解　説

模倣はいかに進化してきたのか？　―比較認知科学からのアプローチ―

明　和　政　子*

要旨

ヒトとチンパンジーの模倣能力とその発達を両種間で比較した．ヒトは生後数時間で他者の表情を模倣する．この新生児模倣は，チンパンジーにも備わっている能力であることがわかった．一方，新生児模倣のレベルを超えたより複雑な全身体的行為の模倣は，チンパンジーの大人にとって非常に難しかった．その理由は，チンパンジーは「身体の動きに関する」視覚情報を処理する点がヒトに比べて制約されており，物の属性や定位方向といった「物に関する情報」を手がかりに模倣するためであることが考えられた．模倣は，ヒトの系統がチンパンジーの系統と進化の過程で分岐した後，飛躍的に獲得した能力である可能性が示された．

1．ヒトとチンパンジーの模倣を比較する

現在，地球上に生息している動物のなかで，系統的にヒト（*Homo sapiens*）にもっとも近い種は，チンパンジー（*Pan troglodytes*）である．私は，比較認知科学的アプローチにより，ヒトとチンパンジーの行動を実験的に比較することで，両種の間でみられる類似性や相違点を調べている．そこには，ヒトのもつ知性の起源とその独自性という謎をひも解く重要なヒントが隠されていると考えるからである[1, 2]．

どうやら，「模倣（imitation）」は，ヒトの知性を探るうえできわめて重要な鍵となる能力らしい．「サルまね」ということばに表われているように，一般に模倣には，単純で主体性や独創性に欠けるといったネガティブな印象がつきまとう．しかし，実際にはサルは模倣しない．研究をすすめてみて驚いたことに，模倣はチンパンジーにとってもかなり難しいことがわかってきた．つまり，模倣は，われわれヒトの祖先がチンパンジーの祖先と枝分かれした後，およそ 500 万年前に飛躍的に獲得してきた，ことばに匹敵するほど重要な能力であるようなのだ．

2000 年，京都大学霊長類研究所では「チンパンジーの子どもの認知発達研究」プロジェクトがスタートした[3, 4]．本稿では，筆者が研究所でここ十年余りにわたっておこなってきたチンパンジーの模倣能力とその発達に関する一連の研究を紹介する．得られた知見から，「ヒトらしさ」とは何かを考えてみたい．最後に，比較認知科学がめざす模倣研究の今後の展望についてもふれたい．

2．ヒトにとって模倣はなぜ重要か

これまでの心理学研究では，模倣のもつ意味について，ふたつの側面が強調されてきた．ひとつめは，道具の使用や製作など，遺伝的には伝わらない情報を伝達する手段としての側面である．観察個体は他個体の行動を模倣することで，試行錯誤による個体学習によらなくても，所属集団に特有な適応的技能を効率的に獲得できる．さらに模倣は，そうした情報を「文化（Culture）」として世代を越えて伝達することを可能にした，きわめて重要な手段と考えられる．なぜならば，祖先から蓄積的に受け継がれる文化を，安定したかたちでしっかりと伝えるためには，世代間で正確に情報が伝達される必要があるからである．

ふたつめとして，所属集団のメンバーとして生存するために，他者とのコミュニケーションを成功させる手段としての側面があげられる．円滑にコミュニケーションするには，他者が自分と同じ心の状態をもつ存在として他者の行為を予測し，理解することが不可欠である．こうした他者の意図や目的，信念，思考を理解する能力は，「心の理論（Theory of mind）」とよばれ[5]，ヒトが複雑な社会的環境の中で生存することを可能にした，進化の産物であると考えられる．

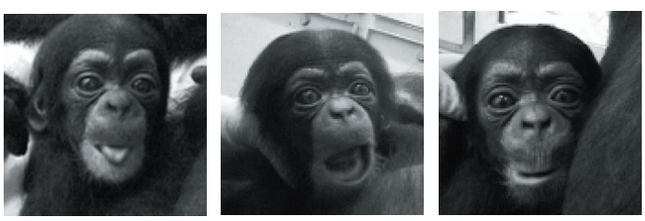
2004 年 11 月 4 日受付
* 滋賀県立大学人間文化学部
〒 522-8533　滋賀県彦根市八坂町 2500
Tel : 0749-28-8430　Fax : 0749-28-8553
E-mail : myowa@shc.usp.ac.jp
キーワード：進化，チンパンジー，新生児模倣，発達，
比較認知科学

