

論文

# ソーシャルロボット 「マグボット」のデザイン (4)

小池 星多 岩崎 奨吾 工藤 起夫 齋藤 歩美

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のなかで動かし、社会とロボットとの関係性を明らかにする研究を行っている。2016年度では、マグボットが図書館などの各施設や高校のプログラミング教育の授業において使用されるようになった。

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、2016年度のマグボットを使用した活動から、ソーシャルロボットと社会との関係性について考察する。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。

## 2 ソーシャルロボット マグボット

マグボット (写真1) は、小池研究室で開発しているソーシャルロボットである。マグボットには以下の特徴



写真1 ソーシャルロボット マグボット

がある。

- ・Raspberry Pi, Arduino のマイコンを使用している。
- ・PC やスマートフォンから制御できる。
- ・Scratch (注1) から制御できる。
- ・音声合成で話すことができる。
- ・オープンソースでプログラムや製作方法方法を Web で公開している。(注2)
- ・100円ショップの雑貨など入手しやすい部品を使用している。

マグボットは、Raspberry Pi と Arduino とを接続し、シリアル通信を行っている。Raspberry Pi は、PC とのコミュニケーションや音声合成を担当し、Arduino は、LED やサーボの制御を担当している。Raspberry Pi は、音声合成を担当している。(図1)

## 3 マグボットの製作方法の書籍の出版、材料キットの発売

2016年5月にマグボットの製作方法の書籍である、『おしゃべりロボット「マグボット」-ラズパイとArduinoで電子工作』をリックテレコムから出版した。

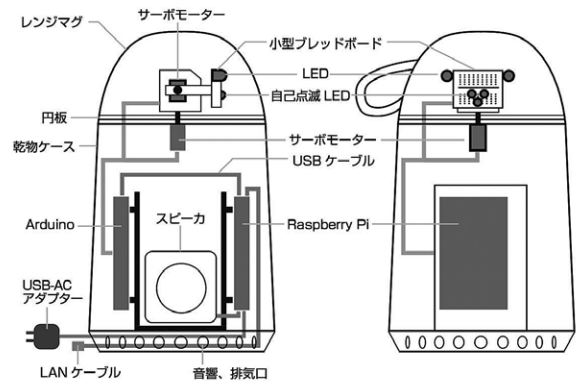


図1 マグボットの構造

KOIKE Seita  
 東京都市大学メディア情報学部社会メディア学科教授  
 IWASAKI Syougo  
 東京都市大学環境情報学研究科環境情報学専攻1年生  
 KUDO Takeo  
 東京都市大学メディア情報学部社会メディア学科  
 2016年度卒業生  
 SAITO Ayumi  
 東京都市大学メディア情報学部社会メディア学科  
 2016年度卒業生

(写真 2) (注 3) この書籍は、Arduino や Raspberry Pi の制御方法、ロボット製作を段階的に学べる教科書としてインフォグラフィックスなどを使用して執筆した。また、長浜バイオ大学の授業「プログラミング実習Ⅱ」でテキストとしても採用された。(注 4) 後述のマグボットの製作ワークショップにおいてもテキストとして使用した。同時にマグボットの材料を集めた材料キットもスイッチサイエンス (注 5)、千石電商から発売され (注 6)、マグボットの材料も入手しやすくなった。

マグボットの書籍の目次は以下である。

- 第 1 章 素人がロボットを作れるようになるまで
- 第 2 章 マグボットの全体像
- 第 3 章 Arduino を動かしてみよう
- 第 4 章 シリアル通信で Arduino をリモコンしてみよう
- 第 5 章 Raspberry Pi を動かしてみよう
- 第 6 章 ブラウザから Arduino を動かそう
- 第 7 章 Raspberry Pi で音声合成をする
- 第 8 章 マグボットを組み立てよう
- 第 9 章 マグボットを動かしてみよう
- 第 10 章 Scratch でマグボットを動かそう
- 第 11 章 巻末資料

第 1 章では、マグボットが生まれた社会的背景について説明した。第 2 章では、マグボットの基本構造について解説した。第 3 章では、Arduino の基本的な使用方法とマグボットで使用する LED やサーボモータを Arduino から制御する方法について説明した。第 4 章では、Arduino に接続した LED やサーボモータを PC からシリアル通信で制御する方法について説明した。第 5 章では、Raspberry Pi の基本的な使用方法、OS のインストール、マグボットに必要なソフトウェアのインストール方法について説明した。第 6 章では、Raspberry

