

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 10 月 3 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12383

研究課題名(和文)日本における展開に向けた宇宙教育の課題と国際動向の研究

研究課題名(英文)Research on the status of space education in Japan and the international trend

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) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：日本の中学校・高等学校の教員を対象とした質問紙調査により、宇宙教育の現状と課題について調べた。教師は、宇宙に関する分野について生徒の関心が高いと考えている場合が多いこと、授業を行う上での課題として、観測や実験の難しさのほか、中学校教師は、空間的な思考が苦手な生徒が多いことを課題としてあげるケースが多かった。これを踏まえて、3次元VR技術により仮想宇宙空間を自由に移動するソフトウェアを利用した教育プログラムを設計、試行した。

研究成果の概要(英文)：We conducted a survey on space education in Japanese junior and senior high schools to grasp the current situation and issues that teachers face. One of the problems for teachers is that hands-on activities or experiments are difficult in the field of space education. In the case of junior high schools, the largest number of answers to the question asking about difficulty in teaching space-related topics were that large fraction of the students are not good at spatial thinking. We thought that the 3D virtual reality (VR) technology could give a solution to this problem and started an attempt to develop educational programs with a 3D-VR software.

研究分野：宇宙物理学, 科学教育

キーワード：宇宙教育 科学教育 工学教育 理科教育 バーチャルリアリティ VR 宇宙科学 宇宙工学

### 1. 研究開始当初の背景

宇宙は、自然科学のフロンティアであるとともに、その探査や利用の拡大は技術的にも挑戦的課題を提起し続ける。さらに、宇宙は青少年を含めて科学・技術の非専門家である多くの人々の関心を惹きつける魅力を持っている。日本の宇宙開発利用の推進に関する基本的な方針や政府が実施すべき施策は宇宙基本計画で定められるが、平成 25 年に策定された同計画[1]には、宇宙開発利用の推進に向けて多様な人材育成の必要性とそのため宇宙教育の強化が謳われており、さらに、科学技術教育の充実に向けた宇宙教育の活用が明記されている。このように、日本において宇宙教育の展開とその科学技術教育への活用は政策的課題としても位置づけられている。しかし、これまで科学教育研究においては、宇宙教育について個別の教育実践等に関する報告や研究はなされてきたものの、体系的、包括的な研究の試みは十分に行なわれてこなかった。

### 2. 研究の目的

上記のような背景を踏まえて、本研究では、(a)日本における宇宙教育の現状と課題について調査を通じて明らかにし、(b)欧米の宇宙機関の取組を中心として海外の宇宙教育の事例や動向をまとめ、それらを通じて(c)今後の日本における宇宙教育の展開、発展に資する知見と提言をまとめることを目的とした。さらに、(d)日本における宇宙教育の展開に資する資料の整備および教育プログラムの開発、試行、評価を行なうことを目指した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 日本の中学校・高等学校における宇宙教育の現状と課題に関する調査

主として中学校・高等学校の教員が、日本の宇宙教育の現状や課題についてどのように認識しているかを明らかにするために、全国から無作為抽出した中学校および高等学校、各 500 校の宇宙に関する内容を含む授業を担当した経験がある理科教員を対象として、郵送による質問紙調査を平成 27 年に行った。その結果、中学校 211 件、高等学校 166 件の回答が得られ、これを分析した。質問は 26 項目で、宇宙に関する授業を行う上での教員の知識レベルと情報源、生徒の関心(天文と宇宙工学の分野別)、教科書・教材、授業時間、授業で利用する資料等、外部施設・講師の利用、授業における工夫、授業を行う上での課題、期待するサービスなどについて、教師の考えを尋ねた。

