

幼児期における軌道のイメージの発達過程

村田 観 弥・杉 村 伸一郎

問題と目的

情報社会が発展し、それに応じて、教育も変わりつつある。その中のひとつが、物事や現象を空間的に把握し考える力、すなわち空間的思考力の育成である。高度情報化社会では、大量の情報を処理する能力とともに、物事や現象を多角的に分析し判断する能力が求められる。

そのために、論理的、分析的、継時的といった特徴をもつ言語的な能力だけでなく、直感的、総合的、同時的といった特徴をもつ空間的な能力が、近年、注目を集めるようになってきた (Newcombe, 2010)。例えば、アメリカでは心理学者を中心に、空間的な学習に関する科学を発展させ、そこでの知見を教育的実践に移すことを目的として、Spatial Intelligence and Learning Center (SILC) という学際的な組織が設立され、研究活動が活発に行われ始めた。

現在のところ、研究の多くは、初等教育から高等教育における空間的思考力の向上を目的としており、幼児期を対象にしているものは数少ない。しかしながら、空間的なリテラシーが、文字の読み書きや数の計算と同様に、その後の発達や学習において重要なものであり、両者が相補的な役割を果たすとすれば、幼児期を基礎形成の時期と位置づけ、空間的思考力の育成を行う必要があるだろう。

空間的思考力は、さまざまな空間認知能力に支えられていると考えられるが、近年特に注目されているのが心的イメージである。心的イメージの発達に関する最初の組織的な研究は Piaget

& Inhelder (1966) により行われたが、その後、幼児の能力を過小評価しているという批判を浴びた (例えば、Marmor, 1975)。しかし、認知科学において身体性という観点が導入されることにより、心的イメージの発達において外的活動と内的活動の役割を強調した Piaget の考えが見直されるようになった (Gibbs, 2005)。

そして、実際の運動と運動イメージの関係が発達の的に検討されつつある。例えば、Zabalia (2002) は、装置の中にある人形を指定された角度だけ回転させる課題において、5~6 歳、7~8 歳の子どもでは、装置の操作を子ども自身が行う群の方が実験者が行う群よりも成績が良いことを示した。また、Frick, Daum, Wilson, & Wilkening (2009) は、心的イメージの操作にジェスチャーや行為を伴わせると成績が向上することを明らかにした。

しかし、Zabalia (2002) や Frick et al. (2009) のようなアプローチでは、教示や実験条件により運動を操作しているため、心的イメージの操作に自分自身の運動や行為が伴う場合には成績が向上することは示せても、心的イメージの発達過程に関しては明らかにされていない。言い換えれば、ある要因や条件の有無が心的イメージの成績を変動させることを示せても、心的イメージがある状態から別の状態にどのように発達していくのかは解明されていないのである。

この問題を解決するために、杉村 (2009b) は、心的イメージの発達研究に臨床法を導入した。発達研究において最初に臨床法を用いたのは Piaget であり、それに関しては、大浜 (2002)

や杉村（2009a）などで詳しく紹介されているので、ここでは要点だけを述べる。それは、従来の研究で用いられている課題は閉ざされているのに対して、臨床法における課題は開かれているという点である。

「閉ざされた課題」か「開かれた課題」という区分は、カウンセリングの質問技法における「閉ざされた質問」か「開かれた質問」という区分（たとえば、田中，1994）に類似している。一般的に、求められている答が決まっているような質問を「閉ざされた質問」、一言では答えられないような質問を「開かれた質問」と言う。これに倣い、正誤だけを問題にするような課題を「閉ざされた課題」、解決過程を問題にするような課題を「開かれた課題」と呼ぶことにする。

「閉ざされた課題」は、特定の認知能力の測定に向いていて、正答ならば能力あり、誤答ならば能力なし、と判定される。それに対して、「開かれた課題」は、ある能力の発達の観察に向いている。そこでは、子どもの自発性を基礎にして、実験者が子どもに思考するように仕向け、子どもの変化を観察するのである。言ってみれば、実験的に発達の最近接領域を作り出し、そこでの子どもの振る舞いを記録することにより、発達過程の解明を目指しているのである。

杉村（2009b）は、このような特徴を持つ臨床法を用いて、3歳から6歳の心的イメージの発達を検討した。具体的には、Piaget & Inhelder（1966）において、運動の予期的イメージの発達を検討するために用いられた「180度回転する棒に固定された3個の玉の軌道」を予想させる課題に臨床法を適用した。そして、Mounoud（1986）の表象の発達過程に対応した、以下のような軌道のイメージの発達過程を明らかにした。

