

月の満ち欠けの授業における VR の実践とその評価

社本 勇希 シネフー ナムスライ[†] 檜垣 泰彦[‡]

千葉大学大学院融合理工学府 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

[†] 千葉大学工学部 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

[‡] 千葉大学大学院工学研究院 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

E-mail: [‡] higaki.yasuhiko@faculty.chiba-u.jp

あらまし 天文分野において、月が満ち欠けする理由に対して誤概念を持つ児童は多い。学習者にとって、月の満ち欠けの仕組みを理解するために必要な点は、観察や実験を通じた、直接的な体験と空間を把握するために必要な心的視点移動である。また、実際の授業では複数人を対象とするため、複数の学習者を対象とするものでなくてはならない。そこで本研究では、スマートフォン用 VR(Virtual Reality)を月の満ち欠けを指導するための教材として実際の学校の授業に導入した。実験の結果、月の満ち欠けの授業における、スマートフォン用 VR の有効性がわかった。

キーワード VR, 月の満ち欠け, 体験学習, 教育工学

Practice and evaluation of VR in classes of moon's phases

Yuki SHAMOTO Namsrai SHINEKHUU[†] and Yasuhiko HIGAKI[‡]

Graduate School of Science and Engineering, Chiba University 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, 263-8522 Japan

[†] Faculty of Engineering, Chiba University 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, 263-8522 Japan

[‡] Graduate School of Engineering, Chiba University 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, 263-8522 Japan

E-mail: [‡] higaki.yasuhiko@faculty.chiba-u.jp

Abstract In the astronomy field, the number of students is very many who misunderstand the reason why moon's face changes. There are important two points to understand the reasons why moon's face changes for students. First, it is direct experiences through observations and experiments. Second, it is psychological eye-movements to understand space. Additionally, teachers should make environments for them because multiple students take classes in practical classes. Therefore, I let teachers use smartphone VR(Virtual Reality) in classes in this study and I evaluated it and designed classes through experiments. Experiments showed that smartphone VR is effective in classes of the change of the moon's face.

Keywords VR, Moon's face, Experiential learning, Educational technology

1. 序論

天文分野において、地球や太陽、月などの位置関係、形、大きさなどを科学的に理解している児童は少ない[1]。また、月が満ち欠けをする理由に対して誤った概念を持つ児童は多い[2]。多くの中学生が月の満ち欠けの仕組みと月食の仕組みを混合している[3]。加えて、約半数の大学生が月の満ち欠けの仕組みについて科学的に理解していない[4]。このことから、月の満ち欠けは生徒にとって難しく、教員にとっても教えるのが困難な科目である。そのため、この問題を解決するために様々な教材が開発されてきた。しかし、決定的な教材がないのが現状である。学習者に月の満ち欠けをより理解しやすくさせるために使いやすい教材が必要不可欠である。

本研究では、中学校の授業における月の満ち欠けを指導するためのわかりやすい教材の開発や教材の評価、及びその教材を使った授業設計を目的とする。

2. 月の満ち欠けの授業における課題

中学校学習指導要領によると、中学校理科の主たる目標は主に以下の3つである[5]。

- (1)自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2)観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3)自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

したがって、観察や実験によって、自然現象を直接体験したときの驚きや感動が、中学校理科教育の目標を達成するために必要であると考えられる。しかし、月の満ち欠けの場合、時間や天気などの制約や観察は夜間に行わなければならないため、通常の授業の中では不可能である。よって、学習者は直接的な体験をすることができないがため、月の満ち欠けの仕組みに対する興味や理解に影響していると考えられる[6]。また、月の満ち欠けの仕組みを理解するためには、空間

を把握するための心的視点移動を可能にする必要があり、それは学習者の到達目標である[7]。しかし、心的視点移動は上位の認知的階層に位置付けられている[8]ため、視点移動能力が低い学習者にとっては非常に困難である。したがって、心的視点移動能力を養える教材が必要であると考えられる。

つまり、授業において月の満ち欠けを指導する際に必要な点は直接的な体験による知識の獲得と心的視点移動能力を養うことであると考えられる。

3. VR 教材

3.1. 目的

第1章、第2章で述べたように、月の満ち欠けの学習は学習者にとっても困難であり、指導する教員側にとっても困難な分野である。したがって、生徒にとってわかりやすく、教員にとっても授業を提供しやすいソフトウェアの製作を目的とする。

