○斎田真也 (工技院・製品科学研究所・基礎人間工学部)

Accommodative Vergence and Hering's Law of Equal Innervation -Ⅱ-

Shinya Saida (IPRI Human Factors Res. Dept.)

〔目的〕 前回は調節による輻輳・開散運動がヘーリングの等神経支配法則に合致する運動であることを報告した。その時用いた視標は正中面内に配置されていた。今回は正中面内に位置しない視標を用いた場合に得られる両眼の眼球運動がヘーリングの等神経支配法則に合致する眼球運動であるか否か調べたので報告する。

まずヘーリングの両眼眼球運動法則について要約すると以下の三つにまとめられる。

- ①両眼を支配する神経系は、むき (Version) とよせ (Vergence) の二つの系から成る。
- ②各々の系は各眼に等しい大きさの眼球運動を引き起こす。
- ③各々の系からの眼球運動信号は各眼において線形加算される。

第二項が等神経支配法則として知られている。

一方調節による輻輳・開散運動は19世紀始めに Muller¹⁾により報告されている。それによると、片眼を覆い他眼にて視線にある遠方の視標から近方の視標に視点を変えると覆った方の眼は内転し、逆に近方から遠方に視点を変えると覆った方の眼は外転する。このとき視標を見ている眼には如何なる眼球運動も生じない。したがって調節による輻輳・開散運動は両眼に於いてその運動量が等しくないで、ヘーリングの等神経支配法則に合致しないと多くの研究者^{2)~4)}により指摘されている。しかし視標を見ている眼にも僅かな眼球運動があることが報告されており^{5)・6)}、その方向はヘーリングの等神経支配法則に合致するとの報告⁷⁾もある。

斎田^{8)・9)}は視標を見ている眼の動きで、視標

の水平位置を制御して、即ちオープンループの状態にてレンズの挿入及び抜取り⁸⁾または遠方と近方に配置された実視標⁹⁾により生じる輻輳・開散運動を計測すると、両眼の眼球運動の大きさは等しことを報告している。

この時用いられた遠方の視標は図1(a)に示すように正中線上に位置していた。オープンループの状態では調節性輻輳によって得られた眼球運動が示す両眼の視線の交点は図1(a)のIP点で、やはり正中線上にあった。しかしこの運動がヘーリングの等神経支配法則に合致した両眼の眼球運動であるとの解釈の他に、片眼は覆われていて視刺激が無く他眼はオープンループの状態では各眼は安静眼位に向って運動し、両眼の交点は正中線に向って運動すると、解釈することもできる。そこで図1(b)のように遠方の刺激が正中線上に無い場合、調節性輻輳の場合オープンループ状態では両眼の交点は図1(b)の様に視方向線上にあるのか、図1(c)のようにやはり正中線上にあるのかを調べるのが今回の目的である。

〔方法〕 前回と同様の装置を用いた。即ち左眼を覆い右眼にて視標を注視する。遠方の視標は被験者の推定角膜位置から100cmの所に置かれた長さ1mの水平のスライダー上にあり、水平位置は正中線より右5°または左5°に位置し一辺0.5°の十字である。近方の視標は遠方の視標と同様に被験者から33cmの置かれた長さ1mのスライダー上にあり、透明なアクリルに刻まれた視角2分の縦線で水平方向に滑らかに移動することができる。実験の始めに各被験者が

図1 調節性輻輳運動の説明図。Fは遠点、Nは近点、IPは両視線の交点、LEは左眼、REは右眼、Occは遮蔽板、点線は正中線、一点破線は視方向、太い矢印は両視線の交点の軌跡を示す。

遠方の視標に近方の視標の水平位置を合わせる。

両眼の眼球運動は角膜反射法にて計測した。右眼の眼球運動計測値はオープンループ化の時は近方の視標位置制御に使用される。

被験者は歯型を噛んで顔面を固定し、オープンループ化されていない状態にて、LEDにより照明された遠方の視標を注視する。注視が完了したことを手元のボタンにてコンピュータに合図すると3～5秒の任意の時間でLEDの点灯が遠方から近方に変ると同時に近方の視標がオープンループ化される。被験者は点灯した視標を注視し続け、調節を行う。LEDの点灯が変化してから10秒でオープンループは解除され、視標の水平位置は実験前の位置に戻る。1セッションはこの手順6回とオープンループ化しない状態での計測2回から成る。遠方の視標の左右位置の提示順序はランダムである。4人の被験者を用い、各被験者は4セッションの実験を行った。

〔結果〕遠方の視標が左の場合と右の場合とで被験者毎に眼球回転角を平均し、それらの平均と標準偏差を求めると表1のようになる。

遠方視標が左5°の場合でも右5°の場合でも右眼の回転角と左眼のそれとに有意な差は認められなかった(共に $P < 0.5$ $df=6$)。このことは調節性輻輳運動において視標を見ている眼の眼球運動にて近く視標の位置を制御してオープンループ化した状態では、視標の位置が正

表1 オープンループ条件下での調節性輻輳における各眼の回転角(度)とその標準偏差(度)

	遠方視標左5°	遠方視標右5°
右眼回転角	3.2(±1.0)	3.2(±0.7)
左眼回転角	2.9(±0.8)	3.4(±0.8)

中線上に無くも、両眼が等しい角度だけ内転したことを意味している。

すなわち「片眼は覆われていて視刺激が無く他眼はオープンループの状態では各眼は安静眼位に向って運動する」仮説は否定されたことになる。したがって今回の実験条件下でも調節性輻輳運動はヘーリングの等神経支配法則に合致した運動であると解することができる

〔結論〕視方向が正中線上に無い場合でも調節による輻輳・開散運動もヘーリングの等神経支配法則に合致する眼球運動である

〔参考文献〕

- 1) Muller, J Elements of Physiology, Tayler and Walton, London, 1826
- 2) Keller E.L. et al. Vision Res. 1972
- 3) Pickwell, L.D. Br.J. Physiol. Opt. 1972
- 4) Hermann, J.S. et al. Arch. Ophthalmol. 1967
- 5) Westheimer, G. et al. Arch. Ophthalmol. 1956
- 6) Alpern, M. et al. Am. J. Ophthalmol. 1956
- 7) Kenyon, R.V. Vision Res. 1978
- 8) 斎田真也 日本眼光学学会誌 1982
- 9) 斎田真也 日本人間工学学会第31回大会