

論文

# ソーシャルロボット 「マグボット」のデザイン(2)

小池 星多 本郷 紗也佳 田名田 佑亮 ルック 理沙

小池研究室では、小型ソーシャルロボット「マグボット」を製作して実際の社会でマグボットを動かし、社会とロボットの関係性を明らかにする研究を行っている。2013年度では、マグボットの展示などを繰り返しながら、完成度を高める作業を行った。2014年度では、コミュニティスペースでの使用や、マグボットの製作ワークショップの開催、イベント参加などを通してマグボットと社会との関係性について考察する。

キーワード：ロボット，ソーシャル，デザイン，Raspberry Pi，Arduino

## 1 はじめに

本稿では、2014年度のマグボットを使用した活動をもとに、マグボットやコミュニティの変容について考察する。(注1)

## 2 ソーシャルロボットマグボット

マグボット(写真1)はソーシャルロボットである。ソーシャルロボットとは、実際の社会の現場、教育施設、医療施設、店舗などで働くロボットと定義する。



写真1 ソーシャルロボット マグボット

KOIKE Seita

東京都市大学 メディア情報学部 社会メディア学科 准教授(執筆当時)

HONGO Sayaka

東京都市大学 環境情報学部 情報メディア学科 2014年度卒業生

TANADA Yusuke

東京都市大学 環境情報学部 情報メディア学科 2014年度卒業生

Luk Lisa

東京都市大学 環境情報学部 情報メディア学科 2014年度卒業生

## 3 マグボットの概要

小池研究室は、2003年から企業とコミュニケーションロボットの共同研究を行っていた。企業からコミュニケーションロボットの貸与を受けて実際の社会にロボットを投入して、ロボットと人間とのコミュニケーションについて考察した。2003年から2007年までは、東京都市大学二子幼稚園においてロボットと幼稚園コミュニティとの関係性の変化について考察した。2008年度から2010年度までは、東京都市大学附属小学校において小学生がコミュニケーションロボットを使った劇を製作することを通して小学生グループの共創プロセスを明らかにした。

## 4 プロプライエタリではないロボットの必要性

2010年度で企業との共同研究は終了して、貸与を受けていたロボットは企業に返却した。その後もロボットとコミュニティとの関係性の変化の研究を継続するためにロボットを自作することにした。ロボットをコミュニティの環境や要望に応じて柔軟に変化できるように、プロプライエタリではないオープンソースのロボットが必要性を感じ、製作に着手した。

## 5 マグボットの誕生

ロボットを製作コストが安価で、ユーザーが身近な材料で作る事ができて、ユーザーの環境にあわせて改造しやすいデザインにした。ロボットのソフトウェアもオープンソースで公開できるようにした。2012年度にインディアナ大学に客員研究員として滞在していた期間にほぼロボットの原型を完成させた。外国人にもこのロボットが親しめるようにマグボット(Mugbot)と命名した。2013年から本格的に活動を開始した。

## 6 マグボットのハードウェア、ソフトウェアの概要

### (1) ハードウェアの概要

2013年度のマグボットのハードウェア構成や特徴は以下である。(写真2)

- ・マイコンに Raspberry Pi (注2) と Arduino (注3) を使用。Raspberry Pi は通信関係、Arduino はハードウェアの制御を担当。
- ・目や口に LED を使用。
- ・首と目に 2 台のサーボモーターを使用。
- ・Raspberry Pi にスピーカーを接続。
- ・PC などからリモコンできる。Raspberry Pi と PC は、有線 LAN で接続。
- ・Raspberry Pi に小型無線ルーターを設置して無線化することでスマートフォンやタブレットも接続する。
- ・マグボットの外装には 100 円ショップで販売されているレンジマグや乾物ケースを流用して低コスト化。

### (2) ソフトウェアの概要

2013年度のマグボットのソフトウェアの概要は以下である。

- ・Raspberry Pi 内部に HTTP サーバー、DHCP サーバー、WebSocket サーバーを設置。
- ・PC から有線 LAN で Raspberry Pi にアクセスし、HTTP サーバーにある操作インターフェースの HTML ファイルを呼び出し、WebSocket サーバーを経由して Arduino に命令を送り、サーボモーターや LED を動かす。

### (3) マグボットの情報公開

マグボットはオープンソースとして、マグボットのサイト [www.mugbot.com](http://www.mugbot.com) において製作方法と、ソフトウェアを公開している。

