

# VR を活用した科学教育教材の開発

牟田 淳\*

## Development of science education teaching materials utilizing VR

Atsushi MUTA

### 概要

近年、Virtual Reality（以下 VR）を活用した教育用コンテンツが作られ始めている。その中でも例えば実写による天文教育用の VR コンテンツを活用すれば、実際の夜空をリアルに学ぶことが出来るため、理解が深まると考えられる。しかしながら VR が実際の授業における天文教育の現場で活用されている事例はほとんど報告されていない。本論文では天文教育で VR を活用するための方法の一つとして、比較的安価かつ容易に設定できる Oculus go 等を活用した天文教育について論じた。また、VR 教育を推進する方法の例として、視聴覚教室のように VR 教室を学校に設置することにより多くの教員が VR 装置を共同利用して教育に活用できることや、リアルタイムに授業風景と VR 画像を合成してあたかも VR 画像の中で授業を行っているようにすること等についても論じた。

### 1. はじめに

VR とはコンピュータなどの電子技術により人間の感覚器官に働きかけ、仮想的な世界を作りだしてそこにその人が属しているように感じさせる装置や体験<sup>1)</sup>のことである。VR として特にゴーグルを頭部に付け、ゴーグルの中に現れる映像を見て仮想現実世界を体験する装置が有名である。

ゴーグルを用いた VR を用いることにより、仮想的な世界だけでなく、現実世界もよりリアルに疑似体験できる。例えばオーストラリアの星空などを現実に体験することは遠方のため簡単ではないが、ゴーグルを用いた VR を用いれば日本にいながら簡単にオーストラリアに行き、その星空を実際に見ているかのような疑似体験ができる。このリアルな疑似体験は従来の紙の上の写真やディスプレイ・スクリーン上の写真、動画では体験できない。

そのため、対象をより深くリアルに理解するためには、ゴーグルを用いた VR は従来

しばしば教育現場で使われてきた紙、ディスプレイ、スクリーン、黒板を用いるよりはるかに適している。そのため、ゴーグルを用いた VR は対象をより深くリアルに理解することが重要な教育現場において重要な役割を果たすことが期待される。

例えば東京大学では東京大学バーチャルリアリティ教育研究センターが VR を活用した先進的教育システムの導入を推進することを目的とした活動を行っている<sup>2)</sup>。

天文教育においても夜空をリアルに体験できる VR は大変重要な役割を果たすと考えられる。夜空を体験できる VR コンテンツとして、例えば国立天文台では実際の星空ではないが、データを用いて CG による星空を VR 空間で再現するソフトを公開している<sup>3)</sup>。別の例としてはよりリアルな星空を映し出すプラネタリウムを開発したプラネタリウム・クリエイター大平貴之氏が監修したホームスター VR<sup>4)</sup>もある。

しかしながら実際の星空をよりリアルに体験するためには、CG よりも実写がより望ましい。実際、CG の星空と実際の星空はかなり異なるため、CG で星座を学んでも実際の星空で CG で見た星座を見つけることは簡単ではないからである。実写の VR 教材開発事例として、高橋らは安価なスマホを利用した簡易ゴーグルであるハコスコ<sup>5)</sup>を用いた VR 天文授業を提案し、VR 用の天体写真を実際に撮影して iPad を用いた実践授業を報告している<sup>6)</sup>。

さて、以下小学校に於ける天文教育を具体的に考える。小学校 4 年生の学習指導要領(平成 29 年告示)には

(イ) 空には、明るさや色の違う星があること。

(ウ) 星の集まりは、1 日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。

とある<sup>7)</sup>。これらを理解するためには、代表的な星座を実際の夜空で見つけられるようになることが望ましい。代表的な星座として、例えば北斗七星、カシオペア、北極星、夏の大三角形、さそり座、織姫星、彦星、白鳥座、オリオン座、冬の大三角形、ふたご座、ぎょしゃ座、おとめ座等の代表的な星座や星を実際の夜空から見つけられるようになることが望ましい。

前掲の参考文献 6) ではハコスコを用いた実写 VR 教材を提案している(但し実施はしていない)が、実際にハコスコを用いた場合はスマホを用いることになり、ハコスコのみでスマホを用意し学生用に設定することは困難であろう。また、スマホを用いたゴーグルを用いた VR は幾分リアルさに欠けるといった欠点もある。よりリアルなゴーグル以外に本体等が必要であり、例えば学生が 10 人いるとゴーグル、本体等それぞれ 10 個必要になるなど、かなり大掛かりになり教育用には向かない。

