

ロボットと遊ぼう！

-ロボットとの関係性構築における 「生成としての遊び」の役割と遊び場の設計-

市倉 愛子^{1,a)} 澤田 智佳^{1,b)} 岡田 慧^{2,c)}

概要：人は遊びを通じて他者や対象物との距離を縮めるが、ロボットとも遊ぶことで友好的な関係を築ける。山田（1994）は、遊びを「既製品としての遊び」と「生成としての遊び」に分類し、後者は楽しさや自発性が重要とした。従来のロボット実験は遊び方が事前に規定されることが多いが、筆者らはロボットとの関係親密化には後者が有効であると考え、ロボットと人が自発的かつ自由に遊べる遊び場の構築を目指した。菊川（2012）が提唱する遊び場空間における開放性、自発性、日常性を基に、日本とカナダでペインティングの実践し、ロボットとの間に形成される絆を確認した。しかし、数日の実施では遊び場の日常性が欠けていたため、コミュニティとしての長期的な関係性の発展が課題となった。ロボットが多様な遊びに対応できることと、遊び場空間の持続性が、ロボットとの関係発展に不可欠であることが示唆された。

1. はじめに

遊びは人々のつながりを強めるために重要な役割を果たす。子どもは日々の遊びの中で、他者と関わりながら社会規範を身につけ、親密な関係を発展させる [1]。また、遊びと「社会的スキル」「向社会的行動」は密接に結びついていることが統計的に明らかになっている [2]。このように、人は子どものうちから遊びながら他者との関わりを持ち、関係性を深めていく。

そもそも遊びは、研究者によってさまざまに定義される。古典的には、Büler の心理的側面に基づく分類 [3]、Piaget の認知発達段階に基づく分類 [4]、Caillois の遊びの内容に基づく分類 [5]、Parten の社会的参加に基づく分類 [6] など、分類指標に応じて定義がバラバラに存在する。

ここで、山田は、遊びに対して2つの立場を示した [7]。1つ目は、遊びを外的形態から捉えようとする立場であり、「鬼ごっこ」や「積み木遊び」など行為の形態によって定められる遊びを「既製品としての遊び」と呼んだ。一方、2つ目の立場は、遊びを行う主体の意識や心理状態に着目した立場である。①その活動が、その主体にとって楽しいこと。②その主体にとって、その楽しい活動それ自体が目

的であって、他の目的達成のための単なる手段になってしまっていないこと。③強制されているという感じを持たないこと。の3つを条件として、「生成としての遊び」と呼んだ。古典的な分類による遊びの定義は、活動主体の意識よりも行為に着目しており、前者に属する。

これまでのロボットとの遊び研究でも、「既製品としての遊び」に分類されるような、人とロボットが行う行為の内容に着目されてきた。しかし、実験室内で限られた環境のもと、ロボットとの遊び方を指示することは、一緒に遊んでいる人とロボットの関係を深めることに寄与するだろうか。Gray は、Free play(自由な遊び)こそが、子どもたちの好奇心や遊び心、仲間との仲を良くすると説く [8]。Parrott も、特に学校の休み時間に見られる Unconstructed play(構造化されていない遊び)が気分の向上や協力、友情の構築に効果があることを明らかにした [9]。さらに、異なる年齢が集まるグループでの、構造化されていない遊びは、年長の子どもの年少の子どものロールモデルとなるため、友情を築きやすい [10]。つまり、ロボットと遊ぶ人を活動主体として、活動主体の自由意志を尊重しながら、彼らが楽しいと思えるような「生成としての遊び」の実現することが人とロボットの関係性構築にも有効であると仮説を立てられる。

そこで、本研究では、人とロボットの「生成としての遊び」という概念を基盤とした遊び場の構築を目指し、子供たちとロボット実機の遊び場づくりを実践した。本研究の

¹ 東京大学大学院学際情報学府

² 東京大学大学院情報理工学系研究科

a) ichikura@jsk.imi.i.u-tokyo.ac.jp

b) sawada@jsk.imi.i.u-tokyo.ac.jp

c) k-okada@jsk.imi.i.u-tokyo.ac.jp

貢献は、これまでに検討されてこなかった活動主体の楽しさ・主体性に重点を置いた遊び場空間を構築したことにある。そして、そのような遊び場空間で人とロボットとのインタラクションを観察し、得られた新しい現象や発見の記述から、両者のつながりを深めるための示唆を与えたことにある。

2. 遊び場空間の設計

2.1 冒険遊び場

生成としての遊びを支える遊び場の設計理論のひとつに、「プレーパーク(冒険遊び場)」がある。1943年にデンマークを発祥とし、日本では1975年に世田谷区で最初の冒険遊び場が開設された[11]。NPO法人日本遊び場づくり協会が定める冒険遊び場の定義には、「冒険遊び場は、すべての子どもが自由に遊ぶことを保障する場所であり、子どもは遊ぶことで育つという認識のもと、子どもと地域と共につくり続けていく、屋外の遊び場である」とある[12]。遊び方を指定したり、禁止したりするのではなく、プレーリーダーと呼ばれる地域の大人と子どもと一緒に、子どもの自発性を発端とした遊びを可能にするのが、冒険遊び場である。

本研究では、冒険遊び場の理念を参考に、人とロボットの遊び場を設計することを考える。このとき、菊川[13]はプレーパークでの参与観察やインタビューから、冒険遊び場で見られる自然遊びの本質的な要素として以下の3つを挙げた(図1を参照)。

- **外部への開放性:** オープンな空間には異なる年齢層や、異なる場所に住むもの同士が集まり、多様な人間関係が構築される下地となる。
- **自発的な創造性:** 禁止事項を立てず、子どもが興味を持ったことを意のままに行うことができる。
- **日常性:** 日常的に、長期間その場が存在することで、居心地の良さや、醸成した人間関係ができる。

