

原著論文

既習事項や生活経験を基にした予想や仮説を

検証するプラネタリウム学習の実践

～小学校4年生の天文分野において～

小野寺正己（仙台市天文台）

Practice of Planetarium Learning for Examining  
Predictions and Hypotheses Based on Items that Students  
Have Already Learned and Experienced in Their Life.

— In Astronomy for Fourth Grade of Elementary School —

Masami Onodera (Sendai Astronomical Observatory)

### 概要

2020年完全実施の小中学校の新学習指導要領は、「資質・能力の3つの柱」を示している。そして、小学校理科の「三つの柱」は、「知識・技能」、「問題解決能力」、「主体的態度」とまとめることができる。さらに新学習指導要領では、地元の博物館や科学学習センターとの連携・協力も示唆している。そこで本研究では、仙台天文台において小学校4年生のプラネタリウムを使った天文分野の授業を行った。なぜならば、天文分野の授業は、昼間に星が見えないため日常の授業が難しいことから、プラネタリウム学習が有用で効果的であると考えられるからである。このプラネタリウム学習の結果、特に予想や仮説を検証する問題解決学習を行うことが可能となり、新学習指導要領の「三つの柱」の達成に注目した理科学習を提供できたものと考えられる。

(投稿 2018年2月3日 : 受理 2018年10月20日)

### Abstract

The new curriculum guidelines for elementary and junior high schools which will be implemented in 2020 point out “Three pillars of qualities and abilities”. These “three pillars” for science in the elementary schools are thought “knowledges and skills”, “problem solving abilities”, and “proactive attitude”. Additionally, the new curriculum guidelines suggest us to cooperate with local museums and science learning centers. Following the suggestion, we have conducted astronomy classes using a planetarium in Sendai Astronomical Observatory for fourth grade students of the elementary school. The astronomy is difficult subject to learn in daily classes because we cannot see stars in the daytime. The planetarium, therefore, is expected to be useful and effective to learn astronomy. The result of our planetarium learning suggest that we could provide a science class aiming to achieve “three pillars” of the new curriculum guidelines, in particular acquire problem solving abilities by verifying predictions and hypotheses.

(Submitted: 2018/02/03 : Accepted: 2018/10/20)

## 1. 研究の背景

2020年度より完全実施される小学校学習指導要領（以下「新要領」と記載）が、文部科学省（2018）[1]により公示された。新要領の指針となった中央教育審議会答申（文部科学省、2016a [2]）によると、今回の改訂では、全教科にわたり「主体的・対話的で深い学び」が謳われていることが特徴である。また、「何ができるようになるか」を明確化することを目指し、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の「資質・能力の3つの柱」で整理をしたとされている。「資質・能力の3つの柱」について新要領の小学校理科では、それぞれに呼応させ、「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な技能を身に付けるようにする」、「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う」、「自然を愛する心情や主体的に問題を解決する態度を養う」と記載されている。よって小学校理科における「資質・能力の3つの柱」とは、「知識・技能」、「問題解決能力」、「主体的態度」と端的にまとめることができるのではないかと考える。また、「資質・能力の3つの柱」の育成のための中核的な役割として、教科における「見方・考え方」を児童がはたらかせることを各教科の目標としている。小学校の「理科の見方・考え方」については、「身近な自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの問題解決の方法を用いて考えること」と文部科学省（2016b）[3]がまとめている。

一方、小野寺（2018）[4]は、小学校理科の新要領と現在の学習指導要領（以下「現要領」と記載）の目標と内容の比較を行い、新要領は現要領から大きな変化が認められず、現要領で目標となっている事項が、新要領の「資質・能力の3つの柱」の「問題解決能力」に

関わる内容になっていると指摘している。つまり、新要領は現要領の継続的な内容となっていることが伺われる。そのような中、現要領における「博物館や科学学習センターなどと連携、協力を図り、積極的に活用するよう配慮すること」の部分が、新要領においては「積極的に活用すること」と末尾の表現が変更されている。この変更は、内容的な継続ではあっても、新要領の天文分野の学習においては、プラネタリウムを有する社会教育施設等の活用が今以上に求められているものと考えられる。