一方でゴーグルを用いた VR として、Oculus go が知られている<sup>9)</sup>。Oculus go の利

点はスマホとゴーグを用いた VR と比べてリアル感をはるかに増す点がまず挙げられる。このため、教育用としては Oculus go の方が望ましい。さらに Oculus go は前掲のハコスコや Play Station VR と異なり Oculus go 単体で使用出来る為、取り扱いが容易である。さらに価格も 2020 年 3 月時点で 2 万 4 千円程度と教育用として安価な値段である。そこで、今回は Oculus go による VR 教育教材の開発について論じる。

一方で代表的な星座が写った実写の天体写真を撮影するため、今回は VR 用静止画、動画を撮影できるリコーの THETA V<sup>10)</sup> を用いた (図 1)。このカメラは容易に VR コンテンツを作成でき、且つ天体写真も撮影できるといった利点がある。



図 1 リコー THETA V

以下、本論文では VR として Oculus go を、実写 VR コンテンツ撮影カメラとして THETA V を用いて開発した VR 教材について論じる。その後、VR を活用した教育の問題点や提案などについて論じる。

## 2. 星空の事例

日本の小学生が星座を学ぶにあたり、適した季節の一つは 12 月であろう。その理由の一つは、日本の 12 月は晴天率が比較的高いことである。また、12 月には冬至があるため、それほど遅い時間でなくても空は暗くなり、星が見えるといった利点がある。別の利点として、12 月は著名な星座が沢山見える点にある。図 2 を見てみよう。ただし図は stella theather web<sup>11)</sup> の図を使用した。2017 年 12 月 9 日 19 時 35 分の東京の夜空である。

すると、東の空には冬の星座の代表例であるオリオン座、ふたご座、おうし座、ぎょしゃ座が見える。天頂付近を見ると秋の星座の代表例であるカシオペヤなどが見える。さらに西の空を見ると夏の星座が見える。夏の大三角形を構成する白鳥座、わし座、こと座が見える。

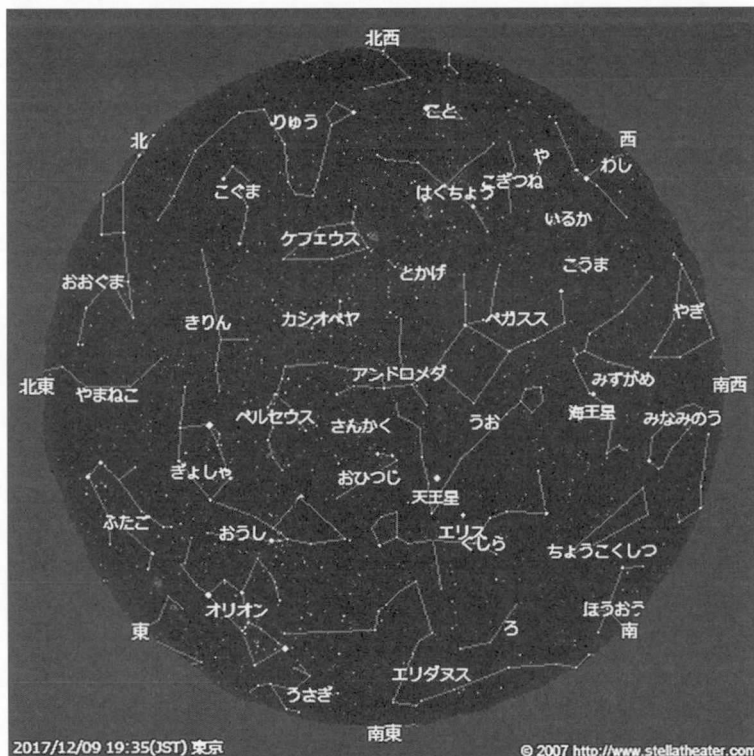


図2 冬の星座、秋の星座、夏の星座

ちなみに夏の大きな三角形はその二つが織姫星（こと座のベガ）、彦星（わし座のアルタイル）であり、一つはデネブ（宮沢賢治「銀河鉄道の夜」に出てくる白鳥座の星）である。北の空を見るとこぐま座と北極星、及び北斗七星の一部が見えている。

