

LED 照明の青色光含有率の違いがヒトの覚醒度に与える影響



安藤唯菜 *1、夏亜麗 *2、岡田隆 *3、南雲博文 *3、下村義弘 *2

*1 千葉大学工学部 *2 千葉大学大学院工学研究院 *3 日立グローバルライフソリューションズ株式会社

本研究では、『色覚的な違和感を与えずに覚醒を促す白色 LED の青色光含有率を明らかにすること』を目標とし実験を行なった。10名の被験者に3種類の刺激光(青色光含有率0%, 18%, 28%)を暴露し、心電図・瞳孔径・脳波(P300)・主観評価を計測した。

結果として、覚醒効果は青色光含有率 28% > 0% > 18% の順に高い傾向が見られ、覚醒効果と青色光含有率は単なる比例関係に無い可能性などが示唆された。

※本研究は、日立グローバルライフソリューションズ株式会社との共同研究契約の一部として行われた。

背景

2002年に Berson ら¹⁾によって 470 nm 付近の光にピーク感度を持つ網膜上の細胞(ipRGC)が発見されて以来、青色光がヒトに与える生理的影響については多くの研究がなされている。先行研究では青色光による概日リズム調整や覚醒効果などが示唆されているが、これらの研究は単色光を用いた実験が主であり、日常生活への応用は未だ現実的になっていない²⁾³⁾。

