

静的，動的凝視領域間の遷移としての眼球運動

渋田，幸一

<https://doi.org/10.15017/2328597>

出版情報：哲學年報. 41, pp.55-71, 1982-03-31. 九州大学文学部
バージョン：
権利関係：

静的，動的凝視領域間の遷移としての 眼球運動

* Eye Movements as a Transition between The Static or
Dynamic Fixation Areas.

渋田 幸一

本論文は、多様な眼球運動を、静的あるいは動的な凝視領域という概念を用いて分類し、それらがいかなる役割を持っているのかという事について検討する。

片眼を交互に閉じて正面を見ればわかるように、人間の眼がとらえることができる領域、すなわち視野は、左右の眼で違い、中央部分で重なっている。両眼の視野はほとんど前方にあり、身体の後方を見るには、頭を回転するか身体全体の向きを変えねばならない。

さらに人間の眼は、視野の中心部で強力な視力をもつ。視野の周辺部では比較的視力が弱い。このことが眼球運動を必要とする理由の1つである。見ようとする対象を視野の中心部にとらえるためには、眼球は動く必要がある。もしも眼が1つであれば以上のとおりであるが、眼が2つあるということが、事態を一層複雑にする。2つの眼は、3次元空間内の対象を連繋してとらえねばならない。さらに、身体の運動とも連繋しなければならない。

以下多様な眼球運動をこれまでになされた分類法で導入し、それらを再度凝視領域間の遷移という観点から再統合し検討する。

(I) 眼球運動の分類とその基準

種々の多様な刺激環境のなかで、眼球運動は一見複雑な運動形態をもつ。し

かしながら眼球運動測定法の発達はしだいに、眼進運動がいくつかの型に分類されることを明らかにしてきた。多くの研究者がすでに様々な観点から分類している。

1-1. 眼球運動の形態による分類

a) 眼球運動の速度による分類

どんな初歩的な観測法によっても、眼球が高速で動く場合とそれよりはるかにおそい場合と2相に分けられることが観測される。高速眼球運動はサッケイド (Saccade) とよばれ他と区別される。眼震 (Nystagmus) も速相 (Quick phase) と緩相 (Slow phase) に分けられ、速相をここではサッケイドと区別しない。

b) 眼球運動の運動量による分類

精密な眼球運動測定装置の開発は、肉眼による観察ではわかりにくいほど小さな眼球運動が存在することを明らかにした。静止した対象を凝視しているつもりでも、実際にはわずかながら常に眼球は動いている。これらの眼球運動は微小眼球運動 (Miniature Eye Movement) として、他の大きな眼球運動から区別される。

c) 両眼の運動方向の関係による分類

両眼で観察者からの距離が異った2つの対象を交互に凝視しようとするれば、2つの眼球は一度に互に異った方向へと回転しなければならない。このような両眼で回転方向が異った眼球運動をバーゼンス (輻輳開散眼球運動, Vergence Eye Movement) とよんで、両眼の回転方向が同一の眼球運動から区別している。後者はバージョン (Versional Eye Movement) とよばれる。

d) 眼球の回転軸による分類

これまでの記述で、眼球運動あるいは眼球の動きという表現と眼球の回転という表現を混在させてきた。基本的には眼球運動とは眼球の回転を意味する。したがってその回転軸による分類も可能であり、また時には重要な意味をもつ。ほぼ球体とみなせる眼球は3つの回転軸をもっている。

2つの眼球の回転中心を結ぶ軸を回転軸とする眼球運動を垂直眼球運動とい

う。この軸と、両眼が第1眼位にある時の視線との両者に直交した回転軸、通常垂直方向、をもつ眼球運動を水平眼球運動という。視線を回転軸とする眼球運動はトーション（ねじれ眼球運動、Torsional Eye Movement）とよばれ、常識的には両眼方向視差（Binocular Orientation Disparity）、(Nelson, Kato and Bishop, 1977)、がトーションを起こすだろう。トーションのこの定義によれば、視線の方向によっては垂直、水平成分を包含する。一般的には3つの成分の合成である。

e) 非回転性眼球運動

眼球運動は基本的には回転運動であるが、注意深い研究者は非回転性眼球運動が存在することを知っている（Enright, 1980）。前後、左右、上下方向の運動が考えられるが、これらをまとめて、ここでは並進眼球運動（Ocular Translation）とよぶ。

