

令和3年度 修士論文発表

HMDを用いた Parks 3 Step法 による眼位異常検査

令和4年1月31日

宮崎大学大学院 工学研究科 工学専攻 情報システム工学分野

T2003351 高津茉弥

研究背景

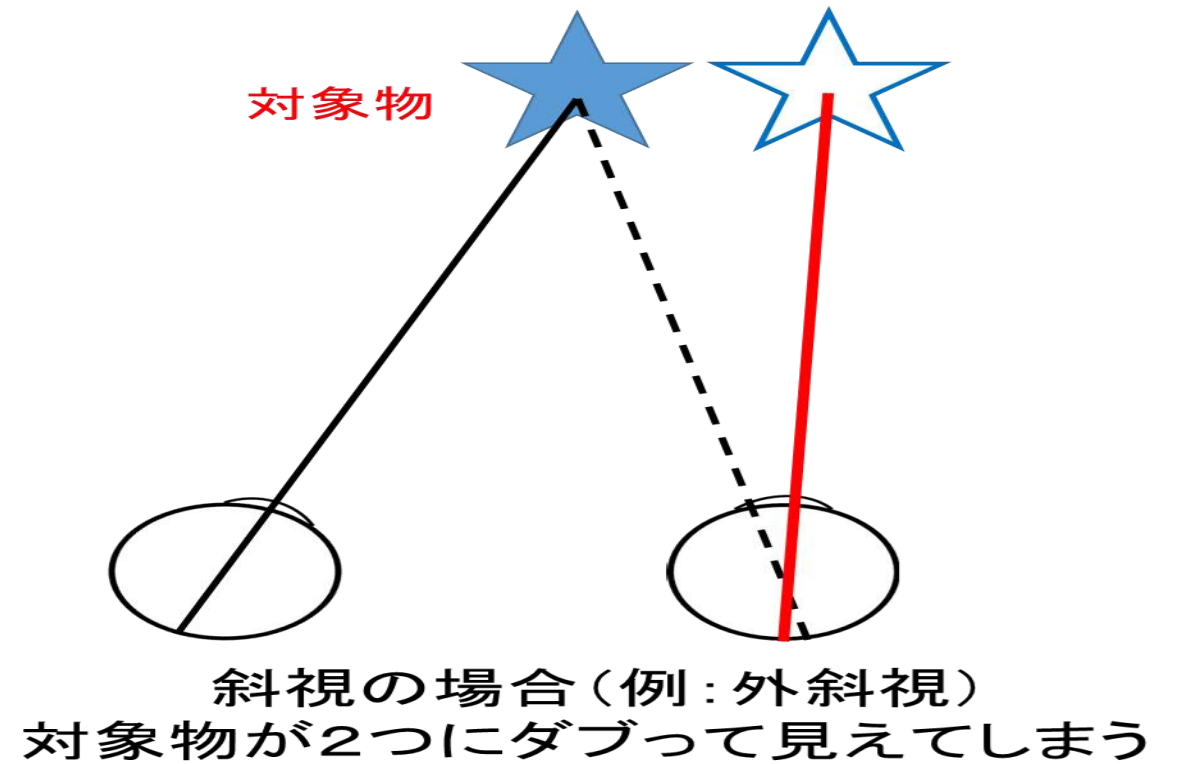
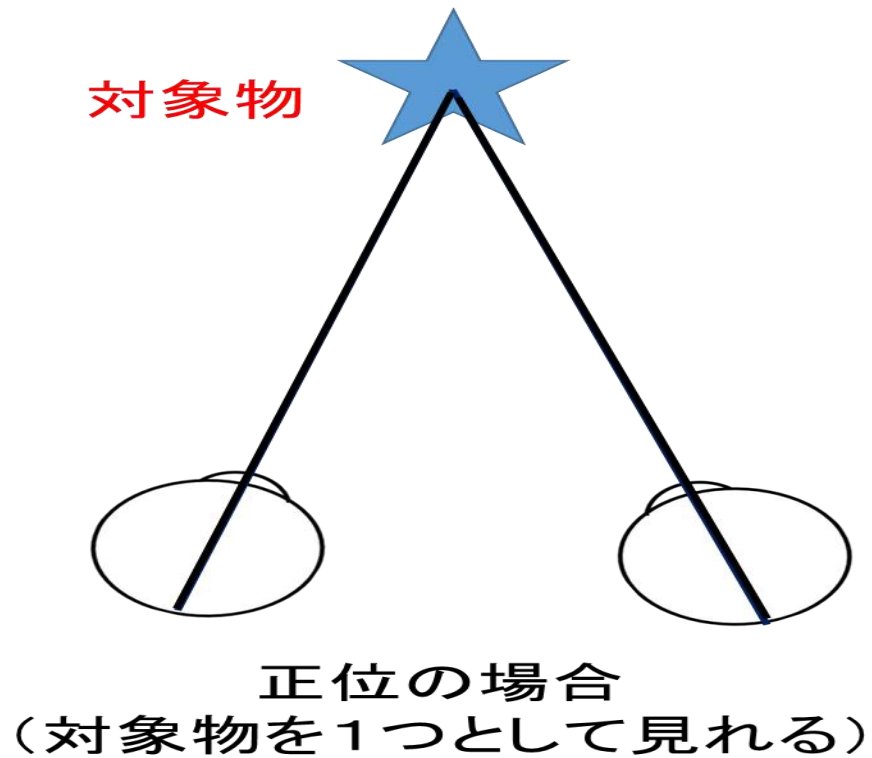
- ▶ 眼位異常の原因に斜視・斜位がある
- ▶ 斜視は放置すると、**眼精疲労や立体視不良の原因**となる
- ▶ 眼科医や視能訓練士等の有資格者が少ない
- ▶ デジタル化・システム化の例は少ない



- ▶ 有資格者が不在でも、眼位検査が行える簡易システムの開発には大きな意義がある

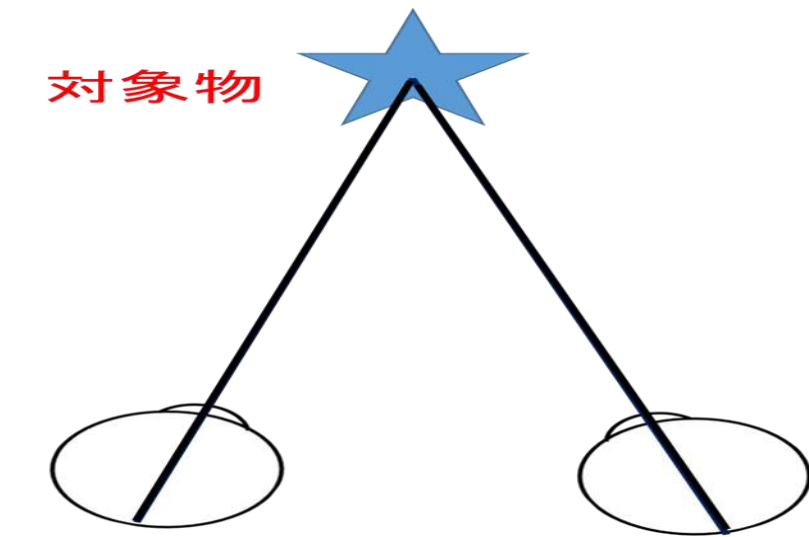
斜視とは

両眼で物を見たときに、片方の眼がずれており、一つに見れない病気

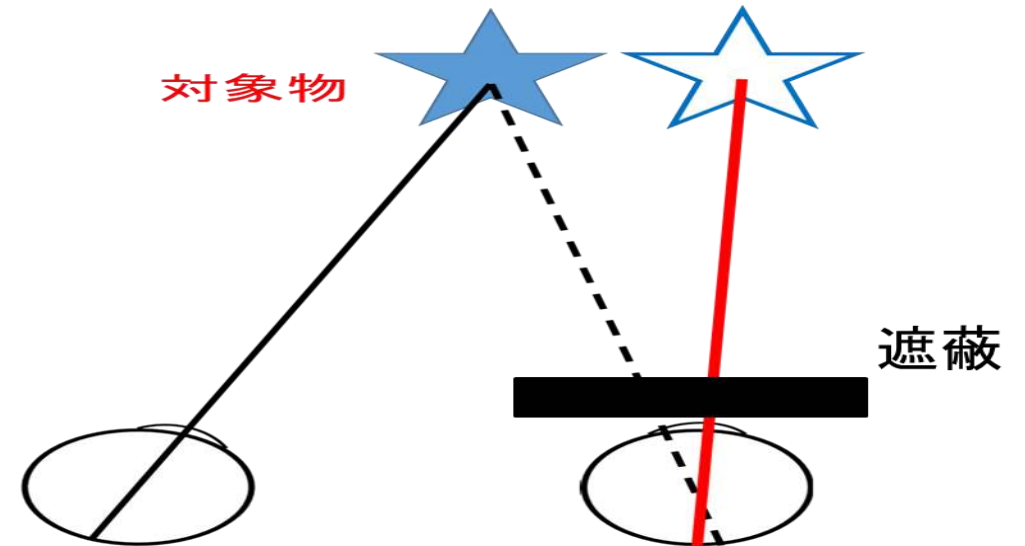


斜位とは

両眼で物を見たときに異常はないが
片眼の視線が遮られるとその眼が本来と違う方向を向く



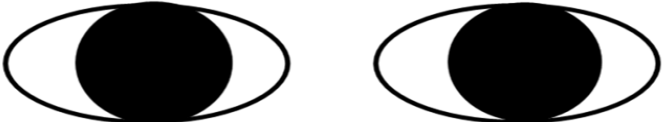
斜位(視線が遮られていないとき)
異常はないように見える



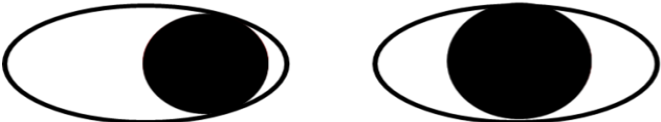
斜位(視線が遮られたとき)
遮蔽された眼がずれる

斜視の方向

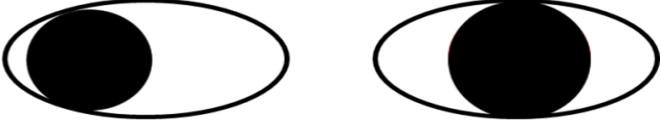
正位(異常なし)



