

(Memoirs of the Faculty of Education and Human Studies
Akita University (Natural Science)
76, 13 – 19 (2021))

micro:bit を利用したロボットカーの比較検討と 新バージョンの特徴について

林 良 雄, 成 田 堅 悦

秋田大学教育文化学部

A comparative review of robot cars with micro:bit and on features of new version of micro:bit

HAYASHI Yoshio, NARITA Kenetsu

Division of Regional Studies, Faculty of Education and Human Studies,

Abstract

The micro:bit is an educational, inexpensive single board computer with many sensors. There are many lesson practices that use this alone, but when we combin with other equipment, we can use for various learning. A robot car is one of them. We made a comparative review of three robot cars in this treatise. Accordingly we found out that each robot car has its own characteristics in the program, so it is necessary to use properly depending on what we aim for. In addition, since new version of micro: bit was released in November, we overview of its characteristics and we make sure of becoming easier to use for learning.

キーワード : micro:bit, ロボットカー, ICT 教育, STEM 教育

Keywords : micro:bit, robot car, ICT education, STEM

1. 始めに

2020 (令和 2) 年度より, 現行の指導要領が全面実施となり, プログラミング教育が必修となった。続いて中学校では 2021 (令和 3) 年度, 高校では 2022 (令和 4) 年度より新学習指導要領が順次実施され, いわゆるデータサイエンス教育が小中高を通しておこなわれる。

小学校ではビジュアルプログラミングの体験が中心となる場合が多いが, 理科や生活科, 家庭科などではセンサーを使えばより深い学習が可能となる。特に第 6 学年の理科「A 物質・エネルギー」では学習指導要領に例示されているが, ここでは電気を効率的に使うために通電をセンサーで制御するようなプログラミングを行うことが想定されている¹⁾。その他, 色々なセンサーを使うことができれば, 様々な授業で利用可能である。これは中学校, 高校でも同様である。

そのようなセンサーを活用する場面で比較的好く使われるのが micro:bit である。詳しくは次章で述べるが, 非常にコンパクトで安価であるが, 照度センサーや温度

センサーなど多くのセンサーが組み込まれたコンピュータボードである。また, プログラミングもビジュアルプログラミング環境から python まで使うことができ, 小学校から高校まで利用可能である。

更に, センサーとしてだけ使うのではなく, 小さいコンピュータとしても利用できる。実際, ロボットカーなどのキットも販売され, それを使った実践も行われている。

本論文では micro:bit の多機能性に注目し, 単独で使うよりさらに授業等での活用を広げられる micro:bit を使ったロボットカー 3 種を比較し, どのような場合に使えるかについて検討を行った。更に, 11 月にバージョンアップした micro:bit v2 について強化されたところを確認し, 今後の活用について検討した。

第 2 章では micro:bit について概観し, 第 3 章で micro:bit の教材としての可能性について述べる。第 4 章でロボットカーについての比較検討を行い, 第 5 章でバージョンアップされた micro:bit について述べる。

2. micro:bit について

micro:bit とは 1980 年代に情報教育のためイギリス BBC(英国放送協 British Broadcasting Corporation) が中心となって開発した教育用のシングルボードコンピュータ(小型コンピュータボード)である。シングルボードコンピュータとは一つの基板上に CPU やメモリ等の部品が取り付けられており、それ単体でコンピュータとして機能するものである。通常はケースなどなく基盤はむき出しとなっている。大きさは 5cm × 4cm (W × H) であり、極めてコンパクトである。英国では 11 歳～12 歳の子供全員に無償で配布されている。

micro:bit は 2020 年 11 月にバージョンアップされ、v2 となっているが、今実際に使われている多くのものは、その前のバージョンである。前のバージョンの CPU は Nordic Semiconductor nRF51822 でありメモリは 256kB Flash, 16kB RAM となっている。

表示装置としては本体上にて 5 × 5 の計 25 個の LED がついている。また、A, B 二つのボタンが用意されている。ボード上には電源を取り付けられないので基板上にあるバッテリーソケットに別途バッテリーユニットを取り付けるようになっている。

