

# 概日リズムによる輝度コントラスト感度特性の変化

吉川真由\*, 永井翠\*, 鯉田孝和\*\*

\*東京工業高等専門学校 電子工学科, \*\*豊橋技術科学大学 エレクトロニクス先端融合研究所

ヒトのあらゆる生体機能は概日リズムの影響を受ける。しかし、視覚機能に関わる調査は少なく、**結果は一貫していない**[1],[2]。その原因として測定に時間を要するために疲労や学習の影響が生じてしまう為と考えられる。

本研究では視覚機能の中でも基本的な特性である**コントラスト感度特性**に着目

タブレットPCを用いて**短時間で簡便に測定**を行えるシステムを開発  
本システムを用いてコントラスト感度の時刻の影響を調査した

## 実験方法

タブレットPC(Microsoft Surface Pro 6)を用いて簡単に導入でき、短時間で被験者のコントラスト閾値を推定できるシステムを開発した。

### 測定手順

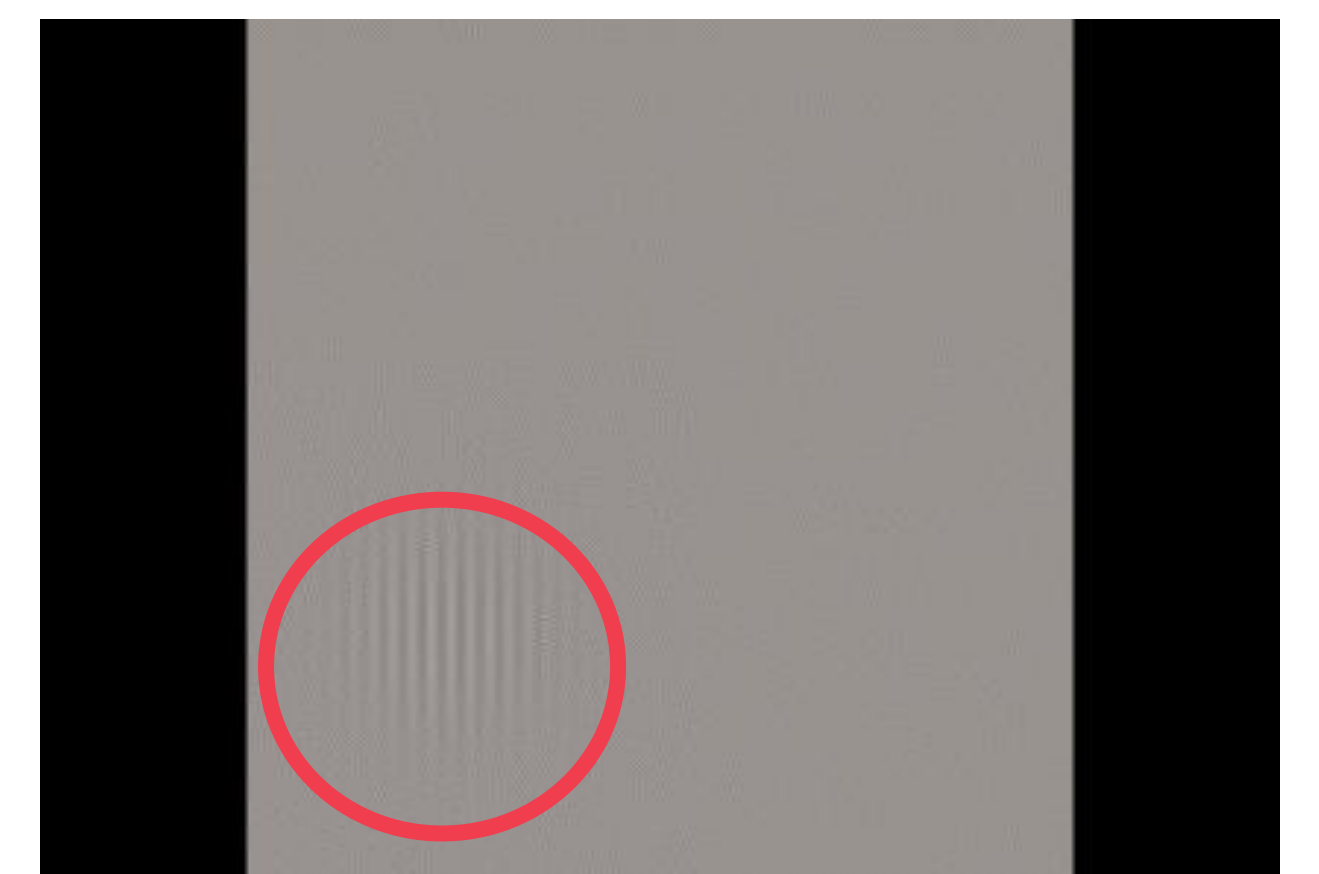
時間経過とともにコントラストが増加するガボールパッチを表示  
(刺激の空間周波数, 表示位置はランダム)