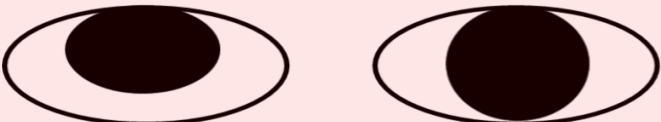
内斜視



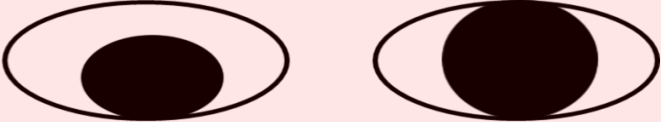
外斜視



上斜視



下斜視

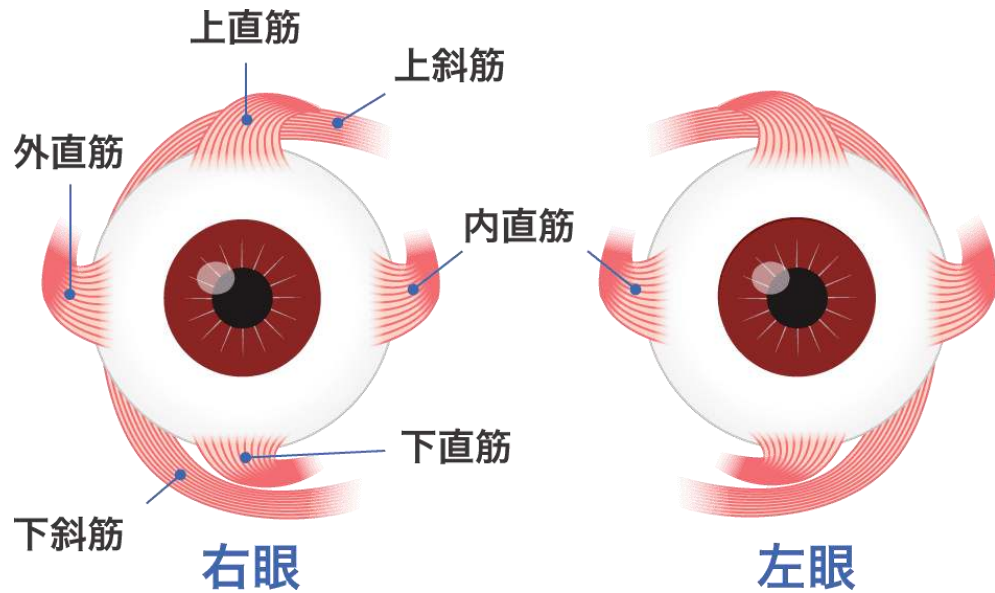


上下方向に
注目する

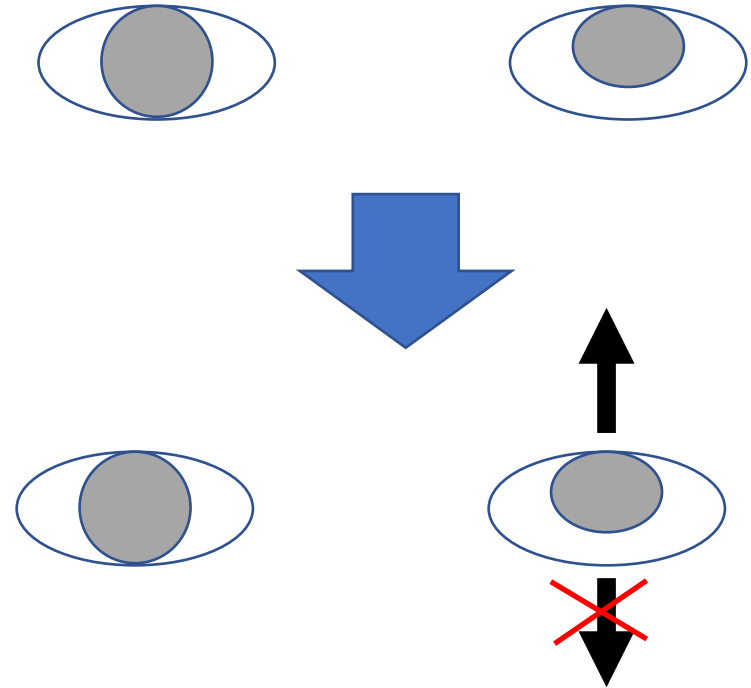
本研究では、**上斜視に統一する**
(上記例の下斜視では、左眼上斜視とする)

斜視の原因

- ▶ 原因の一つに外眼筋の異常が挙げられる
- ▶ 筋の引っ張り合う力のバランスが崩れることによって、本来と違う方向を向く



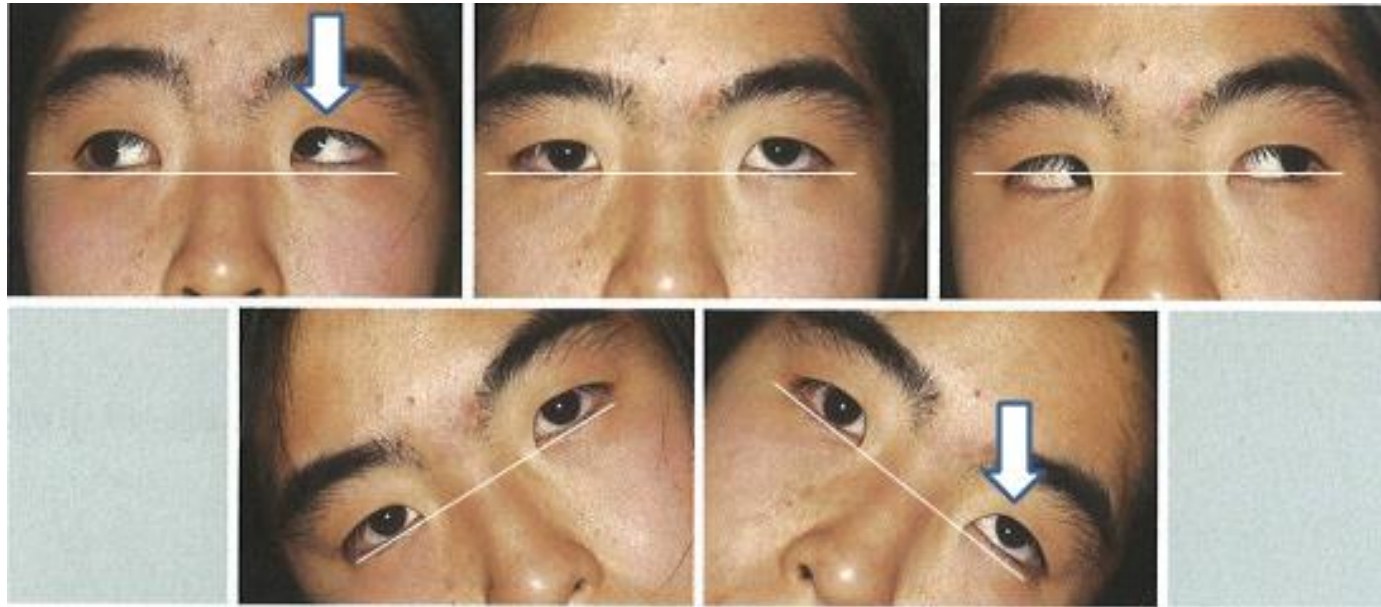
例) 上斜視



上側を向く筋肉(上直筋)の力が強い
||
下側を向く筋肉(下直筋)の力が弱い
下直筋が**麻痺**している? と判断できる

Parks 3 step法

- ▶ 上下斜視の原因となる麻痺筋を特定する方法
- ▶ 正面、左右視時、正面を見ながら左右に頭部を傾けた時の目の位置（高低差）で筋を特定する



研究の目的

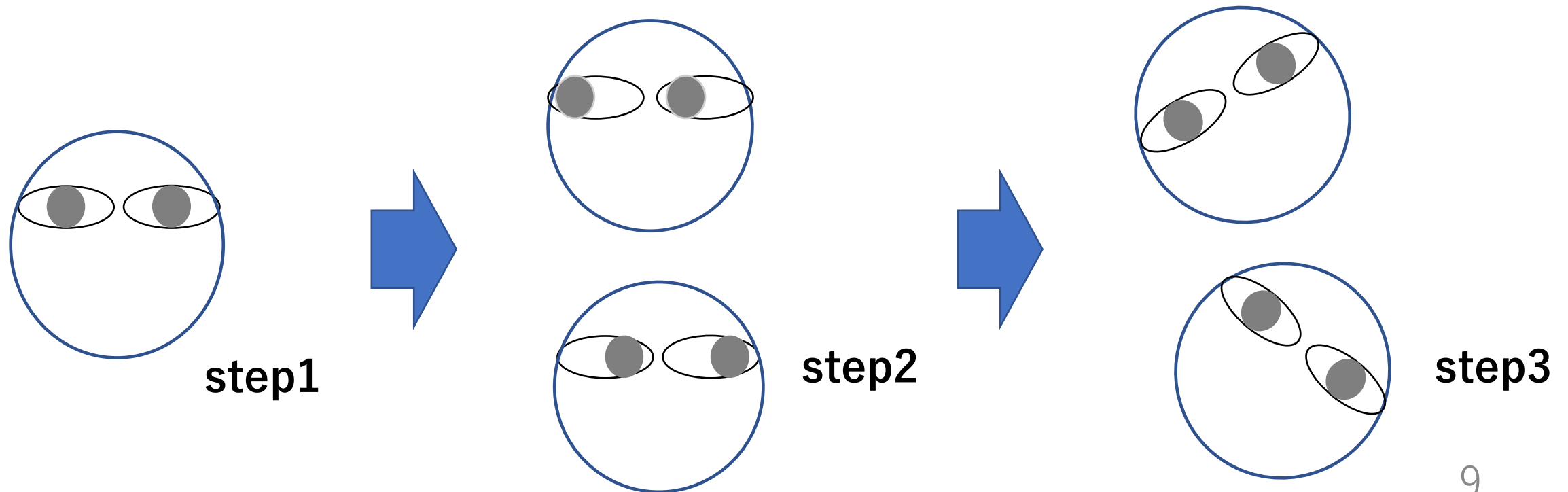
- ▶ Parksの各stepを想定した検査環境を仮想空間に作成し
- ▶ 視線追跡機能付きHMDを使って眼の位置データを取得+定量化



