快適性の向上が目指されることが普通であり、断熱性能の向上という選択が受け入れられる素地があることがわかった。

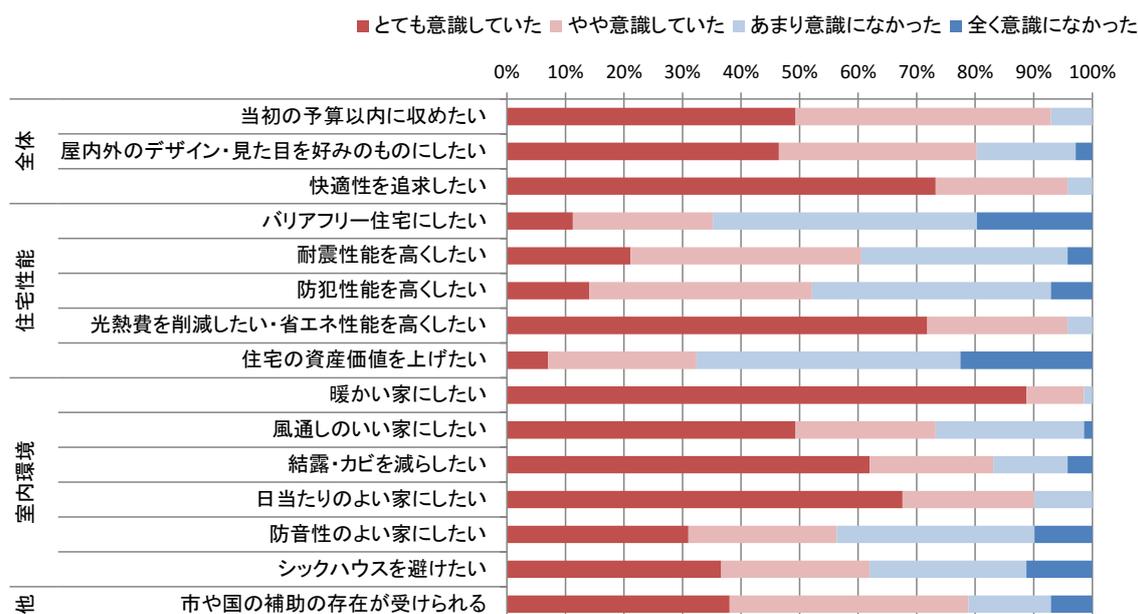


図 5-3 住宅新築時に意識していたこと (N=71)

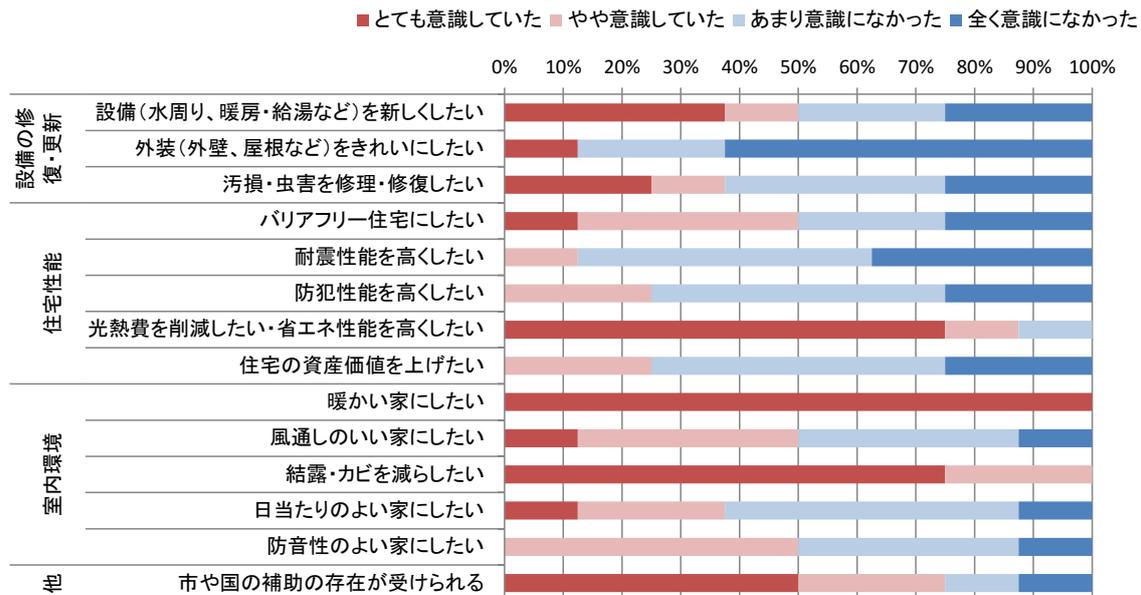


図 5-4 住宅改修時に意識していたこと (N=8)

