

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21300271

研究課題名（和文） 変動する温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす影響の評価技術の開発

研究課題名（英文） Effects of fluctuating thermal environment on human body during sleep

研究代表者

都築 和代（TSUZUKI KAZUYO）

独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・研究グループ長

研究者番号：70222221

研究成果の概要（和文）：安全で快適な住環境を睡眠の観点から設計するための基礎資料を得るために、人工気候室において冷房条件に時間変動を取り入れた制御を実施し、睡眠に及ぼす影響を調べた。また、覚醒について開発された人体熱モデルを睡眠状態への応用展開を目指すための評価技術の開発ならびにシミュレーションを実施した。さらに、実生活場面において入浴が睡眠に及ぼす影響の評価、ならびに、季節の就寝環境の影響、ならびに、内窓断熱改修により高齢者の睡眠への影響を調べた。

研究成果の概要（英文）：In order to obtain the basic data and knowledge to design the safety and comfortable dwelling environments from the views of better sleep or comfortable sensation, a variety of research was carried out. The experiments which change the temperature in the climatic chambers were performed to investigate the effects of time variability or transient on the human body during the sleep. The human thermoregulatory model which had already developed to evaluate the thermal environment in the awaking period was also tried to revise to evaluate and simulate the sleeping human body. Moreover, in the actual living houses both the seasonal climate and the intervention operations of hot bathing or housing renovation were investigated to influence the sleep quality of the occupied elderly persons.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,900,000	2,370,000	10,270,000
2010年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2011年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2012年度	100,000	30,000	130,000
年度			
総計	14,700,000	4,410,000	19,110,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：生活科学、衣・住生活学

キーワード：睡眠、季節、温熱環境、高齢者、実生活、皮膚温、血圧、脳波

## 1. 研究開始当初の背景

睡眠を促進する快適な温熱環境や睡眠の

観点からみて安全な住環境を設計するための基礎資料を得るために、温熱環境の不均一

性に着目した研究を平成17～19年度基盤Bにて実施してきた。本提案は、もう一つの観点である、時間変動を取り入れることにより睡眠を促進および維持するための温熱環境を構築するための基礎資料を得る。また、人の身体に対しての入浴は大きな熱負荷と位置づけられ、元来、人が持つサーカディアンリズムを修飾する。そこで、サーカディアンリズムの修飾により睡眠に影響があるのかどうかを調べる。さらに、全ての温熱環境条件で被験者実験を実施することは不可能であるので、覚醒状態について開発された人体熱モデルを睡眠時に使用できるように開発するための基礎研究を実施する。

## 2. 研究の目的

睡眠を促進する快適な温熱環境や睡眠の観点から安全な住環境を設計するための基礎資料を得ることを目的とする。そのために、外因性の温熱環境の変化や時間変動、あるいは、内因性の身体内の温度変化が入眠の促進、睡眠の維持、睡眠の長さや質を向上することができるかどうかを明らかにする。以下の4つの観点からの研究を進める。

- (1) 実生活場面における睡眠温熱環境の実態を調べる。
- (2) 人工気候室において変動する睡眠温熱環境が高齢者の睡眠および体温調節に及ぼす影響を調べる。
- (3) 実生活場面において入浴ならびに内窓設置による断熱改善による介入が睡眠に及ぼす影響を調べる。
- (4) 睡眠環境を評価するための睡眠時の人体熱モデルを開発する。

## 3. 研究の方法

(1) 実生活場面における睡眠温熱環境の実態調査

①四季において、実生活場面における睡眠実態を調べるために、アクチグラフを被験者の利き手と反対側の手首に装着して日常生活を送る。Coleらのアルゴリズムにより、就床時刻、起床時刻、入眠時間、睡眠時間、中途覚醒時間、睡眠効率などを算出する。小型温湿度ログを寝室の枕元に設置し、就寝する温熱環境の実態を測定する。被験者には睡眠の前後に眠気、睡眠感、温冷感、快適感等のアンケートに答えもらう。また、正午・夕方6時にも温冷感や着衣量のアンケート調査に答えてもらうとともに、小型の温湿度ログを常時携帯してもらい、日常生活行動について記録する。被験者には健康な高齢者や大学生を採用する。

②実生活場面において被験者は24時間血圧計とアクチグラフを装着して日常生活を送る。小型温湿度ログを寝室の枕元に設置し、睡眠温熱環境を実測する。被験者には睡眠の

前後に眠気、睡眠感、温冷感等のアンケートに答える。被験者には健康な高齢者を採用する。

(2) 人工気候室において変化する睡眠温熱環境が高齢者の睡眠および体温調節反応に及ぼす影響に関する研究

図1に示すように、人工気候室内に寝室を設置し、被験者にはそこで就寝してもらう。寝室の断熱性は $5.2 \text{ W m}^2 \text{ K}$ ；換気回数は1.5回/時間とした。

