

放物線を体感できる VR アプリの試作とその教材としての評価
 Prototype of VR application that can experience parabolic movement and
 its evaluation as a teaching material

藤井 美珠妃¹⁾ 大西 建輔²⁾ 北林 照幸²⁾ 藤城 武彦²⁾
 Mizuki Fujii Kensuke Onishi Teruyuki Kitabayashi Takehiko Fujishiro
 高橋 修司³⁾ 堀内 翔³⁾
 Shuji Takahashi Sho Horiuchi

1 研究背景

近年、ヴァーチャルリアリティ (以下 VR と略す) は家庭用ゲーム機やスマートフォン用のゴーグルの登場により、一般の人にも身近なものとなってきている。これまでは、価格が 10 万円前後のゴーグルが多かったが、Oculus Go や Cardboard のように比較的安価で購入できるゴーグルが増えてきたことで、今後 VR は更に普及していくと考えられる。

教材として作られた VR アプリの例として、天体を VR で間近に観察することができるアプリ [1] がある。[2] では、天体物理学を題材に、VR アプリを使用した授業をおこなったクラスと従来の授業をおこなったクラスに同じテストを受けさせ、成績を比較した。その結果、VR アプリを使用したクラスのほうが成績が良く、後日にテストを受けたクラスでも同様の結果が得た。そのため、VR を用いた教材を用いることで生徒の理解度を向上させ、定着率も良くなるという結果が得られている。これらの研究では、HTC Vive 等の機器を用いている。

我々は物理や数学などの分野において、生徒の理解度を向上させることのできる VR アプリを作成することを目指している。そのため、だれでも手軽に体験できる Cardboard のような比較的安価な VR ゴーグル向けの VR アプリを作成している。本研究では、力学を学ぶ高校生が放物運動を体験できる VR アプリの作成をおこない、その教材としての評価をおこなった。

2 VR アプリ Fly Ball

2.1 概要

Fly Ball は、力学分野の放物運動のシミュレーションをおこなう Android 端末向け VR アプリである (図 1)。Fly Ball は、ゲームエンジンである Unity で作られており、物理演算は Unity に含まれるものを利用している。Fly Ball では、ボールを投射する際の初速度と投射角度が選択できる。投射後はボールの最高到達点、着地までの飛距離、飛行時間とボールの軌跡 (放物線) が表示される。

着地後はボールが飛行した空間の内を自由に歩くことができるようになり、軌跡を見ることができる。また再度ボールを投射することができ、数回投射した後、複数の軌跡を見比べることができる。

Fly Ball は、Cardboard での使用を想定しており、角度選択の際はユーザーの視線の向き、つまり端末の傾きを用

- 1) 東海大学大学院理科学研究科 <http://www.u-tokai.ac.jp/academics/graduate/science>
- 2) 東海大学理学部 <http://www.u-tokai.ac.jp/academics/undergraduate/science>
- 3) デジタルコム株式会社 <https://www.digital-com.com>

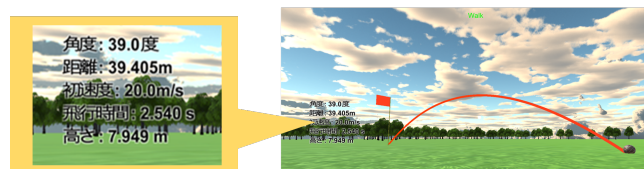


図 1 Fly Ball の表示内容

い、初速度の選択は Android 端末自身の音量調節ボタンを決定ボタンとして用いる。

2.2 誤差

Fly Ball を使用し、最高到達点や到達距離を出力したところ、理論値との差が見られた。そのため、初速度を 10m/s から 50m/s まで (5m/s 刻み)、角度を 10 度から 90 度まで (10 度刻みと 45 度) 変化させ、投射を 5 回繰り返して、飛行時間、到達距離と最高到達点を計測した。表 1 は、飛行時の計測値の平均を理論値で割った比率である。

表 1 より初速度が 10m/s 以上、角度が 20 度以上での比率は 0.98 以上であり、0.95 以上とするとほとんどの場合が条件を満たす。一方で最高到達点の場合は、0.95 未満の場合が投射角度 10 度、もしくは初速度 5m/s で見られた。誤差が出る原因は、VR アプリの更新時間によるものであると考えられる。Unity でのデフォルトの更新時間は 0.02 秒であるため、飛行時間が短い場合には、次の更新までに最高到達点を通過してしまう。そのため、最高到達点の高さが理論値よりも小さくなってしまふ。

