

発達期脳障害の視覚

横地健治

1



Vanishing white matter disease様

- 股屈曲過活動
 - 下肢屈曲常時筋収縮状態
 - 上肢屈曲常時筋収縮状態
- 股伸展荷重制限
 - 下肢伸展常時筋収縮状態
 - 上肢伸展常時筋収縮状態
- 分離運動制限
 - 下肢伸展常時筋収縮状態
 - 上肢屈曲常時筋収縮状態

- 大内転筋は肥大している。中間広筋・内側広筋には脂肪化はない。
- 半膜様筋・半腱様筋は萎縮し、高度脂肪化している。
- 大腿直筋は中等度脂肪化している。
- それ以外は軽度脂肪化している。

内反足の成り立ち

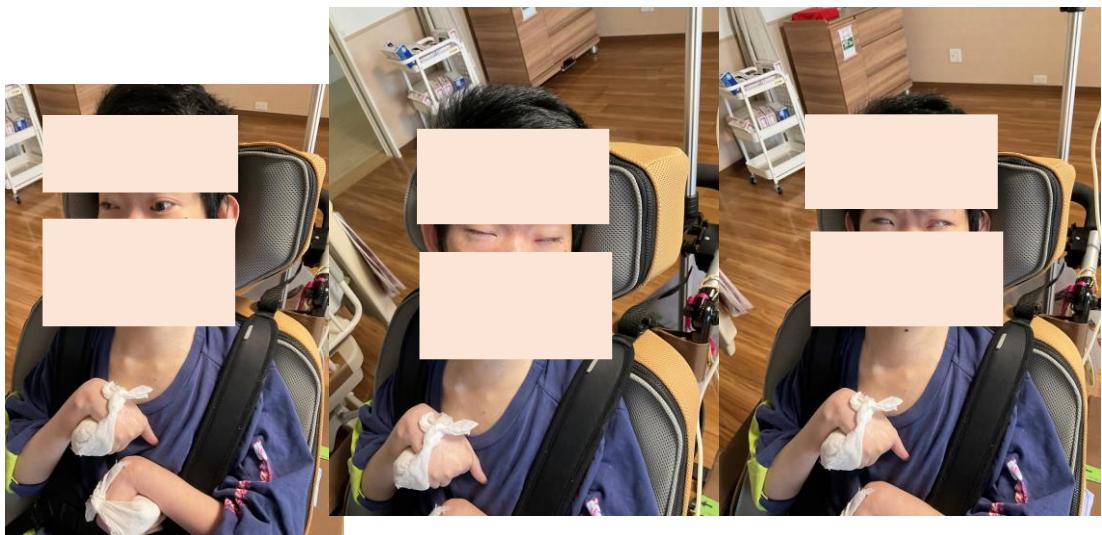
- ヒラメ筋・後脛骨筋・長腓骨筋の常時筋収縮状態を経て、全筋燃え尽きの終末状態では後脛骨筋の優位が残る

MRIのアイオナール鎮静時、頭部後屈・体幹伸展のプリッジ位をとっていた

➤ 後弓反張位荷重の常時筋収縮状態は睡眠と両立しうる

2

1



正面を見ているようだが、眼前に
変化はない。
眼前あるものから発生する音を聞
いているのか

眼を閉じているようだが、状況的
には薄めで左側を注目している

左斜め上に眼を動かし(一見白眼)、
人を見ている
その時の最も確かな視覚行動

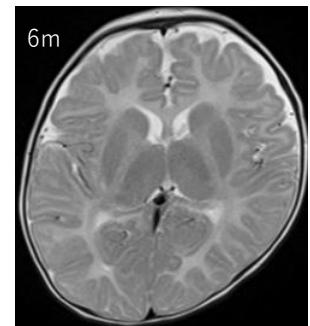
3



この子は光が好きなんですよ

Plizaeus-Merbacher病
PLP1 duplication

- 首振り
左右・上下
- 眼振？



正面視はしない

頸後屈位をとることが多い
→下方を見ている (網膜上方部入力)

4

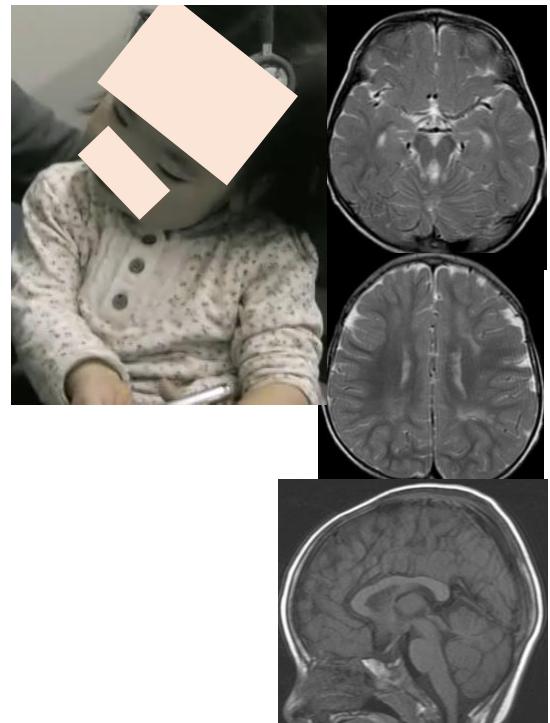
2

Joubert症候群

Cogan congenital ocular motor apraxia (眼球運動失行)

