

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

EVALUATION OF INVESTMENT IN RESIDENTIAL THERMAL INSULATION
CONSIDERING NON-ENERGY BENEFITS DELIVERED BY HEALTH

伊香賀 俊治*, 江口 里佳**, 村上 周三***, 岩前 篤****
星 旦二*****, 水石 仁*****, 川久保 俊*****, 奥村 公美**
Toshiharu IKAGA, Rika EGUCHI, Shuzo MURAKAMI,
Atsushi IWAMAE, Tanji HOSHI, Tadashi MIZUIISHI,
Shun KAWAKUBO and Kumi OKUMURA

It takes many years to recover the initial investment cost for installing housing insulation through savings from energy reduction (Energy Benefit: EB), since construction cost is very high in Japan. This long payback time is the major barrier to the promotion of well-insulated houses. However, it has been found that if Non-Energy Benefits (NEB) of well insulated houses, such as improvement in personal health, reduction of medical expenses and decline in absences from work are all taken into account, the time required to recover the initial investment cost would change from 29 to 16 years. Therefore recognition of NEB is expected to encourage residents to invest in residential thermal insulation. NEB of well-insulated houses are thus evaluated regarding human health in this study.

Keywords: Heat insulation property, Health, Non-Energy Benefits (NEB), Energy conservations

断熱性能, 健康, 間接的便益, 省エネルギー

1. はじめに

世界的に地球温暖化が問題になる中、住宅部門では温室効果ガスの排出要因であるエネルギー消費を抑制するために、住宅の断熱・気密性能の向上が求められている。しかし、断熱・気密性能の向上には初期投資として高額な工事費用が必要であり、省エネルギーによる光熱費削減という直接的便益 (Energy Benefits: 以下、EB) のみでは新築でも投資回収に長期間を要する。そのため、平均耐用年数が短い日本の住宅において、EB だけでは断熱・気密性能向上への投資を促すインセンティブとして不十分なのが現状である。

その一方、住宅の断熱・気密性能の向上は室内の温熱環境の改善にもつながるため、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という省エネルギー以外の間接的便益 (Non-Energy Benefits: 以下、NEB) を期待することができる。住宅の高断熱・高気密化を、単なる省エネルギーや光熱費削減のためだけでなく、健康維持がもたらす NEB を得るための投資として捉えることは、大きなインセンティブになると考えられる。このため、NEB を明確化することは極めて重要といえる。そこで著者らは、高断熱・高気密住宅の居住者へのアンケート調査に基づき、居住者のさまざまな疾病における改善率を定量化した上、健康維持がもたらす NEB に

ついて金額換算することを試みてきた^{1), 2), 3), 4)}。今回、結果の精度を向上させるため新たに大規模なアンケート調査を行った⁵⁾。本報ではこれを基に、NEB を評価した。更に、EB だけでなく健康維持がもたらす NEB を鑑みた場合の投資回収年数を評価し、高断熱・高気密住宅へ投資することの経済効果について新しい知見を明示して考察する。

2. 住宅の断熱・気密性能向上がもたらす健康維持効果の定量化

2.1 健康維持効果に関するアンケート調査の概要

断熱・気密性能と健康の関係は、各国の様々な既往研究で示されてきた。例えば、ニュージーランドにおいては 2001 年から地元組織を通して各コミュニティから 200 世帯ずつ希望者を募集し、大規模な介入実証実験が行われた。断熱改修を行った住宅と行っていない住宅における室内快適性と居住者の健康状態 (風邪、不眠など) の差異を定量的に調査し、住民の欠勤が減少し、主観的な健康感が向上したことを示している⁶⁾。日本においても、断熱・気密性能向上によって様々な疾病が防止される傾向にあることが示されている⁷⁾。吉野らは、東北地方を中心に高断熱・高気密住宅を対象としたアンケート調査を実施し、室内温熱環境の改善により、風邪や肩こ

本報は既発表論文(1)~(3), (5)の内容を取りまとめ、さらに修正・加筆を加えたものである

* 慶應義塾大学理工学部 教授 博士 (工学)
** 慶應義塾大学大学院 大学院生
*** 建築研究所 理事長・工学博士
**** 近畿大学理工学部 教授 博士 (工学)
***** 首都大学東京都市環境学部 教授 医博
***** 野村総合研究所
慶應義塾大学 大学院生
***** 慶應義塾大学大学院理工学研究科 助教

Professor, Faculty of Science and Technology, Keio University, Dr. Eng.
Graduate Student, Keio University
Chief Executive, Building Research Institute, Dr. Eng.
Professor, Faculty of Science and Engineering, Kinki University, Dr. Eng.
Professor, Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, M.D.
Nomura Research Institute
Ph.D. candidate at Keio University
Research Associate, Graduate School of Science and Technology, Keio University

