

<研究報告>

道具操作の模倣に特殊化した目標の選択

—動作と言語の相互変換から—

水口 崇 信州大学教育学部教育科学講座

出口利定 東京学芸大学総合教育科学系

キーワード：道具操作, 模倣, エラー分析, 知覚と運動の変換

1. はじめに

道具は身体機能を拡張する。我々の生活環境の大部分は人工物である。それら人工物は道具、或いは道具によって作られたものである。使用されていない時、道具は外部環境の一部である。ところが、何かの目標のために使用された時、道具は身体の一部となる。そして、特定の身体部位の機能を拡張・補強する (Gibson, 1979/1985)。道具の使用はヒト以外の霊長類でも見られる。このため、道具の使用自体をヒト固有の特徴とはみなしにくい。但し、道具を作るための道具を作るのは、我々にしか見られない (明和, 2004)。従って、現在のような高度な文化は、多種多様な道具とそれらを作成する道具の発明によって成立したと言えよう。

同時に道具は、文化的な産物でもある。現在までに我々は、道具の使用を基盤としたコンピューター制御の生産プロセスなどの産業、文字言語・金銭・数学の表記・美術のような広義の記号、形式化された宗教・政治・教育・商業上の制度などの広範で深奥な文化を育んできた (Tomasello, 1999/2006)。これら文化的な産物は、発明後に改良されて、その後また、改良を加え続けられてきた。従って現状の文化的な産物は、人類の歴史的時間の中で停滞することなく発達し続けてきたものである。

模倣は文化の学習において最も強力な手段の一つである。前世代が考案した文化は、模倣を通して次世代に継承される。継承された文化は、模倣を通して同世代の同種の集団に伝播される。勿論それは、道具においても例外ではない。模倣による文化の学習時、我々と他の霊長類やその他の動物を決定的に区分する能力がある。それは他者の意図や目標を推測する能力である (Tomasello, 1999/2006)。例えば我々は、時間の経過に伴って変化する他者の動作とその結果を単純に対応づけるわけではない。他者の動作から意図や目標を見出し、そこに動作と結果を対応づけながら学習している。模倣を通じた道具の使用の学習でも、同じく動作主の意図や目標が有効利用されている。

これまで、模倣に関する幾つかの理論が提案されてきた。なかでも、他者の意図や目標の役割を最も強調した理論が Goal-directed theory (以下, GOADI) である。これは、幼児の身振り模倣に伴うエラーの法則性を解析して考案された理論である (Bekkering,

Wohlschläger, & Gattis, 2000; Gattis, Bekkering, & Wohlschläger, 2002; Gleissner, Meltzoff, & Bekkering, 2000; Iacoboni, Woods, Brass, Bekkering, Mazziotta, & Rizzolatti, 1999; Koski, Wohlschläger, Bekkering, Woods, Dubeau, Mazziotta, & Iacoboni, 2002; Wohlschläger, & Bekkering, 2002; Wohlschläger, Gattis, & Bekkering, 2003)。GOADI によれば、他者の動作を模倣して自己の動作で再現する際、提示された身振りを一度運動パターンの要素に分解し、その後再構成しているという。この分解 - 再構成の過程は、身振りから検出した動作の目標に頑強な影響を受ける。具体的には、検出した目標を中心に据えながら運動パターンの再構成が行われる。仮に、複数の目標が検出された場合、記憶容量の制限から目標間に競合が生じる。競合の結果、目標とされた要素は選択的な注意を向けられるため正確に再現される。一方、目標とされなかった要素は十分な注意を向けられないため正確に再現されにくい。結果、前者の要素は模倣のエラー量が少なく、後者の要素はエラー量が多くなる。つまり、他者の動作の再現は、複写のように直接的な対応づけではなされない。検出した目標の強固な影響下で模倣がなされる。それ故に、要素間にエラー量の階層が出現するという。幼児の模倣の実験から考案された GOADI は、幅広い適用範囲が想定されていたため、その後、成人や発達障害児者を対象とした実験が行われるようになった。

全て実証済みではなかったが、GOADI は 5 つの公式を提唱した (e. g., Bekkering *et al.*, 2000; Wohlschläger *et al.*, 2003)。(1) 知覚された動作は要素に分解された後、再構成されるが、その際には動作から検出された目標が主要な役割を演じる。このため、目標となった要素は正確に再現されるが、目標にならなかった要素は正確に再現されにくい。(2) 複数の目標が検出された場合、記憶容量の制限から競合を経て、目標となる要素が決定される。(3) 他者の動作の「手段 (e. g., スイッチを押した手)」よりも「結果 (e. g., どのスイッチを押したか)」が目標として選択されやすい。彼らはこれを模倣に特殊化した目標の選択 (imitation-specific goal selection) と呼んだ。(4) 観念運動の原理に従う。すなわち、選択された目標は、それと最も強く結び付いている既存の運動プログラムを活性化する。(5) GOADI は年齢や種を超えて適用可能である。仮に相違があったとすれば、それは記憶容量の違いに起因する、と明記されている。

