

夏期における室温変化が終夜睡眠時の人体におよぼす影響

久保博子^{*1} 磯田憲生^{*1}、清水克浩^{*2}、杉崎智子^{*2}、熊谷登^{*2}、木野真由美^{*3}
^{*1}奈良女子大学、^{*2}東芝キャリア(株)、^{*3}(株)エビス化成Effects of bed room temperature on physiological and psychological responses
of human body in summerKUBO Hiroko^{*1}, ISODA Norio^{*1}, SHIMIZU Katsuhiro^{*2},
SUGISAKI Tomoko^{*2}, KUMAGAI Noboru^{*2}, KINO Mayumi^{*3}^{*1}Nara Women's University, ^{*2}Toshiba Carrier Corporation, ^{*3}Ebisukasei Co.,Ltd
(h-kubo@cc.nara-wu.ac.jp)

ABSTRACT: To clarify thermal comfortable environment for satisfied sleep, we investigated the effects of changing air temperature assumed thermally room conditions using air conditioner in summer on physiological and psychological responses. Seven healthy female subjects volunteered to participate the preferred air temperature experiment in daytime and the sleep experiments of four different air temperature conditions in night into a climate chamber. Setting air temperatures of the sleep experiments determined from air temperature chosen by every subject in daytime. The setting air temperatures were three summer conditions; ①sleep-mode was decreased 1°C for one hour from setting air temperature and after that increased 2°C for seven hours, ②cooler-mode was periodically changed setting air temperature $\pm 1^\circ\text{C}$ by 30 minutes for eight hours, ③constant-mode kept constant setting air temperature during sleep time and autumn conditions; ④comfort autumn was kept constant 20°C every subjects. We measured EEC(F3,C3,P3, O1) EOG, EMG, rectal and seven points skin temperatures. Subjects reported the OSA sleeping questionnaire soon after woke up. We concluded that the sleep-mode induced better quality of sleep than other summer conditions.

1. はじめに

夏期の高温多湿の熱帯夜は寝苦しく、住宅が建て込み有効な通風を確保できない都市部などでは、快適な睡眠を得るために冷房の使用は欠かせない。一方で、冷房の使用により寝冷えや体調悪化、タイマー使用による中途覚醒などの睡眠への悪影響も日常的に経験される。健康への懸念から睡眠時の終夜冷房使用率は低いという調査結果¹⁾も報告されている。

夏期の暑熱環境下における快適で質の良い睡眠を得る方法を検討するため、既報²⁾では一般実験室において実際のエアコンを用いた気温変動が睡眠に及ぼす影響について報告したが、外気温、音や光などの外乱や個人差などの影響も認められた。本報では、個人差を検討しその影響を相殺するため、あらかじめ予備実験で被験者の好みの温度を検討し、その温度に基づいた冷房を想定した3種の室温制御を人工気候室を用いて行い、睡眠への影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 被験者選定のための選択気温実験

既往の研究にて個人差が明らかになったアンケート³⁾および25°Cの人工気候室で胸・手背・下腿・

足背の皮膚温と申告を受ける実験を行い、更に、既往の研究⁴⁾と同様の方法での120分間被験者に自由に快適と感じる気温に調節してもらう実験で図1に示す選択気温結果を得た。表1に示す28°C以上の高温を好む寒がり傾向の被験者3名、27°C付近の中庸なもの1名、26°C以下の比較的低温を好む3名の計7名を被験者として起用し、この気温をそれぞれの終夜睡眠実験の基準気温値とした。

2.2 終夜睡眠実験条件

表2に終夜睡眠実験の概要を示す。実験は奈良女子大学D棟環境調節室のベッドに、掛け用寝具

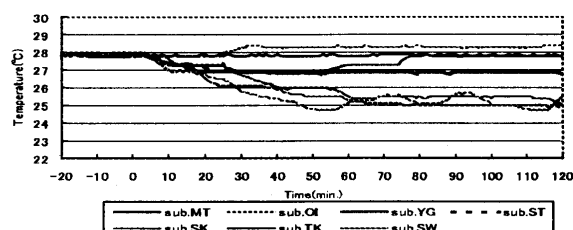


Fig. 1 Change of preferred air temperature by every subject

Table 1 Setting air temperature conditions during night sleep determined by the experiments of preferred air temperature