目的

日常生活をする上で色覚的な違和感を感じることがなく、覚醒に効果的な影響をもたらす白色 LED の青色光含有率を明らかにする。

青色光による
覚醒効果を日常へ

方法

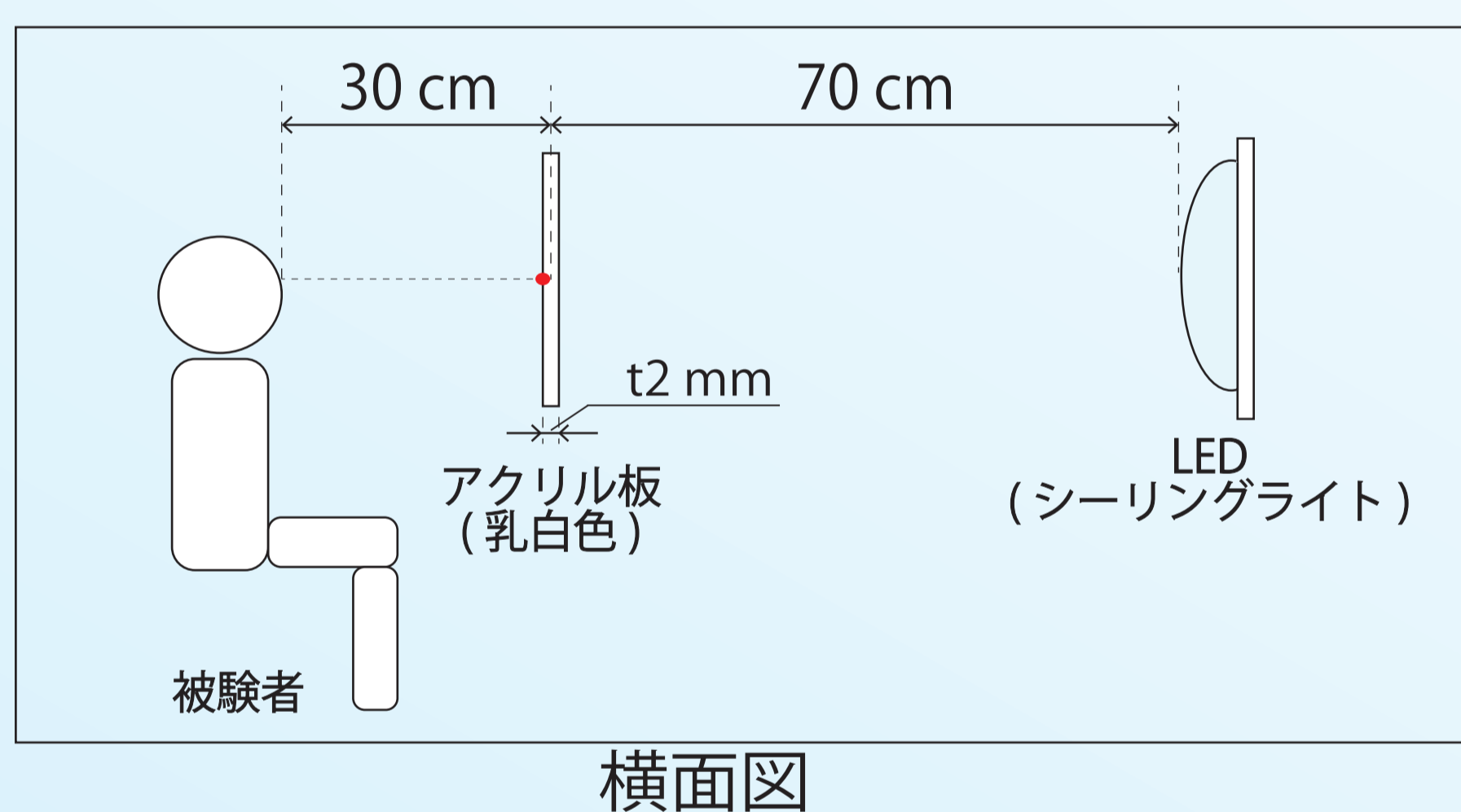
※生命倫理審査承認済み

被験者: 成人男性 10 名 (22 +/- 0.74 歳)

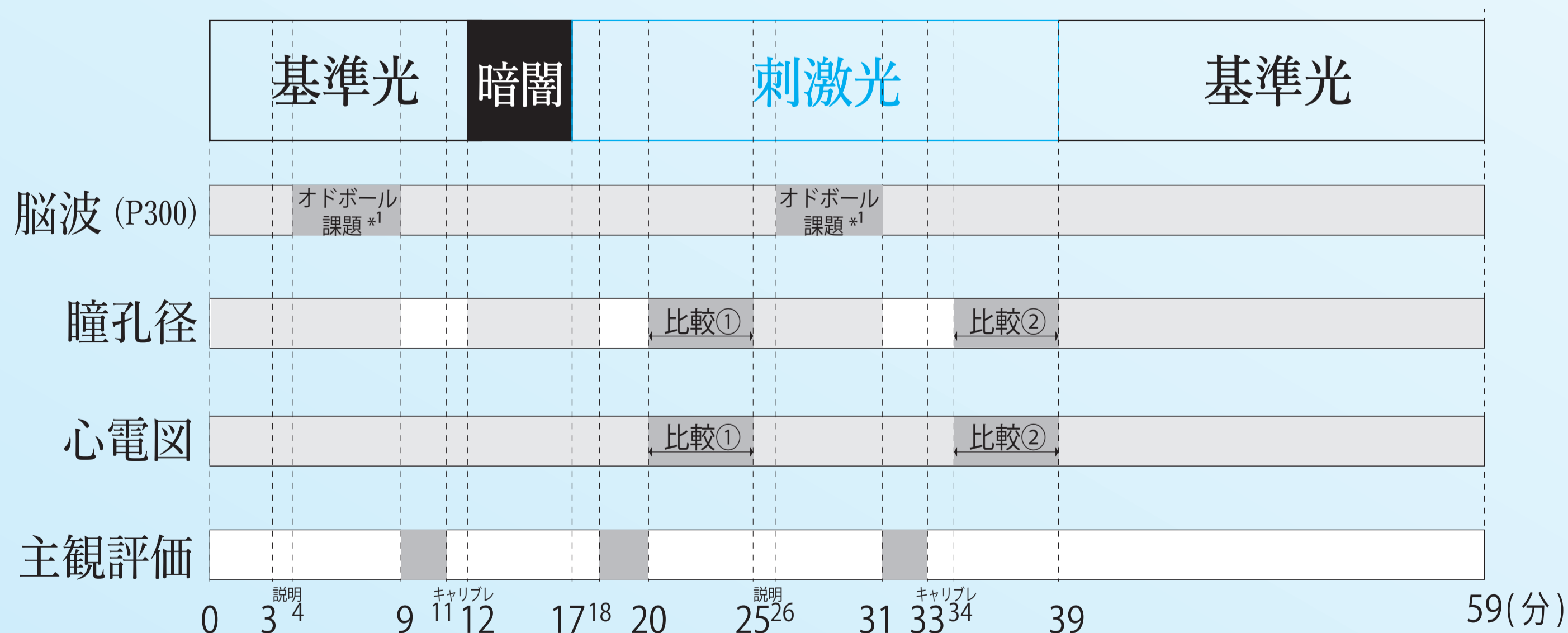
指標: 心電図、瞳孔径、脳波 (Fz Cz pz, P300)、主観評価

(「青み知覚」「赤み知覚」「緑知覚」「明るさ」「疲労度」「集中度」「KSS⁴⁾)