第1段階は、混合的な global 表象で、3つの玉の位置を回転後に尋ねても、回転前と同

じ位置を指さず段階。第2段階は、並列的な elementary 表象で、3つの玉の位置を回転後に正しく回答できるが、玉の軌道の描画ができない段階。第3段階は、分解不可能な total 表象で、玉が回転移動したことを楕円の描画などにより表現することはできるが、軌道に分解して描くことができない段階。第4段階は、部分的に分解可能な total 表象で、軌道を直線で描く段階。そして、第5段階は、完全に分解可能な complete 表象で、半円を上下に描くことができる段階である。

また、Piaget & Inhelder（1966）の報告にはなかった描画が、楕円以外にも見出された。その中には、玉の位置の変化を表現するために、棒の枠の中に色を塗ったり、円の連鎖を描いたりしたものがあつた。後者の描画では、玉の位置のずれの積み重ねにとどまり全体が統合されておらず、「変換の中の状態」という認識の転回が起こる前の「状態の中の変換」（中垣，2007）という幼児期の特徴がよく現れていた。

以上のように、杉村（2009b）では、通常であれば、「描画ができない」と判定される子どもにも、実験者が思考するように仕向けることにより、正答にまでは至らない場合が多いものの、なんらかの描画を行わせ、心的イメージの変化の過程を可視化することに成功した。しかしながら、仮説生成的な研究として行われたために、実験に参加した子どもは年少、年中、年長、各クラス10名ずつであり、実験者も1名だけであつた。

子どもが玉の軌道をうまく描画できない場合、その原因は複数あると考えられる。また、それらに対する支援の方法も一通りではないだろう。臨床法では、テスト法のように標準化された質問だけを行うのではなく、臨機応変に質問し、ときには、子どもに具体的な実験材料を取り扱わせ、その結果をめぐって問答をかわす（滝沢，2007）。したがって、子どもが異なれば、また、

実験者が異なれば、展開も異なったものになり、より多様な軌道の描画が得られるだろう。そして、新たな発達の側面が発見される可能性がある。そこで本研究では、杉村（2009b）と同様の方法を用いるが、異なる子どもを対象に異なる実験者が臨床法を実施することにより出現が期待される、杉村（2009b）では報告されていない新たなタイプの軌道の描画について検討する。

方 法

参加者 実験に参加した子どもは、幼稚園の年少児10名（男女5名ずつ、平均年齢4歳2ヶ月）、年中児10名（男女5名ずつ、平均年齢5歳2ヶ月）、年長児10名（男女5名ずつ、平均年齢6歳3ヶ月）の合計30名であった。

装置 長さ17.5cmの木製の棒に直径2.2cmの丸い玉を3つ通したものと、長さ22.5cm、直径3.5cmの白い不透明な筒が用いられた。玉の色は赤、青、緑であり、その内の1つは棒の中心に、他の2つは中心から5cm離れたところに玉の中心がくるように取り付けられた。また、A5とA4サイズの白い紙を横置きにして棒と3つの玉の輪郭線を実寸大で描いたものと、赤、青、緑のクレヨンを用意した。

手続き 全ての子どもに共通の手続きは下記のとおりであった。

まず、子どもに堅い棒の上に通された3個の玉を提示し、最初の順序（子どもから見て右、真ん中、左の順に、赤、緑、青）を模写させる。具体的には、「棒に3つの玉がささっているでしょ。ここにある絵に同じように色をぬってください」と言い、子どもの前にA5サイズの用紙を提示しクレヨンを渡し、色を塗らせる。そして「ここに筒があります。今からこの棒をこの中に入れるよ」と言い、不透明な筒の中に赤の玉の方から棒を入れた後に、「赤い玉はどこ

にあるかな、緑の玉は、青の玉は」と尋ね、子どもに筒の中の3個の玉の位置を筒の上から指ささせる。

次に実験者は「これからすることをよく見ている、その後で絵をかいてね」と言い、筒を180度回転させる（テーブルの上で、筒のまん中に垂直につけた細い軸を中心に時計回りに回す）。そして「今、赤い玉はどこにあるかな、緑の玉は、青の玉は」と尋ね、子どもに回転後の筒の中にある玉の位置を指ささせる。さらに、子どもの前にA5サイズの用紙を提示し、「では、この紙に色をぬってください」と言い、赤、緑、青の順にクレヨンを渡す（その際、最初に描いた絵は子どもの目の前に置かれている）。

その後、子どもにA4サイズの用紙を提示し、「この玉が前にあったところから、今あるところまで動いた道筋をかいてください」と言い、3個の玉の軌道を描かせる（その際、すでに描かれた2枚の絵は子どもに見えるように並べて置いておく。また、子どもが玉の輪郭線の中に色を塗ったりして玉の軌道を描かない場合は、「赤い玉がどんなふうにも動いたかかいてみて」というように、玉の軌道を描くように促す）。

