T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	夏季の冷房方式が睡眠に与える影響に関する被験者実験
Title(English)	Experimental study on sleep quality affected by cooling system in summer
著者(和文)	本多 英里, 伊香賀 俊治, 池田 靖史, 内山 映子, 平山 禎久, 海塩 渉
Authors(English)	Eri Honda, Toshiharu Ikaga, Wataru Umishio
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. 2015, , pp. 329-330
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, Vol. 2015, , pp. 329-330
発行日 / Pub. date	2015, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（関東） 2015 年 9 月

2020-04-06T22:25:53.514海塩渉

夏季の冷房方式が睡眠に与える影響に関する被験者実験

正会員 ○ 本多 英里[*1] 正会員 伊香賀俊治[*2]
正会員 池田 靖史[*2] 正会員 内山 映子[*3]
正会員 平山 禎久[*4] 正会員 海塩 渉[*5]

睡眠 放射冷房 対流式冷房
被験者実験 室内温熱環境 ストレス

1. 背景と目的

睡眠の質の低下は生活習慣病の罹患リスクを高め、更に睡眠障害による日中の眠気が作業効率の低下や交通事故を引き起こすことが明らかにされている[文 1)]。睡眠の質低下を引き起こす要因の一つとしては、夏季の蒸し暑さが挙げられ、冷房を使用した適切な暑さ緩和対策が求められている[文 2)]。一方で、エアコンを使用した対流式冷房によって生じる気流が良質な睡眠を阻害する可能性が示唆されており[文 3)]、気流を生じない放射冷房に注目が集まっている。しかし、対流式冷房と放射冷房が居住者の睡眠へ与える影響を検証した例は僅少である。そこで本研究では、夏季の冷房方式が睡眠へ与える影響を明確にするため、被験者実験を実施した。

2. 被験者実験

2.1 概要

実験場所は神奈川県に所在する、断熱水準が次世代省エネルギー基準を満たす実験住宅[注 1)]とし、2014 年 8 月 23～26 日（A 日程）、28～31 日（B 日程）の 2 回に分けて行った。被験者は非喫煙者、かつ標準的な体型[注 2)]の 20～24 歳の男子学生 8 名とした。実験ケースは対流式冷房のエアコン 26℃設定（Case.Ⅰ）、エアコン 28℃設定（Case.Ⅱ）と放射冷房（Case.Ⅲ）の計 3 ケースとした（表 1）。

2.2 測定項目

実験のスケジュールを図 1 に示す。非接触型の睡眠計を用いて、23 時から 7 時まで 8 時間[注 3)]の睡眠状態の測定を行った。寝具は綿シーツをかけた敷布団とタオルケットとし、着衣は半袖と半ズボンに統一した。就寝前後にはストレスの指標とされる唾液アミラーゼ活性の測定を実施し、併せて室内環境満足度[注 4)]をアンケート調査によって把握した（表 2）。また、実験中の物理環境の測定項目を表 3 に示す。温度、湿度、グローブ温度、風速に関しては床上 0.1m の高さで 1 分間隔の連続測定を行った。

3. 実験結果[注 5)]

3.1 物理環境の測定結果

温熱環境以外の環境要素の中で睡眠へ影響を及ぼすとされる光、音環境[文 4)]についてケース間に有意な差がなく、ケース間比較の上で、光、音環境の影響が小さいことを確認した（表 4）。温熱環境の指標には温湿度、風速、放射の影響を考慮した体感温度である標準新有効温度（SET*）を用いて評価を行った[注 6)]。睡眠時間中（23 時～7 時）の平均 SET*は、Case Ⅰ では 26.3℃、Case.Ⅱ では 27.6℃、Case.Ⅲ では 26.1℃であった。

表 1 実験ケース

Case.Ⅰ	エアコン 26℃設定 （連続運転）
Case.Ⅱ	エアコン 28℃設定 （連続運転）
Case.Ⅲ	放射冷房システム

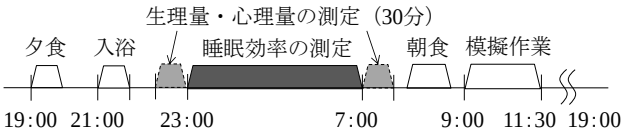


図 1 実験スケジュール

表 2 生理量・心理量の測定項目

	測定のタイミング			測定項目（測定機器）
	就寝前	起床時	就寝中	
生理量			○	睡眠状態（HSL-102-M）
	○	○		唾液アミラーゼ活性
心理量	○	○		室内環境満足度
	○			体調・疲労感
		○		睡眠感

