



Title	パタン認知過程における周辺視と中心視の役割について
Author(s)	安達, 潤
Citation	北海道大學教育學部紀要, 50, 109-130
Issue Date	1988-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29312
Type	departmental bulletin paper
File Information	50_P109-130.pdf



〈1986年度修士論文要約〉

パターン認知過程における 周辺視と中心視の役割について

安 達 潤

The Role of Peripheral and Central Vision in the Process of Pattern Recognition

Jun ADACHI

〈問題〉

我々が外界から視覚情報を受け取るのは網膜を通じてであるがその解像度は網膜の全ての領域において同じではない。網膜の中心部は非常に高い解像度を持っているがその周辺部では解像度は低い。それ故網膜上の或る程度の範囲を占める視覚像を持つような視覚対象を確認するためには眼球を動かして対象を走査することが必要となる。さらに、眼球運動にはサッケードと注視という主要な2相が存在している。サッケードは或る注視から次の注視へ至る急速な眼球の動きであるがこの間は外界からの刺激入力を受け取りが抑制されているので対象を認めるためには各注視時間内に得られた継時的・断片的な情報を一つの全体に統合しなければならない。この視覚性統合活動を行なう際に、一般に対象の走査効率が良いという事実が多くの実験報告によって明らかにされてきた。

単純な線図形を視覚対象とした実験 (Zusne and Michels, 1968; Zavalishin, 1968) においては注視が角や急峻な曲線部などの情報理論的に情報量の多い部分 (Attneave, 1954, 1959) に落ちることが報告されており、線画や写真などの複雑な視覚対象に関する実験 (Yarbus, 1967; Mackworth and Morandi, 1967; Antes, 1974; Walker-Smith, Gale and Findlay, 1977) においては対象の認知に利用し得る意味性の高い情報を含む領域に注視の落ちることが報告されている。以上のような注視行動の効率の良さが何に支えられているのかということに関しては単純図形の場合には「刺激部分を含む情報量」という点から刺激変数の側に求められやすい。しかしながらこの場合でも単純図形に認知的課題が付与されると注視の落ちる角が限定されること (Ellis and Stark, 1978), 教示によって注視位置が変化すること (Zavalishin, 1968) などから知覚者側の変数を除外することはできないものと思われる。又複雑な視覚対象の場合には注視位置は知覚者にとっての対象の意味に規定されるのであるからここに知覚者側の変数が介在していることは明らかである。さらにこの様な対象走査の効率の良さは刺激呈示後の比較的早い時期に確立されるという事実が報告されている (Antes, 1974)。連続する注視の中で各注視において中心視で捉えられる対象の部分はその前注視の周辺視野で捉えられており、注視行動は周辺視からの情報によって導かれている。このことと先の事実を考え合わせれば、ここに推論される認知過程は「刺激呈示後の比較的早い処理段階で周辺視を含む網膜の広い範囲からの情報によっ

て対象に関わる認知図式が発動され、その図式の制御の下で対象を効率よく走査することが可能となる。」というものである。認知図式は現在の心理学における心理学的構成概念である。これは与えられた刺激対象を解釈する過程に関わり、それを他から区別される特定の何ものかへと限定する作用を持つ。すなわち我々は与えられた刺激対象に認知図式を当てはめ、既に獲得されている知識とそれを関連づけることによって安定的な知覚を保証していると考えるのである。このことからすると先に推論された知覚過程では刺激呈示後の比較的早い時期に対象の解釈、構造化の成立することが仮定されている。現在の心理学ではこれを支える図式発動のメカニズムの研究が1つの問題領域を成しており、刺激呈示後から第一注視に至るまでの短い時間内における情報処理過程を分析している (Antes, 1977; Antes and Metzger, 1980; Metzger and Antes, 1983; Biederman, 1972; Biederman et al., 1974; 乾と宮本, 1979)。これらの研究報告の多くのデータは視覚対象の粗い全体的な情報に関わる処理が先行し、その後局所的情報の詳細な処理が続くことを示している。乾 (1978) はこのような全体情報先行型の情報処理過程を保証するメカニズムを X 経路、Y 経路といった網膜から大脳皮質へ視覚情報を伝達する2つの経路の存在 (乾と宮本, 1978; 福田, 1975; Lindsay and Norman, 1977) から説明している。しかしながら対象走査に関する幾つかの研究では図式発動が迅速に為されない場合のあること、さらには必ずしも効率の良い走査が展開されない場合のあることが報告されている。

刺激対象の焦点を暈したり (Mackworth and Bruner, 1970)、その明暗のコントラストを極度に強調したり (Stark and Ellis, 1981) することによって対象を見られない条件で呈示すると刺激呈示後暫くは走査効率の悪いことが報告されている。このことは図式の迅速な発動がこれまでの知覚経験の特性と密接に関連していることを示している。又同じように対象を見られない条件で走査する場合でもその条件での知覚経験をくり返すことによって注視行動が変化し走査効率が良くなること (Luria and Strauss, 1978)、或る対象を走査することに長年の間関わっている場合にはその効率が良くなること (Möckel and Heemsoth, 1984; Kundel and La Follette, 1972) が報告されている。これらのことは効率の良い走査を支える図式が知覚学習の産物であることを示している。

認知図式の構成、その発動のメカニズムの解明は現在1つの問題領域を成しているが、その解明の糸口を図式が学習性の産物であるということに求める試みは余り為されていないように思われる。本論文ではこの事実を問題の解き口として選択した。

視知覚において対象の全体像形成が安定的に為されるのは既に獲得されている図式が介在する視覚性統合活動を通じてである。この活動が純粋に視覚性のものであるのか、そうではなく例えば言語系といった他の系の関与も含むものであるのかは議論の余地が残されるところであるが、今回の論文では視知覚の過程のみからこの問題を扱うこととする。では、図式を十分に利用しないその形成過程において対象の全体像を作り上げる視覚性統合活動の条件はどのようなものであろうか。それを満たす全ての条件を十分な形で記述することは困難であるが、少なくともその条件の1つを指定することは可能である。すなわち図式が十分利用可能である場合に視覚性統合活動に関わる要因が操作されることによって対象の認知が成立しないならば、その操作を解除することが先の条件の1つを満たすことになるからである。既に獲得されている図式の発動に至らないような条件下での視覚性統合活動から当該対象の認知図式を形成することは困難であろう。

その様な要因操作の一つとして視野の制限を考えることができる。Watanabe and Yoshida

(1973)は視野を中心窩 3° のみに限定した条件下では平仮名などのよく見知ったパタンでも無意味図形として判断されることを示した。又 Saida and Ikeda (1979)はパタン認知の成立を可能にする視野の大きさを検討し、対象の大きさに拘らずその約50%の領域を占める視野が保証されねばならないこと、注視移動の中で連続する視野が重なり合うことが情報の統合に必要であることを示した。しかしながら以上の報告は外的、人為的な視野制限によるものであってこの条件を一般的な学習の成立過程へ持ち込むことはできない。ところが一方で処理系の機能状態により視野の狭窄が引き起こされるという事実が報告されている。Ikeda and Takeuchi (1975)は中心視野と周辺視野に異なった課題を与え、その同時遂行を行なわせる実験事態で中心視課題の負荷が高くなるに従って周辺視課題を遂行し得る視野の範囲が縮小することを示した。このことは知覚者側の条件による機能的な視野狭窄の存在を意味している。

視覚性統合活動において連続する視野間の重なりは統合の単位である対象の断片的情報相互の共通領域を形成し、統合の場である視覚性短期記憶内にそれが保持されることを支えるとともに統合のための手掛りを与えるのであろう。しかしながら統合活動の注視相における視野の縮小は形成される共通領域の低減に結果し、このことは統合の手掛りの減少を意味するばかりではなく、全体像の形成に必要な断片情報数とそれが短期記憶内に保持されるべき時間の増大をも意味する。これらのことが対象の全体像形成に不利な条件となることは明らかである。以上のことから「視覚対象の部分情報が処理系に高い負荷を与える場合には当該対象の図式形成は困難となる。」ことが予想される。

