



TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

首都大学東京

動画像の動き劣化が瞳孔径変動に 与える影響について

秋の研究集会@新千歳 2018

首都大学東京大学院
人文科学研究科人間科学専攻
佐藤 壮平・石原正規

本日本話する内容

- 動画像の知覚
- 動きを「みる」：瞳孔との関係
- 動画像と生体情報
- 実験
- 結果と考察
-

動画像の知覚



- コマ撮りにより撮影された動画像は、撮影時と同じ速度で連続呈示すると、実際の動きと同様に滑らかな動きとして知覚される。



動きを「みる」：瞳孔との関係



瞳孔に現れる現象（１）

- ヒトの視覚系は末梢レベルにおいて網膜に到達する光量の調節を行っており、それは瞳孔径の変化として現れる。



光量調節機能としての瞳孔径変動

瞳孔に現れる現象（2）

- 瞳孔の拡大は交感神経系の働きによって、縮小は副交感神経系の働きによってそれぞれ支配されている。
- このことから、瞳孔径変化を用いたストレス状態の推定が試みられている（飯島ら2011）。

瞳孔に現れる現象（3）

- またこの瞳孔径変化は、視環境に対する情動反応や認知とも関わっていることが示されている。



ヒトの興味や注意などの機能が
反映されることを示唆。

瞳孔に現れる現象（４）

- 瞳孔の拡大・縮小は、視覚と関連した機能としても現れ、例えば視対象の動きに対する眼球の追従においても生じる（國部2018）。

動きを「みる」：瞳孔との関係

- 瞳孔径の拡大・縮小は光量調節のための機能を反映するだけでなく、自律神経系や知覚・認知系と関連した情報取得のための機能をも反映している。

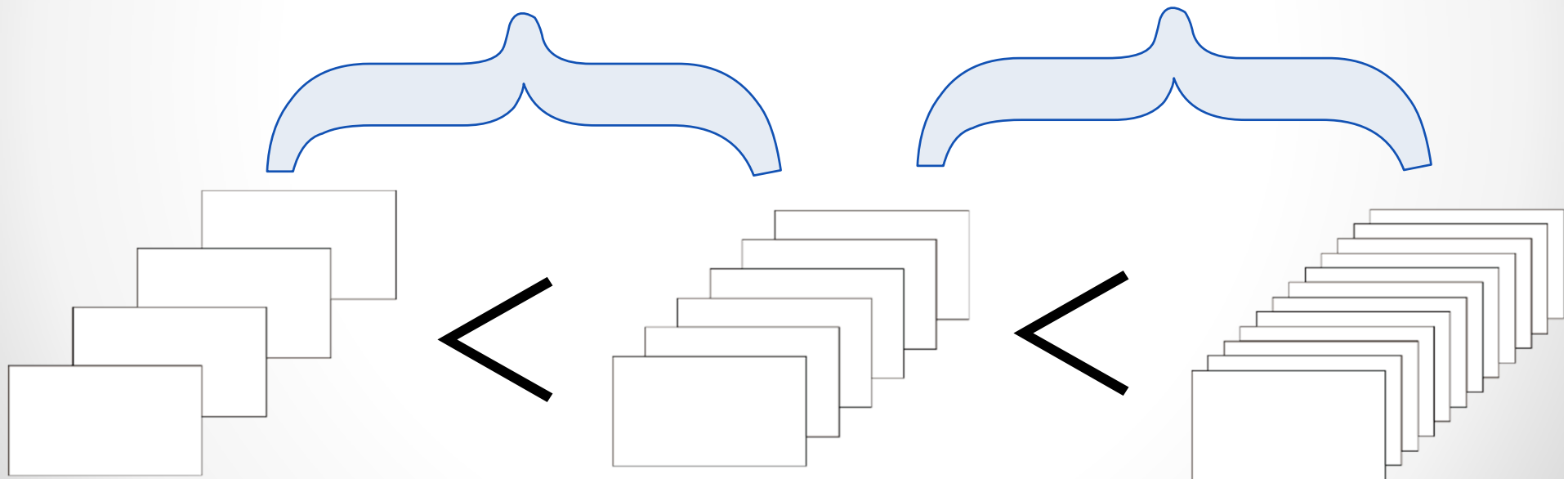
動画像と生体情報

- 動画像の視聴において、カメラの揺れのような直接の肉眼視では生じない不自然な動きは、映像酔いのような形で自律神経系に影響することが示されている（菅原2008、黒木2011）。

