

発達の観点よりみた斜線効果現象

橋本 憲尚* 加藤 義信**

OBLIQUE EFFECT FROM A DEVELOPMENTAL POINT OF VIEW

Norihisa HASHIMOTO AND Yoshinobu KATO

Summary: It is well-known that younger children up to the age of about 6 yr. have much difficulty in discrimination between oblique lines in contrast with relative ease in that between horizontal and vertical. This phenomenon is called "oblique effect" and a large amount of studies were conducted over the past twenty years for determining the causes of such effect. This paper reviewed these experimental studies in terms of the development of the children's strategies in encoding and storing information of oblique orientation in memory. Some recent infant studies revealed that even a baby might have his/her categorical ability of orientation, so, during early childhood, the orientational categories should be much elaborated, and several encoding strategies for non-specific orientation such as oblique should be developed in an appropriate way to each stimulus context. This course of the development seemed to be confirmed on the whole from the present overview of the studies concerned. This confirmation afforded a basis for further discussions on a developmental hierarchy in orientational categories.

Key words: oblique effect, encoding strategies, orientational categories, development.

垂直あるいは水平に対し、斜めの方位 (orientation) が生活体にとって異なる心理学的意味を持つことは、古くから知られてきた。既に前世紀末、Jastrow (1893) は、様々な方位の線分を視覚的に提示しそれを再現させると、垂直ないし水平の線分に比較し斜め線分の方位の再生はその正確さにおいて劣ることを報告している。Appelle (1972) は、生活体の斜め方位の刺激へのパフォーマンスが一般に垂直、水平に比べて劣るという事実を斜線効果 (oblique effect) と名付け、従来の研究を概観する中で、人間および動物において視覚に關係する領域 (視力、静止網膜像の消失、錯視、刺激方位の再生、刺激方位弁別等) で広くこの現象が認められることを指摘した。発達の観点からは、Sutherland (1957, 1958, 1960) によるタコの方位弁別学習実験に刺激されて、Rudel & Teuber (1963) が、3歳半から8歳半までの子どもにおいて斜線を含む方位弁別学習の実験を行い、これがその後の子どもにお

ける斜線効果研究の発端となった。

本稿では、斜線効果と呼ばれる現象に発達の視点からアプローチした研究を概観し、現在の研究の到達点と今後の研究の方向を明らかにすることを目的とする。“発達の視点から”という限定は、斜線効果の名のもとに包括されている現象の全てが、本稿の検討の対象となるわけではないことを意味する。論を進めるにあたって、まずこの点をあらかじめ明らかにしておきたい。

Appelle (1972) が命名した斜線効果のうちには、実は性質を異にする2種類の現象が含まれていると考えられる。Essock (1980) は、斜め方位に關するパフォーマンスを処理の水準の違いという観点から次のような2種類に分類している。それによると、まず第一種は、視力など視覚系の基本的機能を測定する実験パラダイムにおいて観測される斜線効果で、斜め刺激そのものの検出 (detection) が垂直・水平方位の刺激の検出に比べ劣る事実に關係する。これに対して、第二種は、刺激情報のより高次の処理を必要とすると考えられる実験パラダイムで

*, ** 高知大学 (Faculty of Education, Kochi University)

得られる斜線効果で、具体的には、何等かの記憶負荷を伴う課題において斜め刺激どうしの弁別や分類が他の方位間のそれに比して困難である事実に関係する。

ところで、視覚系の基本的機能の多くについてはその生理的対件を探る研究が比較的進んでいるとともに、近年著しい発展を遂げた乳児の知覚研究によって、それらは生後間もなくから比較的高い水準で備わっていることが知られている。第一種の斜線効果についても、その生理的基礎を明らかにしようとする試みは既に行われており (Rose & Blakemore, 1974 など)、また、大人と類似の効果が乳児において観察されたとする報告もある。たとえば、Leehey, Moskowitz-Cook, Brill & Held (1975) は、大人と同様、6～50週の乳児の斜め刺激に対する視力が垂直、水平刺激に対する視力よりも劣るという事実を報告している。このことから、第一種の斜線効果は発達的な変化を被ることの少ない現象であると推定される。これに対し第二種の斜線効果の場合には、認知、記憶を含む高次の処理水準の関与が問題となるため、年齢に伴うなんらかの発達的な変化が予測される。事実、成人と子どもとの間に著しいパフォーマンスの違いが報告され、子どもに顕著に観察される効果を規定している要因の研究が進んでいるのは、この第二種の斜線効果であり、従って、以下、本稿の検討の対象はこの第二種の斜線効果に関する発達的研究に限定される。

なお、第一種の斜線効果を中心とする研究の概観としては、既に Appelle (1972) の論文がある。また新しくは、Rudel (1982) が第一種、第二種の斜線効果に関する研究を共に含む展望を書いているが、彼女の場合には Essock の提起したような分類が意識されておらず、もっぱら一種、二種の区分なく斜線効果の生理学的メカニズムに発生的視点からせまろうとする意図が強い。本稿はこれら2つの概観とは異なって、高次の情報処理過程に関係する斜線効果の発達的問題に限定して独自の整理を試みる。

1. 子どもにとってなぜ斜線弁別が困難か

子どもの図形や文字の方向認知に関する研究は比較的古くから行われてきたが (Davidson, 1935; 勝井, 1971; 田中, 1966)、後に斜線効果と呼ばれるようになる斜め刺激どうしの弁別の困難さ、斜め配列の対象の再生の困難さ (Olson, 1970; Piaget & Inhelder, 1948)、斜め線分の描画再生の困難さ (Berman, 1976) など、子どもの斜め刺激へのパフォーマンスに特に焦点を当てて研究が行われるようになったのはそんなに古いことではない。特に、斜め刺激どうしの弁別の問題は1960年代以降、系統的に問題