このような心の構造が発達するための基盤となる役割を，模倣が果たすという主張がある．例えばメルツォフとゴプニックは，ヒトの乳児は他者の身体の動きを模倣することで，他者が自分と同じ身体的特徴をもつことを理解すると主張している[6]．模倣は，自分自身が同じ行為で得た経験を，観察した他者の行為に照らし合わせることを可能にする．その結果，乳児は他者が何を経験しているのかを心的状態と結びつけて認識するようになるという．また，「自己／他者意識」の発達の基盤[7]，目前にない対象について考える表象能力[8]，さらには，ある対象を他のもので代表する象徴的思考（言語など）を獲得するための前提条件[9]としても，模倣は重要であると考えられている．

3．生まれたときから模倣する？

では，ヒトはいつごろから模倣しはじめ，どのように模倣能力を発達させていくのだろうか．模倣の個体発生にまつわるこの問いは，多くの発達心理学者の関心をひきつけてきた．なかでも，メルツォフとムーアによる報告[10, 11]は，ヒトは生まれながらに，自動的に模倣できる能力をもつ可能性を強く示唆した．

彼らは，生後まもないヒトの新生児が，「舌の突き出し」や「口の開閉」など，他者の表情のいくつかを模倣できることを明らかにした．この現象は「新生児模倣（neonatal imitation）」とよばれている．では，新生児模倣は，ヒトのみに備わった能力なのだろうか．私たちは，ヒトの新生児における実験と同一の手続きを用いて，チンパンジー，さらには，テナガザル，ニホンザル，リスザルの新生児を対象とした比較実験をおこなった[12, 13]．その結果，図１と２に示すような新生児模倣の明瞭な証拠がチンパンジーでは認められたが，その他の三種では観察されなかった．



（a）舌の突き出し　（b）口の開閉　（c）唇の突き出し

図１　チンパンジーの模倣反応．

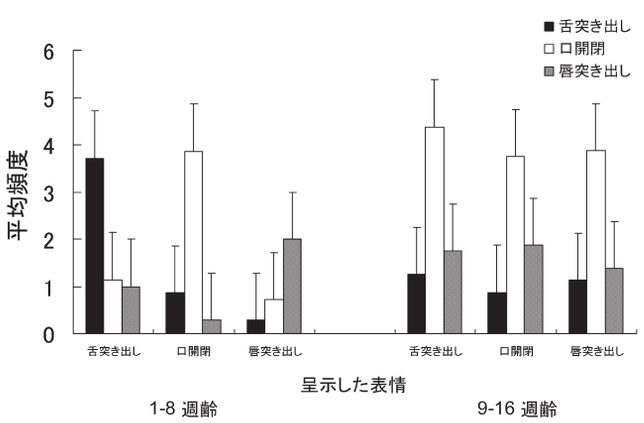


図２　チンパンジーにおける模倣反応の発達的な変化

4．新生児模倣が消失した後

さらに興味深いことに，チンパンジーの新生児模倣は，生後 8 週齢を過ぎる頃から見られなくなった (図２右)．こうした新生児模倣の消失は，ヒトの乳児でも報告されている．ヒトでは，生後 6 － 8 週頃にいったん模倣が見られなくなるが，その後 8 － 12 ヶ月頃より再び表情の模倣をおこなうようになる．

では，チンパンジーの表情模倣は，どのような発達的変化を遂げるのだろうか．新生児模倣の実験を継続した結果，チンパンジーは生後 9 ヶ月頃に突然，模倣「らしき」反応を見せた．ただし，チンパンジーの反応は，ヒトで見られる模倣とは異なり，図３のように，モデルの口唇部に自身の口唇部を接触させようとする，という特徴をもっていた．また，表情以外にも，「床を手のひらで叩く」という単純な身体の動きも，この時期に模倣するようになった．しかし，こうした行為についても，チンパンジーはモデルとの身体接触をともなった反応を示した．チンパンジーがこうした反応を見せたのは 1 ヶ月程度だけであり，その後は，モデルの行為にほとんど関心を示さなくなった[14]．

