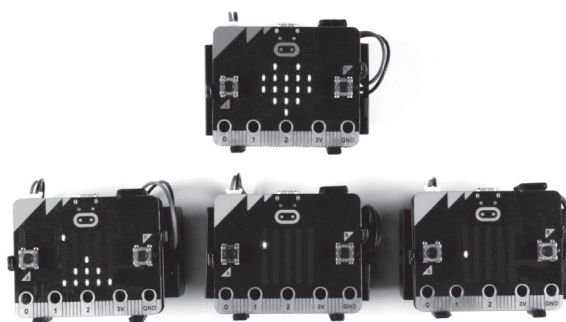


micro:bit で学ぶプログラミング

—— ブロック型から JavaScript そして Python へ ——

高橋 参吉・喜家村 奨・稲川 孝司

【共著】



コロナ社

〈執筆分担〉

本書の内容は全員で協議しているが、執筆のおもな担当は以下のとおりである。

高橋 参吉：1 章, 2 章, 4 章 (4.1, 4.2), 付録 1, 3

喜家村 奨：5 章, 6 章, 7 章 (7.2 ～ 7.4), 付録 2

稲川 孝司：3 章, 4 章 (4.3, 4.4), 7 章 (7.1)

は し が き

2017 年（平成 29 年）3 月に小学校・中学校，2018 年（平成 30 年）3 月に高校の学習指導要領が告示された（付録 1 参照）。2020 年以降，小学校では各教科等の中で，プログラミング的思考（論理的に考えていく力）を育成する教育が始まろうとしている。このような状況の中で，筆者らは，2015 年以降，新学習指導要領に向けての教員免許状更新講習，高校情報科教員向け教員研修講座，大学の基礎情報教育の内容改訂を実施してきた。

本書は，教員研修講座で作成したテキストを生徒・学生向けの授業用の教科書として利用できるようにしたものである。例題については，新学習指導要領における中学校の技術科，高校の情報科で学ぶ内容も取り入れ，プログラミングを通じて，情報の科学や技術の基礎も学べるようにしている。

本書の 1 章では，micro:bit の基本操作やプログラミングの基礎について記述している。2 章では，関数や配列を利用して，micro:bit によるじゃんけんゲームのプログラムなども紹介している。3 章では，micro:bit に搭載されているさまざまなセンサを利用したプログラムを載せている。4 章では，無線通信を利用した双方向プログラムや信号機の制御プログラムなど論理的思考力が必要となるプログラムも紹介している。5 章では，高校の情報科の学習内容である探索・整列，簡単な自動販売機，さらには，有名な「ハノイの塔」のプログラムを載せている。6 章では，ネットワーク通信を利用したプログラムを紹介している。

このように，身近な生活での例題（じゃんけん，自動販売機，信号機）や中学校，高校で学ぶ内容を取り上げる一方，高専や大学でも利用することを想定し，より一層論理的な思考力を必要とする発展的な総合演習を載せている。

また，プログラミングに慣れていないことを想定し，1 章から 4 章まではブロックを利用したプログラム作成の手順を詳しく記述している。一方では，1 章からビジュアル言語と JavaScript プログラムを少しずつ併記することによって，プログラミング言語にも慣れることを意識して記述している。なお，本書は例題を通してプログラミングを学ぶことを目的としているので，プログラミング言語の仕様については詳細には解説していない。

以上述べたように，本書は，小学校でのプログラミング学習（プログラミング的思考の育成）を引き継ぎ，micro:bit を利用して生徒や学生が自分の能力に応じて主体的にプログラミングの基礎から応用まで学ぶことができるテキストである。

2019 年 4 月

著 者

本書の使い方

〈micro:bit の機能と特徴〉

本書で利用した micro:bit^{1), 2), †}は、イギリス BBC（英国放送協会）が開発し、Micro:bit 教育財団が、イギリスの 7 年生（11 ～ 12 歳）の生徒を対象に無料配布した手のひらサイズの安価なコンピュータです³⁾。


micro:bit のハードウェア機能としては

- 25 個の LED（表示，センサ），光，温度，加速度計などのセンサ
- プログラムができるスイッチボタン（2 個）
- Bluetooth による無線通信，物理的に接続するための端子