被験者	MT	OI	YG	ST	SK	TK	SW
基準値 (°C)	28	28	28	27	25.5	25.5	25
群	高温群	高温群	高温群	中温群	低温群	低温群	低温群

Table 2 Experimental conditions and measurements

	夏期睡眠実験	秋期睡眠実験
期間	2003.8/2~10/12	2003.11/5~12/1
温熱条件	①一定モード ②睡眠モード ③クーラーモード	20℃、60%一定
着衣条件	綿70%、ポリエステル30% の半袖半ズボンのパジャマ	綿100%の長袖長ズボ ンのパジャマ
寝具条件	水鳥羽毛100%の枕 綿100%のシーツ 夏用掛布団	水鳥羽毛100%の枕 綿100%のシーツ 綿100%のタタミ 毛、ポリエステル各50%の 掛布団
例数	21例	7例
場所	奈良女子大学 環境調節室	
時間	夜11:00~翌朝7:00(8時間)	
測定項目	終夜 脳波、眼球運動、オトガイ筋筋電図、 皮膚温7点(前額、胸、前腕、手背、 大腿、下腿、足背)、直腸温、心拍 数、体動、衣服内温湿度、環境温 実験前後 体重、血圧、申告、舌下温(実験後)	

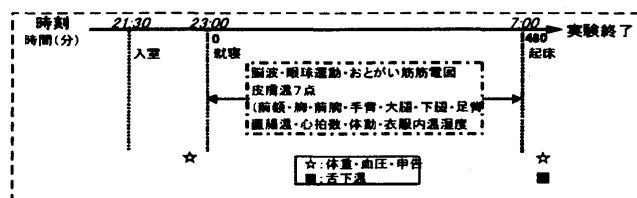


Fig. 2 Experimental schedule

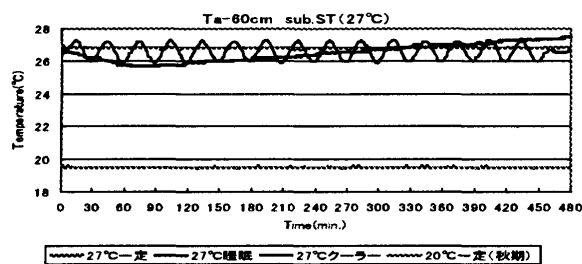
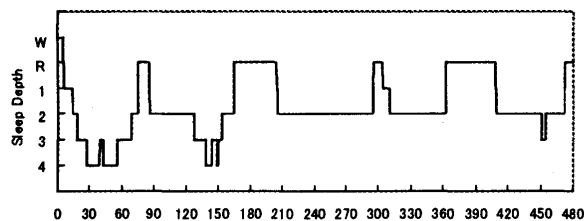


