

# 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

内反足の成り立ち

- ・左右ともバレーナ型底屈に、内反が右は少し、左は強くあり。
- ・腓腹筋のみ脂肪化していない。内側頭はたわんでいるが、内反で緩んでいるのであろう。その他の筋は脂肪化しており、総じて左の方が強い。
- ・ヒラメ筋は肥大せず脂肪化している。
- ・バレーナ型底屈に責任筋は長腓骨筋と後脛骨筋であり、左の背反だが、脂肪化していても後脛骨筋が優勢なのであろう

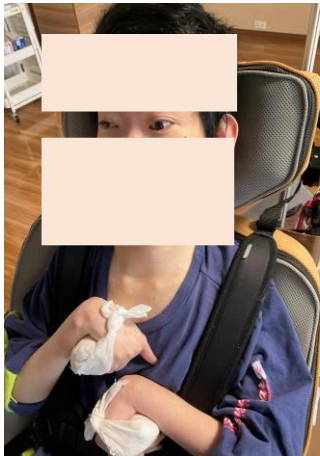
・大内転筋は肥大している。中間広筋・内側広筋には脂肪化はない。  
・半膜様筋・半腱様筋は萎縮し、高度脂肪化している。  
・大腿直筋は中等度脂肪化している。  
・それ以外は軽度脂肪化している。

➤ 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

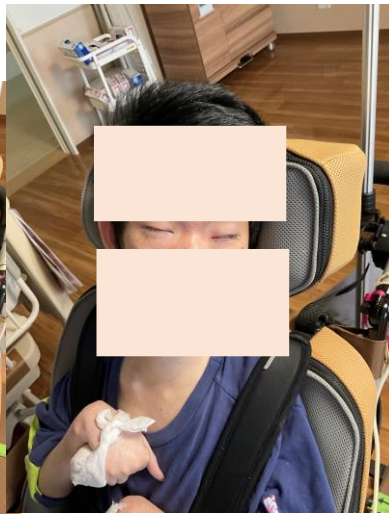
MRIのアイオナル鎮静時、頭部後屈・体幹伸展のブリッジ位をとっていた

➤ 後弓反張位荷重の常時筋収縮状態は睡眠と両立しうる

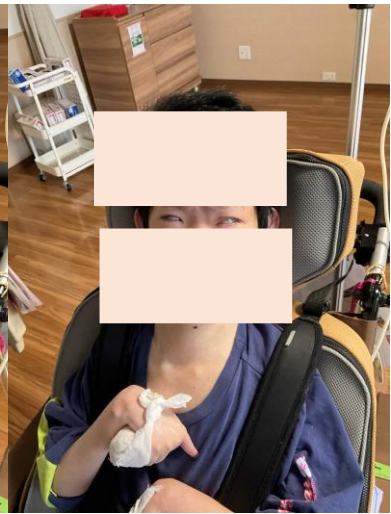
2



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

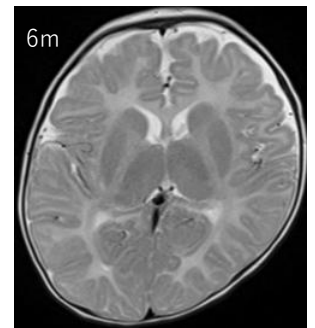
3



この子は光が好きなんです

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)