本稿では、菊川の提案するこれらの要素を人とロボットの遊びにも取り入れることを目指す。

2.2 ロボットとの遊び場

外部への開放性・自発的な創造性・日常性をそれぞれ実現する研究を挙げる。まず、冒険遊び場が基本としているのは、屋外空間である。屋外空間は、気温や湿度、天候などの問題からロボットには不向きな環境である。また、建物内よりも統制を取りにくい環境のため、安全性の問題からロボットでの研究を行いつらい。そのため、屋外空間でのインタラクションは遠隔操作によるものが多い。たとえば、Wuらは、遠隔操作される犬型四脚ロボットSpotと高齢者の屋外空間の散歩の中で、身体的および言語的交流が見られたことを報告した[14]。Siiriらは、同じく操作された犬型ロボットUnitreeが、公共空間のイベントで参加者

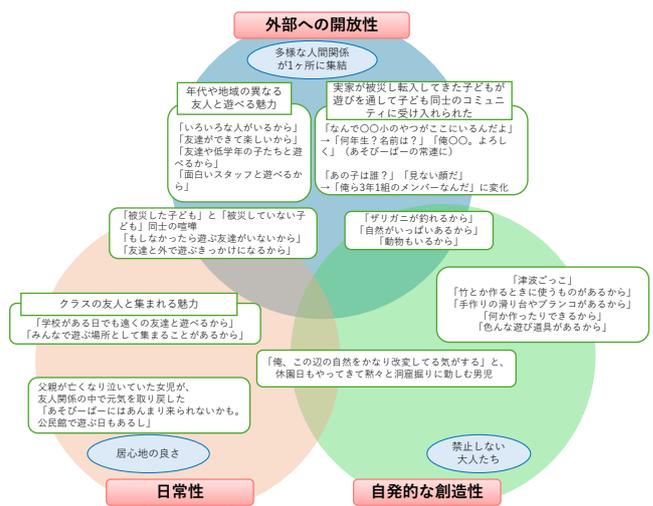


図1 菊川[13]による冒険遊び場で見られる現象の概念図14を文言をそのままに一部レイアウト修正。

と交流を行った。ロボット犬には、食べ物や飲み物をあげようとする行為や言語での交流が見られ、概ね好意的な反応が示された[15]。

次に、ロボットの振る舞いによって参加者の創造性が誘発される例が報告されている。Jiboロボットと共に、言葉による創造性を育むゲーム、図形による創造性を育むゲーム、構築による創造性を育むゲームの3つのゲームを行い、ロボットが子どもの創造性を誘発することを確認した[16]。同研究では、ロボットが創造性を誘発する際、創造性が評価対象であると参加者に捉われないようにするために、教室のような限定された空間は適さないと指摘する。同様に、ストーリーテリングをタスクとして、創造的なロボットと対話を行った子どもたちは、非創造的なロボットと対話した子どもたちよりも、創造性な得点が高いことが報告された[17]。

日常生活空間への、長期的なロボット導入の事例には、神田らの研究[18]がある。語学教育をタスクとして、小学校に導入されたロボットは、外国語教育へは一定の効果を示したが、長期的(2週間)の導入の中で、飽きられてしまい、長期的な関係を維持できなかった。さらに、子どもたちが生活する小学校は、叫び声や走り回る子どももおり、実験室に比べて複雑な実施環境であり、時折言語的なインタラクションに失敗が見られた。小嶋[19]は、保育園でのロボット(Keepon)導入事例を紹介する。自由遊びや集団活動が展開される中で、子どもたちは、絵本を見せたり、薬を飲ませるふりをしたり、様々にインタラクションを行った。同研究では、実験室条件で3.4歳の定型発達児が1人で遊んだ場合、10-15分で飽きてしまうが、保育園での導入では、1年間間にほとんど飽きを見せなかったことも報告されている。小嶋はこの理由を、ロボットが集団に導入されることでそれぞれの子どもが多様な意味づけを行い、参照・交換することができるため、常にロボットとの

関係が発展した、と考察している。

以上のように、それぞれの要素を部分的に満たす研究は存在するものの、ロボットとの間に冒険遊び場のような空間や、生成としての遊びを実現しようという取組は見られていない。そこで、本研究では、3つの要素を満たすような空間を設計し、実践を行った。

3. 人とロボットの遊び場構築の実践

生成としての遊びをロボットとの間で可能にする遊び場を実現するために、子どもを対象としたロボットとのペインティングイベントを実施した。ペインティングは、誰でも簡単に楽しめる活動であり、人に開放感や自発性を感じさせる。そこで、2024年5月に日本・東京都で、8月にカナダ・バンクーバーで2日間ずつ実施したペインティングイベントを事例として示す。

3.1 四脚ロボットとの身体的フィンガーペインティング

3.1.1 セットアップ

最初の例は、子供たちと四脚ロボットとのフィンガーペインティングイベントである。イベントは、2024年5月3日と4日に東京大学の屋外広場で行われた。参加者の募集は、大学構内でのロボットを利用した呼びかけや、大学周辺の公共施設へのチラシ配布により行った。このとき、参加に係る年齢制限は設けていないものの、児童館・図書館・保育園など小学生以下の子供が多く集まる場所を中心にチラシを配布した。また、参加は無料であり、数名に限り実施当日の飛び込みでの参加も可能であった。

フィンガーペインティングを行うにあたり、1.1 × 5mの帆布2枚を平行に並べキャンバスとし、それぞれの参加者が十分に広いスペースを取りながら絵を描けるようにした。また、参加者の子供には事前説明時に背番号がついたTシャツを配布し、アンケート調査と記録映像内の行動が番号で紐付けられた。1日目には11名の子とその家族が、2日目には9名の子供とその家族がそれぞれ参加した。

