

3D映像の生体への影響 ～両眼視差と輻湊眼球運動～

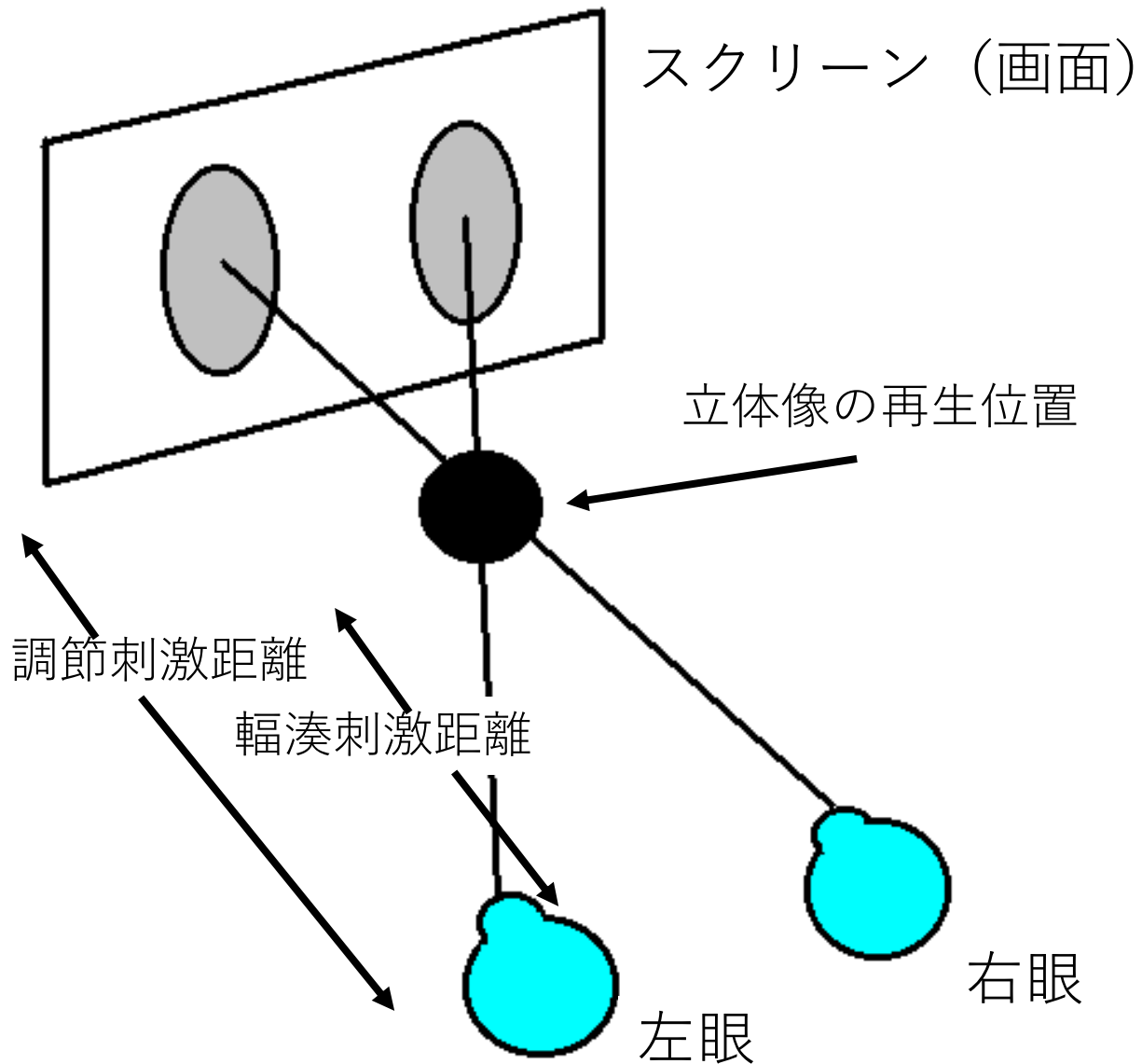
奥山文雄 鈴鹿医療科学大学

はじめに

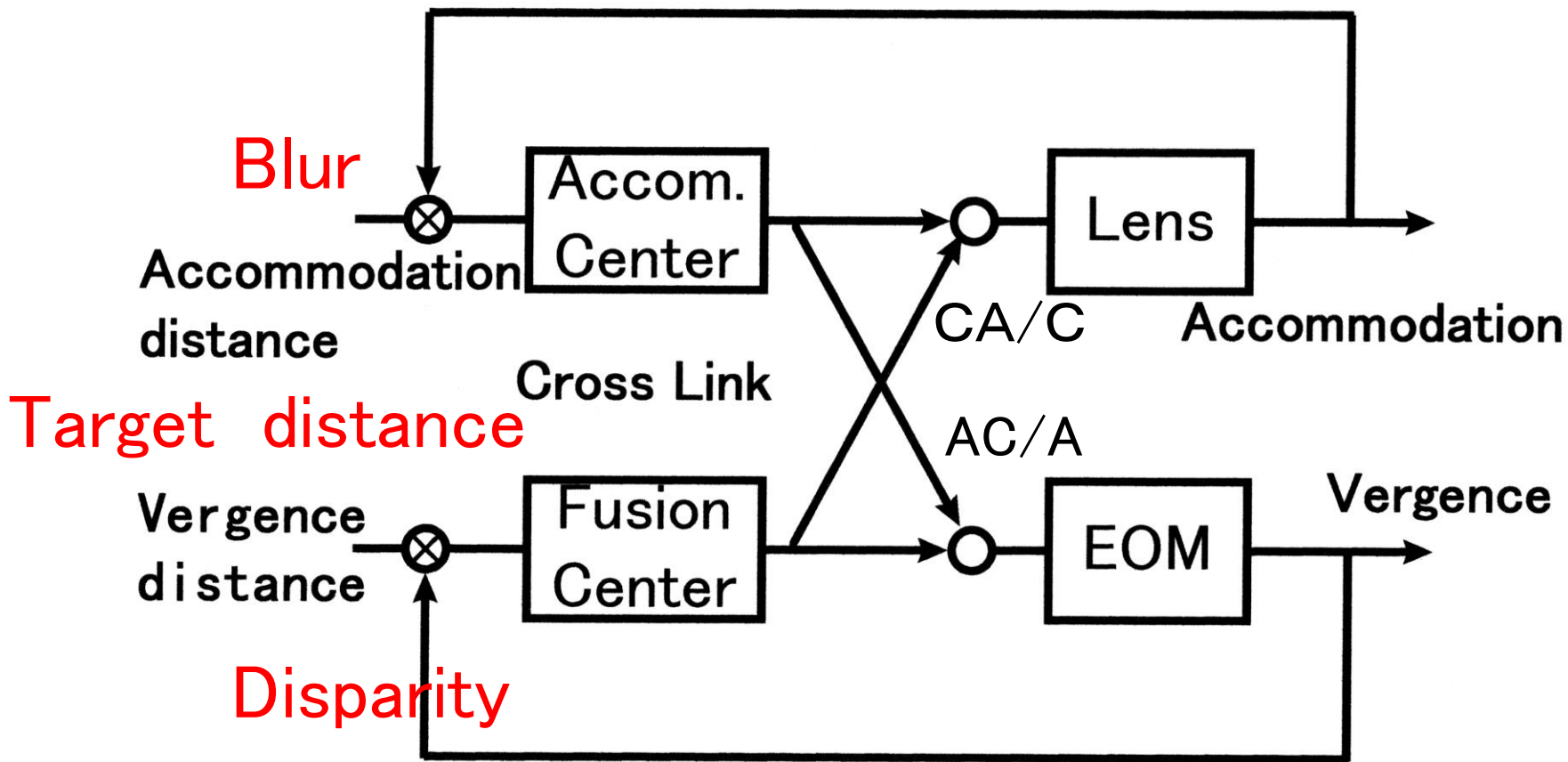
人間の両眼視機能を利用して立体感を得る2眼式3D映像または多眼式3D映像は、調節刺激となる画面までの距離と輻湊点までの距離が一致しないため、調節と輻湊の矛盾が眼精疲労を生じると言う仮説が一般的である。

実物体の場合は、物体までの距離と輻湊距離が一致するため、正常眼では矛盾はないと考えられている。また、ホログラフィーのように、波面から3D映像を再構成する方法ではこの矛盾はないと考えられる。

そこで、3Dガイドラインでは3D映像コンテンツでは、視差角が1度以内が推薦され、視差量の分析も行われている。しかし、視差刺激(視差量)と輻湊の分析は少ない。本文では、市販の3D映像を視聴した際の輻湊を測定・分析してみた。

