

厚生労働行政推進調査事業費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
分担研究報告書

住宅環境改善の健康状態に関する効果の検証

省エネルギー法の普及に伴う室内温熱環境の改善効果推定のための明け方最低室温の推計

研究分担者 長谷川 兼一 秋田県立大学 システム科学技術学部 教授

研究分担者 桑沢 保夫 建築研究所 環境研究グループ 環境研究グループ長

研究要旨

本研究では、統計データを組み合わせて、住宅ストックの断熱性能の地域分布を推定する手法の構築を目指している。断熱性能が高い住宅ストックが増加すれば、それに伴う室内温熱環境を始めとする室内環境の質の向上と健康増進効果に期待できる。

本年度は、昨年度までに得られた都道府県別の 2050 年までの断熱水準(断熱等級 1~4)の割合を用いて、都道府県別の暴露環境の水準を定量化した。ここでは、断熱等級に見合った温熱環境を評価するために、明け方の室温の低下に着目し、明け方の室温を 2 月の午前 6 時の室温とし、深夜 0 時の時点で 25℃の室内が暖房停止後の室温低下の度合いで評価した。その結果、外気温や断熱等級の分布により、明け方の室温には地域差が確認できた。このような地域性は当然、温熱環境の質にも影響するため居住者の健康リスクにも大きく作用することになる。また、現状趨勢において断熱化による温熱環境の改善効果は確認できたが、その発現は緩やかであり、現時点から室温が有意に上昇するには 15 年の期間を有し、WHO が提唱している 18℃以上を維持するには至っていないことがわかった。

A. 研究目的

本研究の目的は、省エネルギー法の普及に伴う室内温熱環境の改善による健康リスクの変化を定量的に評価するための手法を構築することである。断熱性能が高い住宅が普及すれば、それに伴う室内温熱環境を始めとする室内環境の質の向上と健康増進効果が期待でき、健康リスクの低下にも寄与できるといえる。

本研究では、以下の 3 点に注目した分析を行った。①総務省が提供している住宅土地統計調査より得られるデータを用いて、住宅の断熱性能を代表する窓構成の地域性を確認、②統計データを組み合わせて将来の住宅ストックの断熱性能の地域分布を推計する手法を用いて、2050 年までの断熱水準の割合を推計、③断熱等級に見合った温熱環境を評価するため、明け方の室温の低下に着目して都道府県別の暴露環境の水準を定量化。

ここで提案する手法は、長谷川ら¹⁾が作成している住宅のエネルギー消費量の将来推計のためのマクロモデルに組み込まれているプロトコールの一部である。公表されている統計データを用いて、都道府県別の家族類型別世帯数と断熱水準別住宅シェアの将来推計を行うことができる。さらに、その結果を用いて温熱環境の改善効果を評価する。

B. 明け方最低室温の推計方法

B1. 家族類型別世帯数の推計

家族類型の分類は、国立社会保障・人口問題研究所の世帯数推計データに準拠した分類に加え、今後の高齢化の影響を予測する目的から、高齢世帯と高齢世帯以外の違いが検討できる分類として、①高齢単独世帯・②その他単独世帯・③高齢夫婦世帯・④その他夫婦世帯・⑤夫婦と子から成る世

帯・⑥ひとり親と子から成る世帯・⑦その他の一般世帯の7家族類型に分類した。

図1に家族類型別世帯数の計算フローを示す。2015年までを国勢調査の統計値²⁾、2040年までを国立社会保障・人口問題研究所の推計値³⁾を用いた。2050年までは2020年から2040年の人口問題研究所による推計値を対数近似し、推計する年代を代入して独自推計した。

推計は以下のように行った。①2020～2040年の平均世帯人員の推移を対数近似して2050年までの平均世帯人員を算出する。②2020～2040年の各都道府県の人口比率の推移を対数近似して2050年までの人口比率を算出し、全国の総人口に乗じて各都道府県の総人口を算出する。③各都道府県の総人口を平均世帯人員で除すことで一般世帯総数を算出する。④2020～2040年の家族類型別世帯数の割合を対数近似して割合を算出し、2050年までの各年の一般世帯総数に乗じて家族類型別世帯数を算出する。