その後、公式の検分が進められた。後に論じる (3) を除外すれば、(1) については、検出した目標の影響を示唆するエラー量の階層 (要素によるエラー量の相違) の生起が、多くの研究によって確認された (Bekkering *et al.*, 2000; Gattis *et al.*, 2002; Gleissner *et al.*, 2000; Wohlschläger *et al.*, 2003)。(2) については、かつて確かに子どもの模倣と記憶容量の関連を報告する研究はあった (e. g., Blake, Austin, Cannon, Lisus, & Vaughan, 1994)。しかしながら、記憶容量、一連の手の形を再現する能力、視覚的注意とエラー量に明確な関連はみられなかった (Mizuguchi, Suzuki, & Deguchi, 2010)。(5) については、4 歳から 7 歳の年齢間でエラー量に違いのないことが確認された (e. g., Perra & Gattis, 2008)。さらに、大学生と幼児に対し同一課題を実施し、エラー量の比較も行わ

れた (Mizuguchi, Suzuki, Sugimura, & Deguchi, 2010)。大学生と比較して幼児はエラー量や要素の省略が多いこと、但し、大学生と幼児のエラーパターン自体は類似していることが明らかになった。このように一部不明な点は残されているが、GOADI の妥当性を支持する研究が多く報告された。

ところがその後、(3)の公式を疑問視する研究が報告された。Bird, Brindley, Leighton and Heyes (2007) が、単に動作を構成している要素間で相対的に目立った要素が正確に模倣されるといった見解、Generalist Hypothesis を提唱した。それは、動作の「手段」よりも「結果」が目標となりやすいという GOADI の重要な公式の一つを刷新する見解であった。実際、大学生を対象に、動作を構成する特定の要素を目立たせると、その要素が他の要素よりも正確に再現された。彼らの実験では GOADI によって開発された Pen-and-cup 課題が用いられた。この課題では、右手、 或いは左手でペンを握った後、親指を上向き、 或いは下向きとし、目の前にある左右の2つのコップのどちらかにペンを近づける、といった3要素から構成された一連の動作を提示した後、模倣が求められた。この際、動作の構成要素のどれか一つに彩色 (coloring) を施して他の要素より相対的に目立たせると、彩色した要素のエラー量が減少し、(3)の公式を容易に逸脱することが明らかになった。

Mizuguchi, Sugimura, and Deguchi (2009) は、GOADI 考案の原点が幼児の実験であったことから、幼児の模倣課題を行った。明確な目標となるドットの有無を変数とすると同時に、ドット自体は存在するが、目標として有効利用できない条件などを設定してエラー量を分析した。結果、有効利用できる目標が存在しない場合、幼児は目標を自らアクティブに生成することが明らかになった。この結果は、目標として検出される特徴は固定されておらず、文脈や状況によって変動する性質を持つことを示唆していた。そこでさらに、幼児を対象に Bird *et al.* (2007) の提示動作をより複雑にした上で、要素の提示順序を Pen-and-cup 課題と類似した順序にした場合と、順序を反転した場合で彩色の影響を検討した (Mizuguchi, Suzuki, Sugimura, & Deguchi, 2011)。提示動作を複雑にした理由は、要素数がより多い方が、相対的に目立つことの意義が明確になると考えたからである。結果、彩色された要素が目標となりやすいことが追認されると同時に、要素の提示順序を反転させても、模倣に特殊化した目標の選択は生起しなかった。確かに Leighton, Bird, and Heyse (2010) が主張するように、知覚と運動の課題において、手段よりも結果に選択的な注意を向けるといった処理は、通常と異なる例外的な見解である。以上の研究結果は、模倣に特殊化した目標の選択が、少なくとも常には生起しないことを主張している。

但し一点、Generalist Hypothesis の構築に関わる実験に疑問がある。Bird *et al.* (2007) は、相対的に目立った要素に選択的な注意を向けるため、それ以外の要素は正確に模倣されにくいと主張した。それを立証する一連の実験の中で、視覚提示された動作を動作で再現する条件と言語で再現する条件、つまり、見た動作を言葉で説明する条件の比較を行った。そして両者のエラーパターンが一致することを報告した。この結果は、動作の入力時が、その後のエラーパターンを単独で決定づけることを示唆している。

しかしながら、Bird *et al.* (2007) の主張に反するデータも提出されている。Mizuguchi, Sugimura, and Deguchi (2012) は、大学生を対象に、動作を視覚提示してから、Bird *et al.* (2007) と同様に動作や言葉で再現する課題を行った。但し、提示開始から再現の実施には10秒の間隔があり、その間に二次的な活動を同時遂行させた。具体的には、動作変換課題と言語変換課題の両者に対し、構音抑制・空間抑制・運動抑制の作用を統制条件と比較した。結果、動作変換課題は構音抑制と空間抑制の影響を受けることが示された。そのような影響は、言語変換課題において見られなかった。この結果は、他者の動作を自己の動作で再現する場合でも、構音器官と関連した言語性の成分や空間的な処理が関与していることを示唆している。同時に、動作-動作と動作-言語の処理ルートに違いがある可能性を推測させる。そこでさらに、大学生を対象に提示動作を動作で再現、言語で再現、動作の視空間的な軌跡で再現する実験を行った(水口・出口, 2012)。結果、動作で再現する条件と視空間的な軌跡で再現する条件は、エラーパターンが類似していた。ところが、言語で再現する条件は独自のエラーパターンを示していた。この結果もまた、視覚的な入力時がエラー量やエラーパターンの唯一の決定因ではないことを予想させる。換言すれば、知覚的な入力時から出力に至るまでの処理ルート、或いは出力媒体が、エラー量に何らかの作用をもたらしている可能性が推測されるのである。

