

# なんだコイツは？ 子どもたちとプレイグラウンドを構成する ロボット〈Toi〉の研究

三宅 将吾<sup>1,a)</sup> 本所 然<sup>1,b)</sup> 長谷川 孔明<sup>1,c)</sup> 岡田 美智男<sup>1,d)</sup>

**概要：**「なんだコイツは？」、もし子どもたちの遊びの場にヨタヨタとした得体の知れないロボットが闖入したら、どのような存在として受け入れられ、子どもたちとの間でどのような関わりを生み出すのだろうか。ヨタヨタと動く頼りない姿を目にして、すすんで片付けをしたり、子ども同士の関係性や創造性を引き出す遊びの場が生まれるかもしれない。本研究では、子どもたちとプレイグラウンドを構成するロボット〈Toi〉を提案し、そのコンセプトとインタラクションデザインについて議論する。

## 1. はじめに

ふとヨタヨタとしたモルカー [1] のようなロボットが子どもたちの遊びの場に入ってきたらどうだろうか。おそらく、子どもたちはロボットを見て「なんだコイツは？」となり、興味を持つだろう。集団で一緒に生活していく中で、段々とロボットのことがわかっていき、個々のロボットに異なる役割を与えていくのかもしれない。例えば、ロボット 1 号はクルマのおもちゃを入れるロボット、ロボット 2 号は電車のおもちゃを入れるロボットなどといったように、それぞれのロボットに異なる役割を与える。また、図 1 のような空間でロボットと一緒に遊んだり、同じ生活空間にいたりすることで成長していくのかもしれない。

そのロボットがどのような存在として受け入れられ、子どもたちとの間でどのような関わりを生み出すのだろうか。もしかすると、生き物のようなヨタヨタした動きに対して、子どもたちは仲間意識や世話をしようといった気持ちが生まれたり、ロボットを介して、子ども同士の関係性や創造性を引き出す遊びの場が生まれるのではないだろうか。

そこで本稿では、子どもたちとプレイグラウンドを構成するロボット〈Toi〉を提案し、そのコンセプトとインタラクションデザインについて議論する。



図 1: プレイグラウンドを構成するロボット〈Toi〉  
Fig. 1 Robot "Toi" for Child's playground.

## 2. 研究背景

### 2.1 STEAM 教育

STEAM 教育とは科学・技術・工学・芸術・数学の 5 つの英単語の頭文字を組み合わせた造語のことである。科学 (Science), 技術 (Technology), 工学 (Engineering), 芸術・リベラルアーツ (Arts), 数学 (Mathematics) の 5 つの領域を対象とした理数教育に創造性教育を加えた教育理念である。特に、知る (探究) とつくる (創造) のサイクルを生み出す、分野横断的な学びを志向しており、それを特徴とする。その中で、さまざまな課題を自ら見つける力、クリエイティブな発想で物事をさまざまな面から捉え解決する力、新しい価値を創造する力などを育てることを目指している。社会とテクノロジーの関係がますます密接になっていくこれからの AI 時代では、この 5 つの領域の

<sup>1</sup> 豊橋技術科学大学大学院 情報・知能工学系

a) miyake.shogo.th@tut.jp

b) honjo.nen.vd@tut.jp

c) hasegawa.komei.zs@tut.jp

d) okada@tut.jp

理解と学びを具体化する能力がますます必要となると考えられている。

## 2.2 共生型 STEAM 教育

筆者らはこれまで、自らはゴミを拾えないものの、まわりの子どもの手助けを上手に引き出しながら、結果としてゴミを拾い集めてしまう〈ゴミ箱ロボット〉など、さまざまなタイプの〈弱いロボット〉の提案と構築を進めてきた。また、これらの〈弱いロボット〉と子どもたちの関わりを生かして、STEAM 教育に応用する試みを進めている。本研究で進める共生型 STEAM 教育とは、子どもたちが「ロボットの企画をする」、「デザインする」、「プログラミングする」などにより、ロボットそのものを制作するだけでなく、これらのロボットと生活を共にする中で、子どもたちが自分たちでロボットの機能をアップグレードしたり、メンテナンスするなど、生き物の世話をするような行動を引き出すことを狙いとしている。

