

## 幼児はヒト以外のエージェントから言葉を学習することができるか —年少児を対象とした実験的検討—

上越教育大学 大学院学校教育研究科	森 口 佑 介
ATR知能ロボティクス研究所	神 田 崇 之
大阪大学 大学院基礎工学研究科	石 黒 浩
京都大学 大学院アジアアフリカ研究科	嶋 田 陽 子
京都大学 大学院文学研究科	板 倉 昭 二

### Can young children learn words from non-human agents?

Department of School Education, Joetsu University of Education	MORIGUCHI, Yusuke
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories	KANDA, Takayuki
Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University	ISHIGURO, Hiroshi
Department of African Area Studies, Kyoto University	SHIMADA, Yoko
Department of Psychology, Graduate School of Letters, Kyoto University	ITAKURA, Shoji

### 要 約

本研究では幼児がロボットから言葉を学習できるか否かを検討した。3歳児はヒトの女性（ヒト条件）かロボット（ロボット条件）が新奇な対象にラベリングしているビデオクリップを視聴した。その後、幼児はビデオで使用された名称に従って対象を選択するように求められた。その結果、いずれの条件幼児も新奇な言葉を学習することができなかった。この結果は、本研究で使用した課題が年少の幼児に適切でなかったことを示唆している。年少の幼児がロボットから言葉を学習できるか否かを検討するためには、新しいパラダイムを開発する必要があると考えられる。

【キー・ワード】 幼児, 語彙学習, ロボット, ヒト以外のエージェント

### Abstract

This study examines whether young children could learn words from a robot. Children of 3 years of age were shown video clips where either a human lady (human condition) or a humanoid robot (robot condition) labeled novel objects. Then the children were asked to select the objects according to the names used in the video. The results revealed that children in both conditions failed to learn words. The results indicated that the task used was not appropriate for younger children. A new paradigm should be devised to address whether younger children could learn

words from a robot.

【Key words】 young children, word learning, robot, non-human agents

## 問題と目的

我が国では、鉄腕アトムやドラえもんなど古くからロボットに対する関心が高い。ロボット研究も盛んで、ASIMO や AIBO など一般にも認知されるロボットが数多く作成されてきた。実際には工場などで使用されるロボットの比重が大きいものの、我々の日常生活の中にロボットが入り込んでくる日もそう遠くはないだろう。その中で、ロボットは、家事はもちろんのこと、子育て、介護、警備、教師役などの様々な役割を担うことも考えられる。とりわけ発達心理学者が興味があるのは、ロボットが子どもの教師になりうるのか、子どもに言葉や行動を教えることが可能であるか、という点である。現状では、子どもがロボットといかに相互作用をするのか、ロボットからどの程度効率よく学習できるか、などについての知見はそれほど多くない。本研究では、子どもがロボットから言葉を学ぶことができるか否かを検討した。

子どもがロボットといかに相互作用を調べ、その理論的枠組みを構築するために、“developmental cybernetics” という研究領域ができつつある (Itakura, Okanda, & Moriguchi, 2008; Kojima, 2005)。この研究領域では、子どもがロボットをどのように知覚するのか、どのように認識するのか、そして、どのように相互作用するのが実証的に検討される。例えば、ある研究は、乳児があまりインタラクティブではないロボットよりもインタラクティブなロボットを好むことを示している (Arita, Hiraki, Kanda & Ishiguro, 2005)。近年注目を集めているのは乳幼児がロボットから行動を学習できるか否か、できるとすればどのように学習するのかという点である。Itakura, Ishida et al. (2008) は、幼児がロボットの行動を模倣することができることを示した。この研究では、ロボットが幼児のデモンストラーター役になったが、1つの条件では、ロボットはある行動の見本をする際に、幼児とアイコンタクトをした。もう1つの条件では、アイコンタクトをせずに行動の見本を行った。その結果、前者の条件の幼児は、後者の条件の幼児よりも、ロボットの行動を模倣することができたという。また、Moriguchi, Minato, Ishiguro, Shinohara, and Itakura (2010) は、ヒトに外見が極めて類似しているロボット (アンドロイド) とあまり類似していないロボットを比較し、幼児が前者から行動を学習しやすいことを示した。