プログラミングの環境は C++, MakeCode, Python, Scratch が用意されているが、本体ではプログラミングができず、パソコン上でプログラムを作成し、それを micro:bit に転送する。その際接続に使うのは USB であり、基板上に Micro USB ソケットがついている。他の器械等との接続についてはエッジコネクタ(端子)が用意されており、スピーカーや超音波センサー、外付けの LED 等を接続することが可能である(図 8 を参考にしたい)。

micro:bit の大きな特徴としては、小さい基板上に加速度センサー、地磁気センサー、照度センサー(LED を兼用している)、温度センサー(CPU に内蔵されているもの)の 5 種類のセンサーがついていることである。ただし、温度センサーについては CPU の温度を測る機能を転用しているので、外部の温度を正確に測ることはできない。あくまでも目安であるが、プロセッサの温度をあまり上げないような簡単な処理であれば、比較的精度がたもてる²⁾。

また、無線通信機能があるため、複数の micro:bit 同士で通信を行うようなプログラムも作成できる。micro:bit が持っている通信機能は BLE (Bluetooth Low Energy) と呼ばれるものであり、Bluetooth の低電力消費・低コスト化したものである。最大通信速度が規格上は 2 Mbps だが、電池一個でも十分な時間稼働させることができるように、実際の運用上では 10kbps 程度にしており、大容量のデータの送信には適さない。電波

の到達距離も規格上は 30m だが、消費電力のことを考えて、5m 程度としていることが多い。教室の使用では大きな問題にはならないが、屋外で遠く離れた場所での通信には適さない。

3. 教材としての micro:bit の活用

micro:bit は国内の小学校でのプログラミング教育においても、教材として利用されるケースが多い。例えば文科省の未来の学びコンソーシアムが運営している「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」³⁾ の実施事例には「小学校プログラミング教育の手引き」¹⁾ の分類 A である「学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの」の 6 年生理科 A 物質・エネルギー(4) 電気の利用や総合的な学習の時間で情報に関する探究的な学習に関する実施例に多数 micro:bit を使った実施例が掲載されている。その他、2018 年から始まった MakeCode × micro:bit 200 PROJECT では 200 の小学校・教育委員会(当初 100 団体の予定であったが、100 件を大幅に超える応募があったため 200 団体となった)に micro:bit 各 20 台を無償で提供し、それを使った授業案を報告公開している(現在は募集を終了している)⁴⁾。このプロジェクトへの応募も多かったことから、教材としての注目度もかなり高いとみられる。

中学校においては、プログラミング教育等については技術家庭科での扱いとなるが、micro:bit を利用した教材作成も行われている⁵⁾。高等学校では 2022 年度より完全実施される平成 30 年 3 月告示の高等学校学習指導要領で、これまでの「情報の科学」、「社会と情報」にかわり、「情報 I」(すべての生徒が共通履修)、「情報 II」(情報 I の基礎の上に選択履修)が実施される。

「情報 I」の具体的内容については教科書が 2021 年度に採択されるため、明確には分からないが、文科省が教員研修用に作成した教材⁶⁾が参考になる。その「第 3 章コンピュータとプログラミング」において、Python により micro:bit のプログラミングをする例を紹介している。このことを考えると、高校においても micro:bit が利用されることが予想される。

4. micro:bit を利用したロボットカー教材

「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」の実実施例中の「総合的な学習」における「情報に関する探究的な学習」での例として、自動車会社とのコラボでロボットカーを使ったものがいくつか見られる。その中には micro:bit を使ったものがある。

