

# フィジカルコンピューティングを志向した 小学生を対象とするプログラミング教育の実践

小山 善文\*1・森川 治雄\*2・山崎 充裕\*3・堀本 博\*3・光澤 英里\*4・金丸 鈴美\*4  
Email: oyama@kumamoto-nct.ac.jp

- \*1: 熊本高等専門学校 専攻科
- \*2: ロボファーム
- \*3: 熊本高等専門学校 共通教育科
- \*4: 熊本高等専門学校 技術・教育支援センター

◎Key Words プログラミング教育, フィジカルコンピューティング, 小中学生, micro:bit

## 1. はじめに

2020年より実施される「小学校学習指導要領」では、新たに「プログラミング教育」が盛り込まれている。また、中学校、高等学校でも同様に指導することになっており、将来的には大学入試科目に「情報」が加えられることも検討されている<sup>(1)</sup>。

一方、小中学校においてプログラミングの経験を有する児童生徒は少数であるのが現状である。そのため、今後、小中学校でどのようなプログラミング教育が行われるかに関心がある。また、情報通信分野に特化した教育を行っている本校では、地域の小中学校での授業研究活動への協力の可能性を視野に入れ、児童を対象としたプログラミング教育に関する実践を進めている。

特に、以下の点に留意したプログラミング教育の実現を目指している。

- ①プログラミング言語の習得を目的としたものではない。
- ②アニメーションの制御等、PCの中だけで完結しない。
- ③現実にある物理的対象をプログラムで操作するための仕組みである「計測」「制御」「通信」の基本的な役割に触れる。

さらに、地域の児童生徒を対象とした公開講座や出前授業を展開する中で、小学校でのプログラミング教育の指導における課題と解決方法の検討を行っている。

筆者らは、コンピュータ教育で先行しているイギリスなどで利用されている教育用マイコンボード micro:bit を教材とした実践を重ねており、本稿では、現時点で得られている成果について報告する。

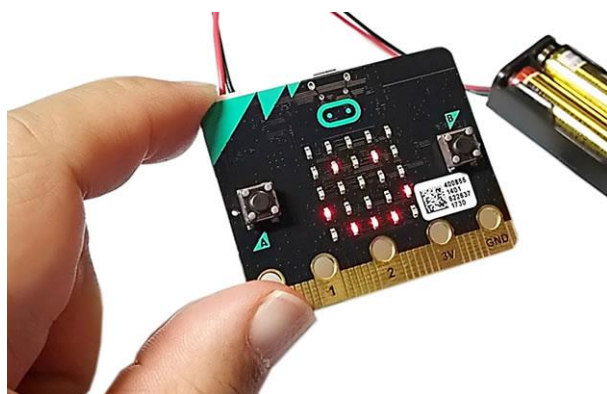


図1 micro:bit

## 2. micro:bit について

### 2.1 概要

1980年代より学童向けコンピュータ教育に力を入れてきたイギリス公共放送局 BBC が、2015年に学童用コンピュータ micro:bit を発表し、翌2016年よりリリースを行っている。リリース時にはイギリス全土の第7学年(11-12歳児)の児童に配布され話題になった。現在では、非営利団体マイクロビット教育財団が引き継ぎ、Web サイトも17ヶ国語に対応し世界各国での普及に努めている<sup>(2)</sup>。日本でも2017年8月より展開しており、各地での利活用が始まりつつある。

### 2.2 ハードウェア

幅5cm高さ4cmの長方形基板の両面にプロセッサやLED・ボタン等の部品がむき出しの状態に配置されたデザインボード型コンピュータである。組込みシステムで多く採用されている ARM Cortex-M0 アーキテクチャのプロセッサを中核にした構成となっている。

正面側には、5×5の格子上に25個のLEDが配置され、文字や図形を表示する他、「明るさセンサ」として利用されている。またA・B2個のボタンスイッチがあり、プログラムで利用できる。底辺には0.05インチピッチで入出力端子があり外部装置との接続を可能にしている。端子のうち5本は幅広となっており、ワニ口クリップなどが利用しやすいようになっている。

