

2つの動体視標の認知条件とタイミング誤差時間の関係について

石 垣 尚 男

大 山 慈 徳

On the Relation between the Recognition Conditions of Two Moving Objects and Timing Errors

Hisao ISHIGAKI

Yasunori OHYAMA

タイミング動作が視覚情報の受容と密接な関係があることに着目し、2つの動体視標の通過反応事態を設定し、視野内における動く視対象の視知覚に不可欠な視線の追従視運動の解析から、視覚情報の受容、なかでも先見情報としての視対象の位置及び速度の把握がタイミング動作の正確性に如何なる影響を及ぼすかについて究明した。

緒 言

多くのボールゲームにおいては、ボールの位置、速度、加・減速度、方向、敵味方の位置、動きなどのプレーヤーを取りまく環境のディスプレイは絶えず変化しており、プレーヤーはディスプレイの変化のパターンを予測し、瞬時的(Ballistic)な運動によって対応しなくてはならない。Ballisticな運動は短い時間でスピードがあるため全体として中枢機構にあらかじめプログラムができており、その場で収集された情報に影響されることはない(Vince)といわれるが、いつこの瞬時的動作を開始するかという決断にはディスプレイからの適確な情報の受容が不可欠である。Poulton¹⁾は動いているボールを打つタイミングについて、(1)ヒットしようと思う地点にいつボールが来るか、(2)その時点でボールに合わせるにはいつストロークを起せばよいか、(3)打撃にどのくらいの力を集中するか、についての予測の重要性をあげているが、これらの情報処理も瞬時においてなされ適応反応が行なわれる。ボールゲームにおけるタイミングは絶えず変化するディスプレイからの視覚情報を知覚し、中枢機構において反応の為の最も有効な時間条件のプログラムをたて、その時間プログラムを効果器に伝達し、有効な反応をすることである。このような場合のタイミングにはSchmicht²⁾のいうところの刺激事象の到達時間の見越しが極めて重要である。次の瞬間における物理的状态を現在の感覚情報から想像し、その事象の未来的な時間を判断することができなければ連続的に変化する

事象に対して最適に反応することはできない。一般にボールゲームにおけるタイミングは反応時間と異なり反応する前に先行情報が呈示されるため、前もって反応を組織化することが可能である。この際、正しい時に先見された情報の適切な使用によって反応の時間条件のプログラムが可能となり、正確な反応を導くと考えられる。換言すれば、ディスプレイの多くの視覚情報の中から最適な反応を導くために必要な情報を如何に選択抽出し使用するかがタイミング動作においては重要な要因となる。Smith³⁾は「小筋肉の微細な調整を必要とする運動においては空間に関する視覚情報と反応の間に密接な関係がある」としていること、又、Whiting⁴⁾が「動体のタイミングにおいては本質的に外界からの情報の受理に依存する面が大きい」と述べていることはタイミング動作における視覚情報の受容の重要性を示すものである。

山田らはこの点について着目し、一連の研究^{5) 6) 7) 8) 9) 10) 11)}において、視対象の情報受容の主体となる視覚による動くものの認知と識別はタイミング動作を左右する重要な因子となることを明らかにしている。一般にタイミング動作における研究には通過反応事態を用いることが多い。これは2つの物体が互いに接近して一致した瞬間に反応するものである。この場合、2つの物体の一致に対して反応するためにはいつ一致するかを見越すことが必要となる。このような事態におけるタイミング動作においては、視対象の動きの把握すなわち、視対象

の位置、及び速度の把握から視対象の到達時間を正確に見越すことが正確な反応のための重要な要因となるといえよう。

山田¹²⁾ 13) 及び寺田¹⁴⁾ 15) 16) らは通過反応事態の条件を設定し、視野内における動く視対象の視知覚に不可欠な視線の追従運動をアイマークレコーダーにより記録し、解析することにより、視覚情報の受容、なかでも先見情報としての視対象の位置及び速度の把握がどのようになされ、それに基づくタイミング動作が如何に行なわれるかについて究明を試みている。本研究はそれらに続くもので、さらに複雑なディスプレイに対する認知とこれに基づく反応動作について究明しようとするものである。

研究目的

これまでの研究では視対象となる1つの動体視標があらかじめ設定されたタイミング点に到達する際反応するという条件であった。そこで得られた知見は、卓球、テニス、野球などのボールゲームにおけるタイミング動作解明に有用な手掛りを与えるものであるが、複数の視対象が絶えず移動するバスケットボール、サッカーなどのボールゲームに対するタイミング動作解明には必ずしも十分ではない。そこで本研究では複数の動体視標が視野内を移動する際、移動条件の把握がタイミング動作に如何なる影響を及ぼすかについて究明を行った。

具体的には動体視標を2つとし、2つの動体視標が一致する場合のタイミング事態を設定し、追従視条件の相違がタイミング誤差時間に及ぼす影響について以下の点から究明を行った。

1. 追従視条件とタイミング誤差時間の関係について
2. タイミング誤差時間の優劣と追従視パターンとの関係について

なお測定結果検討の便を得るため、これまでの研究で行なわれてきた動体視標が1つで、その移動コース上のタイミング点と一致する場合のタイミング事態における誤差時間をも測定し比較検討を行った。

