

回転錯視により回旋性眼球運動は誘発されるか

牧 孝郎 (指導教員: 平田 豊)

中部大学 工学部

1. まえがき

眼球運動は、生物の生存上非常に重要な機構である。中でも視運動性眼振 (OKN) は、視野全体が動いた時に視界のブレを抑える為の機構であり、ヒトをはじめとし、哺乳類だけでなく、魚類にも備わった眼球運動である。水平方向と垂直方向に起こる OKN に関する研究は盛んに行われており、その特性は良く知られている (1)。水平性 OKN では、被験者に刺激を提示すると、眼球速度が次第に上昇し、やがて頭打ちとなる。その後刺激を停止すると現れる後眼振 (OKAN) では、眼球速度は次第に減少していく。OKN ならびに OKAN 発生中は、刺激方向と逆向きに自己運動錯覚が生じることも知られている。一方、回旋性の OKN に関する研究はあまり進められておらず、未解明の部分が多く残されている。その背景には、回旋性眼球運動の高精度計測が困難であるという問題があったが、最近この問題を解決する手法を、本研究室で開発した (2)。

本研究では、これまで計測が困難であった、ヒトの回旋性 OKN に着目し、その特性を評価した。同時に、回旋性眼球運動と回転錯覚の関係を評価した。

2. 実験

2.1 回転刺激提示実験

回旋性 OKN を誘発するために、被験者にランダムドットの時計回り回転刺激 (角速度 40 deg/s) を 63 秒間提示し、その後 OKAN を評価するために、刺激を消失させ暗視野とした。この時、被験者の眼球運動を眼球回旋撮影装置 (NEWOPTO ET-60-L) により撮影した。また、手元スイッチにより、被験者に回転知覚に関する内省報告を行わせた。

2.2 左右眼異方向刺激提示実験

左右の各眼に上下反対向きの垂直方向視覚刺激を与えた。左眼は上向き、右眼は下向きに 40 deg/s とした。視覚刺激以外の実験環境は 2.1 と同様である。

3. 結果

回転刺激提示実験に参加した被験者 7 名の結果を図 1 に示す。水色が各被験者の OKN ならびに OKAN、赤色がそれらの加算平均である。OKAN 区間では、水平や垂直方向 OKAN の場合と異なり、OKN 区間で誘発された眼球回旋方向とは逆方向に眼球運動が現れていることがわかる。またこの時、多くの被験者において、回転錯覚の消失タイミングが、眼球回旋運動の停止タイミングまたは回旋速度の正負が反転するタイミングと一致していた (図 2)。

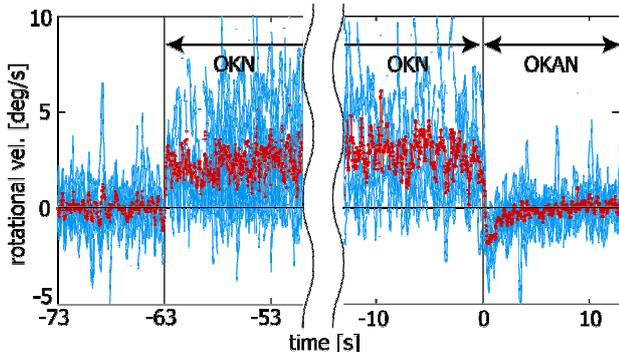


図 1 回旋性 OKN, OKAN 特性

水色: 被験者 7 人のデータ, 赤色: 加算平均

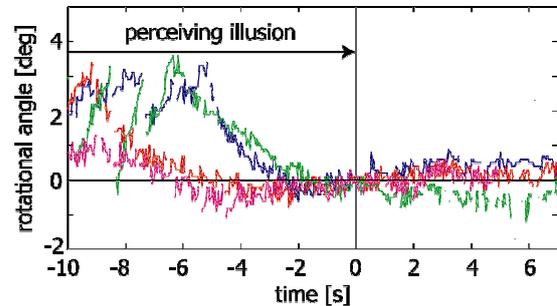


図 2 回転錯覚消失 (t=0) と眼球回旋停止の一致例 (n=4)

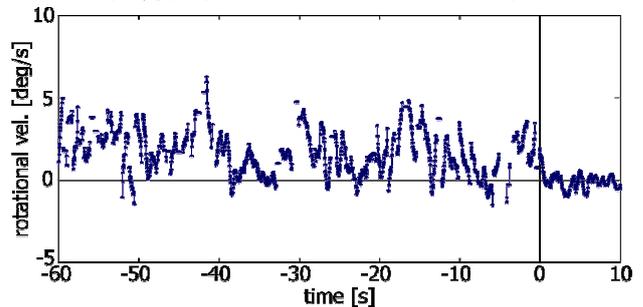


図 3 左右眼異方向刺激時に誘発される回旋性眼球運動例

左右眼異方向刺激提示実験では、刺激は垂直方向へ動くのみで、回転成分は持たないにもかかわらず、回旋性眼球運動が現れた。図 3 は、右眼に下方向刺激、左眼に上方向刺激を与えた時の結果であり、眼球には時計回りに回旋運動が現れている。

4. おわりに

本研究では、これまで瞳孔径が大きく変化する条件では困難とされてきた回旋性の眼球運動を高精度に計測する手法 (2) を用いて、ヒトの回旋性視運動性眼振 (OKN) と後眼振 (OKAN) の特性を評価した。同時に主観的に知覚される回転錯覚を記録し、眼球運動と錯覚の関係を評価した。その結果、回旋性 OKAN は直前の OKN とは異なる方向に起こり、かつ回転錯覚の消失と同時に回旋性眼球運動が停止することを発見した。また、左右の各眼に異なる垂直刺激を与えた実験では、刺激は回転成分を持たず、回転錯覚も生じないにもかかわらず、眼球には回旋運動が現れることが示された。これらの結果は、錯覚によって引き起こされる回旋性眼球運動の存在や、左右眼で相反する垂直性視覚刺激の組み合わせが視覚-眼球運動変換過程では回転刺激と解釈されることを示唆するものである。

参考文献

- (1) 久代恵介, “Velocity storage integrator (VSI),” 日常臨床に役立つめまいと平衡障害, 内野善生, 古屋信彦, 3, 金原出版, 東京都, 2009.
- (2) 橋本勉, 牧孝郎, 坂下祐輔, 西山潤平, 藤吉弘亘, 平田豊, “瞳孔径変化による虹彩パターン伸縮のモデル化と眼球回旋運動計測への応用,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J93-D, no. 1, pp. 39-46, 2010.