被験者はガボールパッチを見つけ次第タッチ入力  
発見時のコントラストを閾値とする  
(20秒経過後→最大コントラストの二倍の値を閾値とする)

1度の実験で  
29回繰り返し  
**5分程度**で終了



実験の様子



表示画面  
(最大コントラスト時のガボールパッチ)

**刺激の空間周波数**

### 測定スケジュール

#### 順次測定(1日4回測定)

一日のうち8時, 12時, 16時, 20時の4つの時間帯で順に測定。被験者は10名

#### ランダム測定(1日1回測定)

一日のうちランダムに指定した時間帯1回のみ測定。被験者は19名

低 高  
0.29-18.0[cpd]の範囲で13段階に設定

## 結果・考察

### 順次測定での結果

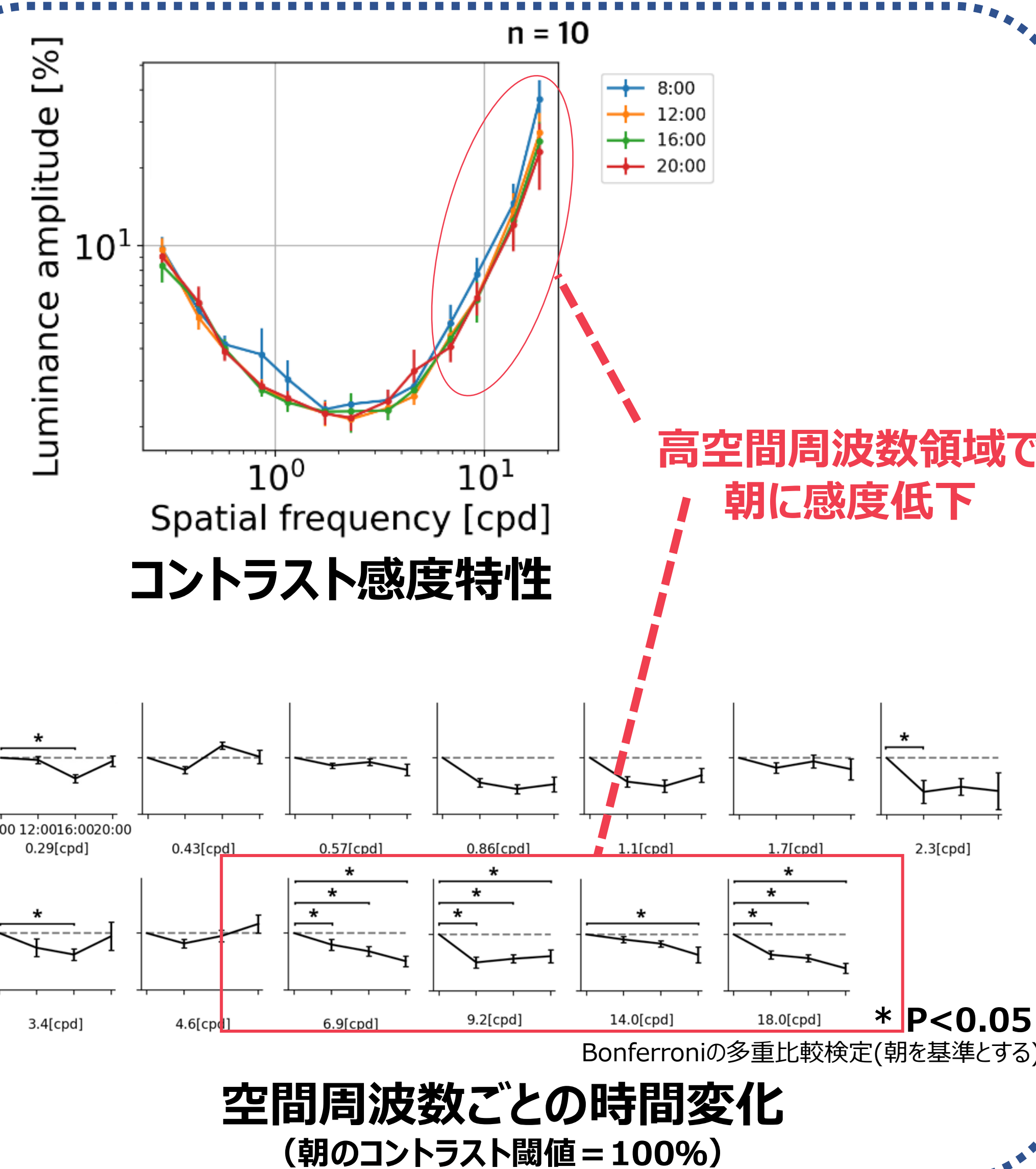
コントラスト感度は2cpd付近にピークを持つ一般的な形状であった。  
各時刻において類似していたが、朝の方が閾値が大きく、夜になるにつれて改善する傾向が見られた。  
(時刻による主効果あり  $P < 0.05$ , GLMM)  
多重比較検定の結果、高空間周波数領域において朝の感度低下が顕著に見られた。