本研究では、大学生を対象に入出力の処理過程を体系的に検討する。先行研究は、視覚提示した動作を動作、或いは言葉で再現する課題を用いてきた。これに対し、本研究では全ての組合せを実施する。具体的には先行研究と類似の課題に加え、動作を説明した音声を聴覚提示し、それを言葉や動作で再現する課題を併せて実施する。そして、動作と言語の相互変換の結果を比較し、入力後の処理ルートや出力媒体の影響の有無を確認する。

2. 方法

2.1 参加者 Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) を実施して、右利きであることを確認した大学生32名である。

2.2 材料 持ち手の無い白色の無地のコップ2個、自立可能なスティック状の糊1本を道具として用いた。提示刺激は5要素から構成されている (Figure 1)。使用する手 (effector : 以下, EF), 道具の操作 (movement : 以下, MO), 対象の選択 (object : 以下, OB), 取り扱い (treatment : 以下, TR), 最終地点 (end point : 以下, EP) である。例えば、右手で持った道具を右回しで反転させ、右のコップを選択し、その右側を軽く叩き、右側に置く、といった一連の動作である。EF (右手 or 左手) × MO (右回し or 左回し) × OB (右側 or 左側) × TR (右端 or 左端) × EP (右横 or 左横) のようにシステマティックに組み合わせると、全部で32種類の提示刺激となる ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$)。

32種類の提示刺激を基に、それらを動作で実演した映像、及びそれらの動作を言葉によって説明した音声を作成した。映像や音声の編集用のソフトウェアを使用し、最初に、聴取しやすい速度の音声刺激の作成を行った。結果、音声は一刺激6秒となった。これを基

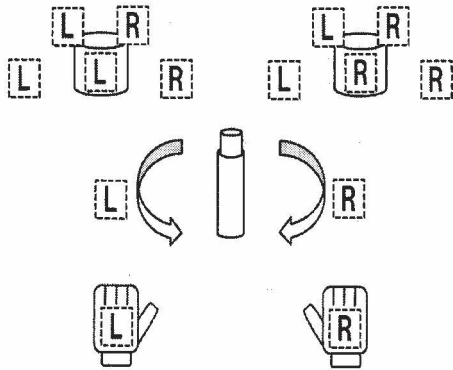


Figure 1. 材料の配置と5要素の右 (Right)・左 (Left)

準として、動作の映像も一刺激6秒で作成した。

2.3 手続き 設定した条件は以下の通りである。第一に、動作を映像で提示された後に、動作でそれを再現する条件 (Action-Action 条件; 以下, AA 条件), 第二に、動作を映像で提示された後、言葉でそれを再現する条件 (Action-Verbal 条件; 以下, AV 条件) である。AV 条件は

映像提示後に、「右手で右回しにして右の
コップの右を叩いて右に置いた」のような言
及が求められる。第三に、動作を説明する言葉が音声で提示された後、言葉でそれを再現
する条件 (Verbal-Verbal 条件; 以下, VV 条件), 最後に、動作を説明する言葉が音声で提
示された後、動作でそれを再現する条件 (Verbal-Action 条件; 以下, VA 条件) である。
動作で再現する条件には、コップと道具をFigure 1のような配置で参加者の前に置いた。
どの条件の場合も、映像や音声の提示終了から5秒後に再現を求めた。タイムスケジュール
の詳細は、Figure 2に示した通りである。

実験は個室で個別に実施した。参加者は4条件の全てに取り組んだ。各条件は32種類の
刺激から成り立っている。参加者に対し一条件1種類の刺激提示を行った。条件が4つあ
り、本試行の前にそれぞれ2回の練習試行を行った。従って、1つの条件では練習試行2
回と本試行1回の計3回、条件が4つあるので、参加者は全12回取り組んだ。これは多量
の刺激の反復提示により、課題対処のポイントを学習したり、模倣による日常的な文化の
学習と著しく乖離したりしないための処置である。取り組む条件は循環法を用いること
によって提示順序効果を相殺した。また、各提示刺激に番号を付し、同条件の中で練習試
行と本試行の提示刺激、条件間で提示する刺激の種類が、参加者内で重複しないよう予
め統制しておいた。言い換えれば、当該の参加者が実験において同じ刺激を提示され
ることがないようにした。映像・音声刺激を含めて、32種類で重複はなかった。

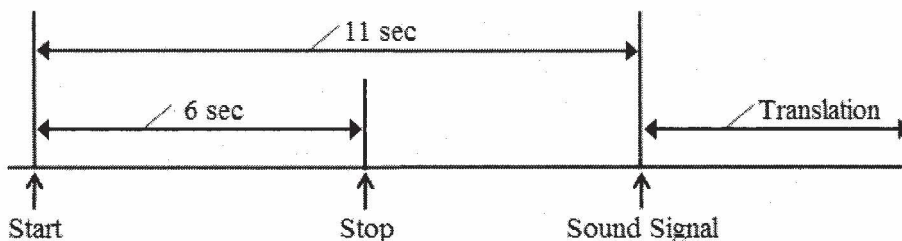


Figure 2. 映像・音声による動作の提示と再現 (変換) のタイムスケジュール

参加者にはまず、条件が4つあることを伝えた。次に、映像と音声を提示して着席した位置で十分に視聴可能であるか確認した。その後、どのような順序で4条件に取り組んでもらうか説明した。以下、条件別の手続きと教示である。