〈方法〉

1) 被験者

被験者は12名(男子9名,女子3名)である。視力は矯正を含めて全ての被験者で実験遂行上支障をきたすことはなかった。年齢は21歳から28歳であり平均24.6歳であった。被験者に報酬は支払われず、全てボランティアであった。

2) 実験装置

刺戟呈示はスライドプロジェクターで行なわれた。そのため後述の刺戟を35mmミニコピーフィルムに撮影し、そのネガフィルムをスライドマウントに載せた。刺戟は黒地に白で投影された。プロジェクターは注視点呈示用も含めて全部で3台使用された。各プロジェクターには電子シャッターが取り付けられ、NEC製PC-9801VM 4コンピュータによって呈示時間が制御された。さらにデジタルタイマーをSONY製SMC-70コンピュータで制御し、PC-9801と連動させることにより被験者の反応時間が測定された。刺戟投影スクリーンは自作(白ビニール張り透過式;86.5cm×86.5cm)で図1に示す位置関係において視角 $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ を保証した。被験者は高さ調節が可能な椅子に坐り、スクリーンの中央を視角にして約 1° の俯角を成す位置に眼球が相当する高さに、頭部をその矢状面がスクリーン中央垂直線を通過するようにHead RestとBite Barで固定された。頭部固定は眼球運動測定のために行なわれた。被験者は電氣的遮蔽の施された防音・暗室内で課題を遂行した。そのため実験者との相互通信はマイクロフォンとスピーカーを使って行なわれた。

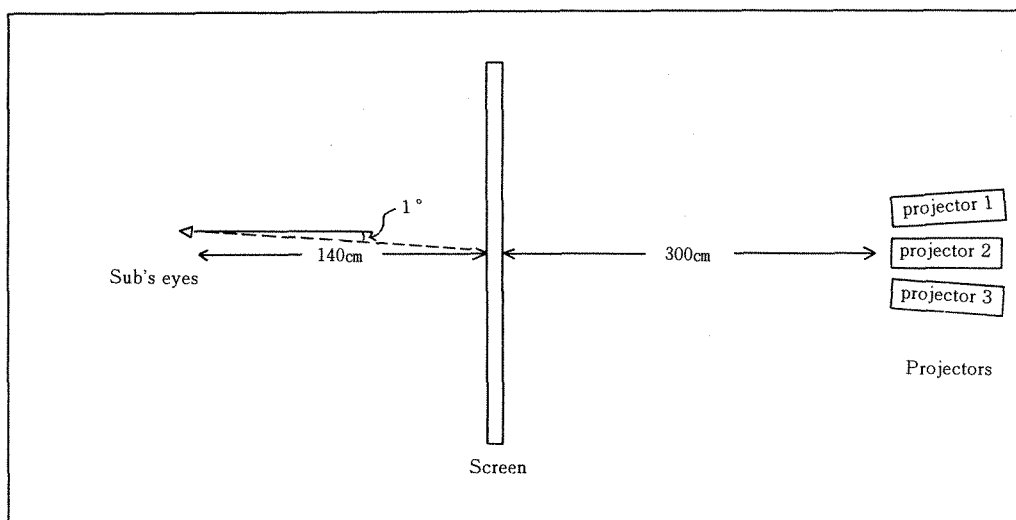


図 1

3) 課題構成及び刺激

実験場面において中心となる課題は視覚探索課題であった。探索野は standard 記号と target 記号が特定のパタンに従って配置されることで構成された。すなわち今回の実験では視覚探索課題下で探索野を走査させ、視覚性統合活動を通じてパタンの学習（図式の形成）を成立させることが目論まれた。独立変数として二通りの standard・target 弁別判断困難度（条件 A（難）、条件 B（易））が設定された。パタン学習は条件 B に比して条件 A で困難となることが予想された。実験場面は図 2 が示すように 2 つのセッションから構成された。各セッションに割り当てられる

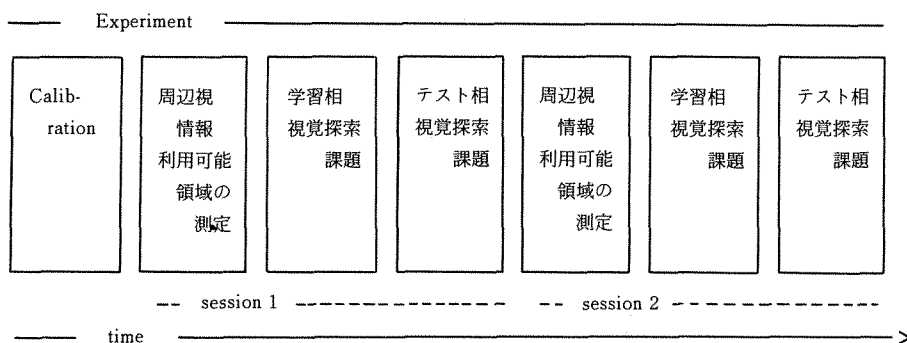


図 2

困難度条件と使用パタンは被験者間でカウンターバランスされた。図 3 は周辺視情報利用可能領域測定と学習相探索課題において使用された target 記号と standard 記号の一例である。target は B 条件では二重同心円に限定されたが A 条件では試行毎に 3 種の target の何れかが使用された。すなわち A 条件における target は外円と内円の分割数が等しい分割二重同心円であった。standard は分割数の異なる二重同心円で両条件で共通であった。

① Calibration

眼球運動データ評価のための基準値を得るための眼球運動測定が行われた。

standard	target (A)	target (B)
		

図 3

②周辺視情報利用可能領域測定

設定された困難度が探索行動の効率に及ぼす影響を調べるためにセッションの最初に行なわれた。視覚探索課題においては個々の記号を探索・確認してゆくよりも周辺視によって target を検出し、その情報に探索行動が導かれる場合に探索効率の上昇が考えられる。従ってここでの課題は中心視における standard・target 弁別判断と周辺視における target 検出の二重課題同時遂行であった。図 4 は困難度 B における呈示野の一例である。中心記号と周辺記号の距離は視角にして 16° から 2° までの 2° 毎計 8 種類であり、各距離に関して i) 中央記号が standard か target か、ii) 周辺の 4 つの記号のうち 1 つだけが常に target であったがそれがどの位置を占めるのか、という 2 点で互いに異なる呈示野が 3 つ用意された。

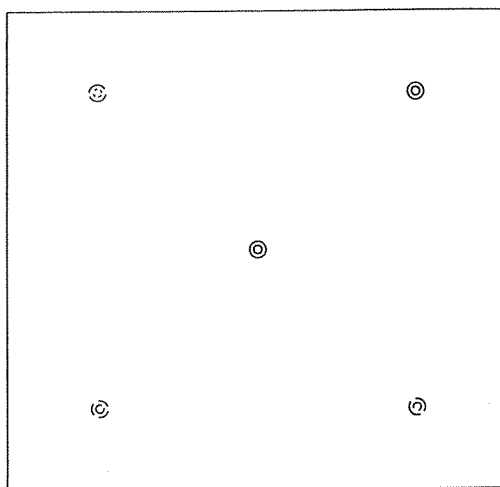


図 4

③学習相視覚探索課題

次にパターン学習を目的とした視覚探索課題が行なわれた。セッション内の試行は全部で 12 試行であった。探索野は 20 個の記号から構成されたがその配置は図 5、6 に示す 2 種のパターン構成に従った。各呈示野毎に周辺の 12 個の記号位置は点線の枠内で変動したが、中心の 8 個の記号位置は変動しなかった。このことによりパタンの全体構成を崩すことなく、被験者が眼球の位置情報でパターンを学習することの妨害が目論まれた。target は呈示野内に 1 個であり、その位置は各呈示毎に変えられた。スクリーンに投影された際のパタンの大きさは図 5、6 に示すように視角にして最大 $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ であった。個々の記号の大きさは直径 1° であった。図 7

