

## 幼児の道具操作の模倣能力に関する予備的調査<sup>1</sup> — Goal-directed theoryを基にした知覚と運動の変換過程の検討 —

水口 崇\*, 熊井正之\*\*, 出口利定\*\*\*

いわき短期大学幼児教育科\*  
東北大学大学院教育情報学研究部\*\*  
東京学芸大学総合教育科学系\*\*\*

**要旨：**道具操作の学習は、主に縦断的な観察によって研究されてきた。それらは、主に道具操作が成立するプロセスを検討してきた。このため、道具操作の学習機序、つまり、道具操作がどのようなメカニズムで学習されているのか十分に検討されてこなかった。本研究では、幼児36名に対して道具操作のモデルを提示し、それを模倣する課題を行った。モデルの提示と模倣の実施に時間間隔を設けることによって、時間要因の影響についても検討した。結果から、複数の要素から成り立つ一連の動作を模倣する場合、要素の省略が生じやすい可能性が推測された。また、時間要因の影響は受けず、直後の模倣であろうと5, 10, 15秒後の遅延の模倣であろうと、パフォーマンスに明確な違いは見られないことが示された。一方、時間要因は省略数とエラー数に対し、異なった影響を及ぼしている可能性が考えられ、省略とエラーの生起メカニズムに違いがあることが推測された。

**キーワード：**模倣、道具の使用、goal-directed theory、就学前児

模倣は、文化学習の基本的な形態の一つである (Tomasello, Kruger, & Ratner, 1993)。我々は、前世代の文化的な産物を模倣によって継承する。また、同世代の個体とのコミュニケーションは模倣によって促進される。このように、継承や伝播を通して文化を学習する場合、模倣は極めて重要な役割を果たす。

文化は幾つかの系統から分類できる。例えば、産業や技術、記号による伝達や表示、社会組織や制度などに区分される (Tomasello, 1999/2006)。中でも、産業や技術に区分される道具の使用は、文化的な産物の典型である。他の文化的な産物と同様、道具は長い歴史の中で繰り返し改良されてきた。初期には、身体部位の延長として機能する比較的単純な道具が中心であった。しかしながら時間の経過に伴って、容易には操作できない複雑な道具が増大してきた。このため、文化的な生活を享受するには、多様な道具の操作方法を十分に学習する必要がある。

道具操作の学習は、主に縦断的な観察によって検討されてきた (e.g. Connolly & Dalgleish, 1989; Bates, Marchman, Thal, Fenson, Dale, Reznick, Reilly & Hartung, 1994; 荻野・小林, 1999; Achard & Hofsten, 2002; 水口・菅井, 2002)。それらの研究は発達の初期段階の幼児を対象とし、道具に対する操作方法の変化を分析してきた。結果から、道具の名称を産出する以前に、道具の操作方法が確立すること (荻野・小林, 1999)、道具操作の成立に至る前段階に、連続性を保持した幾つかの移行形態が見られること (Lockman, 2000; 水口・菅井, 2002) などが明らかにされてきた。これらの研究は、道具操作の成立過程を分析したものであった。このため、道具操作がどのようなプロセスを経て成立するのか議論の対象とされてきた。しかしながら、道具操作の学習機序、つまり道具操作を学習するメカニズムについては十分に検討されてこなかった。

縦断的な観察に基づく研究は、大人が示す動作モ

1 本研究は文部科学省、科学研究費補助金の助成を受けた (課題番号 18830104, 研究代表者 水口崇)。

デルの意義をしばしば指摘してきた。そこでは、動作モデルの模倣が、道具操作の学習に促進的な作用をもたらす可能性が論じられてきた。しかしながら、一定の役割を指摘しながらも、その詳細については実証的に検討されてこなかった。

模倣のメカニズムに関する理論の一つに、goal-directed theoryがある(e.g. Bekkering, Wohlschläger, & Gattis, 2000; Gleissner, Meltzoff & Bekkering, 2000)。彼らは、幼児期の子どもを対象に主としてジェスチャーを模倣させる課題を行い、そこで生起するエラー反応の法則性を分析した。そして、ジェスチャーの中から選択的に注意を向けやすい要素を特定した。結果から、動作モデルを知覚し、それを模倣反応として発現する過程は、動作モデルから抽出した目標によって決定付けられると考えた。彼らは、この理論を模倣全体に対し適用可能な一般原理として位置づけている。その上で、大人と幼児の模倣能力の基本的な相違点は、記憶容量にあると主張している。このような手法や理論は、道具操作の模倣に対しても応用できるかも知れない。しかしながら、主に心内のイメージの発現であるジェスチャーと外部の対象に働きかける道具操作は質的に異なる部分があり、どのように応用できるか不明である。