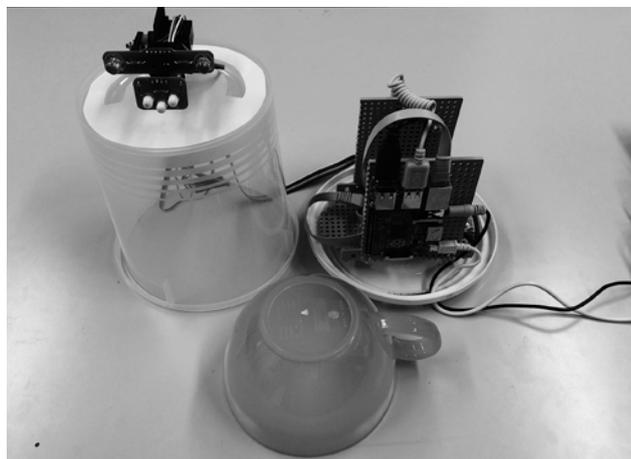


写真2 マグボットのハードウェア

## 7 マグボットの社会的活動 2014年度

2014年度は以下のような活動を行った。

- 2014年5月 Scratch Day (東京大学) 参加
- 2014年5月 Maker Faire Bay Area 2014 (サンフランシスコ) 参加 (写真3)
- 2014年6月 東京都市大学諏訪研究室とマグボット製作ワークショップ (3回) (写真4)
- 2017年7月 東京都市大学オープンキャンパス参加 (2回) (写真5)
- 2014年8月 東京都市大学科学体験教室参加 (写真6)
- 2014年8月 渋谷区科学体験施設「ハチラボ」展示 (2ヶ月間) (写真7)
- 2014年8月 ファブラボ関内でマグボット製作ワークショップ (3回) (写真8)
- 2014年8月 アメリカ MIT (ボストン) で開催された The Scratch@MIT Conference に出展
- 2014年8月 河合塾主催のサマースクールでマグボットを使用



写真3 Maker Faire Bay Area 2014 におけるマグボットの展示

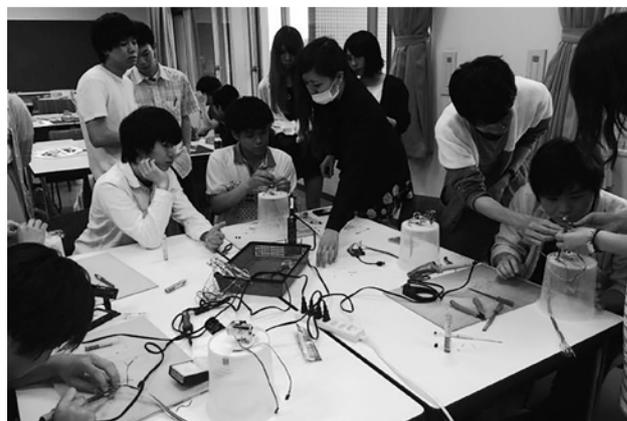


写真4 東京都市大学諏訪研究室とマグボット製作ワークショップ

- 2014年8月 ワークショップコレクション10（青山学院大学）に出展
- 2014年9月 コミュニティスペース「Chika-ba」（国立市）でマグロボット製作ワークショップ（写真9）
- 2014年10月 にしがわ大学「団地のアーケードゲーム」（多摩市）参加（写真10）
- 2014年11月 Maker Faire Tokyo 2014（東京ビックサイト）参加（写真11）
- 2014年11月 タマラボ常設展示（多摩市）
- 2015年1月 ボランティアセンターまつり（多摩市）参加
- 2015年3月 本ともフェスタ（多摩市）参加

### 8 マグロボットをScratchから制御

2014年度では従来のPCのWebブラウザによる制御に加えてScratch（注4）からマグロボットを制御できるようになった。（図1）

Scratchは、MITのメディアラボが開発したプログラミング言語である。キーボードから文字を入力するので



写真5 東京都市大学オープンキャンパス参加



写真6 東京都市大学科学体験教室参加



図1 Scratchの画面

はなく、画面上のタイルを並べる事でプログラムを作ることができる。このScratchを山梨英和大学の杉浦専任講師（執筆当時）の協力を得て、Scratchからマグロボットを制御できるように変更した。マグロボット用に変更したScratchをScratch for Mugbot（仮称）と呼ぶ。Scratch for Mugbotによってマグロボットの音声合成、首や目の動作をScratch for Mugbotから制御できるようになった。これにより、子供のような従来のタイピング型のプログラム言語に慣れていないユーザーがマグロボットをプログラムできるようになった。