【AA条件】合図の後、映像の動作を目の前の道具とコップを用いて動作で再現するよう教示した。映像は左右が逆転していることを十分に説明した。この条件では、映像の動作が右手を使っていたら自分の右手を使い、左手を使っていたら左手を使う(EF)。道具を右回しで反転させていたら右回しで反転させ、左回しなら左回しにする(MO)。右のコップを選択したら右のコップを選択し、左のコップを選択したら左のコップを選択する(OB)。コップの右側を叩いていたら右側を叩く、左側を叩いたら左側を叩く(TR)。道具をコップの右横に置いたら右横に置く、左横に置いたら左横に置く(EP)ように教示した。

【AV条件】合図の後、映像の動作を言葉で再現するよう教示した。具体的には、「右手を使って、道具を右回しにして、右のコップの、右側を叩き、右横に置いた」のように再現することを求めた。なお、参加者の目の前に道具とコップは配置していない。この条件も同様に、映像は左右が逆転していることを説明した。そして、映像の動作が右手を使っていたら「右手を使って(EF)」と言う。右回しで反転させていたら「右回しで(MO)」と言う。右のコップを選択したら「右のコップの(OB)」と言う。コップの右側を叩いていたら「右側を叩き(TR)」と言う。道具をコップの右横に置いたら「右横に置いた(EP)」と言うように教示した。

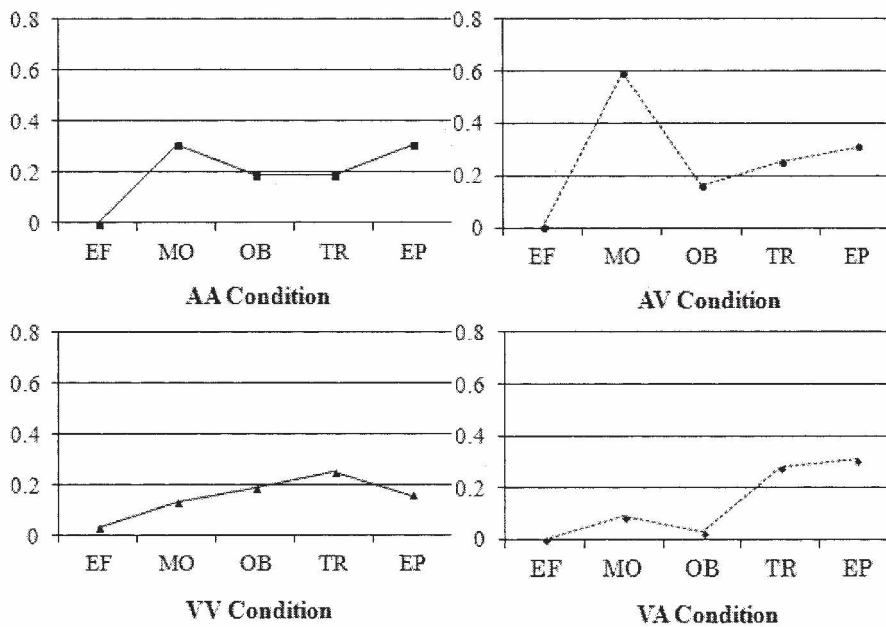
【VW条件】合図の後、動作を説明した音声を言葉で再現するよう教示した。具体的には「右手を使って、道具を右回しにして、右のコップの、右側を叩き、右横に置いた」のように再現することを求めた。AV条件同様、目の前に道具とコップは配置していない。この条件では、動作を説明した音声が、「右手を使って」であったら「右手を使って(EF)」と言う。「右回しで」であったら「右回しで(MO)」と言う。「右のコップの」であったら「右のコップの(OB)」と言う。「右側を叩き」であったら「右側を叩き(TR)」と言う。「右横に置いた」であったら「右横に置いた(EP)」と言うように教示した。

【VA条件】合図の後、動作を説明した音声を目の前の道具とコップを用いて動作で再現するよう教示した。この条件では、動作を説明した音声が、「右手を使って」であったら右手を使う(EF)。「右回しで」であったら右回しで反転する(MO)。「右のコップを」であったら右のコップを選択する(OB)。「右側を叩き」であったら右側を叩く(TR)。「右横に置いた」であったら右横に置く(EP)ように教示した。

実験場面は2台のデジタルビデオカメラで録画・録音した。提示刺激の左右と各条件の参加者が再現した左右を照合し、一致しなかった要素をエラーとした。つまり、参加者1人の1条件の1要素におけるエラーの有無をカウントした。エラーであった場合には「1」エラーでなかった場合には「0」と得点化した。AV条件やVV条件では、要素の左右以外の細かな言葉の表現は、特に分析対象としなかった。

3. 結果

エラー数のカウントを行ったが、全くエラーが生起しない要素が含まれていた。例えば EF の場合、AA・AV・VA 条件でエラーが全く観測できなかった。VV 条件でも極めて僅かしか観測できなかった。この傾向は極めて頑強であるため、データ数を増やしたとしてもエラーが観測できない可能性が想定された。よって、 χ^2 検定の使用制限のクリアは困難であると判断した。一方、特定のカテゴリーを「1」、「0」と得点化した後、分散分析などのパラメトリック検定を行うことは便宜な手法の一つともされている(森・吉田, 1990)。以上を考え合わせ、順序尺度まで尺度水準を上げて、正規分布を使用しないノンパラメトリック検定の Freedman test を用い、条件別の要素間と要素別の条件間のエラー量を分析することにした。各条件の要素別エラー量を Figure 3 に示した。



