

「新奇性」と「親近性」の軸から 子どもとロボットの関係性を捉える

The description of human-robot relationship from the viewpoint of “familiarity” and “novelty”

高橋 英之¹ 宮崎 美智子¹
岡田浩之^{1,2} 大森隆司^{1,2}

Hideyuki Takahashi¹, Hiroyuki Okada^{1,2}, and Takashi Omori^{1,2}

¹ 玉川大学 脳科学研究所

¹ Brainscience institute, Tamagawa university

² 玉川大学 工学部

² Department of technology, Tamagawa university

Abstract: A robot is an attractive artificial object for children. However, children tend to lose their attention to a robot in a short time. We consider that this short-lived child’s attention is caused because the attention is mainly motivated by the “novelty” of the robot instead of the “familiarity” of it.

In this paper, we discuss the importance of the discrimination of “familiarity” and “novelty” in child’s attention to a robot and introduce several case studies about child-robot interaction for discussing the quantification of. “familiarity” and “novelty” in the child’s attention.

1. はじめに

近年、子どもの興味を引き付けやすいロボットを学習支援に用いることで、単純なパソコンなどの端末を用いた教材よりも高い学習効率をあげられることが期待されている。その一方で、どのように精巧に作り込まれたロボットであっても、一定時間コミュニケーションを行うことにより子どもの興味が減衰し、長期間に渡る持続的な学習支援にはなかなか結びつかない。これは子どもがロボットを“友だちのような親近的な対象”としてではなく、“新奇なモノ”として認識しており、ロボットへの興味が新奇性の消失により減衰する為と思われる。

本研究では、子どものロボットに対する興味を、「新奇性（短期的に減衰）」と「親近性（長期的に持続）」の観点から分離して捉える事の重要性を述べ、いくつかの子どもとロボットのコミュニケーションの事例からこのような異なる種類の興味をそれぞれ定量化する方法について議論する。

2. 子どもの興味を構成する親近性と新奇性

子どもの興味を惹きつける要因として、発達心理学では「新奇性」と「親近性」の二つの要因が知ら

れている[1][2]。新奇性のある対象とは、子どもにとって珍しい、普段あまり接したことが無い対象（例：新しいおもちゃ）、親近性のある対象とは、子どもが慣れ親しんで愛着や安心を感じる対象（例：母親、友だち）を指す。従って新奇性にもとづく興味は、その対象と繰り返し接触することで減衰していく。それに対して親近性にもとづく興味は、対象と繰り返し接触することで逆に強まる傾向がある（図1）。

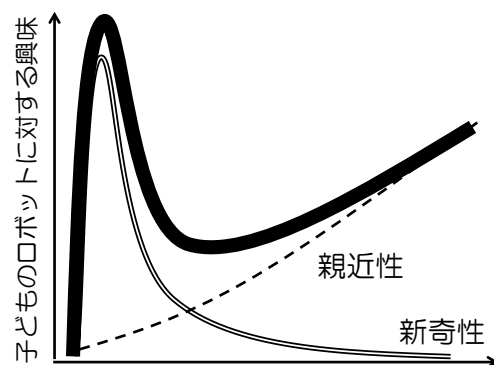


図1. 新奇性と親近性に応じた興味の時間推移

子どものロボットに対する興味が短期間で減衰するのは、その興味が親近性によるものではなく、時

間と共に減衰する新奇性によるものである為と考えられる。これまで、子どものロボットに対する興味を、continuous audience response などの感性評価や接触回数などの行動指標で定量化した研究は行われてきた[3][4]。しかし子どものロボットに対する興味を、新奇性と親近性の二つの観点から分離した上で、親近性によるロボットに対する子どもの興味を高める手法はまだ確立していない。

