

三項関係における幼児の問題解決プロセスの分析 Analysis of Infant's Problem Solving Process in Triadic Relations

石川 翔吾[†] 高林 竜一[‡] 桐山 伸也[§] 北澤 茂良[§] 竹林 洋一[†]
Shogo Ishikawa Ryuichi Takabayashi Shinya Kiriyama Shigeyoshi Kitazawa Yoichi Takebayashi

1. はじめに

日常生活において、人・モノ(情報)・人の三項関係というコミュニケーションが多く出現する。これは、モノの取得や、モノの共有、さらには情報の価値を認めてもらうために、他者と情報を共有しながら目標を達成することに起因する。このような三項関係のコミュニケーションを理解することは、協同作業や注意誘導、価値の共有における基本的な問題解決のプロセスを明らかにすることにつながると思われる。

日常生活における問題解決プロセスの分析は、近年、センサやデータベース技術の発展により盛んになってきた。これらの知見は、企業における問題解決[1]や、協調作業における認知モデルやシミュレーション[2]など多くの知見が示されている。一方、我々は問題解決を広く捉え、Newellらが志向した一般問題解決器[3]のように日常生活において人と柔軟にコミュニケーションを行うための問題解決の枠組みを構築することを狙っている。

そこで、問題解決プロセスの分析を進めるために、筆者らは、Minskyの批評家-選択家モデル[4]に基づいて問題解決プロセスを表現することを目的とする。このモデルは、問題と解決策を単純なIf-Thenルールで表現するものではなく、問題の種類を判別する複数の批評家と解決策としての思考方法を決定する複数の選択家が複雑に関係する、人間が日常生活で行う問題解決の基本的な構造で表現される。本研究では、そのための初期的検討として、問題の種類にどのようなものがあるか、解決策としての思考方法にはどのようなものがあるか、それらがどのように結びついているのかという点について明らかにする。しかし、日常生活コミュニケーションを対象に分析するためには、さまざまな要因が影響するため、エビデンスベーストでコミュニケーション事例を整理し、多視点で分析することが必要である。

このような観点から、筆者らは思考が比較的行動に表れやすい幼児に着目して、音声行動コーパスの構築を進めてきた[5]。定期的に幼児教室を開催し、2005年6月から2010年2月までに331回・505時間分の映像・音声データを蓄積しており、同一幼児の経年変化の追跡が可能である[6]。幼児は成長に伴ないコミュニケーションスキルを身につけていく。その差異を捉えることで、コミュニケーションの変容に及ぼした原因や思考プロセスについて分析することが可能である。本稿では、三項関係コミュニケーションをマルチモーダルに分析するための行動記述手法を示し、問題解決プロセスの分析を検討する。

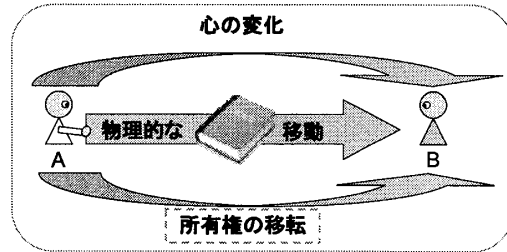


図1 「物を渡す」場面における変化

2. 三項関係における問題解決

三項関係のコミュニケーションにおける問題解決プロセスの特徴について述べる。本稿では、三項関係を特に、人・対象物・人という自然物を介してコミュニケーションが行われる場合を指す。日常生活において、取得、譲渡、交換、順番、注意、占有など多くの三項関係コミュニケーションを行う。図1に示す「AがBに本をあげる」という場面は、本の物理的な移動、所有権がAからBへ移転、本を渡したことでもたらされるAに対する印象といったBの心的変化として表現することが可能である。このようなコミュニケーションにおいては、常に行為者や他者が対象物とどのような関係にあるのかを推測しながら行為が行われる。すなわち、対象物をコントロールできる状態にあるかどうかによって、問題解決の方法が変化する。Minskyは、物や考えが自分の支配下になければ使うことができないため、「所有している」ということは、どんな計画においても基本的な役割を果たす[7]、と指摘している。そのことから、三項関係のコミュニケーションにおいて問題解決をする場合、対象物の所有関係を捉える必要があると考えられる。

また、幼児は成長に伴い自己から他者そして三項関係へと対象世界を広げながら社会的に発達する[8]。そこで、幼児の発達とは問題事象に対処するために問題の起因を特定し、社会性を身につけていくプロセスであると捉える。そのため、発達変化を追うことでコミュニケーションスキルの変容を手掛かりに、類似した状況下での行動の変容を追うことが可能である。

