

就実大学教育学部初等教育学科

平成29年度

# 卒業研究

題 目

時間・空間概念を育む理科授業の構想

ープラネタリウムの番組作りを通してー

学籍番号 5114053

氏 名 玉 井 領

指導教員 福 井 広 和

## 目次

### 第1章 序論

1. 動機
2. 背景
3. 問題の所在

### 第2章 予備調査

1. 学問的背景
  - (1) 小学校指導要領における系統と目標
  - (2) 教科書で示される「月と星」单元について
2. 先行研究
  - (1) 簡易プラネタリウムを作成し、天体の動きを観察する例
  - (2) 簡易プラネタリウムと組み立て式ドームによる天体の動きの観察

### 第3章 教材開発

1. 打ち合わせ
2. 大学とサイピアとの連携協定
3. 番組作成
4. マニュアル作成
5. 実態調査問題作成

### 第4章 授業実践

1. 事前準備
2. 授業実践
3. 授業の実際
4. 調査結果
5. 授業を終えて
6. 授業実践(2)
7. アンケート作成
8. 実際の授業
9. 調査結果

### 第5章 考察および改善案

#### 【引用・参考文献】

## 第1章 序論

### 1. 動機

私は、星が好きである。物心ついた頃、星を暗い夜空の中で見ていて周りの景色の中に一点光っているという事がとてもきれいで、不思議で、魔法のように感じたからである。そして、小学校の理科の授業中に先生が言った「この星の光は一万年前のものかもしれないですよ。だから、もしかしたらこの星はもうないかもしれませんね」という言葉が今でも印象に強く残っている。だから、将来小学校の教師になった際には子供たちに星や月などの美しさや神秘さを教えて感動してもらいたいと強く思っている。

私が星と同じくらい好きなのが、タイムマシンを題材にしたSF映画である。主人公はタイムマシンに乗り過去や未来をまたにかけ冒険する。私は作品の鍵になるタイムマシンに非常に関心を持った。「未来にどんな物があるのだろう」「恐竜を実際に見てみたい」など科学的な事象を想像していた。時間や空間を自由に操ること、それが私の主題の根幹にある。教育実習では6年生のクラスに一ヶ月間お世話になった。そこで理科の「月と太陽」の学習を参観させていただいた。指導者の先生の熱意とは裏腹に、子供たちは星や月、宇宙のことにあまり興味・関心を示してはいなかった。実際に触れない、時間的に観察もできない難しさを感じた。

「自然に親しむ」。理科の学習指導要領の目標の一節である。子供たちに一番大切にしてもらいたい目標である。星の美しさや月の動きの規則性、宇宙の広大さなど、自然界の事象には私たち人間の思惑では決して抗うことのできない摂理がある。自然を学ぶことで人のちっぽけさを知り、謙虚な気持ちを知ってもらいたい。そんな子供を育てる研究にしたい。

## 2. 背景

自分の体験を通して、「月と太陽」という単元の授業の難しさ、扱いにくさを感じた私は、まずその授業づくりにおける先行研究について調べてみた。

関川は、『小学校第6学年理科「月と太陽」の授業づくり-児童の実感を伴う理解にもとづく学習意欲の向上を目指して-』において次のように述べている<sup>1)</sup>。

小学校理科において、第6学年で扱う「月と太陽」は教員にとってもっとも指導が難しい単元であると認識されている。また、教員からは理科に関するすぐに使える優れた教材や指導法に関する情報が求められている。

また栗原は、次のように述べている<sup>2)</sup>。

- 「月と太陽」の単元の学習内容を児童に理解させにくい要因として、
- ・「時間や天候の制約を受けるため、月や太陽を観察させにくい」
  - ・「月の満ち欠けの仕組みを日常生活の体験と結び付けてとらえさせにくい」
  - ・「教材が不十分な上、内容の指導計画に沿って整理されていない」

上記から、「月と太陽」という単元は、教員にとってもっとも指導が難しい単元であり、教員は優れた教材や指導方の情報が求められているということ、また、指導の際に野外観察が行いにくい点、日常生活の体験と結びつきにくい点、教材研究の整理が難しい点の3点にあることが分かった。つまり、多くの小学校教員にとって、「月と太陽」などの野外観察を伴うものや、観察物に直接触れさせてあげることのできにくい、地学分野の単元を苦手意識をもって授業に臨んでいるのではないかと考えた。

田口瑞穂は『小学校理科地学分野における野外観察学習の指導改善に関する実践研究』のなかで、天文領域における野外観察学習の実施状況と、教員が困難を感じる指導上の場面を尋ねた結果、次のように述べている。<sup>3)</sup>

- ・多くの教員は、月や太陽、星の動きの学習指導に困難をかかっていること。
- ・それらの困難は、夜に月や星の観察学習を直接指導できないことや、月と太陽の位置関係がわかるような観察や記録を行わせる指導にあること。
- ・理科専攻教員の月の観察学習やモデル実験の実施率が高いこと

つまり「月と太陽」という単元だけでなく、天文領域として大きくみた場合に第4学年で指導する星の動きなどの学習指導にも困難を感じており、それらの困難の原因として観察学習を直接指導できない点を挙げている。

また、小学校の野外観察の実態について三橋・中村は『小学校教師の理科野外観察に関する実態調査』（2010）において、次のように述べている<sup>4)</sup>。

小学校教師が観察・実験指導で最も問題とする点は、動植物の採集、飼育、栽培に対する自身の経験の無さや技術的不安である。また、小学校教員は高学年ほど理科の指導内容に困難さを感じ、扱いにくい教材は、地学教材、次いで動物教材である。

また同論文では、東京書籍、大日本図書、啓林館、学校図書の教科書をもとに4社の教科書に共通して野外観察を扱っている単元を調べたところ、14単元にのぼり、野外観察の実施状況について、次のように示している。

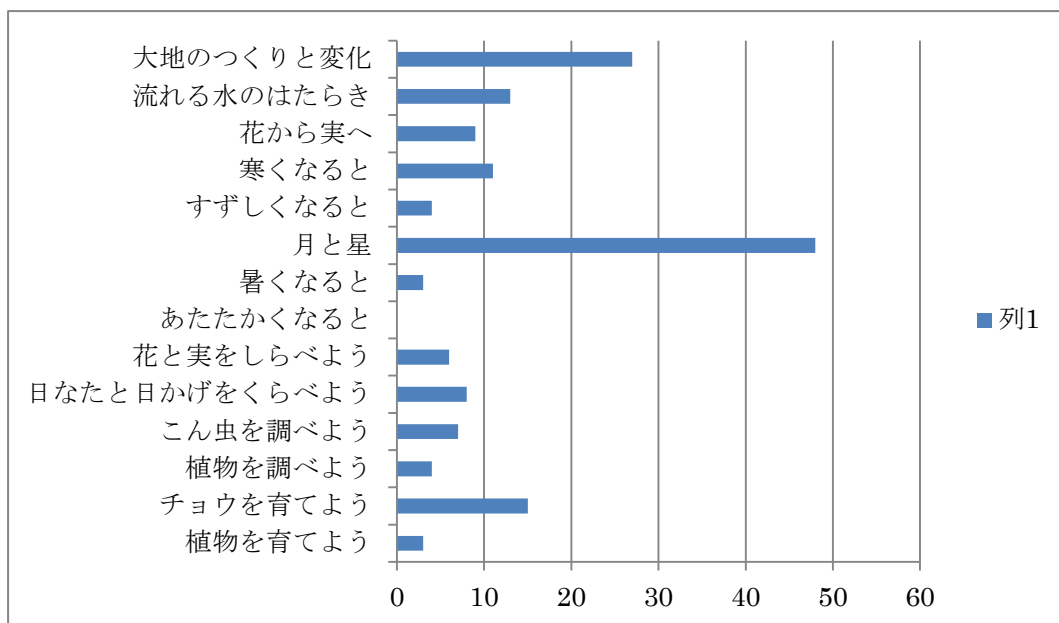


図1 野外観察を行っていないと回答した割合  
 ※三橋の調査結果より、玉井が作成

上図より、第4学年で行う「月と星」単元が圧倒的に野外観察されていないことが分かる。さらに、同論文では図1の結果をさらに教師の性別と教職経験年数によって次のように分析している。

表1. 各単元で「行っていない」と回答した教員の特性

単元名	男性の割合	最も回答数の多かった教職経験年数	最も回答数の多かった好きな分野	生物・地学分野の野外観察指導に対する自信で否定的な回答の割合
月と星	62.7 (56.5)	20-25年未満 (20-25年未満)	生物 (生物)	88.1 (69.1)
大地のつくりと変化	73.7 (72.6)	20-25年未満 (20-25年未満)	生物 (生物)	86.8 (72.6)
チョウをそだてよう	42.1 (62.8)	20-25年未満 (20-25年未満)	生物 (生物)	89.5 (73.9)
流れる水のはたらき	81.3 (79.5)	20-25年未満 (20-25年未満)	生物 (生物)	87.5 (75.0)
寒くなると	61.5 (59.1)	20-25年未満 (20-25年未満)	生物 (生物)	77.0 (76.9)

( )の中は、何らかの時間「行なった」と回答した教員のデータ

※三橋の調査結果より、玉井が作成

表1を見ると、若手の教員だけではなく何年間も教卓に立ち続けた人の中にも、「月と星」の野外観察指導に対しては自信がないという声が多いことがわかった。

また同論文では理科野外観察を行う上での問題点を回答数が多かった順に次のように示している。

「専門的知識の不安や指導技術の不足」
「天候が関係して学習計画を立てにくい」
「観察場所への移動時間がかかる」
「安全面、衛生面が心配」
「準備や後片付けに時間を要する」

これらの問題点から、教育現場で天体学習の野外観察が直接的な指導のもと行えていない現状が推察できる。このままでは子供たちは、天文に興味を持ちにくくなったり、授業がわからなくなったりするために、おもしろく感じなくなったりして、6年生で学習する「月と太陽」中学校3年生で学習する「天体の動きと地球の自転・公転」「太陽系と恒星」の学習の際にも少なからず影響を及ぼすものではないかと考えた。

また、教師の場合も、指導の際に専門的な知識の不安や、技術不足を感じているため、子供たちにこの単元の中で本当に身につけさせなければならない力を十分に与えてやれないのではないかと考えた。

そこでこれからの教育にどのような授業展開や目指す子供たちの姿が必要なのか文部科学省教育課程企画特別部会における論点整理について調べてみた<sup>5)</sup>。教育課程企画特別部会では、次期改訂の視点として学習活動の示し方や「アクティブ・ラーニング」の意義等について次のように述べている。

教員一人一人が、子供たちの発達段階や発達の特性、子供の学習スタイルの多様性や教育的ニーズと教科等の学習内容、単元の構成や学習の場面等に応じた方法について研究を重ね、ふさわしい方法を選択しながら、工夫して実践できるようにすることが重要である。

- i) 習得・活用・探求という学習プロセスの中で、問題発見・解決を念頭に置いた深い学びの過程が実現できているかどうか。
- ii) 他者との協働や外界との相互作用を通じて、自らの考えを広げ深める、対話的な学びの過程が実現できているかどうか。
- iii) 子供たちが見通しを持って粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる、主体的な学びへの過程が実現できているかどうか。

このようにこれからの教育は、教員一人一人が子供の学習スタイルの多様性や教育ニーズに合わせてながら教材研究する必要があり、深い学び・対話的な学び・主体的な学びの重要性が高まっていることが分かった。

しかし、現状の「月と星」単元は、授業の中で実際の月や星を見て観察学習するための野外観察を様々な理由から行うことが困難であり、現場で働いている教師も指導の際に専門的な知識の不安や、技術不足を感じている現実がある。

こうした背景をもとに、本研究では、理科授業における主体的・対話的な深い学びの在り方について、特に第4学年の「月と星」を通して検討していくことにした。



### 3. 問題の所在

前項では、時代の要請としてアクティブ・ラーニングによる主体的で対話的な深い学びが求められているにもかかわらず、天文分野に関して言うと野外観察の実施率が様々な理由から低いことが分かった。また、指導する教員に関しても「月と星」の単元の指導に困難さを感じており、フィールドでの観察や問題解決的な学習ができていない実態が明らかになった。

そこで本研究では第4学年「月と星」単元を対象として、理科授業における主体的・対話的な深い学びについて研究していこうと考える。本研究では以下の2点の課題の解決を目指す。

1. 理科学習における主体的・対話的な深い学びを成立させるには、どのような学習活動を行う必要があるのか。
2. 現在、野外観察の実施率が低く、対象に直接触れることのできない単元である「月と星」について、どうすれば実感の伴った学びにすることができるのか。

## 第2章 予備調査

前章では、主体的・対話的で深い学びを成立する必要性とともに、「月と星」単元における実感を伴った学びにするための教材研究を行っていく必要があることを述べた。本章では、小学校指導要領や教科書、先行研究をもとに予備調査を行う。

### 1. 小学校指導要領における系統と目標

「月と星」の単元は B 区分の「生命・地球」領域に含まれている。この単元は第3学年「B(3)太陽と地面の様子」の学習を踏まえて、「地球」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「地球の周辺」にかかわるものであり、第6学年「B(5)月と太陽」、中学校第3学年「天体の動きと地球の自転・公転」、「太陽系と恒星」の内容につながっている。

また、小学校指導要領解説理科編によると、本単元の目標は以下のように示されている<sup>6)</sup>。

月や星を観察し、月の位置と星の明るさや色及び位置を調べ、月や星の特徴や動きについての考えを持つことができるようにする。

ア 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。

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。

また、ここでは、天体について興味・関心をもって追求する活動を通して、月や星の動きと時間の経過とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、月や星に対する豊かな心情を育て、月や星の特徴や動きについての見方や考え方をもちつことができるようにすることがねらいとして記されている。このように「月と星」の単元は小学校高学年から中学校にかけての地学分野の天文領域において理科教育の重要な基礎となる単元である。

「月と星」の単元を通して、月や星の動きと時間の経過とを関係付ける能力を子供たちに身につけさせなければならないことが分かった。この能力を育てるために、指導に当たっては次のように記されていた。

