

睡眠前の照度低下時間の長短が睡眠深浅に与える影響に関する研究

サーカディアンリズムに着目した睡眠深浅に関する臨床実験をもとに

A Study of Influence of Length of Illuminance Decrease before Sleep on Sleep Depth

Based on Sleep Depth Clinical Experiment Focusing on Circadian Rhythm

久米村秀明*, 高柳英明**, 杉本志織***

Kumemura Hideaki*, Takayanagi Hideaki**, Sugimoto Shiori***

要 旨

本研究では安眠空間構築のためインテリアの重要要素である照明に注目し、就寝前の照度低下時間の長短が睡眠に与える影響を調査した。結果は照度低下時間を 60[分]とすることで覚醒時間の減少と深度の深い睡眠の割合の増加を確認できた。この理由は 1) 通常の室内照明よりも照度が低いため眠気を増加させたこと、2) 照明を一カ所に固定化されたことで睡眠導入時間での活動が限定的となり深い睡眠につながったことが要因と考える。本研究により、就寝前に 60[分]程度の照度低下時間を設けることが睡眠の深化に繋がることを明らかにした。

キーワード：サーカディアンリズム、睡眠、安眠空間、照明環境、IoTセンサー

Summary

In this study, we focused on lighting which is an important element of the interior for a sleeping space. We investigated the effects of the length of the illuminance reduction time before sleeping. The results suggest that the longer the illuminance decrease time, the higher the percentage of deep sleep and the lower the awakening time. There are two reasons 1) The illuminance was lower than normal bedroom lighting before sleep, 2) The sleepiness was increased because of activity was limited by fixed light. We are clarified that providing a decrease illuminance leads to deepening of sleep.

Keywords: *Circadian rhythm, Sleeping, Sound sleep space, lighting environment, IoT sensor*

1. はじめに

1.1. 研究背景

健康で充実した生活を過ごすためには、その維持が求められ、そのためには各人に応じた睡眠の確保が必要となる。ところが現代社会においては、ストレスや多忙のために睡眠不足となることも多い。睡眠不眠になると抑うつなどの心の不健康につながり、また睡眠が十分にとれていない状態にあつては日中の生産性が低下する¹⁾。日本の生産性を高めるために、最適な安眠空間の構築が求められる。

1.2. 研究目的

睡眠は年齢・性別・社会的特性・心身の健康状態・生活習慣といった人的要因だけでなく、温度や光、音などの物理的環境からも影響を受けるが、睡眠の障害はその被害の実態が定量的に解析されておらず、対策の立案に至っていない。そこで本研究では就寝空間が睡眠状態に及ぼす影響について、明るさ環境と被験者の環境生理反応に着目し、その連関を明示することを目的とする。本研究の特異点は、快眠をもたらす住環境と・空間環境を提示できることにある。条件の連関を見だし、明るさ条件に関する安眠空間を創造する点において有意義といえる。

1.3. 既往研究と本研究の位置づけ

睡眠と照明の関係について、サーカディアンリズム^{注1)}に影響を与える環境要素として、光の質（波長・色）や量（強さ・時間）を変化させるサーカディアン照明が注目されている。例えば、昼間の執務室の天井照明の色温度を日

程制御することで日中の眠気に影響を与えることが知られている。また推定睡眠段階・ストレス指標^{注2)}・サーカディアンリズムは互いに連関し、日誌の内容とも一致していることが明らかになっている^{2),3)}。またインテリア分野では電気カーペットや周囲環境の違いが睡眠に及ぼす影響やオフィス執務室外の光・視環境が眠気に与える影響などの研究が実施されている^{4),5),6)}。

上記のように、これまでの研究は日中および執務空間に重点をおいているものが多く、夜間および寝室空間の照明が作る空間の観点で十分に研究がなされているとはいえない。特に就寝直前の日程制御した照明が睡眠に及ぼす影響を調査した研究は少ない。そこで、本研究では時間とともに調光可能な機能を持つ照明器具^{注3)}（以下、調光機能照明）を用いて、照度低下時間の長さが睡眠深浅に与える影響を調査する。よって本研究はインテリアデザイン科学において室内環境と健康維持と安定した安眠性能を担保する実証的な連関を明らかにする。これは現代生活に密着した居室性能・改善提案に貢献する知見となる。

2. 実験概要

2.1. 実験対象と設備

実験対象と設備について記載する(図 1)。研究対象は表 1 の通りとする。本研究で利用する装置は、明るさの調光装置、照度・睡眠深浅・空気質を計測する装置である。明るさに関する設備・装置は二つある。一つ目は寝室内照度