僅かに、Wohlschläger and Bekkering (2002)は、道具操作の模倣を実験的に検討している。彼らは、goal-directed theoryを支持する一連の実験を報告する中で、ジェスチャーではなく道具を用いた実験を紹介している。但し、成人を対象とした実験であると同時に、未だ十分な検証が重ねられていない。しかしながらそれは、道具操作への応用可能性を示唆している。そこで本研究では、以下の2点について予備的な調査を行う。

第一に、幼児に対する適用可能性の検討である。幼児期の子どもを対象にほぼ同様の課題を行い、幼児期固有の特徴の有無を探索的に検討する。第二に、記憶の影響を検討する。彼らの主張を踏まえ、動作モデルの提示から道具操作の模倣の実施に至るまでの時間に複数の段階を設定し、時間間隔の影響を検討する。

## 方 法

**要因計画** 一要因被験者間配置とし、要因は時間(4)である。

**対 象** 就学前児36名である(平均年齢 = 5:6; 年齢幅 = 3:10-6:8)。被験者は年齢のバランスを考慮した上で、各条件に割り振られた。4つの条件は時間間隔の違いから、直後(平均年齢 = 5:4; 年齢幅 = 4:4-6:6)、5秒後(平均年齢 = 5:2; 年齢幅 = 4:0-6:5)、10秒後(平均年齢 = 5:2; 年齢幅 = 3:10-6:8)、15秒後(平均年齢 = 5:2; 年齢幅 = 4:1-6:5)とした。被験者の年齢幅は、goal-directed theoryを提案したBekkering, Wohlschläger, & Gattis (2000)とほぼ同様である。また彼らと同様、被験者を年齢で区分せず、全体をグループデータとして扱った。Bekkering, Wohlschläger, & Gattis (2000)はジェスチャーを使用しており、道具操作を使用する本研究とは異なっている。但し、左右の選択の正誤からエラーを検出する手法は一致している。そこで彼らと同じく、左右の選択のエラーが安定して出現する年齢幅の幼児を対象とした。

**材 料** 110cm×75cmの木製のボード、無地で白色の柄の無いコップ4個、スティック状の糊2本を使用した。被験者の手前に糊を立てて置き、身体の隔離方向にコップを2個置いた。具体的には一辺15cmの正三角形の頂点に位置するよう糊とコップを配置した。対面する実験者も同様の配置である。

**手続き** 提示モデルとなる道具操作は、effector(右手/左手)×movement(右回し/左回し)×object(右側/左側)×treatment(右端/左端)×end point(右横/左横)の5つの要素から成り立っている。これらを組み合わせた場合、例えば、右手で糊を持ち、右回しで反転させ、右側のコップの右端を軽く触れた後、左側のコップの左横に置くといった一連の動作となる。全ての要素の組み合わせは32種類となる。但し今回は、偏りがないよう配慮しながら9つの動作を抽出した。そしてどの条件に対しても同じ9つの動作を使用した。一連の動作は5秒程度で提示した。反復の影響を回避するため、1名の被験者に対し1種類の道具操作のみ模倣させた。実験場面と材料の配置についてはFigure 1に示した通りである。

本実験の前にhand and ear testsの一部を行った(Head, 1920)。これは、右手或いは左手で同側や反対側の耳を触れる動作を模倣させる課題である。この課題を通して直後以外の3条件は、一定の時間間隔の後に模倣を行うことを理解させた。具体的には、

動作モデルを提示した時点で、直ぐに模倣しようとした場合に、「ちょっと待っててね」と繰り返し言い、模倣を行うことを抑制した。そして一定の時間が経過した時点で、「どうぞ」と教示し模倣を行わせた。このような手続きを数回行い、促されるまで模倣を行わないようになった後、本実験を行った。どの条件でも糊を end point に置いた後「はい（これです）」のように言い、一連の動作が終了したことを伝え、ゆっくりと最初の位置に糊を戻した。

