

令和 6 年 5 月 3 日現在

機関番号：24303

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11999

研究課題名（和文）視運動性眼振・後眼振における視野角・空間周波数の違いによる視覚情報処理の解明

研究課題名（英文）The study of visual processing: effects of wide-field visual stimuli and spatial frequencies on optokinetic nystagmus and afternystagmus

研究代表者

瀧 正勝 (Taki, Masakatsu)

京都府立医科大学・医学（系）研究科（研究院）・講師

研究者番号：30453111

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,000,000円

研究成果の概要（和文）：視運動性眼振は一方向に動く視覚刺激に対して生じるリズムカルな眼球運動である。広い視野角度や視覚刺激の空間周波数（角度1度内の縞の数）が視運動性眼振の眼球の動く範囲に及ぼす影響を調べた。32インチモニターとフリーソフトと用いて安価に実験装置を作成した。眼球が動く範囲は270度の時より90度の時の方が大きかった。さらに視野角度の違いによりそのような差が生じる空間周波数の限界を調べた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在PCモニターも120度以上ある広視野角のものや、バーチャルリアリティのヘッドマウントディスプレイも120度のもの、アイトラッキング機能の付いたものもある。ベクシオン、映像酔いなどの観点から、今回の実験結果が上記機器の改善の一助になる基礎的実験になったと考える。

研究成果の概要（英文）：Optokinetic nystagmus is a rythmical eye movement when the subject is watching the visual stimuli moving in one direction. We studied the effects of wide field size and spatial frequency of visual stimuli on gaze orientation of optokinetic nystagmus. The sine grating were made by computer graphics and presented on the one or three monitors which equal to 90 or 270 degree size, respectively. They were performed at verly low cost. The mean standard deviations of horizontal gaze positoins and the areas of 95% confidence ellipse of optokinetic nystagmus occurred by 90 degree field size were significantly larger than those by 270 degree. Such difference between field sizes were observed for the spatial frequencies of 0.25 cycle per degree and more.

研究分野：眼球運動

キーワード：視運動性眼振 眼球位置 広視野角 空間周波数

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

脊椎動物では、眼前にある大きなスクリーン上に投影された背景が一方向に動くと、それによってゆっくり眼球が動く。この眼球運動は視運動性眼反応とよばれ、ヒトでは追従眼球運動のちに、緩徐相と、急速に反対方向にもどる急速相からなる律動性の眼振が生じる。これを視運動性眼振とよび急速相で眼球位置をリセットしながら、緩徐相で切れ目なく動く視覚を認識することができる。過去に我々は過去に視運動性眼反応(追従眼球運動と視運動性眼振)について視野角度が90度、270度の広視野角での刺激で追従眼球運動の眼球偏移、視運動性眼振の緩徐相速度の空間周波数への依存パターンを調べた。それぞれ空間周波数特性が異なるものの、90度と270度では差がなかった(瀧ら、2010;三浦ら2011)。しかし、実験中に被験者らは明らかに270度と90度で視覚誘導性自己運動感覚(ベクシオン)がかわることが自覚できた。ベクシオンは一般に視野角の大きいほうが大きくなる。このベクシオンはバーチャルリアリティ(VR)にも関連があることが報告されているが、VRにおいても大きな視野角の刺激により没入感が大きいことが知られている。眼球速度以外に視運動性眼振はgaze orientationとして眼球位置の研究が多くなされている。視野角度、ベクシオンの有無による視運動性眼振の眼球位置の平均は少数のみしか報告がない(Abadiら、1999;Thiloら、2000)。

2. 研究の目的

視運動性眼振の眼球位置の動く範囲、平均位置などが視覚刺激の視野角度、空間周波数で違いがでるのか調べる。また眼球位置の違いに関係するかどうかベクシオンにも関係するvelocity storage機構の刺激条件での違いをみるため眼振発生後の視運動性後眼振についても時系列的に解析する。

