

「モノ」「コト」横断発想教育のためのロボット教材の提案

A Proposal of Robot Educational Tools for Education Method for Idea Generation of Crossing the Point of View of "Object" and "Service" Design

中原 大介¹ 山岡 潤一²

Daisuke Nakahara¹, Junichi Yamaoka²

¹ 慶應義塾大学 S F C 研究所

¹ Keio Research Institute at SFC

² 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科

² Graduate School of Media and Governance, Keio University

Abstract: In this article, as a next generation method for robot education, we propose a educational tools. As a point of view of increasing diversity about manufacture industry, we consider a new educational material is needed to learn an idea generation of crossing the point of view of "object" and "service" design. We organized workshops used "FabWalker", which is designing how to walk, and MyFabMachine, which is robot for secondary creation . As a result, we found evidences that some pieces of participants were observed to be involved with an idea generation of crossing the point of view of "object" and "service" design.

1. はじめに

近年、AI や IoT, ロボット分野などに代表されるように、ものづくり産業の学際化、多角化が目覚ましい。当該分野に関わる職業人においては、従来のようにモノのデザイン視点(技術的関心やその修得)に加え、コトのデザイン(サービスデザインや技術的応用能力)も必要とされる時代に入りつつあり、その社会ニーズに対応した教育の枠組みが必要になってきている。コトのデザインに関しては、文部科学省の「21 世紀型スキル」[1]においても、情報創造力(こと創り)を謳っており、近未来の基礎的な能力としても重要と考えられる。しかしながら、このような情勢において、日本の高等教育機関で一般流通しているロボット教材は、固定的な目的(コト)をターゲットに、技術力向上を目的としたものが多いと考える。つまりは、手段(モノ)と目的(コト)を横断する発想訓練をするためのロボット教材やその教育法が少ないと考える。そこで本研究では、このモノ・コト横断型の発想を学習するためのロボット教材を用いた授業の実施事例について報告する。

2. 教育コンセプト

筆者らは、「遊ぶ」・「触る」・「考える」プロセスによるロボット教育を考案し、現在様々な教育的側面から実践している。「遊ぶ」とは、Tinkering[2]などをベースとした、内省的で自由な空想環境を与えるこ

とである。「触る」とは、前記「遊ぶ」で空想した産物を、インクリメンタルにハードウェアやソフトウェアの「モノ」のカタチに具現化することである。「考える」は、前記「触る」プロセスで創発したモノを、個人的或は社会的文脈に沿った「コト」との関係性を模索するプロセスである。よって、学生たちは、何らかの課題を提示されたテーマが与えられた後は、自分たちの周りを取り囲むあらゆる「モノ」と遊び尽くし、結果的に「コト」のデザインを実践する仕組みである。

図 1 に、当該教育と開発工程の関連領域を示す。従来の技術面を主体とした工学教育やデザイン教育を、開発工程に跨って「串刺し」することを特徴とする。

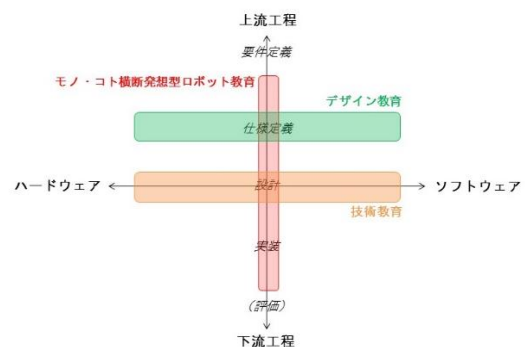


図 1 遊ぶ・触る・考えるものづくり教育と開発工程

Figure 1 Proposal Education and Practical Development

また、図 2 に、当該教育と工学教育を、対比的に示す。本稿では、このような教育法を、『モノ』『コト』横断発想教育と呼ぶことにする。重要ことは、従来の工学教育と当該教育を融合させた教育プログラムを策定していくことであると考えている。

	提案教育	工学的教育
駆動型	目的駆動	技術駆動
設計（デザイン）	コト	モノ
ヒューマンコミュニケーション	説得力	団結力
発想	物語力	実現力
とっかかり	簡単	継続
目標達成	小さな成功の繰返し	1つの大きな成功