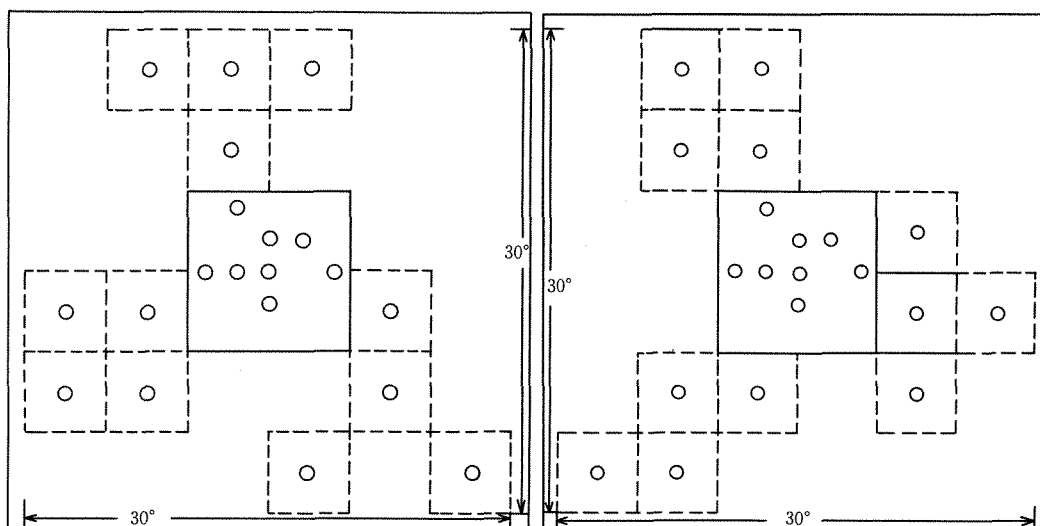


図 5 : Pattern 1

図 6 : Pattern 2

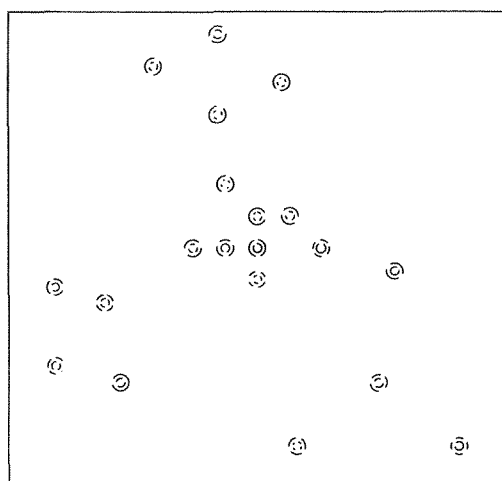


図 7

は困難動 A における Pattern 1 の呈示野の一例を示している。

④テスト相視覚探索課題

セッションの最後にパタン学習の成立度を検査する視覚探索課題が行なわれた。探索野は23個の記号から構成された。使用された記号は図8に示す通りであり、パタン学習の測度を一定

standard	target

図 8

とするため両セッション（両困難条件）で同一であった。記号配置は同一セッションの学習相探索野のうちの1つの記号配置に3個の記号が新たに加えられることによる。探索野内にtargetは1個であり、それは新たな3個の記号のうちの1つであった。テスト相探索野は新たな3個の記号の配置条件を操作することで3つの条件が設定された。それらはⅰ）新たな記号が全てパタンの枠内に配置される、ⅱ）新たな記号の1個が枠内に配置される、ⅲ）新たな記号が全てパタン枠から独立して配置される、であった。実際の記号位置はこれらの条件の下で新たな記号が学習相パタン構成を破壊する度合を実験者が主観的に判断して決定された。中央記号からtargetまでの距離は視角 12° に統制された。図9、10、11にPattern 1における各テスト条件の記号配置を示す。

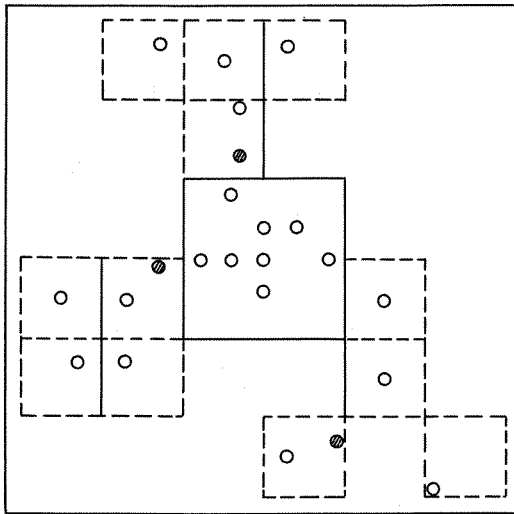


図9：条件ⅰ)

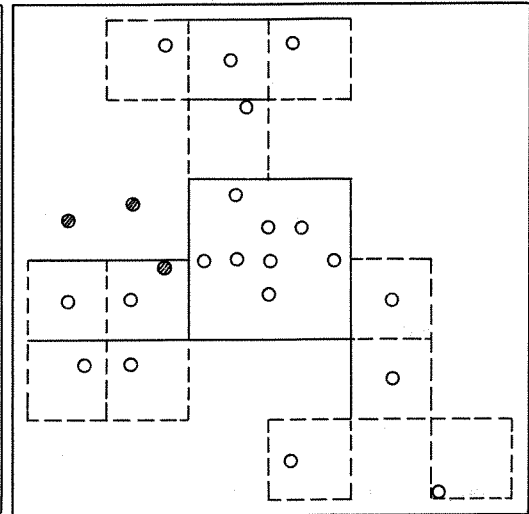


図10：条件ⅱ)

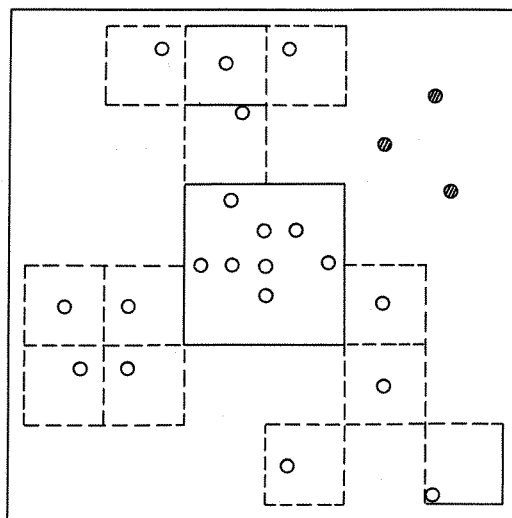


図11：条件ⅲ)

4) 手続きと実験仮説

①周辺視情報利用可能領域測定

一連の試行に先立って target・standard の確認が行なわれ、i) 課題遂行時は中央記号を凝視し続けること、ii) 中心視課題の遂行を優先すること、が教示された。呈示野は被験者が注視点(中央記号と重なる位置)を凝視している状態で200 msec 間呈示された。呈示野の出現とともに注視点は消失した。呈示は下降系列で行なわれ、A 条件では 10° から、B 条件では 16° から始められた。測定の基準は連続する距離条件において各3試行の中で2試行以上の中心・周辺両課題正遂行が示された時にその大きい方の距離を領域の半径と定めた。領域はA 条件の方が狭くなることが予想された。

②学習相視覚探索課題

一連の試行に先立って以下の7点が被験者に教示された。i) 探索野内に target は1個である、ii) target 検出をできるだけ早く行なう、iii) target を確認したら直ぐに手元のボタンを押す、iv) 探索野のパターンは基本的に同一の構成だが呈示毎に少しずつ変化する、v) そのパターン構成を把握すれば後続の探索課題遂行に有利である、vi) しかし本課題では target 検出を優先させる、vii) 各試行後に target 位置が知らされるので遂行の正否を自己報告する。探索野の呈示は被験者が注視点を凝視している状態で呈示された。呈示と同時に注視点は消失した。呈示時間は最大7692 msec であり、その時間を経過すると探索野は自動的に消失した。又被験者がボタン押しを行なった場合もそれと同時に呈示野は消失した。探索野消失後、target 位置が視覚的に呈示された。反応ボタンはタイマーと連動し target 検出時間が測定された。さらに本課題では眼球運動が測定された。ここでの遂行に関しては以下の5点が予想された。i) target 検出率はA 条件の方が低い、ii) サッケード振幅はA 条件の方が小さい、iii) target 検出時間はA 条件の方が長い、iv) サッケード数、注視数はA 条件の方が多い、v) 注視時間はA 条件の方が長い。