表 3 物理環境の測定項目

	測定項目	測定機器
屋外	温度/湿度	ワイヤレスデータロガー（RTR-503）
室内	温度/湿度	
	グローブ温度	グローブ球（080340-150）
	風速	クリモマスター風速計（Model6533）
	照度	照度計（T-10）
	騒音	普通騒音計（NL-21）
	CO_2 濃度	IAQ モニター（Model2211）

表 4 物理環境の測定結果（平均値±標準偏差）

		Case.Ⅰ	Case.Ⅱ	Case.Ⅲ
睡眠中の平均室温[℃]		25.7±0.7	26.7±0.8	25.2±0.7
睡眠中の平均湿度[%]		73.0±2.1	71.7±1.2	73.9±1.8
睡眠中の平均 SET*[℃]		26.3±0.7	27.6±0.8	26.1±0.9
入眠時の SET*[℃]		26.1±0.4	28.1±0.6	26.4±0.1
起床時の SET*[℃]		26.1±0.8	27.1±0.8	25.9±0.9
照度[lx]	就寝前	217±5.2	221±3.6	221±2.4
	起床時	22.3±3.8	22.1±2.4	22.3±5.5
騒音[dB]	就寝前	34.7±0.4	34.5±0.6	32.8±1.2
	起床時	34.7±0.5	34.4±0.7	33.3±1.6

2020-04-06T22:25:53.514海塩渉

3.2 冷房方式が温熱環境満足度とストレスに与える影響

就寝前と起床時に実施した温熱環境満足度のアンケート調査結果を図 2 に示す。就寝前は Case.Ⅱで不満側（やや不満・非常に不満）の割合が 37.5%を占めたが、Case.Ⅰと Case.Ⅲではどちらも不満側の回答は 0%であった。しかし、翌朝の起床時に着目すると、Case.Ⅰと Case.Ⅲにおいて、不満側の回答が確認され、Case.Ⅰでは 62.5%、Case.Ⅲでは 25%増加した。また、表 4 に示す Case.Ⅰと Case.Ⅲの起床時の SET*の差は 0.2℃とほぼ同等であったにも拘わらず、温熱環境満足度は放射冷房ケースの方が高い結果となった。次に、冷房方式がストレスに与える影響を検証するため、就寝前後の唾液アミラーゼ活性の測定結果を図 3 に示す。就寝前は Case.Ⅱと比較して Case.Ⅰと Case.Ⅲにおいて、ストレスが低い傾向が確認された。一方で、起床時は Case.Ⅰのストレスが最も高いことが確認された。以上より、睡眠時のストレスは就寝前、起床時ともに放射冷房のケースにおいて低い傾向が示された。

3.3 冷房方式が睡眠に与える影響

冷房方式が睡眠状態に与える影響を検証するため、ケース別の中途覚醒回数及び深睡眠時間[注7]を図 4, 図 5 に示す。Case.Ⅱと Case.Ⅲは Case.Ⅰと比較して、中途覚醒回数が少なく、深睡眠時間が長い傾向が確認された。続いて、睡眠効率[注8]のケース別の平均値を図 6 に示す。睡眠効率は個人差が非常に大きい指標であるため、個人差を極力小さくするため、偏差（＝日ごとの睡眠効率－個人の睡眠効率の平均値）を算出し、比較を行った。その結果、Case.Ⅲにおいて最も睡眠効率が高い傾向が確認され、睡眠中平均 SET*が同程度の Case.Ⅰから Case.Ⅲへ変更することで、睡眠効率が約 6%向上することが示唆された。

3.4 冷房方式が気流に与える影響

Case.Ⅰでの睡眠効率低下の要因を考察するため、不感気流の上限とされる風速 0.1m/s [文5]以上を記録した時間数を図 7 に示す。Case.Ⅰにおいて 277min と最も長く、睡眠時間（480min）中の半分以上の時間で気流の影響を受けていることが示唆された。以上より、冷気流が睡眠効率低下の一因となった可能性が考えられる。

4. まとめ

冷房方式が睡眠に与える影響を検証することを目的として被験者実験を実施した。その結果、Case.Ⅲ（放射冷房）において、就寝前後の温熱環境満足度が高く、ストレスが低い傾向が確認された。さらに、睡眠中平均 SET*が同程度の Case.Ⅰ（エアコン 26℃設定）から Case.Ⅲ（放射冷房）へ変更することで、睡眠効率が約 6%向上することが示唆された。