micro:bit は様々な機能を持っているため単体での利用も多いが、他の部品や機器と接続して利用すると可能性が広がる。その一つがこのロボットカーである。

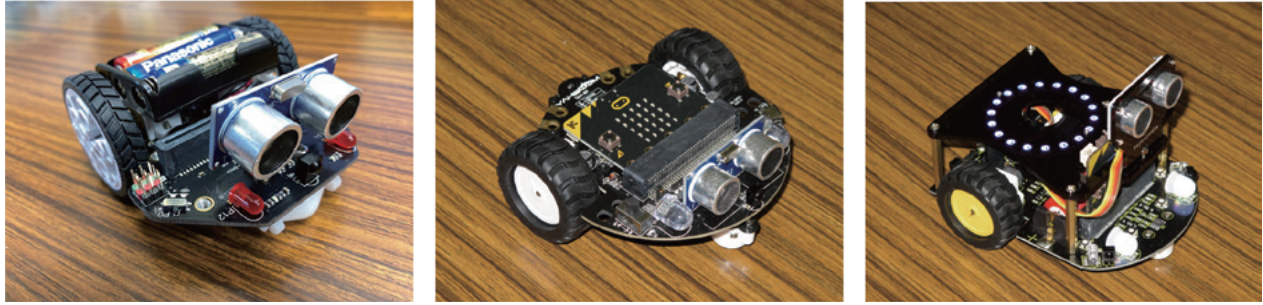


図 1. 比較した 3 機種

左から Micro:Maqueen, Tiny:bit Smart Robot, Mini Smart Robot Car Kit V2

表 1 micro:bit を利用した 3 種類のロボットカーの比較表

	Micro:Maqueen (DFROBOT 社)	Tiny:bit Smart Robot (YAHBOOM 社)	Mini Smart Robot Car Kit (Keystudio 社)
ラインセンサー (赤外線グレースケールセンサー) 間隔 / LED / 濃度の閾値調整器	15 mm / ○ / ×	30mm / × / ×	15 mm / ○ / ○
赤外線障害物回避センサー	×	×	○
超音波センサー	○	○	○
照度センサー	×	×	○
RGB LED (1600 万色)	4 個	2 個	18 個
電源	単四電池 3 本 (別売: CR123A リチウム電池モジュール)	18650Li-ion 電池	18650Li-ion 電池
寸法 (mm)	81 × 85 × 44	105 × 105 × 45	120 x 91 x 91
重量 (g)	76 (電池別)	110	150
MakeCode for Micro:bit 拡張機能	<ul style="list-style-type: none"> • neopixel • maqueen 	<ul style="list-style-type: none"> • neopixel https://github.com/lzty634158/Tiny-bit (TinyBit) 	<ul style="list-style-type: none"> • neopixel • pca9685 • Sonar • maqueen

例えば、DFRobot 社の micro:Maqueen という製品が売られている。これは micro:bit を接続し、プロセッサとして使うことで自動制御しながらロボットを動かす。micro:Maqueen には移動のためのタイヤやモーターだけではなくカラー LED やブザー、超音波センサー (障害物との距離を測る)、ラインセンサー (下部について、明暗を検知する 2 つの赤外線グレースケールセンサ。これにより線が描かれているところとそうでないところを検知して線上を動かすことができる) などが付いている。

ただ、このようなロボットカーは一種類ではなく、幾つかの会社から製品が出ている。ここでは micro:bit をプロセッサに使う、二つの駆動輪をもつ教育用のロボットカーである Micro:Maqueen (以下 Maqueen とする)、Yahboom 社 Tiny:bit Smart Robot (以下 Tiny:bit とする)、Keystudio 社 Mini Smart Robot Car Kit V2 (以下 Smart Robot Car とする) を取り上げて、比較してみたい (図 1)。いずれも日本での販売価格は 3000 ~ 4000 円台である。

まず、プログラミング環境と構成するセンサーや LED、モーターなどの部品について、表 1 にまとめた。

ラインセンサーは上述のとおり、赤外線のグレース

ケールセンサー (High-Low レベル) であり、明暗を検知するものである。これを左右二つ使えば線をトラッキングできる。ただし、左右の間隔を調整することができないと様々な太さの線をたどるようにすることができない。

また、本体の下につけないといけないので、明るさが足りないことも有る。そのため、LED も付いているほうが良い。

超音波インターフェイスは障害物までの距離を測ることができる超音波センサーを取り付けるものである。取り上げた 3 機種とも HC-SR04 というセンサーが付いている。また、赤外線障害物回避センサーは左右に取り付けてある赤外線センサーであり、壁に当たった赤外線の強さを見て壁の有無を判断するものである。照度センサーは明るさを電氣的に計測するものである。また、動かす際に必要な電気をどのように供給するかであるが、電池か、充電池となっている。

プログラミング環境については MakeCode にそれぞれのロボットカー独自の拡張機能を組み込むことでセンサーや LED、モーターなどを制御する。neopixel

