

## 住宅内温熱環境と居住者の介護予防に関するイベントヒストリー分析

- 冬季の住宅内温熱環境が要介護状態に及ぼす影響の実態調査 -

EVENT HISTORY ANALYSIS OF INDOOR THERMAL ENVIRONMENT  
AND CARE PREVENTION OF RESIDENTS

A field survey on the effect of winter indoor thermal environment on care requirements

林 侑江\*, 伊香賀 俊治\*\*, 星 旦二\*\*\*, 安藤 真太郎\*\*\*\*

Yukie HAYASHI, Toshiharu IKAGA, Tanji HOSHI  
and Shintaro ANDO

The aim of this paper is to clarify the relationship between the indoor thermal environment and care prevention. A field study comprising actual measurements, questionnaire surveys, and data collection from face sheets was conducted in 2014. Participants were classified into two groups based on frequency of feeling cold in their rooms. Age at certification of needing long-term care was compared between the groups by using survival analysis. The result was significant when the classification condition was frequency of feeling cold in their dressing rooms. The age at which half of the group acquired their certification was 76 years in the high-frequency group and 80 years in the low-frequency group.

**Keywords :** Care prevention, Healthy life expectancy, Indoor thermal environment, Elderly people, Field survey, Event history analysis

介護予防, 健康寿命, 住宅内温熱環境, 高齢者, 温冷感申告, カプラン・マイヤー法

## 1. 序論

現在、高齢化に伴い要介護認定者数が急速に増加している<sup>1)</sup>。我が国において介護予防とは「要介護状態の発生をできる限り防ぐ(遅らせる)こと、そして要介護状態にあってもその悪化をできる限り防ぐこと、さらには軽減を目指すこと」と定義され、健康寿命をできる限りのばすとともに真に喜ぶに値する長寿社会を創生することを目指すものである<sup>2)</sup>。また、健康日本 21 (第二次)では健康寿命<sup>注1)</sup>の延伸を国民の健康増進に向けた基本的方針に位置づけており<sup>3)</sup>、2013年時点での健康寿命は男性が71.2年、女性が74.2年と、それぞれ2001年と比較して伸びている<sup>4)</sup>。しかし、2001年から2013年までの健康寿命の伸び(男性1.8年、女性1.6年)は、同期間における平均寿命の伸び(男性2.1年、女性1.7年)と比較して小さく、健康寿命と平均寿命の差は今後より拡大することが懸念されている。また、秋山ら<sup>5)</sup>は無作為に抽出した日本全国の60歳以上の住民5,715人を対象とした追跡調査において、70歳までは約80%の高齢者が自立した生活を営むことが出来る一方で、70歳以降は日常生活自立度<sup>注2)</sup>に個人差が生じることを見出した。この分岐点を少しでも先送りし、高齢者が可能な限り要介護状態にならずに自立した日常生活を営むことができるよう、健康寿命を延伸することが喫緊の課題であると言える。

このような背景を鑑みて、住宅性能・住宅内温熱環境と健康の関係について様々な研究が、吉野ら<sup>6,7)</sup>、長谷川<sup>8)</sup>、羽山ら<sup>9)</sup>、伊香賀

ら<sup>10)</sup>によってなされている。川久保ら<sup>11)</sup>は戸建住宅の居住者を対象とした大規模なWEB調査によって住宅の環境性能<sup>注3)</sup>が高いほど総じて各種疾病の有病割合が低く、疾病を有さない健康な者の割合が多いことを明らかにした。さらに、要介護認定の原因として最も多い循環器疾患<sup>注4)</sup>に関連して、血圧に着目した研究としてはSaekiら<sup>13,14)</sup>、海塩ら<sup>15,16)</sup>が大規模な実態調査に基づき冬季の住宅内温熱環境と血圧の関係について定量的な評価を行っている。また、要介護認定の原因の約2割を占める関節疾患や転倒・骨折<sup>注5)</sup>に関連しては柳澤ら<sup>17)</sup>が住宅性能・住宅内温熱環境と身体活動量の関係を検証している。その他、身体機能に関する研究としてはLindemann<sup>18)</sup>らが女性高齢者を対象とした実験で15°C程度の寒冷な室内温熱環境に曝露されたあとの筋力は25°C程度のケースと比較して低いことを明らかにした。また、森ら<sup>19)</sup>は高齢者の歩行速度や身体活動量の維持・向上に対して窓の断熱改修が効果的である可能性を示している。

以上より、冬季の住宅内温熱環境の改善が高齢者の健康維持増進を実現し、ひいては健康寿命を延伸できることが示唆されている。しかし、住宅内温熱環境と介護予防の関連を定量的に明示した研究は僅少であり、科学的エビデンスが不足しているのが現状である。そこで本研究では、デイサービス施設利用者を対象とした実態調査を実施し、住宅内温熱環境と居住者の介護予防の関連をイベントヒストリー分析によって検証した。尚、統計解析にはIBM SPSS Statics ver.22を使用した。

本論文は著者らが既に報告した文献28を加筆・修正したものである。

\* 慶應義塾大学大学院理工学研究科 大学院生

\*\* 慶應義塾大学理工学部 教授・博士(工学)

\*\*\* 首都大学東京都市環境学部 名誉教授・医博

\*\*\*\* 北九州市立大学国際環境工学部 講師・博士(工学)

Grad. Stud., Graduate School of Science and Technology, Keio Univ.

Prof., Faculty of Science and Technology, Keio Univ., Dr.Eng.

Emeritus Prof., Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan Univ., M.D.

Lect., Faculty of Environmental Engineering, The Univ. of Kitakyushu, Dr.Eng.