### 9 教育コミュニティとの連携

Scratchからマグロボットを制御できるようになったことから、2014年5月にはScratch Day（注5）に参加した。Scratch Dayには、Scratchを使用した教育関係者が多数出展、参加する。Scratchに関心がある教育関係者にマグロボットをプレゼンしたことで教育関係者との連携が急速に増えることになった。彼らは、マグロボットとScratch for Mugbotは教材として有意義なもの

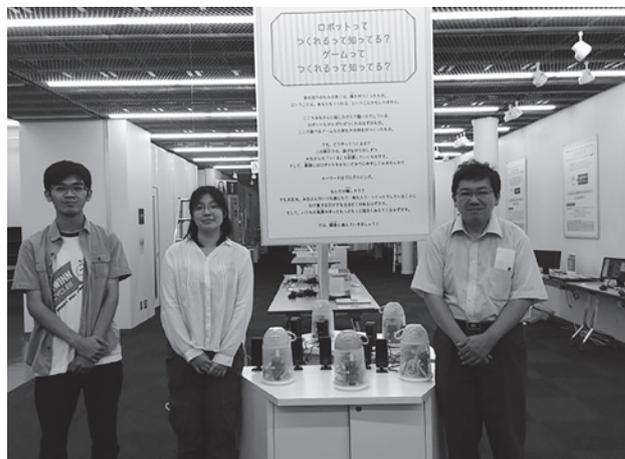


写真7 東京都市大学オープンキャンパス参加

して認識した。なぜなら Scratch for Mugbot では、Scratch のプログラムの結果をマグボットの音声合成や動作として見る事ができるので、プログラムの達成感も非常に高いものになるからである。Scratch Day の後に以下のような教育関係者との連携ができた。

(1) ハチラボでの展示

教育系 NPO 法人である CANVAS（注 6）の依頼によって、2014 年 8 月から渋谷区の科学体験施設である「ハチラボ」（注 7）において 2 ヶ月間、マグボットの展示を行った。

(2) ワークショップコレクション 10 での展示

2014 年 8 月には CANVAS 主催の「ワークショップコレクション 10」にマグボットを出展した。

(2) 河合塾のサマースクールでの使用

河合塾の子供用のサマースクールにおいてマグボットを使用して演劇を作るワークショップが開催された。河合塾のサマースクールの担当者は、Scratch Day でマグボットに関心を持ち、マグボットの製作方法を小池研究室から学び、その後、河合塾内でマグボットを複数台製作して使用した。

## 10 コミュニティスペースとの連携

マグボットの目的のひとつはソーシャルロボットとして、地域にロボットが参加することで人と人とを結びつけて、地域の活性化に貢献することである。そのコンセプトに共感して地域コミュニティの中にはマグボットに関心を持つ人々も現れ、以下のような連携を行った。

(1) ファブラボ関内でのワークショップ

2014 年 8 月に横浜の関内にあるファブスペースであるファブラボ関内（注 8）でマグボットの製作ワークシ



写真 8 東京都市大学科学体験教室参加

ョップを行い、ファブラボ関内のメンバーたちが参加した。このメンバーの一部が後述するマグボットの派生ロボット「fabot」を製作した。

(2) Chika-ba でのワークショップ

2014 年 9 月に東京都国立市のコミュニティスペース「Chika-ba」（注 9）においてメンバーに製作ワークショップを行った。Chika-ba の代表が東京西部でコミュニティ活動を行っている「にしがわ大学」の代表者でもあったので、その後、多摩市の落合団地で開催されたにしがわ大学のイベントにマグボットが参加することになった。

## 11 活動によるマグボットの変化

マグボットは、状況に応じてそのデザインを変更していった。

(1) ワークショップによる変化

2014 年 6 月に本学諏訪研究室の学生とマグボット製作ワークショップを行った後、前述したファブラボ関



写真 9 Chika-ba でマグボット製作ワークショップ



写真 10 にしがわ大学多摩市落合商店街イベント参加

内、Chika-baでも製作ワークショップを行った。しかしマグボットの製作には8時間もかかってしまい、ワークショップの時間短縮が要望された。その要望に答えるために小池研究室では時間がかかる頭部の部品装着や、はんだ付けの時間を短縮するために、頭部にオリジナルの基板を製作することにした。基板は小池研究室で設計して中国の基板製作会社に発注した。完成した基板を使用して製作テストを行った。(写真12) また、サーボモーターのブラケットもプレートを加工しないですむように3Dプリンターで製作した。さらに、マグボットのリボンケーブルの皮膜をワイアストリッパーで剥くのに時間がかかるので、ワークショップ用にあらかじめケーブルの先端にQIピンを装着したのもも試作した。

