

解説

子どもとロボットのインタラクションにおけるエージェンシー

Agency in Child-Robot Interaction

田中文英* *東京大学 大学院 情報理工学系研究科 ソーシャル ICT 研究センター

Fumihide Tanaka* *Social ICT Research Center, Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

筆者が子どもとロボットに関する研究を始めて約10年になる。これまで様々な子ども-ロボット間インタラクションの場面に立ち会ってきた。その中で、実験者として常に最も留意する場面のひとつが両者のファーストエンカウンター、つまり子どもとロボットが初めてじっさいに向き合う場面である。とくに幼少の子どもの場合、類似の経験がまったく無い場合も多く、新規な体験という面だけでもそれなりの精神的インパクトを与えうる。それに加えて、よく作られたロボットの動きがもたらすインパクトはかなり大きい。子どもは、新規な場面には本能的に興味と恐れを両方もちながら行動する。ここで恐れが必要以上に大きくなならないよう実験者として気を遣うのがこのファーストエンカウンター場面である。

本稿では、まず、このファーストエンカウンター場面からエージェンシーについて考えてみたい。じっさい、自らの体験を振り返ってみても、初めて精巧な人型ロボットの動くさまを目にした時は、それまでの人生で体験したことのない感覚がしたことを今も覚えている。電源が入る前、床に横たわっている状態では、剛体の連結物あるいは一般的な玩具の類に思えたものが、電源が入り起き上がろうとするその瞬間、極めて非連続的に印象が変わり、まったく異質な非物体であるかのように思われた。この、時間にしてわずか数秒間の間に自らの脳内で起きていた情報処理過程は、いわゆるエージェンシー認知の問題と極めて関連が深いことであったように思われる。

2013年の春、東京で開催された人間-ロボット間インタラクションに関する国際会議 HRI 2013 において、Levinらはこうしたファーストエンカウンター場面における人間のエージェンシー認知に関するモデルを提案した [1]。エージェンシー認知のモデルについては、これまでも認知科学やその周辺分野において様々な議論がなされてきた。従来支持されてきたモデルの多くは、人間の脳内に人間らしさや生き物らしさを感じさせる認知モジュールの存在可能性

を説いており、ファーストエンカウンター場面においてはまずこのモジュールが働き、次いで必要に応じてその知覚を調整する作用が働くとしている。それに対して Levinらは、人間がロボットに面した際の認知では一番最初に「人間と非人間の差異」を知覚する作用が働き、次いで必要に応じて両者を統合するような知覚作用が働くという順序的に逆のモデルを提案している [1]。ただし、Levinらの上記論文ではモデルを提案するに留まっており、データに基づく検証はまだ充分にはなされていない。

この他、エージェンシー認知に関しては神経科学分野方面からも研究が始まっている。一例として、他者の行動を見た際に自ら行動する際と共通した活動を行うとするミラーニューロンシステムの研究も関連が深い。そして、神経科学分野に対して期待が大きいのは脳計測技術の利用である。前述のように、ファーストエンカウンター時の情報処理は秒単位あるいはそれ以下の時間単位内でも行われている。それゆえ、行動分析の手法のみではその情報処理過程を完全に調べ尽くすことは困難であるように思われる。現在広く利用可能な脳計測技術の中で、秒単位以下の時間分解能を求められるものとしては脳磁図 (MEG) と脳波 (EEG) が挙げられるが、人間-ロボット間インタラクションなど制約の少ない場面におけるエージェンシー認知を解明するにはさらに新しい計測技術も必要である。

さて、その一方で、わずか数秒間にして形成されたエージェンシーは壊すことも一瞬で可能である。前述の人型ロボットも、電源が止まり全てのサーボモータのゲインが抜けると一瞬にして元の剛体の連結物に戻ったかのような印象を与える。筆者が有する子ども-ロボット間インタラクションの観察事例においても関連する例があった [2]。筆者が2004年~2006年頃に使用していた人型ロボットは、企業が商品化を目指していたプロトタイプであり、様々な安全対策が施されていた。その内のひとつに、ロボットの転倒時における姿勢制御があった。人型ロボットにおいて転倒を完璧に防ぐことは困難であり、転倒した際にも最大限の安全策を組み入れておくことは重要な要求事項である。筆者が使用していたロボットもこの辺りの対策がなされており、転倒しそうな時は素早く丸まった姿勢に移行

原稿受付

キーワード: Agency, Human-Robot Interaction, Children

*〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

*7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

し、その体勢で転倒するという制御プログラムが入っていた。これは工学的には非常に高度な機能であり、どの方向に倒れても対応した受け身を取るかのように転倒するこのロボットに筆者は感動したことを覚えている。ところがある日、それまで機嫌良くロボットと遊んでいた子どもが、そのロボットが転倒した際に急に怖がって泣いてしまったことがあった。その子どもは2歳に満たない子どもで、まだ明確に会話で理由を尋ねることはできなかったが、どうやら察するに転倒した際にロボットが急激にとった安全姿勢に違和感を覚え泣いてしまったようであった。これは、それまでロボットに感じていたエージェンシーが壊れてしまい、そのために違和感を覚えた可能性がある。