実験環境:



実験プロトコル:

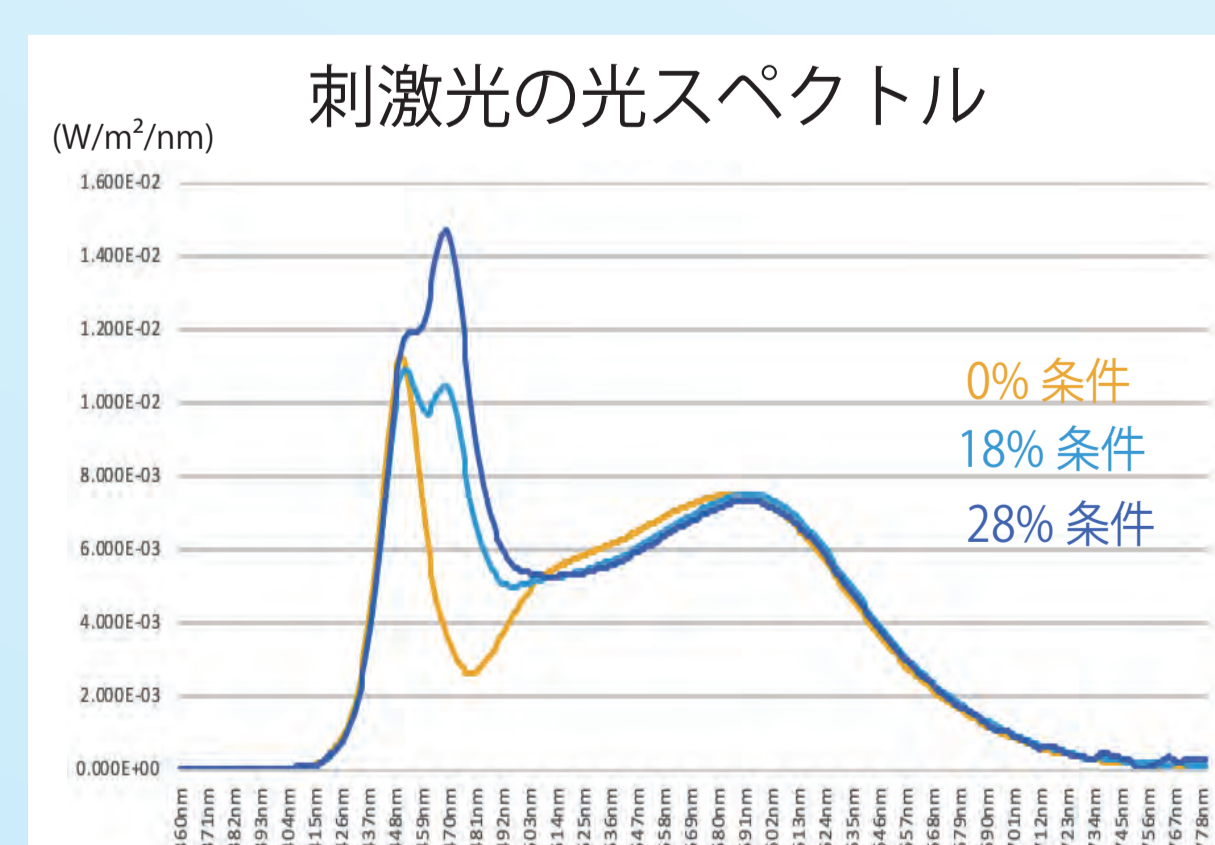


*1: 1000 Hz と 2000 Hz の音刺激を被験者に 8:2 の割合でランダムに聞かせ、被験者は 2000 Hz の音でボタンを押した。

光条件:

青色光含有率(刺激光中の青色光の電力/刺激光の電力)が 0%, 18%, 28% の 3 条件を比較した*2。照度は基準光 42 lx, 暗闇 0 lx, 刺激光 460 lx(被験者の目の位置)とした。