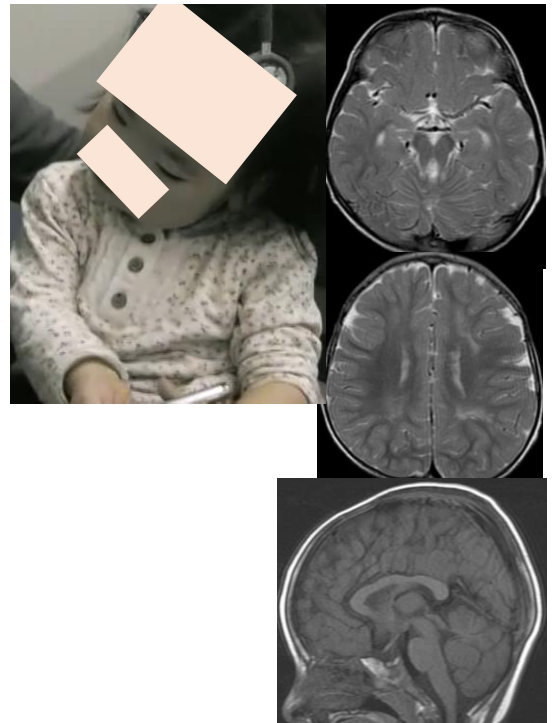
4

# 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



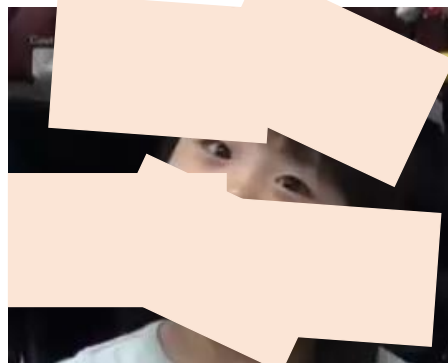
5



- 側方視が多い
- 眼振？



PURA変異



8(∞)の字  
頭運動

6

c6y4m

# 早産diplegia

c10m



Paroxysmal ocular downward deviation (Yokochi)



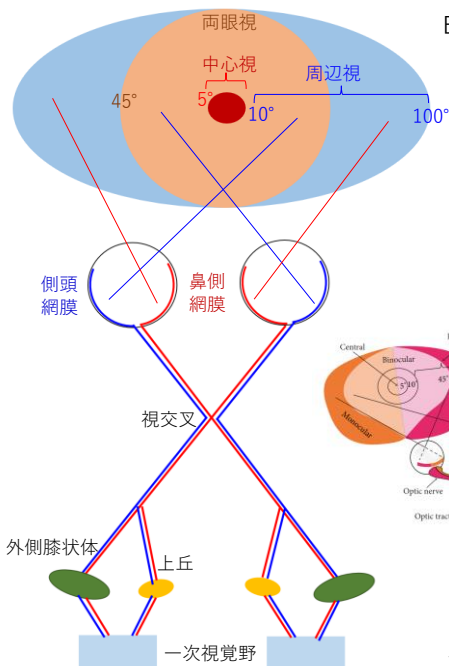
首振り  
→ずり這い



手先を見ない

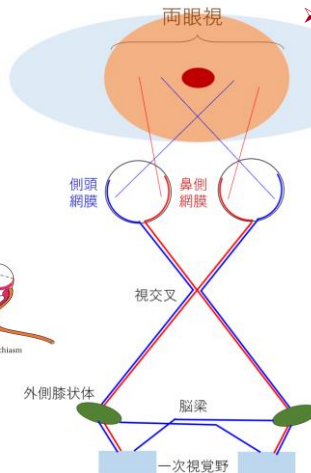


7



Burnat K. Are visual peripheries forever young? Neural Plast 2015:307929.

- 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

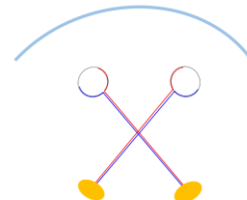


➤ 両眼視では、輻湊の眼球運動情報と以下の3信号を統合している

- 同側側頭網膜からの信号
- 対側鼻側網膜からの信号
- 対側網膜神経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的型