## (2) 書籍化によるマグボットの変化

2014年11月に出版社からマグボットの製作方法の書籍執筆の依頼を受けた。マグボットの製作方法の書籍化によって、書籍の読者を想定してマグボットが変化した。これまでマグボットははんだ付けが必要であったが、出版社とのミーティングの中で編集者から「書籍の



写真11 Maker Faire Tokyo 2014 参加

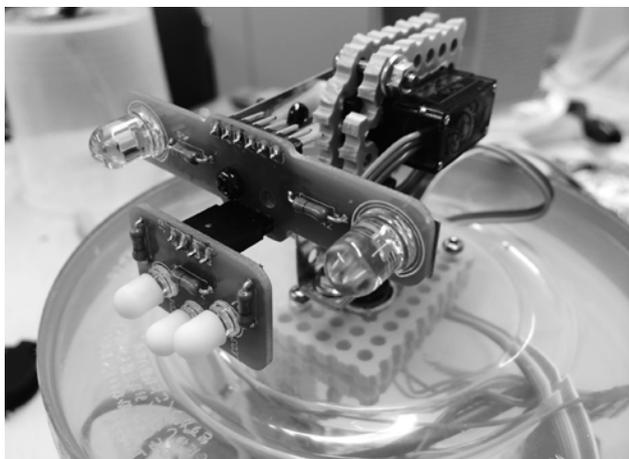


写真12 基板を用いたマグボットの頭部

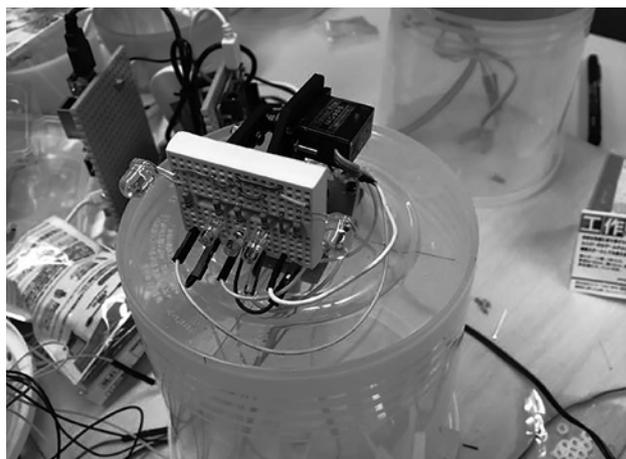


写真13 ブレッドボードを用いたマグボットの頭部

読者のためにはんだ付けを必要としないマグボットはできないか」という要望を受けて新たなマグボットを試作した。

これは頭部にプロトタイピング用のブレッドボードを使用して、LEDや抵抗をブレッドボードに差し込む方式でハンダ付けをする必要がない。また、これまで使用していたサーボモーターのブラケットは市販の金属のものであったが、これを低コストでマグボットを作る事ができるように、工作用のプレートを加工してブラケットを自作できるようにした。さらに、ケーブルもリボンケーブルではなく、市販品のジャンプワイヤを複数接続して使用できるようにした。(写真13)

## 12 マグボットの派生ロボットの誕生

マグボットはオープンソースで情報もサイトで公開しているので、ユーザーが自由に製作したり、改造することができる。今年度はマグボットの情報を使用して以下のようにロボットを作る人たちが現れた。

### (1) ファブラボ関内の派生ロボット fabot

ファブラボ関内で行ったマグボットのワークショップの後で、ファブラボ関内の有志たちがマグボットのシステムを使用して新たなロボット「fabot」を製作した。これはコーヒーショップのテイクアウト用のプラスチックカップの中にArduino等の部品を入れて小型化したものである。彼らは、このfabotを使用してワークショップなどの独自の活動も行っている。(写真14)

### (2) 地域住民が製作したマグボット

多摩市に在住している40代のエンジニアがマグボットを自分で製作した。彼は、マグボットを地域の高齢者や子供をつなぐためのツールをして使用したいと考えている。現在は、自作のマグボットを多摩市の保育園に持って行って使用している。彼の保育園用のマグボット



写真 14 ファブラボ関内の派生ロボット fabot



写真 15 多摩市住民による自作のマグボット

は、対人センサーを装備して人が近づくと話したり、リアルタイムクロックを装備して一定時間間隔で話すような保育園の職員の負担にならない自立型にして子供に配慮した機能拡張を行っている。(写真 15)

### (3) 高校の技術教育用のマグボット

東京都港区にある東京工業大学附属科学技術高等学校では、マグボットを使用した技術教育を行っている。高校生がマグボットにモータードライバーを使用してモーターとタイヤで移動できるマグボットを製作している。