*AA Condition は動作を映像で見てそれを動作で再現する条件, AV Condition は動作を映像で見てそれを言葉で再現する条件, VV Condition は動作を言葉で聴いてそれを言葉で再現する条件, VA Condition は動作を言葉で聴いてそれを動作で再現する条件である。

横軸は、動作を構成する要素である。EF は使用した手, MO は道具の操作, OB は対象の選択, TR は取り扱い, EP は道具を置いた最終地点である。

縦軸はエラー量である。動作を構成する各要素の中で、動作、或いは言葉によって正確に左右を再現出来なかった誤りの量である。条件によって各要素のエラー量は異なる。各要素のエラー量の違いによって形成されるのが、エラーパターンである。

Figure 3. AA・AV・VV・VA 条件における 5 要素のエラー量、及びエラーパターン *

第一に、条件別に要素間のエラー量をFreedman testで比較した。結果、AA条件($\chi^2=20.36$, $df=4$, $p<.01$), AV条件($\chi^2=37.21$, $df=4$, $p<.01$), VA条件($\chi^2=25.06$, $df=4$, $p<.01$)で有意差が検出された。VV条件は差がなかった($\chi^2=7.24$, $df=4$, ns)。

AA条件では、MO=EP>OB=TR>EFの順でエラー量が多かった。Signed rank sum testの結果、EFと比較してTR, OB, EP, MOはエラー量が有意に多いこと、MOと比較してTRのエラー量が有意に多いことが示された(MO-EF: $Z=-3.16$, $p<.05$; OB-EF: $Z=-2.45$, $p<.05$; TR-EF: $Z=-2.45$, $p<.05$; EP-EF: $Z=-3.16$, $p<.05$; TR-MO: $Z=-2.00$, $p<.05$)。他は有意でなかった(OB-MO: $Z=-1.63$, ns; EP-MO: $Z=0.00$, ns; TR-OB: $Z=0.00$, ns; EP-OB: $Z=-1.63$, ns; EP-TR: $Z=-1.41$, ns)。

AV条件は、MO>EP>TR>OB>EFの順でエラー量が多かった。Signed rank sum testの結果、EFと比較してOB, TR, EP, MOはエラー量が有意に多いこと、OB, TR, EPと比較してMOはエラー量が有意に多いことが示された(MO-EF: $Z=-4.36$, $p<.05$; OB-EF: $Z=-2.24$, $p<.05$; TR-EF: $Z=-2.83$, $p<.05$; EP-EF: $Z=-3.16$, $p<.05$; OB-MO: $Z=-3.50$, $p<.05$; TR-MO: $Z=-3.05$, $p<.05$; EP-MO: $Z=-3.00$, $p<.05$)。他は有意でなかった(TR-OB: $Z=-1.13$, ns; EP-OB: $Z=-1.51$, ns; EP-TR: $Z=-0.71$, ns)。

VA条件は、EP>TR>MO>OB>EFの順でエラー量が多かった。Signed rank sum testの結果、EFと比較してTR, EPはエラー量が有意に多いこと、OBと比較してTR, EPはエラー量が有意に多いこと、MOと比較してEPはエラー量が有意に多いことが示された(TR-EF: $Z=-3.00$, $p<.05$; EP-EF: $Z=-3.16$, $p<.05$; EP-MO: $Z=-2.11$, $p<.05$; TR-OB: $Z=-2.83$, $p<.05$; EP-OB: $Z=-3.00$, $p<.05$)。他は有意でなかった(MO-EF: $Z=-1.73$, ns; OB-EF: $Z=-1.00$, ns; OB-MO: $Z=-1.41$, ns; TR-MO: $Z=-1.90$, ns; EP-TR: $Z=-0.45$, ns)。

第二に、要素別に条件間のエラー量をFreedman testで比較した。結果、MOに有意差が検出された($\chi^2=22.61$, $df=3$, $p<.01$)。他の要素は差がなかった(EF: $\chi^2=3.00$, $df=3$, ns; OB: $\chi^2=4.86$, $df=3$, ns; TR: $\chi^2=0.91$, $df=3$, ns; EP: $\chi^2=2.92$, $df=3$, ns)。MOはAV条件>AA条件>VV条件>VA条件の順でエラー量が多かった。Signed rank sum testの結果、VA条件, VV条件, AA条件と比較してAV条件はエラー量が有意に多いことが示された(AV条件-AA条件: $Z=-2.18$, $p<.05$; VV条件-AV条件: $Z=-3.44$, $p<.05$; VA条件-AV条件: $Z=-3.77$, $p<.05$)。他は有意でなかった(VV条件-AA条件: $Z=-1.60$, ns; VA条件-AA条件: $Z=-1.94$, ns; VA条件-VV条件: $Z=-0.45$, ns)。

