SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

中学生を対象としたネットワーク接続により協調動作が可能な自律型ロボット教材の開発

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学 公開日: 2019-05-13 キーワード (Ja): 技術教育, IoT, 計測・制御, プログラミング教育, ネットワーク キーワード (En): 作成者: 室伏, 春樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00026559

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ３０ 年　 ６ 月 １９ 日現在

機関番号：１３８０１
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2015～2017
課題番号：１５Ｋ２１０４９

研究課題名（和文）中学生を対象としたネットワーク接続により協調動作が可能な自律型ロボット教材の開発

研究課題名（英文）Development of autonomous robot teaching materials capable of cooperative operation for junior high school students

研究代表者
室伏　春樹（Murofushi, Haruki）

静岡大学・教育学部・講師

研究者番号：３０６０９２９３

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,100,000円

研究成果の概要（和文）：現在急速に発展を広げつつあるIoT（Internet of Things）社会を見据え，生徒にIoT機器を製作させることを目指したネットワーク接続可能な自律型ロボット教材を開発した。
研究ではIoTの概念や実態の調査を通して，IoT機器は本質的にネットワーク接続機能を有し，複数の機器が協調してサービスを提供していることを確認した。従来の自律型ロボット教材ではネットワーク接続機能を有しておらず，IoTの概念を生徒に習得させることが困難であったため，安価に購入可能なマイコンボードを利用したプロセスシステム教材の開発を行い，温湿度センサーを搭載した計測・制御教材として試作を行った。

研究成果の概要（英文）：I developed autonomous robot teaching materials that can connect to the network with the aim of making students produce IoT (Internet of Things) equipment. In this research, through investigating the concept and actual condition of IoT, IoT equipment essentially has a network connection function and confirmed that multiple devices cooperatively provide services. Conventional autonomous robot teaching materials do not have a network connection function and it was difficult to make students learn the concept of IoT. Therefore, I developed a process system teaching material using a microcomputer board which can be purchased cheaply, and trial manufacture as a measurement and control teaching material equipped with a temperature and humidity sensor.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育　IoT　計測・制御　プログラミング教育　ネットワーク

１．研究開始当初の背景

平成 20 年度の学習指導要領改訂により，中学校技術・家庭（技術分野）の指導内容に計測・制御の内容が必修化された。技術分野における計測・制御の指導では，センサ・コンピュータ・アクチュエータの三要素を含む「計測・制御システム」を扱う必要がある。計測・制御システムは，スマートフォンやロボット型掃除機など近年普及しつつある電気機器だけでなく，電気炊飯器や洗濯機，エアコンといった日常生活に欠かせない電気機器も含まれる。技術分野における計測・制御システムの学習では，学習者である生徒が制作したプログラムで自律的に動作するロボット教材（以下，自律型ロボット教材と称す）が用いられている。自律型ロボット教材の基本的な構成要素は，図１に示すようにコンピュータと通信インタフェース，計測・制御基板で構成されている。

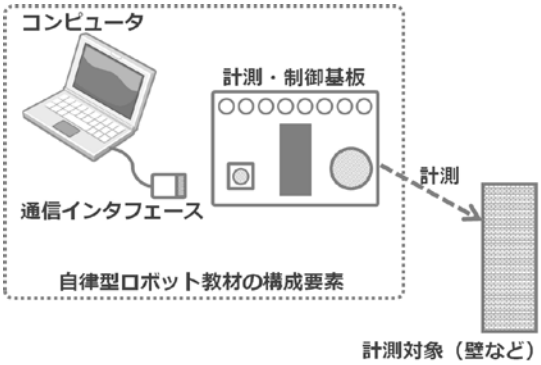

図１　自律型ロボット教材の基本構成

多くの自律型ロボット教材は車輪型の移動ロボットであり，地面に描かれた線をたどって走行するライントレースや，壁などの障害物を検出しながら走行する迷路脱出などの課題が一般的に扱われてきた。

一方，文部科学省が平成 26 年度の戦略目標の一つに「人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発」があり，その中に自律的ロボットの開発が含まれている。戦略目標における自律的ロボットとは，人間が行う作業の模倣や災害救助，介護者の支援等を行うものと想定されている。このような自律的ロボットは，ネットワークの接続機能が必須である。なぜならば，単体の自律的ロボットで計測できるデータ数や，データを解析して処理を行う性能に限界が存在するからである。

ネットワークの接続機能があれば，他の自律的ロボットが計測したデータを利用したり，計測したデータを他の高性能な解析サーバに転送したりすることが可能になり，人間の社会生活をより快適に向上させることが可能になると考えられる。しかし，教材として利用されている現在までの自律型ロボット教材では，他の自律型ロボットと協調して動作することが想定されていない。