ここでの指導に当たっては、実際に月や星を観察する機会を多く持つようにし、天体の美しさを感じとる体験の充実を図る。また、方位磁針による方位の確認や観察の時間の間隔など、定点観察の方法が身に付くようにする。月や星の動きについて、映像や模型などを活用することが考えられる。さらに、移動教室など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積極的に活用することが考えられる。

指導に当たっての記述により、実際に月や星を観察する機会の確保、方位や時間の変化と月や星の動きの関係付けとを、映像、模型、プラネタリウムを活用しながら学んでいくことが必要だと考えた。その中でも、プラネタリウムを活用することは、月や星の動きをただ見るだけでなく、時間や空間を動かしながら自由に観察できるので、月や星の動きを立体的に子供たちが理解することができるのではないだろうか考える。

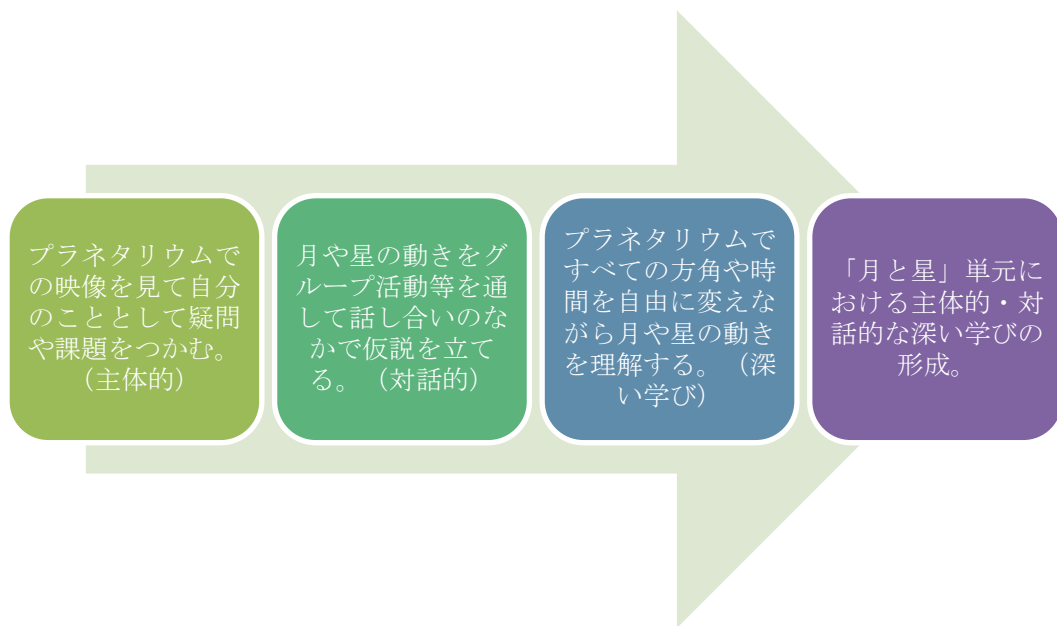


図 2. 「月と星」單元におけるプラネタリウム活用の効果

## 2. 教科書で示される「月と星」單元について

教科書の内容は、出版社や年度によって異なっている。教科書に記載されている「月と星」の内容の違いについて、東京書籍の教科書を調べる。対象とした教科書は以下の通りである。

### (1) 調査対象

- ① 『新編新しい理科 4 上』星、昭和 51 年度
- ② 『新編新しい理科 5 上』星の動き、昭和 51 年度
- ③ 『新しい理科 5 上』星の動き、昭和 55 年度
- ④ 『新編 新しい理科 5 上』星、昭和 61 年度
- ⑤ 『新編 新しい理科 5 下』星の動き、昭和 61 年度
- ⑥ 『新しい理科 6 上』夏の星、平成 4 年度
- ⑦ 『新しい理科 6 下』星の動き、平成 4 年度
- ⑧ 『新編 新しい理科 6 上』夏の星、平成 8 年度
- ⑨ 『新編新しい理科 6 下』星の動き、平成 8 年度

- ⑩ 『新編新しい理科 6 上』夏の星、平成 12 年度
- ⑪ 『新編新しい理科 6 上』星とその動き、平成 12 年
- ⑫ 『新しい理科 4 上』月と星、平成 14 年度
- ⑬ 『新しい理科 4 下』冬の星、平成 14 年度
- ⑭ 『新編 新しい理科 4 上』月の動き、平成 17 年度
- ⑮ 『新編 新しい理科 4 上』夏の星、平成 17 年度
- ⑯ 『新編 新しい理科 4 上』星の動き、平成 17 年度
- ⑰ 『新編 新しい理科 4 下』冬の星、平成 17 年度
- ⑱ 『新しい理科 4』夏の星、平成 23 年度
- ⑲ 『新しい理科 4』月や星の動き、平成 23 年度
- ⑳ 『新しい理科 4』冬の星、平成 23 年度
- ㉑ 『新編 新しい理科 4』夏の星、平成 27 年度
- ㉒ 『新編 新しい理科 4』月や星の動き、平成 27 年度
- ㉓ 『新編 新しい理科 4』冬の星、平成 27 年度

## (2) 調査方法

「月と星」単元の内容において、主体的・対話的な深い学びを行っているものかどうかを、教科書の記述や描写から着目し、各項目に分けて調べてみた。各項目は以下のとおりである。

### 【項目 1】主体的活動を誘発する質問、描写、問いかけ

学習活動の前後で気づき・発見が見られる… 1、見られない… 0

### 【項目 2】対話的な学習活動

問いに対し、複数の意見が対話的な描写で見られる… 2

グループ活動をしているが、話し合う描写が見られない… 1

グループ活動を行っていない… 0

### 【項目3】扱う星座

絵（図）と写真がある…2、片方のみ…1 載っていない…0

北極星・北斗七星・カシオペア座・夏の三角形・さそり座

オリオン座・はくちょう座・その他（ ）

### 【項目4】プラネタリウムの紹介

写真、文章での紹介…2、文章のみ…1 紹介していない…0

### 【項目5】野外での天体観測

やるものとして記載…2、紹介だけ…1、ふれてない…0

### 【項目6】視聴覚教材

使用している…1、使用されていない…0

OHP・ビデオ・パソコンソフト・インターネット

## (3) 調査結果

各教科書における記述や描写の特徴は以下のものであった。

### 【項目1】主体的活動を誘発する質問、描写、問いかけ

	S51	55	61	H4	8	12	14	17	23	27
項目1	1 0	1	1 1	0 1	0 1	0 1	1 0	1 1 1 1	1 1 0	1 1 0

(学習活動の前後で気づき・発見が見られる…1、見られない…0)

H17年以降、「月と星」に関する単元がそれまでの2単元から3単元以上扱うようになったのがわかる。また、全体的に単元名に「夏の星」や「冬の星」など季節によって見える星のちがいなどを扱う単元では、主体的活動を誘発する質問、描写、問いかけが少ないように感じられる。

**【項目 2】 対話的な学習活動**

	S51	55	61	H4	8	12	14	17	23	27
項目 2	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2
	0		2	2	2	2	1	0	1	2
								1	1	2
								1		

対話的な描写… 2、グループ活動のみ… 1、どちらもない… 0

対話的な学習活動として、問いに対し、複数の意見の描写が見られたのは S61 年度の第 5 学年「星の動き」からであった。S61 年度以降は、全体的に観察の際にグループ活動があり、H27 年度に至っては、すべての単元において、対話的な学習活動がおおむね満足できるほど行われており、次の教科書も対話的な学習活動が行われるのではないかと思う。興味深かったのは、S61 以降、H14 年までは、月や星を取り扱う単元において、どちらかでは必ず問いに対し、複数の意見が対話的な描写で初めて見られたが、H17,23 年度では、見られなかったという点である。

**【項目 3】 扱う星座**

	S51	55	61	H4	8	12	14	17	23	27
北極星	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2
北斗七星	1	2	2	2	2	2	0	0	2	2
カシオペア座	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
夏の大三角	0	0	2	2	2	2	0	2	2	2
さそり座	1	0	0	2	2	2	0	2	2	2
オリオン座	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2
はくちょう座	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2
その他										

昭和 51 年度から平成 27 年度まで一貫して教科書で取り扱われたのは、北極星とカシオペア座だけであることが分かる。また、ほとんどの場合星座の絵（図）と写真が用意されており、子供たちが実際に観察する際に発見しやすくする配慮と、星と星とを結んでその星座のイメージを頭の中で思い浮かびやすくする工夫が見られた。近年では、今回の項目で用意したすべての星座が教科書に記載されており、少なくとも教科書をみると、これらの星座の形などが理解できるようになっている。

#### 【項目 4】プラネタリウムの紹介

	S51	55	61	H4	8	12	14	17	23	27
項目 4	0	0	0	1	1	1	2	0	2	2

これによると、昭和の時代にはプラネタリウムの紹介についての記載がいきいされておらず、初めて教科書に文章のみではあるが紹介されたのが平成 4 年度であった。それ以降は平成 17 年度までに毎回紹介されるだけでなく、平成 14 年度には写真と共に紹介もされている。平成 23 年度以降では、単元の最後のあたりで特集や読み物教材として、プラネタリウムの紹介がされており、現小学校指導要領解説理科編における、積極的にプラネタリウム等の活用という点からみても、これからの学習活動でのプラネタリウムの重要性が伺えるのではないかと思う。

#### 【項目 5】野外での天体観測

	S51	55	61	H4	8	12	14	17	23	27
項目 5	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2
	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
								2	1	2
								1		



これによると、「月と星」単元では、昭和 51 年から平成 27 年度にかけて、野外での観察をやるものとして一貫した教育が行われていることが分かった。教科書には野外で観察するものとして実験などの学習活動が用意されているにも関わらず、実際には野外観察が行われていない現状からみても、プラネタリウムの積極的な活用が望まれる。しかし、プラネタリウムについての記載は、写真や文章で紹介されてはいるものの、わずか 1 ページのみの掲載であったり、写真自体も小さかったりしていた。そのため教師はプラネタリウムについて授業ではあまり触れることができないのではないかと推察する。また児童にとっても理科があまり好きではない子の場合、読み飛ばしてしまいプラネタリウムについての興味・関心や知識が育たないのではと考えた。このことは現行の小学校学習指導要領解説理科編における「積極的にプラネタリウム等の活用を」という趣旨と相反するものだと考えた。

また、平面的な媒体である教科書での月と星の動きを表す図や写真は全球的な描写ではないために、小学 4 年生の発達段階的には、頭の中でイメージするのが難しいのではないかと考える。

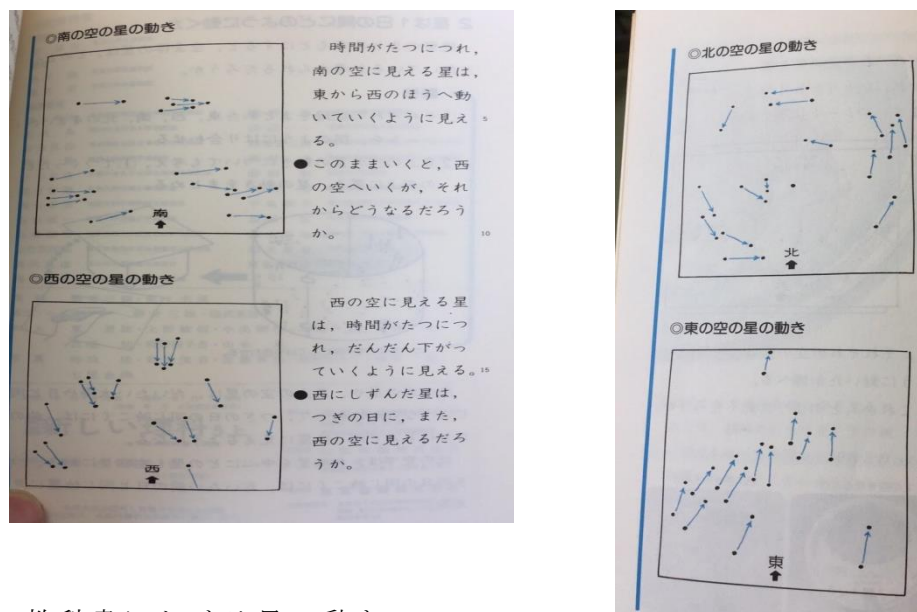


図 3 教科書における星の動き

このように教科書を見るだけでは、児童の時間・空間概念はきちんと育てることができないのではないかと思う。さらに、市販で取り扱われている「月と星」の実験キットを、実際に組み立てたり使用してみたりしてみたが全球的ではなく、中には児童にとってキットを作成すること自体難しいと感じるものもあった。



図4 文部科学省指導要領準拠 ダイワ理科観測材料 部品と完成図

#### 【作成・使用した結果】

このキットは部品数が少なく、説明書を見て比較的短時間で作成することが出来た。作成の際にはさみを使うが、部品を取り外しやすく安全にも考慮されていると感じた。

使用してみると、月や星がうまく観察できなかつたため、本当に野外観察に適しているかが分からなかつた。手に持って直接観察をすることが出来るので、一人一人が観察できるという利点を感じた。



図5 株式会社アーティック 天体モデルライト 月と太陽

**[作成した結果]**

このキットは部品が少ないにも関わらず作り方の説明文が多く、理解するのに時間を要した。また説明の書き方も難解であり、シールも大変剥がしにくかったりしたために授業中にクラス全員が完成するのは困難であると推察する。さらに大学生である私が 20 分ほど時間をかけてもキットが完成できなかったため、児童の中には一人で完成させることができない子もいるのではないかと考えた。

## [考察]

キットを実際に作成し使用してみても、月と星の動き等を容易に観察することが出来なかった。また、キットが上手く作成できないために、児童が学習活動そのものに興味・関心が湧かない可能性も考えた。実際私は作成していた際に思うように作成できないため葛藤が起こったり、不安を感じたりした。また 45 分という短い時間の中で、このキットを完成させ、使い方までも教師が教えることが出来るのか気になった。

