

環境としての視空間

—視空間安定維持機構をめぐる文献的検討—

吉 村 浩 一

Visual Space as One's Environment

—A Theoretical Review on the Studies of the
Mechanisms to Stabilize the Visual Space.

Hirokazu Yoshimura

はじめに

我々の現前に存在する視空間は、見るための空間であるばかりでなく、生活するための空間でもある。周囲を取り巻く雑多な視覚刺激の中で、眼を動かし、頭を動かし、身体を移動させて生活することによって生じる外界の網膜像の運動情報に対して、我々は実際の外界物の運動と自らの身体運動とを正しく弁別することができるのである。言いかえれば、我々人間には、実際に運動している対象物は運動していると認知し、静止している物は静止しているものと認知するという視空間安定維持機構が備わっているのである。このようなヒトのもつ視空間安定維持機構は、これまで研究者によりさまざまな用語により表現されてきた。たとえば、Wallach & Kravitz (1965) は constancy of visual direction (CVD), Howard & Templeton (1966) は stability of visual direction, Rock (1966) は position constancy, Day & McKenzie (1976) は ego-centric constancy という用語をそれぞれ用いている。

本稿は、この視空間安定維持機構の解明をめざして行われてきた神経生理学レベルから知覚心理学レベルに至る研究の流れを整理し、それをふまえて視空間を「環境」という概念に基いて把握することによって、その安定維持機構を検討しようとするものである。

「環境」という用語は、いろいろな分野で広く一般的に使用されている言葉であるため明確な概念規定が要求される専門用語として用いるには不適當な言葉のように思われるかもしれない。しかし、ここでは人間の行動空間としての視空間を理解するためには、あいまいではあるが極めて広い範囲の要因を包含する言葉である「環境」という用語を用いて視空間のもつ諸特性を把握することが適切であると考えられたのである。

Saccadic Suppression の役割

saccadic suppression により視空間安定維持機構を説明しようとする考え方の概要は次のようなものである。まず、saccadic suppression とは眼球の急速な飛越運動 (saccade) 中は何らかの機構により網膜刺激が知覚されることが抑制 (suppression) される、というものであり、この機能の故に、網膜上を移動する外界像は知覚されず、したがって視空間はブレずに安定したものとして維持される、というものである。

この saccadic suppression がどのような機序で生じるかについての研究は、今世紀初頭の Dodge と Holt の古典的な論争に端を発している（中溝，1974）。中溝（1974）によれば，Dodge（1898，1900，1901，1905，1906）は飛越運動中の見えの抑制を網膜像のぼけ（blur），あるいは不鮮明化（smearing）という末梢過程での要因（peripheral factor）と，弱い刺激を無視する傾向があるという中枢過程での要因（central factor）によって説明した。一方，Holt（1903，1905）によると，飛越運動中，網膜の刺激作用に対応したインパルスは中枢性の抑制によって視覚領皮質に伝達されない（つまり意識にのぼることはない）ので，凝視中に知覚された鮮明な情報は妨害されることがないのである，と説明した。

Dodge と Holt の古典的見解以来，この抑制が中枢レベルの機構により生じるとする説と末梢（網膜）過程の要因によるとする説とが対立してきたのであるが，いずれが正しいにしろ，saccade に伴って視知覚が抑制されるという点では諸研究の一致がみられ，saccadic suppression の存在は支持されている。

研究ごとに用いられた手続は必ずしも同じではないが，saccadic suppression の存在を示す実験がどのような方法で行われたかの概要を示すため，ここに Latour（1962）の行った実験概要を記しておく。彼は，被験者を視角にして15度はなれた2つの光点の前に着席させ，その一方を点燈しておき，次に他方を点燈する。被験者は点燈している側の光点を注視するよう教示され，一方から他方への saccade の運動の前・中・後のある時点で2つの光点間位置に50 μ sec のフラッシュを与え，そのフラッシュ光の検出の有無をフラッシュ呈示時点の関数として表わした。その結果，50%の検出率に達しなかったのは，saccade に先行する30 msec から saccade 開始後数10 msec に至る範囲であった。このように，saccade が開始される前から既に抑制が強く生じているという見解も諸研究（Volkman, Shick, & Riggs, 1968; Duffy & Lombroso, 1968; など）の一致するところである。