以上の基本的な手続きに加えて、子どもの反応に応じて臨床的実験や質問を繰り返すことにより、子どもの力動的な思考や動作を引き出すように努めた。実験者は、第1著者を含む3名の大学院生（実験当時）であり、各組の担当人数がほぼ均等になるように10名ずつ担当した。なお、実験中の子どもの反応は、幼稚園の許諾を得た上で、ビデオテープレコーダーにより録画された。

結果と考察

本研究の主たる目的は、新たなタイプの軌道の描画を分析することであるが、その前に、全体の傾向を把握するために、杉村（2009b）と

同様に、玉の位置の理解、最初の描画内容、最初の描画時における動作や行為について報告する。

(1) 玉の位置の理解

まず、玉の位置の理解を検討するために、回転前後の成績をまとめ表1に示した。年少児は、回転前の指差しでは全員正答し、回転後の指差しでは6名が正答した。しかし、回転後の描画では、2名が指差した場所とは異なる場所に描画を行い、正答者は4名となった。年中児は、回転前は8名が正答し、回転後の指差しでは8名が正答したが、回転後の描画では、正答者は7名となった。年長児では、回転前は10名全員が正答し、回転後の描画でも9名が正答した。指差しと描画位置の異なる子どもは見られなかった。

この結果は、回転後の正答率が4、5、6歳の順に25%、73%、100%であったPiaget & Inhelder (1966)の結果や、回転前は年少と年中の一人ずつ以外は正答で、回転後は年少1名、年中5名、年長10名と、加齢に伴い正答者数が増加した杉村 (2009b)の結果と、全体的傾向は類似していたが、年少児の成績が少し高かった。誤答は、杉村 (2009b)の結果と同様に、回転前と同じ位置を指し示すものが多く見られた。

(2) 最初の描画

年少児及び年中児では、正答者は一人も存在せず、年長児で3名の正答が見られた。何らかの描画(棒と3つの玉の輪郭線の中に色を塗る以外の描画)は、年少3名、年中4名、年長は9名に見られた。これらの結果は、4、5歳で正しく描けた子どもはおらず、6歳でも正答率が7.7%だったPiaget & Inhelder (1966)の結果や、正しい軌道を描いた子どもが一人も存在せず、何らかの描画を描いた子どもが、年少1名、年中2名、年長5名であった杉村 (2009b)の結果と比較すると、描画する子どもが多かつ

たといえる。これには、最初の描画が終わるまでは、基本的には1回しか筒の回転の提示を行わなかった杉村 (2009b)と異なり、筒の回転を複数回提示したケースが多くあったことが影響していたと考えられる。特に正答した3名のうち2名は、1回目の軌道描画までに筒の回転を2回見ていた。

次に、描画の内容を分類し表2に示した。年少児では直線的描画が3名、年中児では、直線的描画が2名、直線と曲線の両方描いた者が1名、曲線的描画(一部正答)が1名、年長児では直線が1名、曲線(誤答)が2名、曲線(一部正答)が3名、曲線(正答)が3名であった。この結果は、加齢に従い描かれた軌道は直線的なものから曲線的なものに変化し、複雑になっていくことを示している。

(3) 最初の描画時における動作や行為

最初の描画時における動作や行為を分類し表3に示した。杉村 (2009b)では、動作や行為は大きく2つに分類されている。軌道を表現する動作と紙や棒を回転させる行為である。前者には、指や筆記具で空中に表現されたものと紙の上で表現されたものがあり、それぞれに直線的なものと円的なものがあったことが報告されている。そして、後者の行為は、年中児と年長児の7名で出現した。

それに対して、今回の実験では、紙や棒を回転させる行為は年少児で1名現れただけであった。全体的に今回の実験では、自由に装置に触れる、提示された紙を回すといった、大きな身体表現が行いにくく、手指を使った小さな動作が多くなっている。このことから、実験者が子どもたちに緊張を与え、自由な身体的行為が表出しにくい状況にあったのではないかと推察される。

その一方で、軌道を表現する動作は杉村 (2009b)より多かった。年少児では、空中に回転軌道を指で描いた者が2名(これを空書に

表1 玉の位置の回転前後の正答数と誤反応（人）

組	回転前指差し	回転後指差し	回転後描画	誤反応（回転前と同じ）
年少	10	6	4	4
年中	8	8	7	1
年長	10	9	9	3

表2 最初の描画内容の分類（人）

組	直線	直線+曲線	曲線（誤答）	曲線（一部正答）	曲線（正答）
年少	3	0	0	0	0
年中	2	1	0	1	0
年長	1	0	2	3	3

表3 最初の描画時の動作や行為（人）

組	なし	空描	輪郭図をなぞる	空描+図なぞる	正答軌道なぞる	紙を回す
年少	3	2	2	2	0	1
年中	3	0	3	1	3	0
年長	0	0	1	0	8	0