以上の逸話からもわかるように、エージェンシーの認知というものは、じつに精密な相をなしているようである。必要条件として、単調ではない一定以上の複雑なダイナミクスを有すると同時に、完全ランダムではなく秩序も存在していること、そしてそれらが時間連続的に維持され続けていることなどが挙げられる。こうした条件がわずかの間満たされなくなっただけでも、エージェンシーは失せてしまうようである。こうしたエージェンシー成立の必要条件を知るとは、近年 HRI 分野で主要トピックのひとつになりつつある HRI デザイン [3] にとっても重要であるように思われる。エージェンシーの理論的基盤として決定的なものが未だに存在しない現状においては構成論的な手法を採用することも必要で、例えば平田・石黒らによるロボット演劇 [4] は必要条件をロボットの設計や制御ルールの形で明示化させるため、有望な方法論であるものと思われる。

子どもとロボットのインタラクションにおいて、エージェンシーの維持は、子どもの興味を維持するために重要な意味を持ちそうである。完全に予測可能な一定の挙動しかできない物体に対しては、人間はたいていすぐに飽きてしまう。それに対して、エージェンシーを常に感じさせうる複雑性を持った物体の挙動は細部までの完全なる予測は困難であり、それでいながらも全体としての挙動は人間からみて合点がいくものになる。人間が飽きずに興味を持ち続けられるのはそのような挙動なのであろう。

これまで一口に挙動と記してきたが、より具体的に挙動の内容は多岐にわたる。一つ一つのモータによる各関節の細かな動きのレベルから、それらが統合されたロボットの振る舞い (behavior) の単位、さらには発話や LED 等による表出まで含めると、それらの組み合わせは膨大な数になる。これらの中から、子どもとロボットのインタラクションにおいてとくに重要と思われる挙動について考えてみると、ロボットの子どものに対する反応時の挙動が挙げられる。子どもとロボットのインタラクションでは、子どもが持つ自然な操作動機に基づき、子どもがロボットを「操作」しようとする場面が数多く発生する。ここで操作とは広義の

ものであり、じっさいにロボットの身体を手で動かすものから、対話でロボットを動かそうとするものまで含まれる。とくに幼少の子どもにおいては前者のような直接的な操作が数多く発生することが観察からも知られており [2], こうした子どもの操作行動に対するロボットの反応時の挙動は非常に重要である。この反応時にエージェンシーをしっかりと保てるかどうかで、インタラクションがその後も継続するかどうかが大きく関わってくるはずである。筆者らが近年研究を進めているケア・レシーバー型ロボット [5] は、子どもからロボットへの操作行動 (教示行動) を活かした教育応用の試みであるが、操作行動が発生し続けることが効果の前提としてあるため、エージェンシーを保てる反応行動の検討はここでも重要なテーマである。

本稿では、子どもとロボットのインタラクションにおけるエージェンシーについて事例を挙げながら説明した。大人との間よりもダイレクトに反応が現れることの多い子ども-ロボット間インタラクションの設定は、うまく利用すればエージェンシーの研究にも有用なデータを提供できる可能性がある。最新の各種計測技術と分野横断的な知見に基づく研究が今後さらに期待される。

参考文献

- [1] D.T. Levin, J.A. Adams, M.M. Saylor and G. Biswas: "A transition model for cognitions about agency," Proc. of the 8th ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction, Tokyo, Japan, Mar. 2013, pp.373-380.
- [2] 田中: "人間型ロボットと乳幼児の日常インタラクションの研究," 発達する知能 ~知能を形作る相互作用~ (共著書), pp.175-212, シュプリンガー・ジャパン, 2008.
- [3] P.H. Kahn, N.G. Freier, T. Kanda, H. Ishiguro, J.H. Ruckert, R.L. Severson and S.K. Kane: "Design patterns for sociality in human-robot interaction," Proc. of the 3rd ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction, Amsterdam, the Netherlands, Mar. 2008, pp.97-104.
- [4] 石黒, 平田: "ロボット演劇," 日本ロボット学会誌, Vol.29 No.1 pp.35-38, 2011.
- [5] F. Tanaka and S. Matsuzoe: "Children teach a care-receiving robot to promote their learning: field experiments in a classroom for vocabulary learning," Journal of Human-Robot Interaction, Vol.1(1), pp.78-95, 2012.

田中文英 (Fumihide Tanaka)

2003年東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 博士課程修了。博士 (工学)。同年ソニー (株) 入社。エンターテインメント・ロボットの研究開発に従事。2004年からソニー・インテリジェンス・ダイナミクス研究所 (株) へ出向, 同年秋より University of California, San Diego 客員研究員。2008年から筑波大学 大学院システム情報工学研究科 知能機能システム専攻 准教授。2009年10月より JST さきがけ「情報環境と人」領域の研究員を兼任。2013年4月より東京大学 大学院 情報理工学系研究科 ソーシャル ICT センター 特任准教授。2001年人工知能学会全国大会 優秀論文賞, 2005年 IEEE 国際会議 RO-MAN Best Paper Award などを受賞。(日本ロボット学会正会員)