測定方法

1. タイミング誤差時間の測定

1) 測定装置及び方法

動体視標の移動にはこれまでの研究と同様、図1に示す水平高速移動装置を用いた。

(1) 被験者位置

水平高速移動装置の中央、直前方2m動体視標と被験者眼が等高となるよう対座

(2) 動体視標

白色卓球ボール

(3) 動体視標速度

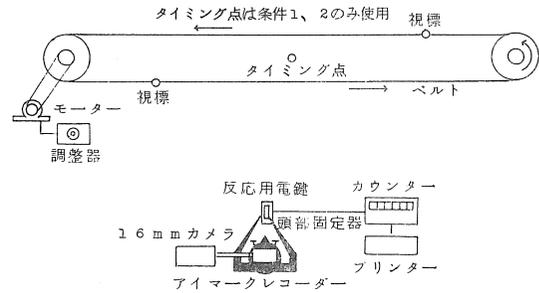


図1 測定装置

1.5m/sec (40°/sec)

(4) 動体視標移動距離

被験者正中面まで左・右それぞれ97cm

(5) タイミング点

白色卓球ボール、ただし、1動体視標条件の場合、動体視標移動コース上、被験者正中面に眼と等高に設置

(6) タイミング誤差時間の記録は動体視標の一致とこれに対する被験者の反応との時間的誤差(変動誤差 $V \cdot E$)を1/1000sec単位で計測し、各測定条件における5回計測の平均値をタイミング誤差値とした。

(7) 被験者

動体に対する時間的適合動作に慣れている18~20才の眼疾患のない大学男子運動部員 23名

2) 動体視標追従視条件

頭部は固定器(竹井Ⅲ製)によって固定し、両眼視の眼球運動のみによる追従視方法で以下に示す各条件で測定した。

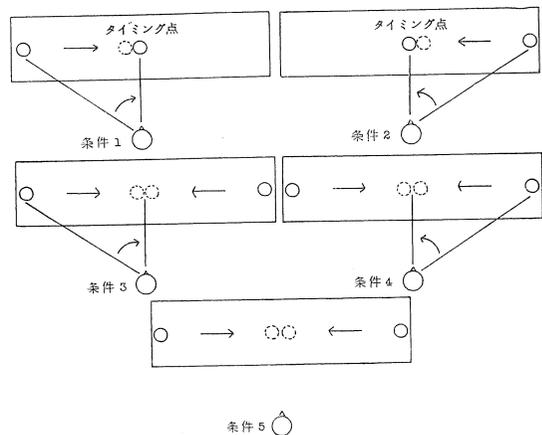


図2 追従視条件

2. 視線追従視運動の測定

前項1で示したタイミング誤差時間と併行して行った視線追従視運動は以下の要領で測定した。

(1) 測定装置

Nac製アイマークレコーダーを使用，被験者右眼に光源を投光し，ミリケンハイスピード16mmカメラにより 25 flames/sec で動体視標の視野内出現時からタイミング動作完了までの視線の追隨運動を連続撮影，各追隨視条件ごとに3回測定

(2) 測定結果の処理

測定結果は1コマずつモーション・アナライザーにかけ動体視標，タイミング点，注視点のX座標，Y座標を求めて動体視標に対する視線の追隨運動を分析，パターン化した。視線の左右移動角はアイマークレコーダーと角膜曲率との関係から分析の正確性を期すため視角 40°（右方20°，左方20°）以内とした。

(3) 被験者

1の測定における被験者のなかから抽出したタイミング誤差時間の小さい被験者2名，大きい被験者2名の計4名

この追隨視条件は2つの視標のうち右行する視標（条件3），又は左行する視標（条件4）を追隨視し，視野中心で一致する2つの視標に対してタイミング動作を行う条件である。これに対し，これまでの研究で行われてきた動体視標の移動コース上にタイミング点を設定し，右行（条件1），又は左行（条件2）する視標を追隨視しタイミング点との一致に対してタイミング動作を行う1動体視標条件においてはTE，S.Dとも大きく，左行する視標を追隨視する条件2で最大のTE40.6msecを示した。以上の測定結果を分散分析（検定結果は表2，表2-1，表3，表3-1，表4に示す）で検討し，以下に示す知見を得た。

	1-条件1	2-条件3	3-条件5
変動因	平方和	自由度	平均平方和 F
級間	1705	2	852.2 5.77
級内	14902	66	225.8 5%
全体	16607	68	

	I	*5%
1		II
2	6.3	
3	12.3	6

表2 分散分析表

表2-1 下位検定

	1-条件2	2-条件4	3-条件5
変動因	平方和	自由度	平均平方和 F
級間	3236	2	1618 9.09
級内	11747	66	178 1%
全体	14983	68	

	I	*5%
1		II
2	10.8	
3	16.6	5.8

表3 分散分析表

表3-1 下位検定

	変動因	平方和	自由度	平均平方和	F
主効果	A 1動体視標左右と2動体視標左右	1620	1	1620	5.23 5%
	B 個人差	370	1	370	1.20
	C 全体	6028	22	274	<1.00
交互作用	A × B	155	1	155	<1.00
	A × C	4611	22	210	<1.00
	B × C	4357	22	198	<1.00
	誤差	6806	22	309	