3.1.2 実施の狙いと参加ロボット

このイベントには2つの狙いがあった。まずひとつの狙いは、人とロボットが共有する遊び場における「開放性」「自発性」「創造性」といった要素が関係性の構築や遊び方にどのような影響を与えるのかを探ることである。

生成としての遊びの条件には、活動主体が楽しさを感じること、そして目的がなく、強制されない（禁止事項の少ない）活動であることが挙げられることから、イベントで行う活動は、開放感を感じながら、誰でも簡単かつ楽しく自由に創造できる行為であることが望ましい。このとき、ペインティングは、身体一つで誰でも簡単に行える行為であることはもちろん、参加者が開放感や自発性を感じられることがわかっており [20]、生成としての遊びの条件を満たすと考えた。さらに、他者と芸術的行為を共にする共創

体験は、他者との関わりを引き出すきっかけとなる [21] ため、ペインティングを通じたロボットとの交流が、ロボットとの関係性構築のきっかけとなると考えた。

ふたつめの狙いは、同一のイベントの中で、多種のロボットと、それぞれのロボットに合わせた交流法を実現することである。菊川が取り上げる望ましい遊び場では、多様な人が集まり、各々が好みに合わせた遊び方をする。ロボットも多様に存在することで、それぞれのロボットに合わせ、参加者ひとりひとりが気に入る交流法をとることができる。

以上2つの狙いを満たすため、Spot (Boston Dynamics)、Unitree (Unitree Robotics)、Aibo (SONY)、Loona (Loona Japan) の4種の四脚ロボットが参加した。四脚ロボットは、キャンパスの上を動き回るだけで、足跡を利用してペインティングすることができるため、身体を使ったフィンガーペインティングに馴染みやすい。また、それぞれのロボットは見た目・大きさ・機能が異なり、交流の方法にも変化をつけられるため、これらの四脚ロボットの参加を決定した。

3.1.3 イベントの流れとアンケート

イベントの流れを図2に示す。まず、絵の具が撒かれたキャンパスの上を、研究者が操作するSpotが歩き、参加者は5分程度その様子を観察した。次に、2枚のキャンバスに対して1台ずつUnitree Go1を配置し、参加者の操作によって、ロボットがキャンパス上を歩き回った。このとき、それぞれのキャンパスの短辺に参加者の列を作り、15分程度全員がロボットを操作した。最後に、参加者全員が一斉にキャンパスを囲み、自由に絵を描ける時間を40分設けた。この時間中に、aiboとLoonaを自律歩行状態で解放し、参加者とロボットが自由に交流できるようにした。

本イベントでは、フィンガーペインティングの様子をビデオ及び写真により記録した。また、イベント終了後に「きょうのおもいで」と題した絵日記形式のアンケート(図3を参照)を配布し、記入を促した。アンケートには、フォーム回答へのQRコードを添付し、参加者が各自でアンケート画像をオンライン上にアップロードした。参加者は、絵日記形式のアンケートのアップロードの際に、オンライン上でもいくつかの質問に回答した。年齢・性別・Tシャツの背番号の他、7件法による「体験の楽しさ」「ロボットとの親密化度合い」を回答した。さらに、体験中で最も楽しかったことや、最も気に入ったロボット、本イベント参加の感想なども自由回答による理由つきで回答を求めた。ただし、参加者の多くが小学生未満の子供であったことから、保護者の協力のもと回答を収集した。

3.2 人型ロボットとの協働的ウォールペインティング

3.2.1 セットアップ

次の例は、子供たちと人型ロボットのウォールペイン



図 2 フィンガーペインティングの様子。参加者は、青空の下、それぞれのロボットと鑑賞・操作・描画・交流を楽しんだ。

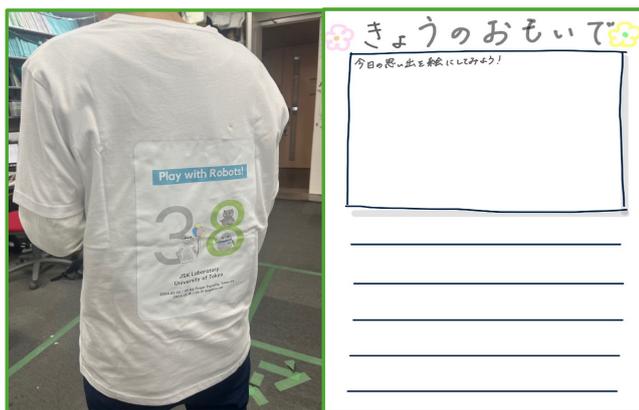


図 3 体験評価法。オリジナル背番号付き T シャツによる個人識別及び行動追跡と絵日記形式のアンケートの実施。

ティンギイベントである。2024年8月1日と8日にサイモンフレーザー大学のコンポケーションモールで実施した。

このイベントでは、夏休みにサマーキャンプに参加する子供たちや、大学関係者、日本人コミュニティを対象に参加者を募った。前例とは異なり、参加に係る年齢制限を6歳から12歳に設定し、募集を行った。ただし、参加は無料であり、若干名当日の飛び込みでの参加が可能である点は、前例と同様であった。

図 4 に示すように、大きな天蓋付きテントをキャンパスとして利用した。テントの側面のうち、3面の上部の骨組みから、1.5 x 2m のキャンバス生地吊り下げられた。また、テントの周囲にも同様の布を用意し、キャンパスとして使用することができた。キャンパスは、ロボット1台につき一面が割り当てられ、参加者は、ロボットと絵を描きたい場合はテントの外側で、ロボットなしで絵を描きたい場合は内側またはテントの周囲にあるキャンバスでペインティングを行った。前例と同様に、前面ロゴと背番号のついた T シャツを配布し、グループ分けおよび行動とアンケート調査の内容の紐付けを行った。1日目には16名の子供が、2日目には17名の子供が参加した。