5．チンパンジーにとって難しい模倣とは

どうやら，チンパンジーの模倣能力は，ヒトのそれと異なったかたちで発達するらしい．では，チンパンジーの模倣能力は，ヒトに比べてどのような点が制限されているのだろうか．私たちは，大人のチンパンジーの模倣能力を調べた[15, 16]．実験者がモデルとなり，物の機能に関係しない「無意味な」行為を，図４のように対面してチンパンジーに見せた．無意味な行為を選んだ理由は，チンパンジーがモデルの行為を手がかりとすることなく自発的に機能的な操作をおこなうことにより，結果的にモデルと同じ行為をお



図３　生後 9 ヶ月のチンパンジーによる表情の模倣

こなう可能性を排除するためであった．チンパンジーにとって，どのような行為を模倣するのが難しい，あるいは容易なのかを探るために，呈示する行為に含まれる要素のうち，①操作する物の数や定位方向（A を・A を自己身体へ・A を B へ），②運動パターン（叩く・ねじる・引く，など）を変数として，計 48 種類の行為を呈示した．

その結果，チンパンジーは呈示した行為を，訓練なしに見ただけで再現する（模倣する）ことはほとんどなかった．チンパンジーにとって，模倣はたいへん難しいらしい．再現する行為の難易度にかかわる要因について具体的にみていくと，図 5 のように，「ある物を，単独で」操作する行為は，「ある物を，別の物へ」および「ある物を，自分の身体へ」向ける行為よりも，再現が難しかった．運動パターンが再現に及ぼす影響についてみると，なじみのある運動パターンは，なじみのない運動パターンに比べて，再現しやすかった．ただし，たとえなじみのある運動パターンであっても，模倣する頻度がとても低かったことは注目に値する．最後に見落とせない点として，チンパンジーの誤反応にははっきりとした特徴が見られた．それは，チンパンジーにとってこれまでの生活経験でなじみの深い物には，ある特定の運動パターンが固執的にむすびつき，それ以外の運動パターンを柔軟にあてはめて再現することができなかったことだ．例えば，日常的によく操作する物であるブラシには，必ず「こする」運動パターンが結びついてしまい，ブラシに「叩く」運動パターンをあてはめた行為を呈示しても，ブラシをこするという反応を固執的に繰り返した．

どうやら，チンパンジーとヒトでは，他者の行為を認知するしかたが異なっているらしい．チンパンジーにとっては，モデルが操作する物の動き（定位方向）の情報が，再現するための手がかりとして有効に働いた．しかし，他者の体の動き（運動パターン）の情報は，再現するための手がかりとはなりにくいようだった．その証拠に，チンパンジーはたとえレパートリーとしてもつ運動パターンであっても，それを見ただけで模倣することはほとんどなかった．例をあげると，同じ「叩く」という運動パターンを含む行為のなかでも，「箱を，叩く（ある物を単独で操作する）」行為は，「棒で，箱を，叩く（ある物を別の物へ操作する）」行為に比べて，再現するのが難しかったのだ．チンパンジーが他者の行為を模倣する場合には，モデルの体の動きよりも，操作される物の動きに注目していることが示唆された．



図 4　大人のチンパンジーがモデルの行為を再現する

6．ヒトの模倣の特徴

これまで得られた結果をまとめてみよう．ヒトとチンパンジーにおいては，新生児模倣のレベル，つまり限られた「身体の動き」である表情の情報を処理する能力は，生まれた時点ですでに備わっているようだ．しかし，より複雑な「身体の動き」を含んだ物を操作する行為の情報を精確に処理する能力は，チンパンジーではヒトに比べてかなり制限されている．その結果，チンパンジーの模倣反応は，ヒトとは異なったかたちとなって現れるらしい．とくに，「身体の動き」の情報しか含まない（物を操作しない）行為，たとえばパントマイムなどは，模倣するのがとりわけ困難だと予測できる．ヒトの祖先は，チンパンジーの祖先と分岐した後，「身体の動き」だけからなる行為，つまり身ぶりを模倣する能力を飛躍的に獲得した可能性が高い．