③テスト相視覚探索課題

一連の試行に先立って target・standard の確認が為された。被験者への教示は学習相のiv)、v)、vi) に代わってi) 探索野は22個の standard と1個の target から構成されていること、ii) standard のうちの20個は学習相探索野と同じパターン構成であること、iii) それ故学習相でのパターン構成を利用すれば target 検出が容易になること、が行なわれた。他の手続きは学習相と同一であった。ここで予想される遂行は以下の通りである。すなわちB 条件でパターン構成の学習が促進されA 条件でそのようなことがない場合、記号配置の各条件に対してa) 条件i) では新たな3個の記号がパターン内に埋め込まれているため検出時間は両困難度条件で差がなく他条件に比して長い、b) 条件ii) ではパターンの詳細な変化に気づき得た場合にのみ target を早く検出できるので検出時間はB 条件の方が短い、c) 条件iii) では3個の記号が群を成してパターンから独立して存在しているので検出時間は両困難度条件で差がなく他条件に比して短い、こととなる。^(注)

(注)

c) の予想に関してはこのように推定することはできない。B 条件においてはこの予想は成立するが、A 条件においてはそこでパターン構成の学習が為されないと考えるならば探索野の条件間差に対する感度はないと考えられる。それ故A 条件に関してはc) のような推定は成立しない。

5) 眼球運動測定とデータ評価

眼球運動は EOG 法によって記録された。電極は Beckman 社製 Ag - AgCl 電極を使用した。装着部位は図12に示してある。水平・垂直各電極間抵抗値は2.5 k Ω 以下に抑えられた。信号の

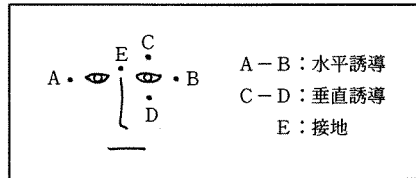


図12

増幅は三栄測器製 Bio DC Amp 1169により行なわれた。このアンプには DC off-set 回路が組み込まれており、各試行毎に被験者の注視点凝視状態で回路のスイッチを入れることにより当該試行での基準眼球位置を出力 DC レベル 0 の状態に合わせることが可能となった。このことによって DC 記録の場合に Artifact として入り込んでくる電極間アンバランスもしくは注視時点での眼球、頭部位置に起因する DC shift を除外することができた。アンプ設定値は TC = DC, HCF = 30 Hz であった。増幅された信号は TEAC 社製 Data Recorder SR -70で磁気テープ上に記録されると同時に三栄測器製ペン書きレコーダーで記録用紙上にその波形が描かれた。

磁気テープ上の信号は YHP -1000 ミニコンシステムにより 256 points/sec の sampling rate で A/D 変換され、磁気ディスク (7900) 内にデータファイルとして納められた。水平・垂直各チャンネルのファイル内数値は A/D 変換トリガー後 150 msec 区間 (注視点凝視状態に相当) の平均値からの差で標準化され、さらに 5 points の移動平均 (11.4 Hz の LPF に相当) をかけられ高周波雑音成分が除去された。この処理によりサッケード振幅値が損われることはなかった (安達, 1986)。上記の処理を受けた各チャンネル信号をベクトル合成し、X - Y プロットで描くことにより眼球運動軌跡を得た。一例が図13に示してある。

さらにデータ分析を簡便にするためサッケード区間をコンピュータプログラムによるフィルター (自作。以後サッケードフィルターと言う。) で抽出し、その残りの各区間内の数値を平均化することにより注視位置を割り出した。各注視位置を眼球が辿った順に線分で結んだものを X - Y プロットで描き、これを分析対象のデータとした。図13と同じデータファイルによる一例が図14に示してある。サッケードフィルターはサッケードの持続時間と最大速度及び注視時間をチェックすることにより作動した。データ分析に耐え得る眼球運動記録が得られたのは被験者 12 名中 9 名であったがこれは筋電図混入によるサッケードフィルター誤動作、チャンネル間クロストークによるものであった。

眼球運動データから利用し得る諸変数は i) サッケード振幅, ii) サッケード数, iii) 注視時間, iv) 注視数の 4 つであった。注視位置に関しては分析可能な精度では測定されなかった。変数の ii), iii), iv) についてはフィルターでサッケードを抽出する際に同時に割り出すことができた。i) については各被験者毎に Calibration で得られた 6° サッケード基準値によって基準値以下のサッケード (以後 α サッケード), 基準値より大きいサッケード (以後 β サッケード) に分類された。図 5, 6 に示す各構成パタンの周辺領域における記号間最小距離が 5° であることからこの分類による α サッケードは次の注視を近傍にある記号に移したことを意味し, β サッケード近傍の記号を通り越してさらに離れて位置する記号に注視を移したことを意味するものと

考えられた。

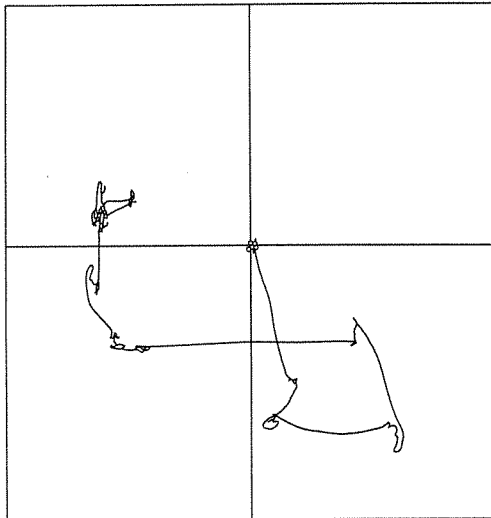


図13

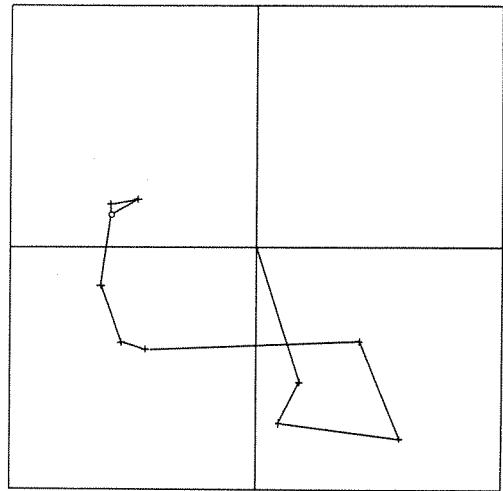


図14

〈結果〉

1) 周辺視情報利用可能領域

結果は表1に示してある。数値は全被験者の当該領域半径値の条件別平均と分散である。A条件の数値が0であるのは全ての被験者で全試行を通じて基準を満たす遂行が最後まで為されなかったことを意味している。B条件に比してA条件の困難度が高いことは明らかである。

単位: deg

条 件	A条件 (難)	B条件 (易)
平 均	0	6.83
分 散	0	3.66

表1

2) 学習相視覚探索課題

① target 検出率

表2は全被験者の12試行を通じた target 検出率の平均と分散を条件別に示している。A, B条件間差の検定は分散値間の差が大きくt検定を行なうことができなかった。しかしながらB条件において検出率がより高いことは明らかである。