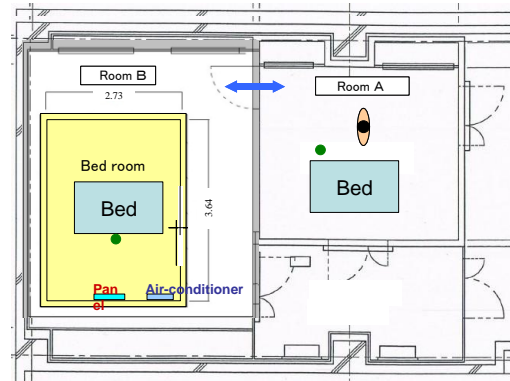


図1 人工気候室と寝室ならびに実験環境

予備調査の結果に基づき、表1に示すように、エアコン運転2時間、パネル運転5時間、冷房なしの4条件を比較する実験を実施する。

測定項目は、睡眠脳波、皮膚温、直腸温、胸部衣服内温湿度を終夜測定し、睡眠の前後で体重測定し、発汗量を算出する。睡眠の前後で、温冷感や睡眠感等のアンケートに答える。

表1 実験条件

実験条件	省略形	内容
5 hour air-conditioner	A1	エアコン1: 寝室のエアコンを入床1時間前から運転、入床後5時間で切れる設定
2 hour air-conditioner	A2	エアコン2: 寝室のエアコンを入床1時間前から運転、入床後2時間で切れる設定
5 hour radiant panel	P	パネル: 寝室の輻射パネルを入床2時間前から運転、入床後5時間で切れる設定
No cooling	N	冷房なし: 寝室は冷房を行わない設定
First night	F	初日: 第1夜、人工気候室A室にて気温 $27^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度50%、気流 $0.2 \text{ m/s}$ 以下で一定に制御

人工気候室を気温 $26^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度50% Rh (12.6 Torr) に設定し、被験者はセンサ等の装着の準備をする。被験者は半袖・半ズボンの綿100%のパジャマ(約0.2 clo)を着用した。

ベッドの上に布団を敷き、綿100%のシーツを敷いて、薄い綿100%毛布を使用して、午後10時から午前5時の7時間就寝した。

(3) 実生活場面において入浴ならびに内窓設置による断熱改善による介入が睡眠に及ぼす影響についての研究

①健康な高齢者を対象に自宅での風呂の

入り方（入浴ありの場合：湯温 40℃、浸漬時間 10 分間、肩まで浸かる等）についての入浴条件を設定し、入浴なし、普段通りの入浴などを行い、その後の睡眠ならびに、睡眠中の皮膚温、直腸温、心拍数、アクチグラフや簡易脳波計による睡眠等に及ぼす影響を測定する介入実験を実施する。同時に、浴室、脱衣室、寝室の温湿度や屋外気温等を連続測定し比較する。また、睡眠前後で、眠気、睡眠感、温冷感等のアンケートに答える。

②要介護高齢者を対象に、内窓設置による断熱改修の前後で睡眠温熱環境、アクチグラフを使った睡眠覚醒リズム、ならびに、体力テストとして、歩行テスト (Timed up & Go Test) を実施する。歩行テスト (Timed up & Go Test) を実施する。

Timed up & Go Test は、椅子座位から立ち上がり 3m 前方のポールを回って着座するまでの時間をストップウォッチで計測した。椅子の高さは 40cm で、ひじ掛けのない座面が沈みこまない椅子を用いた。被験者は、椅子に深く腰掛けて、検者の「よい、スタート」の合図で歩行を開始した。対象者への教示は、「椅子から立ち上がり歩いて、3m 先のポールを戻ってきてください。回る方向はどちらでもかまいません。戻ってきたらすぐに椅子に腰掛けてください。」とし、被験者の体が椅子から離れた時から殿部が椅子に接地するまでの時間を計測した。

#### (4) 睡眠環境を評価するための睡眠時の人体熱モデルの開発

睡眠時に特徴的な深部温（直腸温）の低下と明け方の上昇は、体温調節機構の日周リズムによると考えられる。周囲気温が 3℃～17℃の範囲で一定の時の睡眠時の直腸温データと、サーマルマネキンから得られた熱伝達特性を境界条件として与えた人体熱モデルによる体内温の解析結果を比較し、体温調節機構が日周リズムによってどのように変化しているかの推定を試みる。

### 4. 研究成果

#### (1) 実生活場面における睡眠温熱環境の実態調査

##### ①高齢者の睡眠に及ぼす季節の温熱環境の影響

就床時刻には季節による差は認められなかった。しかし、冬や秋に比べ夏において、入眠潜時が有意に長くなり、起床時刻が有意に早くなり、総睡眠時間が有意に短くなり、中途覚醒時間が有意に長くなった。結果として、睡眠効率が夏に有意に低下した(表 2)。この夏の睡眠の悪化は、高齢者が冷房を好まない・使用しないことによると考えられた。

