

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K18634

研究課題名（和文）バーチャルリアリティ技術を利用した宇宙教育プログラムの開発と展開

研究課題名（英文）Development and deployment of space education programs utilizing the 3D-VR technology

研究代表者

伊藤 真之（Itoh, Masayuki）

神戸大学・人間発達環境学研究科・教授

研究者番号：40213087

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,100,000円

研究成果の概要（和文）：国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクトで開発されたソフトウェアMitaka for VRを用いて、中学生を対象とした宇宙教育プログラムのプロトタイプモデルの検討・開発を行った。テーマとして(1)日周運動と自転、年周運動と公転、(2)太陽系・銀河系の構造、(3)宇宙探査機と技術を設定し、(1)、(2)については、中学生を対象として評価実験を行った。COVID-19の影響等により被験者数の確保等に問題が生じたため評価は限定的なものとなったが、VRを利用した宇宙教育プログラムが生徒の興味・関心の喚起、空間的思考が関わる学習内容の理解や生徒間の対話を促す上で有効であることを示唆する結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国際情勢等を背景として、宇宙の開発・利用は近年社会的重要性を増しており、関係する人材の育成が課題となっている。また、宇宙は青少年期から興味・関心を持ちやすい分野であることから、広く科学技術に関する教育を充実するための手段としても有効であると期待される。一方で、特に中学校における宇宙教育展開に向けて、観測・実験等が難しいこと、空間的思考が苦手な生徒が多いことなどが課題となっており、それらの解決に、バーチャルリアリティを利用した教育プログラムの有効性が期待される。

研究成果の概要（英文）：A prototype models of a space education program for junior high school students using VR technology were developed. The software "Mitaka for VR" developed by the Four-Dimensional Digital Universe project of the National Astronomical Observatory of Japan was used. Themes of the model programs are (1) diurnal motion and rotation, annual motion and revolution, (2) structure of the solar system and the Galaxy, and (3) space probes and technology. For (1) and (2), evaluation experiments were conducted with junior high school students as subjects. Although the number of the subjects were not sufficient for statistical analysis, we obtained results suggesting that the VR-based space education programs are effective in stimulating students' interest and promoting understanding of learning content involving spatial thinking and dialogue among students.

研究分野：科学教育

キーワード：宇宙教育 バーチャルリアリティ 仮想現実 教育プログラム開発 理科

1. 研究開始当初の背景

科学・技術の両面を含めて、宇宙に関わる教育は、自然科学としての宇宙科学を含む将来の宇宙開発・利用を担う人材育成のために重要である。また、宇宙は、青少年が興味・関心を持ちやすい分野であることから、科学技術に関する教育を充実するための手段としても有効であると期待される(例えば参考文献[1])。

宇宙に関わる教育の日本における現状と課題を探ることを目的に、本研究代表者のグループが2015年に全国の中学校・高等学校の理科教員を対象として実施した宇宙教育に関するアンケート調査の結果、特に中学校教員において、宇宙教育の展開の課題として、観測・実験等が難しいこと、および空間的な思考が苦手な生徒が多いことを挙げた回答が最も多かった(参考文献[2])。これらの課題に対して、急速に普及が進むバーチャルリアリティ(以下 VR と略記)技術の利用が有効ではないかと考え、本研究を企画した。

2. 研究の目的

本研究は、上に述べた背景を踏まえて、VR 技術を利用した宇宙教育プログラムを開発し、その効果検証等を行ない、今後の中等教育における宇宙教育の展開に資することを目的とした。さらに、VR 技術の宇宙以外の領域における教育利用にも役立つ知見を得ることを目指した。

3. 研究の方法

3.1 使用したソフトウェアおよび機器等

VR のソフトウェアとして、国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクトで開発されたソフトウェア Mitaka の VR 版である Mitaka for VR (参考文献[3], [4]) を利用した。Mitaka には、仮想宇宙空間(および時間)を自由に移動し、天体等を観察できる「宇宙空間モード」と、地球等の天体表面の視点から空を観察する「プラネタリアムモード」がある。本研究では、主として宇宙空間モードを、一部プラネタリアムモードを使用した。Mitaka for VR の利用には、必要な性能を備えた PC、ヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display、以下 HMD)、HMD 位置センサー、およびコントローラー等が必要となる。また、利用者によって HMD 内に装着する視力矯正用レンズが必要となる。