平面的な媒体である教科書も全球的ではない実験キットも本物の月や星の動き等の学習に役立っているのか疑問に感じた。

そこで次項では、これまで現場の先生方はどのような方法でこの単元を行ってきたのか実践例を調べていくこととする。

### 教科書

- ・平面上に表すことから、月や星の空間概念を立体的にイメージすることが難しい。

### キット

- ・立体的模型は小さいため宇宙から見た地動説型思考になる。
- ・観察キットは実際の時間での動きしか分からず、問題解決的学習が行いにくい。

図 6 教科書及びキットの問題点

### 3. 先行研究

前項では、小学校指導要領における系統と目標と教科書で示される「月と星」单元について調べ、プラネタリウムの活用の重要性と教科書の全球的ではない描写についての問題点を述べた。実際の教育現場では、学習指導要領の総則に「学校において特に必要がある場合には、第2章以下に示していない内容を加えて指導することもできる」と明示されているように、学習指導要領の目標を基準として教師の創意工夫で授業を行うことが認められている。

以下では現場教師の実践の中から、いくつかの事例を取り上げる。

#### ①簡易プラネタリウムを作成し、天体の動きを観察する例

大石、中野らの『プラネタリウムづくりを通して児童生徒が主体的に星座学習を行える教材の試作』（2011）においては、インターネットで簡単に手に入る既存の型紙を用いて作成する簡易プラネタリウムを使用して星座学習を行っている<sup>7)</sup>。この研究では、

- はっきりと撮影できること（鮮明さ）
- 実際の星空に近いこと（再現性）
- 投影中に本体が安定していること（安定性）
- 作りやすいこと（作成難易度）

を目的として「ピンホール式プラネタリウム」と一般的に呼ばれるものを作成している。ピンホール式プラネタリウムとは本体(恒星球と呼ぶ)内部に光源があり、光源から発せられた光が釘等を用いて開けた恒星球の穴(ピンホール)を通り壁に星像を投影することのできる教材である。

このピンホール式プラネタリウムで実験した結果から大石らは、利点について以下のように述べている。

季節に対応して恒星球を分けることができる。この方法によって、投影された星図には大きなゆがみはなくなり、かなり鮮明さ、再現度が高いものとなった。

また、今後の課題として、

鮮明さ以外の3つの観点から完成度を高めていく。再現度に関しては、星の色や、形をわかりやすくする工夫を考える。教育的効果を考え、星座線を取り入れることも考えている。

としている。このように大石らは、ピンホール式プラネタリウムの試作から改良までを行ってはいるものの星図の再現性、安定性、作成難易度については効果を得られていなかった。また、一度に全天を回転しつつ投影する方式をやめて、星図のある一部分に絞った図を教室の天井のみに投影する方式を採用しているために、立体的な星の動きについて児童がイメージをつかみにくいのではないかと考えた。

## ②簡易プラネタリウムと組み立て式ドームによる天体の動きの観察

大石らが翌年に報告した『天体の動きの観察のためのプラネタリウム教材の開発』（2012）では、プラネタリウムの教材化について次のように述べている<sup>8)</sup>。

プラネタリウムを教材化する意義とは、実際の星空では短時間に観察しにくい天体の動きを、短い時間で観察できるところにある。

このことから、やはりプラネタリウムを活用することは望ましいと考える。また、研究結果から次のように述べている。

- ・今回制作した簡易式プラネタリウムでは、恒星球約 500 個が投影され、ほとんどの星座を観察することができる。
- ・ドームは直径 3 m で、大学生 10 人が余裕を持って内部で観察することができる。
- ・恒星球には回転軸が取り付けられており、回転させることで星の動きを短い時間で観察することができる。
- ・ドームは組み立て式で、持ち運びが可能である。3～4 人で、20 分ほどで組み立てることができる。

この実験結果から、ピンホール式プラネタリウムだけではなく、組み立て式ドームをセットで用いることでより分かりやすく天体の動きを学習できることが分かる。また、大学生 10 人が余裕を持って内部で観察できる点から、児童が観察しやすいスペースの確保もできていることが分かる。しかし、組み立て式のドームの完成に 20 分ほどかかってしまうのは、普段の教材研究等で忙しい担任教師が 1 人で行えるのか疑問を感じた。

先行研究を調べてみて、プラネタリウムを教材化することが、児童にとって良いものであると分かった。しかし調べてみるとプラネタリウムの教材化を行っている実践例は少なく、実際に教材化まで至っていないことが分かった。その背景には、教材研究等で忙しく、プラネタリウムの教材化に必要な時間が確保できていないのではないかと考える。

また、プラネタリウム自体を天体の動きを教える教材として使用している実践例が無いのが気になった。時間をかけて教材化するのではなく、すでにあるプラネタリウム自体を活用することができるのではないかと考えた。

プラネタリウム自体を教材化することにより、課題や児童の着眼点に合わせて見たい星や月の形、時間までも動かすことが可能になるというメリットが考えられる。さらに従来のプラネタリウム学習のように完成された番組を座って受動的に眺めるだけではなく、教師が前に立ち授業のようにプラネタリウムを扱う事が出来れば主体的・対話的な深い学びを達成する問題解決型学習活動が可能となり、児童の時間・空間概念をこれまでよりも育むことが出来るのではないかと考える。

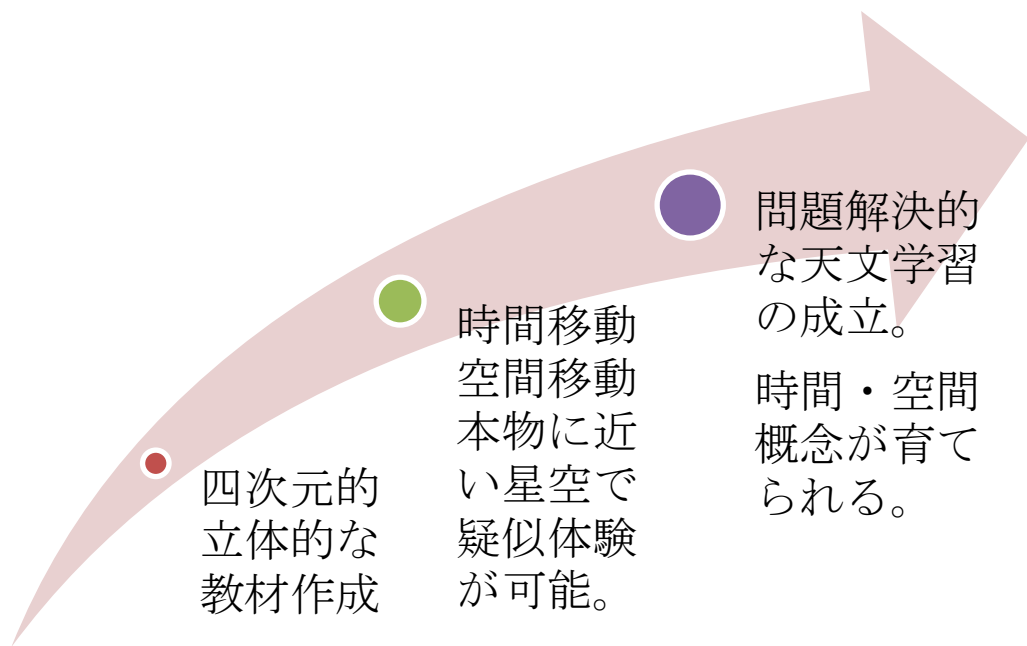


図7 「月と星」単元におけるプラネタリウムの教材化の利点



### 第3章 教材開発

前章では、小学校指導要領におけるB区分地球領域の系統と「月と星」単元の目標、それに教科書で示される「月と星」単元について調査し、教科書や実験キット、先行研究を調べ、プラネタリウムを天体の動きを教える教材として使用することで児童の時間・空間概念を育てることができるのではないかと仮説をたてた。

児童に、天体の美しさを知ってもらいたい。月や星の動きが時間と共に変化している様子をリアルタイムで見られるような体験をさせたい。こういった「わかる」体験を積み重ねていくことにより、児童の天体に関する関心意欲を高めることができると考え、プラネタリウムを使って問題解決を同時に行えるプラネタリウムの番組作りを開発することとした。

#### 1. 打ち合わせ

まず研究に協力してくれるプラネタリウムを探すところから始めた。私が協力をお願いしたのは岡山市内にある「人と科学の未来館サイピア」（〒700-0016 岡山県岡山市北区伊島町3丁目1-1）である。大学天文部に所属する私が何度もボランティア活動や、サークルの活動でお世話になったということもあり、協力をお願いした。実際に人と科学の未来館サイピアで勤務されている合田美佳さん（プラネタリウム担当/学芸員）と黒住祐衣さん（プラネタリウム/企画担当）、統括責任者の武市さんと打ち合わせ及びメールでの連絡をやりとりし、学校学習の時間を使って授業するのは難しいが、サイピアの事業として行うのは可能ということになった。合田さんから提示された共同研究の概要は次の通りである。

- ・一般のお客さんが観る時間に行う（年齢を限定することは難しい）
- ・一般投影のない時間に新たに枠を設ける（子供を集めることが必要）
- ・内部の人間（ゼミ担当教諭やゼミの学生、サイピアの職員など数名）のみで行う（子供の反応は見られない）

「一般投影のない空いている時間に新たに枠を設ける」という枠組みの中で、共同研究・教材開発を行うということになった。

## 2. 大学とサイピアとの連携協定

打ち合わせを進めていく中で、一学生と公共のプラネタリウム施設がインフォーマルに研究をするのではなく、大学とサイピアが連携協定を結ぶことで研究を進めやすくなることが分かった。また、今回の研究に限らず、今後サイピアを利用した研究が行いやすいのではないかと提案があり、就実大学と岡山県生涯学習センター人と科学の未来館サイピアの連携協定が結ばれた。連携協定の中には連携協力する事項や活動費用、協定有効期間が明記されている。これにより今後もサイピアを利用した研究が行いやすだけでなく、サイピアでのイベント等に学生が参加しやすくなることが期待できる。一般投影のない空いている時間に新たに枠を設ける中で子供を集める際「就実大学」という名を公表することが可能となり、広報のためのチラシ等を作成する場合でも大学の名を記入することが可能となった。そのようにすることで、チラシを見た保護者は安心感を抱きやすいのではないかと考えた。就実大学と岡山県生涯学習センター人と科学の未来館サイピアの連携協定の内容は次頁の通りである。

岡山県生涯学習センターと学校法人就実学園就実大学・就実短期大学  
との連携協力について <協議案>

### 1 目的

岡山県生涯学習センター(以下「センター」という。)と学校法人就実学園就実大学・就実短期大学(以下「就実大学・短大」という。)が、これまで培ってきた連携・協力の実績を基盤に、より緊密かつ組織的な連携・協力体制をとることにより、教育研究及び地域の活性化などに資する。

### 2 連携協力する事項

事 項	既に連携しているもの	新たに検討しているもの
センター・サイビアの主催事業や展示等への教職員・学生の協力参画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・京山祭でのブース出展 (薬学部:さわってたのしいふしぎなおみず、教育学部:飛び出す「へこんだ顔」)</li> <li>・サイビアでの出前講座 (サイエンスショー:「IPS細胞を見よう」中西徹教授、「おもりのはたらき〜やじろべいのひみつ〜」福井広和准教授)</li> <li>・生涯学習大学主催講座 (「集まれ! 科学教育ボランティア」中西徹教授、福井広和准教授)</li> <li>・生涯学習大学連携講座 6講座(前期)</li> <li>・学生による子ども天文教室の補助</li> <li>・親望会の相互開催</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サイビアでは、実施が困難な難しいテーマに関する科学実験などへの協力が期待できる。(例:「IPS細胞を育てよう」)</li> <li>・学生による子ども天文教室の企画・運営</li> <li>・「就実大学の日」の開催</li> <li>・センターが主催する講座や研修会への学生の参加</li> </ul>
科学教育の促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドームでのサイエンスレクチャー (見れども観えず〜知的好奇心を育てるには〜福井広和准教授)</li> <li>・子ども天文教室の補助(再掲)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新科学情報等のリアルタイムでの提供が期待できる。</li> <li>・企画展示室の活用</li> <li>・学生による子ども天文教室の企画・運営(再掲)</li> </ul>
学生教育(ボランティア・インターンシップを含む)や職員研修	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学生への指導・助言(ドームを活用した小学校教育指導案を作成中)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インターンシップ(長期)やボランティア実習の受け入れ</li> </ul>
その他必要と認める事項		<ul style="list-style-type: none"> <li>・障害児対応の相談等(教育心理学科を有する)</li> </ul>

### 3 活動費用

活動に伴う費用は、個々の活動に応じて、センターと就実大学・短大双方協議の上、負担する。

### 4 協定有効期間

センターと就実大学・短大は、連携協力のために協定書を締結し、その有効期間は、協定締結の日から平成30年3月31日までとする。ただし、この協定の有効期間満了の日から30日前までに、甲乙いずれかからも特段の申入れがないときは、1年間更新するもとし、その後も同様とする。

### 3. 番組作成

合田さんと打ち合わせしていき、具体的なプラネタリウムの番組の内容を作成した。以下が実際に合田さんとの打ち合わせで使用した番組案である。


< 番組案 p.1 >

時間・空間概念を育む理科授業の構想  
～プラネタリウムの番組作りを通して～



番組作りをなぜ行いたいのか

- ・小学校の理科の授業では安全上の配慮から天体観測は難しい、また実際の観望では時間の制約があり星の動きを理解しにくい。
- ・小学4年生の子どもは発達段階的に立体的な空間概念が未発達である。そこでプラネタリウムを用いて学習することで時間・空間概念を育てたい。
- ・プラネタリウムを用いることで問題解決的な学習が可能になる。
- ・問題に対し自分の考え(仮説)をもち友達と意見を交換することで多様な考え方に触れ、わかる楽しさを知ってほしい。
- ・天体の仕組みを知り、好きになってほしい。




番組の内容・構成

1、太陽の動き(3年生の復習)