表 2 高齢者の睡眠変数と温熱環境の実態

	春	夏	秋	冬
日の出時刻(h:mm)	4:46	4:43	5:59	6:41
日の入り時刻(h:mm)	18:25	18:46	16:44	17:02
就寝時刻(h:mm)	22:31	22:35	22:35	22:51
起床時刻(h:mm)	5:41	5:58	6:09	6:30
就床時間(min)	431.1	443.8	455.2	460.3
睡眠時間(min)	381.7	366.3	405.5	412
中途覚醒時間(min)	49.4	77.5	49.7	48.2
睡眠効率(%)	88.3	82.6	88.8	89.2
寝室-気温(℃)	22.5	27.8	18.4	10.3
寝室-相対湿度(%)	64.8	72.6	69.8	59.4
外気温(℃)	18.0	24.9	12.4	0.4
a 春と有意差有り, P<0.05		c 秋と有意差有り, P<0.05		
b 夏と有意差有り, P<0.05		d 冬と有意差有り, P<0.05		

青年については 2 ヶ月毎 (6 月、8 月、10 月、12 月、2 月、4 月) に温熱環境と睡眠、日中の活動度や温冷感申告について調べた。就床時刻、起床時刻、睡眠時間、睡眠効率や中途覚醒時間等については統計的に有意な違いは認められなかった(表 3)。温熱環境には、明確な季節による差が認められた。起床時、正午、夕方 6 時、就床時についての周囲気温は調査時による明確な差は認められず、調査月についての差が認められた。そこで、調査月毎に周囲気温と全身温冷感申告との関係を図 2 に示す。周囲気温が高くなるほどやや涼しいから、暖かい側の申告に変化し、中立申告が得られる周囲気温は 23℃であった。また、起床後、正午、夕方 6 時の周囲気温と着衣量との関係を図 3 に示す。気温が低くなるほど、着衣量は増えるが、6 月・8 月を除くと、調査月毎に周囲気温は異なるが、着衣量には大きな変化は見られず、また、調査時刻についても周囲気温は大きく異なるが、着衣量はほとんど変わらなかった。回帰式から 1clo の時の周囲気温を求めると 16.2℃となった。

表 3 青年の睡眠変数

	6月	8月	10月	12月	2月	4月
就寝時刻(h:mm)	1:16	1:19	1:21	1:51	1:25	1:38
起床時刻(h:mm)	8:42	8:50	9:04	9:14	9:17	8:58
就床時間(min)	447	453	463	444	473	441
睡眠時間(min)	428	433	441	423	454	423
中途覚醒時間(min)	19	19	22	21	19	18
睡眠効率(%)	96	96	95	95	96	96

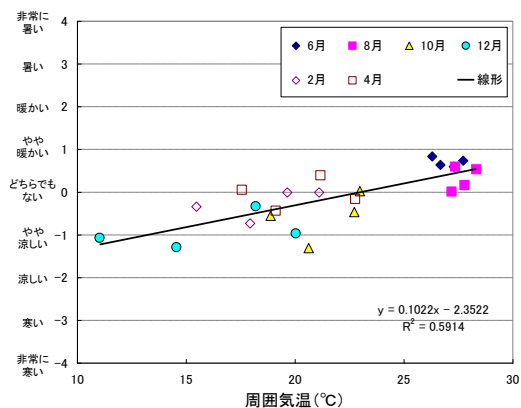


図 2 周囲気温と全身温冷感申告との関係

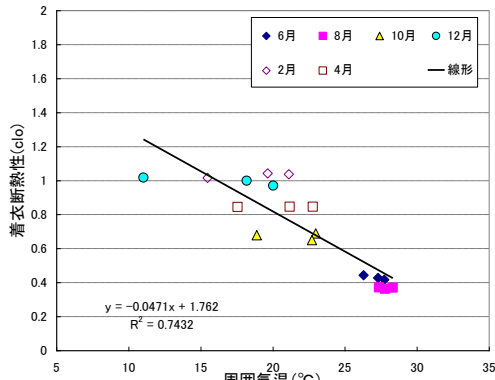


図3 周囲気温と着衣断熱性との関係

②就寝時の温熱環境が高齢者の睡眠中の血圧と睡眠構築に及ぼす影響を調べるために、冬季に実生活場面において、連続血圧計とアクチグラフを装着し、高齢者に就寝させた。合わせて、寝室ならびに身体周囲の温熱環境を実測するとともに、就寝前後で眠気、ならびに温冷感、快適感等のアンケート調査を実施した。