Fig. 3 Change of air temperature during night sleep

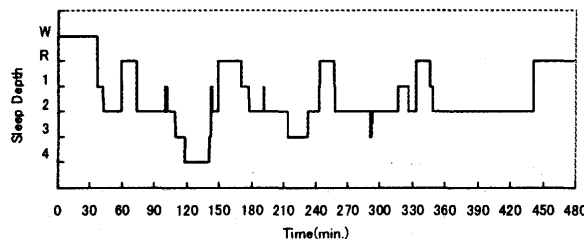
< 25.5℃睡眠モード >

03.09.13 25.5℃睡眠モード sub.TK



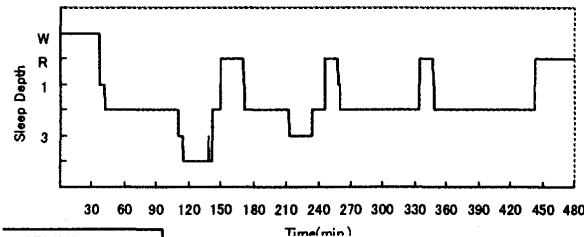
< 25.5℃一定モード >

02.09.09 25.5℃一定モード sub.TK



< 25.5℃クーラーモード >

03.09.08 25.5℃クーラーモード sub.TK



AUTUMN sub. TK

02.11.20 20℃一定

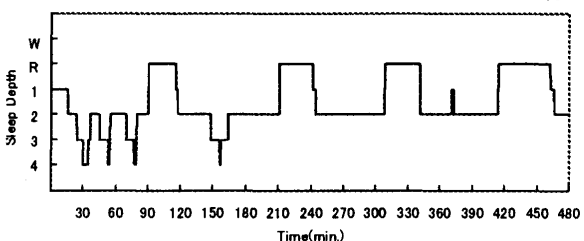


Fig. 4 Change of sleep stage during night sleep

として薄手の夏がけ(綿・麻混紡)を用いて行った。夏期の着衣として、半袖長ズボンの薄手パジャマを着用させた。夜間23時より翌朝7時までの8時間の睡眠中の脳波4点(単極誘導F3,C3,P3,O1)、眼球運動、オトガイ筋筋電図を500Hzで測定し睡眠学会判定基準およびRechtschaffen&Kalesの判定基準により6段階に睡眠深度を分類した。その他皮膚温7点、直腸温、心拍数、体動、OSA睡眠調査等を測定した。表2に手順を示す。

睡眠実験時には、表1に示す基準気温値に設定した人工気候室に入室し、冷房運転時を想定した以下の3種の条件と秋期条件で実験を行った。

- ①睡眠条件：基準値より入床後1時間かけて1℃下降、起床時まで2℃上昇(睡眠時の体温変動に合致した室温変動)
- ②クーラー条件：基準値を中心に30分周期で±1℃の上下動を起床時まで繰り返す(サーモスタットのON-OFFに伴う室温変動)
- ③一定条件：開始時から起床時まで基準値一定
- ④秋期快適条件：全被験者、20℃一定

相対湿度は全条件とも60%一定、気流速度は<0.1m/sの不感気流とした。

3. 結果及び考察

3.1 温熱環境

図3に示すとおり、実験中の温熱環境の測定結果を基準値27℃の場合の代表例で示す。概ね設定気温どおりであった。

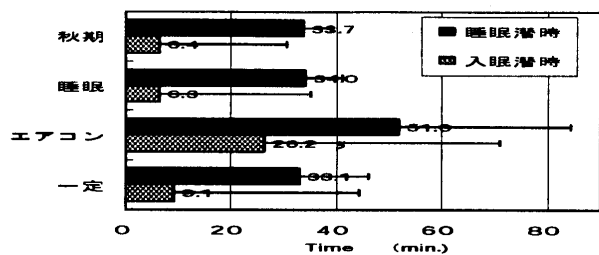


Fig. 5 Sleep Latency

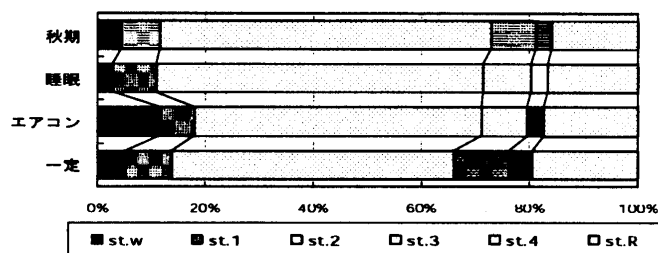


Fig. 6 Mean percentages of sleep stages during sleep

3.2 睡眠時の脳波

図4に各条件における8時間の睡眠中の睡眠段階経過図を一例で示す。睡眠条件では、前半に深い睡眠が見られ、後半にレム睡眠や浅いノンレム睡眠が見られる秋期に近い典型的な睡眠経過が認められた。クーラー条件ではおよび一定条件では入眠に時間がかかり、深睡眠に至るまでに2時間近くかかっているなど、睡眠条件と比較して安定した良い眠りとは言えない。

図5に入眠潜時および睡眠潜時を、図6に8時間の睡眠深度割合を被験者の平均値で示す。個人差が大きく優位差は認められないが、入眠潜時、睡眠潜時どちらもクーラー条件が最も長かった。睡眠条件は比較的どちらも短く、より秋期に近く、速やかに入眠し、深い睡眠に以降していた。睡眠深度割合ではほとんど差が認められないが、クーラー条件が、stageW が長くよく眠れていないと考えられる。

図7に睡眠時を前半と後半に分け、それぞれの睡眠深度割合を示す。前半にstageRが少なく深睡眠が多く、後半にstageRが多くなるのが一般的な睡眠の推移であり、秋期条件では前半と後半のstageRの差が大きくその傾向が顕著である。睡眠条件では夏期の条件の中ではもっともその傾向が認められ、さらに後半にstageWがどの被験者もみられず、比較的安定した睡眠を得られたと考えられる。