しかし横倉・平田（2007）[5]は、東京都内の14のプラネタリウム施設における学習投映を視察し、プラネタリウム学習の評価を行い、多くの施設において改善の余地があると指摘している。具体的には、国立教育政策研究所教育課程研究センター（2002）[6]による小学校理科における評価の観点の「自然現象への関心・意欲・態度」、「自然事象についての知識・理解」、「科学的な思考」、「観察・実験の技能・表現」に基づいて評価を行い、「科学的な思考」と「観察・実験の技能・表現」について改善の余地があると指摘している。この「科学的な思考」と「観察・実験の技能・表現」は、新要領の「資質・能力の3つの柱」のうちの「問題解決能力」と「知識・技能」に呼応するものと思われる。よって、横倉・平田（2007）の指摘に対応するプラネタリウム学習は、「関心・意欲・態度」や「知識・理解」のみに偏るのではなく、「問題解決能力」を発揮させるような場としてプラネタリウムを用い、その中で「観察の技能や表現」を發揮できるようにすることが求められるものと考えられる。また、そのようにプラネタリウムを活用することが、「理科の見方・考え方」を用いる場面を作り出し、新要領が目指す「資質・能力」の育成にも寄与できるものと考えられる。

以上を踏まえると、プラネタリウムを有す

る社会教育施設等は、「理科の見方・考え方」を発揮させるような場としてプラネタリウムを活用することが求められているものと考えられる。またそのためには、児童が問題解決の方法を用いることができるようにするため、プラネタリウム学習の前後の学習も含めた単元の学習過程を検討することも必要と考える。

単元の学習過程については、藤本ら(2017)[7]や野原ら(2018)[8]が、新要領に基づいた「主体的・対話的で深い学び」を意識した授業展開を示唆している。一方、具体的事例とは別に小野寺(2018)は、文部科学省(2016b)に準じた小学校理科における学習過程例を作成している。また、野原ら(2018)も理科の授業デザインをまとめている。野原ら(2018)の授業デザインでは、「深い理解を促す過程」として、①：観察、実験の過程の確認、記述、②：変化の要因についての確認、③：比較、条件制御等を通じた観察、実験結果の記述、④：観察、実験結果の整理と解釈による説明、⑤：③と④の内容の概念化と概念の体系化、の5段階があると示されている。この指摘は、文部科学省(2016b)の「理科における資質・能力の例」と多くの部分で呼応している。つまり、野原ら(2018)も小野寺(2018)も文部科学省(2016b)に準じて授業デザインや学習過程を構築したものと考えられる。よって、小野寺(2018)が示した学習過程例の中にプラネタリウム学習も組み込むことで、新要領の目指す授業展開ができるものと考えられる。

以上のような状況に鑑みると、プラネタリウムを持つ社会教育施設等において、新要領を意識し、理科授業の学習過程の中におけるプラネタリウム学習のあり方を検討することは意義あるものと考えられる。

## 2. 研究の目的

プラネタリウム学習が有効となる理科単元

としては、小学校3年生の「太陽と地面の様子」、小学校4年生の「月と星」、小学校6年生の「月と太陽」、中学校3年生の「地球と宇宙」が挙げられる。この中で授業時間において直接観察が難しい単元は、小学校4年生の「月と星」、小学校6年生の「月と太陽」、中学校3年生の「地球と宇宙」と考えられる。そこで、観察が難しい初めての単元である小学校4年生の「月と星」の学習に関して、単元の学習過程の中にプラネタリウム学習を位置づけ、実践を行い、「理科の見方・考え方」を発揮させることができる新要領に対応したプラネタリウム学習のあり方を検討することを本研究の目的とした。

なお文部科学省(2016b)は、「理科における資質・能力」のうち、小学校4年生の学年に応じた力として「見出した問題について既習事項や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を発想する力」を挙げている。よって本研究においては、既習事項や生活経験をもとに予想や仮説を児童に立てさせ、それをプラネタリウムで検証する学習過程とした。

## 3. 研究の方法

### 3.1 調査対象

仙台市天文台では、毎年希望する小学校と連携授業を行っている。連携授業においては、天文台でのプラネタリウム学習だけではなく、その事前学習及び事後学習も天文台職員が行っている。201X年も連携授業の希望があり、その学校の4年生全学級の児童86人を調査対象とした。なお倫理的配慮として、調査結果を学校名や児童個人が特定されることのない範囲で研究発表をすることの承認を学校長から得ている。

### 3.2 調査時期

調査は、以下の段階で行った。

(1) 事前調査 201X年9月

- (2) 事前学習 201X年11月
- (3) プラネタリウム学習 201X年11月
- (4) 事後学習 201X年12月
- (5) 事後調査 201X年12月

### 3.3 調査内容

上記それぞれの調査については、以下のよう  
に実施した。まず、単元全体の学習計画と  
評価基準を表1にあるような展開とした。評  
価の観点には、新要領の「資質・能力の3つ  
の柱」といえる「知識・技能」、「問題解決能  
力」、「主体的態度」を取り入れた。