#### (2) 3次元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試験的設計と試行

後に述べるように、上記の調査から特に中学校において宇宙に関する分野の授業を行う

上での課題として「空間的な思考が苦手な生徒が多い」、「観測が難しい」などが多くあげられたことを踏まえて、3次元バーチャルリアリティ(3D VR)技術を利用して、仮想宇宙空間内を移動し、視点を自由に設定できるソフトウェア Mitaka for VR を教材として利用した教育プログラムを試験的に設計、試行した。Mitaka は、国立天文台の4次元デジタル宇宙プロジェクトによって開発されたソフトウェアであり、天文学の成果に基づいた宇宙像を可視化・提示するもので、随時新たな研究成果が反映されている[2]。これまでは、コンピュータディスプレイや大型スクリーンなどに2次元画像として表示する形であったが、平成 28 年に、新たに 3D VR 用のソフトウェアが開発された。ユーザーは Mitaka がインストールされたコンピュータに接続したヘッドマウントディスプレイ(HMD)と呼ばれるゴーグル型の装置を装着することで、全方位に広がる宇宙空間内に身を置いている状況を擬似体験することができる。さらに、コントローラーの操作で仮想宇宙空間内を自由に移動することができる。3D VR 技術を利用した教育プログラムの試行を行ったもうひとつの背景として、平成 28 年に一般ユーザーを想定した、従来と比較すると低価格の装置とソフトウェアが公開され、3D VR 技術の社会への普及が急速に進んだことがあった。

教育プログラムの内容については後述するが、3次元的な構造把握の要素を含むという観点から太陽系の仮想探査をテーマとし、生徒間の協働やディスカッションの要素を組み入れて、50分を単位として2時限での実施を想定して設計した。

教育プログラムの試行は、平成 29 年 1 月に、神戸大学附属中等教育学校において、Mitaka の開発者である国立天文台の研究者と同校の教員の協力のもとで、同校 2 年生(中学校 2 年生に相当)の生徒 3 名(ディスカッションにはさらに 2 名が参加し、計 5 名)を対象として実施した。試行終了後、参加した生徒および観察した附属中等学校教員にインタビューを行った。



図 1. 3D VR を利用した教育プログラムの試行

(3) 日本および海外における宇宙教育の動向と事例調査

米国の NASA (アメリカ航空宇宙局)、欧州の ESA (ヨーロッパ宇宙機関) などの宇宙教育に関する取組について、インターネット上で公開されている情報等に基づいて概観するとともに、米国の宇宙教育関係者の交流、情報交換を目的とした会議 Space Exploration Educators' Conference (平成 29 年 2 月) および、教育に関する領域も含む月惑星科学に関する学会 Lunar and Planetary Science Conference (平成 28 年 3 月および平成 29 年 3 月) 等に出席し、米国の宇宙教育の事例や動向について調査を行った。

4. 研究成果

(1) 日本の中学校・高等学校における宇宙教育の現状と課題に関する調査

中学校および高等学校教員に対する質問紙調査から、主に以下のような点が明らかになった。

- ・中学校、高等学校ともに、宇宙に関する分野について生徒の関心が高いと思うかとの設問に対して、肯定的回答が否定的回答を有意に上回った ( $p < 0.01$ 、以下同様)。
- ・特に、天文分野について上記の傾向が強い一方で、技術分野(観測技術、人工衛星、ロケットなど)については肯定的回答と否定的回答に有意な差はみられなかった。

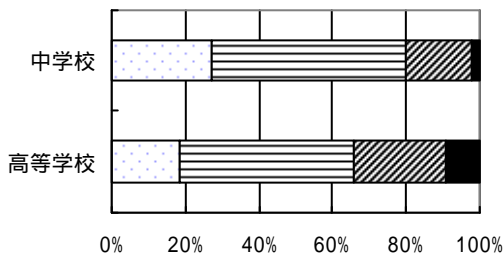


図2. 設問「宇宙に関する分野について、一般に生徒の関心は高いと思う」に対する回答(左から、「そう思う」、「ややそう思う」、「ややそう思わない」、「そう思わない」)