Latour（1962）が用いたような実験手続では，フラッシュ光の検出はそれに前後して生じる第2の注視点光の点燈によってマスキングされ，抑制は実はマスキング効果により生じたものである，との可能性もある。Breitmeyer & Ganz（1976）はマスキングと saccadic suppression との基盤には共通の機序が存在するとの見解を提出した。その見解にしたがえば，また saccade の開始に先行して生じる抑制をも説明することができるのである。その意味で Breitmeyer & Ganz（1976）の見解は興味深いものと言える。彼らの考え方は，最近網膜において同定された sustained cell と transient cell（Cleland, Dubin, & Levick, 1971）という2種類の網膜細胞の存在に基いている。sustained cell とは構造的・図形的処理に関する情報を伝達する細胞であり，transient cell は刺激の空間位置やその変化についての情報を伝達するものと見做されている。そして両者は伝達速度においても違いがあり，sustained cell は伝達速度は遅いがこみ入った情報を，transient cell は簡単な内容ではあるが迅速に情報を伝達できるのである。この事実をふまえて，眼球の運動開始に数10 msec 先行して saccadic suppression が開始される機序が説明される。すなわち，saccade 開始前の網膜像情報が sustained cell の系路を経て中枢に向っている間に，その後 saccade 開始に伴って網膜像に生じた運動情報が transient 系路を通して中枢に達し，saccade 開始に数10 msec 先行した網膜像情報の信号に追いつき，その情報の処理を抑制するのである。そして彼らは，metacontrast によって生じるマスキング

も sustained と transient の2つの系路の同様の機序により進行するものであると説明した。このように、たとえ saccadic suppression の発生機序がマスクング効果と共通の過程であったとしても、saccade 中の網膜の運動情報の知覚は抑制されているのであり、静止した視空間知覚の維持に saccadic suppression が役立っていることに違いはないのである。

しかしながら、saccadic suppression の有する機能のみでは視空間安定維持機構を理解しえたものと考えてはならない。なぜなら、saccade 中の網膜像の運動情報が saccadic suppression により遮断されることによって、saccade の前と後との網膜像は異なったものとなり、その両者の空間位置関係を正確に知覚させる機構が明らかにされて、はじめて視空間安定維持機構が理解できたと考えられるからである。この点は Matin, E. (1976) も指摘しており、彼女の言葉によると、もし saccadic suppression 以外の機序が作用していないなら、抑制終了後、世界は変位したものと見えてしまう。そして、もしこの変位が現れないものなら、網膜空間を視覚空間のマッピングに変化させるという機序が存在するはずである。

この指摘は、saccadic suppression が視空間の安定維持に果す役割の限界を示すものと考えられる。「世界の変位」を知覚しないための機構の解明をめぐる、次節以降の諸説が展開されるのである。

相殺説 (Cancellation Theory)

「我々は動く眼でいかにして物を見るか」という問いに対して、古くから多くの生理学者や心理学者が解答を与えようとしてきた。そして、その議論は大きく2つの対立する立場から展開された。すなわち、Sherrington (1918) に代表される流入説 (inflow theory) と Helmholtz (1866) に代表される流出説 (outflow theory) がそれである。

流入説と呼ばれる Sherrington の考え方は、「中枢から眼球を動かす外眼筋へ運動指令が与えられると、外眼筋は収縮し眼球は回転する。その眼球の運動に伴い、静止した外界の像は網膜上を運動する。網膜からの運動情報と外眼筋の収縮に伴う外眼筋の自己受容性の求心性情報とが脳の比較測定器において相殺され、環境適応的知覚が維持される」というものである。これに対し、流出説の考え方は、「中枢から外眼筋へ運動指令が与えられると、その内容が脳の比較測定器に保存され、眼球が運動することによって生じる網膜からの運動情報との間に、比較測定器において相殺が行われる」というものである。流入説は外眼筋(末梢)から中枢へ流れ込む情報を有効と見做し、流出説とは中枢から末梢へ流れ出る指令情報を重要視するものである。

流入説に立つ Sherrington (1918) の主張の根拠は次のようなものであった。「眼の真正面に垂直点群 $A \cdot B \cdot C$ がある。B を第1眼位*の点とし、その上下の A, C という3つの点からなる垂直配列である。その右上(第3眼位)にも全く同様の垂直点列 $A' \cdot B' \cdot C'$ があるとする。今、視点を B から B' に移したとすれば、眼球は Listing 法則**にしたがって運動するため、

※ 頭部を真直にして、ほぼ視線が真直前方を向いているときを第1眼位と称し、これから視線が水平および垂直の方向に偏位している場合を第2眼位、以上の他のすべての斜めの方向に向いているときを第3眼位と呼ぶ。

※※ 眼球の回転の仕方についての法則で、眼位を水平および垂直(第2眼位)以外、すなわち、第3眼位に回転させる場合、眼球は実際にはねじれる形で回転し、客観的な水平・垂直は網膜上では傾斜している、という内容をもつものである。