本発表では、子どもとロボットの交流を continuous audience response 法(CAR 法[5])で感性評価し、その時間変化パターンについて議論した事例と、モーションキャプチャで子どもとロボット、そして養育者の位置関係の変化を計測した事例を紹介することで、子どものロボットに対する興味を親近性と新奇性に分離して定量化する可能性について議論したい。

3. CAR 法による子どもとロボットの交流の評価



図2. 子どもとロボット (ポコボット) のコミュニケーション

2歳の子どものロボットが自由に交流している風景のビデオ撮影を行い、第三者にこの動画を観ながらダイアル型の評価システムで子どもがどれだけロボットに興味を持っているように感じられるか CAR 法(動画に対する鑑賞者の主観評定を逐次的に入力する手法)によって評価してもらった。評価は-7~7の範囲の値として記録された。

ロボットとして、PoCoBot (ビジネスデザイン研究所開発・販売)を使用した(図2)。このロボットは左右の手と首が稼動し、頭部の顔表情をLEDによって変更することが可能である。さらに腹部にはディスプレイが搭載されており任意の画像を表示することができる。ロボットの制御はすべて遠隔制御で行った。

具体的な子どもとロボットの交流の内容として、ロボットの自己紹介から始まり、ロボットが子どもに名前を聞き反応するか、ロボットが突然視線を動かした場合に子どもが視線を追従するか、ロボット

が誘うじゃんけんゲームやモノマネゲームに子どもがのるか、最後にお友達になってほしいというロボットのお願いに子どもがどのように反応するかを調べた。そしてこれら一連の映像をビデオで記録し、7人の成人鑑賞者による CAR 法の評定の平均により子どものロボットに対する興味の推移を定量化した。

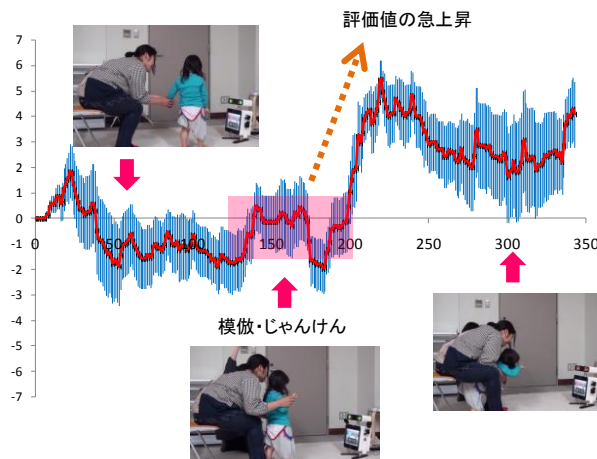


図3. 子どもとロボットに対する興味が後半に向上した例

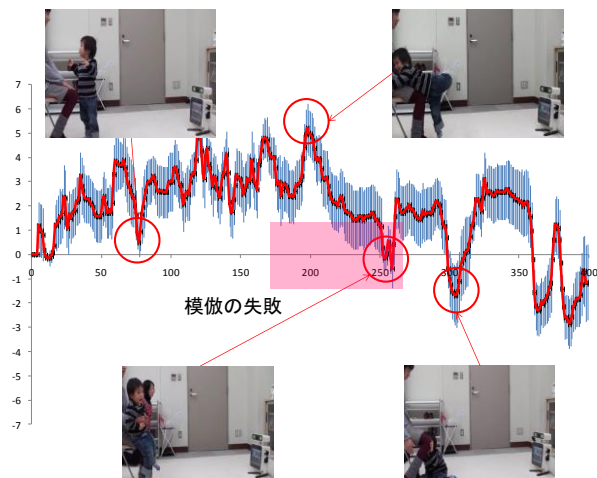


図4. 子どもとロボットに対する興味が後半に減衰した例

図3と図4はそれぞれ子どものロボットに対する興味が後半に向上した事例(子どもとロボットが実験終了時にお友達になれた事例:成功例)と、減衰した事例(子どもが実験終了時にロボットに飽きた:失敗例)それぞれのCAR法で定量化した興味の推移である。この例からも分かるように、後半にロボットに対する興味が上昇する事例では、交流の開始時には子どものロボットに対する興味が低く評定されているのに対して、興味が減衰する事例においては、交流開始の比較的早い段階にロボットに対する興味が上昇し、その後急激に減衰する傾向がみ