は RGB LED（カラー）の制御するためのものである。pca9685 は PWM 出力ドライバー搭載基板を利用するための拡張機能、Sonar は超音波センサー用の拡張機能である。TinyBit は Tiny:bit Smart Robot の独自の拡張機能である。それぞれのロボットカーごとに使っている部品の違いや拡張の仕方によって大きく差がある。これが、プログラミングする際に大きく影響する。

表にはしていないが、組み立てのしやすさについては Maqueen が一番簡単にでき、Smart Robot Car はかなり

手間がかかる。また、日本語の情報量の多さから見ると Maqueen が一番であろう。

Smart Robot Car は様々なセンサーが充実しており、RGB LED も多数ついている。また Smart Robot Car のラインセンサーは感度の調整ができることから、どのような濃さの線についてもトレースすることが可能である。それぞれ特徴があり、一長一短である。使い方ややりたいことによって選択することになる。

また、プログラムにも違いがある。拡張している部

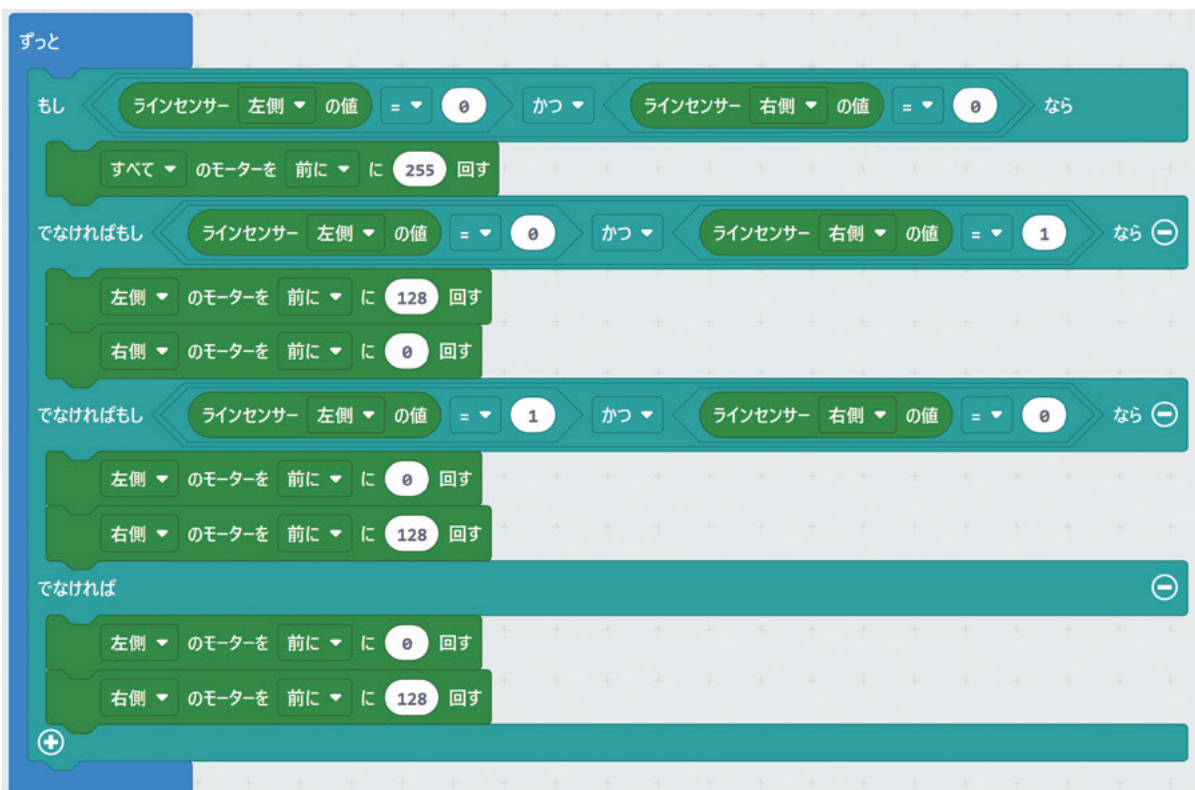


図 2. Micro:Maqueen のラインラックプログラムの例



図 3. Tiny:bit Smart Robot のラインラックプログラムの例

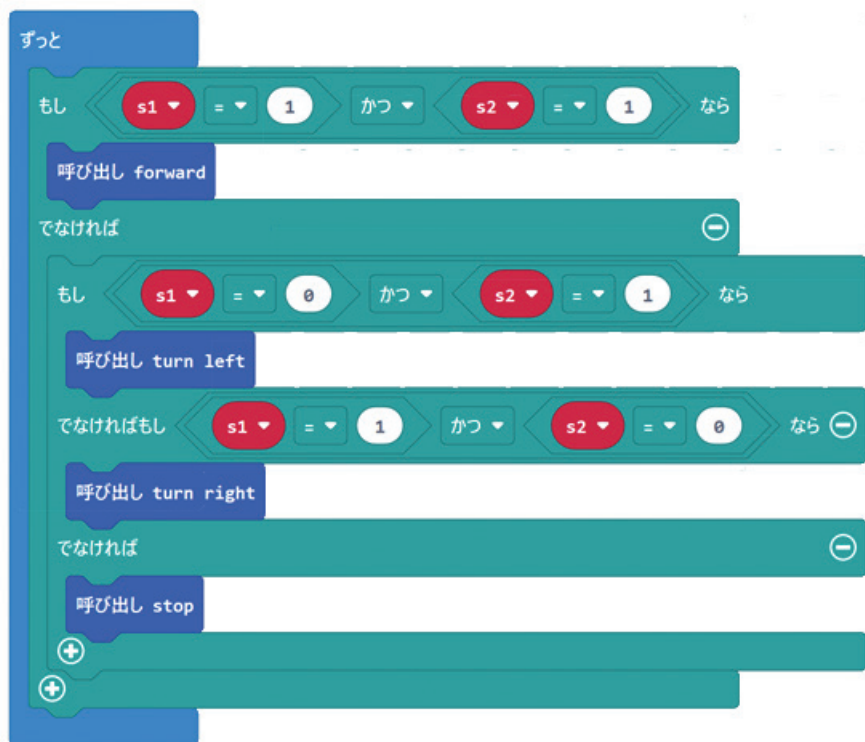


