

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	夏季の室内温熱環境が睡眠に及ぼす影響の実態調査
Title(English)	
著者(和文)	大橋 知佳, 伊香賀 俊治, 安藤 真太郎, 浦田 麻衣, 海塩 渉, 柳澤 恵
Authors(English)	Chika Ohashi, Toshiharu Ikaga, Shintaro Ando, Wataru Umishio
出典 / Citation	日本建築学会関東支部研究報告集, Vol. 84, , pp. 109-112
Citation(English)	, Vol. 84, , pp. 109-112
発行日 / Pub. date	2014, 2

## 夏季の室内温熱環境が睡眠に及ぼす影響の実態調査

### 4. 環境工学—1. 環境心理・生理

睡眠 室内温熱環境 断熱性能  
実態調査 中山間地域

準会員 ○ 大橋 知佳<sup>\*1</sup> 正会員 伊香賀 俊治<sup>\*2</sup>  
正会員 安藤 真太郎<sup>\*3</sup> // 浦田 麻衣<sup>\*4</sup>  
// 海塩 渉<sup>\*4</sup> // 柳澤 恵<sup>\*4</sup>

### 1. 背景と目的

睡眠不足により生じる疲労感や判断力の低下は、作業・学習効率の低下等の社会生活上の問題を招く。加えて、慢性的な睡眠の問題は、種々の生活習慣病の発生や悪化の要因となり、生命予後にまで重大な支障を及ぼし得る。睡眠には、生体に関わる要素や生活習慣が大きく寄与するが、室内の環境要素も密接に関連することが明らかにならつつある。梁瀬ら<sup>文1)</sup>、高柳ら<sup>文2)</sup>は、環境要素の中でも、温熱環境が最も睡眠に影響を及ぼすと報告している。温熱環境と睡眠の関係については、これまで被験者実験に基づく報告が多くなされているが、平常時の睡眠状態が把握可能である実態調査の必要性が指摘されている<sup>文3)</sup>。しかし、自宅での実生活に介入した実測調査が容易でないことを理由に、実態調査例の多くは、アンケートによる睡眠感の把握に止まっている。そこで本研究では、実生活場面における実測とアンケートの双方からのアプローチに基づく夏季の実態調査を実施することで、住宅性能が室内温熱環境を介して睡眠に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

### 2. 実態調査

#### 2.1 調査の概要

高知県高岡郡梶原町の戸建て住宅在住の成人24名(22世帯)を対象に、2013年8月上旬から9月上旬にかけて実態調査を行った。温湿度と睡眠状態の実測調査及び住宅性能や個人属性、生活習慣を把握するためのアンケート調査を実施した。

#### 2.2 実測調査の概要(表1)

睡眠計を用い、約1か月間対象者の睡眠状態を測定した。睡眠計は、寝返りによる体の動きや呼吸による胸の動きをとらえることで睡眠状態と覚醒状態を30秒単位で判定する。睡眠状態の測定にあたっては、睡眠の質の主観評価の他、前夜の飲酒・服薬の有無を把握することを目的として、毎朝日誌の記入を依頼した(表2)。睡眠状態の測定の実施期間中、対象者の住宅に温湿度計を設置した。温湿度は、居間の床上1.1mの高さ、寝室の寝床高さにて、10分間隔で連続測定した。

#### 2.3 アンケート調査の概要(表3)

睡眠は年齢、性別等の個人属性や飲酒・服薬等の生活習慣による影響を受けると指摘されている<sup>文4)</sup>ことから、同対象者の個人属性、生活習慣についてアンケート調査によって把握した。更に睡眠に関して詳細に調査するため、ピッツバーグ睡眠質問票<sup>文5)</sup>を用いて、対象者の平均的な睡眠習慣と睡眠の質、及び過

表1 実測調査の概要

	睡眠状態	温熱環境
実施期間	2013年8月9日~9月6日	
調査対象	高知県高岡郡梶原町在住の58~76歳の男女	
調査方法	①睡眠計による測定 ②睡眠日誌の記入	居間・寝室への 温湿度計の設置
調査内容	①睡眠時間、睡眠効率 <sup>注1)</sup> 等 ②睡眠の質の主観評価等	温度、湿度 (10分間隔の連続測定)
測定機器	睡眠計 HSL-102-M(OMRON社)	おんどとり RTR-503(T&D社)
サンプル	配布: 24名 回収: 24名(100%) 有効: 22名(91.7%)	配布: 22世帯 回収: 22世帯(100%) 有効: 22世帯(100%)