注. 空描とは空中に回転軌道を指で描くことである。

做って空描と呼ぶ)、紙上で棒と3つの玉の輪郭線図をなぞった者が2名、空描と輪郭線図をなぞるといふ両方の動作を行った者が2名、紙を回した者が1名、であった。年中児では単独の空描がなくなり、その代わり、正答に近いと思われる軌道を紙上でなぞる動作が出現し、年長児では、その動作が8名で見られた。したがって、加齢に伴い、空描や図をなぞる行為から、より正確で具体的な表現や動作が生起し、正答の軌道イメージに近づいていくと考えられる。杉村（2009b）に比べ年少児から動作や行為が多く見られたのは、玉の位置の変化を理解していた子どもが多かったことと、先に述べた筒の回転を複数回提示したことが関係していると考えられる。

(4) 新たなタイプの軌道の描画

今回の実験で、Piaget & Inhelder（1966）や杉村（2009b）で報告されていない新たなタイプの軌道の描画が出現した。それは、複数の

紙をまたいだ描画や軌道を場面に区切った表現である。また、これらに関連して、一枚の紙では描画できないという発言もあった。このような描画や発言は、3つの玉の位置の変化をひとつの現象として認知する処理過程に問題があるために生じたのではないかと考えられる。

神経心理学上の認知処理機能理論のひとつとして、Luriaの脳認知機能の知見を元にDasらが提唱したPASS理論が挙げられる（米本、2002）。また、Kaufmanも、脳の活動部位に関する意見の相違はあるが、Luriaの理論を元にしたアプローチを展開している（黒木・内田・下吹超、1996）。これらの理論は、いずれも脳の情報処理過程が同時的・継次的に行われている点を指摘している。

竹田・里見・西岡（1997, pp. 62-63）によると、継次処理は要素を順番に処理するいわゆるデジタル型で、言語的に順を追った提示の方が認知しやすい特徴を持つという。一方、同時