図 4. Mini Smart Robot Car Kit のライトラックプログラムの例

分の命令にそれぞれ特徴があるからである。図 2～図 4 はそれぞれの機種での黒い線のライトラックを行うプログラムである。右または左のラインセンサが白を感知すれば、逆の左または右のモーターをゆっくり動かすまたは止めることで線のある方に曲げる。

これらの例では、モーターを制御する命令に大きな違いがある。図 2 の Maqueen では一つの命令で左右のモーターのどちらかあるいは両方を指定し、回す方向の前後（前進か後進か）を指定、モーターの回転速度を指定することができる。右に曲がりたい場合は例えば図 5 のように右をゆっくり動かし、左を早く動かす。Tiny:bit では一つの命令で一つのモーターを制御できるが、その方法は命令一つで両方のモーターを右または左に曲がるよ

うに指定するだけである。例えば右に曲がりたい場合には図 6 のように曲がる方向とスピードを指定する。

それに対し Smart Robot Car はモーターの回転方向と回転速度を制御する命令が分かれているため、命令が多くなる。例えば右に曲がる場合には右のモーターを前進させる、右のモーターの回転速度を 128 にする、左のモーターを前進させる、左のモーターの回転速度を 255 にする。つまり、4 つの命令で右へ曲がることになる。右に曲がる操作を行うごとに、逐一 4 つの命令を入れるのは面倒で見難いので、これを関数としてまとめてあるのが図 7 である。