※一部世帯は外気温の測定あり

表2 日誌の調査項目

項目	評価方法	項目	評価方法
就寝時刻、起床時刻	実数	起床時の疲れ	4段階評価
前夜の飲酒	有無	前夜の寝付き	
前夜の睡眠薬の使用		睡眠の質	

表3 アンケート調査の概要

実施期間	2013年8月9日~9月6日	
調査対象	高知県高岡郡梶原町在住の58~76歳の男女	
調査方法	直接配布回収による配票調査法	
調査内容	属性	年齢、性別、身長、体重、夏季の症状、既往歴、食習慣、飲酒・喫煙習慣、ピッツバーグ睡眠質問票 <sup>文5)</sup> 、寝衣等
	住宅	CASBEE すまいの健康チェックリスト <sup>文6)</sup> 、断熱性能、居間・寝室の冷房機器の使用状況
サンプル	配布: 24名、回収: 24名(100%)	

表4 ピッツバーグ睡眠質問票<sup>文5)</sup>による睡眠が阻害された要因と頻度の調査項目

項目	評価方法
過去1か月間で、各要因により睡眠が困難であった頻度 (要因: 寝付き、中途覚醒/早朝覚醒、寒さ、暑さ、トイレ、息苦しさ、咳・いびき、悪夢、痛み)	4段階評価

去1か月で睡眠に支障をきたした理由と頻度を問うた(表4)。住宅に関する設問としては、断熱性能、冷房使用状況等を問うた。断熱性能に関しては、既往研究<sup>文7)</sup>を参考に、築年数、断熱材の有無、窓枚数、窓サッシの種類を質問項目を設け、無断熱、S55年基準、H4年基準、H11年基準の4段階に分類した。

### 3. アンケート調査の集計結果

#### 3.1 個人属性に関するアンケートの集計結果

個人属性に関するアンケートの集計結果を図1-3に示す。男女の比率は女性が75%を占めた。平均年齢は男性が63.3歳、女性が60.0歳であり、高齢者が主たる対象であった(図1)。平均BMI<sup>注2)</sup>は男性が22.8kg/m<sup>2</sup>、女性が23.8kg/m<sup>2</sup>であった。日本肥満学会による肥満度の判定基準より、肥満と判定されるBMI25以上ものは約3割であり、その他は標準的な体型であるBMI18.5以上25未満であった(図2)。対象者全体の平均睡眠時間は6時間18分であり、60代の日本人の平均睡眠時間7時間26分<sup>注7)</sup>と比較して約1時間短かった(図3)。ピッツバーグ睡眠質問票を用いて把握した、暑さによって睡眠が阻害された頻度を図4に示す。対象者全体の過半数に上る13名が、暑さによって睡眠が阻害されることがあると回答し、13名の内8名は、週1回以上の頻度で睡眠が阻害されると回答した。

#### 3.2 住宅に関するアンケートの集計結果

住宅に関するアンケートの集計結果を図5-8に示す。築年数は30年以上が約半数に上り、古い住宅が多く含まれていた(図5)。断熱材ありの住宅は全体の約6割であった(図6)。対象住宅の断熱性能の分類を行った結果を図7に示す。全体の約7割に及ぶ16軒が無断熱であり、S55年基準の住宅、H4年基準の住宅はそれぞれ3軒であった。H11年基準の住宅は、本調査の対象に含まれず、断熱性能が低い住宅のサンプルが中心であった。夜間の寝室の冷房機器の使用状況については、「めったに使わない」「全く使わない」が全体の約9割を占めていた(図8)。