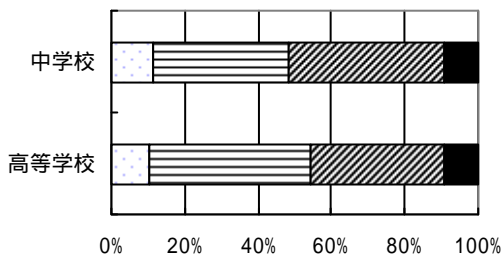


図3. 設問「宇宙に関する分野の中で、技術(観測技術・人工衛星・ロケットなど)の分野について、生徒の関心は高いと思う」に対する回答(領域パターンは図1と同様)

- ・宇宙に関する分野の授業を行うにあたって課題と感じていることに関する質問に対

して、中学校教員は「空間的な思考が苦手な生徒が多い」という選択肢を選択した回答が最も多く、ついで「観測が難しい」、「実験にくい」との回答が多かった。

- ・同じ質問に対して、高等学校教員では、「教師の知識量が足りない」の回答が最も多く、次いで「観測が難しい」、「実験にくい」の回答が多かった。
- ・宇宙に関する授業を行う上で期待するサービスとしては、中学校、高等学校ともに、画像や動画を集めたデータベースをあげた回答が最も多かった。
- ・日本の JAXA (宇宙航空研究開発機構) や米国の NASA (アメリカ航空宇宙局) などが、動画や補助教材などをインターネット上で公開していることを「知っている」と回答した教員は「知らない」と回答した教員より有意に多いが、一方、実際に利用したことがある教員は少数(約 22%)にとどまっている。

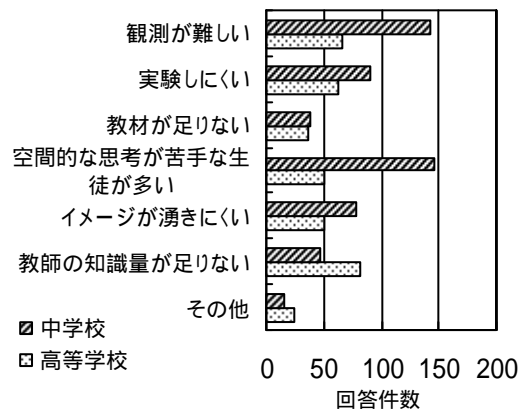


図4. 設問「宇宙に関する分野の授業を行うにあたって、あなたが課題だと考えていることはありますか?」に対する回答

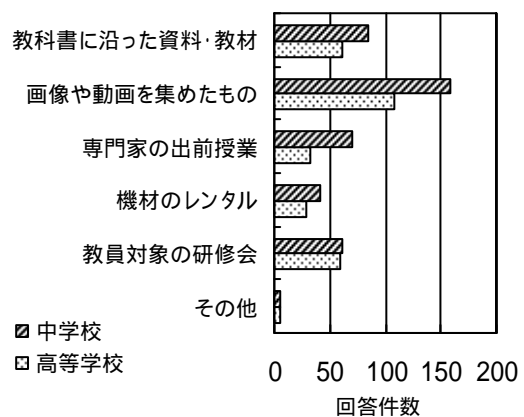


図5. 設問「宇宙に関する授業を行う上で、このようなサービスがあればいいと思ったものはありますか?」に対する回答

以上の結果から、今後の日本の中学校、高等学校における宇宙教育の展開に向けて、(a) 宇宙機関等が提供する画像・動画などのコンテンツを授業で利用しやすい形で整理・紹介

するような資料やポータルサイト等の整備、(b)宇宙に関わる観測や実験への支援や教育プログラム・教材開発、(c)特に中学校においては、空間的な思考を助けるような教材や教育プログラムの開発などが有効であると考えられる。

