

# ロボットを動かそう

## Report on Programming Course to Move Robots

笠原 美左和\*  
都立産業技術高専\*

小学校や中学校でのプログラミング教育必修化をきっかけに、日本でも科学技術人材を育成するためのSTEM教育が徐々に広まりつつある。本稿では、LEGO ブロックとマイコンを用いて、STEM教育の実践事例として行った公開講座 (OPC) の概要報告及びOPC 終了後に実施したアンケート結果を基に、新たな学習内容について提案する。

キーワード：レゴブロック, M5, プログラミング教育

### 1. はじめに

小学校のプログラミング教育が2020年度から必修化された。中学校は2021年から必修化された。また、高校では、データサイエンス教育が導入を通じ、データや数字を通して事象を考える力を育てるための教育が展開されている。

現在、様々なプログラミング教材が検討・開発されており、開発された教材を用いた実践事例が数多く報告されている。

本稿では、M5StackFireとLEGOブロックを用いた実践事例として公開講座 (OPC)の概要報告及びOPC終了後に実施したアンケート結果を基に、新たな学習内容について提案する。

### 2. STEM 教育

STEM教育とは、子供のうちからロボットやIT技術に触れて「自分で学ぶ力」を養う新しい時代の教育法である。小学校や中学校でのプログラミング教育必修化をきっかけに、日本でも科学技術人材を育成するためのSTEM教育に注目が集まっている。

従来の教育では、ひとつの分野を深く掘り下げていくような取組が主となっていた。しかしSTEM教育では、科学・技術・工学・数学を横断的に学習する。分野を超えて学ぶことにより、それぞれの分野にある問題を発見し、それを解決する能力を養うことを目的としている。複雑化・多様化する現代社会の中で、広い知識と視野を持つことは、人間にとって非常に重要な力となる。

これからの社会は、誰もがロボットを設計したり、

使いこなしたりするスキルが必須という考えから、STEM教育に「A (芸術)」と「R (ロボット技術)」を足した、STREAM (ストリーム) 教育が提唱されている。STREAM 教育への注目は加速しており、様々な民間や団体がSTEM教育サービスや学習用の製品を提供している。

特に、レゴを用いた教材開発に取り組んでいる様子が多数紹介されている。

レゴ社は、レゴブロックを通じて子どもたちに工学分野への関心を持たせることに積極的で、プログラミングやロボット工学に関する専用キットを数多く発売している。レゴブロックはもともと子どものおもちゃとして与える親も多く、子どもにとっては馴染みのあるアイテムである。工学分野に苦手意識を持っている子どもでも、レゴで遊ぶという感覚からスタートすれば、スムーズに学習を始めるきっかけになっている。

### 3. 教材開発

科学・技術・工学・数学を横断的に学習する教材の開発を行う。そのため、センサやプログラミングの働きを理解させ、プログラミング技術に興味を持たせるため、レゴブロックで車両型ロボットを制作し、ライントレースを可能な教材の開発を行う。さらに、拡張できる教材の開発を目指す。

#### 3.1. ブロックの選定

自分で考え、製作し、自由に様々なものを短時間で組み立てるため、ブロックを使用する。近年、様々なブロックが発売されているが、ここではレゴブロッ

クを使用し車体型ロボットの製作を行う。レゴブロックの中でもLEGO Mindstormsは、レゴ社とマサチューセッツ工科大学が共同で開発したロボット開発環境であり、モータやセンサ、インテリジェントブロック（コンピュータユニット）がすべてレゴブロックの形で用意され、レゴブロックを組み立てるのと同じ感覚でロボットを作り上げることができるようになっている。さらに、開発環境として、ブロックの形をした組み合わせることで直観的にプログラムを作成できるアプリケーションが付属している。LEGO Mindstorms のシリーズは、1998年発売のRCX、2006年発売のNXT、2013年発売のEV3がある。シリーズがアップすると、組み立てブロックの形状はほとんど変わらないが、インテリジェントブロックの全体の性能や、同梱されているセンサ類の性能が上がっている。本校でも実験実習において、EV3を用いた授業を展開している。便利なブロック教材であるが、EV3商品が、2021年7月をもって、販売および部品供給サービスを終了となった。そこで、OPCでは、ブロックのみを用いるものとする。

### 3.2. マイコン選定

2021年7月をもって、LEGO Mindstorms EV3の販売中止が決定した。シリーズがアップしても、ブロックやモータを使用することが可能となる。そこで、インテリジェントブロックEV3と同等でかつ、安価なマイコンの選定し、新しい教材の開発を行う。