図 2 提案教育と工学教育の対比

Figure 2 Proposal Education and Technological Education

3. ロボット教材

3.1 FabWalker

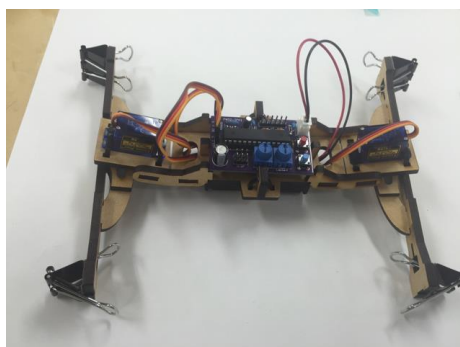


図 3 FabWalker の組立部の外観

Figure 3 Appearance of FabWalker

FabWalker は、オープンデザインを取り入れた”歩き方”について考える学習用ロボットキットである。まず体験者は、ウェブサイト上の作り方の手順を見ながらキットを組み立てる。その後、木の枝やペンなどを脚として取り付けて歩かせたり、センサ等を取り付けプログラミングすることで、複雑な歩き方を設定できる。

FabWalker は、オープンデザインの考え方に基づいて、ほぼ全てのパーツがファブリケーションマシン（3D プリンタ、レーザーカッター）で作成可能であり、作り方の手順や回路はウェブサイトに掲載している。さらに体験者は、自らの改変したロボットの作り方を同サイトに掲載することで、他のユーザと影響を受けあうなど、相乗的なアイデアの発想を促す。

システムは、マイコンボード、電池（2.4~3V,単三乾電池 2 本）、サーボモータ、ファブリケーションマシンで作成された外部機構から構成される（図 3）。ロボットの大きさは、縦 88mm, 横 115mm, 高さ 55mm である。

外部機構は、サーボモータの回転運動を、2 本の脚の往復運動に変換する。各脚部分には、枝やペンなど棒状の物を補助脚として簡易に装着できる。補助脚の装着にはクリップを使用するものとし、繰り返し付け外しが可能になっている。

ロボットの挙動をソフトウェア制御するために、マイコンボードを配置した。マイコンボードは、マイクロコントローラ（AVR ATTINY328P）などで構成される。制御プログラムの作成・アップロードには、ArduinoIDE 及びマイクロコントローラプログラム（AVRISPMk2）を用いる。

マイコンボード単体でプログラム可能なロボットの挙動は、前進/停止、歩行時のスピード（PWM256 段階・実効 200 段階程度）である。

前述の提案教育法と、本教材を関係性について述べる。「コト」は、歩行デザインを指す。また、「モノ」は、ソースコードや外部機構にあたる。よって、単位「歩く」ための設計のみでなく、どう歩くか？といった正解のない複数解の探索が必要とさせる。同一のソースコードや外部機構で、より多くの「歩行」表現を探索できることが、本提案教育ターゲットとなる。

3.2 マイファブマシン

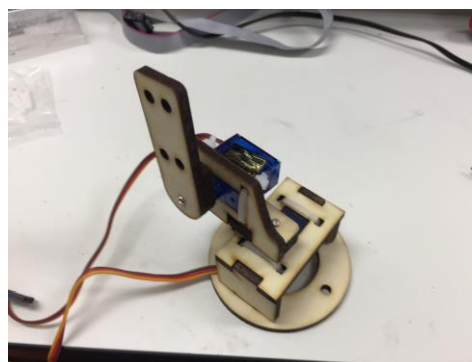


図 4 マイファブマシンの組立部の外観

Figure 4 Appearance of MyFabMachine

マイファブマシンは、オリジナルのデジタルファブリケーションツールを簡易に作成できるプロトタイプキットである。2 軸のロボットアームから構成されており、先端部にはユーザが自由に身の回りのものを固定することができる。例えばペンを取り付けることで、ドローイングマシンにしたり、ナ

イフを付けることで切削機にしたり、材料を射出することで3Dプリンタのように使用することができる。

FabWalkerと同様に、部品の殆どはレーザーカッターで加工したものを使用している。各関節にはホビー用のサーボモータを配置している。先端部には、穴が空いており、ユーザは結束バンドなどを利用して、任意のツールを固定/変更することができる。

