

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：34412

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K14351

研究課題名(和文) Society5.0人材育成のためのセンサベースIoT学修システムの開発

研究課題名(英文) Development of sensor-based IoT learning system for Society 5.0 human resource development

研究代表者

小川 勝史(OGAWA, Katsushi)

大阪電気通信大学・工学部・講師

研究者番号：70826528

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本申請研究では、階層的に明示化したIoTシステムモデルを基にした「センサベースIoT学修システム SILS(Sensor based IoT Learning System)」の開発した。また、その教育手法であるISEM(IoT System based Educational Method)を開発し、情報教育を支援するカリキュラム案の策定を行った。授業実践を行った結果、学習者は授業を難しいと感じているにもかかわらず、学習へのモチベーションを高く持続することができた。指導して頂いた先生方からは生徒に階層構造で示すことで内容を伝えやすかったという好意的な意見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Society5.0では、IoTで人とモノがつながり、知識や情報が共有され、ロボットが人の生活活動の可能性を広げる昨今において、IoT・ロボット等の先端技術に関する幅広い知見を持ち、個々の持つ専門分野において、それらを活用する実践力を併せ持つ人材の育成が必要であるが、これらを効率的・効果的に学べるアクティブラーニングの報告は少なく広く浸透していない。本申請研究では、階層的に明示化したIoTシステムモデルを基にした「センサベースIoT学修システム SILS(Sensor based IoT Learning System)」の開発し、情報教育を支援するカリキュラム案の策定を行った。

研究成果の概要(英文)：In this research, we made a IoT system hierarchically clarified model, and we developed a "Sensor based IoT Learning System (SILS)". We have developed an educational method, ISEM (IoT System based Educational Method), formulated a curriculum plan to support information education.

As a result of practicing the lessons, the students were able to maintain high motivation for learning even though they found the lessons difficult. The teachers who gave us a favorable opinion that it was easy to convey the content by showing the students in a hierarchical structure.

研究分野：教育工学

キーワード：IoT 教育工学 Society5.0 ロボット教材 センサネットワーク

1. 研究開始当初の背景

Society5.0 では、IoT で人とモノがつながり、知識や情報が共有され、ロボットが人の生活活動の可能性を広げる。このような背景において、①IoT・ロボット等の先端技術に関する幅広い知見を持ち、②個々の持つ専門分野において、それらを活用する実践力を併せ持つ人材の育成が必要であり、「ICT を理解、応用する力」、「科学、数学的に分析、思考する力」、「全体をシステムデザインする力」をいかに涵養するかが課題である。同時に、自ら課題解決できる「主体性」、差異を受入れチャンスと捉える「多様性」、目標が同じ者で力を合わせる「協働性」を育むことが重要である。

現在、小中高校での ICT 学習は、インターネットによる情報収集、事務系ソフトの利用技術訓練がほとんどであり、大学でも実践的な実験実習は各分野別であり、IoT・ロボットのような先端技術を用いた授業展開は一部の専門学部を除けば積極的には実施されていない。新学習指導要領では、小中高校でプログラミングの必修化やネットワーク、データ分析の内容の追加が実施され、各教科でも ICT を活用した授業の強化が謳われているが、具体的内容は明確に提示されていない。また、技術(Technology)を活用して教育(Education)に変革をもたらす「EdTech」等の先進的な教育システムの議論も活発になっているが、授業に活用する決定的な手法の確立には至っていない。上記問題に対して、申請者は、高校物理の力学分野で学習する物理量を過不足なく計測するセンサを搭載し、その計測結果を物理公式と共に表示する機能を有し、物理現象を体感可能な学習支援用 RT 教材を開発し、その効果の検証を行ってきた。これはロボット技術を用いて物理量の可視・可触化を行い、物理学習を効果的に支援する。結果は学力で座学に比べ高い効果が認められた。この教材に各センサ等に IP アドレスを付与し、IoT デバイス化してデータサーバと連携する仕組みを構築が対応可能である。

ロボット、IoT に関するアクティブラーニングの事例報告は少なく広く浸透していないことから、本申請研究では、IoT システムモデル (図 1) を提案し、IoT デバイス、ネットワーク環境、及びデータ通信の IoT システムの理解を促す。また、階層化した IoT システムモデルを基にした「センサベース IoT 学修システム SILS(Sensor based IoT Learning System)」(図 2) の開発を目的とし、情報教育や申請者研究の物理学習支援のように、異分野学習支援利用を可能とするカリキュラム案の策定に対して Society5.0 人材の育成に貢献する。