3.2 教育プログラム開発

中学校理科の宇宙に関する学習内容から、以下のテーマについて、プロトタイプモデルとしての VR を利用した教育プログラムの検討・開発を行った。

- (1) 日周運動と自転、年周運動と公転
- (2) 太陽系・銀河系の構造
- (3) 宇宙探査機と技術

(1)については、学習内容の理解に空間的思考が重要な要素となることからテーマとして選定した。(2)については、VR の大きな特徴である没入感を活かすとともに、3 次元的な構造の理解とスケールの把握に VR の利用が効果的である可能性を想定して選定した。教育プログラムの内容等については、次節で概要を述べる。(3)については、Mitaka に探査機等の 3 次元モデルが組み込まれていることから、それを利用した宇宙技術等の教育プログラムを検討した。

3.3 教育プログラムの評価

(1)および(2)について、大学生を対象とした試行を行い、技術的問題点などを確認、修正したうえで、中学生を対象とした評価実験を行い、質問紙調査により、教育効果等の評価を試みた。(1)のプログラムの評価実験では、学習の前後に理解を確認する小テストを行った。

当初の研究計画では、VR を利用した授業を行うグループと、VR を利用しない授業(VR 版ではない Mitaka を使用した授業)を行うグループの 2 群に分けて評価実験を実施し、結果を統計的に評価することを予定したが、COVID-19 の感染拡大の影響等により、被験者数や試行回数十分に確保できなかったため、対照実験、統計的評価は行えなかった。

4. 研究成果

以下に、VR を用いた教育プログラムの概要を記す。プログラムは、いずれも 50 分の授業での実施を想定した。

(1) 日周運動と自転、年周運動と公転

授業は、学習内容の簡単な説明、VR システムの操作に関する説明、VR を利用した観察、観察結果の共有、まとめ、の流れで行う。では、太陽の日周運動、年周運動と、

季節ごとの南中高度の変化などについて、プラネタリウムモードで地上視点から観察を行った後、宇宙空間モードに移行して宇宙に視点を移動して観察を行い、現象について理解する。このプログラムでは、3名の生徒を1グループとし、VRを利用した観察においては、3名が、(a)HMDを装着する観察者、(b)コントローラーを用いてソフトウェアを操作する操作者、(c)観察結果を記録する記録者の役割を分担し、観察課題ごとに役割を交代して活動する。HMD装着者以外の2名は、HMDの表示画像を、PCのディスプレイで2次元画像として確認することができる。

(2) 太陽系・銀河系の構造

授業は、基礎的な用語・概念の説明、VRシステムの操作に関する説明、VRを利用した観察、グループディスカッション、VRを利用した観察、まとめ、の流れで行う。

では、地球から出発し、離陸後に地球から遠ざかりながら、太陽系、さらに銀河系を順次観察する。太陽系・銀河系それぞれについて、全体像が視野に収まる時点で後退を停止し、太陽系・銀河の周辺を移動する形で視点を变えて構造を観察する(宇宙空間モード)。このプログラムでは、各生徒が個別にVRを利用した観察を行い、グループディスカッションでは、3名のグループで議論を行う。

評価実験として行った授業後の質問紙調査の結果(図)、(1)、(2)いずれについても、授業を通じた興味・関心の深まり、学習内容の理解などに関して肯定的回答が100%となり(被験者数(1)、(2)、それぞれに対して6名および7名)VRを利用した宇宙に関する教育プログラムが、生徒の興味・関心の喚起、空間的思考が関わる学習内容の理解等に有効であることを示唆する結果が得られた。また、試行実験における生徒の観察から、VR利用は生徒間の対話活動を促進する上でも有効であると評価された。