このようにロボットの行動を学習することに関する知見が蓄積されつつあるが、ロボットからの言語学習についてはほとんど研究が蓄積されていないのが現状である。近年の言語学習の研究は、社会的な相互作用の重要性を示している。それらの研究によると、話し手の行為や容貌などが子どもの言語発達に重要な影響を果たすという (Baldwin, 2000; Tomasello & Barton, 1994)。例えば、2つの対象がある際に、話者が一方の対象を注視しながら言葉を発すると、幼児は、発せられた言葉と注視された対象とを関連付ける傾向にある (Baldwin, 1991)。他にも、話者の視線や指さしなどの行動的な手がかりや、知識状態や感情状態などの行動から推測される比較的高次の心的状態に関わる手がかりが、幼児の語彙学習において重要であることが示されてきた (Koenig, Clement, & Harris, 2004;

Sabbagh & Baldwin, 2001; Tomasello & Barton, 1994)。一方で、幼児はヒト以外の媒体、例えばテレビやビデオから言葉を学習できるということを示す研究もある(Anderson & Pempek, 2005; Rice, Huston, Truglio, & Wright 1990)。これらの知見を考慮すると、幼児と他者の社会的相互作用は、言葉の学習においてきわめて重要であるが、必須条件ではないという可能性が示唆される。

子どもがロボットから言葉を学習できるか否かについて検討した研究は多くないが、近年いくつか報告されている。Kanda, Hirano, Eaton, and Ishiguro (2004) は観察を通じて、小学生がロボットから第二言語（英語）を学習するか否かを検討した。小学生は、教室で2週間にわたり英語を話すロボットと交流した。その事前と事後に英語のテストを行った結果、ロボットと多く交流した子どもは、そうでない子どもよりも、英語のテストの成績が向上したという。第一言語に関する研究では、O'Connell, Poulin-Dubois, Demke, and Guay (2009)が、18か月児がロボットの視線を手がかりに対象と言葉の関係を学習できるかを検討した。この研究では、18か月児はロボットが新規な対象に視線を向けて、新規な言葉を発する様子を観察した。その結果、18か月児は、ロボットの視線を追うことはできたが、対象と言葉の関係を学習することができなかった。これらの先行研究から、以下の2つのことが言える。まず、子どもはロボットから第二言語は学習できたが、第一言語は学習できなかった。また、観察手法でロボットからの言語学習を示したものはあるが、実験手法では成功していない。

そこで、筆者らは子どもがロボットから第一言語を学習できるかを実験的に検討した(Moriguchi, Kanda, Ishiguro, Shimada, & Itakura, in press)。この研究では、4,5歳の幼児がロボットから言葉を学習するかを検討した。また、ヒト条件も設定し、ロボット条件と成績を比較した。その結果、幼児は、ヒト条件よりも成績は劣るものの、ロボットから第一言語を学習することができた。これらの結果から、少なくとも年長の幼児はロボットから言葉を学習することができることが示された。

それでは、より年少の幼児もロボットから言葉を学習することができるだろうか。ヒトの言語学習がより早期から始まることを考慮すると、より年少の幼児や乳児を対象にして同様の結果を示す必要があると考えられる。そこで本研究では Moriguchi et al. (in press)のパラダイムを使用し、年少の幼児がロボットから言葉を学習することができるか否かを検討した。

## 方 法

**参加児** 京都市内に住む、健常な40人の保育園3歳児が実験に参加した ( $M = 43.2$ ヶ月,  $SD = 3.4$ , レンジ 36ヶ月～48ヶ月, 男児16人:女児24人)。全ての参加児の第一言語は日本語であった。幼児はランダムにヒト条件、ロボット条件に割り当てられた。その結果、ヒト条件20名 ( $M = 43.3$ ヶ月,  $SD = 2.6$ , レンジ 38ヶ月～48ヶ月, 男児9人:女児11人), ロボット条件20名 ( $M = 43.1$ ヶ月,  $SD = 3.9$ , レンジ 36ヶ月～48ヶ月, 男児7人:女児13人)となった。両条件の月齢に有意な差は見られなかった( $t < 1.0$ )。