背面には、プロセッサ等の部品が取り付けられている。プロセッサには Bluetooth 通信機能が搭載されており、上部のアンテナで電波の送受信が行われる。

また、加速度センサ・磁力センサなども搭載されており、向きや動きの変化などを計測することが可能になっている。

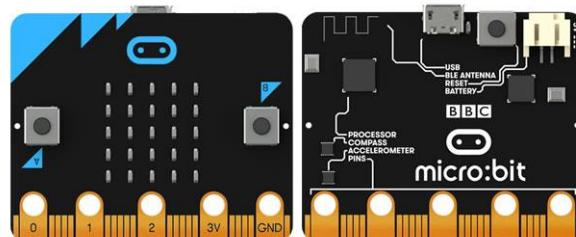


図2 micro:bit 正面 (左)・背面 (右)

## 2.3 ソフトウェア（開発環境）

micro:bit 単体にはプログラミング機能はなく、PC 等で開発したプログラムを転送する「クロス開発」を行う。マイクロビット財団 (<http://microbit.org>) より、プログラミング環境が無償で提供されている。Chrome、Internet Explorer 等のブラウザ上で実行されるため、別途アプリケーションソフトウェアをインストールすることなく、プログラミングを始められることが特長である。

○JavaScript ブロックエディタ（図3 参照）

マイクロソフト社の教育用開発環境「Microsoft MakeCode」の micro:bit 版が提供されている。「ブロック」および「テキスト」のどちらでもプログラミングができ、同時にシミュレータで動作が確認できるようになっている。

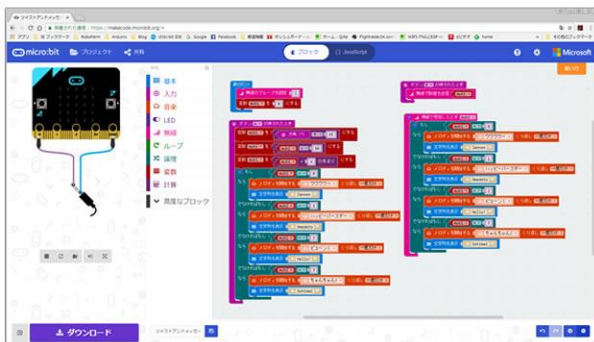


図3 JavaScript ブロックエディタ

○Python エディタ

AI との親和性などから近年注目を集めている Python の開発環境も提供されている。

## 2.4 フィジカルコンピューティング教材

micro:bit のむき出しのデザインは、情報系教育機関でも広く利用されている Arduino や RaspberryPi とよく似ている。Arduino については、開発者が著書の中で「インタラクティブなものを作るためのオープンソース・フィジカルコンピューティング・プラットフォーム」と位置づけている。初心者が、プロセッサにセンサやアクチュエータを組み合わせて人間との意思疎通する作品づくりが容易に学べることを目的に開発された<sup>(3)</sup>。

マイクロビット財団の Web サイトでも、内蔵されているセンサや外付けのサーボなどを組み合わせた事例が多数紹介されており、micro:bit はフィジカルコンピューティングを学ぶための教材として開発されていることが窺える。

多くの「プログラミング教材」が、PC やタブレットの画面の中で実行されているのに対し、micro:bit は人が暮らしている「実空間」の中で実行されるプログラミングを体験できる点が特長である。

## 2.5 プロジェクト

イギリスでは、「Computing」という独立した教科として授業が行われている。マイクロビット財団 web サイトでは、micro:bit を使用した指導法として、「プロジェクト」という単位で指導するようになっている。

プロジェクトでは、課題を解決するためのステップを

示しながら学習者が取り組めるように工夫されている。

中には「図画工作」「音楽」といった教科でも扱えるようなプロジェクトも例示されている。

## 2.6 日本での展開状況

イギリスでは2016年からmicro:bitの配布販売が始まったが、日本国内では無線通信機器の利用に不可欠な「技術基準適合証明」が未認証だったため、使用できない状況にあった。そのため、日本国内事業者により互換機「chibi:bit」が2016年末に発売された。