4. 考察

第一に、VV条件とVA条件について考察する。これらの条件では、動作を説明した音声で聴覚提示された。VV条件では、言葉による再現が求められた。VA条件では、動作による再現が求められた。つまり、入力時において両条件は等質であった。しかしながら、出力媒体が言葉、或いは動作である点のみが違っていた。分析の結果、VV条件とVA条件のエラーパターンが異なることが明らかになった。また、VA条件では要素間にエラー量の階層

が生じた。それに対し、W 条件ではエラー量に階層が生じないことが明らかになった。

これらの結果は、Bird *et al.* (2007) の主張と適合しない。彼らは入力時に向けた選択的な注意によって、出力時のエラーパターンが決定するといった見解を示した。仮に彼らの見解が妥当であれば、入力時の提示刺激や提示方法が等質である W 条件と VA 条件のエラーパターンは一致するだろう。しかしながら結果は異なっていた。この事実は、入力時のみでは出力時のエラーパターンが決定しないことを示している。加えて、エラー量の階層の結果も彼らの見解を支持していない。VA 条件の場合、エラー量に階層が生じていたため、入力時の選択的注意の向け方が出力時のエラーパターンに痕跡として反映されていた可能性を想定できる。ところが W 条件の場合、エラー量に階層自体生じていなかった。このため入力時の選択的注意の痕跡を見出すことは不可能である。出力媒体によってエラー量やエラーパターンが異なる事実は、入力後の処理の違いによると考えられる。つまり、VA 条件と W 条件は出力に至るまでの処理過程が同じではなく、異なる処遇を受けたためエラー量やエラーパターンが一致しなかったと考えられる。Rumiati and Tessari (2002) や Tessari and Rumiati (2002) は、模倣課題において提示する動作のタイプによって処理ルートが異なることを明らかにした。本研究の W 条件と VA 条件の場合、提示刺激は等質で同じタイプであった。このため Rumiati and Tessari の見解を直接適用することはできないかも知れない。但し、Rumiati and Tessari が指摘するように、少なくとも処理ルートが単一ではないならば、入力時が等質であっても異なる処理ルートを経て、その影響を受けた可能性が十分に考えられる。

そこでさらに、聴覚提示と選択的注意について検討する。少なくとも模倣の変換過程に関する研究で、動作の音声による聴覚提示に取り組んだのは、本研究が初めてである。そこで、動作の聴覚提示における選択的注意の向け方に関して二つの可能性を検証する。第一に、視覚提示と異なり聴覚提示の場合は、特定の要素に選択的注意を向けなかった可能性である。つまり、選択的注意を向けないため、相対的に目立った特徴を目標として検出することもなかったという解釈である。しかしながら VA 条件においては要素間に階層が生じていた。仮に、要素間に生じた階層が、初頭効果や親近性効果のような系列位置効果であったとする。その場合、W 条件においても VA 条件と同様の効果が現れるはずである。ところがそのような効果は現れていない。第二に、視覚提示と同様、聴覚提示の場合においても特定の要素に選択的注意を向けていた可能性である。つまり、入力時に選択的注意を向けたため、VA 条件で要素間に階層が生じたという解釈である。しかしながら、入力時が等質であった W 条件では要素間に階層が生じていなかった。仮に、入力時に選択的注意を向けていた上、Bird *et al.* (2007) の見解が正しい場合、W 条件においても同様、要素間に階層が生じるはずである。この点、矛盾している。従って、動作の聴覚提示であっても、やはり入力時の選択的注意のみではエラー量やエラーパターンは決定されず、その後の処理ルートやそれに伴う処遇の違いの影響を受けたと考えられる。

第二に、AA 条件と AV 条件について考察する。これらの条件は、動作の映像が視覚提示

された。そして AA 条件では、動作による再現が求められた。AV 条件では、言葉による再現が求められた。これらの条件も入力時は等質であった。唯一、出力媒体が動作、或いは言葉である点のみが異なっていた。分析の結果、AA 条件と AV 条件はエラーパターンが類似していることが示された。そして、AA 条件と AV 条件の両方においてエラー量に階層が生じていた。

これらの結果は、Bird *et al.* (2007) の見解と適合する。上述したように、彼らは入力時の選択的な注意によって、出力時のエラーパターンやエラー量が決定するという見解を示している。従って、AA 条件と AV 条件の結果は、Bird *et al.* の見解と一致している。これらの結果は、動作を説明した音声を聴覚提示した VV 条件や VA 条件と不一致であった。さらには、二次的な活動を同時遂行させた Mizuguchi *et al.* (2012) が示唆する見解、動作や視空間の軌跡の再現と言語による再現が異なっていた水口・出口 (2012) の結果と矛盾している。そこで本研究と先行研究の手続き上の相違点について整理してみる。

本研究と先行研究には、手続き上の主な違いが二点あった。まず、刺激提示の回数である。本研究では一条件 3 回、全体では 12 回であった。既述したように、練習試行 2 回、本試行 1 回である。水口・出口 (2012) では、一条件 34 回であった。練習試行 2 回、本試行 32 回であり、参加者は動作・視空間・言語条件のどれかに割り振られていた。これに対して、Bird *et al.* (2007) では一条件 90 回であった。練習試行 10 回、本試行 80 回である。以上のように、刺激提示の回数が相対的に少ない、或いは多い場合、出力媒体が異なってもエラーパターンが類似している。Wohlschläger *et al.* (2003) は、刺激提示の回数が模倣のパフォーマンスや生態学的妥当性に影響を及ぼすことを指摘している。これを踏まえると、刺激提示の回数が結果を変動させた可能性が考えられる。

