

子どもの空間表象に対する情報処理アプローチ

杉 村 伸一郎¹⁾ 増 井 透²⁾

本論文の目的は、子どもの空間表象に関する研究に対して、情報処理アプローチを適用し、その観点から従来の研究を整理し、今後の問題を指摘することである。

Piaget and Inhelder (1956) は空間表象の発達に関する諸問題を体系的に研究し、空間表象は、位相的空間表象、射影的空間表象、ユークリッド的空間表象の順に発達していくことを明らかにした。その後、多くの研究者が様々な方向から空間表象の研究を行ってきたが、本論文では、その中でも、Piaget and Inhelder (1956) の研究以降数多くの実験がなされてきた「3つ山問題」に関する研究を取り上げることにする。

1. 3つ山問題に関する研究

1. 1 Piaget and Inhelder (1956) の研究

「3つ山問題」は位相的空間表象から射影的空間表象への移行を調べるための課題の1つであった。Piaget and Inhelder (1956) は、子どもの前に3つの山の模型を配置し、子どもが見ている場所以外の地点に人形を置いて、人形から山がどのように見えるかを尋ねた(図1参照)。質問の形式としては、(a)人形からの見えをいくつかの写真の中から選択させる「写真選択課題」、(b)写真を提示してそのように見える地点に人形を置かせる「地点選択課題」、(c)人形からの見えの配置を山の形のカードで構成させる「構成課題」が用いられた。

そして、課題の成績により3つの発達段階を設定した。第1段階では、質問について考えることができない。第2段階は4歳から6歳であり、前期では、視点をどこに移動させても自分の視点からの見えが唯一のものだと思ってしまう。第2段階後期では、他の視点からの見えがあることにおぼろげに気づくようになるが、想像することはできない。第3段階の前期では、他の視点からの見えを構成でき始めるが、不安定である。第3段階の後期では、視点の変化に応じて正しく構成できるようになり、

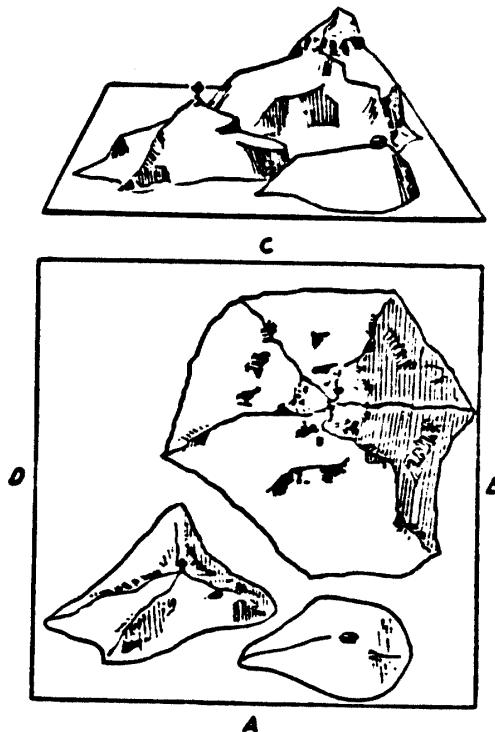


図1 「3つ山問題」の実験装置 (Piaget & Inhelder, 1956)
Aの地点に子どもを座らせ、B, C, Dの地点に人形を置き、人形から山がどのように見えるかを尋ねる。

これは9歳以降である。

彼らは以上のように「3つ山問題」ができるようになる過程を記述し、子どもが人形の位置に関係なくつねに自分の位置からの見えを再現してしまう現象を、子どもが他者の視点を取ることができない「自己中心性」のあらわれであると主張した。

1. 2 Piaget and Inhelderの研究以降

Piaget and Inhelderの報告以後、他の研究者によってこの現象に関する追試が行われた。その結果、加齢にしたがって誤反応が少なくなるという点では多くの研究において一致したが (Dadwell, 1963; 田中,

1) 名古屋大学大学院教育学研究科博士課程（後期）

2) 桶山女学園大学人間関係学部

1968), 布置を構成している要素の数や, 教示の与え方などにより課題の困難度が変化することが明らかとなってきた (Broke, 1975; Fehr, 1978; Fishbein, Lewis & Keiffer, 1972; 畠山, 1982)。しかし, 以上の研究では, どのような課題の要因が困難度に影響を与えるかは明らかにならなかった。

また, どのような訓練をすると「3つ山問題」ができるようになるかも検討してきた (木下, 1971; 岩田, 1974; 中塚, 1979)。しかし, これらの研究も, 訓練は有効であるということを示すことはできても, それらの訓練がどのように効いているのかを明らかにはしていない。

このように, このような課題を与えたたらできた, このような訓練を与えたたらできた, といった従来のアプローチでは, 多数の課題の成績の差異や, 手がかりや訓練などがどのように効いたのかを説明することができない。