3. 研究の方法

(1)被検者: 動揺病、めまい疾患の既往のない成人男性4名、女性2名にたいし実験を行った。

(2)実験装置: 被検者から正面、左右に35cmの位置に32インチPCモニターを設置した。これにより正面のモニターは被検者からみて視野角度90度となり、正面、左右のモニターすべてに視覚刺激を提示すると被検者を覆うように270度の視野角度となる。頭部・下顎は自作した頭部固定装置・チンレストにて固定した。眼球運動はEyeSeeCam(ミュンヘン大学、サンプリング率220Hz)で記録した。

(3)視覚刺激: Windows PCでOctaveベースのPsychtoolbox-3にて作成した。Windows OSではPsychtoolbox-3の遅延があるため、モニター、PCの機能ともあわせ65Hzのリフレッシュレートになるよう設定した。視覚刺激は右または左に動く仮想の円筒状の正弦波を、時間周波数・空間周波数を設定して作成した。上記の正面のみ(90度視野角)と3面とも(270度視野角)で視覚刺激を提示した。

(4)実験1: 視野角度の違いによる視運動性眼振解発中の眼球位置の動く範囲への影響

空間周波数を0.25cpd、時間周波数を5Hzに固定し、6名の被検者にたいし90度、270度の視野角で2s静止画と注視点を提示し、注視点が消えると同時に右または左に動く正弦波を10s提示した。ブランク時間は10sとした。

実験2: 視運動性眼振解発中の眼球位置に対する空間周波数の影響

被検者4名にたいし、空間周波数を0.0625~1cpdまで変化させ、90度と270度の視野角で比較した。時間周波数、最初の静止画・注視点の時間(2s)、刺激時間(10s)、ブランク時間(10s)は実験1と同じ条件とした。

(5)解析: EyeSeeCamでえられた眼球位置データをMatlab®にて解析した。眼球の平均位置(水平・垂直)と位置の標準偏差(水平・垂直)、さらに水平・垂直方向にも眼球の位置をプロットして95%信頼楕円の面積を求め、実験条件別に比較した。

4. 研究成果

実験1: 視野角度の違いによる視運動性眼振解発中の眼球位置の動く範囲への影響

図1はある被検者の90度と270度の視野角刺激時の視運動性眼振である。これを水平・垂直でプロットし、それぞれの眼球位置のヒストグラムをみると運動範囲の中心は偏移しているのがわかる(図2)。そこで水平・垂直方向の位置の変化を解析するため、水平・垂直方向の平均位置、平均中央値、平均標準偏差と95%信頼楕円の面積を求めた。被検者間に眼振の大きさで個人差があるため、270度のときの値でそれぞれ正規化した。その結果、水平方向で眼球位置の標準偏差(図3)、95%信頼楕円の面積では有意に90度刺激のほうが大きかった(いずれも $p < 0.05$)。垂直方向はすべての項目で有意差がなかった。

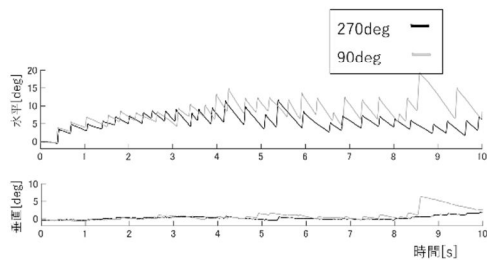


図 1 . 代表例の眼球運動

<水平方向>

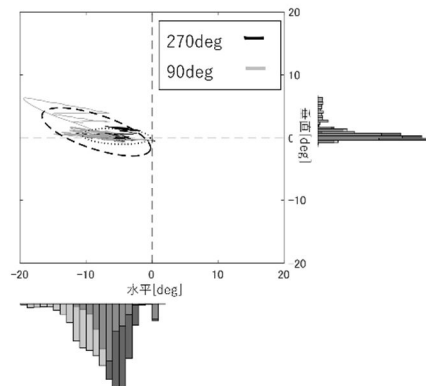
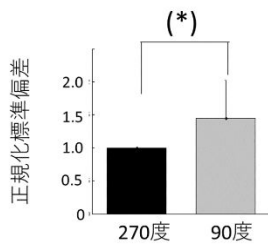