りなどの症状が改善され、居住者の健康にとって良い影響を示す効果を得ている^{8),9)}。また羽山らは、人口動態統計を用いて、全国の死亡数と気象データと対応付けて関連性を分析し、冬期において自宅内で心疾患、脳血管疾患による死亡の危険性が増加することを示した^{10),11)}。しかし、断熱・気密性能向上の NEB を評価するには、高断熱・高气密住宅に転居した人に対して、大規模な調査を行い、網羅的に疾病の改善率を定量化することが必要となる。そこで、著者らは 2009 年 11 月から 2010 年 1 月にかけて、戸建住宅への転居経験者を対象に、様々な種類の疾病について転居前後における有病状況の変化を問う全国的なアンケート調査を実施した(表 1、図 1)⁵⁾。このアンケート調査結果に基づき、住宅の断熱・気密性能の向上による居住者の各種疾病の改善率について分析することで健康維持効果を定量化した。アンケート調査の回答は、5,500 軒、19,164 人から得られた。回答者の男女比はほぼ 1:1 で、年代は 10 歳代未満、30 歳代、40 歳代の割合が大きかったものの、ほぼ全ての年代から回答が得られた。得られた回答から、以下の 3 つの基準で分析対象として 10,257 人を選定した。

基準①：転居時期

2009 年竣工の住宅に居住している者は、温熱環境に起因する健康への影響の最も生じ易い暑熱期、厳寒期を新居で経験していないことから、今回の分析対象から除外した。また、築年数の長い住宅に居住している場合も家族構成の変化、加齢による疾病の自然発症の可能性が大きくなるため、最新の住宅省エネルギー基準が定まった 1999 年より前に建設された住宅に居住する者も分析対象から除外した (i.e. 1999 年～2008 年に転居した人を対象とした)。

基準②：転居前の住宅の種類

住宅の断熱・気密性能の向上による健康影響を評価するため、集合住宅から戸建住宅への転居者は除外し、戸建住宅から戸建住宅に転居をした世帯のみを分析対象とした。これは、集合住宅は一般的に戸建住宅より断熱・気密性能が高いためである。転居前の住宅の断熱水準については、アンケート調査で質問していないものの、断熱水準別の新築戸建住宅の着工状況を鑑みると基本的に大半が無断熱、もしくは昭和 55 年基準相当の断熱水準と想定される。

基準③：転居後の住宅の断熱水準

転居後の住宅の断熱水準が、国が定める最新の住宅の省エネルギー基準である次世代省エネルギー基準 (以下、平成 11 年基準) 以上と評価できる住宅を選定した^{注 2)}。一般的に住宅の断熱水準を居住者が認知しているケースは少ないことから、寒冷地 (省エネルギー基準のⅡ地域以北)、温暖地 (省エネルギー基準のⅢ地域以南) に分け、熱流出入に大きな影響を及ぼし、かつ視認が可能なサッシの種類とガラスの枚数を用いて断熱水準を判断した (表 2)。

2.2 健康維持効果に関するアンケート調査の結果

アンケート調査の結果、住宅の断熱・気密性能の向上により、さまざまな疾病の改善が定量的に示された。本研究では、その中でも医療機関での受診を必要とし、厚生労働省の統計データで扱われているアレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎、高血圧性疾患、アトピー性皮膚炎、気管支喘息、関節炎、肺炎、糖尿病、心疾患、脳血管疾患の 10 の疾病を評価した。本研究では、転居前の住宅で有していた疾病が転居後になくなったと回答した人の割合を、疾病 x に

表 1 断熱・気密性能の向上による健康維持効果に関するアンケート調査の概要⁵⁾

調査手法	インターネットアンケート
調査時期	2009/11～2010/1
地域	全国
回答数	19,164 人 (うち分析対象者は 10,257 人)

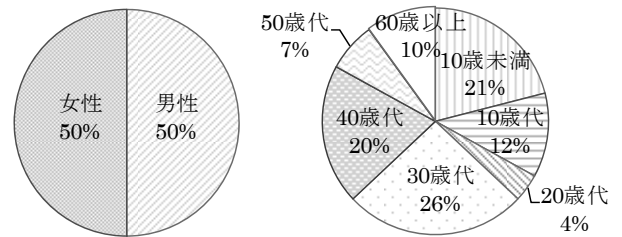


図 1 断熱・気密性能の向上による健康維持効果に関するアンケート調査の回答者属性⁵⁾

表 2 断熱水準の評価基準⁵⁾

地域	サッシ種類	ガラス枚数	断熱水準
温暖地	アルミ	1	昭和 55 年基準
		2	平成 4 年基準
	樹脂	2	平成 11 年基準以上
		3	
	木	2 枚以上	
寒冷地	アルミ	1	無断熱
		2	昭和 55 年
	樹脂	2	平成 4 年基準
		3	平成 11 年基準以上
	木	2 枚以上	

