

# 作業時のストレスを軽減する照明制御システムの構築 -心電図を用いた照明制御-

平井 友樹

Tomoki HIRAI

## 1 はじめに

近年、オフィスでの労働におけるストレスや疲労が問題となっており、オフィス環境の改善に関する研究が行われている。著者らはオフィスにおける照明環境に注目し、各執務者が要求する照度および色温度を実現する知的照明システムの研究を行っている。しかし、知的照明システムを用いて執務者が作業しやすいと感じる照明環境を提供することがストレスの軽減に有効であるかの検証は行っていない。そこで、本研究では心電図を用いて作業しやすい照明環境がストレスに与える影響を検証する。さらに、オフィスの執務においては作業効率も求められるため、作業効率に関しても検証を行う。

また、知的照明システムでは、専用照度センサや web ユーザインタフェースなどを用いて照明環境を選択する。しかし、作業内容や体調の変化などに応じて最適な照明環境を選択することは利用者にとって負担となる。そこで、心電図を用いて最適な照明環境を提供する照明制御システムの構築を行う。

## 2 心電図を用いたストレス度の測定

心拍の時間間隔である心拍間隔は、姿勢やストレスなどの影響を受けて変動することがわかっている<sup>1)</sup>。そのため、心拍間隔の変動を観測することでストレスの計測が可能である。ストレスを受けることで心拍間隔は低い値を示し、変動が大きくなる。Fig. 1 に心電図の概形を示す。R 波は振幅が大きいため、計測が容易であるという特徴がある。心拍間隔はこの R 波と R 波の間隔である RRI (R-R Interval) を用いる。また、本研究では、心拍変動を観測するための指標として、RRI の変動係数である CVRR (Coefficient of variation of R-R interval) が用いる。心拍変動が小さくなり、CVRR が小さくなるとストレス状態にあると推定できる。

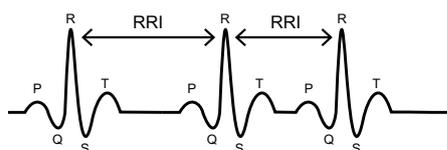


Fig. 1 心電図の概形

## 3 作業しやすさとストレスに関する実験

### 3.1 実験概要

照明環境の作業しやすさが作業時のストレスと作業効率に与える影響を検証する実験を行った。被験者に、主観的に作業しやすい照明環境と主観的に作業しにくい照明環境を選択させ、それぞれの照明環境で検証を行った。照明環境は、色温度が 3000 K, 4500 K, 6000 K, 照度が 300 lx, 500 lx, 700 lx の合計 9 通りからテンキーを用いて選択させた。

### 3.2 実験結果および考察

作業しやすい照明環境と作業しにくい照明環境における作業時のストレスを Fig. 2 に示す。CVRR が大きいほどストレスが小さいことを表している。10 人中 7 人が作業しやすい照明環境で CVRR が大きく、作業によるストレスが小さいことがわかった。したがって、作業しやすい照明環境にすることで作業によるストレスを軽減できると考えられる。

次に、クレペリン検査の回答数を Fig. 3 に示す。被験者 A, B, C, I, J は作業しやすい照明環境、被験者 D, E, F, G, H は作業しにくい照明環境でクレペリン検査の回答数が多い。これは実験の順序による影響であり、全ての被験者は 2 回目の作業で回答数が多かった。したがって、照明環境が作業効率に与える影響は小さいと考えられる。

