

# 青色光のパルス幅による瞳孔径の変化

## Changes in pupil diameter by the blue light of short pulse width

キーワード: ipRGC 青色 LED 瞳孔径 縮瞳 覚醒度 積分球

人間生活工学研究室 08T0451U 野崎 翔大

### ■背景

#### 光による非視覚的作用

Berson et al. (2007) によると、網膜には ipRGC(内因性光感受性網膜神経節細胞)と呼ばれる波長 480 nm(青色光帯域)付近にピーク感度を有する光受容器が存在する。それが関与する生理作用は非視覚的作用と呼ばれる。李ら(2008)により、日中の青色単波長光曝露によって縮瞳と覚醒が誘発される事が確認され、落合ら(2010)によって白色光と、ごく短い発光時間(100  $\mu$ s)の青色パルス光の交互発光においても縮瞳と覚醒の誘発が報告されている。

### ■目的

本研究は、被験者に対する青色パルス光照射による縮瞳の誘発について、光のパルス幅と縮瞳への影響の関係性を明らかにする事を目的とし、発光時間がごく短い条件(1  $\mu$ s 以下)でも誘発が引き起こされるかを検討した。

### ■方法

#### ・被験者

十分な説明と同意の上で、色覚正常で健常な男性 7 名(平均 22  $\pm$  1.2 歳)が被験者として実験に参加した。

#### ・実験環境

室温 25  $^{\circ}$ C、相対湿度 50%に設定した暗室内の実験ブースにおいて実験を行った。

#### ・曝露光

積分球( $\phi$  45 cm, 開口径 11 cm)内に青色 LED(ピーク波長:458 nm)を設置し、刺激光として用いた。網膜位置における刺激光の放射照度は、約 2  $\mu$ W/cm<sup>2</sup> に設定した。

#### ・指標及び解析

アイマークレコーダ(EMR-8B, ナックイメージテクノロジー)により瞳孔径(左眼)を測定し、瞳孔径の変化点における時間経過や径変化量を指標に設定した。主観評価項目として、KSS(Kwansei-gakuin Sleepiness Scale)により覚醒水準の指標、VAS(Visual Analog Scale)によって眠気、疲労、集中度スコア及び刺激光への青みスコアを測定した。主観評価項目では、刺激光に関する指標以外はその変化量も算出した。各指標は、KaleidaGraph 4.0(Synergy Software)により反復測定一元配置分散分析と多重比較検定(Holm の方法)を行い、主観評価にはノンパラメトリック検定の Friedman の方法も併用した。

#### ・実験条件

実験条件として、パルス幅を 7 条件に設定した。

パルス幅	0.5 $\mu$ s	1 $\mu$ s	2 $\mu$ s
	4 $\mu$ s	8 $\mu$ s	16 $\mu$ s
10 ms			

#### ・実験手順

実験は、暗室内で 40 分間安静した後に開始し、安静(3 分)、発光(10 秒間隔 $\times$ 20)、主観評価を条件毎に行い、実験条件の順番はカウンターバランスをとった。

### ■結果

今回設定した全条件で縮瞳が確認された。主観評価については青みスコアに有意差が認められ、生体指標については発光後の縮瞳量と縮瞳後の回復時間に発光時間との正の相関が認められた。

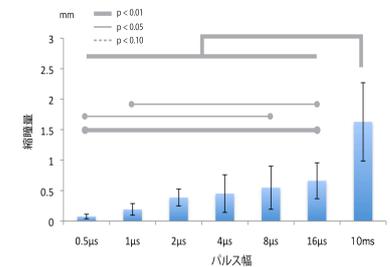


図 1 パルス幅と縮瞳量のグラフ

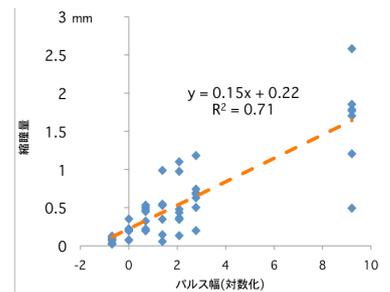


図 2 パルス幅と縮瞳量の相関図

### ■考察

瞳孔径の結果より、照射時間が長くなる程に縮瞳が強く誘発され、その後の回復時間においても同様に長くなる結果が得られた。しかし、ほとんどの被験者の間で 0.5  $\mu$ s のパルス幅条件においても発光が確認されたため、錐体や杆体の応答による入力に影響している可能性も推察された。

### ■まとめ

本研究では青色 LED を光源とし、そのパルス幅を調節する事による縮瞳の量的・時間的な影響を調査した。その結果、1  $\mu$ s 以下のごく短い発光時間においても縮瞳が誘発される事が判明した。