→infantile-onset saccade initiation delay

- head thrust 頸回旋を行き過ぎて戻す この症候の定義
- 正面視しない 決しては合わない
- 側方視を多用する 下方視もあり
- 速い首振り
- 眼振・眼球偏位



5



・側方視が多い 　・眼振？



PURA変異



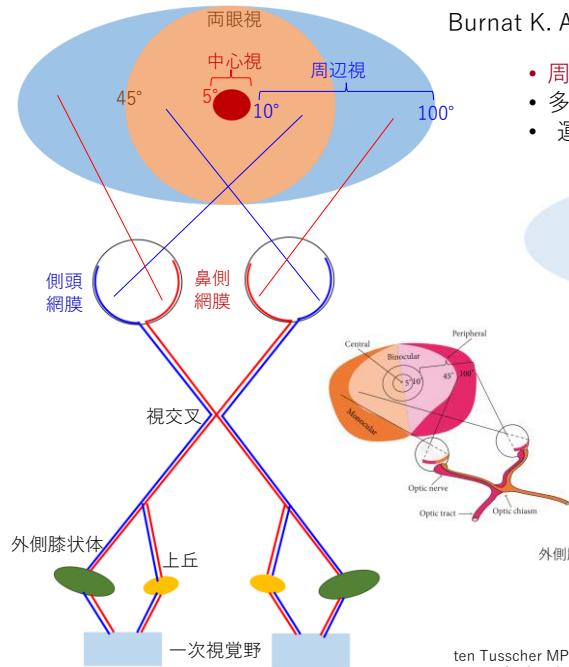
8(∞)の字
頭運動

6

3



7



Burnat K. Are visual peripheries forever young? Neural Plast 2015;30:7929.

- 周辺視は中心視するもの抜き出す (saccade) 場
- 多感覚 (聴覚・嗅覚・触覚) を統合したawarenessの場
- 運動知覚に高感度 *prostriata

両眼視では、輻輳の眼球運動情報と以下の3信号を統合している

- 同側側頭網膜からの信号
- 対側鼻側網膜からの信号
- 対側網膜神經節細胞から視交叉では非交差せず、対側外側膝状体に至り、そこから脳梁を介して伝わる視野垂直中央部からの信号