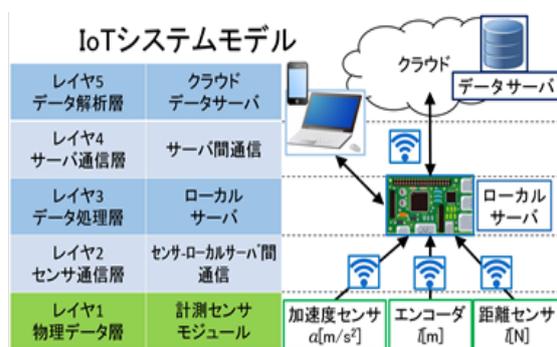


図 1. IoT システムモデル図

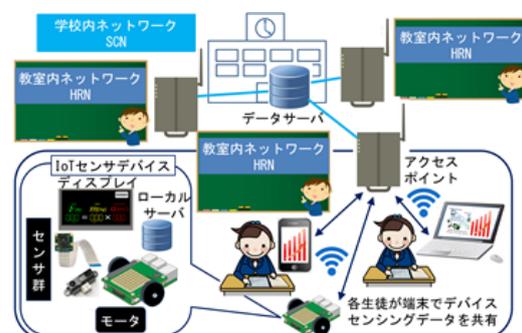


図 2. センサベース IoT 学修システム SILS のシステム概念図

2. 研究の目的

SILS は、IoT を含む ICT 学習を容易にする。従来 IoT でセンサを扱う際には、電子回路、マイコン、通信、制御プログラミングの教授には教材作成等のために多大な労力を必要とした。SILS では、センサデバイスは通信、データ取得可能とする最小限の教育内容にまとめ、サーバ側も最小限の操作でデータ受信と分析処理を可能にする教育手法を目指した。

プログラミング学習についても抽象的な題材ではなく、IoT を用いた具体的な題材で学習者の興味・関心を引くことを目指すものであり、手軽に実践演習に活用できる環境を実現する。システム構築は IoT システムモデルを基にした教育手法を確立し、サーバ構築ソフトウェアとフレームワークおよびチュートリアル教材を充実させる。授業実践の際の障壁をできる限りなくすことで、IoT バリアフリーを達成することが可能であり、Society5.0 における教育での文化的遅滞を回避できると考えた。

また、SILS による基礎/実践的 ICT 教育手法と、ロボット等の幅広い技術分野との親和性を検討して複合的な教育手法を確立する。それらを基にして、IoT を含む ICT の利活用をスムーズに行うことのできる環境構築とカリキュラム案を策定することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)教育手法の開発

階層化した「IoT システムモデル(図 1)」を提案し、それに基づいた教育手法「ISEM(IoT System based Educational Method)」の開発と教育実践を目的としたセンサモジュールや学習環境を開発した。ISEMは、機器、通信、プログラムを“階層構造で明示化”することで、学習内容の定義やイメージを具体化し、また、“各階層のつながり”に着目した「IoT システム構築学習」により、情報技術学習、課題解決学習についてデータサイエンスを交えて体系的に学習できるものであり、独自の教育プログラムの開発を目指した。

(2)教材システムの開発

IoT デバイス (センサ/アクチュエータ) 及びローカルサーバ計測システムの開発を目指し、IP アドレスを付与したセンサデバイスとローカルサーバで構成するセンサネットワーク教材システムのハードウェアを開発した。また、計測結果をサーバに蓄積し、データ処理、グラフ表示等を行う授業展開を検討した。

(3)高等学校における授業実践による検証

開発した IoT デバイスを使用して授業実践を行い、特にデータの流れ、ネットワークのシステム構築デザインに関する効果に注目して行った。従来の授業と比較して、ICT 能力の学習効果を検証した。検証結果を分析するために、生徒及び教員へアンケート調査を実施し、教員アンケートから教材としての使いやすさを検討し、授業導入障壁に関する知見を得た。

