

# 認知過程と眼球運動

— 最近の眼球運動研究の動向 —

吉田直子<sup>1)</sup> 田中俊也<sup>2)</sup>

## I はじめに

「眼球とその周囲には、随意的にも不随意的にもきわめてデリケートな運動系が寄り集まっている。」(宇阪, 1970, P 167)といわれる。従って、眼球運動の研究も、網膜上に鮮明な視覚像を順次的に写し出すための素早い運動である、飛越運動(saccadic movement)を対象とする場合もあれば、眼球に関係する他の運動—自動的な眼球自体の運動や眼球間運動—を対象とする場合もある。また、飛越運動を例にとっても、測定や分析の方法によって種々の用語が用いられている。例えば、eye movement, oculomotor (activity) は眼球運動と訳されるが、visual search は視覚的探索、visual scanning は視覚的走査といわれ、これらはほぼ同義に用いられている。

ここでは、見ることに必要な種々の眼球運動の中で、視覚と認知の接点として心理学的に最も効果的な機能をもつと考えられる、飛越運動に関連した研究をとりあげる。飛越運動は停留(点)(fixation)と交互に生起する。この2つが代表的な眼球運動といわれている。このような狭義の眼球運動は、初め、医学・生理学の分野で研究されてきた(大谷, 1966)が、今世紀はじめ読書時の眼球運動の研究に端を発して以来、心理学的接近も意義を持つに至っている。

例えば、Senders, Fisher & Monty (1978)の著書である「Eye movements and the higher psychological functions」は、「理論的立場や研究方法の違いを明らかにしながら最近の知見を検討し、今後の研究の課題を探る」(序論)ことを目的として、心理学上の問題と眼球運動の関係についてまとめられている。主な内容をみると、1・2章で神経生理学的機構、研究方法あるいはモデル

について概観したあと、3章では視覚的探索における停留の時間の制御と認知過程の問題を検討している。4章では、読書中の眼球運動を通して推理過程が検討され、5章では対象となる絵や実物などの運動やその他の属性と眼球運動の関係に焦点があてられている

Day (1976)は、特に発達の観点から眼球運動の研究をレビューしている。そこでは視覚的走査を、個体が活動的、選択的、系列的に視覚環境から情報を得るプロセスと定義し、幼稚園期や初等教育期に生起する種々の場面での視覚的走査の発達の变化について、多くの知見を紹介している。

一方、知覚学習や発達理論に対して眼球運動がどのように貢献しているかという視点はSalapatek (1975)の論文にも見られる。Salapatekは最近の研究を概観したあとに、眼球運動の心理学的研究にはいくつかの問題点が残されているとして次の点を挙げている。

(1)随意的な眼球運動は知覚や知覚学習に不可欠なものであるのか。

(2)眼球運動のシステムは中心窩以外のところに定位した情報を受けとるために敏速に働くのか、あるいは空間の情報を中心窩で注視するだけなのか。

(3)眼球運動のシステムからの入力、知覚学習の間に貯蔵されるのか、あるいは逆に、知覚学習の結果として眼球運動が生起するのか。

本稿の目的は、内外の眼球運動研究の最近の動向を概観して、上記の3点を含んだ心理学的諸問題を検討することである。特に、発達の傾向や認知諸過程との関連に焦点をあて、眼球運動研究の意義について考えてみたい。

具体的には、6項に分けて、Day, Salapatek, Senderらのレビューとは異なった観点から論じる。

次のⅡ項では、眼球運動の中の1つの要素である停留の機能や機構に関するVaugen, Russoの見解を中心に紹介する。Ⅲ項では、最近多くの知見を提出している、生

1) 名古屋大学大学院研究生

2) 名古屋大学大学院教育学研究科博士課程(後期課程)  
教育心理学専攻

後1年までの乳児の眼球運動の諸特徴を探る。IV項では認知構造と眼球運動の関係を明らかにする意味で、Piagetの保存概念課題やターゲットの探索などの認知的課題における眼球運動の研究を概観する。V項では、学習・思考などの従来の心理学的諸問題—認知スタイル・弁別学習・対連合学習—の研究での眼球運動の役割について検討する。

最後に、以上の5項を総括して、知覚、発達、認知過程における眼球運動の役割や今後の課題について討論する。

## II 停留の機能

視覚的探索活動の際には、個々の停留からの情報によって飛越運動が生起することが知られており、停留が情報の入力や処理において重要な役割をもっていると言える。

Haber & Hershenson (1973) は停留の2側面として、次の停留位置を決定する周辺視機能と、主に対象の同定 (identification) に関わる中心視機能を挙げている。Neisser (1967) もまた、停留には予期的注意過程 (preattentive process) と焦点的注意過程 (focal attentive process) があると指摘している。個々の停留にはこの2つの機能が同時に進行している訳であるが、両者の関係についての詳細な機構はまだ明らかではない。むしろ2つの機能は別々に異なったテーマとして扱われ、各々多くの知見を生みだしている (Alpern, 1971)。

ここでは、停留の2つの機能の問題には触れずに、停留という現象の時間的要因 (temporal factor) の分析に焦点をあてる。視知覚全体における時間的要因の重要性についてはHaber & Hershenson (1973) も指摘しているが、単一の停留についても古くから時間の分析が行われている。

菅阪 (1973) によれば、一般に平均停留時間はほぼ200 msec. ~ 300 msec. と言われる。しかし、視覚対象によって停留時間は変化する場合もある。知的な操作 (Guba, et al., 1964) や難解な文章 (Rayner, 1975) に対しては平均より長い停留時間が必要とされるという。逆に視覚対象が反復して提示されると停留時間が減少するという報告もある (吉田, 1979)。

以上の時間的分析は、単に1停留時間の増減を扱っていたが、次に述べる2研究は、停留の内容について検討しており注目される。少し詳しく紹介したい。

まず、Vaughen & Graefe (1977) は、停留時間が主体にどのように統制されているか検討した。この実験では、

あらかじめ定めた視覚対象の停留点に、被験者の両眼が停留してからの持続時間を測定しているため、周辺視の機能をほとんど除外していると考えてよいだろう。

実験は以下のように行われた。刺激として、12個の点から成る“X”と“O”の文字がFig. 1のAのように提示される。被験者は成人6名であった。手続きは、

①被験者に刺激提示板の中央の視点 (Fig. 1のEye position) を見るよう指示し、E O Gの装置を調整する。

②光点が左 (緑色) か右 (赤色) の刺激提示位置に出現し、被験者の停留を誘導する。被験者がその位置に停留した時“X”か“O”の刺激が提示される。これがターゲット発見まで繰り返される。

③探索すべきターゲットは“O”で、被験者は“O”を発見したらすぐに、①の時から押し続けていたマイクロスイッチを離す。これまでが1試行。各被験者150試行である。

④1試行中の“X”の出現回数はランダムで0~6回のようにになっている。被験者がどの位置に何秒停留したかということが刺激の提示位置とタイミングを決定するので、眼球運動記録のE O G装置と刺激提示装置は連動している。

“X”や“O”に対する被験者の1停留時間は、Fig. 1のBのように3期に分けられた。

第1期： 刺激提示までの潜時。停留を誘導する光点の提示から刺激提示までの時間。試行ごとにランダムに0 msec. から150 msec. まで変化する。

第2期： 刺激だけの提示時間。

第3期： 提示された刺激に重ねて、他の図形が提示される。マスキング。

第1期は実験者が統制するが、2期から3期の間にタ

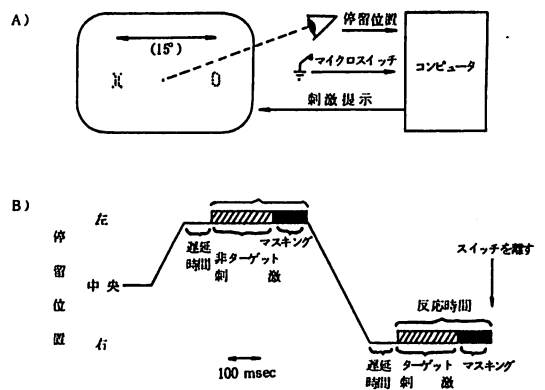


Fig. 1 A) 刺激提示装置  
B) 刺激提示系列の例  
(Vaughen & Graefe, 1977)

ターゲットが発見されるので、2期の時間は被験者によって決定される場合もある。3期の時間は、被験者によって決定される。

結果の分析には、2期と3期の時間の合計が用いられた。このうち、非ターゲットの提示の場合の合計時間を眼球運動潜時、ターゲットの提示の場合を、反応時間とした。

その結果、眼球運動潜時は、第1期が短いほど長く、反応時間は逆に、刺激提示までの潜時の変化に関係なく一定であった。Vaughen et al.はこれを、眼球運動潜時と反応時間の差は、刺激がターゲットであるかどうかを反映しているとした。換言すれば、1停留時間は対象がターゲットであるかどうかで異なると言えよう。

この結果についてVaughen (1978) は、被験者が停留時間を統制する2つの方法を仮定して説明している。即ち、

①系列的統制： 1停留時間は刺激の処理に要する時間によって統制される。

②固定的統制： 1停留時間は刺激の処理とは独立に被験者によってあらかじめ決定されている。

というものである。このような説明は、1停留時間の変化の意味を示唆するものである。

次に挙げるRusso (1978) の論文は、眼球運動システムの認知的処理について理論的に検討し、“眼球運動サイ

クル”のモデルを提起している。それによると、停留は5つの操作から成っている。

- ①次の停留位置の決定。
- ②運動系に対して命じられた運動を伝達する。
- ③眼球を新しい位置に動かす。
- ④新しい刺激を大脳皮質に伝達する。
- ⑤刺激を解析する。

これらを含む典型的なモデルはFig. 2のようになる。

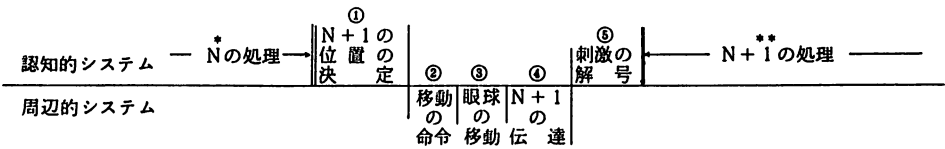
①と⑤は認知システムに関連しており、合計して平均110 msec.を必要とする。一方、残り、②、③、④は合計して120 msec.で認知システムとは無関係であると仮定している。

眼球運動循環モデルには3つの型が考えられている。系列的交替モデルでは、刺激の獲得と処理が交互に行われる。位置予測モデルでは、当該の刺激を処理しながら平行して次の刺激のための①から⑤までの操作が行われる。位置・新刺激予測モデルには、第2のモデルの操作に平行して更に新刺激の予測と処理が加わる。Fig. 2のA, B, Cはそれらの模式図である。

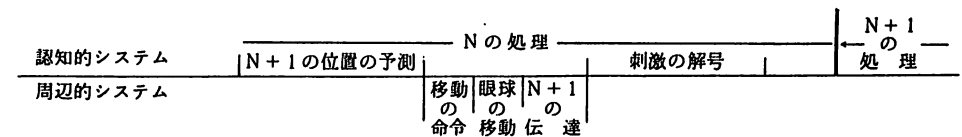
BとCのモデルは、刺激への停留と刺激の処理が平行しているが、Aでは停留の間は刺激の処理は行われない。どのような刺激にどのモデルが適切か、実証的な検討が待たれる。

以上のような微視的な視点は、以下の項でとりあげる

A 系列的交替モデル



B 位置予測モデル



C 位置・新刺激予測モデル

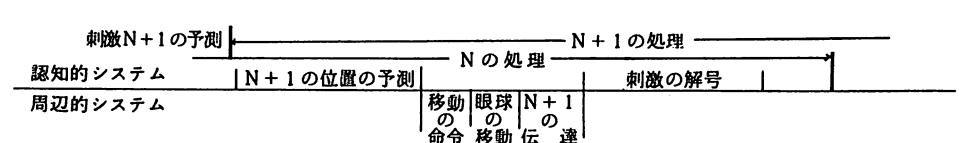


Fig. 2 眼球運動サイクルの要素と認知的システムの関係 (Russo, 1978) (\*, \*\*: 刺激)

研究では見過ごされてきた貴重な示唆を含んでいる。特に、1 停留時間の年齢や課題による変化を説明していくうえで重要な役割をもつと思われる。

### Ⅲ 乳児の眼球運動

乳児の視覚的能力の発達の問題は最近多くの発達心理学者の関心を集めている。特に Fantz (1961) によって、新生児の凶形弁別の能力が示唆されて以来、ここ10数年の研究の成果はめざましい。例えば、学習・知覚・言語の膨大な研究が "The Competent Infant" (Stone, 1974) に、知覚全般については "Infant perception" (Cohen & Salapatek, 1975) に各々まとめられている。

乳児の眼球運動の研究もその中の1つのテーマとして、主に2つの視点で進められている。1つは刺激への定位 (location) 能力の問題で、周辺視の機能に関するものである。また、児童や成人でもさかんに追究されている凶形知覚における眼球運動も多くの知見が提出されてきた。この2つの視点に沿って、最近の研究を概観し、眼球運動の発達について考えたい。

#### (1) 刺激への定位

Tronick & Claton (1971) は、ターゲットへの定位について組織的に検討した。ターゲットとして  $5 \times 5 \times 5$  (cm) の立方体が Fig. 3 のように3つの位置に提示された。3群 (生後4~5週児3名, 8~10週児2名, 14~15週児2名) の乳児がスクリーン上の立方体を自由に見る時の眼球運動が EOG (electro-oculograph) で記録された。頭部運動も観察された。

その結果、定位には次の4つの型が見られた。

①移動型: 高速で距離の長い単一の飛越運動で、同方向への急速な頭部運動を伴う。

②探索型: 長い距離に対するゆっくりした複数の飛越運動。ゆっくりした同方向の頭部運動を伴う。

③集中型: 小刻みの飛越運動と停留。頭部運動はほとんどない。

④補償型: 立方体に定位した後、頭部だけが直前の飛越運動の逆方向へ動く。

Tronick et al. は更に、2~3週児に対して縦断的に9週間、その定位能力の変化を観察した。刺激は、 $5 \times 3.75 \times 3.75$  (cm) の光沢のあるブロックで、これを乳児から45cmの正面に置く。乳児がこれに定位した時、中心から視角 $10^\circ$ 離れた位置に第2のブロックを置く。再び乳児がそのブロックを見たとき、更に視角 $10^\circ$ 外側に第3のブロックを置く。提示時間は15秒である。この

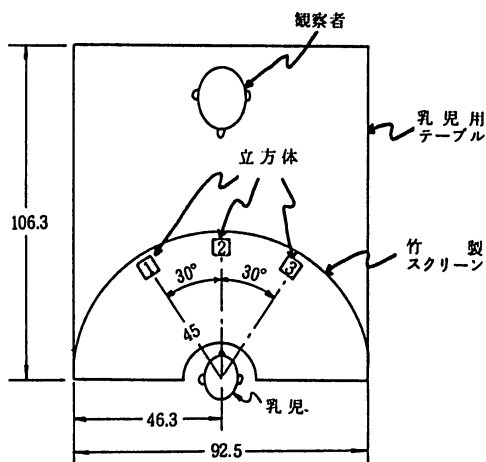


Fig. 3 実験装置 (単位: cm)  
(Tronick & Claton, 1971)

ような手続きの結果、乳児は生後6週目まで、視角 $15^\circ$ までしかブロックに定位できなかった。6週から10週の乳児は視角 $40^\circ$ の周辺のブロックへも定位できた。