などがあります。さらに，以下の特徴があります。

- ビジュアル言語で，簡単な操作で利用できる
- シミュレータがついている
- JavaScript に変換できる
- Python でプログラミングが可能

〈プログラムのダウンロードについて〉

本書で利用しているプログラムは，NPO 法人学習開発研究所の下記 Web サイトから，ダウンロードしてください。本書の中で記載している保存ファイル名，例えば， rei○○ は，microbit-rei○○.hex になっています。

<http://www.u-manabi.org/microbit/>



micro:bit では，ブロックから JavaScript へ自動変換されますが，本書で表示している JavaScript の変数や関数の名称・順序と異なる場合があります。

Python をプログラミングの授業等で利用される場合は，MicroPython（BBC micro:bit 用 Python）の互換プログラムを用意しています。MicroPython への変換については，JavaScript のプログラムと互換性を持たせるようにしていますが，文法等が異なることもあり，プログラムが異なっている箇所があります。ご担当の先生で，micro:bit や Python の特徴を生かしたプログラムを検討していただければ幸いです。

† 肩付きの数字は，巻末の引用・参考文献番号を表す。

注 1) 本文中に記載している会社名，製品名は，それぞれ各社の商標または登録商標です。

注 2) 本書に記載の情報，ソフトウェア，URL は 2019 年 4 月現在のものを掲載しています。

目 次

1. プログラミングの基礎

1.1 micro:bit の基本操作	1
1.2 プログラムの基礎 (順次, 繰返し)	4
1.3 プログラムの基礎 (分岐)	8
演 習 問 題	10

2. プログラミングの応用 (関数, 配列)

2.1 じゃんけんゲーム	11
2.2 数あてゲーム	16
2.3 グラフの作成	19
2.4 10進数から2進数への変換	23
演 習 問 題	25

3. センサによる計測・制御プログラム

3.1 micro:bit の各種センサと制御	26
3.2 音センサを使った音の制御	28
3.3 傾きセンサを使った計測・制御	31
3.4 地磁気センサを使った計測・制御	33
3.5 光センサを使った計測・制御	35
演 習 問 題	37

4. 無線通信を利用したプログラム

4.1 無線通信の利用	39
4.2 無線通信を利用したじゃんけんゲーム	41
4.3 信号機の制御	44
4.4 無線通信による信号機の制御	47
演 習 問 題	53

5. アルゴリズムとプログラム

5.1 探 索	54
5.2 整 列	61
5.3 ハノイの塔	64
5.4 自動販売機の状態遷移図	68
演 習 問 題	71

6. 通信とプログラム

6.1 通 信 の 基 本	73
6.2 ネットワークにおけるアドレッシング	74
6.3 暗 号 通 信	78
6.4 エ ラ ー 検 出	81
演 習 問 題	84

7. 総 合 問 題

7.1 信号機（スクランブル交差点）	85
7.2 じゃんけんゲーム（3人対戦）	87
7.3 ハノイの塔（複数台による表示）	91
7.4 通信プログラム（不具合問題）	96

付録1 情報教育の動向と情報科教育	98
-------------------------	----

付録2 Pythonでの利用	100
----------------------	-----

付録3 ブロック, JavaScript, MicroPython 対応表	102
---	-----

付録4 JavaScript プログラム集	104
-----------------------------	-----

引用・参考文献	118
---------------	-----

練習問題・演習問題の解答	119
--------------------	-----

索 引	121
-----------	-----

1. プログラミングの基礎

1.1 micro:bit の基本操作

📖 ここでは、micro:bit の基本操作について説明する。

micro:bit は、図 1.1 のような手のひらサイズのコンピュータ¹⁾である。

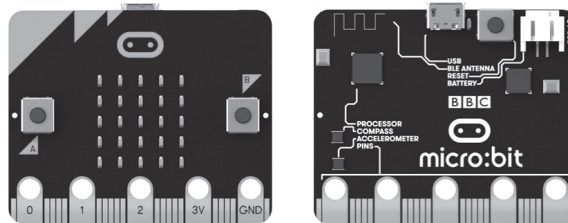


図 1.1 micro:bit

下記の micro:bit の Web サイトへアクセスする。その中に、「マイプロジェクト」「チュートリアル」「ゲーム」などがあり、「マイプロジェクト」では、新しいプロジェクトを作成したり、保存したプロジェクト（プログラム）を読み込むことができる。