もちろん、地平線に近い星は場所によっては建築物や山等に隠されて見えない可能性があるが12月に夜空を見ると、冬の星座だけでなく秋の星座や北極星、夏の星座も含めた沢山の著名な星座が見えるのである。

図3は私が2017年12月9日19時35分に撮影したTHETA VのVR静止画像である。撮影場所は静岡県富士宮市北部の朝霧高原道の駅横の広場である。山などの障害物があるため、また空が明るいいため図2の全ての星座が見えているわけではないが、冬の星座であるオリオン座から秋の星座のカシオペア座、夏の星座であること座、わし座、はくちょう座（夏の大きな三角形）まで見えていることがわかる。

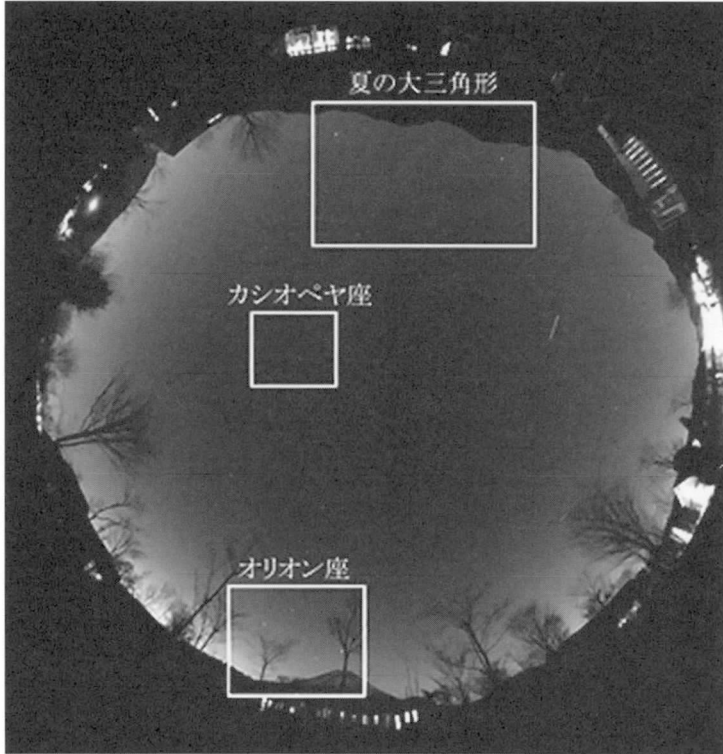


図3 THETA V で撮影した VR 静止画像 (朝霧高原)

星座を自分で見つけられるようになるためには、同じ場所ではなく、様々な場所で星座を見つけれられるようになることが望ましい。そこで、図3と同じ日に別の場所で私が撮影したVR静止画像も図4に用意した。この画像は山梨県南都留郡富士河口湖町にある精進湖で撮影したVR静止画像である。図4の写真は図3の写真を撮影してから2時間前後時間が経っている為、こと座のベガやわし座のアルタイルは確認できない。しかし、夏の星座である白鳥座は確認できる。また、冬の星座のオリオン座、秋の星座のカシオペヤ座も確認することが出来る。

