

子ども向けプログラミングワークショップにおける 創作意欲のデザイン

阪口 紗季^{1,a)}

概要：玩具やロボットをコンピュータで制御する方法を学び、独自の作品作りを体験できるプログラミングワークショップは、子どもが意欲的にプログラミングを用いたものづくりに取り組める場として有効である。本研究では、玩具とロボットを用いてボールが転がる装置であるマールマシンを作ることを最終課題とし、ソフトウェアとハードウェアの両側面から試行錯誤を行えるワークショップをデザインした。本稿では、本ワークショップのデザインと実施について報告する。

1. はじめに

子どもたちにプログラミングを体験してもらう場として、プログラミングワークショップが実施されている。プログラミングの導入において、初心者が参考書などを用いながら個人でプログラミングを学ぶ個別型よりも、講義型や協同型といった他者と共有された場で学ぶ形式の方がプログラミング学習に対する動機付けが上昇することが調査により示唆されている [1]。このことから、講義型、協同型に形式が近いプログラミングワークショップはプログラミングの導入に適していると考えられる。また、単に知識を獲得する授業とは異なり、ワークショップでは他者との協働や即興的に手を動かすことを通じて、ワークショップの参加者自身が納得できる解を生成することに特徴があるとされている [2]。本稿では、東京大学情報学環中山未来ファクトリーのプロジェクトで実施したワークショップの事例報告を行う。本プロジェクトでは、「子ども向けのプログラミングワークショップ」において、参加者である子どもにプログラミングを使ったものづくりに対する動機付けを行うためには、創作意欲を掻き立てることが大事であるとプロジェクトメンバで議論してきた。

2. 子ども向けプログラミングワークショップ

子ども向けプログラミングワークショップには数々の事例がある。事例として、初心者向けのプログラミングツールを使って、PCの画面上で動くゲームやアニメーション作りを体験させるものが存在している [3], [4], [5]。また、近

年ではモーターやセンサー、マイコンなどの電子部品の制御までを取り扱ったワークショップも増えており [6], [7]、今後は実世界に物理的に働きかけるロボットプログラミングが重要であると考えられる。しかし、画面ばかりを見ながら作業することは、ワークショップとしての効果が薄れるのではとプロジェクトメンバで議論してきた。ワークショップらしく、たくさん発言し、歩き回りながらロボットプログラミングに取り組むための動機付けをどのようにデザインすれば良いのかという議論を通じて、1つの提案に至った。すなわち、ボールを転がす装置である「マールマシン」を自由に創作し、そこにボールや人間の挙動に応じて反応するロボットを組み込み、プログラミングで制御するワークショップをデザインした。次章以降で詳述する。

3. 創作意欲のデザイン

子ども向けプログラミングワークショップにおける創作意欲のデザインについて述べる。本ワークショップでは、スロープを組み立てることができる玩具とロボットを用いて、ボールを転がす装置である「マールマシン」を作ることを最終課題とする。ボールをスタート地点からゴール地点まで落ちることなく転がすことができるスロープを組み立てることを前提とし、さらにそこにセンサーやボタンからの入力に反応して動くロボットアームを組み合わせることによって、ロボットアームによって止められていたボールがある条件を満たすと転がり始める装置を自由制作してもらう。この課題に取り組んでもらうことにより、ボールが転がるスロープを組み立てるハードウェア側からのアプローチと、ボールを転がす条件をロボットプログラミング

¹ 東京大学 大学院情報学環
University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 113-0033, Japan

^{a)} s.sakaguchi@iii.u-tokyo.ac.jp

を用いて制御するソフトウェア側からのアプローチを考えてもらう。また、マールマシンを作ることは大半の人にとって熱中して楽しめるものであるため、この課題に取り組むことは参加者の創作意欲を掻き立て、プログラミングを使ったものづくりに対する動機付けができると考える。以下にワークショップの流れを示す。