### 4. 室内温熱環境と断熱性能の関係性の評価

#### 4.1 温湿度測定結果

夏季の暑熱環境としては、温度の高さのみならず、湿度の高さが汗の蒸発を阻害し、蒸れや濡れなど不快感の一因となる<sup>注8)</sup>。そこで以降の分析では、室内温熱環境の指標として標準新有効温度(SET\*)<sup>注9)</sup>を採用する。SET\*の算出条件としては、温度、湿度には実測値を用い、MRTは室温と同値と仮定した。風速は0.1m/s、着衣量は0.6clo、代謝量は1.0metと設定した<sup>注9)</sup>。

代表日における寝室のSET\*の推移について、断熱性能別の平均値を図9に示す<sup>注9)</sup>。断熱性能の低い住宅で外気温に追従してSET\*が変化する傾向が見られ、夜間は無断熱及びS55基準の住宅で、寝室のSET\*が低くなった。尚、調査実施期間全体における外気温の平均値は、夜間が24.9℃、朝方が25.3℃、日中が28.5℃であった<sup>注9)</sup>。本調査は昼夜の寒暖差の大きい中山間地域にて実施したために、外気温の影響を受け易い断熱性能の低い家ほど、夜間のSET\*が低くなったものと考えられる。

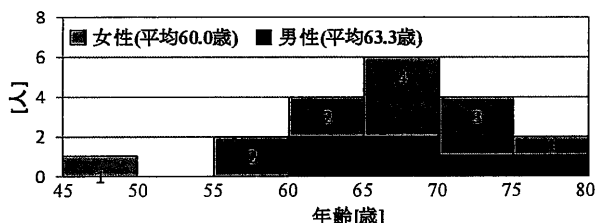


図1 対象者の年齢分布 (男女別)

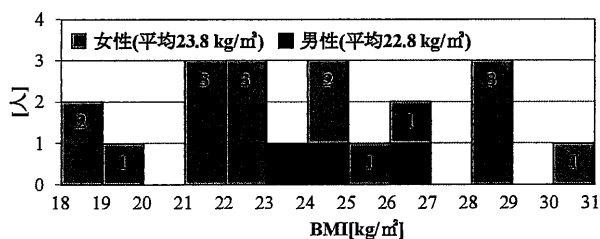


図2 対象者のBMI分布 (男女別)

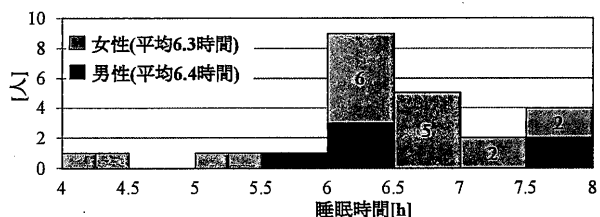


図3 対象者の睡眠時間分布 (男女別)

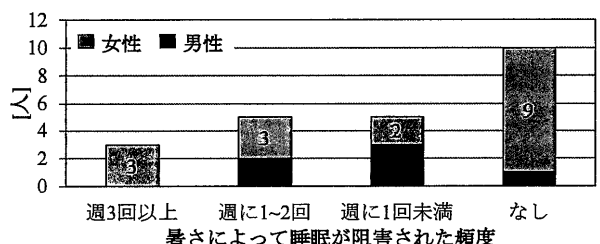


図4 対象者の暑さによって睡眠が阻害された頻度 (男女別)