右上の客観的には垂直な $A'B'C'$ は網膜上ではもはや垂直ではなく左下りに映っているはずである。にもかかわらず、やはり垂直であると知覚されるのは眼位についての外眼筋からの情報がなければならないことになる」。

一方、流出説の Helmholtz (1866) の根拠は、「1) 眼球が指により受動的に動かされた場合、外界像が運動しているものと知覚される。2) 閉眼した眼球が指により受動的に動かされた場合には、その網膜上に焼きつけられていた残像の運動が知覚されない。3) 外界筋麻痺状態、あるいは外界筋麻痺患者で眼を動かそうとすると、動かそうとした方向へ外界が運動したと知覚される。」というものであり、これらの証拠から、外眼筋からの自己受容性求心性情報は有効でなく、眼を動かそうとする知覚された意志の努力 (perceived effort of will) という outflow 情報と網膜上の運動信号との間での情報の相殺が生じるものと考えられた。

その後、流出説を支持する実験はいくつか報告されたが、Helmholtz (1866) が指摘した証拠以外のトピックを扱ったものとしては、Mach (1885) や Brindley & Merton (1960) の実験が挙げられる。Mach (1885) の実験は、パテで眼球を固定すると、眼球を動かそうとした場合、外界がそれと同じ方向に動いたと知覚される、というものであり、また、Brindley & Merton (1960) は、暗室で外眼筋をピンセットで引っ張り眼球を急速に回転させた場合、その回転角が30度に及んでも被験者には眼球が動いたという知覚がほとんど生じないことを報告し、いずれの場合も外眼筋からの求心情報は眼位についての信号を正しく伝えないことを示した。また、Helmholtz (1866) は outflow 情報の内容を perceived effort of will と考えたのであるが、後の研究者は心理的な用語を用いることを避け、efference copy (Holst & Mittelstaedt, 1950) や corollary discharge (Sperry, 1950) と名づけ、視空間の安定維持機構を説明するために必要な情報の流れのモデルを作成した。

それに対して、流入説は、Helmholtz (1866) が示した3つの明確な証拠から流出説に圧倒されており、一時は骨格筋一般とは異なり、外眼筋には筋肉の収縮の感知器である筋紡錘が存在しない、とまで考えられていた。しかし、今世紀半ば Cooper & Daniel (1949) がヒトの外眼筋内に筋紡錘が存在することを発見し、流入説は再び議論されるようになった。流入説を支持する最近の実験としては、Skavenski (1972) が挙げられる。彼は、流出説を支持する実験、たとえばパテを用いた Mach (1885) やピンセットで外眼筋をひっぱる Brindley & Merton (1960) は眼球や眼筋に極めて強い刺激を与えるため適正に外眼筋からの情報を感知できなかったものと考え、眼球にできるだけ不必要な刺激を与えないように精巧に受動的運動を荷した場合、7度ないし14度の負荷に対しその運動の方向と大きさをかなり正確に知覚できると報告した。

本来、相殺説は、流入説にしろ流出説にしろ生体にそなわっている生理的機序として考えられたものである。そこで inflow, outflow のいずれの情報にしろ有効に機能するものなら、そのインパルスが当該部位から検出されるはずである。しかるのちに、その情報の存在を認めることができるものと考えられるが、このような努力はまだ始まったばかりである。最近の神経生理学の進歩をふまえて、単一あるいは小部位の外眼筋ないし中枢の神経線維からの電気信号を記録するという方法によって、inflow, outflow 信号そのものを検出しようとする努力がそれである。inflow 信号を検出しようとする努力には Bach-y-Rita (1975), Reinecke & Simons (1975) などがあり、outflow 信号検出については岩間 (1975) などにより行われている。