被験者は健康な高齢男4名、女4名であり、連続血圧計による測定結果は、午前8時から午後9時の日中の最高血圧、最低血圧、心拍数の平均値は132mmHg、79mmHg、70拍/分となり、午前0時から5時の就寝中の平均値は118mmHg、71mmHg、63拍/分となった。血圧の値に性差は認められなかった。寝室気温は就寝前平均10.3℃(SD3.5℃)、59%(14%)、睡眠中7.8℃(2.6℃)、61%(9%)、起床時5.9℃(2.7℃)、62%(7%)であった。血圧との関係を検討したところ、有意な相関関係は認められなかった。さらに詳細な検討が必要である。

## (2) 人工気候室実験

高齢者が夏期に寝室で冷房設備を使用することによって快眠できる要件を導くために、健康な高齢女性8名(65~73歳、平均69歳)を被験者とした。ここで、被験者には予め、エアコンを日常的に使い、快適な環境で睡眠している人を選び、また、睡眠環境の実測等を実施した。実験風景を図4に示す。



図4 実験風景

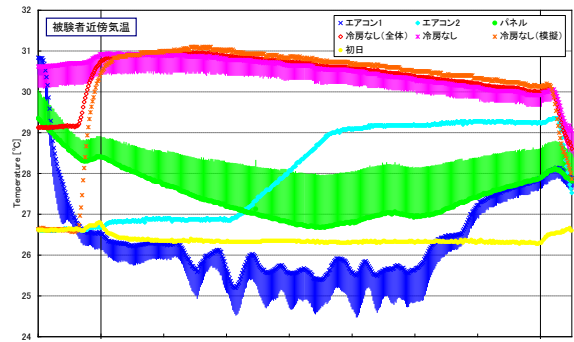


図5 被験者近傍の温度測定の結果

被験者近傍で測定した気温の経時変動(図5)は、初日では気温26.5℃でほぼ安定していた。エアコン1では就寝1時間以降5時間目まで、若干、気温の上下分布が見られるが、その後タイマーが切れて、起床時には28℃まで上昇していた。エアコン2では入床後2時間までは気温27℃で安定し、その後1時間半で29℃まで上昇して、そのまま起床時には29℃で安定していた。パネルでは入床時28.5℃であったが、さらに低下して午前4時半頃には26.7℃になり、その後、徐々に上昇して起床時は28℃であった。冷房なしでは入床前から気温は上昇して、入床時には気温31℃であり、その後、起床時には30℃まで少しずつ低下した。

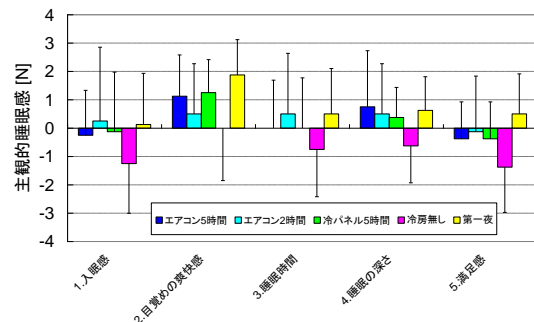


図6 主観申告への影響

入眠前の温冷感は「やや暖かく」、快適感「どちらともいえない」という申告であったが、冷房なしでは、「暖かく」、「やや不快」という申告であった(図5)。起床時はエアコンやパネルのタイマーが切れているため、「やや暖かい」~「暖かい」、「やや不快」の申告となり、27℃50%一定の初日より「暖かく」「不快」側申告が得られていた。睡眠感申告やOSA調査票(表4)については、実験条件間に有意な差は認められず、初日の27℃50%がもっとも良い申告となった。OSAの標準化得点が第一夜に起床時眠気と疲労回復の因子について52.5と51.7であったが、それ以外の条件や因子については50未満だったので、一般的な睡眠より悪かった可能性がある。

表 4 睡眠の評価 (50:平均得点)

標準化得点 (Z: 偏差値)	因子 I (起床時眠気)	因子 II (入眠と睡眠維持)	因子 III (夢み)	因子 IV (疲労回復)	因子 V (睡眠時間)
エアコン1	48.8	43.6	49.4	48.5	43.6
エアコン2	45.2	40.3	49.3	47.7	45.5
パネル	48.3	40.2	50.0	48.9	41.9
冷房なし	41.6	42.5	43.3	43.5	42.1
初日	52.5	45.0	43.6	51.7	46.8

平均皮膚温 (図 7)、直腸温 (図 8)、発汗量 (図 9)、睡眠深度や睡眠効率については、実験条件間に有意な差は認められなかった。

平均皮膚温は、就床前 33.5℃~34℃の狭い範囲にあり、実験条件に設定された寝室・人工気候室へ移動するとともに皮膚温は上昇した。アンケート記入後に横臥している。平均皮膚温の上昇は、冷房なしで著しく、入床後 30 分で平均値 35.5℃になったが、7 時間の睡眠時間中、徐々に低下し、起床時は 35℃であった。次にパネル、エアコン 2、初日の順であり、若干の変動はあるものの、エアコン 1 がもっとも上昇度が少なかったが、平均で 34.7℃であり、起床に向けて徐々に上昇し、起床時で 35℃であった。