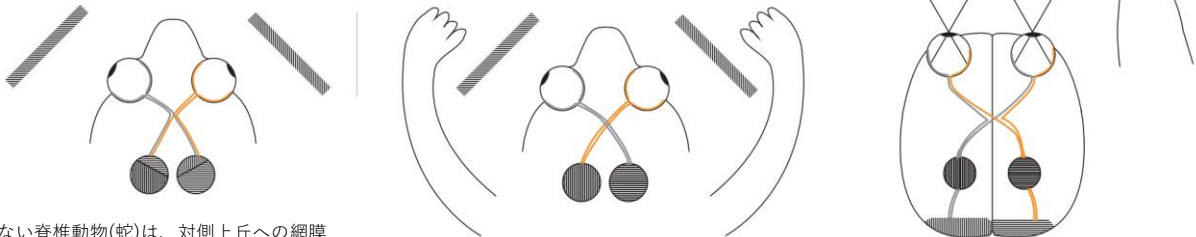
外側眼球動物(鳥)の投射路は完全交叉  
→単眼視で奥行き知覚を得ている



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

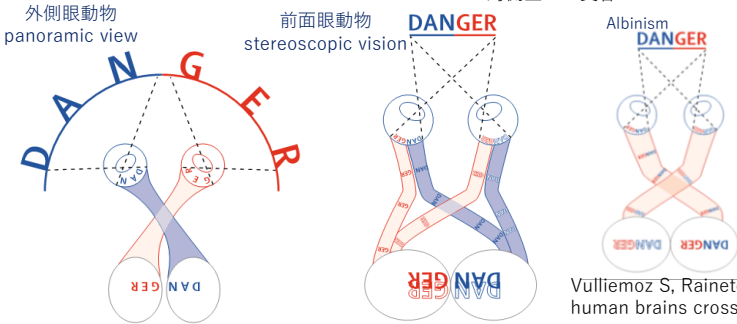
Larsson M. The optic chiasm: a turning point in the evolution of eye/hand coordination. Front Zool 2013;10:41.



- 足のない脊椎動物(蛇)は、対側上丘への網膜投射が優勢
- 上丘では、体性感覚・聴覚と統合される

- 原始的な足のない脊椎動物
- 前肢に関する視覚・運動・触覚・固有覚は完全に対側上丘で受容

- 霊長類では、上丘・大脳半球は対側視野の情報を処理する
- 前肢を前面で使う種では、側頭網膜からの同側投射が同側半球の視覚・運動・触覚・固有覚と関係する



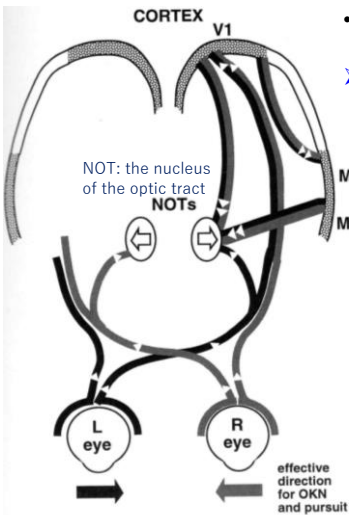
側頭網膜からの同側投射の発生は前肢=手機能の進化に伴う

Vuillimoz S, Raineteau O, Jabaudon D. Reaching beyond the midline: why are human brains cross wired? Lancet Neurol 2005;4:87-99.

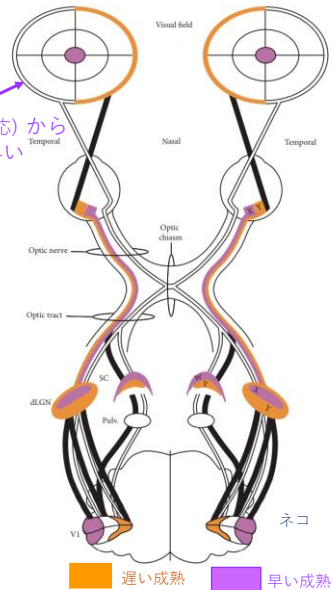
9

- 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

- 鼻側網膜(側頭視野に対応)からの同側投射の発達は早い



- 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路の反射
- 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、側頭周辺視が稼働



- 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

Atkinson J. The Developing Human Brain, 2000.