また、事前学習とプラネタリウム学習及び  
事後学習の授業は、小野寺(2018)の学習過  
程例に基づいた表2のような展開とした。そ  
して、事前学習と事後学習においては、表1  
にある評価の観点にある児童の活動が表出さ  
れているかと対話的な学びがあるかの観察調  
査も行うこととした。観察にあたっては、授  
業者のみではなく、別の観察者の目も通して  
行うこととした。その観察者は、天文台にお  
いて学校教育支援を担当している1名とした。

事前調査は、児童の実態を調べるために、  
亀谷(2014)[9]による「月と星に関する質問」  
(図1)及び小野寺(2017)[10]が行った「空  
間認識能力に影響を及ぼす因子を同定するた  
めの質問」を4年生向けに変更した尺度「天  
文授業に対する学習意識尺度」を実施した。  
さらに事後調査は、事前調査に加え、学校側  
で用意をしている日本標準(2017)[11]の評  
価テストも実施した。小野寺(2017)の調査  
を取り入れたのは、栗原ら(2015)[12]によ  
っても信頼性を確認されている尺度であり、  
「科学への興味・関心」や「理科学習の好感  
度」、「主体的・探求的活動」、「自然・科  
学的活動」、「天文学習への好感度」とい  
った因子を測定していることから、天文学習  
に対する学習意識や主体的な態度を掌握でき  
ると考えたからであった。

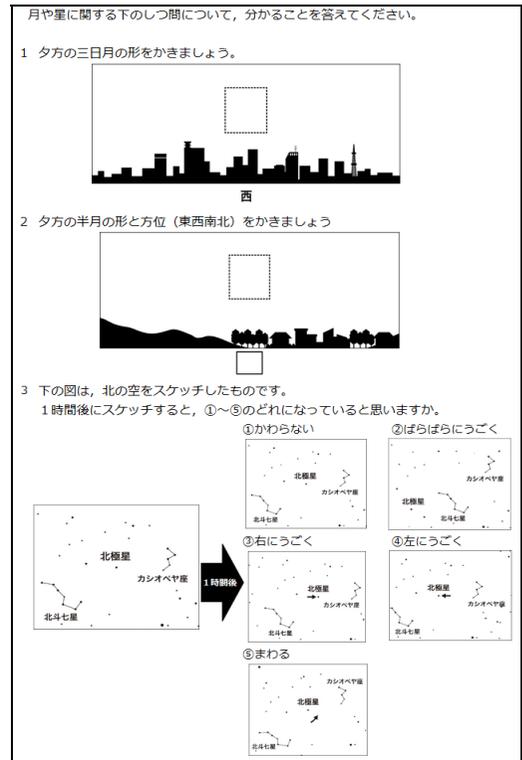


図1 月と星に関する質問

## 4. 研究の結果

研究の結果については、第1次と第4次  
の調査結果、及び第2次と第4次の学校授業  
における評価の観点に照らし合わせた実態観  
察、さらに第3次の天文台学習の児童の感想  
によりまとめることとした。

### 4.1 調査結果

#### (1) 「月と星に関する質問」の調査結果比較

この質問に関しては、亀谷(2014)と同  
様に以下のような得点化を行った。問1につ  
いては、三日月の形が書けた児童が1点。三  
日月の形を逆に書いた児童が0.5点、その  
他の形や未記入を0点とした。問2につい  
ては、上限の月の形が書けた児童が1点。  
形の向きが逆な児童が0.5点。さらに方位  
が正解した