- ▶ 実験では、作成したシステムと従来の定量検査（Maddox検査）を比較
- ▶ 考察では、異常があった被験者で、どこまで異常筋の推測ができるか

Parks 3 Step法による検査

- ▶ 眼の動きから、斜視の麻痺筋を特定する方法の1つ
- ▶ 正面(step1)、左右視時(step2)、正面視時の頭部傾斜(step3)を行う
- ▶ ずれが悪化した方向で使う筋を確認し、麻痺筋を1本に絞る



例) Parks 3step法を用いた判定

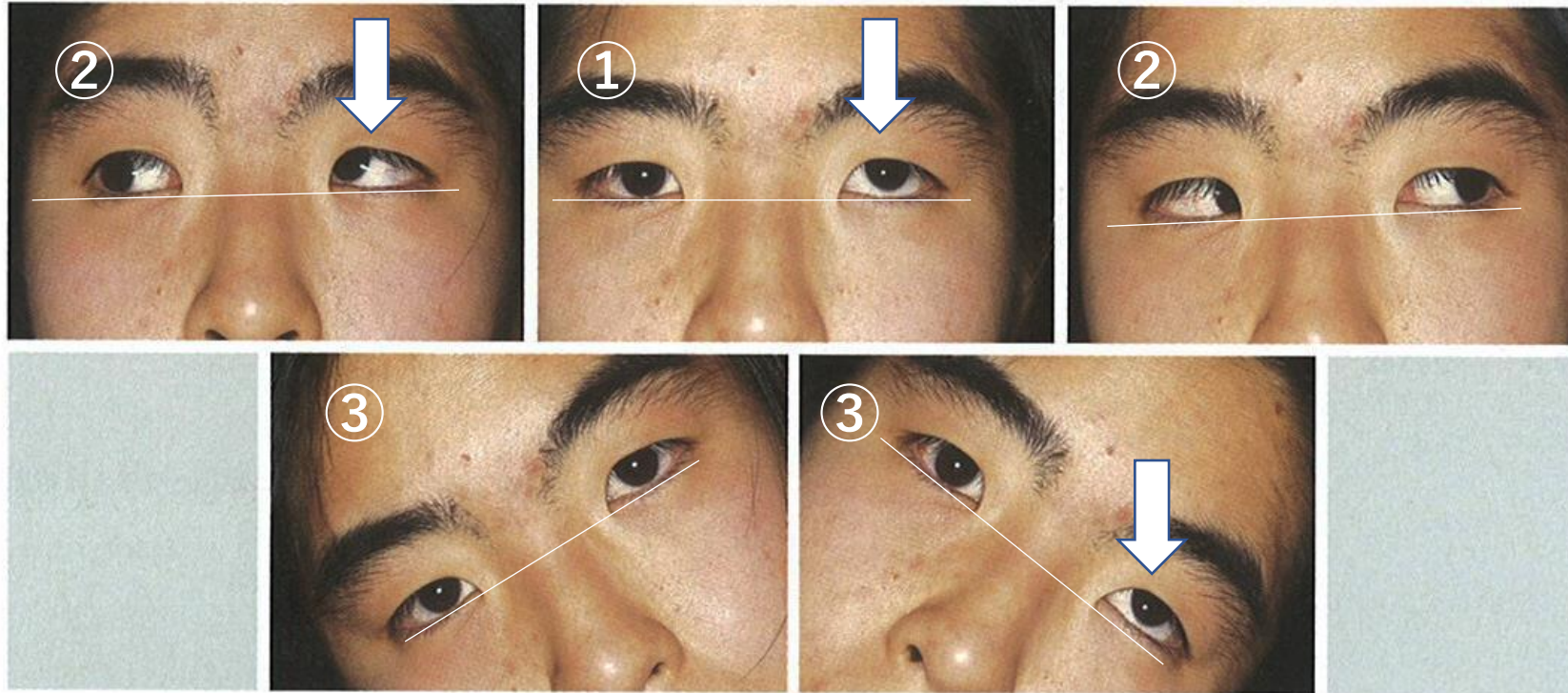


図9 ● Parks 三段階法

step I : 正面位で左眼の上斜視→右下斜筋, 右上直筋, 左上斜筋, 左下直筋

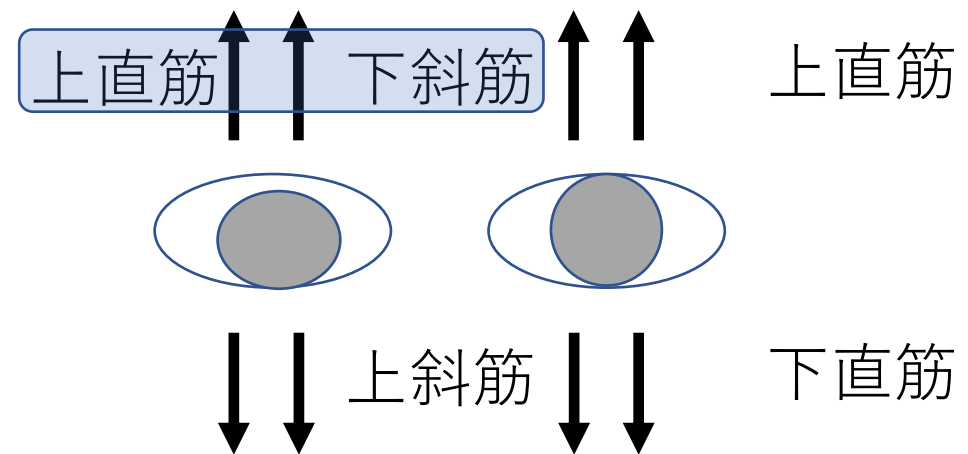
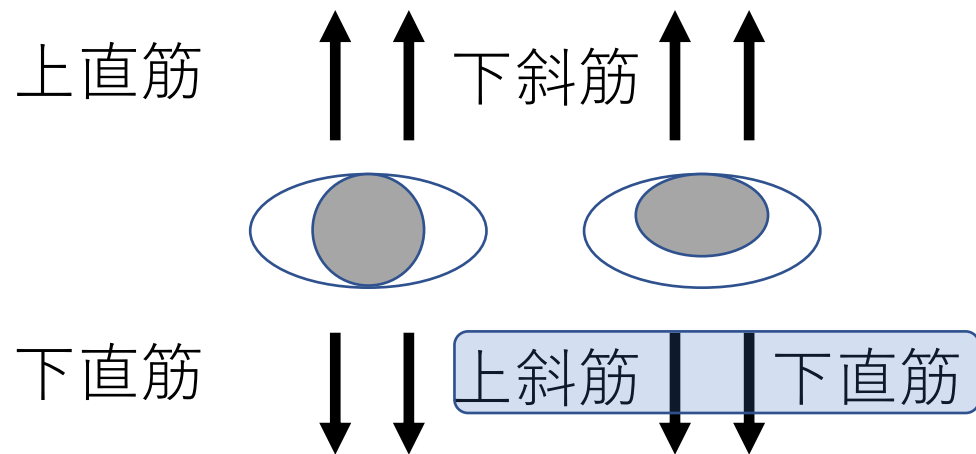
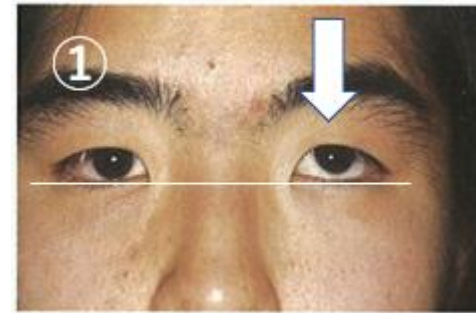
step II : 右方視で左上斜視→右上直筋, 左上斜筋

step III : 左に頭を傾けて左眼の上斜視著明: Bielschowsky 頭部傾斜試験(+)→左上斜筋

上記から左上斜筋麻痺と診断される。

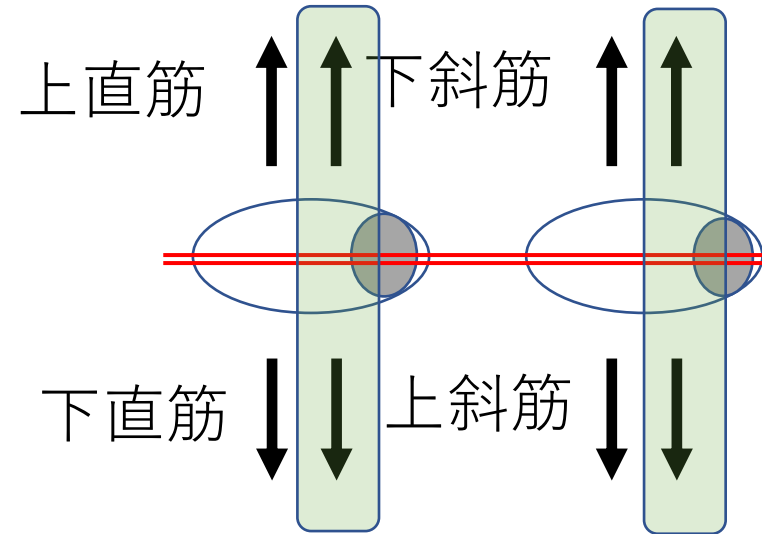
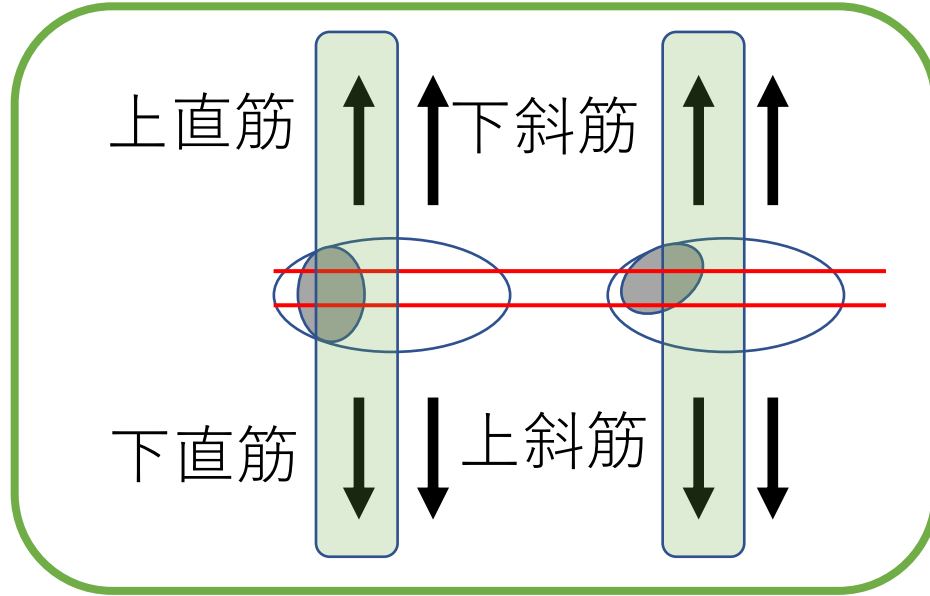
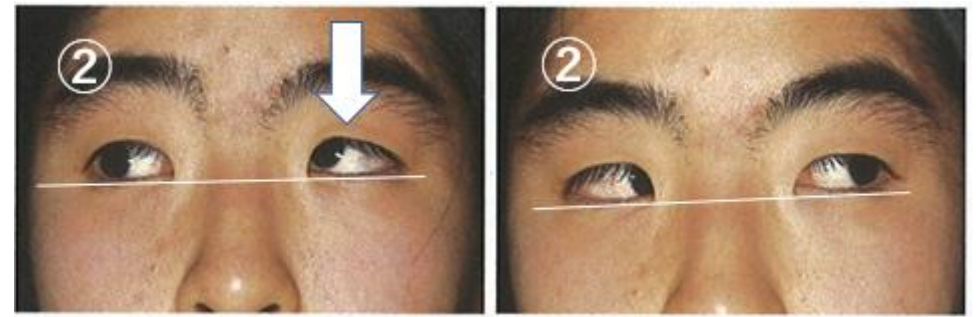
(坂上達志: 眼科診療プラクティス 86, p130,131 から合成)