表4 分散分析表

- 1動体視標条件より2動体視標条件の方が有意にTEが小さいことから，いわゆるタイミングが合わせやすいといえることができる。
- 2動体視標条件では各追隨視条件によるTEに有意差はみられない。
- 1動体視標条件においても追隨視条件間（右行—左行）に有意差はみられない。
- 1動体視標条件と2動体視標条件間では右行する視標の追隨視条件（条件1—条件3）には有意差はみられないが，左行（条件2—条件4）には有意差（5%）がある。

ここで，さらに得られた知見について考察を進めてみる。

結果と考察

1. 追隨視条件とタイミング誤差時間の関係について

	msec				
	1動体視標		2動体視標		
	条件1 右行	条件2 左行	条件3 右行	条件4 左行	条件5 同時周辺視
平均	36.3	40.6	30.0	29.8	24.0
標準偏差	1.7	1.5	1.5	1.3	1.0

表1 測定結果

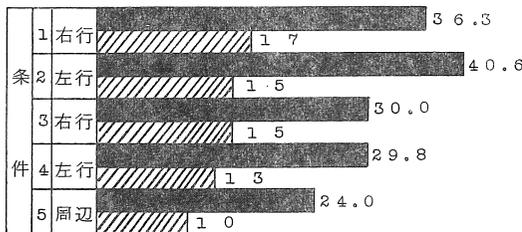


図3 平均値，標準偏差

各追隨視条件におけるタイミング誤差時間（以下，TE）の平均と標準偏差を表1及び図3に示す。表1から明らかな如く，各追隨視条件の中で最小のTEを示したものは条件5である。これは2動体視標条件において，左行及び右行するいずれの視標も追隨視せず，2つの視標が一致すると被験者が推定する地点（以下，推定タイミング点）に視線を固定し，視野外方から中心に向かって移動する2つの視標を周辺視しながら視野中心で一致する視標へのタイミング動作を行う条件である。次にTEの小さいのは条件3，条件4でほぼ30msecである。

2動体視標条件の方がタイミングが合わせやすいというところについては実験前の予測に反するものであった。すなわち、視野構造の単純な条件であるあらかじめタイミング地点が明示された1動体視標条件に対して、視野構造が複雑化した、換言すればいわゆる視野分節度を高めた2動体視標条件の方が誤差を助長すると考えられるが結果は逆であった。しかも、最もタイミングが合わせやすいと予測して設定した条件5と有意差のない結果となっている。上記(1)~(4)の結果を導いた要因は、動体視標とタイミング点、あるいは2つの動体視標の把握の方法、いにかえるならば、時間とともに変化するこれら視対象の位置及び速度の知覚と両者の相対的位置関係から中枢機構において組織化される一致の時間的・空間的見越しが、1動体視標条件と2動体視標条件では相違するのではないかと考えられる。又、各追随視条件内におけるTEの大小も視対象の把握の方法の相違に起因すると考えられる。以上各条件下におけるTEと条件間の変動要因について種々仮定したがこれらについてさらに検証を深めるためにアイマークレコーダーを被験者に装着し、各追随視条件における視標の視野内出現時からタイミング動作完了時まで視線の追随視状態の連続測定を行ったのでその解析結果をもとに次項でさらに考察を進めることにする。

2. 視線追随運動とタイミング誤差時間について

1におけるTEの測定結果からTEの小さい被験者2名(以下、A₁、A₂)、大きい被験者2名(以下、B₁、B₂)を抽出し、各追随視条件における視線追随運動を、距離(X軸)、時間(Y軸)、動体視標、注視点の位置により図式化した。(以下、追随視パターンという)。一般に動体視標を追随視する場合、その追隨の仕方には個人差があり、同一個人においても、その内環境、速度条件、刺激布置条件の如何によって異った追隨方法を示す¹⁷⁾といわれる。本追隨視条件における追隨視パターンにも個人差が認められたが、同一個人内におけるパターンは類似であったので最も特徴的なパターンを示している1例をもって各被験者の追隨視パターンとした。

一般に眼球運動の目的は視対象を明瞭視すること、すなわち網膜中心窩にその視対象を結像させることにありこれは頭部運動の介助により、より一層円滑性が助長される。しかし本研究では眼球運動以外の諸条件をできるだけ除外する目的で頭部を固定した眼球運動のみによる追隨視条件において、視対象の把握の相違がTEに及ぼす影響について究明しようとした。なお、視標角速度を40°/secとしたことは、これまでの研究で40°/sec前後が最もタイミングを合わせやすい角速度であることが明らかにされており、40°/secとすることによりTEの変

動に及ぼす他の要因をできるだけ除外して考察できると考えたからである。

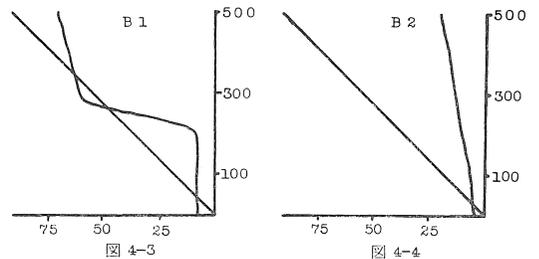
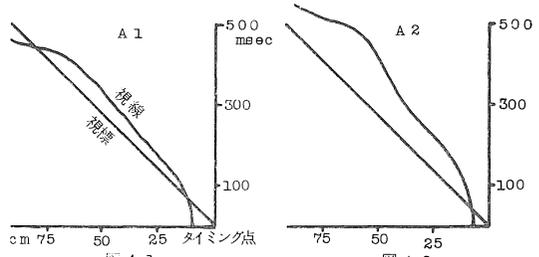