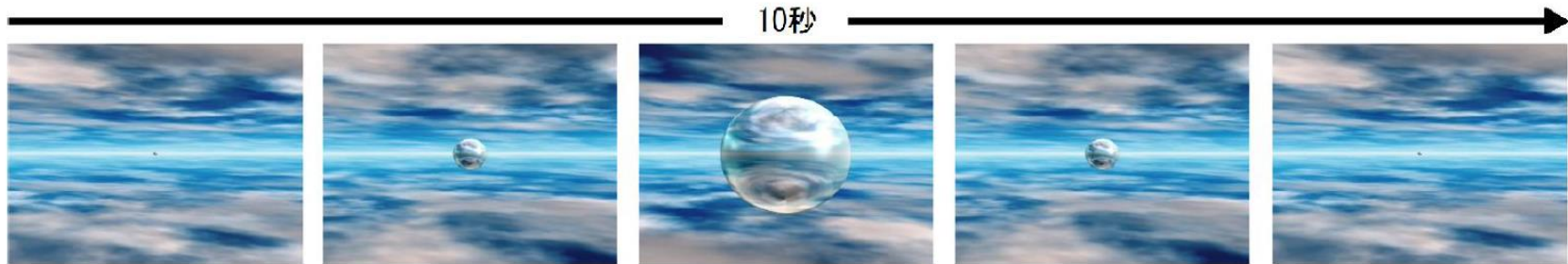


2眼式立体ディスプレイの調節・輻湊刺激



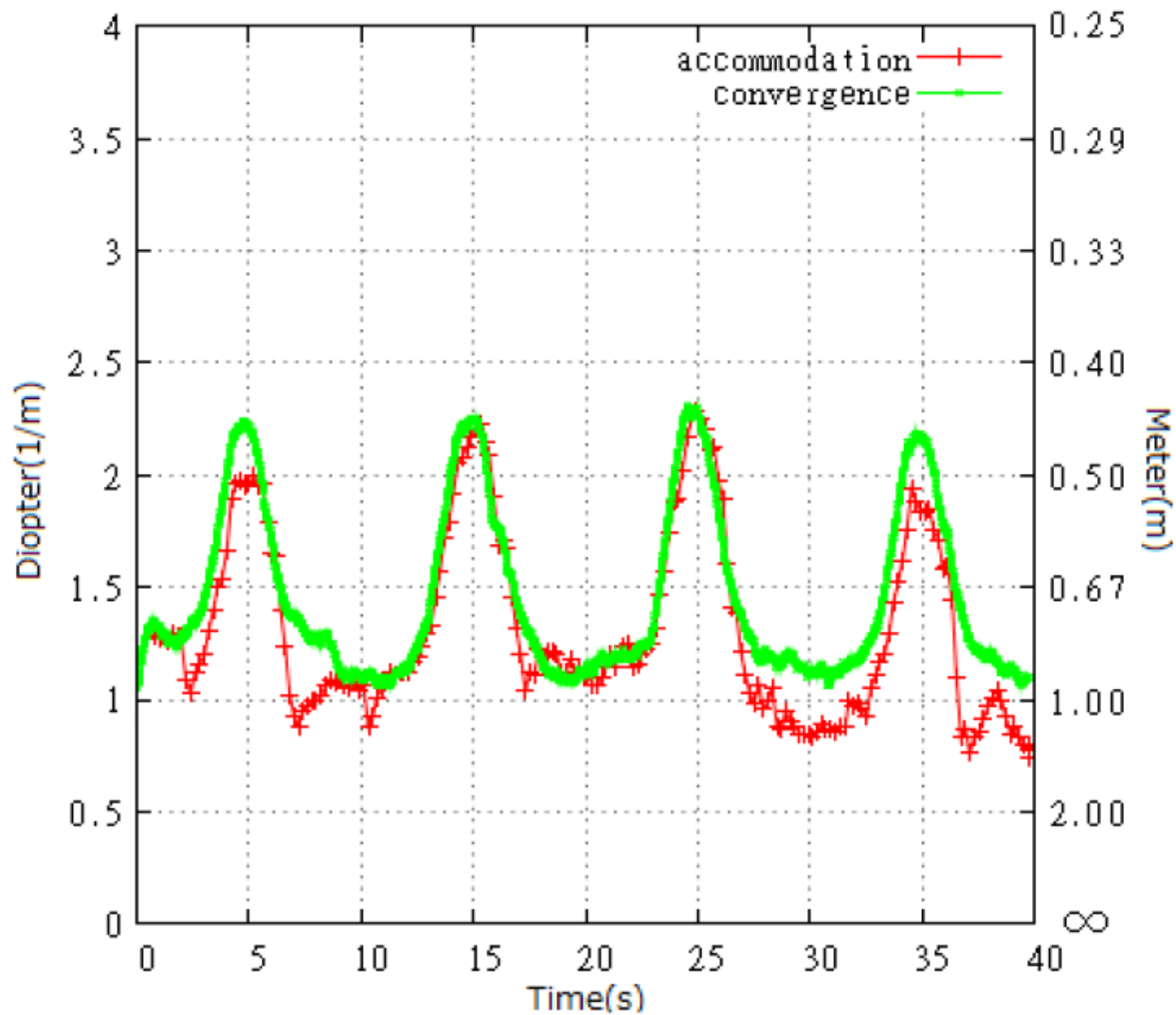
調節と輻湊のリンク

立体映像視標による調節と輻湊運動



視標は10秒間で前後往復

堀 弘樹 ら 2010 年 9 月



(堀 弘樹ら 2010年)