とされるようになった。

この分野の先駆的な研究としては、まず、Rudel & Teuber (1963) の研究が挙げられる。彼らは3歳半から8歳半までの子どもに垂直と水平の線分どうし、斜め線分どうし (鏡映的關係にある) の2つを含む4つの弁別学習を行わせたところ、斜め線分どうしの弁別学習に子どもは著しい困難を示すことを見いだした。特に、年少の幼児でこの傾向は顕著であった。Rudel & Teuber は、この事実を発達途上の子どもの視覚系に固有なメカニズムに由来する問題として捉え、Sutherland (1957, 1958, 1960) の軟体動物を被験体とする実験において見いだされた同様の事実を念頭におきながら、視覚系の生理学的メカニズム解明に資する発生的な視点からのデータの1つとして彼らの実験結果を位置付けた。しかし、既に Essock (1980) の分類を参照すれば明らかのように、Rudel & Teuber の用いた弁別学習事態は、視覚系の基本的メカニズムにのみ由来する子どものパフォーマンスを見る事態とは言いがたい。彼らの実験では、各刺激カードは1枚ずつ提示され、被験児はその都度、そのカードが“正しい”カードであるか“間違っている”カードであるか判断を求められる。反応の正否については、直後にフィードバックが与えられる。被験児は、できるだけ少ない試行数で、提示される刺激に応じて一貫した反応をするよう、学習しなければならない。そこでは、前試行における刺激の方位と実験者によって与えられる正否の情報の記憶が不可欠である。従って、前試行の刺激と次の試行のそれとは異なる方位の刺激に対し同一の反応が生じたからといって、2つの刺激が視覚系に同一の知覚的インプットを生じさせているとは限らないことになる。

Rudel & Teuber に続く、子どもにおける斜線効果研究の初期にまず問題となったのは、斜線間弁別の困難が主に心理過程のどのような処理水準の関与によって生じているかという問題であった。この点を確かめるため、Over (1967) は弁別学習の技法に代えて、知覚的処理水準に依存して課題解決が可能な検出 (detection) 課題 (2つの同一刺激と1つのそれとは異なる刺激を同時に提示して、異なる刺激の選択に対して強化が与えられる課題) の採用を提起し、この提起に沿って、Over & Over (1967) は、4歳児と6歳児において、Rudel & Teuber の用いた弁別学習課題に類似した課題での線分の方位弁別の成績と、検出課題での成績を比較した。それによると、弁別学習課題では Rudel & Teuber の実験と同様、斜線間弁別が困難であったが、検出課題では特に6歳児は斜線どうしを垂直—水平と同じように容易に弁別できた。

Bryant (1969, 1973) も Over と同様の問題関心から、刺激の方位の記憶が必要な継時マッチング課題と、標準刺激と比較刺激の知覚的照合のみが要求される同時マッチング課題の両方で、幼児の線分の方位弁別の成績がどのように異なるかを調べた。その結果、継時マッチングの場合、4歳児、5歳児は斜線間の弁別が困難であるが、同時マッチングでは垂直—水平弁別と変わらずに容易であることが明らかとなった。以上はいずれも正方形カード内に描かれた刺激線分間の弁別という事態で得られた結果だが、刺激線分に視的枠組を与えないよう工夫した装置を用いても、Bryant の実験と同様な斜線間弁別に関する継時マッチングと同時マッチングの成績差が見いだされている (Harris, Le Tendre, & Bishop, 1974)。

Bryant と同様の実験事態を用いて、異なる結果を報告している研究としては、Schaffer (1974) がある。その報告では、斜線間弁別は同時マッチングにおいても継時マッチングの場合と同様、困難であった。Schaffer の場合は、被験児の年齢の平均は記しているが (4歳5か月) その範囲を明示していないこと、実験者が多数に及んだと推定され、各被験児に対してとられた手続の一定性に疑問を投げかけることもできるなど、Bryant の結果と単純に比較できない要素を含んでいる。

以上、データに不一致な点を一部残すが、初期の研究は、幼児における斜線間弁別の困難が弁別学習や継時マッチングなど記憶負荷の比較的高い課題でのみ現れることを明らかにしたと言えよう。そうであるならば、この事実を Rudel & Teuber のように視覚系に同一の知覚的インプットが生じてしまうためとして説明することはできなくなる。問題はむしろ、傾斜角度や傾斜方向を異にする斜め線分が子どもによって相互にどのように異なるものとして符号化され記憶されるのかという水準にあると思われる。

近年、乳児研究の進展にもなつて、方位弁別能力の測定が生後間もない時期から可能になってきたが、斜線間弁別に関して得られた乳児のデータも、基本的にはその問題が、幼児と同様、純粹に知覚的な課題において生ずるのではなく、なんらかの記憶負荷を要する課題において現れることを示している。

乳児の方位弁別能力は通常、馴化—脱馴化の実験パラダイム (habituation-dishabituation paradigm) によって測定される。そこではまず、ある方位の刺激を繰り返し提示することによってその刺激に対する馴化 (通常、注視時間の減少が指標となる) をおこさせ、その後新奇刺激を導入して、この刺激に対して脱馴化が生じ、前の刺激に対して馴化が持続すれば、両刺激は弁別されたと解釈さ

れる。ここで注意すべきは、この技法と並び乳児の視覚研究で最もよく用いられる選好注視法 (preferential looking technique; 対にして提示される2つの刺激パターンへの選択的注視を測定する方法) との基本的な違いである。前者では、馴化が生ずるために反復刺激パターンのなんらかの特性に対する視覚的記憶 (visual memory) が必要であるのに対し (鹿取, 1984)、後者では同時に提示される2刺激への提示中の注視だけが問題となるから、刺激に対する視覚的記憶の必要はない。

上述の馴化—脱馴化実験パラダイムによって、まず、Weiner & Kagan (1976) が5か月児で35°斜めと水平線分の弁別可能を確認し、続いて Bornstein, Gross & Wolf (1978) が4か月児で45°斜めと垂直線分の弁別可能を確かめた。Bornstein et al. はさらに、4か月児は右20°斜めと右70°斜め線分の弁別が可能であったことも報告している。それより月齢の低い乳児では、Maurer & Martelle (1980) が5~6週児で鏡映像斜め弁別 (格子縞パターン) が可能であったと報告している。しかし、馴化—脱馴化パラダイムとオペラント条件づけの手法を組合わせた吸啜反応法 (High-amplitude sucking paradigm) による2か月児の鏡映像斜め弁別の実験では、肯定的な結果は得られなかった (Essock & Siqueland, 1981)。彼らの用いた吸啜反応法は、Maurer & Martelle の用いた標準的な馴化—脱馴化の実験手法に比べ一層手続が複雑で、乳児は単に方位という刺激関連次元への注意や処理、その想起を行えばよいだけでなく、刺激の出現と吸啜反応との間の随伴性を発見しそれを想起しなければならない。このような学習の必要性とより大きな記憶負荷が、おそらく Essock らの実験における結果を Maurer & Martelle の結果とは異なるものにしたと考えられる。

