

VR を利用した物理実験授業支援システムの提案 -重力による物体運動を題材として-

上馬庭和也[†] 村上祐治[†]

東海大学 基盤工学部 電気電子情報工学科[†]

1. はじめに

2016 年が VR 元年と呼ばれて 3 年、VR 技術はゲーム業界を中心に徐々に広まり発展している。建築や不動産業界ではすでにいくつかの開発が行われており、観光、医療、ショッピング、広告などの業界も VR 技術を利用した新しい形態が現れている。

本研究では VR 技術の活用が注目されている分野の中で“教育”の分野に着目し、高校物理の授業を想定したシステムの開発、提案をする。

山崎敏昭ら^[1]が実施した大学の理工系の新生を対象とする高校物理実験アンケートでは、演示実験と生徒実験の実施回数が少ないという結果だった。さらに山崎らはこの現状の原因に時間の不足や備品の不足などを挙げている。

VR を使用した教育形態の提案は 10 年以上前から提案されており、花房佑馬ら^[2]は様々な力学場面を 3DCG で再現し、体感的理解を図る VR シミュレーション教材を提案している。花房らの研究との相違点は、進歩している VR 機器による大きな没入感で学習効果を期待できる点、花房らがシステムにゲーム要素を加えているのに対し、本システムはシンプルな物理現象を表現している点である。

2. 対象と目的

本システムは“物理”という科目を学び始める高校 1、2 年生を対象とし、山崎らが挙げた“準備時間の不足”“実験道具の不足”を解消、生徒実験の機会を増やす。現実には起きている現象を VR により再現し、これに物理の授業で学ぶ内容を追加表示することで、授業の導入効果を高める。この二点を目的としている。

3. システム概要

3-1. 本システムについて

本システムでは高校物理の単元ではじめに学習する“重力による物体の運動”を題材として、実験環境を構築した。

VR 内で用意された物体を投げ、その際に現れる軌跡やベクトル、座標を比較することでベクトルの合成や重力による作用などを学習することができる。さらに VR で生徒自身が繰り返し物体を投げる実験を行うことで、

直感的にベクトルの考え方を身につけることができる。

3-2. システム構成

以下にソフトウェア詳細とハードウェア構成図及び詳細を示す。

表 1 ソフトウェア詳細

構成項目	詳細
OS	Windows 10 Home Ver.1803
開発環境	Unity 2018.2.9f1
3D オブジェクト作成	SketchUp 2017

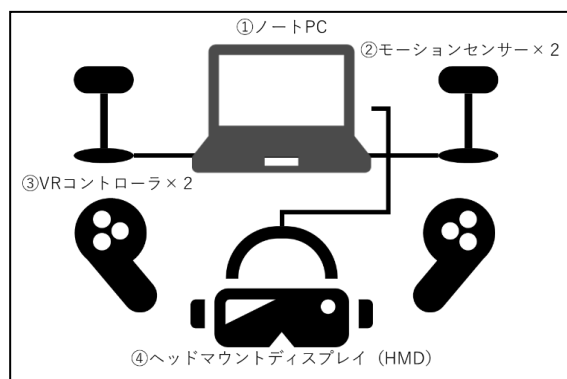


図 1 ハードウェア構成図

表 2 ハードウェア詳細

番号	名称	説明
①	ノート PC	システムを開始する PC
②	Oculus センサー	使用者の体の動きを読み取るセンサー
③	Touch コントローラ	システムを操作する両手コントローラ
④	Oculus Rift	VR を体験する HMD

3-3. システム運用

ここでは、本システムを使用するにあたって想定している授業の中での 3 つの運用ケースを示す。

ケース 1. 単元の授業（数時限）を一通り学習した後、より深い理解のためにシステムを使用する。

ケース 2. システムを単元各項目の導入として使用する。

ケース 3. 授業を行うごとにシステムを使用し、1 日のまとめを行う。

上記三ケースのいずれの場合でも利用できるが、中でも特に効果が期待できるのはケース 2 である。システムを使用しての実体験と先生の説明により、演示実験やビデオ学習よりも大きな学習効果があると考えている。

4. システム機能

4-1. 物をつかむ

VR コントローラがシステム内の手の役割を果たし、物体に右手を伸ばしグリップボタンを押しながら動かすことで、対象をつかんで持ち上げることができる。



図2 グリップボタン

4-2. 投球の軌跡表示

使用者は VR 内に設置されているボールをつかみ、投げるタイミングでグリップボタンを離すことでボールが飛んでいき、投げたボールの軌跡を観測することができる。軌跡は 0.1 秒間隔で表示される。

