

模倣のメカニズムとその機能的意義

— チンパンジーとヒトの種間比較 — ²⁾

明 和 政 子

The Mechanisms and Functional Significance of Imitation:
Comparisons between Chimpanzees and Humans

MYOWA Masako

身体を使って「真似る」ことは難しいはずである。なぜなら真似るためには、他個体のアクションを見て、瞬時にそれを頭のなかで自分の身体に置き換えること、さらに、自分の運動として正しく再現する必要があるからである。しかし、われわれヒトは、生後1年も経たないうちから他個体の真似をしはじめる。さらに、その後も日常的に絶え間なく模倣する経験を積み重ねていくうちに、模倣に必要な情報処理が自動的におこなわれるようになるのだろう。結果として、われわれは他個体のアクションを見るだけでさほど困難なく模倣できるようになる。

模倣は、ヒトが適応的な技能を獲得するための、さらにそれを「文化」情報として世代を越えて伝達することを可能にした重要な学習手段とされる (Galef, 1991)。また、所属する集団のメンバーとして生存していくために他個体とのコミュニケーションを成功させる上でも、模倣の果たす役割は大きい (Tomasello, Kruger, & Ratner, 1993a)。こうした模倣の重要性は、上記のような複雑な情報処理システムを必要とする模倣能力がわれわれに備わった理由を表わしているように思われる。

「なぜ模倣は進化してきたのだろうか?」「模倣はヒトに特有の能力なのだろうか?」この問いに答えるためには、模倣能力を系統的に捉えてみる必要がある。したがって本稿では、系統的にヒトに最も近縁なチンパンジー (*Pan troglodytes*) の模倣能力に焦点をあて、これまでおこなわれてきた実証的研究をレビューする。そして、模倣のメカニズムとその機能的意義を、生物学的な視点から検討する。

なお、本稿で論ずる「模倣」は、身体的アクションに関する模倣に限定し、発声器官を使った音声模倣は取り上げないこととした。音声模倣では、他個体の音声の認知も自分の音声の評価も、聴覚という単一の感覚器官しか必要としないため、身体動作による模倣とはそのメカニズムが異なると考えられるためである。

1. 動物における模倣

ヒト以外の動物には、模倣能力は認められるのだろうか。動物の模倣能力を調べるためには、

個体がある非遺伝的な技能を獲得する際、他個体のアクションを模倣することで学習するかどうかを調べればよい。こうした視点から、19世紀以降今日に至るまで、多くの研究者が動物の模倣学習の存在を明らかにするため、その社会的学習過程を詳細に検討してきた。

これまで、動物の社会的学習過程を分類する方法としては、Thorpe (1956) が提唱した定義が最も多く引用されてきた。彼は、社会的学習過程を以下の3つのタイプに分類した。1つめは、「社会的促進 (social facilitation)」と呼ばれ、「Aの行動が単に、Bに同じ行動を解発させる刺激として働く」こととされる。2つめは、「刺激 (局所) 強調 (stimulus/local enhancement)」と呼ばれるものである。これは、「Aの行動が、Bの注意を特定の刺激 (場所) にひきつけ、Bが自らの行動をそれに向かわせて、試行錯誤によってAと同じ行動を獲得する」こととして定義される。そして最後に、「真の模倣 (true imitation)」が挙げられる。これは、「Aの行動 (Bにとって新奇な行動) の型を、Bが試行錯誤なしで忠実に再現 (しよう) する」こととされる。この分類によれば、社会的促進および刺激 (局所) 強調は、行動を誘発する一部の情報だけが社会的に学習され、それ以外の行動の要素は試行錯誤をとまなう個体学習によって獲得されるものである。一方、真の模倣は、個体学習による試行錯誤をとまなわないため、他の二つの学習過程とは区別される。つまり、ある動物が模倣能力をもつといえるのは、Thorpe (1956) の定義に従えば、真の模倣による社会的学習過程が確認された場合と限定することができる。

Whiten and Ham (1992) は、これまでおこなわれてきた膨大な数の社会的学習過程に関する研究を通覧した。その結果、身体を使った模倣能力の存在を示す説得力のある証拠がみられるのは大型類人猿のみであること、しかしその他の動物では、社会的促進および刺激 (局所) 強調と試行錯誤による個体学習で社会的学習過程を説明でき、Thorpe (1956) のいう模倣能力を示す明確な証拠はまったくみあたらないと指摘した。

それでは、ヒトとヒトに最も近縁なチンパンジーは、系統的に共通した模倣能力をもつという結論に達してよいのだろうか。

近年、野生のチンパンジーは、木枝を使ったシロアリ釣り (Goodall, 1964)、石を使ったヤシの実割り (Sugiyama & Koman, 1979) など、さまざまな道具使用をおこなうことがわかってきた。ヒトやチンパンジーを含む大型類人猿においては、他の分類群に比べ、多彩で柔軟な道具使用がみられる (Beck, 1980; McGrew, 1992)。もし、チンパンジーにも模倣能力が共有されているならば、道具使用を獲得する過程でヒトと同様な模倣学習がおこなわれるはずである。

