

厚生労働科学研究費補助金（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

予防・健康づくりのための住宅環境整備のための研究
省エネ区分と高齢者の死亡状況、医療費の関係

研究分担者	森 太郎	北海道大学	大学院工学研究院	教授
研究協力者	大沢 飛智	北海道大学	建築環境学研究室	助教
研究協力者	青山 恭子	北海道大学	建築環境学研究室	大学院生

研究要旨

本研究では人口動態統計死亡表と後期高齢者医療費に関して、省エネルギー区分/年齢層/都市の規模/死因/死亡場所の観点から分析を行った。散布図の傾向や死亡感度、後期高齢者医療費を用いた線形回帰分析の結果では、省エネルギー区分の地域番号が大きくなるほど低い外気温の影響を受けやすく、また医療費も増大することが分かった。

A. 研究目的

近年、室内環境と健康の関係について注目が集まりつつある。WHOの住宅と健康に関する新たなガイドライン¹⁾では、住宅の寒さは居住者の高血圧と関連があり、心疾患、呼吸器疾患は冬季の最低室温を18℃以上にすることで疾患の罹患・死亡リスクを下げると報告されている。また、心疾患と脳血管疾患、呼吸器疾患は室温、外気温などの気象条件の変化によって心拍数や血圧などに影響していると考えられている。平成28年公表NHK放送文化国民生活時間調査報告書²⁾の結果によれば日本人は平日では一日の半分以上の時間を、日曜には1日の70%以上の時間を住宅内で過ごしており、国民の健康のために良好な住環境を創ることは極めて重要な課題である。この課題の解決のためには各地域における冬季のライフスタイルや住宅の断熱性能を改善し、住環境の新たな基準を考えていく必要がある。

本研究では人口動態統計死亡票³⁾を用いて、外気温と死亡の因果関係を省エネルギー区分、都市の規模、年齢層、死亡場所、疾病をパラメータとして分析することにより各地域における外気温と死亡の因果関係を明確にした。また、医療費と地域の関連性についても分析を行った。これらの

結果から、冬季の暖房や住宅における断熱性能、省エネルギーの観点で健康と住環境の関係性について考察し、健康で安全な都市計画の指標となることを目的とした。

B. 研究方法

B1. 分析対象

厚生労働省から得た1972～2015年の人口動態統計死亡票³⁾、気象庁の気象統計情報から得たアメダス気象データ⁴⁾を用いて分析を行った。国土交通省が制定した建築物省エネ法⁵⁾では日本の市区町村をⅠ～Ⅷの省エネルギー区分に分け、それぞれに外皮平均熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、冷房期の平均日射熱取得率 $[-]$ の基準値が与えられている。省エネ基準とは、建築物が備えるべき省エネ性能の確保のために必要な建築物の構造及び設備に関する基準であり、一次エネルギー消費量基準と外皮基準からなる。それぞれの地域の基準を表1に示す。いずれも、地域区分別に規定されており基準値以下となる必要がある。

表 1 省エネ基準

地域区分	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
U_A [W/(㎡・K)]	0.46	0.46	0.56	0.75	0.87	0.87	0.87	-
η_{AC} [-]	-	-	-	-	3.0	2.8	2.7	6.7

B2. データの構築方法

既往研究⁶⁾を参考にデータの構築を行った。構築したデータの内容を表 2 に示す。人口動態統計死亡票³⁾から、死亡時期/住居の所在地/生年月日/年齢/性別/死因の情報を得た。住居の所在地と省エネルギー区分の I～VIII 地域の情報を紐づけるために、市区町村コード⁷⁾を利用した。市区町村コードとは総務省が導入した、日本の地方公共団体に数字 5 桁(または 6 桁)を与えた統計処理用のコードである。また、QGIS⁸⁾を利用して市区町村コードの位置情報とアメダス観測所の位置情報をもとに、市区町村コードに最も近いアメダス観測所を求めたのち、市町村コードとアメダス観測所番号を元に気象データのマッチングを行った。

表 2 データの構築方法

データ項目	分類
省エネルギー区分	I～VIII 地域
年齢層	1 : 65歳未満 2 : 65歳以上75歳未満 3 : 75歳以上85歳未満 4 : 85歳以上
都市の規模	1 : 政令指定都市 2 : 中核都市 3 : 田舎
死因	1 : 循環器疾患 2 : 呼吸器疾患 3 : その他の疾患
死亡場所	1 : 非住宅 2 : 住宅

