

実感を伴った理解を図る天文分野における 授業プログラムの開発

ープラネタリウムとデジタル地球儀の併用を通してー

研究開発課 指導主事 桑本 和成

【要旨】 理科において、「地球」を柱とした内容（地学領域）では、教員、児童生徒ともに苦手意識が強いとされる。特に、天文分野については、複数の天体の位置関係を考慮する必要があるなど、空間認識能力が重要となる。そこで、和歌山県教育センター学びの丘が所有するプラネタリウムとデジタル地球儀を併用し、地球からの視点と宇宙からの視点の両面から天体を捉えることにより、実感を伴った理解を図ることのできる授業プログラムを開発した。

【キーワード】 資質・能力，見方・考え方，プラネタリウム，デジタル地球儀，ダジック・アース，空間認識能力，地球視点，宇宙視点

1 はじめに

(1) 求められる資質・能力と理科の目標

現行の学習指導要領では、育成されるべき資質・能力が明確に示された。例えば、小学校理科の目標では、「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。
- (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。」(※1)

とされている。

(2) 見方・考え方について

各教科における見方・考え方について、「各教科に応じた物事を捉える視点や考え方」(※2)として示されている。さらには教科等ごとの特徴があり、各教科等を学ぶ本質的な意義や中核をなすものとして全ての教科等において整理されている。これらを踏まえ、「理科の見方・考え方」としては、教科の特質に応じて、改めて検討された。問題解決の過程に

おいて、自然の事物・現象をどのような視点で捉えるかという「見方」については、表1のように示されている(※3)。

表1 理科における見方

領域	視点
エネルギー	主として量的・関係的な視点
粒子	主として質的・実体的な視点
生命	主として共通性・多様性の視点
地球	主として時間的・空間的な視点

「考え方」については、「児童が問題解決の過程の中で用いる、比較、関係付け、条件制御、多面的に考えることなどといった考え方を『考え方』として整理することができる」(※4)と示されている。

2 地球を柱とした内容（地学領域）における天文分野について

天文分野の学習においては、上記に示すとおり、地球を柱とした内容（地学領域）の「見方・考え方」である「時間的・空間的な視点」により、事象を捉えていくことが重要である。特に、天文分野に関する学習は、天文に関する知識を獲得するのみならず、その過程において、天体の日周運動や年周運動などの時間による変化の理解が重要となるほか、複数の

天体の位置関係を考慮する必要があるなど、空間認識能力が重要となる。また、教科書に掲載されている平面の模式図を、頭の中で立体に置き換えて理解しなければならず、これに苦手意識をもつ児童生徒も多い。また、理科教員に関しても、平成24年度に行われた中学校理科教育実態調査(※5)における、「あなたは、次の各領域の指導について、どのように感じていますか。」という質問に対して、地球を柱とした内容(地学領域)を、「やや苦手」・「苦手」と回答した割合が、合わせて約45%と他の分野よりも高い傾向にある(表2)。また、同調査から、教職経験年数を重ねても、他の分野に比べて多くの教員が苦手意識を有したままであることもわかる(表3)。

表2 「やや苦手」・「苦手」と回答した割合(※5を基に作成)

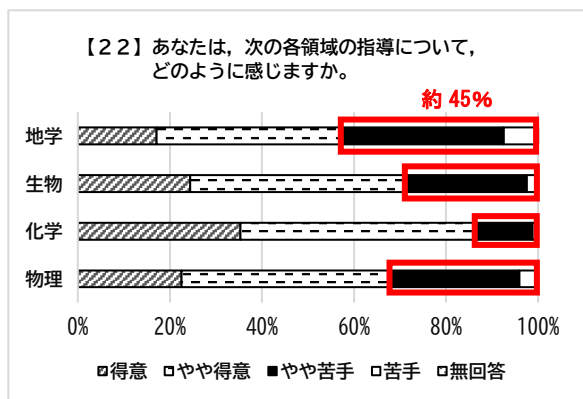
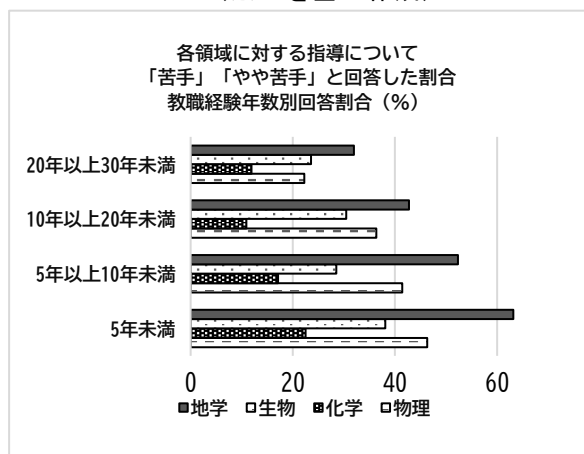