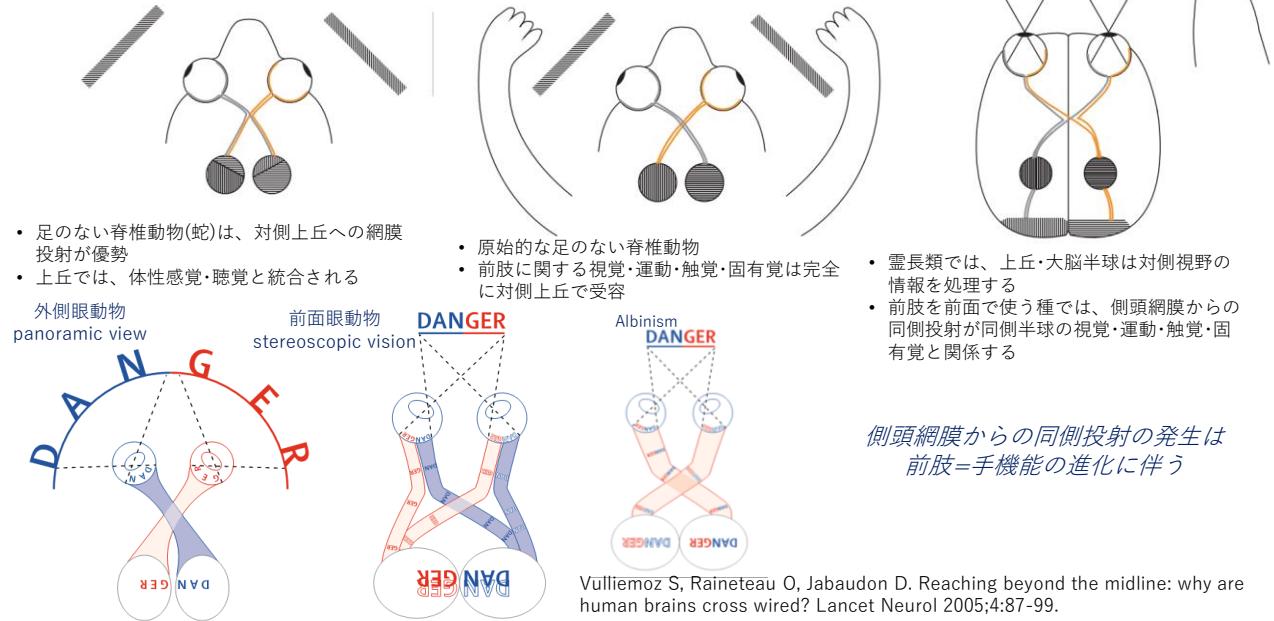
両眼視は高神経負荷の進化型



ten Tusscher MPM. Does dominance of crossing retinal ganglion cells make the eyes cross? The temporal retina in the origin of infantile esotropia – a neuroanatomical and evolutionary analysis. Acta Ophthalmol 2014;92:e419-23.

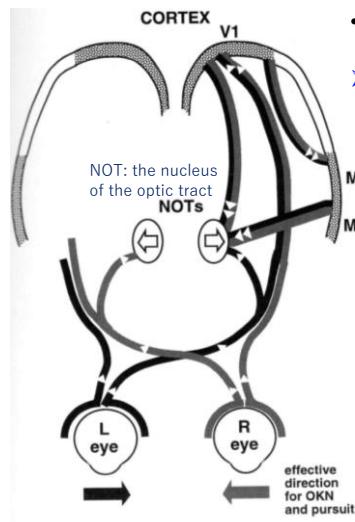
8

Larsson M. The optic chiasm: a turning point in the evolution of eye/hand coordination. Front Zool 2013;10:41.



9

- 網膜神経節細胞の成熟はcentral-to-peripheral gradient
 - ネコでは中心網膜の神経節細胞は成熟し終えているが、周辺網膜の神経新生は生後3週まで続く
- ネコのocular dominance columnの形成は、中心視領域より周辺視領域は遅れる
- ヒトでも、側頭網膜(鼻側視野に対応)からの同側投射の発達は遅れる



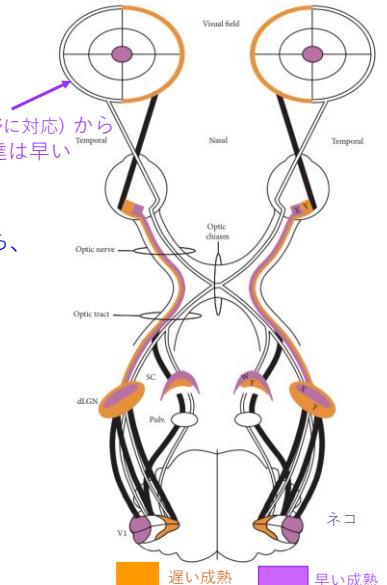
Atkinson J. The Developing Human Brain, 2000.

- 大脳周辺視領域は聴覚・触覚入力(multimodal)を受ける
 - 周辺視機構は系統発生的に古く、未成熟を保ち、終生可塑性を持つ

- 新生児の単眼視運動性眼振(optokinetic nystagmus, OKN)は、側頭から鼻側へ動く刺激のみに生じ、その逆では生じない
 - 交差投射からの刺激によるNOTの反射
 - 3m以後、鼻側から側頭への刺激にも単眼OKNが出るようになる
 - 同側投射による大脳皮質経由の反射

- 側頭周辺視を担う鼻側網膜からの交叉投射系は、頭側網膜からの同側投射系より系統発生上古い
 - 両眼視が未達ならが、側頭周辺視が稼動

• 中心視の発達は早い



- 上丘の発達は外側膝状体より早い
- 側頭網膜(鼻側視野に対応)からの同側投射の発達は遅れる

10

さまざまな奥行き手がかり

(藤田一郎. 脳がつくる3D世界. 立体視のなぞとしくみ. 化学同人, 2015)

● 奥行き手がかり

- 絵画的手がかり
 - 遠近法 大きさ遠近・線遠近・大気遠近・色彩遠近
 - 陰影
 - 照明光の反射 (Highlight、ハイライト)
 - 他の物体の表面に投影された影 (Cast shadow、キャストシャドウ)
 - 肌理(きめ)の勾配 (Texture gradient)
 - 遮蔽
 - 焦点からずれたボケ (Blur)
 - 大きさを知っているものの見え方から距離を推測する (Size)
- 運動手がかり
 - 運動視差 *頸運動・眼球運動でもできる
 - 近くのものは大きく動く
 - 遠くのものは少ししか動かない