4. 研究成果

(1) 教育手法「ISEM(IoT System based Educational Method)」の開発

限られた学習時間の中でIoT 計測システムを構築デザインするためには、効率的で効果的な教育手法と教材が必要である。システムデザインは、①システムを構成する要素技術の理解、②情報システムの成り立ちとそのデザイン手法の習得、が必要である。また、③ハードウェアとソフトウェアの両方の仕組みやはたらきを理解し、それぞれを設計・製作しなければならない。これだけの内容を短時間で習得するために、①IoT 計測システムを体系的に明示化、②学習内容を整理、③実践し易い学習教材の開発が必要になる。図 3 に示す階層モデルを基に学習内容を整理した。これは、IoT 技術を活用して計測システムを効率的に理解する際に、IoT システムの各機能を階層構造で学習内容を分類したものである。同図に示すように、各センサによる物理データの計測階層 (レイヤ1)、センサによって計測した生データを運動データへの変換処理階層 (レイヤ3)、運動データを一括で蓄積・解析階層 (レイヤ5) と、各レイヤ間をつなぐ通信階層 (レイヤ2、レイヤ4) の 5 階層に分類した。この分類をベースに授業実践を行っており、その際に授業で使用した教材例を図 4 に示す。表 1

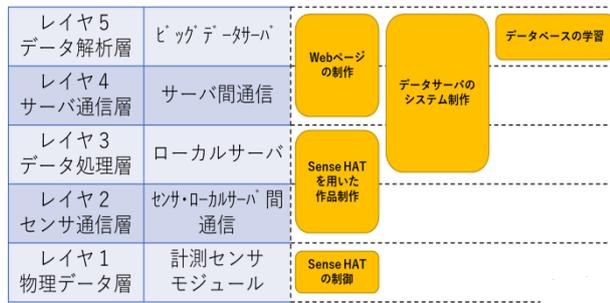


図 3. 階層モデルにおける学習内容の整理

オリジナル作品をつくろう

●IoT計測システムモデルレイヤ1〜3を念頭に置いて考えてみよう(以下は迷路の例)

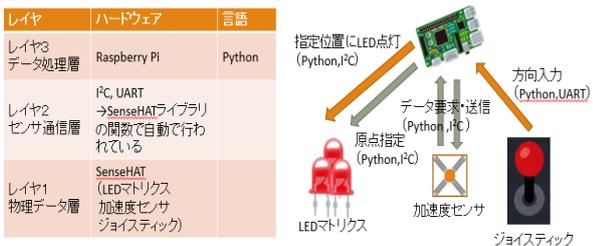


図 4. 階層モデルにおける教材例

に IoT システム構築実習授業実践でのスケジュールを示す。実施は工業系専門高校の 2 年生の電子実習の授業において、4 単位授業となっており、通常 2 時限続きの授業を 1 週間に 2 回で、2 学期から 3 学期の期間で実施した。実施の際には、予め、研究対象となっていることを本人及び保護者へ周知し、アンケートや確認テストの参加は自由であることを告知した。

(2)教材システムの開発

本教材では情報教育で求められている内容を学習者が主体的に授業に参画できるように考慮し、①コンピュータでの問題解決にプログラムを制作、②インターフェース用 Web ページデザイン、③情報通信ネットワークを用いて収集したデータ活用の 3 点を達成できるように仕様を決定した。

この教材システムは教材ロボットと教材データサーバで構成され、Wi-Fi でデータ送受信可能な Raspberry Pi 3 B+を用いた。教材ロボットは移動制御の簡便性を考慮して車型とした。ロボットに搭載したカメラのストリーミング動画をタブレット端末の Web ブラウザに表示して見ることができると同時に、Web ブラウザから遠隔操作を可能とした。搭載したセンサで走行中の運動情報を計測し、センサ値をネットワーク上のデータサーバに送信して蓄積する。それらのデータはタブレット端末などから閲覧可能であり、CSV 形式でダウンロードできる。

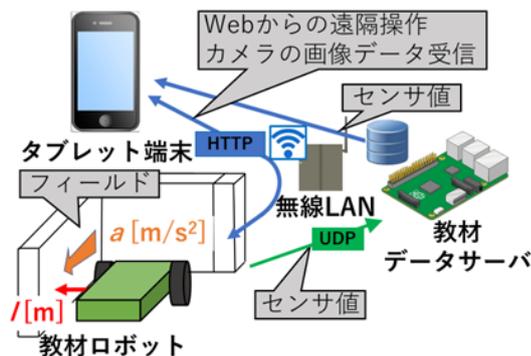


図 5. 教材システムの概要

(3) 授業実践による検証結果

授業についてのアンケートを、IoT システム構築授業を開始して約 1 か月後である 10 月と、授業スケジュール終了後である 3 月の計 2 回行った。

意欲関心に関して、当初は授業を簡単と感じており低くなっていたが、授業を進めロボット教材を用いたゲーム型 IoT 実践課題を実施後には、内容は難しいが意欲関心が高いという結果となった。学習者は授業を難しいと感じているにもかかわらず、学習へのモチベーションを高く保っていることが読み取れた。教材への興味については高いという結果であった。生徒からは、「自分で考えて行動したりしたので色々と学べた」、「皆で話し合っって課題点を探したり、データからわかる情報を整理したりして楽しかった」といった感想があり、IoT システム構築実習において、この教材を使用した課題が学習者へ興味を抱かせ、授業を面白いと感じさせる可能性を示唆している。