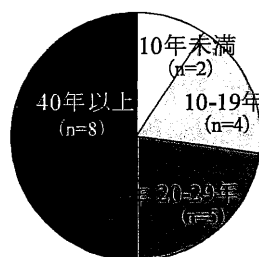


図5 対象住宅の築年数

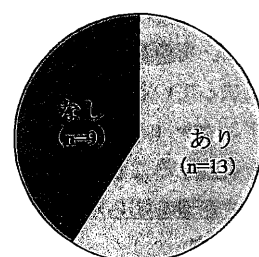


図6 対象住宅の断熱材の有無

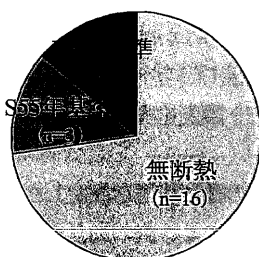


図7 対象住宅の断熱性能

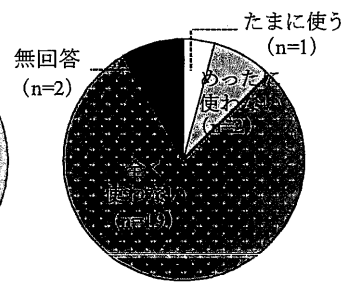


図8 冷房機器の使用状況

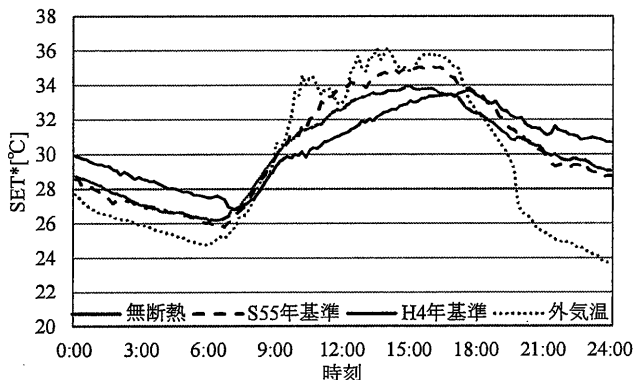


図9 寝室のSET\*の推移 (断熱性能別)

4.2 断熱性能と就寝中の室内温熱環境の関係の検証

調査期間における寢室の就寝中平均SET\*と就寝中最低SET\*の断熱性能別の平均値を図 10、11 に示す。尚、冷房不使用の場合、0 時の外気温が 24.7℃以上より睡眠障害の訴えが生じると報告されているため<sup>文10</sup>、0 時の外気温が 24.7℃以上と 24.7℃未満の日で二分した結果とする。就寝中平均SET\*については、S55 年基準の住宅で最も低く、H4 年基準の住宅で最も高くなった。また、就寝中最低SET\*についても同様に、無断熱及びS55 年基準の住宅と比較してH4 年基準の家で最も高くなった。

5. 室内温熱環境が睡眠に及ぼす影響の検証

5.1 主観的な温熱環境の評価と睡眠状態の関係の検証

ヒトは睡眠中、蒸れ等の不快感を覚えると、身体にかかる負担を軽減するために無意識の内に体動をとる<sup>文10</sup>。そこで、睡眠の質の指標として、体動のない深い睡眠状態<sup>文9</sup>にある時間に着目する。総睡眠時間の内深い睡眠状態にあった時間の割合（以下、深睡眠時間割合）について、調査期間における各対象者の平均値を図 12 に示す。各対象者を比較した場合、平均値の差は最大で 48%であり、睡眠状態の個人差が大きいことが確認された。また、暑さによって睡眠が阻害された頻度が週 1 回以上の群と週 1 回未満の群別に、各対象者の深睡眠時間割合の平均値について、t 検定を実施した。暑さによって睡眠が阻害された頻度が週 1 回以上の群で有意に睡眠の質が低く、就寝中の暑熱環境が睡眠状態に影響を及ぼすことが示唆された（図 13）。

5.2 個人属性・生活習慣と睡眠状態の関係の検証

室内温熱環境と睡眠状態の検証を行う前段として、睡眠状態に個人差を生じさせる要因を把握することを目的に、個人属性や生活習慣による睡眠状態の差について分析を実施する。各対象者の深睡眠時間割合の平均値について、男女別、年齢別に t 検定を行った結果を図 14、15 に示す。既往研究<sup>文12,13</sup>による報告と同様に、男女別では男性が、年齢別では高齢者が有意に睡眠の質が低かった。飲酒の有無別、睡眠薬の服用の有無別に t 検定を行った結果を図 16、17 に示す。飲酒のあり別では、飲酒ありの群で睡眠の質が有意に低く、飲酒が睡眠の質を低下させる一因であることが確認された。睡眠薬の服用の有無別では睡眠薬の服用ありの群で有意に睡眠の質が低かった。