次に、刺激提示と再現のタイミングである。本研究では、刺激の提示時間が 6 秒、提示終了から 5 秒後に再現が求められた。水口・出口 (2012) では、刺激の提示時間は 5 秒、提示終了直後に再現を求めた。これに対して、Bird *et al.* (2007) では条件によって時間間隔に違いがあった。試行によって要する秒数が異なり、条件間で平均 2 秒程度の違いがあった。水口・鈴木・熊井・出口 (2008) は、大学生を対象に直後模倣と 15 秒後の遅延模倣の比較を行った。その結果、両者のエラーパターンが一致しないことを明らかにしている。参加者の内省報告を分析した結果、15 秒の遅延時間中、ほぼ全員が心内で動作の反復的なプランニングを絶え間なく行っていた。このような精神活動がエラーパターンを変容させた可能性を指摘している。このような見解を踏まえると、刺激提示と再現のタイミングの影響も予想される。しかしながら上記 2 つの解釈はあくまで推測に留まる。データによって直接裏付けられていない。映像で動作を視覚提示し、それを動作や言葉で再現する場合、安定した結果が得られにくいことが示された。そして今回、本研究では、動作による再現と言語による再現のエラーパターンとエラー量が一致することが示された。

第三に、模倣に特殊化した目標の選択の検証を行う。GOADI は他者の動作の「手段」よりも「結果」が目標となりやすいと主張していた。その後、この見解を否定する研究結果

が報告されるようになった (e.g. Bird *et al.*, 2007 ; Leighton *et al.*, 2010 ; Mizuguchi *et al.*, 2009 ; Mizuguchi *et al.*, 2012)。本研究では、道具を右回しや左回しにする MO は、少なくとも「結果」ではなく「手段」である。この要素のエラー量が多いことは、模倣に特殊化した目標の選択の見解と僅かに合致している。しかしながら、同じく「手段」に該当する EF はどの条件においてもエラー量が極めて少ない。さらに、「結果」に該当する TR や EP は、エラー量が少ないわけでは決してない。これらの結果から、本研究においても模倣に特殊化した目標の選択を支持するデータは得られなかった。但し我々は、Bird *et al.* (2007) と同等の見解ではない。確かに、映像で動作を視覚提示した場合には、動作や言葉で再現するエラーパターンが一致していた。しかしながら、音声で動作の説明を聴覚提示した場合、Bird *et al.* の見解では説明が困難であり、むしろ入力以後の影響を示すデータが得られているからである。

最後に、今後の課題について論じる。映像で動作を視覚提示した AA・AV 条件、動作を説明した音声を聴覚提示した VV・VA 条件には課題特性に相違があった。AA・AV 条件の場合、対面して見る映像は動作の左右が逆転していた。このため、動作や言葉を反転させて再現する必要があった。これに対し VV・VA 条件の場合、左右を反転させる必要はなく、そのまま動作や言葉で再現していた。この点、課題で求められる処理は全く同じではなかった。このような課題設定には、二つの論拠があった。

第一に、Bird *et al.* (2007) と結果を直接比較するため、彼らと同様に対面の映像を使用することが望ましいと判断した。本研究の目的は、彼らの結果とそれに基づく理論の批判的検討であった。データの直接比較を行うには、実験課題の基本的性質を変容させないことが堅実な方法の一つと考えられた。このため、一方は反転処理が求められ、他方ではそれが求められない課題となった。第二に、課題設定上の問題である。仮に映像と参加者の身体が同方向を向いた課題であれば、AA・AV 条件と VV・VA 条件の処理に相違はなかった。しかしながら、180 度の厳密な直線上で実験者と参加者が横列した場合、視覚的に確認不可能・或いは困難な部分が生じる。直線上で実験者と参加者が縦列した場合、映像を用いても実際に実演してみても、参加者は実験者の道具操作を背中越しで観察することになる。この場合、実験者の動作の大部分を視覚的に確認することができなくなる。例えば大型の鏡の前で横列になる方法もある。また、デジタル技術を応用し、透明な人間のバーチャルを作成し、動きが疎通して見える材料を作成することも可能である。但しそれでは Bird *et al.* (2007) と課題の性質が大きく異なってしまう、結果の直接的な比較が困難になる。それが故に、この点は容易に変更できなかった。

但し本研究が検討した点は、入力時の選択的注意が出力時の決定因か否かであった。そこに左右の反転の処理があってもなくても特段問題はなかった。あくまで出力媒体が異なってもエラーパターン自体が一致するかどうかを検討課題であった。さらに本研究では、VV・VA 条件、AA・AV 条件を対にして議論してきた。反転の処理には課題の難易度を変化させる可能性があったかも知れない。すなわち、反転の処理の介入によってエラー量自体が

増加したとしても、型を変えないままにエラーパターンが全体として上昇する可能性である。但しそれが、エラーパターン自体を歪ませるような影響はないと考えられる。実際、本研究において、要素別の条件間の比較を行った結果、M0以外に有意な差が検出されていなかった。この結果は、4つの条件間のエラーパターンに本質的な違いや歪みが生じなかったことを示唆している。しかしながら本来、条件を設定して実験的手法で検証する場合には、特定のポイントのみに条件間の違いがあり、それ以外は完全に等質であることが望ましいことを付言しておく。