3.2.2 実施の狙いと参加ロボット

本研究が目指す遊び場は、参加者が自由な意志で遊びを楽しむことを前提とし、その中でロボットとの多様な交流がどのように生まれるかを観察するものである。このような遊び場では、特にロボットの遊びへの参加能力が参加者の関わり方にもどのように影響を与えるかを探求することが重要である。なぜなら、遊びの際に人間の助けを必要とするロボットは、積極的に交流の機会を生み出すことができると予想される。しかし同時に、遊び場に集まる人々の自由意思を尊重し、奔放に遊ぶことに重きを置く遊び場では、人間と同じ能力で遊ぶことのできるロボットであれば、子どもはより自由かつ快適に遊びを楽しめることも予想される。そこで、ロボットの能力がロボットとの関係に与える影響に着目し実験設定を行った。

本イベントでは、高、中、低の3段階のペイント能力を持つレベルのロボットを開発した。図 5 は、各ロボットの能力とおよび参加者との交流法を示す。すべてのロボットは、参加者との交流1回につき、ブラシの色付けと描画の2つのタスクを行った。色付けには、3色（ピンク、青、黄色）を用意し、ロボットが用いる色は、プログラムによってランダムに変更された。

高レベルロボットの Rose は、自律的にキャンパスにペイントできた。参加者は、Rose の行動を観察したり、Rose の周りのキャンパスにペイントしたりしながら交流を行った。一方、中レベルロボットの Salt は、キャンパスへの描画は自律的に行えるが、ブラシの色付けには助けを必要とした。低レベルロボットの Olive は、色付けも描画もできないため、両方のタスクで助けを必要とした。

3.2.3 イベントの流れとアンケート

イベント中は、参加者が着用する T シャツの前面ロゴの



図 4 ウォールペインティングの全体図. テントの外側では参加者とロボットが、内側では参加者のみがペイントした。

色で小グループを作り、グループごとに活動した。1回15分のセッション中は、1つのグループが1台のロボットと交流を行い、3回のセッション(合計45分)を行って、全員が1回ずつロボットと交流できるように設定した。ただし、自由意志を尊重するため、ロボットと交流しないこと、退出、休憩を選択することもできた。

イベント終了後、前例と同様に、アンケートを実施した。また、テント外の4つの視点から参加者の行動を記録しており、アンケートの回答とイベント中の行動を、Tシャツの背番号で照合した。以下にアンケートの詳細を述べる。

本イベントでは、イベント中の参加者の感情を定量化するために、ENJOY Scale[22]を使用した。この尺度は、何らかの活動中の参加者の Enjoyment, Relatedness, Competence, Challenge/Improvement, Engagement を測定できる。この研究では特に、Enjoyment と Relatedness に焦点を当てて測定した。また、アンケートには、各ロボットとの友情に関する項目も設けた。1から5までのリッカート尺度を使用して、各ロボットとの主観的な親密さを測定した。さらに、参加者に最も気に入ったロボットを選択し、その理由の自由記述も求めた。加えて、前例と同様の絵日記形式のアンケート“Memory of Today”も実施した。

4. 遊び場評価および事例分析

4.1 遊び場の楽しさ評価

はじめに、遊び場が生成としての遊びを実現できていたのかについて、3.1節と3.2節のペイントイベントで参加者が報告した楽しさから示す。3.1節の四脚ロボットとのフィンガーペイントでは、アンケートの回答は13件であった。そのうち、イベントの楽しさは、5段階中5が9件、4が3件、3が1件であり、2や1は見られなかった($M = 4.62, SD = 0.625$)。イベントの中で、最も楽しかったことを質問し、鑑賞・操作・交流・描画に分類したとこ

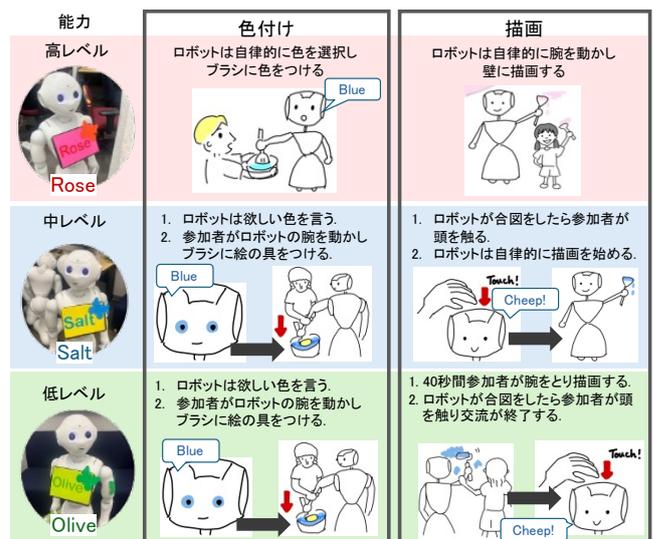


図 5 ウォールペインティングに参加したロボット. ロボットの描画能力により、参加者との交流法が異なった。最も高いレベルの描画能力を持つロボット (Rose) は全過程を自律的に行うことができ、中レベルの描画能力を持つロボット (Salt) はブラシへの色付けのみ人の助けを必要とした。低レベルの描画能力を持つロボット (Olive) は全過程で人の助けが必要であった。

ろ、鑑賞3件、操作6件、交流3件、描画5件であった。自由記述のコメントからは、「ペイントを思い切りできた」や「緑の中で久しぶりに外で遊べて、ロボットで遊べて楽しかった」という感想が得られ、開放的な屋外空間で奔放に遊ぶ体験により、遊び場の設計要件である「開放性」と「創造性」を満たすことができたと推測できる。

