

## 発話行動のマルチモーダル記述による幼児の発達過程観察

笠見 朋彦<sup>†</sup> 桐山 伸也<sup>‡</sup> 竹林 洋一<sup>††</sup> 北澤 茂良<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学大学院情報学研究科

<sup>‡</sup> 静岡大学情報学部

<sup>††</sup> 静岡大学創造科学技術大学院〒432-8011

静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: <sup>†</sup> gs06017@s.inf.shizuoka.ac.jp, <sup>‡</sup> {kiryama, takebay, kitazawa}@inf.shizuoka.ac.jp

**あらまし** 人間の根源的なコモンセンス思考モデル構築へ向けて、実世界の人間の行動観察から、目標や意図、思考のモデル化を狙うプロジェクトを推進している。思考が行動に表出しやすいナイーブな幼児の自然な振る舞いをマルチモーダル幼児行動コーパスとして蓄積している。思考モデル検討に役立つ事例の発掘を目的として、発話を主体として身振り、目線を含むマルチモーダルな視点で行動を記述し、指示表現を題材として幼児の行動発達を観察した。「注意を引く」という意図の行動を抽出し、Zlatev の提案する “bodily mimesis (身体的模倣)” の概念に基づいて考察した。その結果、単純な反射的行動が自己の意識の芽生えを経て他者を理解した上での行動へと発達する変化が観測された。思考モデル構築へ向けた考察に有用な事例を豊富に抽出できた。

**キーワード** マルチモーダル幼児行動コーパス, 行動発達, 指示表現

## The Observation of Infant's Development Process based on Multimodal Description of Utterance Behavior

Tomohiko KASAMI<sup>†</sup> Shinya KIRIYAMA<sup>‡</sup> Yoichi TAKEBAYASHI<sup>††</sup> and Shigeyoshi KITAZAWA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Informatics, Shizuoka University

<sup>‡</sup> Faculty of Informatics, Shizuoka University

<sup>††</sup> Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

3-5-1 Johoku, Naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka, 432-8011 Japan

E-mail: <sup>†</sup> gs06017@s.inf.shizuoka.ac.jp, <sup>‡</sup> {kiryama, takebay, kitazawa}@inf.shizuoka.ac.jp

**Abstract** Toward human fundamental commonsense thinking model construction, we have been promoting a project aiming at modeling of goal, intention, and thinking by observing human behavior in the real world. We have been accumulating natural behavior of infants whose thinking processes tend to be directly exhibited and constructing a multimodal infant behavior corpus. For the purpose of mining useful examples for the studies of thinking models, we have observed infant development of demonstrative expressions by describing behavior from the multimodal viewpoints including speech, gesture and eye. Focused on the intention of “catch another person's attention,” we have analyzed the extracted examples based on the concept of “bodily mimesis” proposed by Zlatev. The analysis results produced an infant's growing process on behavior; simple and reactive, self-conscious, and finally considering another person. The results also showed that the corpus is a rich source of useful examples for the studies of thinking model construction.

**Keyword** Multimodal Infant Behavior Corpus, Development of Behavior, Demonstrative Expression

### 1. はじめに

人間の根源的なコモンセンス思考モデル構築へ向けて、実世界の人間の行動観察から、目標や意図、思考のモデル化を狙うプロジェクトを推進している[1]。思考が行動に表出しやすいナイーブな幼児に着目し、学内に幼児教室を開設し、定期開催を続けている。幼

児の行動と音声で記録し、同一幼児の経年変化を蓄積できる点が特長である。収録データに多面的にアノテーションを付与し、マルチモーダル幼児行動コーパスを構築中である。

音声言語獲得過程の解明に関する研究は古くから行われており、幼児に着目してその発達過程を観測す

る研究は数多く行われている。幼児の音声コーパスとして CHILDES プロジェクトがあり、ボランティアベースで各種の言語での研究共有リソースを整備している[2]。MIT の Roy らのグループでは幼児の自然な行動を音声と映像で大規模に収録し、シーン検索機能を実装している[3]。これらはコーパス構築技術発展の賜物であるが、意図や思考など心の内面に踏み込んで行動を観察する方法論は確立していない。

本稿では、意図や指向の考察の重要な手掛かりとなる音声発話を主体に、身振りや目線などの他のモダリティにも着目して包括的に行動を記述し、指示表現を題材として幼児の行動発達を観察した結果について述べる。

## 2. 幼児教室環境

2005年6月より毎週1回、1~4歳児を対象に年齢別にクラスを分けて幼児教室を定期開催し、2007年11月現在で合計210回の授業を収録した。

収録は教室に設置した複数のカメラとマイクで行っているが、場所が固定された環境設置マイクでは動き回る幼児の質の高い発話音声を収録出来ず、また話者の特定も困難であるという問題があった。