1-2. 適刺激による分類

この分類の主要な問題は、対象の位置と速度のどちらが適刺激となるかということである。対象の位置は、中心窩からの距離、位置誤差、として、サッケイド・システムの適刺激と見なされる。この場合、両眼での位置誤差が異なる時パーゼンス・システムとたくみに刺激成分を分けあう。両眼性位置誤差（Binocular Position Error, Binocular Position Disparity）は通常、両眼視差（両眼網膜視差, Binocular Retinal Disparity）とよばれ、パーゼンス・システムの適刺激である。

対象の速度とは普通網膜上での像の称動速度（Retinal Slip Velocity）を意味し、スムーズ・パシュート（円滑追跡運動, Smooth Pursuit Eye Movement）がこれを適刺激とするといわれる（Rashbass, 1961, Yarbus, 1967）。しかしながら異論が多く、スムーズ・パシュートの適刺激は、網膜像の運動というより運動の知覚というほうがより正しいと考えられる（Mather and Lackner, 1980, Heywood and Churcher, 1971, Gauthier and Hofferer, 1976, Steinbach, 1976）。この問題は、運動知覚と眼球運動の関係として多くの研究者を引きつけている。

刺激としての対象の位置と速度に関する一般的見方と違って、速度がサッケイド・システムによって考慮されているという考えも見られるし (Fuchs.1971), 位置がスムーズ・パシュートの刺激となることを示す研究もある (Pora and Wyatt.1980)。

1-3. 機能別にみた眼球運動

眼球運動は基本的に対象像を中心窩に保持するという機能をもっている。このことを眼球運動システムは、他のシステム、最も直接的には視覚システム、より間接的には聴覚システム、自己受容システム等と協同して達成する。したがって、どこまでが眼球運動システム独自の役割なのかという問題は容易でない。さらに、単に対象を中心窩に保持するというだけでは不十分であるということも明らかである。

a) 運動対象を中心窩に保持しようとする機能

普通このことを追跡 (Pursuit, Tracking) とよび、追跡眼球運動がこの機能をもつ。追跡は、連続的な位置変化に反応するシステムと運動速度に反応するシステムの両者によってなされるのが普通である。それぞれサッカディク・トラッキング、スムーズ・トラッキングとよばれる眼球運動を生じる。

b) 静止対象を中心窩に保持する機能

この機能は正確には、静止対象を中心窩を含む狭い領域に保持し、かつ常にその領域内で微小な運動状態に置くことを意味する。いわゆる静止網膜像の研究がこのことを明示している。この機能をもつ眼球運動は先に述べた微小眼球運動である。あるいは凝視という用語がこの種の眼球運動そのものをさすといってもよい。これは、トレマー (Tremor), ドリフト (Drift), マイクロ・サッケイド (Micro Saccade) という3種の微小眼球運動からなる (Ditchburn.1980)。

c) 修正機能

動的对象であれ静的対象であれ、それを中心窩に保持することが常に成功するとは限らない。システムの限界を越えた時、あるいはシステムの特性そのものから、対象が中心窩領域から逸脱することがある。また大きなサッケイドの

場合、あたかも予定の行動のごとくに第2のサッケイドが生じることがある。大きなサッケイドをともなう視点の移動の場合、追跡運動の場合、これらの修正的機能をもつ眼球運動は修正サッケイド (Corrective Saccade) とよばれる。静止対象の凝視の場合に起こる微小眼球運動の1種であるマイクロ・サッケイドは、その修正機能を認める研究者には、同様に修正サッケイドと呼ばれる

1-4. その他の分類規準

これまでに導入した分類基準は主要なものであるということには違いないが、それだけでは包括しきれない眼球運動が少なくない。1つの眼球運動サブシステムをさらに分類できるような基準あるいは概念も必要である。

a) 非視覚性眼球運動

人間の眼は暗室のなかでも動くことができる。暗室のなかで自分の手先を見ようとするとき、眼球運動を制御するのは視覚情報ではない。また、音源に向かって眼球を動かすこともできる。観察者自身が動くとき、眼球は反対の方向に動く。とりわけ回転運動するととりわけ回転運動するときには、前庭性眼震 (Vestibular Nystagmus) とよばれる緩急2相からなる眼球の反復運動が生じる。総じて非視覚性眼球運動 (Non-Visual Eye Movement) とよばれる。