こうした観点から、Tomasello らの研究グループは、ヒトと飼育下のチンパンジーがどのような社会的学習過程を経て新しい道具使用を獲得するかを実験的に比較してきた (Tomasello, Davis-Dasilva, Camak, & Bard, 1987; Tomasello, Savage-Rumbaugh, & Kruger, 1993b; Nagell, Olguin, & Tomasello, 1993)。まず実験者は、熊手で食物を引き寄せる道具使用を被験体に呈示したが、その中に食物を引き寄せやすいように熊手を半回転するアクションを挿入した。これらの一連のアクションを観察した被験体が、その後どのような反応をおこなったかが比較された。その結果、チンパンジーは、道具を使用するモデルのアクションを観察するときに、道具の機能を学習する、つまりアクションに含まれる「ゴール (熊手を使って食物を引き寄せる)」のみを再現すると報告した。そしてチンパンジーは単に道具に注意を向けるだけの刺激強調にはとどまらないが、真の模倣をおこなってはいない、と結論づけ、このような学習を「エミュレー

ジョン (emulation ; Wood, 1989)」とよんだ。一方、ヒト幼児 (2歳) は、真の模倣によってモデルのアクションに含まれる「ゴール」だけでなく、そこにたどり着くまでの「方法 (熊手を半回転させる)」も忠実に再現することを示し、両種の学習過程に差異がみられると主張した。

その他にも、チンパンジーの模倣能力に関する実証的研究がいくつかおこなわれてきた (Custance, Whiten, & Bard, 1995 ; Whiten, Custance, Gomez, Teixidor, & Bard, 1996)。それらの結果からは、いずれもヒト乳幼児の模倣能力に匹敵するようなチンパンジーの模倣能力は認められず、その存在についてはネガティブな印象を受ける。唯一の例外として、Tomasello et al. (1993b) の研究がある。彼らは、生後間もなくヒトの環境で育てられたチンパンジーと、同種個体に育てられたチンパンジー、さらにヒト幼児の模倣能力を比較した。その結果、ヒトの環境で育てられたチンパンジーはヒト幼児に匹敵する模倣能力をみせることを示した。そしてこの結果を、他個体からの意図的、積極的な教育や相互交渉が存在するヒトの文化的環境が、模倣能力の発達を促進する重要な要因となる証拠として位置づけた。

以上、動物における模倣能力の研究を概観してきたが、Thorpe (1956) のいう模倣能力をもっと明確にいえるのはどうやらヒトという種だけであるらしい。Tomasello et al. (1993b) が指摘するように、ヒトのもつ模倣能力は、ヒトに特有の文化的な環境の実現と密接な関連をもつ重要な特性なのかもしれない。

実際、これまでのヒトについての模倣研究は、そのほとんどが社会-認知的な側面との関連を強調したものであった。例えば、模倣は「心の理論 (theory of mind ; Premack & Woodruff, 1978)」の正常な発達 (Meltzoff & Gopnik, 1993 ; Barresi & Moore, 1996 ; Rogers & Pennington, 1991) や、自己意識と他者意識の発達 (Meltzoff, 1990)、象徴能力 (麻生, 1997) の前提条件として注目されてきた。模倣能力がヒトと他の動物から区別する特徴であるとすれば、これらの側面に関する能力もヒトのみで認められることになるのだろうか。

こうした模倣の機能を裏づけるためには、まず模倣のメカニズムという、より基本的な問題に立ち返って検討することが必要だと考える。例えば、Tomasello ら (Tomasello et al., 1987 ; Tomasello et al., 1993b) のいう「方法」や「ゴール」といった概念を、個体はなぜ理解できるのだろうか。こうした概念の理解を可能にする理由を調べるには、観察個体が他個体のアクションから得ている情報がどのように処理されるのかを具体的に示すことが必要と考える。特に生物学的な視点から模倣のメカニズムを明らかにすることは、ヒトに特有の高度な知的特性の基盤を探る上で重要な鍵になるはずである。それは、これまで多く議論されてきたヒトの模倣能力を再考することにつながるだろう。

そこで以下では、次の2点に着目して模倣能力を具体的に検討していく。まず、ヒトに最も近縁なチンパンジーにとって「どのようなアクションが模倣できる (できない) のか？」をシステムティックに調べ、両種の知覚-運動レベルでの情報処理過程を比較する。それにより、ヒトに特有の模倣のメカニズムを明らかにしたい。次に、知覚-運動レベルで捉えた模倣のメカニズムは、両種におけるより高次の社会-認知的側面にどのように機能するのかを考える。より低次の知覚-運動レベルで示される両種間の差異は、より高次の社会-認知的側面の能力の差異として現われると予測する。

2. チンパンジーの物の操作に関するアクション

チンパンジーにとって、どのようなアクションが模倣しやすい、あるいはしにくいのだろうか。明和ら（明和・松沢，1997）は、飼育下のオトナのチンパンジー5個体を被験体として、物の操作に関するアクションを再現する能力を検討した。

呈示するアクション（「Aを（Bへ）～する」）は、被験体のアクションの熟知度を統制するため、任意とした。アクションの再現に影響を与えている要因を調べるため、①操作する物の定位方向（「Aを（Bへ）」）、②運動パターン（「～する」）を独立変数とした。呈示するアクションの条件は、①1つの物、②1つの物を自己身体に、③1つの物をもうひとつの物に、定位する操作とし、それぞれに異なる運動パターンを設定した。まず実験者（ヒト）は被験体と対面となり、物を渡した。そこで出現した被験体の自発的な反応を記録し、既にもっている運動パターンを調べた。次に、実験者はあるアクションを呈示し、物を再び被験体に渡した。被験体が呈示したアクションを再現した場合は、食物報酬を与えた。再現しなかった場合は、実験者が呈示したアクションを被験体の手をとって教え、その後食物報酬を与えた。実験者によるアクションの呈示から被験体の反応までを1試行とし、アクションが再現されるまでに要した試行数を調べた。