B2. 断熱水準別住宅シェアの推計

図2に推計フローを示す。断熱水準は無断熱、1980年基準、1992年基準、1999年基準とし、外岡らの手法⁴⁾をもとに、各年における着工住宅に占める断熱水準別のシェアから戸数を想定し、1990年時点の断熱水準別の住宅ストック戸数をベースに、断熱水準別の着工戸数を積み上げることにより、各年における住宅ストックに占める断熱水準別住宅数を住戸形態別(戸建住宅、RC造集合住宅、木造集合住宅)に推計する。

推計を以下のように行った。①5年ごとのデータである家族類型別世帯数を直線補完し、各年の世帯数を推計した上で住戸形態別割合^{注1)}を乗じることにより各年の住戸形態別ストック住宅戸数を推計する。②1990年から2020年までの着工数は、住宅新築着工統計より、戸建、長屋、共同住宅の新設住宅戸数を用いた。2019年以降は前年のストック戸数から解体戸数を減じた戸数と当該年ストック戸数との差をその年の着工数とする。③1990年から2018年までの解体戸数は前年のストック戸数に着工数を加えた戸数と当該年ストック戸数と

の差をその年の解体数とする。2019年以降は、それまでの解体戸数から住戸形態別の解体比率^{注2)}を求め、前年のストック戸数に乗じて推計する。④1990年から2020年までの断熱水準別の着工住宅戸数は、住宅性能表示・評価協会による建設住宅性能評価書(新築)データに示されている断熱等級の割合を利用した。また、2020年以降の着工住宅は全て1999年基準とした。⑤1990年の住宅ストックに占める断熱水準別シェアを鈴木ら⁵⁾の調査データを引用して、各都道府県に割り付けた。①から⑤のデータをもとに、1990年の住宅戸数に各年の断熱水準別の住宅戸数を積み上げ、無断熱の住宅から解体されていくものとして2050年までの断熱水準別住宅戸数を推計する。

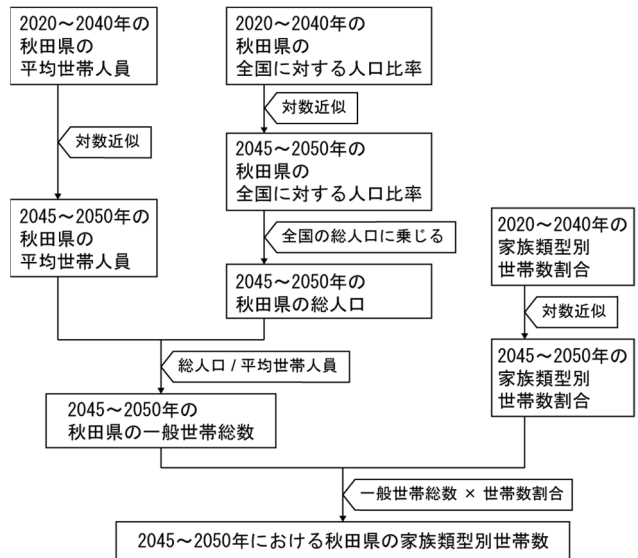


図1 家族類型別世帯数の計算フロー(秋田県の例)

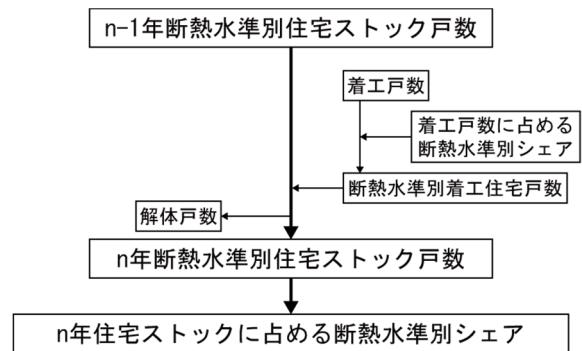


図2 断熱水準別シェア推計フロー

B3. 明け方の室温の算出

断熱等級に見合った温熱環境を評価するために、明け方の室温の低下に着目する。本研究では、明け方の室温を2月の午前6時の室温とし、深夜0時の時点で25°Cの室内が暖房停止後の室温低下の度合いで評価する。

