運動視標追従時の随従性眼球運動と 跳躍性眼球運動の発生に関する実験的検討

○福田亮子(慶應義塾大学大学院), 中村悦夫(竹井機器工業株式会社),
佐久間美能留(慶應義塾大学大学院), 福田忠彦(慶應義塾大学環境情報学部)

Experimental Analysis of Eye Movement during Tracking a Moving Target

Ryoko Fukuda(Keio Univ.), Etsuo Nakamura(Takei, Co. Ltd.),
Minoru Sakuma, Tadahiko Fukuda(Keio Univ.)

1 はじめに

ある速度をもって運動する視標を目で追う場合には随従性眼球運動と跳躍性眼球運動が生じる。従来の知見から、視標の速度が低速である場合には随従成分が主であり、高速になるほど跳躍運動成分の占める割合が大きくなるということがわかっているが、本研究では注視点を定義するための基礎として両者の挙動について詳細な検討を行った。

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5, 15, 20, 30deg/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 結果と考察

得られた結果を眼球運動の速度の面から分析した。

3.1 視線移動速度の分布

被験者ごとに視標の各速度について3試行分のデータをまとめ、眼球運動速度のヒストグラムを作成すると(図1)、視標の移動速度が5deg/secの場合にはマイナスの成分と50deg/sec以上の成分を除けば、5deg/sec付近にピークを持つ単峰型のグラフとなる。しかし、15deg/sec以上の速度の場合には、ヒストグラムにはいくつかのピークが現れる。

図1 視標の各速度における

眼球運動速度のヒストグラム

(縦軸はデータ数を、横軸は視線の移動速度
(単位:deg/sec)を表す。)

一つは5deg/secの場合と同様、5deg/sec付近、そしてもう一つは視標の速度付近である。ただし、30deg/secの場合には30deg/sec付近の成分はほとんどないか、あってもかなり少ない。これは30deg/secという速度では安定して視標を追うことが困難であることを示している。すなわち、随従運動成分は最大でも30deg/sec程度であるということが示唆される。また、これらの各運動成分は、5deg/sec付近をピークとする注視成分、提示される視標の速度付近をピークとする随従成分、それよりも高速な跳躍成分の3つに分類することが可能であると考えられる。

3.2 跳躍成分の割合

50deg/sec以上の跳躍運動と見られる成分の割合は視標の速度により異なり、視標の速度が速いほど多くなった。各試行における跳躍運動成分の割合を図2に示す。

図2 各試行における50deg/sec以上の跳躍運動成分の割合

このような高速の跳躍運動成分の速度は視標の速度が速いほど速いものが多くなる。その平均値は視標の速度が5deg/secの場合は60~70deg/sec程度であるのに対し、30deg/secの場合は150deg/sec以上となっており、最高値も5deg/secではたかだか100deg/secであるが、30deg/secになると400deg/secにも達する。

3.3 マイナスの運動成分

視標が一方向に運動している場合でも反対方向の運動成分、すなわちマイナスの速度を持つ運動成分が存在するということが大きな特徴として挙げることができる。速度の変化を時系列グラフにすると、マイナスの運動は必ず大きな跳躍運動の後に現れており、視標よりも視線が行き過ぎてしまった場合に位置を補正する役割を果たしているものと考えられる(図3)。

図3 時系列グラフ(視標速度20deg/sec)

(縦軸は視線の移動速度(単位:deg/sec), 横軸は経過時間(1目盛は100msec)を表す)

4 まとめ

運動する視標を目で追ったときの眼球運動には注視成分、随従運動成分、跳躍運動成分の3つの成分が含まれる。しかし、これらの運動成分の境界速度は視標の運動速度によって異なる。よって、眼球運動の分析、あるいは眼球運動データをもとにした注視点の分析を行う場合には、視対象の運動速度に留意し、それぞれの刺激に適した眼球運動成分の定義を行う必要がある。

今後はさらにほかの速度や方向についても同様の実験を行い、運動視標追従時の眼球運動の総合的特性を明らかにし、注視点の定義に関して新しい提案をしたいと考えている。

本研究は文部省科研費一般研究(B)の援助を得て遂行された。