C. 研究と考察

C1. 外気温と死亡割合の関係

構築したデータをもとに、対象者の死亡年・死亡月と死亡数を抽出し、死亡割合を算出した。以下は死亡割合の算出式である。ここで、 DR は死亡割合[-]、 DY は対象者が死亡した年における対象者が所属する群の総死亡数[人]、 DM は対象者

が死亡した月としたおける対象者が所属する群の総死亡数[人]とした。

$$D_R = \frac{D_M}{D_Y} \quad (1)$$

また、以下は死亡者重みづけ外気温の算出式である。死亡者重みづけ外気温は対象群に含まれる死亡者の死亡当日平均外気温を平均したものである。ここで、 θ [°C]を死亡者重みづけ外気温、その月に死亡した対象群に含まれる人数を N [人]、その月に死亡した人に紐づいた死亡当日平均外気温を θ_i [°C]とした。

$$\theta = \frac{\sum \theta_i}{N} \quad (2)$$

項目ごとに死亡率割合を算出し、死亡率を縦軸、死亡者重みづけ外気温を横軸にとり、散布図を利用して分析を行った。

C2. 死亡感度の定義

本研究では外気温の 10% タイル値と 90% タイル値における近似曲線の接線の傾きを死亡感度とした。死亡感度とは、外気温が 1°C 低下あるいは 1°C 上昇した際に死亡割合がそれだけ上昇・下降するかを示した指標である。外気温 10% タイル値においてマイナスの値が大きいほど温度低下が起こった際に死亡割合が上昇しやすく、外気温 90% タイル値においてプラスの値が大きいほど温度上昇が起こった際に死亡割合が上昇しやすいということを示す。

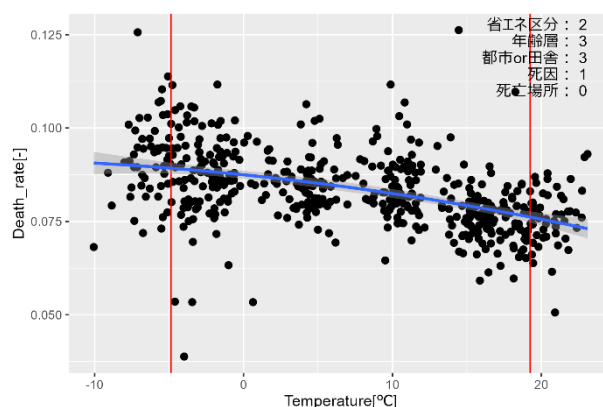


図 1 省エネルギー区分 II 地域における外気温と死亡割合の関係

C3. 散布図を用いた省エネルギー区分ごとの外気温と死亡割合の関係

省エネルギー区分Ⅱ地域における外気温と死亡割合の関係の散布図を図1に示す。散布図には近似曲線(青線)と、外気温10%タイル値、90%タイル値(赤線)を表示している。死亡感度を用いることで外気温が低い環境と外気温が高い環境における散布図の傾向を知ることができる。

C4. 線形回帰モデルによる死亡感度の分析

本節では目的変数を死亡感度、説明変数を省エネルギー区分/年齢層/都市の規模/死因/死亡場所として、EZR⁹⁾を用いて線形回帰分析を行った。目的変数を外気温10%タイル値における死亡感度に設定し解析を行った結果を表3に、目的変数を外気温90%タイル値における死亡感度に設定し解析を行った結果を表4に示す。この分析では、省エネルギー区分が死亡割合に与える影響を分析する際に交絡要因と考えられる他要因を同時に説明変数としており、それらの影響を取り除いた省エネルギー区分が与える影響を分析した。

表3によると、年齢層別の比較では75歳以上85歳未満と85歳以上の群において有意差がみられた。年齢層が上がるにつれ回帰係数推定値の絶対値が大きくなっているため、年齢層が上がる