高フレームレート時の 生体情報の検証

生体情報において動きの劣化は
どう現れるのか？

生体情報において実際の動きを見ている時と
差が見られた部分

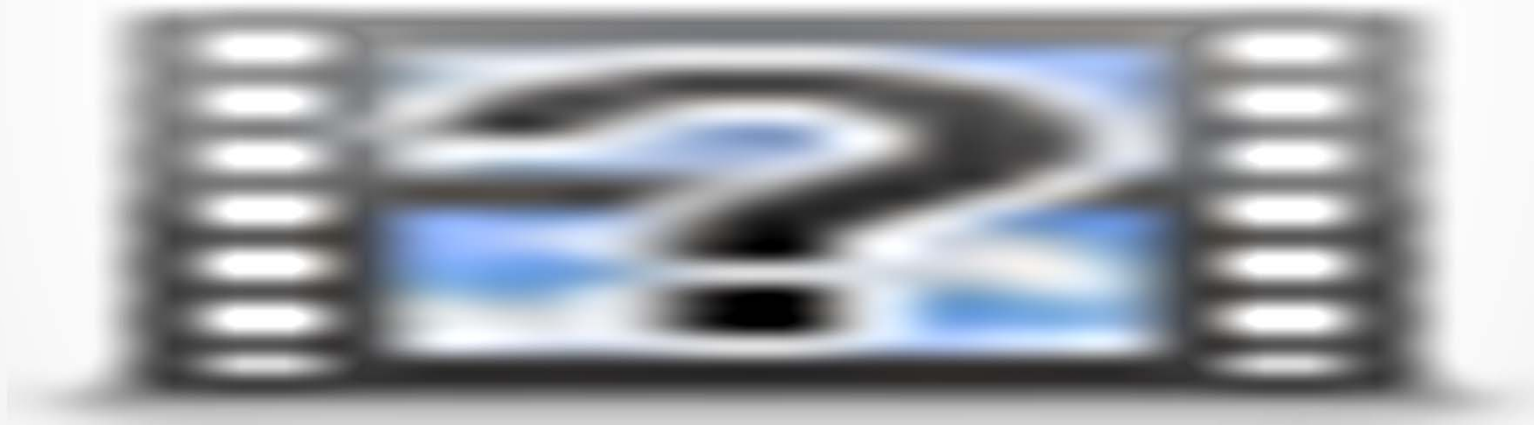


実験

動画像の動き劣化が瞳孔径変動に与える影響を検討

実験の目的

- 動画像の動きの違いを実験的に操作し、各条件における瞳孔径変動の特徴を検討する。

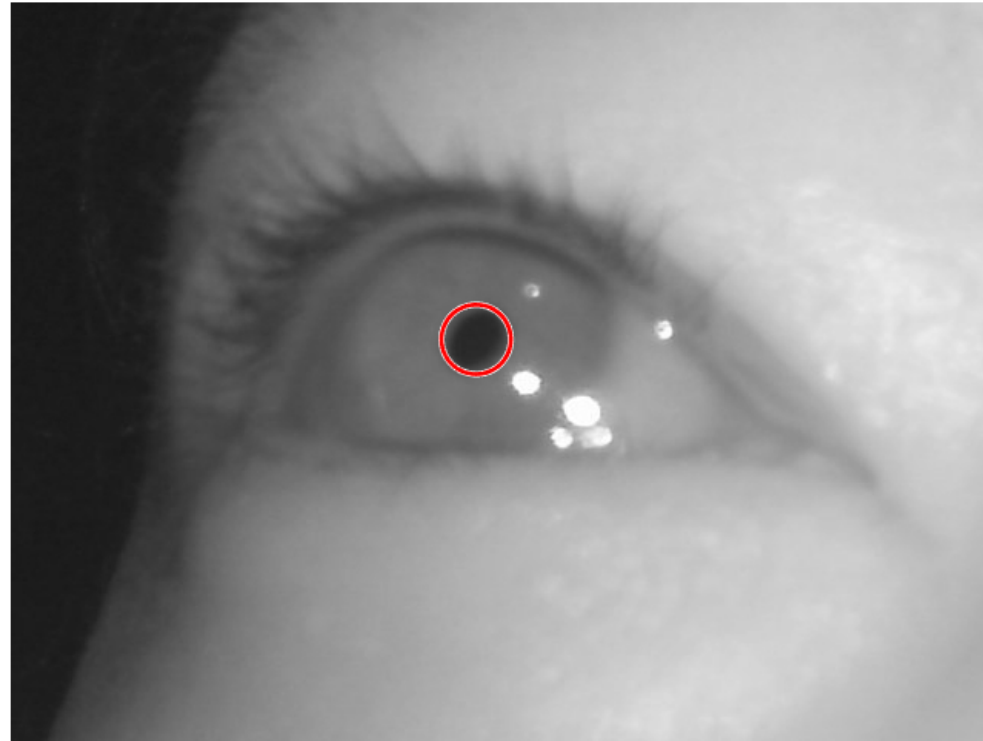


24fps

4fps

その前に、どのように
瞳孔（径）を計測するか？

瞳孔を測る方法



- 眼球を撮影した動画像の各フレームに対して円検出を行うことで瞳孔（径）を測定することが可能である（佐藤・石原 2016）。

実験方法

- 動画像（24fpsまたは4fps）再生時に参加者の眼球をwebカメラで撮影し、その瞳孔径の変化を計測した。円検出および解析は実験後、オフラインで行った。