● 両眼奥行き手がかり

- 両眼視差
- 半遮蔽 (ダ・ピンチ手がかり、遮蔽物の後方の見え方で距離感を感じる)

● 生理的手がかり

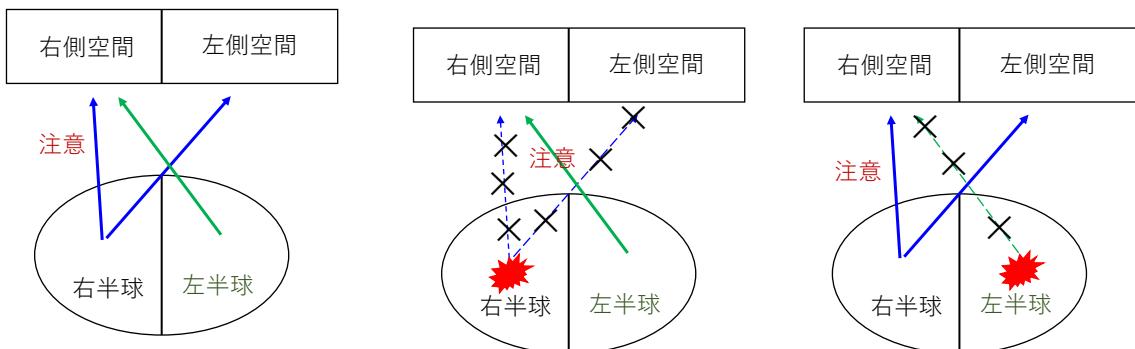
- 輻輳角
- 水晶体調節

単眼視でもかなりの奥行きはわかる

11

周辺視の左右差

➤右半球病変で、左半側空間無視となる



右側空間への注意は優先度が高く、脳ネットワーク予備力も大きい
→周辺視では右方視の方が見やすい *右利きと対応

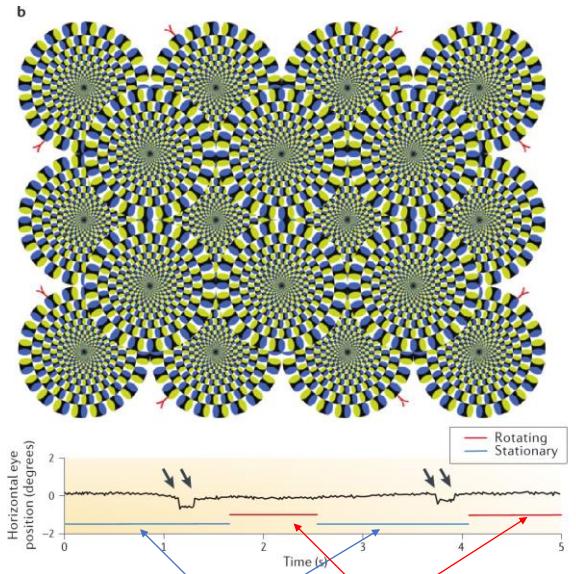
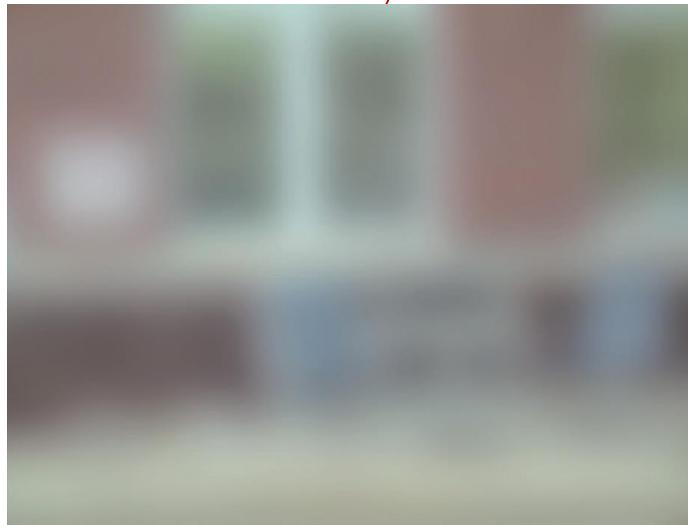
- 横目使いで右のものを見る
- 首を回旋して正面のものを見る

➤左側の方が、顔の気づきはいい ←顔認知は右半球に特化している

✓上方の方が、気づきやすいであろう

12

All stationary stimuli fade.



