

## 暖房方式と使い方が居住者の健康に与える影響に関するフィールド調査 その2： 室温と睡眠の質に関する横断分析

冬季 居間室温 主観的睡眠の質  
横断研究 ロジスティック回帰分析 マルチレベルモデル

正会員 ○浅倉 弘堯\*<sup>1</sup> 正会員 伊香賀 俊治\*<sup>2</sup>  
正会員 小島 弘\*<sup>3</sup> 正会員 伊藤 真紀\*<sup>4</sup>  
正会員 光本 ゆり\*<sup>5</sup> 正会員 池田 知之\*<sup>5</sup>

### 1. 背景

睡眠の質の低下は、生活習慣病や精神疾患の発症および、労働災害や交通事故の発生の危険因子となることが報告されており<sup>文1)</sup>、その社会的損失は大きい。健康日本21(第二次)では、「睡眠による休養を十分とれていない者の割合」を国民全体の15%に収めることを目標としているが、近年は20%を推移しており<sup>文2)</sup>、睡眠の質の改善が求められている。睡眠の質に影響する環境因子の中で、温熱の影響は特に大きい<sup>文3)</sup>。温熱環境と睡眠に関する研究に関して、その多くが実験室で行われており、実際の生活環境で行われた事例は少ない。

そこで本研究では、実態調査に基づき「住宅内温熱環境と睡眠の質の関係の明確化」を目的とする。

### 2. 方法

#### 2.1 調査概要

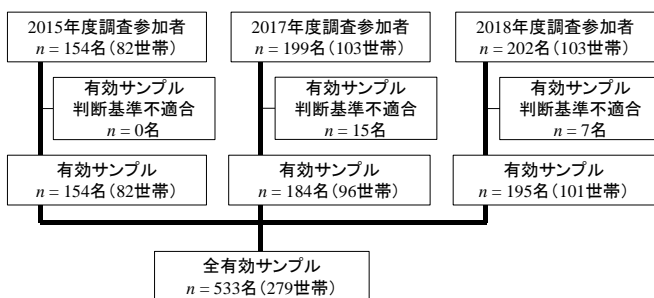
本研究は、2015～2018年の冬季に関東・中部・近畿・中国・四国・九州地方の20歳以上の住民555名288世帯を対象に実施した調査のデータを用いた横断研究である(表1)。なお、約9割の住宅の断熱性能が平成11年基準を満たし、約8割の住宅で床暖房が導入されていた。参加者は自宅にて、2週間実測や日誌の記入を行い、期間中に1回アンケートに回答した。なお、調査方法に関しては慶應義塾大学理工学部・理工学研究科の生命倫理委員会の承認を得たプロトコルで調査を実施した(承認番号:27-31, 29-79, 30-96)。また、すべての参加者から書面によるインフォームドコンセントが得られた。

#### 2.2 変数の定義

睡眠の質は、日誌から4件法で睡眠の質の主観評価を把握した。分析では、「良い」「悪い」の2値に分類して使用した。室温は、温湿度計TR-72wf(T&D社)等を使用し、10分間隔で測定した。本研究では、室温と睡眠の質の関連を検討するにあたり、就寝前の居間、脱衣所室温と就寝前後および就寝中平均・最低寝室室温に着目した。日誌より把握した就寝・起床時刻を用いて、調査期間中測定された室温データから上記の室温を抽出した。分析では室温を連続変数のまま扱った場合とWHO「Housing and Health Guidelines」により推奨された冬季の住宅における最低温度18℃を閾値としたカテゴリー変数に変換して扱った場合で分析を行った。共変量として、アンケートより把握した人口統計学的特性や生活習慣、健康状態と気象台より得られた外気温を投入した。

表1 実態調査の概要

対象地	関東・中部・近畿・中国・四国・九州地方		
実施年度	2015年度	2017年度	2018年度
参加者数	154名(82世帯)	199名(103世帯)	202名(103世帯)
室温・睡眠データ収集期間	2015年12月13日～2016年2月26日	2018年1月16日～2018年3月10日	2018年11月28日～2019年2月12日



- 有効サンプル判断基準  
①寝室・居間・脱衣所室温が全欠損でない  
②日誌・アンケートが全欠損でない  
③アンケートに2回以上回答していない

図1 サブジェクトフロー

表2 サンプル特性 (n=533)

項目	
年齢 [歳]	
中央値 (四分位範囲)	46(40,59)
カテゴリー	
45歳未満, %	40.7
45歳以上, %	59.3
性別	
男性, %	49.0
女性, %	51.0