- 動画像の呈示にはVLCを用い、webカメラとの同期のために実験用動画像の再生前に1秒間白色画像を呈示し、画面呈示開始時を判別できるようにした。
- 実験参加者は20歳から47歳までの大学生・大学院生5名であった。

実験に用いた素材

- フレームレートの違い（24fpsまたは4fps）による瞳孔径変化への影響をみるために、今回は動きが大きい走行中の動画を採用した。
- 尚、昼間の映像では環境光が非常に明るく、眼球に映り込みが生じるため、今回は夜間の動画像を使用した。

実験に用いた素材

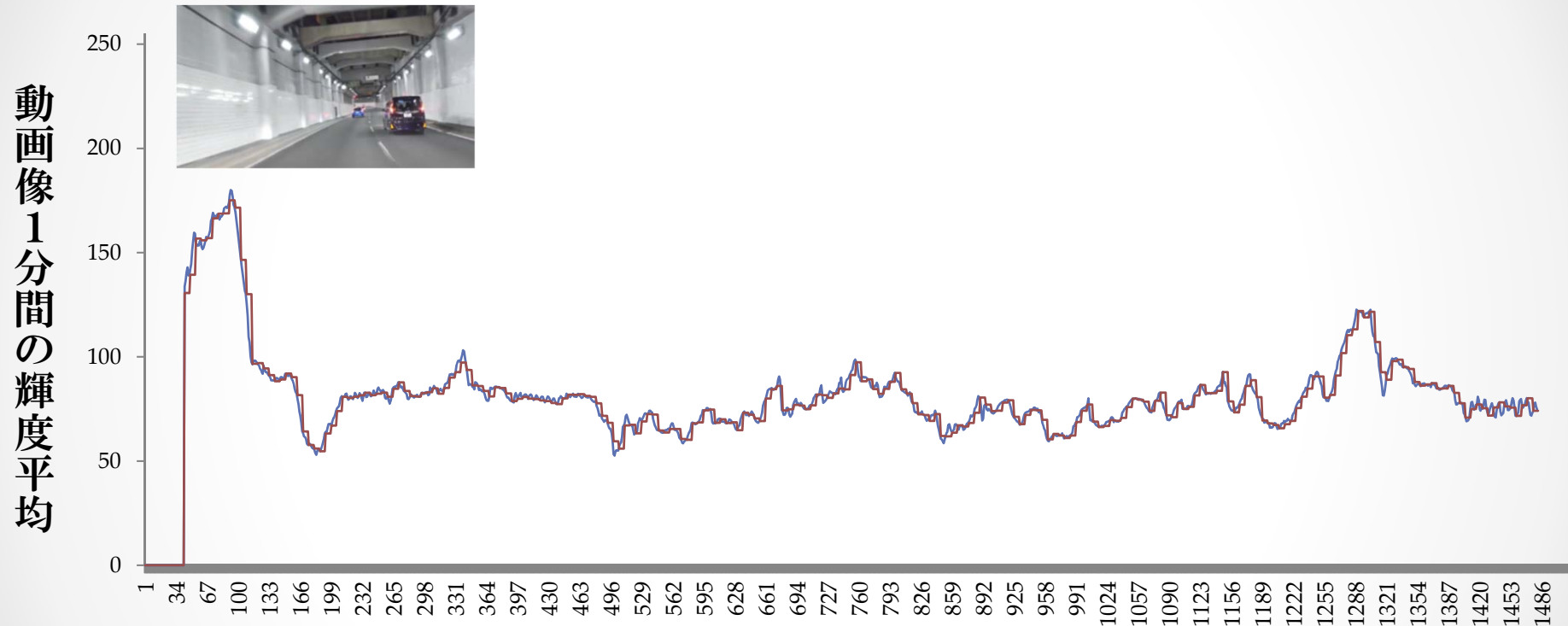
- Tokyo Expressway night drive 4K 首都高 2017 – YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=r6a5kBxiHTY>



