

小中学生のためのmicro:bitを利用したプログラミング教育 ー学習教材および学習ガイドの開発ー

高橋 参吉
NPO法人 学習開発研究所
takahasi-san@u-manabi.org

喜家村 奨
帝塚山学院大学
susumu@tezuka-gu.ac.jp

高橋 朋子
近畿大学
takahashi-tomoko@kindai.ac.jp

三輪 吉和
NPO法人 学習開発研究所
ymiwa@u-manabi.org

佐藤 万寿美
同志社女子大学
m-sato@dwc.doshisha.ac.jp

西野 和典
太成学院大学
k-nishino@tgu.ac.jp

稲川 孝司
大阪公立大学
inagawa@kit.hi-ho.ne.jp

筆者らは、小学校から中学校や高校への接続を考慮したプログラミング的思考及び情報の科学的理解を深めるための教材を作成し、指導法について検討してきた。また、学習開発研究所では、小・中学校の教員対象のプログラミング研修も実施してきた。2022年度からは、児童生徒を対象として、保護者や指導教員も参加できる「プログラミング教室」を企画し実施している。本稿では、このプログラミング教室で使用する学習教材および学習ガイドを紹介する。

キーワード:プログラミング教育, 小中学校, micro:bit, 学習教材, 学習ガイド

1. はじめに

筆者らは、小学校から中学校へ、さらに、高校への接続を考慮したプログラミング的思考及び情報の科学的理解を深めるための教材を作成し、その教材を利用した指導法について検討してきた^{(1), (2)}。

作成した教材のコンセプトは、「教材を観て、自分で確認して、自らが納得する」であり、開発した教材は、高校情報科、中学校技術・家庭科のみならず、小学校の算数や理科、総合的な学習（探求）の時間でも利用できる内容である。

また、学習開発研究所では、コロナ禍の中で、オンラインで「ICTを利用した学習者研修講座」を、様々なテーマで実施してきた。プログラミング教育に関して、京田辺市教育委員会や京都府総合教育センターと協力して、小・中学校の教員対象の研修も実施してきた⁽³⁾。これらの成果を生かして、2022年度からは、児童生徒を対象として、保護者や指導教員も参加できる「プログラミング教室」を企画し実施している⁽⁴⁾。

本稿では、「小中学生のためのmicro:bitを利用したプログラミング教室」の講習で使用される学習教材および資料を紹介する。これらは、学習ガイド（A4判、76ページ）⁽⁵⁾としてまとめている。また、付録には、開発した入力用拡張ブロック、学習チェックリスト、学習目標と評価規準を付けている。

2. 学習教材の概要

学習教材は、8テーマ（7単元、テーマ1と2で1単元）から構成され、表1にテーマ番号とタイトルを示す。

表1 学習教材のテーマ番号とタイトル

番号	タイトル
1	iPadからmicro:bitを使ってみよう
2	タブレットでプログラムを作成してみよう
3	数あてクイズに挑戦してみよう
4	コンピュータとじゃんけんをしてみよう
5	自動販売機のしくみを考えてみよう
6	カラーLEDを点灯してみよう
7	エレベータのシミュレーションをしてみよう
8	無線通信で信号機を制御してみよう

次に、1)～8)では、各テーマの簡単な説明をしたあと、テーマ内の内容と例題との対応を表で示す。

1) micro:bitとタブレット端末

micro:bitの機能、タブレット端末（iPad）におけるmicro:bitのアプリの利用、MakeCode エディタによるプログラムの作成方法などについて述べている。

項目	内容	例題番号
1-3	プログラムの作成（最初だけ）	例題 1-1
	プログラムの作成（ずっと）	例題 1-2

2) プログラムの基本と応用

プログラムの基本では、3つの基本構造(順次構造, 反復構造, 分岐構造)を簡単なアイコン表示例で示している。micro:bit では、ブロックからプログラミング言語 (JavaScript, Python) に自動変換できることも確認する。また、例題 2-6 に、テーマ3, テーマ5の準備のために、LED の点灯入れている。

プログラムの応用では、関数と配列について紹介している。関数では、簡単な例で、引数や戻り値について説明している。配列については、簡単な例を示している。

項目	内容	例題番号
2-1	プログラムの基本 (順次構造)	例題 2-1
2-2	プログラムの基本 (反復構造)	例題 2-2
	ループ, カウンター	例題 2-3
2-3	プログラムの基本 (分岐構造)	例題 2-4
	3分岐	例題 2-5
	順次構造, 反復構造, LED 点灯	例題 2-6
2-4	プログラムの応用 (関数)	例題 2-7
	関数を利用した計算例	例題 2-8
2-5	プログラムの応用 (配列)	例題 2-9
	配列を利用したプログラム例(1)	例題 2-10
	配列を利用したプログラム例(2)	例題 2-11