表1 「月と星」の単元学習計画と評価基準

学習活動	評価の観点と方向
第1次：事前調査（1時間）	
<ul style="list-style-type: none"> <li>事前調査への記載を行う</li> <li>①天文授業に対する学習意識尺度</li> <li>②月と星に関する質問</li> </ul>	<p>主：月の形や星の動きに興味を持っている（日常体験の確認）</p> <p>問：球形の物体に光が一方からあつた場合の陰のつき方や見え方について予想を立てることができる。</p>
第2次：事前学習「経験の共有と学習課題設定」（1時間）	
<ul style="list-style-type: none"> <li>月に関わる経験を共有し、月の形や位置に関する仮説を立てる。</li> <li>星や星座に関わる経験を共有し、星の色や明るさ及び星座の位置に関する仮説を立てる。</li> <li>仮説に基づいたプラネタリウム学習での課題の設定をする。</li> <li>星座早見盤の使い方を知る。</li> </ul>	<p>問：月を見た経験を基に、日によって形に違いがある事や見える方位が違うことに気づくことができる。</p> <p>問：星や星座を見た経験を基に、星は明るさや色の違いがあることや、季節によって見える星座が違うことに気づくことができる。</p> <p>問：月や星が時間変化に伴い見え方が違う予想を立てることができる。</p> <p>主：グループ毎の話し合いを基に、仮説を立て、それを確かめるための課題を設定することができる。</p> <p>知：星座早見盤の使い方を知り、日にちと時間を変更し、その日時に見ることでできる星空を導くことができる。</p>
第3次：天文台学習（2.5時間）	
<p>プラネタリウム学習（3クラス合同）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>月の形が日によって違うことを観察する。</li> <li>月が時間とともに動いていることを観察する。</li> <li>星の明るさや色の違いを観察する。</li> <li>星が時間とともに動いていることを観察する。</li> <li>日時が違う星空を、星座早見盤を使って呼応させ、観察する。</li> </ul>	<p>知：日にちの違う月の日周運動の観察や月位相をまとめた画像から、月の形が日によって違うことを理解する。</p> <p>問：予想に基づいて、月が時間とともに動いていることを観察できる。</p> <p>問：星空を観察し、星の色や明るさの違いに気づく。</p> <p>知：星の日周運動を観察し、星座の形を変えずに星が時間とともに動いていることを知る。</p> <p>知：星座早見盤を使って、星座や1等星等の名前を呼応させることができる。</p> <p>主：プラネタリウムでの星座解説を聞き、実際の星空でも星座を探そうとする。</p>
<p>展示学習（生活班毎）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>学習のしおりを使い、月の位相についてのまとめを行う。</li> <li>学習のしおりを使い、天文学に関わる発展的な学習を行う。</li> </ul>	<p>知：プラネタリウムで確かめた月の位相変化について、形を記述することで、理解を深める。</p> <p>主：学習のしおりや展示物を使い、既習事項に留まらない天文学に関わる発展的な学習を行う。</p> <p>主：友達と協力をして、学習のしおりをまとめる作業を行う。</p>
<p>望遠鏡学習（クラス毎）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>望遠鏡の性能を決める要因について知る。</li> <li>望遠鏡を使って星の観察をする（晴天時）。</li> </ul>	<p>知：望遠鏡性能は、主鏡や対物レンズの大きさが一番大きな要因であることを知る。</p> <p>知：望遠鏡をのぞき、星を見つけることができる。</p> <p>主：望遠鏡の解説を聞き、自分なりの疑問や興味を持つことができる。</p>
第4次：事後学習と事後調査（2時間）	
<ul style="list-style-type: none"> <li>学習のしおりと教科書を使って月及び星や星座に関わるプラネタリウムでの観察学習の振り返りを行う。</li> <li>教科書を使って、グループ毎にプラネタリウム学習のまとめと発展問題の検討をする。</li> <li>冬の星空を個々に見ることができるように星座早見盤を使って、冬の星座を確認する。</li> </ul>	<p>知：月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わることを理解する。</p> <p>知：空には、明るさや色の違う星があることを理解する。</p> <p>知：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、位置が変わることを理解する。</p> <p>知：星座早見盤が自由に使えるようになる。</p> <p>主：仲間と協力して、教科書を使って、グループ毎にプラネタリウム学習のまとめと教科書の発展問題の検討をする。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>学校で用意する確認テストを行う。</li> <li>事前調査の変容を確かめるため、再度同じ調査を行う。</li> </ul>	<p>問：学んだことを活かして、空間認識を検討しようとする。</p> <p>知：事前調査で分からなかったことが分かるようになる。</p>

