

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：14303

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12287

研究課題名(和文) 精神生理的エビデンスに基づいた「さわやかな朝」のインタラクシオンデザイン

研究課題名(英文) Interaction design of refreshing morning based on the psychophysiological evidence

研究代表者

小山 恵美 (KOYAMA, Emi)

京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・教授

研究者番号：80346121

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：「さわやかな朝」の概念を精神生理学的に検討し、「さわやかな朝」につながる寝室環境をデザインするために、起床前漸増光によって起床時眠気を低減する要件を明確化した。その結果、「さわやかな朝」にかかわる主観的睡眠感、起床時眠気だけでなく、入眠の円滑さや熟眠度合いも含む睡眠全体の満足度によってもたらされ、一定の寝具環境条件でもその印象は日々変化していることが示唆された。また、起床前漸増光の受光要件では、一定程度の受光量が必要なことと起床直前の睡眠状態の影響を受けていることが示唆され、使用条件や使用者属性などヒトにかかわる要件もみとめられた。

研究成果の概要(英文)：Psychophysiological concept of refreshing morning is investigated, and in order to design a bedroom environment leading to a refreshing morning, the requirement to reduce sleepiness at awaking by dawn simulated light before getting up was clarified. As a result, the subjective feeling of sleep related to the refreshing morning is brought about not only by sleepiness at awaking but also by the satisfaction of the whole sleep including the smoothness of sleep onset and the degree of sound sleep. And it is suggested that even in the same bedding environmental conditions, its impression is changing day by day. In addition, in the light exposure requirements of the gradually increasing light before getting up, it is suggested that a certain amount of light is required and that the subjective sleepiness at awaking is affected by the sleep state just before getting up. And human-related requirements such as usage conditions and user attributes are also observed.

研究分野：環境生理学、睡眠環境学、生体計測工学、感性情報学

キーワード：正常睡眠 主観的睡眠感 起床時眠気 起床前漸増光 受光要件 睡眠状態 寝具印象 睡眠満足度

1. 研究開始当初の背景

現代の睡眠問題として、「朝寤に起きられない(さわやかな朝を迎えられない)」という起床困難性がある。この起床困難性は、睡眠時間や概日リズムの位相が適正範囲に入っても生じる問題であり、気分・調子の悪さや、睡眠慣性による強い眠気を伴う。これまで、深い睡眠である徐波睡眠や体温最低点、眼球が活発に動くREM睡眠 phasic 期からの起床時には、眠気が大きいことが報告されており、浅い睡眠から起床すると、起床時の眠気が低減することが示されている。

しかし、申請者らのこれまでの夜間睡眠研究結果から、起床困難性は、起床直後の眠気や気分に影響を及ぼすだけでなく、朝の数時間におよぶ時間帯に影響を及ぼすため、起床直前の睡眠段階だけでなく、覚醒移行期における睡眠段階、脳活動、自律神経活動など生理状態の変動にも影響を受けていることが推察された。そのため、覚醒移行期の生理状態変動の観点から、起床困難性の影響要因を明らかにする必要があると考えた。

さらに、起床困難性の改善手法として、日の出を再現した漸増光照射に着目した。漸増光照射は、光の生理的覚醒作用を応用して睡眠段階を浅くし、起床時気分を改善する手法としてその有用性が申請者らにより報告されているが、最適な照射制御手法が確立されてはいない。そこで、起床困難性を低減するため、覚醒移行期における生理状態変動曲線を、漸増光照射を用いて最適化する手法に着目した。

2. 研究の目的

現代の睡眠問題のひとつである「起床困難性」は精神生理的に強い眠気や気分・調子の悪さを伴うが、その影響要因の全容は未解明の部分が多い。そこで本研究では、睡眠や昼夜光環境についての申請者のこれまでの研究成果を進展させ、まず、起床困難性(朝寤に起きられない、さわやかな朝を迎えられない)の影響要因を、覚醒移行期の精神生理状態変動の観点から解析して、「さわやかな朝」の概念を明らかにする。次に、起床困難性を低減できるよう覚醒移行期の精神生理状態変動曲線を光環境(光の生理的覚醒作用を応用した起床前漸増光)により最適化することで、「さわやかな朝」という精神生理状態を無理なく迎えることができる寝室光環境を精神生理的エビデンスにもとづいてデザインすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 「さわやかな朝」の概念の明確化