そこで，図２のようなネットワークで他の計測・制御基板と協調して動作することができるロボット制御基板を有する自律型ロボット教材の開発が必要であると考えた。

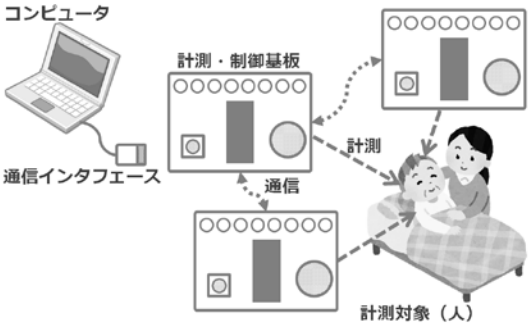

図２　協調動作が可能な自律型ロボット教材の概要

機械同士がネットワークでつながり，人間の社会生活を向上させる協調動作を考えることができる教材を生徒に提供することができれば，人間と機械の創造的協働を実現するための知識と技能をもつ人材の裾野が広がり，新しい発想を持つ未来の「知的技能者」育成の礎になると考えられた。

２．研究の目的

本研究の目的は，中学校技術・家庭（技術分野）におけるネットワークに接続する機能を持つ教材の開発と，その効果の検証を行うことである。

ネットワークに接続する教材として，従来技術分野で実践されてきた自律型ロボット教材の融合を提案する。これにより，複数の自律型ロボットによる協調的な動作が可能になり，新しい発想を持った未来の「知識労働者」の育成につながると考えた。

３．研究の方法

三年間の研究期間でロボット制御基板を製作し，ネットワークで協調動作が可能な自律型ロボット教材の開発を目指した。また，開発した教材は教員を対象とした評価実験を通して，生徒が計測する対象を自分で設定し，社会に貢献する計測・制御システムを構想できるようになるか検証を行った。

平成 27 年から 28 年度にかけては，ネットワークで協調動作が可能な自律型ロボット教材の開発に着手し，必要な機能の選定等を行った。教材の開発にあたり，教育学的な側面については研究代表者が所属する教育学部附属学校の教員と連携をとることとした。

平成 28 年から 29 年度にかけては，附属学校の教員や学会での発表を通して教材の機能追加や，必要機材の整理を行った。

最終年度の平成 29 年度は，三年間の研究内容を踏まえ，現職教員を対象とする評価試験を実施した。また，実践論文として発表するための準備として学会での発表を行い，研究内容を社会に公開した。

４．研究成果

平成 27 年から 28 年度にかけては，情報通信ネットワークを利用した協調制御を可能とする自律型ロボット制御基板として，Arduino および Raspberry Pi を利用した試作機の作成と関連するネットワーク通信技術についての知見を深めた。本研究で開発するロボット制御基板はネットワーク通信が重要な位置を占める。Arduino を用いる場合は入手性および価格面で優位であるが，研究開始当初に検討していた有線通信を実現するために外部の部品が必要となる。Raspberry Pi を用いる場合は有線通信が可能な端末を標準で備え，拡張性および機能面で優位であるが，教材として検討するときに価格面の課題があった。そのため，教材としての普及を考え Arduino を主軸とすることとした。

ネットワーク通信技術については，インターネット接続を実現するため，TCP/IP に関する基礎的な情報収集を行った。また，本研究で検討している IoT 技術を適用した製品例を視察し，生徒が検討できる部分と教材として提供すべき部分を再検討した。多くの製品例はあらかじめプログラムが組み込まれており，使用者は簡易な調整しかできていない。ただ，ソニーが開発している MESH は電子ブロックを模した実物とプログラミング環境を提供しており，使用者の創意工夫が検討できるものであった。MESH は教具として優れたツールであるが，本研究が目指すコンピュータ同士の協調という観点からすると情報端末との接続が必須であり，Raspberry Pi 同様価格面の課題があることを確認した。

平成 28 年から 29 年度にかけては，情報通信ネットワークを利用した協調制御を可能とする自律型ロボット制御基板として、Arduino 互換基板である ESP-WROOM-02 を利用した計測・制御教材の開発を行った。