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)

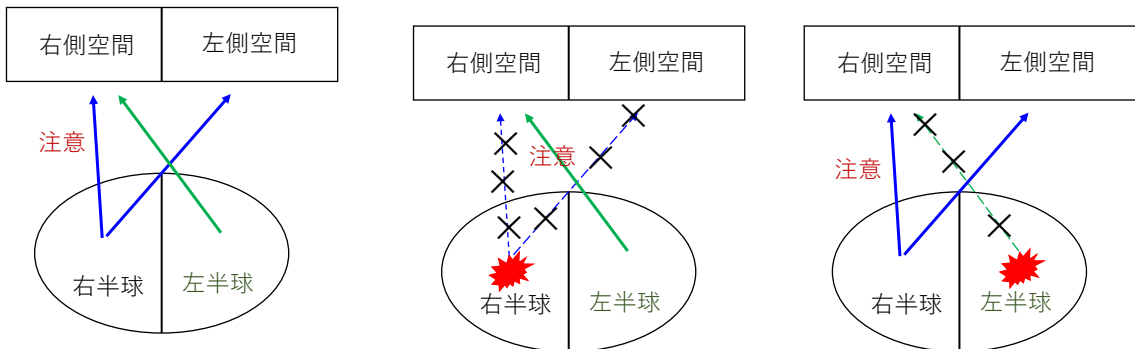
- 奥行き手がかり
  - 絵画的手がかり
    - 遠近法 大きさ遠近・線遠近・大気遠近・色彩遠近
    - 陰影
    - 照明光の反射 (Highlight、ハイライト)
    - 他の物体の表面に投影された影 (Cast shadow、キャストシャドウ)
    - 肌理(きめ)の勾配 (Texture gradient)
    - 遮蔽
    - 焦点からずれたボケ (Blur)
    - 大きさを知っているもの見え方から距離を推測する (Size)
  - 運動手がかり
    - 運動視差 \*頭運動・眼球運動でもできる
    - 近くのは大きく動く
    - 遠く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・ビンチ手がかり、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 \*右利きと対応  
→ 周辺視では右方視の方が見やすい

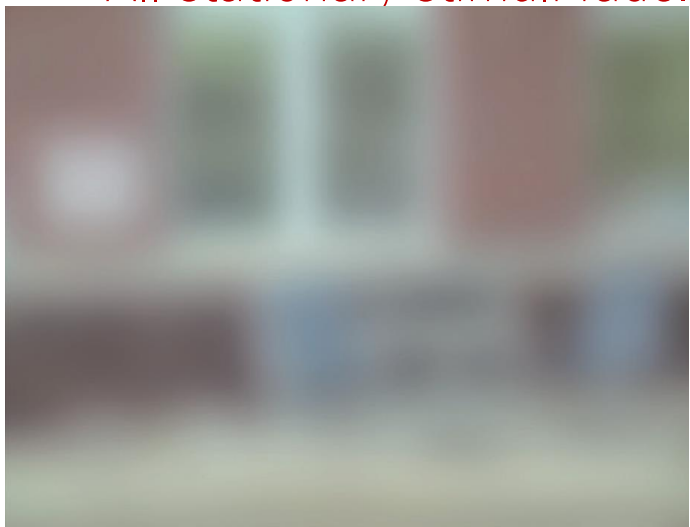
・横目使いで右のものを見る ・首を回旋して正面のものを見る

➤ 左側の方が、顔の気づきがいい ← 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.

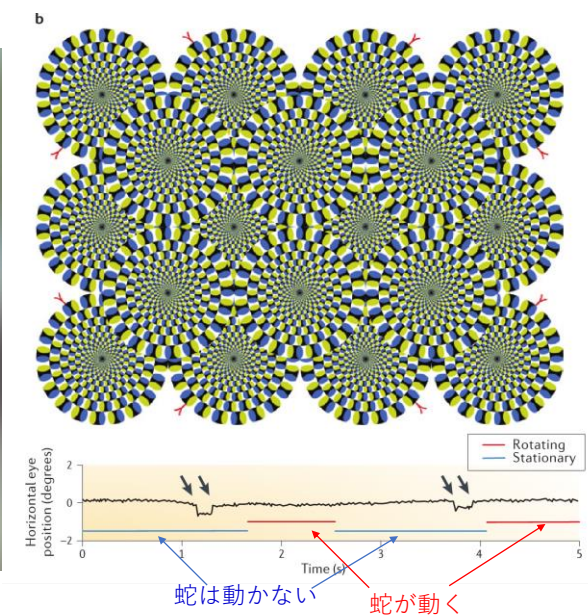


## Troxler fading (effect)

- ・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.