図4 1動体右行視標追隨視

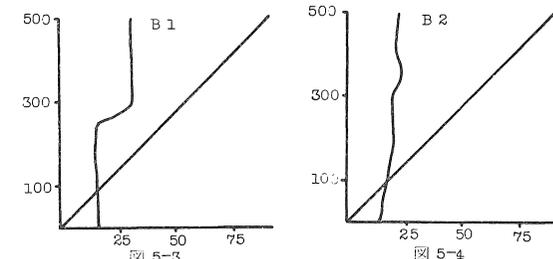
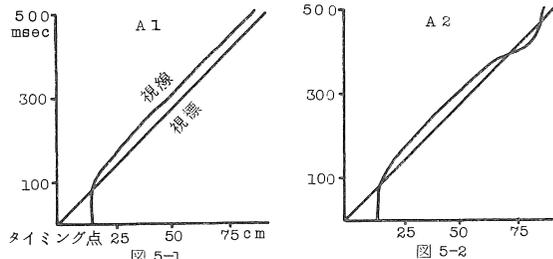


図5 1動体左行視標追隨視

(1) 1動体視標条件

図4 1-4に条件1(右行)、図5 1-4に条件2(左行)における追隨視パターンを示した。本実験条件における視標は被験者正中面から左、右方97cm、視角25°に出現するが、アイマークレコーダーの正確な撮影可能範囲を越えるため、90cm、20°からを図式化した。まず条件1から考察する。TEの小さいA₁のパターンは視野内に出現した視標に逡巡して追隨してきた視線はタイミング点前方90cm附近から1回のsaccadic jumpによって動体視標前方7~10cmを先行するパターンとなっている。以後タイミング点前方30cm附近まで先行していた視線は徐々に停滞しはじめ、タイミング点前方15cmで動体視標

をやりすごし、タイミング点到達時には前方10cmに定着している。同じくTEの小さいA₂はA₁とほぼ同様のパターンを示している。すなわち視野内に出現した動体視標の前方15~20cmを先行してきた視線はタイミング点前方25cm付近から徐々に停滞をはじめタイミング点前方10cm付近で動体視標をやりすごし、タイミング動作を行うパターンを示している。これに対しTEの大きいB₁のパターンは動体視標の視野内出現時からタイミング点前方90cmの間はアイマークレコーダーの撮影可能範囲を越えるため明らかではないが、動体視標がタイミング点前方90cmの位置にある時、すでに視線は70cmの位置にあり、このことは動体視標の視野内出現を確認したのちただちにsaccadic jumpにより視線を70cm附近に移したものと推測される。以後、徐々に視線を停滞させ、タイミング点前方60cm付近で動体視標をやりすごす、すなわち、視線を横切るのを契機として大きなsaccadic jumpによりタイミング点前方10cm附近に視線を移し、動体視標とタイミング点の一致までの200msecの間、前方10cm附近に停滞させている。同様にTEの大きいB₁は、A₁、A₂及びB₁とも全く異ったパターンを示している。すなわち、視野内への動体視標出現を確認したのち、極めて大きなsaccadeにより視線をタイミング点前方20cm附近に移し、一致までの500msecの間停滞するという全く動体視標の追従を行っていないパターンを示している。

以上のように個人によって追従視パターンが異なる理由として次のことが考えられよう。すなわち、本実験条件のように動体視標の移動コース上にタイミング点を設定し、一致時にタイミング動作を行う場合には被験者は右行視標の速度知覚とタイミング点との位置の知覚を行い、それに基づいて動体視標のタイミング点への到達の時間的・空間的見越しを行なわなくてはならない。その際、動体視標とタイミング点との相対的位置関係の把握を主として動体視標の移動条件から捉えるか、あるいはタイミング点への動体視標の到達状態から捉えるかによってタイミング動作の機序が大きく異なるものと考えられる。A₁、A₂はタイミング点に誘目されるsaccadeを発現していない。これは動体視標とタイミング点との相対的位置関係把握のためにBerens¹⁸⁾が視野に入る物体を追跡することに敏感であるとするparafoveaに把握しつつ動体視標の動きと同調する如き眼球運動を行い、タイミング点前方15cm付近で動体視標をやりすごしている。つまり、タイミング動作発現時には網膜中心窩上を視標を通過させたのち、動体視標とタイミング点との一致を視野右方約3°で捉えている。動く視標を追跡する場合、視標の動きが単純で次にどのような動きをするのか予測できる場合には眼球運動が視標の動きに先行す

ることも少なくないこと¹⁹⁾、又、鈴木²⁰⁾が動体視の研究において動くものを見るときは傍中心視でこれを追従し、明視可能域に視標が入ると中心視に移行することを報告しているように動くものの速度知覚は網膜中心窩に視対象を把握して追従するよりも、むしろ傍中心窩