Tronick et al. の手続きでは、中央のブロックが常に視野内に存在するので周辺視が妨害されたかも知れないとして、Harris & Macfarlane (1974) は4週児と7週児に次のような実験を行った。主な手続きはTronick et al. と同様だが、乳児の正面 (視角 $0^\circ$ ) のブロックを除去する条件を加えた。周辺へ刺激の位置を変化させる間隔を $5^\circ$ ずつとし、ブロック提示は5秒ずつであった。その結果、視角 $0^\circ$ にブロックが存在する条件では、先行実験とほぼ同じく4週児の周辺への定位は $15^\circ$ までであった。しかし、 $0^\circ$ のブロックを除去する条件では、 $25^\circ$ まで定位できた。7週児も、 $35^\circ$ まで定位できた。

Tronick et al. と Harris et al. の結果の差は、視角 $0^\circ$ の位置のターゲットの有無と、提示時間の差を反映していると思われるが、生後1・2カ月で周辺視の機能が発達の変化を示すことは明らかであろう。

Aslin & Salapatek (1975) は、全ての方向の定位について調べており、同様の結果が得られている。その他にも、視角の小さいターゲットへの定位の持続時間の方が視角の大きい場合より長いこと、水平的なターゲット位置の変化に対する定位の方が、他の方向 (垂直, 斜め) の場合より容易であったことなどが見いだされた。

Salapatek (1975) は、乳児の周辺視野への定位の傾向についてまとめているが、次に主な項目を挙げてみる。

①周辺にターゲットが移動する際の視覚的的定位は生後短い間に発達する。

②視角が大きい場合の定位は、中央のターゲットが存在すると困難になる。

③1回の飛越運動の大きさは、ターゲットが周辺へ移動しても変わらず、ほぼ一定している。従って、周辺へいく程、飛越運動の回数は多くなる。これは、Tronick et al. の移動型と矛盾する。その場合、測定が不正確であったので飛越運動の距離を誤ったのだと Salapatek は指摘している。

我が国では、新生児以降の乳児の眼球運動の傾向が明らかにされつゝある。三輪ら(1978)は、3カ月から20カ月までの乳児の、左右点滅、上下点滅の光点に対する眼球運動をEOGで測定した。その結果、水平注視率(左右点滅への注視)の方が垂直注視率より高いこと、及び、乳児の眼球運動は6カ月まで直線的に注視率が上昇し、8カ月に一旦低下し、その後再びゆるやかに上昇するという発達傾向をもつことが示唆されている。

(2) 幾何図形に対する眼球運動

生後数ヶ月の乳児の幾何図形に対する眼球運動の検討は、主に、正確な記録が困難であるという測定上の問題から、他の年齢の眼球運動の研究より例が少ない。角膜に投射された像を赤外線フィルムで撮る方法を用いた、

Salapatek 達の一連の実験がその主なものである。

(Salapatek, 1968, Salapatek & Kessen, 1966, 1973)。これらは、生後4週目の新生児が、単純な輪郭線の単一の特徴に集中的に停留することを明らかにした。概略は我が国にも紹介されているので省略する(菅田(編), 1978)。

この節では、生後4週以降の発達に関する研究として Salapatek (1975) が紹介した未公開論文(以下、\*印)を中心にとりあげる。

Salapatek & Miller\* は、5種類の単純な線画に対する眼球運動について、1カ月児(4~6週児)と2カ月児(8~10週)10名ずつを対象に調べた。各線画はランダムに50秒ずつ提示された。眼球運動の記録は前の実験と同じであった。

Fig. 4 の資料から明らかのように、1カ月児は1つの特徴に対してのみ停留が集中するのに対して、2カ月児はもっと広い範囲にわたって停留点が移動している。ここで停留が全体に右寄りであるのは右眼を記録したためであるが、その傾向が1カ月児に著しいのは、両眼筋の輻輳能力が発達していないからだとしている。

刺激が複雑な場合の乳児の眼球運動について、Maurer & Salapatek\* は各々の乳児の母親の顔を刺激として、1カ月児と2カ月児12名ずつの眼球運動を測定した。顔は75秒以上3回提示された。その結果1カ月児は顔の輪郭一髪・あご・耳に長く停留するが、2カ月児はもっと内部の特徴である目や口などに停留が集中した。

目や口は他の図形の特徴とは異なった意味を持つので、2カ月児が単に目に注目したのか、図形の内部の特徴に注目したのか断定できない。そこで Salapatek & Moscovick\* は、内部に特徴を持つ図形(e.g. 円内にある小円)に対する眼球運動を測定してこの点を検討した。その結果は主に次のとおりであった。

①1カ月児は一般に、単純な線画でも複雑なものでも外側の輪郭線の限られた部分のみに停留が集中する。

②2カ月児は図形が複雑な場合、内部の特徴に対しても停留する。

以上の結果は、顔を刺激とした場合の傾向と一致している。Salapatek はこれを、2カ月児が目注目するのは、目に対する動機づけに関連しているのではなくて、重なり合った図形の特徴を選択して処理する能力の発達に関連しているとしている。

(1)で述べた、刺激への定位の発達や、(2)の幾何図形に対する眼球運動の特徴は、明らかに、乳児の視覚的能力が生後1カ月から2カ月にかけて質的な変化を遂げるこ

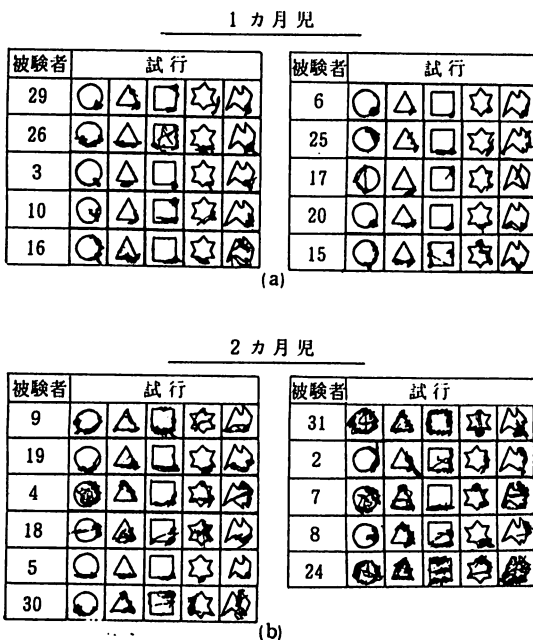


Fig. 4 幾何図形に対する乳児の眼球運動 (Salapatek, 1975)

とを示唆している。しかし、それ以後どのような過程を経て後に述べる幼児の眼球運動の特徴をもつに至るのかという問題は、今後の課題である。

#### IV 認知構造と眼球運動

「構造」(Structure)とは、要素と要素間の関係とからなる全体であって、この関係は、一連の変形過程を通じて不変の特性を保持する(Lévi-Strauss, 1977)。この定義から明らかなおお、**「構造」**概念を用いる時には次の点に注意しておかねばならない。

先ず第1に、「要素と要素間の関係とからなる全体」である点。要素は全体を構成している**内容**であり、要素間の関係はその全体の形式である。従って、構造は内容と形式を合わせ持っている。

第2に、「この関係は、一連の変形過程を通じて」の部分である。ここで構造には、内容の変化に伴う形式の変化、さらに形式による内容の規定性の変化、といった、変化(transformation)の概念が内包されている事が明らかとなる。

第3の、最も基本的な要素は、「不変の特性を保持する」という点である。要素あるいは要素間の変化があっても、なお変化せずにあるものを「構造」と呼ぶ。

認知構造とは、その意味で、われわれがさまざまな認知活動を行なう際、認知した諸要素と諸要素間の関係づけを規定している不変の特徴であると考えられる。

Piaget (1952)はこうした「関係」を「操作」と呼び、主体の能動的な操作によって生まれた論理数学的操作の体系を認知構造と考えている。従ってPiagetにおいては認知体系(cognitive system)と認知構造(cognitive structure)は混然一体となっている。

一方、同じく認知構造について言う場合にも、上記の定義による「構造」の意味はほとんど持たず、情報の処理がどのように行われていくか、その処理の「機制」(mechanism)を指す場合がある。Simon (1978)はこの意味で「構造」を用いている。

さらに、暦年齢(chronological age; CA)がこのような「構造」を反映している事を前提とする場合もあり得る。

本項では先ず最初に、認知構造の発達の差としての保存の諸レベルと眼球運動との関係に関する諸研究をとりあげる。

次に、CAがある程度認知構造を反映している事を前提にして、年齢変化等と眼球運動についての研究を概観する。

##### (1) 保存と眼球運動

構造概念の第3番目の特徴のところ述べておおり、構造は不変の特性を問題にする。従って、ある発達の途上にある子どもがどのような認知構造を持っているか、という問題は、その子どもが、諸要素を変化させてもその対象の内にとどの程度不変性(invariance)を見出し得るか、を測る事によって解決される。ここから、数・量等の保存(conservation)ができていのかどうかによってその子どもの認知構造を測ろうとする、いわゆる保存実験が行なわれる。

保存訓練は、認知的コンピテンスを高めるためにパフォーマンスレベルでの訓練を行おうとする、逆の発想である。その際、訓練効果があったかどうかの判断基準、すなわち、低い認知構造(非保存レベル)から高い構造(保存レベル)への、構造転換の証左が必要となる。Wilton & Boersma (1974 b)は、その構造転換の指標に言語報告(verbal report)、驚愕反応(surprise reaction)、眼球運動を採用して、非常に組織的な4種の実験を行なった。その結果、こうした指標は有効である事が確認された。

以下、保存レベルと保存訓練効果が眼球運動に及ぼす影響についての諸研究を眺める。

##### i) 保存レベルと眼球運動

O'Bryan & Boersma (1972)は、以下の研究のために、保存課題をPiaget 式の臨床法で与える場合と、手続きを映画に撮ったものを見せて行なう場合とで、その結果が異なるかどうかを先ず検討した。その結果、映画呈示法で行なっても臨床法と同様のパフォーマンスを示す事が確認された。ここから、Boersmaを中心とする諸研究では、映画で保存実験を受けている被験者の眼球運動が記録・分析される事になった。

論文の発表順は前後するが、その後O'Bryan & Boersma (1971)は、上記の映画呈示法を用いて、92名の正常な女兒に対して、長さ、面積、連続量(個体、液体)の4つの保存課題を与えた。眼球運動は10コマ/秒の速さで16mmカメラに録画された。保存レベルは通常の言語報告による方法で決定され、保存群、非保存群1、非保存群2(移行期)の3群に分けられた。眼球運動データは、量的には群内比較と群間比較が行なわれ、それらがさらに質的に検討された。

群内比較では、実験者が操作(変形)した方の材料への注視数・平均走査数と、全く元のままの材料へのそれ

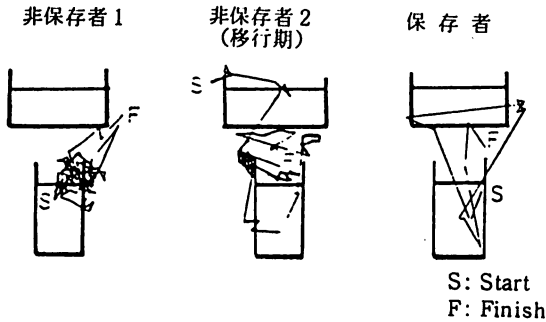


Fig. 5 液量課題での眼球運動の例  
(O'Bryan & Boersma, 1971)

とが比較された。非保存群1では、全4課題共、「より大きい(多い・長い・広い)」と判断した方の材料(greater element; GE)により多く注意を向け、保存群では、変形した材料(transformed element; TE)への注視と元のままの材料(nontransformed element; NTE)への注視に差がなかった。また、群間比較では各群での対比較(coupling)、停留数の差が検討されたが、どちらの指標においても、非保存群1-保存群、非保存群2-保存群間で有意な差が出た。また、これらの量的な差は、眼球運動パターンとしてFig. 5のように見事に現れた。

Wilton & Boersma (1974a)は、軽度(mildly)発達遅滞児においても保存群-非保存群間で眼球運動に差が出た事を報告している。

野村(1973)は特に、数保存の成立が可能となるための、事物間の視覚的対応づけのあり方を探った。被験者は幼稚園児、小学校1年生、大学生であった。ここでの結果は、CAによる眼球運動パターンの相異を示すものであり、野村は5段階の発達段階仮説を提唱している。

これと同様の実験は、寺田・阿部・宮川(1978)および宮川・寺田・阿部(1978)によっても行なわれている。こうした、野村や寺田らの研究は、CAを認知発達の諸レベルと想定しており、Boersmaらの方向とは少し異なっているが、いずれにしても、認知構造のちがいが眼球運動に反映する事を示している。

## ii) 保存訓練と眼球運動

Boersma & Wilton (1974)は、認知構造を変化させる訓練を行なう事によって現われた構造転換の指標としても眼球運動が使えるかどうかを検討している。ここではGelmar(1969)の保存訓練手続き(cf. 梶田, 1977)が用いられた。被験者は普通学級の小学校1, 2年生で、訓練群・統制群各15名の非保存者であった。

ここでの重要な知見は、訓練を受けた非保存者が、自然状態での保存者と同様の眼球運動パターンを示した点である。Boersma & Wilton (1976)は、軽度発達遅滞児についても全く同様の訓練を試みているが、ここでも、Wilton & Boersma (1974a)の実験での、自然状態での保存者とはほぼ同じ形になった。

以上の諸研究により、論理・数学的操作の可能性としての保存の獲得と眼球運動との間に密接な関係がある事は明らかにされたが、眼球運動を、認知構造を考える上での「入力」と捉える(寺田ら, 1978)か、それを反映した「出力」と考えるかは、多くの議論を必要とする。

## (2) 図形の認知

先に述べたDay (1976)によれば、子どもの視覚的な行動は年齢に伴って次のように発達するという。

- ①情報の獲得に系統的計画性をもつようになる。
- ②最も情報量の多い刺激の側面に集中する。
- ③停留の順序が、課題に対して効率的になる。
- ④眼球運動の速度が増加する。
- ⑤視野が拡大する。

眼球運動に限った場合にもこのような発達傾向が見られるだろうか。この点について、対象の認知における眼球運動と、ターゲットを探索する際の眼球運動(次節)の研究を概観し検討する。

2つのテーマに分けたのは、情報処理の時間的系列に2種類があることが示唆されているからである。例えばBisanz & Resnick (1978)は、対象に定位する条件と対象を同定する条件では、眼球運動の速度の年齢的变化が異なるという。定位とは、不要な情報を排除しある情報を選択する過程で、同定は再認の過程といわれる。つまり、定位はターゲットの探索に、同定は対象の認知に密接に関連していると思われる。

青木(1971)は、3種類の線画に対する眼球運動の発達的变化を調べた。対象は5歳児、6歳児及び成人で記録は、アイマークレコーダーに接続したVTRのフィルムによっている。3種類の線画とは、童話の挿絵、左右非対称直線図形及び同じく曲線図形で、よく見るように教示した。その結果、はじめの8秒間の童話の絵に対する停留数は、年長ほど多かった。曲線図形では、成人が最も多く、5歳、6歳の順に少くなった。直線図形では6歳が最も多く、5歳、成人の順に少なくなった。子どもに限ってみると、少なくとも2種類の絵に対して、5歳より6歳の子どもの方が停留数が多かった。

渡辺(1971)は、図形弁別における幼児の眼球運動を検討している。初めに、四角形、五角形及び六角形の弁別訓練を行ない、ある基準に達した5歳児と6歳児の図形弁別中の眼球運動を測定した。その結果、一般に5歳児と成人は図形の1カ所に停留が集中するのに対して、6歳児は図形の輪郭を追視する傾向があった。この場合、5歳児は図形の角に、成人は内部に停留している。また、停留数や飛越運動の距離の分析では、いずれも6歳児の方が5歳児や成人より多かった。