そこで図1に示すような幼児に直接背負ってもらう形式のウェアラブル音声収録装置を開発した。この装置により17dB程度のノイズが軽減され、発話の安定した音量の確保が可能になり、話者の特定が容易になった。

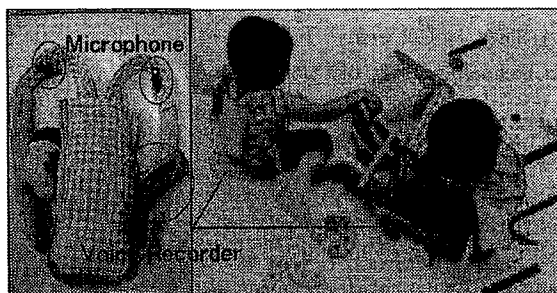


図1:ウェアラブル音声収録装置

## 3. 状況記述

幼児教室で収録したデータを元に、幼児の行動の観察を行った。本研究では幼児が指示表現を行っているシーンに着目し、一人の幼児の14ヶ月~23ヶ月の10ヶ月間のデータから240シーンを抽出した。

指示表現とは話し手が着目している特定の対象を聞き手に伝える表現である。/kore/という指示詞発話を基本として、指差し・手差しが発現している場面を指示表現を行っているシーンとした。

指示表現のシーンとして、図2の「幼児が欲しい物入手するために発話行動に変化をつける」という事例を紹介する。

(1)シーン1:幼児が使っていた教材を先生に返す場面。返還の時に「どうぞ」という発話と共に先生に教材を差し出す(手差し)。目線は先生を見ており、状況的に幼児の目的は相手に物を渡す事であると推測できる。声にはこれといった特徴がない。

(2)シーン2:シーン1の数分後の場面で、先生が使っている教材を幼児が欲しい場面。「どうぞ」という発話と共に手差しを行う。発話内容は相手に物を渡す意味の「どうぞ」だが、目線と手差しの方向から先生に対して物を渡すように要求している事がわかる(どうぞの言葉の意味を理解出来ていない)。韻律的にはシーン1と同じで特徴が見られない。

(3)シーン3:シーン2の数十分後の場面で、シーン2と同様に先生が使っている教材を欲しい場面。シーン2と違うところは語気を強めた発話と身を乗り出すというしぐさがみられるところである。これはシーン2で目的が達成出来なかったことによる苛立ちでの反応として勢いが強くなってしまった、または失敗経験での試行錯誤として別の行動を取ったとも捉えられる。

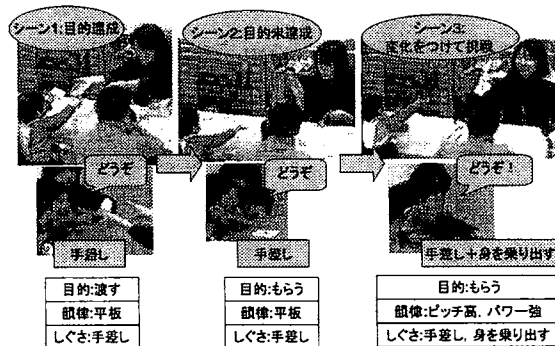


図2:時系列での幼児の行動変化例

図2のような場面の観察から、指示表現で「欲しい物入手する」というゴールを持った幼児の行動を、相手とのインタラクションに着目し図3に状態遷移図としてまとめた。

まず、対象に興味を持った幼児はそれを自分で取るか相手に頼んで取ってもらうかを選択する。自分で取る場合は手に入る・親に阻止されるといった状態に遷移する。相手に取ってもらう場合は、まず相手に「気づいてもらう」というサブゴールを持ち、気づいてもらうためにさまざまな手段を取る。そして発話相手のターンに移り、発話相手の行動によってゴールが達成・失敗という状態に移る。失敗したと判断した場合は諦

める・再チャレンジの手段を取る。再チャレンジの場合は同様の手段を取る場合もあれば違う手段を取って試行錯誤する場合もある。

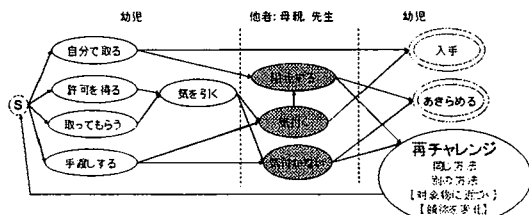


図3:「欲しい物を入手する」場合の幼児の行動

そうしてシーンとして捉えた発話行動の構成要素である発話単位で幼児の行動を、自然言語記述でアンテーションを行い、発話の特徴付ける記述項目として月齢・発話意図・発話内容・韻律の特徴・幼児の行動などの項目を選定した。そしてその記述項目に基づいて実例を行動記述した。表1に構築した行動記述モデル、表2にそれによる行動記述例を示す。