2017年8月より、マイクロビット財団が日本での正式展開を開始したことに伴い、認証を受けた製品が販売され、開発環境の日本語対応も行われた。

## 3. 熊本高専での取組み

### 3.1 経緯

2017年3月に熊本市内で行われた chibi:bit を使った児童向けプログラミング体験会が契機となり、熊本高専が年間20件程度実施している地域の児童生徒を対象とした公開講座や出前授業においてプログラミング教育を導入するための検討を開始した。

まず、micro:bit を用いたプログラミング教育の体験会を行い、参加児童の反応に手ごたえを感じた。次に、公開講座を行い、実践を繰り返す中で、授業内容の効率化を図っている。

### 3.2 体験会

「体験会」は、熊本高専および自治体等の団体が主催するイベントに出展する形態で実施している。イベント会場に訪れた児童生徒のうち、プログラミングに関心ある者が随時受講するというもので、1回6~12名程度、40分間を目安に実施している。1つのイベントで5~6回行うこともある。

基本操作・文字列の表示・加速度センサを用いた動きの検知など micro:bit の特長を生かした内容とし、受講者にプログラミングに親しんでもらうことを主目的としている。講師のほか、高専学生にもサポートしてもらい運営している。

### ○実施実績

2017.5.20 おもしろサイエンスわくわく実験講座 2017  
2017.8.20 科学体験プロジェクト in 天草  
2017.10.28 2017 くまもと地域振興フェア  
2018.5.19 おもしろサイエンスわくわく実験講座 2018

### ○実施内容（例）

- ①家にはコンピュータはいくつある？
- ②各部の名称と注意点
- ③「Hello!」とあいさつ（基本操作も含む）
- ④ボタンを押して表示を変える
- ⑤動きにより、表示を変えたり音を出したりする

### 3.3 公開講座

「公開講座」は「プログラミング授業」を念頭に行ったもので、事前に公募し応募してきた児童生徒（キーボード操作、ローマ字入力ができることを条件としている）を対

象としている。基本的なプログラミングを学ぶ2.5時間程度の「単発型」と、センサや無線を利用する内容まで扱う2.5時間×3回の「連続型」を実施した。連続型講座最終日には、虫型ロボットを無線操縦でコントロールするプログラミングに挑戦した。

#### ○実施実績

- 2017.7.1 熊本高専公開講座「単発型」  
 2017.7.23 熊本高専公開講座「単発型」  
 2017.8.27/9.3/9.10 熊本高専公開講座「連続型」  
 2018.1.27 わくわく！パレアフエスタ「単発型」×2回

#### ○実施内容（「連続型」）

##### 【1日目】

- ①はじめに
- ②「Hello!TARO」名前をつけてあいさつ
- ③ボタンを押したときにあいさつ
- ④「最初だけ」「ずっと」「～したとき」
- ⑤計数器をつくってみよう（変数）
- ⑥○人目判定機能つき計数器（条件分岐）
- ⑦無線通信機能つき計数器

##### 【2日目】

- ①内蔵センサを使ってみよう
- ②部屋の明るさを知らせよう
- ③LEDを点けてみよう
- ④焦電センサで「防犯装置」
- ⑤サーボをうごかさう
- ⑥傾きセンサでサーボをコントロール

##### 【3日目】

- ①虫型ロボットの操縦プログラムをつくろう（二人ペアでの自主活動）
- ②タイムトライアル
- ③まとめ

### 3.4 その他

上記の「体験会」「公開講座」の他に、筆者の1人である森川は、下記の事業に協力し、地域の公民館や小学校パソコン室などでプログラミング教育の実践を行う中で得られた機材の操作に関する留意点や受講者（児童あるいは教職員）の感想などを本取り組みにフィードバックしている。

#### ○実施実績

- 2017.3.20 プログラミング体験会（熊本市内学童施設）  
 2017.8.19 託麻公民館公開講座（熊本市）  
 2017.11.18 電子情報通信学会イベント（熊本市）  
 2017.12.10 飯野小学校震災支援事業（益城町）  
 2018.2.5 情報教育担当者研修会（益城町）  
 2018.3.11 麻生田小学校震災支援事業（熊本市）