教材として使うときにはこのような違いも考慮しなけ



図 5. Micro:Maqueen 右回転プログラムの例



図 6. Tiny:bit Smart Robo の右回転プログラムの例

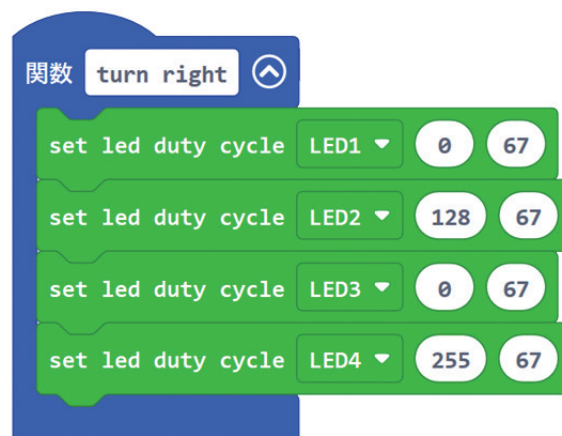


図 7. Mini Smart Robot Car Kit の右回転関数の例

ればならない。例えば、初心者にとりあえず曲がればよい程度のことをさせるとすれば Tiny:bit が良いであろうし、少し慣れた生徒を対象として、もう少し自由度が高い動きをさせる、例えばその場で回転させる、急に曲げる、大きく回るなど、であれば Maqueen が適当に思われる。モーターの制御を意識的に行わせるとすれば、恐らく Smart Robot Car が良いと考えられる。

ライントレースでは Tiny:bit では線の濃さの閾値が固定され、LED もないので環境によってはうまく作動しない可能性がある。Maqueen は線の濃さの閾値は細かく調整できないものの、LED があるため、ある程度安定的に動くことが期待できる。Smart Robot Car はセンサーの濃さの閾値が調整できるため、線の濃さや色によって、自分で調整していきながら最適化していくことができるので、技術教育には良いかもしれない。

5. micro:bit の新バージョン

2020 年 10 月 13 日 Micro:bit 教育財団から micro:bit のバージョンアップについて発表された (micro:bit v2)⁷⁾。日本における発売開始日は 11 月 25 日であった。前バージョンとは大きさは一緒であるが、以下の点が強化された。

- CPU の強化

Nordic Semiconductor nRF51822 → Nordic Semiconductor nRF52833

- メモリの増量

256kB Flash, 16kB RAM → 512kB Flash, 128kB RAM

- Bluetooth のバージョンアップ

BLE と Bluetooth 4.0 (2.4Ghz 帯) → BLE と Bluetooth 5.0 (2.4Ghz 帯)

- micro:bit の電源状態を示す LED がつき、また電源のオンオフ (スリープ機能) をする機能が追加された。

- 外部モジュールへ供給できる電流の増量
90mA → 200mA

また、次のセンサーや機器がついた。

- マイク
- スピーカー
- タッチセンサー (ロゴマーク)

更に外見やでは端子部分にワニ口クリップなどを接続しやすいようにへこみができた。

micro:bit v2 外観は図 8 の通りとなっている。

このバージョンアップによって MakeCode にも V2 用の命令も加わった。図 9 は Logo についているタッチセンサーに対する命令である。ここで選択できるイベントは “押された” (短時間に押して離す操作), touched (触れた時点), 離れた (Logo から指を離れた時点), long pressed (長押し) の 4 つである。図 10 はマイクについての命令で、選択できるイベントは “大きな音” (ある閾値以上の大きな音をマイクで拾ったとき), “静かな音” (大きな音がして、その音がある閾値以下に減衰した時点) の二種類である。

その他、図 11 のように音の閾値の設定, “logo is pressed” (logo を押されたときという条件判断), “音量” (マイクに入力された音の大きさ) などとも用意されている