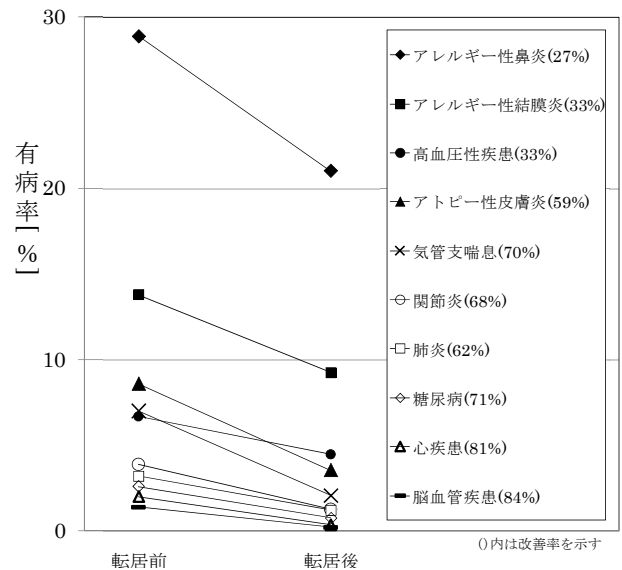


図 2 断熱・気密性能の向上による疾病有病率の変化と改善率⁵⁾

対する改善率 Δp_x [-] として評価した。

$$\Delta p_x = 1 - p_{x(after)} / p_{x(before)} \quad \dots(1)$$

Δp_x : 疾病 x に対する改善率 [-]

$p_{x(before)}$: 疾病 x の転居前の有病率 [-]

$p_{x(after)}$: 疾病 x の転居後の有病率 [-]

図 2 に、転居前 (無断熱、或いは昭和 55 年基準の住宅) と転居

後の住宅（平成 11 年基準を満たす住宅）での各疾病の有病率と(1)式より算出した改善率を示す。その結果、10 の疾病全てにおいて、改善傾向が明らかとなった。

3. 健康維持効果をもたらす NEB の金額換算

前章では、住宅の断熱・気密性能を向上させることで、居住者の有病率が低下することを明らかにした。本章では、この健康維持効果がもたらす NEB を金額換算する。本研究では、アンケートにおける転居前の住宅を一般的な断熱・気密水準（無断熱、もしくは旧基準）であると仮定し、疾病による損失のうち住宅の断熱・気密性能の向上によって損失が軽減される分を、NEB として定義した(図 3)^{注 3)}。ここで、疾病による損失とは、治療の際に個人が負担する医療費と休業による所得損失(以下、所得損失)の合計とした。したがって、高断熱・高気密住宅の健康維持がもたらす NEB は前章で求めた疾病 x に対する改善率 Δp_x [-]を用いて次の(2)式で評価される。

$$NEB = \sum_x \{(m_x + f_x) \times P_x \times \Delta p_x\} \times a \quad \dots(2)$$

NEB:高断熱・高気密住宅の 1 世帯あたりの NEB[円/年・世帯]

m_x :疾病 x の有病による 1 人あたりの医療費[円/年・人]

f_x :疾病 x の有病による 1 人あたりの所得損失[円/年・人]

P_x :疾病 x の有病率[-]

a :1 世帯当たりの構成人数[人/世帯]

(2)式における有病率 P_x [-]は、一般的な断熱水準の住宅における居住者の疾病 x の有病率を表す。本研究ではこれを全国平均の値であると仮定して、総人口に対する有病者数として下記の(3)式で求めた。

$$P_x = r_x / R \quad \dots(3)$$

r_x :国内における疾病 x の有病者数[人]

R :総人口 [人]

また疾病 x による 1 人当たりの医療費 m_x [円/年・人]は、(4)式に示すように疾病 x の治療に要した国内の医療費総額を、国内の有病者数 r_x [人]で除することによって求めた。

$$m_x = M_x / r_x \quad \dots(4)$$

M_x :国内における疾病毎の医療費総額[円/年]

一方、疾病 x による所得損失 f_x [円/年・人]に関しては、下記の(5)式で求めた。国内における疾病 x の延べ診療日数 D_x [日・人/年]を国内の有病者数 r_x [人]で除することによって、患者 1 人当たりに要する診療日数を求めた。更に、診療した日は一切の仕事や休業したと仮定して、これに 1 人 1 日当たりの所得 F [円/日・人]を乗じることで算出した^{注 4)}。

$$f_x = D_x / r_x \times F \quad \dots(5)$$

D_x :国内における疾病 x の延べ診療日数[日・人/年]

F :1 人 1 日当たりの所得[円/日・人]