b) 近見三角関係

眼球全体とともに、その一部を成す瞳孔、水晶体は、独自の刺激のもとに運動反応をする。しかしながら三者は相互に連結された関係にあり、そのうちの1つあるいは2つのシステムの反応は、他のシステムの反応を生む (Jung, 1973)。網膜像の水晶体焦点距離の誤差によるボケは、水晶体調節反応を起こすが、同時にバーゼンスも生じる。これを調節性バーゼンス (Accommodative Vergence) とよんでいる (Alpern, 1972)。

c) 両眼視眼球運動と単眼視眼球運動

ほとんどの眼球運動は、たとえ単眼視の場合でも、両眼は同期し同じ大きさの運動をする。単眼視では生じないのは両眼視差によるバーゼンスであり、単眼視の場合にのみ生じるのは、調節性バーゼンスと、これと類似したフォリア (Heterophoria) とよばれる眼球運動である。

(II) 凝視領域間遷移としての眼球運動

種々の眼球運動を機能的側面から再構成し全体としての眼球運動システムを記述する。そのためには用語の整理が不可欠である。また、ある特定の、しかも典型的な状況を設定するのが便利である。

ここに用いる状況は、過去、現在と未来の3つの凝視点からなる。それぞれを、前凝視点、現凝視点、新凝視点とよび、 f_0 , f_c , f_n で表わす。すなわち、かつて以前に f_0 を凝視していたが、現在 f_c を凝視している。将来 f_n を凝視する予定である。

このような眼球運動事態は日常的にも十分典型的であるが、より現実性をもたせるために、凝視点という概念を、凝視領域 (Fixation Area) という概念で置き換える。凝視領域は、3次元空間に存在する3次元領域である。さらに、3次元位置空間のみではなく、3次元速度空間に存在する3次元速度領域でもある。3次元空間で考えるということは、バーゼンスを包含できるということであり、速度空間の設定は、位置追跡 (Position Tracking) のみでなく、速度追跡 (Velocity Tracking) の考察を可能とする。凝視点ではなく凝視領域としたのは、凝視眼球運動自体が点というよりも領域という概念でより適切に記述できるからである。

F_0 , F_c , F_n を、前凝視領域 (Old Fixation Area)、現凝視領域 (Current Fixation Area)、新凝視領域 (New Fixation Area) をそれぞれ示すものとする。これら3つの凝視領域に加えて、一時的凝視領域 (Temporal Fixation Area) を設定し、 F_t で示す。一時的凝視領域は、修正眼球運動を考察する時に要する仮設的領域である。

眼球運動を、各凝視領域間の遷移としてとらえる。 F_0 , F_c , F_t , F_n の時間関係を考慮すれば、おのずから領域間遷移の型は限定される。

図1に示されるように、(a) $F_0 \rightarrow F_c$, (b) $F_0 \rightarrow F_t$, (c) $F_c \rightarrow F_c$, (d) $F_c \rightarrow F_t$, (e) $F_t \rightarrow F_c$, (f) $F_c \rightarrow F_n$, という6つの型の遷移が考察の対象となる。図2に、凝視位置領域間の遷移がサッケイドによってすみやかに行われているようすを眼球運動の実測例で示す。(c)の期間が続いたのち(b), (e)を経