輻湊の精密測定方法

原理：前眼部を赤外線LEDで照射し、両眼の瞳孔を赤外線カメラで撮影して瞳孔径と瞳孔中心位置を画像処理で求める。

光源： 近赤外LED 850nm

方法： 瞳孔－角膜反射法
瞳孔中心の追跡

解像度： 水平300TV

サンプリング周波数：30Hz

測定項目：

瞳孔の中心位置	両眼
瞳孔径	両眼

輻湊の精密測定方法

光学的な測定精度の求め方

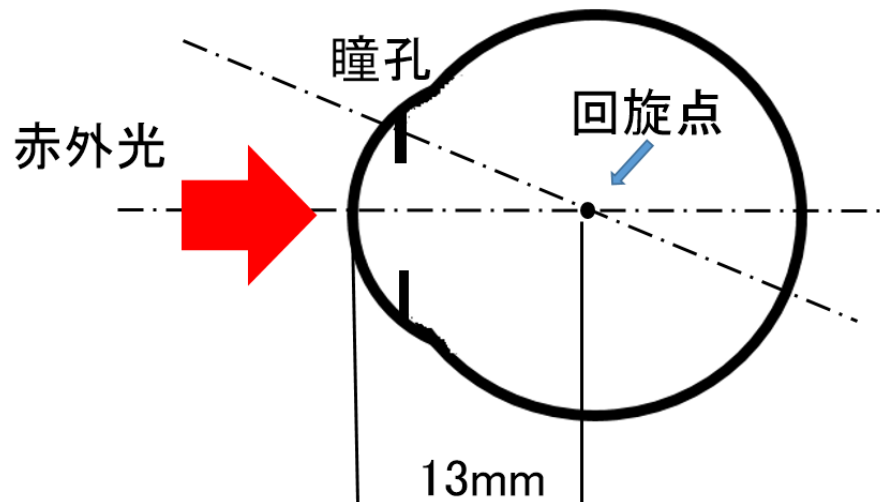
大人の標準眼 眼軸長 24mm

回旋点 角膜後面から約13mm

カメラの解像度から

10mm/238画素 = 0.0420168mm

$\Delta \theta = \tan^{-1}(0.042/13) = 0.1851$ 度



両眼の水平眼球運動測定装置

製品名 立体視度計測システム ET-3D10
(株)ニューオプト

計測項目

瞳孔径、瞳孔位置、まばたき

瞳孔間距離

輻湊角

視差角