表3 主観的睡眠の質と室温指標の偏回帰係数 (n=5,433)  
(ロジスティック回帰分析、室温を連続変数で投入)

	寝室		居間		脱衣所	
	偏回帰係数	有意確率	偏回帰係数	有意確率	偏回帰係数	有意確率
就寝前60分間平均 [°C]	0.008	.693	0.089	<b>.001</b>	0.018	.463
就寝前50分間平均 [°C]	0.013	.530	0.091	<b>&lt;.001</b>	0.019	.444
就寝前40分間平均 [°C]	0.017	.406	0.094	<b>&lt;.001</b>	0.020	.418
就寝前30分間平均 [°C]	0.019	.338	0.095	<b>&lt;.001</b>	0.023	.361
就寝前20分間平均 [°C]	0.021	.285	0.094	<b>&lt;.001</b>	0.024	.324
就寝前10分間平均 [°C]	0.024	.227	0.093	<b>&lt;.001</b>	0.025	.309
就寝時 [°C]	0.028	.156	0.093	<b>&lt;.001</b>	0.025	.320
就寝後10分間平均 [°C]	0.031	.121				
就寝後20分間平均 [°C]	0.034	.094				
就寝後30分間平均 [°C]	0.037	.075				
就寝後40分間平均 [°C]	0.039	.066				
就寝後50分間平均 [°C]	0.041	.055				
就寝後60分間平均 [°C]	0.042	.050				
就寝中平均 [°C]	0.009	.695				
就寝中最低 [°C]	-0.015	.512				

### 2.3 統計分析

サンプルの年齢、性別を頻度、中央値、四分位範囲で記述した。本研究で扱う変数は、日ごとの変数が個人ごとの変数にネストする階層構造を有するため、マルチレベルモデルを適用した。前段として、ロジスティック回帰を適用した単変量解析より、主観的睡眠の質と就寝前の居間（床上 1m）、脱衣所室温と就寝前後および就寝中平均・最低寝室室温の連続変数との関連性を調べた。次に、関連が見られた室温と主観的睡眠の質に関して、ロジスティック回帰を適用して、室温の連続変数および 18℃を閾値とした室温のカテゴリー変数と主観的睡眠の質の関連を調べた。それぞれについて共変量未調整のモデルと、調整モデルを作成した。全ての分析は、IBM SPSS Statistics Ver.25 (IBM 社) を用い、 $p < 0.05$  の場合に統計的に有意であるとみなした。

### 3. 結果

本分析では実測・日誌・アンケートデータの欠損を除外した 533 名 279 世帯（平均年齢 50.0 歳）を有効サンプルとして扱った（図 1）。年齢の中央値（四分位範囲）は、46（40,59）歳であり、また、59%が 45 歳以上、51%が女性であった（表 2）。主観的睡眠の質と、就寝前の居間、脱衣所室温、就寝前後および就寝中平均・最低寝室室温の連続変数の関連性を検討した結果、居間室温の就寝前 30 分間平均と最も強い関連が確認された ( $p < .001$ )（表 3）。そこで以降は、居間室温の就寝前 30 分間平均値を分析に採用した。続いて、多重共線性が弱いことを確認した上で、床上 1m 室温と上下温度差（床近傍-床上 1m）の連続変数を投入してロジスティック回帰分析を行った（相関係数： $-0.146$ ）（表 4）。その結果、共変量調整モデルで、室温上昇による睡眠の質が良いと感じるオッズ比が床上 1m 室温で 1.11（95%信頼区間：1.06, 1.18）、上下温度差で 1.05（95%信頼区間：1.00, 1.10）であった（表 5）。次に室温を床上 1m 室温が 18℃未満/以上、床近傍室温が 18℃未満/以上で 4 つに分類し、カテゴリー変数で投入してロジスティック回帰分析を行った（図 2）。その結果、床上 1m 室温と床近傍室温が両方 18℃未満の環境と比べて、両方 18℃以上の環境のみ有意な関連が見られ、共変量で調整したモデルで、睡眠の質が良いと感じるオッズ比が 1.6（95%信頼区間：1.1, 2.3）であった（表 6）。

### 4. 考察

筆者の知る限り、本研究は、就寝前の床近傍の室温が主観的な睡眠の質と関連することを示した最初の研究である。入眠には手・足など末梢部皮膚温の暖まりが重要である<sup>4)</sup>ことから、床近傍の室温が足先の皮膚温を介して入眠に影響を及ぼし、主観的な睡眠の質が変化したと考えられる。一方、本研究の限界として、一時点で関連