**刺激** ATR 知能ロボティクス研究所(京都)で開発されたロボビーという名前のロボットを使用した(ロボビーの詳細については Itakura, Ishida et al. (2008)などを参照)。ロボビーは自律型ヒュー

マノイドロボットであり（身長 1.2m, 体重 40 kg）、ヒトのような目と手を持っている。実験には統制段階と実験段階があり、各段階でビデオクリップが使用された。統制段階のビデオクリップでは、各エージェント（成人女性もしくはロボット）は自分の名前を名乗り（「私の名前は\_\_\_\_です」）、好きな食べ物を紹介した（「\_\_\_\_はバナナが好きです」）。テスト段階のビデオクリップでは、各エージェントは新奇な対象を提示されると、新規な単語（トマ、ブリケット、ハノ）でラベリングをした。テスト段階では、各エージェントは頭を動かし、対象に視線を向け、対象をラベリングした（「これは\_\_\_\_です」）。エージェントの声（事前に記録された女性の声）、対象、および使用された新奇な単語は両条件で同じであった。

**手続き** 参加児は、約 15 分間個別に実験に参加した。参加児はテーブルに向かって座り、実験者が子どもの隣に座った。実験者は参加児と短く話をしてラポールを形成し、参加児がリラックスしたように見えたら実験を開始した。各条件とも、統制段階と実験段階の 2 つの段階から構成された。

統制段階では、参加児は、エージェントから新奇な対象の名前を学習すること、その前にエージェントが自己紹介をすることを告げられた（「今からビデオのお姉さん（ロボット）から色んなもの名前を教えてもらおうよ。その前に、お姉さん（ロボット）が自己紹介するから、ビデオをしっかりと見ているね」）。その後参加児は各エージェント（ヒトもしくはロボット）が自己紹介するビデオクリップを 2 回視聴した。ビデオクリップ視聴後、参加児は、自己紹介の内容について質問された。具体的には、エージェントの名前と好きな食べ物について質問された。この統制段階は、参加児が各エージェントから、同程度に情報を取得できるか否か、また、各エージェントに同程度注意を向けているかを探るために行われた。

実験段階では、まず、参加児は 3 つの対象を提示され、それらの対象の名前を知っているか否かを尋ねられた。どの参加児も、対象の名前を答えることはできなかった。その後対象は隠され、参加児はビデオクリップを見るように教示された（「今から、お姉さん（もしくは、ロボット）が対象の名前を教えてくれるよ。しっかりとビデオを見て、お姉さん（もしくは、ロボット）の声を聴いているね」）。参加児は、3 つの対象のうち 1 つを提示され、その対象の名前に関するビデオクリップを視聴した。ビデオクリップを視聴した後に対象は隠され、次の対象が提示された。各条件とも、幼児は、3 つの対象についてのビデオクリップをそれぞれ 2 回ずつ視聴した。その後、参加児は再び 3 つの対象を提示され、それらの対象の名前を正しく学習したかを尋ねられ、指さしするように求められた（例「この中で、トマトはどれかな？」）。参加児は合計 3 試行与えられた。提示される対象および視聴するビデオクリップの順序はカウンターバランスがとられた。

## 結 果

まず、統制段階における参加児の反応を分析した。参加児は、統制段階における質問、特にエージェントの好きな食べ物（バナナ）についての質問に正しく答えられたら、統制段階を通過したとみなされた。両条件とも、ほとんどの参加児がこの統制段階を通過することができた。具体的には、ヒト条件においては 75% の参加児（20 人中 15 人）が統制段階を通過し、ロボット条件においては 70%

の参加児（20人中14人）が統制段階を通過した。両条件の統制段階の通過率に有意な差は見られなかった（ $\chi^2(1, N = 40) = 0.125, p > .72$ ）。統制段階に通過できなかった参加児のデータは以下の分析から除外された。また、ヒト条件のデータ一人分を紛失したため、分析から除外した。