このことを踏まえ、本研究では三項関係コミュニケーションを所有を手掛かりに発達変化を分析することで、その中における問題解決プロセスを明らかにするというアプローチを取る。

3. 音声行動コーパスに基づく行動記述

3.1 問題解決プロセス分析に求められる設計

既存の研究では、発話や韻律、ジェスチャーといった外面的な特徴をどのように記述するかにはフォーカスを当てている。しかし、コミュニケーションの分析においては、一見違う行動においても、同じような問題解決が行われてい

[†] 静岡大学創造科学技術大学院, Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

[‡] 静岡大学情報学研究科, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

[§] 静岡大学情報学部, Faculty of Informatics, Shizuoka University

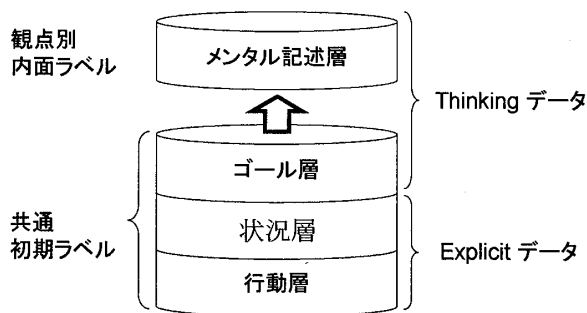


図2 多層的マルチモーダル行動記述

ることも多く、そのような事例間を関連付け、整理することが求められる。そのためには、ある状況におけるコミュニケーションを内面に踏み込んで表現することが重要である。

そこで、筆者らは、多層的なマルチモーダル記述プロセスを提案している。図2に示すように、外面的特徴の記述を基に、エビデンススペースに内的記述を積み上げていく。以下にそれぞれの層の特徴を述べる。

- 行動層
行動事例における、表出された行動を記述する層。ここでは、行動を表現する最低限のものとして、ジェスチャー、視線、発話、韻律を記述項目として設計した。
- 状況層
行動層を基に、周りの状況を記述する層。ここでは、日付や時間、行為者の行動が誰に対して行ったものか(対象者)、対象者の反応、何に対するものか(対象物)、対象物の属性、そして行為者・対象者・対象物との距離関係を記述項目として設計した。また、コンテキストを自然言語により記述する。
- ゴール層
場面全体における、行為者のゴールを記述する層。場面を表現するための記述単位でもある。ゴールを記述するときは、ゴールとサブゴールに分けて記述を行い、サブゴールの集まりの結果がゴールの達成度として表現される。ゴール単位での場面の記述は、状況の異なる行動も見通しよく整理できるというメリットがあり、類似例の比較分析に活用することが可能である。
- メンタル層
上述の三つの層を基に、観点ごとの行為者の心的状態を記述する層。カンファレンスを通して、分析者の視点により、それぞれの表現形式で記述する。本稿で設計した記述形式は3.3節で述べる。

上位の2層のような思考の記述は、解釈が多様であり、見方によって表現の仕方が変わる。そこで、主観的なものを持ち寄って客観化するプロセスをコーパス構築の方法に導入する。発達に関連する感情、意図、知識、問題解決などを詳細に分析し関連付けるために、異分野の専門家や保護者などの多様な解釈で事例を検証し、深化させていく柔軟な体系を持つ。本分析手法は、行動の記述を内面まで踏み込んで構造化することでそれぞれの観点間の比較検証を可能とする。



図3 マルチモーダル行動記述ツール

3.2 行動記述・分析ツール

幼児の行動を多面的な観点から詳細に分析し、マルチモーダルにインタラクションを記述・検索するツールを設計した。図3に示す。設計したツールは、マルチアングル映像を閲覧しながら個々の音声に切り替える機能を持ち、個々の幼児に着目した分析が可能である(図3(A))。また、アンテーションした結果や過去の行動記述事例を一覧で表示し、比較検討を行いながら分析するための機能を持つ(図3(B))。メタデータの付与には、それぞれの観点で記述するために、観点ごとに構造化して蓄積することが可能である(図3(C))。そして、幼児の月齢や対象物への嗜好といった基本属性や付与されたメタデータを手掛かりに検索し、複数の観点に関連させて分析したり、類似例を抽出することができる(図3(D))。すなわち、設計したツールは、発達分析のための複数観点でのマルチモーダルな分析に有効である。