(3),(4),(5)式を(2)式に代入すると、高断熱・高気密住宅の 1 世帯当たりの NEB [円/年・世帯]は以下の(6)式として求められる。

ただし、 F' は 1 世帯 1 日当たりの所得[円/日・世帯]を表し、世帯全員の『1 人 1 日当たりの所得 F [円/日・人]』の合計値を世帯当

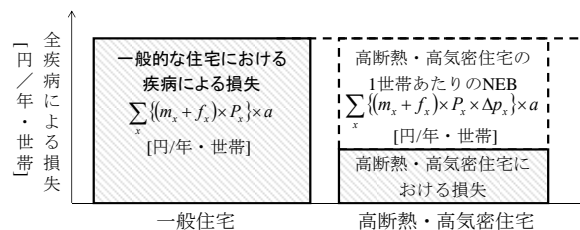


図 3 断熱・気密性能の向上による健康維持がもたらす NEB の算出方法 (一年あたり)

表 3 健康維持効果に関するアンケート調査の疾病項目と社会医療診療行為別調査の中分類との対応

アンケート調査項目	社会医療診療行為別調査の分類
心疾患	虚血性心疾患およびその他心疾患
脳血管疾患	くも膜下出血、脳内出血、脳梗塞、脳動脈硬化(症)、その他の脳血管疾患
高血圧	高血圧性疾患
糖尿病	糖尿病
気管支喘息	ぜん息
アトピー性皮膚炎	皮膚炎及び湿疹
肺炎	肺炎
関節炎	炎症性多発性関節障害
アレルギー性鼻炎	アレルギー性鼻炎
アレルギー性結膜炎	結膜炎

たりの所得とした。

$$NEB = \sum_x \{(M_x / r_x + D_x \times F / r_x) \times (r_x / R) \times \Delta p_x\} \times a$$

$$= \sum_x \{(M_x + D_x \times F) / R \times \Delta p_x\} \times a$$

$$= \sum_x \{(M_x \times a + D_x \times F') / R \times \Delta p_x\} \quad \dots(6)$$

F' :1 世帯 1 日当たりの所得[円/日・世帯]

各パラメーターの引用文献や算出方法について以下に概説し、高断熱・高気密住宅の健康維持がもたらす NEB を算出する。

3-1. 医療費に関わるパラメーターの算出

(1) 疾病毎の医療費総額

国内における疾病毎の医療費総額 M_x [円/年]の算出に当たっては、厚生労働省が発表する「社会医療診療行為別調査」における国内のひと月当たりの医療総点数の数値を使用した¹²⁾。この調査は、各都道府県の社会保険診療報酬支払基金支部、及び国民健康保険団体連合会において審査決定された、全国健康保険協会管掌健康保険、組合管掌健康保険、国民健康保険、後期高齢者医療制度の医科診療及び歯科診療の診療報酬明細書、調剤報酬明細書を対象としている。データは、後述の世帯人数の引用文献との年度による違いを防ぐため、2008 年度値を採用した。このデータは、2008 年度 6 月審査分の一ヶ月間の点数を計上してある^{注 5)}。点数とは診療報酬点数表に基づき、各医療機関が診療費を算出するためのものであり、1 点=10 円として計算され、3 割が自己負担する分となる^{13), 14), 注 6)}。以上から、国内における疾病毎の医療費総額 M_x [円/年]を以下の式で求めた。

$$M_x [\text{円/年}] = MM_x [\text{点/月}] \times 12 [\text{月/年}] \times 10 [\text{円/点}] \times 0.3 [-] \quad \dots(7)$$

MM_x :国内における一月当たりの医療総点数[点/月]

なお、健康維持効果に関するアンケート調査の疾病項目と社会医療診療行為別調査の分類との対応を表3に示す。

(2) 世帯人数

世帯人数 a [人/世帯]は、厚生労働省の発表する「平成20年国民生活基礎調査」から、2008年の世帯当たりの平均世帯員数（世帯を構成する人員の数）の2.63[人/世帯]を引用した¹⁵⁾。

3-2. 所得損失に関わるパラメーターの算出

(1) 疾病毎の延べ診療日数

国内における疾病毎の延べ診療日数 D_x [日/年]の算出においては、前述の「社会医療診療行為別調査」から一月当たりの診療実日数の数値を使用した¹²⁾。診療実日数とは入院では当月中の入院日数を指し、入院外では当月中の外来、往診等で医師の診療を受けた日数を指す。以上のパラメーターから、以下の式に基づき国内における疾病毎の総診療日数 D_x [日/年]を求めた。

$$D_x[\text{日/年}] = MD_x[\text{日/月}] \times 12[\text{月/年}] \quad \dots(8)$$

MD_x : 国内におけるひと月当たりの総診療実日数[日/月]

