

IoT 機能を搭載した小型人型ロボットを活用した プログラミング教育の検討 (2)

高藤 清美*・堀越真理子**

Study of Programming Education Using a Small Humanoid Robot Equipped with IoT Functions (2)

TAKATO Kiyomi* and HORIKOSHI Mariko**

抄 録

2017・2018年に改訂された学習指導要領は、幼稚園では2018年度、小学校では2020年度、中学校では2021年度から全面实施となった。高等学校では、2022年度から全面实施となる。今回の改訂の重要事項として、小学校、中学校では「情報活用能力」の中で、高等学校では「情報教育」の中で、「プログラミング教育」への取り組みが明示されたことは、この分野の改訂としては画期的なことと思われる。本研究では、2022年度から高等学校で始まる新学習指導要領の「情報教育」の中で扱うことを想定した、実社会での活用を想定できるプログラミング教育用教材として、小型人型ロボットを活用した情報システムの構築をテーマとし、検討した。小型人型ロボットは、私たちの生活の現場で活用する情報システムの中核とすることが可能であると考えているからである。本研究での検討の結果、実生活の中で活用できるレベルの情報システムの構築の実習も可能であることが明らかとなった。

キーワード：プログラミング教育、学習指導要領、IoT、ロボホン、ビジュアルプログラミング言語

1. はじめに

2017・2018年（平成29・30年）に改訂された学習指導要領¹⁾は、幼稚園では2018年度から、小学校では2020年度から、中学校では2021年度から全面实施となった。高等学校では、2022年度から全面实施となる予定である。今回の改訂の重要事項として、小学校、

中学校では「情報活用能力」の中で、高等学校のカリキュラムでは「情報教育」の中で「プログラミング教育」への取り組みが明示されたことは、特筆に値することとも考えることができる。

小中高等学校におけるプログラミング教育の具体的な目標は以下のように設定されている。

* 筑波学院大学経営情報学部、Tsukuba Gakuin University

** 筑波学院大学経営情報学部（元）、Tsukuba Gakuin University

① 小学校²⁾

「プログラミング的思考の育成」「プログラミングを通じてコンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考の獲得」

② 中学校³⁾

「計測・制御のプログラミング」「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」について学ぶ

③ 高等学校⁴⁾

「プログラミングやシミュレーションによって問題を発見・解決する活動」を通してコンピュータの計算に関する限界についての理解、プログラミングによるコンピュータや情報通信ネットワークの活用、シミュレーションを通してモデルを評価する、アルゴリズムを考え適切に表現すること

以上を踏まえ、学校現場ではプログラミング教育の実施に関して、小中学校では既に実施され、高等学校でも来年度からの実施に向けて準備が進められている。2020年4月からスタートした小学校においては、さまざまなプログラミング教材を用いた実践および試行が試みられてきた。多くの場合は、コンピュータ内部だけで完結するバーチャルワールド（仮想世界）を対象とするに留まり、文部科学省が参考資料として用意した「小学校プログラミング教育の手引」⁵⁾などで言及されているリアルな世界を意識した題材を利用する例はレアケースである。また、リアルな世界を意識した例としては、従来からの計測・制御的な取り扱いを想定したものが目立ち、児童・生徒全員が学ぶ素材としては特殊であると考えられる。このような状況は、中学校や高等学校でも同様の状況となっている。

近年、さまざまな用途向けの人型ロボットの実用化が進んでいる。それらは実用化のた

めの開発環境を持つものがほとんどであり、中には、ロボット本体が比較的安価でプログラミング環境も分かりやすい機種も市販されるようになってきた。また、プログラミング環境がビジュアルインターフェースを使用するMITのScratch⁶⁾やGoogle社のGoogle Blockly⁷⁾などのビジュアルプログラミング言語をベースにし、これを拡張した形態のものを用意しているケースもある。さらに、子ども達でも扱いやすい小型の人型ロボットも登場している。以上のように人型ロボットを対象としたプログラミングに取り組みやすい状況になってきている。筆者らは、このような状況を踏まえ、小学校から取り組まれることになったプログラミング教育に活用できないかを検討し、一定の可能性を見出し、報告をおこなってきた。^{8,9)}