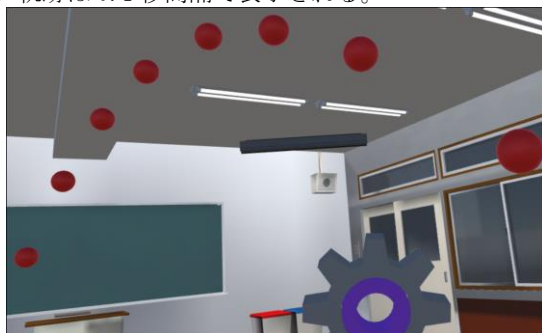


図3 投球の軌跡

4-3. 情報追加オブジェクト

使用者が左手のトリガーボタンを押すと、VR 内での左手から、投げたボールの軌跡に情報を追加する“情報追加オブジェクト”が表示される。

さらに、表示された情報追加オブジェクトの一つを右手で掴み、ボールを投げた際に出現する“情報操作オブジェクト(歯車)”に挿入するような動作を行うと、項目に対応した情報が VR 内で表示される。また、挿入した情報追加オブジェクトの代わりに左手に表示される“情報削除オブジェクト”をさらに挿入すると、表示されていた情報が削除される。



図4 トリガーボタン

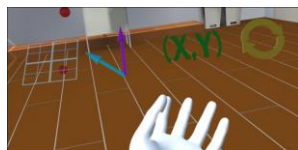


図5 情報追加オブジェクト

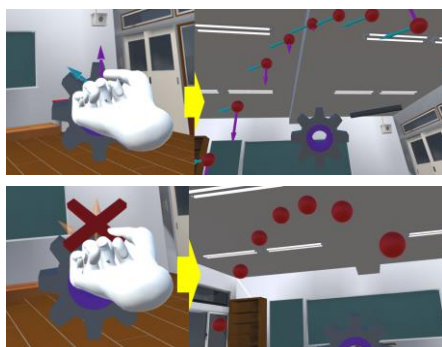


図6 軌跡の情報の追加及び削除

表3 軌跡に追加可能な情報

情報追加オブジェクト	詳細
グリッド	鉛直方向のグリッドを軌道上に表示する。
鉛直・水平ベクトル	軌跡として表示された瞬間の、ボールの鉛直・水平方向のベクトルを表示する。
座標	一番初めに表示された軌跡を原点に、各軌跡の座標を表示する。

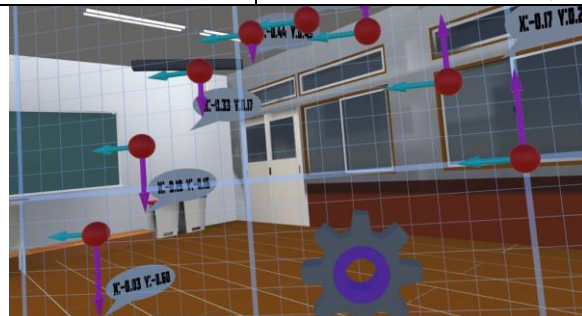


図7 軌跡の情報をすべて追加した状態

4-4. 軌跡のリセット

情報追加オブジェクトと同じ並びで表示される“リセットオブジェクト”を同じく情報操作オブジェクトに挿入すると、現在表示されている軌跡を削除し、また新たなボールを出現させる。

5. システムシナリオ

本システムにおける操作の流れは以下のとおりである。

- ・右手で自身の前方に浮かんでいるボールを手にする。
- ・ボールを物理授業に沿った以下の任意の方向へ投げ、軌跡を表示させる。

- ☐自然落下 ☐鉛直投げ上げ ☐鉛直投げ下げ
- ☐水平投射 ☐上方投射

- ・左手の情報追加オブジェクトを表示させ、情報操作オブジェクトに挿入し軌跡の情報の追加、情報削除オブジェクトを挿入し情報の削除を行う。この二つの行動を繰り返すことで自身が投げたボールについて考察する。
- ・考察を十分に終えたなら、左手のリセットオブジェクトを情報操作オブジェクトに挿入し、表示されている軌跡を削除する。そして新しいボールを投げ、別の軌跡を表示する。

6. おわりに

重力による物体運動を題材とした VR による授業支援システムを開発した。今後、移動可能な範囲の制限、それに伴う軌跡の見づらさなど、ハードウェア、ソフトウェアの両面の課題の解決を行いつつ、ほかの力学分野のコンテンツ開発に向かっていく予定である。

参考文献

- [1]山崎敏昭, 井上賢, 谷口和成, 内村浩「高校物理実験の実態Ⅱ-2009 年大学新入生調査の分析-」物理教育 第59 巻第2 号 101-107 (2011)
- [2]花房佑馬, 富永浩之, 林敏浩, 山崎敏範「VR シミュレーションによる力学実験のためのエデュテイメント教材 InterIude の提案」電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学(2005)