* 東京都市大学大学院 環境情報学研究所 博士後期課程
** 東京都市大学 都市生活学部 准教授 博士(工学)
*** 東京都市大学 都市生活学部

制御のため、調光機能照明により照度制御を実施する(図2)。二つ目に寝室内照度計測のため、移動体通信システム^{注4)}の照度計測用ソフトウェア^{注5)}により睡眠中、継続的に照度計測を実施する。睡眠深浅を計測するため、移動体通信システムの睡眠深浅計測用ソフトウェア^{注6)}を利用する。また、睡眠感と照明の影響を把握するため、就寝前後には睡眠感および照明に関する被験者心理調査を実施する。寝室内の空気質を把握するため、室内用気象計^{注7)}を寝室に設置する。室内用気象計の設置場所はベッド頭部近辺とし被験者頭部から1[m]以内とする。取得項目は気温、相対湿度、気圧、騒音、CO₂濃度^{注8)}とする。

2.2. 実験設備・装置を用いた実測方法

前節で設置した器具をもとに実測を実施する。明るさに関して、就寝前の特定の時間に室内照明を消灯し、調光機能照明を昼白色^{注9)}に近い5,000[K]で灯す。同時間に照度計測を開始する。就寝時まで調光機能照明の照度を段階的に下げる。睡眠感に関して、就寝前の30[分]間内で被験者心理調査を実施する。ベッドに到着した時点で睡眠深浅計測用ソフトウェアを起動する。その後、睡眠を取り、起床後30[分]以内に被験者心理調査に回答する。

2.3. サークadianリズム調査のための条件変化

サーカディアンリズムへ与える影響を評価するため、調光機能照明の点灯時間条件を変更する。条件設定は3つである(表2)。それぞれの条件で前節の方法を用いて各対象者について繰り返し行う。入眠に至る以前の特定の長さの時間を睡眠導入時間 Δt ^{注10)}と定義する(図3)。ここで、 t_0 は調光機能照明を灯した時間、 t_1 は就寝時間、 t は睡眠時間とする。

2.4. データ抽出と評価手法

取得情報は照度・睡眠深浅・空気質・被験者心理調査の4種がある。照度は調光機能照明点灯から起床までの間、5[分]おきに時系列情報として取得する。睡眠深浅は睡眠中の睡眠深さの時系列情報である。空気質情報は5[分]おきの気温、相対湿度、気圧、騒音、CO₂濃度である。被験者心理調査は睡眠および明るさに関する被験者心理調査である。被験者心理調査項目は「照明の明るさ」、「照明器具により眠気を感じたか」、「睡眠時に照明の影響を感じたか」、「熟眠感」である。

取得情報から以下の事項を評価する。空気質は条件間および被験者間で照明実験上影響の生じる差がないことを確認する。照度は睡眠前後で照度の差が生じていることおよび各条件での睡眠導入時間の照度変化を確認する。睡眠深浅は睡眠の深浅でレベル分けし、各条件での各レベルの割合を確認する。被験者心理調査は心理的にどのような状態であったかを確認する。

3. 実験結果

2019年8月19日から同年9月26日までの日程で実験を実施した(表3、表4および表5)。

3.1. 空気質に関する実験結果

気温、相対湿度、CO₂濃度、騒音、気圧の5項目の各条件での値を示す(表6、表7および表8)。就寝前後で30[%]以上の変化が生じた項目はCO₂である。就寝前に比べ就寝

後に、条件1で被験者2は138[%]増加、被験者5は77[%]増加し、条件2で被験者1は66[%]増加、被験者2は134[%]増加、被験者5は60[%]増加、条件3で被験者1は216[%]、被験者2は98[%]増加した。また同じ被験者の条件別の値を平均し、平均と各条件の各項目値の差が±30[%]を超える項目はCO₂である。被験者1の就寝前の条件1は平均より54[%]多く、条件3は平均より60[%]少ない。また、被験者5の就寝前の条件1は平均より31[%]少なく、条件3は平均より33[%]多い。

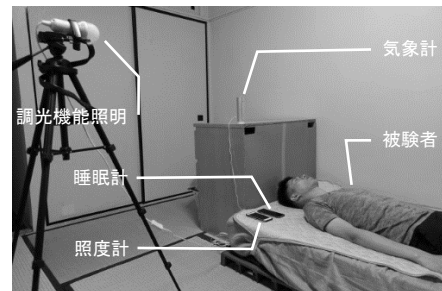


図1 実験設備設置状況:調光機能照明, 気象計, 照度計, 睡眠計

表1 調査対象:下記要領で実験を実施する。

内容	詳細
対象者	男性(60代, 30代), 女性(50代, 20代 x 2名)
場所	各被験者宅の寝室
時期	同一季節内(2ヵ月以内)
回数	一被験者あたり3回実施 (3日間)