単位: %

条 件	A条件 (難)	B条件 (易)
平 均	40.08	98.58
分 散	19.25	4.91

表2

② target 検出時間

検出時間は各被験者毎に各困難度（各セッション、各ボタン）の12試行に関してそれぞれ得られた。なお、ここで論議される検出時間には time out, false alarm の試行も含まれている。表3は困難度、セッション、ボタンの3要因に関する条件別平均と分散、そして検定結果である。検定は平均値の差の検定による。有意差が認められたのは困難度要因のみであった。しかしながらセッションとボタンの2要因においては両困難度を一緒に扱っている。A条件のデータは多くの試行で time out を含んでおり（144試行中82試行）、数値の頭打ちによるかなりのデータの歪みが考えられる。このことが結果に影響を及ぼした可能性を考慮しこの2要因に関してB条件のみの分析を再び行なった。さらに12試行中の前半と後半での遂行の変化を知るために前・後も試行要因の分析も行なった。結果は表4に示してある。有意差が認められたのはセッション要因のみであった。

単位：msec

要 因	平 均	分 散	z =, p <
困 難 度	A	6431.23	z = 27.95
	B	1483.54	p < 0.001
セ ッ シ ョ ン	1 s t	4130.78	z = 0.97
	2 n d	3800.08	n. s
パ タ ン	1	3931.55	z = -0.20
	2	4000.70	n. s

表 3

(単位：msec)

要 因	平 均	分 散	z =, p <
セ ッ シ ョ ン	1 s t	1656.19	z = 2.32
	2 n d	1308.45	p < 0.05
パ タ ン	1	1486.86	z = 0.44
	2	1480.17	n. s
12 試 行	前 6	1585.17	z = 1.32
	後 6	1383.32	n. s

表 4

次に眼球運動データの結果であるが先述したように以下の分析対象となった被験者は9名のみである。又眼球運動データから利用し得る諸変数は i) サッケード数, ii) サッケード振幅, iii) 注視時間, iv) 注視数の4つであるが i) と iv) に関してはサッケードと注視が交代性の活動であることから、それらは同じ現象の異なった表現であると考えられる。従ってここではサッケード数のみを分析の対象とした。

③サッケード数

結果は表5に示してある。セッション、前後6要因はB条件のみの数値である。^(注)検定結果は困難度要因にのみ有意差を認めた。ところでA条件で有意にサッケード数が高いという結果は試行の多くが time out であったことからすれば当然のことと思われる。それ故 time

要 因		平 均	分 散	$z=, p<$
困 難 度	A	8.94	4.05	$z=10.13$
	B	3.92	3.17	$p<0.01$
セッション	1st	4.58	4.75	$z=1.62$
	2nd	3.37	2.25	n. s
12 試 行	前 6	4.02	3.80	$z=0.34$
	後 6	3.81	2.42	n. s

表 5

out の影響を受けない変数として各試行のサッケード数を当該試行の検出時間で割ることにより 1 秒当たりのサッケード数を算出した。

(注)

検出時間の分析におけると同様、ここでもパタン要因に有意差は認められなかった。今後パタン要因の分析は省略する。

④秒当たりサッケード数

困難度、セッション、困難度別セッションの各要因に関する結果が表 6 に、前後 6、困難度別前後 6 に関する結果が表 7 に示されている。平均値の差の検定によって有意差が示されたのは困難度、A 条件のセッション、各困難度条件の前後 6 要因であった。

要 因		平 均	分 散	$z=, p<$
困 難 度	A	1.34	0.37	$z=-11.17$
	B	2.35	0.86	$p<0.001$
セッション	1st	1.84	0.83	$z=-0.09$
	2nd	1.85	0.84	n. s
セッション (A)	1st	1.42	0.41	$z=2.78$
	2nd	1.23	0.30	$p<0.05$
セッション (B)	1st	2.36	0.92	$z=0.12$
	2nd	2.34	0.82	n. s

表 6

要 因		平 均	分 散	$z=, p<$
12 試 行	前 6	1.78	0.79	$z=-1.14$
	後 6	1.91	0.88	n. s
12 試 行 (A)	前 6	1.41	0.36	$z=1.97$
	後 6	1.27	0.38	$p<0.05$
12 試 行 (B)	前 6	2.15	0.93	$z=-2.51$
	後 6	2.56	0.75	$p<0.05$

表 7

⑤サッケード振幅

分析はサッケード振幅評定値による。評定値は各試行で計算され、一試行内の α サッケードを1点、 β サッケードを2点とした時の合計点数を当該試行のサッケード数で割った値とした。結果は表8、9に示されている。書式は表6、7と同じである。有意差が認められたのは困難度、A条件の前後6の各要因であった。なお、B条件の前後6要因は傾向を示した。さらに後6試行においてA条件とB条件の間に有意差($Z = -3.02$, $P < .002$)が認められたが前6試行においては認められなかった。

要 因	平 均	分 散	$z =$, $p <$
困 難 度	A	1.49	$z = -2.09$
	B	1.57	$p < 0.05$
セッション	1st	1.53	$z = 0$
	2nd	1.53	n. s
セッション (A)	1st	1.48	$z = -0.47$
	2nd	1.50	n. s
セッション (B)	1st	1.58	$z = 0.31$
	2nd	1.56	n. s

表8

要 因	平 均	分 散	$z =$, $p <$
困 難 度	前 6	1.53	$z = 0$
	後 6	1.53	n. s
12 試 行 (A)	前 6	1.53	$z = 1.96$
	後 6	1.45	$p < 0.05$
12 試 行 (B)	前 6	1.52	$z = -1.41$
	後 6	1.61	n. s

表9

⑥注視時間

分析は試行毎の平均注視時間による。平均注視時間は試行内の注視時間合計を注視数で割ることによって算出された。結果は表10、11に示されている。書式は表6、7と同じである。平

単位: msec

要 因	平 均	分 散	$z =$, $p <$
困 難 度	A	587.03	$z = 14.14$
	B	240.20	$q < 0.001$
セッション	1st	448.74	$z = 1.65$
	2nd	391.39	$p < 0.1$
セッション (A)	1st	580.35	$z = -0.34$
	1nd	595.56	n. s
セッション (B)	1st	269.3	$z = 2.68$
	2sd	216.9	$p < 0.05$

表10

単位:msec

要 因		平 均	分 散	z =, p <
12 試 行	前 6	421.87	233.37	z=0.08
	後 6	418.94	267.37	n. s
12 試 (A) 行	前 6	567.52	221.21	z=-0.87
	後 6	606.91	247.87	n. s
12 試 (B) 行	前 6	250.4	102.7	z=1.42
	後 6	223.6	83.6	n. s

表11

均値の差の検定によって有意差が認められたのは困難度, B 条件のセッションの各要因であった。又セッション要因は傾向を示した。

3) テスト相視覚探索課題

この課題では2名の被験者が6試行中1試行でそれぞれ time out を示した他は全ての試行で target が時間内に検出された。すなわち全体を通じての target 検出率は97.2%であった。表12は target 検出時間の全被験者平均と分散を各困難度毎, テスト条件別に示している。表13はt検定による結果である。Test 2とTest 3のA条件間に傾向($t=1.64$, $P<0.1$)が示された他は検定を行なった全ての条件で有意差は示されなかった。しかしながら表12にみられるように各条件の分散値は高く, この被験者間のバラツキが結果の有意性を見え難くしている可能性がある。反応時間を指標とした分析では被験者の固有な反応時間差がデータのバラツキを大きくし, 分散

単位:msec

条	件	平 均	分 散	記 号
Test 1	A	3568.25	1748.89	a
	B	3925.42	1987.12	b
Test 2	A	3910.25	1752.65	c
	B	3534.33	1845.61	d
Test 3	A	2839.92	1436.09	e
	B	3170.67	1838.06	f

表12

a	b	c	d	e	f
a	n. s	n. s		n. s	
	b		n. s		n. s
		c	n. s	*	
			d		n. s
				e	n. s
					f

*: $p<0.1$
 **: $p<0.05$
 n. s: 有意差なし
 空白: 検定を行っていない
 自由度=22

表13

値を高くすることがある。今回の場合すべての被験者が6条件をすべて行なっていることから平均値換算法を使って被験者間固有検出時間差を或る程度修正することが可能であった。平均値換