室温の低下は、(1)式で表現することができる。

$$\theta_i = \theta_0 + \frac{H}{KS} e^{-\delta t} \quad (1)$$

室温変動率 δ は別途算出する必要があるため、AIJ 標準問題の戸建住宅モデルを用いて数値実験し、松尾の盧波法により求めた。数値実験の例を図3に示す。詳細は説明しないが、暖房時間帯に等級4の方が温度上昇の程度が高く、断熱性能が高いことが明らかである。このような実験データにより、温度変動率 δ を同定することができる。

図4に各断熱等級の室温低下の結果の例(秋田市)を示す。等級4であれば、暖房停止後に10°C程度の室温低下に抑えることができる。

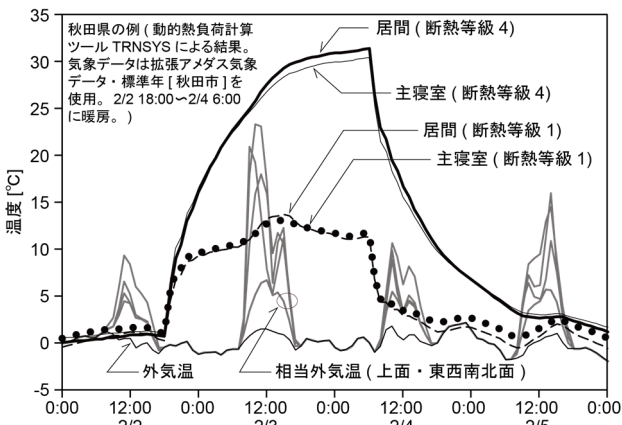


図3 数値実験による室温変動の計算結果

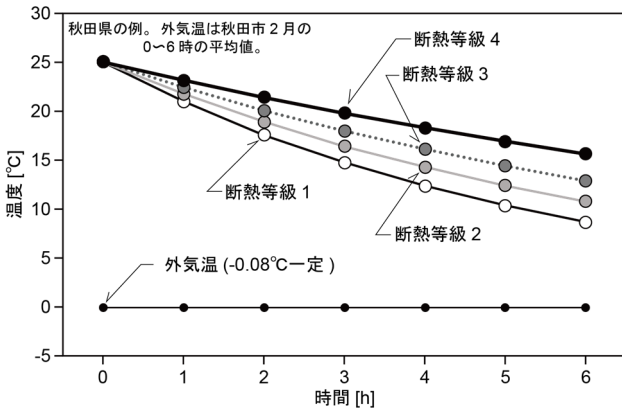


図4 断熱等級毎の室温低下の計算結果

C. 窓構成の地域性

図5に、平成30年における都道府県別の住宅の窓構成の割合を示す。「二重以上のサッシ又は複層ガラス」の使用は、住宅の断熱性能との関連性が深いと考えられる。よって、全ての窓に使用されていれば、一定以上の断熱性能が確保されているといえるが、いわゆる「内窓」も含まれるため、省エネルギー基準に適合している訳ではないことに留意する必要がある。

図を見ると、寒冷的な地域ほど、窓の複層化の割合が高いことが確認できる。特に、北海道では、全ての窓への適用が60%に達し、東北地方では、20%以上となっている。一方で、関東以南の温暖な地域においては、10%前後にとどまっている。住宅の基本性能として断熱性能を向上させることが重要であるが、その効果を健康リスク低減の観点から評価することは意義あることである。