これらの研究を通して、一定のプログラミングの基礎の学習を前提とすれば、ロボットを素材とした情報システムの構築をテーマとした実習カリキュラムを学校教育の中で実施することが十分可能ではないかと確信するに至った。本研究では、高等学校および中学校の情報教育の中のプログラミング教育の一環として、ロボットを素材とした情報システムの構築の可能性について検討した。

2. 情報システム構築を題材にしたプログラミング教育に適した小型人型ロボットの検討

本研究では、現実の世界で実用的に使用可能なシステムの構築を題材として取り上げることを想定し、適切な小型人型ロボットを選択した。選択時に検討した主な項目を表1に示す。

1～3の条件は、小型人型ロボットとして、現実世界で受け入れられ易くするものである。

4については、現実世界で使用することを

想定したものである。

5は、小中高等学校におけるプログラミング教育が、単なるプログラミング技術の習得を目的としているのではなく、その考え方を理解するためとする位置付けがされているため、必須の条件である。また、限られた時間の中で取り込まれる、通常の授業でのプログラミング教育の中で、実用的な情報システムを構築するためにも必要であると考えている。仮に、使いやすいプログラミング環境が無い場合には、オブジェクト指向プログラミング環境として利用可能なプログラミング環

境を用意したいと考えている。

6、7の条件は、自由な発想で情報システムを計画・設計するときに必要なであると考えている。

8は、学校教育の中で導入する上で見逃すことのできない要件であると考えている。

現在、小型人型ロボットは、複数のメーカーが発売しているが、本研究では、筆者も構成員として参加した「令和元年度総務省地域ICTクラブ実証事業¹⁰⁾・茨城県いばらきICTクラブ（代表団体：シャープマーケティングジャパン株式会社、構成員：いばらきコンピュータ活用教育ネットワーク・筑波学院大学¹¹⁾」での経験から、シャープ株式会社の電話機能を持つコミュニケーションロボット・ロボホン¹²⁾を選択することとした。ロボホンの外観を図1に、主な仕様を表2に示す。ロボホンは、表1の条件の1～7は十分に満たしていると考えている。5のプログラミング環境としては、メーカーからスクラッチパック、ロボリック、ブラウザ型プログラミングツールが用意されている。何れも、Scratch系のプログラミングツールとなっている。8については、十分に満たしている

表1 小型人型ロボットの検討項目

No	項目
1	自立型であるか
2	小さすぎず、大きすぎないこと
3	外見が親しみやすい
4	ある程度の堅牢性があるか
5	使い易いプログラミング環境があるか、少なくともプログラミング環境があるか
6	外部との通信機能があるか
7	ある程度の拡張性があるか
8	初期費用、ランニングコストが適切か



図1 シャープ株式会社・ロボホン（左：正面写真、右：背面写真）
（シャープ株式会社のWebサイトより：<https://corporate.jp.sharp/news/171002-c.html>）

は言えないが、機能面等を考慮するとこの程度の費用は必要になると思われる。ロボホンは、現在メーカーからは3機種が出荷されている(表3)。また、法人の場合は、クラウド通信サービス(月額16,500円)に、個人の場合は、ココロプラン(月額1,078円)に加入することで実用性が高まる。

3. 情報システムの構築についての検討 ーロボホンによる生活支援システムの提案ー

ロボホンを利用した情報システムの検討をおこなう。ロボホンの最大の特徴でもあるコミュニケーション機能(表4)を活用した情報システムは、実用性も高く、また実証実験もし易いので、取り組み易いと考えられる。また、必然的に身近な題材を扱うことになる

表2 ロボホンの主な仕様

身長/体重	約19.8cm/約395g
OS	Android 8.1
CPU	Qualcomm SnapdragonTM 430 processor 1.4GHz×4+1.1GHz×4 (オクタコア)
内蔵メモリ	ROM:16GB/RAM:2GB
電池容量	1,700mAh
実使用时间	1日以上
充電時間	約130分
ディスプレイ	約2.6インチ QVGA
カメラ	約800万画素 CMOS
通信方式	LTE/3G(3G・LTEモデルのみ) Wi-Fi、Bluetooth
センサ類	GPS、加速度センサ、地磁気センサ、ジャイロセンサ、照度センサ