既述したように、一連の動作には5つの要素が含まれている。従って、被験者が示すエラー (error) の総数は0から5の範囲で分散する。なお、動作の模倣がミラー反応となっていた場合、エラーとしなかった。何故ならそれは、正反応とも判断しにくく、エラーとも判断しにくいからである。具体的には、全ての要素の左右が、動作モデルと完全に反転している反応である。一方、エラーと分類された中に、Wohlschläger and Bekkering (2002) では議論されていなかった特徴が検出された。それは、一連の動作を構成する要素の部分的な省略 (omission) である。省略の生起は、幼児期の子どもの特徴を検討する上で、何らかの手掛かりを呈する可能性が考えられた。そこで省略に関する分析を加えることにした。

## 結 果

まず、各条件におけるエラーと省略の生起数について検討する。つまりここでは、エラー数と省略数を加算した値を分析対象としている。Table 1 を概観すると、直後の生起数が最も低く、遅延時間が長くなると生起数が高くなっている。但し、一要因被験者間配置の ANOVA の結果、有意な差は検出さ

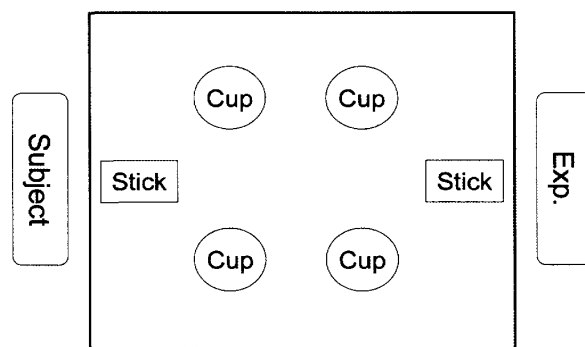


Figure 1 実験場面と材料の配置

れなかった ( $F_{3,35} = 1.02$ , n.s.).

次に、各条件における省略の生起数について検討する。Table 2 を概観すると、直後条件と15秒の遅延条件が同程度の生起数となっており、5秒の遅延条件の生起数が最も多い。但し、ANOVA の結果、有意な差は検出されなかった ( $F_{3,35} = 0.42$ , n.s.).

最後に、エラーや省略の生起数と年齢の関連について検討する。年齢 (月齢) を予測変数、エラーや省略の生起数を目的変数とした simple regression analysis を行った。結果、全ての回帰式に有意差が検出された ( $p < .01$ )。エラーは、 $\hat{y} = 15.33 - .144x$ ,  $\beta = -.626$ ,  $R^2 = .392$  であり、省略は  $\hat{y} = 14.60 - .104x$ ,  $\beta = -.449$ ,  $R^2 = .202$  であった。

## 考 察

本研究の目的は、成人に対する道具操作の模倣の課題を使用し、幼児期の子どもに固有の特徴を探索的に検討することであった。そこで、先行研究とほぼ同様の課題を設定し、幼児期の子どもの模倣反応を分析した。さらに、記憶の影響を検討するため、

Table 1 各条件におけるエラー数

	immediate	five-second delay	ten-second delay	fifteen-second delay
Mean	3.22	4.00	4.33	4.22
S.D.	2.22	1.66	0.50	0.97

Table 2 各条件における省略数

	immediate	five-second delay	ten-second delay	fifteen-second delay
Mean	0.67	1.00	0.89	0.67
S.D.	0.71	0.87	0.93	0.50

動作モデルの提示から模倣反応の発現までに段階的な時間間隔を設けた。

結果から、以下の3点が示された。まず、幼児を対象とした場合、一連の動作の中から要素の省略が生起することである。なお統計上の差は検出されなかったが、省略数は、直後と15秒後が少なく、5秒後と10秒後が多い傾向にあった。次に、時間要因の影響についてである。直後と比較し5秒以上の遅延を設けた場合、エラー数が増加する傾向が見られた。但しここでも統計上の差は検出されなかった。最後に、省略数やエラー数と年齢の関連である。分析の結果、省略数もエラー数も月齢と関連があり、月齢が増加するに伴い省略数もエラー数も減少することが示された。