inflow 情報, outflow 情報は必ずしも背反する情報ではなく, 両情報がともに有効に機能するという考え方も提案されている。それは Matin, L (1976a) の Hybrid Mechanism と呼ばれるものである。hybrid とは「混成」という意味であり, ここでは inflow 情報と outflow 情報との混成を意味するものと考えられる。この Hybrid Mechanism の考え方もまた, 最近の神経生理学の研究成果に負ったものである。すなわち, 中枢と外眼筋との間の α - γ 環の存在に基いたものなのである。 α 運動細胞とは中枢から筋肉 (錘外筋) への運動指令が与えられる系路であり, γ 運動細胞とは筋紡錘 (錘内筋) の収縮を行うための中枢からの指令系路である。そして α - γ 環の機能の仕方は, 中枢からの運動指令が γ 路を経て筋紡錘を収縮し, その収縮情報が筋紡錘から出る求心路によって介在ニューロンに達し, そこでシナプスする α 運動細胞が刺激され, α 系路を経て筋肉 (錘外筋) に運動指令を送り筋肉を収縮させるというものである。Matin, L. (1976 a) はこの機序を理解することによって外眼筋麻酔時や固定時に眼球を動かそうとするその方向へ外界が動いたと知覚されるという事実を説明しようとするのである。すなわち, 外眼筋麻酔や固定によって, 錘外筋は麻痺あるいは固定できるが錘内筋は麻痺も固定もできない。そこで眼を動かそうとした場合, その運動指令は γ 路を経て主働筋の錘内線維を収縮させる。この収縮情報が上向路を経て中枢に伝わるが, α 路による錘外筋収縮は実行されない。そのため, 錘内筋からの求心性情報と実際の眼位とがうまく対応しないため外界の運動が知覚されてしまう。そして, この筋紡錘からの inflow 情報は実際の眼位に依存する信号ではなく, 眼球を動かそうとする outflow 情報によって生じる信号なのである。つまり, 眼球を動かそうとする outflow 情報と錘内筋からの inflow 情報のいずれもが機能するわけである。この Hybrid Mechanism も現状では理論上のモデルであり, 神経インパルスの検出により裏づけられたものではない。今後の神経生理学的検討が俟たれるところである。

ところで, 相殺説では, 生体が網膜上の運動情報の如何にかかわらず, 視標位置を空間内位置として正確に知覚する能力を有する, ということが大前提となっているわけであるが, Matin, L (1976 b) はこの前提を覆す実験結果を得て, inflow 情報や outflow 情報という網膜外信号 (extraretinal signal) では saccade を相殺できない, と結論した。彼の用いた実験手続は, 視標光点以外は完全な暗室 (otherwise dark room) において, はじめ fixation target (視角 3.5 分) が 4 秒間点燈されており, それが消燈された 300 msec 後にその 2 度 11 分右位置に target flash (視角 3.5 分) が 70 msec 点燈され, 被験者はその target への saccade を行い, その saccade 開始前後の色々な時点に呈示される test flash (1 あるいは 2 msec 点燈) がはじめの fixation target の左右どちらの位置に呈示されたかの判断を求めるというものであった。被験者がこの実験状況において正確に位置を判断するには, 眼位についての正確な情報 (extraretinal signal による) を必要とするが, 実験結果は, 眼位に対応して extraretinal signal が迅速に眼位の変化量を相殺するのではなく, 極めて緩慢に対応するものであり, extraretinal signal は, 我々が saccade を行う際に正常に経験する視方向の安定性を説明するに足るものではない, と結論された。

もし, extraretinal signal が網膜像情報を生理的機械的に正確に量的相殺できるものならば, 日常の場面における視空間安定維持のみならず, Matin, L. (1976 b) が用いたような, 他に視覚の手がかりのない otherwise dark room においても視標呈示位置を正確に知覚できるはずで

ある。残念ながら、上に述べた Matin, L. (1976 b) の実験結果から、視空間安定維持機構は、網膜上の視標の運動情報と眼球運動に関する extraretinal signal との相殺機序によってのみからは十分に説明されるとは言えないのである。

Evaluation Theory と Concomitant Principle

ここまでの検討で、視空間の安定維持は、saccade 中の網膜像情報知覚の抑制機構や網膜像情報と網膜外情報との相殺機序によっては十分に説明できないことが明らかにされた。本節においては、網膜像の運動情報に対して中枢が何らかの判断を下すことによって安定した視空間が維持される、という考え方が検討される。このような考え方として、MacKay (1958, 1972) の evaluation theory と Rock (1966) の concomitant principle が挙げられる。

まず、MacKay (1958, 1972) の evaluation theory は「自発的眼球運動の結果生じた網膜上の変化は環境の運動の知覚を誘発しない。なぜなら、その変化は補償（相殺）されるべきやっかいな結果ではなく、達成されるべきゴールの一部だからである」（MacKay, 1958）という発想に基くものである。彼はまた、この evaluation を、「意識的な心理過程での評価ではなく、意識との対応のない生理学レベルでの評価」（MacKay, 1972）であると見做した。しかしながら、「生理学レベル」という彼の主張にもかかわらず、現在の生理学が探究するにはこの evaluation の内容は極めて高次の中枢過程での作用と言わざるを得ず、むしろ心理学的にその機能が検討されることが適切であると言えるものである。この evaluation の内容について MacKay はまた、「触知覚における探索活動の場合と同様、正常な視感覚の結果は、それが適切に評価されたときに探索された世界の安定性の積極的な証拠となる」（MacKay, 1972）と述べており、およそ現在の生理学では探索不可能な機能を含ませているのである。

