

高校「情報」におけるセンサと無線を用いた実験授業

瀧内 大史[†] 木室 義彦[†]

[†]福岡工業大学 情報工学部

1. 緒言

情報社会の発展に伴い中学・高校では、「情報」教科に限らず IoT 技術などのセンサの理解やセンサデータを元に分析する活動が求められており^[1], 実践も行われている^{[2][3]}. しかし, これを行うためにはセンサに関する知識が必要であり, 情報を専門としない教員には簡単ではない. また, 通常の教室授業で多数の生徒を相手に一斉に実験や講義を行うことも容易ではない. すなわち, 中学「技術・家庭科」や高校「情報 I」のプログラミング時の課題が顕在化している.

このような課題に対して我々は, 数字キーのみを用いるプログラミング教材を提案し, マイコンボード **micro:bit** に搭載のセンサデータを容易に無線取得ができるシステムを開発している^[4]. 今回, 高校の普通科生徒の授業において, 開発教材を用いたプログラミング学習, およびセンサデータの取得・分析を通して IoT 技術を学習する実験授業を行ったので報告する.

2. PC を使わない **micro:bit** プログラミング

2.1 **micro:bit** と 10 キープログラミング

micro:bit は, 初学者向けに設計されたマイコンボードであり, ボタンや LED といった入出力機能の他に, 加速度, 磁気, 光, 温度の各種センサ, 無線通信機能が標準搭載されている. このマイコンボードに 10 キーパッドを接続し, テキストプログラミングを行うのが, 我々が提案している 10 キープログラミングである. プログラミング対象は移動ロボットを基本とし, 前進後退, 左右回転の基本命令を [5] キーの上下左右に配置し, 人間の身体性と一致させて覚えやすくしている (Fig. 1). 繰返しや条件分岐の制御命令は, 残りの 5 つのキーに配置されており, FOR 文, IF 文, WHILE 文を記述できる.

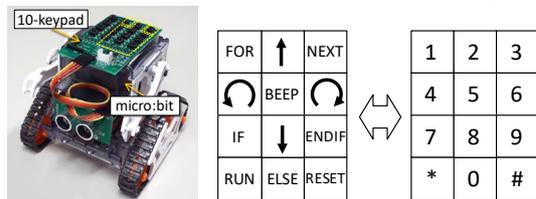


Fig. 1 **micro:bit** with numeric keypad & commands

micro:bit や移動ロボットのセンサは, Fig. 2 のよ

うに 10 キー上に配置されている. これらのセンサは, 移動ロボットを制御する条件分岐命令で使用されるため, センサ出力は, すべて ON/OFF の 2 値として処理している. しかし, このセンサデータ自体は, マイコンボードへのロギングや外部への出力が可能となっている. なお, **micro:bit** のエッジコネクタ P0~P2 もキーに配置できれば, 入力端子 (センサ) や出力端子として使用可能となっている.

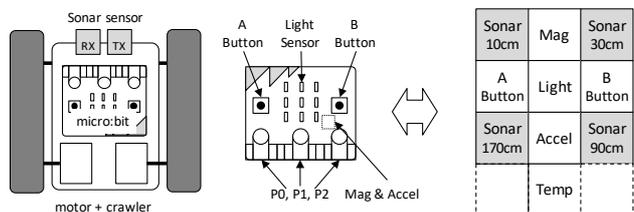


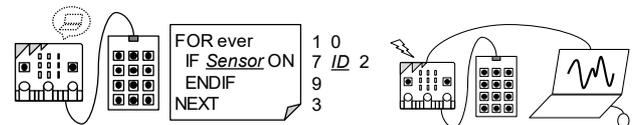
Fig. 2 Sensor layout on numeric keypad

ロボット言語のインタプリタは, **micro:bit** のフラッシュメモリ上にファームウェアとして実装されている. **micro:bit** の電源オンでインタプリタが起動し, PC を使わず, キーパッドからのコードの入力とプログラムの実行/停止, リセットができる.

2.2 **micro:bit** によるデータロガーと無線通信

我々のシステムでは, センサデータのロギングは, モード設定コマンド ([#]+[0]+[5]) のみで行うことができる. すなわち, 学習者が作成したプログラム内にセンサを用いる IF 文があれば, IF 文の実行と同時にそのセンサデータを USB ポートから CSV 形式で出力し, 併せて **micro:bit** のフラッシュメモリに記録する. センサを用いる最も簡単なプログラムは, Fig. 3 (a) に示す 4 行のコード (7 つの数字列) である. センサ ID は, Fig. 2 の各センサのキー配置の数字である.

また, データロガーと同様, **micro:bit** の BLE 無線通信もモード設定のみで実行できる. 用いるモードは, 無線機能の起動 ([#]+[0]+[3]), および送信側設定 ([#]+[0]+[2]) のみである. これにより, 無線通信用の新たなコードを追加することなく, 学習者が作成したプログラム中の IF 文に現れるセンサデータを複数の **micro:bit** 間で送受信することができる (Fig. 3 (b)). 通信距離は, デフォルトで 30 m 程度としており, 通常教室の広さをカバーできる.