<https://makecode.microbit.org/>

⚠️ **注意**：日本語で表示されていない場合は Web ページの一番下で日本語を選択しておく。

新しいプロジェクトを選択すると、図 1.2 のような micro:bit のシミュレータ画面が表示される。画面の左側から、micro:bit での実行が確認できるシミュレータ、ツールボックス、そして一番右側が、プログラミングエリアである。

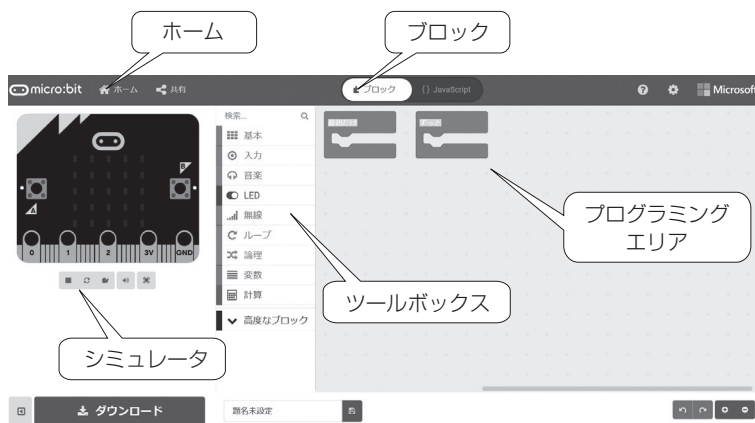


図 1.2 シミュレータ画面

2 1. プログラミングの基礎

【ツールボックス】 ツールボックスには、基本、入力、音楽、LED、無線、ループ、論理、変数、計算、そして、高度なブロックがあり、それぞれのツールボックスのツールをクリックすると、利用できるブロックが表示される。

【プログラミングエリア】 プログラミングエリアは、ツールボックスで選択したブロックをエリア内にドロップすることによってプログラムが作成できるブロックエディタになっている。最初に、「最初だけ」「ずっと」のブロックが置かれる。

【ホーム】 画面の上部左側には「ホーム」があり、「ホーム」を選択すると、新しいプロジェクトの場合には、名前を付けて保存できる。

【ブロック】【JavaScript】 画面の上部の真ん中の「ブロック」を「JavaScript」に切り替えることによって、「ブロック」でかかれたプログラムを「JavaScript」で表示することができる。

【ダウンロード】 画面の下に、[ダウンロード]「題名未設定」「FDのアイコン」のボックスがあり、プログラム名を入れてパソコンにプログラムを保存したり、micro:bitにプログラムをダウンロードしたりすることができる（図 1.3）。名前を入れて、右にある「FDのアイコン」をクリックすると、パソコンのフォルダにファイルを保存することができる。



図 1.3 ダウンロード画面

また、パソコンの USB に micro:bit をつないで、表示に従って micro:bit にプログラムを転送することができる。転送が完了すれば、micro:bit でプログラムを動かすことができる。

⚠注意：micro:bit にプログラムが格納されていれば、上書きされるので注意しよう。

【シミュレータ】 micro:bit のシミュレータは、micro:bit の画面の下ボタンが、四角ボタン（■）であれば、クリックすると停止、三角ボタン（▶）であれば、クリックすると開始できる。

それでは、つぎの例題で、micro:bit の基本操作を確かめてみよう。

【例題 1-1】 図 1.4 のようなハートマークを LED 画面に表示させよう。つぎに、ハートマークを点滅させてみよう。作成したプログラムはパソコンに保存する。



図 1.4 シミュレータ画面

〈手順 1〉 rei1-1-1

- 1) 「ホーム」をクリックし、「新しいプロジェクト」を選択する。
- 2) ツールボックスの中の「基本」をクリックし、「LED 画面に表示」ブロックをドラッグ&ドロップでプログラミングエリアに移動する。
- 3) 「最初だけ」ブロックに、「LED 画面に表示」ブロックをつなげる。
- 4) LED をクリックすると光の ON/OFF が切り替わるので、ハート形に見えるように LED を ON にし、動作を確認する。