以上の2実験は、年長になるにつれて眼球運動が活発になることを示唆している。

次の研究は、光点の追視課題を扱っている。しかし単純な刺激であり、ターゲットの探索を伴わない点で図形認知課題と類似していると考えられる。即ち、野村・野口(1973)は、Z文字の追視における幼児や遅滞児の特徴を分析している。

Fig. 6のように6個の光点(点灯時間0.6秒)が順次Z字的に点滅する際の追視の軌跡が、被験者左眼の角膜反射光を撮るオフサルモグラフで記録された。対象は、3歳児から5歳の幼稚園児、小学1,2年生、養護学校小学1年から6年生、中学1年から3年及び高等部1年である。養護学校の子どもは精神年齢2歳から12歳までであった。

結果の分析は、追視総得点一各光点を順次追視したかどうかか停留の動きから点数化する(15点満点)、斜走追視一光点3から4、1から2への飛越運動の有無と形状、過剰運動数一光点の軌跡をはずれたり反復した場合の飛越運動数、中心化回数一過剰運動のうち中心に戻っている回数、の4要因を中心に行われた。

その結果、発達の一般的傾向として主に次の点が指摘された。

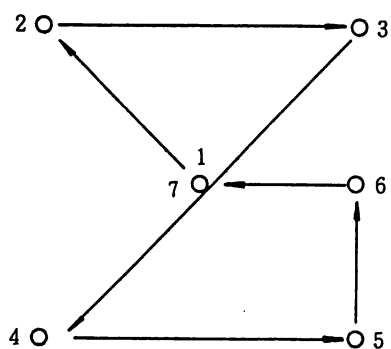


Fig. 6 Z文字追視のための光点点灯系列  
(野村・野口, 1973)

①Z字追視の眼球運動は、3歳児より5歳児の方が活発である。

②過剰運動は不必要な運動であるが、3歳より5・6歳に有意に増加する。

③中心化は7歳以降で減少する。

特に養護学校の遅滞児において次のような結果が得られた。

④Z字追視は3回反復されたが、得点に学習効果が見られず、むしろ低下していく場合もあった。

⑤過剰運動が全般的に少ない。

これらの結果は、「眼球運動の発達は、生理的知覚的発達を示すだけでなく知的な発達に基づくものである」(P. 66)ことを示唆している。特に②の過剰運動は、5・6歳児が光点の点滅以前に予期的運動をおこなって、探索したり再構成したりするためであるという。これは、Piaget(1963)のいう予期的心像、再生的心像の具体的現象ではないかと仮定している。

6歳児の過剰運動については、吉田(1977b)も類似の結果を得ている。図形の方角弁別の課題における探索活動を測定した結果、4・5歳児に較べて6歳児の停留数が多かった。これは後に少し詳しく触れる。

これらの結果は、Dayのまとめた発達傾向と矛盾する。特に、①と③は、年長になるにつれて眼球運動が減少することを示唆している。

過剰運動が減少するという、Dayと同方向の発達傾向を示す資料は、学阪を中心とした組織的な研究(Osaka, 1977; 学阪他1978; Osaka et al., 1978; 学阪他1978)によっても報告されている。そこでは、眼球運動検査の規準を作成する目的で小学生から大学生、及び障害児という広範な人々を対象に、光点追視課題の角膜反射光の軌跡が記録された(オフサルモグラフとEOG)。課題は、Fig. 6のZ文字や「川」、「三」、「口」、「◇」等を形成する光点の移動を追視するというものであった。膨大な記録フィルムから、多くの知見が示唆されているが、主な結果は次のとおりであった。

① Fig. 7に見られるとおり、年齢(10歳~22歳)に伴って停留点が少なくなり、眼球運動の軌跡が整然とした形となる。更に、年齢とともに個人差が減少し、軌跡が光点の軌跡に近似してくる。このことから、眼球運動には発達傾向があると指摘している。また、その発達傾向は高等学校後半まで続き、大学生前半には、眼球運動が完成するとしている。

②眼球運動検査として適切な光点のパターンとして、「三」「川」「◇」「・」があげられる。また、光点の点



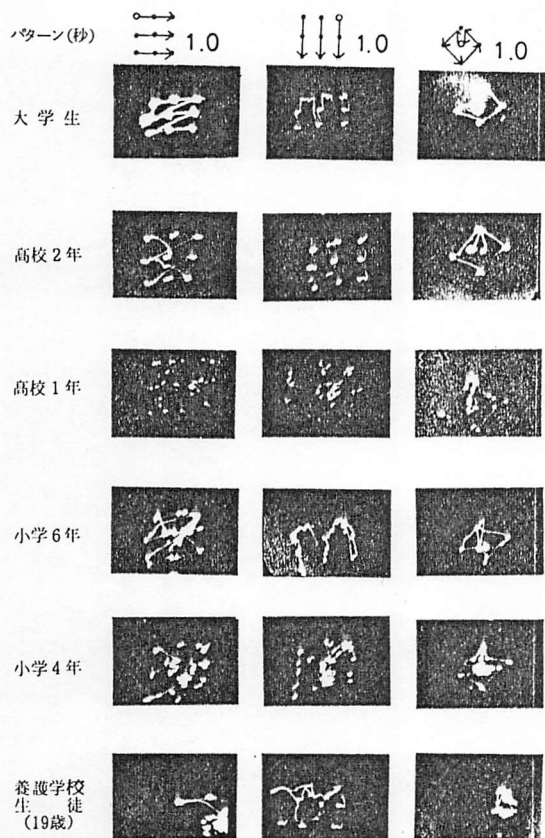


Fig. 7 各パターンに対する眼球運動の記録の例 (Osaka et al., 1978)

滅速度は0.5秒が最適であった。

以上のように、光点追視という基本的な視覚対象に対する眼球運動の発達傾向は、より高次の課題に対する眼球運動を追究していくうえで、見逃がせない問題である。しかし、前述の野村やDayのデータと比較検討していくには、更に下の年齢の子どもの眼球運動検査のデータが必要であり、今後の成果が期待される。

### (3) 探索行動としての眼球運動

Zaporozhets (1967) や Piaget (1963) の知覚発達に関する理論は立場を異にするが、知覚的活動を重視する点では共通している。

特に Piaget は、感覚運動的知能がより体系的・総合的に変化していく時、知覚的活動が貢献するという。その1つの例として眼球運動が挙げられる。ここでは、ターゲットの探索や、異同判断などの複雑な認知的課題における眼球運動の特徴を明らかにし、知覚的活動としての眼球運動の役割を検討したい。

### i) 眼球運動のストラテジー

Vurpillot (1968) の視覚的探索活動の研究は、図形の異同判断における眼球運動のストラテジーの発達の変化を示唆した最初の研究としてよく知られている。しばしば引用される文献なので詳しい紹介は省くが、結論は年長になるにつれて眼球運動のストラテジーが組織的になるというものである。しかし、年齢によって探索のストラテジーが変化するというよりは、異同判断の基準が年齢によって異なりそれが探索行動に反映するのではないかと Day & Bissell (1970) に指摘された。後の実験で Vurpillot (1972) は、3, 4 歳児は部分的に同じであれば2つの刺激を同一と判断するが、5, 6 歳児になると両者の完全な一致を、同一と判断することを見出し、どのような判断基準を持つかによって眼球運動が異なると結論した。

Olson (1971) は、3, 4 歳児でも対象の差違特徴 (distinctive feature) に気づかせれば、年長児と同じ眼球運動の形態を示すと仮定した。実験に用いられた刺激は差違特徴 (e.g. 家・窓) を持つ“家”の線画と、正方形の対角線上に円を5個並べた“対角線”であった。手続きは、4歳と6歳の子どもに、標準刺激となる“家”を提示して記憶させ、その後、標準刺激を変形した比較刺激を提示し、前者との異同判断を求めるというものである。“対角線”についても同様である。子どもの角膜上に映った刺激をVT Rで撮って眼球運動を記録した。

主な結果は次のとおりである。

- ① 6 歳児では4個の差違特徴のうち、平均3.6個に停留しているが4歳児では2.8個であった。
- ② 刺激全体に対する停留数は年齢差がなく各年齢に、非常に多い場合と少ない場合があった。
- ③ 差違特徴を指摘すると、4歳児の眼球運動の形態は6歳児に類似してきた。

結果の③は、Fig. 8を参考に論じられており信頼性に疑問は残るが、仮説が支持されたとしている。“対角線”の場合はそのような傾向はみられなかったとしている。

Olsonによれば、停留回数よりも停留位置が、正答率を規定しており、差違特徴に気づくかどうかで眼球運動に深い関連を持つという。

次に、Nodine et al.の一連の文字弁別に関する研究をとりあげる。

Nodine & Evans (1969) は、特定の単語ではない4文字対に対する、5, 6 歳児の異同判断の際の眼球運動を検討した。4文字対には、中央の2文字の類似度が高い条

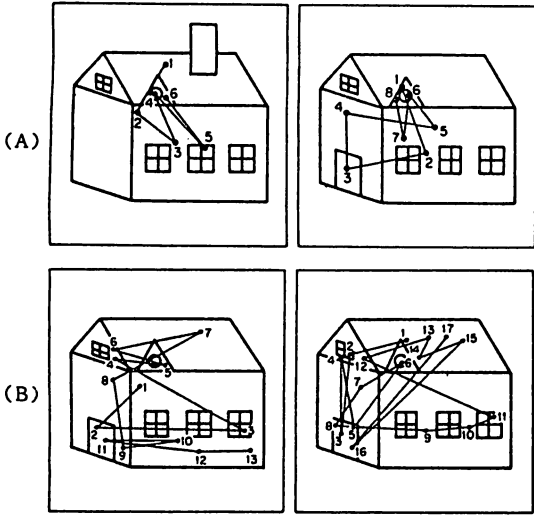


Fig. 8 4歳児の比較刺激に対する眼球運動  
 (A) えんとつやドアの特徴に気づかない例  
 (B) 差違特徴が、指摘された後の例  
 (Olson, 1970)

件（高類似度条件, e. g. OEEU—OEFU）と低い条件（低類似度条件, e. g. OFWU—OFEU）が設けられた。仮説は、文字対が一致しているという判断の場合は低類似度条件が多く眼球運動を必要とし、文字対が異なっているという判断では、高類似度条件が多く眼球運動を必要とするだろうというものである。用いられた4文字対は各条件10対ずつで、眼球運動の測定はOlsonの場合とほぼ同様であった。

主要な結果は次のとおりである。

①飛越運動、停留数は、文字対が一致している方が多く、特に低類似度条件で顕著であった。

②全体の停留時間は、一致した文字対で3.94秒、不一致の文字対では2.74秒で、低類似条件で顕著であった。

文字対の2条件は、差違特徴の数量化に依っている。例えば、OEFU—OEEUでは異なる特徴は1個であるのに対して、OFWU—OFEUでは7個であるという。①、②の結果が低類似条件での眼球運動の差を表わしていることから、5、6歳児の文字の弁別は差違特徴を手がかりにしていると結論している。

Nodine & Lang (1971) は、先の実験とほぼ同じ刺激や手続きで、字の読めない子ども（5、6歳）と読める子ども（7～9歳）との文字弁別の発達傾向を調べた。特に眼球運動の数量的側面ばかりでなく、停留位置や順序などの質的な分析を試みている。ここでの問題は、子どもはテキストからどのように情報を抽出するか、文字

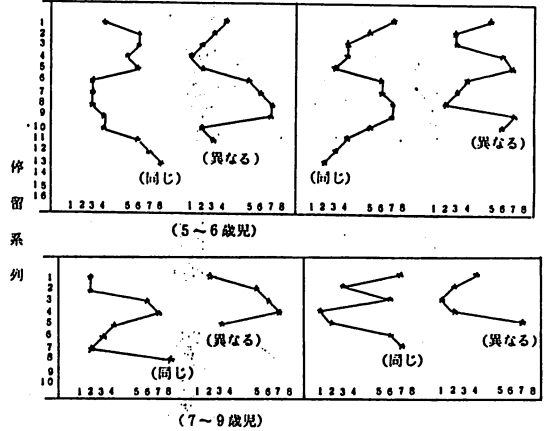


Fig. 9 異同判断までの停留位置の系列  
 (Nodine & Lang, 1971)

を学習した後、その抽出の過程に変化が起きるかということであった。

眼球運動の記録は、角膜反射光の軌跡がペングラフに表われるオフサルモグラフに類似したもので行なわれており、記録の精度が高い。

その結果、主に次の点が示唆された。

①5、6歳のみが同一文字対に対する停留数が、異なった文字対の場合より多かった。

②文字対間を比較する眼球運動、標的となる真中の2文字に対する停留は、年長児の方が多かった。

③停留の順序は、Fig. 9 が示すように年長児の方が効果的で、左側の文字の標的となる文字に停留した直後右側の標的となる文字を見較べる。5、6歳児にはその傾向が見られない。むしろ、4文字内を連続して停留する。字を読める年長児は、弁別の手がかりになる特徴に効果的なストラテジーで停留していることが明らかにされた点で、Fig. 9 のような分析は評価されよう。

Nodine & Steurle (1973) も、類似した弁別課題を用いてほぼ同様の結果を得ている。前の2実験と異なるのは文字対の配置が4個の正方形内にマトリックス状に提示される点である。その配置の効果として、文字対間の差違特徴が正方形の左下、右下などの周辺にある場合停留数が増加する傾向があるととしている。

以上の5つの研究は、眼球運動を知覚的活動の1つとしてとらえ、その形態が発達とともに組織化される過程をとらえているといえよう。

ii) 複雑な刺激の探索

MackworthとBruner(1970)の、写真に対する探索と認

知の過程をアイカメラで捉えた研究は、眼球運動の分析が詳細であることや、視覚的探索活動の発達的な性質を明らかにしたことから注目されている。

刺激として、消火栓や建て物、道路の見える写真が1枚用いられ、非常に不鮮明、不鮮明、鮮明の3条件で提示される。1条件につき10秒ずつ2回提示される。成人及び6歳児は、刺激提示後、今見たものは何であるか報告する。眼球運動は、角膜反射光の軌跡が刺激の写真と二重写しになる、スタンドカメラによって記録された。

眼球運動の分析は8種類の指標によって行なわれたが、主に次のような結果が得られた。

①平均停留時間は、不鮮明な写真の条件ほど長く、成人より子どもの方が長かった。

②写真を80等分して、有効探索得点\*(informative search score; ISS)を得る。その結果、成人の方が情報量の多い部分をより多く注視した。鮮明な条件のときこの傾向は顕著であった。

③停留点の移動距離は、子どもの方が両条件とも短い。この理由として、眼球運動の機能が子どもは不完全で、目標への停留が1回の飛越運動では定まらないことを挙げている。

④眼球運動の方向は水平方向が最も多かった。これは、複数の特徴の比較が行なわれているとも考えられるが、読み (reading) の習慣が反映しているとも言える。

⑤眼球運動の恒常性を調べるために写真は2回提示された。成人の方が一致率は高かった。

上記の主な結果からわかるように、写真の鮮明、不鮮明の提示方法は、知覚的活動の認知的側面を捉えるに有効な方法と言えよう。また、ここでは、眼球運動の質的分析の中でも、主に停留の位置、系列、及び移動の方向や長さについて検討されており貴重な知見を提供している。

次に述べる Whiteside (1974) の研究は、眼球運動の軌跡の形態を中心に分析している。

被験者は、5歳から59歳まで5群に分けられた。刺激は、30cm平方の黒い背景上の8個の光点によって作られる幾何図形である。原刺激と再認刺激が1組の20組が用いられ、10組は両者が同一、他の10組は両者が異なる。被験者には、原刺激、再認刺激が順次8秒ずつ提示され、再認刺激が原刺激と同じかどうかの反応が求められる。

