

O-018

## エクササイズバイクを用いた照明制御 Trial of Lighting Control with Exercise bicycle

三木 光範\* 吉見 真聡\* 藤本 祥平\* 吉井 拓郎§ 下村 浩史§

Mitsunori Miki Masato Yoshimi Shohei Fujimoto Takuro Yoshii Hiroshi Shimomura

### 1. はじめに

近年、オフィスなどの光環境では、照度と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]。

そこで、本研究ではこのような照度と色温度が生体に及ぼす影響を考慮し、トレーニング等の運動を効率よく行える照明制御システムを提案する。すなわち、トレーニング時の快適性を最大にし、かつ運動が効率よく行える照明制御システムを提案する。

### 2. 運動時における色彩の重要性

現在までに、運動時の色彩が人に及ぼす影響について様々な研究が行われており、色彩を変化させることで運動パフォーマンスの向上につながる事が知られている。例えば、黄色の色彩条件では的当てによる制球力が高くなり、赤色の色彩条件では制球力が著しく低くなる事が報告されている [3]。また走幅跳の跳躍場面において、踏切板と踏切板標識の色が異なると、踏切板までの距離が近く見えたり遠く見えたりなどの現象が生じることも報告されている [4]。このように色彩は運動のパフォーマンスに影響を及ぼすことがわかる。一方、色温度と照度が運動に及ぼす影響に関してはあまり知られていない。

以上のことから、運動時の光環境において、照度と色温度を変化させることで、運動効率の更なる向上が期待されるのではないかと考えられる。

### 3. 運動時における快適な照度と色温度の検証

#### 3.1 実験概要

本研究で提案する照明制御システムを開発するにあたり、運動時における快適な照度および色温度の検証を行う。検証には健康な男子5名、女子5名の計10名の被験者を用いた。被験者に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してもらう。その際、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男性の場合、式(1)で、女性の場合、式(2)で求められる。

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

$$\text{女性：最高心拍数} = 210 - \text{年齢} \quad (2)$$

#### 3.2 実験環境

実験では、赤(R)、緑(G)、青(B)および黄色(Y)から成るフルカラー (SHARP 製特別試作品)LED 照明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。図1に本実験風景を示す。



図1: 実験風景

本研究では、オフィス環境の色温度である 4200 K、5000 K、太陽光の色温度である 6000 K、そして涼しい印象を受ける 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用意した。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 COMBI WELLNESS 社製であり、図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ー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。また、ユーザの性別、年齢を設定したりすることで、個人に合わせたトレーニングを行うことができる。

#### 3.3 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図2に示す。

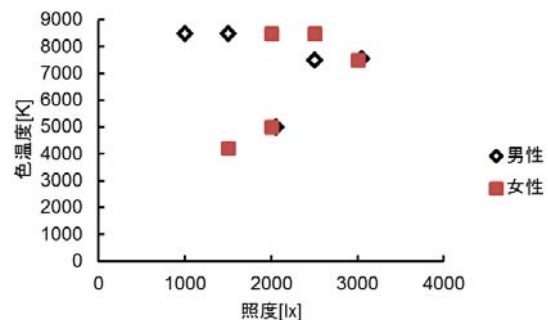


図2: 被験者が最も快適だと感じた照度と色温度

\*同志社大学理工学部

§同志社大学大学院

図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、太陽光の色温度である6000 Kを好む人はいなかった。また、男女による差も、大きく現れることはなかった。

## 4. 運動効率と快適性を高めるシステムの提案

### 4.1 システムの要件

前章の実験において、運動時に快適だと感じる照度や色温度は様々であるが、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。そこで、本研究で提案するシステムは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。なお、3000 lxも選択可能であるが、照明の数が多くなり、一般的な照明環境を考えると実現性が低いため、上記の3つの光環境を用いた。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、本システムでは照明の色温度を変化させることで運動の効率性の向上を目指す。

### 4.2 システムの構築

実験環境は3.2節に示す環境と同等の環境で行う。すなわち、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、また運動は図1に示すCOMBI WELLNESS社製のエクササイズバイクを用いる。本実験では、被験者が以下の2つの状況で運動を行う。そして、運動後に被験者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

### 4.3 運動快適性と効率性を確保するメカニズム

運動快適性を確保するために、被験者には4.1節に示す3つの環境下で運動をしてもらう。その上で運動の効率性を向上させるために、心拍数を維持することを目標とし、心拍数の値により照明を変化させる。すなわち、心拍数が最高心拍数の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、最適な心拍数での運動を促すようにする。本研究で提案するシステムのブロック図を図3に示す。

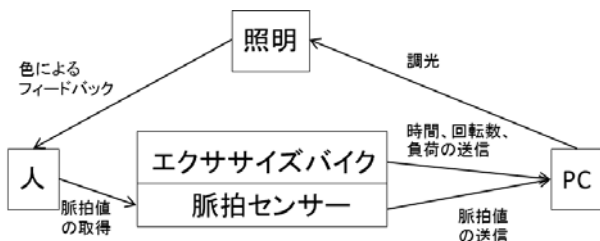


図3: システムのブロック図

### 4.4 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図4に示す。

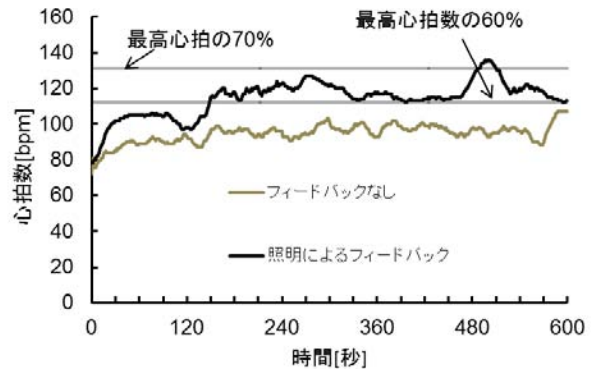


図4: 脈拍値の変化

図4に示すように、フィードバックがない状態の環境下では、運動時の最適な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な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、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。

## 5. まとめ

本研究では、運動時において人が快適だと感じる色温度と照度について調査し、その結果から効率的な運動が行えるように照明制御システムを検討した。運動時に快適だと感じる色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が多く、太陽光の色温度を好む人はいなかった。この結果を用いて、運動時の快適性と効率の向上を目指した照明制御システムを提案し、その有効性を検証した。このシステムにより、脈拍のフィードバックがない環境よりも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。

## 参考文献

- [1] 三木 光則, 谷口 由佳, 廣安 知之, 吉見 真聡: 照度・色温度可変型照明システムの構築と執務における最適な照度および色温度
- [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-
- [3] 加藤 蓉子, 和田 壮生, 浅井 泰詞, 阿部 太輔, 熊川 大介, 青葉 貴明, 和田 匡史, 松本 高明: 色彩が水球選手の運動パフォーマンスに及ぼす影響, 第63回日本体力医学会大会
- [4] 兄井 彰, 和田 友紀: 色彩の進出後退現象が運動パフォーマンスに及ぼす影響, 走幅跳の助走及び跳躍との関係