南

東 西




2、月の動き

→太陽の動きと比較しながら月の動きを復習。

南

東 西



3、月のいろいろな形



月の形は、毎日少しずつ変わっていき、およそ一カ月で、もとの形に戻る。

ポイント

月は、太陽のように東から南を通過して西に、たえず動いています。

月は、日によって形がちがって見えます。

番組案 p.1 では、研究テーマ・研究動機とともに、第3学年で学習した太陽の動きなども番組の内容の中に作成。

< 番組案 p.2 >

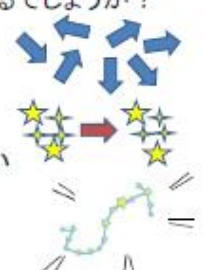
【問題】 南の星座はどのように動いているでしょうか？

ア. パラバラに動く

イ. まとまって動く

ウ. 星座は動かない

エ. その他



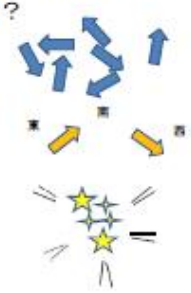
【問題】 南の空の星はどのように動くでしょうか？

ア. パラバラに動く

イ. 月や太陽と同じ動き

ウ. 星座は動かない

エ. その他



4、星の動きをみせる(さそり座)



星座は同じ形のまま、まとまって動きます。

4、星の動きをみせる(南天)



南の星々は月や太陽と同じように決まった動き方をします。


【問題】 北の星座はどのように動いているでしょうか？

ア. 右から左に動く

イ. 左から右に動く

ウ. 北の星座は動かない

エ. その他



4、星の動きをみせる(北天)




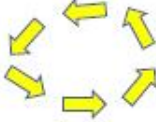
北の星座は反時計回りに動きます。

番組案 p.2 では、南の空の星座の動き、南の空の星の動きおよび実際に星が動いている様子を見せる内容とした。問いに対し答えを選択肢にすることで、番組を見ているだけでも答えられるようにした。同様に北の空の動きもわかるよう作成した。

< 番組案 p.3 >

【問題】 東の星座はどのように動いているでしょうか？

ア. 左から右に動く 

イ. 反時計回りに動く 

ウ. その他

4. 星の動きをみせる(東天)




東の星座は右上に動きます。


【問題】 南と北と東の星座はどうして違う動き方をするのでしょうか？グループで話し合ってみましょう。



太陽や月は東から昇り南の空高くを過ぎて西に動きます。



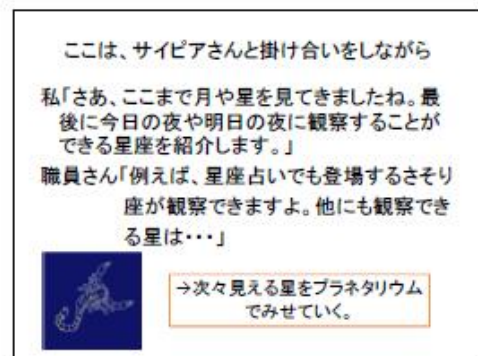
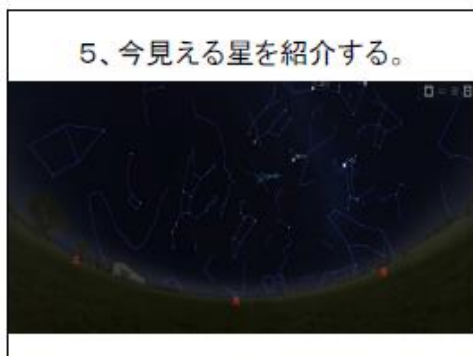
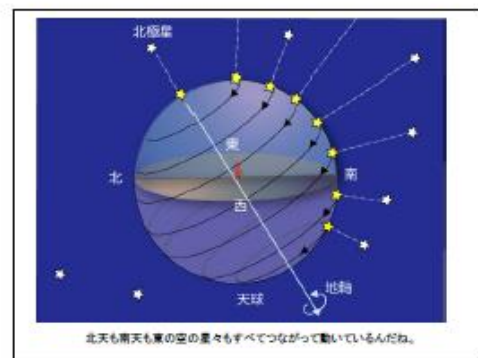
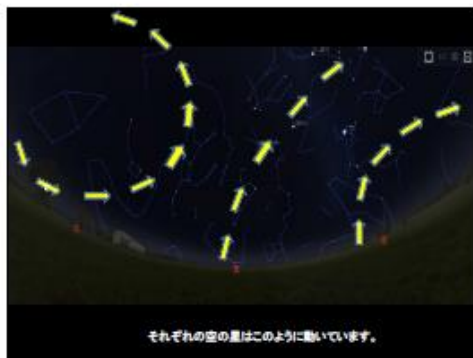
南の空の星は太陽や月と同じように動きました。



東の空の星は右上に動きました。

番組案 p.3 では、東の空の星の動きを問題として作成した。その後、グループ活動のための問いを設問した。このグループ活動時プラネタリウムの部屋を明るくし、子供たちが話し合いできるようにする。話し合い後今までの振り返りのためのスライドも作成した。

< 番組案 p.4 >



番組案 p.4 では、グループで考えた問題の答えとなるスライドを用意した。学習した内容を復習しながら、問題の答えを確認することができる。また、子供たちにわかりやすくするために、矢印を各空の星の動きに見立ててスライドの中に入れるようにした。また地球を宇宙から見た図も用意した。

今回の番組の最後には、プラネタリウムを見に来てくれた子供たちのために、その日の夜見える星座や、これからの季節に観察しやすい星座を紹介する時間を用意した。番組を見終えてから星座を確認することで子供たちの天体への興味・関心が高まるのではないかと考えた。またサイピアの方との掛け合いの中で星座を見せられるので、子供がみたいと思う星座をすぐにプラネタリウムの画面に表示することが可能になるのではないかと考えた。

### **【番組作成のまとめ】**

番組作成にあたり工夫したのは、どのようにして子供たちと対話的に授業を進めていくかである。従来のプラネタリウムの番組はプログラム通りに番組が進行していく。それに対し今回の番組では子供たち全員を学びの土俵に上げたうえで、発問したり反応を求めたりする機会を多く持たせることを意識した。そのため、部屋が暗いために見えない挙手の代わりに拍手を用いて自分の考えを伝えるようにした。それに伴い選択肢の中には、その他の欄を設けることで選択肢以外の考えを思いついたり、自分の言葉で伝えたりしたい子供の気持ちを大切にした。またグループ活動時には各グループに1つホワイトボードを配布して自分たちのグループの予想をまとめ、全体で共有できるようにした。



## 4. マニュアル作成

また、この番組を行うにあたり、今後誰がこの番組を使用しても同じ授業が成立するよう授業運営シナリオを作成した。

<授業運営シナリオ P1>

<p><b>「時間・空間概念を育む理科授業の構想 ～プラネタリウムの番組作りを通して～」</b></p> <p><b>授業運営シナリオ</b></p> <p>みなさん、こんにちは。 今日はプラネタリウムを使って月や星について調べていきます。考えたことをどんどん出し合って、天体のひみつを調べていきましょう。</p> <p>途中で暗くなります。電気が消えている間は立ち歩かないでください。</p> <p><b>1. 復習</b> 「まず初めに、三年生で習った太陽の動きについて復習します。太陽はどの方角から出て、どの方角を通過して動いていくのでしょうか？手で太陽の動きを指してみましよう。それではプラネタリウムで確かめます。」 ～太陽を動かす～ 「確認できましたか？太陽は東から南の空を通過して西の空へと動くのでしたね。」</p> <p>「次に月の動きを見ていきましょう。」 「月はどの方角から出て、どの方角を通過して動いていくのでしょうか？月の動きを指してみましよう。それではプラネタリウムで確かめます。」 ～月を動かす～ 「気付いた人もいます。月は太陽と同じように東から南の空を通過して西の空へと動いていますね。」</p>	<p>時間・空間概念を育む理科授業の構想 ～プラネタリウムの番組作りを通して～</p> 	<p><b>番組作りをなぜ行いたいのか</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・小学校の理科の授業では安全上の配慮から天体観測は難しい。また実際の観察では時間の制約があり星の動きを理解しにくい。</li><li>・小学4年生の子どもは発達段階的に立体的な空間概念が未発達である。そこでプラネタリウムを用いて学習することで時間・空間概念を育てたい。</li><li>・プラネタリウムを用いることで問題解決的な学習が可能になる。</li><li>・問題に対し自分の考え(仮説)をもち友達と意見を交流することで多様な考え方に触れ、わかる楽しさを知ってほしい。</li><li>・天体の仕組みを知り、好きになってほしい。</li></ul> 	<p>番組の内容・構成</p> <p><b>1、太陽の動き(3年生の復習)</b></p> <p>南</p> <p>東 西</p> 	<p><b>2、月の動き</b></p> <p>→太陽の動きと比較しながら月の動きを復習。</p> <p>南</p> <p>東 西</p> 
--	---	---	---	---

「みなさんは、どんな月の形を見たことがありますか？  
 実際にはいろいろな形があります。

まずは、新月です。新月は太陽と同じ方角にあり、太陽が明るすぎて見ることはできません。次に、三日月の形になり、半月の形になり、満月になっていきます。月が見えない新月の日を一日目として、三日目の月を三日月、十五日目の月を十五夜の月び、この頃に、満月になります。そして、今度はだんだん月が欠け、新月に向かって形を変えていきます。約一カ月で月は元の形に戻ります。」

「それでは、ここまでのポイントをおさらいしましょう。

ポイントは二つありました。

一つ目に、月は太陽のように東から南を通過して西に、たえず動いていること。

二つ目に、月は、日によって形がちがって見えることでした。

## 2. 星座の形と動き（南天）

「今度は星について考えていきます。南の空にさそり座という星座があります。この星座はどのように動くのでしょうか？」

ア、バラバラに動く

イ、まとまって動く

ウ、星座は動かない

エ、その他

自分の予想の記号の時に拍手で教えてください。」

～拍手をうけて～

○（記号）が多いようですね。それではもうひとつ問題を出します。南の空のさそり座はどの方角に動くのでしょうか？」

ア、バラバラな方角に動く

イ、太陽や月と同じように東→南→西に動く

ウ、星座は動かない

エ、その他

～拍手をうけて～

○（記号）が多いようですね。

「南の星座の代表として、さそり座をみてみましょう。」

## 3. 月のいろいろな形



月の形は、毎日少しずつ変わっていき、およそ一カ月で、もとの形に戻る。

### ポイント

月は、太陽のように東から南を通過して西に、たえず動いています。

月は、日によって形がちがって見えます。

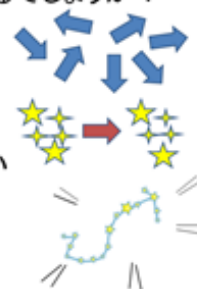
【問題】 南の星座はどのように動いているのでしょうか？」

ア、バラバラに動く

イ、まとまって動く

ウ、星座は動かない

エ、その他



【問題】 南の空の星はどのように動くのでしょうか？」

ア、バラバラに動く

イ、月や太陽と同じ動き

ウ、星座は動かない

エ、その他



それでは時間を早めて動かしてみます。  
星座が時間とともにどうなったか気がつきましたか？  
形はどうでしたか？  
動く方向はどうでしたか？

もう一度動かしてみます。  
今度はさそり座以外の星がどうなるか観てみましょう。  
確認できましたか？  
ならび方はどうでしたか？  
動く方向はどうでしたか？

そうですね、南の星々は並び方を変えず、月や太陽と同じように東→南→西と決まった動き方をしているのですね。」

### 3. 星座の形と動き(北天)

「今度は北の夜空を観てみましょう。今、北の夜空にはカシオペアという星座があります。このカシオペア座はどの様に動くでしょうか。

- ア、右から左へ動く
- イ、左から右へ動く
- ウ、北の星座は動かない
- エ、その他

答えだと思ふ記号で拍手をして見ましょう。

～拍手を受けて～

今度は北の空での星座で確認しましょう。

「それでは、カシオペア座の動きを見てみましょう。

そうですね、右から左へ動きましたね。  
左から右へと動くさそり座とは反対です。

「今度は北の夜空にある別の星座を観てみましょう。この

### 4、星の動きをみせる(さそり座)




星座は同じ形のまま、まとまって動きます。


### 4、星の動きをみせる(南天)



南の星々は月や太陽と同じように決まった動き方をします。

【問題】北の星座はどのように動いているでしょうか？

ア、右から左に動く 

イ、左から右に動く 

ウ、その他

### 4、星の動きをみせる(北天)



北の星座は反時計回りに動きます。

ひしゃくのような形をした星座は「北斗七星」といいます。

北斗七星はどの様に動くでしょうか。

ア、カシオペアと同じで右から左へ動く

イ、左から右へ動く


ウ、その他

答えだと思ふ記号で拍手をして見ましょう。

～拍手を受けて～

【問題】 北の星座はどのように動いているでしょうか？

ア. 右から左に動く 

イ. 左から右に動く 

ウ. その他

「それでは北斗七星の動きを見てみましょう。

北斗七星は、左から右へ動きました。

しかし少し変ですね。上に上がらずに下に下がってまた上がったようです。

北の夜空の全体をもう一度観てみましょう。

北の空は時計の反対の動き「反時計回り」に動いているのですね。この反時計回りにある星を「北極星」といいます。

#### 4、星の動きをみせる(北天)



北の星座は反時計回りに動きます。

#### 4. 星座の形と動き(東天)

今度は東の夜空を観てみましょう。今、東の夜空には「白鳥座」があります。この白鳥座はどの様に動くでしょうか。

ア、左から右に動く

イ、反時計まわりに動く

ウ、その他

正解だと思ふ記号で拍手してみましょう。

【問題】 東の星座はどのように動いているでしょうか？

ア. 左から右に動く 

イ. 反時計回りに動く 

ウ. その他

「それでは、答えを見てみます。

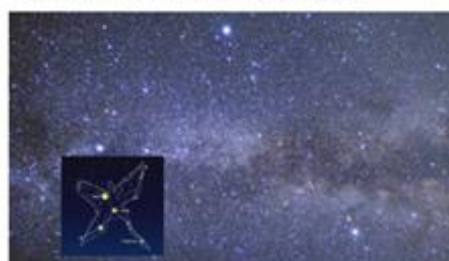
東の空に見えるのは、はくちょう座です。

時間を進めて、どのようにうごいているのか確認してみましょう。

答えは確認できましたか？

東の空の星座は右上に進んでいましたね。」

#### 4、星の動きをみせる(東天)



東の星座は右上に動きます。

「みなさんここまで、星座の動き方を見てきましたね。」

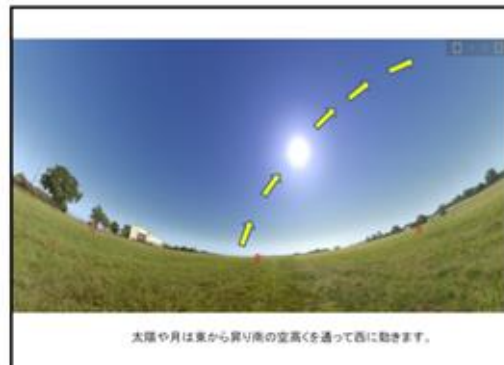
< 授業運営シナリオ P5 >

ここで最後の問題です。  
南と北と東の星座はどうして違う動き方をしているのだと思いますか？  
この問題はグループで考えてもらいます。  
4人から5人のグループを作りましょう。  
グループは作れましたか？  
しばらく時間を取るのので、各グループで考えをまとめてみましょう。あとからみんなの意見を聞いてみます。  
それでは話し合ってみましょう。」