記憶負荷の大小を変数として導入し、乳児の斜め刺激どうしの弁別について検討しているのは、Quinn, Siqueland & Bomba (1985) である。彼らは、馴化後の弁別テストを直後に行った場合と3分後に行った場合の2条件を設け、2か月児と3か月児による垂直—水平刺激対及び斜め刺激対の弁別を調べた。それによると、水平—垂直刺激対では直後、遅延の両テスト条件でともに弁別が行われている証拠が得られたが、斜め刺激対の場合は直後テスト条件でのみ弁別が可能で、遅延条件では弁別できなかった。つまり、馴化後、斜め刺激の特定の傾きに関する情報の記憶は非常に短時間しか保持されず、時間とともに急速に消失することが明らかとなった。この結果は、以下の Bomba (1984) や Quinn & Bomba (1986) の結果と合わせ考えると大変興味深い。

Bomba は、4か月児に6°の範囲内で変化する斜め刺

激（例えば傾き $22.5^\circ \pm 3^\circ$ の間の刺激）に対して馴化を生じさせた後、テスト試行においてこれとは異なる傾きの斜め刺激（ 45° ）と垂直刺激を対提示すると、後者への有意な注視がおこることを示した。この選好は、 45° の斜め刺激と馴化を生じた $22.5^\circ \pm 3^\circ$ の斜め刺激が同一の刺激と解釈されるのに対し、垂直刺激はこれとは別な新奇刺激として捉えられるために生じたと考えられる。Bombaは別の実験で、4か月児が上記実験で用いられた2つの斜め刺激（ 22.5° と 45° ）を弁別できることを示している。この結果は、4か月児が、弁別可能な傾きの異なる斜め刺激を垂直刺激に対しては同じカテゴリーの刺激として扱える能力を持つことを示唆している。Quinn & Bombaもほぼ同様な手続を用いて、4か月児では、垂直軸を狭んで左右に異なる方位の斜め刺激が垂直とは異なる同じ刺激として反応される傾向があると報告している。

この2つの研究と Quinn et al. (1985)の結果の意味は、次のような点にあると考えられる。即ち、刺激の方位に関する情報の記憶保持にはおそらく階層性があり、個々の刺激の特定の傾きに関する情報は非常に短時間で消失してしまうのに対し、特定の方位の刺激がどの方位に関するカテゴリーに属しているかという情報は、比較的長く保持が可能であると思われる。このような方位に関する情報の記憶保持の階層性は、遅くとも生後4か月の時点で既に存在しており、この時期には、斜めは垂直、水平に対して1つのカテゴリーを構成している。このように考えると、記憶負荷の小さい事態では乳児でも斜めどうしの弁別が可能であるのに、記憶負荷の大きい事態では、幼児期になっても依然としてそれが難しいという事実との関連が一層はつきりしてくるようになると思われる。おそらく、幼児でも、記憶負荷の大きい継時弁別条件下では、異なる斜め刺激は同一のカテゴリーに属する刺激として処理され、そのようなカテゴリー水準の情報の記憶に主に頼って反応が行われるため、斜めどうし弁別は依然として困難なのであろう。従って、幼児期から児童期にかけてこのような弁別が記憶負荷の高い事態でも可能になっていく過程は、斜め方位内のカテゴリーの分化、ないしは比較的長い記憶保持に必要な新しい符号化の方法を獲得する過程として記述できる可能性がある。以下、本稿で試みる幼児期の斜線効果研究の整理は、このような観点からのものである。

2. 幼児による斜線弁別の方略

(1) 外的基準との関係の符号化

幼児にとって記憶にかかわる斜線弁別は困難であると

いう現象については、弁別課題場面において幼児が使用する符号化方略を推定することにより具体的に考察を深めていくことができる。このような方略に関する仮説として Bryant (1973, 1974)によりマッチ・ミスマッチ符号 (match-mismatch code) 仮説, Fisher (1980)により限定符号 (restricted code) 仮説が提唱された。いずれも幼児は線分方位を刺激布置内の手掛りとの相対的關係でもって符号化すると想定している点では共通しているが、前者では線分と手掛りとの平行關係、後者では線分の傾斜方向と手掛りとの位置關係が処理されると想定している。すなわち、斜線弁別の問題が垂直—水平ならぬ“斜め”であることの符号化にあるか、左あるいは右のいずれかに傾いているかという傾斜方向の符号化にあるかという点で異なるといえよう。

(A) マッチ・ミスマッチ符号仮説

Bryantは、幼児の斜線マッチングパフォーマンスが継時条件でのみ垂直—水平線分間より劣ることを以下のように説明する。標準刺激と比較刺激対が同時に提示される同時条件では、後者が前者と平行か否かを検出するだけで十分であるのに対し、標準刺激提示終了後に比較刺激対が提示される継時条件では、まず刺激布置内にある手掛り線分（例えば、刺激カードや部屋の縁）と前者の平行關係を処理しておき、続いてその手掛り線分と後者の平行關係を処理して各々の結果を照合しなくてはならない。ところが、通常の実験場面での視的枠組を構成する手掛り線分は垂直または水平であるため、垂直—水平線分弁別では比較刺激の必ず一方は手掛り線分にマッチ、他方はミスマッチとなるが、斜線弁別では比較刺激のいずれもミスマッチとなるため弁別困難となる。

この仮説が正しいとすれば、継時マッチングでも標準刺激と平行な手掛り線分が恒常的に提示されている状況では、斜線弁別は容易になるはずである。Bryant (1969, 実験2)は正方形の左右2辺、ひし形の上2辺の一方を

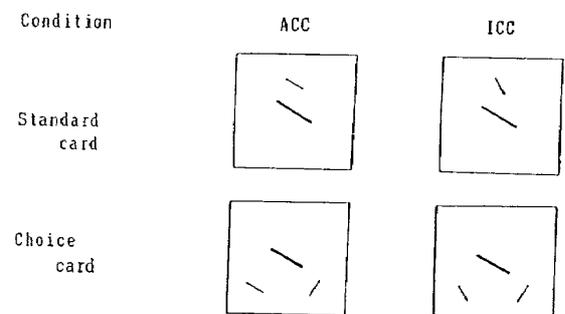


FIG. 1 Two types of oblique discrimination display with thick line parallel (ACC), or non-parallel (ICC) to standard line. (adapted from Bryant, 1973, 1974)