申請者らの先行研究の調査、および、過去の睡眠実験データ蓄積の解析により、起床時眠気、気分、生理状態の総合的観点から、「さわやかな朝」の概念を検討する。

申請者らの過去の睡眠実験データの蓄積から、「さわやかな朝」の概念に基づき、起

床時眠気、気分、生理状態と、睡眠中の生体信号(睡眠段階、睡眠時特徴脳波、深部体温、皮膚温勾配、心拍数、心拍変動、眼球運動、体動など)の関係性について解析を実施する。

さらに、過去の睡眠実験データ蓄積では不足していると考えられる睡眠時体動(体幹、四肢など)、寝床内気候(温度、湿度)、起床時の精神生理状態や主観的睡眠感について、睡眠中の生体信号とともに、実験室実験によりデータを収集し、解析に追加する。そして、「さわやかな朝」の概念をより明確化する。

具体的には、若年健常成人男性を対象として、被験者一人につき10夜の正常睡眠終夜計測(漸増光無し条件)を年度ごとに計測例を増やして実施し(累計15名)、入眠期を含む睡眠全体の状態と起床時の睡眠感(寝具印象を含む)との関係性を検討した。

(2) 寝室光環境のデザイン

起床前漸増光有無を検討した既計測終夜睡眠データを再解析し、生体信号に基づく睡眠状態計測評価および主観的睡眠感評価により精神生理的エビデンスを得ることとし、光の生理的覚醒作用を応用した起床前漸増光の受光にかかわる要件や、起床時睡眠感を構成するヒトにかかわる要件について検討した。

起床30分前からの漸増光の受光にかかわる要件として、寝姿勢の画像記録から顔面の顔面付近での累積照度を推定して定量化するとともに、起床直前の睡眠状態を睡眠段階に加えてREM睡眠の場合は眼球運動が頻回に出現するREM睡眠 phasic 期であるかどうかを判別した。また、ヒトにかかわる要件を検討するために、研究協力者が他研究機関と共同で過去に実施したフィールド評価結果を再解析し、起床前漸増光により起床時眠気がより低減される使用要件や使用者属性についても検討した。

また、光環境の分光分布要件についても、過去の蓄積データを再解析して検討した。

4. 研究成果

(1) 「さわやかな朝」の概念

まず、睡眠に関わる先行研究調査およびこれまでに蓄積した睡眠計測データの再解析をもとに、「さわやかな朝」の概念を検討した。その結果、個人に適した睡眠時間の確保を前提とした正常睡眠の範囲内であっても日々起床時の睡眠感に変動を示し、「さわやかな朝」の感覚は、起床時目覚め感だけでなく、入眠の円滑さや熟眠度合いも含む睡眠全体の満足感によってもたらされ、睡眠全体の生理的構造(脳波などが示す睡眠段階や体温など自律系変動)によっても影響を受けることが示唆された。

次に、考察した「さわやかな朝」の概念(起床時目覚め感だけでなく、入眠の円滑さや熟眠度合いも含む睡眠全体の満足度によってもたらされ、睡眠全体の生理的構造によって

も影響を受ける感覚)に基づき、新たに計測した 10 夜/同一被験者データ (n=15) を用いて、起床時の主観的睡眠感と睡眠中の生体信号 (脳波、眼球運動、心電図、深部体温、体動など) および睡眠環境全般との関係性について解析を実施した。

入眠期の状態と起床時睡眠感との関係性に着目して解析を実施した結果、起床時の睡眠全体の満足感 (主観的睡眠満足度、自覚症のたるさ) は、脳波などから判定される入眠までの客観的長さよりも、寝付くまでの時間を主観的にどう感じていたかとより関係性があり、就寝前眠気の強弱や寝返り回数、最大静止時間などの終夜の状態とも関係性がみられた。つまり、総合的睡眠感のうち入眠についての評価では、主観評価と客観評価とで関係性のある項目は異なり、入眠期は環境や心理的な影響を受けても変化し、主観と客観で差が生じることのある不明瞭なウトウトした状態であると考えられ、自覚もコントロールも難しいことが示唆された。