## 2. 調査方法

### 2.1 調査概要

本研究では、冬季の住宅内温熱環境と居住者の健康寿命の関係を明らかにするため、大阪府千里ニュータウンに所在するデイサービス施設を利用する男女を対象に質問紙調査及び自宅の実測調査を実施した。また、同対象者に関してデイサービス施設が保有するフェイスシート<sup>注3)</sup>と介護保険被保険者証から既往歴や要介護状態のデータを収集した(以下FS調査)。実測調査の実施にあたっては、質問紙調査対象者のうち実測調査への参加の同意が得られた者に対して、温湿度及び温度データロガーの設置方法を個別に説明した。質問紙調査は、FS調査と質問紙調査双方のデータが揃った者の内、先天性疾患を有するサンプルを除外した80名(79世帯)を有効サンプルとした。また、実測調査は全部屋の測定データが揃った37名(36世帯)を有効サンプルとした(図1)。

### 2.2 調査項目

#### (1) 質問紙調査概要(表1)

本研究ではデイケアサービス施設利用者に対して対面式の質問紙調査を実施した。調査票は対象者の属性・虚弱度や対象住宅の性能・環境を把握することを主たる目的とし、全26問で構成した。個人属性としては年齢、性別、身長、体重等の基本的な属性や働き始めた年齢<sup>注4)</sup>、主観的経済満足度を社会経済的水準として問うた。対象者の住宅に関しては「基本情報」として築年数及び居住年数、「性能」として窓ガラスの枚数、窓サッシの種類を問うた。更に、CASBEE健康チェックリスト<sup>注5)</sup>を参考に、各部屋で生じる健康に関する問題の発生頻度を「よくある」から「全くない」までの4件法で問うた。同チェックリストにおける温熱環境は、各部屋で寒いと感じる頻度が低いほど高得点、頻度が高いほど低得点とされる。

#### (2) FS調査概要(表1)

本研究ではデイサービス施設が保有する利用者情報から対象者の要介護状態及び既往歴のデータを収集した。尚、本研究における『要介護認定』は厚生労働省令で定められた要介護状態区分<sup>注2)</sup>を参考に要支援1～要介護5への認定とした。要介護状態は、介護保険被保険者証に記載された介護保険サービスの「要介護度」及び「有効期間」のデータを元に把握した。また、既往歴はデイサービス施設利用開始時に実施される聞き取り式のフェイスシートから既往歴に関する記述を抽出した。尚、フェイスシートはケアマネージャーによって自由記述されたものであり、施設利用開始までの既往歴に限定された情報である<sup>注6)</sup>。

#### (3) 実測調査概要(表2)

本研究では質問紙調査及びFS調査対象者の一部に対して温湿度、温度の実測調査を実施した。温湿度計は居間・寝室、温度計は廊下・脱衣所の床上1.1mの高さに設置し、5分間隔で2014年12月8日～26日のうち約2週間連続測定した。測定開始日は対象者により異なり、最大で1週間の開きがある。

## 3. 質問紙調査及びFS調査集計結果(表3)

### 3.1 個人属性及び要介護状態に関する集計結果

本節では、個人属性に関する質問紙調査の集計結果を示す。質問紙調査対象者の平均年齢は78.6±6.7歳(平均値±標準偏差)、であり、後期高齢者が主たるサンプルであった。また、BMIは平均22.4

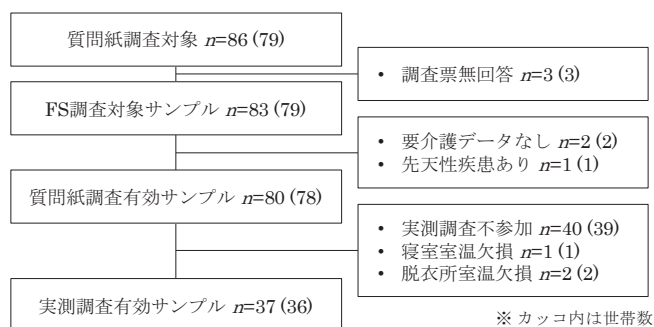


図1 有効サンプル選択のフローチャート

表1 質問紙調査・データ収集概要

|                 |                                    |  |
|-----------------|------------------------------------|--|
| 対象              | 大阪府千里ニュータウンに所在するデイサービス施設を利用する男女    |  |
| 調査期間            | 2014年7月25日～7月29日及び2014年8月28日～8月30日 |  |
| 調査方法            | アンケート                              | 紙面媒体による対面式又は配布式質問紙調査                     |
|                 | データ収集                              | デイサービス施設保有のデータを収集                        |
| 調査内容<br>(質問紙調査) | 個人属性                               | 年齢、性別、身長、体重、働き始めた年齢、主観的経済満足度、同居者数、在宅時間等  |
|                 | 住宅                                 | 築年数、居住年数、窓ガラスの枚数、窓サッシの種類、CASBEE健康チェックリスト |
| 調査内容<br>(FS調査)  | 要介護状態                              | 要介護度、有効期間                                |
|                 | 既往歴                                | デイサービス施設利用開始までの既往歴                       |

表2 実測調査概要

|      |                        |                                  |
|------|------------------------|----------------------------------|
| 対象   | 質問紙調査対象者の一部            |                                  |
| 調査期間 | 2014年12月8日～26日(うち約2週間) |                                  |
| 測定方法 | 温湿度                    | 居間、寝室の床上1.1mの高さに設置<br>5分間隔の連続測定  |
|      | 温度                     | 廊下、脱衣所の床上1.1mの高さに設置<br>5分間隔の連続測定 |
| 測定機器 | 温湿度                    | 温湿度データロガー                        |
|      | 温度                     | 温度データロガーRTR-501, TR-51i(T&D社)    |

±3.1kg/m<sup>2</sup>であり、多くの対象者が標準的な体型<sup>注7)</sup>であった。性別に関しては男女ほぼ同数であった。一方、働き始めた年齢は「20歳以上」、主観的経済満足度は「まあまあ満足」が大きな回答割合を占め、やや社会経済的水準の高いサンプルであることが確認された。同居者に関しては「あり」と回答した者が8割以上であった。質問紙調査対象者が初めて要介護認定された際の要介護度は要支援1から要介護3までの間で分布しており、要介護度の軽いサンプルが主であった。これは本調査の対象者が利用するデイサービスが、通所を前提とした介護サービス<sup>注8)</sup>であり、比較的生活機能の自立した者が多いことが影響したものと考察される。また、初めて要介護認定された年齢は平均77.7±6.7歳であった。

さらに、質問紙調査対象者の一部である実測調査対象者についても同様に個人属性の集計を行った。その上で質問紙調査対象者と実測調査対象者の個人属性の差を、量的変数はt検定、質的変数はカイ二乗検定で検定した。その結果、両群に個人属性の有意な差は確認されなかった。

### 3.2 住宅に関する集計結果

本節では、住宅に関して質問紙調査の集計結果を示す。築年数は21年以上の古い住宅が半数以上を占めた。複層ガラスを採用している住宅は約2割にとどまり、窓サッシは7割以上がアルミサッシであった。以上の集計結果から既往研究<sup>注9)</sup>の推定方法に従い断熱性能の分類を行った結果、無断熱の住宅が6割以上を占め、断熱性能の