赤, 他方を青に塗り分け, 各々の枠内に刺激提示した場合を比較し, ひし形枠組の条件でのみ鏡映斜線弁別が促進されることを見いだした。さらに Bryant (1973, 実験2) では, 試行中, 常に選択肢の一方と平行な斜線(赤色, 3倍の太さ)が提示されている条件(ACC)では, 選択肢のいずれとも平行でない斜線が提示されている条件(ICC), 及び手掛りとなるような斜線が全く提示されていない条件より斜線弁別が良好であることが示された(Fig. 1参照)。また, この仮説に従うと, 通常の提示条件では手掛りとなる線分は水平もしくは垂直でしかないので, どんな斜線も手掛り線分に対してはミスマッチとなる, それ故, 比較刺激対がいずれも斜線でありさえすれば鏡映であろうとなかろうとそれらの弁別は同様に困難であるはずだと説明できる。実際, Bryantの研究では, 鏡映でない斜線弁別も鏡映斜線弁別と同様に困難であることが示されただけでなく, 前述の適切な手掛り斜線の提示効果がいずれの斜線弁別にも等しく認められた。

ところが, その後の研究では手掛り線分の提示効果は認められなかった。Fellows & Brooks (1973) では正方形, ひし形のいずれの枠組提示条件でも鏡映斜線弁別は困難であり, 手掛り線分を色づける・しないによる影響も見られなかったという。Williamson & McKenzie (1979, 実験1と2) は刺激と手掛り斜線を色分けして円筒内に提示したが, 手掛り線分が比較刺激対の一方と平行, いずれとも平行でないの2条件における斜線弁別に差は見いだされなかったと報告している。

Fellows & Brooks は 幼児がマッチ・ミスマッチの符号化を自発的に行うことはない と主張し, Bryantの実験では教示において視的枠組に注目させるような何等かの示唆が行われたのではないかと推察している。また, もし幼児が視的枠組を構成する手掛り線分との平行関係で刺激線分の方位を符号化するのなら, 垂直または水平線と斜線の弁別は提示される枠組が円形であれば正方形の場合より困難になるはずだが, Berman & Cunningham (1977) は全く逆の結果を得ている。したがって, マッチ・ミスマッチの符号化は線分方位弁別に際して幼児が使用しうるひとつの方略にすぎないといえるであろう。

(B)限定符号仮説

Bryantの実験では, 比較2斜線の傾斜方向は必ず異なっていたので, いずれか一方の斜線と平行な手掛り線分の提示効果があったとしても, それは幼児が斜線間の平行関係を符号化できたからではなく, 斜線の傾斜方向を符号化しやすくなったためかもしれない。

刺激布置が上下, 左右の各次元に関して全く対称的な

環境は通常ありえない。Thompson (1975) は, 幼児は図形の垂直もしくは水平中心線からみて, 方位弁別に関連する示差的図形特徴(例えば, 三角形の頂角)が, 背景の片側のみに常に存在する手掛り特徴(例えば, 実験室の窓, 実験器具)と同じ側にあるか否かを符号化するのではないかと考えた。彼は, 6歳児による上下反転・左右反転(鏡映)図形の弁別学習の相対的難易差が刺激提示条件により異なることを見いだしたが, 彼の仮説に従って左右反転図形の弁別を説明すると, 比較刺激が垂直上下に対提示された場合(同時に提示された2刺激のうち“正しい”方を推測する)や単独提示された場合(継時的に提示される各々の刺激に対して“正しい”か否かを推測する)には, 刺激の示差的図形特徴が布置内の左右位置の手掛りとなる特徴と同じ側にあるか否かを容易に検出できるが, 水平左右に対提示されると, 一方の図形と手掛り特徴との間に他方の図形が介入するため, 検出が困難となる故に弁別が難しくなるという。

Fisher (1980) のいう限定符号仮説は, 上述の反転図形弁別に関する Thompson の仮説をもとに斜線弁別における幼児の方略を論じたもののようである。幼児は, 線分と刺激布置内の近接する手掛り特徴との位置関係を符号化することにより線分の方位を記憶する。ところが, その符号はある特定の刺激布置内における非常に限定された空間関係を表わすにすぎず, 線分と手掛り特徴との位置関係が変動すると弁別は困難になるという。彼女は, 5~6歳児による鏡映斜線弁別学習が, Thompson が反転図形弁別で見いだしたのと同様, 単独提示条件の方が水平左右に対提示した条件より容易であることを確認し(実験1), さらに単独提示条件であっても通常と異なり提示カード枠内の位置が試行毎に変化する場合には困難となることを見いだした(実験2)。例えば, 右上が

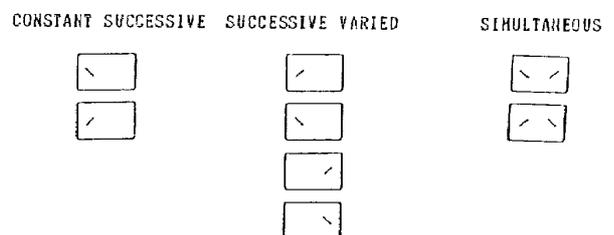


FIG. 2 Three types of oblique discrimination display. In the first (constant successive), each of lines were presented successively in a fixed position, in the second (successive varied), each of lines presented successively changing position from trial to trial, and the last (simultaneous), a pair of lines presented simultaneously. (Fisher, 1980)

りの斜線は提示される位置が一定しておれば、その上部が常に枠の“中心を指している”あるいは“中心から離れた方を指している”のいずれかとして同定できるが、提示位置が左右に変動すれば、あるときは“中心を指している”，あるときは“離れた方を指している”と同定されるので再認困難になるというわけである。(以上、FIG. 2参照)