## (2) 3D VR 技術を利用した宇宙教育プログラムの試験的設計と試行

Mitaka for VR を利用してテストケースとして設計した教育プログラムの概要は以下のとおりである。

- ・主として太陽系内の仮想宇宙空間の探査を通じて、太陽系の構造および太陽系内の天体の特徴などについて生徒が能動的に学ぶことを目的とした。
- ・生徒は3人のチームを構成し、宇宙船による探査を想定して、船長、操縦士(コントローラーを操作)、記録係の役割を分担する。船長および操縦士がHMDを装着し、記録係はHMDは装着せず、コンピュータディスプレイ上で船長の視野画像を確認しながら、チームとしての議論を受けて観察結果などを記録する。
- ・授業の流れとしては、1時限目に、(a)趣旨説明、(b)VR機器およびソフトウェアの使用方法的説明、(c)操作に慣れるためのプレ探査、(d)課題を設定した本探査を行う。その後、2時限目には、(e)1時限目の仮想探査の結果を踏まえて、2つ程度のテーマについてチームでディスカッションを行い、(e)その内容をまとめて発表する。

上記のプログラムの試行を通じて、以下のよう点が明らかになった。

- ・3D VR 技術は生徒にとって新鮮なものであり、生徒は強い興味・関心を持つ。
- ・今回の試行では、プログラムの教育効果について定量的、客観的評価は行っていないが、3D VR の仮想体験は生徒に強い印象を与えることから、単元への導入や、まとめにおいて利用するなど、授業の中で有効に利用できる高い可能性を持つと考える。
- ・今回利用した3D VRの装置は、HMDごとに処理能力の高いコンピュータが必要であるため、多くの生徒が同時に利用する形の授業には導入のためのコストの面で困難が予想される。
- ・今回のプログラムは、全体で2時間程度を想定して設計したが、主として機器およびソフトウェアの操作を修得するための時間の見積もりが不十分で、実際にはそれ以上の時間を要した。
- ・3D VR 機器の設定や、動作時のトラブル対応のためには、指導にあたる教員の機器等への習熟が必要となる。

本研究においては、予備的な意味での教育プログラムの試験的設計と試行を行ったが、今後そこで得られた知見を生かしながら、学習

効果の測定も含めて、より本格的な教育プログラムの開発と評価実験を進めてゆきたい。導入コストの問題は、技術の急速な進展と普及によって解決に向かうことを期待している。

## (3) 日本および海外における宇宙教育の動向と事例調査

米国(NASA)、欧州(ESA)、日本(JAXA)それぞれの宇宙教育の取組は多岐にわたり、本研究ではそれらを浅く概観したにとどまるが、学校教育に対する支援、社会教育の取組、国際的活動などの大枠の枠組に顕著な相違はなく、相互に交流、情報交換をしつつ取組を展開していることが伺える。今回収集した情報の範囲で特徴と考えられる点として、JAXAが学校教育への支援において教員側の主体性を重視した連携の中で授業づくりを行っていることがあげられる。

### <引用文献>

- [1] 内閣府宇宙開発戦略本部、「宇宙基本計画」(平成25年度1月25日)、2013
- [2] 加藤恒彦「4次元デジタル宇宙ビューワ『Mitaka』～最新機能と今後の展望」、第30回天文教育研究会・2016年天文教育普及研究会年会集録、p.139、2016

## 5. 主な発表論文等

[学会発表](計1件)

- Itoh, M., Yoshimoto, Y., Kohara, M., Kato, T., Fukushi, H., Yasuda, K., Nakagaki, A., “Survey on Space Education in Japanese High Schools and Possibility of Space Education Programs with a 3D-VR Software”, The 48th Lunar and Planetary Science Conference, March 20-24, 2017, The Woodlands, Texas (U.S.A.)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

伊藤 真之 (ITO, Masayuki)  
神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・教授  
研究者番号：40213087

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし

### (4) 研究協力者

吉本 悠一郎 (YOSHIMOTO, Yuichiro)  
神戸大学・発達科学部

小原 麻悠子 (KOHARA, Mayuko)

神戸大学・発達科学部

加藤 恒彦 (KATO Tsunehiko)  
国立天文台・理論研究部

福士 比奈子 (FUKUSHI Hinako)  
国立天文台・理論研究部

安田 和弘 (YASUDA Kazuhiro)  
神戸大学・附属中等教育学校

中垣 篤志 (NAKAGAKI Atsushi)  
神戸大学・附属中等教育学校

勇惣 健吾 (YUSO Kengo)  
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科