Pi と Arduino を接続し、ネット経由で PC のブラウザから Raspberry Pi を経由して、Arduino に接続した LED やサーボモータを制御する方法について説明した。第 7 章では音声合成の方法について説明した。第 8 章では、マグボットのハードウェアの製作方法について説明した。第 9 章では、マグボットを PC の Web から制御する方法、さらに無線ルーターを使用してスマホからマグボットを制御する方法について説明した。第 10 章では、Scratch からマグボットを制御する方法について説明した。

## 4 マグボットを使用したワークショップ

小池研究室では、マグボットを使用した展示、製作ワークショップなどを行った。今年度のマグボットを使用した主な活動は以下である。

### 4. 1 Scratch Day in Tokyo

実施日：2016 年 5 月 21 日

場 所：東京大学本郷キャンパス情報学環福武ホール

内 容：マグボットを展示、説明した。(写真 3)

### 4. 2 Maker Faire in Tokyo 子どもプログラミングカフェ

施 日：2016 年 8 月 6, 7 日

場 所：東京ビックサイト

内 容：小学生などにマグボットの操作方法を教えた。(写真 4)

### 4. 3 東京都市大学科学体験教室

施 日：2016 年 8 月 3 日

場 所：東京都市大学 世田谷キャンパス

内 容：東京都市大学主催の科学体験教室において小・中学生にマグボットの操作方法を教えた。(写真 5)



写真 2 マグボットの書籍



写真 3 Scratch Day in Tokyo の様子



#### 4. 4 宮古市ワークショップ

施 日：2016年8月11日

場 所：岩手県宮古市「道の駅やまびこ館」内の薬師漆  
工芸館

内 容：地域の人々と一緒にマグボットを製作するワー  
クショップを開催した。(写真6)

#### 4. 5 ロボットカフェ

施 日：2016年12月23日

場 所：東京都市大学夢キャンパス

内 容：東京都市大学が進める科学コミュニケーション・プロジェクト(注7)の一環としてマグボットを中心とした展示, 体験, 講演, 発表, マグボットの製作方法のワークショップを開催した。マグボットの書籍をテキストとして使用した。(写真7)

#### 5 マグボットの部品改良

マグボットを強化するために, すでに製作していた目と口のLEDを固定する専用基板を改良し, さらに

Arduinoに配線するために装着する専用基板を新たに設計した。改良した専用基板は, 配線を見直して頭部のLEDからArduinoまでの配線をこれまでの6本から4本に削減した。(写真8) また, これまでマグボットの内部でサーボモーターを固定するためのサーボブラケ



写真6 宮古市ワークショップの様子



写真4 Maker Faire in Tokyo 子どもプログラミングカフェの様子



写真7 ロボットカフェの様子

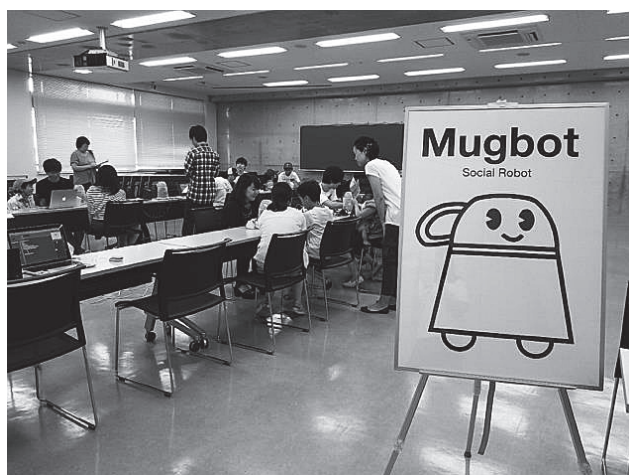


写真5 東京都市大学科学体験教室の様子

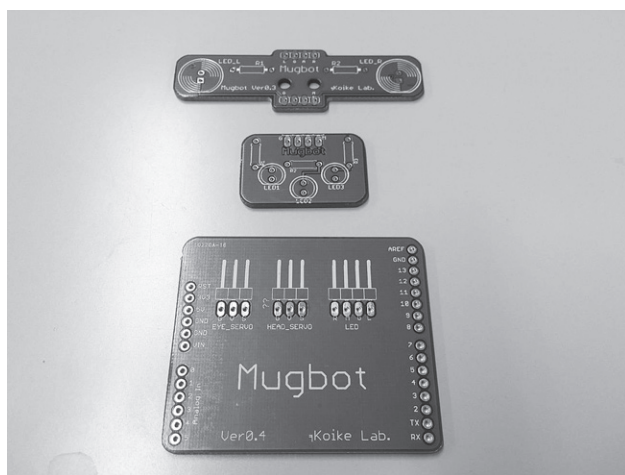


写真8 マグボットの専用基板

ットをユニバーサルプレートを手で加工して製作していたが、レーザーカッターの導入に伴いアクリルをレーザーカッターでカットした部品に置き換えた。(写真9)

