

27 AR とセンサーを用いた物理実験教材に関する研究

ビジュアルインタフェース研究室 山本 陽介

1. 背景と目的

物理学を学習する際には、現実の現象から物体間に働く力とその力によって生じる運動がどのようなものかを考察する必要がある。しかし、力やエネルギーなどの物理量は人間の目に見えない問題があるため、学習者にとってどのような運動がおきているかを理解しづらい。この問題を解決するために本研究室では、AR(拡張現実感)技術を利用した物理学の教材の開発を進めてきた[1][2]。

ARとは、現実世界に対して、コンピュータが生成した情報を重畳提示する技術であり、近年では、AR技術を利用した教材の開発も行われている[3][4]

本研究では、昨年度に開発された教材よりもさらに回路を単純化し、複数の物体の物理量を可視化できるように複数制作することで、学習者がより理解しやすい物理実験教材の開発を行う。

2. 昨年度の研究

本研究室の昨年度の卒業研究[2]では、一昨年度の卒業研究[1]で開発されたARマーカー、加速度センサー、Bluetoothを内蔵したセンサーボックスの小型化と力やエネルギーを可視化するソフトウェアの改良が行われた。この教材では、センサーボックスにかかった力を加速度センサーで測定し、PCに無線送信することでリアルタイムに力の変化を可視化することができる。

一昨年の研究ではセンサーボックス自体が大きく、物体に自由に取付けることができず、大きな台車に取り付けることでしか実験ができなかった。改良を加えた結果、昨年度のセンサーボックスは9cmほどの名刺入れに入るまで縮小された。

3. 本研究の提案

昨年度に開発された教材は、はんだ付け箇所が多く1つしか制作されなかった。そのため、計画されていた2つ以上の物体について同時に可視化することができなかった。そこで本研究では、昨年度に開発されたものよりも回路を単純化し、さらに複数制作することで同時に複数の物体の物理量を可視化できるよう改良する。さらに、実際に複数の教材を使用した実験を開発することで教材の実用性を高める。

4. センサーボックスの改良

本研究では、教材を改良するための方法として、Arduino互換のESP32開発ボードを用いた。これは、Wi-FiとBluetoothの通信モジュールを載せており、USBシリアル変換機能も搭載している。電源供給には単三電池が利用できるため、PCからUSB接続で供給する必要がない。

運動測定に使用するセンサーは、加速度とジャイロが測定できる6軸センサーのmpu6050を用いた。昨年度は、斜面に取り付けたマーカーを用いて傾斜角度を測定していた。本システムでは、加速度とジャイロをかける相補フィルターを構成した。ジャイロセンサーからの角度算出値と加速度センサーからの角度算出値を重み付けることで加速が起きても正しい角度を検出できるようになった。

センサーボックスに取り付けるARマーカーは昨年度用いた文字マーカーから、より認識しやすいNyIDマーカーに変更し、サイズも4cmから8cmに変更した。

以上を踏まえて制作したセンサーボックスの中身を図1に示す。昨年度の教材よりも簡単に回路を作成することができるため、複数の制作が容

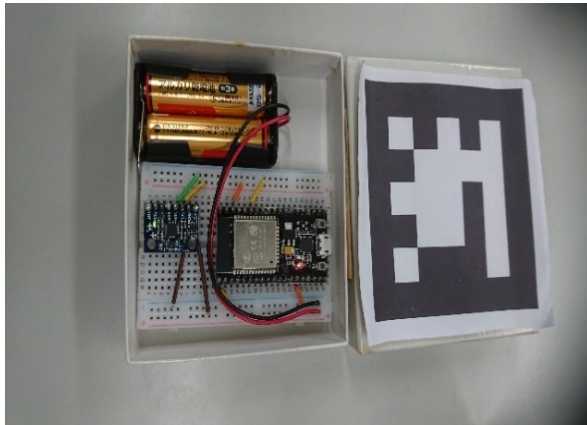


図1 センサーボックス

易となった。これを複数用意することで比較実験が可能となる。

5. 本システムの使用例

カメラから複数の物体の力の変化をリアルタイムに表示するために、複数の AR マーカーを用意する。AR マーカーから運動を可視化し、それぞれが行っている運動を比較する。センサーボックスを取り付けた物体の情報を 6 軸センサーから取得し、その情報を Bluetooth 機能を用いて PC に送信する。

図 2 は、実際に 2 つの教材をそれぞれ違う角度の傾斜に載せて実験を行っている。カメラを通して車のおもちゃに取り付けた AR マーカーを認識することでそれぞれのセンサーボックスが受けている重力を可視化している。センサーボックスのそれぞれの傾斜角度 θ の違いにより、力の値 F を斜面と平行な方向と垂直な方向に分解させた値 $F \sin(\theta)$ と $F \cos(\theta)$ にどのような違いが出るかを同時に可視化することができる。表示されるテキストは、マーカーの y 座標をもとに下の物体は左に表示し、上にある物体は右側に表示させるよう改良した。

また、図 2 の円グラフは力学的エネルギー表示している。進行した距離によってエネルギーの値が変化し円グラフに反映させるようにしている。

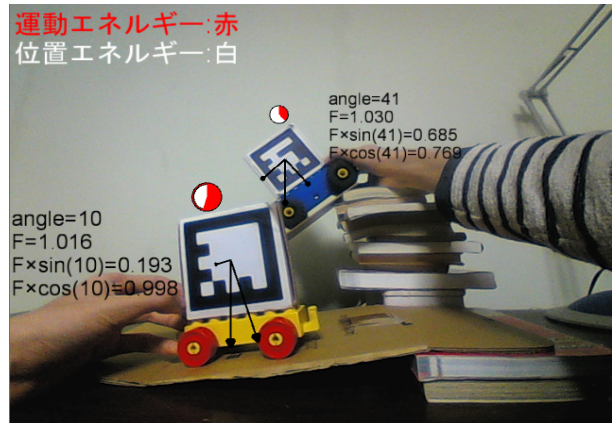


図2 複数の物体の可視化

6. まとめ

昨年度制作された教材は、はんだ箇所が多いため、複数制作されなかった。そのため、1つの物体のみの可視化しか対応していなかった。

本研究では、昨年度開発された教材から回路を単純化し、複数個の運動の可視化を実現することで運動の比較を容易にした。運動の測定には 6 軸センサーを用いることで、加減速が生じても正しく角度を測定できるようにした。これらによって、条件が違う運動を加速が生じても同時に可視化し比較できるようになったため、より教材としての実用性が向上したと思われる。

参考文献

- [1] 小松京平, AR 技術を利用した物理学教材の開発, 平成 28 年度玉川大学卒業論文, 2017.
- [2] 廣田翔平, AR 技術とセンサーを用いた物理実験教材の小型化, 平成 29 年度玉川大学卒業論文, 2018.
- [3] 小松祐貴, 渡邊悠也, 桐生徹, 中野博幸, 久保田善彦, AR「凸レンズの働き」教材を使った授業実践の分析, 日本科学教育学会研究報告, Vol.28, No.3, 2013.
- [4] 伊藤香織, 田口宏明, 藤波香織, 化学実験安全教育システムにおけるメッセージ内容及び提示方法の検討, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, 2013.