では，なぜヒトは身ぶりを模倣できるようになったのだろうか．日常場面をふりかえってみると，ヒトは他者とコミュニケーションする際，言語だけに頼るのではなく，他者の身ぶりを頻繁に模倣し，また同時に模倣されていることに気づく．他者の身体の動きに注目した模倣は，他者と同じ経験を忠実に繰り返すことを可能にする．その結果，自分の心を他者の心をしっかりと重ねあわせることができ，他者が何を考えているのか，何を意図しているのか，といった心的状態を，他者の行為を観察するだけで読み取ることができるようになる．これは，自分が属する社会のメンバーと円滑にコミュニケーションするうえで，欠くことのでき

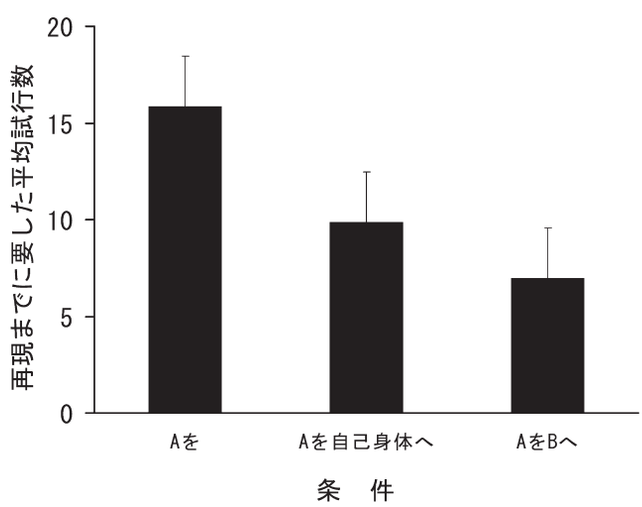


図 5　チンパンジーは，物の定位方向が明確な行為（A を B へ）がもっとも再現しやすく，身体の動きをおもな手がかりとする必要のある行為（A を）は，もっとも再現が難しかった．

ない能力である．このような身体の動きを利用した情報伝達が，言語に先立って成立していた可能性は高いだろう．「ヒトらしさ」を探る鍵は，どうやらこのあたりにあるようだ．

7．模倣研究のこれから

1990 年代にリツォラッティらのグループが見出した「ミラー・ニューロン（Mirror neuron）」は，模倣能力との関連においてたいへん興味深い．このニューロンは，サルがある特定の物の操作をするときと，他者（ヒト）がそれと同じ操作をするのを見ているときの両方で同じように活動する[17]．つまり，このニューロンの存在は，認知できる行為は実行できる行為であること，つまり模倣できることを示唆する．しかし，不思議なことに，サルがこうした行為を模倣できることを示す証拠はこれまでまったく得られていない．ミラー・ニューロンが果たすといわれている役割と，実際表に現れてくる行動とのギャップはあまりに大きい．果たして，ミラー・ニューロンは模倣能力と密接に関連するのだろうか．行動レベルで蓄積したデータを，脳科学の分野から得られた成果と関連づけて，総合的に検討する必要がある．

今後検討すべきもうひとつの課題は，新生児模倣と，その後の模倣能力との発達的な関連性である．ヒトを含む大型類人猿は，生後直後から他者の表情を模倣できるが，その後も広範な行為を模倣できる能力を特異的に発達させるのはヒトだけのようだ．つまり，新生児模倣がその後の模倣のメカニズムと共通したものかどうかについては，議論の余地がある．

模倣能力は「生得的」であるという考え方は，誕生後，社会的刺激の影響を受けずに模倣できる，という点に根拠が見出されている．しかし近年，ヒトは胎内にいる時点ですでに自己身体を随意的に探索したり，母親の声を聞き分けたりするなど，自己と他者を認知する能力を有している可能性が示唆されている．つまり，ヒトの模倣能力の個体発生は，胎児期における感覚運動学習も視野にいれて捉えなおす必要がある．そこで，竹下秀子を中心とする私たちのグループは，現在ヒトの胎児の随意運動およびコミュニケーション能力を継続的に観察している．新生児模倣を可能にする基盤となる能力は，いつ頃どのように発達するのだろうか．また，ヒト以外の霊長類の胎児の行動とは，どのような差異が認められるのだろうか．「胎児期からの行動観察にもとづく比較発達認知科学」研究への期待は大きい．