2. 情報処理アプローチの適用

以上の問題を解決するために, 子どもの空間表象に対して情報処理アプローチを適用する。情報処理アプローチの基礎には, 人間は情報の処理者であるという考えがある。このアプローチの特徴は, 情報処理システムを構成している要素を考え, 各々の要素を特定化し, そして, それらの要素における情報処理の下位過程を分析していく点にある。

このアプローチは認知心理学の領域で発展してきた。つまり, 人間の中で, 受容された刺激がいかなるコードに符号化され, 賀藏され, どのような心的操縦がなされるかというモデルを構成することが, 認知心理学の課題であった。このアプローチは子どもの空間表象に対しても有効であると考えられる。以下にこのアプローチを適用した際の利点を列挙してみよう。

第1の利点は, 各課題間の成績の差異を説明できる点である。情報処理アプローチを用いると, 子どもが「3つ山問題」を解決するメカニズムが明らかになってくる。つまり, 情報処理システムの各構成要素における下位過程が明らかになってくる。そのため, 課題による成績の違いを各々の構成要素に特定化して説明することができるようになる。また, 発達することにより, 何が, どのように変化したのか, あるいは, 訓練がどこで, どのように効いたのかを, 説明することができる。

第2の利点は, 新たな課題に対して予測性をもつようになる点である。子どもを「3つ山問題」の問題解決者とみなし, その情報処理の下位過程までが明らかになる

と, 新たな課題に対して予測性をもつようになる。同時に, 処理過程のパラメータと実験変数とを対応させることにより, 実験において明確な仮説を立てることができ, 研究を積み重ねていくことができる。また, 情報処理モデルの構成という観点から, 研究を位置づけていくことができる。

第3の利点は, 子どもの発達に合った, 教育プログラムを組むことができるようになる点である。各々の構成要素における働きが発達によってどのように変化するかが明確になってくると, 発達段階にあった, また, 課題にあった教育プログラムを組むことができるようになる。

第4の利点は, 子どもから大人まで同一のモデルで説明できる点である。情報処理アプローチでは, すべての人間の情報処理システムは同じ要素から構成されていると仮定しているので, 子どもから大人まで, 同一のモデルで説明できる。大人で構成されたモデルを子どもに適用しているので, 発達するにつれて, 新しい能力を付け加えていく必要がない。

3. 空間表象の情報処理モデルの構成

一般的な情報処理モデル (Atkinson & Shifflin, 1968) と同様に, 外界から入力された情報処理は, 符号化され, 短期記憶, 長期記憶へ進むことを前提とする。そして, 短期記憶とは別に, 空間表象を表示し, 操作する構成要素であると仮定する作業記憶を考える。この作業記憶において問題となるのは, (a)どのようにして空間表象が生成されるのか, (b)空間表象に対してどのような操作が行われるのか, (c)空間表象をどのように利用するか, ということである (図2参照)。以下, それぞれの問題点を簡単に指摘する。

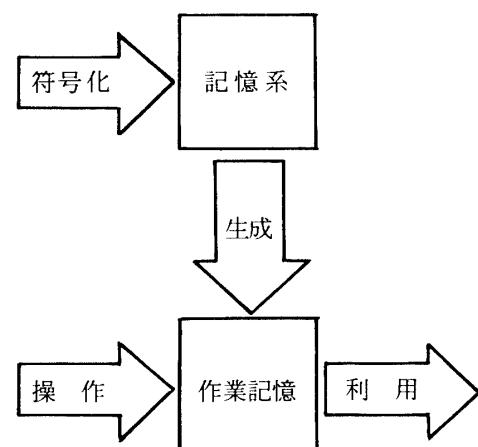


図2 空間表象の情報処理モデル

3.1 空間表象の生成

空間表象は短期記憶からの知覚情報、短期記憶からの言語情報、長期記憶からの情報のいずれかによって生成されると考えられる。特に、知覚情報から生成される場合には、その符号化の仕方を詳しく検討する必要があると思われる。また、生成された空間表象を保持する方略も検討する必要がある。

3.2 空間表象の操作

生成された空間表象に対する操作としては、回転や拡大、縮小、変形などが考えられる。このような心的操作に関しては、大人において多くの研究が行われている (Shepard & Metzler, 1971 ; Kosslyn, 1975, 1978)。

3.3 空間表象の利用

生成あるいは操作された空間表象に関する利用としては以下のものが考えられる。(a)検出—空間表象からある特定の対象を検出する。(b)記述—空間表象を記述する。言語による記述と描画による記述が考えられる。(c)照合—空間表象と外界の対象とを照合する。