算法は被験者毎に全条件を通じての平均値を算出し、この値を個々のデータから差し引くことによって行なわれる。以下の分析はこの換算値に基づいて行なうものとする。表14はこの数値に基づく平均と分散である。書式は表12に従っている。t検定の結果は表13と変わるところはなかった(c-e間: $t=1.74$, $P<0.1$)。これらの結果が示しているのは実験上設定された独立変数が有意な効果を持ち得なかったということである。

単位: msec

条 件	平 均	分 散	記 号
Test 1	A	76.83	1126.33
	B	434.0	1688.33
Test 2	A	418.83	1320.94
	B	43.0	1578.48
Test 3	A	-651.5	1670.86
	B	-321.42	1595.45

表14

今回の実験では学習相視覚探索課題の遂行において被験者が利用し得る情報を取り込むことのできる視野の範囲を規定するものとして独立変数が設定された。しかしながら視覚探索方略に関する被験者の内省報告は方略が独立変数による限定を受けなかったことを示している。例えば或る被験者の報告はA条件においては一注視内で2個から3個の記号を一群として見てその中でtargetらしく感ぜられるものがあるとそこへ眼を動かして確認するという方略を採り、B条件においては殆どの場合探索野呈示直後にtargetの位置がわかるのでボタン内を探索する必要がないというものであった。又別の被験者の報告はA条件においては1個1個の記号の探索と確認をくり返したが、B条件においては7個から8個の記号を一群として見てその中にtargetがあれば確認するという、独立変数の設定に沿ったものであった。このように視覚探索方略は個々の被験者内変数に規定された。しかしながら被験者は全てどちらかの条件で複数個の記号を一注視内で処理しつつ探索活動を行なうという方略を採った。もう一方の条件では全被験者が一貫した方略を採ったわけではないが10名の被験者は記号を1個1個探索、確認するという方略を採った。先の方略を方略イ、後の方略を方略ロとすると方略イは独立変数設定のB条件に、方略ロはA条件に対応している。独立変数に方略が規定されずA条件で方略イを採ったのは被験者のうち4名であり、残り8名の被験者は独立変数設定に従う対応関係を示した。なおこれら8名は方略ロを採った10名の被験者の中に含まれていた。すなわち8名の被験者に関しては独立変数に方略が規定された。表15はこれら8名の被験者に関する条件別の平均と分散である。方略間の有

単位: msec

方 略	平 均	分 散	記 号
Test 1	イ	199.0	1886.26
	ロ	86.63	1347.27
Test 2	イ	-725.63	917.26
	ロ	928.25	1314.16
Test 3	イ	-140.88	1647.87
	ロ	-342.63	1931.83

表15

a	b	c	d	e	f
a	n. s	n. s		n. s	
	b		n. s		n. s
		c	**	n. s	
			d		*
				e	n. s
					f

* : $p < .1$
 ** : $p < .05$
 n. s : 有意差なし
 空白 : 検定を行っていない
 自由度 = 14

表16

意差は Test 2 のみに認められた ($t = 2.92$, $P < 0.01$)。この結果は仮説に従うものである。又方略口に関して Test 2 と Test 3 の間に傾向 ($t = 1.54$, $P < 0.1$) が示された。^(注)

(注)

原論文では困難度条件と方略との対応関係が独立変数設定の逆を示した被験者も含めて全てのデータが方略イ, 方略ロという形で分類, 検討された。逆の対応関係を示した4名の被験者は何れも Test 2 において方略イの方でより短い検出時間を示した。しかしながらこの分類では方略ロにおいて必ずしも先の定義に適さない者のデータも検討の対象となっている。それ故, 今回の8名の被験者に関する分析結果の方が独立変数設定から予想された遂行の特性をより正確に反映していると思われる。又, 原論文では方略の内省報告を眼球運動データによって裏付けるとの目的で学習相探索課題における試行内の α サッケード数, β サッケード数から $\Sigma \beta^2 / \Sigma \alpha$ なる値が算出され, その相対的な大小からデータの分類, 検討が行なわれた。しかしながらこの値が方略を反映しているか否かは心理統計学的に確証されているわけではない。それ故この値による分類に基づくデータ分析は余り意味を持っていない。このことから今回の要約では $\Sigma \beta^2 / \Sigma \alpha$ の値に基づくデータ分析の部分は省略された。

〈考察〉

1) 周辺視情報利用可能領域測定

周辺視情報利用可能領域は中心視処理負荷の低い条件においてより広がりを示した。負荷の高い条件では周辺視課題の遂行は著しく低減した。このことは機能的有効視野の先行研究と結果を同じくする。しかしながら今回の場合, 後続の視覚探索課題における探索効率を規定するものとしてこの領域の測定が行なわれたので周辺視課題の困難度も中心視課題の困難度と一致することとなった。周辺視情報利用可能領域の困難度条件間差は中心周辺両課題の困難度条件間差の相乗効果によるものと考えられる。それ故周辺視課題が統制された有効視野研究の結果とは単純に比較することはできない。しかしながら今回の実験に限って言えば探索活動の効率を規定するものとして論議することができるとと思われる。ただ今回の反応方法は言語報告であったため, 遂行に対する被験者の確信度が結果に影響を及ぼした可能性は認めざるを得ない。ここで明らかにされたのは A 条件の方が B 条件よりも圧倒的に困難度が高いということであろう。

2) 学習相視覚探索課題

学習相視覚探索課題の検出時間データは A 条件において頭打ちの歪みを示した。これは遂行の多くが time out を含んでいるためであり, それに対応して target 検出率も A 条件の場合に低下した。逆に B 条件では target 検出率が著しく高く, A 条件と B 条件の困難度設定がかけ離れ

ていたことを示している。検出時間、サックード数、注視時間は A 条件の方が大きな値を示した。しかしながら秒当たりサックード数は B 条件の方が大きな値を示した。standard-target 弁別判断の困難度が高くなることは注視時間の増大を意味し、必然的に秒当たりサックード数の低下を招いたのだろう。さらに検出時間の増大はサックード数と注視時間の 2 つが増大していることに支えられているものと思われる。これらのことが示しているのは A 条件の場合に課題遂行の困難度が高く、注視相における処理活動に時間を要し、対象の様々な部分情報を素速く取り入れることができないという意味でサックードの効率が低下したということである。又注視時間はセッション要因に関して第 1 セッションでより大きな値となる傾向を示したがこれは各困難度におけるセッション要因の結果が合わさったものであろう。

次に困難度条件別に結果を検討してみよう。

まず最初に B 条件に関してであるが、ここでは検出時間、注視時間が第 1 セッションでより大きな値を示した。これらのことは課題遂行の一般的な安定化と関連するものと思われる。^(注1) セッション内に試行の前後 6 試行間での変動は秒当たりサックード数、サックード振幅に示された。両変数とも変動の方向は後 6 試行においてより大きな値を示すことであった。このことの意味を考えてみよう。Prinz (1976) は視覚探索課題の遂行に記憶系が関与する際の働きについて述べ、それが課題遂行をくり返すにつれて変化してくることを示唆している。彼によれば一連の課題遂行の初期においては外界から取り込まれた情報が target であるか否かを検討する比較器は target の記憶表象に制御されるが、一連の試行をくり返している中でその制御が target でないもの (non target) の表象へ移されることになる。探索活動が target 表象によって制御される場合、次の情報を取り込む活動 (サックード) は外界から得られ、比較されている情報が target でないという判断が成立をすることによってのみ発動することとなる。この場合比較器の活動は個々の対象の構造特性を検討するというレベルに限定されることとなる。一方、non target 表象によって制御が行なわれる場合、個々の対象に固有の構造特性に関わる検討が為されるのではなく複数個の対象に関わってそれらが target を含んでいないという意味で冗長な領域を成すか否かの検討が行なわれることとなる。この場合比較器は複数個の対象を同時に処理するレベルで動き得ることとなる。しかしながらこのことは non target が target との関係で冗長な領域を形成し得ることがその条件である。target 制御の場合、視覚情報として一度に複数個の対象が取り込まれたとしてもそれらが target であるか否かの検討は継時的にしか行なわれない。それ故情報の取り込みから次の情報取り込みのための活動が発動されるまでの時間 (注視時間) は長くなる。今回の実験の B 条件における standard と target の弁別判断は standard の構造特性 (同心円の分割数) を詳細に検討しなくとも円が分割されているか否かということだけで判断は成立する。以上のことからすると B 条件における前後 6 試行間差は target 表象制御による探索活動から non target 表象制御による探索活動への変化を反映しているものと思われる。しかしながら今回示された条件間差は先の 2 変数にとどまり、余り明瞭なものではなかった。このことは standard と target の構造的差異が極めて顕著であったことに帰因するのであろう。視覚探索活動が全て target 表象制御から開始されるわけではない。被験者の探索方略はその一連の試行の中での変化も含めて刺激対象の特性に依存するのであろう。