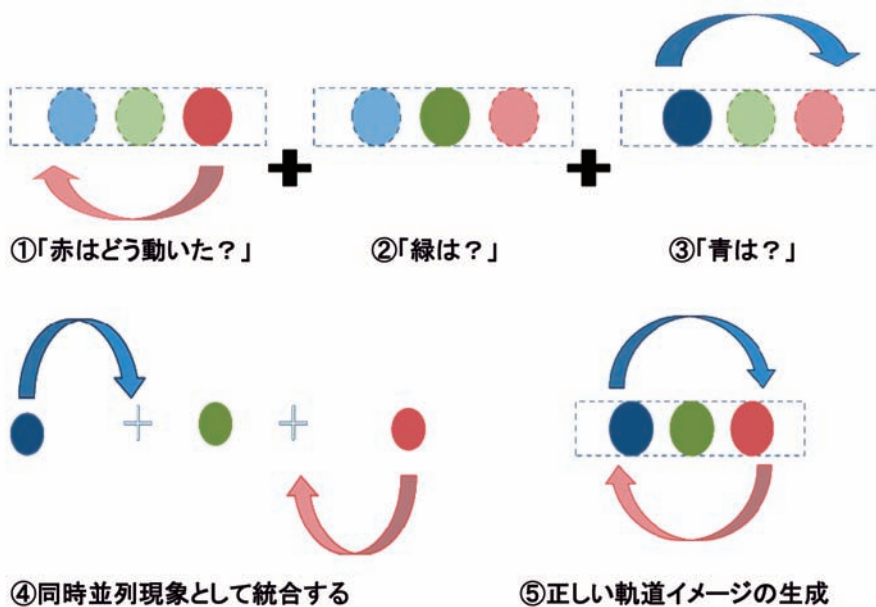


図1 継次的に処理した3つの玉の軌道の統合

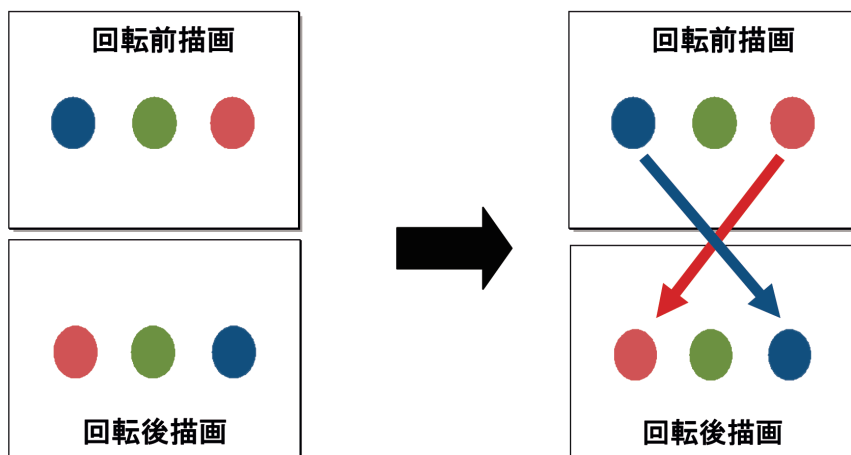


図2 回転前後の現象を統合できなかったため生じた誤った軌道イメージ

処理は複数の情報を同時並列的に処理するアナログ型で、マクロに全体を捉える傾向を持つとし、視覚的空間認知が得意であるとする。通常は両方の機能がバランスよく発達するとされているが、同時処理を統合的に行う活動については、自閉症児・者に困難とされる傾向があるこ

とが指摘されている（例えば、斎藤，2005）。

これらの理論を今回の軌道の描画に当てはめると、次のような処理過程が想定される。対象児は、回転軌道をイメージする際、3つの玉をそれぞれイメージしなければならず、回転前から回転直後までは、なんとなく同時处理的に3

つの玉をイメージしながら筒の回転を眺めていると考えられる。しかし、その後、実験者の指示により玉の色ごとに位置の回答や描画を行うことで、回転のイメージは分解され、それぞれの軌道イメージを描く継次的な認知処理が行われていると想定される。つまり、実験者の指示により、「赤」い玉の移動イメージ、次に「緑」の玉、最後に「青」い玉という順番に、イメージの焦点を切り替えることが継次的に行われていると考えられる（図1①～③）。「赤」い玉の軌道を書く段階では、焦点は「赤」い玉になっており、「赤」い玉のイメージが全面に表れてくるのである。実験者が次の色を指定することで、イメージは切り替わり、次の色の玉の軌道をイメージすることになるが、これがうまく行われないと軌道イメージは描画できない。

さらに、3つの玉の移動は、本来であれば同時に起こっているため、3つの玉の移動を1枚の紙の上に表現することは可能であるが、その作業を行うには、3つの玉の移動が同時に行われたことをイメージし直し、まとめる必要がある。つまり、別々の運動として焦点化した3つの玉の動きを統合し、同時に生じた現象であるとしてイメージを再構成することにより、1枚の紙の上にすべての軌道を描画することが可能になると考えるのである（図1④⑤）。

そして、成人は焦点化した対象を即時に統合することが可能であるが、幼児にとっては、その作業が複雑で高度な能力が必要になってくるのであろう。杉村（2009b）や本研究で、1つの玉だけに注視させる事で正答率が増加する傾向が見られたが、1つの玉だけに焦点を当てることによって、「分解→統合」のプロセスを踏まずに軌道をイメージできるからだといえる。

また、回転前と回転後の描画を、軌道イメージの描画前に行い、2枚を並べて提示し、比較する手続きが、2種類の静的な現象としてのイメージを定着させてしまい、一つの運動として

の統合処理を妨げている可能性が考えられる。回転前と回転後のイメージが強く印象付けられることで、動的なイメージが作られにくくなり、結果として複数の紙の同じ色の玉を線で繋ぐ行動が生起すると考えられる（図2）。

以上のように、軌道イメージがひとつの現象として統合されなかったことが、同じ色の玉の軌道のイメージを一枚の紙に描ききれず、別の紙にまで描画を繋げるという行動の原因になったと推察される。以下、個別の具体例に当てはめ説明する。

【A児：年中5歳2ヶ月】2回の描画とも、最初に描いた玉（1回目は赤、2回目は青）の軌道は正答に近い描画を行うにもかかわらず、それ以降の玉の軌道は、玉の位置の確認の際に描画した2枚の紙上にある同じ色の玉と繋げるイメージを描画した。具体的には、緑の玉の軌道では、真ん中の玉から回転前の描画の緑の玉まで線を描き、青の軌道では、左の玉から回転前の描画の青の玉へ、さらにそこから回転後の描画の青の玉まで線を描いた（図3）。ちなみに、回転後の描画用紙の左下にある赤い線は、2枚目の描画の際に左の用紙の赤い玉と繋げるように描かれた線であり、回転前の描画用紙にあるもう一本の緑の線は、赤い線の後に1枚目の緑の玉の軌道と同様に描かれた線である。