眼球運動は、図形を形成する光点の角膜反射光をVT

\* 各刺激部分に、内容 (情報量) によって重みづけする (1~10点)。次に各部分の停留時間×重みを計算し合計する。

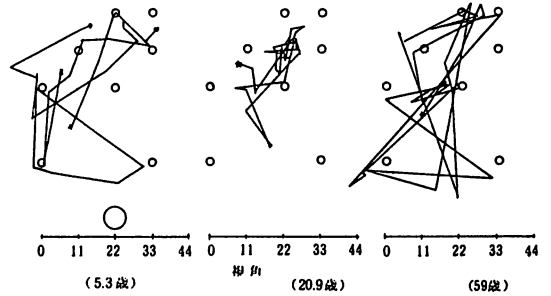


Fig. 10 原刺激への走査回路 (Whiteside, 1974)

Rで記録して分析された。主な結果は次のとおりである。

①原刺激に対する停留数は5歳から21歳にかけて減少し、59歳の群は再び5歳のレベルまで増加する。

②停留の移動の軌跡を走査回路 (scan path) と定義している。Fig. 10はその一例である。図から明らかなように、20歳は停留間の移動距離が短く、走査回路が狭い。他の年齢のデータと比較すると、5、6歳から徐々に走査回路は狭くなる傾向にある。逆に59歳の群は、5歳児と同じく走査回路は広いが、刺激の形態との類似性は子どもより高い。

②の結果が、前述の Mackworth et al.の③と異って成人の停留点の移動距離の方が短いのはなぜであろうか。

Mackworth et al.は、子どもの移動距離が短いのは周辺視機能が未熟なための補償作用としている。しかし、Whitesideは、この実験で見られる走査回路は、刺激の要素の統合のために機能しているのであって、要素の検証をしているのではないという。即ち、どのような刺激であるかによって停留点の移動距離の発達傾向は異なると考えられよう。

### iii) 標的 (target) の探索

あらかじめ決められた標的を探索する際の眼球運動は対象の認知の場合とは異なった特徴を示すと思われる。標的を探索する過程は、自己のもつ対象概念 (あるいは記憶像) との照合を含む、認知的により高次の過程であるからである。

野村 (1975) は、正答のない多肢選択課題における眼球運動を検討している。4歳から6歳の幼児を、保存群・非保存群に分け、一部を隠した三角形を刺激とした。これを標準刺激とし4個の選択刺激を、同時に、あるいは継時的に提示して、標準刺激と同じと思うものを選択させ、眼球運動を測定している。

主な結果は次のとおりである。

①停留時間には両条件とも差がなかったが、継時条件では自らが回答した図形に停留が集中する傾向があった。

②同時提示条件では、眼球運動に次の3つの型が見られた。

a 一原図形と選択図形を見較べる、b 一全体に順次停留する、c 一特定の選択図形と他の選択図形とを見較べる。

③保存、非保存との関係は不明確であった。

野村(1976)は更に、同じく正答のない多肢選択課題でラベリング条件が眼球運動にどのように影響するか検討した。原図形に対して実験者が、ツル、イヌなどのラベリングを与える方が、停留数が多く、選択刺激の全てに停留するという結果が得られた。又、選択図形の中で、原図形の代表的特徴部分が残っている図形への注視が多かったとしている。

結果の分析で特に示唆的なのは、停留数10個以上の試行を3期に分けて、眼球運動の過程について述べられていることである。それによると、以上のような条件下での眼球運動は一般に、①刺激の概観—停留が全般にわたる、②情報の探索—短い停留の交替、③確認—長い停留の3つの過程を経るとしている。

吉田(1977)は、方向認知における眼球運動を分析した。幾何図形からなる標準刺激と同一方向のものを4個の比較刺激の中から選択する課題での眼球運動を、4歳5歳、6歳及び成人について検討した。その結果、言語反応はどの年齢も正解であったが、眼球運動は次のような特徴が見られた。

①標準刺激と比較刺激間の停留の移動回数は、成人はほとんど1回であるのに対して、4歳と6歳の群では平均3回以上であった。

②4個の比較刺激上に停留した時間の総和は、成人が最も短く、6歳児が最も長かった。停留数も同じ傾向であった。

③1停留時間は一定ではなく、停留が集中している刺激に対する1停留時間は他よりも長かった。

成人と子どもの眼球運動の差は今までの研究でも明らかである。一方、6歳児で眼球運動が活発になる現象は、(2)で見てきたように単純な課題の場合と同様であった。文字弁別などの課題では年齢とともに眼球運動が減少したことから、吉田の場合は探索課題ではあるけれども、単純な図形の認知と共通した問題を含んでいると思われる。

選択肢が更に増加した場合の探索活動についてもいくつかの研究が見られる。

尾崎・堅田・為原(1979)は、発達遅滞児の眼球運動

が、標準刺激と比較刺激の同時提示条件と継時提示条件では、どのように異なるか検討した。

刺激は六角形とその変形から8種選ばれ、そのうち1種が標準刺激となる。残り7種の六角形は各々5個ずつ用いられ、計35個と標準刺激1個が、6×6のマトリックス上に配列される。このマトリックスが比較刺激となる。被験者は、14、15歳の正常児11名と発達遅滞児16名。後者の精神年齢は9歳であった。提示は先の2条件で、被験者はターゲットを発見したらブザーを押し、位置を知らせる。眼球運動の記録は角膜反射光と視覚対象を同時に16mmフィルムに撮る方法によっている。

反応の正答率は正常児が高く、どちらも同時条件が容易であった。特に発達遅滞児の探索行動は次のような特徴をもつと結論している。

Table 1 単一停留時間の平均と標準偏差

		同時条件	継時条件
正 常 児	$\bar{X}$	255	242
	S D	110	118
	n	(883)	(539)
	$\bar{X}$	290	389
	S D	131	301
	n	(616)	(886)

( $\bar{X}$ , SD: i msec)

①単一の停留時間が継時条件で長い (Table 1)。

②ターゲットが中央より周辺にある場合の方が探索時間が長い。

③同時条件では標準刺激と比較刺激を交互に見較べるという探索のストラテジーで、正常児と変わらなかった。

遅滞児にとって継時条件が困難な課題であることが伺える。また、②の結果から、停留の分布が不均衡であるため周辺のターゲットの発見が遅れる。探索の効率が悪いという傾向が示唆された。

①、②の結果が、遅滞児の持つ特徴なのか、条件や配列の効果なのか、は今後の研究によって明らかにされよう。

最後に述べるのは、普通児を対象とした、眼球運動に対する視覚課題の諸要因の効果に関するものである。

吉田(1978)は、図形の配置及び教示とターゲットの探索行動の関係を検討した。刺激として、16個の具体物の線画が2条件で配置されたものが用いられ、教示によってターゲットを探索する際の眼球運動が記録された(オフサルモグラフ)。配置は、構造的配置(三角形の辺上に図形を並べる)と非構造的配置(ランダムに並べる)

で、教示は概念的教示 (e.g. 果物はいくつあるか) と非概念的教示 (e.g. りんごはいくつあるか) の2種類である。その結果、5、6歳児の眼球運動は年齢差はなく、上に次のような結果が得られた。

①構造的配置の方が活発な探索活動で、停留数、停留時間が長かった。

②概念的教示の方が探索活動は活発であった。

眼球運動を用いないで、反応時間を指標として知覚的活動を検討したElkind & Weiss (1967)は、むしろ構造的配置は子どもの探索活動に効果を持ち、①とは逆になることを見出している。分析方法の差を反映しているのかも知れないとして、更に、幾何図形を用いて配置の効果が検討された(吉山, 1979)。また、刺激の反復提示の効果や図形数の効果も合わせて検討された。

ターゲットはハート形で提示は継時条件のみであった。5歳を対象として、ハート形の個数を探索している間の眼球運動が記録された。

主な結果は、次のとおりである。

①非構造的配置で停留数、停留時間が多かった。

②図形数が多い方が停留数は多いが、時間は一定。

③同一課題の反復提示の効果は、非構造的配置のみに表われ、停留数が減少した。しかし、1停留時間は増加した。

①の結果は、具体物の線画のような意味図形を用いた先の実験と逆であった。図形の配置の効果は、図形の意味性によっても異なることが示唆された。同時に、眼球運動が配置、意味性の複合した影響を受けるともいえる。

③の問題は、学習効果や恒常性の問題と関連がある。この実験では、非構造的配置の課題が2回の提示で容易になると考えられたが、その効果が他の課題で見られなかった。今後検討すべき点である。

## V 思考・学習と眼球運動

眼球運動には随意的 (voluntary) なものと不随意的 (involuntary) なものの2種類が存在する。

本項では特に、思考・学習課題遂行中の眼球運動という、一定の目的に沿った最も随意的な眼球運動についての諸研究を眺め、その含意を汲み取ってきたい。その際、課題そのものの内に視覚的探索活動を要求している場合と、そうでない場合がある事、被験者の側の変数(個人差、発達段階等)を考慮したものと、そうでないものがある事、に注意しておきたい。

ここでは先ず最初に、視覚的探索活動が必要でない思

考課題を用いて、思考時には他の時とは異なった眼球運動が存在するのかわ、という点を押さえた、比較的基礎的研究を見ておきたい。

次に、視覚・聴覚的諸情報を効果的に処理していく事が要求される、高次の思考・学習と眼球運動との関連についての諸研究を課題別に眺め、後のVI項で、特に、問題解決過程における構え (set) あるいは仮説 (hypothesis) と眼球運動との関係についての知見を引き出した。

### (1) 思考時—非思考時の眼球運動

問題解決を行なっている時、課題の視覚的刺激布置とは独立に、「思考中である」という理由からのみ成立する眼球運動は存在するのであろうか。

千原 (1975) は、聴覚的課題についての思考時の眼球運動を調べた。課題は、その質問によって心像 (image) を生じさせ易い質問課題 (more imaginable thinking tasks; M.I.) と、そうでない課題 (less imaginable thinking tasks; L.I.) の2種類で、被験者は成人19名と幼稚園児35名であった。M.I. 課題は、「あなたの下宿 (または自宅) から学校までの道筋を説明して下さい。」(成人群) といったような、空間的心像を生じさせ易い課題である。またL.I. 課題は、「1+3はいくつ?」(幼児群) といった計算問題である。こうした課題を遂行中の被験者の眼球運動が、閉眼条件・開眼条件の2条件で、EOGによって記録された。

主要な結果は次のとおりであった。先ず、課題の性格 (M.I. とL.I.) による差は、成人群・幼児群のどちらにおいても現われなかった。第2に、課題遂行前の統制期と、遂行中の思考期での眼球運動の差が検討されたが、両群とも全ての課題において、思考期の方が盛んであった。また、眼球運動の水平成分・垂直成分のどちらにおいても思考期の方が多かった。第3に、成人と幼稚園児の発達の差が検討された。ここで眼球運動の記録時間を統制期、思考期、応答期 (答えを述べている時) の3期に分け、眼球運動の量的変化のパターンを見ているが、成人では応答期より思考期の方が、幼児では統制期より応答期の方が盛んな眼球運動をする、という結果が得られた。

竹田 (1974, 1975) は、思考の、眼球運動への妨害効果を調べたが、ここで、課題解決中には眼球運動に著しい乱れが生じることを報告している。

古賀・宇阪・三輪 (1979) は、さらに精度の高い眼球運動測定装置 (古賀, 1979) を用いて、千原 (1975) と

同様の課題を大学生に課した。結果の分析に関しては統計的検定は行なわれなかったが、思考中の眼球運動が水平・垂直の両成分共に大きく、両成分間の比較では、水平成分の移動量が大きい事を報告している。

また、吉田(1977)は、概念的課題(一次方程式、同異語、文章題)を用いて、眼球運動に位置偏好(position preference)が見られる事を見出している。

このような基礎的研究は、以下に述べるような諸研究の結果を考察する際、常に立ち戻らねばならない、非常に重要な領域であると考えられる。

(2) 認知スタイルと眼球運動

認知スタイル(cognitive style)は、刺激と反応間の媒介過程を説明するために発展してきた、1つの仮説構成概念である。ここで「認知スタイル」という用語は、個体が環境を概念的に体制化する際の特徴的なあり方、について言及している(Goldstein & Blackman, 1978)。

以下、場依存-独立(field dependence - independence)と熟慮-衝動(reflection - impulsivity)の2種の認知スタイルについての諸研究を、課題の要請する視覚的探索活動の様式も含めて検討していきたい。

1) 場依存-独立

Witkin, Levis, Hertzman, Machover, Meissner & Wapner (1954)によれば、場依存型、場独立型の者は次のように特徴づけられる。

- a. 場依存型………他者を含む、自分の環境への関わり方は受動的であり、自分の衝動性をうまく統制できず、自尊心がなく、比較的原始的かつ分化していない身体像(body image)を持っている。
- b. 場独立型………環境に対して能動的であり、かつ独立性を持っている。自分の衝動性はうまく統制でき、比較的高次の自尊心を持ち、よく分化した身体像をもっている。

こうした認知スタイルは、次のような課題によって、操作的に定義される。

まず、EFT(embedded figures test; 埋没図版テスト)。これは、Witkin(1950)がGottschaldt(1926)の図版から24の図版を選び出して構成したものである。Fig. 11はその例である。各図版とも、最大5分間の吟味時間が与えられ、全24図版を見つけ出すのに要した時間の平均が得点とされ、標準得点への変換後、一定の基準で、場依存-独立に分けられる。

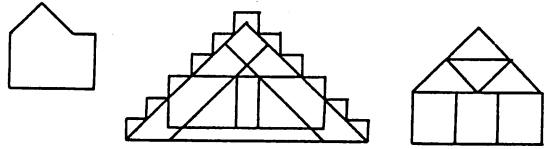


Fig. 11 EFTの例 (Witkin, 1950)

RFT(rod-and frame test; 棒-枠組テスト)は、この種の認知スタイルでは代表的な課題である。棒、あるいは枠組、または両方が垂直位置から28°傾いており、被験者には、自分が垂直だと思うまで棒の位置を調整するよう要求される。この課題でうまくいった者は場独立の者とされ、傾いた枠組との関係で棒の位置を決めた者は場依存の者とされる。この、場依存の者は、自分の知覚を環境に依存させていると言える。(詳細な手続きはWitkin, Dyk, Faterson, G oodenough & Karp (1962)を参照されたい。)

Conklin, Muir & Boersma (1968)は、EFTで決定された場依存-独立の被験者の眼球運動の特徴を、絵画完成テスト、ゲシュタルト完成テスト遂行中のパフォーマンスを分析する事によって調べた。

被験者は大学1年生男女合計32名であった。これは、EFTの得点分布の内から、平均値より±1標準偏差外側にいる被験者の内から選ばれたもので、+1標準偏差以上の者を場依存、-1標準偏差以下の者が場独立とされた。眼球運動は、角膜反射方式の装置で、10コマ/秒の速さで記録された。主要な従属変数は、平均停留時間、軌跡の平均の長さ、有効探索得点であった。

結果の分散分析からは、性差の主効果、性差と場の独立性レベルとの交互作用は、ともに得られなかった。上の3つの変数の内、平均停留時間では場の独立性レベルで差がなく、ISSでは差が出た。軌跡の長さでは課題によって差があったりなかったりした。

Conklin et al. (1968)はここで、特にISSの結果から、場独立の被験者は、刺激野のよりリリバンドな部分(高ISSの部分)に注意を向ける能力があり、この事が逆にEFTのような課題をより早く解く事を可能にする、という考えを支持している。

Boersma, Muir, Wilton & Barham (1969a)は次に、Conklin et al. (1968)と同様の基準で選んだ場依存-独立の被験者を用いて、EFTと同じような課題を遂行中の眼球運動を検討した。課題は、EFTでの単純図形の側の図がターゲットとして1つ与えられ、複雑図形の側が5つの選択図形として与えられた。5つの内、1つだ