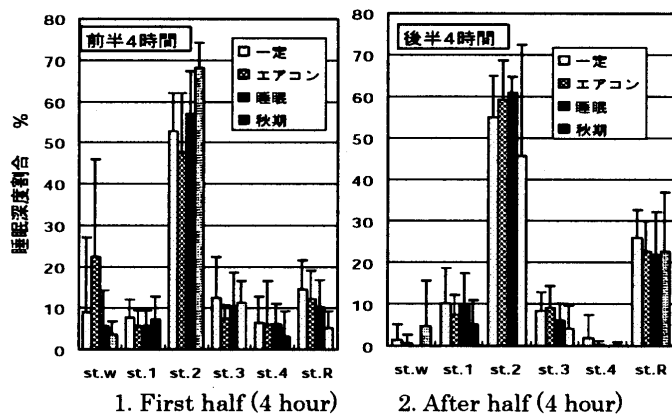


Fig. 7 Percentages of sleep stages at first half and latter half period

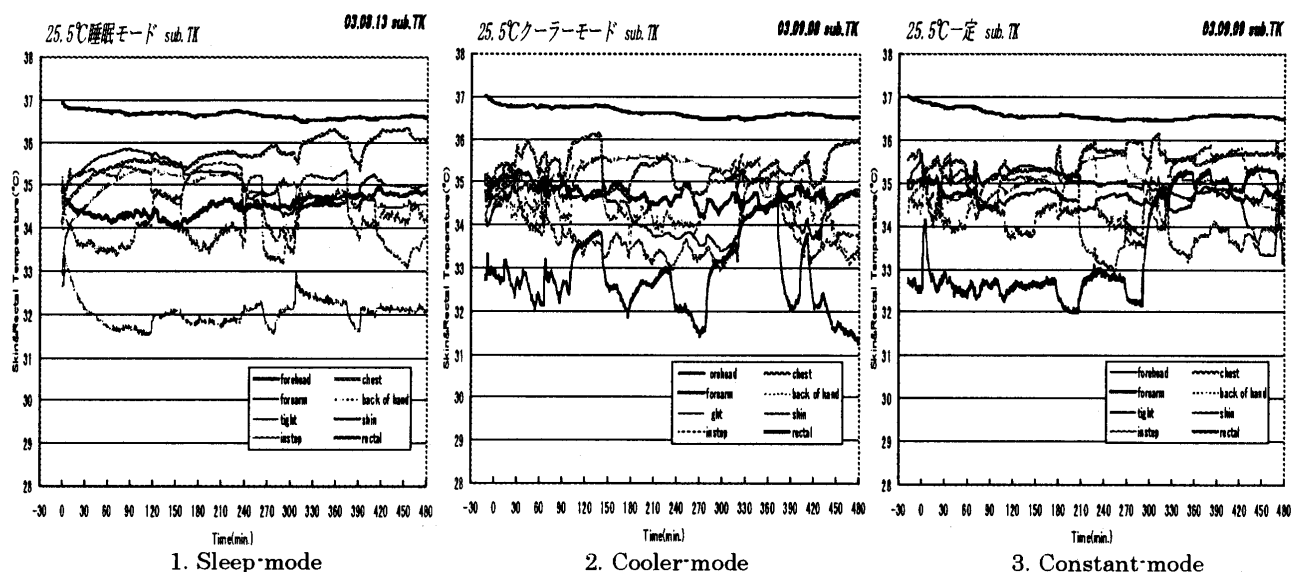


Fig. 8 Change of rectal and skin temperature during sleep

3.3 皮膚温

図8に夏期条件における皮膚温の経時変動を一例で示す。温度レベルとしては前腕が32℃～33℃と低目であるが、他の部位では34℃～35℃を推移し、体動に伴う変動が見られた。クーラー条件では設定気温の上下に伴い、前額や四肢部などのように寝具より露出しやすい部位で30分周期の1℃程度の皮膚温変化が認められた。睡眠条件では気温の上昇に伴い、睡眠経過に伴い、皮膚温が比較的安定し、体動に伴う上下が睡眠深度の変化に認められた。図9に示す、前額部の皮膚温の全被験者における平均値でも、クーラー条件で気温変動に伴う明らかな上下変動が認められた。