4. 情報処理モデルからみた3つ山問題

「3つ山問題」とそれに関する研究を空間表象の生成、空間表象の操作、空間表象の利用という3つの観点から整理し直す。

4.1 空間表象の生成

「3つ山問題」の場合は、空間表象は短期記憶からの知覚情報によって生成される。ここで問題となるのは、子どもが対象布置をどのように符号化しているのかということである。この問題に初めて焦点を当てたのは Huttenlocher and Presson (1979) であった。

彼らは、それまでの研究では、子どもは対象布置をひ

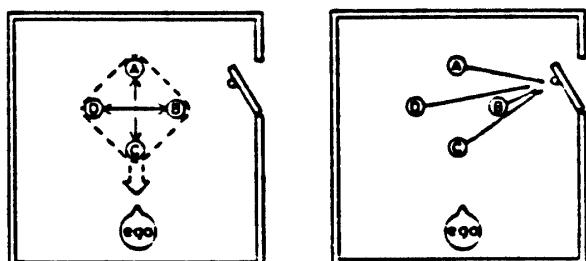


図3 2種類の符号化の例 (Huttenlocher & Presson, 1979)

対象布置をユニットとして自己との関係で符号化する(左図)。対象を個々に部屋との関係で符号化する(右図)。

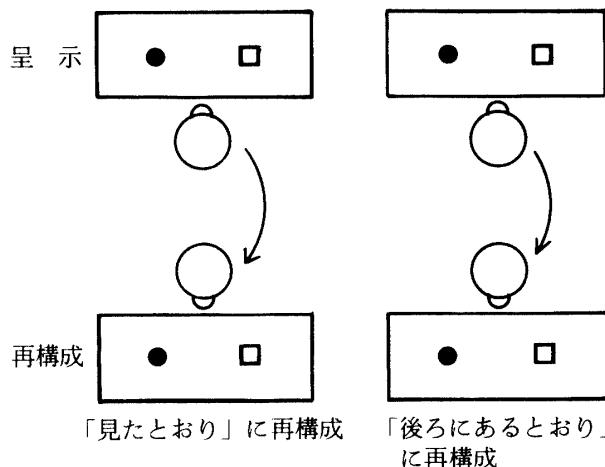


図4 「見たとおり」の再構成と「後ろにあるとおり」の再構成 (鈴木, 1985aを参照)

とつのユニットとして、それを自己との関係で符号化していると仮定して研究を行ってきたことを指摘した(図3参照)。そして、子どもは常にそのように符号化しているのではなく、対象を個々に部屋との関係で符号化している可能性のあることを実験により示した(Huttenlocher & Presson, 1979 ; Presson, 1980)。

子どもが対象布置をどのように符号化しているのかという問題は「3つ山問題」とは異なった課題でも検討されている。鈴木ら(鈴木, 1985a, 1985b, 1986 ; 鈴木・松崎・佐伯, 1986)は、幼稚園年長児に対象の位置関係を記憶させた後、後ろを振り向かせ、位置関係を再構成させる課題を行わせたところ、幼児は「見たとおり」に再構成できず、「後ろにあるとおり」に再構成することを見出した(図4参照)。この現象は、横に並べられた対象は、自己を基準とする左右の位置関係ではなく、むしろ窓側とか廊下側というような外界を基準として、対象を定位するためであると解釈された。

これまで、子どもが自己の視点から対象布置をどのように符号化しているのかということに関する研究を見てきた。しかし、「3つ山問題」では、自己とは異なる視点からの見えを尋ねるので、自己の視点からではなく、他者の視点から対象布置を符号化しているとも考えられる。

従来、「3つ山問題」ができない原因の1つとして、子どもが他者の視点を取ることができないことが指摘されてきた(Piaget & Inhelder, 1956)。しかし、近年これに対して疑問を投げかける研究が行われてきている。Flavellは子どもの視覚について次のような2つの水準を仮定した(Flavell, 1974, 1978 ; Flavell et al., 1981 ; Flavell, Shipstead & Croft, 1978)。

水準1では、子どもは、他者には何が見えて何が見えないのかを推論できる。水準2では、子どもは、他者にはそれがどのようにみえているのかを推論できる。この2つの水準の区別の妥当性は他の研究者によっても確かめられ、水準1は3歳までに獲得されることが明らかとなつた（Lempers, Flavell, & Flavell, 1977；Masangkay et al., 1974）。

さらに、Flavellらは、彼らのいう水準2を、「規則」と「算出」という2つの侧面に分けた（Flavell, Omanson, & Latham, 1978）。「規則」の侧面については、(1)ある位置から見える光景は1つである、(2)異なる位置からは異なる光景が見える、という2つの「規則」を考え実験的に検討している（Salatas & Flavell, 1976）。しかし、彼らは対象物が他者にどのように見えているかを推論するために、子どもが使用する認知過程を指す「算出」の侧面を検討していない。