(2) 身体基準系に依拠した斜線弁別

前述のいずれの仮説においても、幼児は線分方位を視的枠組内の手掛りとの相対的關係に基づいて符号化すると仮定されている。Bryant (1974) は、このような幼児の図形方位弁別の方略を、相対的符号化から絶対的符号化へという認知発達過程にみられる過渡的性格をもつ方略と位置づけている。幼児期には、対象と同時に提示されている手掛りとの直接比較によってのみ方位判断が可能であり、自らの身体基準系によって対象の方位が垂直、水平、斜めのいずれかといった絶対的なカテゴリー化を行うことはできない。それ故、継時的に提示された対象間の比較判断は、前述のいずれの仮説においても主張されていたように、常に刺激布置内に存在する手掛りと対象との関係を検出しておき、それら検出結果に基づいて行われるのだという。

それでは、刺激布置内に手掛りがない状況では、線分方位弁別は幼児にとって困難であるのだろうか。Fisher (1979) によると3～4歳児に円形窓枠から刺激をのぞかせて単独提示条件で弁別学習課題を与えた場合には、垂直-水平線弁別、鏡映斜線弁別の難易差はなかったが、その後同じ被験者を用いてテーブル上に水平左右に対提示する手続で実験したところ、斜線弁別がより困難であったという。つまり、年少児であっても自己身体基準系に依る斜めの符号化が可能であるのだが、刺激布置内に込み入った空間関係情報がかまされた状況では混乱してしまうのである。

次に、幼児の斜線弁別パフォーマンスに影響を及ぼす刺激布置内の空間情報の性質について考察しておこう。Fisher & Heinke (1982) によると弁別学習課題(円筒内に線分のみを提示)において水平左右対提示条件でのパフォーマンスが単独提示条件より劣るのは傾斜方向のみが異なる斜線、つまり鏡映斜線弁別のみであり、傾斜角度のみが異なる斜線弁別では両条件ともにパフォーマンスが良好であったという。また、Fisher (1982) は、対提示条件での弁別学習に2線分の配置効果を見いだした。通常2斜線は垂直軸に関して対称的に(鏡映像を成すよう)配置されるが、非対称的に配置すると垂直-水平線弁別と同程度にまで容易になったと報告している。しか

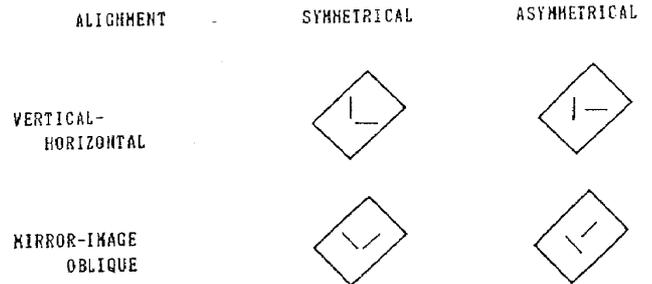


FIG. 3 Vertical-horizontal and mirror-image oblique line discrimination display in symmetrical and asymmetrical alignments. (Fisher, 1982)

も傾斜枠組で刺激対を囲んで対称軸を強調すれば、垂直-水平線弁別でも対称的配置では斜線弁別と同程度に困難であったという (FIG. 3参照)。以上の実験結果を参照する限り、身体基準系あるいは視的枠組でもって規定される垂直中心線の両側にまたがって弁別すべき2刺激が提示されるとき、斜線弁別に有効に作用する空間情報が提供されるといえるであろう。

(3) 斜線の再生

斜めの記憶表象について論じるには、弁別課題よりむしろ再生課題を取り上げる方が適切であるように思われる。Olson (1970) は、斜線配列モデル(マトリクス状に並んだ丸をいくつか塗りつぶすことによって斜線を示す)をバルブボード上(モデルに対応するバルブを押した時だけ点灯する)に再生する(バルブを斜めに正しく押して行く)ことができなかつた3～5歳児に対し2とおりの教示訓練を行った。一方の群ではモデルをよくみて点灯するバルブに対応する丸はどれか指示させた後、ボード上の点灯するバルブだけを正確にすべて押すまで繰り返す(試行錯誤強化群)、他方では実験者が斜めとはどんなものを示し、どのようにすれば紙の上で構成できるかを正方形の特性を利用しながら説明(例えば、「こっちの角を出て間を横切ってもうひとつの角までまっすぐ行くんだよ。」)を加える(構造化学習群)手続をとった。その結果、訓練直後の転移課題(傾斜方向が反対の斜線の再生)において、構造化学習群の大半の幼児が成功したのに比し、試行錯誤強化群ではほとんどが失敗したという。また、Goldstein & Wicklund (1973) は、モデルどおり斜め配列をチェッカーボード上に再生する課題では、実験者が単にモデルを構成するのではなく、チェッカーを置く位置の選択を明示しながら構成するのを観察させても効果はなかったと報告している。このように、再生課題については特定の反応(バルブを押す、あるいはチェッカーを置く)に関する学習が効果をもたないことが明らかにされており、子どもがもつ斜めの表象を評定するには優れた課題であるといえよ

う。

しかし、チェッカーを使つての再生課題ではそれらとモデルとなる線全体との関係を知覚的に分析し、部分から全体の形態を再生するという余分な認知負荷を必要としている。そこで斜めの記憶表象についてより厳密に論じるには、モデルと同じ方位にひとつの棒を置く課題やモデルと同じ方位の線を描く課題における幼児のパフォーマンスを検討する方がより適切だと考えられる。

Mandler & Stein (1977, 実験2)によると、5～6歳児にとってこのタイプの課題は継時マッチング課題より容易であるという。それはおそらく前述のごとく、通常のマッチング課題では刺激提示布置内の空間関係情報からの干渉があるからであろう。彼らは、少なくとも5歳には斜めの正しい記憶表象が形成されていると結論しているが、比較的単純と思われるこのような課題においても視的枠組の効果が観察されている。モデルの提示、再生を長方形テーブル上の正方形カードで行わせた場合では斜線の再生は垂直・水平線に比して困難であるが、円形テーブル上の円形カードで行わせた場合では水平線の再生も斜線と同程度に困難であったという (Berman, Cunningham & Harkulich, 1974; Berman, 1976)。つまり、斜線効果は枠組の形態に依存するのである。