MacKay の evaluation theory では自発的眼球運動の結果生じた網膜上の変化は達成されるべきゴールの一部である、と考えられたわけであるが、その点に関しては Rock (1966) の concomitant principle（随伴原理）も類似の内容を持っている。Rock (1966) の考え方は、「網膜上の運動信号が観察者自身の運動に随伴するときには、その運動信号は観察者自身の運動により生じたものと解釈する強い傾向がある」というものである。

しかしながら、この2人の考え方には少し大まかすぎる面がある。たとえば、Wallach & Kravitz (1965) は、頭部の水平回転に比例して視標が動くという装置を用いて、頭部回転角の数%しか視標が動かない場合でさえ、視標側の動きを正しく知覚できることを示しており、必ずしも自己の自発的運動に伴う網膜像の運動情報を自己自身の運動に帰着させる傾向があるとは言えないのである。このように、evaluation theory や concomitant principle もまた、眼球運動に伴う視空間安定維持機構を十分に説明しうる考え方とは言えないものであるが、この問題に、情報間の機械的生理的相殺以外の要因が含まれている、という観点を投じた意義は重要であると思われる。

Gibson の精神物理学的観点と Visual World

相殺説のところで記したように、完全暗室の実験室で刺激光点のみが視覚刺激として与えられているという条件のもと (otherwise dark room) では、我々は刺激位置を正確に知覚すること

ができなくなる。また、このような状況下ではしばしば自動運動が観察されることから、安定した視空間を維持するためには、視野内の一視標からの情報のみによってその視標の空間位置を正確に知覚しているのではなく、視野全体の視覚刺激が視空間の安定維持に役立っていることが示唆される。安定した視空間を維持するために、視野内のさまざまな対象の相対的位置関係についての運動情報が必要である、と主張したのは Gibson (1950) であった。これまでとりあげてきた諸説が、視空間の安定維持には outflow 情報や inflow 情報、または evaluation といった網膜像情報以外の信号、すなわち extraretinal signal の必要性を強調したのに対し、彼の考え方の特徴は、網膜像信号、すなわち intraretinal signal のみで安定した視空間の知覚が維持できるとした点にある。彼によれば、視野内の諸々の視覚刺激は雑多な刺激の集合ではなく、それらは鉛直方向・運動視差・両眼視差などという精神物理学的な奥行などの手がかりの法則にしたがって array を成して、刺激の勾配 (gradients of stimulation) を形成しているのである。そして、それらの刺激の勾配こそが我々に空間知覚を可能ならしめるものなのである。たとえば、地面とか海という鉛直方向を規定する対象物が視野内にない飛行機のパイロットは、彼の飛行において現実感を失いがちなのである (Gibson, 1950, p. 60)。そして、このような空間手がかりを与える視野内の刺激間関係に関する法則が、観察者が眼や頭や身体を動かす場合にも、自己の運動と外界の運動とを正しく弁別する手がかりとなっている、と考えたのである。すなわち、intraretinal signal のみで視空間の安定性は維持できるというわけである。

Gibson (1950) は、視野内の網膜像運動と空間内での対象对自身の運動の対応関係を次のように整理した。まず、(1)網膜像全体の rigid な動きの場合には静止空間を知覚し、(2)視野内の限られた一部の範囲のみの rigid な動きの場合は静止空間内で対象物の前額平行面内での運動を知覚し、(3)逆に、限られた範囲を除く全体像の rigid な動きの場合は(2)と同じ状況を知覚するが、その際眼球はその限られた範囲を注視して追従運動を行っており、また(4)全体像の deformation、すなわち注視している一点は静止しそれ以外の部分の像の動き具合は部分によって異なる場合は、静止空間内での自己の運動を知覚し、(5)限定範囲内の像の deformation の場合は静止空間内で対象物の奥行方向の運動を知覚する (p. 132)。そして、このような対応は、精神物理学的な奥行知覚・運動知覚の手がかりに基いて成立している higher-order retinal cues である、というわけである。

この空間知覚についての Gibson の考え方は、さらに visual field と visual world との対照的理解へと発展する。visual field、すなわち我々の視覚刺激を感受する網膜像の領域は、現前に存在する視空間、すなわち visual world を知覚するための土台である、と理解されるのである。Gibson (1950) によれば、visual field と visual world とは次のような対照的属性を有する。まず、(1) field には範囲の限定があるが、world にはない。(2) field はここからの方向 (direction-from-here) を変化しうが、world はそうならない。(3) field は周辺 (margin) と関連して方向づけられているが、world は重力と関連して方向づけられている。(4) field は遠近画法における一場面であるが、world はユークリッド空間である。(5) world 内の物体は奥行・形態を有しお互いのうしろに見えるが、field 内での形態は奥行がない状態である。(6) field では身体運動中、形態は視野全体と同様にくずれるが、world では全てのものはそのままの状態であり動くのは観察者である (p. 42)。要するに彼は、視空間の安定維持機構を