(a) Programming (b) Radio & logging

Fig. 3 Data logger and radio with **micro:bit**

Practice using sensors and radio in the high school subject "informatics"

T. Takiuchi[†] and Y. Kimuro[†]

[†]Fukuoka Institute of Technology

3. センサデータの取得・可視化と無線通信

3.1 学校授業のシラバスとその評価手順

プログラミングに必要な基本制御構造(順次・選択・反復)の理解や IoT 技術に欠かせないセンシングと無線通信を体験し学ぶことができるシラバスを設計した。Table 1 に 2 校時授業の授業計画を示す。このシラバスおよびプログラミング教材に対する評価として、IoT 技術のセンサ理解の評価には、文献[2]を参考に「加速度センサの軸の調査」と「加速度センサを用いた行動分析」を、また、IoT の理解に係る評価として、文献[3]を参考に IoT の知識や興味関心を尋ねる事前・事後アンケートを設計した。

Table 1 Syllabus “Programming & sensing”

時間	内容
1 コマ目	プログラミングの基本構造の理解
5[分]	授業の導入 (事前アンケート)
10	アルゴリズムと基本制御構造
10	順次構造(課題: U ターン)
10	反復構造(課題: 前進後退の反復)
10	選択構造(課題: 超音波センサによる障害物回避)
5	まとめ
2 コマ目	IoT 技術に係る学習
5	センサの応用例と身近な IT のディスカッション
5	Society5.0 や IoT について解説
10	ロボットと PC の接続, データ可視化ソフトの起動
10	加速度センサの 3 軸の確認
10	無線(受信)の追加, micro:bit を装着して姿勢推定
10	まとめ (事後アンケート)

3.2 学校授業の概要

2023 年 12 月 19 日, 著者が非常勤講師をしている久留米市内の普通科高校において授業を行った。対象者は, 高校 2 年生 40 名であり, 前節で説明した 50 分授業 2 コマを実施した。なお, ほとんどの生徒はプログラミングの経験はなく, 基本制御構造も理解できていない。授業の様子を Fig. 4 に示す。生徒が加速度センサの状態を確認し, また, 無線通信で表示されている加速度データから人間の動作を判断している。なお, センサデータのグラフ化には, フリーソフトの CPLT (データ・テクノ) を用いた。



(a) Observation of accel. (b) Estimation of motion



(c) Part of handout

Fig. 4 Snapshot of Experimental class

3.3 IoT に係る事前・事後アンケートと考察

先ず, この授業での加速度センサの軸の理解は, 正解率は 75%であった。これは, 文献[2]の大学生および高校生のそれぞれの正解率 72.5%と 64.7%とほぼ同程度であった。これは, 操作の簡単さとロボットの姿勢の考慮, および PC への可視化の効果が考えられた。また, 人間の姿勢推定も 4 択問題で正解率 77.5%であり, 後述の事前・事後アンケートの結果に影響を与えていた。

次に, 事前・事後アンケートの評価について述べる。アンケートでは, プログラミング経験の有無を聞いた後, IoT の知識や興味関心を 4 件法 (はい:4, いいえ:1) で質問した。Table 2 に示す通り, すべての項目で評価値が向上していた。また, この事前と事後での変化を, 等分散を仮定しない Welch の t 検定を用いて調べたところ, すべての質問項目で有意に差があることが確認できた。これにより, シラバスと教材の有用性が示唆された。

Table 2 Results of pre-post test

IoT について	事前		事後		P 値
	平均	分散	平均	分散	
(1)知っているか	1.35	0.23	3.60	0.24	3.2E-33
(2)興味関心がある	2.35	0.78	3.40	0.34	3.7E-08
(3)身近に感じるか	2.40	0.79	3.80	0.21	3.5E-12
(4)将来役に立つか	3.13	0.66	4.00	0.00	5.1E-08

$\alpha=0.05$

4. 結言

micro:bit 単体で実行可能なセンサデータのロギングおよび無線通信機能を用い, 高校でプログラミングから制御命令, センサデータの取得と観察, 無線を用いたセンサデータからの人間の状態推定の授業を行った。実際に生徒各自でプログラミングを行うことで IoT に関連する情報技術の理解が深まることが確認できた。今後は, 情報技術教育において小中高と連携する際の課題を明らかにしていく予定である。なお, 本授業で用いた教材のファームウェアは, <https://www.fit.ac.jp/~kimuro/Maker/> に公開している。また, 本研究は, 文科省科研費 (23K02826) によるものである。

参考文献

- [1] 経産省, “「未来の教室」ビジョン”, 「未来の教室」と EdTech 研究会-第 2 次提言, 2019.
- [2] 岸本, 本多, 漆原, 兼宗 "スマートフォンの内蔵センサを用いたデータ分析教材の提案", 情報教育シンポジウム, 2021.
- [3] 木村他, "IoT の仕組みやデータの効果的な活用を学習する計測・制御システムのプログラミング学習の授業実践と評価", 日本産業技術教育学会誌, Vol.62, No.4, pp.349-356, 2020.
- [4] 木室, 古里, 瀧内, 家永, "micro:bit PC -10 キープログラミングによるデータロガーと無線通信-", 情報処理学会第 85 回全国大会, 2023.