これに関する研究としては、天野・田島（1980）がある。彼らは、3次元空間内の対象の位置を、必要とする2次元平面に移す操作を検討した。城（1984）はこの研究を受けて、「3つ山問題」の困難は、対象の位置を必要とする2次元平面に移す操作にあるのではなく、その視点の原点と座標軸を設定する操作、および自己の視点の座標系を他者視点の座標系と対応させて変換する操作に起因していると考えた。

以上の研究から、Piagetらが記述したよりもかなり低い年齢から他の視点を取ることができ、対象が1つであると、何が見えるかを推論できるし、また、任意の2次元平面に移すことができる事がわかる。さらに、他者の視点から対象布置の見えを符号化するには、その視点を原点とする座標系設定する能力が必要であると考えられる。

4. 2 空間表象の操作

「3つ山問題」を解決する場合、主として2種類の操作が考えられる。1つは、自己から見た対象布置の空間表象を他者の視点が自己的視点と重なるまで回転する操作、もう1つは、自己の視点を他者の視点まで回転移動させ、その地点からの対象布置の見えを推論する操作である。Huttenlocher and Presson（1973）は、対象布置を回すとどのように見えるかという教示と、異なる地点からみると対象布置はどのように見えるかという教示によって2つの条件を設定した。その結果、対象布置を回すように教示した条件の方が子どもにとって容易であり、自己中心的エラーが少なくなることを見出した。

空間表象の操作に関しては、「3つ山問題」においては研究されていないが、心像の問題として研究されてい

るので概観しておく。従来、動的な心像が出現するのは7、8歳以降だとされていた（Piaget & Inhelder, 1971）。それに対して、Marmor（1975）は Piagetらが用いた課題では、遂行と能力が混同されること、教示が幼児に理解困難であること等を批判し、心的回転課題を用いて実験を行った。

心的回転課題は Shepard and Metzler（1971）が考案した課題である。図形対の異同判断をさせるのだが、対には2種類あって、1つは片方の図形を回転させた対であり、どちらかの図形を回転させると一致し、もう1つは片方の図形と鏡映像の関係にある対であり、回転させても一致しない。彼らは、反応時間が回転角度の1次関数となるのは被験者がこの課題の判断を行う時、心的回転を行っているためであると主張した。

Marmor（1975）は、パンダの図形を用いた心的回転課題を行わせた結果、反応時間が回転角度の1次関数となったので、5歳児でも運動心像が生成できると結論した（図5参照）。その後の追試では、Marmor（1975）の結果を支持する研究（畠山, 1985；Marmor, 1977；Rosser, Ensing, Glider & Lane, 1984）もあるが、幾何学図形のように抽象的な図形を用いると6歳児でも心的回転を行うことができないことを示している研究もある（Dean & Harvey, 1979）。

4. 3 空間表象の利用

「3つ山問題」に正しく答えるには、空間表象を操作して正しい答えを得るだけでは不十分で、なんらかの方法で表出する必要がある。田中（1968）は、「写真選択課題」、「地点選択課題」、「構成課題」の3つの課題の成績を比較し、対象の数が3つの場合には、「地点選択課題」、「写真選択課題」、「構成課題」の順に成績が良いこ

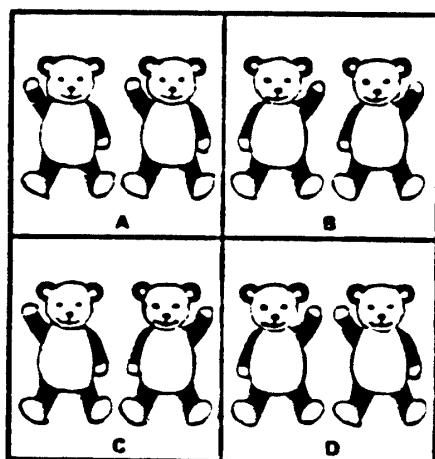


図5 心的回転課題で用いられた図形（Marmor, 1977）
AとBは左右同じ図形であり、CとDは鏡映像である

とを報告している。

「3つ山問題」では、人形からの見えをいくつかの写真の中から選択させる「写真選択課題」がよく用いられてきたが、写真選択を行う際のバイアスとして、Light and Nix (1983) は子どもは「よい見え」を選択することを、Liben and Belknap (1981) は、見えているものを描くのではなく知っているものを描くという、子どもの知的リアリズムを、Gzesh and Surber (1985) は見ているものと絵との照合が困難なことを、指摘している。

5. 今後の問題

以上の整理に基づき、今後の問題を述べる。

5. 1 空間表象の生成に関する問題

ここで問題は対象布置がどのように符号化されるかということであった。符号化に関しては以下の3つの点から考える必要があると思われる。

第1の点は、個々の対象がどのように符号化されるかということである。これまでの研究で、前後、左右があいまいな対象の場合 (Cox, 1978) よりも、人形のように前後、左右がはっきりしている対象の場合 (Broke, 1975) の方が、他者の視点からの見えの推測が容易であることが知られている。このように、個々の対象の前後、左右がどの程度明確であるかということが、「3つ山問題」の困難度に影響を与える要因であることはわかつたが、前後、左右の明確さがなぜ、そしてどのように影響を与えるのかということについては組織的に検討されていない。