- 動画像は、長さを1分間に編集し、それを24fps
または4fpsに変換して各条件の実験に用いた。

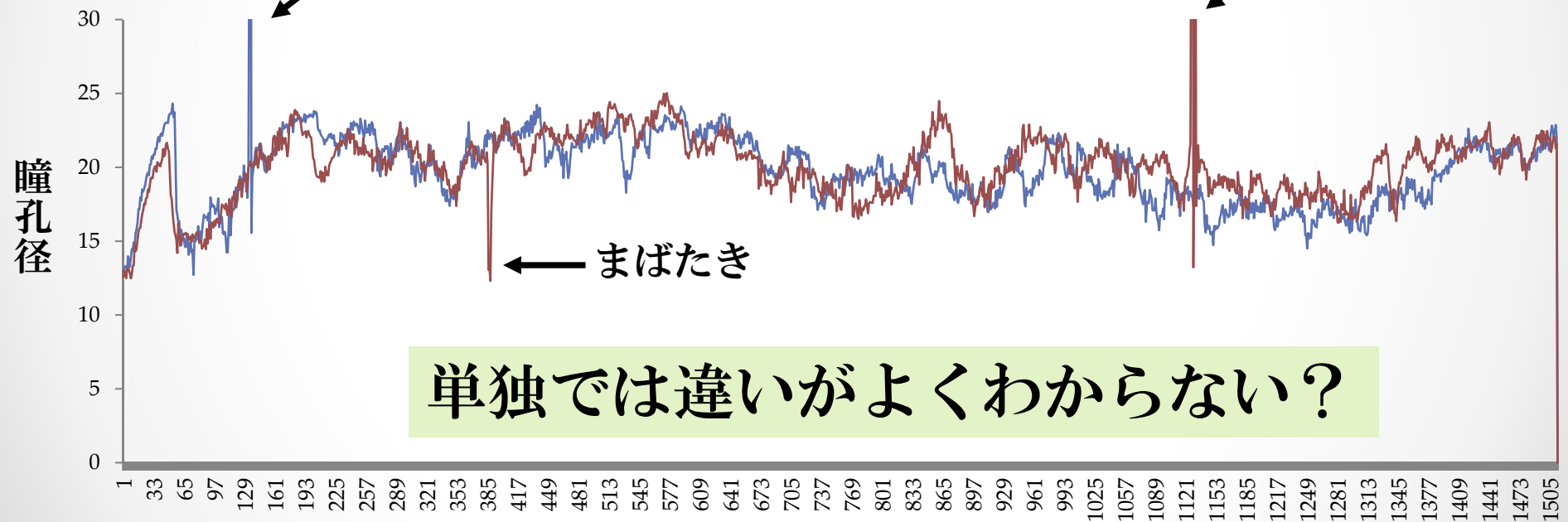
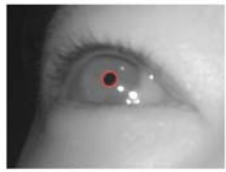
実験結果