その結果、以下の4点が明らかになった。1）操作する物の定位方向、および被験体が既にレパートリーとしてもつ運動パターンとそうでない運動パターンにかかわらず、呈示したアクションを見ただけで（第1試行で）再現することは非常に稀だった、2）1つの物のみを操作するアクションは、1つの物を自己身体にあるいはもうひとつの物へ操作するアクションより再現しにくかった、3）被験体が既にレパートリーとしてもっている運動パターンは、そうでない新しい運動パターンに比べて再現しやすかった、4）被験体がみせたエラーのタイプには共通性がみられた。例えば、ブラシには必ず「こする」という運動パターンが付随し、「たたく」という運動パターンをあてはめて操作しにくいなど、ある物に特定の運動パターンが結びつく反応が頻出した。

これらの結果は、チンパンジーでは、他個体のアクションを視覚的に捉えて情報を処理するシステムがヒトのそれと異なることを示唆する。まず、他個体のアクションを再現する能力は、訓練を続けてもその成績に変化はみられず、見ただけで再現する、つまり模倣することはほとんどなかった。さらに興味深いのは、チンパンジーが既にレパートリーとしてもっている運動パターンを含むアクションを呈示した場合でも、それを模倣することは稀だったという点である。これは、運動を実行するシステムが機能しないというよりは、視覚的な入力情報を処理する過程に何らかの問題があることを示すと考えられる。

チンパンジーでは、視覚的に捉えた情報の処理過程においては、他個体が操作する物の動きに関する情報が、他個体の身体の動き（運動パターン）に関する情報に比べて、視覚的な手がかりとして有効に働くようである。これは、物Aを物Bへ定位して操作するアクションは、物Aだけを操作するアクションよりも手がかりとなる情報を多く含み、それによって可能な運動パターンの自由度が制限されるためと考えられる。ところが、他個体の身体の動きに関する情報は、再現する際の手がかりとはなりにくかった。これは、新たな運動パターンを再現することが特に難しかったこと、物と運動パターンが硬直的に結びついたアクションが多くみられた結果からも伺える。物の動きに関する情報は、身体の動きに関する情報よりも優先的に処理されるのだろう。物

に関する情報を処理すると、それに慣例的に結びついた運動パターンが自動的に処理され、限定的なアクションが現われたと推測できる。チンパンジーでは、物の存在に干渉されずに身体の動きに関する情報を処理することは難しいようである。

こうした知覚-運動レベルに立った考え方から、これまでおこなわれてきたチンパンジーの模倣能力に関する研究を再検討してみよう。前出の Tomasello ら (Tomasello et al., 1987; Tomasello et al., 1993b; Nagell et al., 1993) による主張は、チンパンジーは、他個体のアクションに含まれる「ゴール」を観察学習して再現するが、「ゴール」に至るまでの「方法」は模倣しない、というものだった。この主張については、明和・松沢 (1997) が示した結果をふまえると、以下の解釈をおこなうことができる。つまり、チンパンジーは、他個体のアクションに含まれる「ゴール」(例えば、棒を使って食べ物を取る、という状態)を理解した、というよりは、目の前にある物の物理的な因果関係(例えば、食物とそれを取るための棒、という物の機能的関係)を理解した、と考えられるのではないだろうか。Tomasello らの実験で設定された「ゴール」とは、熊手で食物を引き寄せるといった2つの物を扱う操作であり、そこには物の動きや性質に関する情報が多く含まれていた。一方、「方法」は、熊手を半回転させ、取りやすい向きにするという1つの物のみの操作だった。したがって、「方法」と設定されたアクションに含まれる手がかりは主に身体の動きであるため、チンパンジーにとってはそのアクションの情報を処理することは難しかったと推測できる。物の操作法を呈示する場合には、他個体が操作しているのか、そうでないかといった違いは、チンパンジーの反応にあまり影響しないのかもしれない。

この解釈を支持する現象が、野生チンパンジーの道具使用の獲得過程でみられる。Inoue-Nakamura and Matsuzawa (1997) は、野生チンパンジーのコドモがヤシの実を2つの石をハンマーと台石として使って割れるようになるまでの過程を詳細に分析した。その中で注目すべき点は、コドモのチンパンジーがまず最初におこなったのは「石の上に実をのせる」アクションであり、「実を手または石でたたく」アクションはかなり後になって出現した、という結果である。つまり、他個体のアクションからそこに含まれる「ゴール」を理解するのであれば、「実を割って食べようとするゴール指向的なアクションがまず最初に再現されるはずである。ところが、チンパンジーは「台石の上に実をのせる」アクションを再現することから始めた。これは、ヤシの実を石を使って割るという「ゴール」に達するまでの一連の過程で、最初におこなわれる方法的アクションである。つまり、コドモのチンパンジーは、ヤシの実割りを既に獲得している他個体のアクションから、操作されている物の動きという視覚的情報を処理することによって、物の物理的因果関係(実とそれをおくための台石)を学習し、それを最初に再現したと考えられる。

3. 他個体の身体の動きと意図の認知

それでは、なぜチンパンジーは物の動きに関する情報に比べて、他個体の身体の動きに関する情報を処理することが難しいのだろうか。

この問題を説明するひとつの仮説として、「身体図式」という内的な表象が欠けている可能性が考えられる。ヒトは、内側から感受される自己身体の感覚と、その動きや位置という空間的情報を互いに結びつけて、ひとつのまとまりのある全体として身体を感じることができる。こうした身体図式が成立すると、自己の身体部位を他個体の身体部位に対応させることができる(加藤,