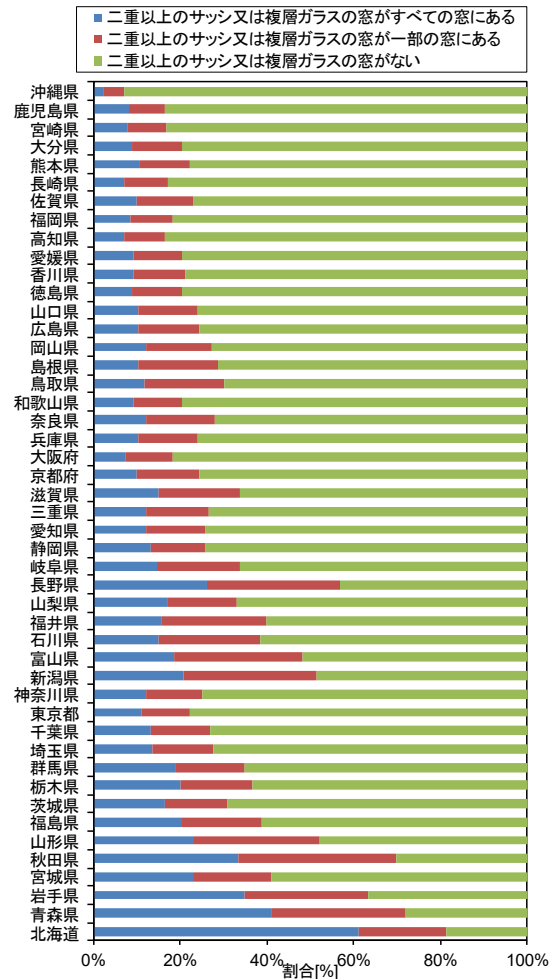


図5 都道府県別の窓構成の割合

D. 明け方最低室温の推計結果

D1. 家族類型別世帯数の推計結果

推計結果の例として、図 6 に全国の結果を示す。今後、世帯数は 2025 年に最も多く 54,116,084 世帯となり、その後徐々に減少していく。2050 年の世帯数は 48,413,573 世帯になる結果となった。家族類型別にみると、高齢単独世帯は、2050 年の 9,635,667 世帯となるまで増加を続ける一方、その他単独（高齢単独以外）が減少する。また、高齢夫婦についても 2050 年まで増加傾向にあり、我が国の高齢化を反映していると考えられる。家族類型別には夫婦と子の割合が最も高いが、減少傾向にあり、若年世帯は全体的に減少することが見て取れる。

D2. 断熱水準別住宅ストックの推計結果

図 7 に全国の断熱水準別住宅ストック戸数の推移を戸建住宅について示す。

戸建住宅では 2010 年において住宅ストックのうち、等級 1 が 38.9%、等級 2 が 34.8% を占めている。2010 年以降、等級 1 の住宅が解体されて、高い等級を有する断熱住宅が占める割合が増加し、2030 年には等級 4 が 32.4% となる。さらに、2050 年には半数のストックが等級 4 以上の住宅に置き換わることになる。

このような推計を 47 都道府県別に実施した。住宅ストックの断熱水準割合には地域性が明確に現れている。戸建住宅を例にすると、宮城県では 2030 年時点で等級 4 が 41.3%、2050 年では 74.0% であるのに対し、同じ東北地方に位置する秋田県では、2030 年で 25.3%、2050 年で 39.2% に留まっている。このような地域性は当然、温熱環境の質にも影響し、それに暴露される居住者の健康リスクにも大きく作用することになる。

D3. 明け方の室温の将来推計

図 3 と図 4 の計算を都道府県別に実施し、断熱等級の割合で重み付けした平均値を代表値とした。2030 年と 2050 年時点での明け方の室温をマップとして図 8、図 9 に示す。外気温や断熱等級の分

布により、明け方の室温には地域差が確認でき、山形県や長野県の室温が相対的に低い。

図 10 に各年における都道府県の室温分布を示す。断熱等級 4 の割合が高くなるため、全国の明け方の室温は上昇傾向にある。現時点から室温が有意に上昇するには 15 年の期間を有し、何らかの政策介入がなければ早期の温熱環境の改善は見込めない可能性が指摘できる。