また、モニターへのグループインタビューでも、表 5-2 のような点での満足感を自発的に述べるモニターが多かった。断熱性能の向上のみではなく暖房方式の変化等による効果を含むことには留意が必要であるが、モニターの関心が、家全体や床の暖かさ、結露の減少、空間の利用などにあることが分かる。健康に対する変化を感じている場合もあるが、断定的に言及されることは少なかった。一方で、カビによるアレルギー緩和、ヒートショックの抑制などへの期待はあった。

なお、表 5-3 のように、高気密・高断熱化や暖房方式の変化による、不満や違和感の声もあった。

表 5-2 転居・改修後のモニターの意見 (満足)

分類	意見
家全体の暖かさ	<ul style="list-style-type: none"> 廊下についてはパネルヒーターを設置していないので寒いのではと懸念していたが、以前よりもずっと暖かい。 トイレが非常に寒く行きにくかったが、家全体が暖かくなったことで、トイレにも行きやすくなった。
床の暖かさ	<ul style="list-style-type: none"> 以前は床が冷えてスリッパなしの生活は考えられなかった。今はスリッパを履くのを忘れるくらいである。 床暖房を導入したがこんなに良いものなのかと驚いた。
結露の減少	<ul style="list-style-type: none"> 一切結露をしなくなった。前はこま目に拭いていたが、毎日拭いてもカビが出来てしまう箇所があった。 以前は結露していて、毎朝、その水滴を拭いて回ることが日課だったが、それがなくなった。
住宅内空間の活用	<ul style="list-style-type: none"> 壁や床のパネルヒーターが嫌だったのだが、今はエアコンを各階 1 台置くだけになった。 前の家ではたんすを壁から 10 センチくらい離して置いていたが、結局その裏もかびってしまった。今は家具を壁につけて置くことができる。 息子は蓄熱暖房の前でしか遊ばなかったが、今は家中どこでもごろごろと遊ぶようになった。

表 5-3 転居・改修後のモニターの意見（不満・違和感）

分類	意見
食料等の保存	<ul style="list-style-type: none"> ・以前の住宅では玄関等が寒かったので、そこで野菜を冷やしていたが、そのようなことができなくなった。 ・味噌なども手作りしていたが、冷蔵保管できる場所がなくなってしまったことを理由に、最近はやらなくなった。
乾燥	<ul style="list-style-type: none"> ・新居になってから乾燥が気になる。加湿器を付けている。 ・意識的に部屋干しをしたり加湿器を回したりしている。
換気	<ul style="list-style-type: none"> ・24時間換気だが、風が通り抜けるところが寒く感じる。
暖房方式	<ul style="list-style-type: none"> ・個人的には、暖かい灯油ストーブを囲む感覚が恋しい。
窓	<ul style="list-style-type: none"> ・窓が思ったよりも小さくて、日当たりによる暖かさを感じられない。

2) 住まい方モニター

一方で、特に住宅の断熱改修を検討していないモニターへのグループインタビューは、断熱性能向上への関心・知識が不足している例や、住宅が寒いことや結露の問題を認識しつつ断熱改修には至らない例が見受けられた。