## 2.3 ブリコラージュ

ブリコラージュとは、クロード・レヴィ=ストロースが『野生の思考』の中で紹介した言葉であり [2], [3], 日曜大工・素人大工という意味を持つフランス語であるが、ここでは「ありあわせやいいとこどりのものをかき集めて試行錯誤し、その場を凌ぐこと」という意味で用いる。ブリコラージュは生物の進化プロセスにおいて非常に重要なものである。本研究では、このブリコラージュ的なモノづくりの考え方を共生型 STEAM 教育に展開することを考えている。すなわち、子どもがワークショップなどの体験の中で寄せ集めやありあわせのセンサを使ってロボットを作製していくことで、さまざまな課題を自ら見つける力、クリエイティブな発想で物事をさまざまな面から捉え解決する力、新しい価値を創造する力などを育てることを狙う。

## 2.4 共進化・共学習

ロボットが子どもたちの工夫によって進化・成長していく過程と子ども自身がその試みの中で、さまざまなスキルを高めていく過程は、マルチエージェントの分野で議論されてきた共進化や共学習に当てはめることができる [4],[5]。ロボットと子どもたちが一緒に生活していく中で、子どもたちのコミュニティとロボットの間で共進化・共学習が起こる。そして、子どもと協力し進化していくことで集団としてノウハウを得たり、スキル力が向上する。

## 3. 〈Toi〉の構成

### 3.1 コンセプト

本研究のプラットフォームである〈Toi〉は、図 2 に示すように人の背骨をモチーフにしたフォルムになっている。〈Toi〉は「ソーシャルなロボット」として、(a) 外界の情

報をセンサで取得しそのデータを反映させながら意思決定を行う (=「自律性」), (b) 周囲の人に対して内部状態や意志を社会的に表出する機能を備える (=「社会性」), 周囲の人の邪魔にならずにうまくその空間に入り込める (=「社会的受容性」) などの主要な要素を備えている。これにより、最初は「なんだコイツは?」と興味を持つところから始め、インタラクションを通し、同じ空間で生活していくことで子どもと〈Toi〉が共に成長・進化していく関係性を目指す。



図 2: 〈Toi〉の外観

Fig. 2 Appearance of "Toi".

### 3.2 micro:bit

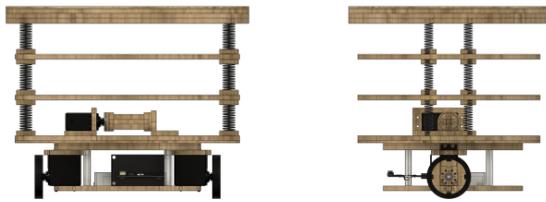
micro:bit とは、イギリスの BBC (英国放送協会) が主体となって作られた教育向けマイコンボードである [6]。イギリスでは 11 歳~12 歳の子ども全員に無償で配布されており、授業の中で活用が進んでいる。日本でも、プログラミング必修化をきっかけに学校での導入が進んでいる。これをマイコンボードとして〈Toi〉を制御している。また、micro:bit 同士の通信も可能であり、群ロボットにも展開させることができる。

### 3.3 ハードウェア構成

〈Toi〉のハードウェア構成を図 3 に示す。〈Toi〉にはセンサとして外界情報や内界情報を取得するための ToF センサと人感センサ、赤外線センサ、アクチュエータとしてサーボモータを搭載しており、全体の制御を担うマイコンボード micro:bit に接続されている。図 3a から見て両端に組み込まれたバネによって体が揺れるようになっており、図 3b から見て両端にある糸とサーボモータによってバイオリジカルモーションを実現している。サーボモータを回転させ、見上げやお辞儀の動作を生成している。

### 3.4 ソフトウェア構成

〈Toi〉のシステム構成図を図 4 に示す。入力として ToF



(a) 正面 (b) 側面

図 3: 〈Toi〉のハードウェア構成

Fig. 3 Hardware configuration of "Toi".