3.3 所有の記述

所有概念の記述方法として、言語学の「情報のなわ張り理論」[9]を採用している。これは、「話し手」と「話し手が推測する聞き手」の情報との心的な距離感を内、外として二者間の関係を表したものである。例えば、話し手が自分の玩具を聞き手に自慢する場合、話し手の「内」、聞き手の「外」と表現する。(以下、<内、外>として表す。)すなわち、話し手の他者の捉え方、および対象物のコントロール権を表現するのに適した形式である。本研究では、この理論を言語現象から拡張し、日常生活の場面に適用した。また、日常生活においては聞き手が対象物に気付いていない場合があるため、「認識なし」を追加した6つの組み合わせで表現するものとする。幼児への適応可能性を示す理論として、およそ18ヶ月を過ぎると相手の意図を理解することができる[10]、という心理学の知見が得られている。所有関係は、自己と他者の所有関係を表現す

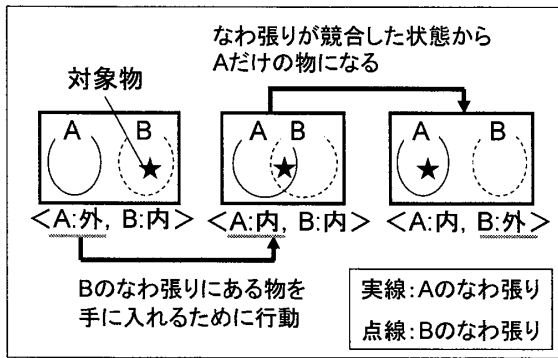


図4 なわ張り関係による三項関係場面の表現

るものであるため、適応することが可能であると考えられる。

筆者らは、所有概念を日常の行動に適用するための記述モデルを検討してきた[11]。記述モデルをベースに所有概念を記述することで、ゴールと現状のギャップを表現できることが分かってきた。図4に例を示す。所有概念の関係を表したデータを活用すると、幼児が物を手に入れる過程を一連の変化パターンとして表現することができる。この場面は、AがBの所有している物を手に入れる場面のなわ張りの変化を表現しており、この場面は<内, 外>というゴールを達成するために、<外, 内>→<内, 内>→<内, 外>という一連の心的状態の変化パターンで問題を解決していくプロセスであると捉えることができる。3.1節の記述プロセスに基づき所有概念を記述した場面が、337事例コーパスに蓄積されている。

3.4 記述データの評価

記述したデータの一致度を検証するために、 κ 値により求めた。ランダムに選定した100場面に対して、2名の記述者によってアノテーションした結果の一致傾向を分析した。一致度を数値化するにあたって、一致した場面の数を場面の数で割った一致率と κ 値を算出した。結果、一致率は79%となり、 $\kappa = 0.71$ となった。不一致となった場面は、対象者の見ている方向がはっきりしない、発話者が誰を対象に発話しているかがはっきりしないという理由による。このような場面は、どちらの解釈が確からしいとはいえないため、どちらの観点もコーパスに蓄積することで対処可能である。

4. 発達変化に基づく問題解決プロセスの分析

4.1 発達変化の仮説

本研究では、三項関係の中で特に物の取り合いに着眼して分析した。物の取り合いは、ある一つの物への所有欲求が競合して起こり、そのトラブルを回避するために貸し借りや交換など、日常生活において基礎的なコミュニケーションスキルを必要とする。この物をめぐるインタラクションを分析することで、他者に対する意識や問題解決の発達変化を明らかにすることが可能になると考えられる。

物の取り合いの発達分析のために、幼児Hくん(3.0~3.9歳)に着目し、コーパスに蓄積されている337個の事例から抽出した。コーパスから取り合い場面を取り出すために、所有概念の変化パターンを利用する。<内, 内>