higher-order retinal cue の法則にしたがう網膜像という visual field の領域から、現実の視空間の知覚の次元である visual world の領域へと展開することによって説明しようとしたのである。彼はこの visual field から visual world への展開を不可欠なものと考えた。視知覚の研究に visual world の概念を導入する必要性についての Gibson (1950) の考え方は次のようなものであった。「一般的に言えば、視覚の理論はこれまで visual field の理論であって、この型の説明は不十分なものである。求められていることは客観的なみえについての理論なのである。……中略……視覚の科学が、ほぼその当初から視覚の誤りや不適切さを強調してきたのに対し、visual world の概念は全くその逆のことを強調する。……中略……知覚物と対象物との対応関係の不一致を理解することは困難なことではない。真に我々が理解しなければならないことは、なぜそのような不一致が極めて少ししかないか、ということである。このことがまことに不可解なことであり、ほんとうに重要な問題なのである」(p. 43)。

視覚刺激を visual field 全体から摂取し、その情報を利用して visual world を知覚し、安定した視空間を維持している、という Gibson の考え方は、本稿の前半でとりあげた saccadic suppression や相殺説に比較すると、全く異なった次元における巨視的な解明方法であると言え、微視的生理的な研究方法からみると、およそ視空間安定維持機構の解明を望めるものではない、と見做されるかもしれない。しかし、Gibson の visual world による考え方は、視空間安定維持機構の解明について微視的生理的レベルの研究においては問題とされていない重要な要因を検討しており、その意義は重要であると考えられる。これまでとりあげてきた視空間安定維持機構をめぐるさまざまなレベルの研究は、この問題をめぐっての、それぞれのレベルでの正しい機構の説明を幾分か含みものである。しかし、それらの間に、もし見解の相違や背反する事実説明があるならば、それぞれの見解は再検討ないし修正され、より堅実な説明に高められなければならない。その意味から、Helmholtz (1860) が指摘した、眼球を指で動かした場合外界の運動が知覚される、という事実を Gibson の考え方では説明できない、という点は重大である。Gibson の考え方からすると、網膜像全体が rigid に動く場合には静止空間が知覚されねばならないはずなのである。この矛盾点を通して、Gibson の考え方はどう検討・修正されてゆかねばならないのであろうか。

環境としての視空間

眼球を指で動かした場合、外界の動きを知覚してしまうことについて、Gibson (1950) 自身が行った説明は、自然な (natural) 眼の運動と人工的 (artificial) に眼を動かす場合とは同一のものとして扱えない (p. 31)、と言うものであった。しかし、この Gibson の考え方を認めると、視空間安定維持機構はもはや higher-order retinal cue という網膜内情報 (intraretinal signal) のみによっては説明できないことになり、自らの説明の不十分さを認める結果となってしまう。試みに片眼を閉じ、開いた方の眼のまぶたの上に指を置き眼球を左右に動かしてみよう。確かに外界像は左右に揺れ動く。それはまさに視空間安定の喪失状態と呼ぶにふさわしい状況であろう。しかし、その状況で我々は本当に外界が揺れ動いていると信じたであろうか。地震が起ったとでも思ったであろうか。否、我々は外界には何事も起らず、静止したままである、と確信していたはずである。いわば、最も確からしい知覚の次元においては、安定した視空間は維持さ

れていた、と言えるのである。

いったいこの確信はどこからくるのであろうか。それは、我々の見ている視空間を、自分にとっての環境である、と見做していることからくるのではないだろうか。たとえ眼前の視野全体が揺れ動いても、ガタガタという音も聞こえないし、身体感覚的にも揺れを感じない。地震などとはとうてい思えない。自分の周囲の視空間には何ら変化が生じていない、という環境としての把握がある。saccadic suppression や相殺説などが自らの主張の根拠として行った主な実験には、otherwise dark room でのものが多く含まれていたわけであるが、そのような実験室状況というものは、空間を知覚するための種々の手がかりがとり除かれた状況であり、環境認知の確信を喪失させる状況であったと言える。そのため、そこで得られた実験結果を、そのまま我々の知覚様式であると決定することは甚だ危険なことと言え、特に、我々の生活空間での知覚様式を理解するときには、あたかも感覚遮断下での人格測定を正常状態での人格である、と見做すが如き行為と言えるのである。