### (4) 小学生の製作した「タケノコット」

Scratch の学習スクールに通っていた小学校 4 年生がマグボットのサイトの製作情報を見て、自力でマグボットを製作した。このロボットは「タケノコット」と命名された。このことは小学生でもマグボットを製作できることを示している。(写真 16)



写真 16 小学生が製作したマグボット「タケノコット」

## 13 考察

### (1) 新たな価値を与えられ、変化するマグボット

今年度、マグボットは Scratch から制御できるようになったことから Scratch の教育コミュニティから「教材」という価値を与えられ、教育ワークショップや教育系の展示などで使用された。また、マグボットの製作ワークショップの参加者からの要望でマグボットの製作を短時間に終わらせるためや、書籍の読者のためにマグボットのデザインを変更した。これは、新たなコミュニティとコミュニケーションすることで、コミュニティから新たな価値を与えられ、その価値に合わせるようにマグボット自身も変化したのである。

また、マグボットを使うユーザー達によっても保育園用、高校の技術教育用など、新たな価値を与えられ、その価値によって、デザインが変化した。

### (2) マグボットによるコミュニティの変化

コミュニティとのコミュニティによってマグボットが変化したように、コミュニティも変化した。fabot を作ったファブラボ関内の有志達のように、マグボットを使用してワークショップを始めるような新たな活動を始めるコミュニティが作られた。これは、彼らがマグボットに出会ったことによって生まれたコミュニティである。

(3) コミュニティに受け入れられないマグボット

2014 年 11 月に行ったにしがわ大学のイベントで、多摩市の落合団地でマグボットを展示した。展示の依頼を受けて商店街の屋外で展示したが、来場した人々にはあまり関心を持ってもらえなかった。また同月の多摩市諏訪地区にあるコミュニティ施設のタマラボで常設展示を行った。マグボットがタマラボで販売している野菜の説明を音声合成で行う予定であったが、タマラボのスタッフとマグボットの使用目的について共有できなかった。このように、導入先のコミュニティとの十分なコミュニケーションやマグボットの使用目的の共有のないままにマグボットを投入しても十分な活動を行うことができないことがわかった。地域コミュニティでマグボットが活動することは本研究の重要な課題であるので、その難しさを実感した。

## 14 今後の展望

2015 年度には、マグボットの製作方法の書籍と、キットが発売される予定である。これらによって社会にマグボットの存在をより周知することができる。これらをツールとして、地域コミュニティの活性化にマグボットを使用していく方法を探っていく。

### 参考文献

[1] 田名田佑亮, 本郷紗也佳, ルック理沙 ソーシャルロボットのデザイン (2) 平成 26 年度東京都市大学卒業研究

[2] 布村千夏 ソーシャルロボットのデザイン 平成 25 年度東京都市大学卒業研究

(注 1) 本研究は、小池星多; 学術研究助成基金助成金, [3] 基盤研究 (C), ソーシャルロボットのデザイン方法の研究, 2013 によって行われている。

(注 2) Raspberry Pi イギリスの Raspberry Pi 財団によって開発されたシングルボード小型コンピュータ。Model A+ が約 25 ドル, Raspberry Pi 2 Model B が約 35 ドルという安価で、教育現場や電子工作などで使用することを目的としている。http://www.raspberrypi.org

(注 3) Arduino (アルドゥイーノ) イタリアで開発されたオープンソースハードウェアとプログラミング環境。デザイナーがメディアアートなどを製作できるツールとしてデザインされた。http://www.arduino.cc

(注 4) Scratch MIT のメディアラボが開発した、タイルを組み合わせてプログラミングする言語。http://Scratch.mit.edu

(注 5) Scratch Day Scratch コミュニティの世界的なイベント。世界各地で開催される。http://day.scratch.mit.edu

(注 6) NPO 法人 CANVAS こども向け参加型創造・表現活動の全国普及・国際交流を推進する NPO として、政府やマルチメディア振興センターの支援のもと、2002 年 11 月に設立された。http://www.canvas.ws

(注 7) ハチラボ 渋谷区の文化総合センター大和田内にある科学体験施設「子ども科学センター・ハチラボ」https://www.city.shibuya.tokyo.jp/edu/bunka/hachirabo.html

(注 8) ファブラボ関内 横浜市関内にある市民のための実験的のものづくり工房。http://fablab-kannai.org

(注 9) Chika-ba 東京都国立市にあるコミュニティスペース。地域の野菜を使ったピクルスなどを作る主婦グループ「おへそキッチン」の調理スペースとレーザーカッターなどのファブスペースが合体したコミュニティスペース。http://chika-ba.com/#/