

ユーザーの活動状況に対応するインタラクティブな光環境の構築

小嶋 勇暉^{†1} 柳 英克^{†1}

概要：近年、コンピューターやスマートフォンの普及によって、情報機器を使用した作業に対して時間と場所の制約が少なくなった。現代では、夜間でも情報機器を使用した活動時間が増えている。そして、現代の生活において夜間の活動を抑えることが難しくなっている。しかし、夜間に情報機器から発せられるブルーライトなどの人工光を浴びることが、身心に悪影響を及ぼすことが近年の研究で分かってきた [1]。そこで本研究では、室内の光環境に着目し、ユーザーに適した活動環境を照明光によって自動で構築するシステムの開発と評価を行う。ユーザーの活動状況に合わせてインタラクティブに部屋の光環境を構築することで、快適な作業環境を実現し、光環境に対する意識改革と身心状態の改善向上を目的とする。

1. 背景

近年の研究で、夜間に電子機器の画面から発せられるブルーライトや、照明などの人工光を浴びることが睡眠に悪影響を及ぼすこととして問題視されている [1]。しかし、近年のスマートフォンやコンピューターの爆発的な普及に伴い、これらを使用した作業に対して時間的な制約と場所的な制約が少なくなったことから、スマートフォン・パソコンなどの使用者の 21 時から 24 時の時間帯における使用率が非常に高くなっており、15 歳から 29 歳における使用者のうち 7 割以上がこの時間帯に使用しながら活動していることがわかっている [2](図 1)。このことから、現代の生活では夜間に人工光を浴びながらの活動を抑えることは難しい。そこで、本研究では人工光である部屋の照明光に着目して、光環境の構築によるユーザーの活動状況のフィードバックをインタラクティブに行うシステムを提案する。

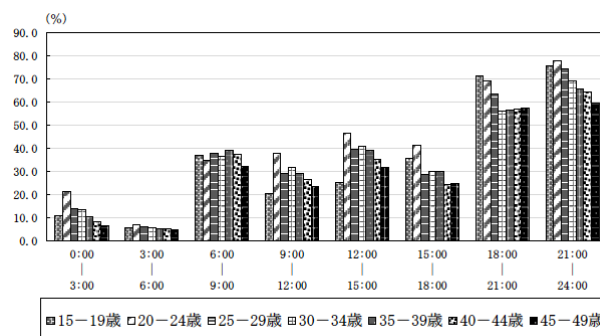


図 1 スマートフォン・パソコンなどの使用時間帯別行動者率
総務省、平成 28 年社会生活基本調査、生活時間に関する結果、結果の概要、p19、図 6-5 より引用

2. 目的

本研究は、ユーザーの夜間活動中に室内照明の調光をインタラクティブに行うことで、快適な活動環境の構築と活動状況に対するアラートを自動で行うシステムの開発と評価を目的とする。光環境が人間に与える影響に関する研究は数多くされており、集中しているときとリラックスしているときの光環境に対する雰囲気評価が違うことも明らかとなっている [3]。本研究では、これらを参考にデスクワーク中において最適な光環境を調査し、ユーザーの活動状況に合わせてその自動構築を行うことで、ユーザーにとって負担の少なく、また活動効率の向上が測れる活動環境の実現を目指し、室内全体の光環境への応用を測る。また、パソコンやスマートフォンなどの情報機器を使用しながらの活動に対して、光環境の変化によるアラートを行うことで