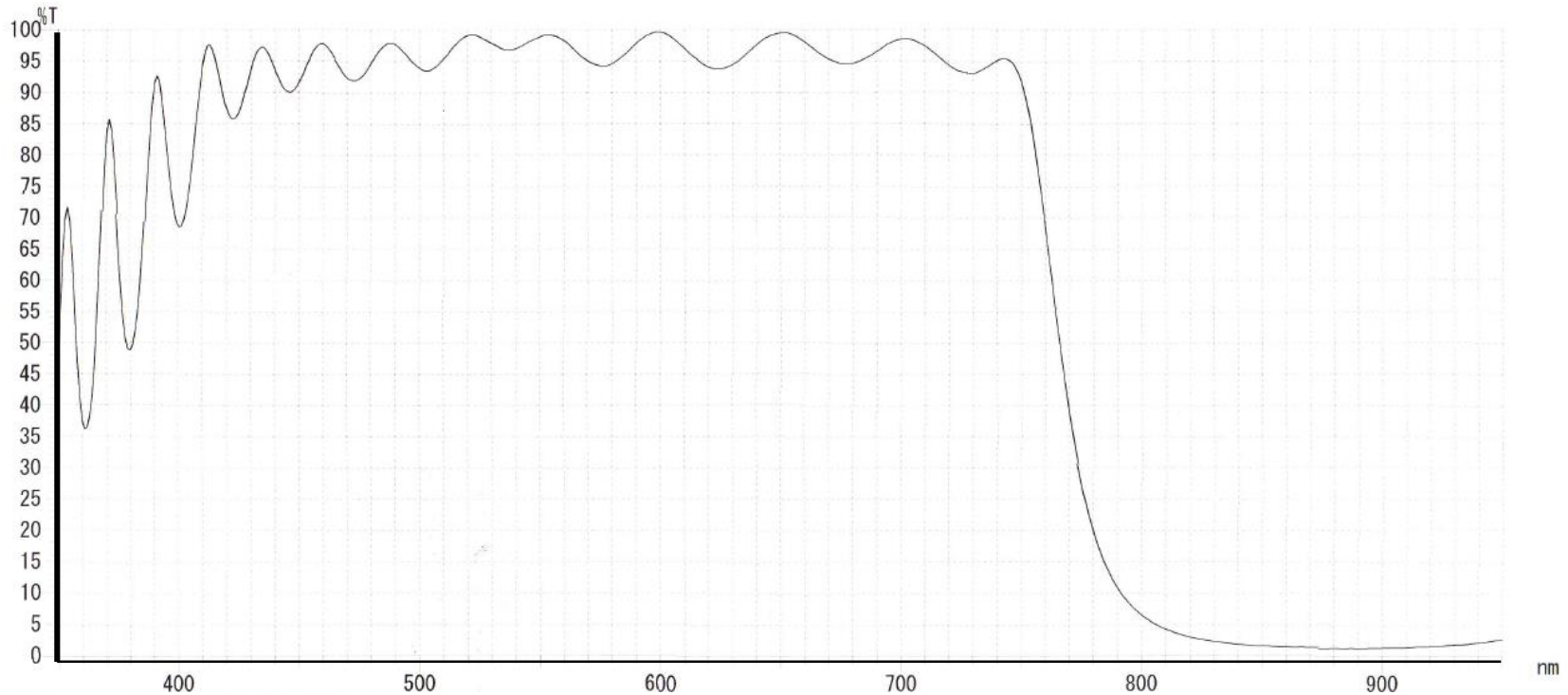
注視点位置

その他

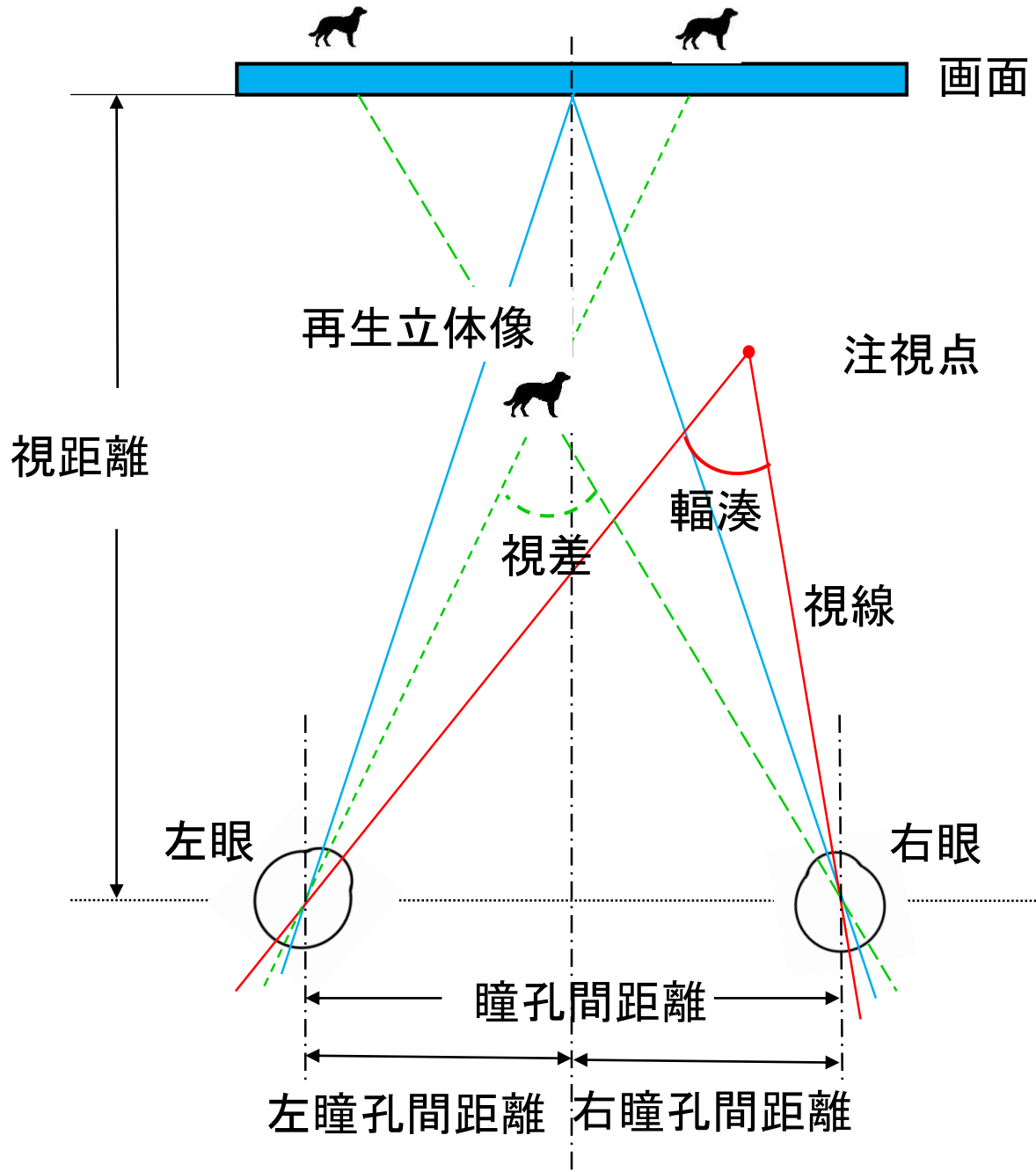
サンプリング 30Hz

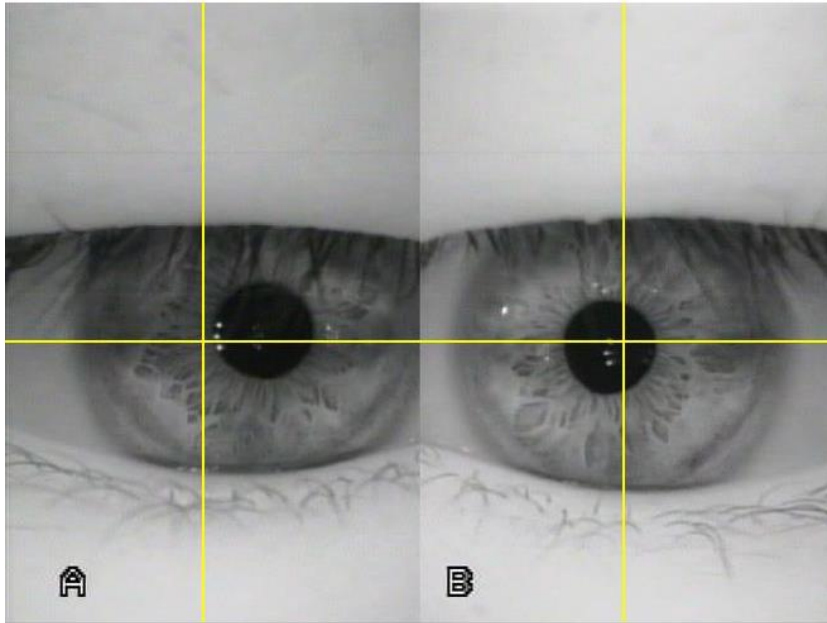
外部トリガー

眼前ダイクロイックミラーの透過特性



比視感度曲線との比較 : 色覚への影響





瞳孔部分を画像
処理で2値化する

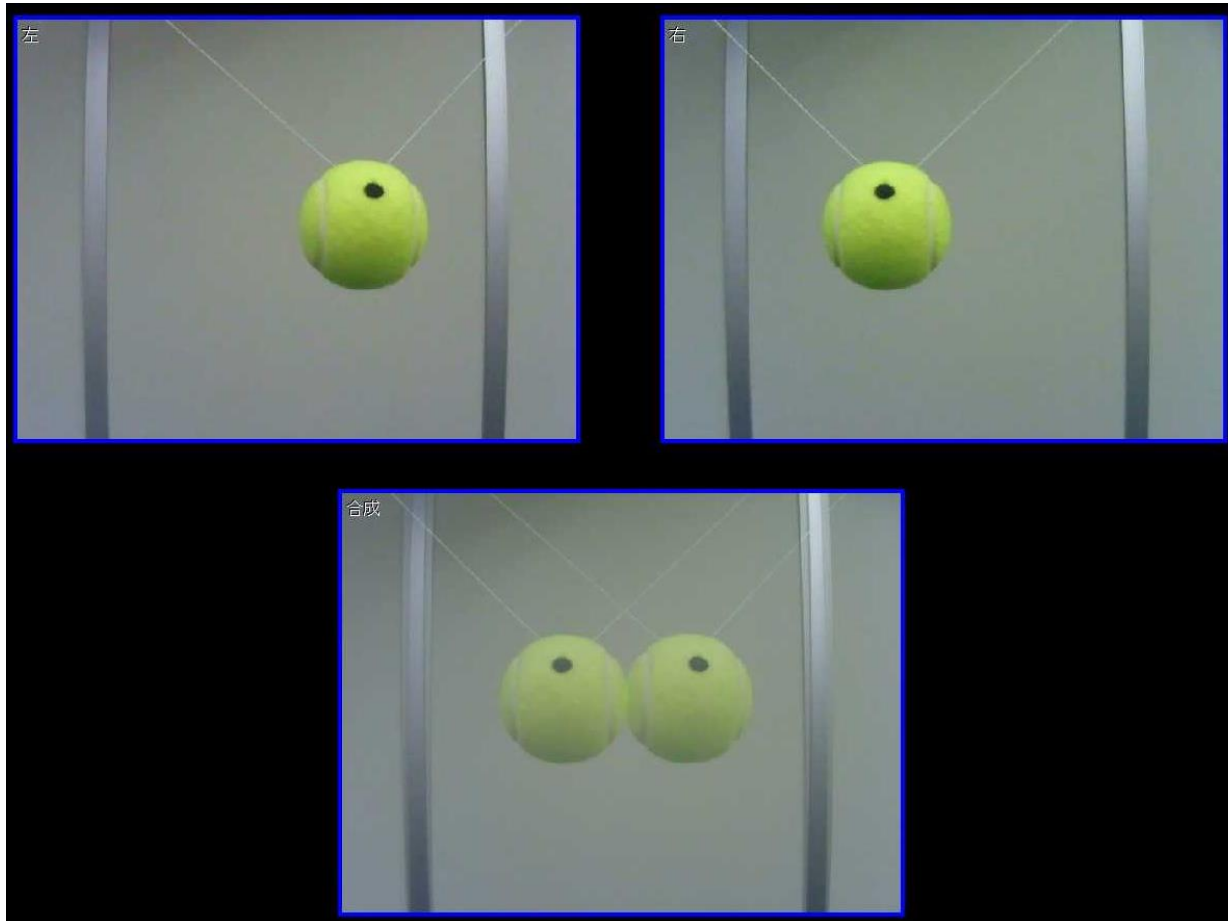
前眼部の撮影

特徴

木製フレームで頭
部に確実に固定

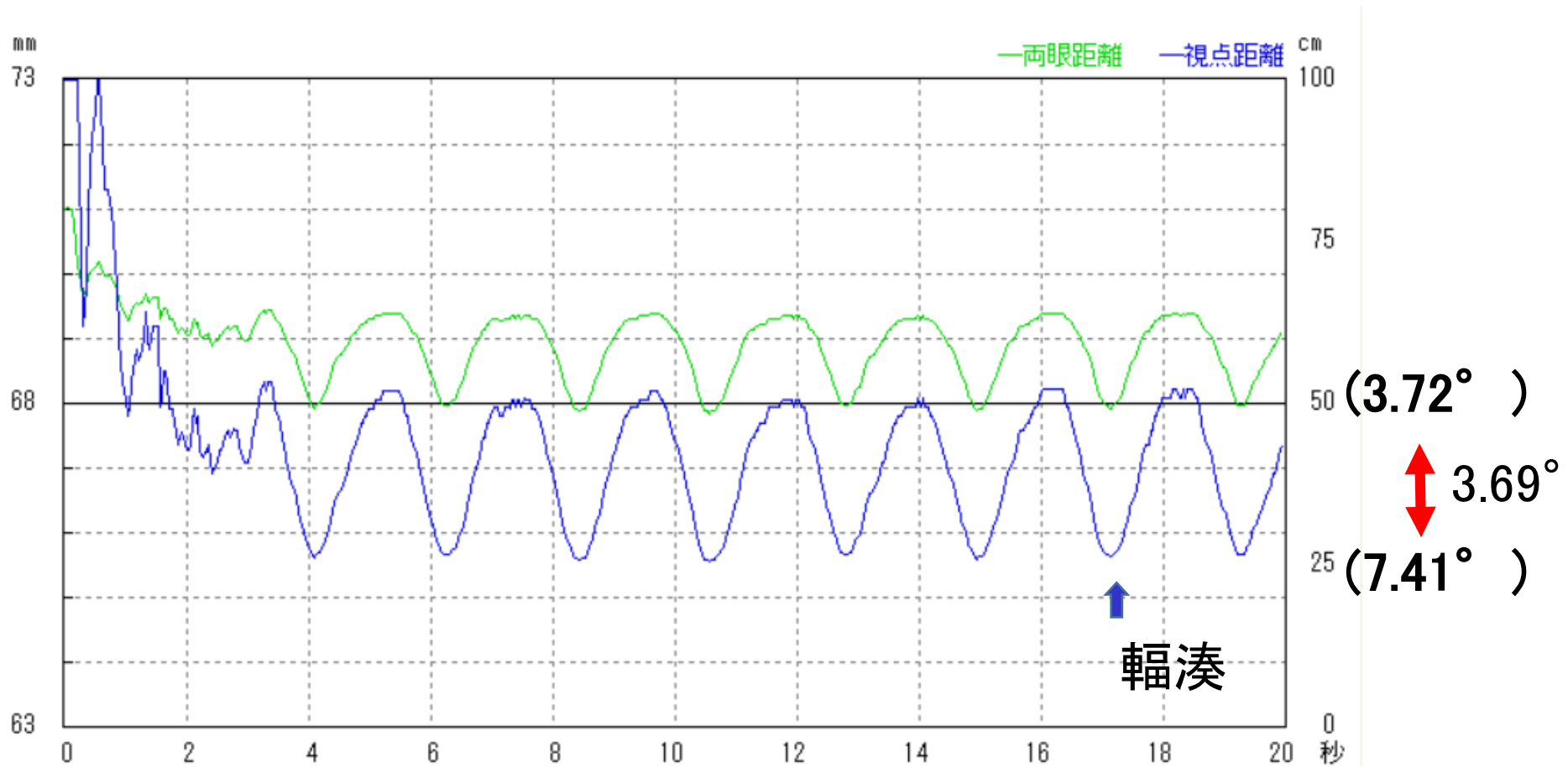


単純視標の測定 本装置による測定



(株)ニューオプト

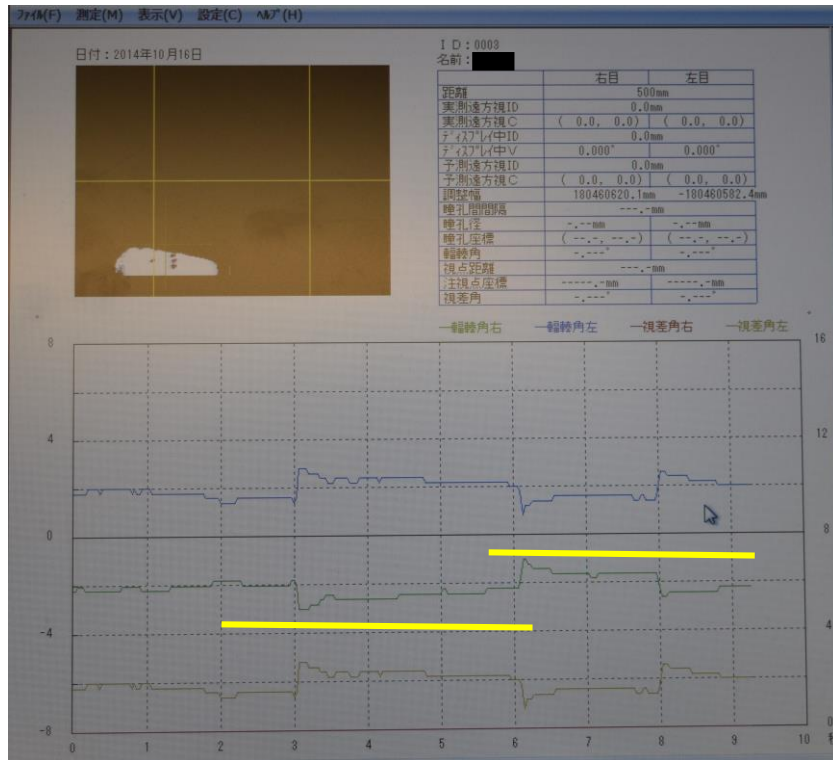
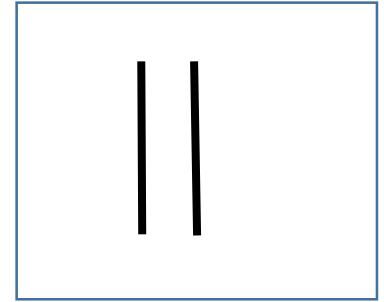
測定例