表3 外気温90%タイル値における死亡感度の線形回帰モデル解析結果

	Regression Coefficient	Pr
(Intercept)	1.9×10^{-3}	
Age	0(reference)	
65歳未満	-1.75×10^{-4}	2.20×10^{-1}
65歳以上75歳未満	-3.83×10^{-4}	6.13×10^{-3} **
75歳以上85歳未満	-4.10×10^{-4}	3.32×10^{-3} **
85歳以上		
Area	0(reference)	
I地域	-1.14×10^{-5}	9.58×10^{-1}
II地域	-45.5×10^{-5}	3.55×10^{-2} *
III地域	-80.5×10^{-5}	5.55×10^{-3} **
IV地域	-124×10^{-5}	1.07×10^{-8} ***
V地域	-180×10^{-5}	3.93×10^{-16} ***
VI地域	-169×10^{-5}	1.54×10^{-14} ***
VII地域	-331×10^{-5}	1.00×10^{-35} ***
VIII地域		
City	0(reference)	
その他	1.33×10^{-4}	2.72×10^{-1}
政令指定都市	2.07×10^{-4}	1.19×10^{-1}
中核都市		
Death Place	0(reference)	
非住宅	-1.99×10^{-3}	9.06×10^{-63} ***
住宅		
ICD	0(reference)	
その他	-1.19×10^{-3}	2.74×10^{-23} ***
循環器疾患	-2.49×10^{-3}	3.33×10^{-60} ***
呼吸器疾患		

外気温の影響を受けやすくなるということが分かった。省エネルギー区分別の比較ではⅢ地域からⅧ地域までで有意な差がみられた。Ⅷ地域に近づくにつれ回帰係数推定値の絶対値が大きくなっているため、省エネルギー区分の地域番号が大きくなるほど低い外気温の影響を受けやすくなる結果となった。都市の規模の比較ではどちらも有意差はみられなかった。死亡場所では非住宅で亡くなっている群よりも住宅で亡くなっている群では回帰係数推定値の絶対値が大きくなっているため、住宅で亡くなっている群は外気温の影響を受けやすくなることが分かった。星らの冬季における住宅内室温と外気温の実態とその関連：SWH横断調査¹⁰⁾の結果によると、省エネルギー区分Ⅳ地域の住宅床近傍室温と床上1m室温が最も低いことが示され、省エネルギー区分Ⅱ地域の室温はほかの地域に比べて高いものの、居間の床近傍室温のみⅥ地域とⅦ地域に比べると低いことが分かっている。これらの結果から病院や高齢者介護施設などの非住宅よりも、冬場の室内温度が低くなる住宅地の方が、死亡感度に強く影響したと考えられる。死因に関してみると、その他の疾病に対して循環器疾患と呼吸器疾患では有意差がみられ、回帰係数推定値は循環器疾患と呼吸器疾患の間では差があまりみられないが、その他の疾患と比較すると循環器疾患と呼吸器疾患は外気温の影響を受けていることが分かった。

表4 外気温10%タイル値における死亡感度の線形回帰モデル解析結果

	Regression Coefficient	Pr
(Intercept)	7.89×10^5	
Area	0(reference)	
I地域	9.46×10^4	2.39×10^{-2} *
II地域	11.2×10^4	1.49×10^{-2} *
III地域	11.0×10^4	4.89×10^{-2} *
IV地域	10.2×10^4	5.38×10^{-2}
V地域	8.81×10^4	1.11×10^{-1}
VI地域	11.5×10^4	2.13×10^{-2} *
VII地域	2.03×10^4	7.90×10^{-1}
VIII地域		
City	0(reference)	
その他	2.71×10^4	1.97×10^{-1}
政令指定都市	1.55×10^4	3.58×10^{-1}
中核都市		
寄与度	2.82×10^6	1.37×10^{-3} **
循環器疾患	5.29×10^6	5.12×10^{-2} *
呼吸器疾患		

一方、表 4 では年齢層の間には有意な差はみられなかった。省エネルギー区分ではⅥ地域とⅧ地域に有意差がみられ、どちらもⅠ地域と比較して回帰係数推定値が大きくなっていることから、これらの地域では夏期に温度が上昇した際に死亡割合が上昇しやすいことが示された。都市の規模における比較では政令指定都市において有意な差がみられ、田舎に比べて政令指定都市は回帰係数推定値が大きくなっていた。この結果より政令指定都市は夏期に外気温が上昇した際に死亡割合が上昇しやすいことが示された。また、死亡場所に関してみると有意な差がみられ、住宅における回帰係数推定値が大きくなっていることから冬期と同様に夏期も外気温の影響を受けやすいことが分かった。死因の解析では、循環器疾患と呼吸器疾患のどちらにも有意差がみられ、循環器疾患では回帰係数推定値が小さくなっているのに対し、呼吸器疾患では回帰係数推定値が大きくなっていた。夏期において呼吸器疾患は外気温に影響がみられるが、循環器疾患では外気温の影響を受けにくいことが示された。