(parafovea)に把握して追従する方が背景との速度差を知覚しやすいのではあるまいか。又、視線がタイミング点に定着せずタイミング点前方に定着していることは、動体視標とタイミング点との一致状況を把握しやすい地点、すなわち動知覚のよいとされるparafoveaに把握できる地点で視線が定着を起すためと考えられる。なお、この定着現象が条件1、2におけるすべての被験者にみられることから、網膜中心窩上の動体視標の通過をタイミング動作発現の何らかの手掛りとする目的をもったものではないかと解される。A₁、A₂のように動体視標の視野内出現からタイミング点附近までの約400~450msecの間、網膜傍中心窩に視標を結像させ視標の動きと同調する如き眼球運動を行うことは、速度知覚を得るための網膜機能に外眼筋活動によるフィードバック機構が加味され、背景との速度差からより正確な視標の速度知覚が得られるのではないかと考えられる。又、渡部²¹⁾が注視点が1点に留る時間とその点から十分な情報を得るための時間とは密接な関係があり、300msecに頻度分布のピークがあると報告しているように400~450msecの追従時間は速度の知覚を行い得る十分な時間的条件となることも速度知覚の正確性を増す要因となる。従ってA₁、A₂のタイミング動作発現は、まず追従視によって得られた速度知覚(評価)を手掛りとしてタイミング点との相対的位置関係(空間)を時間的關係に置換する(時間的見越し)方法によって行なわれるのではないかと考えられる。

これに対し、B₁、B₂における特徴は1回又は2回の大きなsaccadeを発現させてタイミング点附近への視線の定着を行っていることである。このsaccadeは単に同一視野内にあるタイミング点に誘目されるという心理的誘目現象ではなく、相対的位置関係把握のための意味をもつものと解される。タイミング点附近に視線を定着させるB₁、B₂における視標の速度知覚は網膜周辺部から中心部へ移動する光点として、つまり網膜上の像の移動から速度を知覚しているものと考えられる。Brown²²⁾、Gibson²³⁾は知覚される運動の速さが追視と凝視とは異なり、凝視すなわち、像が網膜上を移動する場合には眼がそれを追う場合と比較して早い印象を与え、これは単なる誤差ではないことを明らかにしている。又、松田²⁴⁾が動体の時間、空間、速度評価の発達の研究において、客観的には同じ標準速度であっても空間(運動距離)が短くなり、時間(運動時間)が短くなる

と同じ速度でも速く評価されると報告していることから、 B_1 、 B_2 のように視標の視野内発現を確認したのち saccade するパターンにおいては、視標確認の時間的條件が短いことからその速度は速い印象をもって知覚されたままタイミング点前方に定着し、ここにおいても網膜上の像の移動によりその速度知覚を得る。従って B_1 、 B_2 における視標の速度知覚に基づくタイミング動作は尚早傾向となり TE の増大を導くのではないだろうか。本報告では尚早傾向であるか否かについては明らかではないが今後の研究により究明したい。

次に条件 2 (左行) について考察を進める。図 5 1~4 から明らかのように、追隨視パターンには右行の場合と基本的な相違は認められない。 A_1 、 A_2 は視標の動きにやや先行した良好な追隨を、 B_1 、 B_2 は saccade によりタイミング点附近に視線を移動し視標の到達を待つというパターンである。このことは被験者個人の視標とタイミング点との相対的位置関係把握の方法、すなわち、タイミング動作発現のための時間的・空間的見越し構成には、右行、左行に関らず基本的な相違がないことを想像させるものである。条件 2 において、条件 1 を上廻る 40.6msec の TE を示したことは、本報告と実験条件を同じくする山田²⁵⁾らの右行 (38msec) よりも左行 (42msec) において TE が大きいとする報告と同様の結果である。左行の場合が TE 大とする理由として図 5 1~4 における視線の定着点が右行と比較してよりタイミング点前方にあることが上げられる。視線の定着点がタイミング点前方に移行するに従い、視標とタイミング点との一致をより網膜周辺部で把握することになり、網膜周辺部位感覚時間、識別能力から考えてより把握が困難となり TE 増大の要因となる。このことは網膜周辺部位におけるタイミング動作ほど TE が大きいとする

これまでの研究²⁶⁾からも明らかである。Stratton²⁷⁾が目標に導かれる眼球の向導運動は左右移動については左→右方の場合が右→左方より円滑な追隨がみられるとしている。その成因としては日常生活における左→右方への向導運動の比較的多用による訓練効果であろうと考えられる。従って本実験条件における左行視標の追隨においてもよりタイミング点近くへの追隨が困難となる結果、右行と比較してタイミング点前方への定着をもたらし TE が増大する要因となったものと考えられる。