Parks 3 step法 (step1)



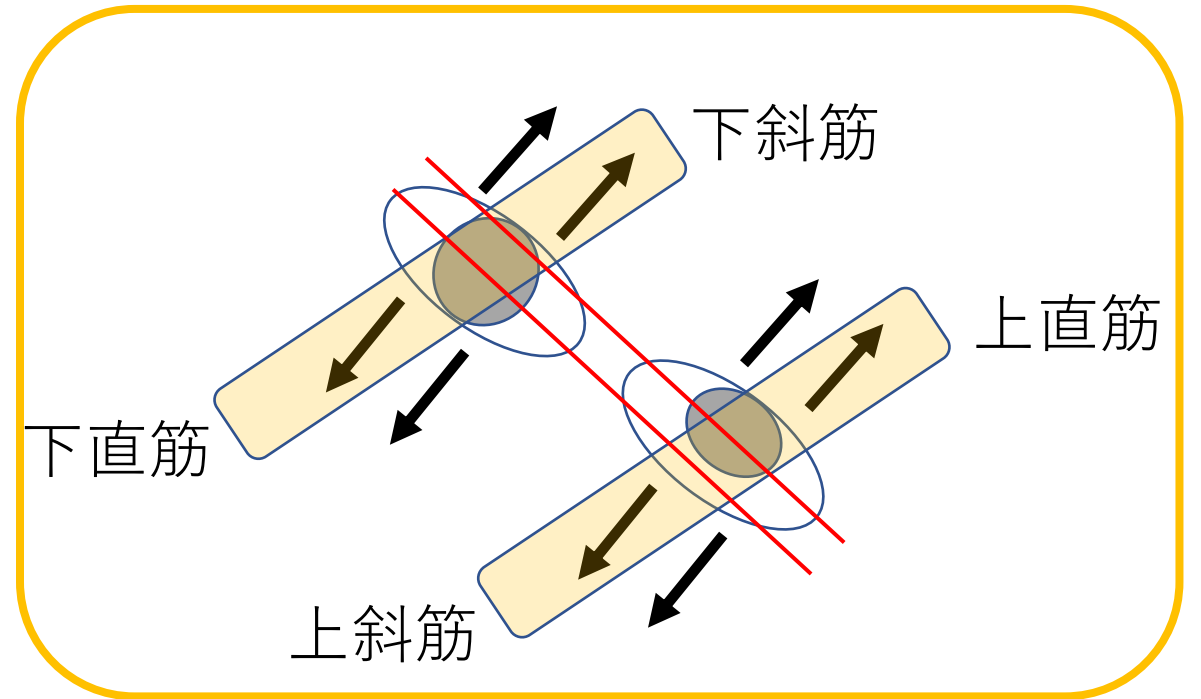
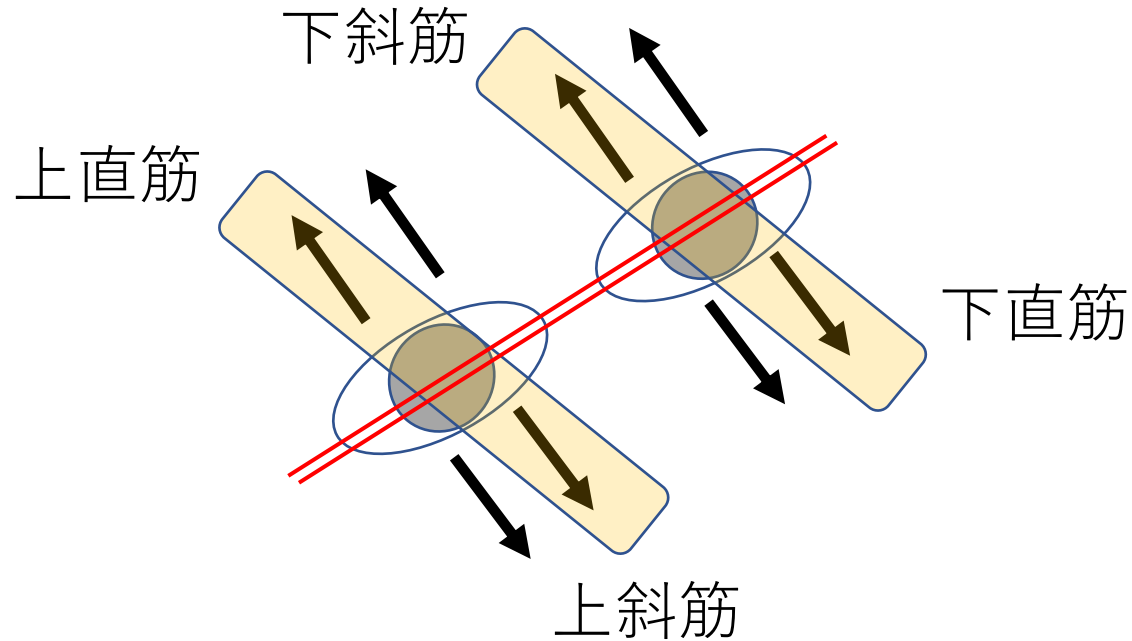
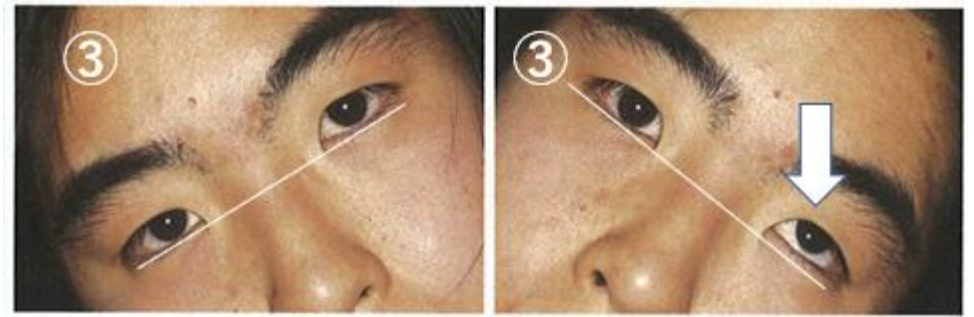
- ▶ どちらの目が上か（今回は左目）
- ▶ 筋が麻痺していると逆の方向に目が向く
- ▶ 左目の**上斜筋・下直筋**、または右目の**上直筋・下斜筋**の異常

Parks 3 step法 (step2)



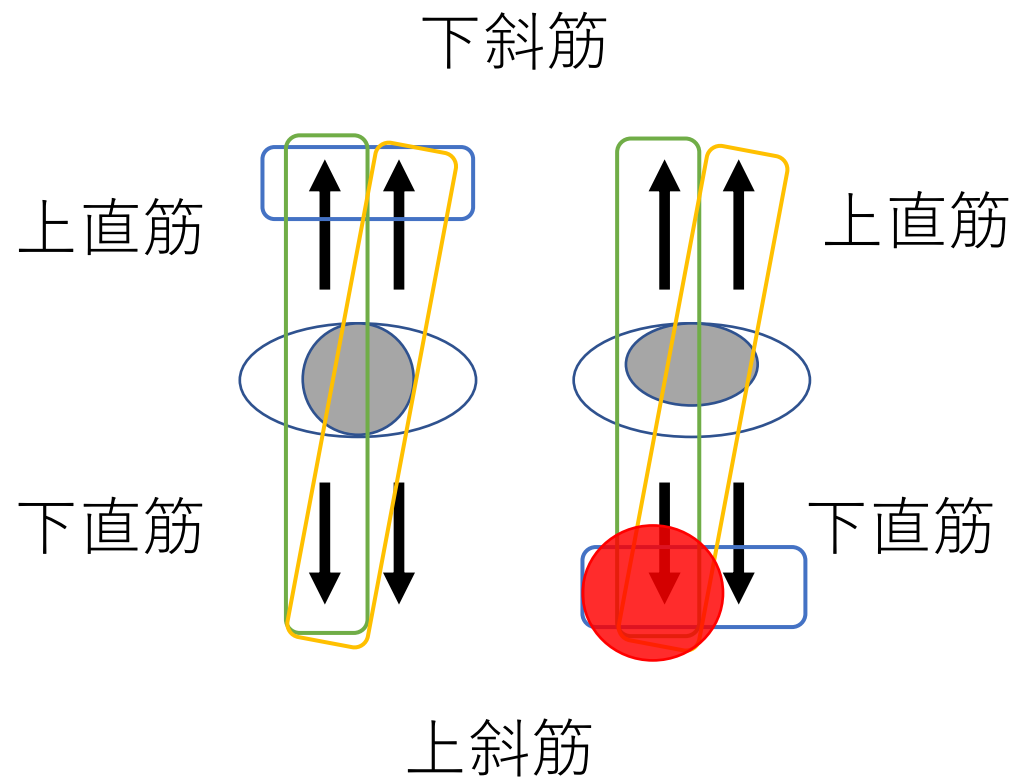
- ▶ 右向きと左向きでどちらの差が大きいか（今回は右方視）
- ▶ 右目の**上直筋・下直筋**、または左目の**上斜筋・下斜筋**の異常