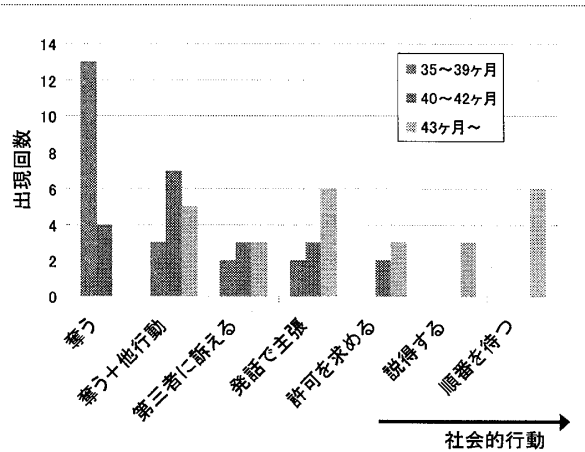


図5 月齢区間ごとの行動の出現頻度

という状態は、他者と対象物が競合している状態を表わしており、この状態を軸に変化パターンを捉えることで、取り合いの場面における過程を分析することが可能である。そこで、なわ張りが競合している<内, 内>を軸に、<外 or 内, 内 or 外>→<内, 内>→<外 or 内, 内 or 外>の変化パターンを41事例抽出した。「他者の物を取る」というゴールにおいてどのようにインタラクションが行われるか発達変化を分析した。図5は、主観的に行動が変化していると判断した時期に現れる行動を表したものである。「奪う」は記述項目における行動層のみで表現でき、自己中心的行動として捉える。「許可を求める」、「説得する」、「順番を待つ」は、行動層と状況層、そしてゴール層を活用することで表現でき、社会的行動として捉える。例えば、「許可を求める」は物が欲しいというゴールのサブゴールとして相手の所有関係を考慮し(ゴール層)、対象物の属性や相手と物の距離関係(状況層)に基づいて目線と発話(行動層)によって行われる行為を表す。35~39ヶ月では奪うという行動が他の月齢に対し多く出現し、40~42ヶ月は自己中心的行動から社会的行動が同程度出現、43ヶ月~は社会的行動が多く出現していることが分かる。

以上の結果より、図6に示す発達変化として仮設立てた。本能的思考期、経験的思考期、社会的思考期の三段階で構成され、行動、問題の種類、行動選択の優先度に基づいた解決方法を各レベルで表している。発達変化は成長に伴い、他者を意識した解決方法に変化し、その問題解決方法によってインタラクション行動が表出したものを示している。すなわち、行動を自分自身でコントロールできるようになり、行動の価値観が他者との関係の中でより社会に適応するように変化した過程である。

発達心理学においても、物の取り合い場面に着眼した観察により、幼児が成長に伴い他者を意識し状況に応じた行動を選択するようになる発達変化として示されている[12]。行動の優先度が変化する過程は、コミュニケーションにおいて解決策の優先度がよりトラブルが起こらないように変化していく結果として表れると捉えることができる。

以上のことから仮設立てた発達変化は、自分が社会的にどう見られたいかという理想、他者との関係を重要視するという価値観、そしてによるものが大きく起因していると考えられる。これは、Minskyの階層的思考モデル[4]が表す、本能的な反応から経験・学習を積み重ねて社会的な行

発達時期	行動の優先度・行動の種類・問題の種類の関係	解決方法
社会的思考期 (43ヶ月～)	■行動選択の優先 他者との衝突をなるべく避ける ■行動の種類 経験的思考期の行動, 説得する, 順番を待つ ■問題の種類 ・対象者との関係 ・相手の注意誘導	【状況に合わせた問題解決】 対象者に対して優先的に働きかけ, 社会的制約を利用して問題を対処する
経験的思考期 (40～42ヶ月)	■行動選択の優先 他者と対象物の関係を意識 ■行動の種類 本能的思考期の行動, 許可を求める ■問題の種類 ・対象者の状況	【問題解決方法の試行錯誤】 第三者の意図を理解し, 解決策として利用して対処する
本能的思考期 (35～39ヶ月)	■行動選択の優先 手に入れることを優先 ■行動の種類 奪う, 第三者に訴える, 欲求を主張, 諦める ■問題の種類 ・物が欲しい ・第三者(特に母親)の意見	【単調な問題解決】 対象物に焦点があり, 対象者ではなく第三者を通して問題を対処する