けが、その図の内にターゲットの図を埋没させており、被験者には、ターゲットの図が確かに描かれている図を5つの選択図形から選び出すよう要求された。

結果として、場の独立性レベルで差があったのは、ターゲットへの停留数についてのみであった（場独立の者の方が多かった。）。ここからBoersma et al.は、場独立の者は場依存の者に比べて、より多く、ターゲットと選択図形との間の停留点の移行を行なう、と結論した。

さらにBoersma, Muir, Wilton & Barham (1969 b)は、アナグラム (anagram) 課題遂行時にも前述のBoersma et al. (1969 a) と同様の結果が出るであろうとの仮説を立て、これを検討した。課題は、5文字の単語4つ(BRICK, CHAIR, MOUTH, PARTY)で、各単語の1文字を中央に置き、左端上部に各々の単語の頭文字がこないように残りの4文字を正方形の頂点に並べたものであった。

主要な結果は、最初に5つの文字を一通り眺めるのに要した時間は、場独立の者の方が場依存の者に比べて有意に少なかった、という点であった。これは、前者が、より多く個々の文字間の停留点の移行を行なう事を示しており、場独立の認知スタイルの持つ、分析的知覚という特徴が現れた証拠となった。

以上の諸研究での場依存-独立は、EFF課題での結果を中心としたものであったが、Haley (1973)は、RFT課題遂行中の眼球運動を記録し、EFT得点で場の独立性を分けて考察した。

被験者は大学生16名で、半数ずつ2つの独立性レベルに分かれた。RFT課題では、各試行の前に10秒間の観察時間が設けられ、眼球運動は、その間の、垂直線からの停留点の左右へのずれの長さで測られた。

結果は、RFT得点による場の独立性レベルでは、眼球運動に差が出ない、というものであった。ただ、この結果は、眼球運動の指標が上の他の諸研究とは異なっている事に注意したい。

## ii) 熟慮-衝動

Kagan, Rosman, Day, Albert & Phillips (1964)は、Fig. 12のような課題を用いて、子どもの情報処理における認知スタイルとして、熟慮型と衝動型の2つを探索した。この2つの対立する認知スタイルを決定する際の、反応潜時、誤反応数という指標は、「判断」の際の心理学的過程を考える時、非常に意味深い指標である。ここでは立ち入った議論は控える事にし、そうした指標で差が現れるという事実を、MFF課題遂行時の視覚的探索

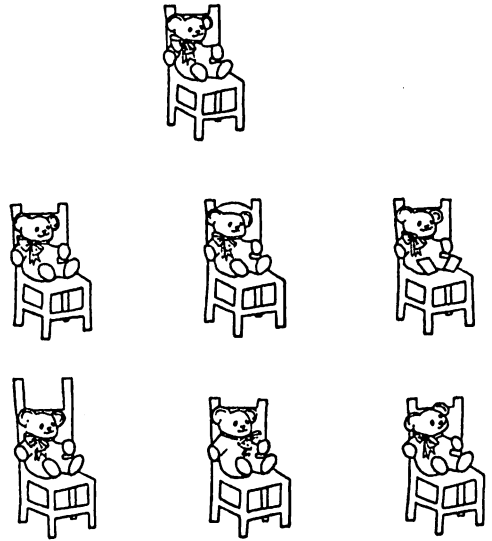


Fig. 12 MFFの例  
(Kagan et al. 1964)

活動の分析によって解釈しようとしている、いくつかの研究を眺める事にしたい。その際、認知スタイル、あるいは個人差研究の文脈での評論は既に、臼井、佐藤 (1976)の内、特に佐藤の分担部分でかなり詳細に行なわれている故に、ここでは、異なった観点から見て行きたい。

## ①問題解決時の視覚的探索パターンと解決方略

MFF課題は通常、1つの標準図形と6つの変化図形で構成され、被験者は、標準図形と全く同じものを、6つの選択図形の内から1つ選ぶよう要求される。その際被験者には、かなり複雑な弁別課題が与えられた事になり、その課題解決中の解決方略 (strategy)には次のようなものが存在すると考えられる。

まず、標準図形 (以下Sとする)をどの程度記憶してから変化図形 (以下Vとする)の吟味に入るか、によって3種の方略が考えられる。

- Sを微細に検討し、その各部分の特徴、全体の特徴を細かく記憶して、次に各Vを詳細に検討していく。
- Sの複数の部分的特徴を記憶し、それらに対応する各Vの部分を検討していく。
- Sの単一の部分について、各Vのそれと対応する部分を検討していく。

次に、SとVとの比較のしかたについて、次の2つの方略が考えられる。

- Sの吟味後、6つのVを順次検討していき、全部

のVを検討するまで再びSに戻らない。継時的走査 (successive scanning) 型と言える。

e) Sの吟味後、第1のV (V<sub>1</sub>)に、次に再びSに戻りV<sub>2</sub>へ、再びSに……という風に、1回1回Sに戻る型。往復型 (return) と言える。

更に、解答の見つけ方 (判断の方法) として、次の、除去法 (elimination method) と選択法 (selection method) があると考えられる。

f) 検討中のVが、記憶にあるS (Sの内、上のa. b. cいずれかの方法で記憶に留めている特徴部分) とは異なっていれば直ちにそのVを、答の候補から外す。除去法。

g) 検討中のVが、記憶にあるSと同じであれば、直ちにそのSを答として選択する。

以上、標準図形の記憶のしかた (3種)、標準図形と変化図形との比較のしかた (2種)、判断の方法 (2種) について各方略が理念的に想定される。単純計算すれば、これらを組み合わせれば、12の課題解決方略が考えられる。

この内、標準図形の記憶のしかたと、標準図形と変化図形の比較のしかたは、そのまま視覚的探索パターンとして現れる事になる。

佐藤 (1976) は、小学校3年生の児童19名と大学生の成人13名を被験者として、MFF課題遂行中の被験者の眼球運動パターンを記録している。そのパターンの分析から、次のような主要な3種のパターンが、児童にも成人にも見られた事を報告している (Fig. 13)。この内、「同一部分比較」はDrake (1970) の「同一部分比較 (homologous comparison)」に、「往復型」はZelniker, Jeffery, Ault & Parsons (1972) の「往復比較 (returns comparison)」に、「連続比較」は同じくZelniker et al. (1972) の「連続比較 (runs comparison)」に対応している。先のa) ~ g) の理念的方略について言えば、b), c), d), e) の各方略が存在している事を示している。

また、Drake (1970)、臼井 (1975) は、解決方略として除去法、選択法のいずれも存在し得る事を確認している。Drakeによれば、この方略の決定は、被験者が教示をどちらに理解するか、にかかっている事になる。

### ②熟慮-衝動型と眼球運動

熟慮型 (以下R型とする) と衝動型 (以下I型とする) の視覚的探索活動の特徴はどのようなものであろうか。

Drake (1970) は、小学校3年生18名と大学生16名を用いて、同一部分比較においてR型-I型間に差があるか

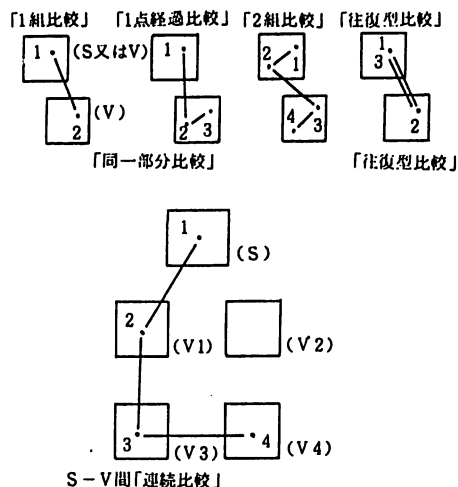


Fig. 13 視覚的探索パターンの例 (佐藤, 1976)

を検討したが、ここでは差は見出し得ず、ただ、大学生の方がこの同一部分比較が多い、という年齢差のみ出た。

Zelniker et al. (1972) は、同じく小学校3年生31名について、往復型、連続比較でのR型-I型間の差をみたが、往復型でのみ差 (R型の方が多) が出た。

Ault, Crawford & Jeffery (1972) は、年齢幅を小学校3, 4年生に広げて、Zelniker et al. (1972) と同様の指標について検討したが、ここでも往復型でのみ差が出ている。

佐藤 (1976) は先に述べたように、3つの指標全てについて、児童と成人のR型-I型で検討している。分散分析の結果、同一部分の1組比較 (理念的方略のc)、同一部分の1点経過比較、往復型 (理念的方略のe) において、年齢、熟慮性による主効果が現れている。しかしながら、同一部分の2組比較 (理念的方略のb) ではどちらの主効果も現れず、連続比較 (理念的方略のd) では年齢要因にのみ主効果があった。

また、解決方略 (判断の方法) に関しては、Drake (1970) が、R型の大学生は除去法を多く用いた事を報告し、臼井 (1975) は、R型の児童でも除去法が多かったという結果を出している。理念的に考えても明らかとなっており、除去法を用いるためには、変化図形を全て吟味しなければならない。従って反応時間は長くなり、選択法 (特に同一部分比較の探索パターンでの) ほどには誤答となる確率は高くない。ここから、R型=除去法という公式は納得のいくものである。臼井 (1975) は、R型-I型の視覚的探索活動の特徴を生みだすものとして、



R型は仮説のフィードバック能力が高い事、I型は標準図形の1部のみを変化図形と比較するといった風に、情報処理の入力許容量が小さい事、をあげている。

以上の諸研究は主に、MFF課題遂行時の眼球運動パターンを指標とする、標準図形と変化図形の比較のしかたについてのものであった。そこでさらに、標準図形の記憶のしかたを捉えるために、標準図形での停留時間、停留範囲 (fixation coverage)、変化図形での停留範囲をその指標と考えたい。

例えば、Fig. 12の「イスとクマのぬいぐるみ」課題を例にとると、a)の理念的の方略をとる被験者は、標準図形の観察時に、次のように「構え」をつくるものと考えられる。

「正答は、『イスの背もたれの両側の棒がそれほど長くない、かつ、背もたれの上部は平たく、かつ、クマの足は丸く、かつ、リボンが右側についており、かつ、まっすぐ前を向いている』図である。」

標準図形をこのように詳細に記憶しようとする、具体的な行動として、停留時間が長くなり、停留の範囲も広くなる、と考えられる。

そこから次に、『イスの背もたれの両側の棒が……かつ、まっすぐ前を向いている』図であれば正答である、という仮説が成り立つ。この後、各変化図形について、この条件が満たされているかどうかを検討していく。その際、f)の除去法をとれば、この条件を満足していない図はどんどん捨てていき、最後に残ったものを「答」として報告する。また、g)の選択法であれば、最初にその条件を満たした図に出会ったらすぐにそれを報告する。「構え」形成の時点で、単一の部分についての仮説を形成するc)の方略、またb)の方略についても同様である。

このように、MFF課題遂行中の眼球運動の各指標には、それぞれ密接に関連をもった、「意味」が存在する。臼井・佐藤 (1976) のまとめを、こうした視点から捉え直してみると、認知発達の研究に眼球運動の測定が重要な役割を果している事が確認されよう。

また、MFF課題以外での、R型—I型の眼球運動の特徴については吉田 (1977 a) が検討している。ここでは、停留時間に関してのみ、全体としてR型がI型より多い、という結果が報告されている。

### (3) 対連合学習と眼球運動

対連合学習は、通常10～15対の刺激語—反応語項目を記憶・学習していく事態である。

Underwood & Schultz (1960) は、対連合リストの獲

得の過程は次の2つの段階に分かれる、とした。

#### ①反応項学習、あるいは反応項再生段階

被験者はこの最初の段階で、自分に課せられた課題は最終的に反応項を再生することだ、という事を学習する。その際、反応語の種類によって、2種の異なった過程が生じる。

第1は、反応語が、日常言語等、既に被験者の言語レパートリーの一部である時である。この場合は、反応語の再生とは、その反応語を、他のレパートリーより強い反応強度を持つように、強く引き立たせる事である。

第2には、反応語が、無意味綴り等、被験者の言語レパートリー内にない場合がある。この時は、次の段階に行く前に、反応語の各綴りを1つのまとまりに統合しておかねばならない。

#### ②連合、あるいはカギ留め (hook-up) 段階

反応語が統合されて1つの統一体として再生可能なものとなると、次のこの第2段階に進む。ここで被験者は、反応語を刺激語と連合させる。

以上の点より、特に、反応語学習段階 (第一段階) で反応語を1つのまとまりとして統一しなければならぬような無意味綴り等を材料とする時、対連合リストの獲得の過程は上記の二段階に分かれる、とした。

以下の諸研究は、Underwood & Schultz のこの二段階説を、観察可能な指標を用いて裏付けしたものである。

McCormack & Haltrecht (1965) は、二段階説が正しければ、対連合学習の初期の段階においては反応項へより多くの注視を行なうであろう、と考え、学習中の眼

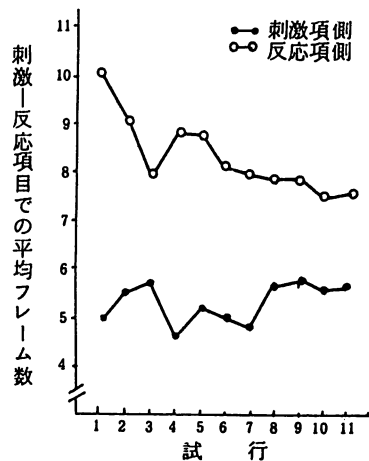


Fig. 14 試行にともなう、刺激項、反応項への注視の変化 (McCormack & Haltrecht, 1965)

球運動を記録する事によってこれを検討した。

被験者は20名の大学生、学習材料は7対の無意味綴りで、学習方法は予言法であった。眼球運動は、角膜反射光が15フレーム/秒の速さでフィルムに撮られた。20名の結果が検討されたが、その内16名は11回の試行で全リストを学習していたので、始めから第11試行までの眼球運動が分析された。その結果、全試行において、反応項での停留が刺激項での停留より有意に多い事が分かった。また、正答までの試行数を4分して、反応項での停留の変化が検討されたが、全員、第3期では第1期より反応項での停留が少なくなっていた (Fig. 14)。

McCormack & Haltrecht (1966) は、予言時間を0.6秒増やして先の実験を追試し、さらに、反応項での停留が減少していくのは、過剰学習によるものではない、という点を検討した。

第I実験では、先の研究と同様の結果が出、刺激項での停留はほぼ一定だが反応項での停留は試行ごとに減っていく、という点が再確認された。これは、Underwood & Schultz (1960)の、第一段階の存在を証明するものである。

第II実験では、学習方法が、予言法から学習-テスト法に代えられた。この方法による対連合学習での、過剰学習をしている項目がとり除かれて、刺激項、反応項での停留が検討された。結果は、この場合にも、初発の3試行までは反応項での停留の方が多かった。これは、過剰学習のために反応項での停留が減るわけではない、という事を意味している。また、ここでは、fast学習者とslow学習者を各6名ずつ選び、刺激項での停留時間の方が反応項でのそれより長くなり始める時間について比較されたが、その時間は、slow学習者の方が遅かった。

この第II実験の後半部分は、Haltrecht & McCormack (1966) によってさらに詳しく検討された。100名の大学生男女から、slow学習者24名、fast学習者16名が選ばれ、7対の項目についての対連合学習が行われた。眼球運動の分析はその内各14名について行われた。分析は4試行を1ブロックとして、16試行まで行われた。slow学習者とfast学習者の注視パターンの結果を示したのがFig. 15である。両者の大きな違いは、次のような点にある。即ち、slow学習者は最初、反応項の整理に困難をきたすために、多くの時間を反応項の注視に費し、やがて (Fig. 15では第2ブロックより) 刺激項への注視が多くなる、というパターンを示す。それに対してfast学習者は、初めから刺激項の方を多く見ている。