3.2節の人型ロボットとのウォールペイントでは、23件のアンケート回答があり、ENJOY scaleを利用してより定量的に参加者の楽しさを測定した。その結果を表1に示す。Enjoymentに関わる5つの質問項目について、5段階中どの項目も平均値が4.2を超えており、5項目を合計しても高い得点を得た($M = 4.417, SD = 1.000$)。このとき、最も平均値が高い質問項目は“Painting made me happy.”であった($M = 4.565, SD = 0.984$)。ウォールペイントでは、直接「開放性」や「創造性」を示すコメントは得られなかったものの、“It was really fun.”、“I had plenty of fun.”というコメントが見られ、生成としての遊びで重要視される活動主体の楽しさが創出できたことがわかる。

4.2 ロボットとの関係性構築

本研究は、人とロボットが関わる遊び場を創出することを目的としている。一緒に遊んだことによるロボットとの関係性構築過程について、事例を挙げながら報告する。

まず、両イベントでのそれぞれのロボットとの仲の良さ、最も気に入られたロボットを示す。3.1節のフィンガーペイントでは、どのロボットも仲の良さは最大値の5であるという回答が過半数の7件であった。最も気に入

たロボットにも全てのロボットが挙げられた。このとき、ロボットの大小や機能に関わらず、参加者の好みに応じたそれぞれのロボットの見た目や動きが気に入る理由として挙げられた。

3.2節のウォールペイントでは、ロボットのペイント能力が子どもとの関係性に影響を及ぼす影響を調べたが、それぞれのロボットとの仲の良さの間に有意差は見られなかった ($F = 0.764, p = 0.470, \eta^2 = 0.023$)。最も気に入られたロボットとして挙げられた数 (高レベル: 11 件, 中レベル: 7 件, 低レベル: 4 件) の間にも有意差は見られなかったものの、高レベルロボットが最も人気を集めた。ロボットを気に入る理由はロボットのペイント能力によって異なる傾向があった。高レベルロボットを選択する最も一般的な理由は、ロボットに自律性があることであった。例えば、“She can paint by herself so I could paint too.” や “Because it can paint on their own, so I can paint on my own.” といった感想が寄せられた。一方で、中レベルや低レベルを選択した理由は、能力だけにとどまらず、“I like blue(as well as Salt).” や “I like it because I like to encourage others(including Olive).” というように、参加者の性格やロボットとの共通点に由来する理由もあった。

ここで、フィンガーペイントで観察されたインタラク션을 図 6 に示す。4 歳の参加者 (A) は、友人とともにイベントに参加していた。イベント中は、常時二人で連れ添ってペイントしていた。彼女たちとロボットのインタラクシオンで特徴的であったのは、二人で寄り添いながら aibo を同時に抱き抱え、aibo の顔に交互にキスする様子が見られたことである。さらに、イベント終了後には、絵の具で汚れた aibo の体を二人一緒にウェットシートで綺麗に拭き取る様子も見られた。そして、彼女の最も気に入ったロボットは aibo が挙げられ、絵日記にも aibo が描かれていたことから、aibo に強い愛着を示したことがわかる。

8 歳の参加者 (B) は、1 日目のイベント開始時に会場を偶然通りすぎ、イベントに参加した。イベント中は、時折ロボットの様子を視線で追いながら、ひとりでキャンパスの端で黙々と絵を描いていた。彼の行動で特徴的であったのは、「イベントが楽しかったから」という理由で 2 日目にも自主的に参加していたことである。そして、最も気に入ったロボットには、全体の参加者の中で唯一 Loona を挙げた。その理由を「一番暴走するから」と述べている。どちらの日程でも、積極的に交流する様子は見られなかったものの、二日目の体験時には「昨日 (一日目) も暴走してた (から Loona が好き)」と述べており、絵日記にも描かれる通り、予測不能の動きを繰り返す Loona が強く印象に残ったことがわかった。

ウォールペイントでの、7 歳の参加者 (C) は、中レベルのペイント能力を持つ Salt を最も気に入っていた。イベント中は、Salt にとても興味を持ち、キャンパスに書かれ

たロボットの名前を指差したり、話しかけたり、一緒に写真を撮ったりしていた。そして、彼女の絵日記からは、ロボットが黄色い絵の具を選ぶ頻度が高かったことに好感を示したことがわかる。彼女のように、ロボットの装飾に用いられた色やロボットが使った絵の具の色につながりを感じ、友情の理由となる参加者は他にも見られた。

ロボットの見た目がロボットへの好みを左右するという結果は先行研究でも得られている。サービスロボットは、特に評価者の楽しさや嬉しさなどのポジティブな感情を喚起するようなタスクにおいて、ロボットの見た目のかわいらしさが高いほど、人のインタラクシオン意欲が高まるということが明らかにされている [23]。また、家庭用ロボットの Roomba を動物のように装飾すると、何も装飾を施さないロボットよりも、かわいく肯定的に認識された [24]。このことから、本研究においても、まず第一にロボットの見た目が関係性の構築に寄与していることが考えられる。

本研究では、多くの場合タブーとされるような、ロボットが暴走してしまう、参加者が絵の具のついた手でロボットを触るといった状況を非としなかった。イベント実施中、ロボットがキャンパスの上を飛び出して周囲の草むらに突っ込んでしまったり、体中が絵の具だらけになったりしてしまっただが、その場の状況に任せて子どもたちの様子を見守ることで、「ロボットの体を綺麗に拭き取る」という世話行動や「ロボットの暴走」に対する好意的な意見が得られたと考えられる。