表3 質問紙調査の集計結果

| 設問       | 選択肢                      | 質問紙調査対象者   | 実測調査対象者   | 有意確率   |   |      |  |  |  |      |
|----------|--------------------------|--|---|--|---|------|--|--|--|------|
| 個人に関する項目 | 性別                       | 1) 男性<br>2) 女性   | 38 [47.5]<br>42 [52.5]                                    | 20 [54.1]<br>17 [45.9]   | n.s.  |      |  |  |  |      |
|          | 年齢 [歳]                   | 実値   | 78.6 (6.7)  | 78.5 (5.9)   | n.s.  |      |  |  |  |      |
|          | BMI [kg/m <sup>2</sup> ] | 実値   | 22.4 (3.1)  | 22.6 (2.7)   | n.s.  |      |  |  |  |      |
|          | 要介護度                     | 1) 要支援 1   | 30 [37.5]   | 20 [54.1]  | n.s.  |      |  |  |  |      |
|          |                          | 2) 要支援 2   | 25 [31.3]   | 8 [21.6]   |   |      |  |  |  |      |
|          |                          | 3) 要介護 1   | 11 [13.8]   | 4 [10.8]   |   |      |  |  |  |      |
|          |                          | 4) 要介護 2   | 11 [13.8]   | 4 [10.8]   |   |      |  |  |  |      |
|          |                          | 5) 要介護 3   | 3 [3.8]   | 1 [2.7]  |   |      |  |  |  |      |
|          | 要介護認定された年齢 [歳]           | 実値   | 77.7 (6.7)  | 77.2 (6.4)   | n.s.  |      |  |  |  |      |
|          | 働き始めた年齢                  | 1) 16歳未満<br>2) 16~19歳<br>3) 20歳以上<br>4) 答えたくない<br>無回答              | 1 [1.3]<br>25 [31.3]<br>46 [57.5]<br>1 [1.3]<br>7 [8.8]   | 2 [5.4]<br>14 [37.8]<br>18 [48.6]<br>3 [8.1]<br>0 [0.0]                  | n.s.  |      |  |  |  |      |
| 主観的経済満足度 |                          | 1) とても満足<br>2) まあまあ満足<br>3) あまり満足でない<br>4) 全く満足していない<br>無回答        | 6 [7.5]<br>50 [62.5]<br>11 [13.8]<br>10 [12.5]<br>3 [3.8] | 2 [5.4]<br>25 [67.6]<br>7 [18.9]<br>3 [8.1]<br>0 [0.0]                   |   | n.s. |  |  |  |      |
|          |                          | 同居者の有無   | 1) なし(独居)<br>2) あり  | 13 [16.3]<br>67 [83.8]   |   |      | 6 [16.2]<br>31 [83.8]  | n.s.   |  |      |
|          |                          |  | 築年数   | 1) 10年未満<br>2) 11~20年<br>3) 21~30年<br>4) 31~40年<br>5) 41年以上<br>無回答       |   |      | 7 [8.8]<br>13 [16.3]<br>13 [16.3]<br>20 [25.0]<br>24 [30.0]<br>2 [2.5] |  | 2 [5.5]<br>4 [11.1]<br>5 [13.9]<br>13 [36.1]<br>11 [30.6]<br>1 [2.8] | n.s. |
|          | 居住期間                     | 1) 10年未満<br>2) 11~20年<br>3) 21~30年<br>4) 31~40年<br>5) 41年以上<br>無回答 |   | 18 [22.5]<br>17 [21.3]<br>10 [12.5]<br>16 [20.0]<br>18 [22.5]<br>0 [0.0] | 9 [25.0]<br>5 [13.9]<br>6 [16.7]<br>11 [30.6]<br>5 [13.9]<br>0 [0.0]        |      | n.s.   |  |  |      |
| 窓ガラスの枚数  |                          | 1) 1枚<br>2) 2枚<br>無回答  |   | 65 [81.3]<br>14 [17.5]<br>0 [0.0]  | 30 [83.3]<br>6 [16.6]<br>0 [0.0]  | n.s. |  |  |  |      |
|          |                          | 窓サッシの種類  |   | 1) アルミ<br>2) 2重アルミ<br>3) 断熱<br>4) 古い木製<br>5) 新しい木製<br>6) 樹脂<br>無回答       | 62 [77.5]<br>7 [8.8]<br>4 [5.0]<br>3 [3.8]<br>2 [2.5]<br>0 [0.0]<br>1 [1.3] |      |  | 26 [72.2]<br>4 [11.1]<br>2 [5.6]<br>2 [5.6]<br>1 [2.8]<br>0 [0.0]<br>1 [2.8] | n.s.   |      |
|          |                          |  |   | 断熱性能   | 1) 無断熱<br>2) S55年基準<br>3) H4年基準<br>4) H11年基準<br>分類不可                        |      |  | 50 [62.5]<br>19 [23.8]<br>6 [7.5]<br>3 [3.8]<br>1 [1.3]                      |  |      |

量的変数(年齢, BMI, 要介護認定された年齢)は平均値(標準偏差)とt検定結果、質的変数(上記以外)は度数[相対度数]とカイ二乗検定結果を記載

低い住宅のサンプルが中心であった。住宅属性に関しても前節同様に質問紙調査対象者と実測調査対象者の間でカイ二乗検定を行った。その結果、住宅属性に関しても両群に有意な差は確認されなかった。  
3.3 温冷感に関する集計結果

住宅内温熱環境に関して問うた CASBEE 健康チェックリストの回答結果は、居間や寝室といった居室と比較して、廊下や脱衣所といった非居室で寒いと感じる頻度が高く、冬季の温熱環境に対する主観評価が低い傾向が示された(図2)。この傾向は質問紙調査対象者と実測調査対象者で共通して見られるものであり、カイ二乗検定でも有意な差は確認されなかった。

以上より、実測調査有効サンプル(n=37)が質問紙調査有効サンプル(n=80)の温冷感を代表するに足るものであり、個人属性や住宅属性にも統計学的に有意な差がないことを確認した。これを受けて、次章では住宅内温熱環境の測定結果について議論を進める。