(2) 世帯一日当たりの所得

1世帯1日当たりの所得 F [円/日・世帯]は厚生労働省の発表する「平成20年国民生活基礎調査」から引用した¹⁵⁾。所得額により、休業の損失には幅が生じるため、所得の階級（低所得、中所得、高所得）毎の平均値を使用した。それぞれ287.6、449.6、666.8[万円/年・世帯]を引用し、これを365[日]で除することで、1世帯1日当たりの所得 F [円/日・世帯]を求めた。

3-3. 断熱・気密性能向上によるNEBの算出

(1) 総人口

総人口 R [人]は、厚生労働省の発表する「平成20年人口動態調査」から、2008年度時点における、人口125,947[千人]を使用した¹⁶⁾。

(2) 高断熱・高気密住宅に居住する1世帯あたりのNEBの算出

以上より求めた値を(6)式に代入して、高断熱・高気密住宅に居住する1世帯あたりのNEB[円/年・世帯]を算出した。この算出結果の一例として高血圧疾患の算出方法と使用した値を表4に示し、便益を疾病ごとに分けて図4に示す。住宅の断熱・気密性能向上によって心疾患、脳血管疾患が改善されることによる便益が大きいこと

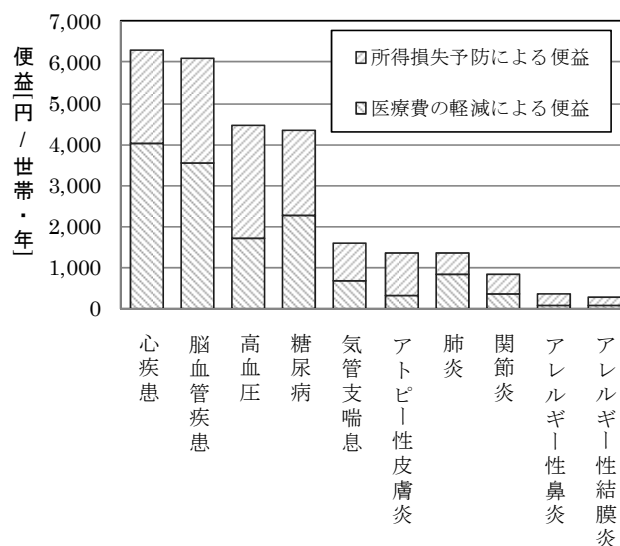


図4 高断熱・高気密住宅の疾病予防による便益(中所得世帯の場合)。

がわかる。(6)式の結果として、高断熱・高気密住宅がもたらすNEBは、中所得世帯で年間約27,000[円/年・世帯]あることが明らかになった。この結果では3-1-(1)において、自己負担率を3割として医療費を求めているが、行政の負担は課税により結局各世帯に帰すると捉え、社会的な負担も加味すると、59,000[円/年・世帯]の便益をもたらすことになる。国内の1世帯当たりの年間医療費は約67[万円/年・世帯]であり、高断熱・高気密住宅がもたらす健康維持の便益はその一割程度に値することが明らかになった^{17), 注7)}。この便益を考慮することで、住宅の断熱・気密性能向上の投資回収年数がどの程度短縮されるかについて次章で考察する。

4. 健康維持がもたらすNEBを考慮した投資回収年数の評価

経済性を図る尺度として、断熱・気密性能を向上させるための初期投資の回収に要する期間を考察した。ここでは、高断熱・高気密住宅の投資回収年数は、初期投資にEB(光熱費削減)と健康維持がもたらすNEBの積算値が達するまでに要する年数とし、以下の(9)式で定義した。

$$PY = \frac{IC}{(EB + NEB)} \quad \dots(9)$$

表4 予防便益の算出方法(高血圧性疾患の場合)

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 $M_{\text{高血圧}}$ [円/年]	厚生労働省「平成20年社会医療診療行為別調査」	$M_x[\text{円/年}] = MM_x[\text{点/月}] \times 12[\text{月/年}] \times 10[\text{円/点}] \times 0.3[-]$	6.8×10^8
世帯当たりの構成人数 a [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 $D_{\text{高血圧}}$ [日・人/年]	厚生労働省「平成20年社会医療診療行為別調査」	$D_x[\text{日/年}] = MD_x[\text{日/月}] \times 12[\text{月/年}]$	7.1×10^6
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 $\Delta p_{\text{高血圧}}$ [-]	アンケート結果	$\Delta p_x = 1 - p_{\text{高血圧(after)}} / p_{\text{高血圧(before)}}$	33%
高血圧予防による便益[円/世帯・年]		$\{(M_{\text{高血圧}} \times a + D_{\text{高血圧}} \times F') / R \times \Delta p_{\text{高血圧}}\}$	4,500

PY: 投資回収年数[年]

IC:断熱・気密性能の向上のための初期投資[円/世帯]