第2の点は、対象間の位置関係がどのように符号化されているかということである。この問題はさらに2つに分けて考えることができる。1つは、布置内の対象間の位置関係の問題であり、もう1つは、布置内の対象と布置外の対象との位置関係の問題である。これらの問題に関しては、すでにいくつかの研究がなされている (Huttenlocher & Presson, 1979 ; Rosser, 1984 ; Rosser, Ensing, Mazzeo & Horan, 1984)。しかし、まだ、上の2種類の位置関係の符号化のどちらで行われているのかという2分法的な研究の段階であり、それぞれの位置関係の符号化とその相互作用の問題は未解決のままである。

以上の問題、つまり個々の対象の符号化と対象間の位置関係の符号化の問題に関して、Marr (1982) の表象理論が有効な示唆を与えてくれると思われる。Marr は、対象を見ている人の視点を基準とした、「見る者中心の座標系 (viewer-centered coordinate system)」

に対して、「対象中心の座標系 (object-centered coordinate system)」を考察した。この座標系は、対象に固有な主軸をもとにして対象間の位置関係を決めるシステムであり、その特徴は、視点に影響されないように対象を符号化できる点にある。このような表象理論を「3つ山問題」などにどのように応用していくかは今後の課題であろう。

第3の点は、自己、あるいは他者の視点と対象との位置関係がどのように符号化されているかということである。ここで問題となるのは、自己あるいは他者の視点と対象との位置関係を符号化しているのか。符号化しているとすれば、どのように座標系をあてはめ、どのように符号化しているのかという点である。従来の「3つ山問題」に関する研究では、他者の視点から対象の見えを推論できるのか、できないのかという観点からの研究が多く (Flavell et al., 1981 ; Flavell, Shipstead & Croft, 1978 ; Lempers et al., 1977 ; Masangkay et al., 1974)，自己あるいは他者の視点からどのように符号化しているのかという観点からの研究はほとんどない (Huttenlocher & Presson, 1979)。しかし、この問題に関して、乳児における対象の符号化の研究が参考になると思われる。

対象を符号化する基準について、従来は、認識の主体である自己か、自己を取り囲む外界かという2分法的な考え方方が有力であり (Piaget, 1954 ; Bremner & Bryant, 1977)，自己を基準として対象を符号化する段階から、外界を基準として対象を符号化することができるようになる段階へと発達するとされてきた (Acredolo, 1977 ; Laskey, Romano & Wenters, 1980)。さらに、色の手がかりが外界を基準とした対象の符号化を促進すること (Bremner, 1978a ; Bremner, 1978b ; 三島, 1985)，部屋の状況によって符号化のしかたが変化すること (Acredolo, 1979 ; Keating, Mckenzie & Day, 1986) が明らかにされている。

しかし、以上の研究のように、対象を符号化する基準が自己か、外界かという2分法的な考え方では不十分である。というのは、第2の点で述べたように外界においても、布置内の対象間の位置関係の問題と、布置内の対象と布置外の対象との位置関係の問題が考えられるからである。また、課題での対象の数が1つに限られているので、2つ以上の対象の位置関係の場合に自己、あるいは他者の視点からどのように符号化しているのかということを今後検討していく必要がある。

以上の3点の他に以下のことが考えられる。大人の場合、課題に応じた符号化を自発的に行う、あるいは行いうと考えられるが、発達的にはそれぞれの符号化のし

かたはどのように変化するのか、どのような要因がそれぞれの符号化を促進、あるいは妨害するのかという点も興味深い問題である。また、「3つ山問題」タイプの課題に限らず、様々な課題を用いて研究していくべきであり、他の異なる領域、例えば、子どもの左右の記憶に関する知見 (Braine & Eder, 1983 ; Fisher & Braine, 1982) などとの関連も検討すべきであろう。

5. 2 空間表象の操作に関する問題

空間表象の操作は、対象布置の符号化のしかたに規定されると考えられるが、ここでは、操作の問題のみを扱う。「3つ山問題」を解決する場合、主として2種類の操作が考えられる。1つは、自己から見た対象布置の空間表象を他者の視点が自己的視点と重なるまで回転する操作、もう1つは、自己的視点を他者の視点まで回転移動させ、その地点からの対象布置の見えを推論する操作である。