2.3 教材としての使用とその評価

教材としての使用をおこなう前に物理学科の 1 年生約 80 名に VR と Fly Ball について 10 分ほど説明をおこなった。体験者を募り Fly Ball の使用方法を説明し、自由に体験してもらい、その後アンケートにて評価をもらった。表 2 の加重評価はそれぞれの評価 (最高評価を 4、最低評価を 1) に人数を掛け、和をとった値を被験者の人数 (N=7) で割った値である。項目 1 では、43% の被験者が「大変興味がわいた」、57% の被験者が「興味がわいた」と回答しており、本アプリを使用して、被験者全員の放物運動に対する興味を引き出すことができた。項目 2 では 100% の被験者が「楽しかった」と感じており、VR を用いることで楽しく学習できることがわかった。項目 3 の見やすさでは、71% の被験者が見にくいと回答しており、視野の端に常に表示することは、見にくいことがわかった。項目 4 の操作性の面では、被験者の 85% (評価 4 と 3 の合計) が簡単であったと回答しており、視線の向きと音量調節ボタンを用いた入力操作は簡単におこなえることがわかった。

表1 Fly Ball 内での計測値の平均と理論値との比率 (飛行時間)

初速度 (m/s) \ 角度 (度)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
10	0.9030	0.9594	0.9782	0.9876	0.9933	0.9970	0.9836	0.9876	0.9908	0.9730
20	0.9742	0.9742	0.9933	0.9885	0.9971	0.9933	0.9988	0.9957	0.9933	0.9971
30	0.9800	0.9800	0.9931	0.9898	0.9957	0.9931	0.9968	0.9947	0.9974	0.9957
40	0.9757	0.9910	0.9961	0.9986	0.9940	0.9961	0.9975	0.9986	0.9961	0.9971
45	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979
50	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9979	0.9973	0.9979
60	0.9913	0.9958	0.9958	0.9958	0.9958	0.9958	0.9958	0.9986	0.9983	0.9981
70	0.9803	0.9907	0.9942	0.9960	0.9970	0.9977	0.9982	0.9986	0.9984	0.9970
80	0.9951	0.9951	0.9951	0.9951	0.9951	0.9984	0.9980	0.9976	0.9973	0.9967
90	0.9800	0.9898	0.9931	0.9947	0.9957	0.9963	0.9968	0.9972	0.9974	0.9976

表3 アプリに関する評価 (複数回答可, N=7)

項目番号	項目	割合 (%)
1	面白かった	85.7
2	びっくりした	57.1
3	酔いそうだった	14.2
4	目や首などが疲れた	0.0
5	あまり勉強に向かない	0.0

表3はアプリに関する複数回答の可能な評価である。表3の項目番号1よりFly Ballをほとんどの人が面白く思ってくれたことがわかる。項目番号2より驚く人も多いため。また項目4などのVRにおける首の疲れや酔いや項目5の教材用アプリとして勉強に向いていないなどマイナスの評価をした人はおらず、VR自体に興味をわいて楽しんで体験してもらえたように考えられる。一方、項目3では体験時間が短かったにも関わらず、酔いそうだったと答える人もいる。教材として利用するには、利用者の体調に合わせて使用することも大切である。

3 おわりに

計測値の誤差に関しては、Unityでのデフォルトの更新時間の間隔を短くすることで理論値により近い値にできると考えられる。Unity内では、描画の更新時間と計算などをおこなう更新時間は区別されているため、描画に影響はない。しかし、端末への負荷の大きさについては追加の計測をおこなう必要がある。実際に授業等で使用する際には、角度20度以上初速度10m/s以上(最高到達点の比率が0.95以上の場合)で使うことが良いと考えている。

今回、Android端末を中に入れ固定するタイプのVRゴーグルを用いて、体験をおこなってもらった。その際、

音量調節ボタンを押すために、蓋をすることができず端末を固定できなかった。このことから、ユーザーの意思決定は視線のみとするか、使用するゴーグルを変える対応がある。例えば、キャラメルVR(図2)のような固定しないVRゴーグルならば、本アプリの仕様でも簡単にアプリを使えると考えている。

また評価より、被験者がVRアプリ自体を楽しんでくれていることがわかり、VRを用いて教材を作成することで意欲的に勉強していけると考えられる。また、びっくりしたとの評価も多く、記憶としても残りやすいのではないかと考えられる。

本稿では、今回は放物運動を題材とした。今後は物理や数学の別の題材についてアプリを開発し、教材としての評価を実施する予定である。その際には、今回の結果を基に、学生の関心を引き、より学力を向上させるVRアプリを開発していく。



図2 キャラメルVR

参考文献

- [1] 田尻 圭佑ら, 3D 仮想モデル操作による没入型天体教材の開発に関する一検討, 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol. 32, No. 5, pp. 97-100 (2017).
- [2] A Case Study - The Impact of VR on Academic Performance, <https://uploadvr.com/chinese-vr-education-study>, 2018/06/25 最終アクセス.

表2 アプリに関する評価項目の評価 (4段階)N=7

項目番号	項目	加重平均	評価値 / %			
			4	3	2	1
1	本アプリを使用して、放物運動に興味はわきましたか?	3.43	42.9	57.1	0.0	0.0
2	本アプリを使用して楽しんでましたか?	4.00	100.0	0.0	0.0	0.0
3	高さや距離などの表示は見やすかったですか?	2.29	0.0	28.6	71.4	0.0
4	アプリの操作は簡単でしたか?	3.28	42.9	42.9	14.2	0.0