^{†1} 現在、公立はこだて未来大学

休息を促し、ユーザーの身心状態の改善向上を測る。

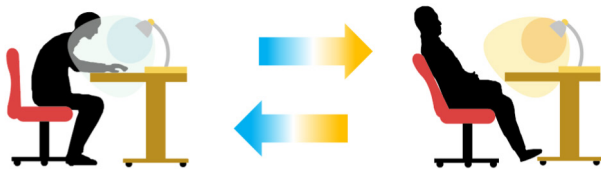


図 2 本研究のユーザー体験イメージ

3. 関連研究

本研究の関連研究として、東川ら [4] による、デスクワーク時における疲労蓄積検出と適切な休憩タイミングの提示を瞬目に基づいて検討した研究を挙げる。この研究では、VDT(Visual Display Terminals) 機器を使用した作業を対象として、外部観測可能な身体的指標をもとにオフィスワーカーが疲労を感じるタイミングを検出して、そのタイミングで休憩が促されるような提示をする手法を提案している。実験では、デスクワーク時の VDT 作業中に、被験者が疲労を感じたときに発話してもらい、そのタイミングとセンサによって検出した被験者の瞬目との関係性を明らかにしている。結果として、VDT 作業中の瞬目をもとにした適切な休憩タイミングの検出は、「実際の累積瞬目数の変化」と「一定量で累積瞬目数が上昇していくと仮定した場合の累計瞬目数の変化」との差のグラフの山または谷に疲労を感じたタイミングが一致している。また、一定量で累積瞬目数が上昇していくと仮定した場合の累計瞬目数の変化は、30 分以上経過すれば疲労を感じるタイミングの検出に利用できる可能性があることを示している。そして、この研究では休憩タイミングの提示において、オフィスワーカーに自発的に休憩を取ることを目的としているため、光の照度や音楽で提示する方法は条件を満たさないとし、他の方法を提案している。その方法が、オフィスワーカーが疲労を感じたタイミングで、コーヒーの存在を香りで認知させるという方法である。著者は、コーヒーを飲むという行為が一般的に休憩時取る行為として考え、コーヒーを飲みたい、つまり、休憩を取りたいという方向へユーザーの意識を向けることができると主張している。しかし、この研究の実験だけでは、休憩を取りたいと思うタイミングを瞬目の特徴から検出することは、信頼性に欠けると考えられる。また、コーヒーの香りによって自発的に休憩を取らせるという手法には、ユーザーのコーヒーに対する印象が大きく関わってくる。コーヒーがあまり好きではなかったり、いつもコーヒーの香りが広がっているオフィスで働いたりする人には、効果が無いと考えられる。本研究は、ユーザーの内面的特性にあまり左右されない部屋の光環境に着

目しする。また、この関連研究では、光の照度による休憩タイミングの提示では、自然に休憩を取りたいと思わせることができないと主張されていた。そこで本研究では、ユーザーの身心の状態を検出するための身体的指標として、人間の体勢に着目し、インタラクティブに光環境を構築することで、自然と安らぐ活動環境の実現を目的とする。

4. 提案手法

4.1 プロトタイプ製作

本研究で開発するシステムのプロトタイプとして、デスクワーク中の疲労時における姿勢を非接触測定により検出し、その結果に対応した光環境の構築を自動的に行うシステムを組み込んだ間接照明を作製した(図 3)。

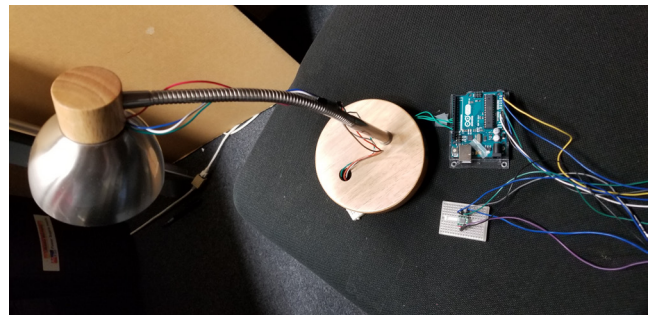


図 3 プロトタイプ照明

疲労時における身体の変化は主に、顔・眼・口・姿勢に現れ、姿勢に関しては、頭部の前傾と、もたれかかった傾座位が変化として現れる [4]。そこで、プロトタイプでは、作業に使用するパソコンの画面上部に距離センサ、椅子の背もたれ部分に三軸加速度センサを取り付け、得られた値から疲労時の姿勢を検出した。システムの回路図を図 4 に示す。