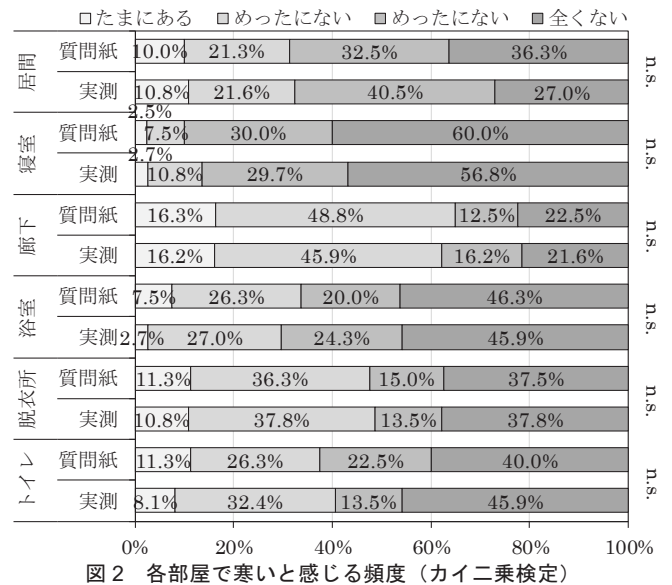


図2 各部屋で寒いと感じる頻度(カイ二乗検定)

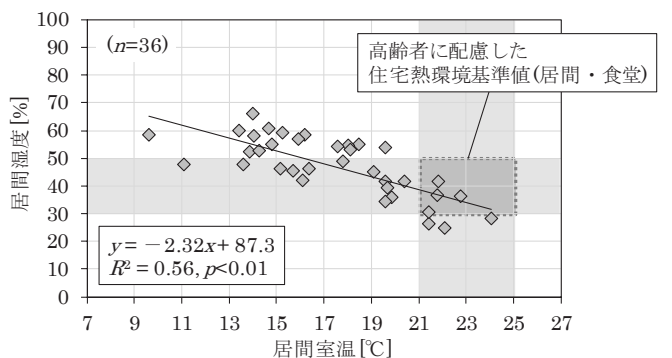


図3 居間の室温と湿度の関係

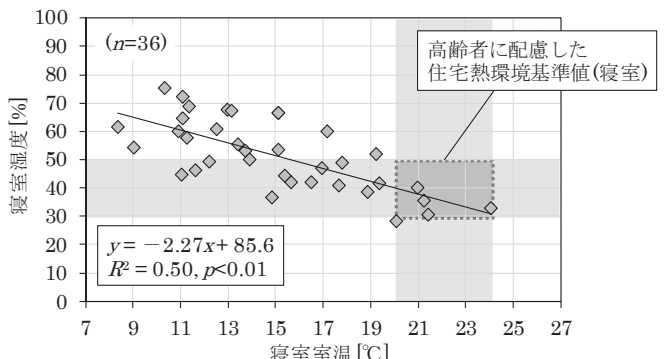


図4 寝室の室温と湿度の関係

#### 4. 住宅内温熱環境の測定結果<sup>注8,9)</sup>

##### 4.1 居間及び寝室の温湿度測定結果

実測調査期間中の居間及び寝室の平均室温と湿度の関係を図3, 4に示す。図中に網掛けで示した高齢者に配慮した住宅熱環境基準値<sup>24)</sup>の範囲に平均室温、湿度が収まる対象住宅は4サンプルのみであり、特に室温が基準値を下回る寒冷なサンプルが多くの割合を占めた。図2の主観評価では寒いと感じる頻度が低いと回答した者が多かったが、実際に測定された室温が低い住宅が多かった。これは高齢者の温冷感の鈍化<sup>25)</sup>が影響したものと考察される。

##### 4.2 温熱環境の主観評価と室温の対応関係

前節で温熱環境の主観評価と室温の実測値の乖離が示唆された。そこで、主観評価の指標として用いた CASBEE 健康チェックリス



トの回答のうち、「1) よくある」「2) たまにある」と回答した者を低得点群、「3) めったにない」「4) 全くない」と回答した者を高得点群に分類し、室温との関連性について、t 検定を実施した (図 5~8)。その結果、実測調査で室温を測定した 4 部屋の内 2 群間に有意な差が確認されたのは居間と脱衣所のみであった ( $p<0.01$ )。2 群間に室温の違いが確認されなかった 2 室内、寝室は寝具の影響が大きかったものと考えられる。廊下に関してはそもそも対象住宅全体として廊下室温が低く分散が小さい中で、居間との温度差が主観評価に影響を及ぼした可能性が考えられる。そこで、居間と廊下の室間温度差について廊下の温熱環境の主観評価別に比較検定した (図 9)。その結果、低得点群は高得点群と比較して室間温度差が大きく、廊下の温熱環境の主観評価には廊下の絶対的な室温よりも居間と廊下の室間温度差が大きく影響したことが示唆された。ただし、現時点の分析結果では「居間も廊下も暖かく室間温度差が小さい」サンプルと「居間も廊下も寒く室間温度差が小さい」サンプルが分離できていないことに留意すべきである。この課題点については今後住宅内全体が温暖なサンプルを中心にサンプル数を拡充することで検証したい。

#### 4.3 断熱性能と室温の関連

続いて、断熱性能と室温との関連を検証するために一元配置分散分析を実施した (図 10~13)。その結果、居間、廊下、脱衣所では断熱性能が高いほど室温が高い傾向にあり、特に非居室である廊下でその傾向が強いことが確認された ( $p<0.05$ )。居室である居間及び寝室で断熱性能が高いほど室温が高くなる傾向が乏しかったのは、在宅時や就寝前の暖房の使用有無の影響が断熱性能の影響よりも大きかったものと考察される。

### 5. 冬季の住宅内温熱環境と健康寿命の関連

冬季の住宅内温熱環境と居住者の介護予防の関連を検証するため、イベントヒストリー分析の 1 つである Kaplan-Meier 法 (以下 KM 法) を用いた。イベントヒストリー分析では、時点  $t$  より前にはイベントが発生しない確率 (生存確率) を、 $t$  の関数として表した生存関数を求める。KM 法は対象群の生存関数を、仮定を置くことなく求めた上で、複数ある対象群間の生存関数の差異の統計学的有意性を検定することができるノンパラメトリックな手法である<sup>26)</sup>。