次に A 条件の結果を検討する。セッション条件間差は秒当たりサックード数で示されたが注視時間では示されなかった。これら 2 変数の条件間差は逆の関係を示すはずであるが、今回そのような関係は得られなかった。このことの原因は明らかではない。前後 6 試行間の差は秒当たり

サックード数、注視時間、サックード振幅で示されたがその方向は全て B 条件とは逆であった。このことは先の論議からすると試行のくり返しの中で被験者の探索方略が target 表象制御に方向づけられていったことを示している。A 条件では standard, target とともに分割二重同心円であり target 検出に有効な冗長領域を知覚的に形成することはできない。このことにより被験者は target 表象制御による探索方略を採らざるを得なかったのだろう。

最後にサックード振幅を A, B 両条件を通じてみると表 9 に示されているように前 6 試行においてほぼ同じ値をとっている。このことは被験者が課題の困難度に拘らず target 制御と non target 制御の間に位置する一定の方略で課題を遂行し始め、その後方略が課題の特性に方向づけられていったことを示している。^(注2)

(注)

1. 秒当たりサックード数と注視時間は相互に逆の変動関係を示す 2 変数である。秒当たりサックード数に関してセッション条件間差が認められなかったことから考えると注視時間においても条件間差は認められないはずであるがデータは第 1 セッションにおいてより大きな値を示した。原論文ではセッション条件別の前後 6 試行要因の検討を行なったがその結果第 1 セッションの前 6 試行における数値が第 2 セッションの各数値よりも大きいことが認められた。すなわち B 条件において示されたセッション条件間差は第 1 セッションの前 6 試行が大きな値を示していることによるものであった。このように第 1 注視時間が実験場面初期相において大きな値をとりその後減少してゆくことは探索野呈示に伴う外界の突発的な構造化による定位反応の出現とその慣化の過程を反映しているであろう。
2. 眼球運動データから各困難度条件における被験者の方略を推定した。しかしながらテスト相探索課題の結果で述べたように被験者の内省報告によればその方略は必ずしも独立変数設定に規定されたものではなかった。眼球運動データを利用し得た被験者の中で方略が独立変数設定に従った者は 6 名であり、そうでない者は 3 名であった。しかしながらこれら両者の個々のデータを視察した限りでは顕著な差異を見い出すことはできなかった。このことは被験者の内省報告に反映された、方略に対する意識体験と実際の遂行が異なっている可能性、又は眼球運動データが被験者の方略の差異を反映し得るだけの精度を持たなかった可能性を意味している。これらのうちの何れかを事実として認めるためにはさらに詳細な実験、測定精度の検討、向上が要求されるがこれは未だ為されていない。ただ今回呈示されたデータが事実を裏付けるだけの重みを持たないことは認めざるを得ない。

3) テスト相視覚探索課題

被験者の内省報告による結果の分析は仮説に沿うものであった。しかしながら学習相探索課題の眼球運動データは内省報告の差異を何ら裏付けるものではなかった。(注 2) でも述べたようにこれが眼球運動測定の精度によるものか内省報告が実際の遂行を反映していないことによるものかは確証されなかった。以下テスト相視覚探索問題の結果に関して考察を進めるが、これは被験者の内省報告に基くものであって眼球運動データに裏付けられたものではない。

内省報告に基く分類による結果の検討は本論文の考え方と一致する。しかしながら今回の実験は設定された独立変数が注視相における視野の範囲(断片情報の大きさ)を限定し得なかったことを示している。周辺視情報利用可能領域測定の結果にも明らかなように現注視の周辺視野内に存在している記号の詳細な分析を行ない、target であると思われる記号に次の注視を振り向けるという形で周辺視野の情報を利用するならば A 条件において注視相における視野を広くとることは不可能である。では A 条件で方略イを採った被験者はどのようにして視野を広くとることができたのだろうか。探索行動に関する彼らの内省報告は彼らが視野内に捉えられた記号の

standard-target 弁別判断を確実に行なわなかったことを示唆している。例えば或る被験者は3つ切れの target は三角のような形、4つ切れのものは四角のような形というように判断を行っており、それが target であるかないかの確信度が低い場合にのみ分割数を数えて確認したことを報告している。又別の被験者は視野内に捉えられた複数個の記号の中に target らしいものが含まれていそうだという直観的判断のみで何度かボタン押しを行なったことを報告している。さらに別の被験者は target の判断に際しては記号の確認を行なったが探索を効率よく行なうために次の注視を決定するにあたってはパタンの中の記号群やまとまりを検知しそこに注視を向けたことを報告している。これらの報告から推測されるのは視野内に複数個の記号を捉え込むことと対象の分析レベルを低下させることが対応しているということである。Mackworth (1965, 1976) は視野内に存在する情報が過剰である場合に有効視野が縮小し、処理系に対する過剰負荷を回避することを示唆している。彼の使用している「情報」の意味は明確ではないがこの主張を逆に考えれば刺戟の特性がどのようなものであってもそれが処理系に対して過剰な負荷を与えなければ有効視野は或る拡がりを持つと解釈し得るのである。情報理論的に考えると刺戟対象の冗長度が知覚者のその捉え方に規定されるという論議 (Attneave, 1954) から、複雑な構造を持った刺戟対象が必ずしも知覚者に多くの情報量を与えるわけではないことは明らかである。Williams (1982) は中心視に呈示される視覚対象の複雑度が変化しなくてもその見方を変えることによって有効視野が変化することを示した。このことは先の論議を支持するものであると思われる。方略イと A 条件が対応する被験者は恐らく対象の分析レベルを低下させることによって或る程度の拡がりを持った視野を維持し、その連続の中でパタンに対応する図式形成に至ったのであろう。しかしながらこのことは方略イと B 条件が対応する被験者の場合も同じであって non target 表象による探索活動の制御は target 以外の記号を個々の構造特性に対する分析レベルを落とすことによって一様なものと捉えていることを意味する。ただし、これらの場合に形成される図式の詳細さは視野の広さを維持するために設定された分析レベルに対応するものと思われる。視覚性統合活動の中で組み上げられる断片情報は知覚者による処理を受け、視覚性短期記憶内に保持される知覚物と対応すると考えられるからである。今回の実験の場合にはパタン構成は個々の記号の配置位置のみによって決められており、個々の記号の構造特性はパタン構成に関しては被験者に情報を何も提供しない。それ故、方略に規定された低次の分析しか受けない断片情報に基く対象図式でもテスト相課題の遂行に有効であったのだろう。

複雑な構造を持つ対象でもそれを処理する際の分析レベルを低下させることによって対象全体の図式が形成し得るという考え方は人間の発達過程において獲得される視覚対象の認知図式がどのような特性を持っているのかという問題を解くヒントになるように思われる。Mackworth and Bruner (1970) は刺戟野の走査に関して成人も児童も振幅の大きなサッケードを発動し得るが児童の場合それが刺戟野の中の色の大きな断片やコントラストなどの低次な情報に導かれることを報告している。Harris and MacFarlane (1974) に示唆されるようにヒトの有効視野はその成長、情報処理能力の増大とともに拡大するのであるがそのことが直接に対象の図式形成を導くのではないように思われる。ヒトが個々の発達段階における情報処理能力に規定される有効視野でしか図式形成ができないのだとすればその外環境に対する適応能力は著しく低減することになるだろう。むしろ限られた情報処理能力の中で対象の分析レベルを低次から高次にわたって柔軟に変化させ得ることが必要なのではないだろうか。恐らく図式の獲得過程においては高次の分析に基く対象の部分的図式が積み上げられてゆくというよりも低次の分析を受けた断片情報に