Parks 3 step法 (step3)



- ▶ 右傾斜と左傾斜でどちらが差が大きいか（今回は左傾斜）
- ▶ 右目の**下直筋・下斜筋**、または左目の**上直筋・上斜筋**の異常

Parks 3 step法



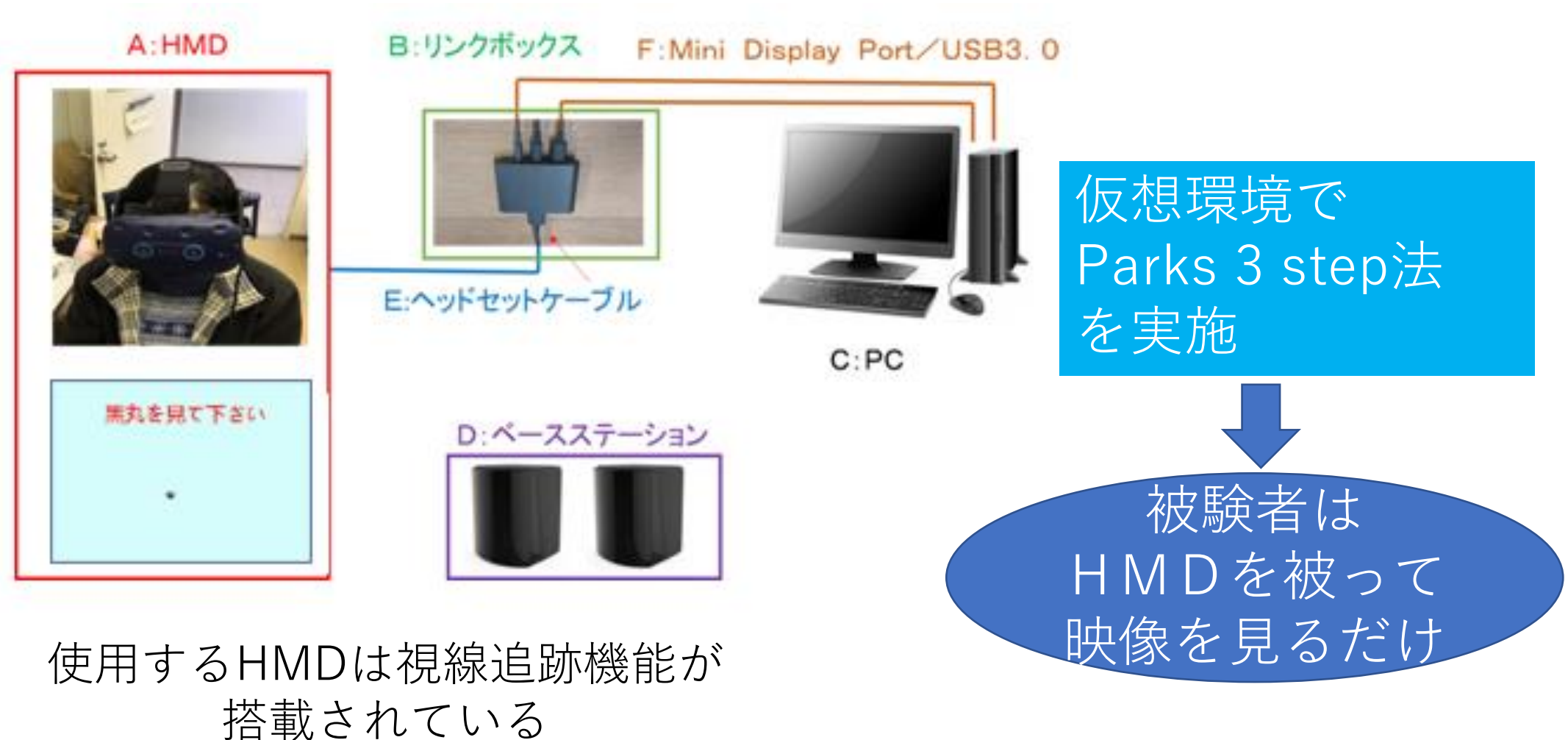
1. 左目の**上斜筋**・**下直筋**、または
右目の**上直筋**・**下斜筋**
2. 右目の**上直筋**・**下直筋**、または
左目の**上斜筋**・**下斜筋**
3. 右目の**下直筋**・**下斜筋**、または
左目の**上直筋**・**上斜筋**



- ▶ 全ての条件が当てはまっているのは
- ▶ 左目の**上斜筋**

提案システム

システム構成



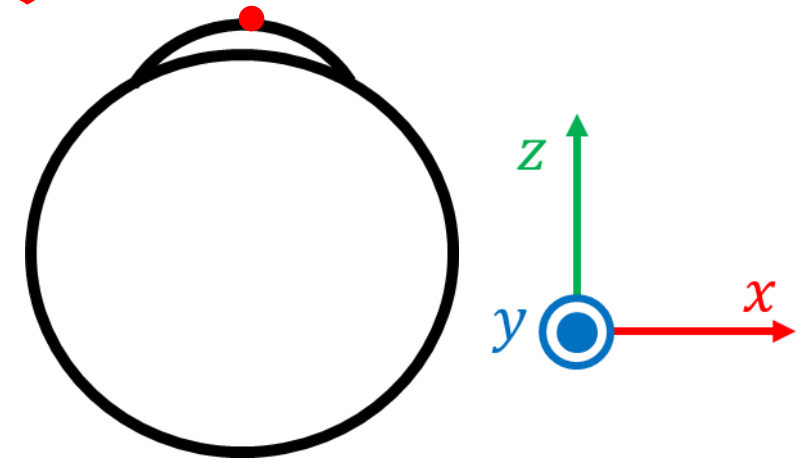
取得するデータ

- ▶ 視線追跡機能を用いて眼球データを取得

- ▶ 視線の起点座標の三次元座標を取得

- ▶ そのうち、y座標のみを使用→**眼の位置データ**

視線の起点
(角膜の頂点)



検査の流れ

- ▶ 固視点の測定（HMDの上下ズレを除外する補正值）
 - ▶ 片眼ずつ4秒ほど遮蔽し、1秒ごとの標準偏差が最も小さいyの値を使う
- ▶ step1とstep2（視標を正面→右、正面→左に動かす）を行う
- ▶ step1とstep3（角度を表示し、右傾斜→正面→左傾斜）を行う

仮想の検査環境（固視点の測定）

- ▶ 正面の眼の位置を測定する(各4秒)



実際の検査環境



仮想の検査環境 (step1とstep2)

▶ 視標を以下のフェーズで動かす

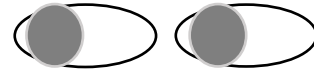
- ▶ 1:正面で停止(約3秒)
- ▶ 2:右へ移動
- ▶ 3:右で停止(約3秒)
- ▶ 4:正面へ移動
- ▶ 5:正面で停止(約1秒)
- ▶ 6:左へ移動
- ▶ 7:左で停止(約3秒)

- ▶ 同時に眼の位置を測定する
- ▶ 赤字は使用するフェーズ

眼の位置



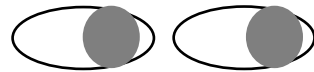
Step2 (右方視)



Step1 (正面)



Step2 (左方視)