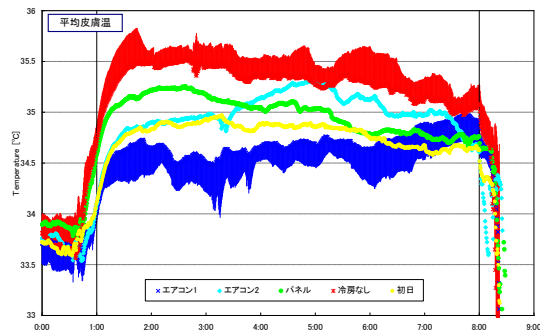


図 7 平均皮膚温の変動

直腸温は、入床 1 時間前の平均で 37.1℃~37.4℃の範囲にあり、徐々に低下している。入床後も直腸温は低下し続けるが、30 分以内に、冷房なしでは低下が止まり、ほぼ就寝中ずっと安定しており、パネルでもほぼ同様であった。エアコン 2 では就床 2 時間後から徐々に上昇した。エアコン 1 と初日では就床 2 時間後からほぼ安定していた。これらの生理反応は、快適もしくは、睡眠に影響を受けない範囲での体温調節の上限と考えられた。

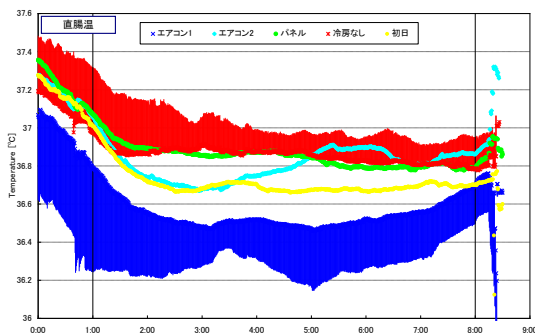


図 8 直腸温の変動

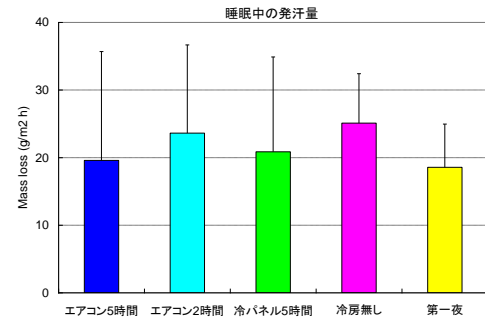


図 9 全身発汗量

全身発汗量 (図 9) には条件間に有意な差は認められなかったが、冷房なしが最も発汗量は多くなっていた。

エアコンによる冷房は気温は約 26℃であったが、相対湿度 65~70%と高く保たれ、被験者近傍で気温 0.5~1℃や風速 0.2m/s の変動があった。タイマーが切れてから気温の上昇が睡眠を阻害した原因と考えられ、これは、先行する調査結果等とも一致する。冷放射パネルは、タオルケットをかけると暑い、タオルケットをかけていないと、「ひやっ」とするという感想が起床時に被験者から得られた。これは、被験者が冷放射を夏に経験することが乏しく、あるいは、冷房の一つとして冷放射をとらえることができず、空気冷房と同じ涼しい感覚を得ることが難しかったためと推察される。

### (3) 現場での介入実験

#### ①入浴の影響

被験者は高齢者男女 6 名ずつで平均年齢は男性 68.3 歳、女性 67.0 歳であった。寝室の平均気温は就寝前 11℃~15℃の範囲にあったが、その後、睡眠中は低下し続け、明け方の平均は 6℃~10℃であった。

表 5 入浴の睡眠変数への影響

	n=12	1度入浴	2度入浴	入浴無し
測定時間帯の開始時刻		23:02	22:54	23:26
測定時間帯の終了時刻		5:51	5:58	6:21
測定時間帯の長さ(分)		409.2	424.7	415.8
身体活動数の平均値		11.3	12.4	13.2
覚醒時間(分)		27.7	31.3	34.3
睡眠時間(睡眠+浅睡眠)(分)		381.5	393.4	381.4
睡眠効率(%)		95.2	95.1	94.2
入眠潜伏(分)		9.5	8.9	10.5
加速体動指数		0.1	0.2	-0.1
最長覚醒時間(分)		11.2	10.8	13.8

しかし、睡眠時間、中途覚醒、睡眠効率等には有意な差は認められなかった。心拍数等についても入浴ありの方が入眠前から睡眠中も高い傾向にはあったが、有意な差は認められなかった。しかし、起床時の睡眠感では、入浴なしに比べて、入浴ありで睡眠が深く、普段よりもよく眠れた、と感じていた。