時間に応じた調光機能を持つ照明器具

図2 調光機能照明:就寝前の任意の時間に調光

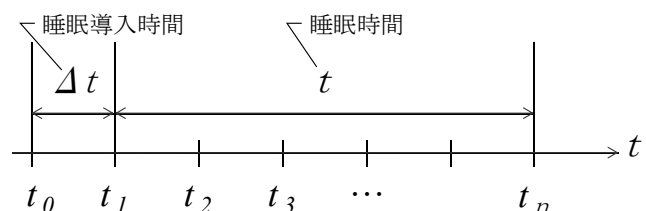


図3 睡眠導入時間 Δt :入眠に至る以前の時間の考え方

表2 サークadianリズム調査のための条件設定

No.	詳細
条件1(30分前)	就寝時間30分前からの調査とし、調光機能照明のみ利用
条件2(60分前)	就寝時間60分前からの調査とし、調光機能照明のみ利用
条件3(120分前)	就寝時間120分前からの調査とし、調光機能照明のみ利用

※いずれの条件でも寝室照明は消灯しており、寝室での光源は調光機能照明のみである。

3.2. 明るさに関する実験結果

被験者寝室の各条件における照度の結果を示す(表 9)。
各照度について就寝前は睡眠導入時間の平均値を、就寝後は就寝後次正時からの一時間平均値を用いた。条件変更時の就寝前照度について被験者 1 は条件 1 と条件 3 の間で 64.8[lx]変化、被験者 2 は条件 1・2 と条件 3 の間で 20[lx]以上変化した。また就寝後照度について被験者 5 は条件 1 と条件 3 の間で 4.2[lx]変化した。

3.3. 睡眠に関する実験結果

被験者 1～4 の睡眠深浅結果を示す(図 4～図 7)。4.1 章で被験者 5 の照度と睡眠深浅結果を示すため、本章では被験者 5 の図の記載を割愛する。ここで睡眠深浅レベルを 0 から 4 で定義する⁷⁾。レベル 0: 覚醒状態、レベル 1: レム睡眠、レベル 2: 睡眠段階 1、レベル 3: 睡眠状態 2、レベル 4: 睡眠状態 3 とする。なおレベル 2～4 はノンレム睡眠である。睡眠サイクルについて、被験者 1, 2, 5 は 60～120[分]で、被験者 3, 4 は 60～90[分]でサイクルが発生した。

睡眠中の覚醒について、被験者 1 は条件 1 では就寝 171[分]後に、条件 2 では就寝 168[分]後に覚醒が発生したが、条件 3 では早朝まで覚醒は発生しなかった。被験者 2 は条件 1 では就寝 140[分]後に、条件 2 では就寝 95[分]後に、条件 3 では 462[分]後に覚醒が発生した。被験者 3 は条件 1 では就寝 47[分]後に、条件 2 では就寝 160[分]後に、条件 3 では 239[分]後に覚醒が発生した。被験者 4 は条件 1 では就寝 131[分]後に、条件 3 では 78[分]後に覚醒が発生したが、条件 2 では覚醒は発生しなかった。被験者 5 は条件 1 では就寝 108 分後に、条件 2 では就寝 177[分]後に、条件 3 では就寝 52[分]後に覚醒が発生した。

表 3 条件 1 (30 分前) 試験概要

被験者	就寝日時		起床日時		睡眠時間[min.]
1	8/19	23:31	8/20	7:18	467
2	9/15	23:49	9/16	6:05	376
3	8/24	23:25	8/25	6:06	401
4	8/28	23:14	8/29	7:39	505
5	9/6	21:59	9/7	5:01	442

表 4 条件 2 (60 分前) 試験概要

被験者	就寝日時		起床日時		睡眠時間[min.]
1	8/22	1:30	8/22	6:58	328
2	9/22	1:50	9/22	7:19	329
3	8/25	22:09	8/26	4:59	410
4	8/29	23:44	8/30	8:30	526
5	9/5	21:56	9/6	5:55	440

表 5 条件 3 (120 分前) 試験概要

被験者	就寝日時		起床日時		睡眠時間[min.]
1	8/23	2:15	8/23	7:58	343
2	9/26	2:09	9/26	13:13	664
3	8/26	22:11	8/27	5:36	445
4	8/30	23:26	8/31	7:53	507
5	9/4	21:59	9/5	5:25	446

表 9 各被験者寝室の平均照度(単位[lx]): 多条件で就寝後照度は低下

被験者	条件 1(30 分前)		条件 2(60 分前)		条件 3(120 分前)	
	就寝前 照度	就寝後 照度	就寝前 照度	就寝後 照度	就寝前 照度	就寝後 照度
1	36.7	4.9	欠測		101.5	4.3
2	1.1	2.0	5.3	0.0	24.5	3.5
3	1.9	1.8	2.3	2.0	3.8	2.6
4	欠測		3.2	1.6	5.4	3.0
5	11.1	0.9	17.9	1.2	16.3	5.1