\*\*：p<0.05, \*\*\*：p<0.01

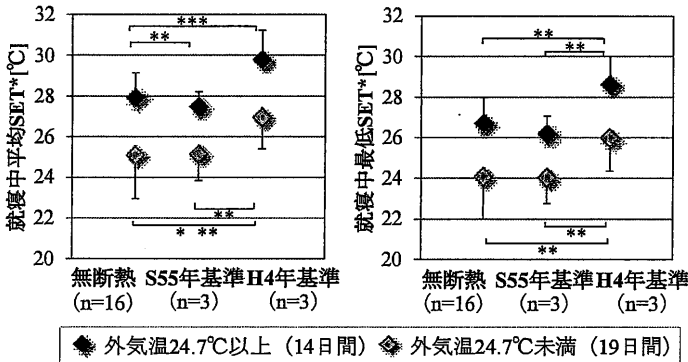


図 10 就寝中平均 SET\* (寢室, 断熱性能別)

図 11 就寝中最低 SET\* (寢室, 断熱性能別)

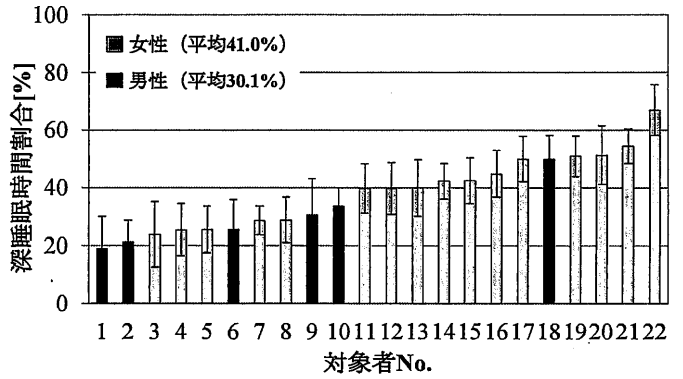


図 12 深睡眠時間割合の平均値 (対象者別)