(9)式における断熱・気密性能向上のための初期投資とEBの数値を求める方法を以下に示す。ケーススタディの対象として「建築学会標準問題モデル」に居住する平均的規模の世帯を想定した^{18),注8)}。

4-1. 断熱・気密性能向上のための初期投資費用

平成11年基準の高断熱・高気密化への初期投資費用は、新築戸建住宅については平成11年基準の断熱・気密住宅と一般的な住宅の差額100[万円/戸]とし、既存の改修については一般的な住宅を断熱改修するための費用200[万円/戸]とした¹⁹⁾。

4-2. 断熱・気密性能向上によるEB

住宅の断熱・気密性能の向上による暖冷房負荷削減効果を算定するために、著者らは住宅用熱負荷計算プログラム「SMASH」を用いて、IV地域(東京など)を対象として建築学会標準住宅モデル(戸建住宅)における熱負荷計算を行った^{18),20),21)}。対象とする住宅が無断熱の場合と平成11年基準を満たす場合での暖冷房負荷を算出し、暖冷房負荷の削減分にエネルギー種別家庭用暖冷房エネルギー消費内訳、暖冷房器具の機器効率を考慮し、エネルギー種別ごとの暖冷房エネルギー消費量に換算し、これに2008年度のエネルギー源別小口、小売価格を乗じ、暖冷房費削減額を求めた^{21),22)}。結果、年間一住居当たりのEBは約35,000[円/年・世帯]であることが示された。

4-3. 高断熱・高気密住宅の健康維持がもたらすNEBを考慮した投資回収年数

高断熱・高気密住宅の健康維持がもたらすNEBを考慮して、高断熱・高気密住宅の投資回収年数を評価する。ここでは、アンケートの回答で得られた改善率は、新しい住宅に転居したことによるその他(広さ、デザイン等)の影響も受けている可能性があり、断熱・気密性能向上の影響だけでは断言できないため、不確実性を考えて影響量に幅を持たせ、受ける影響を小(改善率の影響が半分)～大(改善率の影響2倍)まで変化するとした。さらに、所得及び断熱・気密性能の向上による各種疾病の有病の改善率に関して、表5に示す3ケースについて、算出条件(i.新築か改修か、ii.割引率の考慮)を変えて計12ケースで評価を実施した。

まずは便益について割引率を考慮せず、単純積算型となるとして、図5、表6に断熱・気密性能の向上による便益の積算値と投資回収年数の関係を示す。図中の実線は、EBのみを考慮した場合と、NEBを考慮した場合のCase1(中所得世帯、アンケート結果の改善率を採用)の結果である。EBのみを考慮した際の断熱・気密性能向上に対する投資回収年数は約29年であるのに対して、健康維持がもたらすNEBを考慮することで投資回収年数は16年に短縮されることが示された。さらに、Case2(高所得世帯、アンケート結果の2倍の改善率を採用)では12年にまで短縮され、Case3(低所得世帯、アンケート結果の半分の改善率を採用)でも22年で投資回収が可能となる。医療費の自己負担分以外の社会的な負担も加味した場合、図5に示す点線のように、中所得世帯のケースにおいても約11年での投資回収が可能であることが示された。

表5 健康維持による投資回収年数におけるケース設定

	Case1	Case2	Case3
所得	中所得世帯	高所得世帯	低所得世帯
想定した改善率(Δ _{PK} の倍率)	中(1倍)	大(2倍)	小(半分)

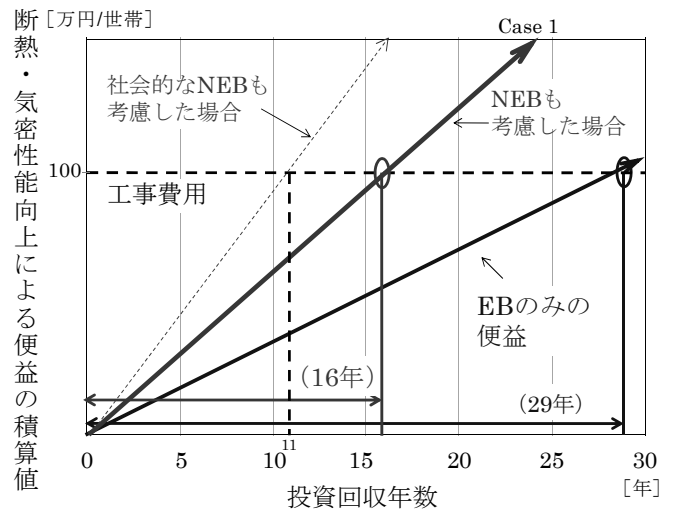


図5 健康維持がもたらすNEBを考慮した高断熱・高気密住宅の投資回収年数(新築の場合)