以上の結果から、作業しやすいと感じる照明環境にすることによって、作業効率を下げることなく作業によるストレスを軽減できると考えられる。

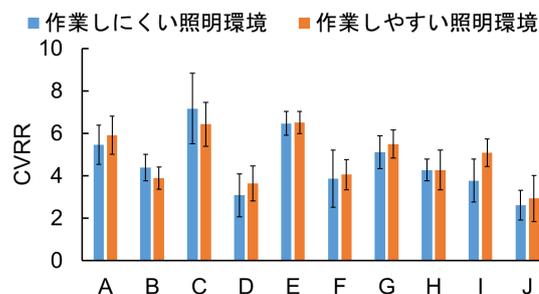


Fig. 2 作業時のストレス

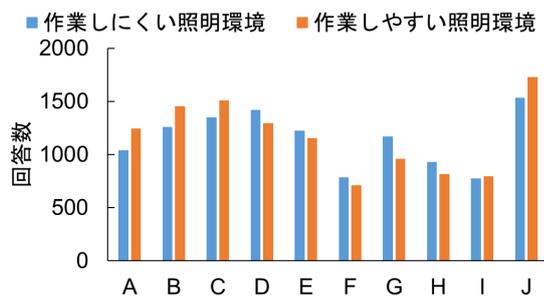


Fig. 3 クレペリン検査の回答数

## 4 作業時のストレスを軽減する照明制御システム

### 4.1 実験概要

3章で行った実験より、主観的に選択した照明環境は作業時のストレス軽減に有効であると明らかになった。そのため、CVRR を用いて照明環境を制御することで主観的にも客観的にも作業に適した照明環境を自動で提供できると考えられる。そこで、CVRR を最大にする照明制御システムを構築し、有効性の検証を行った。システムによって提供した照明環境と被験者が選択した照明環境での作業時のストレスと作業効率を取得した。

### 4.2 実験結果および考察

システムで提供した環境（以下、システム環境）と選好環境における主観評価の結果を Fig. 4、作業時のストレスを Fig. 5 に示す。被験者 A は主観評価と CVRR がシステム環境で高くなっており、システムによって最適な照明環境を提供できたと考えられる。被験者 B と被験者 C に関しては、主観評価はどちらの環境でも同等の評価を行っている。また、作業時のストレスについても差が小さく、主観的にも客観的にも作業しやすい照明環境であると考えられる。被験者 D に関しては、主観評価は選好環境のほうが高いが、システム環境での評価は大きく低下していない。また、CVRR はシステム環境のときに高くなった。したがって、主観評価を大きく

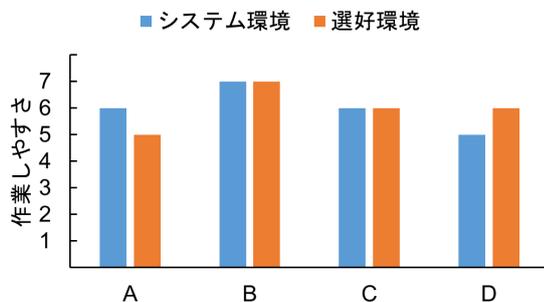


Fig. 4 作業しやすさに関する主観評価

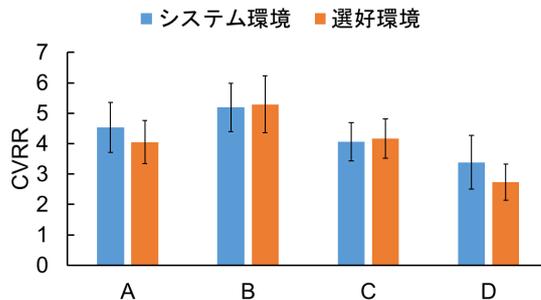


Fig. 5 作業時のストレス

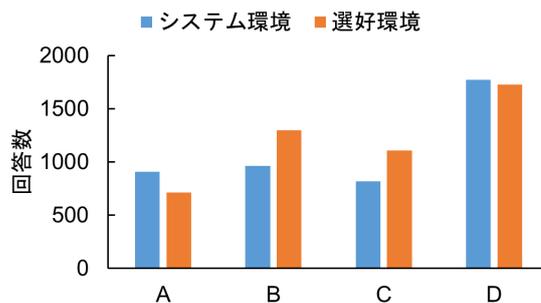


Fig. 6 クレペリン検査の回答数

下げずに作業時のストレスを軽減できたと考えられる。

システム環境と選好環境におけるクレペリン検査の回答数を Fig. 6 に示す。被験者 A と D はシステム環境、被験者 B と C は選好環境においてクレペリン検査の回答数が多い。これは、実験の順序による影響であり、1回目よりも2回目の作業においてクレペリン検査の回答数が多い。したがって、照明環境が作業効率に与える影響は小さいと考えられる。

以上の結果から、提案システムを用いることにより、作業効率を下げることなく、作業によるストレスを軽減できる照明環境を提供できると考えられる。また、主観的にも客観的にも作業に適した照明環境を自動で提供でき、照明環境選択の負担を軽減できると考えられる。

## 5 結論

本研究により、作業しやすいと感じる照明環境を提供することで、作業効率を下げることなく作業によるストレスを軽減できることが明らかになった。また、提案システムを用いて照明環境を提供することによって、主観的にも客観的にも作業に適した照明環境を自動で提供できることが明らかになった。

## 参考文献

- 1) 林博史. 心拍変動の臨床応用：生理的意義, 病態評価, 予後予測. 医学書院, 1999.