表 4 居間室温に関するピアソンの相関係数 ( $n=5,039$ )

	①	②	③
	相関係数	有意確率	相関係数
①床上 1m 室温 [°C]			
②床近傍室温 [°C]	0.564	<.001	
③上下温度差 (床近傍-1m) [°C]	-0.146	<.001	0.735 <.001

表 5 睡眠の質を良いと感じるオッズ比 ( $n=5,039$ ) (ロジスティック回帰分析、室温を連続変数で投入)

	共変量未調整モデル		共変量調整モデル <sup>注1)</sup>	
	オッズ比 (95%信頼区間)	有意確率	オッズ比 (95%信頼区間)	有意確率
就寝前室温 [°C]				
床上 1m 室温	1.10 (1.04-1.16)	<.001	1.11 (1.06-1.18)	<.001
上下温度差	1.03 (0.99-1.08)	.148	1.05(1.00-1.10)	.045

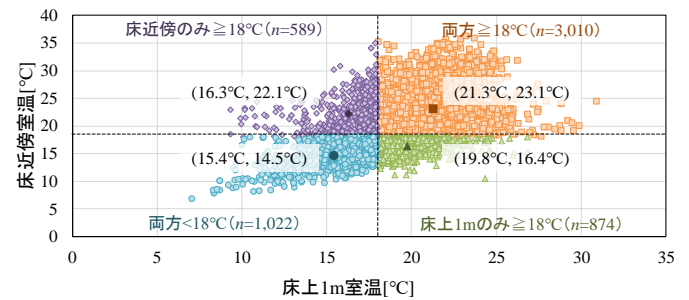


図 2 就寝前居間室温の散布図 ( $n=5,495$ )

表 6 睡眠の質を良いと感じるオッズ比 ( $n=5,039$ ) (ロジスティック回帰分析、室温をカテゴリー変数で投入)

	共変量未調整モデル		共変量調整モデル <sup>注1)</sup>	
	オッズ比 (95%信頼区間)	有意確率	オッズ比 (95%信頼区間)	有意確率
就寝前室温 [°C]				
18℃未満	1.00		1.00	
床上 1m18℃以上	0.93 (0.68-1.27)	.649	1.23 (0.85-1.78)	.276
床近傍 18℃以上	0.99 (0.69-1.42)	.966	1.43 (0.91-2.23)	.118
両方 18℃以上	1.30 (1.00-1.69)	.049	1.61 (1.12-2.32)	.010

性を評価したため因果関係を特定できない。

本研究より、就寝前の温暖な環境は睡眠の質を向上させる可能性が示された。本研究の成果が、良好な睡眠をもたらし、健康で安全な社会の実現に資することを期待する。

【謝辞】本研究の実施に際し多大なご支援を頂いた日本ガス協会、積水ハウス(株)の皆様、調査にご協力いただいた皆様に心より謝意を表する。なお、本研究は（一社）日本ガス協会と積水ハウス株式会社との共同研究として実施したものであり、本研究の一部に JSPS 科研費 17H06151 の助成を受けた

【注釈】1) 年齢、性別、最終学歴、喫煙、飲酒、運動、休日有無、BMI、抑うつ症状、外気温によって調整

【参考文献】1) 高田真澄, 睡眠と健康-交替勤務者の睡眠習慣-, 日本衛生学雑誌, Vol. 73, No. 1, pp. 22-26, 2008 2) 厚生労働省, 平成 29 年国民健康・栄養調査結果の概要, pp. 25, 2018 [Web サイト] (2020.2.2 参照) <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000351576.pdf> 3) 都築和代, 温熱環境と睡眠, 日本生気象学会雑誌, Vol. 50, No. 4, pp. 125-134, 2014 4) Van Someren EJ., More than a marker: interaction between the circadian regulation of temperature and sleep, age-related changes, and treatment possibilities., Chronobiol Int., Vol. 17, No. 3, pp. 313-54, 2000

\*1 清水建設・修 (工) (当時 慶應義塾大学)  
 \*2 慶應義塾大学教授・博 (工)  
 \*3 慶應義塾大学共同研究院・博 (工)  
 \*4 積水ハウス・修 (工)  
 \*5 慶應義塾大学・修士課程学生

\*1 Shimizu Corp., M. Eng. (Keio Univ)  
 \*2 Prof., Keio Univ., Dr. Eng.  
 \*3 Joint researcher, Keio Univ., Dr. Eng.  
 \*4 Sekisui House, LTD., M. Eng.  
 \*5 Graduate student, Keio Univ.