\*\*：p<0.05

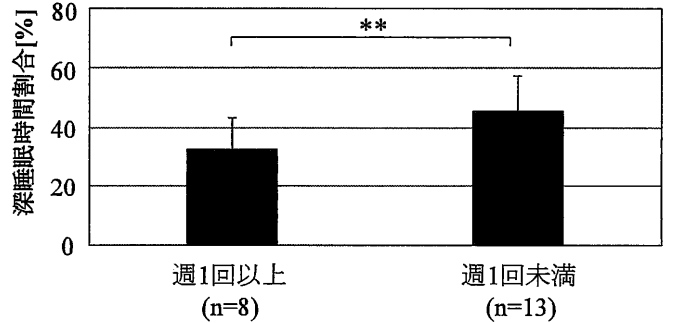


図 13 深睡眠時間割合の暑さによって睡眠が阻害された訴えの頻度による比較

\*：p<0.10, \*\*：p<0.05, \*\*\*：p<0.01

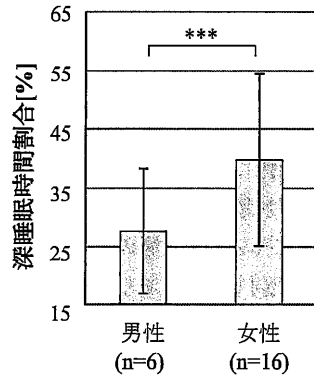


図 14 深睡眠時間割合の男女間比較

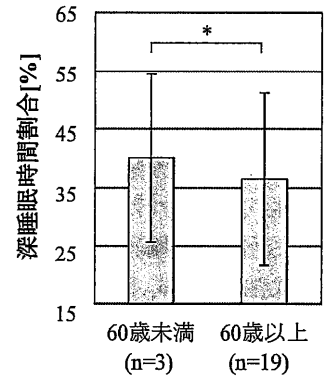


図 15 深睡眠時間割合の年代間比較

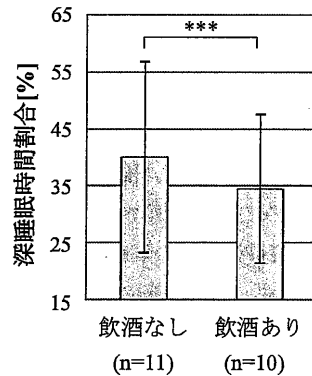


図 16 深睡眠時間割合の飲酒の有無による比較

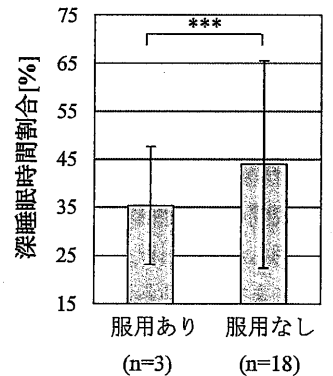


図 17 深睡眠時間割合の睡眠薬の服用の有無による比較

### 5.3 室内温熱環境が睡眠状態に与える影響の評価

5.2 節の検証結果より、温熱環境以外の要因として、個人属性や生活習慣によって睡眠の質に大きな差が生じることが確認された。そこで本節では、深睡眠時間割合の平均値から、睡眠の質の高い群、中程度の群、低い群に分類を行った上で室内温熱環境と睡眠状態の関係の検証を実施する。尚、ここでは、飲酒及び睡眠薬の服用のない測定日のデータを分析サンプルとした。また検証に際しては、睡眠計による測定を7日以上行った対象者18名を分析の対象とした<sup>※7)</sup>。分析対象者の深睡眠時間割合と就寝中平均SET\*の関係を図18に示す。いずれの群においても、深睡眠時間割合が最も大きくなる最適な就寝中平均SET\* (閾値) が確認され、就寝中平均SET\*約26.5°Cで睡眠の質が最も高くなることが示された。

### 6. まとめ

夏季の室内温熱環境が、居住者の睡眠に及ぼす影響の定量化を目的として実態調査を行った。その結果、以下の結論を得た。

- (1) 平均外気温度が最高となった代表日において、日中の寝室のSET\*はH4年基準の住宅で最も低かった。一方、夜間の寝室のSET\*はS55年基準の住宅で最も低かった。
- (2) 0時の外気温度が24.7°C以上の日において、H4年基準の住宅は、無断熱及びS55年基準の住宅と比較して、寝室の就寝中平均SET\*が約2°C高かった。また、就寝中最低SET\*についても、H4年基準の住宅で最も高かった。冷房不使用の場合、断熱性能の高い住宅で暑さによって睡眠が阻害され易い可能性が示唆された。
- (3) 暑さによって睡眠が阻害された頻度が週1回以上の群と週1回未満の群では、頻度が週1回以上の群で、深睡眠時間割合が約13%小さかった。
- (4) 個人属性が睡眠の質に及ぼす影響について、男女別では男性が、年齢別では高齢者が、深睡眠時間割合が有意に低かった。生活習慣が睡眠の質に及ぼす影響について、飲酒の有無別では、飲酒ありの群、睡眠薬の服用の有無別では服薬ありの群で、深睡眠時間割合が有意に低かった。
- (5) 飲酒や睡眠薬の服用があった測定日を除外した場合、就寝中平均SET\*約26.5°Cで最も睡眠の質が高くなることが示された。

本調査対象地は、夏季でも夜間から明け方には涼やかな気候となる中山間地域であり、多くの住宅で冷房機器の使用に頼ることなく比較的良好な睡眠を取れていることが確認された。しかし、断熱性能の高いH4年基準の住宅では、日中のSET\*の上昇は抑制される一方で、夜間のSET\*は低下しにくい状況であり、夜間の自然通風等による住まい方の工夫が必要であることが明らかとなった。さらに、1-2月の日最低気温の平均値が-1.8°Cにまで低下する地域であるにも拘らず、断熱性能の低い住宅が多くを占めているため、引き続き、冬季においても室内温熱環境が睡眠に及ぼす影響の実態調査を行う予定である。また、本調査の課題としては、標本選択バイアスがあった点が挙げられる。今後は、若年層、壮年層といった多様な年代、及び男女で

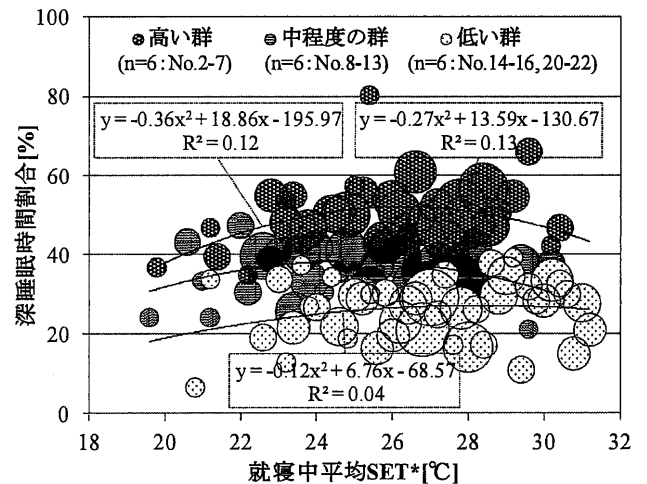


図18 深睡眠時間割合と就寝中平均SET\*の関係 (睡眠の質別)