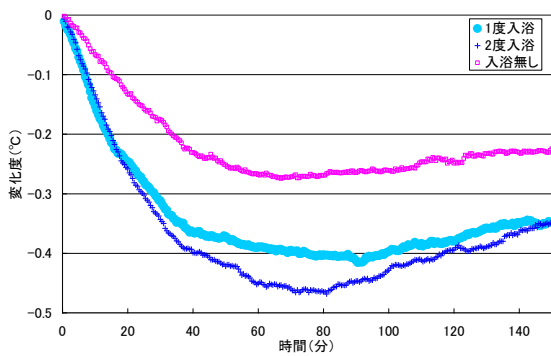


図10 入眠からの直腸温の変化度

入浴ありでは、入浴なしに比べて、入浴により身体が暖められ、直腸温が上昇する。その結果、入浴直後から直腸温は低下し始めるが、布団にはいった時点では、入浴ありの方が直腸温は有意に高くなっていた。そこで、入眠時点で直腸温を整理し、図10に直腸温の変化度で示す。その結果、入眠後の直腸温の低下度は急峻であり、また、低下度も大きかった。

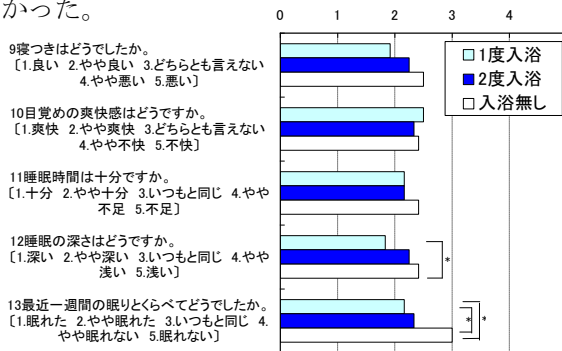


図11 起床後の睡眠感

起床後の睡眠感を図11に示す。条件間で比較すると、寝付きや目覚めの爽快感については差が認められなかったが、睡眠の深さについて1度入浴は入浴無しに比べ有意に深かったと感じていた。最近の眠りと比較すると、1度・2度入浴ともに、入浴無しに比べて有意によく眠れていたと感じていた。

入浴後の直腸温が、入浴無しに比べて低下度が有意に大きくなっていたのは、入浴により身体が加熱された影響であると考えられる。入眠後についても、入浴無しに比べて1度・2度入浴ともに直腸温の低下度が有意に大きくなった。しかし、入浴有りとう浴無しとの比較において、睡眠変数には有意な違いを認めなかった。本研究ではアクチグラフを使用して睡眠変数を算出したため、質的な睡眠評価の観点で不十分な可能性がある。しかし、入浴無しに比べて入浴有り、起床後の睡眠感においては「睡眠が深く」、最近の眠りと比較した時に「よく眠れていた」と感じられていたことは、深部体温の低下が主観的

な眠りの深さや良い眠りを導いた可能性を示唆している。

②断熱改修による睡眠への影響

積雪地域の高齢者の住宅8軒において、要介護高齢者(67~92歳)8名について8月と12月に実施した(表6)。

表6 調査対象高齢者の概要

被験者	年齢(歳)	性別	区分	既往症状	身長(cm)	体重(kg)	血圧(mmHg)	脈拍(拍/分)
A	82	女	要支援	冷え、足腰痛み	145	45	150/80	70
B	75	女	要支援	高血圧、冷え、不整脈、緑内障、足腰、視力低下	150	48	122/70	70
C	76	女	要介護1	むくみ、冷え	145	37	108/60	76
D	67	男	要介護2	良好(左半身麻痺)	166	69.5	124/68	64
E	88	女	要支援	高血圧、むくみ	140	45	146/76	64
F	91	女	要介護1	高血圧、むくみ、しびれ、冷え	135	37	126/52	65
G	86	男	要支援	高血圧、しびれ	158	62	138/76	66
H	92	男	要介護1	むくみ(足)、歩行困難	-	52	126/70	60

その結果、夏季の冷房・冬季の暖房使用は、家族に任せられ、高齢者の居間や寝室について夏季は平均26°C~31.5°Cの範囲にあり、冬季は居間の平均14°C~22°C、寝室の平均8°C~12°Cであった。日中の活動量等についても有意な差は認められなかった(図12)。歩行テストの結果は、冬季よりも夏季に良好であった(図13)。

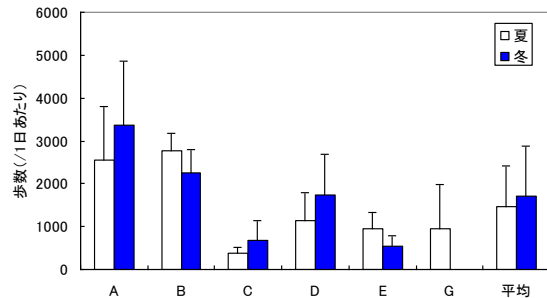


図12 日中の活動量(歩数)