- (1) 自己紹介
- (2) チーム分け・マールマシンの説明と目標の共有
- (3) ロボット無しのマールマシンを自由制作
- (4) ロボットプログラミングの実習
- (5) 休憩
- (6) ロボットプログラミングで拡張したマールマシンを自由制作
- (7) 作品発表会
- (8) 振り返り

(1) では、参加者やファシリテータ、スタッフなどその場にいる人全員が一人ずつ自己紹介をする。(2) では、参加者を2人1組のチームに分け、その後ファシリテータがマールマシンが何かについて説明し、このワークショップで最終的に作ってもらうものを示す。このとき、「もし〇〇したら、△△するマールマシン」を考えて作る、というお題を提示し、参加者にはチーム毎に空欄に当てはまる動作を考えてもらいながら作品制作を進めてもらう。(3) では、スロープの玩具の使い方に慣れることや、マールマシン作りの面白さを体験してもらうために、ロボットを使用しないマールマシンをチーム毎に1作品ずつ作ってもらう。(4) では、実習形式でロボットプログラミングの方法について学んでもらう。チーム毎に1セットずつロボットプログラミングツールとPCを配布し、参加者にはファシリテータの説明を聞きながら光センサやサーボモータなどの電子パーツの接続や、基本的なプログラミングを一通り体験してもらう。(6) では、(3) で作ったマールマシンにロボットを加え、ある条件に応じてボールが転がるような装置に拡張してもらう。また、この作業中に中間発表の時間を設け、各チームの途中経過を発表し合うことで、マールマシンを完成させたりより良くするためのヒントを得てもらう。(7) では、各チーム毎に完成したマールマシンの発表とデモンストレーションを行ってもらう。発表を開始する前に、各チームで作品名、マールマシンの面白いところ、作るのが難しかったところをそれぞれシートに書き出してもらい、発表の時はそれを読み上げる形で説明してもらう。

本ワークショップでは、ボールを転がすスロープを組むのに、くもん出版のくみくみスロープ*1を使用する。紙工作や日用品を使ってマールマシンを作る例は多数存在しているが、自由に素材を選んで一からスロープを作ること

には多くの時間を要するため、半日で実施するワークショップの限られた時間内で行う作業としては適していない。一方で、スロープ自体の形が定型化されていて、スロープ同士をモジュール的に組み合わせることで様々な大きさや形状のマールマシンを自由に作る事が可能なくみくみスロープは、参加者にマールマシンを作る楽しさをすぐに体験してもらえことから、本ワークショップに適していると考えられる。

ロボットプログラミングツールとしては、SONYのKOOV*2を使用する。本ワークショップにおいては、参加者にはマールマシンを作ることが目的で、ロボットプログラミングはその手段であると教示するため、電子部品の取り扱い方やコードを書くルールを覚えてもらうことに多くの時間を割くことは適していない。こうした点から、電子部品の扱い方や極性について配慮せずともケーブルの抜き差しのみで部品同士を接続でき、Scratchに似てブロックをつなげていく初心者向けのプログラミング言語を用いているKOOVは、ロボットプログラミングの導入における難しさが排除されており、本ワークショップに適したツールであると考えられる。また、KOOVの電子部品はそれぞれ自体がブロックの形をしており、ブロックを組み合わせで作ったロボットの筐体に組み込みやすい点からも本ワークショップに適していると考えられる。

4. ワークショップの実施報告

4.1 概要

本ワークショップは、「マールマシンでロボットプログラミングを体験しよう！（東京大学情報学環ワークショップ）」という名目で、2018年3月27日と28日に実施された[8]。両日とも同じ内容のものを実施し、参加者は各日程で異なった。ワークショップの対象は小学校4年生から6年生とし、参加者数は各日程6名ずつで全員で12名であった。ワークショップの時間配分は、(1) 自己紹介：5分、(2) チーム分け・マールマシンの説明：25分、(3) ロボット無しのマールマシンを自由制作：20分、(4) ロボットプログラミングの実習：40分、(5) 休憩：10分、(6) ロボットプログラミングで拡張したマールマシンを自由制作：100分、(7) 作品発表会：30分、(8) 振り返り：10分とした。