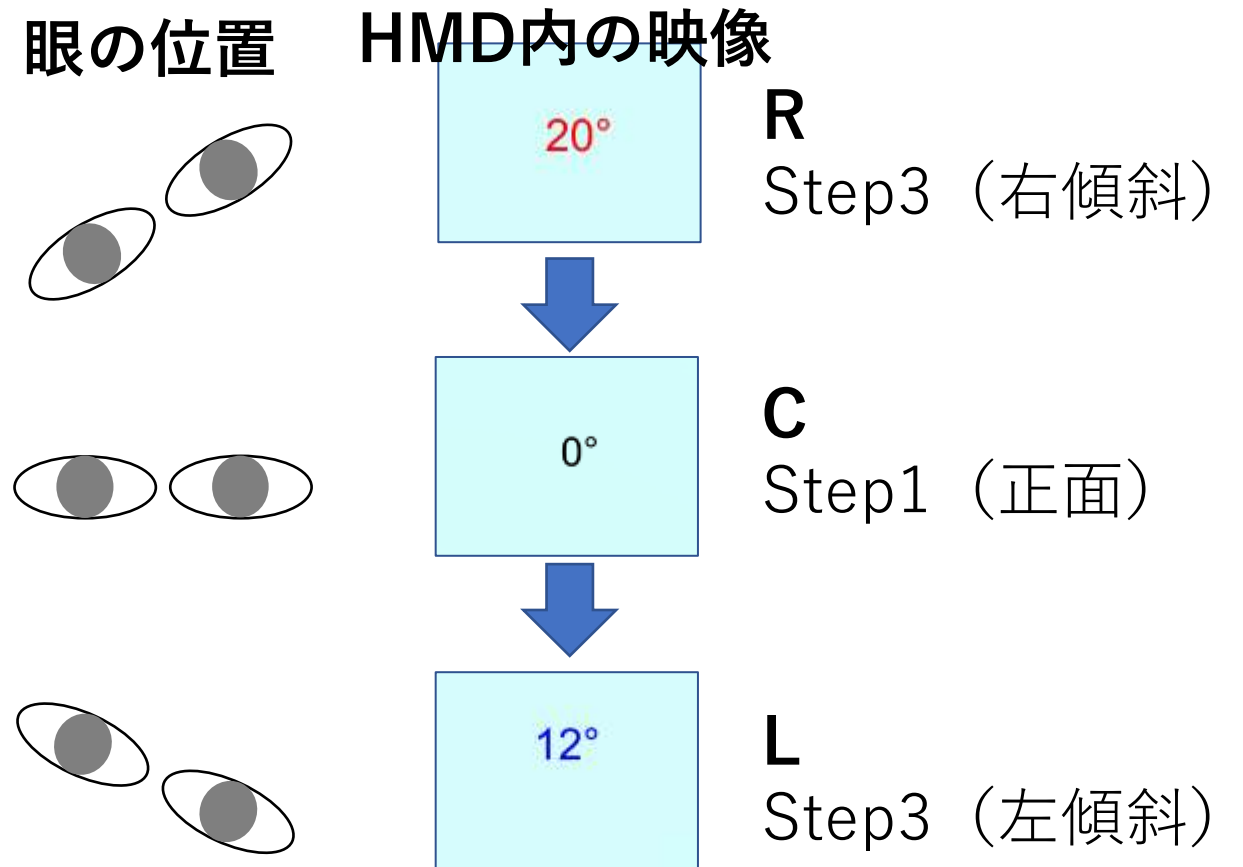
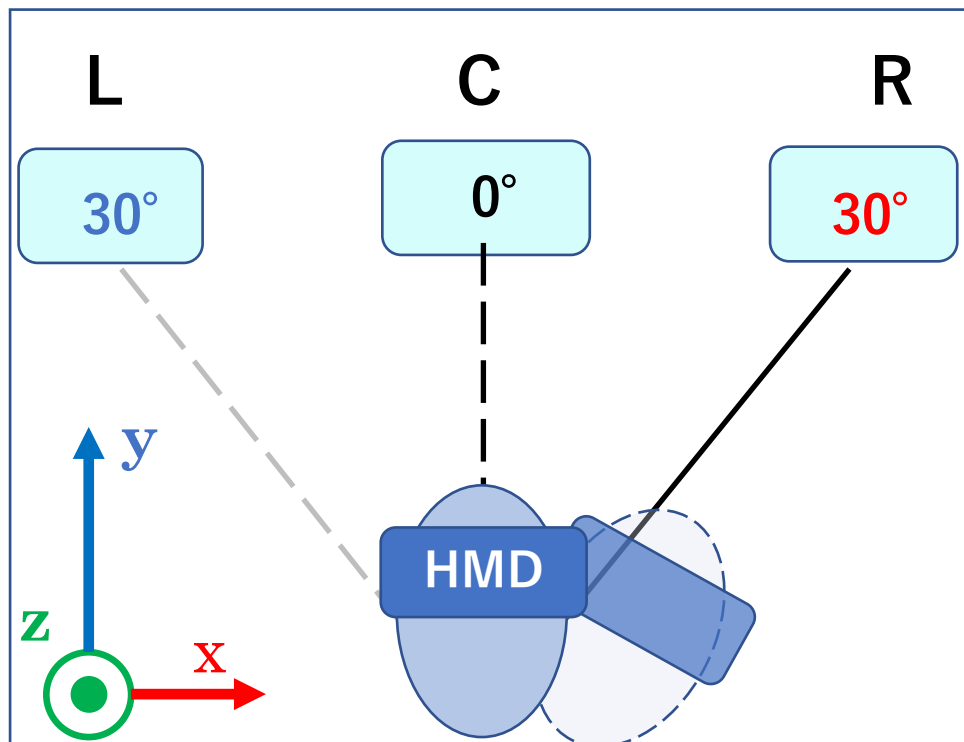
HMD内での映像

黒丸を見て下さい



仮想の検査環境 (step1とstep3)

- ▶ R (約3秒)、C (約1秒)、L (約3秒) の順に行い、同時に眼の位置を測定する



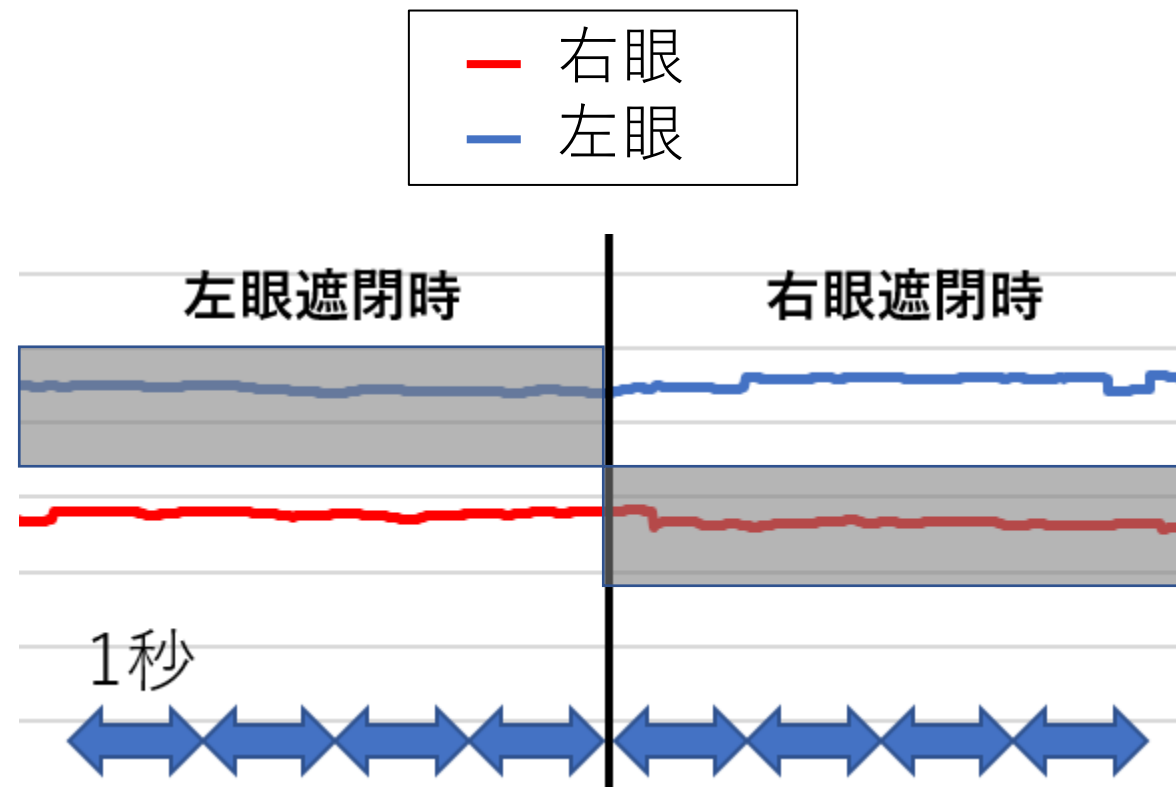
データの処理手順

- ▶ 高さの補正值の算出
- ▶ step1(正面)とstep2(左右視時)のデータ処理
- ▶ Step1(正面)とstep3(頭部傾斜時)のデータ処理

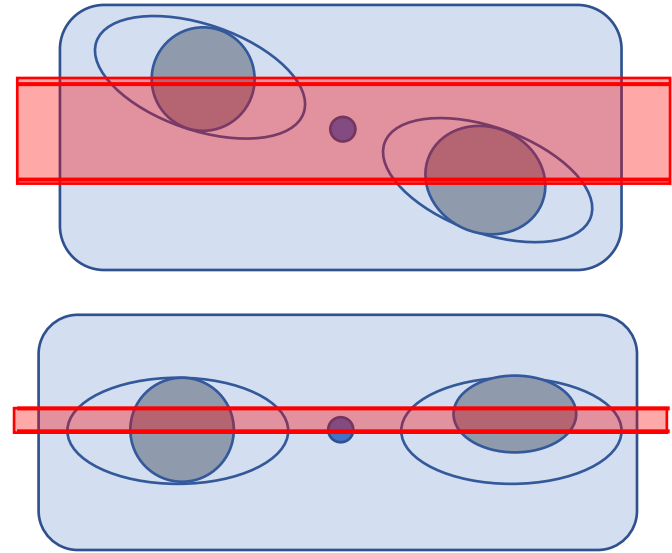
眼の高さの補正

固視点の測定を行うことにより
HMDの上下ずれを補正する

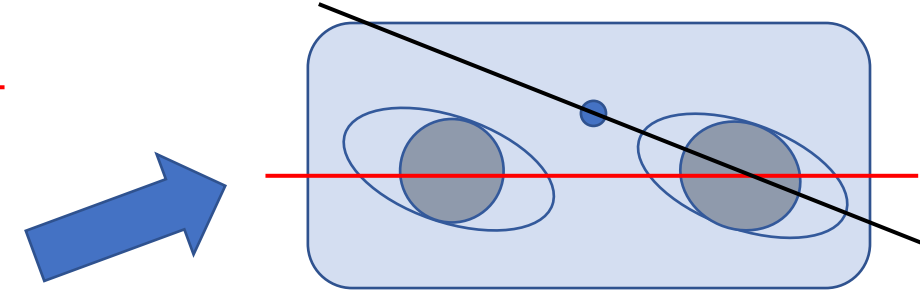
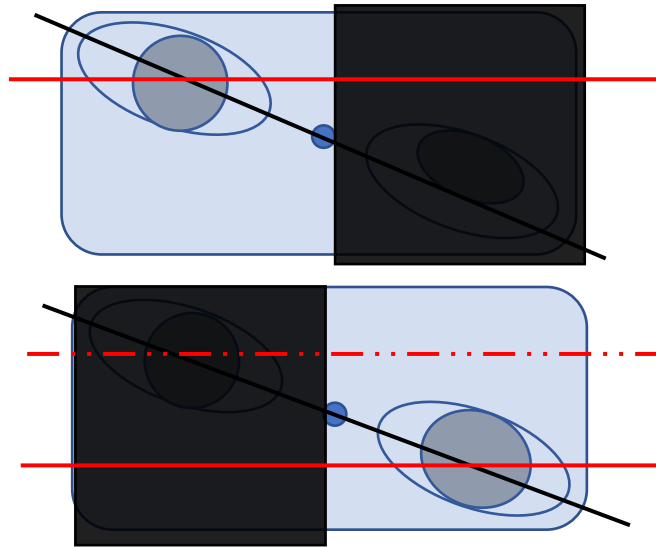
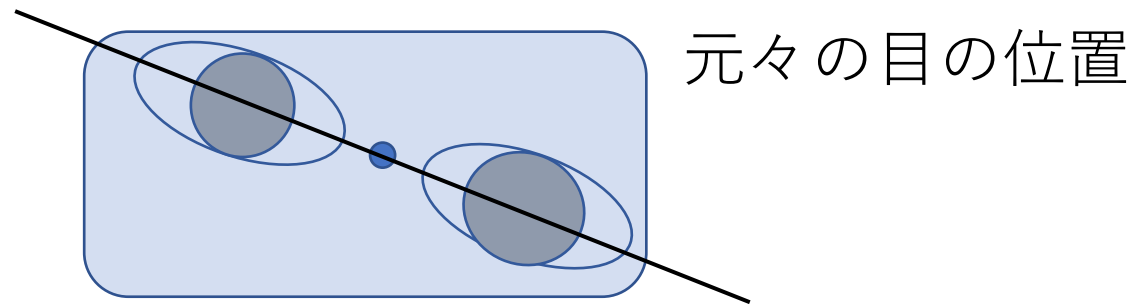
- ▶ 遮閉していない眼のデータを利用
- ▶ 1秒毎に平均値と標準偏差を求める
- ▶ 標準偏差が最も値が小さい区間のy値を使う