(2) 2 動体視標条件

条件 5 における追隨視パターンを図 8 1~4 に示す。この追隨視条件においては 2 動体視標が一致すると被験者が推定する推定タイミング点に視線を固定するため、網膜上を周辺部から中心部に向かって移動する 2 つの光点として視標を知覚することになる。網膜上の像の移動から視対象の移動条件を把握しようとする場合には本来網膜周辺部機能は空間知覚、速度知覚などの高次の識別能力は劣るのであるが、条件 5 においては網膜周辺部から中心部に向かって左右等速で移動する 2 つの光点として知覚するため 2 つの視標の相対的位置関係から一致の時間的見越しが容易に行なわれるため TE が最小になったものと考えられる。又、2 つの視標の一致状況を被験者正中間において中心視で把握することも TE 減少の要因となるであろう。従って今後は、網膜周辺部における一致、及び 2 つの視標がそれぞれ異なる場合などのタイミング動作について究明を行う必要を感じるものである。被験者個々のパターンについてみると、 A_1 、 A_2 は視標の視野内出現から一致までほぼ推定タイミング点に視線の固定が行なわれているが、 B_1 、 B_2 のパターンにおいて特徴的なことはともに一致前 300msec、距離にして推定タ

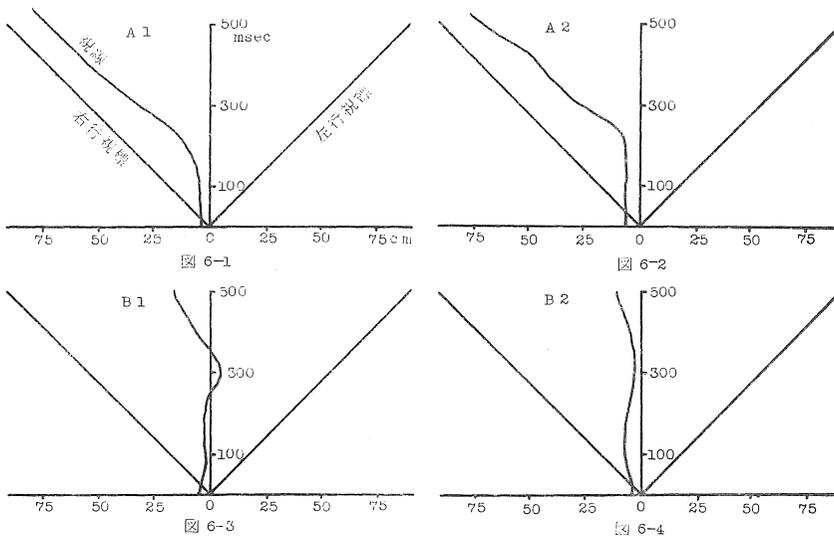


図 6 2 動体右行視標追隨視

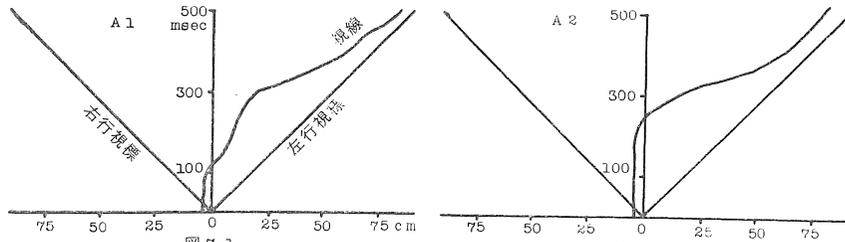


図 7-1

図 7-2

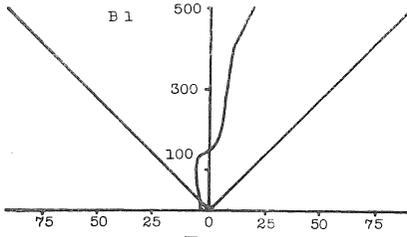


図 7-3

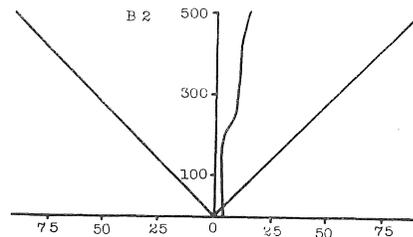


図 7-4

図 7 2 動体 左行 視標 追 随 視

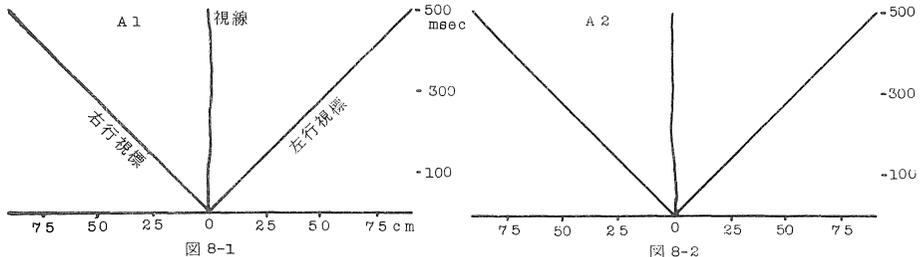


図 8-1

図 8-2

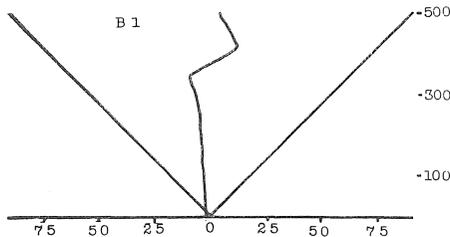


図 8-3

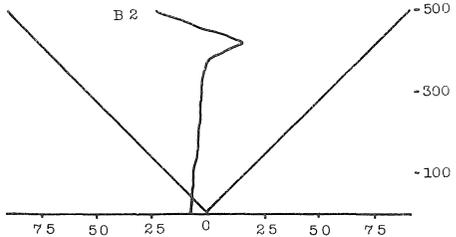


図 8-4

図 8 2 動 体 同 時 周 辺 視

タイミング点前方60cm付近まで saccade を発現させていることである。この saccade は相対的位置関係把握のための目的をもった saccade ではなく、むしろ、2つの視標を同時周辺視する過程において動知覚及び明暗覚のよいとされる桿体細胞優位の網膜周辺部に出現する視標が視覚刺激となり、視野中心部に移動することによる刺激価の高まりに伴い、Hofmann²⁸⁾のいうところの精神視的反射のかたちで saccade が発現したものと解されよう。300msec 以降、推定タイミング点附近に視線の固定がなされているが saccade 中は視覚情報は得られないことから速度知覚を得るための時間的條件の不足したパターンとなり A₁、A₂と比較してTEの増大を導いたのではないかと考えられる。

次に2動体の右行視標を追従視する条件3における追

随視パターンを図6₁₋₄に、条件4(左行)を図7₁₋₄に示す。条件3におけるA₁、A₂のパターンはいずれも右行視標の視野内出現からタイミング点前方35cm付近まで視標に25~30cm先行する視標の動きに同調した追従を行っているが、2つの視標の接近に伴い saccade を発現させタイミング点前方10cm附近へ視線を移動し、A₁は一致までの200msec、A₂は250msecの間視線を停滞させている。ところが前述した条件1においてはA₁(図4-1)、A₂(図4-2)とも視標の動きに同調する眼球運動をタイミング点附近まで行い、タイミング点への saccade を発現していない。これは追従視の経過において視野中心に移動する左行視標が静止しているタイミング点より誘目現象を発現させるための刺激価が高いことに起因するためであろう。すなわち、動知覚及