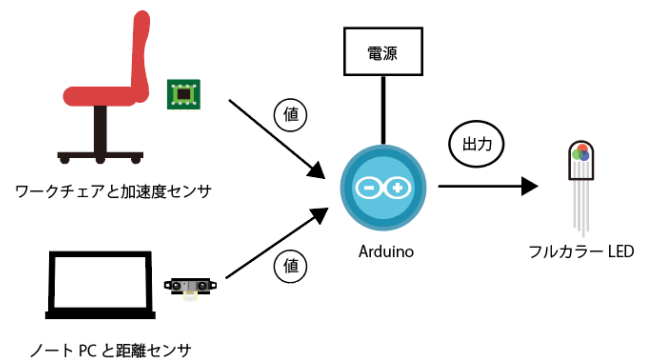


図 4 プロトタイプ回路図

また、照明の色調は、照明光色がヒトに及ぼす影響に関する実験 [5] より、疲労時における姿勢が検出されたときには、最も安らぎを感じられる赤味のある暖色系の光に調光し、それ以外の姿勢のときには、最も集中できるシアンに近い寒色系の光に調光するシステムを構築した。作成した光

色を図5に示す。

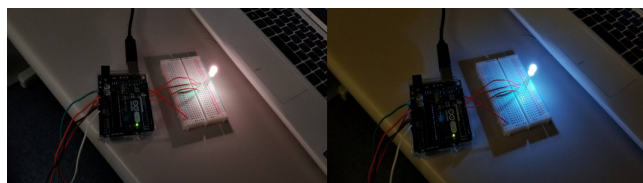


図5 プロトタイプのLED光色

照明にはフルカラーLEDを使用し、これと加速度センサと距離センサをArduinoに接続することで、姿勢の変化によって検出された値によるLEDの色調の制御を行った。さらに、照明光色の変化はストレスの原因となる[5]ことを考慮し、色調はゆっくり移り変わるように制御した。また、プロトタイプの使用における実際の光環境の様子を図6に示す。



図6 プロトタイプ照明で構築した光環境の様子

4.2 予備実験

制作したプロトタイプを使用して、光環境に対する主観的な評価を得るための予備実験を、健康者である21歳及び22歳の男性4名を対象に行った。被験者には、作業としてプロトタイプである照明が置かれたデスク上で本を読んでもらった。そして、その最中に照明の色温度を変えることで、暖色と寒色の光環境を構築し、作業中におけるそれぞれの光環境下での主観的な評価を、視覚的なアナログスケールであるVAS(Visual Analogue Scale)[6]によって行った。下の図7の様な100mmの直線を用意し、「落ち着く」、「集中できる」の2項目についてどの程度感じるかを被験者が印を付け、直線の左端からの距離を測り、評価値として得た。

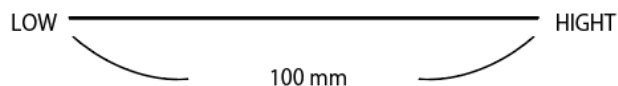


図7 VAS評価シートの例

また、得られた評価値のグラフを表1及び表2に示す。

表1 集中度合いのVAS評価値

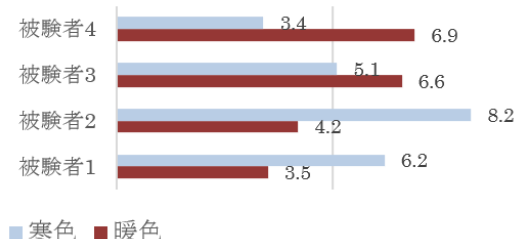


表2 リラックス度合いのVAS評価値

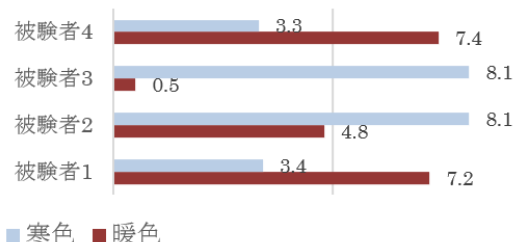


表1より、被験者2は寒色の光環境下において、とても集中できると示したが、表の全体を見ると「集中できる・できない」に関して、暖色と寒色の間に有意な差は見られなかった。また、表2より、被験者2及び被験者3は、寒色の光環境下でとてもリラックスできることを示した。比べて被験者1及び被験者4は、暖色の光環境下でとてもリラックスできることを示し、被験者3はまったくリラックスできないことを示した。表2に関しても、表の全体を見ると「リラックスできる・できない」に関して、暖色と寒色の間に有意な差は見られなかった。