視空間を環境としてとらえようとすることは、Gibson が visual world の概念で知覚行動を説明しようとしたこととどう異なるのであろうか。

まず、先に示した visual field と visual world との対照的理解において、visual world に与えられた6つの属性のほとんどが、環境としての視空間にも該当する。ただ、第2の visual field は direction-from-here を変化しうが、visual world はそうならない、という記述は、環境としての視空間では認められない。Gibson (1950) の考え方では、visual world は中心を有しない (p. 29) のである。おそらく彼は visual world を知覚された客観的な物理的空間に近いものと考えていたのであろう。それに対し、ここに提出された環境とは、知覚者である自己を中心とするものであって、客観的な物理空間とは異なるものなのである。眼・頭・身体が運動する際の視空間安定維持が、主体である自己を中心とした定位によって達成されるものであるとの見解を支持するものとして、Robinson (1975) が要を得た記述を行っている。それは、「もっと根本的な問題は、我々の見る物体が、何らかの身体イメージと相関をもって空間に位置づけられるという周知の事実にある。手を伸ばして何かに触れるという単純な動作でも、腕の動きに対する指令を用意するには、網膜上の目標位置、頭の中での眼の位置、身体表象に対する頭の位置すべてが計算されなければならない。投げ矢を投げるとかバスケットボールを入れるなどというのもこの精妙な働きのおかげで、脳がこれらの諸変数をいかに正確に測定できるかを物語っている。多くの他の運動活動は、身体表象を基準とする座標系内でなされるから、眼球運動がそれとは異なるとする考え方がむしろおかしい」というものである。このような環境のもつ自己中心性が、環境としての視空間が Gibson の visual world と異なる第1の点である。

次に、環境とは、視覚様相のみで形成されるものではなく、聴覚・触覚・身体感覚等の多様相からなる空間である。しかも、これらの諸様相は並列に存在するのではなく、最終的には visualization の過程を経て視空間に統合される単一空間である。この visualization という用語は、Rock (1966) が左右反転眼鏡や minification レンズ着用による変換視野への順応機序を説明するために用いたもので、その概要は、「たとえば、正常視野状況では自身の足は網膜の上部を刺激し、足への触覚刺激は網膜上部への視覚刺激を期待さす。このような触覚の視覚化過程によって触覚空間は visualization される」というものである。他の感覚様相にもこのような過程を適

用することによって、我々の環境は最終的に visualization により統合される、と考えられるのである。この意味において、視空間は単なる視覚様相のみの空間ではなく、環境を構成するその他の様相の空間でもあると言えるものなのである。

第3に、環境とは、同一物理空間であっても、その環境の主体である個人の経験・性格・状況によって異なって知覚されるものなのである。たとえば、ゆるい登り勾配で信号待ち停車中の自動車の運転手は、となり車線の車が緩やかに前進するのが眼に入ると、たとえそれが視野の一部の像であっても、自分の車の後退を知覚し、後ろの車への衝突を警戒し、あわててブレーキを強く踏み込むことであろう。同じ物理状況であっても、助手席の人は、となり車線の車の緩やかな前進を正しく知覚することであろう。置かれた状況により、同じ物理空間も異なって知覚されるのである。

最後に、環境とは、広義に解釈すると、現前する空間のみではなく、空間的・時間的に拡がった空間も含まれる。すなわち、外出中のある場所で、家のことで気がかりなことがあれば、彼にとってはその時の家も環境の一部であり、また、今居る場所が過去のある時点に何か強い影響を与える出来事が起ったところであるなら、その時のその場所もやはり現在の環境を形成する重要な要因である、と見做すべきであろう。

視空間の安定維持機構を理解するために、以上のような特徴をもつ環境の概念を導入すること、すなわち、視空間を我々にとっての環境と見做すことには、さまざまな問題点やあいまいな点はあるであろうが、次のような2つの意義があるものと考えられる。第1は、視空間安定維持機構を検討するために必要と考えられる要因を最大限に含んでいる、ということであり、第2は、人間のもつさまざまな環境適応的あるいは創造的行動、たとえば逆転眼鏡着用時の知覚順応過程や異常行動の分析、人工環境の設計などの研究のために、人間のもつ空間認知様式の多面的・統合的検討姿勢を提供することである。我々にとっての環境、それは現前する物理的諸要因以上に、知覚者である我々自身の側の要因に強く負っているものと言えるのであるまいか。そして、また、我々の知覚する視空間も、我々自身の生理的のみならず認知的諸要因に強く負ったものと言えるのではないだろうか。

引用文献

- Bach-y-Rita, P. 1975 Structural-functional correlations in eye muscle fibers. Eye muscle proprioception. In G. Lennerstrand & P. Bach-y-Rita (Eds.), *Basic mechanisms of ocular motility and their clinical implications*. Oxford: Pergamon Press. Pp. 91-109.
- Breitmeyer, B. G. & Ganz, L. 1976 Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression and information processing. *Psychological Review*, 83, 1-36.
- Brindley, G. S. & Merton, P. A. 1960 The absence of position sense in the human eye. *Journal of Physiology*, 153, 127-130.
- Cleland, B. G., Dubin, M. W., & Levick, W. R. 1971 Sustained and transient neurones in the cat's retina and lateral geniculate nucleus. *Journal of Physiology*, 217, 473-496.
- Cooper, S. & Daniel, P. M. 1949 Muscle spindles in human extrinsic eye muscles. *Brain*, 72, 1-24.
- Day, R. H. & McKenzie, B. E. 1976 Constancies in the perceptual world of the infant. In W. Epstein (Ed.), *Stability and constancy in visual perception*. London: John Wiley & Sons.