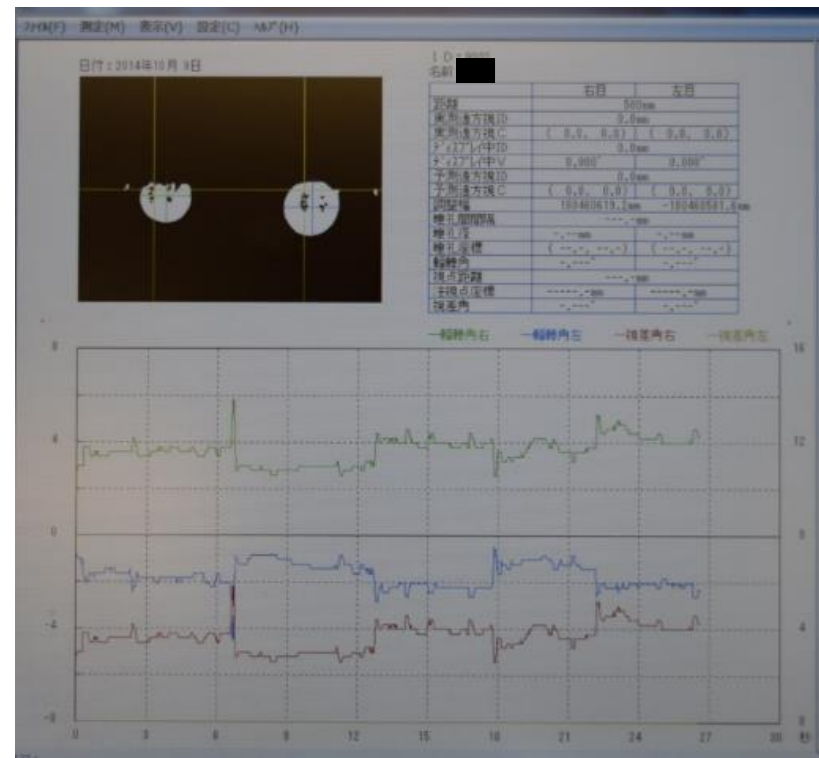
(株)ニューオプト

測定精度のチェック

精度チェック方法: 衝動性眼球運動 1.0度
1m前方17.45mm間隔の2本線を交互に注視する。



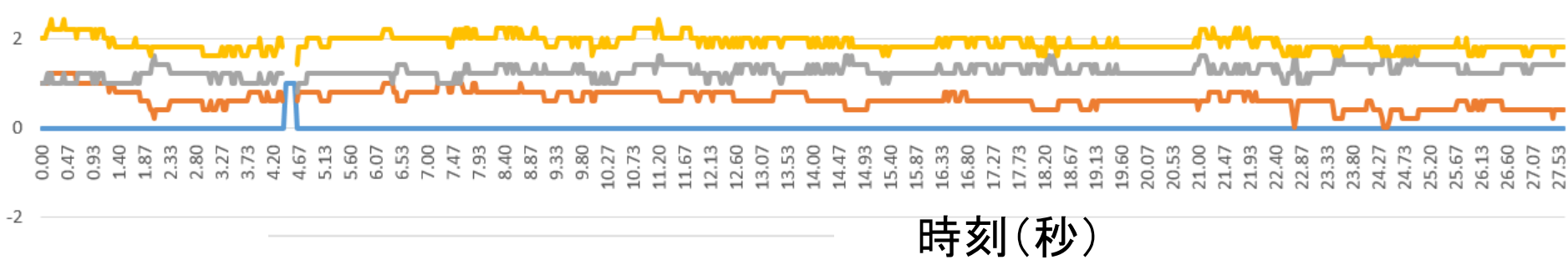
DSC0054 2014-10-16



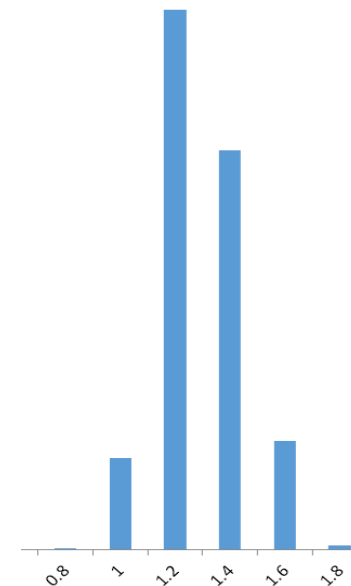
DSC0048 2014-10-9

遠方視標の固視 距離 5m

眼球運動
(度)