住宅内温熱環境の指標としては、4.2 節で室温との対応関係が確認された居間及び脱衣所の主観評価を採用し、サンプルを 2 群に分類した。また、本分析におけるイベントは『要介護認定』の発生とし、要介護認定された時点の年齢が高いほど介護予防されていると解釈するものとした。要介護認定時点の年齢は、調査時点の年齢と要介護認定日の情報を用いて計算した。尚、本分析におけるスタート時点 (0 年目) は、対象サンプルそれぞれの 60 歳時点とした。これは全サンプルが未だ要介護認定を受けていない年齢である。

居間及び脱衣所の温熱環境の主観評価に基づき KM 法を実施したところ、居間の主観評価別に有意な結果は得られなかった (図 14) 一方で、脱衣所に関しては高得点群が低得点群と比較して高齢になっても非要介護者の割合が高く保たれる傾向にあることが確認された ( $p<0.05$ , 図 15)。例えば非要介護認定者の割合が 50% になる時点で比較すると、低得点群は 76 歳、高得点群は 80 歳であり、低得

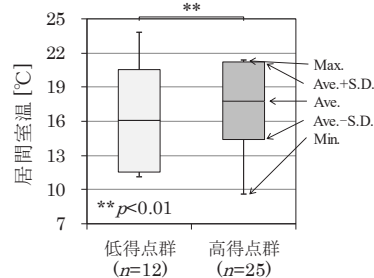


図 5 主観評価別居間室温

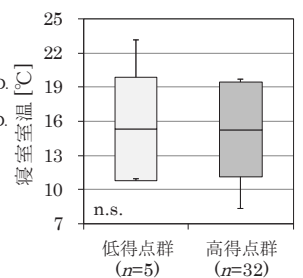


図 6 主観評価別寝室室温

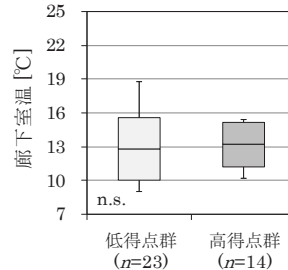


図 7 主観評価別廊下室温

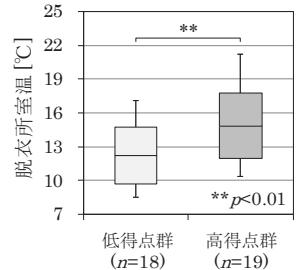


図 8 主観評価別脱衣所室温

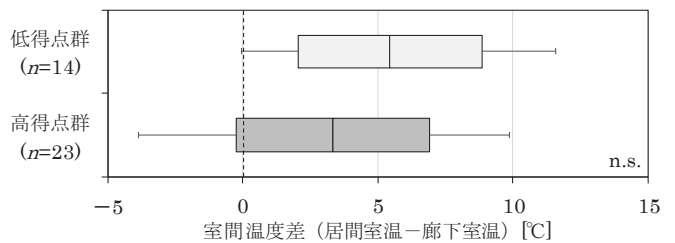


図 9 廊下の温熱環境の主観評価別室間温度差

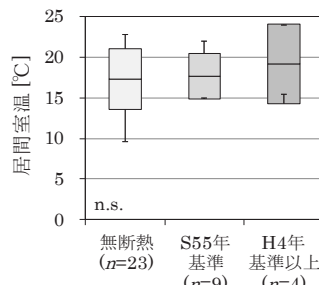


図 10 断熱性能別居間室温

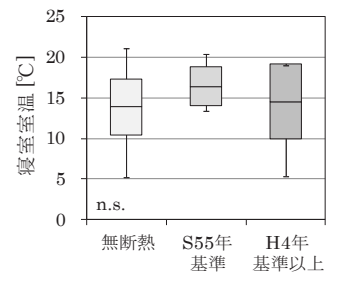


図 11 断熱性能別寝室室温

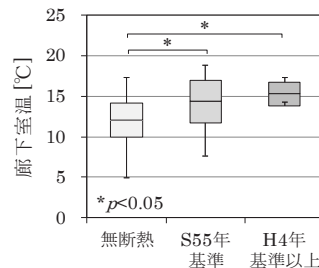


図 12 断熱性能別廊下室温

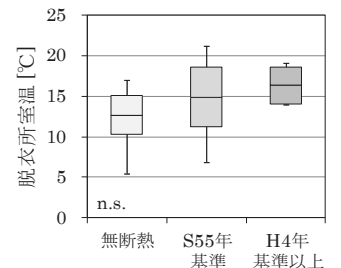


図 13 断熱性能別脱衣所室温

点群は要介護認定に至る年齢が 4 歳若い。従って、脱衣所の室温に関する得点が高いほど要介護状態に至る時点が高齢時となることが示された。これは脱衣所の温熱環境が介護予防・健康寿命の延伸に寄与していると解釈することができる。以上の結果から居住者の介護予防には特に冬季の脱衣所室温を温暖に保つことが有効であることが示唆された。脱衣所室温は血圧上昇<sup>27)</sup>や活動量低下<sup>17)</sup>といった

健康への影響が既往研究で指摘されていることから、今回の分析結果が妥当なものであったと考察される。

ただし、KM法のみでは調整変数を同時に投入できないため、要介護認定された年齢の差が脱衣所の温熱環境ではなく個人属性や社会経済的水準の差によってもたされたものである可能性が否定出来ない。そこで2群間の個人属性及び社会経済的水準の差をカイ二乗検定で検証した(表4)。その結果、全ての項目で有意な差は確認されず、健康寿命の差が脱衣所の温熱環境の主観評価の差によるものであることが示唆された。

## 6. まとめ

### 6.1 結論

本報では、2014年に実施した質問紙調査、FS調査及び冬季の実測調査結果を用い、住宅内温熱環境と居住者の介護予防の関連について検証した。その結果、以下の4点の知見が得られた。