表 6 条件 1 (30 分前) 就寝前・睡眠中の平均空気質値

被験者	気温[°C]		相対湿度[%]		CO ₂ [ppm]		騒音[dB]		気圧[hPa]	
	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中
1	27.2	27.5	70	75	1,319	1,488	37	36	1,015.2	1,014.6
2	26.9	25.0	66	66	519	1,235	46	36	1,039.4	1,037.4
3	29.8	28.3	64	64	390	355	49	37	1,009.6	1,010.3
4	27.5	27.3	74	75	377	395	36	36	1,007.1	1,007.1
5	24.6	27.4	61	67	572	1,012	42	36	1,022.8	1,022.3

表 7 条件 2 (60 分前) 就寝前・睡眠中の平均空気質値

被験者	気温[°C]		相対湿度[%]		CO ₂ [ppm]		騒音[dB]		気圧[hPa]	
	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中
1	27.6	27.4	73	74	909	1,514	36	36	1,009.9	1,010.3
2	25.4	25.3	61	62	536	1,254	35	35	1,053.4	1,053.1
3	29.6	28.5	64	64	406	386	41	37	1,012.1	1,012.8
4	30.3	29.1	70	74	567	456	36	37	1,008.5	1,009.1
5	24.7	26.2	62	66	801	1,281	37	36	1,024.2	1,023.5

表 8 条件 3(120 分前) 就寝前・睡眠中の平均空気質値

被験者	気温[°C]		相対湿度[%]		CO ₂ [ppm]		騒音[dB]		気圧[hPa]	
	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中	就寝前	睡眠中
1	27.5	27.4	79	77	345	1,091	36	36	1,007.8	1,006.1
2	27.8	27.2	56	57	519	1,030	35	35	1,056.2	1,057.7
3	28.7	28.2	59	65	386	413	37	36	1,016.2	1,016.0
4	28.8	28.2	75	76	502	508	40	36	1,010.5	1,011.3
5	25.1	26.1	60	63	1,097	1,384	38	36	1,025.7	1,025.0

入眠時の覚醒について、条件 2・3 よりも条件 1 の方が深い睡眠に至るまでに時間を要している。被験者 1 は条件 1・2・3 の全てにおいて就床後 30[分]以内にレベル 4 の深い睡眠に至ったが、条件 1 では就寝後レベル 4 の睡眠に至るまでに 24[分]を要した。被験者 2 は条件 2・3 で就寝後 30[分]以内にレベル 4 の睡眠に至ったが、条件 1 ではレベル 4 に至るまで 76[分]を要した。被験者 4 は条件 2・3 で覚醒した状態から睡眠段階に入るまで 30[分]以内であるが、条件 1 ではレベル 1 の睡眠段階に至るまで 49[分]を要した。

3.4. 被験者心理調査に関する実験結果

実験とともに実施した被験者心理調査結果を示す(表 10, 表 11 および表 12)。結果人数については述べ人数で表現する。明るさについて条件 1, 2, 3 のいずれでも「少し明るい」および「明るい」の回答が 9/12[名]である。眠気について条件 1 は「少し感じた」「感じた」が 1/3[名]であるが、条件 2, 3 は「少し感じた」「感じた」が 6/8[名]である。睡眠時に照明の影響を感じたかについて条件 1 は「少し寝やすい」が 2/3[名]で、条件 2, 3 は「少し寝やすい」が 4/9[名]である。熟眠感について条件 1 は「感じた」「少し感じた」が 2/3[名]で、条件 2 では「感じた」が 4/4[名], 条件 3 では「少し感じた」「感じた」が 3/4[名]である。

3.5. 結果から見いだされる特徴

睡眠に関して条件別で睡眠中覚醒状態に差があった。覚醒の発生のなかった被験者数について、条件 1 は 0[名], 条件 2 は 1[名], 条件 3 は 1[名]である。また入眠から覚醒