ここで注目しておきたいのは、枠組の形態によって斜線再生の誤りパターンに違いがある点である。前述の3研究の結果を総合すると、円形の場合には誤りに一定した傾向が見られないのに対し、正方形枠あるいは周囲に手掛りがある場合にはモデルと反対方向に傾斜するよう再生する率が非常に高い。すなわち、刺激布置内の何等かの特徴により左右の傾斜方向に関する情報が干渉を受けるわけである。Berman らの実験では記憶、再生が同じ視的枠組内で行われたため、干渉がいずれの過程で生じるのかは不明である。しかし、少なくとも幼児は、どのような刺激布置であっても斜線を垂直線や水平線とは異なるものとして認知していると考えられる。

3. 総括討論

Olson は、空間認知の発達を対象のもつ諸特性とそれらの関係の知覚表象の精緻化、及び知覚表象のうちに隠されている空間情報を意識化していくことだと主張している (Olson, 1970; Olson & Bialystok, 1982)。彼によると人類の文化的発明 (言語, 科学, 芸術など) は、子どもにこの意識化の契機を与え、発達を促すものだという。例えば斜めに関して言えば、対角線概念や遠近画法の修得は、我々の“斜め”という心的表象をより明確なものにするのに役立っているのではないかと推察される。(第

一の側面)

他方、心的表象の操作技能の熟達という側面も見逃せない。例えば、将棋やチェスで駒の位置を表現する、あるいはグラフ用紙に座標軸を設定して点をプロットしていく場合、明らかにある種の心的操作が必要とされている。即ち、各次元における符号を互いに独立した概念的要素として扱い、それらを等価にあるいはある重みをつけて結合させねばならない。(第二の側面)ここではまず、第1の側面を方位の表象の階層性の観点において考察することから始めよう。

(1) 方位表象の階層における“斜め”

方位表象の階層性に関する図示の試みが、Olson (1970) 及び Braine (1978) に見られる。いずれも、互いに弁別容易な方位から弁別困難な方位へと階層を重ねていくよう図示されている。これらの記述においては上方向・下方向、右方向・左方向といった方向性をも考慮されているが、既述のごとく斜線効果に関する研究では通常、垂直、水平との比較のみが問題とされてきた。乳児研究で明らかにされたように、斜めは生後早い時期で既に垂直、水平と同列に扱われ得る別のカテゴリーを形成していると考えられる。そして、幼児期における斜め方位表象の発達の問題は斜めカテゴリー内の分化のしかたにあると考えられる。そこで以下、幼児による斜線弁別の困難さの要因についてのこれまでの議論の展開を整理した上で、独自の方位表象の階層モデル提示を試みる。

Corballis & Beale (1976) は、記憶課題において鏡映斜線弁別が幼児にとって困難である問題を鏡映像混同に帰着させた。つまり幼児の生理学的成熟段階においては、利き手が明確でないことから推察されるように、神経系が内的非対称 (大脳半球の左右機能分化など) を生じるまでには発達しておらず、そのために鏡映像混同が生じることが原因になっていると推論した。ところが、継時マッチング課題における斜線間混同は鏡映関係になくとも生じるという実験結果 (Bryant, 1969, 1973 など) から、問題は鏡映像混同でなく斜めであることの符号化にあると指摘されてきた。

その後、傾斜方向、傾斜角度を組織的に操作して弁別の正確さを比較した研究が行われ、斜めは角度と方向という2要素に分解されて議論されることになった。Williamson & McKenzie (1979) は、角度、方向のいずれが幼児の斜線弁別により大きく影響しているかを評定するため、傾斜方向は同じであるが角度は異なる対、角度は同じであるが方向が異なる対 (鏡映斜線対)、方向・角度のいずれも異なる対の弁別パフォーマンスを比較した。彼らは自ら得た結果と以前の研究結果とを対照させてい

TABLE 1 The effects of degree and direction of slope discrimination between oblique lines.
(adapted from Williamson & McKenzie, 1979 TABLE 5)

Research	Age	Combination of oblique lines			Presentation of alternatives
		Direction Degree	Same Different	Different Same Different	
Successive matching		Mean percentage of errors			
Bryant (1969) Exp. 2	5yr.			40.7 44.7	simultaneous
Bryant (1973) Exp. 1	4, 5, 6yr. ¹⁾			42.25 41.25	simultaneous
Corballis & Zalik (1977)	4-6yr.	47, 14*	42.86	26.43*	simultaneous
Williamson & McKenzie (1979) Exp. 2 & 4	5yr.	43.38	47.5	43.38	simultaneous
Discrimination learning		Mean trials to learn (Percentage of failures)			
Fisher & Heincke (1982)					
Exp. 1	3-4yr.	32.00*	26.06*		successive
		(40.63)	(28.13)		
Exp. 2	3-4yr. ²⁾	9.13*	25.46		simultaneous
		(0)	(60)		

* between two numbers in the same row indicates a significant difference at $p < .025$ or greater.
 1) average percentages among three age groups calculated by authors.
 2) subjects succeeded in both tasks in Exp. 1.

るが、TABLE 1 は彼らが作成した表に基づいてより多くの実験結果をまとめたものである。ただし、各実験結果から推論された斜めの符号化の困難さの要因は、傾斜角度と方向の相互作用 (Corballis & Zalik, 1977), 斜めであること (Williamson & McKenzie, 1979, 実験 2 と 4), 選択肢を並列提示した場合に限り傾斜方向 (Fisher & Heincke, 1982), とまちまちであった。以上のように議論の焦点は、傾斜方向もしくは傾斜角度のいずれの基準でもって斜め内部のカテゴリー化が進むのかにあった。このことを踏まえた上で方位表象の階層モデルを描いたものが FIG. 4 である。まず、斜めは垂直、水平以外の方位として認知され、斜めどろしは左右の傾斜方向もしくは勾配の大小でもって弁別される。尚、図中の言語ラベルは分化のしかたをより明確にするためのものであって、決して表象の分化がラベルの成立に依存して生じることを示唆するわけではない。

ところで、幼児による斜線弁別の方略として提唱されてきたのは、このカテゴリーの分化基準であるといえないだろうか。マッチ・ミスマッチ符号仮説においては傾斜角度の符号化、限定符号仮説においては傾斜方向の符号化が斜線弁別に有効に作用すると考えられているように思われる。しかしながら、TABLE 1 を概観したところでは、幼児は斜線のうちに幾つかの種類があることに気づいているのだろうが、それらの違いを傾斜方向、角度のいずれに基づいて符号化するかについては確定的でな