てとれた。

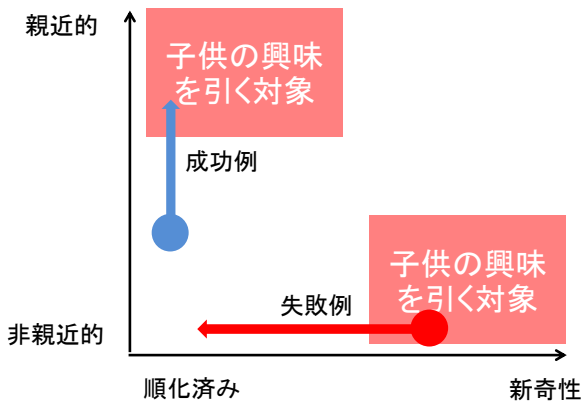


図 5. 子どものロボットに対する興味が後半に向上した例

われわれはこのような二つのタイプ（成功例，失敗例）の子どもの興味の推移を親近性と新奇性の観点から図 5 のように説明する．成功例の子どものロボットに対する興味は親近性によって駆動されていた．従って，ロボットと出会った直後は親近性がまだ高まっておらず，子どものロボットに対する興味があまり強くあらわれなかった．しかし交流の時間経過の中で，子どものロボットに対する親近性が高まることにより，交流の後半に急激に子どものロボットに対する興味が高まったのではないかと考える．一方，失敗例の子どもはロボットに対する興味が新奇性によって駆動されており，新奇性が時間経過により順化することで，急激に子どもの興味が減衰したと思われる．

すなわち我々の仮説として，CAR 法で定量化された一次元の興味の軸の背後には，実際には親近性由来の興味と新奇性由来の興味の二つの要因があり，それぞれの興味が異なる時間変動を辿っていると考えられることで，子どものロボットに対する興味の変動が説明できる，というものである．しかしこのような CAR 法で計測した興味の時間推移からは，このような仮説が間接的にしか示すことができず，より具体的な子どもの行動から子どものロボットに対する興味をそれぞれの要因ごとに定量化する手法を考案する必要がある．

4. 子どもとロボットの位置関係からの興味の定量化

人間には他者に対する親近性に応じた心地が良い距離があると言われている．このような距離はパーソナルスペースといわれ，他者に対する認識を強くあらわす指標と言われている[5]．我々は子どもがロボットに対してどのような距離をとって交流を行う

のかを調べることで，子どものロボットに対する親近性と新奇性による興味をそれぞれ定量化できないかと考えた．そこでモーションキャプチャを用いて子どもとロボット，養育者の位置関係を計測する実験システムを作成，その評価を行った（図 6）．