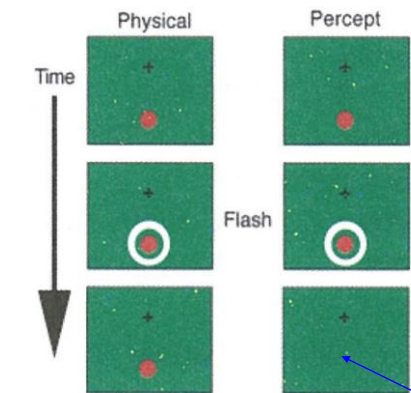
13



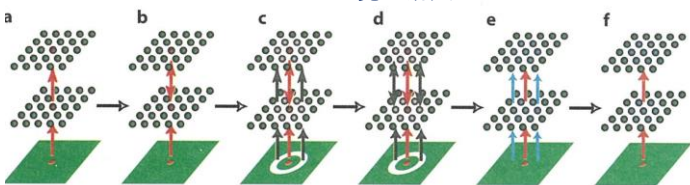
## Transient-induced fading

## 視覚リセット

- ・ 真の凝視時間は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)
- ✓ 中心窩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



一時的視覚刺激が、主観的な知覚を消失させる



### 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

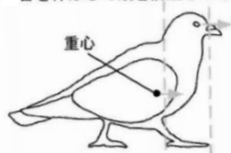
金井良太, 視覚のリセット, 心理学評論 2008;51:263-74.

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（外眼筋が働かず）
- 鳥類の多くが、中心窩と側頭窩（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



首を伸ばして頭を前進させる



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

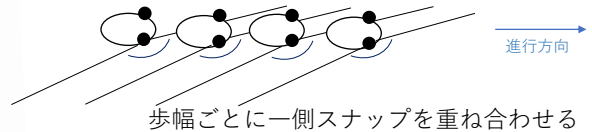


重心が足からはずれると首を伸ばして頭を前進し始める

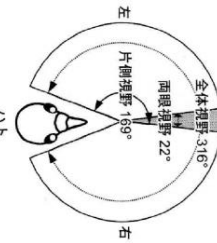


二足歩行の腕振りの重心制御に類似

## 鳥の視覚



- 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



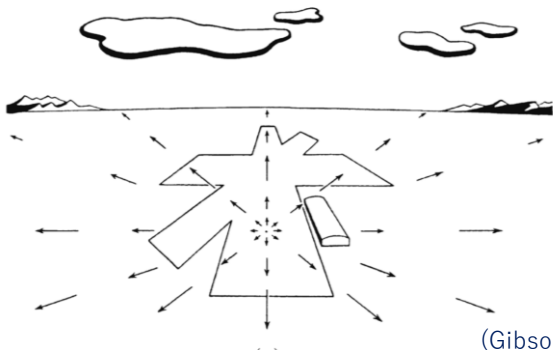
- 首振りで両眼視部にあるものが遠近交代する（大小交代する）
- 正面がわかる
- 両側視界を合体させる

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

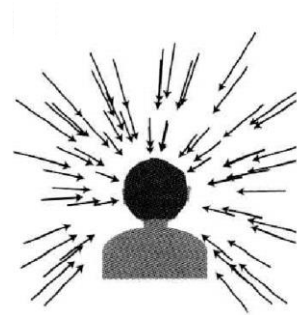
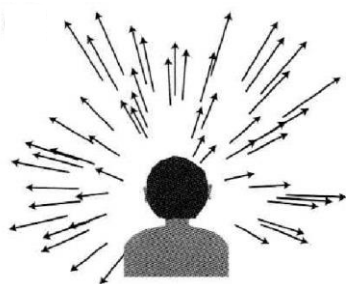


## Optic flow (光学的流動)



- 前方に進むとき、視野上の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

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



# 周辺視で見る世界は

動きを感じる

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.