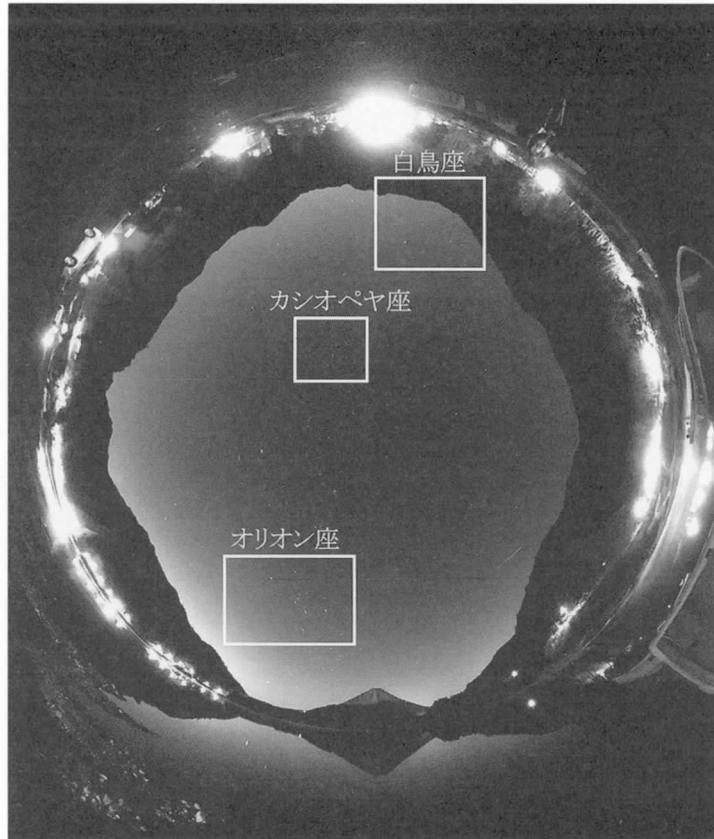


図4 THETA Vで撮影したVR静止画像（精進湖）

次に、冬の星座がよく見える星空を紹介する。図5は2018年1月21日20時20分の夜空である。冬の大三角形、ふたご座、おうし座、ぎょしゃ座が見えている。この星空とほぼ同じVR静止画像が図6である。図6は静岡県富士宮市にある田貫湖で私が撮影したVR静止画像である。図6では確かに冬の星座であるオリオン座、冬の大三角形、ふたご座、おうし座、ぎょしゃ座が見えている。また、カシオペヤ座も見えていることがわかる。