表3 教職経験年数別回答(※5を基に作成)



特に天体に関する内容は、授業時間中の観察ができないことや空間把握そのものが難しいため、児童生徒にとっても実感をもちにく

く、教員からは、すぐに用いることのできる優れた教材情報を求める声が多い。

そこで、「時間的・空間的」な視点から天文事象を捉えていくために、プラネタリウムとデジタル地球儀を併用した学習により実感を伴った理解を図るコンテンツを開発した。

3 プラネタリウムの活用

和歌山県教育センター学びの丘(以下、当センターと略記)では、学校教育及び生涯学習支援のためにデジタルプラネタリウムを導入しており、教員研修をはじめ、授業や生涯学習事業に幅広く活用している(図1)。



図1 デジタルプラネタリウム

当センターが導入しているデジタルプラネタリウム(注1)は、自由に日時や緯度、経度を設定し、夜空を観察したり(地球視点)、太陽系等の天体を観察したり(宇宙視点)、その他、星座絵や天体の光跡、グリッド表示等の機能がある。天文分野において、児童生徒の実感を伴った理解を図るためには、学習内容を自然体験や日常生活と関連付けることが重要であり、プラネタリウムを活用することは、児童生徒の天体観察における経験不足を補うとともに児童生徒の経験の差を埋め、天体の動きについての実感を伴った理解を図る上で効果的である。

4 デジタル地球儀の活用

プラネタリウムでは、天球上に映った球面上の画像を観察することになる。日時を自由に設定し、観察することにより「時間的」な視点で捉えることは容易であるが、天体同士の位置関係など「空間的」な視点で捉えることは困難である。そこで、プラネタリウムに併用してデジタル地球儀を活用することで、より実感を伴った理解を図ることができると考えた。

デジタル地球儀については、京都大学大学院理学研究科の地球惑星科学輻合部可視化グループが中心になって進めているダジック・アース(注2)を活用した。ダジック・アースとは、地球や惑星についての科学を楽しんでもらうために、学校や科学館、家庭等で、地球や惑星を立体的に表示するプロジェクトである。仕組みとしては、球形のスクリーン(球状の発砲スチ

ロールや風船)に、PCプロジェクターで地球や惑星を投影し、手軽に立体的な地球や惑星の表示ができる。地球などの立体的な物体を地図の様に平面で表示すると形は歪む。しかし、立体の物体に投影して表示することで正しく形を表現することができる(図2)。

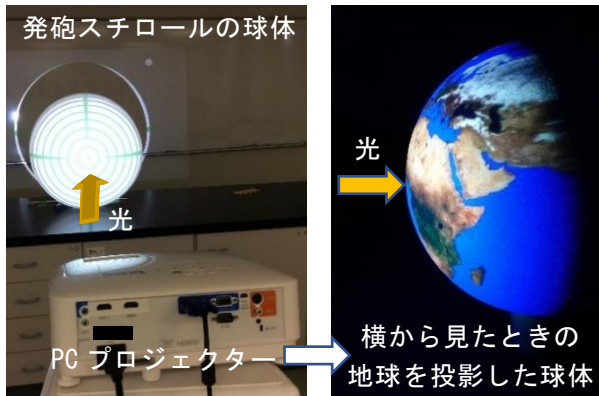


図2 デジタル地球儀の仕様

5 授業プログラムの具体

(1) 月と太陽(小学校第6学年)

この単元のねらいとして、小学校学習指導要領解説では、「児童が、月と太陽の位置に着目して、これらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、月の形の見え方と月と太陽の位置関係についての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主により妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成すること。」(※6)と示

されている。

また、「児童の天体に対する興味・関心を高め、理解を深めるために、移動教室や宿泊を伴う学習の機会を生かすとともに、プラネタリウムなどを活用することが考えられる。」

(※7)とも示されている。

授業プログラムでは、まず、児童が来所した日の月の形等をプラネタリウムを活用して説明する(地球視点)。次に、デジタル地球儀に地球を投影し説明する(宇宙視点)。その周りを一方向から光を当て、月に見立てた球体を移動させることによって、地球と月の位置関係を把握する(図3)。