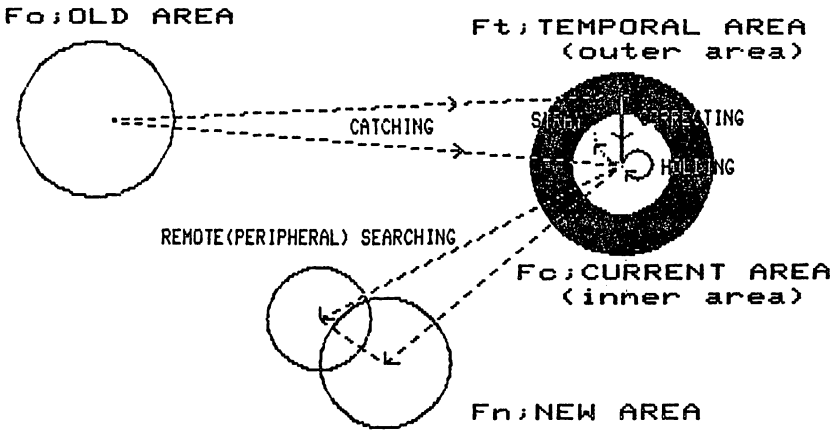


図1. 眼球運動が、4つの凝視領域間の遷移として示される。各破線が眼球運動を示し、円が凝視領域を示す。

て再度(c)となる。その後(f)が(a)として具体化する。

以下、これら6つの遷移型のもつ意味と、対応する眼球運動について検討する。

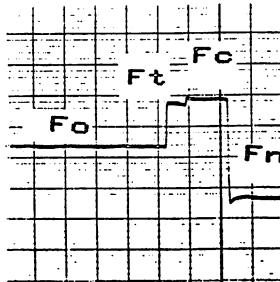


図2. ステップ状サッケイドの実測例

(a) {Fo→Fc} 型

この型の眼球運動の基本的機能をここで、`捕捉、(Catching)とよぶ。観察者から一定の距離の2次元位置平面に Fo, Fc が在るとき、サッケイドがこの型の眼球運動である。Fo, Fc が同一の両眼視方向に在る時、パーゼンスがこの機能をはたす。一般の3次元位置空間に Fo, Fcが在る時、サッケイド

とバーゼンスが協同して機能する（中溝，大野，1978）。ここでいうバーゼンスは、いわゆる融像バーゼンス（Fusional Vergence）とは違う。Mitchell（1970）は、複視（Diplopia）領域で起こる捕捉性バーゼンスを融像バーゼンスから区別している。

F_0 , F_c が速度空間内にそれぞれの領域をもつということは、 F_0 , F_c の核となる2つの対象が運動状態にあることを意味する。したがって、 F_0 から F_c への遷移とは眼球運動の変速を意味する。しかしながら、位置領域間の遷移に伴う変速ではなくて、変速そのものを目的とする場合、たとえば、1つの安定した速度で追跡している状態から他の吾度での追跡へと移ろうとする場合に相当する。図3で、 $F_0 \rightarrow F_c$ が意味するのは位置領域の捕捉ではなくて、速度領域での捕捉である。奥行きを含む場合、含まない場合にかかわらず、この種の眼球運動はほとんどわかっていないし、独自の名まえでよばれることはない。ランプ波形状の運動の追跡（Heywood and Churcher, 1981）などで、その初期過渡状態の速度成分がこれにあたる。

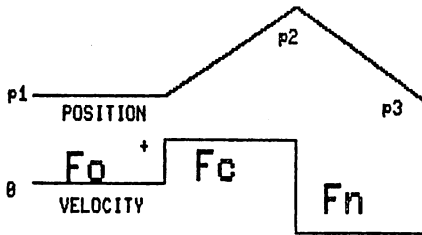


図3. 速度空間における凝視領域

(b) $\{F_0 \rightarrow F_t\}$ 型

F_0 から F_c への距離が大きい時、たとえば視角で 25° を越すような時、サッカディク・システムは奇妙な行動をとる。 $F_0 \rightarrow F_c$ のサッケイドが2段階に分けられる。図2で示された実測例のように、第1のサッケイドは F_c の近くで終了し、第2のサッケイドによってそこから F_c に達する。これが単なる捕捉ミスなのか、何らかの理由でプログラムされた予定行動なのかは定かではないが、その第1のサッケイドが、この $F_0 \rightarrow F_t$ の型の眼球運動であり、

主サッケイド (Main Saccade) ともよばれる。

パーゼンスによる捕捉の場合や、速度の捕捉の場合に、この種の眼球運動が存在するかどうかは不明である。

(c) {Fc→Fc} 型

この再帰型眼球運動を「保持、(Holding) 眼球運動」とよび、(a)の捕捉眼球運動と対比させる。凝視微動の1種であるドリフトがこの型の眼球運動と考えられる。しかしながらドリフトの概念は不明な部分を含む。ここでは、Hering の両眼連合理論 (中溝, 大野, 1978) がこの事態でもあてはまるものと仮定して、ドリフトは、多かれ少なかれ、微小緩バージョン (Micro Slow Version) と微小パーゼンス (Micro Vergence) の合成と考える。

ドリフトは、緩バージョンともパーゼンスとも無関係であるといわれる。両眼のドリフトは独立に対応していないということが論拠となっている (Alpern, 1972)。しかしながら、サッケイドと違って、ドリフトは、微小な緩運動であり、両眼での同期性を論ずることは困難である。また、両眼での方向、大きさが違い全く独立に見えることは、ドリフトが、ランダムな微小緩バージョンと微小パーゼンスの合成と考えれば理解しうる。