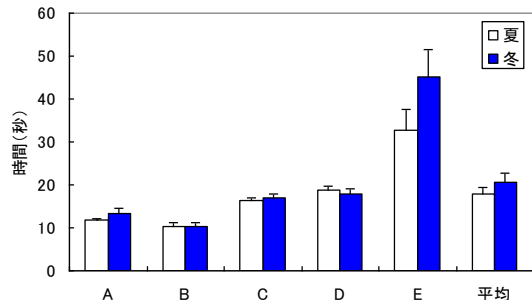


図13 歩行テスト(Timed up & Go Test)

睡眠については、夏季よりも冬季の方が睡眠時間は長く、睡眠効率が高く、中途覚醒は短い等の傾向はあったが、統計的に有意な差は認められなかった。また、先行研究で実施している健康な高齢者に比べ、要支援・要介

護高齢者の睡眠時間が長く、冬に比べて夏は劣化していないことがわかった。

表7 夏と冬の睡眠変数

		測定時間帯の長さ(分)	入眠潜時(分)	睡眠時間(分)	覚醒時間(分)	睡眠効率(%)	身体活動数の平均値
夏	平均	532.9	9.6	467.1	65.8	87.7	19.8
	標準偏差	72	4.1	67.7	35.6	6.1	9.6
冬	平均	510.6	7.8	462.4	48.2	90.7	15.4
	標準偏差	122.8	4.2	115.3	35.3	6.2	8.7

		一連の睡眠ブロック数	睡眠ブロックの平均値(分)	最長の睡眠ブロック(分)	一連の覚醒ブロック数	5分以上の覚醒ブロック数	最長覚醒時間(分)
夏	平均	9.3	74.5	212.8	9.7	4.1	21.5
	標準偏差	2.2	47.6	95.6	2.2	1.9	11.7
冬	平均	6.3	103.9	208.4	6.6	3	22.3
	標準偏差	3.7	47.6	55.4	3.8	1.4	12.7

(5) 睡眠環境を評価するための睡眠時の人体熱モデルの開発

睡眠時に特徴的な深部温(直腸温)の低下と上昇は、睡眠による代謝活動の低下のみでなく、体温調節機構の日周リズムによると考えられる。気温 3°C、10°C、17°Cにおいて寝具を使って就寝した時の人体の直腸温・平均皮膚温のデータを基に(図14)、サーマルマネキンから得られた熱伝達特性(図15)を境界条件として与えた人体熱モデルによる解析により、体温調節機構が日周リズムによってどのように変化しているかの推定を試みた結果を図16に示す。

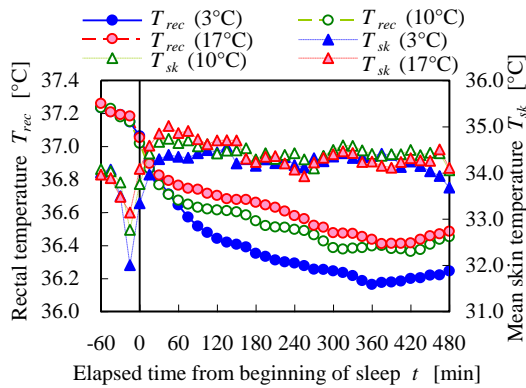


図14 直腸温と平均皮膚温の実験結果

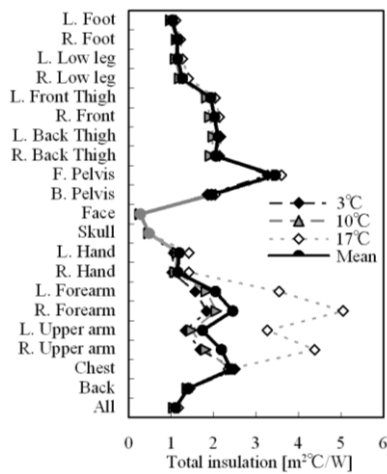


図15 マネキン計測による熱伝達特性

体温調節機構として最も深部温が低くなる設定(血管収縮がなく、代謝量として基礎代謝量(0.7met)とする設定)においても、全温度で睡眠時の直腸温の低下を再現出来ず、逆に直腸温が上昇した。動きの無いサーマルマネキンから得られた熱伝達特性では、放熱を過小に評価するためと考えられる。