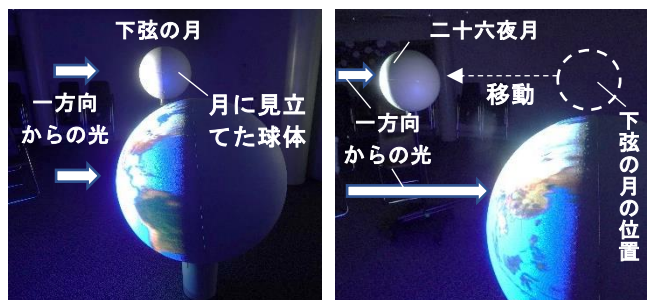


図3 下弦の月と二十六夜月(下弦後の三日のとき)の地球と月の位置関係

これにより地球視点と宇宙視点の両面から、日が経つにつれて月の形が変わる現象についての理解を図る。表4には、プログラムの概要を示す。

表4 プラネタリウムとデジタル地球儀を併用したプログラムの概要(小6)

教具	学習活動及び内容
プラネタリウム	<p>観察1(地球視点)</p> <p>①来所した日の星空を観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・季節の星座について解説する。 ・当日の月の形について確認する。
デジタル地球儀	<p>観察2(宇宙視点)</p> <p>②地球を投影し、自転させた映像を見せる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球が自転していることによって夜と昼があることを理解させる。 <div style="text-align: center;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>※ダジック・アースでは、地球が自転する様子を観察できる。よって、昼と夜が容易に理解できる。</p> </div> <p>・月が地球の周りを回っていることを確認する。</p>

デジタル地球儀	<p>③月に見立てた球体に一方向から光を当て、見え方を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・球体を移動させて形を確認することで、地球と月の位置関係により月の形が変わることに気付かせる。 <div data-bbox="550 318 1241 640" style="text-align: center;"> </div>
プラネタリウム デジタル地球儀	<p>観察3（地球視点と宇宙視点）</p> <p>④来所した日の地球と月の位置を予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プラネタリウムで当日の月の形を確認する。 ・児童が月に見立てた球体を予想される場所に置く。 ・月に見立てた球体に光を当てて、見え方を確認する。

(2) 地球と宇宙（中学校第3学年）

この単元のねらいとして、中学校学習指導要領解説より、「理科の見方・考え方を働かせ、身近な天体の観察、実験などを行い、その観察記録や資料などを基に、地球の運動や太陽系の天体とその運動の様子を関連付けて理解させるとともに、それらの観察、実験に

関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成すること。」(※8)と示されている。特に、「(ア)天体の動きと地球の自転・公転」では、プラネタリウムの地球視点とデジタル地球儀の宇宙視点で捉えることで実感を伴った理解を図ることができる。表5には、プログラムの概要を示す。

表5 プラネタリウムとデジタル地球儀を併用したプログラムの概要（中3）

教具	学習活動及び内容
プラネタリウム	<p>観察1</p> <p>①来所した日の星空を観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・春夏秋冬の星座について解説する。
プラネタリウム デジタル地球儀	<p>観察2</p> <p><日周運動></p> <p>②光跡を残す機能を活用して太陽の一日の動きを確認する。</p> <p>③地球を投影し、自転させた映像を見る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球から見える太陽の動きと、宇宙から見える地球の動きを関連付ける。 <div data-bbox="475 1688 1241 1957" style="text-align: center;"> </div>

プラネタリウム
デジタル地球儀

観察 3

<年周運動>

- ④夏至，冬至の日の太陽の動きを確認する。
- ⑤夏至，冬至の日の地球が自転している様子を見る。
 - ・地軸の傾きによって，日照時間が変わること気付かせる。

(冬至の日の場合)



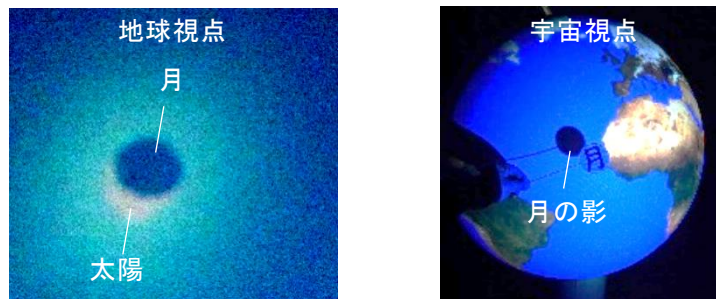
プラネタリウム
デジタル地球儀

観察 4

<日食・月食>

- ⑥日食・月食を確認する。
- ⑦日食は，月の影が地球に落ちるため起こることを確認する。
月食は，地球の影に月が入るため起こることを確認する。
 - ・太陽や月が欠けて見える様子と月の影が地球表面に落ちる様子や地球の影が月に入る様子を関連付ける。