1993)。身体の動きは、視覚的フィードバックとなる手がかりが刻々と変化する情報であるため、非常に複雑である。したがって、身体図式が欠けていると、存続する物に比べ、他個体の身体の動きに関する情報を処理することが困難になるのではないだろうか。

ヒトは、生得的に身体図式という表象を形成しているという主張がある。Meltzoff and Moore (1977, 1983)によれば、ヒトは生後数時間で、他個体のいくつかの表情と一致した表情を模倣できるという。この現象は「初期模倣 (early imitation)」とよばれ、ヒトは他個体の身体の動きと自己の身体の動きに関する知覚情報の等価性を検出し、さらにその情報を自己の身体の動きとして変換する表象システムを生得的にもつ、という仮説が提起されている。

一方、チンパンジーについても、初期模倣の能力が生得的に備わっている可能性を示す報告がいくつかある (Bard, 1992 ; Myowa, 1996)。しかし、ヒトの初期模倣でみられるアクションは、ある特定の動きからなる表情 (例えば、舌の出し入れや口開閉など) に限られており (Anisfeld, 1996 ; Jones, 1996)、生後すぐに他個体の全身体的な動きを模倣できるという証拠は両種ともこれまで得られていない。ヒトもチンパンジーも、初期模倣でみられるような単純な身体的動きについては、模倣できる能力を共通してもつのかもしれない。しかし、これまでみてきたように、チンパンジーでは他個体のアクションに含まれる身体の動きに関する情報を処理する過程がヒトのそれと異なっている。初期模倣のレベルを超えるような複雑な全身体的な動きに関する情報については、その処理機能はヒトと比べてかなり制約されている可能性がある。

では、こうした制約はどのような神経系のメカニズムが基盤となって現れるのだろうか。

Allport (1987) はヒトに関する神経学的立場から、知覚した入力情報を出力としての身体運動の制御へとマッピングする中枢の過程では、注意を調整する能力が不可欠だと主張した。他個体の身体あるいは操作される物に対して注意の調整が正常におこなわれないと、得られた情報の処理が適切におこなわれまいという¹⁾。

注意の調整能力は、膨大な入力情報の流れを処理する上で不可欠である。われわれは、より重要な情報の特徴を選択して注意を向けたり、注意の焦点を変えたりする (Smith & Bryson, 1994)。他個体のアクションを適切な文脈に沿って理解するためには、急激に変化する言語的、ジェスチャー的、姿勢的、触覚的、表情的といった手がかりに対して、注意を柔軟に切り替えることが必要である (Courchesene, Townsend, Akshoomoff, Yeung-Courchesne, Press, Murakami, Lincoln, James, Saitoh, Egaas, Haas, & Schreiber, 1994)。特に、注意の調整能力が重要な役割を果たすのは、他個体の身体の動きに関する情報を処理する場合であると思われる。なぜなら、身体の動きは、物の動きに比べ、視覚的フィードバックが刻々と変化していく一過性の情報だからである。もし、注意の調整能力が欠損していると、注意の方向性は極めてあいまいなものとなり、情報は統合されることなく断片的に表象されるだろう。チンパンジーでは、注意の調整がヒトと比べて適切に機能しないため、身体の動きに関する情報の処理過程が異なるという説明が考えられる。

それでは、身体の動きに関する情報の処理機能が制約されているチンパンジーは、他個体のアクションをどのような形で認知するのだろうか。この問いに答えるためには、ヒトは他個体のアクションをどのように理解しているのかをまず考える必要がある。例えば、われわれは、他個体が物を掴むアクションを見たとき、視覚的に捉えた手の物理的な動きの情報 (指の開き具合、手

が物に接近する速度など)をひとつひとつ詳細に分析しているわけではない。そうした処理には限界がありすぎる。したがって、他個体のアクションを理解するには、入力情報から「意味ある成分」を選んで統合する能力が不可欠となる (Frith, 1989)。入力情報の処理過程で認められた両種間の差異は、複雑な身体の物理的動きから意味ある成分を統合、認知する機能にも当然影響をもたらすはずである。

ヒトは出生直後から、初期模倣でみられるレベルの単純な他個体の身体の動きを表象し、模倣することができる。初期模倣は、より複雑な全身体的な動きの模倣へと発展し、生後9カ月ごろになると、外的な物を含んだアクションを模倣するようになる (Meltzoff, 1988)。そして、ヒト乳児はこうしたアクションを模倣する経験を積むことにより、他個体の身体の動きから操作される物の性質を理解していく。さらに、生後15カ月になると、物の道具的機能を理解するが、それは物を操作する他個体の「意図」といった心的状態の理解と結びつくことにより可能になるという (Meltzoff, 1995)。

つまり、ヒトは、単純な身体的な動きに関する情報を物の動きに関する情報と統合する過程で、他個体が「何をしようとするのか」という成分を見い出すようになる、いいかえれば、身体的動きを模倣することが前提となって、他個体のアクションに含まれる心的状態を認知できるようになるといえる。Meltzoff (1995) は、生後18か月のヒト乳児は、他個体の身体の動きからアクションに含まれる意図を自発的に読み取って「ゴール」を予測し再現できること、一方、機械を使って他個体の身体の動きと同じ物理的な動きを呈示した場合には、「ゴール」を予測できないことを実験的に示した。模倣は、他個体のアクションの身体の動きから意図という意味ある成分を見い出す上で重要な役割を果たすと考えられる。