これは、それぞれに焦点化した軌道のイメージは描画できるが、同時に3つの玉の移動が起こったことはイメージできず、2つ目の玉を描画する以降は、単純に回転前と回転後の同じ色をつなげるイメージが先行したためと考えられる。もし、色が異なる玉ごとに紙を用意していれば、赤と青の2色に関しては、正答に近い軌道が描かれたのではないかと推察される。

【B児：年長6歳1ヶ月】途中で、実験者に対して「(装置図が)ふたつないと線が書けない」と発言した。回転前と回転後の描画を、異なる対象と捉え、それを直線で繋ぐという行為

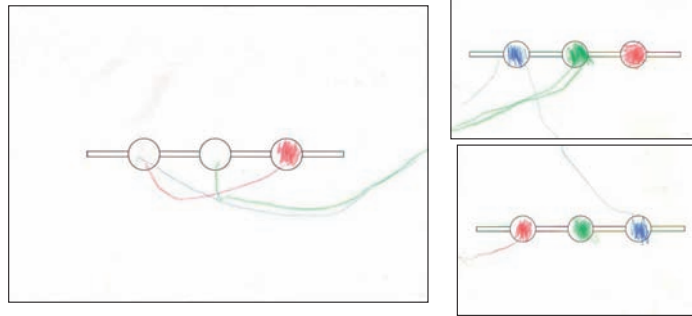


図3 A児の1枚目の描画

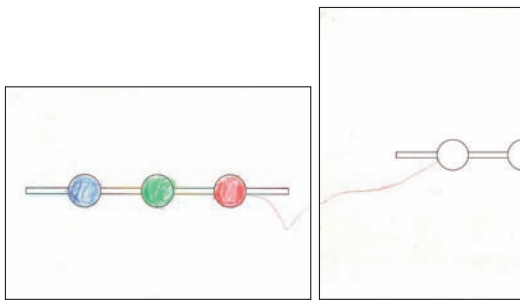


図4 C児の1枚目の描画

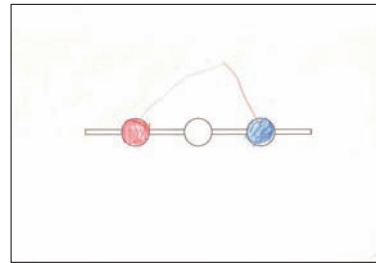


図5 C児の2枚目の描画

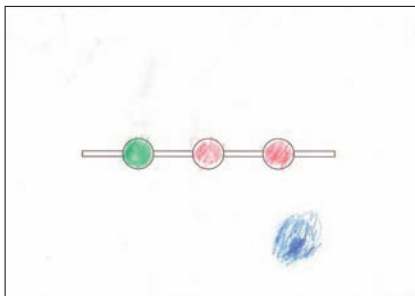


図6 D児の1枚目の描画

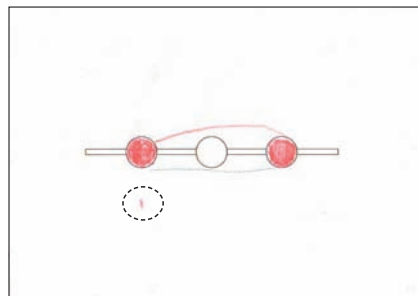


図7 E児の1枚目の描画

を通して、移動のイメージを説明しようとしている。つまり、回転前と回転後は別々の現象なのである。これは、2つの現象がまだ統合されていない状況だと捉えることができる。しかし、その後、「もし、1枚の紙で書くとどうなる？」という言葉がけによって、B児のイメージが統合されたようで、正答に近い軌道の描画が行われた。

【C児：年少4歳4ヶ月】 最初の描画では、玉の位置を描画した紙に線を引っ張り、軌道イメージを描画する（図4）が、「今度はこの紙の中だけで描いて」という教示により、三角形ではあるが、正答に近い軌道を描画した（図5）。これは、A児やB児と同様に、2枚の回転前・回転後の描画イメージが1枚の絵にひとつに統合されることで、正答に近い軌道イメージが表

出したと考えられる。

【D児：年少3歳8ヶ月】 D児の描画は図6のようであった。赤い玉が右端だけでなく中央にも描かれており、緑の位置も左端に移動している。描く場所がなくなった青は、回転後の場所に近い右端の赤の真下に描かれている。これは、3つの玉の移動が同時に行われたというイメージは生起しつつも、回転前と回転後の現象が統合されず、同じ色の玉が繋がるイメージも生起していないため、ボールを押し出すような運動がイメージされていると考えられる。青は、本来ならば右端に書きたかったが、同じ紙面上に先に赤を描いているため描くことができず、やむを迫えず、回転後描画の直前の回転中のイメージを切り取ったものと捉えることができる。