表 5-4 住宅の断熱改修を検討していないモニター等の意見

分類	意見
断熱性能が低いことによる問題を甘受している例	<ul style="list-style-type: none"> ・カビはできるだけ避けたいが、仕方ないと割り切っている。 ・寝室は寒いですが、布団の中に入れば寒さを感じない。布団から出たくないと思うことはあるが、誰でもそうなのではないか。 ・寝室は多少寒くても我慢する。 ・室内ではフリースやジャンパーを着て、なるべくお金をかけずに暖かく過ごせるよう気を付けている。 ・今の人は環境的にも、精神的にも寒さに弱いのではないか。
最近の断熱技術を認知していない例	<ul style="list-style-type: none"> ・札幌は二重窓がふつう。 ・築4～50年の住宅ならまだしも、2～30年くらいでは、断熱リフォームなどをする必要性はないのではないか。 ・（転居モニターの）義理の両親は「エアコン2台では絶対に寒い」と言っていた。
改修をしつつ断熱性能向上には至らない例	<ul style="list-style-type: none"> ・カーペット、壁をリフォームしたが、省エネ対応までは手が回らない。 ・中古の家を購入する際、売主から結露すると聞いていたので窓改修はしたが、床改修もやればよかった。外壁はやったが断熱材までやっていない。

(3) 北海道を対象としたとりまとめ方法の検討

以上をもとに、本事業の結果を、一般の市民の方にもわかりやすい普及啓発資料として取りまとめるための検討を行った。

1) NEBのロジックツリーと訴求力の高い項目

転居・改修を行った札幌市民からの改善の評価や満足感が高かった項目は、1章で整理したNEBのロジックツリーのうち、「室内環境の変化」の「室内温度の上昇・安定化」から直接関係するものが多かった。室内の乾燥についてはネガティブな評価もあったが、これは室内環境に対する関心の高さの裏返しと見ることができる。同じ室内環境でも、暖かさとは直接関係ない、通風・照度・防音への関心は高くなかった。

健康に関する「短期的変化」は、「室内環境の変化」ほどには言及されることは少なかった。一方で、「中期的変化」については、カビの抑制によるアレルギーの減少やヒートショックの緩和などへの期待が見られた。

「長期的変化」が言及されることもなかったが、これは、もともと個人々人への発生には不確実性が高く、政策効果の全体的な測定指標として位置づけられるものである。住宅を新築した市民の意識としても、防犯・耐震性・バリアフリーといったリスク軽減・予防効果を重視する人は、比較的少なかった。

このように、札幌市では、住宅の新築・改築時には暖かさ・快適性の向上が重視され、これに関する「室内環境の変化」のような即時に直接得られる効果の訴求力が高い。また、健康面への影響では、「短期的変化」が必ず得られることを主張するよりも、関係性の分かりやすい「中期的変化」への期待を訴求するほうが効果的である。

2) 普及啓発の目的と訴求ポイント

札幌市の例でみたように、北海道では、一般市民が住宅の新築・改修を行うときに、従前の住宅に比較した暖かさ・快適性の向上が目指されることが多いと考えられる。一方で、断熱性能の向上が伴わなくても、多量の暖房エネルギーを投入すれば暖かさ・快適性を得ることができてしまう。また、断熱性能を大幅に向上させたとしても、従前に比較して光熱費や温室効果ガス排出量が必ずしも減少するわけではない。このため、普及啓発の目的は、求められる暖かさ・快適性が満たされることは前提として、新築時にはより高い断熱性能を選択してもらうこと、改修時には暖房方式の変更等のみでなく断熱改修も実施してもらうこととすることが適切である。このためには、断熱性能の向上を伴わない場合に比較すれば、光熱費の削減やNEBが得られるということを主張すべきである。具体的には

- ・断熱性能向上により、温度ムラの抑制等のより質の高い暖かさが得られること
 - ・結露防止などの住宅の長寿命化に対する副次効果があること
 - ・同じ暖かさ・快適性が断熱性能の向上によってより少ない光熱費で実現できること
- 等が、訴求ポイントとして挙げられる。

一方、住宅が寒いことや結露といった問題を認識しつつ、断熱改修の検討にも至っていない市民もいる。まずは、これらの住宅内の問題と住宅の断熱性能の関係、断熱性能向上の具体的な手段や費用例等を周知し、具体的な改修実施の検討につなげる必要がある。

3) 訴求の方法

住宅の新築あるいは改修に思い至った市民に対しては、住宅情報雑誌・ウェブサイトや、住宅メーカーや工務店を通じて行うことが効率的である。そのときに示される断熱性能向上による効果は、各事業者独自の技術をアピールする内容よりも、国や地方自治体が作成した公式パンフレットであるほうが、市民の納得性が高いと考えられる。