※「評価の観点と方法」には、新学習指導要領の「資質・能力の3つの柱」を記載。

知：知識・技能、 問：問題解決能力、 主：主体的態度

表2 事前学習・プラネタリウム学習・事後学習の授業概要と児童の活動状況

		学習過程例 (探究の過程)	授業概要
事前学習	課題の把握 (発見)	自然事象に対する気づき	<p>【導入】</p> <p>①授業者の自己紹介</p> <p>②学習内容の確認</p> <p>・今日の授業のめあて「天文台で学ぶことを決めよう」</p> <p>【展開】</p> <p>③日常体験の共有</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・月や星を見たことがあるか</li> <li>・三日月や満月をいつ見たか</li> <li>・星座を知っているか</li> </ul> <p>&lt;児童の活動状況&gt;</p> <p>・月はどんな形だったか</p> <p>・三日月や満月の方位はどちらだったか</p> <p>・夏と冬で見える星座は同じか</p> <p>方位を意識している児童が少ない</p>
	課題の探究 (追究)	問題の見出し及び 予想・仮説の設定	<p>【展開】</p> <p>④学習課題の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日常経験から予想される月や星の運動のきまりについての仮説を立てる。</li> <li>・仮説の設定を基に観察学習で明らかにしたいことを設定する。</li> </ul> <p>&lt;児童の活動状況&gt;</p> <p>月は毎日形が違う</p> <p>月も動いているのではないか</p> <p>月が見えている方位がどうなっているのかを調べたい</p> <p>星は動いているのではないか</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・めあての具現化</li> </ul> <p>&lt;児童の活動状況&gt;</p> <p>月の形の違いや見える時間・方位のきまりを調べよう</p> <p>星や星座についてのきまりを調べてみよう</p> <p>⑤星座早見盤の使い方の学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・星座早見盤の使い方の説明を聞き、実際に使ってみる。</li> <li>・星座早見盤を使うことで星の動きに関するきまりについて予想を立てる。</li> </ul>
		検証計画の立案	<p>【終結】</p> <p>⑥学習課題の確認</p>
プラネタリウム学習		観察・実験の実施	<p>【展開】</p> <p>○プラネタリウムにて課題の確認を行い、課題に基づいた観察を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日にちの違いによる月位相変化</li> <li>・星の明るさや色の違い</li> <li>・星座早見盤と星空の呼応</li> <li>・月の日周運動</li> <li>・星の日周運動</li> </ul>
事後学習	課題の解決	結果の処理	<p>【展開】</p> <p>①観察学習の振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・観察学習における課題の結果について言語化し、まとめる。</li> </ul> <p>&lt;児童の活動状況&gt;</p> <p>月は太陽と同じで、東から南を通して西にしずむ</p> <p>月の形は日によって変わる</p> <p>星は、南では月や太陽と同じ動きだけど、北では北極星を中心に反時計回りに動いている</p> <p>星のならばは、時間が変わっても変わらない</p>
		考察や結論の導出	<p>【展開】</p> <p>②課題のまとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・個々または班毎に出された結果をまとめ、課題のまとめを行う。</li> </ul> <p>③発展学習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・教科書にある問題を解き、まとめの確認を行う。</li> <li>・星座早見盤の使い方の練習をする。</li> </ul> <p>【終結】</p> <p>④単元を通しての感想の共有</p> <p>⑤新しい課題の設定（冬にも星座早見盤を使って星座を探そう）</p>

場合にはさらに1点の加算とした。それ以外の児童は0点とした。問3については、正解の児童が1点。不正解の児童を0点とした。

以上の集計を受け、事前と事後の得点に関して対応のある  $t$  検定を行った。その結果、表3に示すように、問1以外の問いにおいて有意な得点の上昇がみられた。よって、本研究の実践により、新要領における月や星に関わる「知識・技能」の定着が認められた。なお問1に関しては、事後得点が事前得点より高くなっているものの、事前得点がある程度高かったことから有意な差が出なかったものとする。

表3 「月と星に関する質問」の得点の変容

問	事前得点 (標準偏差)	事後得点 (標準偏差)	$t$ 値
1	.79 (.35)	.83 (.33)	1.00 n.s.
2形	.69 (.39)	.84 (.32)	2.64 **
2方位	.18 (.38)	.39 (.49)	3.01 **
3	.24 (.43)	.71 (.46)	6.90 ***
合計	1.89 (.85)	2.77 (.91)	6.97 ***

\*\*\*: $p < .001$ , \*\*: $p < .01$

n. s. は非有意(not significant)の意味

また、日本標準(2017)の150点満点の評価テストでは、全児童の平均得点が132.1点であり、9割近い得点が得られていた。なお、本テストは3つの50点満点の小項目で構成されており、「知識・理解」、「技能」、「思考表現」の順に48.9点、42.0点、42.8点が全児童の平均点であった。本テストは現要領の評価基準であるが、「知識・理解」と「技能」は新要領の「知識・技能」に呼応する。また「思考表現」は、新要領の「問題解決能力」に呼応する。よって本研究の実践により、