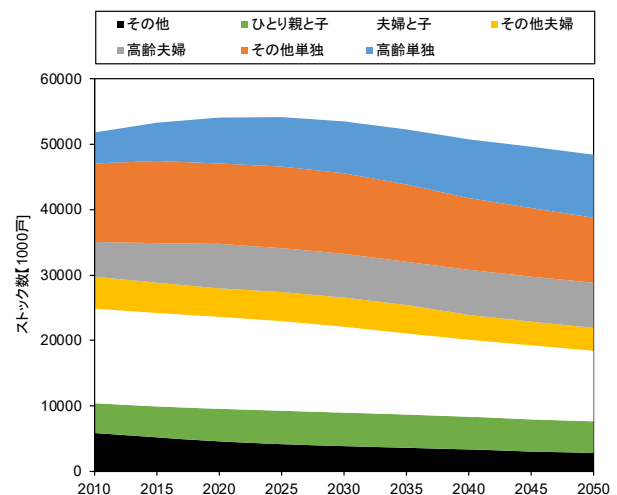


図 6 家族類型別世帯数の推移(全国)

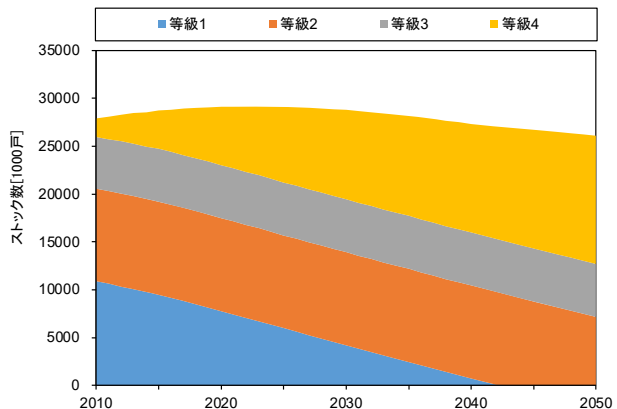


図 7 断熱水準別住宅ストック戸数の推移
(戸建住宅・全国)

E. まとめ

本研究では、住宅ストックの断熱性能を推計する手法を構築し、都道府県別の 2050 年までの断熱水準の割合を推計した。さらに、断熱等級に見合った温熱環境を評価するため、明け方の室温の

低下に着目して都道府県別の温熱環境の水準を定量化した。現状趨勢において断熱化による温熱環境の改善効果は確認できたが、その発現は緩やかであるとともに、WHO が提唱している 18℃以上を維持するには至っていないことがわかった。

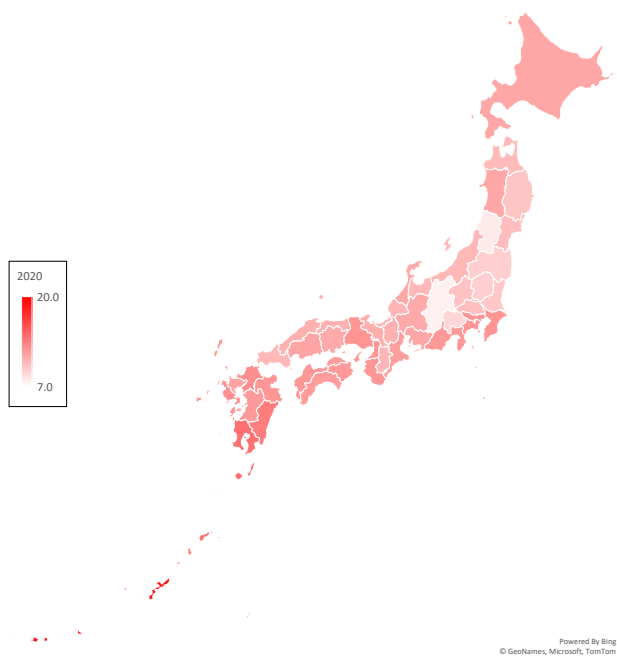


図 8 明け方 6 時の居間温度の都道府県平均値
(2030 年、戸建住宅)