「子連れ狼」小池一夫・小島剛夕

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、聊いささかも敵の太刀を見ずと云事、兵法の大事だいじ也。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。**目の玉動かずして、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、常住じよ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)



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



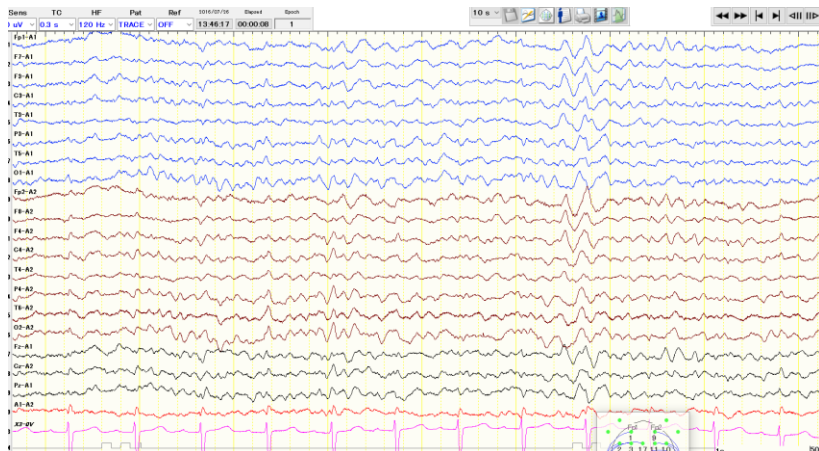
saccade

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)