センサで障害物を検知，人感センサで接近してきた人を検知，赤外線センサでロボットの中に入ったおもちゃを検知している．入力された情報を基に micro:bit で〈Toi〉の振る舞いを生成し，サーボモータに指令を送っている．

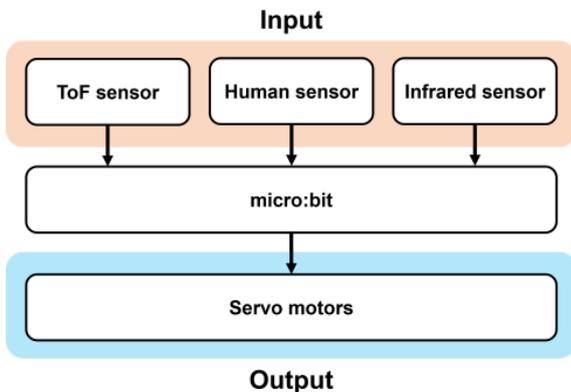


図 4: システム構成

Fig. 4 System configuration.

#### 4. インタラクシオンデザイン

〈Toi〉はその名が示すように子どもたちに自身の存在を問いかけ、その関わりの中で自身の役割を構築していくエージェントである。そのため、〈Toi〉は「おもちゃを入れてください！」などのように意味を押し付けることを避け、ユーザのそばに近寄っていく動作やユーザを見上げる動作などの身体動作により、積極的に子どもたちの解釈を引き出す。また、〈Toi〉は micro:bit を用いているためセンサモジュールやソフトウェアを容易に拡張することが可能であり、子どもたちの学習に合わせてともに進化していくことが可能である。このように〈Toi〉のインタラクシオンデザインは固定化されたものではなく、子どもたちに寄り添い共に変化していくものであるといえる。

#### 5. おわりに

本稿では、子どもたちとプレイグラウンドを構成する〈Toi〉を提案し、そのコンセプトとインタラクシオンデザインについて述べた。〈Toi〉はさまざまなインタラクシオンが想定されるため、可能性を秘めていると考えられる。



図 5: インタラクシオンイメージ

Fig. 5 Interaction images.

今後、ロボットを複数台作製し、ブライテンベルグビークル [7]1号, 2号, 3号, ... などのように違うセンサを搭載したりしてさまざまな振る舞いの生成を試みる．それを用いて、ワークショップを通じてプログラミング学習し、スキルや能力が向上しているかについての実証実験を行っていききたい．

**謝辞** 本研究の一部は、愛知県が公益財団法人科学技術交流財団に委託し実施している「知の拠点あいち重点研究プロジェクト第 IV 期 (第 4 次産業革命をもたらすデジタル・トランスメーション (DX) の加速)」により行われた．ここに記して感謝の意を示す．

#### 参考文献

- [1] PUI PUI モルカー DRIVINGSCHOOL: PUI PUI モルカー【公式】, PUI PUI モルカー DS 製作委員会 (参照 2023-7-22).
- [2] クロード・レヴィ=ストロース (大橋保夫訳): 『野生の思考』, みすず書房 (1977).
- [3] 小山尚之: 現代社会の日常生活における野生の思考: 未開人たちのもたらしたものと A. プルトンに関する一考察, 東京商船大学研究報告. 人文科学, Vol. 51, pp. 75-88 (2000).
- [4] Yong, C. H.: Cooperative Coevolution of Multi-Agent Systems, Undergraduate Honors Thesis HR-00-01, Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin (2000).
- [5] Turner, M. J., Hemberg, E. and O'Reilly, U.-M.: Analyzing multi-agent reinforcement learning and coevolution in cybersecurity, *GECCO*, pp. 1290-1298 (2022).
- [6] micro:bit, B.: micro:bit, Micro:bit Educational Foundation (accessed 2023-7-22).
- [7] R.Pfeifer・C.Scheier (石黒 章夫監訳): 『知の創成—身体性認知科学への招待—』, 共立出版 (2001).