授業で学習した各項目については、「Python 言語での作品制作」と「Web ページ制作」が高い意欲関心を示している。さらに理解できたプログラミング言語等において、ここで用いた Python, HTML が高い関心を示していた。学習者が主体的にゲームや Web のコンテンツ制作に取り組むことでシステムのはたらきに関する理解を深めることができたと考えられる。

この授業実践において指導して頂いた先生方へのアンケートでは、ISEM に関して、「指導案が作成時に考えやすく、整理がしやすかった」、「生徒に階層構造で示すことで内容を伝えやすかった」、「階層を図にして、穴埋め形式にすることで、プログラム学習やシステム開発演習がスムーズに進んだ」という好意的な意見が多数得られた反面、「階層」という言葉の概念をとらえるところで少し戸惑っている生徒が見受けられたが、一度理解されると理解度が向上するのが実感できた」という意見もあり、教授方法に工夫が必要であることが課題であると考えられる。また SILS 教材システムにおいては、「情報技術で教えたい内容が凡そ含まれており、発展的な内容についても応用の聞くところは使いやすい」、「ドットマトリクス LED, IMU センサ, 環境センサ, アクチュエータがシステム化されており、Web 経由でデータ取得するプログラム学習が手軽に行えるのはありがたく、生徒の反応も良かった」という意見が得られた。

表 1. IoT システム構築実習授業の展開

時期	課題	実習内容	学習内容
9 月	・環境構築 ・静的な Web ページの制作	・コンフィグ ファイルの設定 ・Web サーバの設定と Web コンテンツ作成①	・Linux コマンド ・HTML タグ
10 月	・Sense HAT の制御	・API リファレンスマニュアルを読む	・Python 言語① 【基本】
11 月	・動的な Web ページの制作 ・Sense HAT を用いた作品制作	・Web コンテンツ作成② ・アイデア出しミーティング ・作品制作	・PHP, MariaDB ・問題解決①, アイデア発想
1 月	・Sense HAT とデータベース連携	・データベースへのアクセス	・Python 言語② 【データベース操作】
2 月	・ネットワークを介したデータ処理	・WebIOPi, MJPG-streamer を用いた農業用データサーバのシステム制作	・ソフトウェアパッケージインストール ・問題解決②, システム設計
特別授業 3 月初旬	・ロボット教材を用いたゲーム型 IoT 実践課題	・総合学習 ・ICT・IoT・ロボットを活用したグループワーク	・問題解決③ ・計測データの処理と分析、及び考察

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 角樋 大地, 岸本 有生, 覺前 友哉, 小川 勝史	4. 巻 2019
2. 論文標題 情報教育におけるロボット教材を活用したIoTシステム構築実習の授業実践報告	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報教育シンポジウム(SSS2019)論文集	6. 最初と最後の頁 287-292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 覺前 友哉, 角樋 大地, 岸本 有生, 西田 隆司, 小川 勝史	4. 巻 2019
2. 論文標題 情報教育におけるIoTシステム構築実習 支援用ロボット教材の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報教育シンポジウム(SSS2019)論文集	6. 最初と最後の頁 305-308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 元井 太一, 小川勝史, 鄭聖熹
2. 発表標題 高校物理力学分野学習支援用IoRT(Internet of Robotic Things)教材の開発
3. 学会等名 2020年度情報処理学会関西支部支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 尾崎巧将, 小川勝史
2. 発表標題 回路構築学修システムの開発
3. 学会等名 2020年度情報処理学会関西支部支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川勝史, 岸本有生, 角樋大地, 浦部悟, 山本知史, 覺前友哉, 吉川省吾
2. 発表標題 IoT(Internet of Things)計測システムモデルに基づく情報教育手法ISEMの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 角樋大地, 覺前友哉, 岸本有生, 小川勝史
2. 発表標題 IoT(Internet of Things)計測システムモデルに基づく教育手法ISEMの開発と授業実践報告と学習効果の検証
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------