表1:行動記述項目

月齢	発話	韻律	視線	身振り	意図
14ヶ月	二語発話	平坦型	対象物	指差し	発見
15ヶ月	指示語	発見型	相手	指差し(交互)	欲求
18ヶ月	短母音	強調型	対象物→相手	指差し(詳細)	要望
17ヶ月	その他	呼びかけ型	対象物→対象物	指差し(叩く)	発見
18ヶ月		断定型	相手→対象物	取る	
19ヶ月		疑問型		身を乗り出す	
20ヶ月				差し込む	
21ヶ月				叩く	
22ヶ月				見せる	
23ヶ月					

表2:発話行動の記述例

月齢	発話	韻律	視線	身振り	意図
16ヶ月	もー	平坦型	遠くの対象物	指差し(交互)	意見
17ヶ月	おー	平坦型	対象物	指差し(詳細)	意見
18ヶ月	ぶーばっ	強調型	対象物→相手	手差し	欲求
18ヶ月	ぶー	平坦型	対象物→相手	指差し(詳細)	意見
18ヶ月	あ	断定型	対象物	指差し(詳細)	発見
18ヶ月	むた	強調型	対象物→相手	取る	欲求
23ヶ月	これ	断定型	対象物	指差し	要望
23ヶ月	ここ	断定型	相手→対象物	指差し(叩く)	意見
23ヶ月	これ	断定型	対象物→相手	指差し	発見
23ヶ月	これ	呼びかけ型	対象物→相手	指差し(叩く)	要望

#### 4. 外面的特徴の発達変化

外面的な特徴の発達として、発話・視線・しぐさという三つの軸での特徴の変化を観測した。

##### 4.1 発話の発達

14ヶ月の時点では単純に母音を組み合わせた発話のみで子音は観測されなかった。また基本的にピッチが高い発話で、パワーの強弱のみ声に変化をつけ

ていた。18ヶ月になると高いだけだったピッチに変化をつける発話が見られるようになり、また長く発声する発話も見られた。19ヶ月になると子音が観察されるようになり、状況によってパワーを使い分けるようになった。また、連続した発話の中で語気を強くするなどの変化が見られた。図4は発話相手との距離によってパワーを使い分ける場面であるが、相手に自分の書いている絵を見てもらいたいという場面で、相手に近くにいる場合は弱い発話でも相手に聞こえるが、相手が遠い場合にはそれでは聞こえない。そこで語気を強くして相手に聞こえるようにするという工夫を行っている。

ピッチも状況によって使い分けられるようになった。また、2語発話が表示されるようになり、発話にバリエーションを持たせる事が可能になるという変化が観測された。これは図2の事例での繰り返し行動における行動の特徴変化からもわかる。

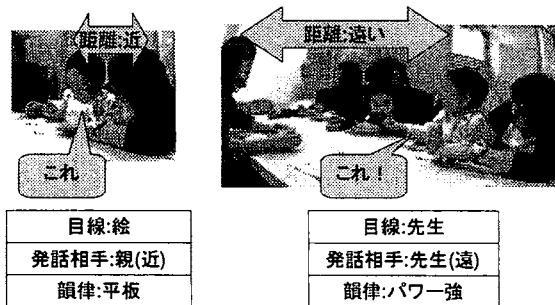


図4:発話相手の距離によるパワーの使い分け

##### 4.2 視線の発達

14ヶ月の時点では様々な対象物に対して短い注視時間で注目が定まらない状態だった。16ヶ月になると注視時間が長くなり、物をじっと見るという傾向が出てきた。19ヶ月になると対象物だけでなく発話相手を見るようになり、対象物→相手という視線の移動をするようになった。21ヶ月になると発話相手を見る時間が増え、相手→対象物というように相手を強く意識した視線の使い方をするようになった。

##### 4.3 しぐさの発達

14ヶ月の時点では単純な手差しと指差しが見られた。17ヶ月では身を乗り出す行為が観測され、長い時間指差しを続けるという場面が見られた。19ヶ月では両手での表現が見られた。22ヶ月では机をたたいて音を立てたり、首をかしげるといった表現がみられた

## 5. 内部思考発達 の 仮説

Zlatev は、身体動作の概念獲得に着目し、ミラーリングでの単純な模倣から共同注意の意識が芽生え、言語の獲得につながるという発達のプロセスを説明する“bodily mimesis(身体的模倣)”という概念を提案している[4]。この概念に基づいて図5で成長に伴う幼児の外面的な特徴を考察し、4段階の変化としてまとめた。