表6 断熱・気密性能の向上がもたらす便益と投資回収年数

投資回収年数(単純積算型の場合)	EBのみを考慮	EBとNEBを考慮			
		Case 1	Case 2	Case 3	
便益[円/年・世帯]	35,000	62,000	84,000	46,000	
投資回収年数[年]	新築	29	16	12	22
	改修	58	32	24	44

表7 断熱・気密性能の向上がもたらす便益と投資回収年数

投資回収年数(割引率を考慮した場合)	EBのみを考慮	EBとNEBを考慮			
		Case 1	Case 2	Case 3	
投資回収年数[年]	新築	*	27	20	53
	改修	*	*	81	*

次に、将来の便益を現在価値に置き換えた場合の投資回収年数についても検討を行った。割引率には、国債等の実質利回りを参考値として4%と設定した(表7)²³⁾。この4%という値は、一般的に資本機会費用から設定する。機会費用とは、その他の投資先で最も高い収益の得られる選択肢として定義される。そのため、一般的に国債の利率が使用されている。具体的には、新築の場合、EBのみでは投資回収が困難となるが、健康維持がもたらすNEBを考慮することで、Case1(中所得世帯、アンケート結果の改善率を採用)では27年で投資回収ができることが示された。一方、改修の場合は、社会的割引率の考慮をすると、全てのケースで投資回収が困難であることも示された。

以上から、新築の場合はNEBを考慮することによって、従来のEBのみを考慮した際の評価よりも、断熱・気密性能の投資価値は遥かに高く評価された。改修の場合でも、割引率を考慮しなければ、約30年で投資回収が可能となり得ることが示された。

5. まとめ

(1) 高断熱・高気密化による健康維持がもたらすNEBを考慮することは、住宅の断熱・気密性能向上への投資を促す大きなインセンテ

イプを与えることを明らかにした。

- (2) 住宅の高断熱・高気密化に伴う疾病予防により、医療費の軽減や休業による所得低下を回避することができ、中所得世帯では年間約 27,000 [円/(人・年)]の便益が生じることが明らかになった。
- (3) 住宅の断熱・気密性能の向上による健康維持がもたらす NEB を考慮することで、高断熱・高気密住宅の投資回収年数は約 29 年から約 16 年に短縮される。ここでは、医療費の自己負担分（全体の 3 割）しか考慮していないが、行政の負担分（全体の 7 割）を考慮すれば、投資回収年はさらに短縮される。住宅高断熱・高気密化により総医療費が低下することは、社会全体への利益になるとともに保険料、税金の減額を通して個々人に還元される。このような社会における便益を評価することが今後の研究課題となる。
- (4) NEB を算出する際に疾病の有病率は全国平均値を用いたが、年齢、地域により疾病の改善率、損失が大きく異なると考えられるため、今後、年齢、地域などの属性を基に便益の算出を細分化していく必要がある。
- (5) 心筋梗塞などの重大な疾病による、生産性の低下や労働人口減少は評価に含めていないため、過小評価している可能性がある。そのため、今後、死亡を予防する効果についても考慮した NEB の算出について検討していく予定である。
- (6) 風邪などの軽度な疾病による生産性の低下については考慮できていない。生産性の低下に関しては、今後、勤労者に対するアンケート調査を計画しており、住宅の断熱・気密性能の向上による健康維持がもたらす NEB について、勤労者の休業だけではなく業務の生産性に与える影響を定量化していく予定である。
- (7) 本研究においては、新築戸建住宅への転居者を対象としてアンケート調査を実施したが、今後は新築集合住宅への転居者や既存住宅の改修を行った人へのアンケート調査も実施し、これらの住宅での健康維持効果も踏まえた評価を実施する予定である。
- (8) アンケート調査を通して、健康維持以外にも防音・遮音性の向上などの NEB が高断熱・高気密住宅には存在することがわかった。これら健康維持以外の NEB も定量化することで、住宅高断熱・高気密化への投資のインセンティブがさらに大きくなると期待される。

謝辞

本研究は、国土交通省に設置されている「健康維持増進住宅研究委員会(村上周三委員長)」ならびに民間企業等により構成される「健康維持増進住宅研究コンソーシアム(村上周三会長)」の活動の一環として実施したものである。調査の実施にあたっては、「NPO 法人シックハウスを考える会(上原裕之理事長)」の協力を得た。ここに記して関係者各位に深甚の謝意を表す。

注

- 注 1) 有病とはある一時点における疾病にかかっていることを指す。アンケートにおいては、転居前後のある時点での疾病の有無を聞いているため、本研究では有病という表現を使用している。
- 注 2) 「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断と基準」及び「同設計及び施工の指針」1999'3 改正告示を参照。
- 注 3) 断熱水準別の新築戸建住宅の着工状況を鑑みると基本的に大半が無断熱、もしくは昭和 55 年基準相当の断熱水準と想定される。
- 注 4) 年次有給休暇はないものとして想定。