3.2. 要件

第2章で述べたように、学習者にとって、中学理科で重要な点は、観察や実験を通じた、自然現象を直接体験した時の驚きや感動である。また、月の満ち欠けの学習には空間を把握する心的視点移動が重要となっている。

それに加え、授業を実施する教員側から必要な要件としては、複数人を同時に指導する必要があるため、複数人を対象とするハードウェアであるというのが条件である。したがって、3つの要件が必要となる。

- (1)観察や実験などの直接体験を通じた知識の獲得をさせるもの
- (2)心的視点移動を養う仕組み
- (3)複数人を対象とするもの

3.3. 設計

前節で述べた要件を満たすために、以下のように設計を行う。

- (1)観察や実験などの直接体験を通じた知識の獲得をさせるもの

本研究では、VRを導入することによって(1)の要件を満たすと考えている。VRであれば、非常に高い没入感のおかげで、擬似体験ではあるが現実に近い月の満ち欠けの動きを観察できると考えられる。

- (2)心的視点移動を養う仕組み

心的視点移動を養う方法として、学習者が自ら月を探索して能動的に満ち欠けを観察する仕組みを設計する。具体的には、自分自身が地球からの視点になり、月の公転に合わせて自分も画面を動かすことによって、月の満ち欠けを能動的に観察できるようにする。

- (3)複数人を対象とするもの

従来の研究であれば、VRを用いた月の満ち欠けの学習の場合、PC接続型のVRを用いたものであった。しかし、PC接続型のVRの場合、1セットにつき1人でしか使えない。そのため、授業で扱う場合、現実的ではない。また、非常に高価なため、複数個揃えるのは現実的ではない。そこで、従来のPC接続型VRではなく、スマートフォン用VRを使用する。

3.4. 実装

統合開発環境として、Unityを用いた。UnityとはUnity Technologies社が提供しているゲームエンジンである。主に、モバイルゲームやブラウザゲームの製作に使用される。最大の特徴として、複数のプラットフォームに対応している点である。それはVRも例外ではない。ゲーム用のソフトウェアのため、実験とは異なるが作成環境が適しているため、Unityを採用した。

以下、製作したソフトウェアについて述べる。図1はソフトウェアの初期画面であり、満月を示したものである。時間が経つにつれて、月が欠けていく。図2は三日月と太陽を示したものである。図1からある程度、時間が経つと下弦の月、新月を経て三日月に変化し図2を迎える。そして、時間が経つと上弦の月を経て図1を再び迎える。

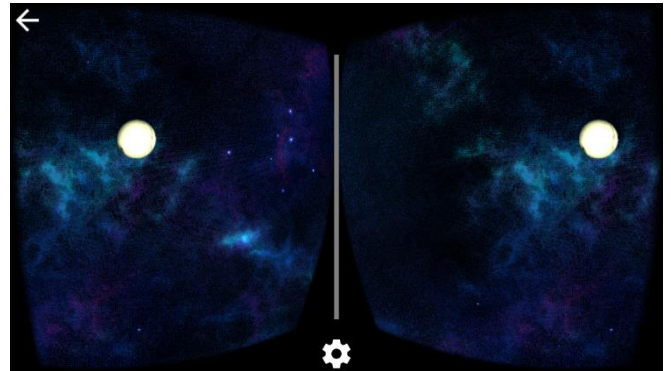


図1：満月

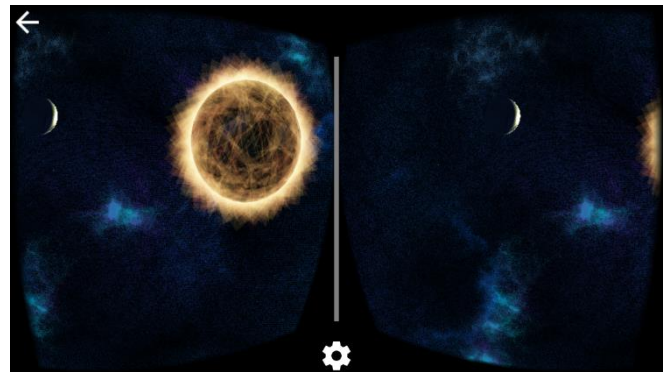


図2：三日月と太陽

また、本研究で用いるスマートフォン用VRは、サンワサプライ株式会社の3DVRゴーグルを用いる。スマートフォン用VRは、スマートフォンをセットすることによって、VR映像を体験することができる。そのため、機材に3D映像を映したスマートフォンをセットするだけで、PC接続型VRと比較して複雑な装置は不要である。尚、本研究ではスマートフォンではなく代替品として、Apple社のiPod touchを用いた。