輝度平均変動の違い (フレーム条件毎)



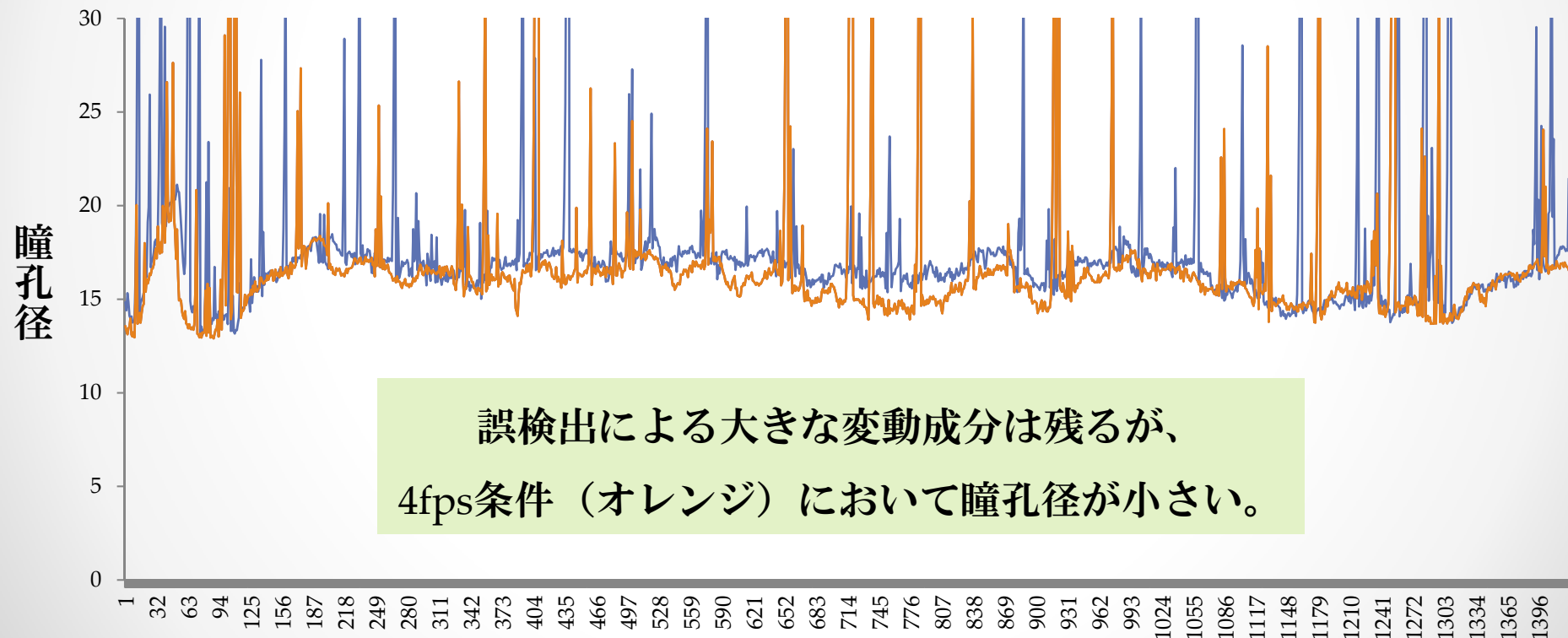
- 今回用いた1分間の動画像における24fps（青線）と4fps（オレンジ）条件の時間軸における輝度平均変動は、4fps時においては少々粗くなるものの、ほぼ一致していた。

フレームレートの違いによる影響 (個人データの例)



フレームレートによる違い (加算平均)

フレームレート条件(24fps青線、4fpsオレンジ)における
瞳孔径変動 (加算平均) の比較



測定結果の一例



4fps

24fps

フレームレートの違いは 瞳孔径に反映されるのか？

- 局所的に見ると、4fps条件において瞳孔径が小さい。
- しかし今回用いた方法は円検出の精度に依存するため、測定状況によっては誤検出が生じ、その影響を無視することはできない。
- 今後のさらなる検討が必要である。