3) 数あてクイズ

数あてクイズのアルゴリズムは、むずかしいものではないが、micro:bit では、数値入力がしにくいので、開発した入力用拡張ブロックを利用している。Fizz Buzz 問題も、倍数は小学校の算数でも出てくるので、プログラム作成では、面白い問題である。2進数, 10進数の変換は、5×5のLED画面を活用して、2進数の表示を工夫し、クイズ形式にしている。

項目	内容	例題番号
3-1	数あてクイズ	例題 3-1
	入力用拡張ブロックの利用	例題 3-2
3-2	Fizz Buzz 問題	例題 3-3
	クイズ形式	例題 3-4
3-3	2進数, 10進数の変換	例題 3-5
	配列を利用したプログラム例	例題 3-6

4) じゃんけんゲーム

このゲームは、小学校低学年の児童でも、利用できるかもしれない。徐々に難易度をあげて、最後の例題では、無線通信 (Bluetooth) を利用してお互いの手を送って、自動判定を行っている。また、勝敗の判定については、余り (剰余) を求めて判定するので、算数や数学の知識や思考, 判断力が必要となる。

項目	内容	例題番号
4-1	「グー」「チョキ」「パー」の表示	例題 4-1
4-2	コンピュータと自分のプログラム ーコンピュータの手	例題 4-2
	ー自分の手	例題 4-3
4-3	「グー」「チョキ」「パー」を出す回数 ーコンピュータ	例題 4-4
	ー自分	例題 4-5
4-4	じゃんけんの自動判定 ーコンピュータとの対戦	例題 4-6
4-5	じゃんけんの自動判定 ー人との対戦	例題 4-7

5) カプセルトイと自動販売機

カプセルトイ (カプセル自動販売機) は、小学校の総合的な学習の時間のプログラミングの例としても紹介されている。自動販売機の装置のしくみを考えるプログラムをいくつか載せている。例題 5-3 や例題 5-6 のプログラムでは、ゲーム性を入れて、乱数を使って関数「あたり」でLEDを点灯し、さらに、メロディを鳴らしている。

項目	内容	例題番号
5-1	カプセルトイ (200 円の商品)	例題 5-1
5-2	カプセルトイ (300 円の商品)	例題 5-2
5-3	カプセルトイと「あたり」表示	例題 5-3
5-4	自動販売機 (100 円の商品)	例題 5-4
5-5	自動販売機 (150 円の商品)	例題 5-5
5-6	「あたり」表示とメロディ	例題 5-6

6) カラーLED の点灯と制御

前半(6-1, 6-2)の光センサやスイッチボタンによるLEDの点灯は、小学校理科の電気の内容であり、LED電球の自動点灯も身近な装置である。フルカラーLEDでは、Neopixel という装置をmicro:bitのデジタル端子に接続すると、LEDを点灯できることを示している。後半(6-3, 6-4)は、制御という観点から、点滅, 色の移動などの教材を作成し、レインボーパターンでは、少しルーレットを意識した例題としている。

項目	内容	例題番号
6-1	光センサによるLEDの点灯	例題 6-1
	ーLED (豆電球) の点灯	例題 6-2
6-2	スイッチによるLEDの点灯	例題 6-3
6-3	フルカラーLED	解説のみ
6-4	Neopixel の点滅 (赤色の点滅)	例題 6-4
	ーRGB 色に点灯	例題 6-5
	Neopixel の点灯 (8 色の点灯)	例題 6-6
6-5	Neopixel の点灯 (色の上下移動)	例題 6-7
6-6	レインボーパターンの点灯	例題 6-8
	ーリング状の Neopixel の点灯(1)	例題 6-9
	ーリング状の Neopixel の点灯(2)	例題 6-10

7) エレベータのシミュレーション

例題6-6や例題6-7で、色が上下移動している8個のLED(Stick型のNeopixel)を小さなエレベータの箱と考え、エレベータのシミュレーションを行っている。実際のエレベータにできるだけ近い例題とするため、制約条件を付けたので問題文は長くなっている。例題7-3では、実際のエレベータに近づけているが、不十分であり、プログラムを改良したものが、例題7-5である。

項目	内容	例題番号
7-1	Neopixelの点灯(2色の上下移動)	例題7-1
7-2	Neopixelによるエレベータの表示	例題7-2
7-3	エレベータのシミュレーション	例題7-3
7-4	エレベータのシミュレーション -入力用拡張ブロックの利用	例題7-4