補正について



は異常？

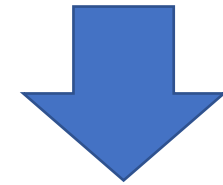
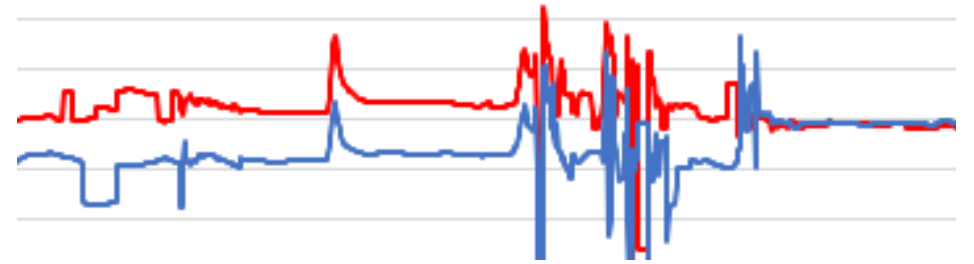


右目を補正する

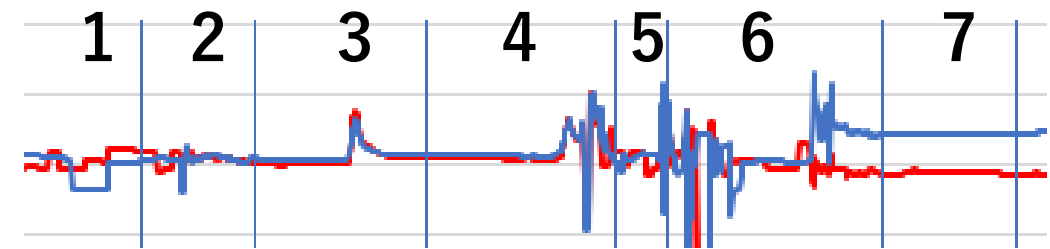
- ▶ 装着時の傾きで、被験者の異常かゴーグルの傾きか分からない…
- ▶ 正面に視標を提示し、 $y=0$ の目の位置を決める
- ▶ 左目を固定、右目を補正する(右眼-補正值)

データ処理 (step1とstep2)

- ▶ フェーズ毎に区切る
(フェーズ3、5、7を使用)
- ▶ 各フェーズの先頭と末尾50フレーム除外
- ▶ 3(右方視)、5(正面)、7(左方視)を表す



補正後



各フェーズで

- ▶ 右眼、左眼の平均値
- ▶ 垂直差(右眼(y) - 左眼(y))

を求める

データ処理 (step1とstep3)

- ▶ フェーズ毎に区切る
(フェーズR、C、Lを使用)
- ▶ 各フェーズの先頭と末尾50フレーム除外
- ▶ R(右傾斜)、C(正面)、L(左傾斜)を表す

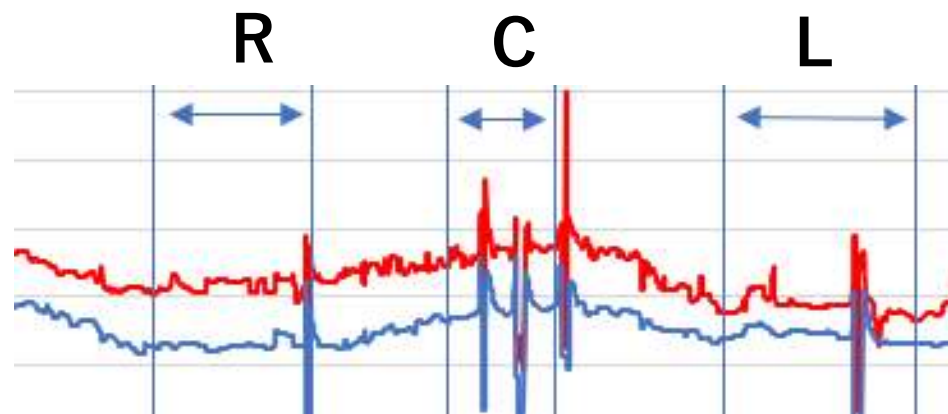
各フェーズで

- ▶ 右眼、左眼の平均値
- ▶ 垂直差(右眼(y) - 左眼(y))

を求める



補正後



実験

- ▶ 実験方法（被験者：宮崎大学工学部の学生及び職員12名）
 - ▶ Maddox検査
 - ▶ 提案システムによる眼位検査



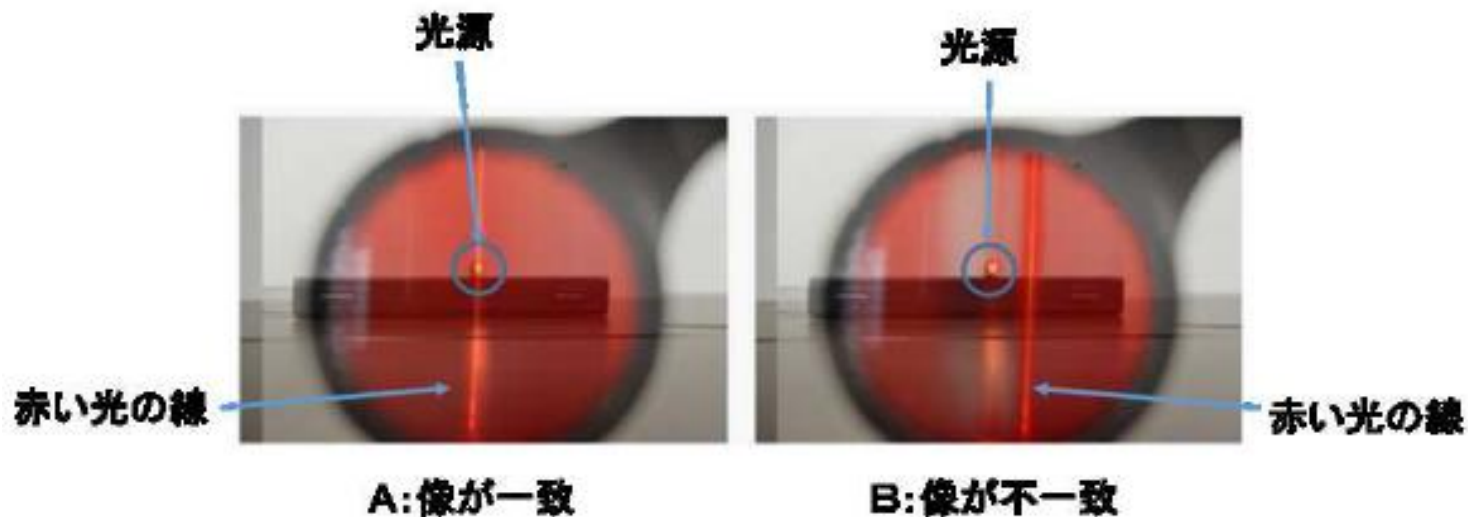
- ▶ 提案システムで、眼の位置データを取得し、定量化を行った



- ▶ 従来の定量検査であるMaddox検査との比較
- ▶ Maddox検査で異常があった被験者3人で、Parksを適用
 - ▶ どこまで異常筋を特定できるか推測した

Maddox検査

- 斜視の程度を測る検査（定量検査）の1つ
 - 光源をMaddox小稈を通して見る
 - 像の一致不一致で程度を測定
 - ずれの程度をプリズム量（ Δ ）で評価