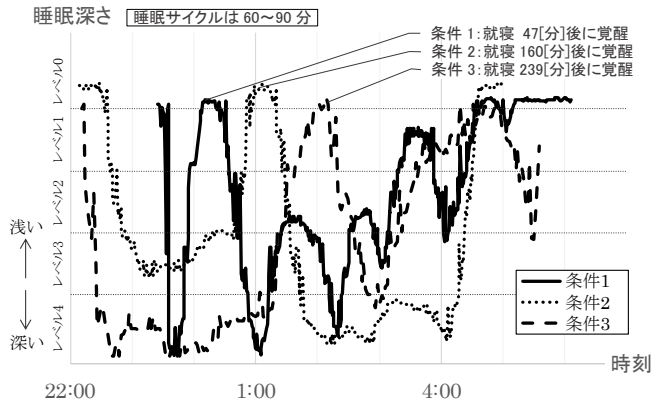


図 6 睡眠深浅の結果:被験者 3

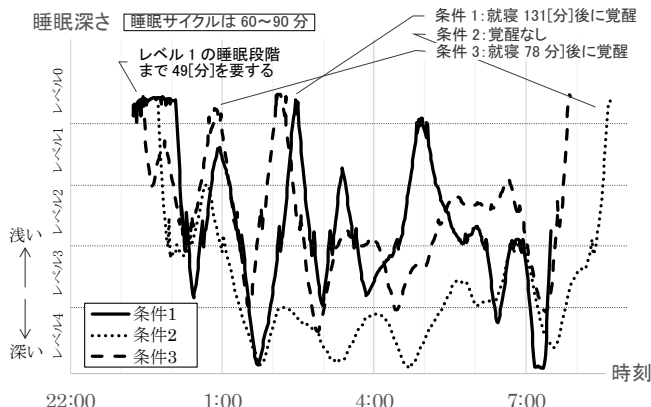


図 7 睡眠深浅の結果:被験者 4

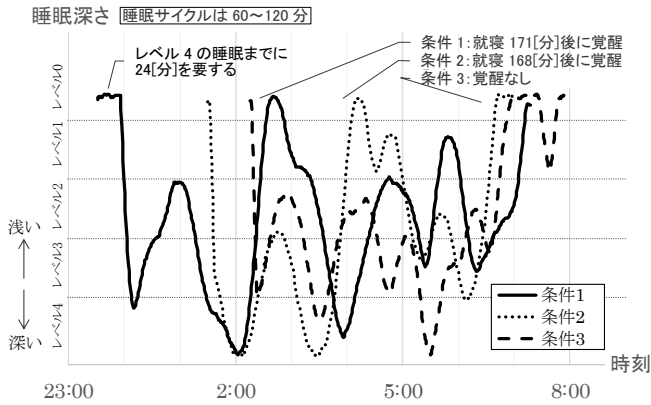


図 4 睡眠深浅の結果:被験者 1

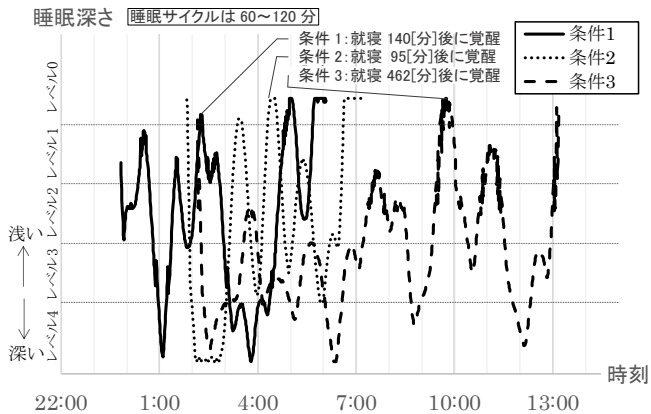


図 5 睡眠深浅の結果:被験者 2

表 10 条件 1(30 分前) 被験者心理調査結果

被験者	明るさ	眠気	照明 影響度	熟睡感
1	—	—	—	—
2	少し明るい	少し感じた	少し寝やすい	感じた
3	—	—	—	—
4	明るい	少し感じない	少し寝やすい	感じない
5	少し明るい	感じない	感じない	少し感じた

表 11 条件 2(60 分前) 被験者心理調査結果

被験者	明るさ	眠気	照明 影響度	熟睡感
1	—	—	—	—
2	普通	少し感じた	少し寝やすい	感じた
3	少し明るい	少し感じた	少し寝やすい	感じた
4	明るい	少し感じない	感じない	感じた
5	少し明るい	感じた	感じない	感じた

表 12 条件 3(120 分前) 被験者心理調査結果

被験者	明るさ	眠気	照明 影響度	熟睡感
1	普通	少し感じた	感じない	少し感じた
2	普通	—	少し寝やすい	感じた
3	少し明るい	少し感じた	少し寝やすい	少し感じた
4	少し明るい	感じない	感じない	—
5	少し明るい	感じた	感じない	全く感じない

※—は無回答を示す

までの各被験者の平均時間について、条件 1 は 122[分]、条件 2 は 141[分]、条件 3 は 260[分]だった。また入眠覚醒の時間の長さも差があり、条件 1 は条件 2、3 に比べ深い睡眠に至るまでより多くの時間を必要とした。