い。おそらく、刺激布置全体がもたらす空間情報、刺激提示の文脈などによって幼児の符号化方略は変動するのであろう。FIG. 4 において、斜線の表象分化が実線によって示されていないのはそのためである。上述の点をより明確にするための今後の 1 つの研究方向として、種々の提示状況における学習訓練結果の分析 (例えば, Jeffrey, 1966) を期待したい。

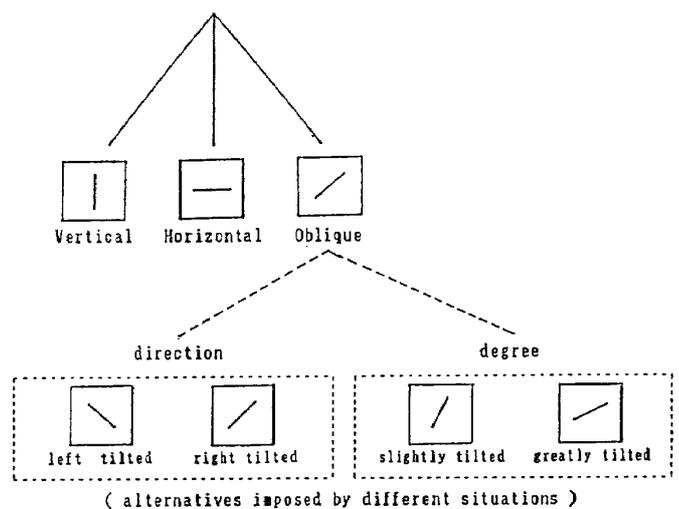


FIG. 4 A proposal on hierarchical structure of representation of line orientation. (Verbal labels here are used only for indicating each of orientations, not for indicating children's actually acquired labels.)

(2) 心的表象の操作技能の問題

次に、心的表象の操作技能の熟達という空間認知発達の第2の側面について考察しよう。これまで本稿で取り上げてきた斜線弁別、再生に関する従来の研究は、専ら幼児の斜めの符号化形式を探求するものであった。しかし、近年、斜線効果を表象の操作の観点から説明しようという試みが散見されるようになった。Olson & Bialystok (1983) は刺激の同一性判断が正確に行われるためには、2分法的“真偽指標”(binary logical "truth index")形式の符号の結合が必要であると主張する。例えば、2本の45°斜め線分をひとつの大きな正方形の枠内に提示した場合、それらの提示位置及び傾斜方向の各々を枠の同じ対角線上にあるか否かによって符号化する。そして、2つの符号の真偽が一致しているなら斜線は同じ、一致していなければ異なりと反応すれば常に正答に導かれるという。しかし、幼児にとってはこうした符合化は可能であっても、符合を結合させて2重論理に従って反応を決定する操作は困難であるのではないかと推測されている。

Olson たちの考えとは少し異なるが、Frye, Clark, Watt & Watkins (1986) も論理的操作の発達という観点から斜線効果を説明しようとしている。彼らは、幼児にとって斜めの再生が困難であるのは、上下・左右の2つの次元に関する情報を協応させなくてはならないことによると考え、手元のボタン入力によってコンピュータ・ディスプレイ上に斜線を描く課題を考案した。通常のディスプレイ・入力装置条件で斜線を描くには、上下方向及び左右方向のボタンを押してから確定させる手順をとらなければならないが、ディスプレイ・入力装置を45°回転させた条件では、斜めはひとつのボタン操作で描けることになる。その結果、通常装置条件では垂直・水平線より斜線の方が困難であったのに対し、回転装置条件ではその難易が逆転(5歳児)、あるいは難易差がなかった(8歳児)と報告している。この研究ではボタン操作を表象の操作に対応づけているが、今後、斜めを扱った種々の課題について表象の操作性の問題を詳しく検討しなくてはならないであろう。

以上、2つの側面を個別に取り上げて論じたが、これらが錯綜した形で発達が進行していくものと想定される。元来、“斜め”は日常場面においては問題にされることは少なく、その心的表象は自然発生的に獲得されていくものではない。それ故、傾斜方向、角度のいずれをもって弁別が行われやすいかは確定せず、課題解決のためには状況に応じた符号化の方略、あるいは構成要素符号の操作が必要とされるのではなかろうか。

斜めの心的表象がもつこのような特性は、現在のところ十分に明らかにされているとはいえない。既述のごとく、従来の幼児を対象とした研究は斜線の弁別や再生の難易度の測定に集中して行われてきた。つまり、斜めというカテゴリーが、例えば左斜め、右斜めといった下位項目に分化している程度が問題とされてきた。しかしながら、Bornstein (1984) に従うと、幼児期には諸対象から複数の次元を超えて共通した特性を抽出する機能、すなわち、概念的に等価なカテゴリー化(conceptual equivalence categorization)が発達する。それは斜めの概念について言えば、傾斜方向、角度という2つの次元における符号が異なるいくつかの斜線が、斜めであることでもって1つにまとめられることを意味する。例えば、線がどれくらい傾いているかに関係なく左に傾いていること、あるいは左右どちらに傾いていようと傾きが小さいことに意味がある状況があるだろう。また、ともかく傾いている、斜めであることが決定要因である場合もあるかもしれない。このような時、各々の次元で異なる“斜め”に対し、異なった反応を行うことは環境への適応という観点から言って効率的であるとは言えないだろう。今後の研究においては、カテゴリーが下位項目へ分化していくと同時に、分化したカテゴリー下位項目が容易に統合されうるといった性質、つまり分化、統合の融通がきくという意味での概念の可塑性(Strauss & Lewin, 1981)に着目すべきであろう。

引用文献

- Appelle, S. 1972 Perception and discrimination as a function of stimulus orientation: The oblique effect in man and animals. *Psychological Bulletin*, 78, 266—278.
- Berman, P.W. 1976 Young children's use of the frame of reference in construction of the horizontal, vertical and the oblique. *Child Development*, 47, 259—263.
- Berman, P.W., & Cunningham, J.G. 1977 Development of ability to discriminate orientation: Learning to use the frame of reference. *Developmental Psychology*, 13, 545—546.
- Berman, P.W., Cunningham, J.G., & Harkulich, J. 1974 Construction of the horizontal, vertical, and oblique by young children: Failure to find the "oblique effect". *Child Development*, 45, 474—478.
- Bomba, P.C. 1984 The development of orientation