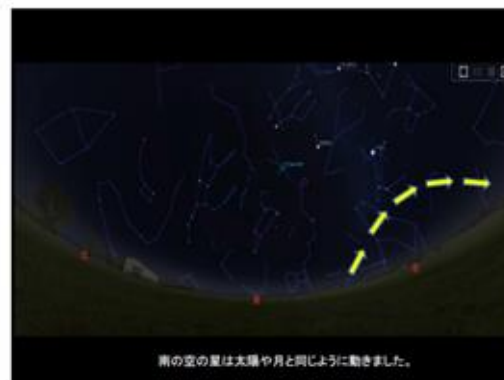
話し合いをやめてください。  
自分たちのグループの意見を発表して行ってください。  
友達の見解に質問などがあったら発表の最後に聞いてみましょう。  
～意見発表が終わる～  
たくさんの意見が出ましたね。正解の前に復習です。  
太陽や月は東から昇り南の空高くを通過して西に動いていきました。」  
南の空の星は太陽や月と同じように動いていたのを思い出しましたか？  
このとき、星座はまとまって動いていましたね。」

今度は東の空の星についてです。  
東の空の星は、右上に動いていました。」

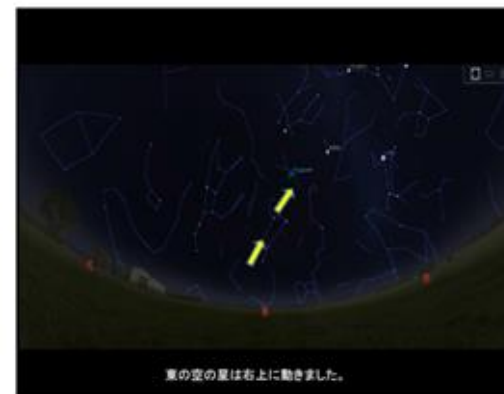
【問題】 南と北と東の星座はどうして違う動き方をしているのでしょうか？  
グループで話し合ってみましょう。



太陽や月は東から昇り南の空高くを通過して西に動きます。



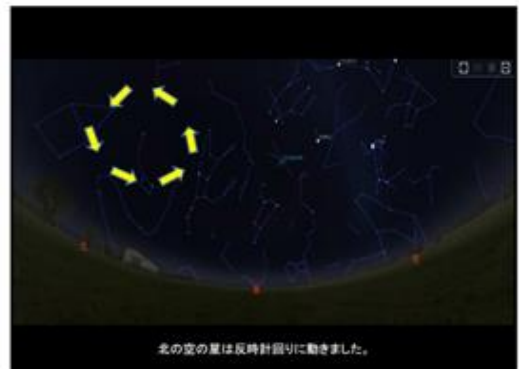
南の空の星は太陽や月と同じように動きました。



東の空の星は右上に動きました。

< 授業運営シナリオ P6 >

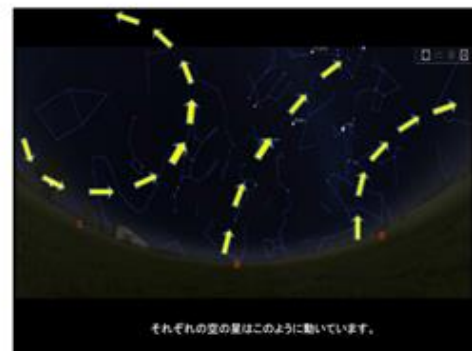
「北の空はどんな動き方だったでしょうか？  
北の空の星は反時計回りに動きましたね。」



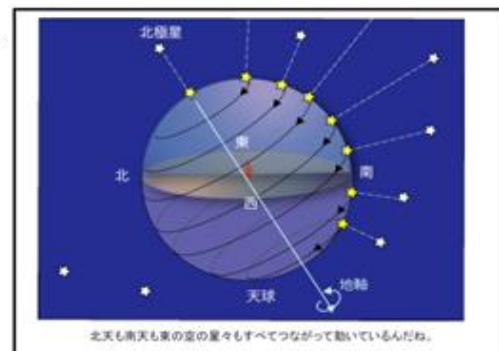
「一つ一つをみてみると、やっぱりどれもちがった動き方でした。  
それでは、同じように時間を動かしてすべての空の様子を見てみましょう。」



「すべての空の星を一気に動かすところになります。」  
～すべての空の星を動かす～



「各方位で星の動きがちがうのは、  
全部ばらばらだと思っていたけれど、実はすべて繋がっているから、見える方角によって動きがちがうんだね。」

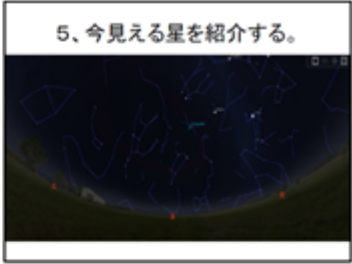


< 授業運営シナリオ P7 >


「さあ、月や星についての動きの勉強はここまでです。  
ここからは、特別にサイピアの職員さんたちが、  
みんなの見たい星座や、今日や明日の空に見える星座など  
をみせてくれるそうです。  
それではよろしくお願いします。

ありがとうございました。  
それでは、今日の授業はこれで終わります。」

5、今見える星を紹介する。



ここは、サイピアさんと掛け合いをしながら  
私「さあ、ここまで月や星を見てきましたね。最後  
に今日の夜や明日の夜に観察することができる  
星座を紹介します。」  
職員さん「例えば、星座占いで登場するさそり  
座が観察できますよ。他にも観察できる  
星は・・・」



→次々見える星をプラネタリウム  
でみせていく。

**[授業運営シナリオを作成した結果と考察]**

作成した結果、大まかな流れや内容については、合田さんや黒住さん  
から理解を得られることが出来た。しかし、プラネタリウムで番組を行  
うとなると、入退場を含めて 45 分間におさめなければいけないことが  
分かった。そうなる復習や星座紹介を行う時間が確保できるのか不安  
に感じた。また、この番組を見終えた子供の時間・空間概念が育ったか  
どうかを確認する時間をとることができない。

そこで番組終了後に子供たちの時間・空間概念が育ったのかどうかを  
確かめるワークシートのような評価の手段が必要であると考えた。

## 5. 実態調査問題作成

番組実施にあたり、子供たちはどの程度空間概念が備わっているのか実態調査を行った。実施問題の作成は、ピアジェ（Piaget,J）が子供の空間認知能力の発達を調べるために考案した「三山問題」を参考にしたワークシートを作成。実際に使用したワークシートは以下の通りである。

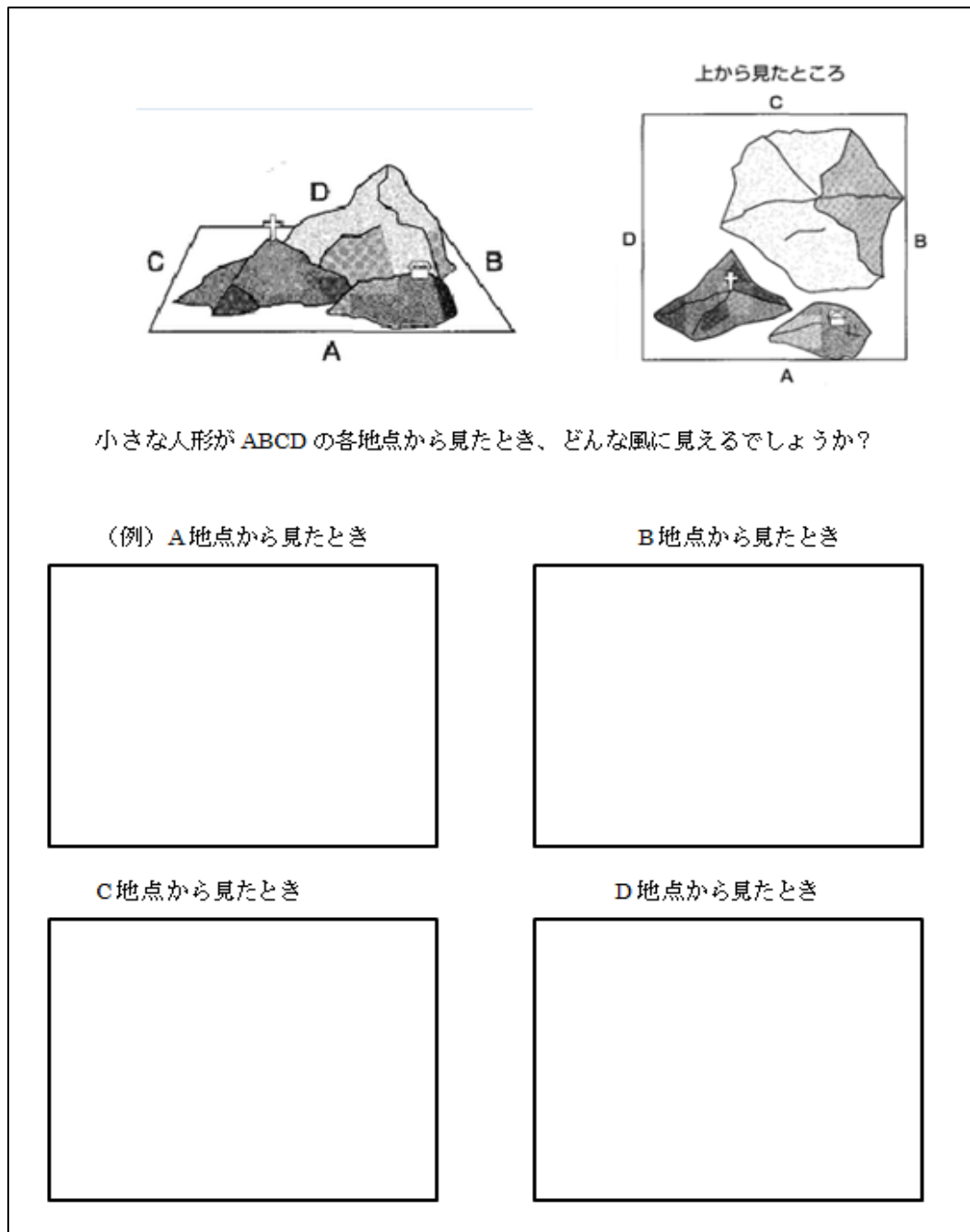


図8 空間概念の調査「三山問題」



### (1) 調査対象

教育実習校である松山市立宮前小学校 6 年 2 組  
児童 30 人（欠席 1 名）男子 16 名 女子 14 名

### (2) 調査方法

ピアジェの子供の空間認知能力の発達を調べるための「三山問題」を参考にしたワークシートを作成し、全 3 問の解答内容から、小学 6 年生の空間認知能力の発達を調べる。

### (3) 調査結果

解答における記述や描写の特徴は以下のものであった。

- 3 問正解 2 人
- 2 問正解 4 人
- 1 問正解 7 人
- 正解なし、無記入、17 人

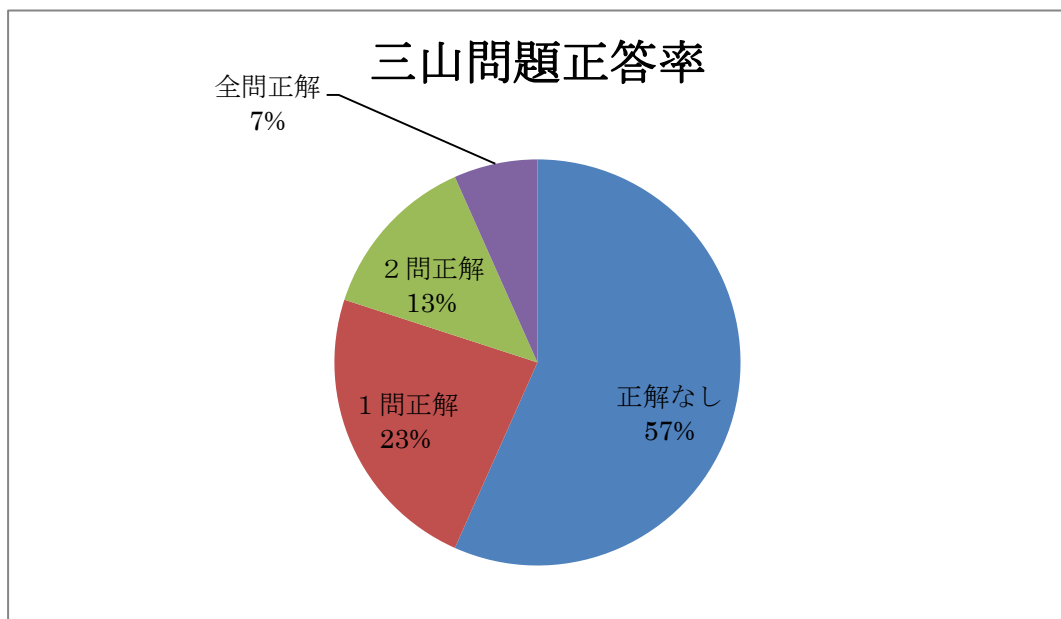


図 9 三山問題正答率の円グラフ

#### (4) 考察

30 人に実施したところ正解が 1 問もない割合が 57%にのぼり、全体の約 6 割を占めていることに驚いた。このことから小学校 6 年生の時点で児童には空間認知能力の習得は発達に合った課題であると考えられる。