5. 今後の展望

5.1 照明システムの制作

プロトタイプを基に、実用的なデスク用照明とそれを制御するシステムを制作する。照明には1WハイパワーフルカラーLEDを使用し、デスク上とその付近を作業に支障が出ない照度で照らせるようにする。本システムはプロトタイプと同様に、椅子の背もたれに設置する加速度センサと、PCのディスプレイ上部に設置する距離センサでユーザーの活動姿勢を検出し、自動的に照明の調光を行う。また、暖色光と寒色光は予備実験と先行事例を基に再調整を行い、よりユーザーにとって心地の良い光環境を構築し、活動状況に合わせてそれを自動で変化させる。さらに、光環境に対する雰囲気評価には照度も影響する[3]ことを考慮し、光センサモジュールで照明の照度を計測し、色温度だけでなく照度の調整も活動状況に合わせて自動で行う機能を実装する。

5.2 デモ用模型の制作

本研究では、制作した照明システムを部屋全体の空間に応用することが目標であるが、研究の規模が大きく難しいと考え、デモ用の部屋の縮尺模型と照明を制作し、光環境の雰囲気の評価することにする。デモ用の照明は、デスク用照明システムと同様に、作業する椅子とパソコンに設置したセンサと連動させ、光環境の自動構築を行う。模型デモによって、室内の光環境と雰囲気の変化を見て実際の部屋での使用をイメージすることで、本研究の有用性を評価する。

5.3 評価実験

本研究で開発する照明システムを使用して、作業中の光環境に対する主観的な評価を得るために、健常な大学生8名を対象とした評価実験を行う。作業時間は、芝垣ら [7] の実験を参考に、人間の生理的指標から認知パフォーマンスの変化が見ることができる30分間とする。作業内容は、被験者が持ち合わせている授業の課題等の作業を、本システムを使用しながら行ってもらい、その際に、その作業の内容を、「認知的活動」、「リラックス」、「リラックスしながらの認知的活動」の3つのどれかに分類してもらい、その作業中における光環境の雰囲気を被験者の主観で評価してもらう。このとき、パソコンを使用しながらの作業であった場合、ユーザーの活動姿勢に応じて光環境の変化によるアラートを発行、それに対する印象の調査も行う。また、本を読む又は絵を描く作業を「リラックス」の作業としてこちらで用意し、被験者に本システムを使用しながら行ってもらい、この作業は15分間行ってもらい、これも同様に評価してもらう。評価方法は予備実験と同様にVASを使用し、こちらで用意した項目についてどのくらい感じたかを記入してもらい、それを光環境に対する評価値として取得する。評価実験の結果から、光環境が作業中におけるユーザーの気分にあぼす影響を考察し、本システムの評価とより良い光環境の構築方法を検討する。

参考文献

- [1] 綾木雅彦・森田健・坪田一男、「住宅照明中のブルーライトが体内時計と睡眠覚醒に与える影響」、住総研研究論文集, 42 巻, p85-95, (2016).
- [2] 総務省, 平成 28 年社会生活基本調査 生活時間に関する結果, 結果の概要, <http://www.stat.go.jp/data/shakai/2016/pdf/gaiyou2.pdf>, (参照 2018-12-21).
- [3] 八十住浩明・西川恭子・川北桂三・坂口敏彦、「照度・色温度が在室者の雰囲気評価にあぼす影響」、照明学会誌, 78 巻, Appendix 号, p259,(1994).
- [4] 東川知生・山本景子・倉本到・辻野嘉宏、「デスクワーク時における瞬目に基づく疲労蓄積の検出と適切な休憩タイミングの提示」、研究報告ヒューマンコンピューターインタラクション, 1 号, p1-6, (2012).
- [5] 小田原健夫・三栖貴行・渡部智樹、「照明光色がヒトにあ

ぼす影響の検討」、日本色彩学会誌, 41 巻 3 号, p145-148, (2017).

- [6] 中島真由美, 「疼痛アセスメントにおける Visual Analogue Scale : VAS 使用に関する文献レビュー」、聖泉看護学研究, 4 巻, p83-89, (2015).
- [7] 芝垣佑美・小川梢・萩原啓, 「眠気とリラックス状態の差異明確化のための生理指標の検討」、計測自動制御学会論文集, 46 巻 1 号, p65-71, (2010).