

高校物理力学分野学習支援用 IoRT(Internet of Robotic Things)教材の開発 Development of an IoRT Educational Tool for Mechanics Learning in High School Curriculum

元井 太一† 小川 勝史† 鄭 聖熹†
Taichi Motoi Katusi Ogawa Seonghee Jeong

1. はじめに

1.1 背景

高校生が物理を学ぶ際に重要なことは、物理量の定義や理論式と実際の物理現象がどのように繋がるのかをイメージすることである。各生徒の日常生活における物理現象に対する経験が重要な要素となる。

生徒は、日常生活での経験から物理現象に対する概念を構築するが、学習過程での物理法則と食い違う誤った概念を持っている生徒が、座学での理論中心の物理の授業を通してそれを覆すことは難しい。[1]

物理に対して苦手意識を持つ生徒は、物理現象をイメージして正しく理解することは難しいと感じる傾向が強い。その苦手意識の解消等を目指し、先行研究では RT(Robot Technology)教材を使用して授業を実施して、実際に動かした教材ロボットのセンサにより計測した物理量データをディスプレイの表示を目で見て、ロボットを触って確認し、体感することによって学習効果を確認した。

1.2 仮説

物理現象を理解する際に現象を体感するだけでなく、関連する各物理量の時間経過に対する変化、及びそれらの関係性をリアルタイムに可視化することは、さらなる理解の向上につながると考えられる。RT 教材では、リアルタイムでの情報共有やグラフ描画の機能を有しておらず、授業を受けた生徒からそれらの機能に関する要望があった。

そこで本研究では、物理学習において五感で物理現象を感じるだけでなく、物理量の時間的な変化と関係性を可視化し生徒及び教員間で情報共有することができる教材、つまり IoT 技術[2][3]とロボット技術を融合させた IoRT 教材の開発を行い、開発した教材の学習効果に関する検証を行う。この教材を使用することによって物理現象の実験が比較的簡単に行うことができ、実験の準備も従来に比べて簡単にできるため教員の負担も軽減できると考えた。これにより生徒が効率よく学習できるとともに教員側の負担も軽減されて実験が行いやすくなると考えた。

1.3 具体的な問題点

これまでの物理の授業では前述した通り座学だけでは理解しにくく興味・関心が高まりづらいことが挙げられる。

限られた授業回数の中で入試の対策のことを考えると実験に回す時間が少なくなることが考えられる[4]。

また、実験を行うとしても準備に時間がかかり、実験中は複数の教員で安全に配慮しながら実験を行おうとするなど教員の負担が大きくなってしまい、結果座学だけの授業となってしまうことも問題と考える。

1.4 具体的な改善点

これらの問題に対して、ロボット教材を使うことにより生徒の興味を引き出せないかと考えた。そこに IoT の技術である情報共有や、ビジュアライゼーションで測定したデータをグラフ変えるなど、可視化させることで各物理量の関係性が目で見て体感することが出来るので学習効果がより高まると考える。

また、教員の負担が大きい観点から、本研究で開発する教材を使用することによって、実験の準備が簡単になりロボットを使つての授業になるので生徒の興味・関心が高まり座学だけの授業と比べて学習効果は高くなると考える。

本研究ではロボットと IoT を組み合わせた IoRT 教材の開発を行い、それによる授業を行い学習効果の検証を行う。

2. 高校物理力学分野学習支援用 IoRT 教材の概要

2.1 教材開発

今回開発する教材をレイヤ 1~5 の階層に分ける IoT 計測システムモデルを考えた。そのシステムモデルを表 1 に示す。まず、レイヤ 1 ではセンサで計測を行う。レイヤ 2 ではセンサで計測されたデータを通信でローカルサーバに送る。レイヤ 3 では計測されて送られてきたデータを処理する。レイヤ 4 ではローカルサーバで処理された情報をクラウドデータサーバに送る。レイヤ 5 ではローカルサーバから送られてきた情報を解析して必要なところだけを表示させる。