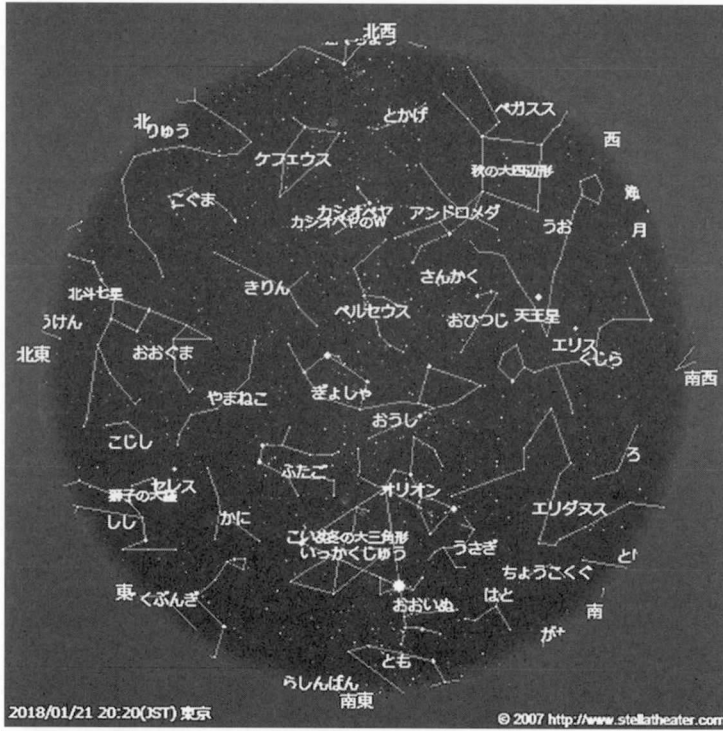


図 5 冬の星座

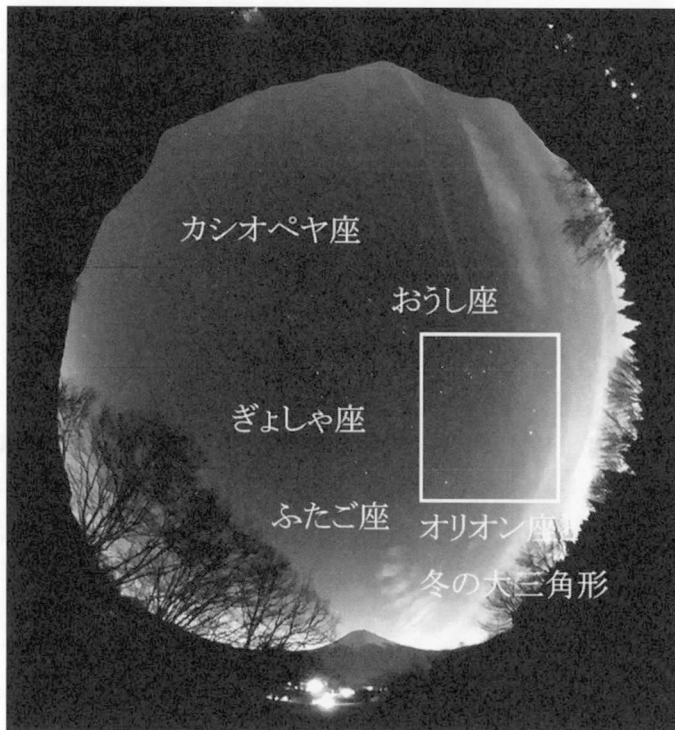


図 6 THETA V で撮影した VR 静止画像 (田貫湖)

### 3. Oculus go

30人程度学級での授業を想定し、ゴーグルを用いたVRとして図7のOculus goを用い、Oculus goを15台使用した授業を検討する。

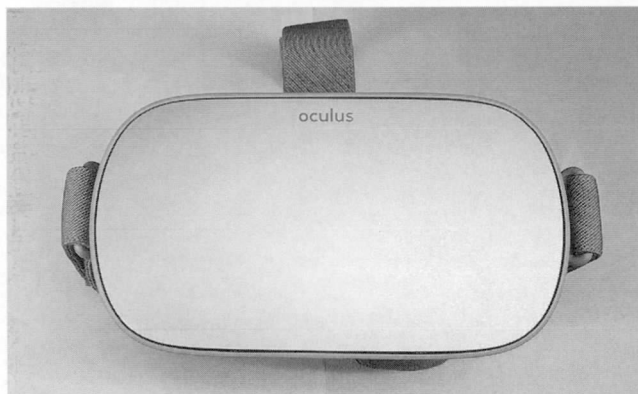


図7：Oculus go

### 4. 授業計画

以下に授業計画書を示す。書式は埼玉県、参考となる学習指導案集（小学校）<sup>12)</sup>を参考に作成した。小学生いきなりVR静止画像で星座を探させても星座を見つけることはできない。そこで、以下の授業計画では1次でまずどんな星座やどんな明るく有名な星があるか生徒に調べさせ、図に描かせたり発言させたりしてこれら天体の理解をさせる。その後、2次ではイラスト・CGや写真を用いて、1次で調べた天体をイラスト・CGや写真から見つけさせる。場所が変わると分からなくなる生徒が多いので、様々なイラスト・CGや写真を用いてこれら天体を探させる。

このように下準備をした後に、3次でVR画像を用いて1次、2次で学んだ様々な天体を探させる。まずは図6等を用いて冬の星座を探させる。その後冬、秋、夏の代表的な星座が見られる12月上旬の星空を図3、図4のVR画像を用いて体験させる。クラス的人数は30人とした。ゴーグルを用いたVRであるOculus goは値段と管理の関係から15台を想定しているので、生徒は2人でペアとなり、交互にVR授業を体験することになる。



次	時	学習活動	評価の観点・方法
1次	1、 2時	<p>どんな星座があるか調べよう</p> <p>1. 冬の代表的な明るい星の集まりを調べ、図示してみよう。</p> <p>例)</p> <p>a. オリオン座 b. こいぬ座 c. おおいぬ座 d. ふたご座 e. おうし座 f. ぎょしゃ座 g. 冬の大三角形を図示する。</p> <p>2. 1. で調べた星座の中で明るく有名な星を調べ、図に書き込んでみよう。</p> <p>例) リゲル、ベテルギウス、プロキオン、シリウス、アルデバラン、カストル、ポルックス、すばる等</p> <p>3. 1. で調べた星座のうち、1つ以上の星座について星座物語を調べてワークシートに報告しましょう。</p> <p>発展学習</p> <p>4. 代表的な夏の星座、秋の星座とその星座の中で明るく有名な星についても調べ、図に書き込んでみよう</p> <p>例)</p> <p>夏の大三角形「彦星（わし座アルタイル）、織姫星（こと座ベガ）、はくちょう座デネブ」 カシオペヤ座</p>	<p>冬の代表的な星座にはどんなものがあるかを自ら調べることが出来る。</p> <p>星の集まりの図を実際に描かせ、且つ発表させることにより、星座等の形や大まかな配置を理解していることを確認する。</p> <p>代表的な星座の明るく有名な星を図に書き込み発表することによりこれらの星の名前や位置を理解していることを確認する。</p> <p>オリオンは2匹の犬を連れている等、物語を通じて星座に親しんでいることを確認する。</p> <p>夏の大三角形、カシオペヤ座などを図に描き、星の名前を図に書き込ませ発表させることによりこれらを理解していることを確認する。</p>
2次	3時	<p>代表的な星座をイラスト、写真から見つけてみよう</p> <p>1. 教員から配られた夜空のイラストまたはCGの図を用いて冬の代表的な星座を探してもらい、見つけて星座や星の集まりを○で囲み、星座名や星の集まりの名前を書く。また、明るい有名な星も探させ、図に書きこませる。</p>	<p>イラストまたはCGで描かれた星の中から実際に様々な星座を見つけさせ、明るい有名な星の名前を書き込ませることによりこれら星座と星の集まりをより理解していることを確認する。</p>