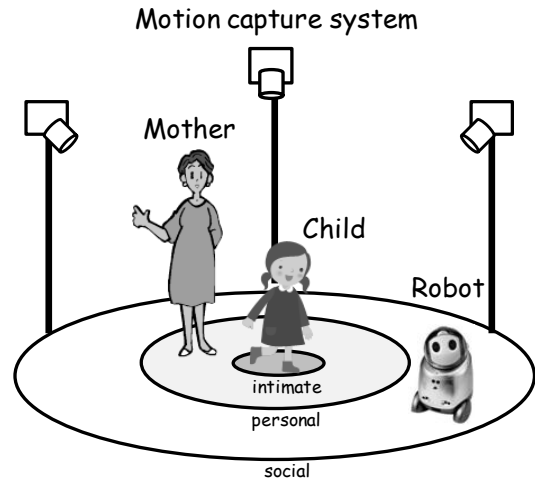


図 6. モーションキャプチャを用いた実験概念図

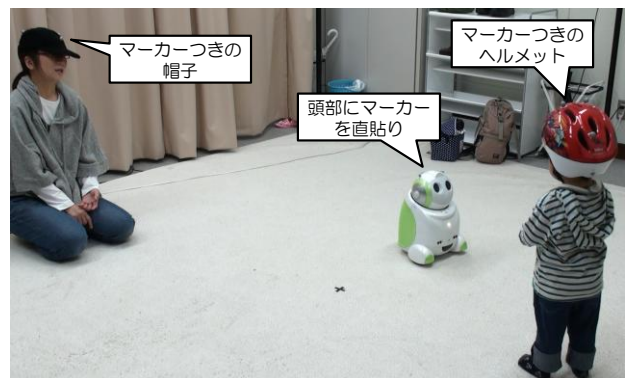


図 7. 実際の実験セットアップ

モーションキャプチャとして，「OptiTrack FLEX:V100R2」(NaturalPoint 社製)を 4m 四方の部屋に 8 台配置した．ロボットは PaPeRo (NEC 開発・レンタル)を使用した．このロボットは自由に部屋の中を移動することが可能であり，ダンスなどを踊ることが可能である．ロボットの制御は遠隔制御と自律制御を組み合わせた形で行った．子どもとロボット，そして養育者の位置と向いている方向は，それぞれの頭部に三点の計測用のマーカーを図 7 のように装着し，このマーカーの三次元座標と回転角度を計測した．

実験において，子どもとロボットは自由に交流を行った．実験中にロボットは適宜，部屋の中を移動し，それに応じた子どものロボットに対する距離のとり方を調べた．本研究ではある 2 歳の子どもとロ

ボットとの交流を例に、関係性の変化に応じた子どもとロボットのモーションキャプチャで計測した位置関係の変化について述べる。



図 8. 子どものロボットとの交流開始時の距離の取り方



図 9. 子どものロボットとの交流終盤の距離の取り方

今回取り上げた子どもは、ロボットとの交流初期においてロボットに対して大きな恐怖感を感じた様子でロボットに近づこうとはしなかった。その後、養育者が子どもを近くに呼び寄せ、養育者と共にロボットとコミュニケーションをとることで（図 8）、最終的には子どもは積極的にロボットとコミュニケーションを行おうという振る舞いをみせた（図 9）。

図 10 はモーションキャプチャで計測した子どもと養育者、そしてロボットの距離の時間推移のグラフである。このグラフから、ロボットと出会った初期には子どもはロボットから基本的に距離をおき、たまに養育者との距離を縮め、また離れるという振る舞いを示していることが分かる。しかし交流を始めてから 200 秒に子どもと養育者（それに従いロボットとも）との距離が近くなり、養育者と共にロボットとの距離を縮めていることがわかる。この段階

では、例えば 300 秒から 400 秒の間のようにロボットが子どもから離れるような振る舞いをみせても、子どもは養育者から離れようとはしない。しかしロボットとの交流の時間が 700 秒を超えたあたりから、必ずしも養育者が側におらずとも子どもはロボットとの距離を縮めるようになる。特に 800 秒を越えたあたりからは養育者との距離が遠いにもかかわらずロボットに近づいていることがみてとれる。

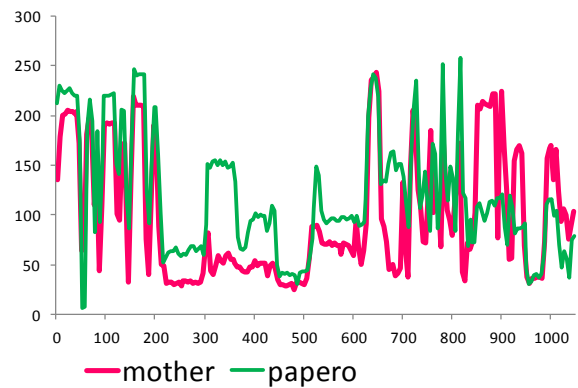


図 10. 子どもからロボットと養育者までの距離の時間変化
(横軸：秒 縦軸：cm)