よる全体図式から高次な分析を受けたものへと変化してゆくのであろう。しかしながら最終的に成立する図式においてもその全ての部分が高次な分析を受けた情報に基く必要はない。通常個々の視覚対象が知覚者との関わりの中で重要な意味を持つ部分は限定されており、それ以外の部分に関して高次な図式を形成することは処理の経済に反する。これらのことからすると対象の認知図式の形態は低次な分析に基く対象の総括的情報を土台として、その上に知覚者が対象と適応的に関わるために重要な意味を持つ領域の高次な分析に基く部分図式が重ね合わされているという二層構造を持ったものと考えられないだろうか。さらに視覚性統合活動はサッケードを介在して行なわれるのであるからサッケード後の中心視情報はサッケード前の周辺視情報の記憶表象の上に短時間のうちに重ね合わせられ相互が関連づけられると考え得る。このことが低次全体図式と高次部分図式との間の緊密なつながりを保証しているのであろう。このような構造を持つ図式は対象の総括的情報を基礎としているが故に対象の総括的情報を取り込むことが図式の発動を有効に導くこととなるであろう。一方、視覚刺激の取り込み口である網膜はその中心部では解像度が高く、周辺部では低い。このことは対象の総括的情報が周辺部で受けとられることを意味している。また、網膜から視覚領へ至る神経伝達路にはX経路、Y経路という2つの主要な経路が存在し、Y経路はX経路のおよそ2倍の伝達速度を有している。さらにこれらの経路が網膜と対応関係を持つ領域は両経路で異っておりY経路は網膜の全域と対応しているがX経路は中心領域のみと対応している。以上のことがらを考え合わせると次のような知覚過程を推測し得る。すなわち、Y経路を通じて網膜周辺部から主に取り込まれた対象の総括的情報が低次全体図式を発動させる。次にそれと緊密なつながりを持つ高次部分図式が発動し、後続の処理活動を方向づける、というものである。

〈最後に〉

今回の実験においては課題設定の不適切さ（A条件の困難度が高すぎたことなど）から被験者の遂行を特定の状態に追い込むことができず、さらに指標の測定精度が低かったことから被験者の遂行の差異を事実として裏づけることができなかった。仮説そのものが誤っている可能性も考えられるが、ともかくも解かれるべき問題が解かれざるまま残っていることは明らかであろう。それ故本論は設定された問題に対する一つの考え方を述べるに過ぎないものとなってしまった。今後、本論で提出された問題を解明するに当たっては単発のサッケードに伴う視覚情報処理、凝視状態での刺激呈示による中心視と周辺視の処理機構の検討など、より基礎的な手続により研究を進めてゆくことが望まれる。

Reference

1. 安達 潤 (1986) : EOG による眼球運動測定。北海道心理学会第33回大会発表。
2. Antes, J. R. (1974) : The Time Course of Picture Viewing.
Jl of Exp Psychol, vol 103 ; 62 - 70
3. Antes, J. R. (1977) : Recognizing and localizing features in brief picture presentation.
Memory and Cognition, vol 105 ; 155 - 161
4. Antes, J. R. and Metzger, R. L. (1980) : Influences picture context on object recognition.
Acta Psychologica, 44 ; 21 - 30
5. Attneave, F. (1954) : Some informational aspects of visual perception.

- Psychol Rev, vol 61 ; 183 - 193
6. Attneave, F. (1959) : Application of information theory to psychology.
(「心理学と情報理論」小野, 羽生共訳。ラテイス刊)
 7. Biederman, I. (1972) : Perceiving real-world scenes.
Science, vol 177 ; 77 - 80
 8. Biederman et al. (1974) : On the information extracted from a glance at a scene.
Jl of Exp Psychol, vol 103 ; 597 - 600
 9. Ellis, S. R. and Stark, L. (1978) : Eye Movements during the viewing of Necker Cubes.
Perception, vol 7 ; 575 - 581
 10. 福田 淳 (1975) : 視覚中枢入力多元性。
生体の科学, 第26巻 ; 54-64
 11. Harris, P. and MacFarlane, A. (1974) : The growth of the effective visual field from birth to seven weeks.
Jl of exp Child Psychol, vol 18 ; 340 - 348
 12. Ikeda, M. and Takeuchi, T. (1975) : Influence of foveal load on the functional visual field.
Perception and psychophysics, vol 18 ; 348 - 354
 13. 乾 敏郎 (1978) : 中心視における継時処理と同時処理。
大阪大学人間科学部紀要 第4巻 ; 297-321
 14. 乾 敏郎と宮本健作 (1978) : 視覚系における時空間特性。
心理学評論, 第21巻 ; 340-364
 15. 乾 敏郎と宮本健作 (1979) : 顔の情報処理機構。
大阪大学人間科学部紀要 第5巻 ; 191-219
 16. Kundel, H. L. and LaFollette, P. S. (1972) : Visual search patterns and experience with radiological images.
Radiology, vol 103 ; 523 - 528
 17. Lindsay, P. H. and Norman, D. A. (1977) : Human Information Processing.
(「情報処理心理学入門 I」中溝, 他共訳。サイエンス社)
 18. Luria, S. M. and Strauss, M. S. (1978) : Comparison of eye movements over faces in photographic positives and negatives.
Perception, vol 7 ; 349 - 358
 19. Mackworth, N. H. (1965) : Visual noises causes tunnel vision.
Psychon sci, vol 3 ; 67 - 68
 20. Mackworth, N. H. (1976) : Stimulus density limits the useful visual field. In : Eye Movements and Psychological Process ; 370 - 321
(edited by Monty and Senders : Erlbaum, Hillsdale, NJ)
 21. Mackworth, N. H. and Morandi, A. J. (1967) : The gaze selects informative details within pictures.
Perception and psychophysics, vol 2 ; 547 - 552
 22. Mackworth, N. H. and Bruner, J. S. (1970) : How adults and children search and recog-

- nize pictures.
Human development, vol 13 ; 177
23. Metzger, R. L. and Antes, J. R. (1983) : The nature of processing early in picture perception.
Psychol Res, vol 45 ; 267 — 274
24. Mockel, W. and Heemsoth, C. (1984) : Maximizing information as a strategy in visual search.
In : Theoretical and Applied Aspects of Eye Movement Research. ; 332 — 342 (edited by Gale and Johnson : Elsevier Science Publishers)
25. Prinz, W. (1976) : Memory Control of visual search. In : Attention and Performance IV ; 441 — 462
(edited by Stanislav Dornic ; Academic Press)
26. Saida, S and Ikeda, M (1979) : Useful visual field size for pattern perception.
Perception and psychophysics, vol 25 ; 119 — 125
27. Stark, L and Ellis, S. R. (1981) : Scanpath revisited : Cognitive models direct active looking. In : Eye Movements : Cognitive and Visual Perception ; 193 — 226
(edited by Fisher, Monty and Senders ; Lawrence Erlbaum)
28. Watanabe, A. and Yoshida, T. (1973) : Roles of central and peripheral vision in pattern perception.
NHK Technical Monograph, No 21 ; 23 — 31
29. Williams, L (1982) : Cognitive load and the functional field of view.
Human Factors, vol 24 ; 683 — 692
30. Yarbus, A. L. (1967) : Eye Movements and Vision.
Plenum Press
31. Zavalishin, N. V. (1968) : Automatic control in biological systems.
Automatic Remote Control, vol 29 ; 1944 — 1951
32. Zusne, L. and Michels, K. M. (1964) : Nonrepresentational shapes and eye movements.
Perceptual and Motor skills, vol 18 ; 11 — 20