輻湊のヒストグラム

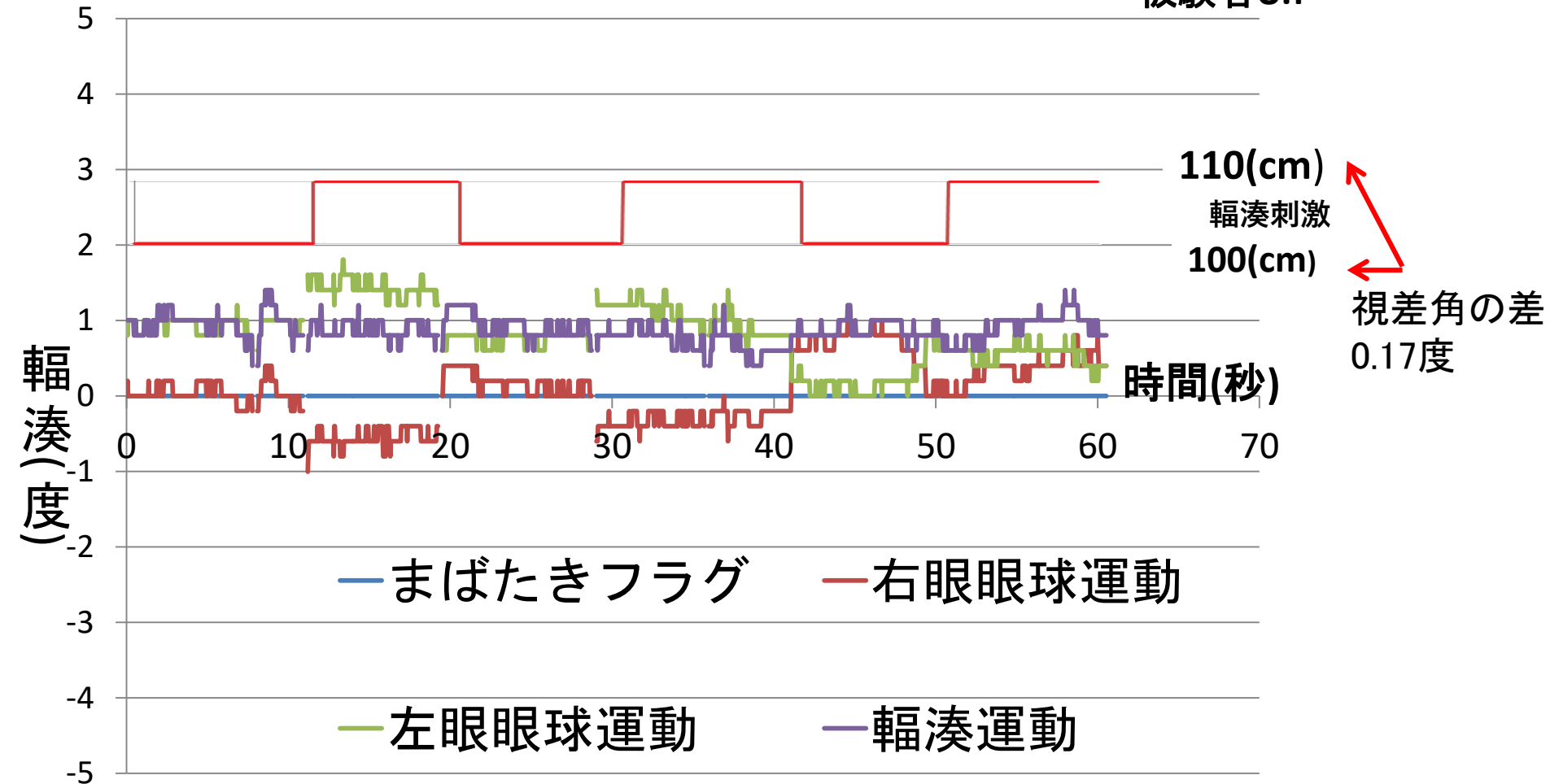


データフォーマット

		### ET-100 3D ###																			
		日付 = 2016年 3月 3日																			
		ID =																			
		名前 = ■■																			
		コメント =																			
		Frame = 1849																			
		10 238																			
		右瞳孔調整角 -2.4																			
		左瞳孔調整角 -1.3																			
No	秒	右目瞳孔位置 x	右目瞳孔位置 y	左目瞳孔位置 x	左目瞳孔位置 y	右瞳孔径	左瞳孔径	右目瞳孔座標 x	右目瞳孔座標 y	左目瞳孔座標 x	左目瞳孔座標 y	瞳孔間隔	まばたきフラグ	右目輻輳角	左目輻輳角	視点距離	右目注視点座標 x	左目注視点座標 x	右目視差角	左目視差角	
0	0	-726	9 730	1	4.286	4.286	-30.53	0.378	30.69	0.042	61.22	0	1.48	0.677	1629.03	1181.47	2596.01	0.602	-0.2		
1	0.03	-727	8 730	2	4.201	4.286	-30.57	0.336	30.69	0.084	61.26	0	1.279	0.677	1795.94	1368.75	2596.01	0.401	-0.2		
2	0.07	-727	10 729	3	4.201	4.286	-30.57	0.42	30.65	0.126	61.22	0	1.279	0.878	1628.25	1368.75	2000	0.401	0		
3	0.1	-727	12 729	4	4.201	4.201	-30.57	0.504	30.65	0.168	61.22	0	1.279	0.878	1629.03	1368.75	2000	0.401	0		
4	0.13	-727	12 729	3	4.286	4.201	-30.57	0.504	30.65	0.126	61.22	0	1.279	0.878	1629.93	1368.75	2000	0.401	0		
1849	61.6	-722	22 733	#	3.865	4.117	-30.36	0.924	30.82	0.546	61.18	0	2.283	0.076	1489.84	761.484	23379.3	1.405	-0.8		
単位		ピクセル数、mm																			

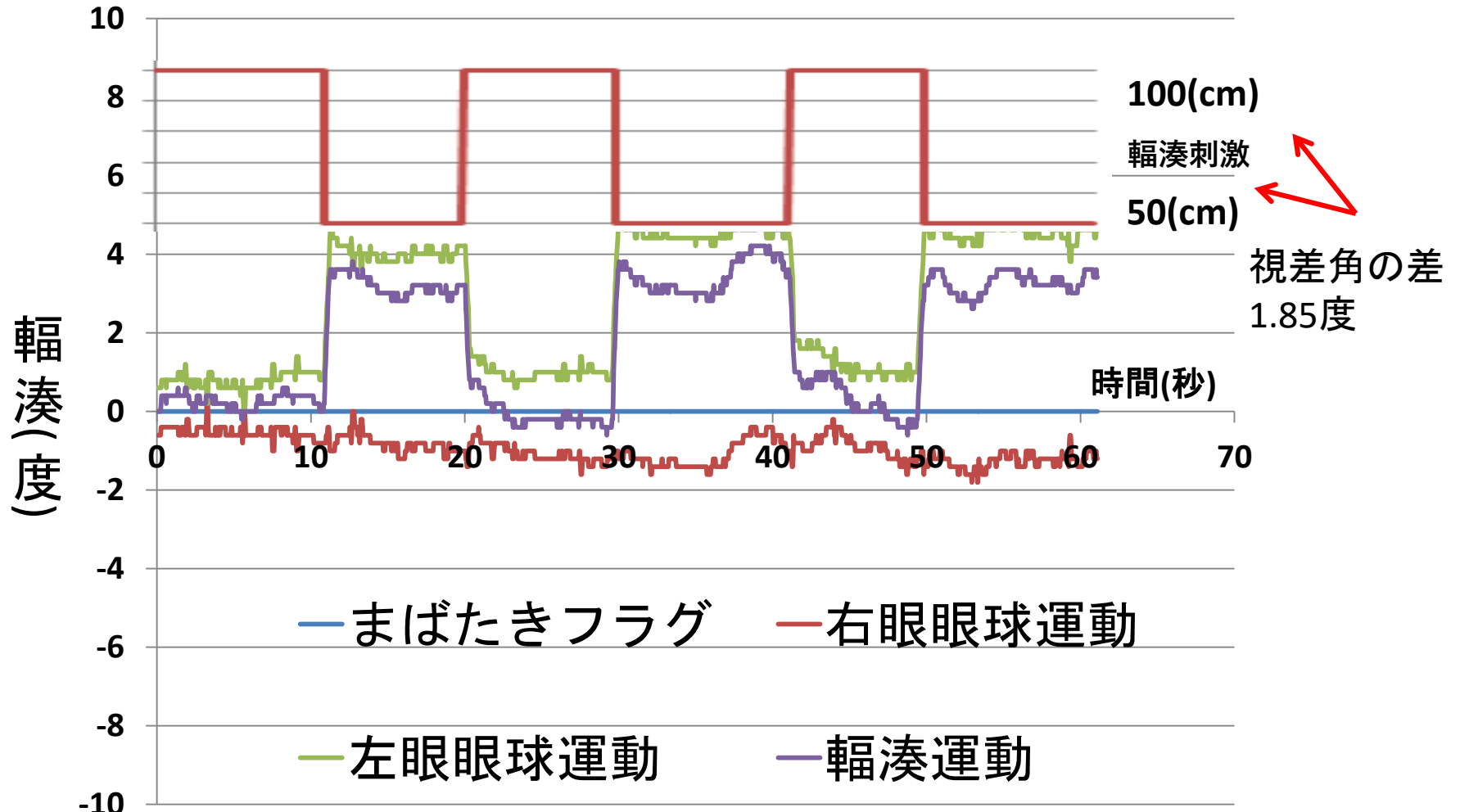
微小視差(0.17度)

被験者U.T



小視差 (1.85度)

被験者O.M 条件(3) 小視差 データ例



実験

3Dテレビ視聴中の輻湊を測定する

3Dテレビ 55インチ裸眼3Dテレビ(東芝55インチ)

計測手順 実固視点注視→3D映像鑑賞55秒
→実固視点注視

条件 画面を自由に鑑賞する

コンテンツ GO AHEAD

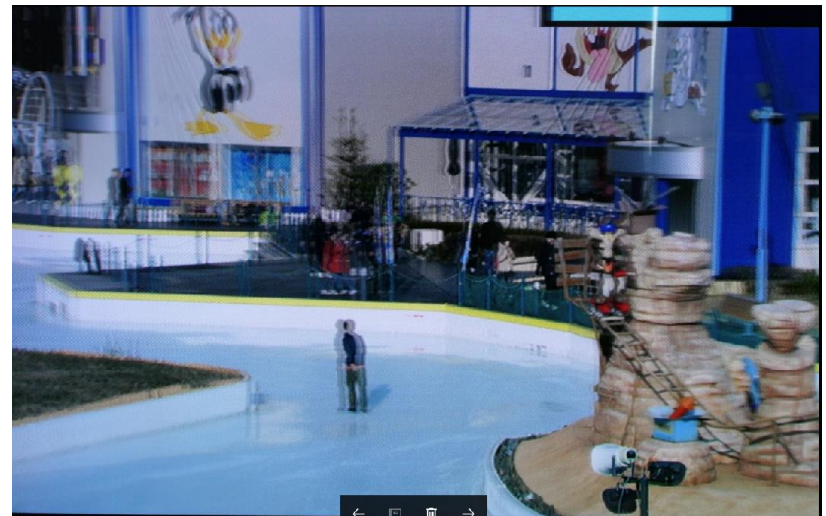
条件 視距離 2000mm、室内光

被験者 2名

O.M.(22歳、女性) 軽度近視 画面を鮮明に見える

U.T.(22歳、男性) コンタクト装用時、軽度近視で
画面を鮮明に見える

実験用 3D映像



方法 -使用機器-

- 立体視度計測システム
ニューオプト社 ET3D10 Ver2.0
(眼球運動、輻湊の測定装置)