C5. 線形回帰モデルによる後期高齢者医療費¹¹⁾の分析

後期高齢者医療費への影響を分析するために各市町村が提示している一人当たりの後期高齢者医療費を用いて地域ごとの医療費の差について分析を行った。

後期高齢者医療保険制度とは、75歳以上について現役世代から支援金と公費で約9割割う2008年4月から施行された制度である。本研究では75歳以上の高齢者を対象とし、目的変数を2020年度後期高齢者医療費、説明変数を省エネルギー区分/都市の規模/医療費に対する疾患別寄与度(循環器疾患・呼吸器疾患)に設定し線形回帰モデルで分析を行った。ここで、医療費に対する疾患別寄与度とはある疾患が医療費への影響の大きさを表す指標である。この指標は疾患の発生率、死亡率、障害率などの観点から評価することで算出される値である。線形回帰モデルで分析を行った結果を表5に示す。省エネルギー区分別の分析ではⅡ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅶ地域で有意差がみられ

た。Ⅰ地域に対して回帰係数推定値はⅡ地域が小さくⅦ地域では値が大きいいため、Ⅲ地域とⅣ地域の間にはほぼ差がみられないが、温暖な地域になるにつれ後期高齢者医療費が増大していることが示される。都市の規模における比較では有意な差がみられなかった。また、医療費に対する疾患別寄与度では循環器疾患、呼吸器疾患どちらも有意差がみられ、循環器疾患よりも呼吸器疾患のほうが回帰係数推定値が大きいことから、循環器疾患よりも呼吸器疾患のほうが発症した際に必要な医療費が高いということが推察される。

E. 結論

本研究では人口動態統計死亡表と後期高齢者医療費に関して、省エネルギー区分/年齢層/都市の規模/死因/死亡場所の観点から分析を行った。散布図の傾向や死亡感度、後期高齢者医療費を用いた線形回帰分析の結果では、省エネルギー区分の地域番号が大きくなるほど低い外気温の影響を受けやすく、また医療費も増大することが分かった。地域番号とともに温暖な地域に居住する方々も外気温が低い環境において適切な暖房の使用や住宅の断熱性能を向上させることで健康の増進が見込まれると考えられる。年齢層の比較では、気温10%タイル値における死亡感度の分析で有意

表5 後期高齢者医療費の線形回帰モデル解析結果

		Regression Coefficient	Pr
	(Intercept)	-2.66×10^{-4}	
Age	65歳未満	0(reference)	
	65歳以上75歳未満	-38.7×10^{-6}	7.83×10^{-1}
	75歳以上85歳未満	-5.29×10^{-6}	9.69×10^{-1}
	85歳以上	-72.5×10^{-6}	5.97×10^{-1}
Area	Ⅰ地域	0(reference)	
	Ⅱ地域	-5.94×10^{-5}	7.82×10^{-1}
	Ⅲ地域	-9.42×10^{-5}	6.57×10^{-1}
	Ⅳ地域	-29.7×10^{-5}	1.66×10^{-1}
	Ⅴ地域	-7.94×10^{-5}	7.04×10^{-1}
	Ⅵ地域	51.4×10^{-5}	1.43×10^{-2} *
	Ⅶ地域	10.2×10^{-5}	6.25×10^{-1}
	Ⅷ地域	109×10^{-5}	6.48×10^{-6} ***
City	その他	0(reference)	
	政令指定都市	37.5×10^{-5}	1.85×10^{-3} **
	中核都市	-1.39×10^{-5}	9.15×10^{-1}
Death Place	非住宅	0(reference)	
	住宅	3.87×10^{-4}	1.08×10^{-4} ***
ICD	その他	0(reference)	
	循環器疾患	-6.45×10^{-4}	1.20×10^{-8} ***
	呼吸器疾患	3.25×10^{-4}	1.08×10^{-2} *