第一に、省略の生起について検討する。提示した道具操作は5つの要素から成り立っていた。エラーの分析は、一連の動作に含まれる各要素の正誤の判断によってなされる。しかしながら、正誤の判断が下しにくい反応が確認された。それが要素の省略である。各要素の正誤の判断は、動作モデルと被験者が示した模倣反応の左右の一致／不一致の照合によって行われる。このため、要素の省略については正誤のいずれとも判断しにくい。このような省略の生起は、大人を対象とした Wohlschläger and Bekkering (2002) において特に触れられていない。この点を踏まえると、省略は幼児期の子どもに見られやすい特徴なのかも知れない。

省略の生起自体は goal-directed theory と矛盾しない。この理論によれば、動作のモデルから顕著な特徴となる目標を抽出し、それに従って知覚した動作を分解し、再構成するという。そして、目標に基づいて動作を再構成するため、それ以外の特徴は看過されやすく、エラーが生じるのである。従って、エラー以外に省略が生起していたとしても、目標に基づいた処理が行われるという主張自体は揺るがない。但し、仮に省略が、大人においてはあまり見られない、或いは全く見られない場合には、道具操作の模倣に関わる何らかの機能が、大人とは異なった形で幼児に内在している可能性を示唆しているだろう。

第二に、時間要因の影響について検討する。動作モデルの提示から模倣の発現までの時間間隔を変数とし4つの条件を設定した。エラー数については、一定の時間間隔を有した条件（5秒後、10秒後、15

秒後）に違いは見られず、直後は他の3条件と比較してエラー数が少ない傾向が得られた。但し統計上の差はなく、直後であろうと15秒後の遅延であろうと、模倣のパフォーマンスに明確な違いはなかった。一方、省略数については、最も時間的に近接している条件と隔離している条件（直後、15秒後）が、両者の間に位置する条件（5秒後、10秒後）と比較して少ない傾向が得られた。但しここでも、統計上の差はなかった。このように、有意差自体は検出されなかったが、得られたデータは知覚と運動の変換過程に関する新たな手掛かりを呈しているのかも知れない。それは、エラーと省略の生起メカニズムが異なる可能性である。仮に、エラーと省略の生起メカニズムが同じである場合、時間要因の影響の仕方も類似してくると考えられる。しかしながら結果は、時間要因がエラーと省略に対し異なったスタイルの影響を及ぼす可能性を示している。このことは、生起メカニズムの相違を示唆しているかも知れない。勿論、統計上の有意差は得られていないため、今後妥当性を追求していく必要があるだろう。

第三に、年齢の影響について検討する。分析の結果、月齢が高くなるに伴って、エラー数も省略数も減少することが示された。本研究では、幼児期の子どもを年齢によって区分せず、全体をグループデータとして扱った。道具操作を含めた模倣のパフォーマンスは、提示する動作モデルの複雑さに強固な影響を受けることが推測される。例えば、動作モデルの複雑さを若干変化させたのみでも、パフォーマンスに変化の生じる年齢が著しく変動する可能性がある。このため仮に、被験者を年齢で区分し、パフォーマンスに変化の生じる年齢を特定しても、変化が生じる主要な理由を明らかにすることは難しい。以上から、年齢に関する結果は、エラーや省略の生起が幼児期に発達する何らかの機能の影響を受けているといった解釈に留めることが妥当と考えられる。

以上、本研究では幼児期の子どもを対象とし、道具操作の模倣能力について予備的な調査を行った。結果から、複数の要素から構成された道具操作を模倣する場合、要素の省略が見られやすい可能性が示唆された。また、エラーと省略は生起メカニズムが同じではなく、それ故に時間間隔はエラーと省略に異なった作用をもたらす可能性が考えられた。また、省略についてもエラーと同様、年齢が高くなるに伴っ

て減少することが示された。最後に、今後の検討課題について論じる。

まず、記憶の影響の詳細についてである。本研究では、goal-directed theory の主張を考慮して時間間隔の影響を検討した。結果傾向として、時間間隔は単に一方向的な作用ではなく、より複雑な作用をもたらしている可能性が推測された。このことは、単一の要因では説明しにくい、より広汎な記憶システムの関与を予想させる。特に、本研究が対象としている道具操作は、ジェスチャー以上に長期記憶のような既有知識の影響を受けると考えられる。従って今後、記憶容量の問題に直接焦点をあてながら、記憶システムの影響を多角的に検討していく必要があるだろう。