Fig. 15の上下のグラフを見比べて、fast学習者の第1ブ

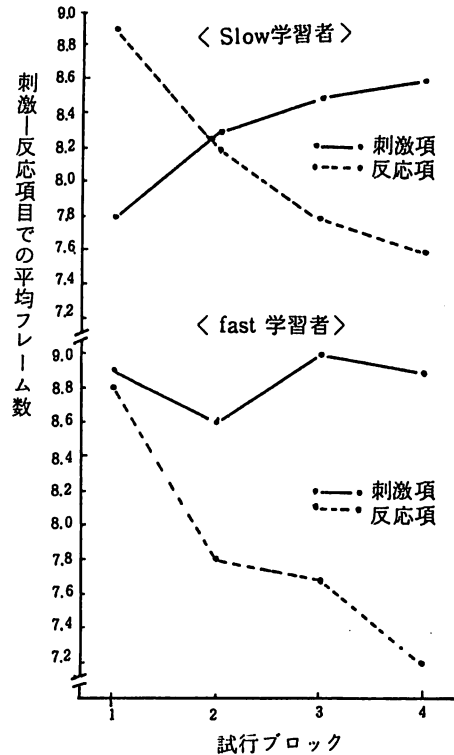


Fig. 15 fast学習者、Slow学習者の試行にともなう注視の変化 (Haltrecht & McCormack, 1966)

ロックが、slow学習者の第2ブロックに対応している点は非常に興味深い。

Haltrecht & McCormack (1966) は、両者の特徴について、fast学習者は刺激項 (S) → 反応項 (R) → 刺激項 (S) というS-R-Sの眼球運動パターンを示し、slow学習者は、最初S-R、続いてS-R-Sのパターンに変わる、とした。これをUnderwood & Schultzの二段階過程説に対応させると、slow学習者は典型的に二段階の学習過程を示すが、fast学習者では、1つの試行の内に第1段階と第2段階が混在している、と考えられる。換言すれば、slow学習者は試行間で二段階過程を示し、fast学習者は試行内で二段階に学習する、と言える。

以上の諸研究は、Underwood & Schultzの仮説を、眼球運動という観察可能な指標を用いて見事に検証したものであるが、さらに細かい変数についての研究も2、3見受けられる。

McCormack, Hannah, Bradley & Moore (1967) は、項目に用いた材料の性質 (有意味度) と二段階の段階移行との関係について検討している。ここでは、反応項目に有意な語を用いても二段階は現われる事、反応項目

間に類似性があるほど早く第二段階（刺激項と反応項の連合）に進む，という点が明らかにされた。

Moore & McCormack (1968) は、反応項目についてリリバント (relevant) な予備訓練を受けた群 (R 群) と、イリリバント (irrelevant) な訓練を受けた群 (I R 群)、予備訓練なしの群 (N 群) の 3 つの群について、対連合学習での注視パターンが予備訓練によってどうかがうか、を検討した。その結果、初頭の 6 試行の内、特に第 4～6 試行の間で、R 群の被験者は他の群の者に比べてより早く、S-R から S-R-S への眼球運動パターンの移行があった。

上の 2 研究は、二段階過程説と、課題の変数、および訓練効果の関係についてのものであるが、Hannah & McCormack (1968) は、課題変数 (リストの競合性) と被験者側の性格特性 (不安の高低) とを絡めて検討している。ここでは、競合的リストを学習中には反応項目の方を多く注視し、非競合的リストの場合には刺激項への注視が多く、この傾向は、低不安者より高不安者においてより顕著であった、という点が明らかにされた。

#### (4) 弁別学習と眼球運動

弁別学習は通常、「人間または動物に、相違した 2 つまたはそれ以上の刺激が与えられた時、それらの刺激間の区別が要求されるような試行系列の学習」(木吉, 1957, P. 612) と考えられている。

一般的な実験では、位置や刺激の視覚的手がかりを基にして反応した被験者 (体) に対し、一定の報酬を与える事等を通してその反応の正誤を知らせ、正しい手がかりに対して反応していくよう学習をさせていく。その意味で、弁別学習研究の目的の 1 つに、さまざまな手がかりを用いて課題 (「正しい手がかりを基にして常に正反応を行なう」) を解決していく際の、その課題解決の過程を知る事、があると言える。

Boersma & Muir (1975) は、弁別学習研究上での課題として、次の 2 つをあげている。第 1 には、弁別学習の際被験者 (体) の内部で生じていると考えられる、covert な媒介反応・過程がどのようなものであるかを研究する事である。Kendler & Kendler (1959) に端を発する、言語媒介過程の研究はこの方向の代表格と言えるであろう。第 2 は、弁別学習の研究を通して、子どもの発達の上での学習の行なわれ方の特徴と、そのパラメーターを記述していく事である、としている。ここでは具体的な諸活動を発達に沿って整理していく事によって、学習過程の全体像を明らかにしようという目的をもって

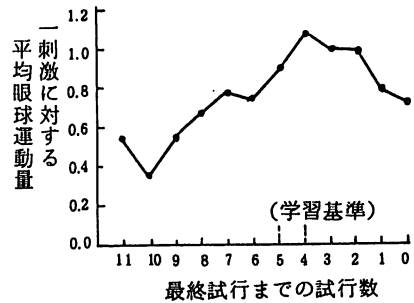


Fig. 16 課題内での、学習基準到達前後の眼球運動 (White & Plum, 1964)

いる。

本節では、第 2 の方向でのいくつかの研究の内、眼球運動を直接の指標とした弁別学習の研究をとりあげ、その含意を以下の VI 項で考察したい (「選択的注意」の文脈での弁別学習研究については、波多野・久原, 1968; 佐藤, 1977; 名古屋大学学習研究グループ, 1978 を参照されたい。)

White & Plum (1962, 1964) は、弁別が比較的容易な課題 (鳥) と、難しい課題 (1 本の縦棒と、その内の 1 点から 2 本の棒が腕のように横に出た図) の 2 種を使って、学習の構え (Learning set)、学習基準と眼球運動の関係を検討した。被験者は CA 3: 6~5: 0 の就学前児童であり、眼球運動は、刺激提示板の中央に小さくあけられた穴から直接撮影された。撮影されたフィルムは 4 人の評定者によって、眼球がどちらの位置にあるか (「左」、「右」、「中央」、「分からない」) が評定された。眼球運動は、左右への停留点の移行の回数で定義された。

結果の分析はまず、課題の難易による眼球運動の特定の傾向について行なわれたが、易しい課題の方が一貫して眼球運動が多い、という結果以外は、特定の傾向は現れなかった。

より興味ある結果は、学習基準 (試行中 5/6 の正答) 達成前後の眼球運動についてのものである。Fig. 16 は学習基準到達前後計 12 試行についての眼球運動の変化を表している。この図から分るとおり、学習基準に近づくにつれて眼球運動の量が増えて行き、基準到達後は減っている。学習基準への到達とは正しい学習の構えの形成を意味しており、ここに、構えと知覚的探索活動の関係についての重要な知見がある。すなわち、構えの形成までは眼球運動が漸増し、形成後は漸減していく、と言える。White & Plum (1964) はこれを代理的試行錯誤 (vicarious trial and error: VTE) の考えと結びつけ、

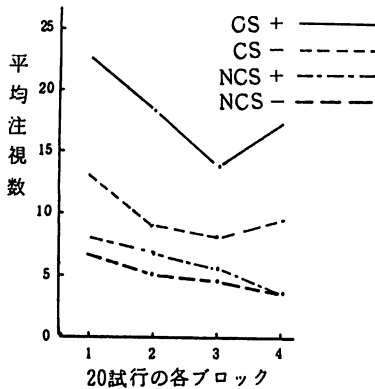


Fig. 17 選択刺激、フィードバック情報と試行にともなう注視の変化  
 CS+ : 選択正刺激  
 CS- : 選択負刺激  
 NCS+ : 非選択正刺激  
 NCS- : 非選択負刺激 (Schroeder, 1970)

「仮説」と活動との関係について言及している。

さらに興味ある実験が Schroeder (1970) によって行なわれている。ここでは、強化された刺激と強化を受けなかった刺激での注視数の差が主に検討された。

被験者は大学生男女計15名で、18.75×18.75 (cm) のスクリーンの4隅に、2次元 (形、線の方向) 2値 (四角・丸、垂直・水平) で変化する4つの図が、各試行ごとにカウンター・バランスされて提示された。この弁別課題遂行中の眼球運動が、角膜反射法で録画された。

主要な結果は次のとおりであった。

先ず第1に、被験者は、ある刺激を選んでそれが強化されると、次の試行からもその刺激を選び続けるという結果を示した。これは、Weir (1964) の win-stay の方略、Levine (1966) の「単一仮説 (a simple hypothesis) 維持の考えに矛盾しない結果と言える。

第2には、位置偏好がなかったという点である。スクリーン上の4隅の平均停留数は、34, 34, 30, 33で、有意な差はなかった。

第3の、最も興味ある結果は、刺激の選択とそれに対する正負のフィードバック情報、試行回数と停留数に関するものである (Fig. 17)。ここでは、正のフィードバック情報を得た (強化された) 選択刺激 (CS+) での停留が最も多く、次に、選択したが負であった (強化されなかった) 刺激 (CS-) での停留、その次に、選択しなかった刺激での停留、の順になっている。しかも、試行回数が増えるごとに停留数が減少していく傾向がある。この内特に、(CS+) での第3ブロックまでの減少傾向

は、先の White & Plum (1964) の "VTE" の解釈と矛盾しないものである。即ち、常に強化を受ける刺激 (CS+) を発見した後は、徐々に停留数が少なくなってくる。この傾向は、概念達成課題と同様の実験を行なった田中 (1979) によっても確認されている。

## VI まとめ

以上、最近の眼球運動研究を各項表題ごとの視点から概観してきたが、ここで各項で得られた知見や問題点を簡単にまとめた。

更にそこで指摘された問題の中から主に次の3点について考察し、今後の研究の一助としたい。第1は、眼球運動の年齢的变化—発達の問題である。第2は、年齢とは異なった主体の側の要因との関係を取りあげる。即ち、認知的な構造や課題達成の水準、構え、認知スタイルなどの個人差が眼球運動にどのように表れるか検討する。最後に、眼球運動の解析の問題に焦点をあて、認知過程を追究するうえで有効な解析とはどのようなものか考えたい。

### (1) 各項の要約

II では、停留の機能に関する研究の中から主に2つの論文を取りあげた。そこでは、刺激がターゲットであるかないかで1停留時間が異なること、更に1停留は、5つの機能を持って循環していることなどが示唆された。又、1停留の間の情報処理についての3つのモデルが提出された。実証的な試みではないが、停留時間の認知的意味が問われる今日、示唆に富んだ仮説として注目されよう。

III では、乳児の眼球運動の研究の中で、刺激への定位能力と、幾何図形に対する眼球運動の特徴が明らかにされた。(1) では、生後1カ月から2カ月にかけて乳児の周辺視の機能が発達すること、又、定位の際の飛越運動には大きく素早いもの、断続的なもの、距離が短いもの、などの種類が見い出された。

(2) では四角形や三角形などの単純な図形に対する眼球運動の形態も発達の差が見られた。即ち、1カ月児は図形の輪郭の限られた部分に集中して停留するのに対して、2カ月児は、停留の分布が拡がり、図形の特徴に選択的に停留する。

乳児の眼球運動はかなり初期から、後の発達の基礎となる重要な変化を見せるが、その後数年のデータがないのが残念である。

IV では、認知発達の1つの指標である認知構造の変化、

及び年齢、による眼球運動の変化に関する研究を概観しその認知的意味を探ろうとした。

(1)では、Piagetの保存の各レベルにある者に、固有の眼球運動の形式があることが述べられた。また、保存訓練の結果が眼球運動に反映することも述べられ、認知構造と具体的探索活動の1つとしての眼球運動との間に、深い関係があることが示唆された。

(2)では、凶形の認知という課題における眼球運動の特徴が明らかにされた。このような簡単な凶形に対しては、年長児の方が眼球運動が活発であるという一貫した結果が得られた。この眼球運動を、知覚発達に貢献する、予期的な活動として位置づけることもできよう。

(3)では、(2)よりも複雑で高次の認知的課題における眼球運動の特徴が明らかにされた。即ち、(2)とは逆に、年齢とともに眼球運動が減少した。又眼球運動の質的分析が行なわれ、ターゲット探索のストラテジーが発達し、課題に対して有効な停留系列が可能になることが示された。

この他、凶形の配置、意味の違い、提示方法及び教示によって眼球運動が変化することが明らかにされた。

Vでは、思考や学習課題を遂行中の眼球運動に関する諸研究が概観された。

(1)では、思考時には非思考時とは異なった眼球運動が行なわれることが明らかにされ、思考時の眼球運動の基本的な特徴が述べられた。

(2)では、場依存-独立型と熟慮-衝動型の認知スタイルと眼球運動の関係について述べられた。特に、課題の構造を細かく分析して眼球運動のどういう面が思考の指標となるかについて見解が述べられた。

(3)では、対連合学習中の眼球運動に関する研究をとりあげ、反応項から刺激項への停留の移行があることを確認した。これは、対連合学習についての二段階仮説を裏づけるものとして解釈された。

(4)では、弁別学習課題遂行中の眼球運動について検討された。ここでは学習基準到達に近づくにつれて、眼球運動が活発となり、その後は衰えていくという知見が得られた。

## (2) 眼球運動の発達

眼球運動の発達を明らかにしていく試みは、少なくとも2つの見地から意義深いと考えられる。

1つは、子どもの行動変容を跡づけることで知覚発達の一項目としての眼球運動の年齢、その他の変数による変化を記述することである。Ⅲで述べた乳児の研究や、

Ⅳの凶形認知における眼球運動の特徴を明らかにした研究は、主にそのような意義をもっているといえよう。

今1つの意義は、眼球運動という行動の独自性に深くかかわっている。眼球運動は、網膜上の中心窩に停留すべき対象の映像を結ぶための運動である。即ち、情報の入力(input)に不可欠である。それと同時に対象のどこにどれだけ、どの順序で停留するかという、主体の選択行動の流出(out put)の結果でもある。このように2つの機能を同時に持つという独自性を前提として、Piaget(1961)は、知覚的行動が受動的なものから能動的なものへと発達していくこと、その過程で知覚的活動が知覚発達に貢献することを指摘している。

従って眼球運動もまた、認知発達や知覚発達に何らかの役割を果たしていると思われる。この点を明らかにすることが、第2の意義であると考えられる。

ここで述べてきた研究は、視覚対象や測定法、分析の視点に至るまでいくつかの相違点があり、眼球運動の発達の、本質的な傾向を明らかにすることは容易ではない。しかし、特に、第Ⅳ項には認知発達と眼球運動の関係を追究していくうえで貴重な示唆が含まれている。

そこで、第2の意義に関連する、眼球運動の発達傾向について、得られた知見を総合すると以下になるであろう。

①子どもの眼球運動が年齢と共に増加するのは、凶形認知、光の追視、などの知覚的解決が求められる課題に対してあり、複雑な刺激である絵画の認知や文字対の異同判断などの、認知的解決が求められる場面では、眼球運動は年齢と共に減少すると考えられる。