次に、実験段階における結果を分析した。参加児は、実験段階における実験者からの各質問に対して指さしをすることで正しく反応することができた場合に1点を与えられた（合計得点のレンジ0-3）。先行研究（Moriguchi et al., in press）で示された4, 5歳児の成績と3歳児の成績を図1に示した。ヒト条件の参加児の得点の平均値は、1.36であった。一方、ロボット条件の参加児の得点の平均値は1.07であった。両条件の得点の平均値に違いがあるか否かを  $t$  検定を用いて分析したところ、両条件間に有意な差は認められなかった（ $t(26) = .702, p > .48$ ）。

次に、各条件の参加児の成績がチャンスレベルと有意に異なるか否かを検討した。各試行におけるチャンスレベルは33%なので、本実験でランダムに参加児が指さしをした場合の得点は1点である。1サンプルの  $t$  検定を用いて各条件の参加児の成績がチャンスレベルと異なるか否かを検討したところ、両条件共にチャンスレベルとの有意な違いは認められなかった（ヒト条件： $t(13) = 1.325, p > .20$ 、ロボット条件： $t(13) = .234, p > .81$ ）。

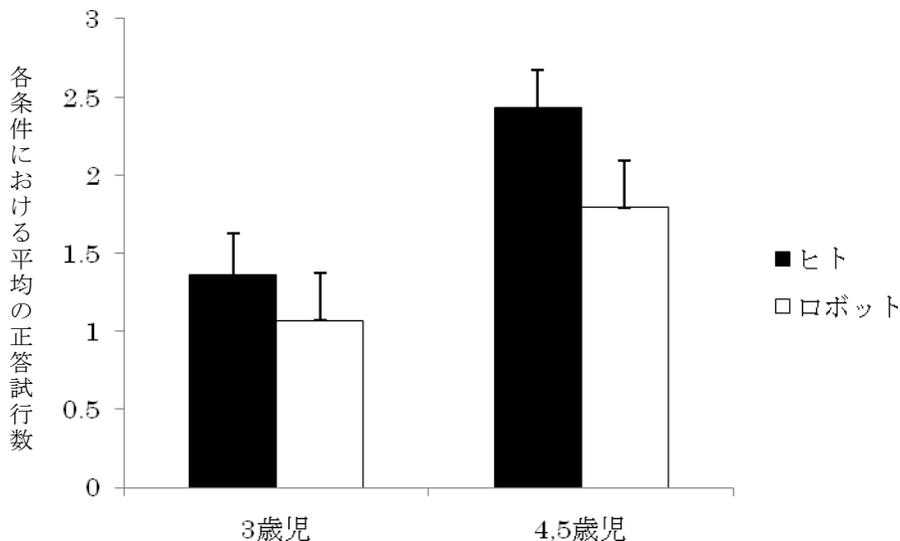


図1 実験段階における正答率（4.5歳児のデータはMoriguchi et al. (in press)を参照）

## 考 察

先行研究から、4,5歳児はロボットから言葉を学習できることが示されている（Moriguchi et al., in press）。本研究ではこの結果を受けて、より年少の幼児がロボットから語彙を学習できるか否かを検討した。新規語彙学習パラダイムで、3歳児はロボットが新規な対象を新奇な名前でラベリングする

様子を観察した。その後、彼らがそれらの語彙を正しく学習するかが検討された。その結果、3 歳児はロボットから語彙を学習できない可能性が示された。彼らの成績は、チャンスレベルと変わらなかった。