(日食の場合)



プラネタリウム
デジタル地球儀

観察 5

<金星の見え方>

- ⑧明けの明星，宵の明星を確認する。
- ⑨金星に見立てた球体を移動させ地球と金星の位置関係を確認する。
 - ・金星の見える時間や形と内惑星の軌道に関連付ける。



6 まとめ

(1) 成果

プラネタリウムを活用した地球視点、デジタル地球儀を活用した宇宙視点の両面から天体の動きを捉えることで、天文分野における「時間的・空間的」な見方について児童生徒の実感を伴った理解を図ることができた。本授業プログラムの感想では、「月の形はどのようにして毎日変わるのがわかりました。」「月の見え方は、月の位置で変わったりすることがわかりました。」「プラネタリウムでは、とてもリアルで良い勉強になりました。」等、月の位置が時間で変わることについて、モデルを用いて確認することで、実感を伴った理解を図ることができたと考える。また、理科担当教員からは、「このプログラムにより生徒の理解が進んだ。また、デジタル地球儀については、球体さえあれば教室でも簡単に利用できるもので、試してみたい。」との感想があり、容易に用いることのできる教材情報を発信することができた。

(2) 課題

現状においては、投影中のデジタル地球儀自体を移動することができないため、地球の年周運動を表現することが難しい。例えば、季節によって見える星座が異なることを表現しようとすると、どうしても授業中にデジタル地球儀本体を動かす必要があるため、今後、専用の台車等を開発して、移動できるようにしていきたい。また、地球儀に利用する球体の大きさは一定のため、天体同士の大きさが正確ではない。例えば、日食を説明する場合、月の影が地球表面に落ち、その影の中に入る地域では太陽が欠けて見えるという概念は理解できても、球体と光源が近いことから、地球と月の大きさの比は正確に表現できない。今後は、スケール感等をどのように表現していくか、工夫をしていきたい。

<注 釈>

注1 コニカミノルタ製「Media Globe Σ」

注2 このシステムは、文部科学省の宇宙利用促進調整委託費(参画機関：京都大学[理学研究科、情報学研究科]、情報通信研究機構、国立科学博物館、静岡大学、静岡科学館：平成21-23年度)、宇宙航空科学技術推進委託費(参画

機関：京都大学、情報通信研究機構、静岡大学、宇宙航空科学技術推進委託費(参画機関：京都大学、情報通信研究機構：平成29-31年度)の援助を受けて、将来の宇宙地球科学・宇宙開発に携わる人材育成を目的に開発された。

<引用文献>

- ※1 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書 p.12 (2017)
- ※2 文部科学省『前掲書』 p.9 (2017)
- ※3 文部科学省『前掲書』 p.13 (2017)
- ※4 文部科学省『前掲書』 p.13 (2017)
- ※5 (独)科学技術振興機構 理数学習支援センター『平成24年度中学校理科教育実態調査集計結果(速報)』 p.62 (2003)
- ※6 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書 p.92 (2017)
- ※7 文部科学省『前掲書』 p.93 (2017)
- ※8 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』学校図書 p.104 (2017)

<参考文献>

- ・泉利明『プラネタリウムの活用－教員研修・授業・生涯学習事業において－』和歌山県教育センター 学びの丘研究紀要(2007)
- ・山崎良雄、間々田和彦、木内誠二『地学教育における時間と空間の認識と概念形成への試み』千葉大学教育学部研究紀要第60巻 433～439頁 (2012)
- ・和歌山県教育センター 学びの丘『理科教育用W型問題解決モデルを意識して構成する中学校理科の学習指導』(2013)
- ・岡田大爾、松浦拓也『天文分野における児童・生徒の空間認識に関する比較研究』図学研究 第48巻 (2015)
- ・国立教育政策研究所『平成30年全国学力・学習状況調査解説資料小学校理科』(2018)
- ・国立教育政策研究所『平成30年全国学力・学習状況調査解説資料中学校理科』(2018)
- ・山口晃弘、江崎士郎『中学校「理科の見方・考え方」を働かせる授業』東洋館出版社(2019)
- ・日本理科教育学会『理科の教育令和2年10月号』東洋館出版社 (2020)
- ・久保田善彦、中野博幸、小松祐貴『月の満ち欠けの学習における空間的視点取得の特徴』理科教育学研究 Vol.61 No.3 (2021)
- ・藤本和久、二本松佳樹『理科において求められる探究活動についての検討』和歌山県教育センター 学びの丘研究紀要(2021)
- ・ダジック・アースデジタル地球儀ホームページ <https://www.dagik.net/>