30 人の解答内容を見ていて、その解答の仕方が実に様々であることが気になった。特に正答率の低い問題の解答の中には横から表すべき図を上から表しているものもあった。

同じ教室で同じように授業を受けている児童の間で、空間認知能力にこれほどまでの個人差が存在していることが明らかになった。

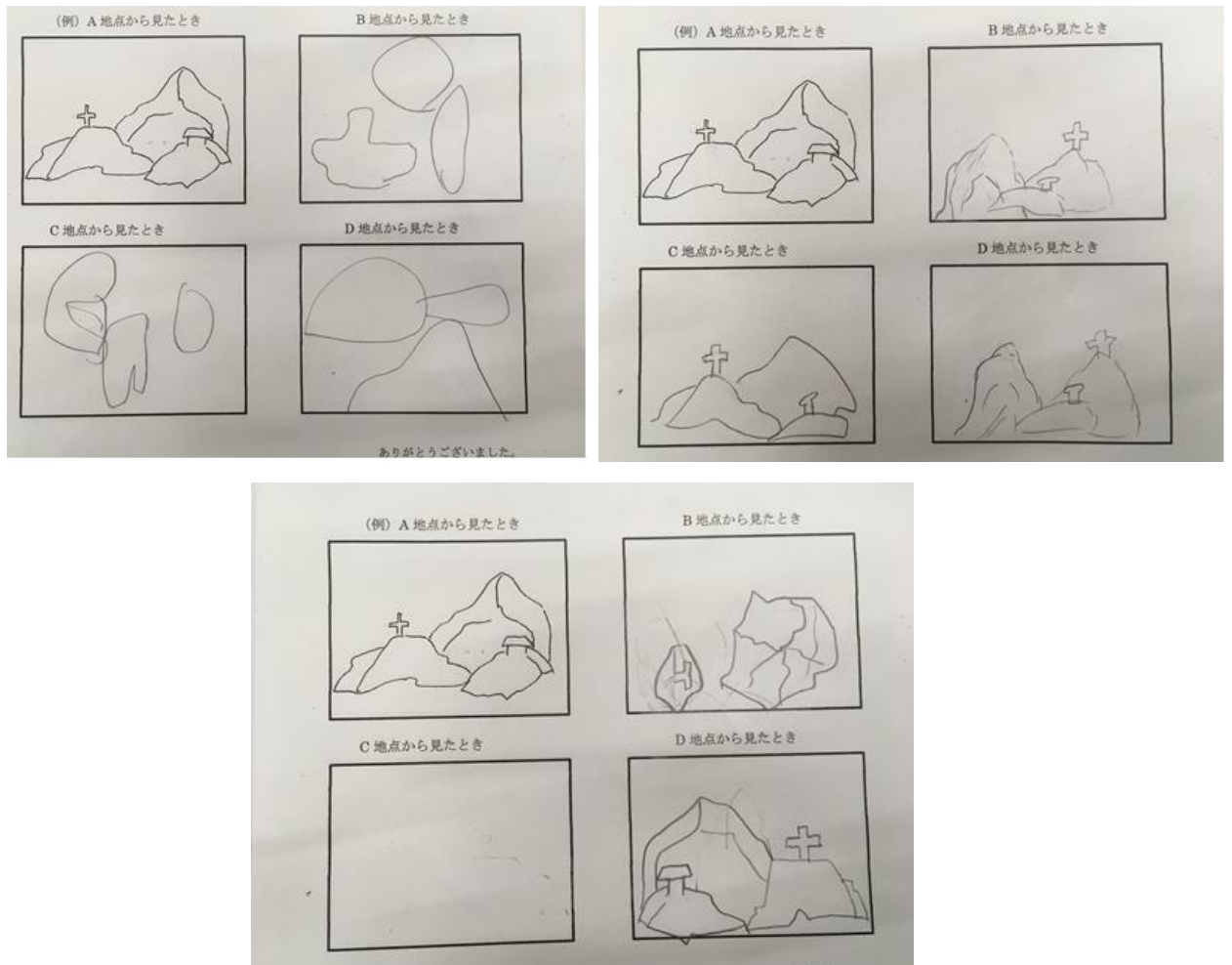


図 10 三山問題児童の解答

## 第4章 授業実践

### 1. 事前準備

サイピアでの実践の事前準備として、当日のイベント情報を知らせるチラシ・ポスター等を作成した。



図 11 広報のために作成したチラシ 1

チラシ作成で工夫した点はデザインである。子供たちが「楽しそうだ」と感じるようなイラストを書き、プラネタリウムの文字を目立たせた。また、合田さんと話を進め、参加無料にすることで集客しやすいのではないかと考え、参加無料の部分にも目がいくようなデザインにした。また、サイピアイベント情報の10月分に、当日イベントを行う事を記載してもらい、当日に向けて準備を進めていった。

**サイピア イベント情報 2017 10月**

人と科学の未来館サイピア

10月 October

1 2 3 4 5 6 7  
8 9 10 11 12 13 14  
15 16 17 18 19 20 21  
22 23 24 25 26 27 28  
29 30 31

**サイエンスショー 音と振動の科学**  
開催日▶▶ 7日(土) 8日(日)  
私たちの身の回りには振動(ふるえ)がいっぱい! 楽しい振動と危険な振動を見てみよう  
講師:サイエンスインストラクター おうさま・1t  
時間:①12:50~13:20 ②14:50~15:20

**1 おもちゃの病院**  
大事なおもちゃが壊れたままですいませんが? 修理可能か診てもらいましょう!  
時間:①10:00~14:00 ※修理商品の実費が必要な場合があります

**4 中秋の名月観望会inイオンモール岡山**  
天は望遠鏡で美しい月をみながら食事を楽しめます?

**7 目探せ!天文博士!~全国学力調査に挑戦!!~**  
月や星の動き方を楽しく分かりやすく勉強します!  
時間:17:00~17:45 ★16:50開場  
定員:132名 対象:小学1~4年生と保護者  
場所:サイピア2Fサイエンスドーム

**15 光のふしぎと夢のレインボーハウスづくり**  
LEDで光るオリジナルレインボーハウスをつくらう!  
時間:①10:00~11:30 ②13:00~14:30  
参加費:300円 定員:各回12名  
対象:小学生(小3以下は保護者同伴)

**子ども科学クラブ**  
第6回子ども天文教室 10/14(土) 18:00~20:00  
第5回わくわく仮面実験教室→アポロロケットに挑戦! 10/22(日) 10:00~12:00

**20 ヨルプラネ「ほしぞらタイム」**  
今月のテーマは「解決!宇宙の森林なギモン2017」  
時間:19:00~19:40 ★18:45開場  
定員:132名 観覧料:通常観覧料

**21 CO2 SOS パーチャル科学館を体験しよう!**  
時間:13:30~15:30 対象:小中学生  
場所:サイピア1F 科学体験・学習広場

**ハッピーハロウィン★スイーツデコ**  
本物そっくりお菓子のストラップをつくらう!  
時間:①10:30~12:00 ②13:30~16:00  
参加費:800円 ※材料がなくなり次第終了

**22 理大の日** 岡山理科大学・科学ボランティアセンターの皆さんが科学ブースを出展するよ!  
時間:14:00~16:00

**「プラネタリウムで爆クラ!」**  
日本初!クラシック音楽の宇宙体験体感!によるこも。  
時間:19:00~20:30 ★18:30開場 定員:132名  
チケット:前売り3,000円 / 当日3,300円  
※チケットはサイピアまで。未就学児入場不可

**28 ロジックラボ for kids プログラミングワークショップ**  
子ども向けプログラミング言語を使ってゲーム作りを体験!  
時間:①10:00~12:00 ②13:00~15:00  
参加費:500円(おやつ代別) 定員:各回10名  
持ち物:USBメモリ(1GB以上)

**つくってあそぼう!**  
★4日(土) 14:00~16:00  
★13日(日) 14:00~16:00  
★18日(土) 14:00~16:00  
★25日(木) 14:00~16:00

**プラネタリウム投影開始時刻**  
※時間によって内容が変わります。※開始5分前にはご入場ください。

平日	園・学校・団体予約時間	15:00	16:00
土日祝		10:00	11:00
		13:00	14:00
		15:00	16:00

岡山県立岡山科学センター  
人と科学の未来館サイピア  
〒700-0905 岡山県岡山市東区大井町1-6  
TEL: 086-237-6762  
E-mail: oca@planetarium-ohg.jp  
086-237-9780 サイピア

10月から全週映像番組「しまじろうとたんじょうびのおぼしさま」の上映を開始! 観に来てね!

図 12 広報のために作成したチラシ 2

## 2. 授業実践

事前準備を進め、実際に授業を人と科学の未来館サイピアで行った。前項までの番組案、授業運営マニュアルを基にプラネタリウムを教材として月や星の動きを子供が立体的に理解することができたり、主体的・対話的な深い学びを成立させたりできるようにさらなる改善を加えた。改善策は以下のようなものである。

- ① 番組内容を45分におさめることのできるものとする。
- ② 時間・空間概念が育ったのか確かめるための問題を用意する。  
(平成27年度全国学力・学習状況調査 小学校理科 P21,22)
- ③ プラネタリウムのスクリーンの前に立ち、実際の授業のように番組を進める。

### [調査目的]

- ① プラネタリウムの番組を見た、子供たちの時間・空間概念が育っているのかを知る。
- ② 問題解決的な天文学習の成立を目指す。
- ③ 「月と星」單元における主体的・対話的な深い学びを成立することができるかどうか確認する。

## 2. 調査方法

当日、この番組を見に来てくれた子供たち（4年生1人、3年生5人、2年生1人、1年生2人、5歳2人、3歳1人）に番組終了後、平成27年度全国学力・学習状況調査 小学校理科 P21,22 問題を解いてもらい

時間・空間概念が育ったのかを確認する。平成 27 年度全国学力・学習  
状況調査 小学校理科 P21,22 の問題は以下のとおりである。

4

ゆりえさんは、家の人と月や星座を<sup>せいぞら</sup>を観察しながら、近所に住んでいる  
まことさんと情報交かんすることにしました。

(1) ゆりえさんは、午後8時に月を見つけました。



まことさんは、どの方位に  
月が見えているの?



ゆりえさん



まことさん

ぼくは、東の空を見ているけれど、90° 右の方向に月を見つけたよ。

ゆりえさんが見ている方位について、どのようなことが考えられますか。  
下の 1 から 4 までの中から 1 つ選んで、その番号を書きましょう。

- 1 北を見ている。
- 2 南を見ている。
- 3 西を見ている。
- 4 まことさんと場所がちがうので、方位はわからない。

(2) まことさんは、この日の月のようすについて次のように話しました。



ぼくは、夕方にも月を見たよ。ゆりえさんの場所では、どのように見えていたの？

ゆりえさんが午後8時に月を見つけた場所から同じ方位を見たときの午後4時の月のようすを表しているのはどれですか。下の **1** から **4** までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。

**1**



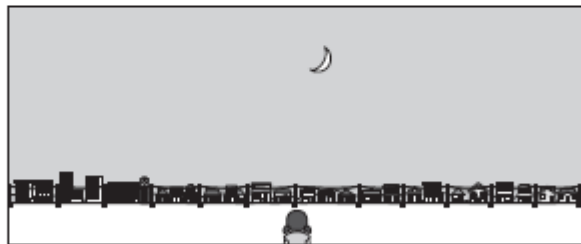
**2**



**3**



**4**



### 3. 授業の実際

プラネタリウムで使用する番組は、45分におさえるために、番組案 p.1 の太陽の動きや月の動きはサイピアのプラネタリウムを使って確認させるようにした。また月の形をスライドで映すことを省略し子供たちと対話をしながら月の色々な形を確認させた。

番組案 p.2 では、変更点として、東の空と北の空の星座を見せる順番を入れ替えて、北の空の動きをグループで考えるようにした。そうすることで、次の学習活動でのグループのメンバーと一度顔を合わせることが出来るため、グループでの話し合いが活性化すると考えた。

番組案 p.3,4 では番組の復習を行うが、太陽と月の動きは省略した。そして、一度に全球を動かしながらグループで考えた問題の答えを解説するようにした。また最後に時間・空間概念が育ったかどうか確認するための問題を解く時間を確保するために星座紹介の時間は行わなかった。

このような改善を加えることで、練習では45分で番組と確認問題を行いきることが出来なかったが、本番では45分程度の時間で授業を終えることができた。

#### [準備物]

- ・ ホワイトボード（各グループに1つ）
- ・ 鉛筆（1人1本）
- ・ 平成27年度全国学力・学習状況調査 小学校理科 P21,22 問題
- ・ バインダー（問題を挟むために使用）

次項は本番で使用した番組のスライドである。



【問題】 南の星座(さそり座)はどのように動のでしょうか？

ア. さそりの形のまま、まとまって動く。  
 イ. ひとつひとつの星がバラバラに動く。  
 ウ. 月や太陽とちがって星座は動かない。  
 エ. その他


【問題】 東の星座(わし座)はどのように動いているのでしょうか？

ア. 上に動く。  
 イ. 右に動く。  
 ウ. 下に動く。  
 エ. 左に動く。  
 オ. その他

【問題】 北の星座(カシオペア座)はどのように動いているのでしょうか？グループで話し合ってみましょう。

ア. 上に動く。  
 イ. 右に動く。  
 ウ. 下に動く。  
 エ. 左に動く。  
 オ. その他

【問題】 南と北と東の星座はどうして違う動き方をするのでしょか？グループで話し合ってみましょう。




まことさん、どの方向に月が見えているの？

ぼくは、東の空を見ているけれど、90° 右の方向に月を見つけました。



月が見えているのは、どの方向かな？

まことさんは、どの方向に月が見えているの？

ぼくは、東の空を見ているけれど、90° 右の方向に月を見つけました。

図 13 本番用スライド 1

本番用スライドは、全 11 ページに抑えた。スライドの問題を番組の途中で画面に表示し、解答はプラネタリウムで時間を進めて確認させた。スライドの 3 枚目と、4 枚目は部屋の明かりをつけて、グループによる問題解決型学習を行った。