断熱改修の検討にも至っていない市民に対しては、地方自治体の一般広報手段を通じて訴えかけていく必要がある。費用負担の点で改修実施の可能性が高く、かつNEBの効果が見込みやすい対象として、築古の物件に高齢者と同居する現役世代や、中古住宅を取得した現役世代などが考えられる。ただし、高齢者のみ世帯には、他の省エネ機器導入と同様に断熱性能向上に対する投資は促しにくく、普及啓発よりも、医療・福祉政策などと連携した実行的な取り組みが必要であり、そのためには、NEB指標を医療・福祉分野からも受容されるような形に改善していく必要がある。

普及啓発に用いる情報としては、必ずしも学術的に検証された内容である必要はなく、事例ベースでも効果があると考えられる。

以上の内容を表 5-5 に整理した。

表 5-5 対象別の普及啓発の案

対象	住宅の新築を行う市民	住宅の改修を行う市民	その他の市民
市民の関心点	暖かく快適な住宅の新築	暖かく快適な住宅への改修	関心自体がない
普及啓発の目的	より高い断熱性能を選択してもらうこと	断熱改修も同時に実施してもらうこと	断熱性能に関心をもってもらいたいこと
訴求ポイント	断熱性能向上により、求められる暖かさ・快適性を満たしつつ、断熱性能の向上を伴わない場合に比較して、光熱費の削減やNEBが得られるということ。例えば、 <ul style="list-style-type: none"> 断熱性能向上により、温度ムラの抑制等のより質の高い暖かさが得られること 結露防止などの住宅の長寿命化に対する副次効果があること 同じ暖かさ・快適性が断熱性能の向上によってより少ない光熱費で実現できること 	断熱改修は、特殊なことではなく身近なことであるということ。例えば、 <ul style="list-style-type: none"> 断熱性能の分布や断熱改修実績 断熱改修の具体的事例（費用、内容、NEBを含めた効果、乾燥等） 	
訴求媒体	住宅情報雑誌・ウェブサイトや、住宅メーカー・工務店を通じた訴求		一般広報

5.1.2 追加的に必要な検討事項

(1) 他地域への普及にあたっての検討

本事業は札幌市をフィールドとした調査であり、北海道では、暖かい住まいに対する意識が比較的高く、断熱性能向上に対する受容性も高い。

他の地域では、断熱性能の向上や暖かさへの関心が北海道ほどには高くないと言われている。省エネの働きかけが先に浸透しており、暖かさ・快適性を追求するより、光熱費が増加しないよう暖房を控えるという考え方が広がっている可能性がある。また、住宅メーカーや工務店の断熱性能の向上に対する取り組みも北海道に比べると十分でなく、これらを通じた市民への働きかけもまだ弱いと考えられる。一方で、東日本大震災を経験し、災害時にエネルギー供給が絶たれても室温を保つ住宅への関心が広がる素地もあるとも考えられる。

他地域に効果的に普及啓発を行うためには、次のような検討が必要である。

- ・ 北東北を対象とした市民の断熱性能・暖房への意識調査、北海道との比較
- ・ 光熱費・CO₂ 排出が増加せず、かつ暖かさ・快適性が大きく向上するモデル住宅の検討

(2) NEB評価指標として実際に活用していくための検討事項

地方自治体が断熱性能向上に対する補助制度を設ける際に、その制度を利用した市民に対してデータ計測やアンケート調査などを行うことで、より当該地域の実態に即した断熱性能向上の効果を把握し、説得力のある内容での普及啓発を進めていくことができる。

この際に調査する内容は、本事業で示した「NEB評価に関する解説資料」に従うことで、効果が把握しやすいデータを効率的に取得できると考えられる。

5.2 解説資料

NEB 評価指標及び評価手法を実際に利用して、データの測定、収集・分析・評価を実施するための解説資料（実施マニュアル）を作成した。

解説資料においては、本事業の実績を踏まえ、具体的な実施手順、実施内容、効果的・効率的に評価を行うための留意事項等を整理した。また、本事業における課題や制約事項についても整理し、低炭素ライフスタイルに関する取組に対して適切な NEB 評価を行うための望ましいデータ測定、分析、評価のあり方を示した。