制御用に Arduino を使用しており、制御プログラムの作成・アップロードには、ArduinoIDE を用いる。制御方法としては、予め Arduino 内に繰り返し行う動きをプログラミングする方法と、2つの可変抵抗器を用いて、リアルタイムにサーボモータの角度を変更する方法がある。

前述の提案教育法と、本教材を関係性について述べる。「コト」は、何らかの仕事を果たすサービスデザインを指す。また、「モノ」は、ソースコードや外部機構にあたる。学習者は、2自由度のリンク機構をベースとするハードウェアを起点に、その目的をも考案する必要がある。つまり、前述の FabWalker との学習的相違点は、サービスデザインを含めたより抽象度の高い「コト」と、より高い動作精度が求められるプログラム開発や外部設計である「モノ」の横断発想が求められる点である。

4. 先行研究

4.1 LEGO Mindstorms[3]

ロボットを動かしながらプログラミングを学習する教材だが、その目標は競技に勝利など限定的な「コト」をターゲットに、「モノ」のデザインを行うことを主体とした教材といえる。本提案教材は、「コト」と「モノ」との関係性を考えさせる点で異なる。

4.2 STEM 教育

学際的に「コト」のデザインを扱う点は共通しているが、本提案教材は、「モノ」づくりを最終ターゲットとしている点が異なる。代表例としてが、Design Thinking[4]が挙げられる。

5. 評価

前述 2 つの教材を活用し、提案教育用教材としての妥当性を検証すべく、各々の教材別に、ワークショップを実施した。

5.1 ワークショップ 1 : FabWalker

日本工学院八王子専門学校のロボット科 2 年生を対象に、FabWalker 教材活用によるモノ・コト横断発想能力開発の妥当性検証を目的としたワークショップを実施した。参加学生数は 37 名で、グループワー

ク (各 5 ~ 6 名) による製作作業後、全体発表の流れで実施した。終了後、参加者にワークショップ体験に関するアンケートを実施した。

アンケートは、以下の質問項目に対して、5 段階評価 (5 : 強くそう思う, 4 : ややそう思う, 3 : どちらともいえない, 2 : あまりそう思わない, 1 : まったくそう思わない) で、評定してもらった。表 1 に、その項目と結果を示す。

	平均値	標準偏差
①キットの組み立ては簡単でしたか?	4.2	0.8
②“歩行”のデザインは簡単でしたか?	3.9	0.7
③様々なアイデアが湧いてきましたか?	4.1	0.9
④制作物は満足いく結果でしたか?	3.5	1.1

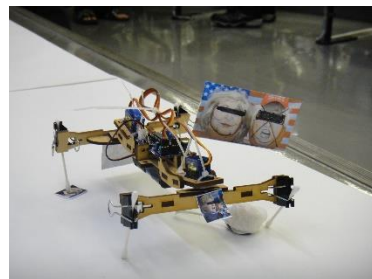
表 1 アンケート項目と結果 1

Table 1 Questionnaire Items and Result 1

また、自由記述形式の主な回答してもらったところ、主だったものとして以下のような回答が得られた。

- ・デザインや芸術の発想することが楽しかった
- ・ロボットの視野が広がった
- ・3Dプリンタによるものづくりに興味をもった

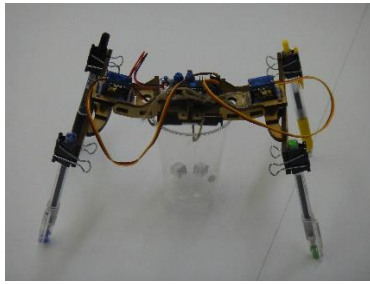
尚、代表的な作品例を図 5 に示す。



(某国の大統領選の投票状況を通知するロボット)



(這いずり歩きながら掃除するロボット)



(歩行しながらサイコを振るロボット)

図 5 FabWalker ワークショップの作例

Figure 5 Examples of the works of FabWalker workshop

本ワークショップの結果について考察する。今回提示した製作テーマは、「歩行」をデザインするという点のみである。結果として、多様な文脈や学際的視点による作品が生まれたことから、1つの「モノ」に対し、複数の「コト」の創出を促進するメディアとして有効なことが分かった。

5.2 ワークショップ2：マイファブマシン

前述 FabWalker のワークショップの結果を踏まえて、続いて、より抽象度の高いテーマ設定と、プログラミングも巻き込んだ詳細設計によるワークショップを実施した。