- 注 5) 統計データにおいては、6 月時点のものしか存在しなかったため、月変化はないものとして評価。
- 注 6) 高齢者に関しては自己負担 1 割であるが、本研究では一律 3 割とした。
- 注 7) 2008 年度の一人当たり医療費に世帯人数を乗じて求めた。この医療費は高断熱・高気密住宅で予防できる疾病以外も含む。
- 注 8) 東京に建つ 155m² の戸建を想定。

参考文献

- 1) 江口里佳, 伊香賀俊治, 村上周三, 水石仁: 健康維持便益を考慮した住宅の断熱・気密化の投資評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1397-1398, 2010.9
- 2) Rika EGUCHI, Toshiharu IKAGA, Shuzo MURAKAMI, Kumi OKUMURA: Evaluating Return on Investment in Thermal Insulation for Houses Considering Non-Energy Benefits of Health and Well-Being, 9th EcoBalance manuscript, p.371-374, 2010.11
- 3) 江口里佳, 伊香賀俊治, 奥村公美: 循環器疾患および入浴事故発生率の予測モデルによる断熱・気密住宅の評価, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 2 号, pp.1415-1418, 2010.9
- 4) 村上周三: 居住環境改善による健康維持増進の評価と実証(特集 健康維持増進住宅の研究), IBEC, p.2-5, 2010.9
- 5) 断熱性能と健康, 日本建築学会環境工学本委員会熱環境運営委員会第 40 回 熱シンポジウム, pp.25-28, 2010.10
- 6) Philippa Howden-Chapman, Anna Matheson, Julian Crane, Helen Viggers, Malcolm Cunningham, Tony Blakely, Chris Cunningham, Alistair Woodward, Kay Saville-Smith, Des O'Dea, Martin Kennedy, Michael Baker, Nick Waipara, Ralph Chapman, Gabrielle Davie: Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community, BMJ, doi:10.1136/bmj.39070.573032.80, 2007.2
- 7) 健康維持増進住宅研究委員会 第 5 回 健康影響低減部会 活動報告, 国土交通省住宅局 健康維持増進住宅研究委員会, 2010.3.24
- 8) 吉野博, 長谷川兼一: 高断熱高気密住宅における熱環境特性と居住者の健康に関する調査, 日本建築学会計画系論文報告集, pp.13-19, 1998.5
- 9) 長谷川兼一, 吉野博, 石川善美: 東北地方を中心とした高断熱高気密住宅の健康性と熱空気環境に関する冬期アンケート調査, 日本建築学会学術講演梗概集(東北), pp. 179-180, 1995.7
- 10) 羽山広文, 釜澤由紀, 菊田弘輝: 人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究, その 3, 脳血管疾患と心疾患について, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(山口), pp.1419-1422, 2010.9
- 11) 羽山広文, 釜澤由紀: 住環境が死亡原因に与える影響 その 1 気象条件・死亡場所と死亡率の関係, 日本公衆衛生学会総会抄録集, pp.234, 2009.11
- 12) 平成 20 年社会医療診療行為別調査, 厚生労働省, 2008
- 13) 厚生労働省告示第五十九号 診療報酬の算定方法, 厚生労働省, 2008.3
- 14) 厚生労働省保険局保険課発表資料, 厚生労働省, 2003
- 15) 平成 20 年国民生活基礎調査, 厚生労働省, 2008
- 16) 平成 20 年人口動態調査, 厚生労働省, 2008
- 17) 平成 21 年医療費の動向, 厚生労働省保険局調査課, 2009
- 18) 宇田川光弘: 標準問題の提案—住宅用標準問題—, 日本建築学会第 15 回熱シンポジウムテキスト, pp.23-33, 1985
- 19) 温室効果ガス排出量 2020 年 25%削減目標達成に向けた AIM モデルによる分析結果, 地球温暖化問題に関する閣僚委員会 タスクフォース会合 2010 年大会資料, (独)国立環境研究所 AIM プロジェクトチーム, 2010.11
- 20) SMASH for Windows Ver.2—住宅用熱負荷計算プログラム—, (財)建築環境・省エネルギー機構, 2000
- 21) 水石仁, 村上周三, 伊香賀俊治: フロン漏洩を考慮した住宅断熱の LCCO₂ 評価—住宅の断熱強化による温室効果ガス削減に関する研究—, 日本建築学会 環境系論文, 第 579 号, pp.89-96, 2004.5
- 22) エネルギー・経済統計要覧(財)日本エネルギー経済研究所, 2010
- 23) 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針の策定について, 国土交通省, 2004.2.6

(2010 年 12 月 10 日原稿受理, 2011 年 4 月 26 日採用決定)