また、本研究で提案する高校物理力学分野学習支援用 IoRT 教材用ロボットの外観を図 1 に示し、部品の仕様について表 2 にまとめた。

マイコンは ESP32(言語は C)を使用し、コンピュータは Raspberry Pi 4(言語は Python)を使用している。モータドライバは TB6612 を使用している。アナログ入力ができる場所を 3ヶ所作り複数のアナログセンサを使用できるように設計した。電源は 2口のモバイルバッテリーを使い Raspberry Pi 4 の電源、モータの電源を分けるように設計している。また、図 1 の写真上の基板ではセンサ用のスイッチ、モータ用のスイッチを設置している。

下の基板では ESP32 にプログラムを書き込む Type-C の差し込みコネクタ、基板の電源のスイッチを設置した。今回の設計では ESP32 と Raspberry Pi 4 はシリアルで通信を行っている。

2.2 指導内容

本研究では、開発を行った教材で学習効果がどのくらいあったのかを確認するために授業で教材を使った時と使わなかった時で検証を行う。教材を使った時使わなかった時両方とも授業終わりに小テストを行い学習効果がどう変化しているのか確認する。

† 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

今回の題材では坂道を上るときの物理現象を生徒に理解させることを目標にする。坂道を上るときには力の分解と摩擦の物理現象が起こる。その物理現象に対してビジュアライゼーションなどを使用して生徒の理解を深めるように指導を行う。

また、物理現象を体感することだけでは物理量との関係性が薄いためグラフを作成して物理量との関係性を深めていくように指導を行う。

表1 IoT計測システムモデル

レイヤ5 データ解析層	クラウド データサーバ	蓄積されたデータを解析する
レイヤ4 サーバ通信層	サーバ間通信	データをクラウドに送っていく
レイヤ3 データ処理層	ローカルサーバ	raspberry pi
レイヤ2 センサ通信層	ローカルサーバ 間通信	UDP通信、Wi-Fi等
レイヤ1 物理データ層	計測センサ モジュール	ロータリーエンコーダ 加速度センサ、距離センサ等



図1 ロボットの外観

表2 ロボットの部品仕様

車体構造	二輪駆動×ポールキャスター2個
コンピュータ	Raspberry Pi 4
マイコン	ESP32
モータ	FIT0450 (ロータリーエンコーダ付き)
モータドライバ	TB6612
センサ	MPU-6050 (ジャイロセンサ)
バッテリー	CHE-107-BL

3. 高校物理力学分野学習支援用 IoRT 教材の評価

3.1 評価方法

大阪電気通信大学の小川研究室の4年生並びに大学院生、に協力してもらい教材ロボットを使用して座学だけの授業とどのように違うのか、ロボットを使用してみた感想やアンケート、確認テストなどを受けてもらい使った時と使わなかった時の違いを検証する。

3.2 評価授業

高校物理力学分野学習支援用 IoRT 教材の効果を検証するために開発した教材を用いて授業を実施する。

授業は大阪電気通信大学の小川研究室の4年生並びに大学院生に受けてもらいアンケート等に答えてもらい評価を行う。

4. まとめ

本研究では、物理学習の学習効果を高める教材として、ロボットの技術とIoTの技術を融合させることで、座学では理解しづらかった物理現象をイメージしやすくなると考え、IoRT教材を開発し、学習効果の検証を行った。より効果的な学習を実現するために検討、実践を行っていきたいと考えている。

リアルタイムでグラフ化をリッチにして可視化ができる教材を開発し、小テストなどで生徒の学習効果がどう変化したのかを検証を行った。

また、この教材を使用したときと使用しなかった時の学習効果の違いを小テストやアンケートなどで検証を行った。

参考文献

- [1] 小川 勝史, 田中 宏明, 鄭 聖熹, “高校物理学習支援用 RT 教材の開発 -円運動での学習支援教材の評価-”, 計測自動制御学会, Vol.54, No.2, 2018
- [2] 覺前 友哉, 角樋 大地, 岸本 有生, 西田 隆司, 小川 勝史, “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”, 情報教育シンポジウム, 2019
- [3] 間辺 広樹, 大村 基将, 林 康平, 兼宗 進, “情報科教育における IoT 学習環境の利用方法の検討”, 情報教育シンポジウム, 2016
- [4] 長沼 祥太郎, “理科離れの動向に関する考察-実態および原因に焦点を当てて-”, 科学教育研究, 39 卷(2015) 2 号