もし、チンパンジーでヒトのもつレベルでの複雑な身体の動きを情報処理する機能に制約があるとしたら、他個体のアクションから「何をしようとしているのか」ということ、つまり他個体のアクションに含まれる意図を認知することは困難なはずである。

4. チンパンジーの物の操作に関する模倣 — 他個体の意図を認知できるか？

チンパンジーは、他個体のアクションに含まれる意図を見い出せないのだろうか。この点を明らかにするため、明和・松沢 (印刷中) は飼育下のオトナのチンパンジー5個体について、物の操作に関するアクションを模倣する能力を実験的に調べた。まず、実験者 (ヒト) は被験体と対座し、2つの物のセットを渡した。そこで出現した被験体の自発的な反応を記録した。その後、実験者は呈示した物のうちのひとつを、手またはもうひとつの物を使って「開ける」アクションを「ゴール」として、以下の2条件からなる操作を呈示した。①手またはもうひとつの物で開けようとするが、滑って開けられない (例えば、栓抜きで蓋を開けようとするが、栓抜きを滑らせて蓋を開けることに失敗する) 操作、②手またはもうひとつの物を使って実際に開ける (例えば、栓抜きで蓋を開ける) 操作。つまり、①条件は、実験者が「ゴール」に達しようという「意図」を、②条件は実験者が「ゴール」を呈示したことになる。また、呈示したもうひとつの物とは、開けるためには必要のないものだった。実験者は各操作の呈示後、2つの物のセットを再び被験体に渡し、自発的な反応と実験者による操作呈示後の反応を比較した (図1)。

その結果、以下の3点が明らかとなった。1) 実験者による「意図」および「ゴール」呈示条

件間で、チンパンジーのその後の反応に明確な差異はみられなかった、2) 自発的な反応において「開ける」ことができなかつた場合には、操作の効率性(手で開けるか、開けるために必要のないもうひとつの物で開けるか)に関わらず、実験者が呈示した操作法の影響を受けて操作を再現した、3) そこでは、操作された物の性質、例えば、操作された物の物理的な動きや特定の部位が手がかりとなっていた。一方、物を操作する実験者の詳細な身体的な動きは、再現する際の手がかりとなっているとはいえなかつた。

つまり、チンパンジーは、「意図」、「ゴール」両呈示条件において、他個体のアクションのうち、操作された物に関する情報には敏感に注意を向け、それをもとに操作するという反応を示した。しかし、他個体の身体の動きという詳細な情報に注意を向けて、アクションを再現しようとする反応はまったく認められなかつた。これは、チンパンジーでは身体の動きに関する情報を処理する機能が特に制約されているという明和・松沢(1997)の見解を裏づけるとともに、そうした制約が、他個体のアクションに含まれる心的状態の認知を困難にさせるという仮説を支持する結果と思われる。

ヒトは、他個体の身体的な動きに関する情報と物の動きに関する情報を統合する過程で、他個体のアクションを、単なる物理的な動きとは区別し、心的枠組みのなかで表象するようになるという(Meltzoff, 1995)。明和ら(明和・松沢, 1997; 明和・松沢, 印刷中)で得られた結果は、チンパンジーでは、他個体の身体的な動きに関する情報の処理機能に制約があるため、物の動きに関する情報と適切に統合できないこと、それにより、他個体のアクションを心的枠組みのなかで表象することが困難である可能性を示唆している。チンパンジーにとって他個体の身体の動きは、継時的に変化する断片的な動きとしてみえるのかもしれない。



図1 チンパンジーの物の操作に関する模倣の実験場面

5. 模倣能力の社会-認知的側面への影響

以上より、両種間でみられる知覚-運動レベルの基本的な能力の差異は、より高次の認知的側面に現われる差異につながるというよさそうである。本稿では、両種間の差異は注意の調整能力という神経系システムで認められる可能性を指摘してきた。また、その差異はチンパンジーの身体の動きに関する情報処理機能を制約し、複雑な身体的動きの表象を困難にすると推測した。

Smith and Bryson (1994) によれば、ヒトは注意の調整能力に異常があると、情報を意味ある成分として統合する際にゆがみが生じ、結果としてアクションや出来事の認知が硬直化したものとして現われるという。この見解は非常に興味深い。明和・松沢 (1997) によれば、チンパンジーはレパトリーとしてもたない新しい運動パターンを再現することが特に難しかった。また、物と運動パターンの関係が硬直化し、文脈に限定的なアクションが出現するという特徴がみられた。これは、チンパンジーでは注意の調整が機能しにくいいため、産出するアクションのタイプが限定されるといった解釈を裏づける結果と思われる。もし、アクションを柔軟に産出できないと、身体を使った多様なアクションを相互に模倣する経験は阻害されるであろう。それは、他個体の心的状態を他個体のアクションから理解する経験を奪うことにつながると考えられる。