Huttenlocher and Presson (1973) らの実験では刺激布置を回す、自己が回るという条件を心的に操作させてているのに対し、岩田 (1974) は実際に刺激布置を回すか、あるいは子どもを移動させ、対象布置がどのように見えるかを尋ねる条件を設けた。その結果、心的に操作させる従来の条件よりも、実際に移動させる条件の方が容易であることがわかった。子どもが移動する条件については、他の研究者によっても確かめられている (Huttenlocher & Presson, 1973 ; Shantz, 1970 ; Shantz & Watson, 1971)。

また、実際に刺激布置を回す条件と、実際に子どもを移動させる条件とを比較したところ、子どもを移動させる条件の方が、対象布置の見えの推論が容易であった。対象の見えでなく、対象の位置に関して同じ結果が報告されている (Benson & Bogarts, 1977)。さらに、岩田 (1974) は、対象布置の見えの推論の訓練においても、実際に子どもを移動させる条件の方が、実際に刺激布置を回す条件よりも効果があることを報告している。

子どもを移動させる条件の方が、対象布置の見えの推論が容易であるという岩田 (1974) の結果は、Huttenlocher and Presson (1973) の対象布置を回すように教示した条件の方が子どもにとって容易であるという結果と矛盾している。ここでの問題点として、以下の点を指摘することができる。

Huttenlocher and Presson (1973) の実験の場合は、教示によって操作の仕方を規定しているので、子どもが「3つ山問題」ができるようになる場合、空間表象を回転することに気づいてできるようになるのか、自己を他者視点まで回転移動し、その地点からの対象布置の

見えを推論する操作を獲得することによりできるようになるのかを区別することができない。また、岩田 (1974) の実験においては、実際に刺激布置を回す条件や、実際に子どもを移動させる条件において、子どもがどのような操作を行っているかが明らかでない。今後、実際の行為が表象の操作に対してどのように影響を与えるかという問題とともに検討していく必要があると思われる。

空間表象の操作については、数多く行われている心的回転の研究 (Kail, Pellegrino & Carter, 1980 ; Delisi, Locker & Youniss, 1976) の他には、心的外挿の能力を調べている研究 (Somerville & Bryant) などがあり、「3つ山問題」における空間表象の操作といかなる関係にあるのかは興味深い問題である。

5. 3 空間表象の利用に関する問題

ここでは、課題の反応様式が問題となる。Ives (1980) は、他者の視点からの見えの推測する能力を、言語で報告させるか、写真を選択させるかによって調べた。その結果、言語での報告の方が成績がよいことを見出した。このような反応様式間の差異を説明していくことが今後望まれる。

また、Harris & Bassett (1976) は、「構成課題」における子どもの構成のしかたを詳しく分析した。その結果、自己中心的反応をする子どもでも、他者の視点に近いところから再構成していくことを見出した。このように、反応のしかたを詳しく検討していくことによって空間表象の利用に対してアプローチしていくことも可能であろう。

課題の反応様式の問題は、空間表象の利用だけでなく、符号化、操作にも影響を及ぼすと思われる。しかし、この問題は「3つ山問題」の解決においては、必要な要因ではなく、社会的認知の要因 (Newman, 1986) と同様、促進的な要因であると考えられる。従来の研究では、どちらかといえば、「3つ山問題」の解決における必要な要因の研究よりは、促進的な要因の研究が多かつたとみなされるので、今後は、両者を区別し、必要な要因の研究を多くしていくべきである。

以上、「3つ山問題」とそれに関する研究を空間表象の生成、空間表象の操作、空間表象の利用という3つの観点から整理し、その問題点を指摘してきた。このように、「3つ山問題」の解決における必要な要因を特定して、情報処理モデルの中に位置づけるという方向で研究していく場合、子どもで研究するだけでなく、大人で研究することも有効だと考えられる。というのは、大人を被験者とした実験では、発達的な要因が「3つ山問題」

原 著

の解決に影響しないため、より単純な情報処理モデルを構成することができるからである。これまで、大人が「3つ山問題」を解決するメカニズムは研究されてこなかったが、大人を研究することによって構成されたモデルをもとにして子どもを研究する、という方向でも検討していきたい。