- categories between 2 and 4 months of age. *Journal of Experimental Child Psychology*, 37, 609—636.
- Bornstein, M.H. 1984 A descriptive taxonomy of psychological categories used by infants. In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, N.J. : Erlbaum.
- Bornstein, M.H., Gross, J., & Wolf, J. 1978 Perceptual similarity of mirror images in infancy. *Cognition*, 6, 89—116.
- Braine, L.G. 1978 A new slant on orientation perception. *American Psychologist*, 33, 10—22.
- Bryant, P.E. 1969 Perception and memory of the orientation of visually presented lines by children. *Nature*, 224, 1331—1332.
- Bryant, P.E. 1973 Discrimination of mirror-images by young children. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 82, 415—425.
- Bryant, P.E. 1974 *Perception and understanding in young children: An experimental approach*. London : Methuen.
- Corballis, M.C., & Beale, I.L. 1976 *The psychology of left and right*. Hillsdale, N.J. : Erlbaum.
- Corballis, M.C., & Zalik, M.C. 1977 Why do children confuse mirror-image obliques? *Journal of Experimental Child Psychology*, 24, 516—523.
- Davidson, H.P. 1935 A study of the confusing letters b, d, p, q. *Journal of Genetic Psychology*, 47, 458—468.
- Essock, E.A. 1980 The oblique effects of stimulus identification considered with respect to two classes of oblique effects. *Perception*, 9, 37—46.
- Essock, E.A., & Siqueland, E.R. 1981 Discrimination of orientation by human infants. *Perception*, 10, 245—253.
- Fellows, B.J., & Brooks, B. 1973 An investigation of the role of matching and mismatching frameworks upon the discrimination of differently oriented line stimuli in young children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 14, 293—299.
- Fisher, C.B. 1979 Children's memory for orientation in the absence of external cues. *Child Development*, 50, 1088—1092.
- Fisher, C.B. 1980 Children's memory for line orientation: A reexamination of the "oblique effect". *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 446—459.
- Fisher, C.B. 1982 The role of stimulus alignment in children's memory for line orientation. *Child Development*, 53, 1070—1074.
- Fisher, C.B., & Heincke, S. 1982 Children's memory for oblique orientation: A matter of degree? *Child Development*, 53, 235—238.
- Frye, D., Clark, A., Watt, D., & Watkins, C. 1986 Children's construction of horizontals, verticals and diagonals: An operational explanation of the "oblique effect". *Developmental Psychology*, 22, 213—217.
- Goldstein, D.M., & Wicklund, D.A. 1973 The acquisition of the diagonal concept. *Child Development*, 44, 210—213.
- Harris, P.G., Le Tendre, J.B., & Bishop, A. 1974 The young child's discrimination of obliques. *Perception*, 3, 261—265.
- Jastrow, J. 1893 On the judgment of angles and positions of lines. *American Journal of Psychology*, 5, 214—248.
- Jeffrey, W.E. 1966 Discrimination of oblique lines by children. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 62, 154—156.
- 鹿取廣人 1984 現代基礎心理学10 発達2 個体発生 第3章 感覚, 知覚 東京大学出版会
- 勝井 晃 1971 方向の認知に関する発達の研究 風間書房
- Leehey, S.C., Moskowitz-Cook, A., Brill, S., & Held, R. 1975 Orientational anisotropy in infant vision. *Science*, 190, 900—901.
- Mandler, J.M., & Stein, N.L. 1977 Encoding and retrieval of orientation: A new slant on an old problem. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 10, 9—12.
- Maurer, D., & Martelle, M. 1980 The discrimination of orientation by human infants. *Vision Research*, 20, 201—204.
- Olson, D.R. 1970 *Cognitive development: The child's acquisition of diagonality*. New York : Academic.
- Olson, D.R., & Bialystok, E. 1982 Spatial cognition: The mental representation of objects and forms. In B. de Gelder (Ed.), *Knowledge and*

- representation. London : Routledge.
- Olson, D.R., & Bialystok, E. 1983 *Spatial cognition : The structure and development of mental representations of spatial relations*. Hillsdale, N. J. : Erlbaum.
- Over, R. 1967 Detection and recognition measures of shape discrimination. *Nature*, 214, 1272.
- Over, R., & Over, S. 1967 Detection and recognition of mirror-image obliques by young children. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64, 467—470.
- Piaget, J., & Inhelder, B. 1948 *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Quinn, P.C., & Bomba, P.C. 1986 Evidence for a general category of oblique orientations in four-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 42, 345—354.
- Quinn, P.C., Siqueland, E.R., & Bomba, P.C. 1985 Delayed recognition memory for orientation by human infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 40, 293—303.
- Rose, D., & Blakemore, C. 1974 An analysis of orientation selectivity in the cat's visual cortex. *Experimental Brain Research*, 20, 1—17.
- Rudel, R.G. 1982 The oblique mystique : A slant on the development of spatial coordinates. In M. Potegal (Ed.), *Spatial abilities : Development and physiological foundations*. New York : Academic.
- Rudel, R.G., & Teuber, H.L. 1963 Discrimination of direction of line in children. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56, 892—898.
- Schaffer, H.R. 1974 Orientation perception in children. *Nature*, 252, 222—223.
- Strauss, H., & Lewin, I. 1981 A comparative study of concept formation : A conceptual analysis. *Genetic Psychology Monographs*, 103, 169—219.
- Sutherland, N.S. 1957 Visual discrimination of orientation by octopus. *British Journal of Psychology*, 48, 55—71.
- Sutherland, N.S. 1958 Visual discrimination of the orientation of rectangles by octopus vulgaris Lamarck. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 51, 452—458.
- Sutherland, N.S. 1960 Visual discrimination of orientation by octopus : Mirror images. *British Journal of Psychology*, 51, 9—18.
- 田中敏隆 1966 図形認知の発達心理学 講談社
- Thompson, G.B. 1975 Discrimination of mirror-image shapes by young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 19, 165—176.
- Weiner, K., & Kagan, J. 1976 Infants' reaction to changes in orientation of figure and frame. *Perception*, 5, 25—28.
- Williamson, A.M., & McKenzie, B.E. 1979 Children's discrimination of oblique lines. *Journal of Experimental Child Psychology*, 27, 533—543.

(1987年11月24日受稿)