注意の調整能力は、社会的側面の行動にも大きな影響を与えているようだ。Courchesene et al. (1994) は、ヒトは注意を調整する能力を欠損すると、他個体との交渉において事物へ注意を共有することができなくなると指摘した。Barresi and Moore (1996) は、模倣が成立する基本条件として、自己と他個体が同一の事物に対して共同注意を形成することを挙げている。他個体とコミュニケーションを円滑におこなうためには、注意を共有する物や出来事に関する他個体の心的状態という成分を、文脈に応じて柔軟に認知しなければならない。しかし、注意の調整機能が制約されると、他個体の心的状態を認知することが難しくなり、他個体の意図を適切に読み取ったコミュニケーションが成り立たなくなるだろう。もし、チンパンジーで注意の調整機能が制約されているとしたら、他個体との社会的行動はヒトのそれと比べてかなり特異的なものとなるはずである。

Tomasello ら (Tomasello, Gust, & Frost, 1989 ; Tomasello, Call, Nagell, Olguin, & Carpenter, 1994) は、飼育下のチンパンジー集団内で、身振りが個体間で伝播する過程を詳細に調べた。その結果、ある身振りが出現するときの文脈や相手は個体ごとに異なっていて、ある身振りが特定の2者間で繰り返し使われ始めると、その2者間だけが理解可能なルールとして慣習化されることが明らかとなった。つまり、ある身振りのルールは特定の二者間以外に「公共性」をもって広がり得なかったのである。これは、チンパンジーが他個体に対して働きかける行動のうち、特に公共性のあるシグナルを使うアクションが獲得しにくいことを示す結果と考えられる。

では、野生チンパンジーの社会的行動にはどのような特徴がみられるだろうか。野生チンパンジーは、他個体とコミュニケーションをおこなう際、数多くの身振りをを使う (Goodall, 1986 ; Nishida, 1987)。例えば、母親がコドモに手を差し伸ばすとコドモは母親のそばに駆け寄りといったアクションは、チンパンジーの行動でよくみられるものである。しかし、これまで報告されてきた身振りは、いずれも Tomasello ら (Tomasello et al., 1989 ; Tomasello et al., 1994) が実験下で示したような、特定の個体間で成立した身振りであり、その獲得には「刺激-反応」の随伴関係を連合学習したという説明ができる。これまでのところ、集団のメンバー全員が身振りや手話を公共性を持ったシグナルとして使用したという証拠はほとんど見いだされていない (McGrew, 1992)。しかし、物を公共性の高いシグナルとして使うものについては、上記の身体の動きを使う場合に比べ、わずかではあるがその存在が示唆されている。野生チンパンジーでは、他個体に対して伝達的に物を使うアクションが2例報告されている。ひとつは「リーフクリッピング」と呼ばれるアクションで、葉っぱをバリバリと口でちぎることで他個体への求愛を示す機

能をもつといわれる (Nishida, 1980)。もうひとつは「リーフグルーミング」とよばれるアクションで、他個体へのグルーミングと類似したアクション (例えば、見つめたり、口に入れたり、唇を細かくパクパク動かすリップスマックをする) を葉に対しておこなう (Goodall, 1986)。これは、他個体の注意を惹きつけたり (Plooij, 1978)、他個体とのグルーミングを活性化させる (Goodall, 1986) などの機能をもつと解釈されている。しかし、これらの2つの伝達的アクションは、機能を果たす文脈以外でもかなり出現するため、その機能については一致した見解が得られていない (McGrew, 1992; Tomasello et al., 1994)。また、ある特定個体で多く出現し (Nishida, 1980)、他の道具使用に比べてその出現頻度は非常に少ない (McGrew, 1992)。こうした点を考慮すると、これらのアクションは、事物に働きかけるものではなく、他個体への伝達機能をもつものであると結論するには、まだ議論の余地があるだろう。

以上より、チンパンジーの社会的行動においては、他個体に働きかける際、特に身体の動きを公共性のあるシグナルとして使用することは非常に稀だといえることができる。

では、なぜチンパンジーでは、こうしたアクションがみられにくいのだろうか。この特徴は、チンパンジーの模倣能力が制約されている事実を反映するものと思われる。あるアクションが公共性が保証されたシグナルの役割を果たすには、そこで表現される内容の理解と産出がおなじ型を保って役割交代されなければならない。また、そうした役割交代が個体間で成立するためには、シグナルを発信する個体の意図が、他個体に認知されることが不可欠である。それを可能にするのは、身体の動きを模倣する能力ではないだろうか。チンパンジーは、他個体の身体の動きに関する情報は処理しにくいと考えられるため、身体の動きを表象することが難しい。したがって、他個体の身体の動きから他個体のアクションに含まれる意図を見出すこと、さらに、身体の動きによって他個体と同じ表現型のシグナルを認知し、再現することに制約が生じるはずである。模倣能力が制約されているチンパンジーにとって、公共性のあるシグナルの使用が社会的行動として認められにくいのは当然かもしれない。

6. 今後の研究に向けて

本稿では、模倣のメカニズムを知覚-運動レベルの情報処理過程に焦点をあてて検討し、模倣能力の生物学的基盤を明らかにしてきた。また、こうした基本的レベルでみられる差異は、高次な社会-認知的側面の行動に影響を及ぼし、両種間の差異として現われると推測した。特に他個体の身体の動きから心的状態を理解する能力は、模倣能力と深く関わることを示唆された。

近年、他個体の心的状態を読み取る能力は、「心の理論」という特殊化されたモジュールの存在によって理解しようという主張が盛んにおこなわれている (Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1985; Baron-Cohen, 1995)。ヒトは複雑な社会的相互作用に適応するため、このモジュールを進化の過程で特異的に備えたとされる (Baron-Cohen, 1995)。しかし、こうした能力はそれを支える基本的な知覚-運動レベルでの情報処理過程、特に模倣のメカニズムを生物学的に明らかにすることでかなりの部分が説明できるのではないだろうか。今後はさらにチンパンジーの模倣能力に関するデータを集め、より高次な社会的側面との関連性を、ヒトとの比較を通して検討していきたい。