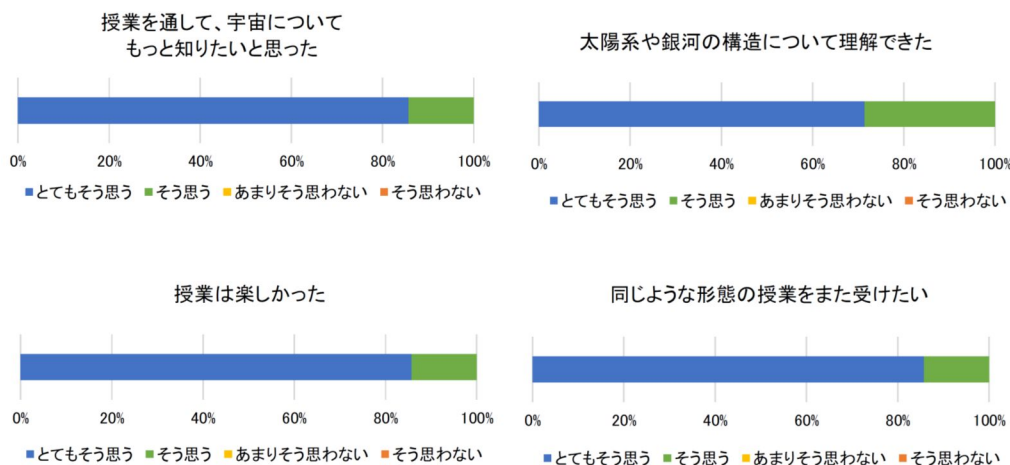


図 プログラム(2)の評価実験における質問紙調査の結果例

学校における授業での教育プログラム実施にあたっては以下のような課題がある。特に、
については、今後の技術発展により改善されることを期待する。

- 高い性能をもつPC、HMD等、機器の導入に必要な費用
- 基本的な機器の操作の習得に必要な時間
- 若年者の視覚への影響を考慮した連続使用時間の制限

本研究では、成果の社会還元の一環として、宇宙教育へのVR利用の展開に向けて、中学生、高校生等を対象とした複数の体験授業、デモンストレーション等を実施した。今後も、教育現場の要請に応じて、プログラムの提供や協力等を行ってゆく。

上に述べたように、本研究の期間内にはVR利用群と非利用群の対照実験等を実施できなかったが、今後機会が得られれば実施し、VR利用の効果をあらためて評価したい。

謝辞

教育プログラムの評価実験は、神戸大学附属中等教育学校および東大阪市立弥刀中学校の協力を得て実施した。上記の教育プログラム開発と評価実験について、(1)は中野真凜氏、(2)は増山純也氏と共同で実施した。ご協力いただいた学校関係者および共同研究者各位に心から感謝する。本研究で利用したMitaka for VRは、国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクトで開発されたソフトウェアであり、開発者の加藤恒彦氏にいただいた助言・協力に心から感謝する。

参考文献等

- [1] 内閣府、2013、宇宙基本計画(平成25年1月25日宇宙開発戦略本部決定)、p.40

- [2] 伊藤真之、吉本悠一郎、小原麻悠子、安田和弘、中垣篤志、加藤恒彦、2017、宇宙教育に関する教員へのアンケート調査結果と Mitaka for VR を利用した教育プログラムの試み、第 31 回天文教育研究会集録、p.197
- [3] 国立天文台 4 次元デジタル宇宙プロジェクト、Mitaka、<https://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/index.html> (最終参照 2023-06-13)
- [4] 加藤恒彦、2017、Mitaka によるバーチャルリアリティ宇宙体験、第 31 回天文教育研究会集録、p.193

5. 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 伊藤真之
2. 発表標題 宇宙教育に関する教員へのアンケート調査結果とMitaka for VRを利用した教育プログラムの試み
3. 学会等名 第31回天文教育研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	中野 真凜 (Nakano Marin)		
研究協力者	増山 純也 (Masuyama Junya)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------