3次	4、5時	<p>2. 教員から配られた夜空の写真を用いて冬の代表的な星座を探してもらい、見つけて星座や星の集まりを○で囲み、星座名や星の集まりの名前を書く。また、明るい有名な星も探させ、図に書きこませる。</p> <p>3. 1や2で用いたイラスト・CGや写真とは異なる夜空のイラスト・写真を教員がスクリーン等に投影し、生徒にオリオン座、ふたご座、カシオペヤ座、冬の冬大三角形、夏の夏大三角形などがどこにあるか問いかけ、生徒に指摘させる。プロキオン、シリウス、ベガ、アルタイル等、有名な星も同様に問いかけて生徒に見つけさせる。</p> <p>VRを用いて実際の夜空に限りなく近い状況で星座や星の集まりを見つけてみよう</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>30人のクラスを2人ごとのグループに分ける。15グループ出来る。各グループで一人ずつ oculus go を装着させる。</li> <li>これまでの学習をもとに図7のVR画像からまずオリオン座、冬の大三角形を見つけてさせる。どれがこいぬ座のプロキオン、おおいぬ座のシリウスかを確認させる。</li> <li>ふたご座を探させる。カストル、ホルックスを見つけてさせる。おうし座のアルデバランを見つけてさせる。ぎょしゃ座も見つけてさせる。</li> <li>残りの学生にも2から3を行う。</li> </ol> <p>発展学習</p> <p>12月上旬には冬の星座であるオリオン座、秋の星座であるカシオペヤ座、夏の星の集まりである夏の冬大三角形を見ることが出来る。これらについても上記1から4を行う。但しまず図3のVR画像を用いてこれらの星座を学び、その後図4を用いて上記1から4を行う。</p> <p>発展学習2</p> <p>12月-1月は夜7時頃でも十分に夜空は暗い。そこで屋外に出て実施の星空でこれまで学んだ星座などの星の集まりを確認し、指差しさせる。</p>	<p>イラストは実際の夜空とかなり異なるため、写真でも同様に様々な星座を見つけさせ、明るい有名な星の名前を書き込ませることによりこれら星座と星の集まりをより理解していることを確認する。</p> <p>クイズ形式で教員が生徒に問いかけることにより、生徒は星座や有名な星の理解がより深まると考えられる。</p> <p>より実際の星空に近いVR画像で冬の代表的な星座を見つけることが出来る。具体的にはオリオン座と冬の大三角形、ふたご座、おうし座、ぎょしゃ座を見つけ、さらにそれらの代表的な星を見つけてさせる。見つけた天体を図に描いてもらう(オリオン座は富士山の右上にあった等を描く)ことにより理解度を確認する。</p> <p>冬の星座を理解した後で、秋や夏の星座についてもより実際の星空に近いVR画像を用いて見つけられるようにする。見つけた天体を図に描いてもらうことにより理解度を確認する。</p> <p>実際の星空でこれまで学んだ星座などの星の集まりを確認し、指差しさせることにより、理解度を確認する。</p>
----	------	--	---

## 5. テスト状況

現本論文執筆時点までに、THETA V で撮影した VR 静止画像（天体写真）は図 3、図 4、図 6 を含めて既に多数ある。また、Oculus go を 1 台試験的に導入し、VR 静止画像（天体写真）を実際に VR を用いて星座や星の集まりを確認するところまではテスト済みである。