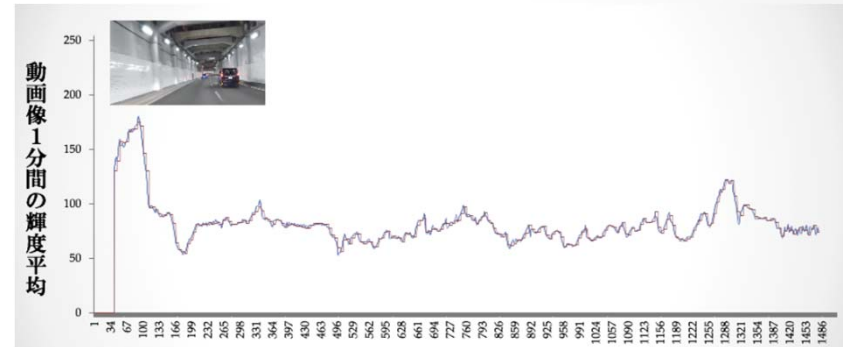
考察

考察

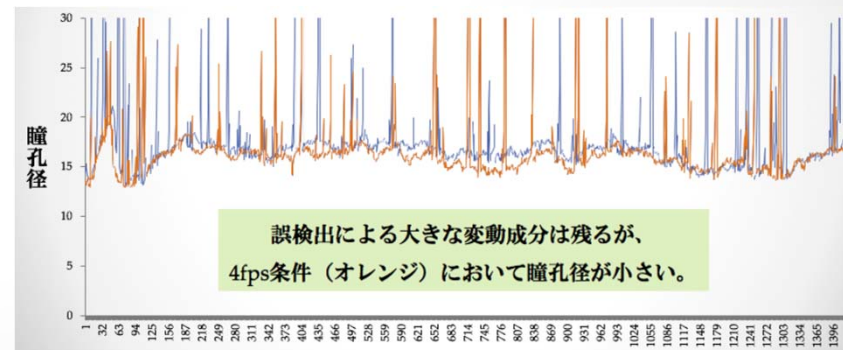
- 本研究では動画像の動きの違い（24fps・4fps）を実験的に操作し、瞳孔径変動への影響を検討した。
- 実験の結果、瞳孔径の時系列変動において、フレームレートの違いによる影響がみられた。
- 低フレームレート（4fps）条件において、瞳孔径は縮小傾向であった。

考察

- 1 分間の動画像における輝度変動は、2 種類のフレームレート（24fps・4fps）を通じて同様のパターンであった。



- しかしフレームレートの違いは瞳孔径変動に影響を与えた。



考察

低フレームレート（4fps）条件、すなわち知覚的に動きの劣化のある動画像を観察する際にみられた瞳孔径の縮小傾向は、情報の取り込みに関する抑制機能を反映しているかもしれない。



生体情報としての瞳孔径変動から、
動画質を評価できる可能性を示唆

参考・引用文献

- 飯島 淳彦, 小杉 剛, 木竜 徹, 松木 広介, 長谷川 功, 板東 武彦 (2011) 「ストレス状態の推定に有効な瞳孔反応パラメータの探索」、『生体医工学』第49巻 第6号、946-951。
- 菅原 正幸 (2008) 「スーパーハイビジョンの開発における人間科学的側面からの研究」、『電子情報通信学会論文誌A』 第J91巻-A 第6号 613-621
- 黒木 義彦 (2011) 「高フレームレートによる3D映像の高画質化に向けて」、『映像情報メディア学会誌』 第65巻、第10号、1365-1368
- 黒木 義彦, 高橋 春男, 日下部 正宏, 山越 憲一 (2013) 「通常および高フレームレート映像刺激が脳波に及ぼす効果」、『映像情報メディア学会誌』 第67 巻 8 号 J340-J346
- 國部雅大 (2018) 「奥行き方向へ移動する物体を追従する際の瞳孔径変化と両眼眼球運動」、『日本スポーツ心理学会第45回研究発表録集』 276-277

参考・引用文献

- 佐藤壮平・石原正規（2016）「Webカメラを用いた瞳孔径計測手法の提案」、『信学技報』 vol. 116, no. 229, HIP2016-50 37-40
- Tokyo Expressway night drive 4K 首都高 2017 – YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=r6a5kBxiHTY>