ドリフトの微小緩バージョンの成分に対する刺激は、一般の緩バージョンに対する刺激と同様、対象の速度と考えられる。このことを主張するためには、眼球運動システムによる速度の検出と、知覚システムによる速度の検出には差があるということを仮定するのが便利である。すなわち、速度の知覚閾が、眼球運動システムによる速度の検出閾よりも高いとすれば観察者にとってはある程度不随意に微小緩バージョンが生じることになる。この知覚閾以下の速度がなぜ生じるのか、単に速度領域でのノイズなのか、ということのをこれ以上推測することは困難である。これらの仮説に、知覚閾、検出閾という概念を用いた以上、何らかの非感覚性要因の介入を排除できない。自動運動現象と、眼球運動、教示、の関係も同様の問題を含むと考えられる。

微小パーゼンスは、緩バージョンの場合と違って、大きなサイズのパーゼンスと区別すべきだと考える。捕捉眼球運動の1つの型としてのパーゼンスは、

両眼網膜視差によって生起する。両眼網膜視差の大きさによって、精密立体視 (Fine Stereopsis) と粗大立体視 (Coarse Stereopsis) が区別されて以来 (Bishop and Henry.1971), 対応するバーゼンスにも, 捕捉バーゼンスと, それを完成させる (Completing), あるいは保持するバーゼンスとの区別がなされる (Mitchell.1970, Westheimer and Mitchell.1969)。これらの区別は, かならずしも, バーゼンス・システムに違いがあることを意味するわけではなく, バーゼンス・システムに対する刺激処理システムが区別され (Poggio and Fisher.1977, Poggio and Talbot.1981), そのことが, バーゼンス・システムに捕捉的機能と保持的機能をもたせていると考えられる。

保持眼球運動を, 3次元速度空間で考えてみよう。Fc は, ある3次元的な大きさと方向を持った速度とその近傍を意味する。眼球運動システムが, いかにかに3次元運動状態にある対象を動的に保持するという問題である。速度領域で保持することは, 位置領域で保持することと違う。図3で示されるように, 位置領域では動的状态にあっても, 速度領域では静的状態でありうる。動的に位置を保持することと, 速度を保持することとは, 眼球運動システムにとって区別されるべきである。

バージョンでは, 緩バージョンが速度保持の機能をもつ。多くの研究が, 緩バージョン・システムは, 予測とか, 速度パターンへの固定を通して速度を保持していることを示唆している (Dallos and Jones.1963, Yasui and Young. 1975, Steinbach.1976)。

バーゼンス・システムが, このような動的状态をどう保持するかということについては, ほとんどわかってはいないが, 動的状态な両眼網膜視差に反応する両眼性皮質神経細胞が存在するという報告 (Beverley and Regan.1973, Cynader and Regan.1978) は, 示唆的である。静的両眼位置視差のみではなく, 奥行き方向の速度が眼球運動システムに有効に働くとすれば, そのことが奥行き方向の速度保持の機能をもつといってもよいだろう。

(d) {Fc→Ft} 型と (e) {Ft→Fc} 型

この型の眼球運動は, 誤差の概念と密接に関連している。また本論文で提起

している凝視領域の概念とも関連している。凝視領域は位置領域であろうと、一定の有限空間であるから、その空間内に眼球位置あるいは速度があれば、それは保持されていると表現できる。しかしながら、その凝視領域を包む境界が明示されないかぎり、1つの眼球運動が凝視領域を保持しているか、それから逸脱しているかを答えることができない。

このことは、眼球運動と、対象の位置、速度との誤差が、十分に小さいとか、大きいとかいう表現とも関わる。実質的にそれを決めるのは、眼球運動システムのなかの決定機構である。Bridgeman and Palca (1980) がマイクロサッケイドの最大値は研究者による定義の問題である、というように、誤差の大小はシステムによる定義の問題である。システムは、誤差が大きいと判断すれば、修正眼球運動を生起させる。奥行きを含まない時、このシステムがボラントリー制御であれば、修正サッケイドがボラントリーに抑制可能であることを意味し、実際にそうである。(Steinman, Cunitz, Timberlake and Herman. 1967)。