4.2 参加者の反応

ワークショップ実施中の参加者の様子について報告する。3章に示したワークショップの流れのうち、(3) や (6) の自由制作の時間では、参加者がチームメイトと協力して作品作りに取り組む様子が見られた(図1)。特に、知り合い同士の組み合わせになったチームが1日目と2日目それぞれに1組ずつあったが、これらのチームでは作品のアイデ

*1 <http://kumonshuppan.com/kumontoy/kumontoy-syousai/?code=54474>

*2 <https://www.koov.io/>

アについて活発に議論したり、作業を分担して行うなどのコミュニケーションや連携が見られた。それ以外のチームでは、初めはそれぞれの参加者個人で作業する様子が多く見られたが、作業時間の終盤にはチームメイトと会話をし、作品を仕上げるために協力する様子が見られた。チーム内での会話からは、ボールの転がし方に関するアイデアを出し合い、それを実現するためにどのようなことをロボットにさせるか、といったように目的をベースとして手段を考える様子が伺えた。マールマシン作りにおいては、大掛かりなものを作るのに熱心になり、マールマシンの周りを頻繁に移動してパーツを追加して行く様子や、高い位置に取り付けたスタート地点からボールを転がすために背伸びをして手を伸ばす様子、マールマシンのデモを繰り返して一喜一憂する様子が見られた。図2、3に参加者が作った作品の一例を示す。この作品ではユーザが声を出したり手を叩いたりして音を出すと、ブロックによって止められていたボールが転がり始める。音声は音センサーで認識し、ブロックはサーボモーターで動かすようになっている。このように、センサーとアクチュエータを組み合わせる例は全ての作品に見られた。ワークショップ参加者の作品は全て動画撮影され、YouTubeチャンネルにアーカイブされている[9]。

本ワークショップをデザインした段階では想定されなかったこととして、マールマシンのスロープを机の上だけで終わらせるのではなく、床にまで続くようなものを作ったチームがあり、そのチームと同じ日程に参加した他のチームも真似して床にまで続く大掛かりなマールマシンを作る様子が見られた。また、数人の参加者がワークショップ終了後も残ってマールマシンで遊び続けたり、迎えに来た保護者に自分が作ったマールマシンを説明したりする様子が見られた。

参加者のうち11名に対して事後アンケートを行った。「プログラミングに対するイメージは、これまでと比べてどのように変わりましたか?」という質問に対して自由記述で回答してもらったところ、思っていたよりも楽しい・簡単だと思えたことを回答した参加者が7名であった。また、パソコン内でプログラミングをするだけでなく、ロボットを使ってプログラミングをすることの方が楽しい、のように、過去に経験したプログラミングと本ワークショップでのロボットプログラミングを比較した感想を述べた参加者が1名であった。以前とあまりかわらなかったと回答した参加者は1名であった。その他、「楽しい」だけでなく、「工夫」がとても必要である、プログラミングはゲームなどだけではなくロボットにも使われるということを知った、といった、参加者自身が本ワークショップで新しく学んだ点を述べた参加者が2名であった。このことから、本ワークショップを通してプログラミングを楽しんだり新しいことを見つけたりすることができたまた、「次に著者らの



図1 チームで作品を作る参加者の様子



図2 参加者が作った作品の一例（もし声を出すとボールが落ちるマールマシン）

ワークショップに参加するとしたら、どんなことに挑戦したいと思いますか?」という質問に対して、もっと長くて複雑なマールマシンを作りたい、対戦ロボットや赤外線センサーを使ったロボットを作りたい、などのプログラミングを手段として作りたいものを回答した参加者が6名、もう少し難しいプログラミングに挑戦したい、などのプログラミングそのものを行いたいと回答した参加者が5名であった。「挑戦したいことをやるために、著者らのワークショップにどれくらいのペースでまた参加したいと思いますか?」という質問に対して選択式で回答してもらったところ、毎日参加したいと回答した参加者が4名、1週間に1回参加したいと回答した参加者が3名、1ヶ月に1回参加したいと回答した参加者が1名、4ヶ月、2ヶ月ぐらいに1回参加したいと回答した参加者が1名、1年間に1回参加したいと回答した参加者が2名であった。これらのことから、本ワークショップは参加者の創作意欲を掻き立て、再度参加したいと思えるほど楽しめるものとなっていたことが伺える。