8) 信号機の点灯と制御

自作や市販品の信号機を使って、micro:bitのデジタル端子と接続することによって、簡単に信号機を点灯させることができる。例題8-1と例題8-2が、基本的な例であり、少しずつ信号機の点灯のレベルを上げて、最終的には、歩行者用と自動車用の信号機のある交差点という設定になっている。

項目	内容	例題番号
8-1	信号の点滅	例題8-1
8-2	信号の点滅(スイッチボタンの利用)	例題8-2
8-3	信号機(2台)の点滅	例題8-3
8-4	メロディを鳴らす	例題8-4
8-5	無線通信による信号機の制御(1)	例題8-5
8-6	無線通信による信号機の制御(2)	例題8-6

3. 学習教材と指導例

ここでは、テーマ6のNeopixel(Stick型)を利用した学習教材と指導例を紹介する。例題6-4、例題6-5で、LEDの点滅や点灯のプログラムを作成する。

次に、例題6-6で、8色のLEDを点灯させるプログラム(図1)を作成し、そして、例題6-7では、色が上下移動させるプログラムを作成する。



図1 例題6-6 (Neopixelの8色点灯)

<プログラム>

「最初だけ」ブロック

* 「Neopixel」 - 「変数 strip を 端子P0 に接続している LED 個… にする」 ここで、LED は8個

「ずっと」ブロック

* 「Neopixel」 - 「strip の 0 番目 色に設定する」 0 ~ 7 番目を図の色 (赤・・・・紫) にする

* 「Neopixel」 - 「strip で設定した色で点灯する」

これらの学習活動によって、以下に示すテーマ6の学習目標を達成するようにする。なお、テーマ6の学習チェックリスト、評価規準は付録に示す。

テーマ6 カラーLEDの点灯と制御

micro:bitのデジタル端子を利用して、LEDと接続する方法について学ぶ。LEDを点灯するプログラムやフルカラーLEDの制御を行うプログラムの作成を通して、Neopixelのさまざまな色の点灯の手順について考えることにより、論理的思考力を身につける。

次に、テーマ7では、色が上下移動している8個のLEDをエレベータの箱と考え、例題6-7を応用してエレベータの表示やシミュレーションを行う。

【例題7-2】エレベータの表示

エレベータの動きをNeopixel(Stick型)の上下移動を使って表示するプログラムを考えてみよう。

ただし、エレベータで移動できる1階から8階までの建物で、次のような場合のプログラムを考える。

<条件>

- ・エレベータは、最初は1階(もしくは、8階)にある。
- ・1階でAボタンを押すと、1階から上へ移動して、5階で止まる。
- ・8階でBボタンを押すと、8階から下へ移動して、3階で止まる。
- ・上りの移動は、赤で表示し、下りの移動は、緑で表示する。