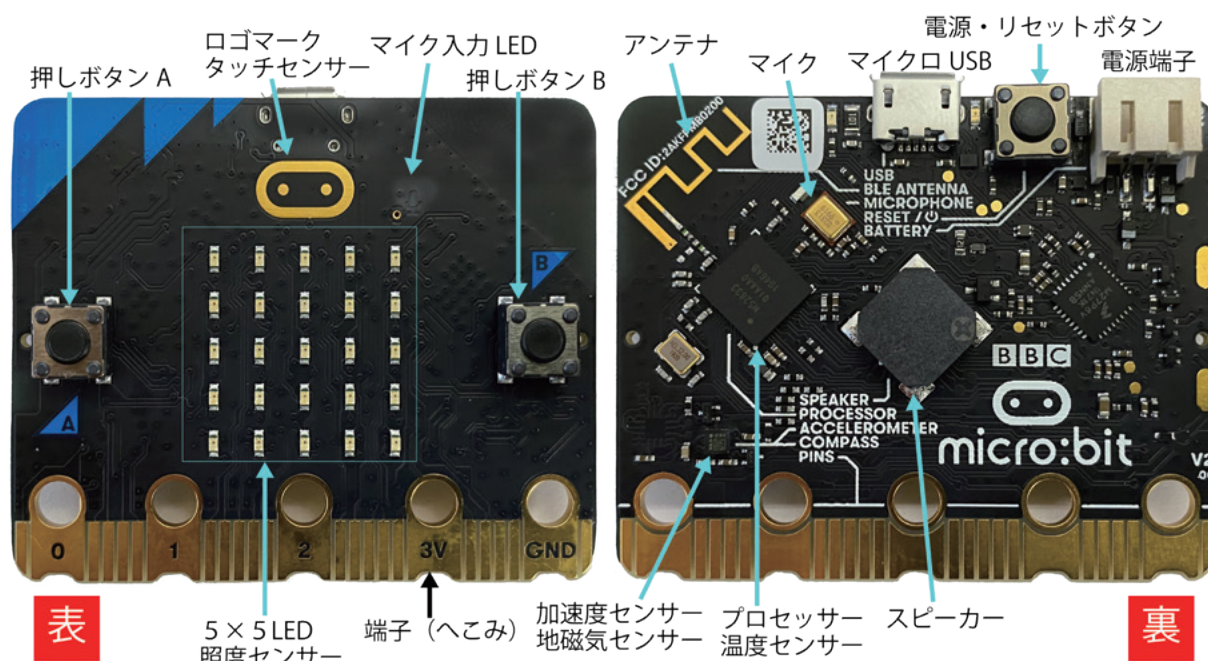




図 9. logo に関するイベント



図 10. マイクに関するイベント



図 11. そのほかの命令

る。

これを使った簡単なプログラムが図 12 となる。これは、“大きな音”の閾値を 128 (0～255) に設定してそれを超えるような大きな音がマイクに入力されると LED に菱形を点灯し 2 秒待ち、消す。また、Logo を押すと “hello” の音楽がスピーカーから出るというプログラムである。

ただし、現状ではマイクで拾った音を録音することはできない。逆に録音した音をスピーカーから出すこともできない。とはいえ、外付けでスピーカーやマイクをつけなくても良くなったため、安く (スピーカーなどは数千円程度になる)、手軽に音を使うことができるようになった。そのため、音楽や音でお知らせをするようなプログラムもこれだけで完結するので、大変使いやすくなったと思われる。

小学校から高校までのプログラミング教育において、センサーを使った実習では micro:bit は大変安価で使いやすい教材であり、バージョンアップによって更に使い勝手が良くなったことが確認できた。今後大学、特にいわゆる文系学部の学生のデータサイエンス教育を進める

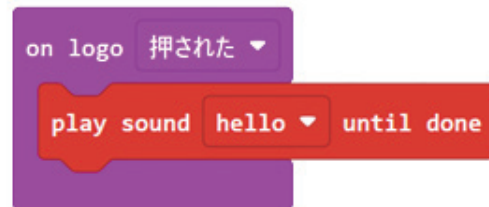


図 12. マイクと logo を利用したプログラム例

際にも十分利用価値があるものと考えられる。本学部の授業でも micro:bit を取り入れることとしており、実践研究を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 文部科学省, 小学校プログラミング教育の手引 (第三版), https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (2020 年 12 月 3 日閲覧)。
- 2) ガレス・ハルファクリー著, 金井哲夫訳, BBC マイクロビット公式ユーザーガイド, 日経 BP 社 (2018)。
- 3) 文部科学省・総務省・経済産業省 小学校を中心としたプログラミング教育ポータル Powered by 未来の学びコンソーシアム, <https://miraino-manabi.jp/> (2020 年 12 月 3 日閲覧)。
- 4) Windows Digital Lifestyle Consortium (WDLC), Make Code × micro:bit 200 PROJECT, <https://wdlc100.com/> (2020 年 12 月 3 日閲覧)。
- 5) 井上泰仁, 奥田真, 中川重康, 中学校技術・家庭における micro:bit を活用したプログラミング教材開発, 情報教育シンポジウム, pp.336-340 (2019)。
- 6) 文部科学省, 高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材 (本編), https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm (2020 年 12 月 3 日閲覧)。
- 7) Micro:bit 財団, <https://microbit.org/news/2020-10-13/meet-the-new-bbc-microbit/> (2020 年 12 月 17 日閲覧)。