また、光環境に加えて、睡眠環境要件のうち、入眠期から睡眠全体にかかわる寝具環境の印象評価にも着目して解析を実施した。その結果、10 夜の計測で同じ寝具を用いたにもかかわらず、寝具印象は全般的に日々変動がみられ、「安心な - 不安な」という気分にかかわる印象評価項目だけでなく、「柔らかない - かない」といった物理的印象も日々変動していた。さらに、寝具環境の「安心感」と「睡眠満足度」との間に中等度の有意な相関があることが示唆された。

(2) 寝室光環境のデザインの要件

蓄積した睡眠計測データ (起床前漸増光有無) をもとに、起床時の主観的眠気と起床前受光量との関係性について解析を実施した。その結果、「さわやかな朝」につながる環境条件として、起床前の漸増光が有効に作用するためには、一定以上の受光量確保が必要であることが示された。(八田ほか 2017)

一方、起床直前の睡眠状態として、REM 睡眠 phasic 期では外部刺激に対する反応感動が低下することから、光の覚醒作用が有効に発揮されないことが示唆された。(八田ほか 2017)

さらに、光環境を設計する上で、白熱電球以外に蛍光灯や LED を用いる場合、分光分布要件の重要性が指摘されているが、ヒトに好ましい覚醒作用をもたらす分光分布要件について、日中の覚醒・緊張方向の作用を中心に、励起光 (青・紫) や演色性による影響の差異を明らかにした。その結果、漸増光出力開始時点では、相関色温度の低い状態とし、照度を漸増させるとともに、相関色温度も高くなるように制御することが望ましいという指針を導くことができた。

研究協力者が他研究機関と共同で過去に実施した先行フィールド調査結果を再解析して、起床前漸増光を受光するヒトにかかわ

る要件を検討した。その結果、起床前漸増光による起床時眠気や日中気分の改善は、毎朝の連続使用で数日後からより明瞭になること (八田ほか 2018) 相対的に睡眠習慣が良好でない属性の対象でより明瞭となる可能性が示唆され、寝室環境をデザインするうえで、さらなる成果を得た。

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 4 件)

- (1) 八田和洋、腰本理沙、道盛章弘、野口公喜、小山恵美、神川康子：起床前漸増光が小学生の目覚めや日中の気分におよぼす影響について、人間生活工学、19(1)、pp.40-49、2018 (査読有)
- (2) 小山恵美：睡眠からみた光環境の歴史の変遷；樋口重和 (編) 特集 光環境と睡眠・概日リズム、睡眠医療、11(4)、pp.473-479、2017 (査読無)
- (3) 八田和洋、野口公喜、小山恵美：起床前の漸増光受光量および睡眠状態が起床時の眠気におよぼす影響について、睡眠と環境、12(1)、pp.3-12、2017 (査読有)
- (4) 小山恵美：平安の都における「夜」の光環境と暮らしについての考察：「燈火」の実測と平安文学をヒントとして、時間学研究、第 9 巻、pp.1-10、2015 (査読無)

[学会発表] (計 18 件)

- (1) 和田侑奈、八田和洋、松本真希、宮本ゆりか、小山恵美：複数夜での寝具印象の個人内変動と関連項目の検討 - 2 -、第 26 回日本睡眠環境学会学術大会、2017
- (2) 小山恵美、和田侑奈：ヒトの主観的睡眠センシングについて、ライフエンジニアリング部門シンポジウム 2017 (第 32 回生体・生理工学シンポジウム)、LE2017 OS 2C2「睡眠の臨床と工学の融合」、2017 年
- (3) 和田侑奈、松本真希、八田和洋、宮本ゆりか、福岡万由子、三上亜葵、小山恵美：健常成人の連続睡眠計測における寝具印象と睡眠感との関係性の検討、日本睡眠学会第 42 回定期学術集会、2017
- (4) Kazuhiro Hatta, Hiroki Noguchi, Emi Koyama: The Combined Effects of Dawn Simulation and a Sleep State before Awakening on the Sleepiness just after Awakening, Society of Light Treatment and Biological Rhythms; SLTBR2017, Berlin, Germany, 2017
- (5) 和田侑奈、松本真希、宮本ゆりか、小山恵美：就寝から入眠までの「時間」その 2、第 9 回日本時間学会大会、2017
- (6) Yukina Wada, Kazuhiro Hatta, Hiroko Sawai, Emi Koyama: Sleep Measurement of Consecutive Nights for the Same Healthy Subject, 5th