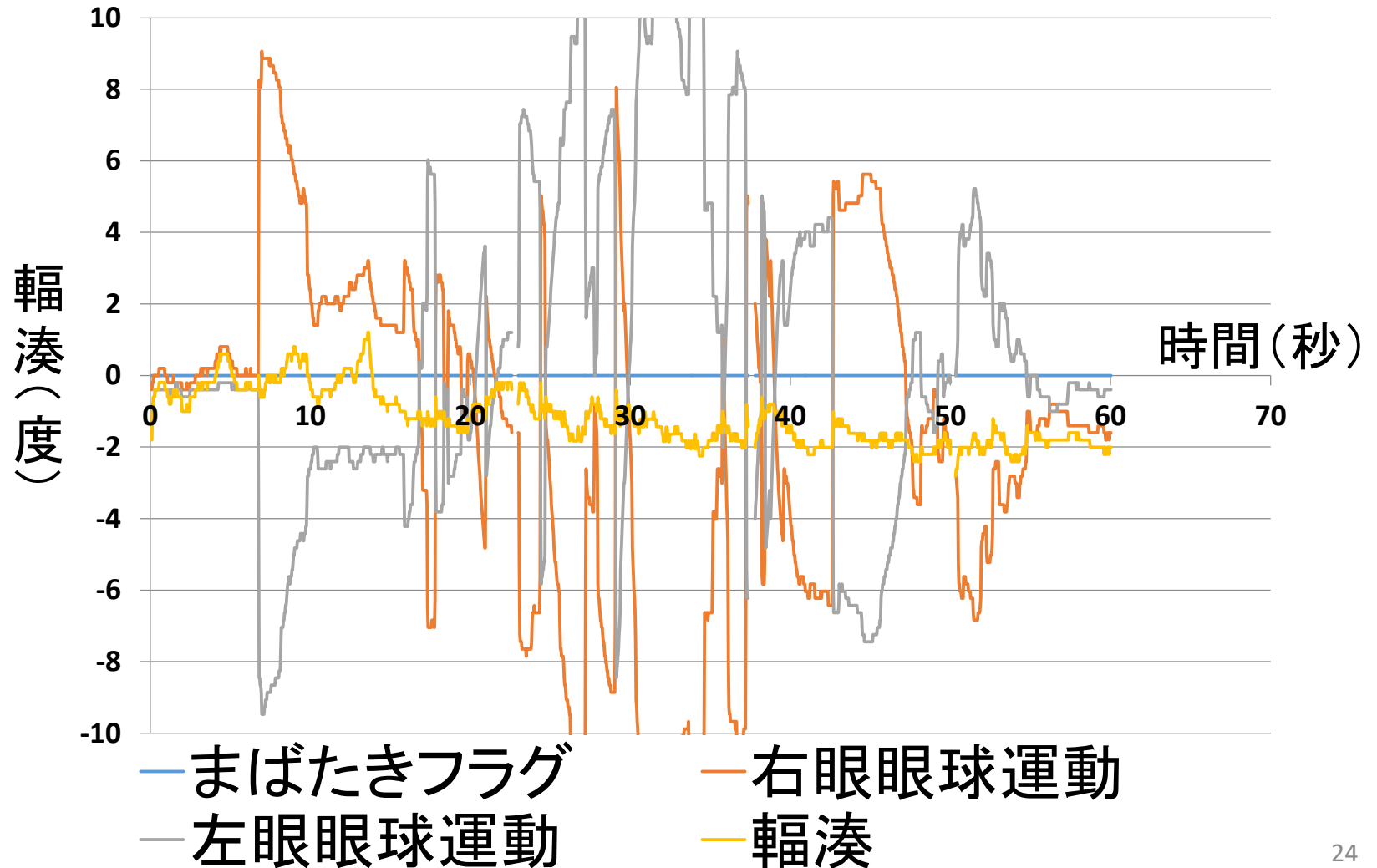
頭部の固定 アゴ台

2017-3-28 10:50~11:10

第119回3Dフォーラム研究会

3D映像視聴時

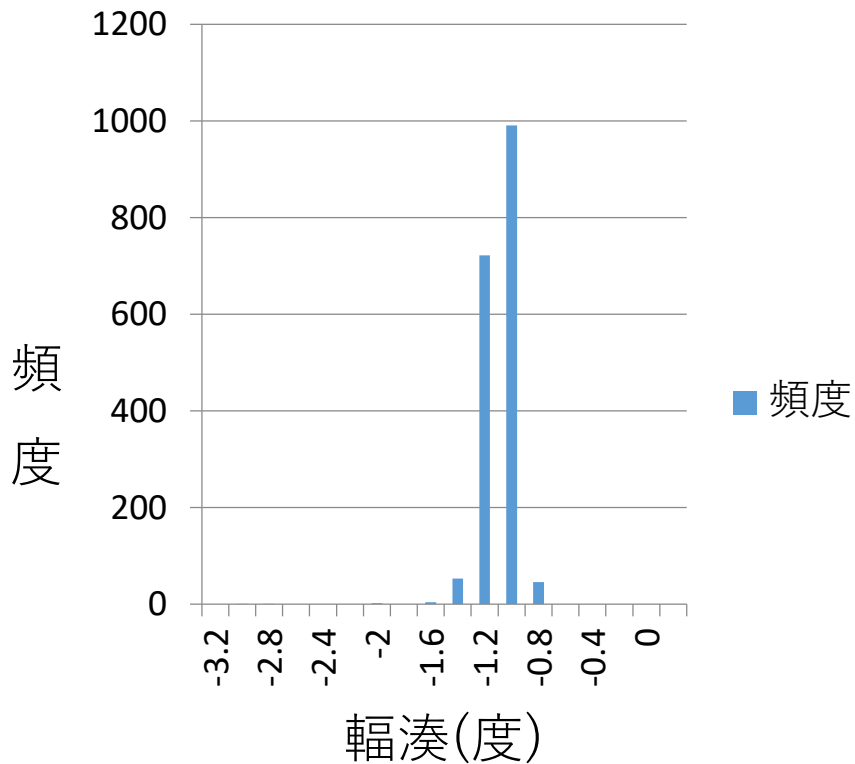
被験者O.M



輻湊ヒストグラム -固視と自由視の比較-

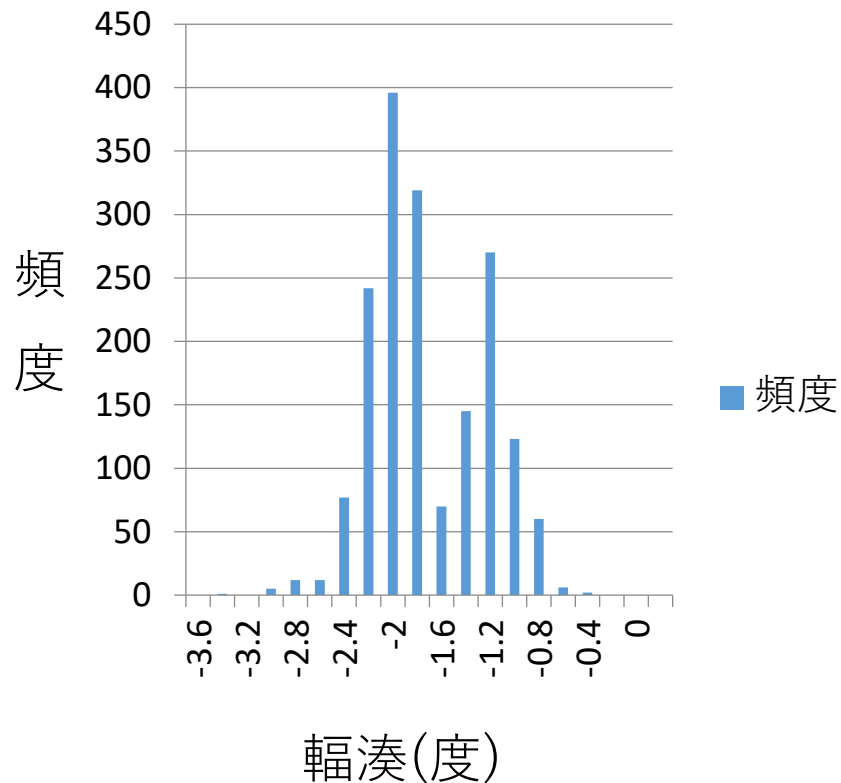
被験者U.T 一点固視

輻湊分布 平均-1.09
標準偏差0.14



被験者U.T 3D自由視

輻湊分布 平均-1.71
標準偏差

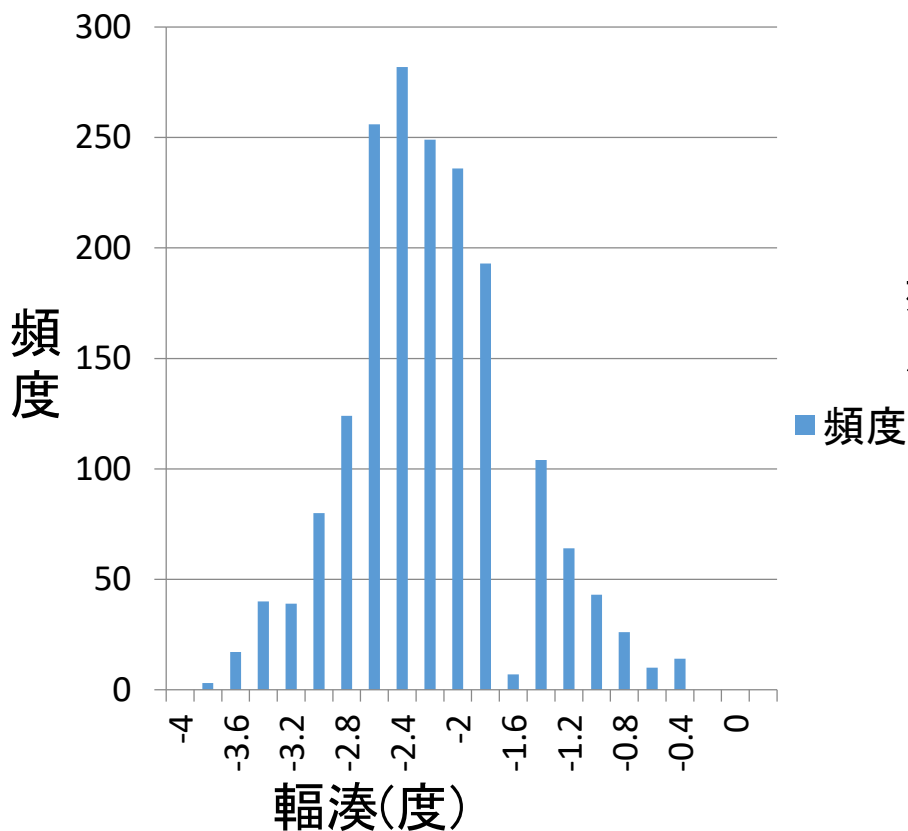


輻湊ヒストグラム

-2D映像と3D映像の比較-

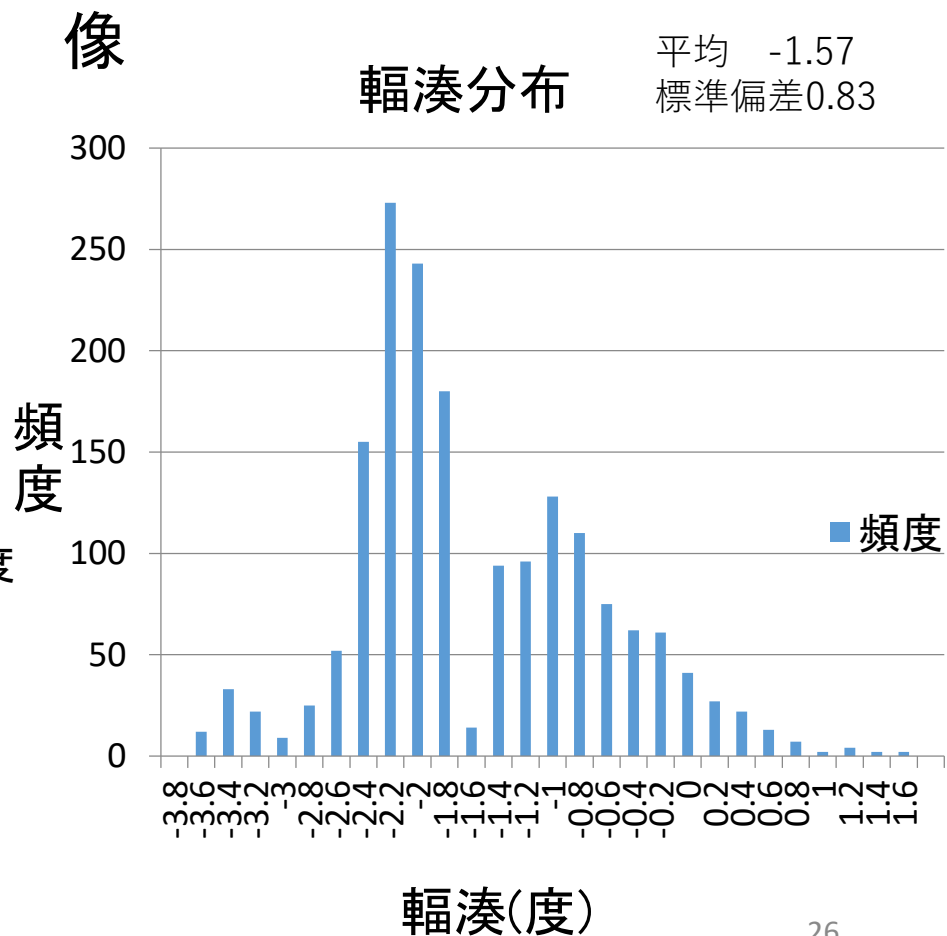
被験者O.M 2D映像

輻湊分布 平均-2.20
標準偏差0.56



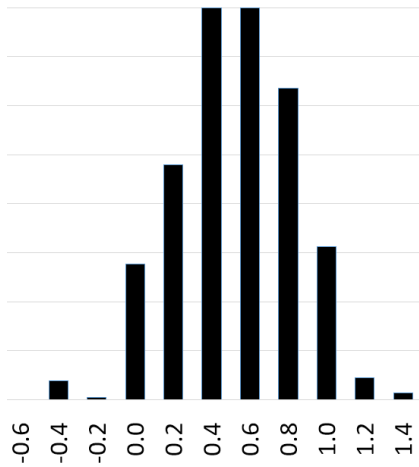
被験者O.M 3D映像

輻湊分布 平均 -1.57
標準偏差0.83



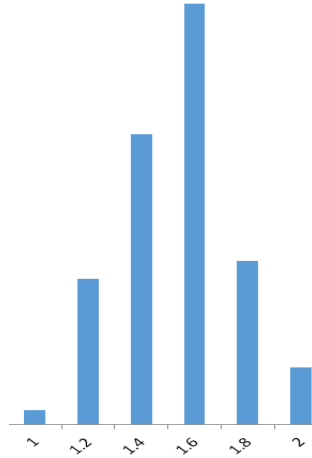
輻湊の変動

1

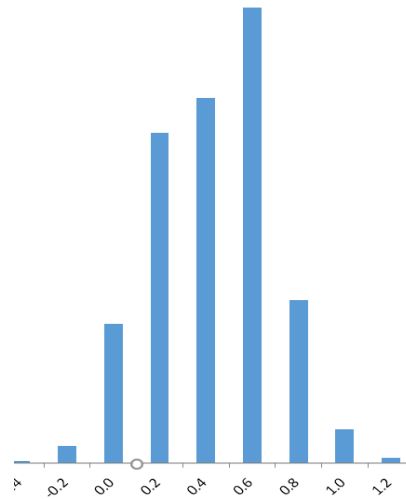