表3 ロボホンのモデル別特徴

モデル名	価格・特徴
3G・LTEモデル	198,000円、電話機能付き
Wi-Fiモデル	132,000円、電話機能無し
ロボホンライト	86,900円、電話機能無し、歩行機能無し

ので、どのような機能があるとよいか、それぞれの機能はどのような仕様や性能を持たせるべきかといった、情報システムの設計時に必要となる検討項目に対して、目標を設定し易いといったメリットも考えている。

ロボホンは、WiFiやBluetoothといった無線接続機能を有するので、このインターフェースを使用して各種のコントローラ(スマートリモコン等を含む)やマイコンボードを接続し、機能を拡張することが可能である。

スマートリモコンの例としては、株式会社リンクジャパンのeRemote 5¹³⁾(図2)などが対応している。eRemote 5は、WiFi機能を持ち、各種スマートスピーカやスマートフォンと連動させることが可能である。ロボホンにもeRemote 5用のアプリが用意されている。さらに多様な連携機能が必要な場合には、Espressif Systems社の無線通信モジュール(WiFiおよびBluetooth)を内蔵

表4 ロボホンの主要コミュニケーション機能

機能	概要
発話	文字情報を元に発話できる 歌うことも可能
音声認識	メーカーのサーバと連携
SNS連携	LINEやTwitterとの連携
カメラ	約800万画素
ディスプレイ	約2.6インチ
ラジオ受信	インターネットラジオの受信機能
電話	3G・LTEモデルのみ
スケジュール管理(リマインダー)	タイマーと連動して音声等で知らせることができる
インターネット連携	指示により天気やニュースを読み上げる
伝言	個人認識をしてその人への伝言を伝える
会話ノート	会話内容をメモする機能
留守番	帰宅者の特定をし、その情報をスマホに送る
スマートリモコン連携	スマートリモコン(株式会社リンクジャパンのeRemote 5等との連携機能)



図 2 eRemote 5の外観
（株）リンクジャパンの Web サイトより

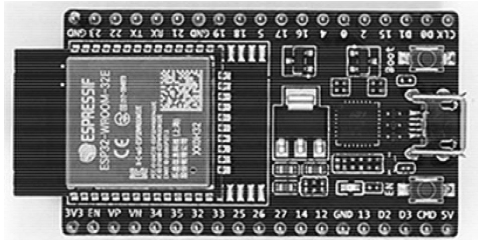


図 3 ESP32-WROOM-32E を使用したマイコンモジュールの例（ESP32-DevKitC-32E）

し、Arduino-IDE¹⁴⁾を始めとした各種のプログラミングツールの入手が容易となっている ESP32-WROOM-32¹⁵⁾（図 3）を利用したマイコンボードを使用し、センサやアクチュエータとの連携をおこなう予定である。ESP32-WROOM-32は安価で、高性能（表 5）であることもあり、使用事例も多く、また各種ライブラリも数多く提供されている。

以上の前提を元にロボホンによる生活支援システムの構築のためのカリキュラムは①～③の3つのレベルを想定し、検討することとした。

① 基本的にロボホンのみで実施

ロボホンのみでも多数の機能を使用できる。この機能の中から、システムとして生活の支援になり得る項目の組合せを選択し、実装することを考える。実装例として、以下のような項目を挙げる事ができる。

表 5 ESP32-WROOM-32の主な仕様

CPU	Xtensa 2コア32ビット LX6、クロック最大240MHz
ROM	4メガバイト
RAM	520キロバイト
無線通信機能	WiFi、Bluetooth
周辺装置	シリアル通信（UART、SPI、I2C）、デジタル入出力、アナログ入出力（AD変換、DA変換）、PWM出力、リアルタイムクロック、ウォッチドッグタイマ
電源	2.2V～3.6V、動作電流平均 80mA