②一対の刺激を比較検討する眼球運動は、年少児の場合是对内の比較が多く、年長になるにつれて、課題解決に有効な対と対の間の比較の為の運動が多くなる。

③眼球運動のストラテジーが年齢と共に効果的になる。即ち、年長になると、求められる判断にとって有効な部分に停留し、その直後に、その部分に対応した部分に停留する。

④複雑な凶形に対する“同じ”“違う”の判断基準は年齢によって異なるが、眼球運動も判断基準に対応した形式が見られる。

⑤教示やラベリングなどの言語的な手がかりによって眼球運動は影響を受ける。

⑥飛越運動の距離の違いは、年齢の要因よりも眼球運動の意味を反映する。

即ち、眼球運動が、視覚対象の要素間の検証をしている場合は、成人でも距離が短くなる。一方、視覚対象が

視野周辺まで広がっていて周辺視が必要な場合、成人は長い飛越運動一回で周辺視が可能だが、子どもは周辺視機能を補うために数度の短い飛越運動を必要とすると考えられる。

### (3) 問題解決と眼球運動

先に、年齢や課題の違いによる眼球運動の変化の特徴が述べられたが、ここでは、それらを含めて、ある課題を解決していく過程内での眼球運動の変化について考察する。かつ、その際の理論的枠組みを明らかにしておきたい。

#### i) 問題解決と仮説行動

Gagné (1966) によれば、「問題」が「解決」されたと判断される基準となるのは、その問題が解けるまでは現れてこなかったある種のパフォーマンスが、その問題が解かれたと解釈できる時より以後は現れてくるようになる事である。

ここから、問題解決の過程を、特定のパフォーマンスが常に強化を受けるように変化していく、刺激-一反応対の強化の過程だと考える強化論的立場と、環境諸情報と主体の側にある情報の捉え方の機構-構えや仮説-との相互交渉の過程だとみなす認知論的立場が生まれる。

ここでは後者の立場から、問題解決時の仮説行動が、具体的な情報探索活動の1つとしての眼球運動とどのような関係にあるか、という点を簡単にまとめておきたい。

#### ii) 仮説と情報

問題解決中の主体に何らかの「仮説」が存在する事を想定する研究者は、その際の知覚それ自体を問題にする形式主義者 (formalist) に対して、機能主義者 (functionalist) と呼ばれる (Bruner & Postman, 1949 a)。すなわち後者では、知覚の機構と、他の心理学的諸機能-欲求 (needs), 緊張 (tentions), 価値 (values), 防衛 (defenses), 情動 (emotions), 過去経験 (past experiences) 等-との関連を問題にする。

知覚の理論の中で、Bruner-Postman のいわゆる仮説-情報理論 (hypothesis-information theory) は、こうした傾向の典型的な現われであり、ニュールック (new look) 心理学の代表的な理論とされている。しかしながらその含意は、これまで正当に紹介されてきたとは言い難く、そのセンサーショナルな面だけが独り歩きしてきたように見受けられる (とり分け Bruner & Goodman, 1947 の実験)。

Postman (1951) は、認知についての仮説-情報理論を述べるに当たって、「仮説」「情報」を次のように定義している。

仮説：環境からの刺激情報を選択したり体制化したり変形したりする際に用いられる、予期 (expectancies) や潜性 (predisposition)。

情報：予期され、仮定された刺激の諸特徴の内、その特徴を他のものから弁別する際に関連を持ってくる、刺激の特徴。

以上の定義は一見同語反復的に思われがちであるので、次のように論理的に整理しておく。

If p, then q.	
⋮	(If C is realized, then E occurs.)
⋮	⋮
仮説	情報

即ち、仮説 p が正しければ、論理的に正しく q が予想されるが、この時 q は、直接は検証不能なテスト含意 (test implication) である。この q は、ある条件 C の下で初めて観察可能な事象 E が起こる事を表わしている (Hempel, 1966)。この時、p との関連における観察可能な事象 E が、「情報」となる。

こうした仮説と情報との関係について、Bruner (1951) は、特に仮説の強さと情報に関する3つの定理を提唱した。

① 仮説が強ければ強いほど、ある状況下でその仮説が喚起される確率は高い。

② 仮説が強ければ強いほど、その仮説を確認 (confirm) するために必要な適切情報の量は少なくともよい。

③ 仮説が強ければ強いほど、その仮説を脆弱化 (infirm) させるのに必要な不適切あるいは矛盾した情報の量は多く必要である。

Allport (1955) はさらに、

④ 仮説が弱ければ弱いほど、その仮説を確認するためには、適切情報が多く必要である。

⑤ 仮説が弱ければ弱いほど、その仮説を弱めるために必要な不適切情報は少なくとも良い。

という点を文章化している。

また、この時、仮説の強度は次のようなものによって決定されると考えられている (Postman, 1951; Bruner, 1951)。

① 先行確認頻度 (frequency of past confirmation)

過去におけるその仮説の確認頻度。Bruner & Postman (1949), Postman & Bruner (1952)。

② 可換仮説数 (number of alter native hypotheses) , ま

たは独占 (monopoly)

自分の環境について抱いている仮説数が少ないほど、その仮説は強い。Postman & Bruner (1949)。

### ③動機的支持 (motivational support)

ある仮説に対する動機的な後ろ立てが強いほどその仮説は強い。Bruner & Postman (1947)。

### ④認知的支持 (cognitive support)

認知対象の存在している体系が大きいかほど、そこでの仮説は強い。Bruner & Postman (1948)。

### ⑤合意的正当化 (consensual validation)あるいは、社会的帰結 (social consequence)。

あるグループの成員の合意が仮説の役割りを果す。Kuhn (1962) の「パラダイム (paradigm)」。Anglin (1973) は、Bruner と Kuhn の理論の類似性を指摘している。

## iii) 仮説一情報と眼球運動

上にあげた Bruner - Postman の諸実験では、仮説の強度は各々の要因によって決定されたが、情報の量は、殆どが反応潜時や大きさ判断の偏差のちがいで等から推論されている。

そこで、被験者が抱いている仮説に対する、必要な情報についての、質的 (適切・不適切情報)、量的な指標がどうしても必要になってくる。ここから、仮説と、情報探索活動としての眼球運動についての考察が重要となる。

そこで、Bruner - Postman の仮説一情報理論から、仮説と眼球運動の関係に関する理論を導出し、第 V 項で述べた諸研究をその文脈に載せる事で、ここでの討論を終えたい。

仮説と眼球運動の関係については、先ず、仮説形成時と、その仮説を維持しようとしている時 (仮説維持時)、仮説が混乱してきた時 (仮説一情報攪乱時)、維持してきた仮説を変更しようとする時 (仮説変更時)、の 4 つの場合を考慮せねばならない。

仮説形成時には、盛んな眼球運動が期待される。逆に言えば、この時、わずかな眼球運動からのみ「仮説」を報告したとすれば、それはほとんどステレオタイプな行動だと解釈される。(2)の ii) で述べた、衝動型の子どもの標準図形への短い注視時間、狭い注視範囲は、この点を示すものであろう。

次の仮説維持時には、仮説が強ければ強いほど、眼球運動は少なくて良い。(3)の、McCormack を中心とした諸研究では、学習基準に近づくほど眼球運動が反応項に対して行なわれなくなる、という事が報告されたが、こ

こで、学習基準への接近とは、先行確認頻度が高くなる事を意味している。また、(4)の弁別学習時でも、学習の構えの形成によって眼球運動が少なくなる事が明らかにされたが、これは Bruner (1951) の、単一仮説の独占を意味している。

仮説と情報が攪乱された際の眼球運動をみた研究は殆どないが、田中 (1978 a) は、攪乱直後はその前後に比べて盛んな眼球運動が行なわれる事を明らかにしている。

仮説の変更時には、その仮説が強ければ強いほど、変更するための負の情報が必要になる、と考えられる。これは、上の攪乱期と同様に、殆ど研究がなされていない。(田中, 1978 b)。

また、仮説強度の決定因に関して、Bruner-Postman のあげた 5 つの要因はどれもすべて重要なものであるが、田中 (1979) は、概念達成課題のような論理的思考が必要とされる課題の解決時には、定立した仮説の論理性も重要な決定因である事を示唆している。

Bruner-Postman の仮説一情報理論は、その実験結果があまりにもナイーブ (naive) であるために、その本質的な面が忘れられつつあるが、これは残念なことである。意図や価値観、欲求、過去経験等が知覚を偏光させ、それで「認知」が成立している以上、ここに立ち戻る事は決して冗長な作業ではないであろう。

## (4) 眼球運動の有効な分析

5 項にわたって見てきたように、眼球運動のデータの分析の指標は、研究者によって多様であった。これは、研究の目的、測定装置、及び視覚対象の性質によって、どの指標が適切であるかが異なるためであろう。従って分析の有効性について一般論を述べることは意味がないが、特に認知発達、認知過程に関連して重要な指標がいくつか考えられる。本稿で扱われた分析の指標から、その有効性や、問題点などについてまとめてみたい。

①停留数及び 1 停留時間。従来から用いられている基本的な指標である。年齢や認知構造などの主体の要因による量的変化、あるいは視覚対象の諸特性による量的変化を明らかにすることによって、眼球運動の一般的傾向が記述される。この時、量的減少が知覚発達を意味し、量的増大がその逆を意味するという一貫した解釈は成り立たないことが多い。本稿では仮に、VI 項(2)の①のように解釈したが、十分とは言えない。眼球運動の測定の、最も一般的な指標であるだけに、その意味を明らかにすることは研究者にとって急務であろう。

②中心化傾向。刺激中央への眼球運動の偏り。単純な

文 献

課題（光点の追視，図形認知など）では，特に注目すべき特徴が存在しない場合でも中央に停留点が集中する傾向が，年少児に見られた（野村・野口，1973）。Piaget（1963）の，知覚的活動の中心化（centration）との関連も示唆されており，この傾向の減少は発達の1つの特徴とも考えられる。一方，眼球運動の測定にはしばしば，中央の凝視点への停留が1つの目安として求められる（calibration）のでそのために中央への停留が増加するという解釈もある。いづれにしても検討を要する指標であろう。

③反復提示された刺激への眼球運動の変化。幼児では眼球運動の量的指標では学習効果が見られる場合がある。一方，Fig. 7に示されているように，特に成人では反復提示における眼球運動の軌跡は一定であり，眼球運動の“恒常性”ともいうべき現象がある。この二つの相反する傾向は各々眼球運動の発達と個人差の問題に関連していると思われる。

④停留の順序。これは，探索行動のストラテジーの指標と考えられる。主体が有効な情報をどのように取り入れ，統合するかという認知過程の側面が示唆されよう。

⑤有効探索得点。これによって刺激部位と停留との関係が明らかとなる。どこに停留するかは，主体の情報処理の結果を示している。従って，刺激の各部分が，全体の中でどのような意味を持ち，そこにどれだけ停留するかという指標は，認知過程と眼球運動の関連を示すことが予想される。

⑥飛越運動の距離。実際のデータは少ないが，その長短に発達傾向が見出されたので，今後検討に値する指標と思われる。

上記の6つの指標は，測定上の限界から，すべてを同時に捉えることができないことが多い。また，各々について実証的データも少ないのが現状である。今後，研究の目的，課題を見きわめ，眼球運動の複雑なデータから有効な指標を探り出すことが，研究の成果を左右する鍵となろう。

<謝辞> 本稿の執筆にあたっては，名古屋大学教育学部梶田正巳助教授より，懇切なご指導を賜りました。また，環境医学研究所所長宇阪良二教授，同助手三輪武次先生から貴重なご助言をいただきました。ここに記して心から感謝致します。

- Allport, F. H. 1955 *Theories of perception and the concept of structure*. John Wiley & Sons.
- Alpern, M. 1971 Effector mechanisms in vision. In Kling, J. W. & Riggs, L. A. (Eds.) *Woodworth Schlosberg's experimental psychology*. (3rd ed.) Holt, 369 - 394.
- Anglin, J. M. 1973 Editor's preface. In Bruner, J. S. (Anglin, J. M. Ed.) *Beyond the information given*. W. W. Norton & Company. Inc. x-xii.
- 青木剛士 1971 視覚の対象観察場面における幼児の眼球運動 日本心理学会第35回大会論文集, 337-338.
- Ault, R. L., Orawford, D. E. & Jeffrey, W. E. 1972 Visual scanning strategies of reflective, impulsive, fast-acculate and slow-inaccurate children on the Matching Familiar Figure test. *Child Development*, 43, 1412 - 1417.
- Aslin, R. N. & Salapatek, P. 1975 Saccadic location of peripheral target by the very young human infant. *Perception and Psychophysics*, 17, 293 - 302.
- Bisanz, J. & Resnick, I. B. 1978 Changes with age in two components of visual search speed. *Journal of Experimental Child Psychology*, 25, 129 - 142.
- Boersma, F. J. & Muir, W. 1975. *Eye movements and information processing in mentally retarded children*. Rotterdam University Press.
- Boersma, F. J., Muir, W., Wilton, K. & Barham, R. 1969a Eye movements during embeded figure tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 28, 271 - 274.
- Boersma, F. J., Muir, W., Wilton, K. & Barham, R. 1969b Eye movements during anagram tasks. *Perceptual and Motor Skills*, 29, 371 - 374.
- Boersma, F. J. & Wilton, K. M. 1974 Eye movements and conservation acceleration. *Journal of Experimental Child Psychology*, 17, 49 - 60.
- Boersma, F. J. & Wilton, K. M. 1976 Eye movements and conservation acceleration in mildly retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 80, 636 - 643.
- Bruner, J. S. 1951 Personality dynamics and the process of perceiving. In Blalce, R. R. & Ramsey, G. V. (Eds) *Perception: An Approach to personality*. Ronald Press Company., 121 - 147.
- Bruner, J. S. & Goodman, C. C. 1947. Value and need as organizing factors in perception. *Journal of Abnormal*



- and Social Psychology*, 42, 33 – 44.
- Bruner, J. S. & Postman, L. 1947 Emotional selectivity in perception and reaction. *Journal of Personality*, 16, 69 – 77.
- Bruner, J. S. & Postman, L. 1948 Symbolic value as an organizing factor in perception. *Journal of Social Psychology*, 27, 203 – 208.
- Bruner, J. S. & Postman, L. 1949a Perception, cognition, and behavior. *Journal of Personality*, 18, 14 – 31.
- Bruner, J. S. & Postman, L. 1949b On the perception of incongruity: A paradigm. *Journal of Personality*, 18, 206 – 223.
- 千原孝司 1974 思考時の眼球運動 滋賀大学紀要, 24, 60 – 68.
- Conklin, R. C., Muir, W. & Boersma, F. J. 1968 Field dependency-independency and eye-movement patterns. *Perceptual & Motor Skills*, 26, 59 – 65.
- Day, M. C. 1975 Developmental trends in visual scanning. In Reese, H. W. (Ed.) *Advances in child development and behavior*. (vol. 10) Academic Press.
- Day, M. C., & Bissel, J. S. 1978 Criteria for same and different judgments and visual comparison strategies of four-year olds. *Child Development*, 49, 353 – 361.
- Drake, D. M. 1970 Perceptual correlates of impulsive and reflective behavior. *Developmental Psychology*, 2, 202 – 214.
- Elkind, D., & Weiss, J. 1967 Studies in perceptual development III: perceptual exploration. *Child Development*, 38, 553 – 561.
- Fantz, R. T. 1961 The origin of form perception. *Scientific American*, 204, 66 – 72.
- Gagné, R. M. 1966 Human problem solving: Internal and external events. In Kleinmuntz, B. (Ed.) *“Problem solving” Research, method and theory*. John Wiley & Sons. 128 – 148.
- Gelman, R. 1969 Conservation acquisition: A problem of learning to attend to relevant attributes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 7, 167 – 187.
- Goldstein, K. M. & Blackman, S. 1978 *Cognitive style*. John Wiley & Sons.
- Gottschaldt, L. 1926 Über den Einfluss der Erfahrung auf die Wahrnehmung von Figuren, 1: Über den Einfluss gehäufte Einprägung von Figuren auf ihre Sichtbarkeit in umfassenden Konfigurationen. *Psychologie Forschung*, 8, 261 – 317.
- Guba, E., Wolf, W., Groot, S., Knemeyes, M., Van, A. R., & Light, L. 1964 Eye movements and TV viewing in children. *Audiovisual Communication Review*, 12, 336 – 401.
- Haber, R. N. & Hershenson, M. 1973 *The psychology of visual perception*. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Haley, G. A. 1973 Eye movements during rod-and-frame performance. *Perceptual and Motor Skills*, 37, 956 – 958.
- Haltrecht, E. J. & McCormack, P. D. 1966 Monitoring eye movements of slow and fast learners. *Psychonomic Science*, 6, 461 – 462.
- Hannah, T. E. & McCormack, P. D. 1968 Monitoring eye movements of high- and low- anxiety subjects during the acquisition of competitive and noncompetitive paired-associate lists. *Canadian Journal of Psychology*, 22, 105 – 115.
- 波多野諄余夫・久原恵子 1968 かまえと注意 波多野完治・依田新・重松鷹泰(監)「学習心理学ハンドブック」金子書房 409 – 436.
- Hempel, C. 1966 *Philosophy of natural science*. Prentice-Hall.
- Kagan, J., Rosman, B. L., Day, D., Albert, J. & Phillips, W. 1964 Information processing in the child: Significance of analytic and reflective attitudes. *Psychological Monographs: General and Applied*, 78, 1 – 37.
- 梶田正巳 1977 知覚と思考 鈴木達也(編)「心理学ゼミナール」福村出版 113 – 125.
- Kendler, T. S. & Kendler, H. H. 1959 Reversal and nonreversal shift in kindergarten children. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 56 – 60.
- 占賀一男 1979 電子計算機による眼球運動及びオープンフィールドにおける動物行動の自動計測システム 名古屋大学環境医学研究所年報, 30, 83 – 89
- 占賀一男・学阪良二・三輪武次 1979 思考中のFixationの研究. 日本心理学会第43回大会論文集, 204.
- Kuhn, T. S. 1962 *The structure of scientific revolutions*. (中山茂訳 科学革命の構造 みすず書房 1971)
- Levine, M. 1966 Hypothesis behavior by human during discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 331 – 338.
- Lévi-Strauss, C. 1979 (三好郁朗訳) 構造主義再考 大橋保夫(編)「構造・神話・労働」みすず書房 31 – 57