### 朝に感度低下する原因

魚類の実験では網膜細胞活動の日内変動が実証され、コントラスト感度が夜に向かって改善していた[3]。  
→本研究の結果と一貫しており生体一般の視覚特性である可能性がある。  
瞳孔径は高空間周波数帯域のコントラスト感度に影響を与える[4]。  
→本研究で示されたコントラスト感度の改善は神経学的要因だけでなく眼光学的要因である可能性がある。

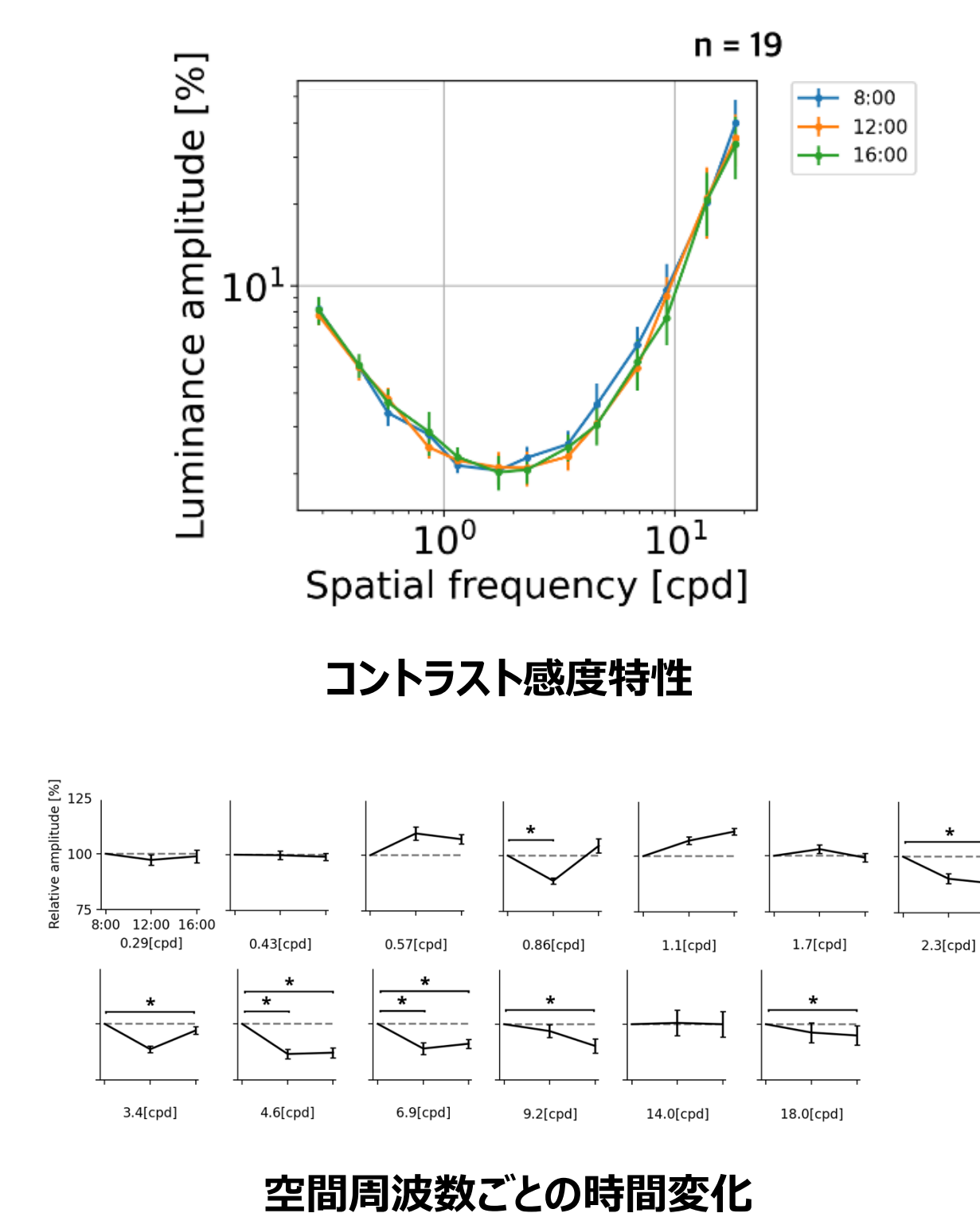
### 実験結果の一貫性について

過去の研究では日内変動が生じるものの一貫した傾向は示されていなかった[1],[2]。  
→測定に長時間を要することから疲労の影響が見られてしまう可能性がある。本研究では疲労、学習の効果を排除することができたため顕著に結果を示せたと考えられる。



### ランダム測定での結果

新型コロナウイルス感染症対策として実験時間の制限があったため3時刻のみ



高周波数領域において朝に感度が悪くなるという同様の傾向が見られた

### 工学的な意義

時間変化に対する人間の特性を解明することで生活に役立てることができる。  
コントラスト感度は視覚機能の基本的な特性であり作業効率や安全性において重要。  
→視力検査や眼鏡調整, 生活環境デザインに有用である。  
**本実験の結果から, 朝は照明を明るくすることで感度の低下を保障できる。**

## 結論

本研究ではヒトのコントラスト感度における日内変動を調査すべく、**短時間で簡便に**測定できるシステムを開発した。その結果、高空間周波数域において**朝**にコントラスト感度が**低下**する傾向が見られた。  
コントラスト感度は単に視覚特性の一つというだけでなく作業効率や安全性においても重要であり、体内時計との関わりは**医学・工学的**に重要である。今後の研究では瞳孔径の測定も同時に行い、瞳孔径が与える影響について調査する予定だ。

## References

- [1] Andrade MJO, Neto AC, Oliveira AR, Santana JB, Santos NAD: Daily variation of visual sensitivity to luminance contrast: Effects of time of measurement and circadian typology. Chronobiol Int. 35(7), pp. 996-1007, 2018.
- [2] Struck LK, Rodnitzky RL, Dobson JK: Circadian fluctuations of contrast sensitivity in Parkinson's disease. Neurology. 40(3 Pt 1), pp. 467-470, 1990.
- [3] Li L: Circadian Vision in Zebrafish: From Mole-cule to Cell and from Neural Network to Behavior. J Biol Rhythms. 34(5), pp. 451-462, 2019.
- [4] Kay CD, Morrison JD: A quantitative investigation into the effects of pupil diameter and defocus on contrast sensitivity for an extended range of spatial frequencies in natural and homotropinized eye. Ophthal Physiol. 7, pp. 21-30, 1987.