凝視位置領域の奥行き方向への広がり、パナムの融像領域として、古くから一定明確な概念となっている (Mitchell. 1966)。その特性がさらに研究されつつある (Fender and Julesz. 1967, Shor and Tyler. 1981)。しかしながら、立体視の研究から出てきたこの領域が、眼球運動システムにとっての両眼凝視領域と一致するかどうか、かならずしも明らかでない。

{Fc→Ft} 型と {Ft→Fc} 型の定義において、Ft という仮説的な凝視領域を設定した。これは独立した領域というより、Fc を囲む領域を意味する (図 1 参照)。

例としてあげたように、位置領域では、ドリフトすなわち、微小緩バージョンと、微小バージョンが {Fc→Ft} 型の眼球運動であると考えている。この型を浮遊眼球運動 (Stray) と名づける。保持眼球運動との違いは Fc と Ft との関係と同型である。

保持眼球運動と明らかに異なる遊眼球運動の可能性がないわけではない

(Shor. 1979)。両眼視と単眼視が交替する条件では、フォリアと呼ばれるみ

かけ上両眼非対称な眼球運動が起こる。両眼凝視のとき、両眼視野闘争が起こり、そのことによって微小フォリアが起こるとすれば、それは、両眼視野闘争が解除された時、微小パーゼンスによって修正されるだろう。

以上述べたように、保持眼球運動は、修正眼球運動によって、Fc, 現凝視領域へと引きもどされた時、浮遊眼球運動とみなされる。

(f) {Fc→Fn} 型

この型は可能性としての眼球運動であり、眼球運動そのものではない。中心窩からみれば遠隔探索 (Remote Searching) であり、周辺視探索 (Periphera Searching) である。サッケイドのように十分にプログラムされたバリスティックな眼球運動では、ほとんどの情報処理がこの段階でなされてしまうと考えられる。捕捉の前提過程であり、疑似眼球運動とみなし、1つの型として登録しておくのが便利だと考える。

普通には、サッケイドによるスキヤニングとかサーチングという表現が用いられるように、視覚的探索は、眼球運動を主体に、頭の運動、胴の運動等、いくつかの運動系をもちいてなされるが、眼球運動よりさらに高次の探索運動系として、この型を心的探索運動とよびたい。心的探索運動は、視覚系のみではなく他の感覚系や、注意とかよばれるより高次精神活動系と密接な関連をもつものと思える。心的探索 (Mental Searching) という用語は、実際問題として、心的転回 (Mental Rotation) とかその類似語と混同される可能性がありかつそれらとの関係が明らかでない以上、以下、非眼球運動性探索とよぶ。

(Ⅲ) 視知覚と眼球運動

凝視領域間の遷移パターンに対応して眼球運動が分類され、種々の眼球運動が機能的面から位置づけられた。またいくつかの種類の眼球運動が新たに示唆された。(捕捉, 保持, 浮遊, 修正) * (位置, 速度) * (同側, 異側) からなる機能行列の各細胞が、個別に検討されるべきだ、ということが示唆された。

しかしながら、各機能に対応する眼球運動システムが独立に存在するののかという問題は、これまでの議論とは一応独立である。もしもこの点を重視すれば、実際にはいくつかの機能細胞が統合されるものと思われる。保持眼球運動

システムと浮遊眼球運動システムを区別することはむづかしい。捕捉眼球運動システムと修正眼球運動システムの区別も困難である。

このような理由から、眼球運動の機能を、捕捉と保持に大別し、これに非眼球運動性の探索を加えたもので眼球運動関連現象がほとんどすべて記述しうるものと仮定する。この仮定のもとに、眼球運動と視知覚との関係を概観する。

3-1. 非眼球運動性探索と視知覚

我々は暗やみのなかで物を捜すとき、探照灯があれば、と、思うし、捜し物が発光体であれば都合がよいとも考える。我々の目は中心窩領域で視力が高い。周辺視領域は相対的に暗やみの状態である。そのような周辺視においては、自ら強く光る物とか、何らかの理由で注意が集中した物のみが我々の認知の対象となる。暗室中での実験で、いくつかの点光源が刺激として用いられる場合には、あえて周辺視探索は要求されないが、図形等の認知の場合 (Richards .1969, Festinger, White, Allyn.1968) には、眼球運動に先だって、あるいは同時に、周辺探索が活発化するであろう。むしろ眼球運動が補助手段であるかもしれない。探索という用語が不適切な偶発的周辺視をも含めて、周辺視がはたす役割は大きいであろう。