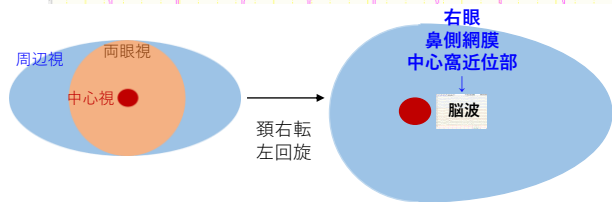
➤ 周辺視で全体の肌理(texture)をみる



- 頸右転・左回旋
- 視角32° の距離

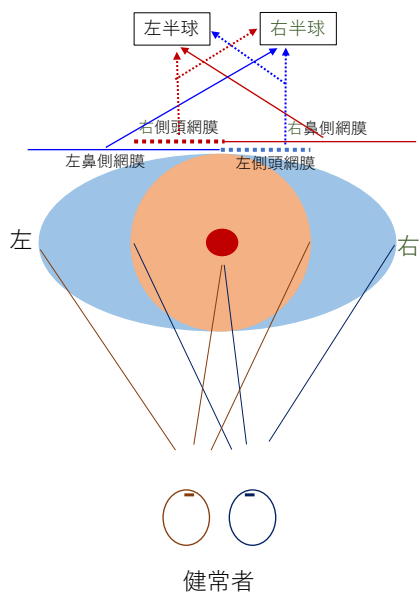
➤ Optic flowもみる

- 紙脳波のページめくり
- デジタル脳波の画面走査

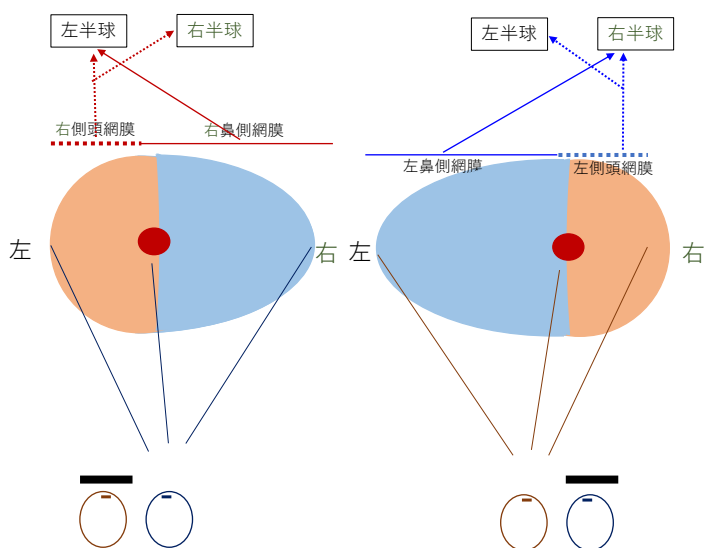


19

両眼視は高度な統合機能を要す→未達なら

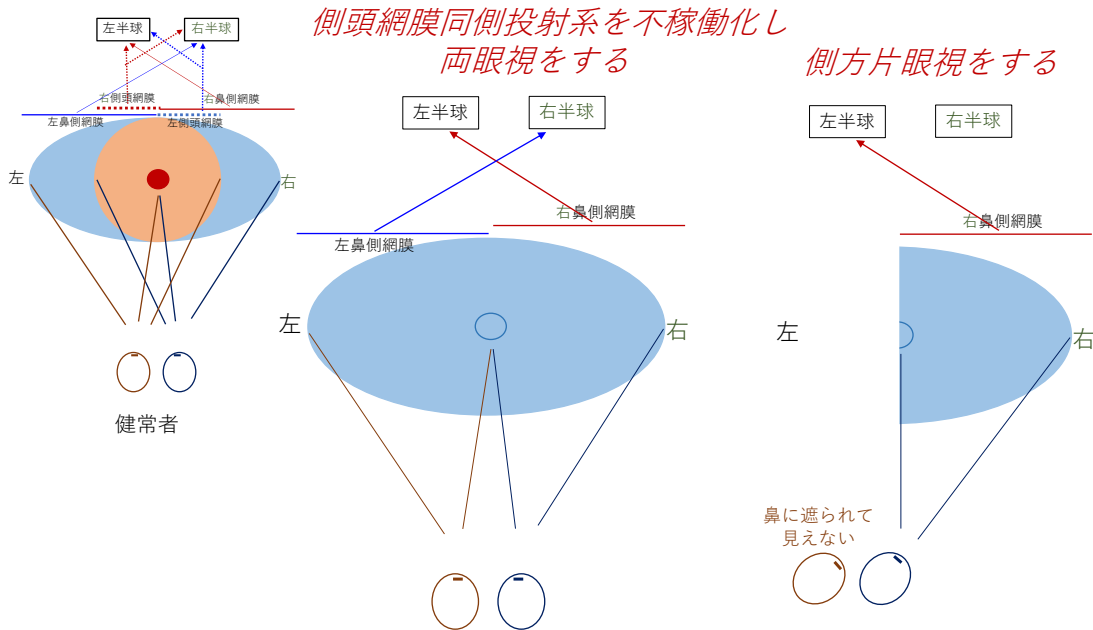


単眼視を交代させる



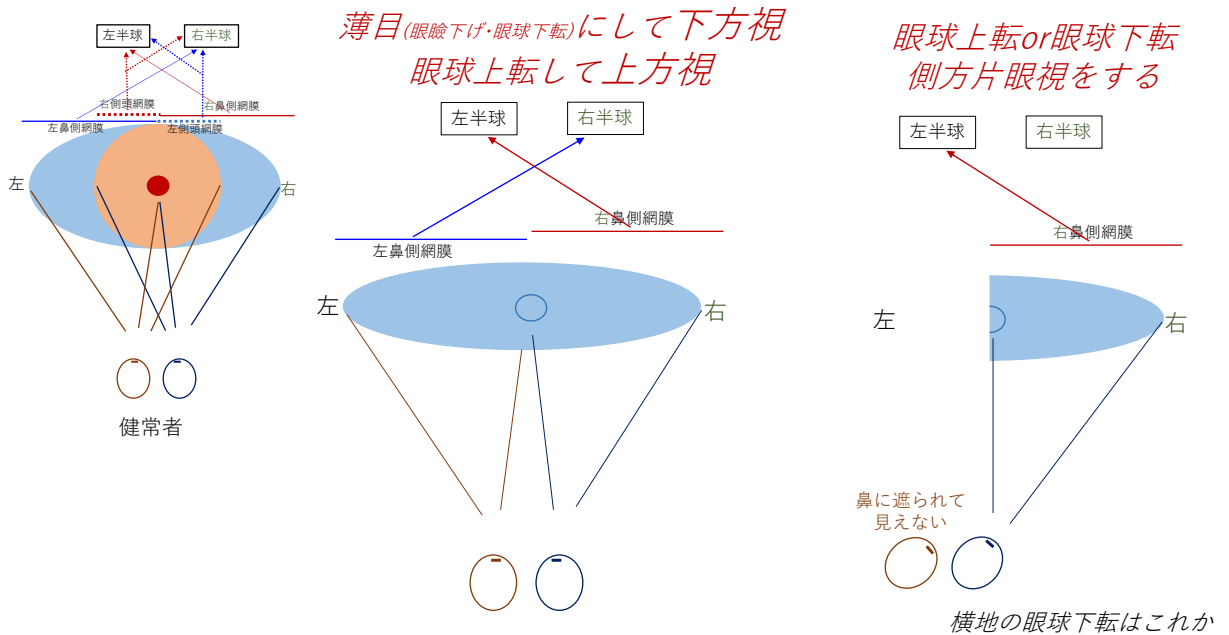
20

両眼視は高度な統合機能を要す→未達なら



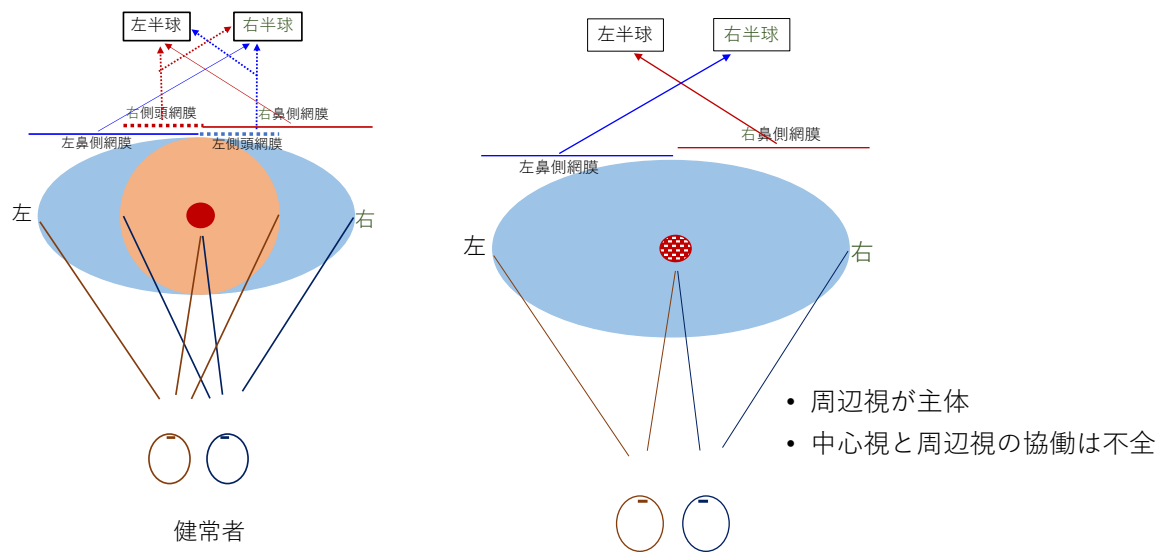
21

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

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

茂木茉莉奈\* 横地光子 並木智子 関口志帆 南雲志葉 横地健治

- 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

左向き水平回旋と  
右向き振り上げ首振り

- 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

◆ 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

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