## 4. 取組みを通してわかったこと

### 4.1 受講した児童生徒の感想

公開講座実施後、受講者にアンケートを実施しており、「よかった」「だいたいよかった」などの好意的な回答が得られている。自由記述欄においては、「はじめてプログラミングをしたが楽しかった」「興味を持った」といった

内容があった。特に、元々プログラミングに関心があり他の言語（Scratch やLEGO MINDSTORMS）を学んだ経験を有する児童からも、「一番楽しかった」と回答が得られた。（図4）

体験会においても概ね好評で、終了後保護者からmicro:bitの購入方法の問い合わせを受けることもあり、自発的に取り組んでみたいと思うきっかけになったようである。

11. この講座の感想など自由に書いてください。  
 プログラミングは何回もしたと評判でみんな一番楽しかったと思います。

図4 参加者の感想（自由記述欄抜粋）

### 4.2 指導者側の気づき

micro:bitでは、作成したプログラムの動作の様子をブラウザ内のシミュレータで確認することができるが、実際、micro:bitにプログラムを転送・実行し、基板上のLEDが点灯し文字が流れた際、多くの児童が笑顔を見せたことが印象的であった。このことにより、より達成感を得られる教材であることが確認できた。

ブロックを使ったプログラミングについては、困難なく操作できていた。一方で、プロジェクト名の設定などの文字入力では、得手不得手の差があり配慮の必要を感じた。また、プロジェクト名などで「自由に名前をつけてください」と指示すると、かえって戸惑う児童がおり、最初のうちは具体的な指示が望ましいと思われる。

なお、指導にあたっては、電子黒板機能つきプロジェクタを使用している。付属の電子ペンを使うと投影面上でプログラミング操作ができることは、micro:bitプログラミングの指導においては効果的であった。

### 4.3 教材としての可能性

公開講座・体験会では「起きたら、あいさつ」というプロジェクトでプログラミングを指導することがある。寝かせた状態から起こすと、「にこ顔」に表示が変わりメロディが流れるという動作をさせる。流すメロディを変えてみたり、対象となる動きを変えて試したりと児童にも好評なプロジェクトである。

一通りプログラミングを体験した後、受講者に対し「micro:bitは向きが変わったことをどうやって知るのかな？」と問いかけをしている。受講者は、互いに顔を見合わせている状態になり、micro:bitの背面にある「ACCELEROMETER」と表記されている加速度センサを示すと一様にその小ささ（一辺2mm）に驚いた。合わせて「同じようなものが身近なものにも入っているよ」と、スマートフォンやゲーム機コントローラなどを例示し、さらにセンサの構造を示す電子顕微鏡写真（メーカーWebサイト）を紹介している。

これは、児童生徒だけでなく保護者にとっても、ゲーム機コントローラのような身近な製品でもその「仕組み」を知る機会がなく「ブラックボックス化」していることに起因していると思われる。自動車、電車、飛行機などの乗り物、テレビ、冷蔵庫などの家電、医療機器などのモノがインターネットに繋がり、ヒトの作業を介さずに自動的に多種多様なデータを送受信するIoT（Internet of Things）の

時代が到来し、コンピュータと社会の繋がりを意識する必要性（フィジカルコンピューティング）が叫ばれる中で、micro:bit の教材としての可能性が高いと考えられる。

先行するイギリスでは、BBC が micro:bit 公開 1 年目の取り組み状況についてアンケートが行われているが、実際に指導を行った教員の多くが「教えやすい」「プログラミングを教えることに自信を持った」と回答していることから、指導する側の負担も軽いことが窺える。