また、自分と似ている存在と友達となろうとするのは年齢に限らない [25], [26], [27]。本研究でも、参加者は「色」を手掛かりとしてロボットとの共通点を探し、友情のきっかけとなっていた。参加者が好きな色を選べる状況で、ロボットも同じ色を使うことで、親近感を誘発することができた。

4.3 遊び場での自由な関わり

次に、イベントで見られた特徴的な事例を紹介する (図 7)。特に、自律的に動作可能なロボットとのインタラクシオンは、参加者の行動の自由度が高く、特徴的な行動が見られた。ウォールペイントでは、テントの外側の壁がロボットのキャンバスとして、内側の壁が参加者のみのキャンバスとして充てられた。8 歳の参加者 (D) は、この環境を利用して、人の助けを必要としない Rose とインタラクシオンを行った。彼は、ロボットが外側で絵を描く動きを確認してから、テント内に入り、キャンバスを挟んでロボットと対峙した。その後、反対側でロボットが描く動きをなぞりながらペイントを楽しんだ。

5 歳の参加者 (E) は、Rose との交流セッション中では、テントの中に入り一人で絵を描いて過ごした。その後、Olive との交流セッション中に Rose の隣に戻ってきて絵を描いた。そして、お気に入りのロボットには、“I like she paint

表 1 Enjoy Sclae の平均値と標準偏差

Enjoyment			
question	mean	SD	
I had fun painting.	4.217	0.996	
Painting made me happy.	4.565	0.984	
Painting was fun.	4.348	1.055	
I liked painting.	4.478	0.897	
Painting made me feel good.	4.478	1.170	
All	4.417	1.000	
Relatedness			
question	mean	SD	
I felt close to others when we painted.	3.652	1.510	
I liked talking to others while painting.	3.174	2.241	
I liked painting with my friends.	3.826	1.787	
I painted together with others.	3.565	2.075	
We all painted together.	3.652	2.328	
All	3.574	1.402	

herself, I can paint next to her, I like her name.” という理由で Rose を選んだ。

一方、12歳の参加者(F)は、フィンガーペイントに参加し、お気に入りのロボットとして Unitree Go1 を挙げていた。ロボットとの仲の良さについても、Unitree Go1 は最高評価の5であったが、その他は3または2と評価している。Unitree Go1 の操作は、全参加者が等しく行ったが、交流・描写の際のロボットとの関わりは自由参加であった。彼は、交流・描写時には比較的幼い参加者がロボットと遊ぶ様子を遠巻きに観察するのみであり、積極的な交流は見られなかった。彼らの行動から、ロボットとの自由な関わりが容認された場では、ロボットと直接の接触がなくとも、「絵を描く」という遊び行為を通じた、間接的な関わりが発生することがわかる。しかし、自由な関わりが容認された場とは、裏を返すと関わり方に拘束力がないため、ロボットとの関わりが発生し難いともいえる。

5. 更なる関係性構築に向けての課題

5.1 日常性の確保

菊川が提案する遊び場の設計要件は、開放性・自発的な創造性・日常性の3つであった。本研究では、これらの条件を満たしたロボットとの遊び場の構築を目指したが、特に、日常性は一朝一夕に得られるものではない。菊川は、日常的かつ長期的に遊び場空間が存在することで、醸成された人間関係が形成され、居心地の良い空間になっていくと述べる。

しかし、本研究でのイベント実施は2日間に限られ、ほとんどの参加者がロボットと初対面であった。実際に、フィンガーペイント・ウォールペイント共に初対面の参加者同士の交流は見られず、ウォールペイントに関する Enjoy Scale を利用した活動中の参加者の気分調査では、Relatedness の平均は 3.57 ($SD = 1.40$) であり、Enjoyment と有意に差



図 6 ロボットとの関係性が構築されている例。参加者 A は友人同士でイベントに参加し、aibo への愛着や世話行動を見せた。参加者 B は 2 日間連続でイベントに参加し、Loona の暴走を気に入った。参加者 C は Salt を気に入り、色を手がかりとして共通点を見つけた。

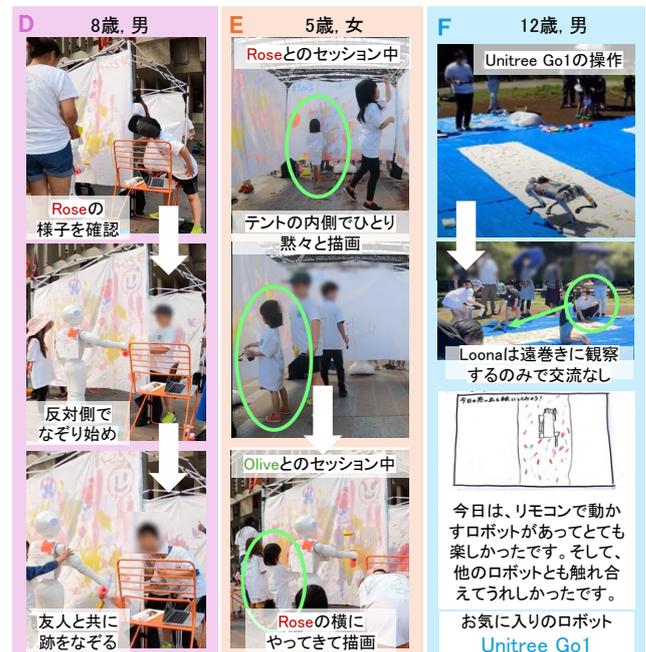


図 7 ロボットとの自由な関わり方の例。参加者 D は自律的なロボット (Rose) の動きを反対側からなぞって遊んだ。参加者 E はテントの内側でひとりで絵を描くことを好んだが、Rose の横で描くのを楽しんだ。参加者 F は Unitree Go1 の操作は楽しんだが、Loona や aibo とは交流しなかった。