3-2. 捕捉眼球運動と視知覚

眼球運動に先だつ種々の情報処理をすべて非眼球運動性探索とし、ここでは眼球運動中の視知覚、視覚的情報処理を扱う。

捕捉眼球運動の場合、これまで多くの研究がなされているのは、サッケイド中の視知覚である。サッケイド中は刺激の存在検出閾が上昇し、そのことはサッケイド抑制 (Saccadic Suppression) と呼ばれている (Matin.1974)。この意味でのサッケイド抑制が完全でないことから、視空間の安定性を保持するためには、他の形式のサッケイド抑制が加わることが期待される (Campbell and Wurtz.1978)。サッケイド中の位置の知覚、速度の知覚がこのことに関係しているだろう。

マイクロ・サッケイド中の視知覚は、その持続時間、運動量も小さいが、基本的には普通のサッケイドの場合と変わらないと考えられ、サッケイド抑制に

よる視覚的損害はおよそ10%に達すると言われる (Bridgeman and Palca. 1980)。

一方、捕捉性バーゼンス中の視知覚はどうか。実際の生活場面で気づくことはないが、実体鏡視の場合には、両眼複視の変化状況、すなわち水平接近運動と奥行き方向の運動が見られる。

3-3. 保持眼球運動と視知覚

保持眼球運動は、それが完全な1点保持ではなくて、凝視領域内での保持であるというところに意味がある。静止網膜像の研究は、保持が微小眼球運動によってなされることが視覚全体に決定的な意味をもつことを示している。完全な静止網膜像は知覚的に消滅する。

一方、微小バーゼンスがなければ、奥行知覚は大きな打撃を受けるかということ、問題となったことがあるかどうかすら不明である。

保持眼球運動中の視知覚で歴史的にも古い問題は、それが動的な場合、すなわち、速度凝視領域への保持の場合である。緩バージョンによってなされるこの追跡保持眼球運動中の視知覚の研究は、追跡対象の運動軌跡の知覚 (Coren, Bradley, Hoenig and Girgus. 1975), あるいは背景の知覚 (Stoper. 1973) という形でなされてきた。知覚的成功、すなわち対象の運動印象と軌跡の完全な知覚と背景の静止を1つの極として、運動対象の静止印象、背景の運動印象に致るまで、幅広い可能性がある。視空間の安定性の問題として、また視覚的運動知覚そのものの問題として、活発な議論をよんでいる (Mack and Herman. 1973, Festinger, Sedgwick and Holtzman. 1976)。

バーゼンスによってなされる追跡眼球運動中の視知覚は、緩バージョンの場合ほどには関心を引いていない。追跡保持バーゼンスと捕捉バーゼンスが区別しうるのかということとも関連して、実験的研究が待たれる。

引 用 文 献

- Alpern, M. (1972) Eye movement. Handbook of Sensory Physiology, Vol. VII/4, pp. 303-330. Springer, Berlin.
- Beverly K. I. and Regan D. (1973) Evidence for the existence of neural

- mechanisms selectively sensitive to the direction of motion in space. *J. Physiol.* 235, 17-29.
- Bishop P. O. and Henry G. H. (1971) Spatial vision. *Ann. Rev. Psychol.* 22, 119-161.
- Bridgeman B. and Palca J. (1980) The role of microsaccades in high acuity observational task. *Vision Res.* 20, 813-817.
- Campbell F. W. and Wurtz R. H. (1978) Saccadic Omission: Why we do not see a grey-out during a saccadic eye movement. *Vision Res.* 18, 1297-1303
- Coren S., Bradley d. r., Hoenig P. and Girgus J. S. (1975) The effect of smooth tracking and saccadic eye movements on the perception of size: The shrinking circle illusion. *Vision Res.* 15, 49-55.
- Cynader M. and Regan D. (1978) Neurones in cat parastriate cortex sensitive to the direction of motion in three-dimensional space. *J. Physiol.* 274, 549-569.
- Dallos P. and Jones R. (1963) Learning behavior of the eye fixation control system. *IEEE Trans. Auto. Control*, AC-8, 218-227.
- Ditchburn R. W. (1980) The function of small saccades. *Vision Res.* 20, 271-272.
- Enright J. T. (1980) Ocular translation and cyclotorsion due to changes in fixation distance. *Vision Res.* 20, 595-601.
- Fender D. H. and Julesz B. (1967) Extension of Panum's fusional area in binocularly stabilized vision. *J. opt. Soc. Am.* 57 (61), 819-830.
- Festinger L., White C. W. and Allyn M. R. (1968) Eye movements and decrement in the Muller-Lyer illusion. *Percept. Psychophys.* 3, 376-382
- Festinger L., Sedgwick H. A. and Holtzman J. D. (197n) Visual perception during smooth pursuit eye movements. *Vision Res.* 16, 1377-1386.
- Fuchs A. F. (1971) The saccadic system. In *The Control of Eye Movements*. (Edited by Bach-y-Rita P., Collins C. C. and Hyde J. E.). Academic Press, London.
- Gauthier G. W. and Hofferer J. M. (1976) Eyetracking of selfmoved targets in the absence of vision. *Exp. Brain Res.* 26, 121-139.
- Heywood S. and Churcher J. (1981) Saccades to step ramp stimuli. *Vision Res.* 21, 479-490.
- Heywood S. and Churcher J. (1971) Eye movements and the afterimage-I. Tracking the afterimage. *Vision Res.* 11, 1163-1168.