4. 実験1 スマートフォン用VRを用いた体験型学習

N中学校において実際にスマートフォン用VRを用いた補習を実施し結果の提供を受けた。

本来であれば、未学習の生徒を実験の対象とするのが望ましいが、スマートフォン用VRを導入した理科

の授業における課題の解明が目的であるため学習済みであっても問題ないと判断した。授業の対象となる生徒は補習を希望した生徒 33 人であり、授業の回数は 1 回、授業時間を 50 分とした。

4.1.方法

スマートフォン用 VR の学習効果の検証を行うため、授業のグループをグループ A とグループ B の 2 つに分けた。グループ A は最初に VR コンテンツを用いて復習させ、その後簡易テストを受講させるグループとした。グループ B は最初にテストを受講させ、VR コンテンツで復習するグループとした。尚、グループ分けには 1 学期の期末テストの得点を参考にした。また、授業の最後に生徒達に 4 件法を使った主観評価のアンケートを配り、回答させた。(4 点を「とてもそう思う」、3 点を「そう思う」、2 点を「あまりそう思わない」、1 点を「まったくそう思わない」とする。)

4.2.結果と考察

2 つのグループのテストの結果に有意差があるか t 検定を行って分析をした。しかし、分析の結果は 2 つの結果に有意差はなかった。その原因として、簡易テストの問題が簡単すぎたこと、研究対象者の学力が十分であったからだと考えられる。これらは改善しなければならない。

また、主観評価の結果を表 1 に示す。全体的に高い評価を受けた。生徒の意見として、授業を楽しく受けたという意見やこのような授業をまた受けたという評価を受けた。加えて、実験や観察がしづらい天体分野なので、VR を使った復習はわかりやすく理解ができたという好意的な意見を得ることができた。

しかし、改善しなければならない意見もあった。33 人中 1 人ではあったが、VR による軽度の酔いを感じる生徒がいた。VR によって、楽しく、わかりやすく授業を行うことができて、VR による酔いは考慮しなければならないことがわかった。また、複数の生徒が同時に VR を使うため、中には上手に操作ができず十分にソフトウェアを扱えない生徒もいた。加えて、生徒 1 人 1 人が異なる画面を見ているため、教員が生徒に対して指示を出しづらいことがわかった。したがって、VR 酔い以外にも、コンテンツの設計や授業計画など検討の余地がある。

表 1：主観評価

分類	主観評価の内容	平均点	分類での平均	全体の平均
興味・態度	授業が楽しかった	3.41	3.37	3.33
	積極的に学習した	3.53		
	集中して学習した	3.41		
	天体に興味がわいた	3.14		
理解	天体について理解できた	3.23	3.08	
	天体についての疑問が解決した	2.95		
意欲	さらに天体について学びたい	3.12	3.29	
	またこのような授業を受けたい	3.47		
教材について	VR 教材での学習は集中できた	3.41	3.47	
	VR 教材での学習はおもしろかった	3.65		
	VR 教材での学習はわかりやすかった	3.37		

5.同期型 VR コンテンツ

実験 1 の結果を受けて特に解決すべき課題は、教員が指示をしやすい、かつ、大人数が同時に安定して VR

を操作するための仕組み作りである。したがって、これらを改善しコンテンツを製作し直した。

5.1.目的

スマートフォン用 VR を導入することによって、VR を用いた複数人を対象とする授業を提供できるようになった。しかし、複数の生徒が VR を同時に使用したため、生徒の中には上手に VR の操作ができずにソフトウェアを扱えない生徒がいた。また、生徒 1 人 1 人が異なる画面を見ているため教員が指示をするのが困難という課題がわかった。これらを改善するためのソフトウェアを製作する。