- 1) 住宅内の各部屋で寒いと感じる頻度の申告は、居室と比較して非居室で回答する者が多かった。実測した室温に着目すると、高齢者に配慮した住宅熱環境基準値を下回るサンプルが大半を占め、温熱環境に対する主観評価と室温にずれが存在する可能性が示された。
- 2) 居間、寝室、廊下、脱衣所の温熱環境に対する主観評価と室温の対応を検証したところ、居間と脱衣所のみ高得点群の室温が有意に高いという相関関係が確認された。廊下に関しては、廊下の室温よりも居間と廊下の室温温度差が主観評価に影響を及ぼしている可能性が示された。
- 3) 断熱性能の高い住宅は、非居室である廊下の室温が高い傾向にあった。
- 4) 冬季の住宅内温熱環境と居住者の介護予防の関連についてKM法に基づき検証した。その結果、脱衣所の温熱環境に対する主観評価が高い高得点群は、低得点群と比較して要介護状態に至る時点が高齢になることが示唆された。さらに、高得点群と低得点群の間には個人属性及び社会経済的水準の有意な差が無いことを確認した。

### 6.2 今後の課題

本報では、「冬季に温暖な住宅の居住者は要介護状態に至る時点が高齢になる」という仮説の下で住宅内温熱環境と介護予防の関連について分析を実施し、特に脱衣所の温熱環境が要介護認定される年齢に関連する可能性を示した。しかしながら本報における最終結果はあくまで温熱環境の主観評価に基づいた分析であり、高齢者の温冷感の鈍化による室温と主観評価のずれを考慮できたものではない。今後実測調査のサンプルを拡充し、客観的な指標に基づき冬季の住宅内温熱環境と健康寿命の関連を検証する必要がある。その際、住宅内温熱環境に影響を及ぼしうる因子として本報では検証しきれていない暖房の使用による温熱環境制御や、着衣量についても考慮する必要がある。また、絶対的な室温のみならず居室と非居室間の室温温度差が介護予防に影響を及ぼしていることも考えられるため、今後の課題として分析を進める必要がある。さらに、本報の対象サンプルは住宅の断熱性能が低く冬季に寒冷なサンプルが大半を占め、住宅内が温暖に保たれることによる効果に関して十分に言及できたとはいえない。加えて、本報で採用したイベントヒストリー分析の

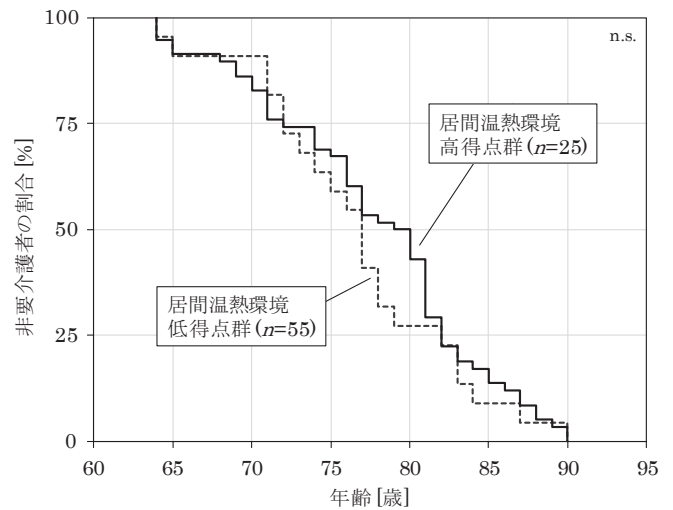


図14 居間温熱環境の主観評価別非要介護認定者割合

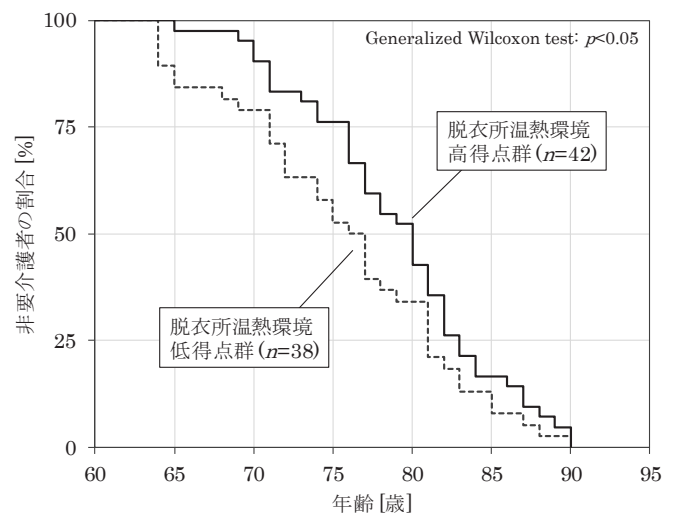


図15 脱衣所温熱環境の主観評価別非要介護認定者割合

表4 脱衣所の主観評価別の属性集計結果(カイ二乗検定)

| 属性       | 低得点群       |     | 高得点群 |     | 有意確率 |      |
|----------|------------|-----|------|-----|------|------|
|          | 実数         | [%] | 実数   | [%] |      |      |
| 性別       | 男性         | 19  | 50.0 | 21  | 50.0 | n.s. |
|          | 女性         | 19  | 50.0 | 21  | 50.0 |      |
| BMI      | 低体重(<18.5) | 5   | 13.2 | 7   | 16.7 | n.s. |
|          | 標準         | 29  | 76.3 | 23  | 54.8 |      |
|          | 肥満(≥25)    | 4   | 10.5 | 12  | 28.6 |      |
| 働き始めた年齢  | 16歳未満      | 1   | 2.6  | 0   | 0.0  | n.s. |
|          | 16~19歳     | 13  | 34.2 | 12  | 28.6 |      |
|          | 20歳以上      | 22  | 57.9 | 24  | 57.1 |      |
|          | 答えたくない・無回答 | 2   | 5.3  | 6   | 14.3 |      |
| 主観的経済満足度 | とても満足      | 4   | 10.5 | 2   | 4.8  | n.s. |
|          | まあまあ満足     | 6   | 15.8 | 5   | 11.9 |      |
|          | あまり満足でない   | 20  | 52.6 | 30  | 71.4 |      |
|          | 全く満足していない  | 6   | 15.8 | 4   | 9.5  |      |
|          | 無回答        | 2   | 5.3  | 1   | 2.4  |      |
| 同居の有無    | なし(独居)     | 4   | 10.5 | 9   | 21.4 | n.s. |
|          | あり         | 34  | 89.5 | 33  | 78.6 |      |

1つであるKM法は調整変数を考慮できないという課題がある。今後は断熱性能が高く温暖な住宅のサンプルを拡充するとともに、イベントヒストリー分析の中でも調整変数を同時に投入することができるCox比例ハザード分析といった多変量解析を導入し、要介護認定される年齢に影響を及ぼしうる他因子を総合的に考慮した上で、