なお、不要なブロックは、ツールボックスへドラッグ&ドロップすると削除できる。

〈手順 2〉 rei1-1-2

- 1) 「最初だけ」を「ずっと」ブロックに変更する。
- 2) 「基本」から「一時停止 (ミリ秒)」ブロックをつなぎ、数値を 100 から 500 に変えておく。
- 3) 「基本」から「表示を消す」ブロックをつなぐ。
- 4) 「一時停止 (ミリ秒)」ブロックをつなぎ、数値を 100 から 500 に変えておく (図 1.5)。
- 5) ダウンロードの右のアイコンをクリックして、適切なフォルダにプログラム名 (rei とすると、実際には microbit-rei.hex となる) をつけて、保存する。
- 6) パソコンの USB に micro:bit をつなぎ、保存したプログラムを選んで、右クリック⇒送る⇒MICROBIT でファイルを転送できる。
- 7) 転送している間、micro:bit の裏側の LED がオレンジ色に点滅し、点滅が終われば、リセットボタンを押して、プログラムを起動させる。



図 1.5 ブロックのプログラム

1.2 プログラムの基礎（順次，繰返し）

📖 ここでは，プログラムの基本的な構造である順次構造や繰返し構造について学ぶ。

【例題 1-2】 つぎのプログラムを作成して，図 1.6 のように表示されることを確かめよう。 rei1-2



図 1.6 シミュレータ画面

〈手順〉

- 1) 「基本」から「最初だけ」ブロックを選択する。
- 2) 「LED」から「点灯」ブロックを選択し，xを「2」，yを「0」にする。なお，左上のLEDの座標は(0,0)，右下のLEDの座標は(4,4)である。
- 3) 「点灯」ブロックにマウスをあて，マウスの右ボタンを押して複製を選択する。
- 4) 点灯ブロックを4回コピーし，xをすべて「2」，yを「1～4」にする。
- 5) 五つの点灯ブロックを「最初だけ」ブロックに接続し，動作を確認する。

このようなプログラムの基本構造を**順次構造**という。

【例題 1-3】 例題 1-2 のプログラムを「ループ」から繰返しのブロックと**変数**を使って，プログラムを変更してみよう（図 1.7）。 rei1-3

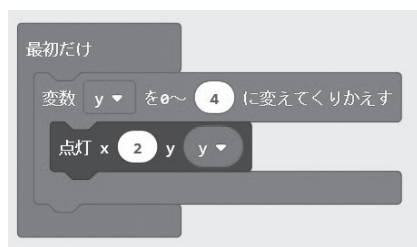


図 1.7 ブロックのプログラム

〈手順〉

- 1) 点灯ブロック（五つ）を「最初だけ」ブロックから外す。
- 2) 「ループ」から「変数（カウンター）を0～4に変えてくりかえす」ブロックを選択する。
- 3) 「変数（カウンター）」の箇所を選択した後、「変数の名前を変更」を選択して、ダイアログが表示されるので、「y」に変更する。
- 4) 「最初だけ」ブロックに接続する。
- 5) 「LED」から「点灯」ブロックを選択し、xの「0」を「2」に変更する。
- 6) 「変数」から「y」を選択し、「点灯」ブロックのyの「0」の上に置く。
- 7) 変更した「点灯」ブロックを「変数yを0～4に変えてくりかえす」ブロックに接続する。

変数は、数値や文字などのデータを入れる容器に当たるものであり、数値や文字などのデータを**定数**という。このようなプログラムの基本構造を**繰返し構造**という。

練習 1-1 図 1.8 のプログラムは、どのように表示されるか確かめてみよう。

ren1-1

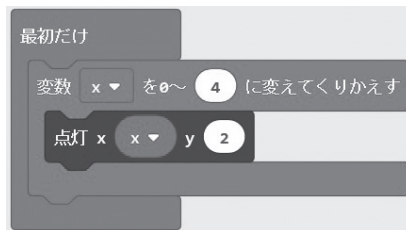


図 1.8 ブロックのプログラム

【例題 1-4】 例題 1-3 で、点灯の x 座標を変数「x」、 y 座標を変数「4-x」に変更して、図の形を確かめてみよう（図 1.9）。つぎに、作成したプログラムが「JavaScript」では、どのように書かれているか確かめてみよう。

