

令和 5 年 10 月 25 日現在

機関番号：99999

研究種目：奨励研究

研究期間：2022～2022

課題番号：22H04188

研究課題名 速度や力等を測定しベクトルを空間に可視化する新しい物理教材の開発

研究代表者

末谷 健志 (SUETANI, Takeshi)

山口県立徳山高等学校・教諭

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 370,000 円

研究成果の概要：中高で学ぶ物理では、物体の運動を表す速度や加速度、力のベクトルが多用される。しかし、これらは見ることができないため、初学者である生徒が理解する上で大きなハードルとなってきた。そこで、仮想現実技術（AR：Augmented Reality）とスマートフォンやタブレットのセンサーを活用することで、ベクトルを空間に可視化できないかと考えた。

その結果、速度、加速度、力のベクトル等を空間に可視化する新しいアプリ「MotionsAR」を開発できた。これにより、生徒は手持ちのスマートフォンでアプリを起動するだけで、手軽かつ自由に三次元運動を解析し、運動の特徴を直感的に理解することが容易になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

力学の基礎は、速度、加速度、力等の理解である。しかし、これらのベクトル量は見えないため、理解するには相当なトレーニングと時間が必要となる。開発したアプリ「MotionsAR」は、拡張現実技術を用いて速度、加速度、力等のベクトルをリアルタイムに空間に可視化する世界初の教材である。三次元運動全てを空間に記録するため、様々な方向から観察でき、運動の特徴を直感的に理解できる。さらに、手持ちのスマートフォンを用いて様々な運動を手軽に解析できるため、汎用性が高く、物理の授業以外でも、ランニングやボール投げ、ラケットの素振りなど、日常的な運動も測定でき、課題研究や部活動での活用も広がっている。

研究分野：物理学

キーワード：物理教材 ベクトルの可視化 アプリ 拡張現実 AR スマートフォン タブレット 音の可視化

1. 研究の目的

中学校や高等学校において物理、特に初等力学を学ぶ際には、速度や加速度、力などのベクトルを使う場面が多い。教科書等にも物体の運動を表す軌跡とともに、様々なベクトルが描かれた図が多用されている。

しかし、一般にベクトルは高校でも高校2年次以降の数学で学ぶことが一般的な程、生徒にとっては高度な概念であり、初学者にとって理解のハードルは高く、教える側にも相当な工夫が求められてきた。

これまで物理教育では、この課題を解決するため様々な教材が開発されたが、いずれも肝心なベクトルが見える訳ではなく、紙面上の軌跡等から何となく生徒に想像させるしかなかった。

一方、昨今のスマートフォンやタブレットは精度の高い様々なセンサーを内蔵するようになり、ほとんどの高校生が所有（本校では100%）している。このようなICT機器の積極的な活用と工夫を通じて、新しい指導方法や授業の実現が期待されている。

こうした背景から、スマートフォンやタブレットで動作し、内蔵するセンサーが出力する三次元データで、空間に力や速度などのベクトルをリアルタイムに可視化する新しい教材を開発しようとするに至った。実現すれば、各自の端末で、ベクトル等を様々な視点から手に取るように観察でき、実験を通じて自然現象を深く学べるようになるはずである。

2. 研究成果

(1) 研究成果の概要

スマートフォンやタブレットで動作し、これまで見ることのできなかつた物体の速度や加速度、力のベクトルをリアルタイムに空間に可視化する新しいアプリケーション「MotionsAR」を開発することができた。これにより、学習者はアプリケーションを起動するだけで、三次元運動の詳細を手軽に解析し、運動の特徴を理解することが容易になった。教材の特徴は以下に要約される。

開発した教材アプリ「MotionsAR」の特徴

スマートフォンやタブレットを動かしたときの速度や加速度、働く力のベクトルに加えて、運動の軌跡をリアルタイムに空間に可視化することができる。空間に可視化しているため、様々な方向から観察することができ、生徒の直感的な理解につながる。

三次元運動を自由に解析できるため、汎用性が高い。

取得した様々な物理量の時間変化をグラフ化し、定量的に表示することで、現象と量的関係を紐づけて理解することができる。

取得した様々な物理量のデータシートをテキストファイルで出力することができ、さらに詳しい解析を可能とする。

アプリの使用方法はボタンをタップするだけである。中高生でも簡単に使うことができる。



「MotionsAR」は速度や加速度、力等を空間に可視化する世界初のアプリである

(2) 研究成果の公開

開発した教材アプリ「MotionsAR」はアプリストアにおいて無償で公開している。

「MotionsAR」 iPhone, iPad 専用アプリ

運動のベクトルやグラフを可視化して物理が楽しくなるアプリ



<https://apps.apple.com/jp/app/motionsar/id1567576673>

「MotionsAR」アプリの紹介ホームページ

成果発表

令和4年(2022年)

6月 奈良女子大学附属中等教育学校において、開発中の実機を使ったポスター発表

8月 全国理科教育大会において、実機を使った模擬授業およびポスター発表

11月 山口県高校教育研究会で実機を使った口答発表

令和5年(2023年)

1月 台南市科学博物館において実機を使った口答発表

(3) 今後の予定

公開から中学校、高等学校、大学等での活用が始まり、大きな反響を得ている。物理の授業の他、課題研究や部活動での利用が進んでおり、開発者の想定を超えた使い方も拡がりつつある。

この理由としては、本教材の三次元運動を手軽かつ解りやすく解析する特性によるところが大きいと考えている。これまでの物理実験機材は、直線運動に限定されたり、測定してもベクトルを可視化することはできず、理解が難しい側面があった。ところが、本教材はそうした制限がなく、手軽に物理量をリアルタイムに空間に可視化することができるため、汎用性や機能性に優れているといえる。

開発した教材アプリ「MotionsAR」は、様々な場面での活用が拡がると考えられる。生徒や教師等からのフィードバックを得ながら、インターフェースのさらなる工夫や機能強化等に取り組んでいきたい。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 未谷健志
2. 発表標題 空間に運動を可視化する新しいアプリの開発
3. 学会等名 令和4年度理科教育大会（北海道大会）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------