介護予防に有効な住宅性能、住まい方を明らかにする目指す予定である。ただし、本分析の条件設定には課題を有する。これは、イベントヒストリー分析におけるスタート時点の住宅等の情報が十分に収集できていない点にある。この課題の解決には要介護認定されていない者を対象とした長年にわたる前向きな追跡調査の実施が有効であると考えられ、その際には温熱環境の改善に係る介入・非介入による検証もあり得る。これらの今後の発展研究に期待されたい。

## 謝辞

本研究の実施に際し多大なご支援を頂いた細井昭宏様、実測・質問紙調査に御協力頂いた皆さまに深甚の謝意を表す。また、海塩渉様、高山直人様、大橋知佳様、本多英里様（当時慶應義塾大学大学院）には調査実施にあたりご助言・ご指導を頂いた。ここに感謝の意を表す。尚、本研究は、厚生労働省老人保健事業推進費等補助金受託研究（研究代表者：星旦二）、文部科学省研究拠点形成費等補助金（博士課程教育リーディングプログラム）並びに科学研究費補助金・基盤研究（A）（研究代表者：伊香賀俊治、課題番号：26249083）の助成を受け実施したものである。

## 参考文献

- 1) 内閣府：平成 27 年版高齢社会白書（全体版），pp.24-29, 2015.6 [WEB サイト]  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s\\_3\\_2.pdf](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s_3_2.pdf) (2016.2.19 参照)
- 2) 厚生労働省：介護予防マニュアル（改訂版），pp.1, 2012.3 [WEB サイト]  
[http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1\\_01.pdf](http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1_01.pdf) (2016.3.12 参照)
- 3) 厚生労働省：「健康日本 21」国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針，pp.1, 2012.7 [WEB サイト]  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21\\_01.pdf](http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_01.pdf) (2016.3.12 参照)
- 4) 内閣府：平成 27 年版高齢社会白書（全体版），pp.19-23, 2015.6 [WEB サイト]  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s\\_3\\_1.pdf](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s_3_1.pdf) (2015.3.12 参照)
- 5) 秋山弘子：長寿時代の科学と社会の構想，科学，Vol.81, No.1, 岩波書店，2010
- 6) 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集，No.507, pp.13-19, 1998.5
- 7) 吉野博：寒冷地における居住環境，日本生気象学会雑誌，Vol.34, No.1, pp.23-30, 1997.4
- 8) 長谷川兼一：高断熱高気密住宅の健康性，日本雪工学会誌，Vol.13, No.1, pp.47-49, 1997
- 9) 羽山広文，釜澤由紀，松村亮典，菊田弘輝：気象条件・死亡場所が死亡原因に与える影響，厚生労働統計協会厚生の指標，Vol.58, No.13, pp.1-6, 2011.11
- 10) 伊香賀俊治，江口里佳，村上周三 他 5 名：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，日本建築学会環境系論文集，Vol.76, No.666, pp.735-740, 2011.8
- 11) 川久保俊，伊香賀俊治，村上周三 他 2 名：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—全国の戸建住宅の環境性能と居住者の健康状態に関する実態調査—，日本建築学会環境系論文集，Vol.79, No.700, pp.555-561, 2014.6
- 12) 内閣府：平成 27 年版高齢社会白書（全体版），p.26, 2015.6 [WEB サイト]  
[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s\\_3\\_2.pdf](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/zenbun/pdf/1s2s_3_2.pdf) (2016.2.19 参照)
- 13) K Saeki, K Obayashi, J Iwamoto et al: The relationship between indoor, outdoor and ambient temperatures and morning BP surges from inter-seasonally repeated measurements, Journal of Human Hypertension, Vol.28, pp.482-488, 2014.2
- 14) K Saeki, K Obayashi, J Iwamoto et al.: Stronger association of indoor temperature than outdoor temperature with blood pressure in colder months, Journal of Hypertension, Vol. 32, No. 8, pp.1582-1589, 2014.8
- 15) 海塩渉，伊香賀俊治，大塚邦明，安藤真太郎：個人因子別の家庭血圧上昇量に関する分析—冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査—，日本建築学会環境系論文集，Vol.79, No.701, pp.571-577, 2014.7
- 16) 海塩渉，伊香賀俊治，大塚邦明，安藤真太郎：マルチレベルモデルに基づく室温による家庭血圧への影響—冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査 その 2—，日本建築学会環境系論文集，Vol.80, No.715, pp.703-710, 2015.9
- 17) 柳澤恵，伊香賀俊治，安藤真太郎 他 2 名：住宅の温熱環境及び断熱性能による身体活動への影響，日本建築学会環境系論文集，Vol.80, No.716, pp.985-992, 2015.10
- 18) Lindemann U, Oksa J, Skelton DA et al: Effect of cold indoor environment on physical performance of older women living in the community, Age and Ageing, Vol.43, No.4, pp.571-575, 2014.5
- 19) 森郁恵，都築和代，安岡絢子 他 2 名：窓の断熱改修が住宅の温熱環境と高齢者の生活および健康に及ぼす影響に関する研究，日本建築学会環境系論文集，Vol.79, No.706, pp.1061-1069, 2014.12
- 20) 一般社団法人 日本サステナブル建築協会：CASBEE 健康チェックリスト，2011.7 [WEB サイト]  
[http://www.ibec.or.jp/CASBEE/casbee\\_health/files/pamphlet.pdf](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/casbee_health/files/pamphlet.pdf) (2016.3.11 参照)
- 21) 厚生労働省：要介護認定に係る法令 [WEB サイト]  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/nintei/gaiyo4.html> (2016.5.4 参照)
- 22) 厚生労働省：公的介護保険制度の現状と今後の役割，p.19, 2016.2 [WEB サイト]  
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/20160kaigohokenntoha.pdf> (2016.3.13 参照)
- 23) 高柳絵里，伊香賀俊治，村上周三 他 2 名：健康維持増進に向けた住環境評価ツールの有効性の検証，日本建築学会環境系論文集，Vol.70, No.670, pp.1101-1108, 2011.12
- 24) 日本建築学会編：高齢者のための建築環境，彰国社，p.58, 1994.1
- 25) 姜燕，龍有二，香川治美：高齢者福祉施設における温熱環境と利用者の心理反応に関する研究，日本建築学会環境系論文集，Vol.73, No.624, pp.191-197, 2008.2
- 26) 三輪哲，林雄亮：SPSS による応用多変量解析，オーム社，pp.207-232, 2014.5
- 27) 重臣宗伯，佐藤ワカナ，円山啓司，吉岡尚文：高齢者の入浴中突然死に関する調査研究，日本救急医学会雑誌，Vol.12, No.3, pp.109-120, 2001
- 28) 林侑江，伊香賀俊治，星旦二 ほか 4 名：生存分析に基づく住宅内温熱環境と虚弱高齢者の要介護認定との関連，日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学 I，pp.973-974, 2015.9