International Conference on Human-Environment System; ICHES 2016, Nagoya, 2016

- (7) 小山恵美: 紫部 清少納言に学ぶ「千年前の光環境」から現代社会への警鐘を読み解く - 光環境が睡眠・覚醒に及ぼす影響に着目した考察 -, 第 50 回光学五学会連合講演会「生活と光 ~ 歴史と最新技術 ~」(招待講演), 2016
- (8) 和田侑奈、八田和洋、松本真希、宮本ゆりか、小山恵美: 複数夜での寝具印象の個人内変動と関連項目の検討、第 25 回日本睡眠環境学会学術大会、2016
- (9) 小山恵美、澤井浩子: 光環境から睡眠と覚醒をとらえる、第 8 回日本臨床睡眠医学会学術集会 サテライトシンポジウム「上質な睡眠を得るための光環境とは?」, 2016
- (10) 和田侑奈、八田和洋、澤井浩子、小山恵美: 健康成人の連続睡眠計測における体幹部体動情報と睡眠状態・睡眠感との関係性の検討、日本睡眠学会第 41 回定期学術集会、2016
- (11) 小山恵美、澤井浩子: 青励起白色 LED の光が生活者の睡眠・覚醒に及ぼす影響、日本睡眠学会第 41 回定期学術集会、シンポジウム 7 LED 照明のピットホール: 睡眠に及ぼす悪影響を考える、2016
- (12) 和田侑奈、小山恵美: 就寝から入眠までの「時間」- 主観的睡眠感、睡眠ポリグラフィ、体動情報による多面的評価 -, 第 8 回日本時間学会大会、2016
- (13) 小山恵美、澤井浩子: 光環境と睡眠、公益社団法人空気調和・衛生工学会近畿支部環境工学研究会、2015
- (14) Hiroko Sawai, Gaku Inou, Emi Koyama: Effects of White Light Spectral Distribution on Psychophysiological States during Working Tasks; Comparison by the Exposure Time, 第 12 回国際生理人類学会議 (ICPA2015), 2015
- (15) 和田侑奈、澤井浩子、小山恵美: 3 軸重力加速度計を用いた寝姿勢の定量評価可能性の検討、第 24 回日本睡眠環境学会学術大会、2015
- (16) 小山恵美: 健康的な生活を支える『こころと身体と睡眠環境』、第 24 回日本睡眠環境学会学術大会 (大会長講演) 2015
- (17) Hiroko Sawai, Emi Koyama: Effects of light environment on arousal level; comparison by spectral distribution, Life Engineering Symposium 2015 (LE 2015), OS 睡眠工学: 睡眠研究における工学的視点の活用, 2015
- (18) Hiroko Sawai, Gaku Inou, Emi Koyama: Psychophysiological effects of short-time white light exposure during the working memory task, 8th Lighting Conference of CJK, Kyoto, 2015

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)
取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

メディア公開

- (1) 小山恵美: 光と睡眠について (5 回シリーズ) pasima プレゼンツ「教えて、なぜ? なに? 睡眠先生!」, エフエム西東京ラジオ録音出演、2017 年 11 月
- (2) 小山恵美: 人生のおよそ 1/3; 睡眠時間を有効活用、リビング京都; 中央、1783 号、pp.1-2、京都リビング新聞社 (インタビュー記事) 2016 年 11 月 26 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小山 恵美 (KOYAMA, Emi)
京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・教授
研究者番号: 80346121

(2) 研究分担者

澤井 浩子 (SAWAI, Hiroko)
京都工芸繊維大学・研究戦略推進本部ベンチャー支援室・研究員
研究者番号: 60746767
(平成 27 年度途中より研究協力者)

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

八田 和洋 (HATTA, Kazuhiro)
京都工芸繊維大学・大学院工芸科学研究科
博士後期課程・設計工学専攻・大学院生

和田 侑奈 (WADA, Yukina)

京都工芸繊維大学・大学院工芸科学研究科
博士後期課程・設計工学専攻・大学院生