## 6. 考察と課題

今回考察した事例に於いて、いくつかの問題点が想定される。第一の問題点は機器トラブルが起きた場合の問題点である。第二の問題点は、学生がゴーグルを装着すると、教員や周りの学生が見えず、授業の特性である双方向性が失われる問題点である。

第一の問題点は、予備の VR 装置を準備することで幾分か解決されると考えられる。また、上級生や教育支援員などを配置して機器トラブルの対応に当たらせることも必要かもしれない。第二の問題点については教員が積極的に声によるコミュニケーションを生徒に働きかけることで多少解決されると考えられる。生徒がゴーグルを用いた VR を装着すると、声のみが教員とのコミュニケーションの手段になるので、声だけで生徒とコミュニケーションをとる技術を磨く必要がある。しかしながら以上の解決は補助的なものであり、以下の通り根本的な解決が望まれる。

第一の問題点に対する根本的な解決として、将来的には PC が各机に配置された PC 教室、ディスプレイ、ヘッドホンが各机に配置された視聴覚教室のように、VR 装置が各机に配置された VR 教室なる教室を作り、VR 装置は教員以外の者が管理メンテナンスをして、そこで様々な VR 映像を用いた天文教育を行うことが望ましいであろう。本論文執筆時点では VR 教室が導入された小学校は私が知る限り知られていない。しかしながらこのような VR 教室が小学校を含めた学校で作られれば、天文教育だけでなく理科教育や社会科教育等、様々な教育で活用できることが期待される。

第二の問題点に対する解決方法として、教室の様子の動画をリアルタイムで VR 画像と合成するシステムを作ることである。例えば教室の後ろから教員を撮影し、その教員の映像をリアルタイムで生徒が見ている VR 画像と合成すれば、教員の授業を受けながら VR 画像を見ることになり、学生と教員の双方向性は保たれることになる。さらに将来的には生徒や教員が装着している Oculus go 等の VR に小型カメラを取り付けて生徒や教員から見た授業風景を撮影し、それをリアルタイムで生徒、教員が見ている VR 画像と合成すれば、より授業を受けながら VR 画像を見ている状況になり、学生同士や教員との双方向性はより自然なものとなることが期待される。

さて、VR を用いた教育で重要なことの一つは、いかにリアルかといった点である。

今回議論した oculus go は頭の回転や傾きを反映した VR 画像しか見れず、頭（体）の上下左右前後移動を反映した VR 画像を見ることはできない。このため、リアルさには幾分欠けるといった性質がある。

しかしながら近年発売された Oculus quest<sup>12)</sup> では頭の上下左右前後移動を反映した VR 画像も見る事が出来る為。よりリアルな空間を再現できる。そこで将来的には Oculus quest をはじめとした、Oculus go よりリアルな VR 装置を用いた天体教育教材が望ましいと考えられる。

別のリアルな天文教材として、実写によるプラネタリウムが考えられる。プラネタリウムはこれまでしばしば天文教育に使われてきた。しかし、その大部分は CG によるものであるため、実際の星空を見ても星座を見つけにくいといった欠点があった。プラネタリウムに実写を投影すれば、よりリアルな VR 画像となることが考えられる。

実写プラネタリウムの例として、私がオーストラリアのウルル（エアーズロック）で撮影した図9の画角180度の全天周天体写真が富山市科学博物館のプラネタリウムで上映された事例がある<sup>13)</sup>。画角180度の写真をプラネタリウムで投影すると、元の夜空が再現されるのである。図9の写真は宮沢賢治「銀河鉄道の夜」の舞台である白鳥座からさそり座、そして南十字星までを撮影したものであるが、やはり実写であるため CG の星空よりもかなりリアルでわかりやすかったと思う。実写によるプラネタリウムが今よりも生徒の身近な存在になれば、生徒の星座に対する理解度はより増すであろう。