<プログラム>

「最初だけ」ブロック

f, fa, fb は、エレベータの位置に関する変数である。

* 初期設定では、変数 f は 0 とする

* 変数 fa は最上位階で 8、変数 fb は最下位階で 1 とする

「ボタンA」

Aボタンを押すと、赤が上へ移動する。

* 「strip の 7 番目の LED 赤色に設定する」では、一番目のLEDを赤に設定する

* fa を 5 にして、変数カウンターを 0 から 4 までとして、5 回繰り返す

*変数 f で、現在のエレベータの位置 (カウンター + 1) を表示する。

*strip で赤色を点灯させ、設定されている色を LED -1 個分ずらすことにより、上に移動する。

「ボタン B」

B ボタンを押すと、緑が下へ移動する。

*「strip の 0 番目の LED 緑に設定する」では、一番上の LED を緑に設定する

*fb を 3 にして、変数カウンターを 0 から 5 までとして、6 回繰り返す

*変数 f で、現在のエレベータの位置 (8 - カウンター) を表示する。

*strip で緑色を点灯させ、設定されている色を LED 1 個分ずらすことにより、下に移動する

図 2 に、例題 7-2 のプログラムを示す。

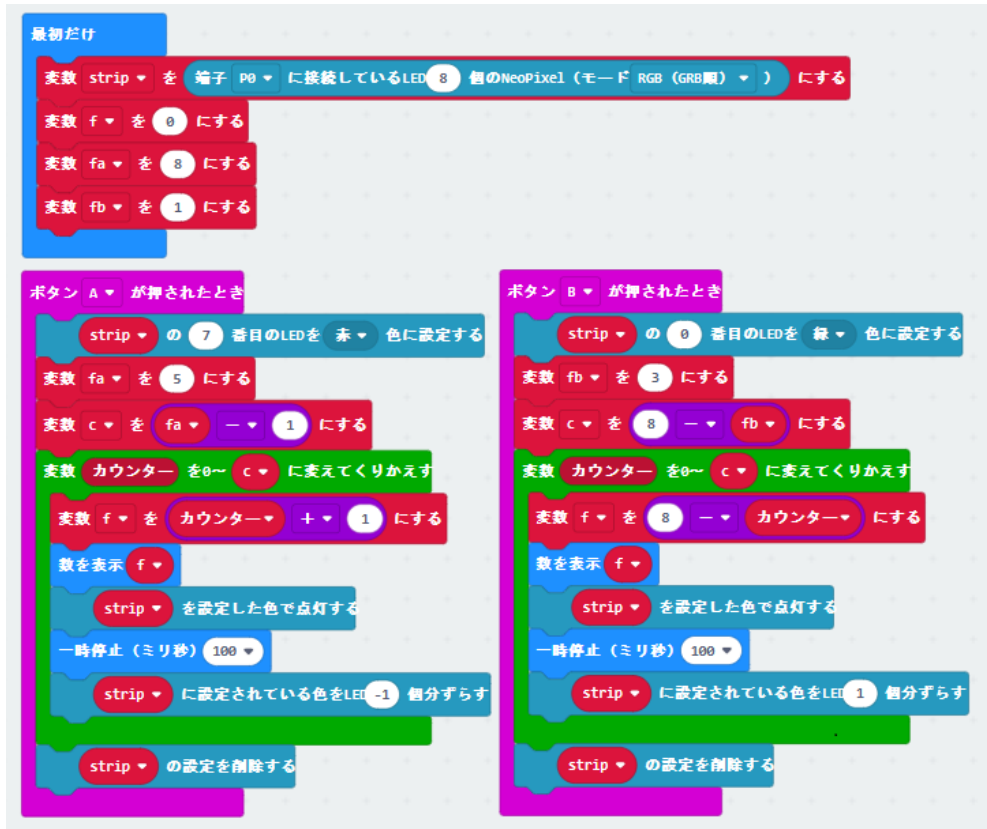


図 2 エレベータの表示のシミュレーション

4. 発展的な学習教材 (ZIP Tile)

ここでは、64 個の Neopixel が、8*8 の正方形に配置されている ZIP Tile (図 3) を使って、テーマ 6 の発展的な学習教材を考える。



図 3 フルカラーで点灯している ZIP Tile

なお、micro:bit から直接取り出せる電流は、 $V_1 < 90\text{mA}$ $V_2 < 200\text{mA}$ であり、64 個の Neopixel を最大の輝度で光らせると 200mA 以上の電流が流れるの

で、全ての Neopixel を光らせるには、拡張ボードを使って外部電源から別に給電することが必要である。

ZIP Tile ライブラリは、新しいプロジェクトでプログラムを作成して、ツールボックスの拡張機能から「kitronik-zip-tile」と検索して入手する (図 4)。

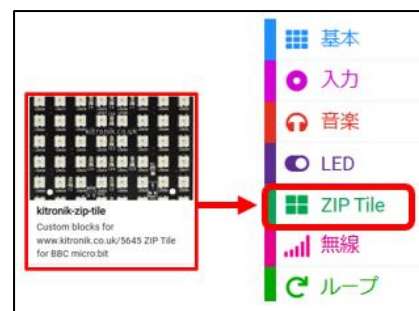


図 4 kitronik-zip-tile ライブラリの入手

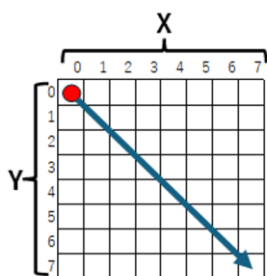


図5 ZIP Tileの命令群とその動作

ZIP Tileを使った例として、次の例題のプログラムを作成する。

【例題】 赤色の点灯と移動

ZIP Tile上で赤色の点を斜めに動かすプログラムを作成しよう。



まず、「最初だけ」ブロックで、タイトルの枚数と明るさを設定する。

次に、ZIP Tileの2次元座標系は、左上が(0,0)であり、右下が(7,7)になっている。斜めへの移動は、2次元座標系で(0,0)⇒(1,1)⇒(2,2)⇒(3,3)⇒(4,4)⇒(5,5)⇒(6,6)⇒(7,7)となるので、変数Xを0から7まで変化させて、(X,X)で斜めに移動できる。