新要領における月や星に関わる「知識・技能」及び「問題解決能力」の定着及び変容があったものとする。

## (2) 「天文授業に対する学習意識尺度」の調査結果比較

小野寺(2017)は、栗原ら(2015)が作成した空間認識能力影響因子調査の追試を行い、中学生と小学校6年生の因子が違うことを明らかにした。本研究においても、発達段階的に小学校6年生と4年生でも違いがあると考えられることから、再度因子分析を行うこととした。その結果、栗原ら(2015)や小野寺(2017)とは違い、表4に示すように5因子構造であることが明らかとなった。小野寺(2017)で抽出されていた「科学への興味・関心」と「主体的・探求的活動」の因子が1つの因子となり「科学・天文への興味・関心・活動」因子になったものと解釈した。この結果を受け、因子2及び因子4、因子5の変容を検討することで、天文学習及び理科に対する学習意識や主体的な態度を測定することが可能と判断した。なお尺度の信頼性に関しては、クロンバックの $\alpha$ 係数を求め、それぞれ.86、.69、.87であり、信頼性があることも確認した。

以上の結果を受け、授業の事前と事後による得点の変容を対応のある  $t$  検定により確認した。その結果、表5の通り、「天文学習への好感度」の因子得点が有意に向上していることが明らかとなった。よって、本研究の実践によって、新要領における月と星に関する「主体的態度」の変容が認められたものとする。

## 4.2 事前及び事後学習における児童の活動

上記4.1の結果から、本研究の実践による新要領の「資質・能力の3つの柱」の定着及び変容を統計的に確認することができた。し

かし、それぞれの柱を質問紙で的確に測定しているとは言い難いとも考える。特に「主体的態度」については、「天文学習への好感度」因子のみの測定となっており、主体的態度の部分的な測定ともいえる。そこで本研究では、観察でも児童の状況を確認することとした。具体的には、事前学習及び事後学習において、表1にある評価の観点の活動及び「対話的な学び」が表出されているかに関して、2人の観察者により観察を行い、2人の観察が同一見解となった児童の状況を抽出することとした。

その結果、表6にまとめられたように、表1に挙げた「資質・能力の3本柱」の評価基準に関してもある程度達成できたのではないかと考えられた。よって、新要領の「資質・能力の3つの柱」の定着及び変容に関する統計的検討の裏付けも得ることができた。また、授業中における「対話的な学び」も、表6に記載したような姿を確認することができた。このことから、「理科の見方・考え方」を発揮させる学習過程が、「対話的な学び」につながることも確認できたと考える。

表4 「天文授業に対する学習意識尺度」の因子分析結果

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
<b>因子1「算数学習への好感度」</b>					
算数が好き	<b>.84</b>	.03	-.16	-.04	.07
算数の図形問題が好き	<b>.68</b>	.06	.06	.09	-.07
立方体などの立体をかくことが得意	<b>.61</b>	-.19	.02	.13	.03
算数の文章を読んで式を立てる問題が好き	<b>.57</b>	.19	-.05	.04	-.04
算数の応用問題が好き	<b>.91</b>	-.09	.00	-.08	.03
算数の問題をとくときに、問題が分かるように線や図をかく	<b>.52</b>	.13	.17	-.06	-.02
<b>因子2「科学・天文への興味関心・活動」</b>					
地球やうちゅうを調べることにきょうみがある	.06	<b>.48</b>	.05	.05	.08
科学・ぎじゅつについてのニュースや話題に関心がある	.24	<b>.45</b>	.22	-.09	.02
月や星を見るのが好き	-.08	<b>.97</b>	-.18	.02	.01
星にまつわる神話にきょうみがある	-.01	<b>.67</b>	-.09	.12	.04
月や星雲、ぎんがなどの写真を見るのが好き	.08	<b>.73</b>	.02	-.04	-.13
ぼうえん鏡やそうがん鏡を使って星などをよく見る	-.17	<b>.42</b>	.29	.03	.05
<b>因子3「自然・科学的体験」</b>					
家の人や友達とよくハイキングや山登りに出かける	.00	-.01	<b>.78</b>	-.07	-.09
家の人や友達とよく川や海へ出かける	.04	-.22	<b>.71</b>	.13	-.01
科学館や自然に関する博物館によく出かける	-.08	.2	<b>.52</b>	-.04	.15
<b>因子4「理科学習への好感度」</b>					
理科が好き	.10	.14	.03	<b>.68</b>	-.01
理科の学習は面白い	-.02	.01	.01	<b>1.00</b>	.00
<b>因子5「天文学習への好感度」</b>					
3(4)年生で学習した太陽の動き(月や星)の学習は好きだ(った)	-.01	-.05	-.07	-.01	<b>1.06</b>
3(4)年生で学習した太陽の動き(月や星)の学習はとくいだ(った)	.09	.05	.11	.01	<b>.65</b>
因子相関係数	因子2	.61			
※すべて1%水準で有意	因子3	.38	.49		
	因子4	.55	.65	.34	
	因子5	.54	.59	.50	.54
	α係数	.82	.86	.89	.87