2016-2-18 O.M.

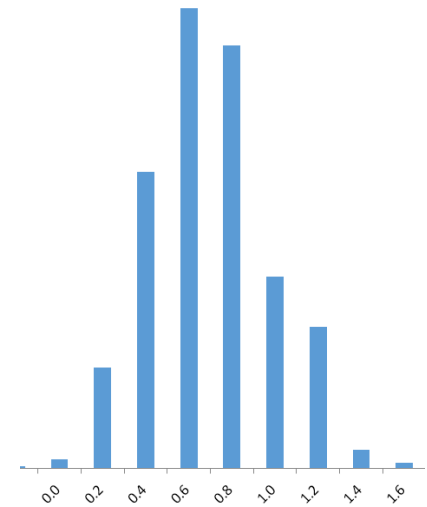
2



3



4



まとめ

- ・裸眼式3Dテレビを視聴している際に、小さな輻湊眼球運動を安定して測定することができた。
- ・輻湊の角度分布は同じ視聴条件でも異なり、最大頻度位置は画面位置と比較すると揺らいでいるような傾向があった。
- ・約50秒間の視聴の前後で、固視点を注視した時の輻湊は変わらず、安定した輻湊運動が見られた。

今後の改善点

- ・2D映像との比較
- ・3D映像の視差刺激との輻湊の対応関係
- ・屈折との関連性

本研究は、科学研究費基盤研究(c)26420399の補助で行われた。

文献

- 1) 堀 弘樹 他9名, 宮尾 克, “立体映像注視時における調節と輻輳の同時計測”, 第15回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2010年9月
- 2) 奥山文雄, 野崎亜弥, 坂本雄児: “3D映像を視聴時の眼の輻湊運動”, 映像情報メディア学会 2016年次大会, 津, 2016
- 3) 3DC安全ガイドライン (2010年4月20日3Dコンソーシアム)
- 4) 中村芳知 他4名: “3Dコンテンツの視差量の分析”, 映像情報メディア学会誌, 67, 11, pp. J400-J406 (2013)