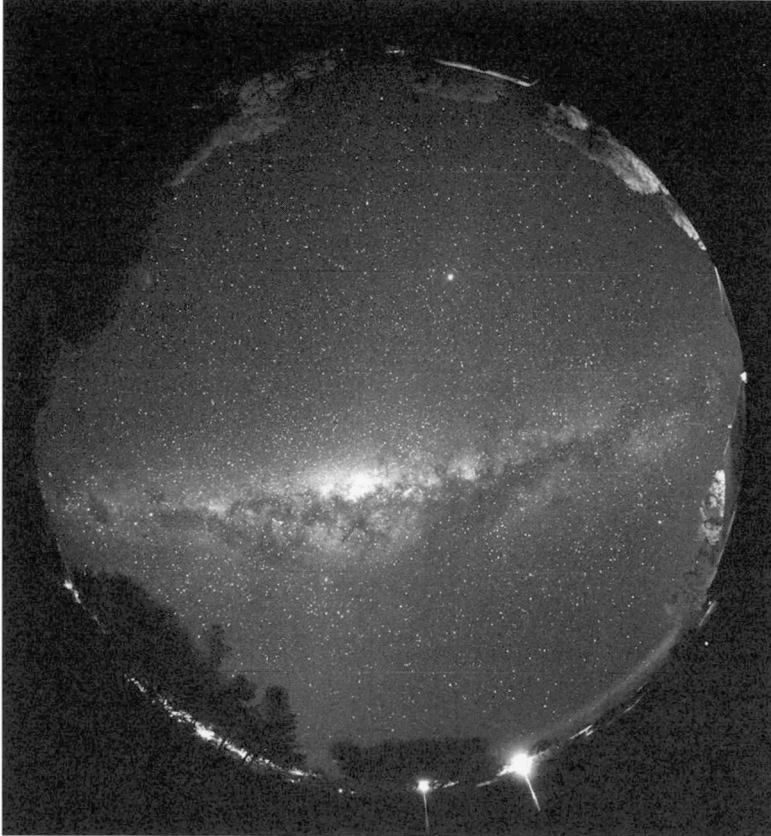


図9 ウルルで撮影した銀河鉄道の夜の舞台が一望できる天体写真

## 5. 結論

本論文では天文教育における VR を用いた科学教育教材の開発を行った。Oculus go と私が THETA V で撮影した VR 静止画を活用して授業計画を作成した。その結果、30 人程度の少人数であれば問題点はいくつかあったものの、実現の可能性が高い事がわかった。問題点を解決するために、PC 教室や視聴覚教室のように VR 教室等を学校の施設として用意し、さらにリアルタイムに授業風景と VR 画像を合成して授業の双方向性を確保すること等が挙げられる事を指摘した。今後、実際の授業で実施を検討していく予定である。

### 参考文献

- 1) 精選版 日本国語大辞典, 2006
- 2) 東京大学バーチャルリアリティ研究センター, <https://vr.u-tokyo.ac.jp/>, 2020/3/21確認
- 3) 国立天文台 4次元デジタル宇宙プロジェクト Mitaka VR, <https://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/>, 2020/03/21確認
- 4) ホームスター VR, [https://www.oculus.com/experiences/go/1548818075148912/?locale=ja\\_JP](https://www.oculus.com/experiences/go/1548818075148912/?locale=ja_JP),

2020/3/21確認

- 5) 簡易VRであるハコスコ, <https://hacosco.com/vr-goggle/>, 2020/3/21確認
- 6) 高橋 雪音, 名越 利幸, THETA・ハコスコを活用したVR教材の開発, 日本科学教育学会研究会研究報告, 2017-2018, 32 巻, 3号, p.109-112
- 7) 【理科編】小学校学習指導要領(平成29年告示)解説, [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017\\_005\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_005_1.pdf), 2020/3/21確認
- 8) プレイステーションVR <https://www.playstation.com/ja-jp/explore/playstation-vr/>, 2020/3/21確認
- 9) Oculus go, [https://www.oculus.com/go/?locale=ja\\_JP](https://www.oculus.com/go/?locale=ja_JP), 2020/3/21確認
- 10) リコー THETA V, <https://theta360.com/ja/about/theta/v.html>, 2020/3/21確認
- 11) Stella Theater, <https://stellatheater.com/index.html>, 2020/3/21確認
- 12) 埼玉県, 参考となる学習指導案集(小学校), <http://www.pref.saitama.lg.jp/g2204/sidouan-syo.html#rika> 2020/3/21確認
- 13) Oculus quest, <https://www.oculus.com/quest/>, 2020/3/21確認
- 14) 牟田淳, 全天周コンテンツコンテスト優秀賞, 全天周コンテンツコンテスト実行委員会, 富山大学芸術文化学部, 2016