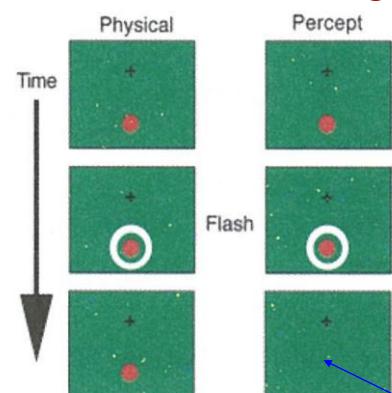
Troxler fading (effect)

- これは周辺がぼけるものを指す用語と決着した。しかし、黄斑部がぼけることは実証されている。
- Microsaccadeはfoveolar targetの知覚を復活させる。

Martinez-Conde S, Otero-Millan J, Macknik SL. The impact of **microsaccades** on vision: towards a unified theory of saccadic function. Nat Rev Neurosci 2013;14:83-96.

13

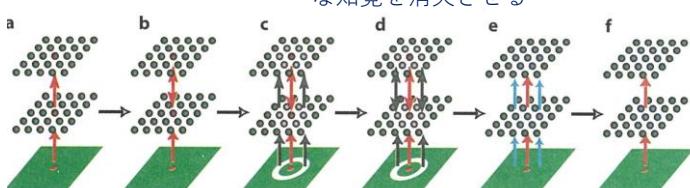
Transient-induced fading



一時的視覚刺激が、主観的な知覚を消失させる

視覚リセット

- 眞の凝視時間は300~500 msec (0.3~0.5秒)
- 視覚神経系は、視覚像の境界部に反応し、明暗刺激にはon-offでその差異を際立たせて反応する
 - 空間的にも時間的にも変化しないものには不応となる
- Saccade · microsaccadeで視覚をリセットする
 - ・視覚神経系不応化する前に、以前の知覚を消し、新たな知覚を造る
 - 凝視とは snapshot の連続 (映画フィルムのようなもの)
- ✓ 中心窓を持たない動物にも、saccade様の視線変化はあり
 - ⇒ 視線リセットは系統発生的に古い視覚様式



発達期脳性運動障害の視覚リセット行動

- 身体を揺する
- 首を動かす
- 一時的に眼を閉じる *眼を押さえる
- 眼を動かす

金井良太. 視覚のリセット. 心理学評論 2008;51:263-74.

14

- 外側眼球であり、両眼視野は狭い
- 眼球が大きく、頸運動で眼球を動かす（外眼筋が動かす）
- 鳥類の多くが、中心窓と側頭窓（両眼視対応）を持つ
- 全交差である 非交差もあるのでは？
- 視蓋（上丘）が発達している



15



重心が前に着いた足に乗ると頭を静止させる



片足の間、首を縮めて頭を静止させる

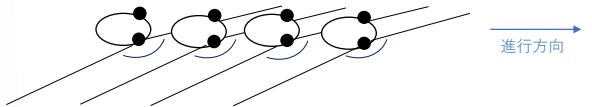


重心が足からはずれると首を伸ばして頭を前進し始める



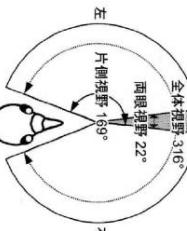
二足歩行の腕振りの重心制御に類似

鳥の視覚



歩幅ごとに一側スナップを重ね合わせる

- Optic flowの焦点
- 目標物の視野上の位置の両者から進行方向を定める

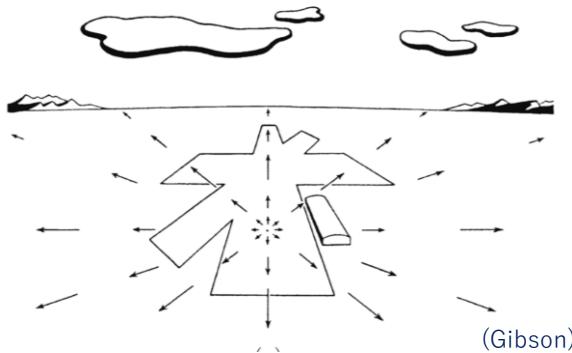


- 首振りで両眼視部にあるものが遠近交代する（大小交代する）
→正面がわかる
→両側視界を合体させる

鳥は 単眼視 ≫ 両眼視

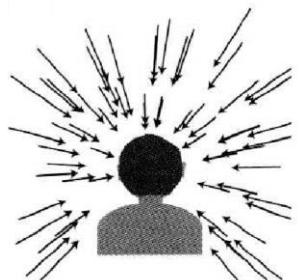
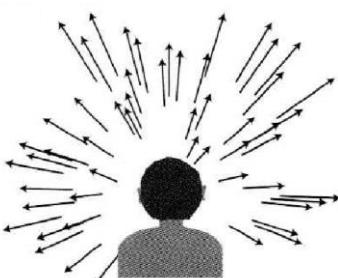
ネットワーク負荷の大きい両眼視は必須ではない

Optic flow (光学的流動)



前進すると網膜像は拡大する

後退すると網膜像は縮小する



- 前方に進むとき、視野上的一点を中心にして放射状の軌道に沿って拡大するoptic flowが生じる
- その中心は進行方向に一致する→自身の移動方向を知覚する

16

周辺視で見る世界は

えんざん
遠山の目付

←剣道の用語

目は合わない

遠山の目付



Kato T. Using "Enzan No Metsuke" (Gazing at the Far Mountain) as a Visual Search Strategy in Kendo. Front Sports Act Living 2020;2:40.