5. おわりに

本研究では、ボールを転がす装置である「マールマシン」を自由に創作し、そこにボールや人間の挙動に応じて

8OcCZF7EwDMg/featured (2017年7月31日確認).

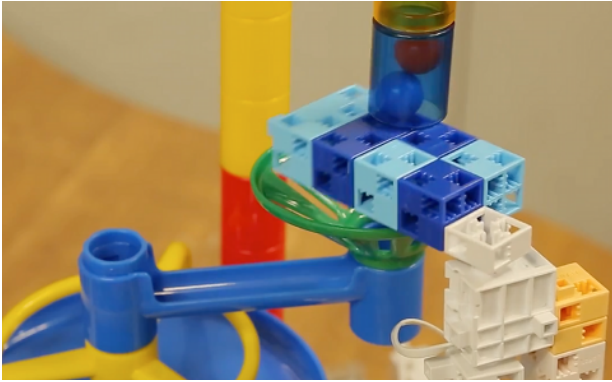


図 3 参加者が作った作品の一部 (ロボットアームが動き、ボールをスタートさせる機構)

反応するロボットを組み込み、プログラミングで制御するワークショップをデザインした。また、ワークショップを実施した様子から、参加者である子どもたちが作品創作に意欲的に取り組む様子が見受けられた。今後も定期的に同様のワークショップを実施し、本ワークショップの効果についてより詳細に検証していく予定である。

謝辞 本研究の遂行にあたり、東京大学中山未来ファクトリーのプロジェクトメンバである松井克文氏、安齋勇樹特任助教、会田大也特任助教、苗村健教授、およびスタッフの皆様には多大なるご指導ご鞭撻を賜りました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 岡崎善弘, 大角茂之, 倉住友恵, 三島知剛, 阿部和広: プログラミングの体験形式がプログラミング学習の動機づけに与える効果, 日本教育工学会論文誌, Vol.41, No.2, pp.169-175(2017).
- [2] 苅宿俊文: 情報教育とワークショップ: 1. ワークショップの成り立ちとワークショップの学び, 情報処理, Vol.58, No.10, pp.884-887(2017).
- [3] 原田康徳, 渡辺勇士: 情報教育とワークショップ: 3. ビスケットプログラミングワークショップ -なぜワークショップなのか-, 情報処理, Vol.58, No.10, pp.891-893(2017).
- [4] 阿部和広: 情報教育とワークショップ: 4. 参加者の主体性に基づく, 変化を前提とした Scratch ワークショップの実践, 情報処理, Vol.58, No.10, pp.894-897(2017).
- [5] 長久勝, 後藤誠, 小野憲史: ゲームエンジンによる、コンピュータに支援された協働の体験, 日本デジタルゲーム学会 2017 年夏季研究発表大会予稿集, pp.73-76(2017).
- [6] 8月5日(日)夏休み子供向けプログラミングセミナー in 東大 2018 — トロンフォーラム,
<http://www.tron.org/ja/2018/07/post-3985/> (2017年7月31日確認).
- [7] ロボットプログラミング大会 — CANVAS — 遊びと学びのヒミツ基地,
<http://canvas.ws/ws-info/17542> (2017年7月31日確認).
- [8] マーブルマシンでロボットプログラミングを体験しよう! (東京大学情報学環ワークショップ),
<https://openstudio-utokyo.com/archive/20180328-482/> (2017年7月31日確認).
- [9] 東京大学情報学環中山未来ファクトリー - YouTube
<https://www.youtube.com/channel/UCVVETzUdDXT>