文 献

- Acredolo, L. P. 1977 Developmental changes in the ability to coordinate perspectives of a large-scale space. *Developmental Psychology*, 13, 1-8.
- Acredolo, L. P. 1979 Laboratory versus home : The effect of environment on the 9-month-old infant's choice of spatial reference system. *Developmental Psychology*, 15, 666-667.
- 天野 清・田島啓子 1980 空間概念の形成に関する実験的研究 教育心理学研究, 28, 80-90.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. 1968 Human memory : A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.) *The Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 2. New York : Academic Press.
- Benson, K. A., & Bogarts, R. S. 1977 Coordination of perspective change in preschoolers. *Paper presented at S. R. C. D.* New Orleans, March 1977.
- Braine, L. G., & Eder ,R. A. 1983 Left-right memory in 2-year-old children : A new look at search tasks. *Developmental Psychology*, 19, 45-55.
- Bremner, J. G. 1978a Egocentric versus allocentric spatial coding in nine-month-old infants : Factors influencing the choice of code. *Developmental Psychology*, 14, 346-355.
- Bremner, J. G. 1978b Spatial errors made by infants : Inadequate spatial cues or evidence of egocentrism. *British Journal of Psychology*, 69, 77-84.
- Bremner, J. G., & Bryant, P. E. 1977 Place versus response as the basis of spatial errors made by young infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 23, 162-171.
- Broke, H. 1975 Piaget's mountains revisited : Changes in the egocentric landscape. *Developmental Psychology*, 11, 240-243.
- Cox, M. V. 1978 Order of acquisition of perspective-taking skills. *Developmental Psychology*, 14, 421-422.
- Dadwell, P. C. 1963 Children's understanding of spatial concepts. *Canadian Journal of Psychology*, 17, 141-161.
- Dean, A. L., & Havey, W. O. 1979 An information-processing analysis of a piagetian imagery task. *Developmental Psychology*, 15, 474-475.
- Delisi, R., Locker, R., & Youniss, J. 1976 Anticipatory imagery and spatial operations. *Developmental Psychology*, 12, 298-310.
- Fehr, L. A. 1978 Methodological inconsistencies in the measurement of spatial perspective-taking ability : A cause for concern. *Human Development*, 21, 302-315.
- Fishbein, H. D., Lewis, S., & Keiffer, K. 1972 Children's understanding of spatial relations : Coordination of perspectives. *Developmental Psychology*, 7, 21-33.
- Fisher, C. B., & Braine, L. G. 1982 Left-right coding in children: Implications for adult performance. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 20, 305-307.
- Flavell, J. H. 1974 The development of inferences about others. In T. Mischel (Ed.), *Understanding other persons*. Oxford, England : Blackwell & Mott.
- Flavell, J. H. 1978 The development of knowledge about visual perception. In C. B. Keasey (Ed.), *Nebraska symposium on motivation* (Vol. 25). Lincoln : University of Nebraska Press.
- Flavell, J. H., Everett, B. A., Croft, K., & Flavell, E. R. 1981 Young children's knowledge about visual perception : Further evidence for the level 1-level 2 distinction. *Developmental Psychology*, 17, 99-103.
- Flavell, J. H., Omanson, R. C., & Latham, C. 1978 Solving spatial perspective-taking problems by rule versus computation : A developmental study. *Developmental Psychology*, 14,

- 462-473.
- Flavell, J. H., Shipstead, S. G., & Croft, K. 1978 Young children's knowledge about visual perception : Hiding objects from others. *Child Development*, **49**, 1208-1211.
- Gzesh, S. M., & Surber, C. F. 1985 Visual Perspective-taking skills in children. *Child Development*, **56**, 1204-1213.
- Harris, P. L., & Bassett, E. 1976 Reconstruction from the mental image. *Journal of Experimental Child Psychology*, **21**, 514-523.
- 畠山孝夫 1982 「3つ山問題」における課題設定の問題 -「他者に見せる」構成法と「視点からの」選択法- 日本教育心理学会第24回総会発表論文集, 22 2-223.
- 畠山孝男 1985 幼児における心的回転 山形大学紀要 **8**, 445-457.
- Huttenlocher, J., & Presson, C. C. 1973 Mental rotation and the perspective problem. *Cognitive Psychology*, **4**, 277-299.
- Huttenlocher, J., & Presson, C. C. 1979 The coding and transformation of spatial information. *Cognitive Psychology*, **11**, 375-394.
- Ives, W. 1980 Preschool children's ability to coordinate spatial perspectives through language and pictures. *Child Development*, **51**, 1303-1306.
- 岩田純一 1974 子どもにおける空間表象の変換に及ぼす感覚-運動的手段がかりの効果 教育心理学研究 **22**, 21-29.
- 城 仁士 1984 空間表象における座標系の変換能力の発達 心理学研究 **55**, 242-245.
- Kail, R., Pellegrino, J., & Carter, P. 1980 Developmental changes in mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology*, **29**, 102-116.
- Keating, M. B., McKenzie, B. E., & Day, R. H. 1986 Spatial localization in infancy : Position constancy in a square and circular room with and without a landmark. *Child Development*, **57**, 115-124.
- Kosslyn, S. M. 1975 Information representation in visual images. *Cognitive Psychology*, **7**, 341-370.
- Kosslyn, S. M. 1978 Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology*, **10**, 356-389.
- 木下芳子 1971 認知的観察におけるメディエーターの役割 -位置関係の変換の場合- 教育心理学研究 **19**, 193-201.
- Lasky, R. E., Romano, N., & Wenters, J. 1980 Spatial localization in children after changes in position. *Journal of Experimental Child Psychology*, **29**, 225-248.
- Lempers, J. D., Flavell, E. R., & Flavell, J. H. 1977 The development in very young children of tacit knowledge concerning visual perception. *Genetic Psychology Monographs*, **95**, 3-53.
- Liben, L. S., & Belknap, B. 1981 Intellectual realism: Implications for investigations of perceptual Perspective taking in young children. *Child Development*, **52**, 921-924.
- Light, P., & Nix, C. 1983 "Own View" versus "Good View" in a perspective-taking task. *Child Development*, **54**, 480-483.
- Marmor, G. S. 1975 Development of kinetic images : When does the child first represent movement in mental images ? *Cognitive Psychology*, **7**, 548-559.
- Marmor, G. S. 1977 Mental rotation and number conservation : Are they related? *Developmental Psychology*, **13**, 320-325.
- Marr, D. 1982 *Vision*. Freeman.
- Masangkay, Z. S., McCluskey, K. A., McIntyre, C. W., Smis-Knight, J., 1974 The early development of inferences about the visual percepts of others. *Child Development*, **45**, 357-366.
- 三島正英 1985 発達初期の対象の探索課題における直接知覚と先行経験との関連 教育心理学研究, **33**, 205-214.
- 中塚みゆき 1979 位置関係の変換に関する発達的研究 教育心理学研究, **27**, 151-159.
- Newman, D. 1986 The role of mutual knowledge in the development of perspective taking. *Developmental Review*, **6**, 122-145.
- Piaget, J. 1954 *The construction of reality in the child*. New York : Basic Books.
- Piaget, J., & Inhelder, B. 1956 *The child's conception of space*. London: Routledge and Kegan Poul.
- Piaget, J., & Inhelder, B. 1971 *Mental Imagery*