本研究で開発するロボット制御基板は当初、複数の通信媒体を利用することにより情報通信ネットワークを構築できる教材を検討していた。しかし、IoT やインダストリー 4.0 といった概念が製品として登場し始めた点、社会的な情報通信ネットワークの普及によって無線通信ネットワークが安価に普及した点などから、通信媒体を無線通信ネットワークに限定することとした。これは、主たる研究目的である「人間と機械の創造的協働を実現するための知識と技能をもつ人材の裾野を広げる」という観点からも適切であったと考える。また，平成 29 年 3 月に公示された新学習指導要領では，本研究が対象とする中学校技術・家庭（技術分野）の D 情報の技術において，(2) 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よる問題の解決と (3) 計測・制御のプログラミングによる問題の解決の項目が加わり，開発している計測・制御教材がこれらの内容を複合的に扱う教具となることが想定された。

具体的な開発教材の適用については、「生徒が計測する対象を自分で設定して、社会生活を向上させる計測・制御システムを構想する」という一連の流れを「プロセスシステムの学習」と捉え、学会等の発表などを通して学習内容の検討を深めた。とくに，従来の技術科教育における計測・制御システムが「プロダクトシステム」であり、本研究で開発しているような複数の機器で協調動作することを想定していないことから、本研究の新規性を明らかにした。また、附属中学校の教員と連携を図りながら開発教材の具体的な適用について検討を進めた。

最終年度の平成 29 年度は，プロセスシステム教材として開発を進めてきた Arduino 互換基板である ESP-WROOM-02 に，温湿度センサーや電源回路を組み合わせ，中学生が製作可能な計測・制御教材として完成させた。その様子を図３に示す。また，この計測・制御教材の製作を含む指導計画として，植物工場における管理技術から環境管理の重要性を認識し，環境管理を実現する機器の製作および新たなシステム開発の検討を行う指導計画を立案した。この指導計画の概要を表１に示す。

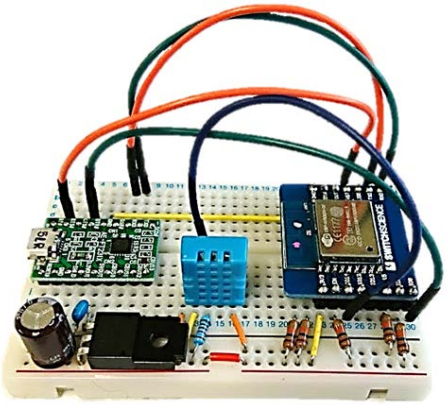

図３　開発した計測・制御教材

表１　指導計画の概要

No.	内容	時間数
1	植物工場の管理技術を学ぼう	2
2	環境管理に必要な機器を考えよう	2
3	環境管理に必要な機器を作ろう（開発教材の適用場面）	4
4	生活を豊かにしてくれる新しいシステムを考えよう	2

開発した教材は，IoT 機器として搭載するセンサーの値を定期的に取得し，インターネット上のサーバに送信することが可能である。生徒が開発した教材を製作することを想定した際，生徒に求める技能レベルを下げるためにブレッドボード上での配線を基本とした。これにより，技術科のエネルギー変換に関する内容との関連をつけることが可能となった。また，(2) 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蔵イン

グによる問題の解決との親和性だけでなく，立案した指導計画では生物育成の内容における植物工場との関連をつけることで複数の内容との有機的な関連を実現する教材であることを示すことができた。これらの成果は日本産業技術教育学会において発表したり，現職の技術科教員を対象とした実技講習の際に示したりしたことで，社会に対する公表・還元を行った。今後は開発した教材や指導計画の普及に努めるとともに，本格的なIoT 社会の到来を見据えて中学生が本教材を利用して社会参画を果たせるよう，ウェブページ等で発信を続けていく。

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計０件）

〔学会発表〕（計４件）
① 室伏春樹，プロセスシステム教材を利用した指導計画の検討，第 35 回 日本産業技術教育学会 東海支部大会 2017 年.
② 室伏春樹，IoT 時代を見据えたプロセスシステム教材の開発，日本産業技術教育学会 第 60 回全国大会 2017 年.
③ 室伏春樹，ネットワーク接続に対応するプロセスシステム教材の提案，日本産業技術教育学会 第 32 回情報分科会 2017 年.
④ 室伏春樹，Wi-Fi 通信に対応した計測・制御基板の開発，第 34 回 日本産業技術教育学会 東海支部大会 2016 年.

〔図書〕（計０件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計０件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計０件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
http://murofushi.ed.shizuoka.ac.jp/研究概要/

６．研究組織
(1)研究代表者
室伏　春樹（MUROFUSHI, Haruki）
静岡大学・教育学部・講師
研究者番号：30609293

(2)研究分担者
（　　）

研究者番号：

(3)連携研究者
（　　）

研究者番号：

(4)研究協力者
（　　）