身体の動きを模倣する能力がヒトにのみに備わった能力であるとすれば、ヒトが言語を獲得し

たこととはどのような関連があるだろうか。言語という公共性のあるシンボルを個体間で共有することにより、われわれは自己の身体によって直接見たり、聞いたり、触れたりできない状況、時空間を超えて表象できるようになった。これまでみてきたように、模倣能力の差異がヒトとチンパンジーの行動の差異として最も顕著に現われるのは、身体の動きを媒介とした公共性のあるシンボルを形成する点であった。ヒトは模倣能力をもつことで、身体の動きを介した他個体とのコミュニケーションを可能とした。それは、より多くの情報量を伝達できるシンボルの使用とその体系化へ結びついたとは考えられないだろうか。

このような過程を生物学的な視点から捉えるために、これまでおこなわれてきた実験下でのチンパンジーの言語習得に関する研究を、模倣能力との関連で再検討することも重要なテーマになるだろう。身体の動き、さらには言語的シグナルを表象するには、模倣を可能にする身体の表象能力が不可欠な要素になると思われる。例えば、チンパンジーが獲得した言語では、物の名称を表わす名詞に比べ、身体の動きを表わす動作語は非常に少ない (Savage-Runbaugh, 1986)。この現象は、チンパンジーでは身体の表象能力が制約されている可能性を示すと考えられる。

なぜヒトは他個体の心的状態を理解する能力や言語能力をもつことができたのか。こうした問題を解く鍵は、その基盤となる身体動作に関する模倣能力の基本的なメカニズムを明らかにすることにあるのかもしれない。

註

- 1) 最近、ヒトの注意の調整を司る神経系のシステムには、小脳が関与することがわかってきた (Courchesene, 1989, Courchesene et al., 1994)。これまでの研究により、小脳は運動の協調、制御、学習に関わることがわかっていたが、より高度な認知機能にも寄与するという議論がなされ始めている (Leiner, Leiner, & Dow, 1986, Fiez, Petersen, Cheney, & Raichle, 1992)。残念ながら、ヒトとチンパンジーにおける小脳の構造上の領域や経路の差異を示す神経心理学的な証拠はこれまでのところ得られていない。しかし、この領域で認められる両種の差異が、情報処理過程での差異を引き起こすひとつの原因であるかもしれない。
- 2) 本研究の一部は、平成9年度京都大学霊長類研究所共同利用研究としておこなわれたものである。なお、平成9年度科学研究費補助金(特別研究員奨励金)「ヒトおよびチンパンジーの模倣の発達に関する比較研究」の助成を受けた。

文 献

- Allport, A. 1987 Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp. 395-419.
- Anisfeld, M. 1996 Only tongue protrusion modeling is matched by neonates. *Developmental Review*, 16, 149-161.
- 麻生武 1997 乳幼児期のふりの発達と心の理解. *心理学評論*, 40, 41-56.
- Bard, K. A. 1992 Very early social learning: The effect of neonatal environment on chimpanzees social responsiveness. In: *Abstracts of XIV th Congress of the International Primatological Society*, 119.
- Barresi, J., & Moore, C. 1996 Intentional relations and social understanding. *The Behavioral and Brain Sciences*, 19, 107-122.
- Baron-Cohen, S. 1995 *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge,

- MA: MIT Press.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A., & Frith, U. 1985 Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
- Beck, B. B. 1980 *Animal Tool Behavior*. New York: Garland STPM Press.
- Courchesene, E. 1989 Neuroanatomical systems involved in infantile autism: The implications of cerebellar abnormalities. In G. Dawson (Ed.), *Autism: New perspectives on diagnosis, nature and treatment*. New York: Guilford Press. Pp. 119-143.
- Courchesene, E., Townsend, J. P., Akshoomoff, N. A., Yeung-Courchesne, R., Press, G. A., Murakami, J. W., Lincoln, A. J., James, H. E., Saitoh, O., Egaas, B., Haas, R. H., & Schreibman, L. 1994 A new finding: Impairment in shifting attention in autistic and cerebellar patients. In S. H. Broman & J. Grafman (Eds.), *Atypical cognitive deficits in developmental disorders*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp. 101-137.
- Custance, D. M., Whiten, A., & Bard, K. A. 1995 Can young chimpanzees imitate arbitrary actions? Hayes and Hayes (1952) revisited. *Behaviour*, 132, 839-858.
- Fiez, J. A., Petersen, S. E., Cheney, M. K., & Raichle, M. E. 1992 Impaired non-motor learning and error detection associated with cerebellar damage. *Brain*, 115, 155-178.
- Frith, U. 1989 *Autism: Explaining the Enigma*. Blackwell. 富田真紀・清水康夫（訳）自閉症児の謎を説き明かす。東京書籍, 1991.
- Galef, B. G., Jr. 1991 The question of animal culture. *Human Nature*, 3, 157-178.
- Goodall, J. 1964 Tool-using and aimed throwing in a community of free-living chimpanzees. *Nature*, 201, 1263-1266.
- Goodall, J. 1986 *The chimpanzees of Gombe*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Inoue-Nakamura, N., & Matsuzawa, T. 1997 Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 111, 159-173.
- Jones, S. S. 1996 Imitation or exploration? Young infants' matching of adults' oral gestures. *Child Development*, 67, 1952-1969.
- 加藤義信 1993 身体イメージ 日本児童研究所（編）児童心理学の進歩, 金子書房, 63-87.
- Leiner, H. C., Leiner, A. L., & Dow, R. S. 1986 Does the cerebellum contribute to mental skills? *Behavioral Neuroscience*, 100, 443-454.
- McGrew, W. C. 1992 *Chimpanzee Material Culture: Implications for human evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Meltzoff, A. N. 1988 Infant imitation and memory: Nine-month-olds in immediate and deferred tests. *Child Development*, 59, 217-225.
- Meltzoff, A. N. 1990 Foundations for developing a concept of self: The role of imitation in relating self to other and the value of social mirroring, social modeling, and self practice in infancy. In D. Cicchetti & M. Beeghly (Eds.), *The self in transition: Infancy to childhood*. Chicago: University of Chicago Press, Pp. 139-164.
- Meltzoff, A. N. 1995 Understanding the intentions of others: re-enactment of intended acts by 18-month-old children. *Developmental Psychology*, 31, 838-850.
- Meltzoff, A. N., & Gopnik, A. 1993 The role of imitation in understanding persons and developing a theory of mind. In S. Baron-Cohen, H. Tager-Flusberg, & D. Cohen (Eds.), *Understanding other minds*. New York: Oxford University Press. Pp. 335-366.
- Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. 1977 Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 198, 75-78.
- Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. 1983 Newborn infants imitate adult facial gestures. *Child Development*, 54, 702-709.
- Myowa, M. 1996 Imitation of facial gestures by an infant chimpanzee. *Primates*, 37, 207-