- Jung R. (1973) Visual perception and Neurophysiology; Handbook of Sensory Physiology, Springer, Berlin
- Mack A. and Herman E. (1973) Position constancy during pursuit eye movement : An investigation of the Fiehn illusion. *Q. J. exp. Psychol.* 25, 71-84.
- Matin E. (1974) Saccadic suppression : A review and an analysis. *Psychol. Bull.* 81, 12, 899-917.
- Mather J. A. Mather J. A. and Lackner J. R. (1980) Visual tracking of active and passive movements of the hand. *Q. J. exp. Psychol.* 32, 307-315.
- Mitchell D. E. (1966) A review of concept of "Panum's fusional areas". *Am. J. Optom.* 43, 387-401.
- Mitchell D. E. (1970) Properties of stimuli eliciting vergence eye movements and stereopsis. *Vision Res.* 10, 145-162.
- 中溝幸夫, 大野圃 (1978) 凝視の移動と Hering 法則. *心理学評論* 21, 166-190.
- Nelson J. I., Kato H. and Bishop P. O. (1977) Discrimination of orientation and position disparities by binocularly activated neurons in cat striate cortex. *J. Neurophysiol.* 40, 260-283.
- Poggio G. F., Doty R. W. and Talbot W. H. (1977) Foveal striate cortex of behaving monkey : Single-neuron responses to square-wave grating during fixation of gaze. *J. Neurophysiol.* 40, 1369-1391.
- Poggio G. F. and Talbot W. H. (1981) Mechanisms of static and dynamic stereopsis in foveal cortex of the rhesus monkey. *J. Physiol.* 315, 469-492.
- Pola J. and Wyatt H. J. (1980) Target position and velocity ; The stimuli for smooth pursuit eye movements. *Vision Res.* 20, 523-534.
- Rashbass C. (1961) The relationship between saccadic and smooth tracking eye movements *J. Physiol.* 159, 326-338.
- Richards W. (1969) "Center-of-gravity" Tendencies for fixations and flow patterns. *Percept. Psychophys.* 5, 81-84.
- Shor C. M. (1979) The relationship between fusional vergence eye movements and fixation disparity. *Vision Res.* 19, 1359-1367.
- Shor C. M. and Tyler C. W. (1981) Spatio-temporal properties of Panum's fusional area. *Vision Res.* 21, 683-692.
- Steinbach M. (1976) Pursuing the perceived rather than the retinal stimulus. *Vision Res.* 16, 1371-1376.
- Steinman R. M., Cunitz R. J., Timberlake R. T. and Herman N. (1967) Voluntary control of microsaccades during maintained monocular fixation.

Science 155. 1577-1579.

Stoper A. E. (1973) Apparent motion of stimuli presented stroboscopically during pursuit movement of the eye. *Percept. Psychophys.* 13, 201-211.

Westheimer G. and Mitchell D. E. (1969) The sensory stimulus for disjunctive eye movements. *Vision Res.* 9, 749-755.

Yarbus A. L. (1967) *Eye Movements and Vision*. New York, Plenum Press.

Yasui S. and Young L. (1975) Perceived visual motion as effective stimulus to pursuit eye movement system. *Science.* 190, 906-908.