【E児：年長6歳2ヶ月】 赤い玉のみに焦点を合わせる教示を行ったところ、ボールが回転途中にあるような表現の描画をしようとした。実験者の表情を確認しながら途中で中止したが(図7：点線円部分)、これも回転のイメージが動的なものとして繋がらず、切り取られた場面としてのイメージが表出されたと考えられる。その後、玉の軌道の表現方法を教えたところ、図7のような赤と青の直線に近い軌道が描かれた。

以上の事例から、成人と同様の軌道の描画は、次の3つの「継次」及び「同時」的処理が適切に行われて、はじめて表出すると考えられる。①回転前と回転後の2つに分けた現象をひとつに統合する処理、②実験者に指示された玉の軌道のイメージに焦点化し、その後も、教示に従って継次的にイメージを切り替える処理、③それぞれ別々の運動を行う3つの玉が、同時に起きているとして統合する処理。これらの3つの処理過程が正確に行われることにより、回転軌道が3つの玉とも正答として描かれるイメージが生起すると考えられる。

そして、改めて5つの事例と上記の3つの処

理過程を対応づけると、軌道を描くことができなかったD児とE児は①の問題、1つの玉の軌道を1枚の紙に表現できなかったB児とC児は①と②の問題、そして、複数の玉の軌道を1枚の紙に表現できなかったA児は③の問題であったと考えられる。そして、どちらかといえば、継次的な処理よりも同時的な処理が、分解よりも統合が、うまくできなかったと言えるだろう。

(5) まとめと今後の課題

まとめにかえて、本研究で見出された新たなタイプの軌道の描画が、問題と目的で述べた杉村(2009b)の5つの段階の中にどのように位置づくのかを検討し、本研究の意義を明確にする。

まず、軌道を描くことができなかったD児とE児は、並列的な elementary 表象の第2段階に相当すると考えられるが、本研究で行った考察により、その段階の子どもが玉の位置の変化を継次的な複数の状態として認識していることが示唆された。杉村(2009b)では、軌道が円の連鎖として表現された事例があったが、「状態の中の変換」という認識においては、D児とE児も共通している。しかし、今回は、状態を積み重ねることなく、ある一つの状態だけを描いた点で、新しいタイプの描画といえるだろう。

そして、B児は、最後に描いた描画だけから判定すると、部分的に分解可能な total 表象の第4段階、C児は完全に分解可能な complete 表象の第5段階、に相当するであろう。今回の興味深い発見は、1枚の紙の中で描くように促すと半円や三角形などの軌道を描くことができる水準まで発達している子どもの中にも、最初は、1つの玉の軌道を1枚の紙に表現することに困難を感じるということであった。また、三角形の軌道も新しいタイプの軌道であった。これまで、直線や半円の軌道は多く出現したが、その中間形態と思われる。直線や半円に比べて

安定した認知状態でないために、出現頻度が低いかもしれないが、軌道の発達的变化を考える上で重要になると考えられる。

さらに、複数の玉の軌道を1枚の紙に表現できなかったA児も、総合的に見れば第4段階に入れることができるだろう。これまで、複数の軌道に分解することはできるが、うまく統合することができなかった子どもは、2つの軌道を棒の上と下に描かずに、2つとも上側か下側に描いてしまうと考えられてきた。今回のA児は、それ以外のタイプも存在することを示した。つまり、A児は最初の玉に関しては正しい半円の軌道を描いたが、2番目の玉の軌道は別の紙に繋げてしまったのである。この説明はすでに述べたとおりである。

最後に、今回用いた課題について検討する。これまでの考察から、今回の課題の手続きの一部が、子どもの認知処理の妨げになり、円滑なイメージの生起を行いにくしていると考えられる。具体的には、以下の3つの可能性を指摘できる。まず、回転前と回転後の別々の提示が、ひとつの対象を2つの現象に分けるイメージを喚起させ、変化前後のイメージの統合を妨げる要因となっている。そして、一枚の紙に順番に玉の色ごとに軌道を描く教示が、一枚の絵に統合できていない子どもにとっては、書くスペースがないと判断される。また、実験者が指示した玉の色の順番が、対象児が想起する順番と同じとは限らず、対象児が強く印象に残ったイメージを優先的に書くことができない。

以上のことは、正答率だけを問題にするような「閉ざされた課題」の場合、重大な問題となる。また、解決過程や発達過程を問題にするような「開かれた課題」においても、手続きにより出現する軌道の描画のタイプが異なるようであれば、手続の違いが解決過程やその変化にどのような影響を与えるのかを明確にしておく必要があるだろう。