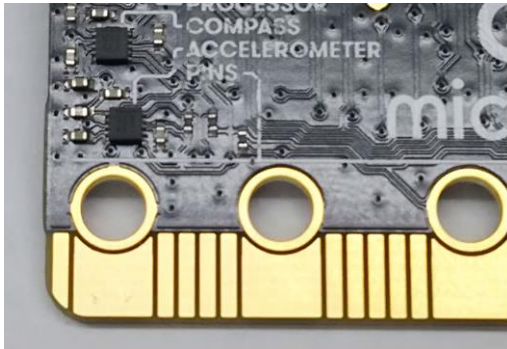


図5 micro:bit 背面拡大（加速度センサ等）

## 5. 今後検討すべき課題

### 5.1 小学校段階での活用方法

2018 年 3 月文部科学省より「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）」が公表された。

学習活動の分類として、次の A～F の分類案が提示されている。

A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C 各学校の裁量により実施するもの（A、B 及び D 以外で、教育課程内で実施するもの）
D クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E 学校を会場とするが、教育課程外のもの
F 学校外でのプログラミングの学習機会

図6 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類（例）

各学校の指導体制や確保できる時間や予算などによって、どの分類で進めるか検討されると思われるが、それぞれの分類に応じた「指導計画案」等の作成が必要である。しかし、小学校の指導現場では、専任教員がいないため、実践例が極めて少ないなどの現実的な課題を抱えていることが考えられる。

筆者らは、各学習活動におけるプログラミング教育の形態、課題の解決方法について、使用するプログラミング教材も含め検討している。実際、micro:bit を使ったプログラミング教育は、「多角形の描画」など一部対応しづらい単元もあるが、中学校技術科「情報分野『計測と制御』」への接続を考慮した内容を計画することには適している。

### 5.2 手引書の作成

プログラミング教材の準備や使用方法、授業の進め方のポイントなどを記載した「手引書」などの作成が必要である。

### 5.3 教員研修

プログラミング教育を進めるにあたり最大の問題は、指導者と思われる。外部より IT 技術者を招くといった議論もあるが、やはり常に児童たちと接している小学校教員が指導を行うことが望ましい。

筆者らは、小学校現職教員および小学校教員志望学生のプログラミング教育に対する苦手意識の解消について着目している。実際、小倉康（埼玉大学）の研究<sup>4)</sup>によれば、現職教員を対象としたアンケート調査結果から、小学校教員の理科への苦手意識の主たる原因は、教材に関する知識・技能の不足であること、授業の成功につながる指導法に関する知識・技能の不足にあることが明らかになっている。また、小学校教員志望学生にとって、プログラミングの基本的な役割を理解することにより、将来、教科学習におけるプログラミングの効果的な活用が可能になることが期待される。

また、先行国イギリスなどにおける調査で、プログラミングの指導経験のない教員から、「教えやすい」との評価を受けている micro:bit の利用は有効であると考えられる。現職教員への研修とあわせ、教職育成課程を持つ大学との連携なども検討課題といえる。

## 6. おわりに

これまでの体験会・公開講座を通じて、micro:bit のフィジカルコンピューティングを志向したデザインやプロジェクトが、ディスプレイ上だけのプログラミングとは違った体験を得ることができ、「生活の中のコンピュータの利用」の理解を深めることにつながる点において、有効なコンピュータ教材であることを確認した。実際、教育関係のシンポジウムで micro:bit に関する発表も見受けられるようになり、関連書籍も発行されている。

今後も、体験会・公開講座等の機会を活用しながら、児童生徒のためになるカリキュラムの開発に取り組むとともに、関係機関との連携を深めて普及につなげ、「プログラミング教育」推進に貢献していきたいと考えている。

### 参考文献

- (1) 文部科学省：「未来投資会議」資料  
<https://www.kantei.go.jp/singi/keizaisaisi/miraitoshikaigi/dai16/siryou6.pdf> 2018
- (2) Gareth Halfacree 著、"The Official BBC micro:bit User Guide"、John Wiley&Sons, Inc.、2018
- (3) Massimo Banzi Micjael Shiloj 著 船田巧訳：  
"Arduinoをはじめよう 第3版"、オライリー・ジャパン(2015)。
- (4) 小倉康、小学校教員の理科への苦手意識の解消プロセスの解明、科学研究費事業研究成果報告書、2015