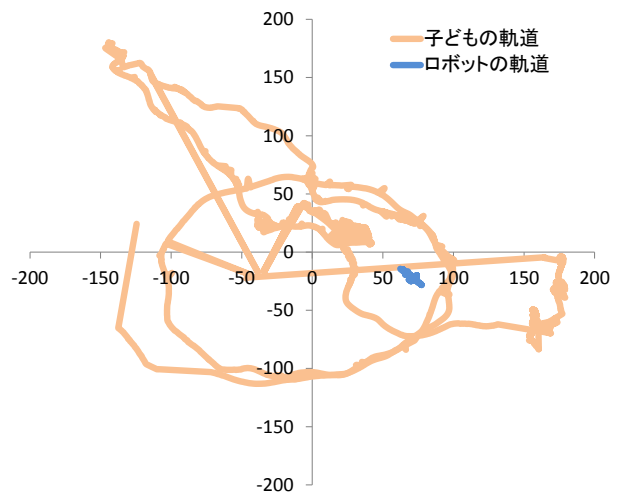


図 11. 800 秒～900 秒における子どもとロボットの部屋の真上からみた移動軌跡のプロット（単位 cm）

図 11 は、子どもが養育者を離れてロボットに接近をした交流開始から 800 秒から 900 秒までの部屋の真上からみた子どもとロボットの移動軌跡のプロットである。これを見ると、この段階で子どもは静止しているロボットの周囲を回っていることが分かる。これは子どもの振る舞いがロボットから大きく距離

を開けていた交流開始時と比較して大きく変化したことを示唆するデータである。

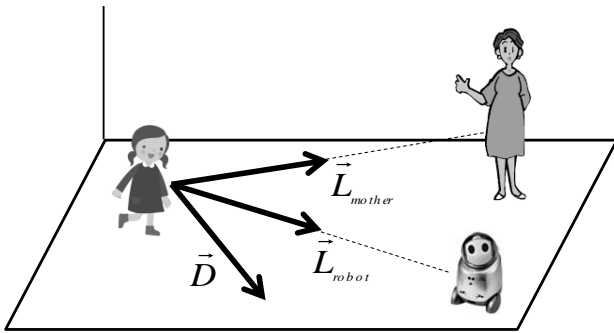


図 12. 子どもからみたロボットと養育者までの方向を示すベクトルと子どもが向いている方向のベクトル

子どもの振る舞いの変化を他の観点からも調べるために、子どもが向いている方向に注目した解析も行った。図 12 のように子どもの位置からみたロボットと養育者の方向、さらに子どもの顔が向いている方向をそれぞれ三次元の単位ベクトル \vec{L}_{robot} , \vec{L}_{mother} , \vec{D} , で表す。そして、 \vec{D} と他のベクトルとの内積を以下のように計算した。

$$attention_{robot} = \vec{D} \cdot \vec{L}_{robot}$$

$$attention_{mother} = \vec{D} \cdot \vec{L}_{mother}$$

内積 $attention_k$ の値が大きいということは、子どもの顔の向きが対象 k の方向に向いていることを示唆する。すなわちこの内積の値を用いることで、子どもがロボットと養育者、どちらの方を向いていたのかを定量化することができる。

図 13 はそれぞれの内積の時間推移のグラフである。このグラフから、子どもは常にロボットの方向に顔を向ける傾向、すなわち交流開始時からロボットに多大な注意を向けていたことを示唆する。しかしその一方で、交流の前半と後半でロボットに対する注意の向け方に大きな変化があったことを示唆する。交流の前半では、子どもはロボットに対して持続的に注意を向けているのに対し、交流後半においては、子どもはロボットに高い頻度で注意を向ける一方、それは持続していない。このようなロボットに対する注意パターンの変化はロボットに対する興味の質の変化を示す可能性があるが、現状ではこれ以上の定性的な説明は難しい。