Pp. 285-320.

- Duffy, F. H. & Lombroso, C. T. 1968 Electrophysiological evidence for visual suppression prior to the onset of a voluntary saccadic eye movement. *Nature*, 218, 1074-1075.
- Gibson, J. J. 1950 *The perception of the visual world*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Helmholtz, H. v. 1866 *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig: Voss. (Trs. & ed. J. P. C. Southall 1962 *Treatise on physiological optics*. Vol. 3. The perception of vision. New York: Dover.)
- Holst, E. & Mittelstaedt, H. 1950 Das Reafferenz Prinzip. *die Naturwissenschaften*, 37, 464-476. (Trs. & ed. P. C. Dodwell 1971 The principle of reafference. In *Perceptual processing*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 41-71.)
- Howard, I. P. & Templeton, W. B. 1966 *Human spatial orientation*. London: John Wiley & Sons.
- 岩間吉也 1975 眼球運動ともの見え方, 視覚情報研究会資料 VIN-75-1.
- Latour, P. L. 1962 Visual threshold during eye movements. *Vision Research*, 2, 261-262.
- Mach, E. 1885 *Beitrage zur Analyse der Empfindungen*. 1 st ed. (Trs. C. M. Williams 1959 *The analysis of sensations*. New York: Dover.)
- MacKay, D. M. 1958 Perceptual stability of a stroboscopically lit visual field concerning self-luminous objects. *Nature*, 181, 507-508.
- MacKay, D. M. 1972 Voluntary eye movements as questions. In J. Dichgans & E. Bizzi (Eds.), *Cerebral control of eye movements and motion perception*. *Bibliotheca Ophthalmologica*, 82. Basel: S. Karger. Pp. 369-376.
- Martin, Ethel. 1976 Saccadic suppression and the stable world. In R. A. Monty & J. W. Senders (Eds.) *Eye movements and psychological processes*. New York: John Wiley & Sons. Pp. 113-119.
- Martin, L. 1976a A possible hybrid mechanism for modification of visual direction associated with eye movements... the paralyzed-eye experiment reconsidered. *Perception*, 5, 233-239.
- Martin, L. 1976b Saccades and extraretinal signal for visual direction. In R. A. Monty & J. W. Senders (Eds.), *Eye movements and psychological processes*. New York: John Wiley & Sons. Pp. 205-219.
- 中溝幸夫 1974 Saccadic suppression をめぐる諸問題. 心理学評論, 17, 319-339.
- Reinecke, R. D. & Simons, K. 1975 Phoria and EOM afference: preliminary support for a new theory. In G. Lennerstrand & P. Bach-y-Rita (Eds.), *Basic mechanisms of ocular motility and their clinical implications*. Oxford: Pergamon Press. Pp. 113-117.
- Robinson, D. A. 1975 Oculomotor control signals. In G. Lennerstrand & Bach-y-Rita (Eds.), *Basic mechanisms of ocular motility and their clinical implications*. Oxford: Pergamon Press. Pp. 337-374. (山本三幸 (訳) 眼の動きを操る神経信号. 生体の科学, 26, 164-177.)
- Rock, I. 1966 *The nature of perceptual adaptation*. New York: Basic Books Inc.
- Sherrington, C. S. 1918 Observations on the sensual role of the proprioceptive nerve-supply of extrinsic ocular muscles. *Brain*, 41, 323-343.
- Skavenski, A. A. 1972 Inflow as source of extraretinal eye position information. *Vision Research*, 12, 221-229.
- Sperry, R. 1950 Neural bases of spontaneous optokinetic response produced by visual innervation. *Journal of comparative physiological Psychology*, 43, 482-489.
- Volkman, F. C., Shick, A. M., & Riggs, L. A. 1968 Time course of visual inhibition during voluntary saccades. *Journal of the Optical Society of America*, 58, 562-569.
- Wallach, H. & Kravitz, J. H. 1965 The measurement of the constancy of visual direction and of its adaptation. *Psychonomic Science*, 2, 227-228.