実を言うと、この問題の一部に関しては、既にPiaget & Inhelder (1966) で取り上げられている。彼らの実験では、本研究で実施した手続きは技法Aと呼ばれており、入れ替わった位置の描画より先に軌道を描かせる技法Bも試みられている。そして、順序の変化より前に軌道から始めると、年少者においては順序変化の正答率が向上することが報告されている(技法Aの場合は25%であったのに対して、技法Bでは54%であった)。この結果をPiagetらは、「軌道の探究は位置の逆転という観念を喚起するから」とであると解釈している。

その一方で、技法Aのように順序の変化からはじめると、円形の軌道の出現率が高くなることも報告されている(5歳時では、技法Aで25%、技法Bで18%、6歳児では、技法Aで83%、技法Bで30%、7歳児では、技法Aで80%、技法Bで50%)。そして、この結果に関してPiagetらは、「玉の逆転した位置をあらかじめ描画することが、軌道の構成に有用な目印の点を供給してくれるから」とであると解釈している。

したがって、本研究で実施した技法Aが、子どもの認知処理の妨げになり、円滑なイメージの生起を行いにくしているとは、一概には言えない。Piaget & Inhelder (1966) の技法Bの結果を考慮すると、回転前と回転後の描画の提示が、3、4歳児では軌道の構成を助け、6、7歳時では軌道の構成を助けている、という可能性が高い。

そこで、今後は、回転後の位置の描画をさせずに軌道の描画を行わせる、色を指定せずに描きたい色から描画させる、といった手続きを実施し、従来の手続きの結果と比較することにより、手続の違いが解決過程やその変化にどのような影響を与えるのかを検討していくべきであろう。また、臨床法においても、二番目に指示した玉の軌道を描画する際に躊躇するような様

子が見られたら、3つの玉別に異なる用紙に軌道を描画させるなど、より柔軟に対処し、子どもの自発的な思考を最大限に引き出すよう努めるべきであろう。

引用文献

- Frick, A., Daum, M. M., Wilson, M., & Wilkening, F. (2009). Effects of action on children's and adults' mental imagery. *Journal of Experimental Child Psychology*, **104**, 34-51.
- Gibbs, R. W. (2005). *Embodiment and cognitive science*. New York: Cambridge University Press.
- 黒木 康・内田芳夫・下吹超慶子 (1996). 知的障害児の同時処理と継次処理に関する神経心理学的研究 鹿児島大学教育学部研究紀要 教育科学編, **47**, 137-152.
- Marmor, G. S. (1975). Development of kinetic images: When does the child first represent movement in mental images? *Cognitive Psychology*, **7**, 548-559.
- Mounoud, P. (1986). Similarities between developmental sequences at different age periods. In I. Levin (Ed.), *Stage and structure: Reopening the debate*. Norwood, NJ: Ablex, pp. 40-58.
- 中垣 啓 (2007). ピアジェに学ぶ認知発達の科学 北大路書房
- Newcombe, N.S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*. Summer 2010, 29-43.
- 大浜幾久子 (2002). ピアジェの〈臨床法〉再考 駒澤大学教育学研究論集, **18**, 23-41.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1966). *L'image mentale chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France. (久米博・岸田秀 (訳) (1975). 心像の発達心理学 国土社)
- 斎藤宇開 (2005). 自閉症教育における専門性の確保・向上 独立行政法人国立特殊教育総合研究所 (編) 自閉症教育実践ケースブック ジアース教育新社 pp.6-11.
- 杉村伸一郎 (2009a). 「臨床法」再考—発達を研究するために— 心理科学, **29**, 55-63.
- 杉村伸一郎 (2009b). 臨床法による心的イメージの発達の検討 心理科学, **30**, 44-63.
- 竹田契一・里見恵子・西岡有香 (1997). LD 児の言語コミュニケーション障害の理解と指導 日本文化科学社
- 滝沢武久 (2007). ピアジェ理論からみた幼児の発達 幼年教育出版
- 田中寛二 (1994). 質問技法の印象に関する基礎的研究—開かれた質問と閉ざされた質問の比較— 琉球大学法文学部紀要 社会学篇, **36**, 23-36.
- 米本伸司 (2002). Planning, Attention, Simultaneous, and Successive processes theory (PASS 理論) と Cognitive Assessment System (CAS): Das, J. P. と彼の共同研究者による認知理論と評価システムについて 北星学園大学大学院論集, **5**, 1-21.
- Zabalía M. (2002). Action et imagerie mentale chez l'enfant [Action and mental imagery in children] . *L'Année Psychologique*, **102**, 409-422.

謝辞

本研究は2009年度の関西大学大学院心理学研究科の授業『発達心理学研究実験』のデータの一部を分析したものです。実験にご協力いただいた幼稚園の先生方ならびに園児の皆様へ心よりお礼申し上げます。また、一緒に実験を実施した他の受講生の皆様に感謝いたします。