- ・メールや SNS の内容を発話させる
- ・音声認識機能を使用し、メールや SNS に投稿する
- ・カメラを使用した部屋の様子等の外部からの監視機能の実装
- ・ディスプレイに、送信されてきた映像を映す
- ・タイマ機能を用いたスケジュール管理
- ・インターネット上のデータ（例えば天気予報）を元にメッセージを発話する
- ・照度センサの測定データを元に照明の点灯・消灯案内をおこなう
- ・その他

② ①に加えスマートリモコンを使用

スマートリモコンを使用することで生活環境の中の各種家電のリモコン制御が可能となる。ロボホンとの連携機能を持つ eRemote 5 は家電製品とのリモコン機能の他に温湿度センサや GPS 機能を搭載している。これらを使用することで、①の項目に加え以下の実装可能項目を挙げる事ができる。

- ・温湿度計と連動させ、エアコンの自動制御をおこなわせることで、快適な室内環境を維持する
- ・音声による各種家電装置の制御
- ・スマホ等による家庭外からのリモコン操作
- ・ロボホンの照度センサと連動させ、室内照

明の自動点灯・消灯をおこなう

・その他

③ ②に加え ESP32-WROOM-32を使用

ESP32-WROOM-32を利用することで、各種センサや各種アクチュエータを接続し、ロボホンとの連携が可能となる。そのため、幅広い応用方法を考えることが可能となる。生活支援という目的のための機能としては以下のようなものを挙げることができる。

- ・温湿度センサや雨量センサと連動させた屋外干しの洗濯物の取り込みを案内する機能
- ・水位センサを用いた風呂の水張り（湯張り）監視機能
- ・電流センサ等を用いることで、家電製品の動作状況を把握する機能、見守り機能として利用することも可能
- ・外光用の照度センサと連動させた、カーテンの開け閉め機構の実装
- ・その他

ESP-WROOM-32を使用した場合は、自由度がかなり高くなるため、目的の種類毎に必要な実装機能を検討し、種類毎に設計内容を変え、実習を進めるとよいと考えている。

4. おわりに

今後、前項で考察した内容をもとに、実習の雛形となりえるシステム設計例を用意し、高校生または大学生を対象としたシステム設計の実習に関する実証実験を実施し、システム設計例集を準備する予定である。

【謝辞】

本稿は、筑波学院大学、令和2年度「研究活動の充実に関する取組み」の補助金（採択研究名「小型人型ロボットを活用したプログラミング学習教材の研究開発」）の成果の一

部である。

【参考文献】

- 1) 文部科学省の Web ページ：平成29・30・31年改訂学習指導要領（本文、解説）、https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm
- 2) 文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年告示）、2017年3月
- 3) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示）、2017年3月
- 4) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示）、2018年3月
- 5) 文部科学省の Web ページ：小学校プログラミング教育の手引、https://mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm
- 6) MIT の Web ページ：Scratch のページ、<https://scratch.mit.edu/>
- 7) Google の Web ページ：Blockly のページ、<https://developers.google.com/blockly>
- 8) 高藤、堀越：“IoT機能を搭載した小型人型ロボットを活用したプログラミング教育の検討”筑波学院大学紀要、16、pp.93-98、2021.
- 9) 高藤、堀越：“小型人型ロボットを利用したプログラミング教育の検討”日本科学教育学会年会、45、pp.295-296、2021.
- 10) 総務省の Web ページ：地域 ICT クラブについて、https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/IoT_learning.html
- 11) 総務省の Web ページ：地域 ICT クラブ実証事業、いばらき ICT クラブ報告資料、https://www.soumu.go.jp/main_content/000668850.pdf
- 12) シャープ株式会社の Web ページ：ロボホンのトップページ、<https://robohon.com/>
- 13) 株式会社リンクジャパンの Web ページ：eRemote 5、<https://linkjapan.co.jp/product/eremote5/>
- 14) Arduino の Web ページ：Arduino のトップ

- ページ、<https://www.arduino.cc/>
- 15) Espressif Inc. の Web ページ：ESP32-WROOM-32E 仕様、https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32e_esp32-wroom-32ue_datasheet_en.pdf