解説資料の構成は以下のとおりとし、内容は参考資料として巻末に示す。

はじめに

1. NEB および NEB 評価指標について
2. NEB 評価の実施方法
 - (1) 調査計画の策定
 - (2) モニターの確保
 - (3) データの測定・収集
 - (4) データの処理・分析
 - (5) NEB の評価
3. 今後の課題～中長期的なデータ収集・評価に向けて

6. 結論・まとめ

(1) 本調査で得られた成果

本調査で得られた成果としては、以下に示すものが挙げられる。

- 断熱性能の変化が生活の健康度に与える影響を整理したロジックツリーの構築
- 住宅の断熱性能向上がもたらすNEBの指標化と現地調査を通じた妥当性の検証
- 普及啓発の方針と解説資料

1) ロジックツリーの構築

既往研究レビューやグループインタビューの結果をふまえ、本調査で設定するNEBの評価指標を検討し、指標間の因果関係を時間軸で整理したロジックツリーを構築した。

ロジックツリーにおいては、住宅の改修は住宅性能の要素のうち断熱性、気密性、室内照度、防音効果に影響をもたらすところから始まる。このうち断熱性の向上が室内温度・湿度の安定化をもたらす、生理・生態的变化に作用し、継続的な良好環境の維持が病態にも好影響を及ぼし、これらが長期的に持続することによって経済的利益をもたらすという流れを仮説構築した。

また、独自の仮説として室内環境の変化と短期的な変化の間に、行動変容が起こることを想定し、その測定指標として「活動量」と「薄着化」に着目することとした。この行動変容は、中長期的に病態面や生活面でのポジティブな変化を受けることによって還元され、さらなる好循環を生むとも考えられるため、そのフィードバックループも表現した。

2) NEBの指標化と妥当性の検証

本調査では札幌市をフィールドとして、改修や転居によって断熱性能向上が図られるモニターを2ヶ年にわたって一定数確保し、仮説構築したロジックツリーに従い、NEBの指標（住まいの感じ方、血圧、ストレス、自覚症状、睡眠、活動量、主観的健康観、生産性）を定量的・定性的に把握し、指標としての妥当性を検証した。さらに、各指標を総合的に評価する指標づくりを検討した。

検証に当たっては、有識者の意見を参考に室温の安定化が図られれば生活の健康度が改善するという仮説に立ち、断熱性能向上前後の変化を見るだけでなく、室温の安定度とNEBの各指標の関係を分析した。その際、室温の安定度を評価するためにGDD (Gap Degree Day) という指標を新たに開発した。

サンプル数やデータの制約・限界もあって室温の安定度とNEBの間の相関は、必ずしも仮説どおりの結果とはならなかったが、一部では仮説に近い関係も確認された。

また、室内を快適な状態に保つためにはよりエネルギーの投入（より多いCO₂の排出）が必要と考えられるところ、断熱性能を向上させることで、同じ快適性を得るためには断熱性能が高い方が投入エネルギー（CO₂排出量）が少なく済むと考えられる。この点については、限られたサンプルではあるが、理論どおりの傾向を確認することが出来た。

よって、断熱性能を向上させることは、少ないエネルギー投入で室内を快適に保つことに寄与し、それが住まいの感じ方にとってプラスの評価に繋がる点までは本調査で示唆された。

3) 普及啓発の方針と解説資料

アンケートやグループインタビューの結果をもとに、普及啓発における訴求ポイントを検討した。具体的には、断熱性能向上によって同じ暖かさ・快適性がより少ない光熱費で得られるという Energy Benefit と、断熱性能向上による温度ムラの抑制、結露防止などの住宅長寿命化などの Non-Energy Benefit を組み合わせることがポイントである。また、健康面への影響としては、「短期的変化」が必ず得られることよりも、関係性の分かりやすい「中期的変化」を訴求するほうが効果的である。長期的変化については、個々人への発生には不確実性が高く、政策効果の全体的な測定指標として位置付けるべきと整理した。