均等なサンプル数を確保することで、睡眠の質が最も高くなる室内温熱環境の閾値について、属性による差が示されると期待される。

【謝辞】本調査は、矢野富夫町長、内田望病院長、橋田淳一保健福祉支援センター長を始めとする梶原町職員の皆様のご協力・ご指導により実現したものである。調査実施にあたっては、武正真智子様にも多大なご協力を頂いた。関係者各位、調査にご協力頂いた全ての皆様へ深甚の謝意を表す。尚、本研究の一部は、科学技術振興機構戦略的創造研究事業（社会技術研究開発）「健康長寿を実現する住まいとコミュニティの創造（研究代表者：伊香賀俊治）」の助成を受けて行ったものである。

【注釈】1) 総就床時間中の睡眠時間の割合 2) 体格指数：Body Mass Index (BMI[kg/m<sup>2</sup>])=(体重[kg]/身長[m])<sup>2</sup> 3) 温度・湿度・風速・放射の温熱4要素に加え、代謝量、着衣量も考慮した温熱指標 4) 調査実施期間において日平均外気温度が最高となった8月10日を代表日に選定 5) 気象庁の予報用語より、夜間：18時-6時、朝方：6時-9時、日中：9時-18時と定義 6) 睡眠計では、体動が10分以上連続して検知されない状態が深睡眠状態と判定される 7) ヒトの精神的・肉体的疲労に關係する週内リズムを考慮するため

【参考文献】1) 梁瀬度子, 「住空間の快適性に関わる生理・心理学的研究」, 日本家政学会誌, Vol.49, No.9, pp.975-984, 1998.9 2) 高柳絵里ら, 「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.76, No.670, pp.1101-1108, 2011.12 3) 神田清子, 「夏季と秋季の温熱環境が若年者の睡眠中の体動に及ぼす影響」, 群大医短紀要, No.15, pp.19-23, 1995.3 4) 北堂真子, 「良質な睡眠のための環境づくり」, バイオメカニズム学会誌, Vol.29, No.4, pp.194-198, 2005.11 5) 土井由利子, 「ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成」, 精神科治療学, Vol.13, pp.755-763, 1998 6) 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の概要」, 2011.7 7) NHK文化放送局, 生活時間調査 (<http://www.nhk.or.jp/bunken/yoron/lifetime/index.html>) 8) 梁瀬度子ら, 「好ましい寝室の温熱環境条件および機器設計に関する基礎的研究」, 平成9年度文部省科学研究費補助金, 一般研究(B)研究成果報告書, pp.1-86, 1995.3 9) 空気調和・衛生工学会, 「快適な温熱環境のメカニズム」, 1997.12 10) 玄地裕, 「居住環境における健康維持増進に関する研究: その10 外気温上昇が居住者の睡眠障害に及ぼす影響」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp.1003-1004, 2009.7 11) 嶋根歌子ら, 「暑熱環境下の睡眠に関する研究-ビデオ記録による寝姿勢の観察」, 和洋女子大学紀要 家政系編, No.40, pp.217-227, 2000.3 12) 白川修一郎ら, 基礎講座 睡眠改善学, 2008.2 13) 水上喜美子ら, 高齢者の睡眠生活習慣及び睡眠行動に関する調査研究: 性, 年齢による差, 川崎医療福祉学会誌, Vol.9, No.2, pp.281-287, 1999.12

\*1 慶應義塾大学理工学部 システムデザイン工学科

\*2 慶應義塾大学理工学部 教授 博 (工学)

\*3 慶應義塾大学大学院 博士課程

\*4 慶應義塾大学大学院 修士課程