表5 「天文授業に対する学習意識尺度」の因子得点の変容

因子	事前得点 (標準偏差)	事後得点 (標準偏差)	t値
1	17.73 (4.66)	18.21 (4.41)	1.22 n.s.
2	17.88 (4.28)	17.81 (4.31)	-.17 n.s.
3	6.80 (2.44)	6.93 (2.89)	.45 n.s.
4	7.09 (1.46)	6.99 (1.49)	-.64 n.s.
5	5.00 (2.02)	6.12 (1.89)	4.81 ***

\*\*\*:  $p < .001$

n. s. は非有意(not significant) の意味

統計的な検討及び観察による検討を行ったが、さらに児童自身の学習に関する受け止め方を確認し、新要領の「資質・能力の3つの柱」の定着及び変容の状況を検討することとした。具体的には、事後学習において児童に記載させた天文台学習に関する感想のとりまとめも行った。その結果、以下のような共通の感想が挙げられた。

これらの感想から、プラネタリウム学習において「理科の見方・考え方」をはたらかせ、月や星の動きに関して時間的・空間的な関係の把握を行ったことが伺われる。また、展示学習や望遠鏡学習を通して「天文学習への好感度」が高まり、「主体的態度」も発揮されたのではないかと考える。

### 4.3 天文台学習における児童の感想

ここまでに本研究の実践の結果に関して、

表6 事前授業及び事後授業において観察された児童の活動

知識・技能		問題解決能力		主体的態度		観察された対話的な学び
評価の観点	表出	評価の観点	表出	評価の観点	表出	
<事前> 星座早見盤の使い方を 知り、日にちと時間 を変更し、その日時に 見ることのできる星空 を導くことができる。	◎	<事前> 月を見た経験を基に、 日によって形に違いが ある事や見える方位が 違うことに気づくこと ができる。	○	<事前> グループ毎の話し合い を基に、仮説を立て、 それを確かめるため の課題を設定すること ができる。	◎	既存の月や星に関する知識 を活かし、話し合いで予想 という形で新しい情報に統 合する。
<事後> 月は日によって形が 変わって見え、1日の うちでも時刻によって 位置が変わることを理 解する。	◎	<事前> 星や星座を見た経験を 基に、星は明るさや色 の違いがあることや、 季節によって見える星 座が違うことに気づく ことができる。	◎	<事後> 仲間と協力して、学習 のまとめをしたり発展 的な問題を解いたりす る。	◎	学習した内容を、グルー プ毎に言葉としてまとめる。
<事後> 空には、明るさや色の 違う星があることを理 解する。	◎	<事前> 月や星が時間変化に伴 い見え方が違う予想を 立てることができる。	○			それまで知らなかった知識 (星座早見盤の使い方)を 協同で確かめあう。
<事後> 星の集まりは、1日の うちでも時刻によつて 並び方は変わらない が、位置が変わること を理解する。	◎					仲間と一緒に様々な知識や 見方を使って新しい問題に 適用する。
<事後> 星座早見盤が自由に 使えるようになる。	◎					

<表出の凡例> ◎: 「十分行われている」、○: 「ある程度行われている」、×: 「まったく行われていない」

(1) プラネタリウム学習

- ・星の動きが分かった
- ・星の明るさがそれぞれちがうことがわかった。
- ・星は月と太陽と同じ動きだった。
- ・日によって月の形が違う。
- ・プラネタリウムがきれいだった。
- ・星座がたくさんあることがわかった。

(2) 展示室学習

- ・いん石をさわられて良かった。
- ・昔の人のうちゅうかん（宇宙観）が面白かった。
- ・問題（学習のしおり）を解くのが楽しかった。
- ・展示室でいろいろなことがわかった。
- ・月のうらがわのことがわかっておもしろかった。

(3) 望遠鏡学習

- ・ベガが見られてよかった。
- ・昼なのに星が見えてすごかった。
- ・望遠鏡が鏡でできていることがわかった。
- ・本当の星が見られなくて残念だった。（このクラスは曇っていて観望できず）
- ・望遠鏡が動くところやしきみがおもしろかった。