- in the child.* New York : Basic Books.
- Presson, C. C. 1980 Spatial egocentrism and the effect of an alternate frame of reference. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 391-402.
- Rosser, R. A. 1983 The emergence of spatial perspective taking : An information-processing alternative to egocentrism. *Child Development*, 54, 660-668.
- Rosser, R. A., Ensing, S. S., Glider, P. J., & Lane, S. 1984 An information-processing analysis of children's accuracy in Predicting the Appearance of rotated stimuli. *Child Development*, 55, 2204-2211.
- Rosser, R. A., Ensing, S. S., Mazzeo, J., & Horan, P. F. 1985 Visual perspective taking in children: Further ramifications of an information-processing model. *The Journal of Genetic Psychology*, 146, 379-387.
- Salatas, H., Flavell, J. H. 1976 Perspective taking : The development of two components of knowledge. *Child Development*, 47, 103-109.
- Shantz, C. U. 1970 Assessment of spatial egocentrism through expectancy violation. *Psychonomic Science*, 18, 93-94.
- Shantz, C. U., & Watson, J. S. 1971 Spatial abilities and spatial egocentrism in the young child. *Child Development*, 42, 171-181.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. 1971 Mental Rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Somerville, S. C., & Bryant, P. E. 1985 Young children's use of spatial coordinates. *Child Development*, 56, 604-613.
- 鈴木 忠 1985 a 身体移動と空間記憶 1 日本認知科学会第2回大会発表論文集, 71-72.
- 鈴木 忠 1985 b 身体移動と空間記憶 2 日本教育心理学会第27回総会論文集, 122-123.
- 鈴木 忠 1986 3つ山問題で「自己中心的エラー」をする幼児の空間認知について 日本認知科学会第3回大会発表論文集, 22-23.
- 鈴木 忠・松崎洋子・佐伯 育 1986 身体-空間表象の発達 (I)(II)(III) 日本教育心理学会第28回総会論文集, 678-683.
- 田中芳子 1968 児童の位置関係の理解 教育心理学研究 16, 87-99.

(1987年8月31日 受稿)

ABSTRACT

SPATIAL REPRESENTATION OF THE CHILD: AN INFORMATION PROCESSING APPROACH

Shinichiro SUGIMURA and Tooru MASUI

Last few decades, there were many studies about visual perspective taking of children which was proposed by Piaget. But currently, there are some controversy about his developmental stages related to task variables; components of spatial array, instructions, etc.. They investigated the relationships between the difficulty of visual perspective taking and task variables. But they did not mention about their mechanism, and still opened question.

In this article, authors reviewed the study of visual perspective taking briefly at first and discussed them from the point of information processing model. To reorganize the former study, three stages of processing were developed in spatial representation of child; generation, operation and utilization.

It is suggested from this information processing approach that 1) at least, three coding patterns should be distinguished; coding of objects, coding of spatial relationships between objects, and coding of spatial relationships between objects and his/her own point of view or other's point of view. 2) in the operational stage, there are two types of operations should be distinguished; array-rotational operation and viewer-rotational operation.

This kind of approach will explain such inconsistent results of former studies and make a new direction of this field.