び明暗覚のよい桿体細胞優位の網膜周辺部に発現した左行視標が視覚刺激となり推定タイミング点附近、換言すれば視力及び視感度のよい網膜中心窩附近への接近によりその視覚刺激が高まることに伴い右行視標に誘目される saccade が発現するものと考えられる。しかし、この saccade は単に左行視標に誘目される saccade ではなく、2つの視標の相対的位置関係把握のための意味をもつものと解される。つまり、右行視標を網膜傍中心窩に把握して追隨する眼球運動主体の追隨を推定タイミング点附近に saccade を発現することにより左行視標との位置関係を網膜上に左右対称的に等速で移動する2つの光点として捉える網膜主体の把握方法に変換せんがためのもと考えられる。これに対しB₁、B₂は条件1、2におけるパターンと同様、左行視標の視野内出現後ただちに極めて大きな saccade によって視線を推定タイミング点附近に移し、一致までの500msecの間定着を行っているが、推定タイミング点附近を中心とした視線の動揺がみられる。この視線の左右への動揺によって2つの視標を左右対称的に視野中心から等距離、等速度で移動する2つの光点として把握することができないと考えられる。従って、A₁、A₂が眼球運動+網膜機能による把握に加え、視線固定が行なわれているのに対し、B₁、B₂は網膜機能主体の追隨、及び、視線動揺がみられることから、A₁、A₂により優れた速度知覚、空間知覚が得られ、一致の時間的見越しがB₁、B₂と比較して正確に行なわれTEの減少を導いたものと考えられる。以上から条件3において条件5と有意差のないTEとなった(表3、表3-1)ことは、条件3において、2つの視標の適合状況の把握を saccade によって推定タイミング点附近に視線を移動させることにより、網膜上を移動する2つの光点として捉えるという把握の方法が条件5におけるそれと同様であることに起因するものといえよう。

次に条件4について考察する。図7₁₋₄から明らかのようにいずれの被験者のパターンも条件3と基本的な相違はみられないことから、2動体視標条件においても視標の右行、左行に関らず把握の方法、すなわち、時間的・空間的見越し構成には相違がないと考えられる。従って条件4において、条件3とほぼ同様の29.8msecのTEとなったことは以上のことに起因すると考えてよいであろう。条件4のパターンにおいて特徴的なことは、A₁、A₂、B₁が推定タイミング点を over shoot して視線の定着を行い、2つの視標の一致を視野右方3°附近の傍中心視で捉えていることである。このことが単なる追隨視の経過における定着点の誤差なのか、あるいはタイミング動作発現のための何らかの意味をもったものであるか明らかにすることはできないが、被験者A₂、

B₁、B₂の利き眼、すなわち両眼視における主導眼A₂一左、B₁一左、B₂一右とそれぞれ推定タイミング点を中心とした定着点の位置が一致していることから、一致状況を主導眼の傍中心窩で捉えようとする限生理的機序に基づくものとも考えられるが更には今後の研究により明らかにしたい。

結 論

本研究はタイミング動作が視覚情報の受容と密接な関係があることに着目し、視野内における動く視対象の視知覚に不可欠な視線の追隨運動をアイマークレコーダーにより記録し、解析することにより、視覚情報の受容、なかでも先見情報としての視対象の位置及び速度の把握がタイミング動作の正確性に及ぼす影響について究明を行った。具体的には2つの動体視標が一致した場合のタイミング動作において追隨条件の相違がタイミング誤差時間に及ぼす影響について究明を行い、さらに静止しているタイミング点に1つの動体視標が一致した場合のタイミング動作におけるそれとの比較究明を行い以下に示す結果を得た。