次に、記憶以外の機能の関与である。確かに記憶は、道具操作を含めた模倣を検討する上で重要な問題の一つであろう。但し、goal-directed theory の記憶容量に関する解釈は、あくまで仮説的な提案となっている。このため、得られた結果を全て記憶の問題として捉える、或いは、記憶に限定して検討を重ねていくことに対しては、未だ慎重でなければならない。以上を踏まえると、記憶システムの影響と平行して、それ以外の認知機能の関与についても検証していく必要があるだろう。そしてそのことが、記憶の影響の実際を明確にするのかも知れない。

## 謝 辞

本研究に快くご協力下さいました、いわき短期大学附属幼稚園の先生方とお子様方に厚くお礼申し上げます。また、本研究の実施に対し暖かいご配慮とご指導を頂きました、いわき短期大学幼児教育科小坂徹先生に深く感謝の意を示します。

## 文 献

Achard, B., & von Hofsten, C. 2002 Development of the infant's ability to retrieve food through a slit. *Infant and Child Development*, 11, 43–56.

Bates, E., Marchman, V., Thal, D., Fenson, L., Dale, P., Reznick, J. S., Reilly, J. & Hartung, J. 1994 Developmental and stylistic variation in the composition of early vocabulary. *Journal of Child Language*, 21, 85–123.

Bekkering, H., Wohlschläger, A., & Gattis, M. 2000 Imitation of gestures in children is goal-directed. *The Quarterly Journal of Experimental psychology*, 53A, 153–164.

Connolly, K. J., & Dalglish, M. 1989 The emergence of a tool using skills in infancy. *Developmental psychology*, 25, 894–912.

Gleissner, B., Meltzoff, A. N., & Bekkering, H. 2000 Children's coding of human action: Cognitive factors influencing imitation in 3-year-olds. *Developmental Science*, 3, 405–414.

Head, H. 1920 Aphasia and kindred disorders of speech. *Brain*, 43, 87–165.

Tomasello, M., Kruger, A. C., & Ratner, H. H. 1993 Cultural learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 495–552.

Tomasello, M. 1999 *The cultural origins of human cognition*. Harvard University Press (大堀壽夫・中澤恒子・西村義樹・本田啓訳 2006 心とことばの起源を探る 文化と認知 勁草書房)

Lockman, J. J. 2000 A perception-action perspective on tool use development. *Child Development*, 71, 137–144.

水口 崇・菅井邦明 2002 1歳児における道具的事物の名称獲得に関する縦断的研究—特殊動作の成立過程の事例的検討— 東北大学大学院教育学研究科研究年報, 50, 125–138.

荻野美佐子・小林春美 1999 語彙獲得の初期発達 ことばと心の発達② ことばの獲得 桐谷 滋 (編) Pp.71–116 ミネルヴァ書房

Wohlschläger, A., & Bekkering, H. 2002 The role of objects in imitation. In *Mirror neurons and the evolution of brain and language* (Ed. M Stamenor & V. Gallese), 5, 101–114. Amsterdam: John Benjamins.

## **Exploratory study for imitation of tool use in preschool children: analysis of perceptual-motor translation process in based on goal-directed theory**

**Takashi MIZUGUCHI\*, Masayuki KUMAI\*\*, Toshisada DEGUCHI\*\*\***

*Department of Early Childhood Education, Iwaki Junior College\**

*Graduate School of Educational Informatics, Tohoku University\*\**

*Division of Comprehensive Educational Science, Tokyo Gakugei University\*\*\**

This study examined the ability for imitation of tool use in preschoolers. Thirty-six pre-school children (mean age= 5:6, range=3:10-6:8) were asked to imitate tool use action, generated by systematically determining five factors. We arranged for immediate imitation and delayed imitation (5-, 10-, 15-sec delay), and analysis of the imitative responses. Results suggested that to imitate a series of actions, preschool children were inclined to omit part of the series of actions. And, the times delay was not influenced by the number of errors and omissions. However, it was suggested that the errors and omissions did not occur by the same mechanism.

**Key words:** imitation, tool use, goal-directed theory, preschool children