この結果は、18 か月児がロボットから語彙を学習することができなかったとする先行研究と一致するように思える (O'Connell et al., 2009)。しかしながら、この結果から、3 歳児がロボットから言葉を学習することができないと結論付けることはできない。なぜならば、ヒト条件においても、3 歳児は語彙を学習することができなかったためである。同じパラダイムを使用した先行研究では、4, 5 歳児はヒトから容易に語彙を学習することができた。また、ヒトほどは効率よく言葉を学習することはできなかったが、ロボットからも新奇な語彙を学習することができた。これらを考慮すると、本研究で 3 歳児がロボットから言葉を学習できなかったのは、本研究で使用した実験方法が 3 歳児には適切ではなかったことによるのかもしれない。本研究では、参加児に対して新規な対象および単語を 3 つ連続で提示し、それらを逐一学習することを求めた。彼らは 3 つの新奇な単語を同時に保持することに困難を示したのかもしれない。この解釈を裏付ける知見として、近年のワーキングメモリ研究や認知的柔軟性に関する研究が挙げられる。これらの研究は一貫して、3 歳から 5 歳の間にワーキングメモリや認知的柔軟性などの能力が発達することを示している (Garon, Bryson, & Smith, 2008 ; 森口, 2008 ; 印刷中)。3 歳児はこれらの課題に必要なワーキングメモリなどの能力を備えていなかったのかもしれない。今後はこれらの課題要求を減らした実験方法で 3 歳児がロボットから語彙学習ができるか否かを検討する必要がある。

子どもとロボットの相互作用を調べ、その理論的枠組みを提示する *developmental cybernetics* は未だ黎明期であり、確固たる方法論もないのが現状である。実験的操作が容易で、より幅広い年齢の子どもに適用可能なパラダイムを構築することで、今後の研究がより進展していくと考えられる。

## 引用文献

- Anderson, D.R. & Pempek, T.A. (2005) Television and very young children. *American Behavioral Scientist* 48, 505-522.
- Arita, A. Hiraki, K., Kanda, T., & Ishiguro, H. (2005). Can we talk to robots? Ten-month-old infants expected interactive humanoid robots to be talked to by persons. *Cognition*, 95, B45-B57.
- Baldwin, D.A. (1991) Infants' contribution to the achievement of joint reference. *Child Development*, 62, 875-890.
- Baldwin, D.A. (2000). Interpersonal understanding fuels knowledge acquisition. *Current Direction in Psychological Science* 9, 40-45.
- Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31-60.
- Itakura, S., Ishida, H., et al. (2008) How to build an intentional android: Infants' imitation of a

- robot's goal-directed actions. *Infancy*, 13, 519-532.
- Itakura, S., Okanda, M., & Moriguchi, Y. (2008) Discovering mind: Development of mentalizing in human children. S. Itakura & K. Fujita (Eds.), *Origins of social mind: Evolutionary and developmental view* (pp.179-198). Springer.
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004) Interactive Robots as Social Partners and Peer Tutors for Children: A Field Trial. *Human Computer Interaction*, 19, 61-84.
- Koenig, M.A., Clement, F., & Harris, P.L. (2004). Trust in testimony: Children's use of true and false statements. *Psychological Science* 15, 694-698.
- Kojima, H. (2005). *Children-robot interaction: From interaction to cognition*. Paper presented at the ESF research conference on brain development and cognition in human infants "From action to cognition". Acquafredda di Maratea, Italy.
- 森口佑介 (2008) 就学前期における実行機能の発達 心理学評論, 51, 447-459
- 森口佑介 (印刷中) 乳幼児期における抑制機能とその神経基盤 ベビーサイエンス.
- Moriguchi, Y., Kanda, T., Ishiguro, H., Shimada, Y., & Itakura, S. (in press). Can young children learn words from a robot? *Interaction Studies*.
- Moriguchi, Y., Minato, T., Ishiguro, H., Shinohara, I. & Itakura, S. (2010). Cues that trigger social transmission of disinhibition in young children *Journal of Experimental Child Psychology*, 107, 181-187.
- O'Connell, L., Poulin-Dubois, D., Demke, T., & Guay, A. (2009) Can infants use a nonhuman agent's gaze direction to establish word-object relations? *Infancy* 14, 414-438.
- Rice, M.L., Huston, A.C., Truglio, R., & Wright, J. (1990) Words from "Sesame Street": Learning vocabulary while viewing. *Developmental Psychology*, 26, 421-428.
- Sabbagh, M.A., & Baldwin, D.A. (2001) Learning words from knowledgeable versus ignorant speakers: Links between preschoolers' theory of mind and semantic development. *Child Development*, 72, 1054-1070.
- Tomasello, M., & Barton, M.E. (1994) Learning words in nonostensive contexts. *Developmental Psychology*, 30, 639-650.