- (1) 2動体視標条件において2つの視標の一致する地点に視線を固定する条件が最もタイミング誤差時間が小さい。これは2つの視標を網膜周辺部から中心部に左右対称的に等速で移動する2つの光点として、速度知覚、空間知覚を行うため一致の時間的見越しが他の条件に比較して正確に行なわれるためと考えられる。
- (2) 1動体視標条件より2動体視標条件の方がタイミングを合わせやすいといえる。これは追隨視の経過において saccadic jump を発現させることにより推定タイミング点附近に視線を定着させ、2つの視標を上記(1)の方法により知覚する傾向に起因するためと考えられる。
- (3) 1動体及び2動体視標条件とも、右行、左行のタイミング誤差時間に有意差は認められない。これはタイミング点と動体視標、及び、2つの動体視標の相対的位置把握、適合状況把握の方法が、右行及び左行視標の追隨に関らず基本的な相違がないことに起因すると考えられる。
- (4) タイミング誤差時間の大きい被験者は視標の視野内出現を確認したのち、saccadic jump によりタイミング点附近に視線を移動し動体視標の到達を待つ傾向がみられる。これに対し、誤差時間の小さい被験者は円滑な眼球運動により視標の追隨を行う傾向がある。従って円滑な眼球運動の介助により視線追隨を行うことがタイミング誤差時間の減少を導く要因であることが考えられる。
- (5) 1動体視標条件において右行より左行に誤差時間の大きい傾向がみられる。これは右→左方への眼球の向導

運動が、左→右方に比較して円滑に行なわれず、よりタイミング点前方に定着することに起因すると考えられる。

稿を終るにあたり研究について御指導いただいた名古屋大学総合保健体育科学センター山田久恒教授に深甚の謝意を表します。

引用文献

- 1) Poulton : (H. T. A. Whiting 加藤他訳: ボール・スキル) p.25B. Bマガジン社
- 2) Schmicht : Anticipation and timing in human moter performance
Psychol. Bull 70.
631~646
- 3) Smith : (荻原仁他著, 人間の知覚—運動行動) p.309 不昧堂出版
- 4) Whiting : 1) の前掲書 p.143
- 5) 山田 久恒: タイミングコントロールに関する研究
視機能がタイミング動作に及ぼす影響
について
体育学研究
Vol.9, No.4,5
(1966)
- 6) 山田 久恒: タイミングコントロールに関する研究
他2名 視機能がタイミング動作に及ぼす影響
について 第2報
体育学研究
Vol.9, No.6
(1966)
- 7) 山田 久恒: タイミングコントロールに関する研究
他2名 視機能がタイミング動作に及ぼす影響
について 第3報
体育学研究
Vol.11, No.2
(1967)
- 8) 山田 久恒: タイミングコントロールに関する研究
他3名 視機能がタイミング動作に及ぼす影響
について 第4報
体育学研究
Vol.11, No.4
(1967)
- 9) 山田 久恒: タイミングコントロールに関する研究
他4名 見越反応のタイミング動作について
体育学研究
Vol.16, No.3
(1971)
- 10) 山田 久恒: タイミングコントロールに関する研究
他1名 色彩条件がタイミング動作に及ぼす影響
について
体育学研究
Vol.20, No.3
(1975)
- 11) 山田 久恒: 反復連続タイミング動作におけるタイ
ミング誤差時間に及ぼす周期的時間知
覚の影響について
体育学研究
Vol.21, No.3
(1976)
- 12) 山田 久恒: 追従視とタイミング
他4名 環境医学研究所年報 XXII
p.72~76
- 13) 山田 久恒: タイミング動作に関する研究
環境医学研究所年報 XXII
p.77~81
- 14) 寺田 邦昭: タイミング動作における眼球追従運動
の解析
アカデミア
Vol.81 (1971)
- 15) 寺田 邦昭: タイミング動作に関する研究
—視覚情報の受容について—
アカデミア
第25集 (1975)
- 16) 寺田 邦昭: タイミング動作に関する研究
—見越要素の分析—
アカデミア
第26集 (1976)
- 17) : 15) の前掲書 p.121
- 18) Berens : Am. J. Ophthal 45 675 (1958)
- 19) 福島 邦彦: 視覚の生理とバイオニクス p.213
社団法人
電子通信学会編
- 20) 鈴木 昭弘: 日眼会誌 75巻9号 p.34 (1968)
- 21) 渡辺 毅: 画像と注視点の分布 NHK技術研究
他3名 17 (1965)
- 22) Brown : (盛永四郎: 知覚心理学)
p.621 明玄書房
- 23) Gibson : 22) の前掲書 p.622
- 24) 松田 文子: 時間, 空間および速度評価の発達の研
究Ⅲ —特に速度評価について—
心理学研究 Vol.40, No.6 (1970)
- 25) : 8) の前掲書
- 26) : 8) の前掲書
- 27) Stratton : (荻原朗: 日本眼科全書) Vol.7, No.
4, p.96 (1954)
- 28) Hofmann : 27) の前掲書 p.91