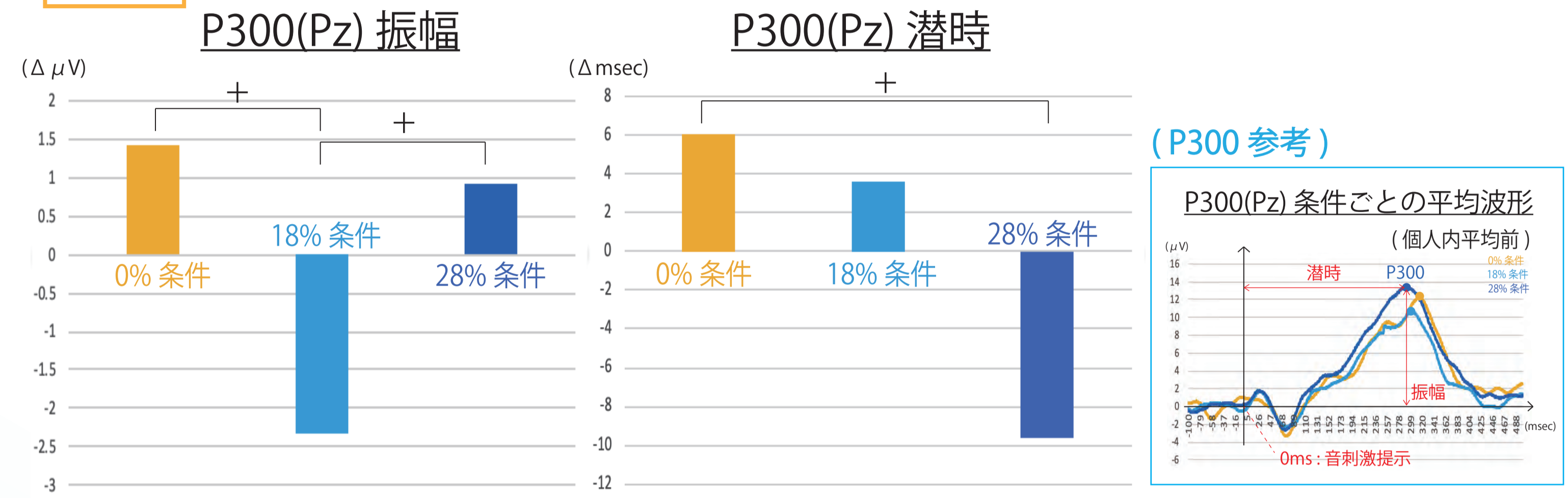
*2: 刺激光下で行う Munsell 100Hue Test スコアに支障のない範囲で定めた。



解析方法:

全ての指標において、各被験者内で平均値に対する差分を取り対応ありとして条件間の多重比較検定 (Holm 法) を行なった。

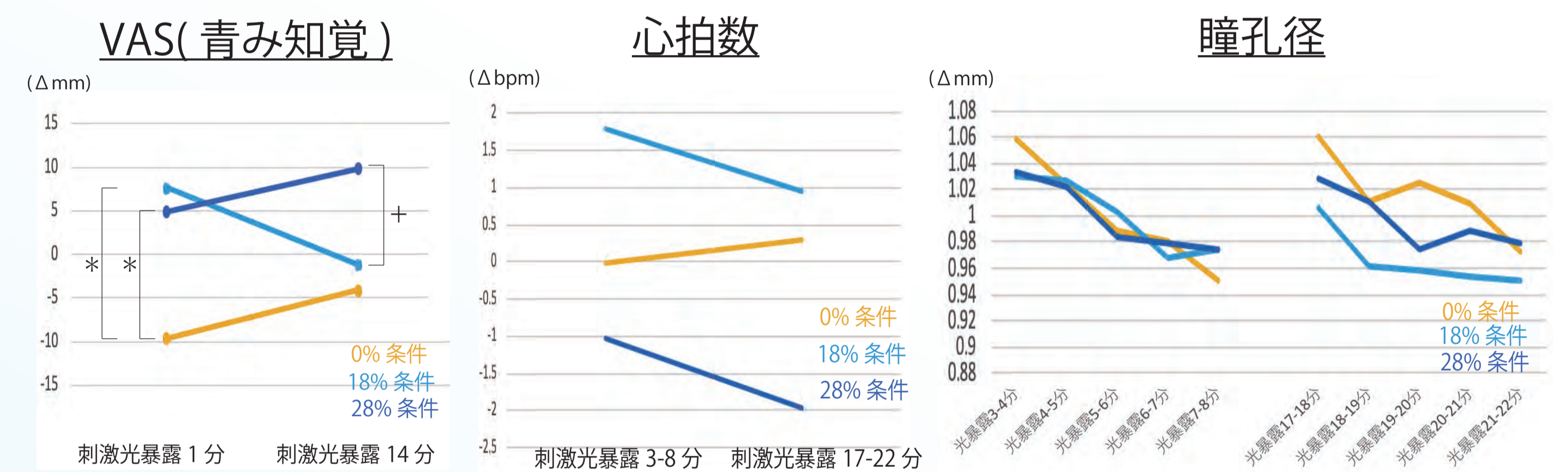
結果



0% > 18%, 28% > 18% で覚醒度が高い傾向があった。

28% > 0% で覚醒度が高い傾向があった。

*: p < 0.05, 有意差
+: p < 0.1, 有意傾向



1分後: 18%, 28% がより青く見える
14分後: 28% がより青く見える

有意差、有意傾向が見られなかった。

有意差、有意傾向が見られなかった。

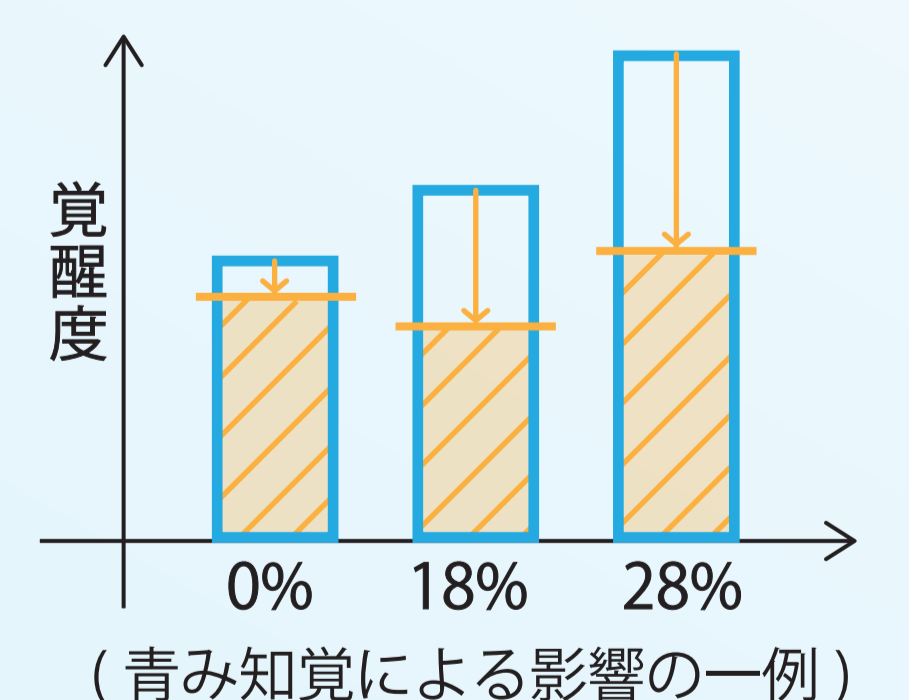
考察

青色光含有率 0%, 18%, 28% の白色 LED による覚醒効果は、28% 条件 > 0% 条件 > 18% 条件の順に高い傾向があった。

考察 1: ipRGC の反応率と覚醒効果は単なる比例関係にない可能性
ipRGC の反応率を変化させて非視覚的影響の強度を計測した実験は少ないため、今後さらなる研究が期待される。

考察 2: 縮瞳により網膜に到達する光量が変化した可能性
瞳孔径において、光曝露後 17 分 ~ 23 分で 18% > 28% > 0% の順に縮瞳していることが見受けられる。この影響により網膜に到達する光の量が条件間で変化し、覚醒度に影響したことが考えられる。

考察 3: 錐体による青み知覚の心理的影響が要因の一つとなった可能性
青色は心理的興奮を抑制することから、より青み知覚の高い 18% 条件, 28% で 0% 条件よりも覚醒度が減少し、今回の結果の要因の一つとなった可能性がある (青み知覚 28% > 18% > 0% より)。



曝露後 14 分の青み知覚で 28% > 18% に優位傾向があった。
28% 条件の光への色順応が 18% よりもわずかに時間がかかった可能性が考えられ、今後は曝露後も色覚に支障がなかったか検証する必要がある。

引用文献

- David M. Berson et al., Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock, Journal of Science, 2002(vol.295)1070-1073.
- 李花子 他, 単波長の光曝露に対する生理反応, 日本生理人類学会誌, 2008(vol.13)75-85.
- Levent Sahin et al., Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon, Physiology & Behavior, 2013(vol.116-117)1-7.
- Kosuke Kaida et al., Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables, Clinical Neurophysiology, 2006(vol.117)1574-1581.