図6 物の取り合いの発達変化

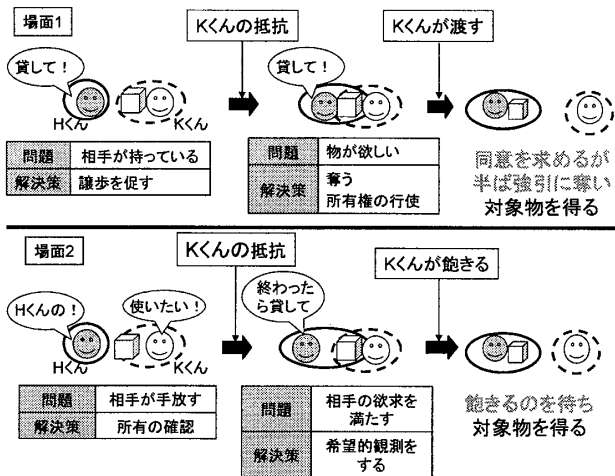


図7 HくんがKくんの使っている物を得る場面

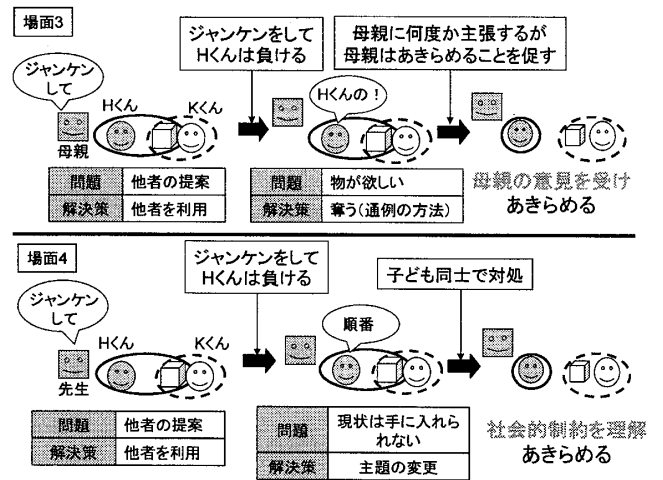


図8 他者の仲介にもかかわらずHくんはKくんの使っている物を得られない場面

動に至るといふ変化を支持するものになっている。「取り合い」という限定された場面が対象にもかかわらず, 所有概念を軸としたマルチモーダルな分析によって, 問題解決における内面の特徴を深掘りするために有効であることが分かった。

4.2 問題解決プロセスの分析

4.1 節で仮説立てた発達変化を手掛かりとして, 幼児の問題解決プロセスを明らかにする。そのために, 発達段階における類似例を基に, 状況における問題解決プロセスを分析した。

特徴を明示的にするために, 簡略化した絵を用いて場面の説明を行う。図7は, Hくん(行為者)とKくん(対象者)の幼児同士での取り合いの場面である。場面1, 2ともHくんが取りに行くと抵抗を受けるといふ類似例である。場面1(図7上)は, Hくんは相手が持っている状況を捉え譲歩を促す(<外, 内>→<内, 内>)が, Kくんが抵

抗すると抵抗を問題としてそれに対処するように行動し, 同意を求めるが抑圧的に接し最終的に物を得ている(<内, 内>→<内, 外>)。これは, 経験的思考期に対応し, 他者と対象物との関係を意識するが, 自分の欲求の優先度が高く同意を求めながらも強行する問題解決が行われている。一方, 場面2(図7下)では, HくんはKくんの物かまず最初に確認を行い(<外, 内>→<内, 内>), 抵抗を問題として捉えると, 問題を整理し直して相手が終わるのを待つという解決策が選択される(<内, 内>→<内, 外>)。これは, 社会的思考期に対応し, 他者の状況を考慮し, 自己の欲求を希望的観測からコントロールした解決策であることが分かる。

次に, 図8のHくんとKくんの物の取り合いにおいて第三者が介入により問題解決しようとするが, Hくんは最終的には取得することに失敗する場面を用いて分析する。場面3(図8上)は, 母親の仲介によりジャンケンをし負けるが, それを受け入れることができず, 状況が変わらない

ため結局手に入れることができない (<内, 内>→<外, 内>)。この場面では, HくんはKくんの状態が考慮できず, 欲しいという欲求が押さえられないことから本能的思考期に対応する。一方, 場面4 (図8下) は, 先生の仲介によりジャンケンをし, 負けてもそのことを素直に受け入れることができている (<内, 内>→<外, 内>)。これは, 社会的思考期に対応し, 他者の状況や第三者の行動を意識することでゴールを達成しようとしており, 欲求をうまくコントロールすることでトラブルが起らないよう問題解決を行っている。

