

K-026

主体的学習促進のための ICT を用いた立体表現による教材の開発 Development of Teaching Materials by Using ICT with Three-Dimensional Expression for Promotion of Active Learning

松本 堯*¹ 干川 尚人*² 下馬場 朋禄*¹ 伊藤 智義*¹ 白木 厚司*^{1,3}
Takaki Matsumoto Naoto Hoshikawa Tomoyoshi Shimobaba Tomoyoshi Ito Atsushi Shiraki

1. はじめに

近年，教育における ICT(Information and Communication Technology)活用の有用性が注目されている．平成 30 年 7 月に文部科学省が公表した「平成 29 年度文部科学白書 第 11 章 ICT の活用の推進」[1]では，教育指導における ICT の活用は，子供たちの学習への興味・関心を高め，分かりやすい授業を実現する上で効果的であり，さらに，主体的・対話的で深い学び（いわゆるアクティブ・ラーニング）の実現に寄与するものだとしている．教育における ICT 活用の一例にデジタル教科書がある．2019 年現在では政府によるデジタル教科書制度化に先駆け，様々な会社からデジタル教材が発表されているが，各社の教材の機能や操作性が一貫していない．

一方，日本において「青少年の理科離れ」が長年にわたり問題となっている．平成 20 年に科学技術振興機構が実施した「平成 20 年度高等学校理科教員実態調査」[2]によると，担当科目が好きだと感じている生徒の割合が高等学校では小中学校に比べて全体的に低く，特に普通科で物理 II を担当する教員において，担当科目が好きだと感じている生徒の割合が「20～40%未満」かそれ以下と回答している割合が約 5～6 割と高くなっている．

以上のことから，ICT を活用しゲーム性を加えた教材を開発することで，楽しく学習し，理解を深め，青少年の理科離れを防ぐことを目的とする．そのために，物理（旧課程における物理 II）の中でも特に図表のみでの可視化が難しく立体的理解が必要とされる力学分野において，操作性が一貫した 3DCG(Three-Dimensional Computer Graphics)を用いた教材を開発する．また，本研究では学生の興味・意欲および立体的理解向上のために VR(Virtual Reality)を用いている．

2. 開発環境および実装した設問

図 1 に示す VR ヘッドセットの HTC Vive および統合開発環境としてゲームエンジンの Unity を用いて，図 2 に示す高校物理の力の合成の問題をベースとした教材を開発する．なお，Unity のバージョンは Unity2018.1.1f1 を使用する．また，開発した教材を実際に高校生に使用してもらいアンケート調査を行い，その結果をもとに教材の改善・拡張を行う．

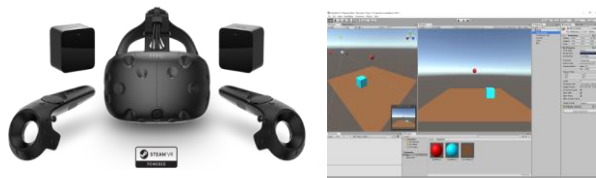


図 1 HTC Vive(左図)および Unity 開発画面 (右図)
(左図出典：<https://booking.htcvive.com/jp>)

*¹ 千葉大学工学研究院, Graduate School of Engineering, Chiba University

*² 国立高等専門学校機構 小山高専, National Institute of Technology, Oyama College

*³ 千葉大学統合情報センター, Institute of Management and Information Technologies, Chiba University

静水中を 2 m/s で進むボートがある．川の流れが 1 m/s であるとき，対岸まで最短距離で進むためには，船首をどの向きに向ければよいか．

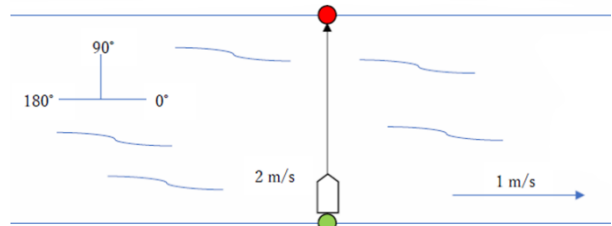
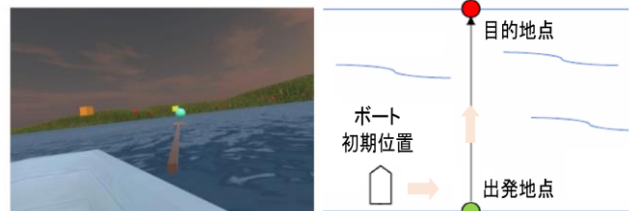


図 2 本研究で実装した設問

なお，図 2 に示した設問は難易度的にはかなり易しいものであるため，物理の理解度が平均かそれ以上の学生に対してはあまり学習効果が期待できないが，本研究の目的は理科離れを防ぐことであり，比較的物理を苦手としている学生を対象としているため，本設問を選択した．

3. 開発した教材の概要

本研究では図 2 に示した設問をベースとして実装した教材を開発した．教材の使用者視点図および俯瞰図を図 3(a), (b) に示す．



(a) 使用者視点図

(b) 俯瞰図

図 3 開発した教材

教材を開始すると，使用者は出発地点よりも上流に位置するボート上に出現する．ボートが出発地点に流れ着く前に図 4 に示す HTC Vive 付属コントローラを操作して船首方向の調整を行う．VR 空間内ではこのコントローラがオールとして出現し，実際にボートを漕ぐようにコントローラを水面に向けて前後に動かすことで船首方向を調整する．