訴求の方法としては、国や地方自治体がツールを作成した上で、住宅メーカーや工務店がそのツールを活用することが望ましい。

また、本調査の実績を踏まえ、NEB 評価指標及び評価手法を実際に利用して、データの測定・分析・評価を実施するための解説資料を作成した。

(2) 今後の課題

今後の課題は、以下に示す3点に大別される。

- 継続的なデータの取得とロジックツリーの見直し
- 目的に合わせた分析手法の検討
- 普及啓発の促進

1) 継続的なデータの取得とロジックツリーの見直し

本調査では2ヶ年に亘ってモニターを確保してデータ収集を行ったが、断熱性能向上以外の生活環境・気象条件などが同一という理想的な条件を満たすデータを得ることは極めて難しかった。結果として室温の安定度とNEBの間の相関は、仮説どおりにはならなかったが、このことがデータの質に起因するものか、ロジックツリー自体に起因するものか、要因を特定することが出来なかった。

そのため、中長期的な変化も計測出来るような調査体制を組むとともに、統計学的有意差検定のために必要なサンプル数を確保した上で、調査研究を行う必要がある。

2) 目的に合わせた分析手法の検討

本調査では、断熱性能の向上の変化を出発点とし、それに該当するモニターを確保してデータの取得を行った。これは、個々の住宅に着目して、時系列的な前後比較を行うものであり、個々人に対して普及啓発を図っていく上では有効な事例データが得られると考えられる。

一方、個々の住宅には着目せず、より多くの住宅サンプルを集めた上で、断熱性能の違いとNEB指標の関係のある時間断面で評価する手法も考えられる。この場合、断熱性能の劣る住宅もサンプルに加えた上で、前後比較による変化量は見ずに絶対水準で分析することに

なり、政策的な効果を幅広くアピールする上で有効なデータが得られると考えられる。

個別の変化に着目するか、ある時間断面で集合の中での違いに着目するか、調査の目的と分析手法に照らして検討する必要がある。

3) 普及啓発の促進

本調査では、想定したNEB評価指標の全てが指標として妥当であるとは判断されなかったが、普及啓発を行う上で有効な事例データや分析データはある程度得られたと考えられる。

長期的な調査研究が必要ではあるが、その結果を待ってから普及啓発に取り組むのではなく、事例的な情報を用いて誤解を与えない形での普及啓発を積極的に進めるべきである。

温暖化対策はより長期的な視点に立ちながらも、地に足の着いた取組を着実に進める必要がある。本調査で得られたような優良事例的なデータを今後も増やしつつ、効果的に普及啓発を図って住宅の断熱性能向上を進めるべきである。

おわりに

本業務は2か年事業を前提とし、1年目は、主に改修・転居モニターに着目して評価指標の妥当性検証を行った。2年目には、新たに募集した改修・転居モニターに同様の検証を行うとともに、1年目に募集した改修・転居モニターに追跡調査を実施した他、住まい方モニターに対して簡易的な断熱対策を実施してもらいつつ前後での効果に着目して分析を行った。

本編で示したとおり、本事業では統計的に有意な分析結果を導き出すには、サンプルサイズ・調査期間両方の観点から難しかったが、住宅の断熱性能向上がもたらすNEBを事例的に捉えることは出来た。

本業務が扱ったテーマは、長期間に亘るモニタリングが必要であるため、調査研究そのものが多くない段階ではあるが、調査事例を増やしつつ得られた成果は事例的なものであっても、積極的に普及啓発を行い、住宅の断熱性能向上を進めることが望ましい。

また、温暖化対策が副次的効果を生み出すケースは、本業務で扱った住宅の断熱性能向上以外にも想定されるため、他のケースにも本業務の経験が活かされることを期待する。

なお、本業務を進めるにあたり、主にモニターの募集については札幌市都市局住宅課及び環境局環境計画課より、活動量計の分析については株式会社東芝より、それぞれ多大なる協力を頂いた。末尾ながら、ここに感謝の意を表します。

平成27年度低炭素ライフスタイルイノベーションを展開する評価手法構築事業委託業務（住宅の断熱性能向上がもたらすNEBの指標化）報告書

2016年3月

株式会社 三菱総合研究所