このように発達変化を手掛かりにコミュニケーションを分析することで, 問題解決プロセスを理解することが可能であることが示された。

4.3 考察

4.2節の分析を通して類似例を比較すると, 所有概念の変化パターンが問題解決の結果として表れていることが分かる。物の取り合いの場面においては, 相手が持っている物に働きかけるときは (<外, 内>→<内, 内>) として表現され, 競合した状態の働きかけは (<内, 内>→<内, 外> or <外, 内>) として表現できる。これらの変化パターンを手掛かりに分析することで, 発達に伴ない解決策が変容している過程を捉えることができる。表1は (<外, 内>→<内, 内>) における問題と解決策の関係である。また, 表2は (<内, 内>→<内, 外> or <外, 内>) における問題と解決策の関係を表す。取り合いにおける相手へ意図を伝えるためのきっかけ (表1), 対象物の競合状態におけるゴールへの問題解決の道筋 (表2) として表現できる。所有概念の時系列変化と発達変化を組み合わせることで問題とその解決策を示せることが分かる。このように, 所有概念を手掛かりにマルチモーダルにコミュニケーションを分析することで, 発達段階における問題・解決策とその関係を明らかにできることが示唆された。また, 取り合いの事例に留まらず, 協調作業や注意誘導場面に対象を広げていくことで, 同じ問題解決プロセスを比較し状況ごとの思考プロセスを整理することが可能であると考えられる。

5. おわりに

所有概念に着目した発達変化の仮説に基づき, 問題解決プロセスをマルチモーダルに分析した。所有概念の時系列変化パターンを手掛かりに分析することで, 問題に直面し解決する過程を表現できることが分かった。階層的なマルチモーダル行動分析手法により, 思考を一つの観点で深掘することが可能で, ゴールを分析単位とすることによって事例を整理して比較分析することにより有効であることが明らかになった。本分析手法は, 発達変化を心的状態・行動・ゴールとして関連付けて社会的コミュニケーションスキルの発達として仮説立てることを導き, 問題解決プロセスの変容を明らかにすることに有効であることが示唆された。今後は, 場面や対象幼児を広げていくことで, 特徴を詳細に分析し, 計算機モデルとして表現するための情報処理プロセスを検討していく。

参考文献

[1]加藤菜美絵, 他, “企業内 SNS 導入における有効性に関する調査研究”, 日本社会情報学会学会誌, Vol. 21, No.1, pp.19-32 (2009)

表1 発達段階に基づく (<外, 内>→<内, 内>) における問題・解決策の関係

発達段階	問題	解決策
本能的思考期	物が欲しい	奪う (通例の方法)
	他者の提案	他者を利用
経験的思考期	相手が持っている	譲歩を促す
	周りの人がみている	同情を求める
社会的思考期	相手も欲しい	社会的制約を利用 (ルール)
	相手が手放す	所有の確認
	相手を遠ざける	問題を発生させる

表2 発達段階に基づく (<内, 内>→<内, 外> or <外, 内>) における問題・解決策の関係

発達段階	問題	解決策
本能的思考期	母親の注意	あきらめる
	物が欲しい	奪う (通例の方法)
経験的思考期	相手も物が欲しい	所有権の行使
	相手と所有欲求が競合している	許可を得る
社会的思考期	相手の欲求を満たす	希望的観測をする
	現状は手に入れられない	主題の変更
	相手の注意をそらす	計画を立てる

- [2]K.Miwa, “Collaborative discovery in a simple reasoning task”, Cognitive Systems Research, Vol.5, pp.41-62 (2004)
- [3]A.Newell, et al., “A Variety of Intelligent Learning in a General Problem Solver”, Pergamon Press (1960).
- [4]M. Minsky, 竹林洋一訳, “ミンスキー博士の脳の探検—常識・感情・自己とは—”, 共立出版 (2009).
- [5]竹林洋一, “幼児のコモンセンス知識の基礎研究”, チャイルド・サイエンス, Vol.4, pp.14-18 (2007).
- [6]S. Kiriya, et al., “A Largescale Behavior Corpus Including Multi-Angle Video Data for Observing Infants’ Longterm Developmental Processes”, ICM2007, pp.186-192 (2007).
- [7]M. Minsky, 安西祐一郎訳, “心の社会”, 産業図書, pp.479-480 (1990)
- [8]P.Rochat, 板倉昭二, 開一夫訳, “乳児の世界”, ミネルヴァ書房 (2004).
- [9]神尾昭雄, “情報のなわ張り理論”, 大修館書店 (1990).
- [10] M. Tomasello, “Joint attention as social cognition. In C. Moore & P.J. Dunham (Eds.) Joint attention : Its origin and role in development”, Lawrence Erlbaum Associates, pp.103-130 (1995).
- [11] 石川翔吾, 他, “心的状況記述モデルによる幼児の他者理解能力の発達分析”, 第20回人工知能学会全国大会, 3F3-4 (2008).
- [12] 山本登志哉, “幼児期に於ける『先占の尊重』原則の形成とその機能—所有の個体発生をめぐって—”, 教育心理学研究, Vol. 39, No.2, pp.122-132 (1991).