4. 抽出データの評価

4.1. 明るさと睡眠に関する評価

条件別に被験者別の睡眠深度の割合を示す(表 13)。調光機能照明の時間を延伸すると覚醒時間が減少し、深度の深い睡眠の時間が増加する傾向にある。覚醒時間の減少について、例えば被験者 3 は条件 1 では 31[%]であったが、条件 2、3 では 16, 25[%]と減少している。この傾向は被験者 4、5 でも同様である。条件 2 がレベル 0 の割合が最小となり、次いで条件 3、条件 1 となる。また深い睡眠の増加について、例えば被験者 1 は条件 1 ではレベル 3・4 が 53[%]であるが、条件 2、3 ではレベル 3・4 が 69, 61[%]と増加した。この傾向は被験者 3, 4, 5 の被験者も同様である。全ての被験者において、条件 2 がレベル 3・4 の割合が最多であった。加えて被験者 1, 3, 4, 5 において次いで条件 3、条件 1 となる。被験者 5 の条件 1, 2 および 3 の照度と睡眠深浅を示す(図 8, 図 9 および図 10)。条件 1 よりも条件 2, 3 でレベル 3, 4 の睡眠時間が増加している。

表 13 条件(睡眠導入時間Δtの照明時間)の違いによる睡眠時間:
睡眠導入時間Δtを60分取るとレベル0が減少し、レベル3・4が増大
単位[min.]

被験者	睡眠深さ	条件1(30分前)	条件2(60分前)	条件3(120分前)
1	レベル0	48 (10%)	36 (11%)	51 (15%)
	レベル1	45 (10%)	42 (13%)	21 (6%)
	レベル2	124 (27%)	26 (8%)	61 (18%)
	レベル3	118 (25%)	94 (29%)	105 (31%)
	レベル4	129 (28%)	130 (40%)	104 (30%)
	合計	467 (100%)	329 (100%)	344 (100%)
2	レベル0	45 (12%)	71 (22%)	147 (22%)
	レベル1	94 (25%)	54 (17%)	175 (26%)
	レベル2	100 (27%)	63 (19%)	136 (21%)
	レベル3	55 (15%)	73 (22%)	128 (19%)
	レベル4	80 (21%)	66 (20%)	76 (11%)
	合計	376 (100%)	329 (100%)	664 (100%)
3	レベル0	124 (31%)	65 (16%)	112 (25%)
	レベル1	72 (18%)	65 (16%)	87 (20%)
	レベル2	104 (26%)	38 (9%)	58 (13%)
	レベル3	54 (14%)	110 (27%)	36 (8%)
	レベル4	44 (11%)	129 (32%)	150 (34%)
	合計	401 (100%)	410 (100%)	445 (100%)
4	レベル0	122 (31%)	18 (3%)	92 (18%)
	レベル1	95 (24%)	29 (6%)	127 (25%)
	レベル2	117 (29%)	49 (9%)	98 (19%)
	レベル3	49 (12%)	166 (32%)	59 (12%)
	レベル4	16 (4%)	262 (50%)	129 (25%)
	合計	401 (100%)	526 (100%)	507 (100%)
5	レベル0	51 (12%)	19 (4%)	38 (9%)
	レベル1	42 (10%)	25 (5%)	26 (6%)
	レベル2	63 (15%)	31 (7%)	31 (7%)
	レベル3	43 (10%)	127 (27%)	53 (12%)
	レベル4	222 (53%)	275 (57%)	297 (67%)
	合計	422 (100%)	479 (100%)	446 (100%)

4.2. 被験者心理調査結果と明るさ・睡眠に関する評価

被験者心理調査の結果から明るさに関して評価する(表 10, 表 11 および表 12)。被験者心理調査項目「眠気」について、被験者 5 は条件 1 で眠気を「感じない」、条件 2, 3 で眠気を「感じた」と回答した。睡眠深浅の結果について、条件 1 はレベル 0 が 12[%]、レベル 3, 4 が 63[%]であり、条件 2 はレベル 0 が 4[%]、レベル 3, 4 が 84[%]、条件 3 ではレベル 0 が 9[%]、レベル 3, 4 が 79[%]であった。

4.3. 空気質に関する評価

就寝前後および条件間での空気質の違いを検討した。結果として CO₂ 以外の空気質に関する項目は就寝前後および条件間で 30[%]を超える変化はなく、本研究において空気