次に、実験手続き上の問題である。本研究では、どの条件も入力時は等質であると論じてきた。しかし厳密には異なる。相違点は教示の中にある。どの条件でも本試行の前に練習試行を行った。この時、映像や音声提示が提示されてから、どの媒体で出力するのか教示されていた。つまり、映像や音声を提示した後、前触れなしにどの媒体で再現するか指定されたわけではない。例えばAV条件の場合、本試行の映像が提示される前から、見た後に言葉で再現することを了解しており、そのことを強く意識していたかも知れない。そのような事前の了解や意識が、選択的注意の向け方に影響を及ぼしていた可能性も考えられる。この点は、本研究のどの条件にも通底している。勿論、Bird *et al.* (2007) の手続きや結果にも、全く同じ問題が内在している。この問題を回避する手法の開発が、今後の課題であろう。

付 記

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）。本研究は日本心理学会第76回大会で発表した。

本研究に協力して頂きたいわき短期大学の方々に深く感謝の意を示します。また、ご多忙中にも関わらず、拙論文に的確なコメントを頂きました匿名の先生方に厚く御礼申し上げます。

文 献

- Bekkering, H., Wohlschläger, A., & Gattis, M. (2000) Imitation of gestures in children is goal-directed. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A, 153-164.
- Bird, G., Brindley, R., Leighton, J., & Heyes, C. (2007) General processes, rather than “Goals”, explain imitation errors. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 1158-1169.
- Blake, J., Austin, W., Cannon, M., Lisus, A., & Vaughan, A. (1994) The relationship between memory span and measures of imitative and spontaneous language complexity in preschool children. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 91-107.

- Gattis, M., Bekkering, H., & Wohlschläger, A. (2002) Goal-directed imitation. In A. N. Meltzoff & W. Prinz (Eds.), *The imitative mind: Development, evolution, and brain bases*. (pp. 183-205), Cambridge University Press.
- Gibson, J. J. (1979) *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.
(古崎 敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬 旻 (訳) 1985 生態学的視覚論. サイエンス社)
- 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.
- Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999) Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286, 2526-2528.
- Koski, L., Wohlschläger, A., Bekkering, H., Woods, R. P., Dubeau, M. C., Mazziotta, & Iacoboni, M. (2002) Modulation of motor and premotor activity during imitation of target-directed actions. *Cerebral Cortex*, 12, 847-855.
- Leighton, J., Bird, G., & Heyes, C. (2010) 'Goals' are not an integral component of imitation. *Cognition*, 114, 423-435.
- 水口 崇・鈴木隆次郎・熊井正之・出口利定 (2008) 道具操作の模倣における動作モデルの処理様式—直後と遅延の比較—. 東京学芸大学紀要総合教育科学系, 59, 191-198.
- Mizuguchi, T., Sugimura, R., & Deguchi, T. (2009) Children's imitation of movements are goal-directed and context-specific. *Perceptual and Motor Skills*, 108, 513-523.
- Mizuguchi, T., Suzuki, R., Sugimura, R., & Deguchi, T. (2010) Imitation of modeled manipulation of objects by children and adults. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 603-612.
- Mizuguchi, T., Suzuki, H., & Deguchi, T. (2010) Achievement of outcomes is not necessarily prioritized in children's imitation gestures. *27th International Congress of Applied Psychology Program Handbook*, 104.
- Mizuguchi, T., Suzuki, R., Sugimura, R., & Deguchi, T. (2011) Children's imitation is affected by goals, but the goals are outstanding action characteristics than action outcomes. *Psychology*, 2, 869-879.
- 水口 崇・出口利定 (2012) 模倣に特殊化した目標の選択の妥当性—動作・言語・視空間への変換の比較から—. 東京学芸大学紀要総合教育科学系, 63, 213-220.
- Mizuguchi, T., Sugimura, R., & Deguchi, T. (2012) Physical imitation and verbal description of modeled movements engage different encoding processes. *Psychological Reports*, 111, 64-74.
- 森 敏明・吉田寿夫 (1990) 心理学のためのデータ解析テクニカルブック. 北大路書房.

- 明和政子 (2004) 霊長類から人類を読み解く：なぜ「まね」をするのか。河出書房新社。
- Oldfield, R. C. (1971) The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Perra, O., & Gattis, M. (2008) Reducing the mapping between perception and action facilitates imitation. *British Journal of Developmental Psychology*, 26, 133-144.
- Rumiati, R. I., & Tessari, A. (2002) Imitation of novel and well-known actions: The role of short-term memory. *Experimental Brain Research*, 142, 425-433.
- Tessari, A., & Rumiati, R. I. (2002) Motor distal component and pragmatic representation of objects. *Cognitive Brain Research*, 14, 218-227.
- 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)
- Wohlschläger, A., & Bekkering, H. (2002) The role of objects in imitation. In M. Stamenor & V. Gallese(eds.) *In Mirror neurons and the evolution of brain and language*. (pp. 101-114), John Benjamins.
- Wohlschläger, A., Gattis, M., & Bekkering, H. (2003) Action generation and action perception in imitation: An instance of the ideomotor principle. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 358, 501-515.

(2013年3月25日 受付)

(2013年4月25日 受理)