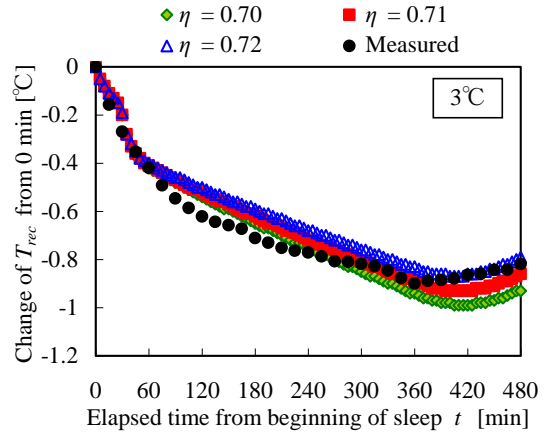


図16 ηの探索過程における解析直腸温の一例(3°C)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

- [雑誌論文] (計2件)
- ①吉田郁美、竹森利和、山崎政人、道広和美、都築和代、裏出良博、吉田政樹、冬季の実生活におけるミストサウナ入浴が睡眠に及ぼす影響、人間と生活環境、査読有、第19巻第2号、2012、101-106  
DOI 10.1007/s00484-009-0291-7
- ②Okamoto-Mizuno K., Tsuzuki K., Effects of season on sleep and skin temperature in the elderly, Int J Biometeorolgy, 査読有, 2010

- [学会発表] (計16件)
- ①都築和代、自宅で生活する要支援・要介護高齢者の睡眠実態に関する研究、日本睡眠学会、2012年6月28日、パシフィコ横浜(神奈川県)
- ②都築和代、佐古井智紀、坂田陽子、Seasonal variation in ambient thermal environment and sleep of older people living in nursing homes, ICB2011, 2011年12月7日、オークランド大学(ニュージーランド)
- ③都築和代、夏季のエアコン使用による温熱環境が高齢者の睡眠と体温調節に及ぼす影響、日本睡眠学会、2011年10月15日、国立京都国際会館(京都)

- ④都築和代、森郁恵、Effects of transient and asymmetric thermal environment on the thermoregulation of old women during sleep in the summer season、ICHES2011、2011年10月5日、北海道大学(北海道)
- ⑤都築和代、睡眠時の温熱環境が体温調節と睡眠に及ぼす影響、日本発汗学会(招待講演)、2011年9月2日、愛知医科大学(愛知県)
- ⑥佐古井智紀、都築和代、低温環境下での睡眠時の行動的体温調節、日本建築学会、2011年8月24日、早稲田大学(東京都)
- ⑦都築和代、温熱環境・熱中症、東日本大震災対策 環境工学シンポジウム『東日本大震災に対して環境工学ができることー被災状況と夏の電力需給逼迫への対応』、2011年6月30日、建築会館ホール(東京都)
- ⑧佐古井智紀、都築和代、Evaluation of behavioral thermoregulation during human sleep using bedding by thermal manikin experiment、Indoor Air 2011、2011年6月6日、オースティンコンベンションセンター(アメリカ)
- ⑨都築和代、佐古井智紀、坂田陽子、Seasonal variation in ambient thermal environment and sleep of the elderly living in the nursing homes、Indoor Air 2011、2011年6月6日、オースティンコンベンションセンター(アメリカ)
- ⑩都築和代、四季の高齢者施設における睡眠と温熱環境の実態、日本家政学会、2011年5月28日、和洋女子大学(千葉県)
- ⑪森郁恵、都築和代、松本太、窓の断熱改修が住宅の温熱環境と温熱感および高齢者の健康に及ぼす影響、日本生気象学会、2010年11月5日、文化女子大学(東京都)
- ⑫興柁真紀、都築和代、勝又寛子、浴槽入浴が高齢者の睡眠に及ぼす影響に関する実験的研究、日本建築学会、2010年9月9日、富山大学(富山県)
- ⑬都築和代、森郁恵、坂本雄三、高橋龍太郎、鈴木大隆、窓の断熱改修が住宅の温熱環境と高齢者の健康に及ぼす影響 その2 高齢者の健康への影響、日本建築学会、2010年9月9日、富山大学(富山県)
- ⑭森郁恵、都築和代、佐古井智紀、片岡拓也、Experimental study of non-uniform thermal environment around human body using a thermal manikin、8th International Meeting for Manikins and Modeling、2010年8月25日、Pacific Institute of Sport Excellence(カナダ)
- ⑮都築和代、入浴が高齢者の睡眠に及ぼす影響、日本睡眠学会、2010年7月2日、名古屋国際会議場(愛知県)
- ⑯都築和代、興柁真紀、冬季の入浴が睡眠時

における高齢者の体温調節に及ぼす影響、日本生理人類学会、2010年5月15日、大阪国際大学(大阪府)

[図書](計1件)

監修：本多和樹、シーエムシー出版、眠りの科学とその応用 II、2011、275(268-275)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

都築 和代 (TSUZUKI KAZUYO)  
 独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・研究グループ長  
 研究者番号：70222221

### (2) 研究分担者

佐古井 智紀 (SAKOI TOMONORI)  
 信州大学・学内共同利用施設等・助教  
 研究者番号：70371044

森 郁恵 (MORI IKUE)  
 独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・研究員  
 研究者番号：90415753

甲斐田 幸佐 (KAIDA KOSUKE)  
 独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・主任研究員  
 研究者番号：80586264