差が出たが、外気温 90%タイル値においては有意差がみられなかったため、高齢者は年齢が上がるほど外気温が低い環境で死亡の影響を強く受けやすいことが分かった。したがって、高齢者には外気温が低い時期に適切な暖房の使用や住宅内の温度を暖かく保つようにすることへの呼びかけが必要である。また、都市の規模による比較では、外気温 90%タイル値においては有意差がみられたが、外気温 10%タイル値と後期高齢者医療費の結果では有意差がみられなかったため、低い外気温と後期高齢者医療費は都市の規模と関係がみられないということが分かった。また、死因に関してみると呼吸器疾患は外気温が低い環境でも高い環境でも外気温に影響を受けやすい。一方、循環器疾患は外気温が低い環境下では外気温の影響を受けているものの、外気温が高い環境では外気温の影響を受けにくいことが示された。最後に死亡場所別の比較では、外気温が低い環境でも高い環境でも有意差がみられ、どちらも非住宅で亡くなった群に対して住宅で亡くなった群では外気温の影響を受けやすいことが分かった。

省エネ基準においてⅧ地域では外皮平均熱貫流率が設定されておらず、また、Ⅴ地域からⅦ地域では同じ基準値が設定されている。しかし、本研究の結果から、省エネルギー区分の地域番号が大きくなるほど低い外気温の影響を受けやすく、また医療費も増大することが分かっている。これを考慮すると、省エネルギー区分Ⅷ地域にも外皮平均熱貫流率の基準が設定されるべきであり、また他の地域、特に温暖な地域における外皮平均熱貫流率の基準値の再検討が必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) Analysis of the Effect of Climate on Mortality over Time, Kyoko Aoyama, Taro Mori and Motoya Hayashi, Published online: 16 June 2023, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339601076>
- 2) 省エネルギー区分と死亡率の関係 人口動態統計死亡票を用いた気象と死亡の関係に関する研究, 青山恭子他, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学, 2023, 571-572, 2023-07
- 3) 省エネルギー区別にみた日本における気象データと健康の関係に関する分析, 空気調和衛生工学会北海道支部研究報告会, 2023

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) World Health Organization (WHO) WHO Housing and Health Guidelines, Recommendations to Promote Healthy Housing for a Sustainable and Equitable Future Available online: Available at <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376> (accessed on 8 November 2023).
- 2) NHK 国民生活時間調査 | NHK 放送文化研究所 Available online: <https://www.nhk.or.jp/bunken/yoron-jikan/> (accessed on 2 November 2023).
- 3) 厚生労働省 人口動態調査 | 厚生労働省 Available online: <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/81-1.html> (accessed on 7 November 2023).
- 4) 気象庁 気象庁 | 過去の気象データ・ダウンロード Available online: <https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php> (accessed on 7 November 2023).
- 5) 国土交通省 住宅：建築物省エネ法 最新の法令 - 国土交通省 Available online: <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/29.html> (accessed on 7 November 2023).
- 6) Mai, H., Taro, M., Hirofumi, H., Motoya, H.: 人口動態統計を用いた疾病による死亡の季節依存性に関する経時的分析, 日本建築学会環境系論文集, 86, p557 - 566, 2021, doi:10.3130/AIJE.86.557.
- 7) 総務省 総務省 | 地方行政のデジタル化 | 全国地方公共団体コード Available online: <https://www.soumu.go.jp/denshijiti/code.html> (accessed on 8 November 2023).
- 8) QGIS QGIS プロジェクトへようこそ! Available online: <https://qgis.org/ja/site/> (accessed on 8 November 2023).
- 9) 無料統計ソフト EZR (Easy R) Available online: <https://www.jichi.ac.jp/saitama-sct/SaitamaHP.files/statmed.html> (accessed on 30 January 2024).
- 10) 星 旦二, 伊香賀俊治, 海塩 涉, 藤野 善久, 安藤 真太郎, 吉村 健清 : 冬季における住宅内室温と外気温の実態とその関連 : SWH 横断調査, 日本公衆衛生雑誌, 69, p297-306, 2022, doi:10.11236/JPH.21-077.
- 11) 厚生労働省 後期高齢者医療制度について | 厚生労働省 Available online: <https://www.mhlw.go.jp/bunya/shakaihosho/iryouseido01/info02d-35.html> (accessed on 22 January 2024).