213.

- 明和政子・松沢哲郎 1997 チンパンジーによる物の操作に関する模倣 日本発達心理学会 第8回大会発表論文集, 266.
- 明和政子・松沢哲郎 印刷中 チンパンジーによる物の操作に関する模倣(2) 霊長類研究
- Nagell, k., Olguin, R., & Tomasello, M. 1993 Processes of social learning in the imitative learning of chimpanzees and human children. *Journal of Comparative Psychology*, 107, 174-186.
- Nishida, T. 1980 The leaf-clipping display: A newly discovered expressive gesture in wild chimpanzees. *Journal of Human Evolution*, 9, 117-128.
- Nishida, T. 1987 Local traditions and cultural transmission. In B. Smuts, D. Cheney, R. Seyfarth, R. Wrangham, & T. Struhsaker (Eds.), *Primate Societies*. Chicago: University of Chicago Press. Pp. 462-474.
- Plooij, F. 1978 Some basic traits of language in wild chimpanzees? In A. Lock (Ed.), *Action, Gesture, and Symbol*. London: Academic Press. Pp. 111-132.
- Premack, D., & Woodruff, G. 1978 Does the chimpanzee have a theory of mind? *The Behavioral and Brain Sciences*, 1, 515-526.
- Savage-Rumbaugh, E. S. 1986 *Ape Language*. New York: Columbia University Press. 小島哲也 (訳) チンパンジーの言語研究 ミネルヴァ書房, 1992.
- Rogers, S., & Pennington, B. 1991 A theoretical approach to the deficit in infantile autism. *Development and Psychopathology*, 3, 137-162.
- Smith, I. M., & Bryson, S. E. 1994 Imitation and action in autism: A critical review. *Psychological Bulletin*, 116, 259-273.
- Sugiyama, Y., & Koman, J. 1979 Tool using and making behavior in wild chimpanzees at Bossou, Guinea. *Primates*, 20, 513-524.
- Thorpe, W. 1956 *Learning and instinct in animals*. London: Methuen.
- Tomasello, M., Call, J., Nagell, K., Olguin, R., & Carpenter, M. 1994 The learning and use of gestural signals by young chimpanzees: A trans-generational study. *Primates*, 35, 137-154.
- Tomasello, M., Davis-Dasilva, M., Camak, L., & Bard, K. 1987 Observational learning of tool use by young chimpanzees. *Human Evolution*, 2, 175-183.
- Tomasello, M., Gust, D., & Frost, T. 1989 A longitudinal investigation of gestural communication in young chimpanzees. *Primates*, 30, 35-50.
- Tomasello, M., Kruger, A., & Ratner, H. 1993a Cultural Learning. *The Behavioral and Brain Sciences*, 16, 495-592.
- Tomasello, M., Savage-Rumbaugh, S., & Kruger, A. 1993b Imitative learning of actions on objects by children, chimpanzees, and enculturated chimpanzees. *Child Development*, 64, 1688-1705.
- Whiten, A., Custance, D. M., Gomez, J.-C., Teixidor, P., & Bard, K. A. 1996 Imitative learning of artificial fruit processing in children (*Homo sapiens*) and chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*, 110, 3-14.
- Whiten, A., & Ham, R. 1992 On the nature and evolution of imitation in the animal kingdom: reappraisal of a century of research. In P. Slater & J. Rosenblatt (Eds.), *Advances in the study of behavior*. New York: Academic Press. Pp. 239-283.
- Wood, D. 1989 Social interaction as tutoring. In M. Bornstein & J. Bruner (Eds.), *Interaction in human development*. London: Basil Blackwell. Pp. 59-80.

(博士後期課程2回生, 教育心理学講座)