プログラムを学習しやすい、簡単にレゴモータを駆動できる、センサやモジュールの種類が多く、拡張しやすい点からM5Stack FIRE(図1 参照)を選定した。今回選定したマイコンは、ESP32チップをベースとし、320×240のTFTカラーディスプレイ、microSDカードスロット、1Wスピーカーを備えたコンパクトで便利な開発モジュールである。このモジュールは、トップと、大容量バッテリー(500mAh)、LEGO用の取り付け穴、アナログマイクロフォン、LEDバー、Groveポートが搭載されているボトム(図2参照)に分けられる。また、磁石で固定されるM5Stack FIRE用充電ドックが付属している。UIFLOW(Blockly), Arduino IDE, MicroPythonと複数の言語を用いてプログラムすることができる。ベース部はLEGO互換になっているのも特徴である。また、別売のGPSや各種センサ、キーボードなどのモジュールを縦に積み重ねて(stack), 機能を追加することができる。

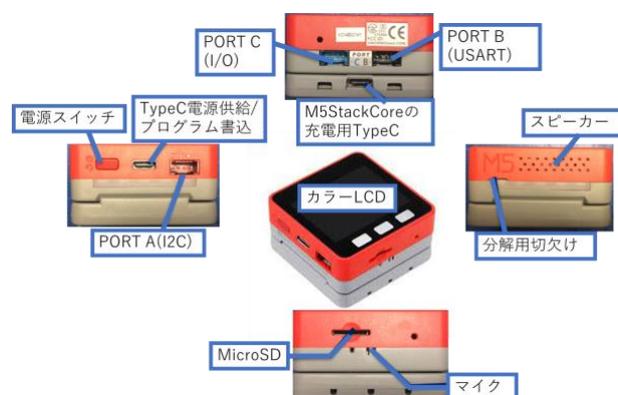


図1: M5Stack Fire の概形

### 3.3. 拡張ユニットとセンサユニット

レゴモータの制御用BaseXモジュール、ToF測距センサとカラーセンサとを用いる。

#### 3.3.1. BaseX モジュール

レゴ互換の接続ベースである、BaseXを使用する。レゴを組み立てる場合、BaseXを簡単に組み込める。BaseXは、レゴモータと互換性がある。RJ11コネクタを用いて同時に4つのモータを接続でき、角度/速度の読み取りと制御をサポートしている。

M5stack FIREのトップに、4つのレゴEV3モータを制御できる拡張モジュールを使用し、レゴモータを駆動させる。

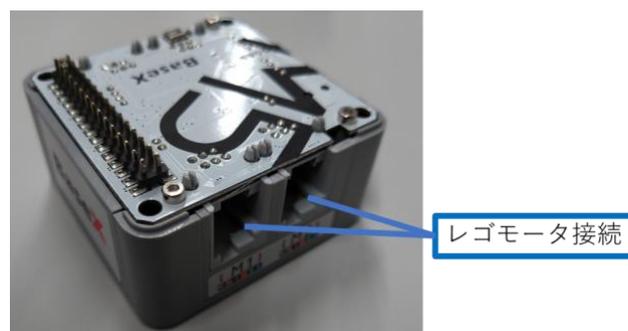


図2: BaseXモジュール



図3: センサ類

### 3.3.2. ToF 測距センサユニット

レーザーによって提供される人工光信号の往復時間を測定する技術（ToF）で、ターゲット反射率に関係なく正確な距離測定を提供する距離測定センサを使用する。GROVE 互換インターフェースでM5Stack FIREに接続し、コア部分とI2Cで通信する。

### 3.3.3. COLORセンサユニット

TCS3472カラーセンサを搭載した、物体表面の色を検出するM5Stack用拡張ユニットである。GROVE 互換インターフェースでM5StackFIREに接続し、コア部分とI2Cで通信する。

### 3.3.4 M5Stack 用 Port A(I2C)拡張ハブユニット

ロボットに搭載するToF測距センサユニットとカラーセンサユニットはともにI2C接続である。しかし、M5Stack FIREにはI2Cポートが1つしか搭載されていない。そこで、M5StackのI2C Groveポートを6つのチャンネルに拡張するハブユニットを使用する。

## 3.3 車輪型ロボット

今回開催したOPCでは、M5Stack FIREのトップに拡張モジュールを接続し、教育用NXTモータを駆動する。教育用NXTに同封されている、組み立て説明書を参考に車両型ロボットを作成する。



図 4：車両型ロボット正面



図 5：車両型ロボット側面

## 4. プログラム開発環境

M5stack FIREに使用できるプログラム開発環境には、MicroPython, Arduino, UIFlow(Blockly)の3つがある。UIFLOWは、M5Stack社が開発したブロックタイプの開発環境である。ブロックを組み合わせることでプログラミングが可能となる。内部的にはMicroPythonが動いている。学校教育などでプログラミングを行う場合にはUIFlowが適している。そこで、本OPCでは、UIFlowを使用する。あらかじめ、UIFlowのファームウェアをM5Stick FIREに転送しておく。UIFlowは、拡張モジュールであるBaseXの使用が可能なバージョンにする。電源を入れるとUIFlowが起動して、プログラミングができる環境になる。今回は、USBメモリにインストールしたUIFlow-Desktop-IDEを使用した。Wi-Fi環境が必要ないのでどんな環境でも利用可能である。