5.2.要件

教員が指示をしやすい、かつ、大人数が同時に VR を使うための仕組み作りとして、VR を扱う学習者 1 人 1 人が同時に見る画面を統一する必要がある。もし、学習者の画面が統一されていれば、教員も学習者に指示がしやすく、授業を円滑にすることができる。したがって、学習者の画面を管理する仕組みが必要である。また、それによって、ソフトウェアを上手に操作できない生徒を減らすことができると考えられる。

5.3.設計

学習者の画面を管理する仕組みとして、同期機能を用いる。具体的にはスマートフォン用 VR とは別に、PC を親機としてスマートフォンを子機とする。そして、Wi-Fi に接続することによって PC でスマートフォンを管理する。それによって、オブジェクトである月を管理し、同時に学習者全員が同じ月の満ち欠けを見ることができる。そして、教員も授業を提供しやすくなると思える。

5.4.実装

統合開発環境として Photon Unity Networking を用いる。Photon を利用することによって、チャットやロビー機能で、ルームを作成し、複数のプレイヤーをマッチングさせることができる。また、PC アプリを親機として、他の複数のスマートフォンを子機とし、全ての端末を Wi-Fi に接続することによって PC で複数のスマートフォンを管理や制御することができる。図 3 では同期機能の構成を示す。

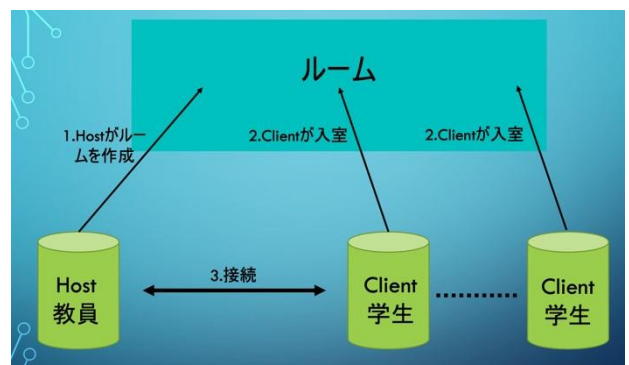


図 3：同期機能の構成

6.実験 2 同期型 VR コンテンツの導入

I 中学校において実際に同期型 VR コンテンツを用いた授業を実施し結果の提供を受けた。

実験 2 の目的として、同期型 VR コンテンツの効果

の検証，及び実験 1 で検証できなかった VR による学習効果を検証する。授業の対象となる生徒は I 中学校の生徒 210 人であり，授業の回数は 2 回，授業時間を 50 分とした。また，スマートフォン用 VR の個数の都合上，1 クラスを 4 人から 5 人の 8 班のグループにした。

6.1.方法

授業の方法は以下のように行った。VR で月の満ち欠けの観察を行う前に，生徒に月がどのように公転するか，月の影はどのようにになっているか，どのように満ち欠けをするかを予測させた。その後，VR で月の満ち欠けの観察を行い，自分の予測したものと観察したものがあっているかを観察させた。そして，次の授業の初めにテストと実験 1 で行ったものと同様の主観評価を行い，VR による学習効果と評価を行う。なお，その際に受けたテストの内容は VR の観察前に予測させた月の公転，月の影，月の満ち欠けに関するものであり，全く同じ内容である。

6.2.結果

同期機能の導入によって，実験 1 と比較して教員が生徒に指示を出しやすい環境を形成することができた。実験 1 では学生が各々で VR を操作していたが，実験 2 ではまとめて操作をすることができた。また，VR を上手に扱えない学生もいなかった。しかし，今回の実験では，同期機能の有効性を示すには実験として不十分であったため，検討の余地がある。

また，簡易テストの結果は以下ようになった。(ただし，生徒の中には塾などで既に学習済みの生徒もいるため，VR で観察する前後両方の得点が満点の生徒を除いた。) VR 観察後の方が高得点者が多く分布しているのが分かる。