があった。さらに、自律的にペイント可能なロボットが気に入られる理由が、「ロボットが自律的であれば、参加者も同等に遊ぶことができるから」であり、このような遊び方

は並行遊びに匹敵する。先行研究から、子ども達見知らぬ人とは並行遊びや傍観遊びを楽しみ [28]、関係性が深まるにつれ、共同遊びや社会的遊びへと発展することがわかっている [29]。つまり、本研究での他者との関係性は初期の段階であり、その場に集まる人々の間により親密な関係を築き、居心地の良い関係性へと発展していくためには、日常的・長期的に持続可能な遊び場の維持を目指さなければならない。

5.2 個々の遊びへの対応

フィンガーペイントでは、ロボットとの遊び方(観察・操作・描画・交流)のうち、人気に差はほとんど見られなかった。ウォールペイントでも、ロボットを助けながら絵を描くことを好む参加者もいれば、ひとりで描くことを好む参加者も見られた。このように、遊びには好みがあり、個々の好みに合わせて、適切な行動ができるロボットがいることが期待される。

さらに、前節では、遊び場空間の日常的・長期的な安定性が重要であることを述べた。ただし、空間が日常的になるにつれ表れる需要の変化も予測される。本研究の事例では、ペイントイベントを扱ったが、遊びがペイントに限られていると、飽きが生じてしまう。本研究が理想とする遊び場は自発的・創造的な「生成としての遊び」が発生する場であり、遊び場空間を利用して、多種多様な遊び方が生まれる状態が望ましい。参加者に対し、「ロボットとさらに仲良くなるために、何をしたいか」を質問したところ、イベントの延長で、ペイントをしたいという意見もあれば、「鬼ごっこ」や「かくれんぼ」のようなルールの決められた遊び、「お散歩」や「魚釣り」、「工作」、「人形遊び」などの自由度の高い遊びを挙げる意見もあり、それぞれの参加者が実現を望む遊びは多様なものであった。しかし、現時点のロボットは、事前に定義された遊び方に対応するのが限界であり、参加者が生み出す新しい遊びに対応することはできない。参加者との関係をより親密に、飽きを感じさせないために、変化していく個々の遊びに対応できるロボットが最も理想的な姿であり、最も大きな課題である。

6. おわりに

本研究では、山田 [7] が提唱する遊びの分類のうち、「生成としての遊び」に着目し、参加者の楽しさや自発性を前提として、外部への開放性・自発的な創造性・日常性が備わるロボットとの遊び場の構築を目指した。概念図を図 8 に示す。ロボットとのペインティング実践を通して、

- (1) 開放的な空間で奔放な遊び方は、参加者の楽しさを喚起させること (4.1 節より)
- (2) 参加者の好みに応じて、奔放性から生まれるハプニングやロボットとの共通点から、ロボットが気に入られること (4.2 節より)

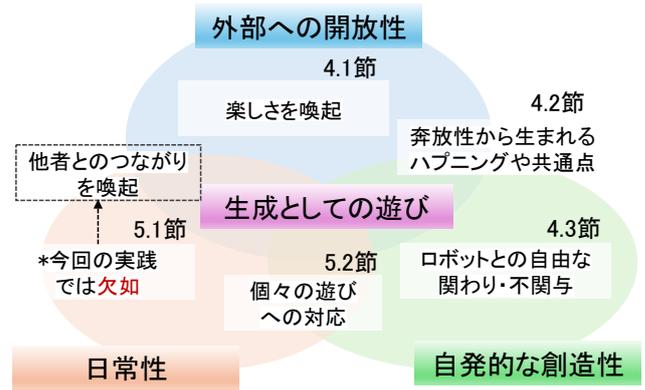


図 8 本研究による実践のまとめ。外部への開放性・自発的な創造性・日常性に基づくロボットとの遊び場づくりを目指し、ペインティングの実践から考察されることをまとめる。

- (3) 自由な関わりが容認された場では、遊びを通じた間接的な関与(平行遊び)または不関与が見られること (4.3 節より)

が観察された。

これらのことから、生成としての遊びが実現されるような遊び場は人とロボットの関係性構築に寄与するが、参加者の自発性を尊重すると、遊び場においてロボットと関わらないという選択肢も生まれてしまう。また、本研究の実践では、各実践につき一度きり数日のみの実施であったため、ロボットを含めた参加者同士のつながりを促すまでには至らなかった (5.1 節より)。参加者の自発性を重んじる遊び場では、それぞれが好む遊び方は異なり、かつ遊び場が長期化するにつれて多様な遊びが生まれてくる (5.2 節より)。参加者を飽きさせないように、ロボットにも、変化する多様な遊びへの適応が求められる。

本研究は、人とロボットのインタラクションが生起する場として、「開放性」「自発的な創造性」「日常性」のある場が両者の関係性構築に有効であることを示すことを目的としている。しかし、その場で生起するインタラクションには、ハプニングや共通点といった非操作的な事象も生じるため、従来の限られた空間内でルールに即したインタラクションとの間で、関係性の深まりを単縦比較することが難しい。加えて、関係性構築過程を条件間で比較するためには、関係性の深まりを一定期間観察する必要がある。その際、飽きや個々の遊びへの対応といった課題をどのように克服するかが、今後の仮説検証のために重要である。

参考文献

- [1] Vygotsky, L.S.: Mind in society (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman Eds.), Cambridge, MA: MIT Press (1978).
- [2] 渡辺広人, 佐藤公代: 児童の遊びに関する研究 - 社会的スキル, 向社会的行動, 肯定感との関連について -, Vol. 52, No. 1, pp. 61-78, 愛媛大学教育学部紀要 (2005).
- [3] Bühler Karl: Abriss der geistigen Entwicklung des