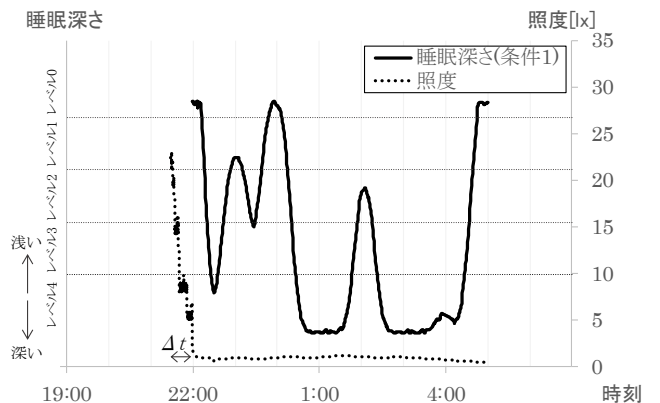


図 8 睡眠深浅と明るさ:被験者 5 条件 1(30 分前から調光機能照明)

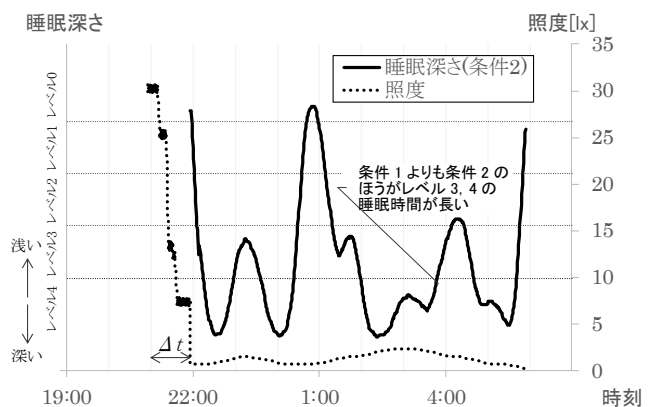


図 9 睡眠深浅と明るさ:被験者 5 条件 2(60 分前から調光機能照明)

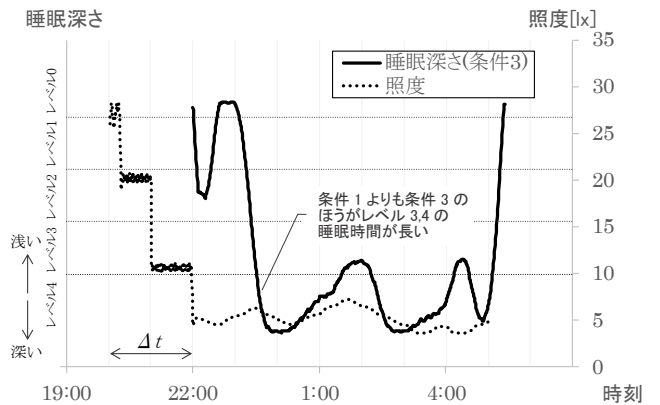


図 10 睡眠深浅と明るさ:被験者 5 条件 3(120 分前から調光機能照明)

質が本実験に与える影響は少ないと考える。理由は睡眠中に CO₂ の 30[%]以上の差は解消されているため、空気質が睡眠の質に与える影響は少ないと考えるからである。

5. 考察および研究余地

本稿ではインテリアデザイン科学の観点から就寝空間が睡眠状態に及ぼす影響について、明るさ環境と被験者の環境生理反応に着目し、その連関を明示すること評価した。要点は以下の4項目に分けて示す。

○調光機能照明時間の長短の効果について

調光機能照明の時間を延伸すると、中途覚醒までの時間の延伸、覚醒回数の減少、覚醒時間(レベル0)の減少、深い睡眠(レベル3・4)の時間の増加の効果があつた。調光機能照明による照度低下により、条件2(60[分]前)、3(120[分]前)、1(30[分]前)の順で調光機能照明の時間の効果があつた。

○調光機能照明時間の効果的な時間の長さについて

就寝60[分]前もしくは就寝120[分]前から調光機能照明を点灯することが良質な睡眠に効果的であつた。理由は1) 通常室内照明よりも調光機能照明が照度は低いので調光機能照明を点灯時間が延伸したほうが眠気を増加させ良質な睡眠となったこと、2) 照明を一カ所に固定化したことで睡眠導入時間での活動が限定的となり、心の落ち着きにもたらし深い睡眠に繋がったと考える。

○条件2(60分前)の安眠効果が高い理由について

条件2(60分前)が条件3(120分前)よりも安眠効果が高かつたのは、調光速度が人間の睡眠前心理に合う調光速度であると考え。調光機能照明は点灯時に最も明るく就寝時に0[lx]となる。したがって、条件2では就寝前の60[分]間で照度0[lx]となるため、この速度が人間の睡眠に与える効果が最も高い効果的な調光速度であつたと考える。

○空気質が本実験条件に与える影響について

空気質による睡眠への影響は少ないと推定する。理由は1) 睡眠中の数値に変化が少ないこと、2) 同一季節内に実験を行ったため、空気質による睡眠の質の違いは生じないと考えるからである⁸⁾。

