



## 研究概要

本稿では、PCの内蔵カメラを用いた意識的瞬目促進システムを開発し、その有効性を検証した。瞬目（瞬き）を怠ると、涙液層が不安定となることでドライアイになりやすくなり、結果的に一時的な視力低下を引き起こすといわれている。本方式では、PCで瞬目をリアルタイムで検出し、適切な瞬目のタイミングを画面上に可視化することで、意識的な瞬目を促す手法を実現した。また、システム非使用時と使用時の瞬目データを比較することで、システムが瞬目頻度と眼の健康に与える影響を考察した。本方式を用いることにより、デジタル機器が普及した現代社会における目の健康維持を目指す。

## 背景

デジタルデバイスの普及により、近年ドライアイに悩まされている人が増えている。日本眼科学会の調査報告ではオフィスワーカーの6割以上がドライアイ、またはその疑いがあるという結果に。[1]

ドライアイのリスクを軽減するシステムは既存事例がいくつか存在するが、コストが高いことや、作業効率低下することが課題となっている。

## 目的

PCでの作業に不足しがちな瞬目（瞬き）を補うシステムの開発

→低コストで作業の妨げにならないシステム



## 意識的瞬目促進システム

開発環境：MacOS  
開発言語：Python

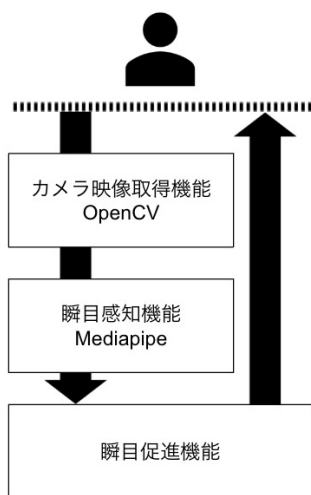


図1 システム概要図

### 瞬目感知機能

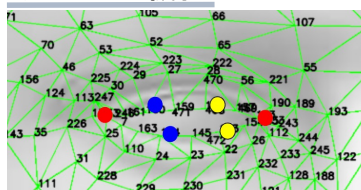


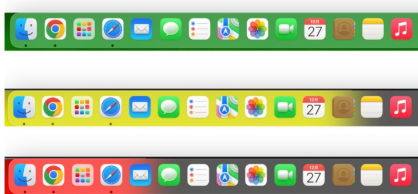
図2 右目ランドマークとEAR計算のための目印

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2 \times \|p_1 - p_4\|}$$

まぶたの開閉度合いであるEARを図2のランドマーク（顔の特徴点）と上記の式から計算し、目を開けてる状態の85%の値を下回った時を瞬きとして感知する[2][3][4]。

### 瞬目促進機能

MacのDock背景を活用  
人間の平均瞬き回数（15回/分）をもとに、ゲージの減少と色の変化でユーザーの瞬き減少を通知



## 精度検証

複数の異なる条件下で100ずつ瞬きを行い、システムが瞬きを正しく検出した回数を割合（%）とする。

表1 各環境条件における瞬目検出精度

環境条件	検出率
1. 一般的な環境（EAR0.448）	100%
2. やや目を細めた状態（EAR0.366）	100%
3. 眼鏡着用状態	95%
4. 少し暗い環境（照度 28lx）	99%

・十分実用的な精度で検出できた  
・レンズへの光の反射などの原因から眼鏡着用時の精度が若干低め

## 実験・考察

- 被験者：PCを普段から使う男女10名（20代～40代）
- ハードウェア：MacBook Air 13.6インチ
- 室内環境：一般的な室内空間

被験者にシステム**非使用時**と**使用時**で以下のタスクを行ってもらい、瞬きの回数を比較を行った。

### 文章読解

- PC画面上に表示した一定量のテキストを読む
- 文章量は約500文字

最も効果があつた被験者  
非使用：18.9回/分  
使用：29.1回/分

最も効果がなかった被験者  
非使用：36.4回/分  
使用：38.9回/分

（実験回数7回）

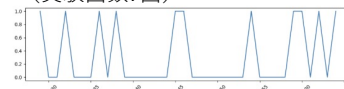


図3 システム非使用時（x軸：時系列、y軸：瞬き）

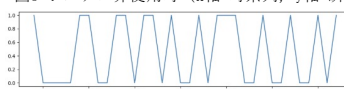


図4 システム使用時

### 動画視聴

- 動画をPC画面上で視聴する
- 計測時間は60秒

最も効果があつた被験者  
非使用：10回/分  
使用：22回/分

最も効果がなかった被験者  
非使用：14回/分  
使用：16回/分

（実験回数7回）

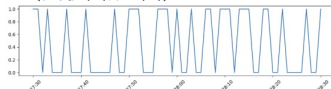


図5 システム非使用時

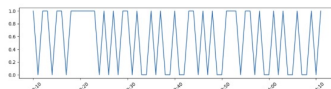


図6 システム使用時

- グラフから、非使用時は瞬きを忘れるタイミングが散見されてるが、使用時は一定間隔で瞬きができている
- 使用後、感想を聞いたところ、「焦ってしまう」などの意見  
→システムの介入度合いを見直す必要がある  
（必要なタイミングのみの表示など）

### 参考文献

- [1] 日本眼科学会 (The Japanese Ophthalmological Society). 目と健康シリーズ 52 眼精疲労. <https://www.gankaikai.or.jp/health/52/index.html>, 2024.
- [2] OpenCV.org. Opencv - open source computer vision library. <https://opencv.org/>, 2024.
- [3] Google AI Edge. Mediapipe face mesh. [https://github.com/google-ai-edge/mediapipe/blob/master/docs/solutions/face\\_mesh.md](https://github.com/google-ai-edge/mediapipe/blob/master/docs/solutions/face_mesh.md), 2024.
- [4] Tereza Soukupová and Jan Cech. Real-time eye blink de-tection using facial landmarks. 2016.