- Kleinkindes, Quelle & Meyer. Heidelberg(1958), 原田茂訳, 新版 幼児の精神発達 協同出版 (1966)
- [4] Piaget, Jean: La Formation du Symbole chez l'Enfant, Delachaux & Niestle S.A., Neuchâtel(1945), 大伴茂訳 遊びの心理学 黎明書房 (1967).
- [5] Roger Caillois: Les jeux et les hommes(1958) 多田道太郎・塚崎幹夫訳, 遊びと人間, 講談社学術文庫 (1990).
- [6] Parten,M.B.: Social participation among pre-school children, Vol. 27, No. 3, pp.243-269, Journal of Abnormal and Social Psychology(1932).
- [7] 山田敏: 遊び論研究—遊びを基盤とする幼児教育方法理論形成のための基礎研究, 風間書房 (1994).
- [8] Gray, Peter.: Free to learn: Why unleashing the instinct to play will make our children happier, more self-reliant, and better students for life. Basic Books, Hachette Book Group(2013).
- [9] Parrott, Heather and Cohen, Lynn.: Advocating for Play: The Benefits of Unstructured Play in Public Schools. Vol. 30. No. 2, pp. 229-254, The School Community Journal(2020).
- [10] Parrott, Heather and Cohen, Lynn.: Advantages of mixed-age free play in elementary school: perceptions of students, teachers, and parents. Vol. 10, pp. 1-18,International Journal of Play(2021).
- [11] NPO 法人 日本冒険遊び場づくり協会 HP: 日本の冒険遊び場の歴史, <https://bouken-asobiba.org/know/japanhistory.html>, (2024年10月17日閲覧)
- [12] NPO 法人 日本冒険遊び場づくり協会 HP: 冒険遊び場の定義, <https://bouken-asobiba.org/play/about.html>, (2024年10月17日閲覧)
- [13] 菊川由美: 「遊び」のもたらす作用要素と心理的距離, 東京大学大学院新領域創成科学研究科 修士論文 (2011).
- [14] C. -H. Wu, A. Ahtinen and K. Väänänen: Walking Outdoor with a Zoomorphic Mobile Robot: Exploration of Robot-Assisted Physical Activities for Older Adults, pp. 269-276, RO-MAN(2023).
- [15] Paananen, S., Kalving, M., Colley, J., Kirjavainen, E. and Narbrough, M.: Quadrupedal Robot Dog as an Attraction in a Local Outdoor Event for Live Streaming and Engagement, pp. 1-4, Gesellschaft für Informatik (GI)(2023).
- [16] Ali S, Devasia N, Park HW, Breazeal C.: Social Robots as Creativity Eliciting Agents, Front Robot AI(2021).
- [17] Maha Elgarf, Sahba Zojaji, Gabriel Skantze, and Christopher Peters.: CreativeBot: a Creative Storyteller robot to stimulate creativity in children, pp.540-548, In Proceedings of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction(2022).
- [18] 神田 崇行, 平野 貴幸, イートン ダニエル, 石黒 浩: 日常生活の場で長期相互作用する人間型対話ロボット—語学教育への適用の試み—, Vol. 22, No. 5, 日本ロボット学会誌 (2004).
- [19] 小嶋秀樹.: 3歳児から見たロボット, ロボットから見た3歳児—保育園での長期インタラクション観察から—, 日本認知科学会 第33回大会 OS13 基調講演 (2016).
- [20] 岡田敦: 表現技法としてのフィンガーペインティング: 精神科臨床におけるその実際, No.37, pp.67-88, 相山女学園大学研究論集 人文科学篇 (2006).
- [21] 西村愛子, 松本哲平, 山本双葉 and 大久保祐衣: Co-Creative Art Workshop についての対話的省察, No. 54, pp.51-63, 駒沢女子短期大学研究紀要 (2021).
- [22] Shayn Davidson, Joseph Keebler, Tianxin Zhang, Barbara Chaparro, James Szalma, and Christina Frederick.: The development and validation of a universal enjoyment measure: The enjoy scale., Vol. 42, pp. 1–13, Current Psychology(2022).
- [23] Guo, L., Liang, J., Huang, Y. et al.: The impact of the cuteness of service robots on consumers' interaction willingness, Vol. 43, pp. 12402–12411, Curr Psychol(2024).
- [24] Berque, D., Chiba, H., Wilkerson, B.: Design and Cross-cultural Evaluation of a Kawaii (Cute) Roomba Vacuum, Vol. 14035, pp. 475-490, Culture and Computing(2023).
- [25] Denise B Kandel: Similarity in real-life adolescent friendship pairs, Vol. 36, No. 3, pp. 306–312, Journal of personality and social psychology(1978).
- [26] Anders Mollgaard, Ingo Zettler, Jesper Dammeyer, Mogens H Jensen, Sune Lehmann, and Joachim Mathiesen:Measure of node similarity in multilayer networks, Vol. 11, No. 6, e0157436, PLoS ONE(2016).
- [27] Zoe Liberman and Alex Shaw:Children use similarity, propinquity, and loyalty to predict which people are friends. Vol. 184, pp. 1–17, Journal of Experimental Child Psychology(2019).
- [28] Tina L Stanton-Chapman and Eric L Schmidt: How do the children play? the influence of playground type on children's play styles. Vol. 12, 703940, Frontiers in Psychology(2021).
- [29] Clyde C. Robinson, Genan T. Anderson, Christin L. Porter, Craig H. Hart, and Melissa Wouden-Miller.: Sequential transition patterns of preschoolers' social interactions during child-initiated play: Is parallel-aware play a bidirectional bridge to other play states?, Vol. 18, No. 1, pp. 3–21, Early Childhood Research Quarterly(2003).