図5で示した外面的な特徴変化を元に、「相手の気を引く」というゴールに対する幼児の階層的な思考モデルの発達を仮説を図6にまとめた。ここでいう意図とは、その時点での幼児の主要な行動の目的のことである。

(1)第一期:物に注意が定まらない、また行動の単位時間が短い事から、物を発見した事による反射的な反応が主となっている。表現能力としても未熟さが見られる。

(2)第二期:表現能力が広がり、色々な行動が取れるようになる。対象物に対して注意時間の長さから執着心が見て取れる。発話相手のことはまだ考慮せず、自分の欲求を主体に置いている。

(3)第三期:物に対する欲求が強かった状態から相手に対して注意を払うようになる。相手の反応を見ながら行動を変える事で様々な技術を習得する。

(4)第四期:相手の反応をまぜうかがうようになり、相手の状況を考慮して今までの試行錯誤の学習で学んだ手法から選択して行動を行っている。

思考方法の発達という観点で見ると、本能的な反応から始まって経験・学習を積み重ね、社会的な行動にいたるという変化になっている。これは、Minsky の提唱する階層的思考モデル[5]の思想そのものであり、本コーパスが階層的思考モデルの考察に有用な事例の宝庫であることを示している。

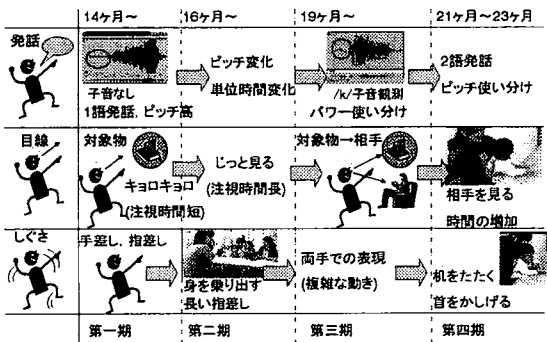


図5: 幼児の外面的特長発達

第一期 (反射期) 14-16ヶ月	注意が定まらない(視線) 行動の単位が短い(発話、視線、仕草)	興味 (発見の反応)	世界を認知 物への興味 発見能力の未熟
第二期 (集中期) 16-18ヶ月	対象物に注力(視線) あきらめない(視線、仕草) 行動の単位が長い(発話、視線、仕草)	欲求 (物が欲しい)	執着心 自己中心的 表現能力の発達
第三期 (試行錯誤期) 18-20ヶ月	対象物と相手双方へ注力(視線) 相手の反応を伺う(視線、仕草) 繰り返し習得での変化(発話、仕草)	発見 (相手へ伝達)	技術の発見 他人への興味
第四期 (習得期) 21-23ヶ月	相手に注力(視線) タイミングを計る(視線、発話) 自然でない演技的行動(発話、仕草)	注目? (気を引く)	ノウハウの応用 他者を考慮

図6: 外面的変化から見る階層的な思考モデルの仮説

## 6. まとめ

指示表現を題材としたマルチモーダル幼児行動コーパスの分析により、本コーパスが Minsky の提唱する階層的思考モデルの考察に有用な事例の宝庫であることを示し、コモンセンス思考モデル構築への見通しを得た。相手の気を引くという幼児の行動に着目し、単純な反射行動が、自己の意識の芽生えを経て、他者理解へと発達する変化を観測できた。

## 文 献

- [1] 山本剛, 仲川淳, 坂根裕, 坂根信一, 桐山伸也, 竹林洋一: マルチモーダル情報を利用した幼児の行動観察の検討, 人工知能学会第20回全国大会, 1C2-1 (2006.6).
- [2] Mac Whinney, B. (1995) The CHILDES Project: Tools for Analyzing Talk, second edition. Lawrence Erlbaum Associates.
- [3] Deb Roy, Rupal Patel, Philip DeCamp, Rony Kubat, Michael Fleischman, Brandon Roy, Nikolaos Mavridis, Stefanie Tellex, Alexia Salata, Jethran Guinness, Michael Levit, Peter Gorniak. (2006). The Human Speechome Project. the Proceedings of the 28th Annual Cognitive Science Conference.
- [4] Zlatev, J. The co-evolution of intersubjectivity and bodily mimesis. *The Shared Mind: Perspectives on Intersubjectivity*, J. Zlatev, T. Racine, C. Sinha and E. Itkonen (eds.), Amsterdam: Benjamins. (in press)
- [5] Minsky, M.: The Emotion Machine, Simon & Schuster(2006)