動きを感じる



「子連れ狼」小池一夫・小島剛タ

観の目：周辺視

見の目：中心視

目の付けやうは、大きに広く付る目也。観見かんけんの二つの事、観かんの目つよく、見けんの目よはく、遠き所を近く見、ちかき所を遠く見る事、兵法の専せん也。敵の太刀たちを知り、聊いさきかも敵の太刀を見ずと云事、兵法の大審だいじ也。工夫あるべし。此この眼付めつけ、小さき兵法にも、大なる兵法にも同じ事也。目の玉動かすして、両脇を見ること肝要かんよう也。かやう事急がしき時、俄にわかにわきまへがたし。此書付かきつけを覚え、常住じょうじゅう此眼付になりて、何事にも眼付のかはらざる所、能々吟味有べきもの也。

(『五輪書』宮本武蔵著 渡部一郎校注 岩波書店刊、より)

17



薄目で下方視
(網膜上方部)

周辺視

- ・全体を見渡す→肌理(texture)知覚
- ・動きに敏感

saccade



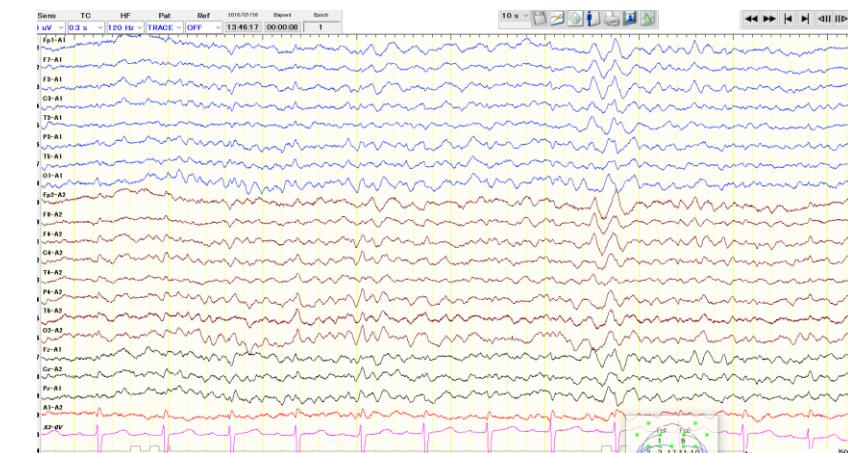
中心視 (黄斑)

ピーター・ブリューゲル
「謝肉祭と四旬節の争い」
(ウィーン美術史博物館)



18

➤ 周辺視で全体の肌理(texture)を見る



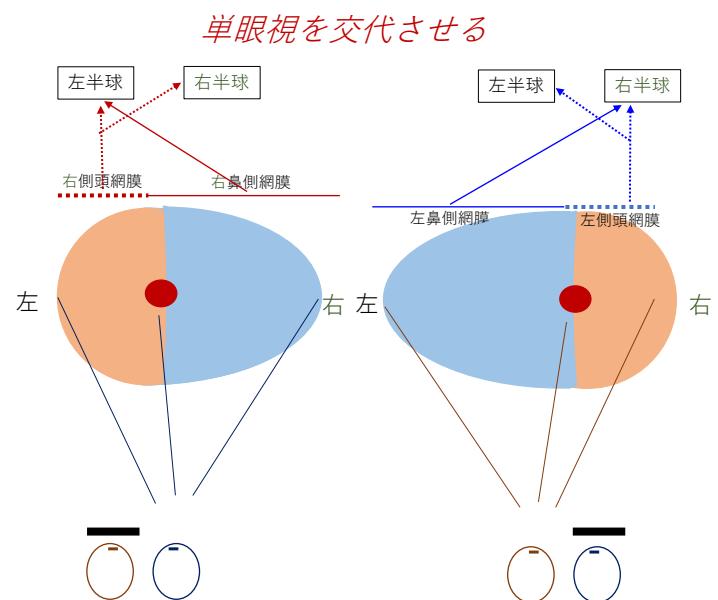
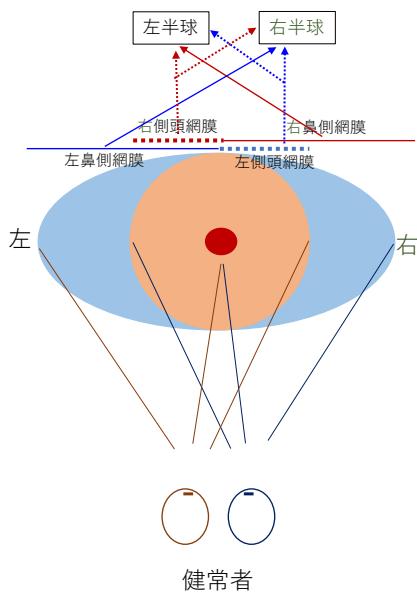
- ・頸右転・左回旋
 - ・視角32°の距離