実験結果

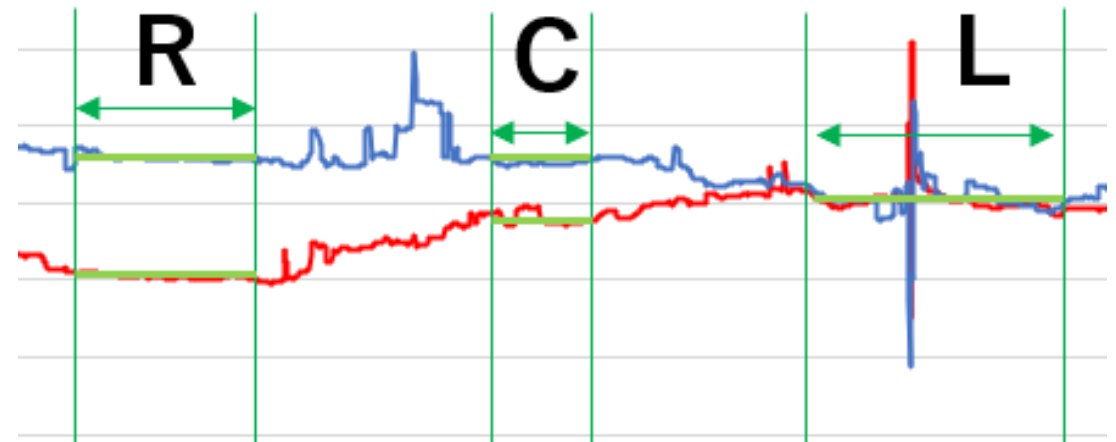
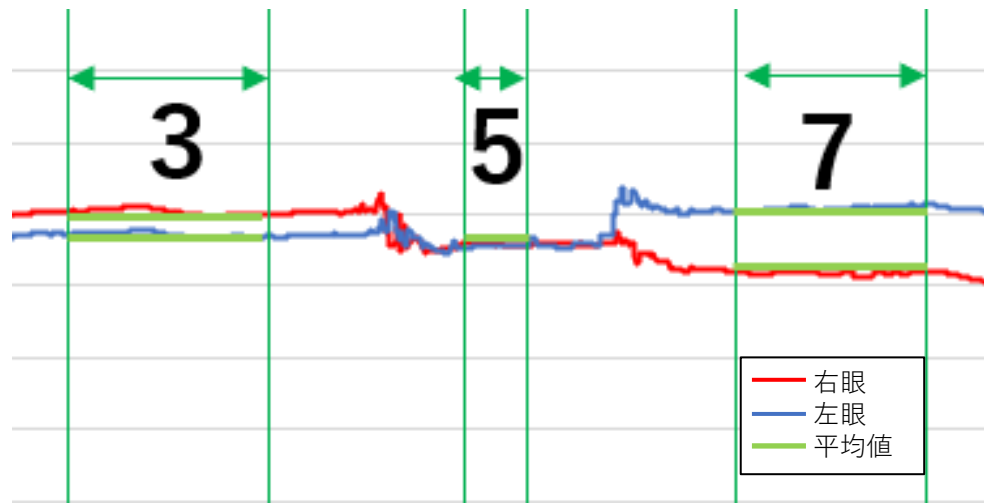
被験者	作成したシステム						Maddox検査				
	3(右方視)	5(正面)	7(左方視)	R(右傾斜)	C(正面)	L(左傾斜)	I(正面)	II(右方視)	III(左方視)	IV(右傾斜)	V(左傾斜)
D	0.48	2.02	3.08	2.57	1.27	0.13	0	0	0	0	0
Z	7.26	3.2	8.55	6.68	6.76	3.96	0	0	0	0	0
X	2.45	0.07	-6.94	-11.79	-5.51	-0.06	0	0	0	0	0
U	3.2	2.18	1.06	6.21	2.3	0.81	0	0	0	0	0
C	-0.23	-2.67	-4.39	-5.35	-1.92	4.04	0	0	0	0	0
S	3.54	4.53	-2.89	-1.47	2.84	6.69	0	0	0	0	0
R	1.2	1.42	4.9	-7.08	-1.78	7.47	0	0	0	0	0
Q	0.32	-6.36	2.02	3.14	0.54	3.01	0	0	0	0	0
F	2.8	1.57	1.15	1.87	1.14	2.04	0	0	0	0	0
AA	3.12	0.2	-3.77	-4.55	1.24	6.75	0	0	-1	-1	1
E	-0.84	-2.9	-4.77	-4.66	-4.28	-0.95	0.5	-1	0.5	1	0
V	0.75	1.85	4.79	0.71	3.51	4.39	1	0	1	0-1	-2

- ▶ 垂直差でのMaddoxとの一致は見られなかった

実験結果(データ処理に関して)

- ▶ 被験者Xのグラフを示す
- ▶ 増減の傾向が表と一致しており、データ処理は正しく行えている

	作成したシステム					
被験者	3(右方視)	5(正面)	7(左方視)	R(右傾斜)	C(正面)	L(左傾斜)
X	2.45	0.07	-6.94	-11.79	-5.51	-0.06



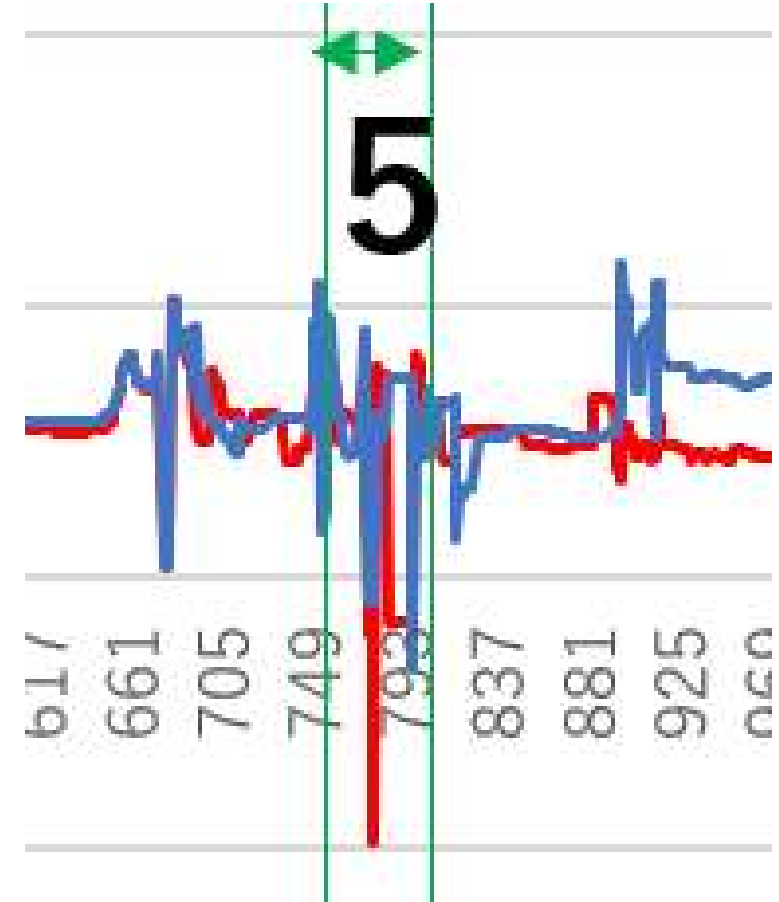
実験結果 (step1とstep2)

フェーズ5 (左右視時の正面)

- ▶ 右からの移動後、正面は約1秒停止する

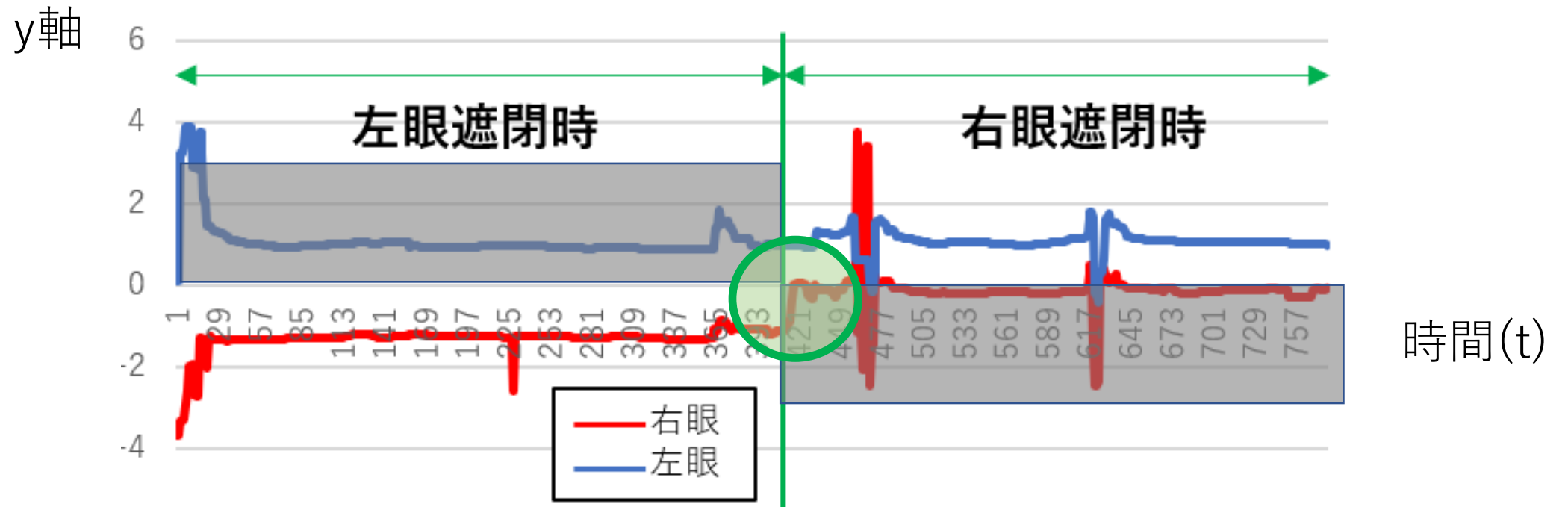
変動が大きい

視線が安定する前に視標が動いていると考えられる



実験結果（被験者Zの固視点測定時）

- ▶ 右眼遮閉時に右眼が上がっている
- ▶ Maddoxでは検出できない異常を捉えていると考えられる



異常筋の推測

Maddoxで異常があった被験者3人に異常筋の推測を行った

作成したシステム						Maddox検査							
被験者	step1	step2		step3		異常と思われる筋	被験者	step1	step2		step3	異常と思われる筋	
	正面	右方視	左方視	右傾斜	左傾斜	運動筋:右眼のIR		正面	右方視	左方視	右傾斜	左傾斜	運動筋:右眼のIO,SO
AA	0	大/+	-	-	大/+	もしくは 運動筋:左眼のIR	AA	0	0	大/-	大/-	大/+	運動筋:左眼のIR,SR のいずれか
		-	大/-	大/-	-								
E	-	-	大/-	大/-	-	運動筋:左眼のIR	E	+	-	大/+	大/+	0	運動筋:右眼のSO
V	+	+	大/+	+	大/+	運動筋:左眼のSR	V	+	0	大/+	+	-	運動筋:右眼のSO 運動筋:左眼のSR のいずれか

- ▶ AAとVは差の増減の傾向の一致がみられた
- ▶ Eは増減の傾向が反対で一致しなかった

まとめと今後の課題

- ▶ Parks 3 step法に基づき、仮想空間上に検査環境を作成した
- ▶ 作成した環境と視線追跡付きHMDを用いて眼の位置データを取得した



- ▶ 実験ではMaddoxと値は一致しなかった
- ▶ 平均値の一致から、データ処理は正しいと確認できた
- ▶ 異常があった被験者もParksを用いて異常筋の一致が確認できた
- ▶ しかし、Maddoxで正常でも、データから異常と考えられる動きを示した
- ▶ システムの改善にあたり、課題はMaddoxと値を一致させることが挙げられる