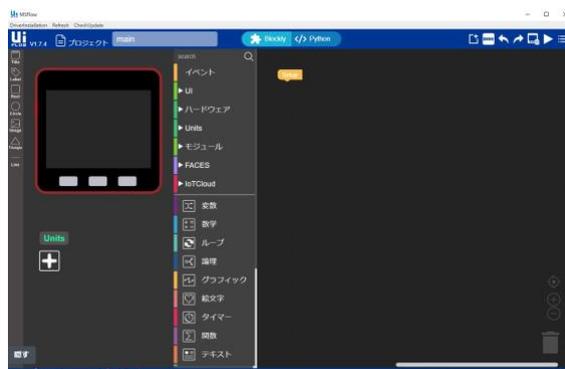


図 6：プログラミング環境 UIFlow

## 5. OPC

小学生5, 6年 8名, 中学生1名, 合計9名の児童, 生徒に対し, 車両型ロボットを用いて, OPCを行った。講師は, 教員2名, 高専5年生3名の合計5名である。PCは学校の設備を使用し, OSはWindowsを用いた。

### 5.1. 演習内容

3時間で行ったOPCで行った内容を以下に示す。

1. 高専の説明や当日のガイダンスを行った。
2. プログラム開発環境である, UIFlow の使う方を説明した。
3. ディスプレイにHello World と出力するプログラムを作成した。
4. 車両ロボットの組み立てを行った。限られた時間の中ですべての組み立てを行わせることが難しかった

め、教育用NXTに同封されている、組み立て説明書を参考に車輪部分は事前に担当教員と指導学生が作成した。OPC参加者は、センサ、マイコン本体を車体に取り付けた。



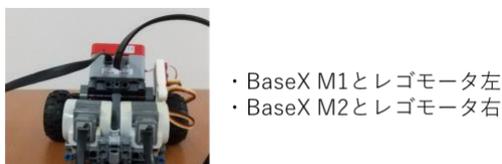
(1)マイコンを取り付ける (3)センサ類をケーブルで接続する



(2)タイヤを付ける (4)センサ類をLEGOカーに接続する



(5)PaHUBとマイコン正面向かって右手にあるPortAを接続する。



(6)BaseXとレゴモータを接続する

図7：車体とセンサの組み立て工程

5. 車両型ロボットを使用し、プログラム作成および実習を行った。

- 前進や後退。
- 四角形を書く。
- 測距センサを用い、壁から15cm のところでロボットを停止や、後退をさせた。
- ロボットに取り付けたカラーセンサを使用し、黒い線で停止させた。

6. アンケートを行った。

## 6. アンケート結果

講座終了後、受講生に取ったアンケート結果を示す。講座を受けようときっかけを複数回答可で聞いたところ、内容がおもしろそうだったが5名、高専に興

味があったからが2名、家族・知人に勧められたからが4名、いきたい学校だったからが1名であった。小学生が多かったため、家族・知人に勧められたからが多いのが特徴である。

今回の講座内容がロボットの組み立てとロボットを動かすプログラミング製作である。講座の時間は全体で3時間であった。1時間ごとに休憩を取って授業をすすめた。この講座の内容や時間については、9名中5名がちょうどよいという回答であった。一方、2名が長いと回答している。

最後に、講座を受けたあとの感想を聞いたところ、参加者の多くの参加者が満足していた。満足した理由としては、丁寧に教えてもらった。わからなかったらすぐに教えてくれた。ロボットの動かし方について詳しくおしえてくれたから。プログラミングができたから。など好意的な評価が多かった。

## 7. まとめ

小学校や中学校でのプログラミング教育必修化をきっかけに、日本でも科学技術人材を育成するためのSTEM教育が徐々に広まりつつある。

本稿では、LEGOブロックとM5Stack FIREを用いた実践事例として公開講座 (OPC)の概要報告及びOPC終了後に実施したアンケート結果を基に、新たな学習内容について提案した。アンケートの結果、小中学生に対し、プログラムに興味を持たせることに成功したといえる。レゴブロックにはカラーセンサ、距離センサ、フォースセンサ、ジャイロセンサしかないが、M5Stack Fireは今回使用したセンサ以外にも多くの拡張モジュールが準備されている。さらに、Seeed Technology社から製造・販売されている「Grove」と呼ばれる製品群も簡単に接続することができ、用途に応じ拡張することができる。よって、STEM教育に貢献できると考える。

### 参考文献

<https://education.lego.com/ja-jp>

H. B. Gonzalez, J. J. Kuenzi, Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Prime,

CRS Report for Congress Prepared for Members and Committees of Congress(2012)

<https://www.switch-science.com/catalog/3953/>

[https://m5stack.github.io/%UIFlow\\_doc/ja/](https://m5stack.github.io/%UIFlow_doc/ja/)