謝辞

本稿で紹介した研究は，京都大学霊長類研究所，松沢哲郎，友永雅己，田中正之の諸先生方との共同研究である．研究実施にあたっては，文部科学省科学研究費補助金（#12002009・#16002001，代表者：松沢哲郎，#13610086，代表者：友永雅己，#09207105，代表者：波多野誼余夫，#10CE2005，代表者：竹中修），文部科学省 21 世紀 COE プログラム（A14），および文部科学省科学研究費補助金（日本学術振興会特別研究員奨励費，#3642）の助成を受けておこなわれた．

参考文献

1) 松沢哲郎 : チンパンジーの心 , 岩波書店 , (2000).
2) 竹下秀子 : 赤ちゃんの手とまなざし , 岩波書店 , (2001).
3) Matsuzawa,T.: The Ai project: historical and ecological contexts, Animal Cognition, 6, 199-211, (2003).
4) Tomonaga,M., Tanaka,M., Matsuzawa,T., Myowa-Yamakoshi, M., Kosugi,D., Mizuno,Y., Okamoto,S., Yamaguchi,M.K. and Bard,K.A.: Development of social cognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*): Face recognition, smiling, mutual gaze, gaze following and the lack of triadic interactions, Japanese Psychological Research, 46(3), 227-235, (2004).
5) Premack, D. and Woodruff, G.: Does the chimpanzee have a theory of mind? The Behavioral and Brain Sciences, 1, 515-526, (1978).
6) Meltzoff,A.N. and Gopnik,A.: The role of imitation in understanding persons and developing a theory of mind, In Baron-Cohen, S., Tager-Flusberg, H. and Cohen, D. (Eds): Understanding other minds: Perspectives from autism, 335-366, New York: Oxford University Press, (1993).
7) Meltzoff,A.N.: 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 Cicchetti,D. and Beeghly,M. (Eds.): The self in transition: Infancy to childhood, 139-164, Chicago: University of Chicago Press, (1990).
8) 麻生武 : 乳幼児期の“ふり”の発達と心の理解 , 心理学評論 , 40, 41-56, (1997).
9) Piaget,J.: Play, dreams and imitation in childhood, New York: Norton, (1962).
10) Meltzoff,A.N. and Moore,M.K.: Imitation of facial and manual gestures by newborn infants, Science, 198, 75-78, (1977).
11) Meltzoff,A.N. and Moore,M.K.: Newborn infants imitate adult facial gestures, Child Development, 54, 702-709, (1983).
12) Myowa-Yamakoshi, M., Tomonaga, M., Tanaka, M. and Matsuzawa, T.: Imitation in neonatal chimpanzees (*Pan troglodytes*), Developmental Science, 7, 437-442, (2004).
13) 友永雅己 , 田中正之 , 松沢哲郎（編著）: チンパンジーの認知と行動の発達 , 327-332, 京都大学学術出版会 , (2003).
14) 明和政子 : なぜ「まね」をするのか , 62-66, 河出書房新

社 , (2004).
15) Myowa-Yamakoshi, M. and Matsuzawa, T.: Factors influencing imitation of manipulatory actions in chimpanzees (*Pan troglodytes*), Journal of Comparative Psychology, 113, 128-136, (1999).
16) Myowa-Yamakoshi, M. and Matsuzawa, T.: Imitation of intentional manipulatory actions in chimpanzees (*Pan troglodytes*), Journal of Comparative Psychology, 114, 381-391, (2000).
17) di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. and Rizzolatti, G.: Understanding motor events: A neurophysiological study, Experimental Brain Research, 91, 176-180, (1992).



明和　政子（みょうわ　まさこ）
1994 年京都大学教育学部卒業，1999 年同大学院教育学研究科博士課程修了．教育学博士．日本学術振興会特別研究員，京都大学霊長類研究所研究員，京都大学文学研究科研究員を経て，2003 年滋賀県立大学人間文化学部講師，現在に至る．1995 年よりチンパンジーの乳幼児および成体を対象として，社会的知性，とくに模倣に焦点をあてた実験研究をおこなっている．