図 2 . 代表例の水平 垂直でのプロット

実験 2：視運動性眼振解発中の眼球位置に対する空間周波数の影響

実験 1 にて視野角の違いで水平方向の眼球位置の標準偏差、95%信頼楕円の面積で差があることがわかったので、視覚刺激の空間周波数を 0.00625 ~ 1cpd まで変化させ比較した。その結果有意差はなかったが空間周波数 0.25cpd で眼球位置の標準偏差に差ができる傾向にあった(図 4)。

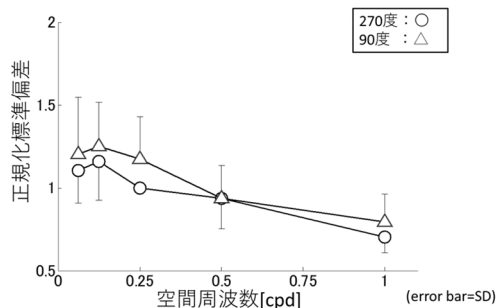


図 3 . 水平方向の平均眼球位置偏移と視覚刺激の空間周波数との関係

視覚刺激の視野角の違いによる眼球位置の違いについての報告は少数しかない。Abadi ら (1999) の報告では中心 20 度のみ、full-field、中心のみマスクの提示で違いを報告しているが、具体的な差について記述がない。Thilo ら (2000) は刺激中に object-motion、self-motion で眼球位置の差があることを指摘している。被検者によるちがいが、90 度のほうが self-motion を感じやすくなるのか不明だが視野角により差があることは事実である。また視野角の違いにより視運動性眼振の眼球位置に差ができるのは、空間周波数かもしくは時間周波数を固定しているので刺激の速度も影響している可能性がある。

現在 PC モニターも 110 度近い視野角度のものや、VR のヘッドマウントディスプレイ (HMD) も 120 度の視野角のものが販売されており、より没入感の得られるモニター、HMD の開発のほか、ベクシオン、映像酔いを抑えるような健康上の問題についての基礎的な実験結果になったと考える。解析を進め論文化を目指している。振動性後眼振はあまりこの実験条件では発生しなかったため、今後条件を検討し再度実験しなおす予定である。

<引用文献>

- 瀧 正勝、久育男、河野憲二．視運動性眼球運動に対する広視野視覚刺激の空間周波数の影響．第 69 回日本めまい平衡医学会総会・学術講演会．2010 年 11 月 18 日；京都．
- 三浦健一郎、瀧正勝、花沢明俊、河野憲二．ヒト視運動性反応の空間周波数依存性．電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会．2011 年 10 月 19 日；福岡．
- Abadi RV, Howard IP, Ohmi M. Gaze orientation during full-field and peripheral

field passive optokinesis. *Ophthalmic Physiol Opt* 1999; 19: 261-5

Thilo KV, Guerraz M, Bronstein AM, Gresty MA. Changes in horizontal oculomotor behaviour coincide with a shift in visual motion perception. *Neuroreport* 2000; 11: 1987-90

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 瀧 正勝、長谷川達央、平野 滋
2. 発表標題 広視野角度刺激の視運動性眼振の眼球位置に対する影響
3. 学会等名 広視野角度刺激の視運動性眼振の眼球位置に対する影響
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀧 正勝、長谷川達央
2. 発表標題 動く視覚刺激の視野角・空間周波数の眼球位置に対する影響
3. 学会等名 第82回日本めまい平衡医学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 瀧 正勝、長谷川達央
2. 発表標題 広視野と空間周波数の視運動性眼振 gaze orientation に対する影響
3. 学会等名 第 19 回空間認知と運動制御研究会学術集会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------