

運動時における快適性と運動効率を高める光環境の提案 および平均演色評価数最大化の検討

藤本 祥平

Shohei FUJIMOTO

1 はじめに

近年、オフィスなどの光環境における照度および色温度を変化させることで、より快適な環境を創造できることが報告されている¹⁾。また、人は青色の光環境下では明視性が良く、活動性が低くなるのに対し、赤色の光環境下では、快感性が低く、活動性が高くなることが知られている²⁾。

本研究ではこのように照度、色温度および光色が生体に及ぼす影響を考慮し、トレーニング等の運動を快適にかつ効率よく行える光環境を提案する。光色を変化させ脈拍の状態をフィードバックすることで運動を効率よく行う。また、照度、色温度だけでなく、快適な光環境を実現するにあたり演色性も必要な要素だと考えられる。そこで、演色性を高めるシステムの検討を行う。

2 運動時における快適な照度、色温度の検証

2.1 実験概要

本研究で運動時の光環境を提案するにあたり、運動時における快適な照度および色温度の検証を行う。検証には健康な男性5名、女性5名の計10名の被験者を用いる。被験者はエクササイズバイクを用いて、表示される脈拍値を見ながら運動時の最適な脈拍数を保つように運動する。その際に、この状況で照明の照度や色温度を変化させ、最も快適と感じた環境を選択する。ここで、運動時の最適な脈拍数とは、運動強度を高めてもそれ以上心拍数が高まらない上限の心拍数である最高心拍数の60~70%であり、最高心拍数は一般的に式(1)で算出される。

$$\text{最高心拍数} = 220 - \text{年齢} \quad (1)$$

2.2 実験環境

実験では、赤、緑、青および黄色(以下R, G, BおよびY)から成るフルカラーLED照明(SHARP製特別試作品)を用いて異なる照度と色温度を作り出し、それぞれの環境下において運動を行う。Fig. 1に実験風景を示す。

4200 K, 5000 K, 6000 K, 7500 K および 8500 K の計5つの色温度に対し、それぞれ500 lx から3000 lx まで500 lx 刻みで計6つの照度の光環境を選択可能と

する。なお、運動にはスポーツジム等で利用されるエクササイズバイクを用いる。エクササイズバイクはコンビウエルネス社製であり、Fig. 1の実験風景に示すものである。PCと接続することにより1分間当たりのペダル回転数やイヤースンサで取得する脈拍などのデータがリアルタイムで取得することができる。



Fig. 1 実験風景

2.3 実験結果

10名の被験者が運動時において最も快適だと感じた照度と色温度の結果をFig. 2に示す。

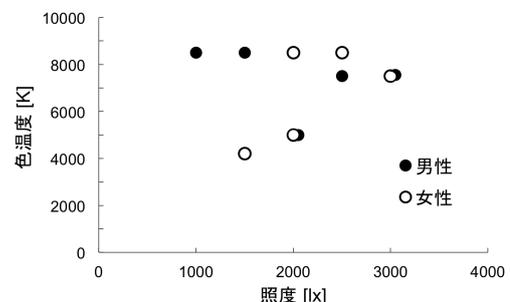


Fig. 2 被験者が最も快適だと感じた照度と色温度

Fig. 2に示すように、人によって好みの照度にばらつきはあるものの、色温度に関しては、高色温度を好む人と低色温度を好む人の2パターンにわかれ、6000 Kを好む人はいなかった。また、男女による差はなかった。

3 運動効率と快適性を高める表示方法の提案

3.1 表示方法の要件

第2章の実験において、運動時に快適だと感じる照度は様々であるが、色温度の観点から見れば、高色温度を好む人と低色温度を好む人の2パターンにわかれることが分かった。このことを考慮し、運動効率と快適性を高めるために、照明で脈拍値を通知する表示方法の提案を行う。本研究で提案する表示方法は8500 Kで1000 lx、

8500 Kで2000 lx, 5000 Kで1500 lxの3種類の光環境を用意し、被験者に自分の好みの色を選択可能とした。これらの光環境を用いることで、運動時の快適性を実現する。また、本表示方法では照明の色を変化させることで運動の効率性の向上を目指す。

3.2 表示方法の構築

実験環境は3.2節に示す環境と同等の環境で行う。フルカラーLED照明を用いて異なる照度と色温度を作り出し、また、運動はFig. 1に示すコンビウエルネス社製のエクササイズバイクを用いる。実験では、提案表示方法の比較対象として被験者に以下の4つの状況で運動を行ってもらい。そして、運動後に被験者に対してアンケートを実施し、この結果に基づき色温度や照度の変化が生体に与える影響を検証する。