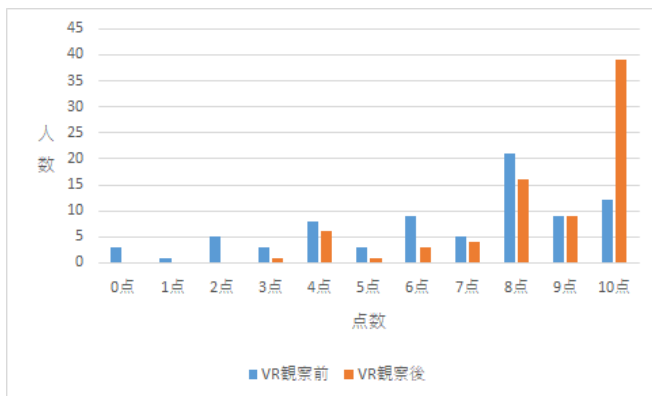


図 4：簡易テスト点数分布

加えて，VR の観察前に生徒が予測したものと観察後のテストの点数に有意差があるか t 検定を行って分析をした。検定の結果，2つの結果に有意差があった(両側検定： $t=-5.23$ ， $p<0.05$)。したがって，数値からも VR による月の満ち欠けの学習は有益であると判断できる。主観評価の結果については，実験 1 と同様に非常に高い評価を受けた。VR を使った授業が楽しかったという意見やまた受けてみたいという意見だけでなく，イメージのしづらかった月の満ち欠けを VR によ

って，空間的に把握することができたという意見があった。しかし，2 名ではあったが VR による酔いを訴える生徒がいた。したがって，実験 1 同様に VR 酔いに配慮した授業が必要である。

7.結論

月の満ち欠けの授業にスマートフォン用 VR を導入することは有効であることがわかった。実際に実験 1，実験 2 と共に楽しく，わかりやすく授業を受けることができたという好意的な意見や月の満ち欠けを空間的に理解することができたという意見を多く受けた。また，実験 2 の結果からスマートフォン用 VR を使った授業はテストの結果からも効果的であることがわかった。その他にも，教員側の意見として，イメージがしづらく，実体験をさせることが難しい月の満ち欠けを VR によって生徒が体験できることは教える側である教員にとっても使いやすい教材であるという意見を受けた。

課題として，実験 2 から導入した同期機能は実験 1 と比較すると，教員が生徒達にまとめて指示をする際に便利な機能であることが示唆された。しかし，今回の実験では，学校の授業の都合上，全く同じ内容の授業において，同期機能を導入している場合とされていない場合を比較することができなかったため，実験としては不十分であったと考えられる。したがって，実験方法や授業方法を改善して再度実験を行う必要がある。また，少数ではあるが VR によって，不快感や酔いを訴える生徒もみられたため，これらの生徒に配慮した授業設計を行わなければならない。

今後の展望として，実験環境を改善し，同期機能の有効性を示すための実験が必要であると考えられる。また，スマートフォン用 VR を月の満ち欠け以外の分野の授業への応用も必要だと考えられる。

文 献

- [1] Brian L. Jones, Patric P. Lynch and Carole Reesinkb : Children's conceptions of the earth, sun and moon, *International Journal of Science Education* 9(1), pp.43-53, 1987
- [2] 宮脇亮介, 南部省吾 : 月の満ち欠けについての子供の観念, *地学教育* 45(6), pp.219-226, 1992
- [3] Trumber, R : A cross-age study of junior high school student's conceptions of basic astronomy concepts, *International Journal of Science Education* 23(11), pp.1111-1123, 2001
- [4] Trumber, R : University students' conceptions of basic astronomy concepts, *Physics Education* 35(1), pp.9-15, 2000
- [5] 文部科学省 : 中学校学習指導要領(平成 29 年告示) 解説理科編, 2017
- [6] 荻原庸平, 小林辰至 : 小学校教員養成課程学生天文に関する体験及び興味・関心が天体の運行に関する理解に及ぼす影響., *理科教育学研究* 51(2), pp.1-9, 2010
- [7] 瀬戸崎典夫, 富永裕也, 森田裕介 : 月の満ち欠けについて学ぶ探索型 VR 教材の開発, *日本教育工学会論文誌* 42(Suppl.), pp.89-92, 2018
- [8] 松森靖夫 : 児童・生徒の空間認識に関する考察(III)-視点移動の類型化について-, *日本理科教育学研究紀要* 24(2), pp.27-34, 1983