両眼の眼球運動の相関に関する実験的検討

○福田亮子(慶應義塾大学大学院), 佐久間美能留(慶應義塾大学大学院),
中村悦夫(竹井機器工業株式会社), 福田忠彦(慶應義塾大学環境情報学部)
Experimental Analysis of the Relation between Eye Movements of Both Eyes
Ryoko Fukuda, Minoru Sakuma(Keio Univ.),
Etsuo Nakamura(Takei, Co. Ltd.), Tadahiko Fukuda(Keio Univ.)

1 はじめに

共同運動は両眼が同方向に同量だけ回転する眼球運動であるとされているが、左右の目の動きの一致度を明らかにした研究はほとんど見あたらない。本研究では共同運動を対象に、両眼の運動にどの程度の一致が見られるかを視標速度をパラメータとして明らかにした。

2 実験方法

CRT画面上に一定速度で移動する点視標を提示し、これを目で追ったときの眼球運動を眼球運動測定装置(EYE MOVEMENT MONITOR; (株)竹井機器工業)で測定した。サンプリング時間は10msecで、視線位置と視標の位置を同時に入力・記録した。視距離は40cm、CRTディスプレイの大きさは21インチである。

刺激の視標は画面中央から左に10degの位置で2sec点灯した後、右方向に一定角速度で直線運動し、中央から右に10degの位置で消灯する。移動速度は3, 5, 8, 10, 12, 15, 20, 30 deg/secの4種類で、各速度につき3回の試行を行った。

被験者にはあご台を使用し顔面を固定した上で、ディスプレイ上に現れる視標を目だけで追うように指示した。被験者は大学生・大学院生6名である。

3 分析方法

本実験で用いた両眼式眼球運動測定装置はリンバストラッキング法により、視線の方向を検出する。実験に先立ち、左右10degの点を凝視したときの出力が±2.5Vの出力となるように調節を行い、得られたデータを以下の式により変換して視線方向を算出した。

$$x = (\text{眼球運動終了時の視線方向生データ} - \text{開始時の視線方向生データ}) \div 20$$

$$y = (\text{終了時の視線方向生データ} \div x) - 10$$

$$\text{視線方向} = (\text{生データ} \div x) - y$$

この変換式により、視線方向のデータは視標角度と同じく-10deg～+10degの値をとるようになる。

4 結果と考察

図1に実験によって得られた視標位置および両眼の視線方向の時系列グラフを示す。両眼の動きは非常に高い一致を見せている。この両眼の動きの一致度を相関係数をもとに調べたところ、運動する視標を追従する際の両眼の視線方向のデータの相関はきわめて高いことが示された。相関係数はほとんどのケースで0.97～0.99以上の値をとり、平均で0.9809である。いくつかのケースにおいては相関係数が0.9以下となったが、これらのケースはいずれも瞬きのために相関係数が低くな

(a) 視標速度3deg/sec

(b) 視標速度12deg/sec

(c) 視標速度30deg/sec

図1 視標位置と両眼の視線方向の時系列グラフ(粗い点線は視標の動きを、実線は右目の視線方向を、細かい点線は左目の視線方向を示す。)

っていることが明らかになった。瞬きの際の両眼の水平方向の動きは反対方向に記録された。

視標速度と相関係数との関係については、視標速度をもとに瞬きがあったケースを除いて分散分析を行った。その結果、 $F(7,124)=1.75$ で有意水準5%で有意な差はない、すなわち視標速度によって両眼の視線方向の相関係数は変化しないということが明らかになった(図2参照)。

一方、静止した視標を注視する際の視線方向のデータについても同様に左右の相関を調べた。その結果、運動視標を追っているときに比べて相関係数は有意に低いことが示された($p<0.05$)。

静止対象を見ている場合の両眼の視線方向の相関係数が運動対象の場合に比べて低くなるのは、眼球運動の制御機構が原因であると考えられる。一般に、サッケードは両眼で一致が見られるが、注視している場合の固視微動は両眼で独立した運動であるとされている。したがって、この眼球運動の制御の仕方の違いが相関係数という数字に反映されたものと考えられる。

相関係数に影響を与えるその他の要因については、今後さらに検討を要する。

図2 視標速度による両眼の視線方向の相関係数の変化