## 6 海外でのマグボットの使用

マグボットは、昨年度からすでにアメリカのインディア州立大学においてロボット研究のために使用されているが、今年度は、Raspberry Piを開発しているイギリスのRaspberry Pi財団(注8)で、マグボットが財団のインターンシップで使用されている。(写真10)

## 7 NPOのマグボット製作支援

東京都八王子市にある特定非営利活動法人多摩草むらの会では、マグボットを使用している。多摩草むらの会では、マグボットに服を着せる試みを行っている。(写真11)また、多摩草むらの会の組織である就労継続支援B型事業所「パソコンサロン夢像」では利用者がマグボットを製作できるようにしたいという要望を受けてマグボットの製作のための情報提供を行った。

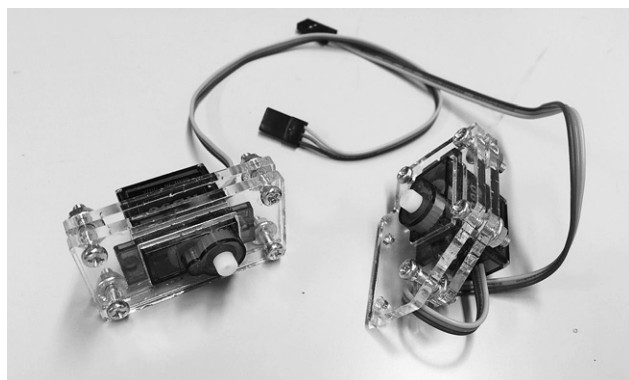


写真9 アクリルを使用したサーボブラケット

Instagram photo by raspberrypifoundation



raspberrypifoundation  
#MugBotsALIVE. #Instagram, say hello to #MugBot. #MugBot, this is Instagram. #HenrytheWorkExperience is now looking into how to make MugBot wireless. It might work. All the fun at #Raspberrypi #PiTowers. #PoundShopR2D2 ? #robot #making #creating #coding #arduino

写真10 Raspberry Pi財団のInstagramの写真

## 8 施設での使用

今年度は以下の施設でマグボットが使用されるようになった。

### 8.1 島田療育センター

東京都多摩市にある重症心身障害児施設である島田療育センターではマグボットを重症心身障害児のケアに使用するためにマグボットを導入した。(写真12)

### 8.2 神奈川工科大学厚木市立子ども科学館

神奈川工科大学厚木市立子ども科学館では、受付にマグボットを使用している。館内イベント案内や、併設しているプラネタリウムなどの時間案内などを行っている。(写真13)



写真11 NPO団体多摩草むらの会が製作したマグボットの服



写真12 島田療育センターでのマグボットの使用



### 8.3 東京都市大学横浜キャンパス

東京都市大学横浜キャンパスの校内では、来校者のための展示説明を行っている。この展示で使用しているマグボットはあらかじめ決められた言葉を周期的に発話するようにマグボットをプログラムした。(写真14)

### 8.4 東京都市大学図書館

東京都市大学横浜キャンパスの図書館でマグボットを使用した。マグボットは2台使用され、1台は受付で来場者への注意喚起、もう1台は企画展示の説明を行った。来場者への注意喚起のマグボットはPCから制御し、展示説明用のマグボットは、8.3と同様にあらかじめ決められた言葉を周期的に発話するようにプログラムした。マグボットを使用した企画展示の説明は、東京都市大学の世田谷キャンパス、等々力キャンパスでも実施された。今後、さらにセンサーなどをマグボットに取り付けて図書館でのマグボットの使用方法を研究する

予定である。(写真15)(写真16)

## 9 マグボットの高校での使用

### 9.1 授業の概要

今年度は、マグボットが東京都市大学の系列高校である東京都市大学等々力中学校・高等学校の高校の授業において使用された。(写真17)(注9)

授業の概要は以下である。

授業期間：2016年9月～12月

授業対象：教科情報

指導教員：佐藤仁美 非常勤講師

サポート：小池研究室大学院生1名、4年生2名

対象高校生：高校2年生5クラス(約150人)