3.4 直腸温

直腸温は、入眠時に低下し、途中で上昇に転じ起床時に上昇するのが一般的である。また、より低下が大きい方が、入眠がより早く深い睡眠に至ることが知られている。図10に直腸温の経時変動を平均値で示す。秋期快適環境下では、一般に言われている睡眠時の直腸温変化が顕著に見られた。夏期暑熱環境下では直腸温の低下があまり大きくなく、上昇に転じる時間が遅い場合や上昇しない場合もみられた。今回の3条件では、睡眠条件では変化も差は小さいが、他の条件に比べ直腸温が降下しその後起床時までには上昇する傾向が若干認められた。

3.5 OSA睡眠調査票

図11に起床時に申告を得たOSA睡眠調査票による睡眠評価を全被験者の平均値で示す。ばらつきは大きいですが、睡眠モードが全体的に若干高い得点を得ていた。一方クーラー条件はどの項目でも最も低い得点となっており、あまり良い環境とはいえないと考えられる。

4. まとめ

夏期における終夜睡眠時の冷房を使用を想定した温度変化による睡眠時の生理反応、心理反応を総合的に考察すると、本報の条件の中では、睡眠モードが快適環境に近く最も快適であると考えられる。一方、サーモスタットのオンオフにより細かく温度が変動することを想定したクーラー条件では、皮膚温など生理量に影響を及ぼし、心理評価も低い。本実験のような夏期において寝具や寝衣が薄

い状態での睡眠では、室温の1,2℃の変化であっても生理的・心理的反応に影響を与え、睡眠へも影響を及ぼすと考えられる。このことより寝冷えを避けて蒸し暑い環境での寝やすさを追求するためには、冷房環境においてもこまやかな温熱環境制御が必要であると考えられる。

謝辞：実験にご協力頂きました被験者の皆様に深謝を表します。
文献：

- 1) 久保博子他：クーラー使用時の寝室温熱環境が睡眠に及ぼす影響について、第19回睡眠環境シンポジウム、研究発表17、2003
- 2) 久保博子他：夏期と冬期における高齢者の睡眠と寝室・寢床環境に関するアンケート調査、HES26、105-108、2002
- 3) 久保博子他：温熱快適性の個人差に関する実験的研究—その5—、日本建築学会大会梗概集、pp.399-400、1999
- 4) 佐々尚美他：夏期における好まれる気温の個人差に関する研究、日本建築学会計画系論文集、531、31-36、2000

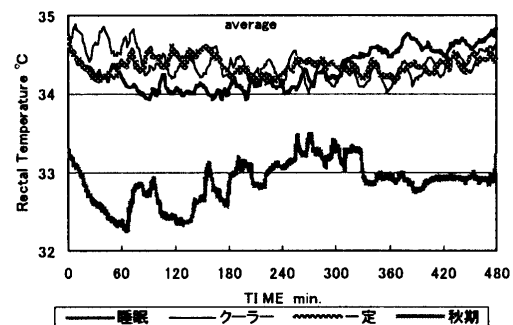


Fig. 9 Change of forehead skin temperature

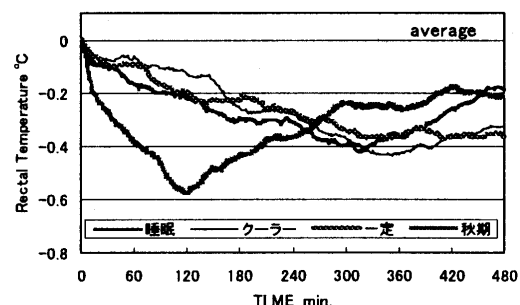


Fig. 10 Change of rectal temperature

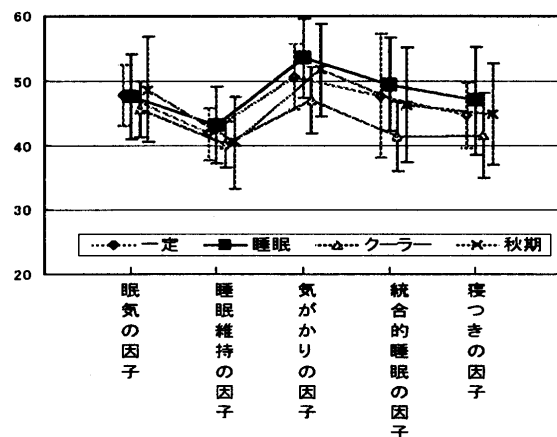


Fig. 11 OSA sleeping questionnaire