- Mackworth, N. H. & Bruner, J. S. 1970 How adults and children search and recognize pictures? *Human Development*, 13, 149 – 177.
- McCormack, P. D. & Haltrecht, E. J. 1965 Two-stage paired-associate learning and eye movements. *Science*, 148, 1749 – 1750.
- McCormack, P. D. & Haltrecht, E. J. 1966 Monitoring eye movements under the conditions of presentation of paired-associate materials. *Canadian Journal of Psychology*, 20, 154 – 159.
- McCormack, P. D., Hannah, T. e., Bradley, W. J. & Moore, T. E. 1967 Monitoring eye movements under conditions of high and low intralict response (meaningful) similarity. *Psychonomic science*, 8, 517 – 518.
- 三輪武次・苧阪良二・杉本助男 1978 乳児の眼球運動について 名古屋大学環境医学研究所年報, 29, 65 – 67.
- Moore, T.E. & McCormack, P.D. 1968 Monitoring eye movements while studying the effects of response familiarization on paired association learning. *Psychonomic Science*, 12, 269 – 270.
- 宮川永子・寺田晃・阿部康一 1978 数量認知における眼球運動の発達の研究—その2— 日本教育心理学会第20回総会論文集, 232 – 233
- 本吉良治 1957 弁別学習 梅津八三・宮城音弥・相良守次・依田新(編)「心理学事典」平凡社 612–613
- Mundy-Castle, A. C. & Anglin, J. M. 1968 Looking strategies in infants. In Stone, L. J., Smith, H. & Murphy, L. B. (Eds.) *The infant's first year*, Basic Books. 275 – 280.
- 名古屋大学学習研究グループ 1978 a 子どもの学習過程における選択的注意の研究 名古屋大学教育学部紀要—教育心理学科—25, 11–18
- 名古屋大学学習研究グループ 1978 b 選択的注意の最近の研究—偶発学習と成素選択パラダイムの諸問題 名古屋大学教育学部紀要—教育心理学科— 25, 205–221.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts.
- Nodine, C.F. & Evans, J.D. 1969 Eye movements of prereaders to pseudowords containing letters of high and low confusability. *Perception and Psychophysics*, 6, 39 – 41.
- Nodine, C. F. & Lang, N. J. 1971 Development of visual scanning strategies for differentiating words. *Developmental Psychology*, 5, 221 – 232.
- Nodine, C. F. & Steurle, N. L. 1973 Development of perceptual and cognitive strategies for differentiating graphemes. *Journal of Experimental Psychology*, 97, 158 – 166.
- 野村庄吾 1973 数の比較と眼球運動 京都教育大学教育研究所所報, 19, 37 – 43.
- 野村庄吾・野口伸一郎 1973 眼球運動をとおしてみた認知の発達とその障害Ⅱ—Z字追視運動と発達遅滞児における問題点 京都教育大学紀要, 42, 53–67
- 野村庄吾 1976 幼児における視覚的探索活動と眼球運動Ⅰ 日本教育心理学会第18回総会発表論文集, 122 – 123.
- 野村庄吾 1976 眼球運動過程の発達心理学的検討—幼児の凶形再認過程を通して—京都教育大学研究紀要, 5 er A.49, 27 – 44.
- Noton, D. & Stark, L. 1971 Scanpaths in eyemovements during pattern perception. *Science*, 171, 308 – 311.
- O'Bryan, K. G. & Boersma, F. J. 1971 Eye movements, perceptual activity and conservation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 12, 157 – 169.
- Olson, D. R. 1970 *Cognitive development*. Academic Press.
- 大谷 璋 1966 眼球運動をめぐる心理学的諸問題 心理学評論, 10, 149 – 161:
- 苧阪良二 1970 眼球運動と形態知覚 大山正(編)講座心理学4「知覚」東大出版会 167 – 190.
- 苧阪良二 1973 眼球運動の測定法 苧阪良二(編)心理学研究法3,「実験Ⅱ」東大出版会, 1 – 17.
- Osaka, R. 1977 Developmental aspects of saccadic eye movement.—An approach to developmental testing of eye movement with simple pattern—. *Annual review of the Research Institute of Environmental Medicine, Nagoya University*, 22, 13 – 18.
- 苧阪良二・三輪武次・杉本助男・木田光郎・谷口正子・鈴木初恵 1978 角膜反射光法による眼球運動機能の発達の側面 名古屋大学環境医学研究所年報, 29, 54 – 59.
- Osaka, R., Kida, M. & Miwa, T. 1978 Developmental characteristics of the eye movement by a new eye movement test. *Annual Review of the Research Institute of Environmental Medicine, Nagoya University*. 23, 13 – 26.
- 苧阪良二・三輪武次・岩脇三良 1978 眼球運動検査の規準作成(研究成果報告書・名古屋大学環境医学研究所, 第6部門)

- 尾崎康子・堅田明義・為原健吉 1979 精神薄弱児の視覚的探索活動に関する一考察—アイカメラによる注視点の追跡からの検討— 特殊教育学研究, 16, 8—17.
- Piaget, J. 1952 *La Psychologie de L'intelligence*. (波多野完治・滝沢武久訳 知能の心理学 みすず書房 1967)
- Piaget, J. 1963 Le développement des perceptions en fonction de l'âge. In Fraisses, P. & Piaget, J. (Eds) *Traité de psychologie expérimentale*. 6, Press Universitaires de France. (久保田正人訳 第1章 知覚の年齢による発達「現代心理学VI」白水社, 1971, 9—91.)
- Postman, L. 1951 Toward a general theory of cognition. In Postman, L., Roher, J.H., & Sherif, M. (Eds.) *Social psychology at the crossroads*. 242—272.
- Postman, L. & Bruner, J.S. 1949 Multiplicity of set as a determinant of perceptual behavior. *Journal of Experimental Psychology*. 39, 369—377.
- Postman, L. & Bruner, J.S. 1952 Hypothesis and the principle of closure: The effect of frequency and recency. *Journal of Psychology*, 33, 113—125.
- Russo, J. E. 1978 Adaptation of cognitive processes to the eye movement system. In Senders, J. W., Fisher, D. F. & Monty, R. A. (Eds.) *Eye movements and the higher psychological functions*. John Wiley & Sons. 89—114.
- Salapatek, P. 1968 Visual scanning on geometric figures by the human newborn. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 66, 247—258.
- Salapatek, P. 1975 Pattern perception in early infancy. In Cohen, L. B. & Salapatek, P. (Eds.) *Infant perception*. Academic Press.
- Salapatek, P. & Kessen, W. 1966 Visual scanning of triangles by the human newborn. *Journal of Experimental Child Psychology*, 3, 155—167.
- Salapatek, P. & Kessen, W. 1973 Prolonged investigation of a plane geometric triangle by the human newborn. *Journal of Experimental Child Psychology*, 15, 22—29.
- 佐藤公治 1976 M F F 課題における視覚的探索方略に関する研究 教育心理学研究, 24, 224—234.
- 佐藤公治 1977 選択的注意の発達に関する一研究—中心・偶発学習課題を中心とした検討— 北海道大学教育学部紀要, 30, 101—112.
- Schroeder, 1970 Selective eye movements to simultaneously presented stimuli during discrimination. *Perception & Psychophysics*, 7, 121—124.
- Sender, J. W., Fisher, D. F. & Monty, R. A. (Eds.) 1978 *Eye movements and the higher psychological functions*. John Wiley & Sons.
- Siegelman, E. 1969 Reflective and impulsive observing behavior. *Child Development*, 40, 1213—1222.
- Simon, H. A. 1978 Information processing theory of human problem solving. In Estes, W. K. (Ed.) *Handbook of learning and cognitive processes*. Vol.5 Human information processing. John Wiley & Sons. 271—295.
- Stone, L. J., Smith, H. T. & Murphy, L. B. (Eds.) 1974 *The competent infant*. Tavistock.
- 菅田洋一郎 (編) 1978 発達とその障害 ミネルヴァ書房
- 竹田真理子 1974 課題状況下における眼球運動の特性 (2), 日本心理学会第38回大会論文集, 382—383.
- 竹田真理子 1975 課題状況下における眼球運動の特性 (3), 日本人間工学会第16回大会予稿集, 93—94.
- 田中俊也 1978 a 情報攪乱事態に於ける仮説変更と注視の構造研究 日本教育心理学会第20回総会論文集, 234—235.
- 田中俊也 1978 b 概念達成課題に於ける注視と仮説変更の発達の研究 教育科学セミナー, 10, 10—23.
- 田中俊也 1979 仮説の論理性と確認頻度が仮説強度に及ぼす影響について 日本心理学会第43回大会論文集, 350.
- 寺田 晃・阿部康一・宮川永子 1978 数量認知における眼球運動の発達の研究—その1— 日本教育心理学会第20回総会論文集, 230—231.
- Tronick, E. & Clanton, C. 1971 Infant looking patterns. *Vision Research*, 11, 1479—1486.
- Underwood, B. J. & Schultz, R. W. 1960 *Meaningfulness and verbal learning*. J. B. Lippincott Company.
- 臼井 博 1975 認知スタイル (Reflection-Impulsivity) に関する心理学的研究; I—視覚的探索ストラテジーの分析— 教育心理学研究, 23, 10—20.
- 臼井 博・佐藤公治 1976 最近の Reflection-Impulsivity (熟慮性—衝動性) 研究の動向—1970年以降の研究を中心にして— 札幌大谷短期大学紀要, 9, 26—74.
- Vaughen, J. 1978 Control of visual fixation duration in search. In Senders, J. W. Fisher, D. F. & Monty, R. A. (Eds.) *Eye movements and the higher psychological functions*.

- John Wiley & Sons. 135 - 144.
- Vurpillot, E. 1968 The development of scanning strategies and their relation to visual differentiation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 6, 632 - 650
- Vurpillot, E. 1976 *The visual world of the child*. International University Press.
- 渡辺弘純 1971 凶形弁別場面における幼児の視覚的探索活動 日本心理学会第35回大会論文集, 335-336.
- Weir, M. W. 1964 Developmental changes in problem-solving strategies. *Psychological Review*, 71, 473 - 490.
- White, S.H. & Plum, G. 1962 Children's eye movements during a discrimination series. *American Psychologist*, 17, 367.
- White, S.H. & Plum, G. 1964 Eye movement photography during children's discrimination learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1, 327 - 338.
- Whiteside, A. 1974 Eye-movements of children, adult and elderly persons during inspection of dot patterns. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18 - 313.
- Wilton, K. M. & Boersma, F. J. 1974a Eye movements and conservation development in mildly retarded and non-retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 79, 285 - 291.
- Wilton, K. M. & Boersma, F. J. 1974b *Eye movements, surprise reactions and cognitive development*. Rotterdam University Press.
- Witkin, H. A. 1950 Individual differences in ease of perception of embeded figures. *Journal of Personality*, 19, 1 - 15.
- Witkin, H. A., Dyk, R. B., Faterson, H. F., Goodenough, R. D. & Karp, S. A. 1962 *Psychological differentiation: Studies on development*. John Wiley & Sons.
- Witkin, H. A., Lewis, H. B., Hertzman, M., Machover, K., Meissner, P.B. & Wapner, S. 1954 *Personality through perception*: Harper & Brothers.
- Wohlwill, J. F. 1970 The age variable in pshychological research. *Pshychological Review*, 77, 49 - 64.
- 吉田直子 1977a 眼球運動と個人差 日本心理学会第41回大会論文集, 152 - 153.
- 吉田直子 1977b 眼球運動と認知発達 - 凶形の方向認知に関する考察 - 日本教育心理学会第19回総会論文集, 368 - 369.
- 吉田直子 1978 幼児の視覚的探索活動における凶形の配置及び教示の効果 日本教育心理学会第20回総会論文集, 270-271.
- 吉田直子 1979 幼児の視覚的探索活動における凶形の意味性の効果 日本教育心理学会第21回総会論文集 496 - 497.
- Zelniker, T., Jeffery, W. E., Ault, R. & Parsons, J. 1972 Analysis and modification of search strategies of impulsive and reflective children on the Matching Familiar Figure test. *Child Development*, 43, 321 - 335.

(1979年8月17日受理)

COGNITIVE PROCESS AND EYE MOVEMENTS  
— A review of recent studies about eye movements —

Naoko YOSHIDA and Toshiya TANAKA

The purpose of this paper is to review developmental studies about eye movements and to clarify the role of eye movements in cognitive development and processes.

This paper has been divided into five sections which are as follows:

Part I: Eye movements are defined as the shifts of saccadic movements and fixations. And the limitations of this paper has already been mentioned.

Part II: Studies about the function of a fixation are summarized.

Part III: The studies of infants are reviewed. It is suggested that there are differences in the eye movements of one-month-old infants and two-month-old infants when shown pictures.

Part IV: To clarify the relation between cognitive structure and eye movements, studies about eye movements in the cognitive tasks are reviewed.

Part V: The problems of thinking and learning are treated. Especially, relations between eye movements and problems of cognitive style, paired association learning, and discrimination learning are discussed.

In these five parts it is suggested that the study of eye movements during cognitive processes is significant. Some suggestions can be summarized as follows:

- a) The developmental trends of eye movements in perceptual tasks are different from those in cognitive tasks.
- b) The strategies of eye movements change as a function of age.
- c) Distribution of fixations and fixation patterns reflect different cognitive structure. And psychological processes during problem-solving are relative to eye movement patterns.

Some indices of analysing eye movements have been found to be effective. They are fixations, duration, the centration of fixations, location, sequences of fixations and repeated fixations.