今回は、日本工学院八王子専門学校のロボット科1年生を対象に、マイファブマシン教材活用によるモノ・コト横断発想能力開発の妥当性検証を目的としたワークショップを実施した。参加学生数は45名で、グループワーク（各3名）による製作作業後、全体発表の流れで実施した。終了後、参加者にワークショップ体験に関するアンケートを実施した。

アンケートは、以下の質問項目に対して、5段階評価（5：強く思う、4：やや思う、3：どちらともいえない、2：あまり思わない、1：まったく思わない）で、評定してもらった。表2に、その項目と結果を示す。

	平均値	標準偏差
①組立（ロボットアーム）は簡単でしたか？	4.3	0.9
②プログラミング（Arduino）は簡単でしたか？	3.7	1.0
③アイデア出しは、簡単でしたか？	2.8	1.2
④作品製作は、遊び感覚でできましたか？	4.4	0.6
⑤パーソナル・ファブリケーションの考え方は、理解できましたか？	4.1	0.6
⑦他人のアイデア（グループワークや講評会）は、刺激になりましたか？	4.3	0.8
⑧制作物は満足いく結果でしたか？	3.3	1.1

表 2 アンケート項目と結果 2

Table 2 Questionnaire Items and Result 2

また、自由記述形式の主な回答してもらったところ、主だったものとして以下のような回答が得られた。

- ・最初は、アイデアが浮かばなかったが、参考事例を見た後は浮かんた
- ・モノをつくる道具を創るのは、モノの仕組みや人間を考える勉強になった
- ・他人のアイデアが刺激になった
- ・制約がある中でも工夫次第でよいモノが創れることが分かった
- ・ロボットと芸術の関連性が分かった

尚、代表的な作品例を図6に示す。

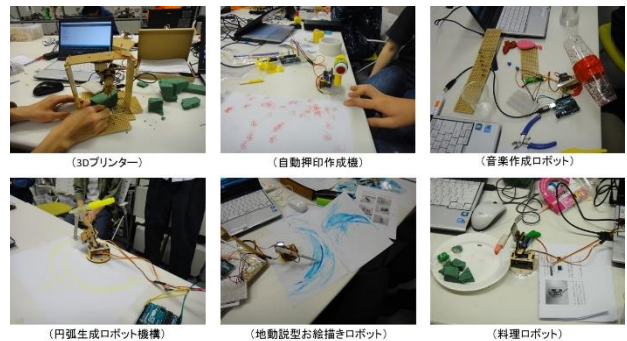


図 6 マイファブマシンワークショップの作例

Figure 6 Examples of the works of MyFabMachine workshop

結果について考察する。本ワークショップのテーマ提示内容は、二次創作ロボットを創造するという抽象度の高い影響があつてか、アイデア出しが難しいと感じる参加者が多くみられた。しかし、実際には全グループがアイデアを考案し、1つ以上具現化できたこと、遊び感覚で楽しく学べたと回答した参加者が多数見られたことから、FabWalker教材よりもモノ・コト横断発想能力開発教材としては効果的であることが確認できた。また、他人の意見を参考にしながらの製作に満足する参加者が多数見られたことは、派生知によるオープンデザインのものづくり教育としても将来性があるといえる。さらには、我々が日常的に使用しているモノをつくるモノを作成するという課題についても、モノの仕組みや人間の理解が深まったという意見が得られたことなどから、分解作業などで見られるモノの構造理解を深める教材としても、発展的に検討行きたいと考える。

6. まとめ

本稿では、「モノ」と「コト」を横断する発想にもとづく次世代ロボット教育のためのロボット教材を提案した。「歩行」をデザインするロボット“FabWalker”及び、二次創作ロボット“マイファブマシン”を教材として活用し、ワークショップを実施した。その結果、モノとコトを横断する発想をベースにしたものづくり観を獲得したとみられる事例が観察された。

謝辞

本研究のワークショップにご協力いただいた日本工学院八王子専門学校ロボット科の皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 文部科学省「21世紀型スキル」,
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1296728.htm
- [2] Tinkering, <https://tinkering.exploratorium.edu/>
- [3] LEGO Mindstorms , <https://www.lego.com/ja-jp/products/themes/mindstorms>
- [4] Design Thinking, <https://www.ideo.com/pages/design-thinking>