授業時間：45分授業×9回

授業目的：高大連携によるScratchとマグボットを使ったプログラミング教育

使用したマグボット台数：13台



写真13 神奈川工科大学厚木市立子ども科学館の受付で動くマグボット

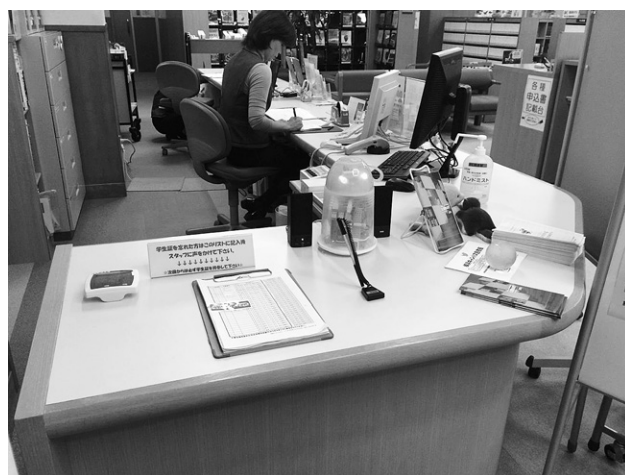


写真15 東京都市大学図書館の受付で動くマグボット



写真14 東京都市大学横浜キャンパスで展示説明を行うマグボット



写真16 東京都市大学図書館で展示説明を行うマグボット



写真 17 東京都市大学 等々力中学校・高等学校の授業で使用されるマグボット

授業形態：高校生が4, 5人のグループになり, Scratch を使用してマグボットをプログラムする。  
 授業課題：「マグボットを使って文化祭を盛り上げよう」というテーマで, マグボットを用いて文化祭で何ができるのかを考える課題解決型授業。

## 9. 2 プログラミング教育の教材として使用されるマグボット

マグボットは, 当初はPC やスマートフォンのブラウザから制御していたが, 山梨英和大学の杉浦学准教授の協力でScratch をマグボット用にカスタマイズしたMugbot Action Designer (以後Scratch) を開発し, PC 上のScratch から制御できるようになった。(図2) Scratch から制御できるようになったことからScratch に関心のある教育関係者から「プログラミング教材」と認識されるようになった。Scratch はプログラムの結果



図 2 Scratch をカスタマイズした Mugbot Action Designer の画面

を画面上に表示するが, マグボットは, プログラムの結果として発話したり, 目や首が動作するのでプログラミングの達成感が高いと認識された。そのために前述のScratch Day や, 子どもプログラミングカフェなど, 子供のプログラミング教材として評価されている。2020 年から小学校でプログラミングが必修化されることを受けて, 高校においてもプログラミングの授業に関心が高まっている。等々力高校で情報の授業を担当している佐藤講師からの要望でマグボットがプログラミング教育に使用されることになった。

## 9. 3 高校で求められるマグボットの価値

高校では, 授業環境の特殊性からこれまでのマグボットとは異なる価値が与えられた。例えば高校で使用される以前のマグボットは, ワークショップにおいてワークショップの参加者が製作しやすくするために, ハンダ付けをしないで電子部品を差し込むブレッドボードを使用していた。(写真18) そのため, 作りやすいが壊れやすいという脆弱性を持っていた。この脆弱性はワークショップや, 小池研究室が使用する範囲ではほとんど問題にはならなかった。しかし, 高校の授業で使用される時には一度に40人弱の高校生が45分間にわたって均一な授業を受ける必要がある環境において, 授業中にマグボットが故障して授業が中断することはできず, マグボットの脆弱性が可視化された。今後, 高校などの教育現場で使用する場合はこの脆弱性の改良が求められる。