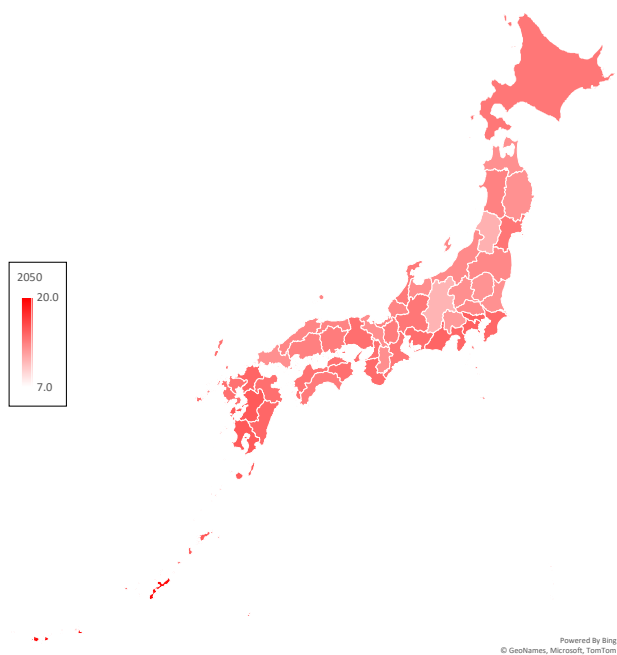


図 9 明け方 6 時の居間温度の都道府県平均値
(2050 年、戸建住宅)

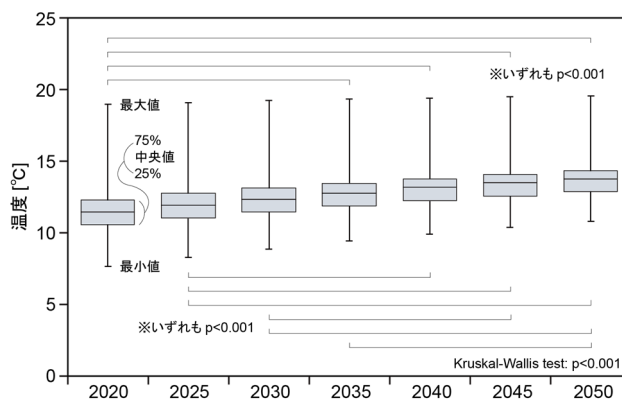


図 10 明け方 6 時の居間温度の将来推計

<注釈>

- 注 1) 平成 30 年度住宅・土地統計調査の統計値の各都道府県の値を用いた。
- 注 2) 1991 年から 2020 年までのストック戸数に占める解体戸数の割合をもとに戸建住宅、RC 造集合住宅、木造集合住宅に対して、各都道府県の値を算出した。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 長谷川兼一：ストック住宅の断熱水準の向上に伴う温熱環境改善に関する将来推計, 室内環境学会学術大会講演要旨集, pp.274-275, 2022 年 11 月.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) 長谷川兼一, 松本真一, 細淵勇人, 秋田県を対象とした住宅内エネルギー消費量の将来推計, 日本建築学会技術報告集, 第 25 卷, 第 59 号, pp.267-270, 2019.2.
- 2) 総務省, 平成 27 年度 国勢調査, <https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/index.html>
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所, 日本の世帯数将来推計, <http://www.ipss.go.jp/pp-pjsetai/j/hpjp2019/t-page.asp>
- 4) 深澤大樹, 外岡豊, 伊香賀俊治, 三浦秀一, 小池万里, 住宅内のエネルギー消費量の都道府県別将来推計に関する研究(その 4) 都道府県別住宅断熱水準, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.401-402, 2004 年 8 月.
- 5) 小坂信二, 坂口敦子, 砂川雅彦, 小浦孝次, 鈴木大隆: 既存住宅の建設年次別ストックと断熱水準に関する推定 その 2 既存住宅の断熱水準の推定, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学Ⅱ, pp.323-324, 2011 年 8 月.