rei1-4



図 1.9 シミュレータ画面

索引

【あ行】		常夜灯	36	ピッチ	32
アスキーコード	78	信号機	44	秘密鍵暗号方式	78
圧電スピーカー	28	数値型	21	復 号	78
アドレッシング	74	数値データ	19	プログラミングエリア	2
アルゴリズムの効率	59	整 列	61	ブロック	2
暗号化	78	センサ	26	ブロードキャストアドレス	76
暗号文	78	【た行】		プロトコル	74
エラー検出	81	タイミング図	46, 50	分岐構造	8
温度センサ	26	ダウンロード	2	平 文	78
【か行】		探 索	54	変 数	4, 5
カウンター	7	端 子	26	ボタン	26
鍵	78	逐次探索	54	ホーム	2
数あてゲーム	16, 40	地磁気センサ	26, 33	【ま行】	
傾きセンサ	31	——の初期設定	33	マイプロジェクト	1
関 数	11	注釈行	13	無線通信	39, 73
繰返し構造	5	直接選択法	71	文字コード	78
グローバル変数	13	ツールボックス	2	文字列型	21
計測・制御システム	26	定 数	5	文字列データ	19
公開鍵暗号方式	78	データの誤り	81	戻り値	20
交換法	61	電 球	35	【や行】	
交差点の信号機	46, 50, 85	【な行】		ゆさぶる	10
【さ行】		二次元水準	37	要 素	19
再帰関数	64	二分探索	57	【ら行】	
再帰呼出し	66	【は行】		乱 数	11
シーザー暗号	78	配 列	19	リセットスイッチ	46
自動販売機	68	——の初期設定	19	リレー回路	35
シミュレータ	2	ハノイの塔	64	ローカル変数	13
じゃんけんゲーム	11, 41	パリティチェック	81	ロール	32
順次構造	4	光センサ	27, 35	論理演算子	10
状態遷移図	38, 68	引 数	20		

【欧文】		【数字】		if ~	10
Bluetooth	39	2 重ループ		if ~ else	12
CPU	26	2 進数		if ~ else if ~ else	12
JavaScript	2, 102, 104	3 軸加速度センサ		INT	37
LED	26, 44	10 進数		let	6
micro:bit	1	【コマンド】		number	21
MicroPython	102	for ~		string	21
Python	100			While	7
RSA	79				

—— 著 者 略 歴 ——

高橋 参吉 (たかはし さんきち)

1973 年 大阪府立大学工学部電気工学科卒業
1975 年 大阪府立大学大学院工学研究科修士課程修了
(電気工学専攻)
1975 年 大阪府立工業高等専門学校講師
1997 年 大阪府立工業高等専門学校教授
2004 年 大阪府立工業高等専門学校名誉教授
2004 年 千里金蘭大学教授
2012 年 千里金蘭大学名誉教授
2012 年 帝塚山学院大学教授
2018 年 特定非営利活動法人 学習開発研究所理事
2019 年 帝塚山学院大学非常勤講師
現在に至る

喜家村 奨 (きやむら すすむ)

1998 年 放送大学教養学部卒業
2003 年 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士課程
修了 (情報処理学専攻)
博士 (工学)
2014 年 帝塚山学院大学教授
現在に至る

稲川 孝司 (いながわ たかし)

1974 年 大阪府立大学工学部電気工学科卒業
1976 年 大阪府立大学工学研究科修士課程修了
(通信工学専攻)
1980 年 大阪府立泉北高等学校教諭
1991 年 大阪府立西成高等学校教諭
2003 年 大阪府立清水谷高等学校教諭
2008 年 大阪府立東百舌鳥高等学校教諭
2013 年 大阪府立大学非常勤講師
2014 年 畿央大学非常勤講師
2018 年 帝塚山学院大学非常勤講師
現在に至る

micro:bit で学ぶプログラミング

—— ブロック型から JavaScript そして Python へ ——

Programming the BBC micro:bit with Blocks, JavaScript, and Python

© Takahashi, Kiyamura, Inagawa 2019

2019 年 9 月 27 日 初版第 1 刷発行



検印省略

著 者 高 橋 参 吉
喜 家 村 奨
稲 川 孝 司
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛 来 真 也
印 刷 所 萩 原 印 刷 株 式 会 社
製 本 所 有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発 行 所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03)3941-3131 (代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-02898-0 C3055 Printed in Japan

(松岡)



< 出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構 (電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp) の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。