- 脈拍値のフィードバックはなし
- 脈拍値に応じて照明を変化させる
- 数字による脈拍値のフィードバック
- グラフによる脈拍値のフィードバック

運動快適性を確保するために、被験者には3.1節に示す3つのいずれかの環境を選択し、運動をしてもらう。その上で運動の効率性を向上させるために、脈拍値を維持することを目標とし、脈拍値の値により照明を変化させる。すなわち、脈拍値が最高心拍数の70%より高ければ青色に、最高心拍数の60%より低ければ赤色に照明を徐々に変化させることで、最適心拍数での運動を促すようにする。

3.3 実験結果

ある被験者の脈拍値の変化をグラフ化したものを以下のFig. 3に示す。なお、Fig. 3は最初の10分間が運動前の脈拍値、10分以降が運動時の脈拍値を示している。

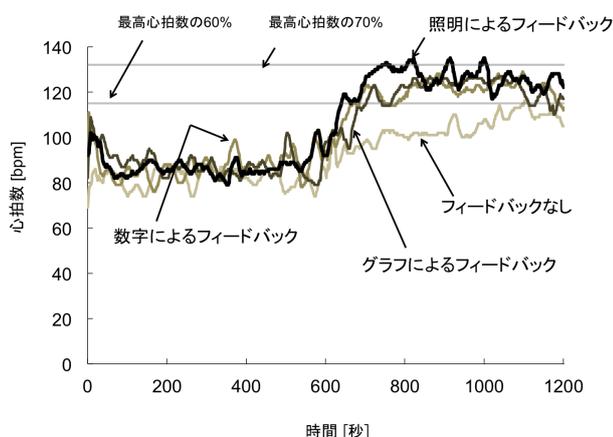


Fig. 3 脈拍値の変化

Fig. 3に示すように、フィードバックがない状態の環境下では、運動時の最適脈拍数より低い状態が続いた。

一方で、照明によるフィードバックが環境下では比較的最適脈拍数で運動を行うことができた。このような結果は他の被験者にも多くみることができた。また、Fig. 4に示すアンケートによると脈拍値に応じて照明を変化させた場合が疲労をあまり感じず、楽しく快適に運動できたという結果が得られた。

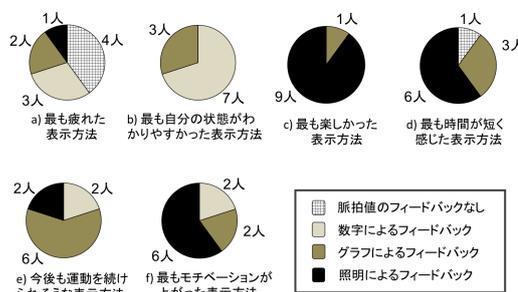


Fig. 4 アンケート結果

4 平均演色評価数最大化の検討

第2章において、照度および色温度は運動時の人に影響を与えることがわかった。そこで、今後の課題として、物体の見やすさの指標である平均演色評価数(以下 Ra)に注目し、その最大化を行うことを考える。Raの最大化は、目的関数を Ra, 設計変数を R, G, B および Y の4色のLED照明の信号値とした最適化問題ととらえることができる。そこで、最適化手法の一つである最急降下法を用いて Ra の最大化を行う。

5 まとめ

運動時に快適だと感じる照度については人によって様々であるが、色温度の観点から見れば高色温度、もしくは低色温度のどちらかを好む人に分かれた。この結果を用いて、運動時の快適性と効率性の向上を目指した光環境を提案し、その有効性を検証した。この表示方法により、運動時にふさわしい脈拍値を保つことができ、疲れることが少なく、快適に運動することができた。また、今後の課題として、Raの最大化を行う。Raの最大化を行うことで、より快適な環境を実現できるのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 戴 倩穎, 井上 学, 下村 義弘, 岩永 光一, 勝浦 哲夫, オフィス空間における照明色温度の日内変動が生理心理機能に与える影響, 日本生理人類学会誌, Vol.5, pp.12-13, 2000
- 2) 井上 容子, 泊 美穂, 色光の視覚心理生理的影響に関する検討-若齢者と高齢者の色・細部識別能力, 空間の印象, 心拍・血圧について, 日本建築学会近畿支部研究報告集, No.47, pp.73-76, 2007