今後、続稿では被験者数を増加させ、また心拍数・深部温度等の生理データおよび被験者心理調査項目の充実を図り、照明と睡眠の連関を詳細に調査する。

謝 辞

本実験にご協力いただいた被験者の皆様に深謝する。睡眠の基礎的知識をご教授いただいた日本精神神経学会専門医 海老原尚弥先生に深謝する。

注 釈

注1) 概日リズムとも呼ばれる。生物がもつ約24時間周期で変化する内因性リズムで、人の平均は24.2~25.1時間である¹⁰⁾。サーカディアンリズムと一日の長さは異なっているため、人は何らかの同調因子によって24時間周期のリズムを保っている。

注2) 交換神経(LF: Low Frequency)と副交感神経(HF: High Frequency)との

バランスを示す指標である。心拍変動の時系列データから、呼吸変動に対応する高周波変動成分(HF成分)と血圧変動であるメイヤー波に対応する低周波成分(LF成分)を抽出し、両者の大きさを比較する。

注3) 時間に応じた電球の点灯・消灯、調光、明るさと色の調整の設定が可能なLED照明である。

注4) 通常、電話機として利用する。本研究ではマイクを用いて睡眠深淺を計測し、カメラを用いて照度を計測した。

注5) 移動体通信システムのカメラを利用し、照度を計測するソフトウェアである。

注6) 移動体通信システムのマイクを利用し、睡眠の深淺を計測するソフトウェアである。寝息の律動が乱れている場合や体動が発生した場合には眠りが浅いと判断し、逆に寝息の律動が一定の場合には眠りが深いと判断する。

注7) 一般的な利用法は各家庭内および外気の空気室の情報を提供しあうことで世界中の気象に関するデータを共有し、空気質に関する情報を本気象計の所有者周辺の気象情報を細かいメッシュで取得可能とある。本研究では室内の空気質のデータを取り扱い、外に情報が漏れることのないように厳重に管理している。

注8) 1,000[ppm]を超えると倦怠感を感じ、疲労感を増加させる。

注9) 5,000-6,700[K]の光は生体リズムや覚醒度など人体の生理面や落ち着き感などの心理面にも作用する⁷⁾。

注10) 入眠以前の一定の時間を睡眠導入時間と定義する。床に着いてから睡眠に至るまでの時間に加え、それ以前の行動の時間も合わせて睡眠導入時間とする。

参考文献

- 1) 塩見利明: 睡眠障害と循環器疾患, 心臓, Vol.47, No.1, pp.24-28, 2015
- 2) 西田恵, 村下和紀, 黒木友裕, 高橋幹雄, 左勝旭: 歴史的価値の継承と保存空間を活かした執務環境の計画と実施 (第2報)サーカディアン照明による執務者への影響, 空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集, Vol.8, pp.157-160, 2016.9
- 3) 高野諒, 長谷川智, 梅内祐太, 辰巳嵩豊, 高玉圭樹, 志牟田亨, 家邊徹, 松本英雄: 健康促進に向けたサーカディアンリズムに着目した睡眠とストレスの分析, 人工知能学会全国大会論文, pp.1-4, 2018.6
- 4) 岩重博文, 五十嵐由利子, 宮沢モリエ, 榎原典子, 水野由美, 久保博子, 磯田憲生, 梁瀬度子: 高齢者の人体周囲温の特性 高齢者の温熱環境に関する実態調査(第2報), 日本家政学会誌, Vol.46, No.5, pp.455-464, 1995.3
- 5) 池松亮子, 伊藤紀之: 睡眠環境の変化による睡眠潜時の比較について 一般検査室と家庭の検査室の比較, 日本デザイン学会研究発表大会概要集, Vol.46, pp.292-293, 1999
- 6) 小川聡, 伊香賀俊治, 市原真希, 張本和芳, 青木世奈: オフィスサポート空間の光・視環境が自律神経を介して執務者の疲労・眠気・作業効率に与える影響の被験者実験, 空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集, Vol.8, pp.21-24, 2014.9
- 7) 渡邊崇士, 渡辺嘉二郎: 就寝時無拘束計測生体データによる睡眠段階の推定, 計測自動制御学会論文集, Vol.38, No.7, pp.581-589, 2002
- 8) 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
- 9) 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, Vol.29, No.4, pp.194-198, 2005
- 10) Charles A. Czeisler, Jeanne F. Duffy, Theresa L. Shanahan, Emery N. Brown, Jude F. Mitchell, David W. Rimmer, Joseph M. Ronda, Edward J. Silva, James S. Allan, Jonathan S. Emens, Derk-Jan Dijk, Richard E. Kronauer (1999) Stability, Precision, and Near-24-Hour Period of the Human Circadian Pacemaker, Science, Vol.284, pp.2177-2181