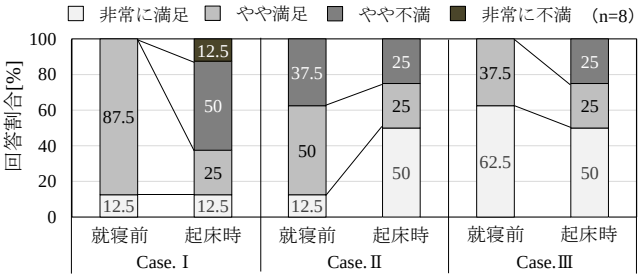
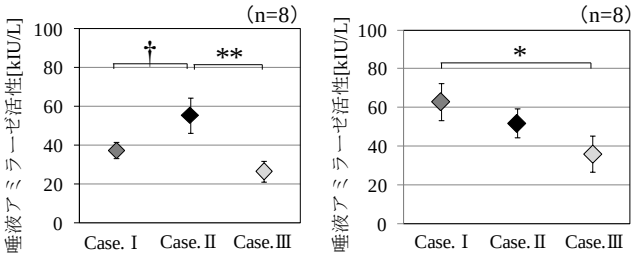


図 2 就寝前後の温熱環境満足度



（1）就寝前　（2）起床時

図 3 就寝前後の唾液アミラーゼ活性

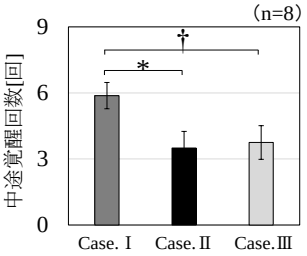


図 4　中途覚醒回数（ケース別）

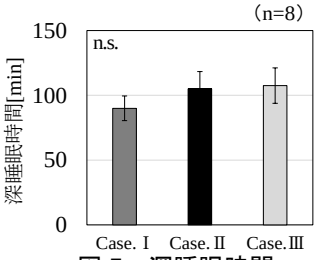


図 5　深睡眠時間（ケース別）

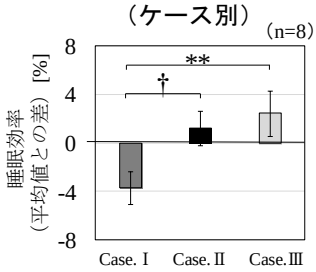


図 6　睡眠効率（ケース別）

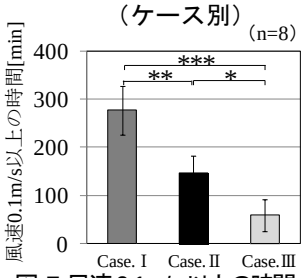


図 7 風速 0.1m/s 以上の時間（ケース別）

[謝辞] 本研究成果は、慶應義塾大学 SFC 研究コンソーシアム「慶應型共進化住宅開発実証実験研究コンソーシアム」の活動の一環として得られたものである。被験者の皆様に感謝の意を表す。

[注釈] 1) 「平成 25 年度ネット・ゼロエネルギーハウスの標準化に係る調査・実証事業」における慶應義塾大学の提案住宅 2) BMI(=体重[kg]÷(身長[m]×身長[m]))が 18.5 以上 25.0 未満 3) 統計局より報告された 20～24 歳男性の平均睡眠時間である 8 時間とした 4) 温熱、光、音、空気質環境に関して 4 段階評価で調査 5) 本論において***p<0.01, **p<0.05, *p<0.10, †p<0.20 とした 6) 温湿度、風速、放射温度は実測値を採用し、着衣量及び代謝量は標準状態の 0.6clo、58.2W/m² とした 7) 10 分以上体動のない深い睡眠状態にある時間 8) 総就床時間中の睡眠時間の割合

[参考文献] 1) 厚生労働省「健康づくりのための睡眠指針 2014」, pp.4, 2014. 3 2) 都築和代「温熱環境と睡眠」, 日本生気象学会雑誌,Vol.50, pp.125-134, 2013 3) 井上雄二「冷房時の気流制御が睡眠の質に与える影響」, 人間-生活環境系シンポジウム報告集, Vol.30, pp.77-80, 2006 4) 環境省,「ヒートアイランド対策の環境影響に関する調査業務報告書」, 2009.2 5) ASHRAE , ASHRAE Standard 55-1992, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 1992

*1 慶應義塾大学　大学院生
*2 慶應義塾大学　教授　博（工）
*3 慶應義塾大学　特任准教授　博（政策・メディア）
*4 ピーエス株式会社
*5 鹿島建設株式会社（当時慶應義塾大学大学院）

*1 Graduate student, Keio Univ.
*2 Prof., Keio Univ. Dr. Eng.
*3 Project Associate Prof., Keio Univ. PhD(Media and Governance)
*4 PS Co., Ltd
*5 Kajima Corporation