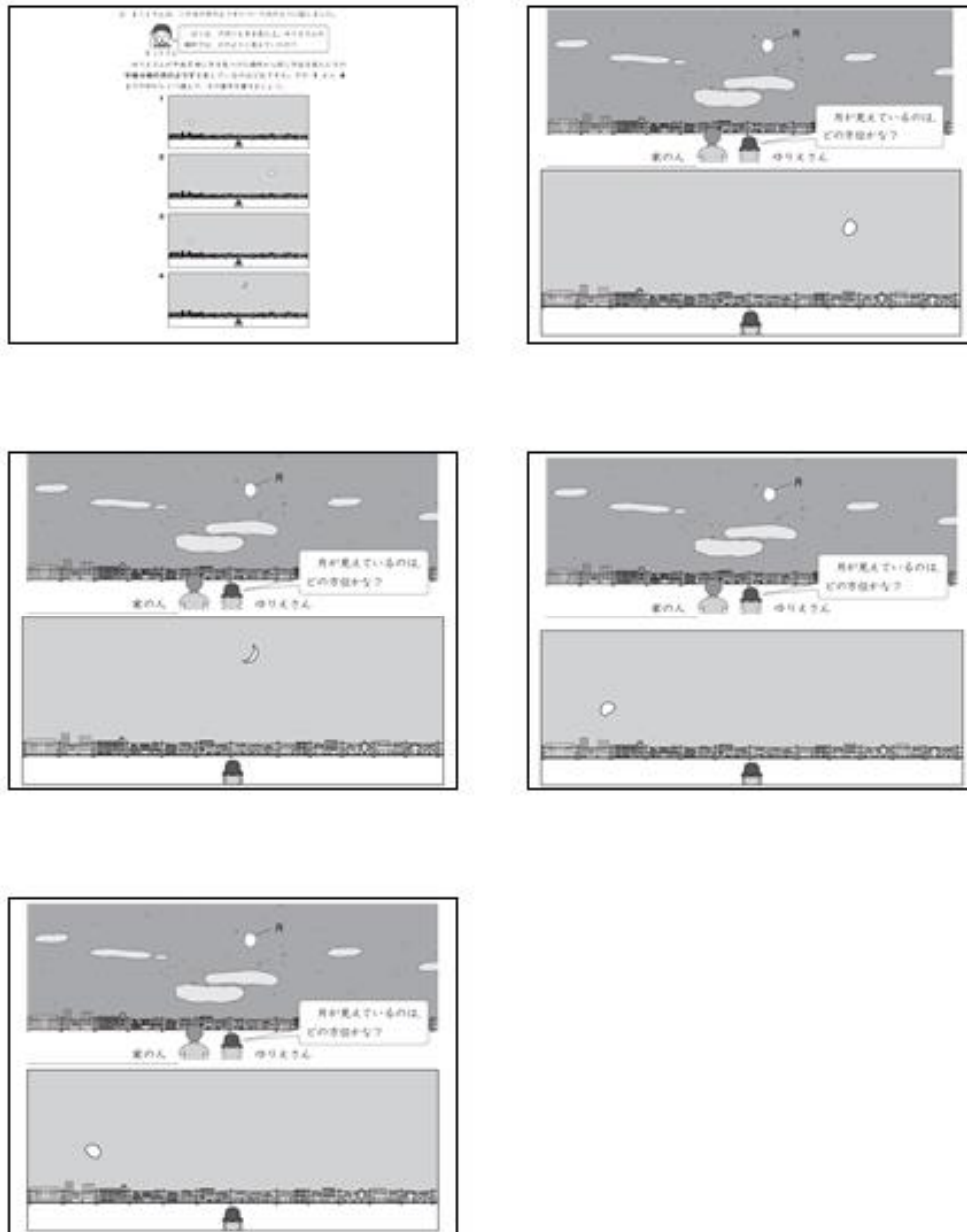


図 14 本番用スライド 2

スライドの 5 枚目から 11 枚目までは、平成 27 年度全国学力・学習状況調査 小学校理科 P21,22 である。部屋の明かりをつけて、問題文を読みながら、子供たちに問題を解かせた。スライド 8~11 枚目は、解説を行いやすいように、スライドの 5 枚目と、7 枚目の選択肢を比較したものである。

#### 4. 調査結果

今回の学習に参加してくれた子供 12 人に平成 27 年度全国学力・学習状況調査 小学校理科 P21,22 の問題を解いてもらったところ、解答における記述や描写の特徴は以下のものであった。

④ (1) 12 人中 9 人正解      ④ (1) は「2」が正解

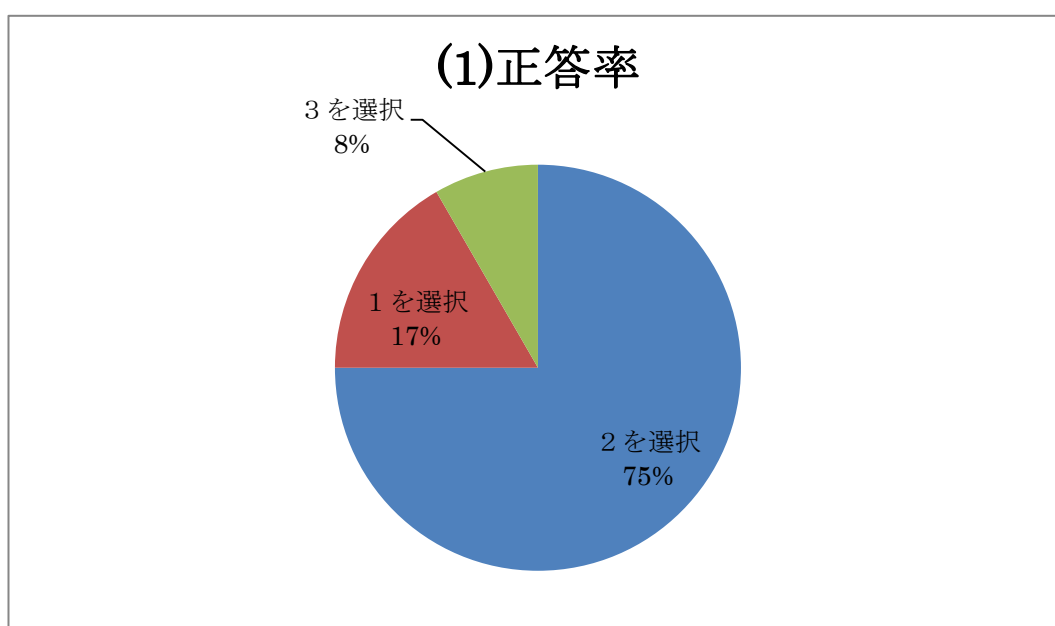


図 15 全国学力調査④(1) 正答率の円グラフ

予想では、実際に来ていた子供の発達段階的に正答は難しいのではないかと考えていたが、正解を選んだ子供が 7 割を超えていたのに驚いた。

④(1)の問題は方位に関する問題のために、発達段階的に子供の空間概念が形成されたのではないかと考察する。

4 (2) 12人中11人正解 4 (2)は「1」が正解

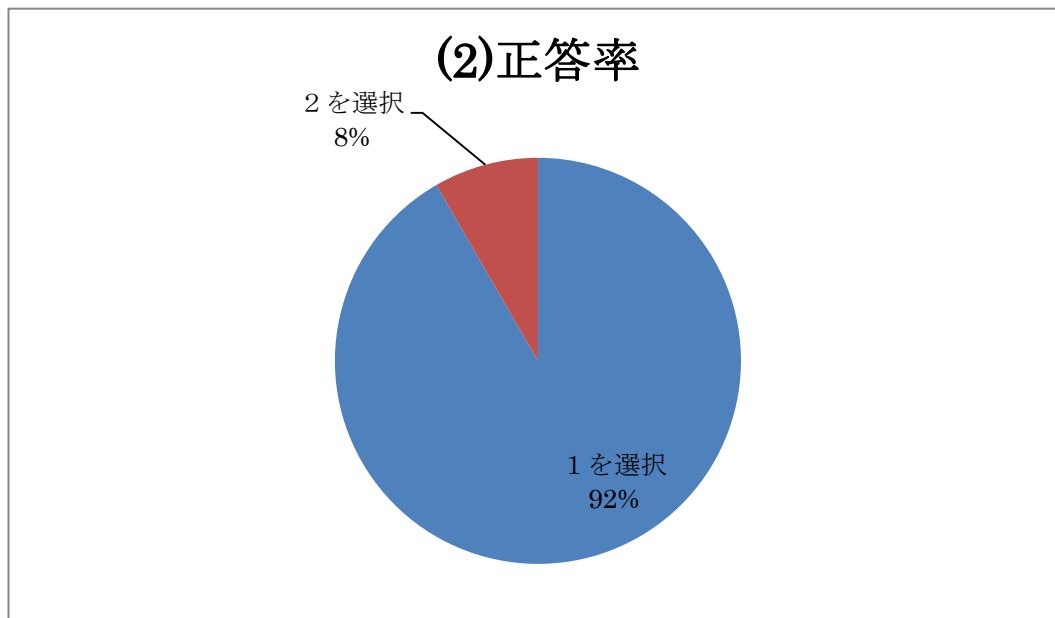


図 16 全国学力調査4 (2) 正答率の円グラフ

予想では、(2)の方が正答率は低いと考えていたが、正解を選んだ子が9割を超えていたのに驚いた。この問題を正解するためには月の形と時間関係がポイントとなるために、発達段階的に子供の時間概念が形成されたのではないかと考察する。

#### [調査結果の考察]

番組終了後に行った全国学調査の正答率をみると、プラネタリウムの番組が子供たちの時間・空間概念の形成に非常に効果をもたらすものであると考えられる。しかし、今回の番組は子供たちの保護者も同伴しているため子供の解答を手助けしてしまっている場面もあった。また来場してくれている子供たちは比較的天体に興味がある子であることから、正答率も高くなったのではないかと推察する。

## 5. 授業を終えて

プラネタリウムの番組を作成し、実際に子供たちの前で実践することは教員を目指すうえでとても良い経験となった。実際に授業のように進めていくと子供たちの反応からプラネタリウムを教材として使うことは、「月と星」単元において星座の動き等を理解させることにとても有効な教材であると感じた。さらにこれからの教育で求められている「主体的・対話的な深い学び」の成立を目指して対話的な場面を多く持たせることに気を付けなければならないことを改めて感じた。

今回の授業を終えたあと、当日来てくれていた保護者の方に、

「とてもわかりやすかったです。また来たいです。」と声をかけていただいた。また、解答用紙の余白部分に3年生の子供の一人が

「月と星のことが楽しく学べました。〇小学校にも来てほしいです。」と感想をかいていてくれて、子供たちの「わかる」気持ちを大切にするためにも、プラネタリウムを教材に天体について学習できるなら可能な限り行うべきだと感じた。

当日までたくさんの協力してもらった合田さんはじめ、「人と科学の未来館サイピア」の職員の方々に深い感謝を伝えたい。

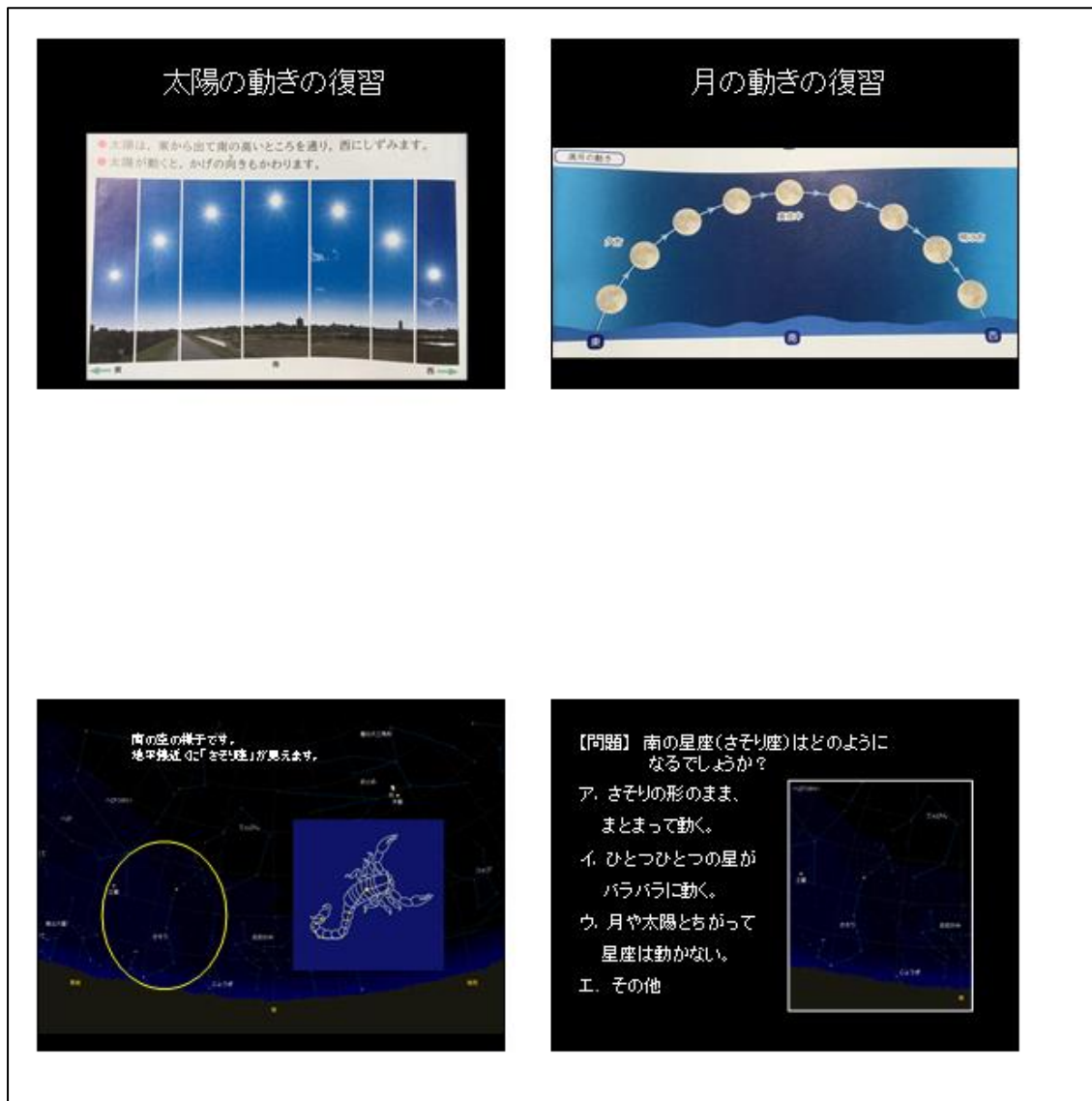


図 17 実際の授業の様子

## 6. 授業実践（2）

プラネタリウムを使つての授業は時間・空間概念を育てやすく、天文分野での問題解決を可能とした。しかし、多くの学校で実際にプラネタリウムを使つて授業することは難しい。そのためにプラネタリウム番組を小学校の教室で授業ができるように作り直すことにした。