5. 考 察

研究の目的で記した通り、文部科学省（2016b）は、「理科における資質・能力」のうち、小学校4年生の学年に応じた力として「見出した問題について既習事項や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を発想する力」を挙げている。よって、小学校4年生の天文分野の学習においても、予想や仮説の設定、及び検証計画立案の指導が重要といえる。しかし、天文分野の学習においては、予想等の検証が自宅での宿題になるのかプラネタリ

ウムにおける一斉授業になるのかで検証計画は大きく違ってくる。

そこで本研究では、既習事項や生活経験をもとに予想や仮説及び学習課題を児童に立てさせ、それをプラネタリウムにおいて検証をする学習過程とした。その学習の結果、児童が「理科の見方・考え方」をはたらかせ学習し、小学校理科における「資質・能力の3本柱」の定着及び変容が確認された。

この結果から、本研究の目的である「単元の学習過程の中にプラネタリウム学習を位置づけ、実践を行い、『理科の見方・考え方』を発揮する新要領に対応したプラネタリウム学習のあり方を検討する」に関する方向性も明らかになったものとする。具体的には、まず学校側は、日中の一斉授業において予想や仮説の検証が難しい天文分野に関しては、プラネタリウム学習を含む学習過程にすることが望まれる。そのことで、予想等の検証を宿題にすることなく、一斉授業において「時間的・空間的な関係」を検証させる問題解決学習の環境が確保でき、結果として「理科の見方・考え方」を発揮する環境や場面を作り出すことができるのである。一方、プラネタリウム施設側は、学校来館時に投映をするだけの関わりに留まるのではなく、単元全体の学習過程の中でのプラネタリウム学習の位置づけを学校側と明確に行い、それをふまえた上で、問題解決学習となる投映を行うことが望まれるのである。

なお本研究の課題として、小学校理科における「資質・能力の3つの柱」を測定している尺度についての検討が必要と考える。特に本研究では、「主体的態度」を「天文学習への好感度」の因子得点で測定をした。しかし、この測定だけでは、総合的な「主体的態度」の測定は難しいと考える。よって、小学校理科における「資質・能力の3つの柱」を測定する尺度の開発に関しては今後の課題と考え

る。

また、効果測定における対照群の不在も課題として挙げられる。学校現場における実証研究においては、対照群の設定が実践校に認められない場合が多い。また、プラネタリウム等の校外学習が学年一斉に行われることが一般的であることから、時間差を用いた対照群の設定も難しいことが多い。そのような状況を踏まえつつも、教育現場が受け入れられる環境を整理しながら、科学的な精度を高めるための工夫が必要と考える。

## 文 献

- [1] 文部科学省 (2018) 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編
- [2] 文部科学省 (2016a) 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)
- [3] 文部科学省 (2016b) 理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/\\_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376994.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376994.pdf)
- [4] 小野寺正己 (2018) 『学級環境の視点を入れた「主体的・対話的で深い学び」とは—小学校理科に注目して—』, 学級経営心理学研究, 7 : 59-67.
- [5] 横倉圭・平田昭雄 (2007) 『小学校理科学習におけるプラネタリウムの有効性』, 日本科学教育学会研究会研究報告, 21-4 : 57-60.
- [6] 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2002) 評価基準の作成, 評価方法の工夫改善のための参考資料 (小学校) —評価基準、評価方法等の研究開発 (報告) —  
<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/houkoku/ssrika.pdf>
- [7] 藤本義博・佐藤友梨・益田裕充・小倉恭彦 (2017) 『主体的・対話的で深い学びを促進する教師の発話による働きかけに関する実証的研究—小学校 5 年生「川の働き」の授業において—』, 理科教育学研究, 58 : 159-173.
- [8] 野本博人・和田一郎・森本信也 (2018) 『主体的・対話的で深い学びを実現するための理科授業デザイン試論とその実践』, 理科教育学研究, 58 : 293-309.
- [9] 亀谷光 (2014) 『小学校と天文台の連携による単元まるごと学習の実践』, 2014 年天文教育普及研究会年會集録, pp.46-49.
- [10] 小野寺正己 (2017) 『小学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデルの検討』, 理科教育学研究, 58 : 175-181.
- [11] 日本標準 (2017) 理科パワーアップテスト  
[http://www.nipponhyojun.co.jp/item\\_kyozai/理科パワーアップテスト](http://www.nipponhyojun.co.jp/item_kyozai/理科パワーアップテスト)
- [12] 栗原淳一・濤崎智佳・小林辰至 (2015) 『中学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデル』, 理科教育学研究, 56 : 325-335.

小野寺 正己

m0705ono@goto.co.jp