## 注

- 注 1) 一般に、ある健康状態で生活することが期待される平均期間またはその指標の総称を指す。健康日本 21（第 2 次）では、「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」と定められている。本研究では要支援・要介護認定された年齢を健康寿命として扱った。
- 注 2) 秋山らは高齢者の日常生活自立度を、3=自立、2=「手段的日常生活動作」に援助が必要、1=「基本的日常生活動作」に援助が必要、0=死亡として 4 段階で評価した。「手段的日常生活動作」は、日用品の買い物をする、電話をかける、バスや電車に乗って外出するなどの動作を指す。「基本的日常生活動作」は風呂にはいる、短い距離を歩く、階段を 2~3 段上がる等の動作を指す。
- 注 3) 医療・福祉分野で援助を目的とした情報収集において使用される、利用者の基本データをまとめた用紙のこと。
- 注 4) 本研究では学歴を直接問うことはせず、働き始めた年齢を問うことで対象者の学歴を推定した。「~15 歳」が中卒以下、「16~19 歳」が高卒、「20 歳~」が大卒以上に相当すると考えられる。
- 注 5) 全 50 問で構成され、自宅の部屋・場所ごとの健康に関する項目に、頻度を「よくある」から「全くない」までの 4 段階で回答することで、自宅の健康への影響を得点化する質問票。
- 注 6) フェイスシートの既往歴は傷病名の記載に限られており発症年齢についてのデータは収集できなかった。よって、既往の発症が要介護状態発生

の前後どちらであるかについては把握が困難な状況であった。そのため、本研究では住宅内温熱環境の影響が確実に存在しない先天性の疾患を有するサンプルを除外するにとどまった。また、デイサービス利用開始以降の傷病の発生に関しては一律の記録フォーマットが設けられておらず、データを一律に扱うことが難しい状況であった。

注 7) 日本肥満学会の定めた基準に則り BMI18.5 未満を「低体重」、18.5 以上 25.0 未満を「普通体重」、25.0 以上を「肥満」とした。

注 8) 2 群の比較は等分散の検定 (F 検定) を実施し、等分散が仮定された場合 t 検定を実施した。多重比較は等分散が仮定されれば Shuffe 法により、仮定されなければ Games-Howel 法により比較した。

注 9) 平均室温及び平均湿度は居間、廊下、脱衣所に関しては質問紙調査によって把握した在宅かつ起床している時間帯の平均、寝室は就寝時間帯の平均とした。

# EVENT HISTORY ANALYSIS OF INDOOR THERMAL ENVIRONMENT AND CARE PREVENTION OF RESIDENTS

A field survey on the effect of winter indoor thermal environment on care requirements

*Yukie HAYASHI*\*, *Toshiharu IKAGA*\*\*, *Tanji HOSHI*\*\*\*  
*and Shintaro ANDO*\*\*\*\*

\* Grad. Stud., Graduate School of Science and Technology, Keio Univ.

\*\* Prof., Faculty of Science and Technology, Keio Univ., Dr.Eng.

\*\*\* Emeritus Prof., Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan Univ., M.D.

\*\*\*\* Lect., Faculty of Environmental Engineering, The Univ. of Kitakyushu, Dr.Eng.

As ageing of the population progresses, long-term care becomes a more pressing health issue. In Japan, the gap between healthy life expectancy and average life span is expected to grow; therefore, it is necessary to extend healthy life expectancy while minimising the need for long-term care. The effect of indoor air temperature on the health of the elderly has recently attracted attention. Thus, in this study, we clarify the relationship between the indoor thermal environment and the care requirements of the elderly.

This research was conducted as a field study comprising actual measurements of indoor thermal environment, questionnaire surveys, and data collection from face sheets in 2014. The study area was Senri New Town, Osaka Prefecture, Japan. Participants were elderly residents (65–91 years) who were using a day service facility. The indoor air temperature 1.1 m above the floor was measured over approximately 2 weeks in the living room, bedroom, corridor, and dressing room at 5-min intervals. Relative humidity was also measured in the living room and bedroom concurrently. Questionnaire surveys regarding personal factors and housing were distributed. Data about health conditions and diseases requiring care were also collected. Data about care level, date of care certification, and care certification period were collected from long-term care insurance cards.

Regarding the frequency of feeling cold in each of the rooms, participants who answered “1) Frequently” and “2) Sometimes” were assigned to the high-frequency group, whereas those who answered “3) Seldom” and “4) Never” were assigned to the low-frequency group. Mean living room and dressing room temperatures were significantly lower in the high-frequency group than in the low-frequency group ( $p < 0.01$ ). Mean room temperatures were also compared between houses with different insulation performance. The mean room temperatures in the corridors and dressing rooms were lowest for “Pre-1980 standards” households, and highest for “Over 1992 standards”.

The results describe the differences in room temperature between the frequency of feeling cold in dressing rooms, which is affected by low insulation performance, and verifies the association between indoor thermal environment and long-term care through subjective evaluation. The Kaplan-Meier (KM) method was used to analyse the speed of certification for the participants’ long-term care needs. The age at which half of the group was certificated was 76 years in the high-frequency group and 80 years in the low-frequency group ( $p < 0.05$ ). The chi-square test showed that there were no significant differences in personal factors between the two groups, confirming that the result in KM method could be explained by the difference in the thermal environment in the dressing rooms.

Our results suggest that it is necessary to maintain an appropriate indoor thermal environment to prevent the need for long-term care, especially the indoor thermal environment in rooms other than the living room, such as the dressing room. The results of this study are expected to promote improvements in the indoor thermal environment, thereby contributing to care prevention among frail elderly people.

(2016年5月5日原稿受理, 2016年8月10日採用決定)