➤ Optic flowもみる

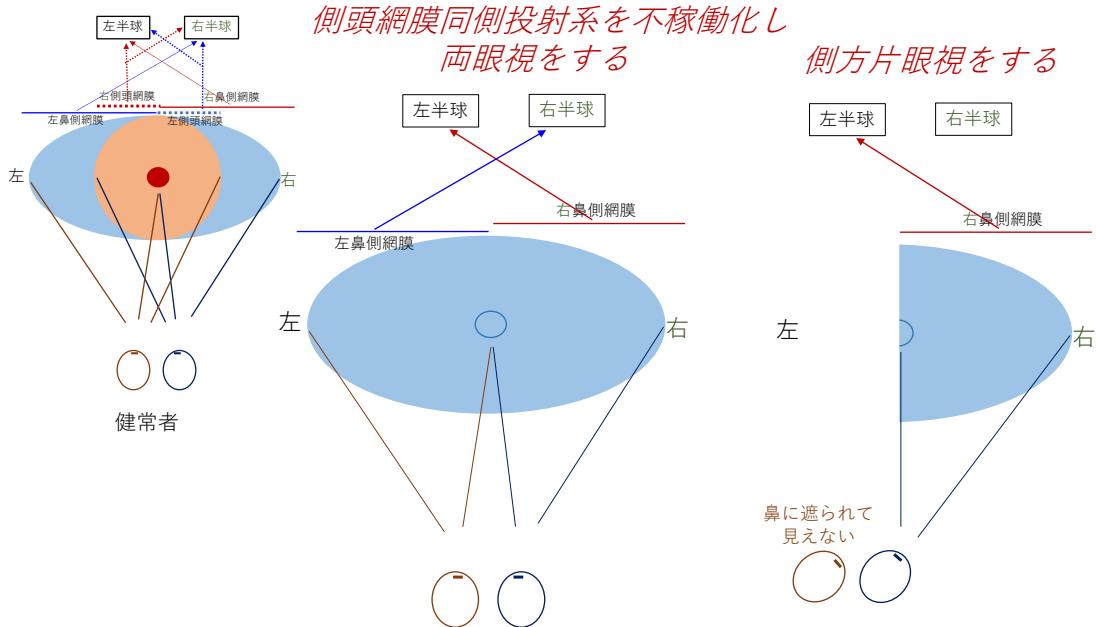
- ・紙脳波のページめくり
 - ・デジタル脳波の画面走査

19

両眼視は高度な統合機能を要す→未達なら

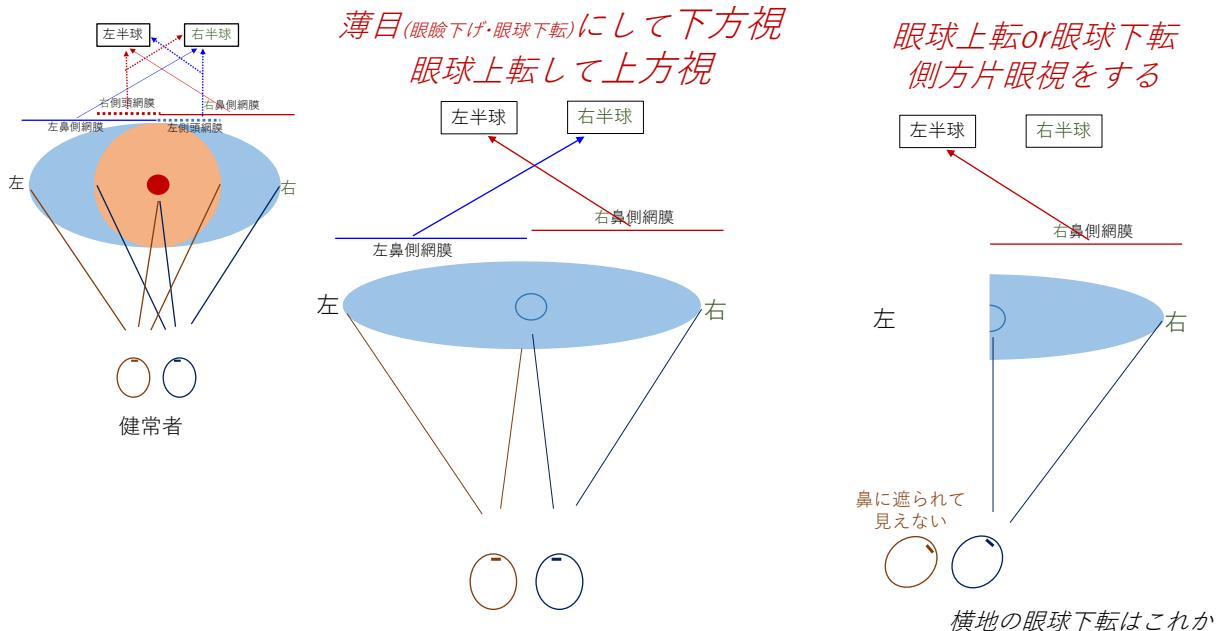


両眼視は高度な統合機能を要す→未達なら



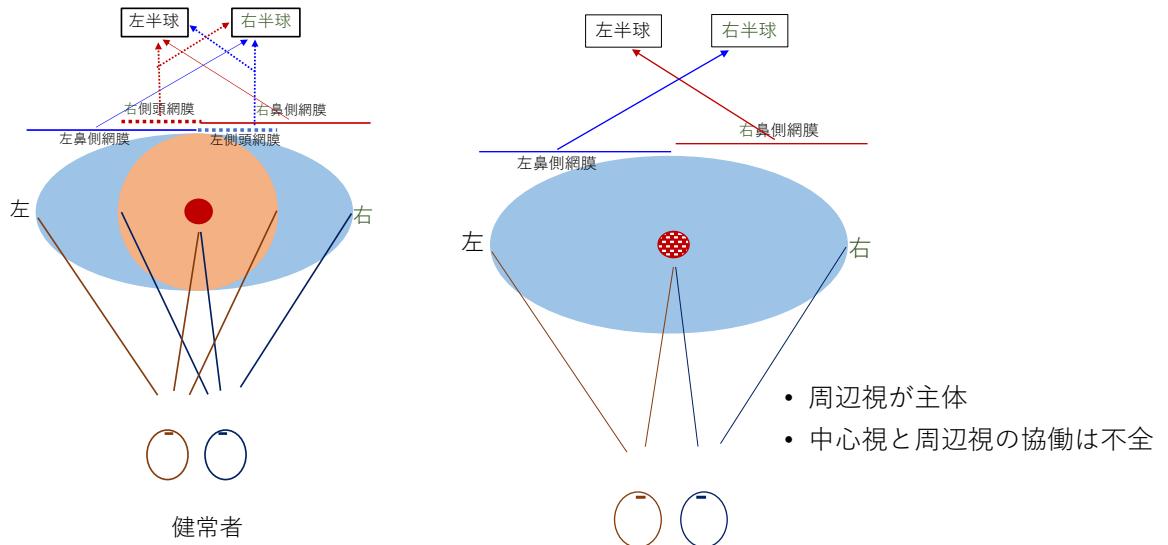
21

両眼視は高度な統合機能を要す→未達なら



22

過度に見つめる 強制注視

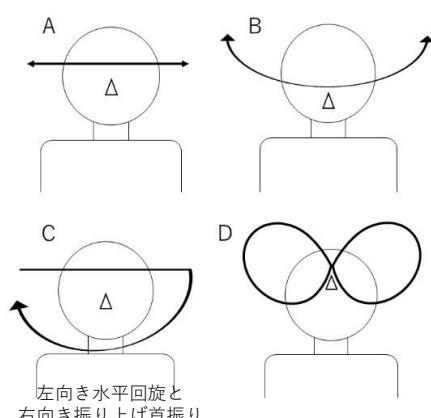


23

重症心身障害者の常同運動

茂木茉莉奈* 横地光子 並木智子 関口志帆 南雲志栄 横地健治

<http://tomatobobcat51.sakura.ne.jp/>



- 眼前で手をヒラヒラさせてそれを見つめる
遮蔽と出現 直接的視覚リセット
- 固く眼をつぶる
- 指で眼瞼の上から眼球を圧迫する
遮蔽と出現 直接的視覚リセット

◆ 眼球運動

→視覚リセット運動

- 眼球偏位
 - *突発的下転
- 見かけ上の眼振
速い復位運動またはovershoot

- 頸・体幹単純常同運動 運動視差の奥行き知覚・視覚リセット
65名中12名にあり
- 速い小刻みな首振り 運動視差の奥行き知覚・視覚リセット

24

大阪人は文楽を聴きに行く



重症心身障害は人の振る舞いを聴いている