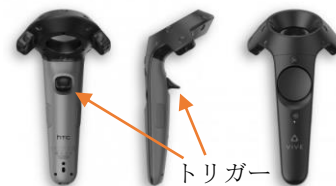


図 4 HTC Vive 付属コントローラ

(出典：<https://vrinside.jp/news/vr-controller/>)

出発後は空中に浮かぶ的を狙うシューティングを実装しており，発射した球にボートの速度が加算されるための直接狙っても命中しないことから，設問の内容に加え，「力の合成」や「相対速度」について直感的に理解

しやすい教材となっている。また、正規進路から離れた場所にある的ほど得点を高くしたり、球数に上限を設けたりすることによりゲーム性をさらに高め、学生の意欲を高めるものとなっている。

対岸到達後は、到達地点と目的地点との距離およびシューティングの得点、それらを踏まえた総合得点が図 5(a)のように前方上空に表示される。また、図 4 に示したトリガーを引くことで図 5(b)のように上空からの俯瞰視点となり、図中に見られるボートの軌跡を表す白い点線を確認することができる。



(a) 得点表示 (b) 俯瞰視点

図 5 対岸到達時の使用者視点図

4. アンケート結果および教材の改善・拡張

三次元表示技術に関する高大連携講座に参加した高校生 27 名に本教材を実際に使用してもらい、アンケート調査を行った結果を表 1 に示す。

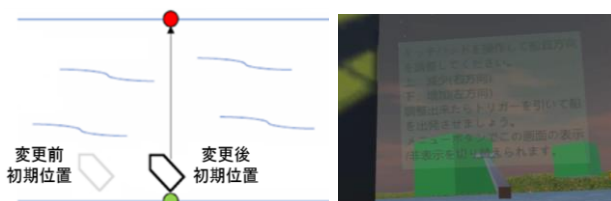
表 1 アンケート結果

質問内容	4⇔1	4	3	2	1
難易度	簡単⇔難しい	4	7	13	3
HMD 上の説明	必要⇔不要	4	6	12	5
3D 酔い	感じた⇔感じない	0	0	5	22
面白い	感じた⇔感じない	24	3	0	0
理解は深まるか	はい⇔いいえ	13	12	2	0

アンケート結果より、楽しみながら理解を深めることのできる教材を開発できたと考えられる。しかし、操作の難易度について、オールの操作による船首方向の変更が難しいという意見が多く見受けられた。また、体験者は HMD(Head Mounted Display)を装着するため紙媒体の説明資料を確認することができない。そのため、高大連携講座では操作手順を全て把握することができず、操作に戸惑う高校生が多く見られたため、操作性に関する改善は必須であると考えた。

4.1 操作性の改善

まず操作性の改善として、図 6(a)に示すようにボートの初期位置を上流位置から出発地点に変更した。これにより、操作に戸惑っているうちに出発地点に流れ着いてしまうといったことを防ぐことができる。また、ボートの船首方向の調整をコントローラの位置移動による操作からタッチパッドを使用した操作に変更し、操作の簡略化を図った。また、図 6(b)に示すように HMD 装着中に確認可能な操作説明用 UI(User Interface)の追加を行った。



(a) 方向調整方法変更 (b) 説明用 UI の追加

図 6 操作性の改善

4.2 実用性の改善

次に実用性の改善として、使用できる場面を増やすために図 7(a)に示すような VR ヘッドセットを不要とする教材を開発した。VR 使用時に挙動を近づけるためにマウスによる視点操作を実装した。

また、使用者がボートの速度および川の流れの速度を自由に設定できる演習モードと、それらの数値がランダムに設定される問題モードを追加し、より学習効果を高める工夫を施した。さらに、他単元・他科目の追加を行った。以上のコンテンツの追加に伴い、同一アプリケーション内からすべての教材が実行できるようにするために図 7(b)に示すようなメニュー画面を作成した。



(a) VR 非使用教材 (b) メニュー画面一例

図 7 改善後の教材

5. まとめ

Unity と HTC Vive を用いて高校物理の力学分野における「力の合成」に関する設問をベースとし、シューティング機能を追加することで「力の合成」の視覚化および「相対速度」の体験を可能とした VR 教材を開発した。さらに、実際に高校生に使用してもらい、アンケート調査を行った。その結果から見受けられた問題点について、「操作性」「実用性」の二つの観点から改善および機能の拡張を行った。

今後は、本教材を使用する前後で試験を実施することにより本教材の学習効果を確認したいと考えている。また、多人数に対しての教育現場での実用化を目指すにあたり、本研究で開発した PC のみで実行可能な教材をさらに拡張させ、スマートフォンやタブレット端末といった携帯機器への対応を進めていく。また、図 8 に示すようにタブレット上から VR 空間を覗き込むことができるセカンドディスプレイシステムを私たちの研究グループで開発中であるため、こちらの導入も検討していく。



図 8 セカンドディスプレイシステム

参考文献

- [1] 文部科学省, “平成 29 年度文部科学白書”, pp.409-410, 2018, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab201801/1407992_018.pdf (最終閲覧日: 2019 年 6 月 6 日) .
- [2] 科学技術振興機構 理科教育支援センター, “平成 20 年度高等学校理科教員実態調査報告書”, pp.105, 2010, http://www.jst.go.jp/cpse/risushien/highschool/cpse_report_009.pdf (最終閲覧日: 2019 年 6 月 6 日) .