<プログラム>

「最初だけ」ブロック

タイトルの枚数は縦1枚、横1枚を設定し、明るさを64に設定する。

「ずっと」ブロック

(X,X)の座標で点灯させて、200ms待ち、その後に消灯し、Xの値を1増やしている。

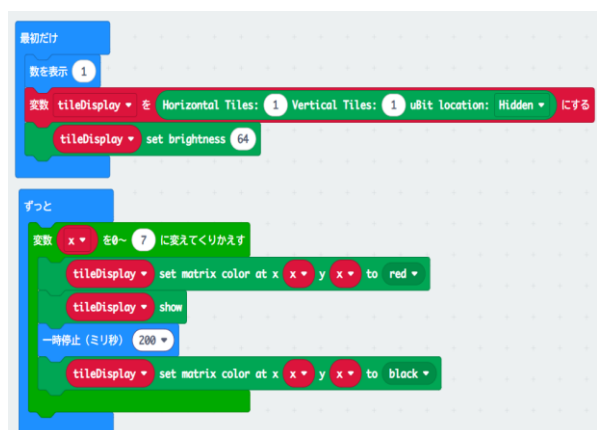
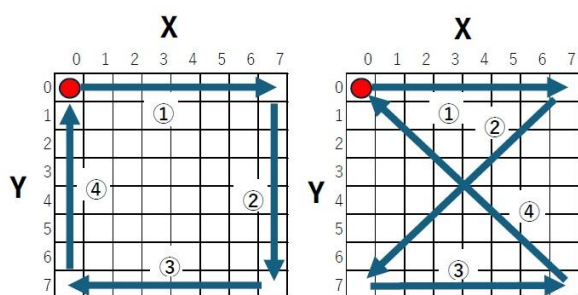


図6 斜めに動かすプログラム例

さらに、次のような演習課題も考えられる。

【演習】

Neopixel上で、赤色の点を次の図に示すように動かすプログラムを作成してみよう。



5. おわりに

本稿では、「プログラミング教室」での講習で使用している学習教材を簡単に紹介し、テーマ6の「カラーLEDの点灯と制御」では、学習目標や学習チェックリストについても言及した。

応用的なテーマである「エレベータのシミュレーション」では、例題（エレベータの表示）の条件設定や

プログラム例について述べた。

発展的な学習教材であるZIP Tile では、命令群とその動作や簡単な例題を紹介した。今後、児童生徒が興味・関心を持つようなテーマ（例えば、アイコンやピクトグラムの作成など）の学習教材も検討し、内容を充実させていく予定である。

参考文献（URL）

- (1) 「micro:bit によるプログラミング」
<https://www.u-manabi.net/microbit/>
 - (2) 「帝塚山学院大学－喜家村科研」
<https://www.u-manabi.net/microbit/kaken/>
 - (3) 「教員研修および研究発表」
<https://www.u-manabi.net/microbit/kensyu/>
 - (4) 「小中学生のためのプログラミング教室」
<https://www.u-manabi.net/ild-pkouza/>
 - (5) 「プログラミング－学習ガイド」
<https://www.u-manabi.net/ild-pkouza/guide/>
- 以上、いずれも学習開発研究所のWebサイトである。

付録 学習チェックリストと評価規準

テーマ6のカラーLEDの点灯と制御に関して、学習者がチェックする学習チェックリストの例を付表1に、指導者が評価する際の評価規準を付表2に示す。

付表1 学習チェックリスト

例題番号	チェック項目	できる	概ねできる	あまりできない
例題6-4	Neopixel を赤色で点滅させることができる。			
例題6-5	Neopixel をフルカラーで点灯させることができる。			
例題6-6	Neopixel を8色で点灯させることができる。			
例題6-7	Neopixel を8色で点灯させて、上下移動させることができる。			

*例題6-1～例題6-3、例題6-8～例題6-10は省略

付表2 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none"> ・プログラムの基本について理解し、簡単なプログラムの作成ができる。 ・micro:bitのデジタル端子とLEDなどを接続する方法を理解している。 ・LEDの点灯やNeopixelの制御を行うプログラムについて理解している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Neopixelの制御プログラムを利用して、さまざまな色を表現できる。 ・Neopixelのさまざまな色の点灯の手順について考えることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・LEDの点灯やNeopixelの制御のプログラムに興味・関心を持ち、主体的に取り組んでいる。 ・レインボーパターンなどのプログラムなどに興味を持ち、粘り強く取り組んでいる。

なお、学習時間は、テーマ内で例題を取捨選択し、概ね、1単元2時間の学習としている。参考文献（URL）の(4)には、テーマ4とテーマ6の学習指導案の例を掲載している。