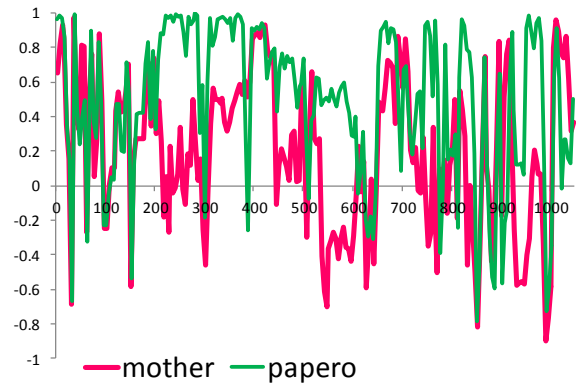


図 13. $attention_{mother}$ と $attention_{papero}$ の時間推移 (秒)

今回は子どもと他の二つの対象との関係性について、距離と顔の方向から定量化したデータを示した。このようなデータは子どもがロボットに対してどのような認識をもっているか、さらに子どもとロボットの関係性の時間変化を測る有力な指標になるのではないかと期待される。他の子どもの事例として、交流開始時に急激にロボットとの距離を縮め、短期間でロボットに飽きてしまう例もみられた。我々の作業仮説として、急激にロボットとの距離を縮める子どものロボットに対する興味は新奇性によるものであり持続しない。それに対して、今回示した子どものように段階的にロボットとの距離を縮めていく子供のほうが結果としてロボットに対する親近性が高まり、持続的なロボットの関係が築けるのではないかと考えている。今後、多くの子どものデータを収集し、距離のとり方の時間変化と交流の持続時間の関係を調べることで、上記の仮説を検証する必要がある。

また子どもの振る舞いは養育者の行動や注意にも大きく影響を受ける為、今後は養育者に対しても同様な解析を行い、子どもの指標との関係性も検討することで、このような影響について詳細に分析する必要がある。

5. 議論

本稿では、まず子どものロボットに対する興味を親近性と新奇性の要因に分ける重要性について議論した上で、子どもとロボットの交流を、CAR 法によって感性評価した研究と、モーションキャプチャで動きや位置関係を分析した研究を紹介した。これらのそれぞれの研究は、子どものロボットに対する興味の要因を親近性と新奇性に分ける上で非常に重要であると我々は考える。今後はこれら二つの研究の

知見を組み合わせることで、子どものロボットに対する興味をより深く掘り下げていきたい。

また子どものロボットに対する親近性による興味は、子どもがロボットを擬人化することで生じられる。今後は子どものロボットへの擬人化がどのような要因で生じるのか、についても併せて考えていくことが必要になるであろう。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金 23700321, および玉川大学グローバル COE プログラム「社会に生きる心の創成」の助成を受けた。

参考文献：

- [1] Fantz R. Pattern vision in young infants. *The Psychological Record* 8, pp. 43-47 (1958).
- [2] Hunter M, Ames E. A multifactor model of infant preferences for novel and familiar stimuli. In *Advances in Infancy Research*, Rovee-Collier C, Lipsitt L (eds), vol. 5. Ablex, Stamford; 69-95 (1988).
- [3] 神田崇行, 佐藤留美, 才脇直樹, 石黒浩, 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.7 No.1, pp.27-37, (2005)
- [4] Tanaka F, Cicourel A, and Movellan, J.R. Socialization between toddlers and robots at an early childhood education center. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*, Vol.104 No.46 p.17954-17958, (2007).
- [5] Engleberg, Isa N. *Working in Groups: Communication Principles and Strategies*. My Communication Kit Series, 140-141, 2006.