## 9. 4 課題解決型授業のリソースとしてのマグボット

今回のマグボットを使用したのは課題解決型の授業である。これは, 課題を決めてその課題を高校生が解決に向けてそれぞれ取り組む授業であり, 教員が教壇から

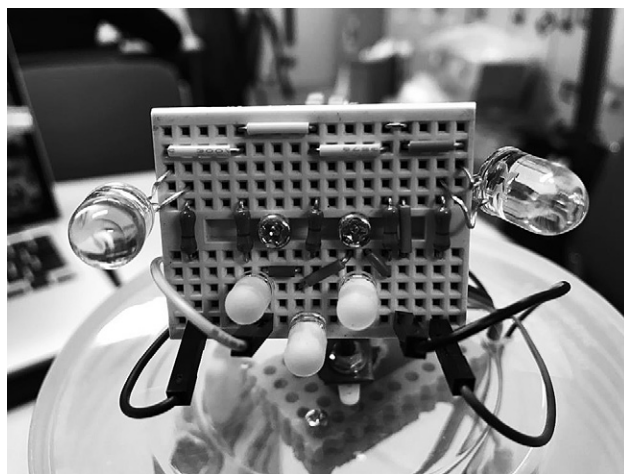


写真 18 ブレッドボードを使用したマグボットの頭部



高校生に一方的に話すような講義型の授業ではない。マグボットは以下のように課題解決型授業のリソースになった。

#### (1) 課題解決のためにマグボットを使用する

今回の課題は、「マグボットを使って文化祭を盛り上げよう」である。この課題のためにマグボットが文化祭でどのような活動をさせるべきかを最初に決めて、それからマグボットの具体的な動作を検討することになった。そのため、プログラムを学ぶためだけにマグボットを使用したのではなく、課題を解決するためにマグボットをプログラムしたのである。課題からプログラムを考えることで、課題と結びつけながらマグボットのプログラムをすることができた。

#### (2) 適切なタイミングでアクセスできるリソース

課題解決型の授業においては適切にリソースにアクセスできる必要がある。今回の授業では、グループごとに取り組む内容が異なり、進行状況もグループで異なった。今回の授業では教室内に教員、サポーターがいて、質問があったときに適切なアドバイスを適切なタイミングで受けることができた。また、教室内にあるパソコン、マグボット、Scratchも高校生たちが課題を行う進行に合わせて適切なタイミングで適切なリソースにアクセスできた。

#### (3) プロトタイピング

Scratchは画面上のブロックを変更することですぐにその結果をロボットの動作として確認することができ、マグボットを動かすためのプロトタイピングの道具として機能した。

#### (4) プログラムの共有

マグボットのプログラミングに用いたScratchは、画面にブロックがプログラムとして可視化できるので画面をグループのメンバーと共に見ることでメンバー間でプログラムを共有することができた。さらに近くの机の別グループも移動してプログラムを見ることができたのでグループ間でもお互いにプログラムを共有できた。

### 9.5 授業サポーターの役割 技術翻訳と技術提案

授業には小池研究室の大学院生1名と4年性2名が参加し、高校生のマグボットのプログラミングをサポートした。授業サポーターたちは、高校にとっては部外者なので教員のように高校生の成績を評価する立場ではなく、また年齢も高校生に近いので、気軽にプログラムについて相談することができた。また、高校生は、マグ

ボットにさせたい動作があっても、それを具体的にScratchのプログラムに置き換えることができない場合があった。その場合は、サポーターは高校生の要望をScratchのプログラムとして教えるような「技術的翻訳」を行った。また、サポーターからは、高校生が知らないScratchの機能を高校生に伝えて、その機能からマグボットの動作を考えさせる「技術提案」を行った。

## 10 次年度の展望

マグボットが多くの施設で使われるようになったので、施設でのマグボットへの要望を調査し、どのような改良がマグボットに必要なのか検討する。

### 謝辞

マグボットの研究にご協力いただいた東京都市大学等々力中学校・高等学校および佐藤仁美先生に感謝します。

### 注

- (注1) アメリカのMITが開発した子供用プログラミング言語 <https://scratch.mit.edu>
- (注2) マグボットの公式サイト [www.mugbot.com](http://www.mugbot.com)  
Facebook ページ <https://www.facebook.com/SocialRobotics/>
- (注3) おしゃべりロボット「マグボット」- ラズパイとArduinoで電子工作 [http://www.ric.co.jp/book/contents/book\\_1018.html](http://www.ric.co.jp/book/contents/book_1018.html)
- (注4) 長浜バイオ大学のシラバス [http://gww.happywinds.net/nbio-syllabus2016/view.asp?msg\\_no=541](http://gww.happywinds.net/nbio-syllabus2016/view.asp?msg_no=541)
- (注5) スイッチサイエンス <https://www.switch-science.com/catalog/list/614/>
- (注6) 千石電商 [http://www.sengoku.co.jp/mod/sgk\\_cart/search.php?cid=5351](http://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/search.php?cid=5351)
- (注7) 科学コミュニケーション・プロジェクト 東京都市大学横浜キャンパスが行っている科学者と一般市民の間にたち、両者が科学技術について対等に議論できるような環境を提供する人材を養成するプロジェクト。 <http://www.yc.tcu.ac.jp/~scicomm/>
- (注8) Raspberry Pi 財団 <https://www.raspberrypi.org>
- (注9) 東京都市大学 等々力中学校・高等学校のマグボットを使用した授業についての記事 <http://www.tcu-todoroki.ed.jp/topics/course/topics1228.html>