< 教室用番組 p.1 >



p.1 では、既習事項として太陽と月の動きの確認を行う。スライドの写真は、『新編 新しい理科 3』、『新編 新しい理科 4』の写真である。東から南の空を通り西の空に沈むことをおさえる。

< 教室用番組 p.2 >

p.2 では、まず南の空のさそり座を例に星座は時間がたつとどうなるかを考えさせる。プラネタリウムの番組と同じく、選択肢を与えて子供に考えを持たせやすくした。その後星座を動かして動き方と共に答えを表示する。

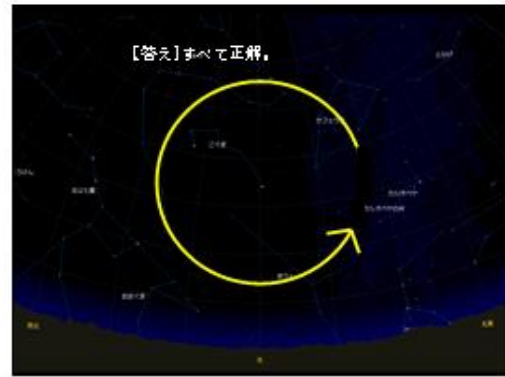
次に東の空の様子を観察させる。東の空で見せる星座はわし座である。夏の大三角を構成する星のひとつのために、子供にとって身近であると考えこの星座を選択した。

< 教室用番組 p.3 >

p.3 では、北の空の様子を観察させる。観察させる星はカシオペア座である。プラネタリウムでの番組と同じように問題の答えをグループで話し合わせる。話し合いの際には部屋の明かりを点ける。話し合い後は、まずそれぞれのグループの答えを聞いて、なぜその答えを選んだのか理由を聞く。そうすることで違う答えを選んでいたらグループの意見の中にも新しい気づきが生まれるのではないかと考える。



< 教室用番組 p.4 >



【問題】 南と北と東の星座はどのように  
違う動き方をするのでしょうか？  
グループで話し合ってみましょう



p.4 では、北の空のカシオペア座の動きを確認させたあと、各方位の空の星座の動き方が違っていたことを確認させる。確認後なぜ違う動きをするのかについてグループで話し合う時間を用意する。この場面でも部屋に明かりは点けておく。話し合い後に各グループの考えを発表させて、解説を行うようにする。

教室用の番組は全 15 枚のスライドで構成した。

## 7. アンケート作成

「人と科学の未来館サイピア」での授業時には確認できていなかった新学習指導要領の求める「主体的で対話的な深い学び」なのかどうかを確認するためのアンケートを以下のように作成した。

天体学習に関する調査	
学籍番号・氏名 _____	
現在、小学校の現場では月や星の野外観察を安全上の問題や天候の問題、指導者の専門的知識・指導技術の不足などが原因であまり行っていないという実態があります。そのことを踏まえ、今回の授業が新学習指導要領の求める「主体的で対話的な深い学び」になっているか、意見を聞かせてください。	
1、今日の授業が扱は、子供にとって「主体的な学習になる」と思いますか？	<input type="checkbox"/>
① ならない ② あまり ③ 少し ④ なる	
なぜそう思いましたか？	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	
2、今日の授業が扱は、子供にとって「対話的な学習になる」と思いますか？	<input type="checkbox"/>
① ならない ② あまり ③ 少し ④ なる	
なぜそう思いましたか？	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	
3、今日の学習は、子供にとって「深い学びになる」と思いますか？	<input type="checkbox"/>
① ならない ② あまり ③ 少し ④ なる	
なぜそう思いましたか？	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	
アンケートにご協力ありがとうございました。	

## 8. 実際の授業

教室用番組スライドとアンケートを作成し、実際に教員志望の大学生に教室用に改善した「月と星」の授業を受けてもらい、その授業内容についてのアンケートを行うこととした。

### 【調査目的】

「月と星」の授業を受けてもらい、その授業方法が児童にとって

- ① 「主体的な学習になる」のかどうか
  - ② 「対話的な学習になる」のかどうか
  - ③ 「深い学びになる」のかどうか
- 明らかにする。

### 【調査対象】

教員養成を行っている S 大学教育学部で小学校教諭または幼稚園教諭を目指している学生 50 名

### 【調査方法】

プラネタリウムで行った授業の教室版を受講してもらい、その後今回の授業方法が新学習指導要領の求める「主体的で対話的な深い学び」になっているのかアンケートを行う。

### 【準備物】

- ・ プロジェクター
- ・ 掲示物×3（南、東、北の正座の動きを示すためのもの）
- ・ 傘×2（南の空のさそり座、北の空のカシオペア座の動きを示すもの）

### [授業の流れ]

- 1) まず、既習事項である3年生「太陽の動き」と4年生「月の動き」で学習したことを確認した。
- 2) 全員南に向かせ、教室の南に設置したスクリーンにプロジェクターを投影し、南天の星の動きの学習をした。その後、南天の星の動きの掲示物を壁に設置。
- 3) 次に、全員東に向かせ、教室の東にスクリーンとプロジェクターを移動し、わし座を中心とした東天の星の動きの学習をした。東天の星の動きの掲示物を壁に設置。
- 4) 全員北に向かせ、教室の北にスクリーンとプロジェクターを移動し、カシオペア座を中心とした北天の星の動きの学習をした。教室の電気をつけて星の動きについてグループで話し合いさせた。全体での意見発表後、解説をして東天の星の動きの掲示物を壁に設置。スクリーンとプロジェクターを片付けた。
- 5) 最後に、部屋に明かりをつけて、「南と東と北の星座がどうして違う動きをするのか」についてグループで話し合わせた。全体で意見発表した後、各星座を描いた傘を回しながら全球の動きについてまとめをした。



図 18 実際の授業の様子

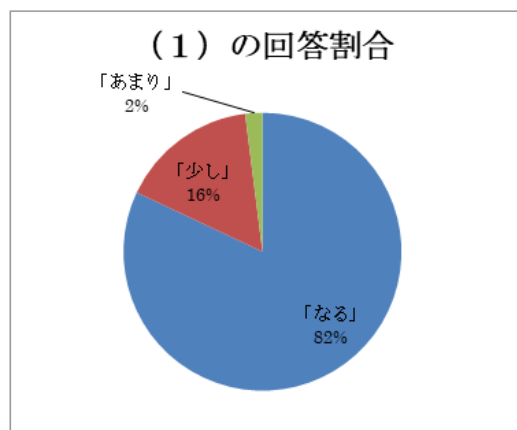
## 9. 調査結果

授業後アンケートにおける記述や描写の特徴は以下のものであった。

### (1) 「主体的な学習になる」

と思いますか？

「なる」	41人
「少し」	8人
「あまり」	1人
「ならない」	0人



#### <肯定的意見>

- 常に児童たちに考えさせる学習で、先生の問いかけにより、「問い」というものを持たされたから、主体的に学習できた。
- 説明的ではなく実際に実験を行い、児童自身が確かめることのできる授業だったため、児童を中心とした主体的な学習になっていたと思う。
- 教科書を使わずに、プロジェクターや矢印を使って星の動きを見ることでより想像しやすく記憶に残りやすいし、すぐに答えを出すのではなく、子供たちに考える時間をとることでどうなるんだろうと考えが深まると思います。
- 教室の前後左右に体を動かし見る方角が変わったので、好奇心がきたてられ、意欲がわいた。

#### <課題的な意見>

- 子供が「主体的な」である授業というよりは、「星に関して知識が豊

富な先生による、子供が星に興味を持ってほしいという思いが強い授業」という感覚でした。

○なぜ星がこうゆう動きをするのかを自分たちで調べられたらより主体的になるかもと感じた。

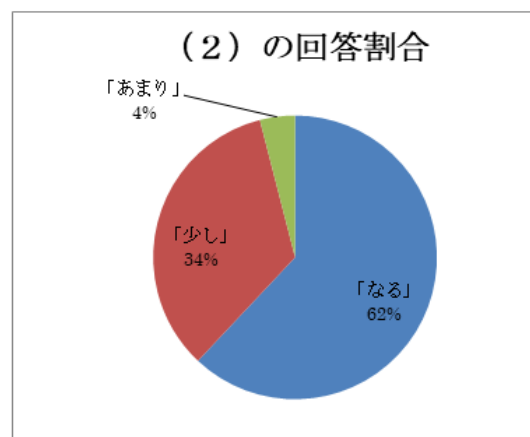
全体の8割が今回の授業を子供にとって「主体的な学習になる」と回答した。アンケートの内容をみると、授業で星の動きをクイズ形式で相談しながら授業が進んでいくことで主体的に感じるという声が多かった。

また、学生の中には「月と星」の単元では教師がずっと説明をしているような一方的な授業であると印象を持っていた意見が多く、児童役で受講してみてこの単元を面白いと感じた人も少なくなかった。

## (2) 「対話的な学習になる」

と思いますか？

「なる」	31人
「少し」	17人
「あまり」	2人
「ならない」	0人



### <肯定的意見>

- 実際に話し合い活動を行ってみて、自分が想像できなかった所まで考えている友達がいる、新たな発見をすることにつながったから。
- 自分で考え、周りと話し合ったり、先生の質問に答えたりする時間が多かったから。

- 教師が一方的に話を進めていくのではなく、たくさん質問があったから。
- 児童が答えたことに対して、「なぜそう思ったの？」と聞いていたのがよかった。
- 教師の明るさと、授業へのわくわくとで理科が大の苦手の私でも、いつのまにか意見を持っていてスーッと授業に入り込んでいたから。

#### < 課題的な意見 >

- クイズ後は対話的であったと思うが、授業全体に関しては、それほど対話的であった感じはしなかった。
- 私の場合当たっている自信や根拠がないと、なかなか自分の意見をえないので、積極的に参加はできなかった。
- 分かる子供たちにとっては、どんどん考えられることにより周りの人と自分の意見を共有したいと思ひ話し合いになると思いますが、大学生の私たちの中でも、どういう意味なのかが分かっていないなどの声があったと感じたので少し難しいのかなとも思いました。
- もう少し質問の回数を増やしても良かったと思ひました。

全体の6割が今回の授業を子供にとって「対話的な学習になる」と回答した。アンケート内容から、相談の時間が多く設けられていることや、教師が問いかけ、児童が答えるといったやり取りが多かったからという意見が多かった。また、クイズ形式の問題のため、意見がぶつかった時が盛り上がり学習意欲をかきたてられたという意見もあった。

一方で、最後の問題が難しく自分たちのグループの答えは地球が回転しているからという結果だったが、そこから話が広がらなかったため、はっきりと対話的な学習になるとは言い切れないという意見もあった。

### (3) 「深い学びになる」

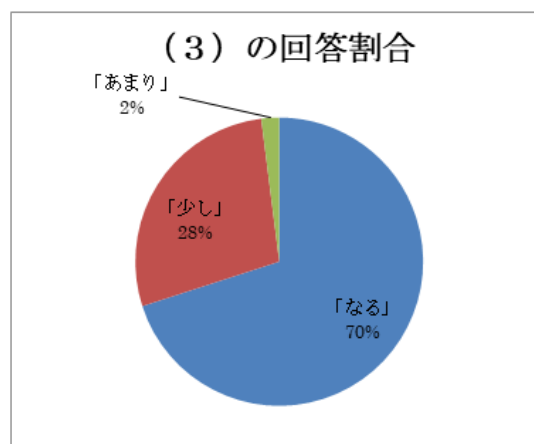
と思いますか？

「なる」 31人

「少し」 17人

「あまり」 2人

「ならない」 0人





#### <肯定的意見>

- スクリーンを移動することで実際に星を見ているような感覚になれた。
- 傘を使って空はつながっているから同じ向きに回っている、ただ見る方角がちがうと見え方がちがうという事がわかったときにとっても感動したから。「わかる」喜びをすごく味わえたから。
- プロジェクターを実際にみんなでみながら授業をすることで、印象に残りやすいと思った。ふとした瞬間に星空を見上げて考えられる機会が増えると思った。
- これまでの学習内容と関連させて子供たちに考えさせていたり、発表の時に、自分の言葉や手の動きを使って、表現できるようにしていたりという。思考・判断・表現する活動がたくさんあったから。
- プロジェクターや傘を使用することで、子供にとってイメージを持ちやすい学習活動になっていたと思うから。
- 授業の後実際に星を見てみる児童がいると思うから。
- ただ教科書を読み、見るだけではなく向きや動きを通して話し合い、理解を深めることで深い学びになると思いました。



### <課題的意見>

○今回の授業でどうしてそういう動きになるのかという原理まで知ることが出来たらよりよくなると思う。

○星が回っている方向は理解できたけど南の空の星が  で、北の星が  というのが途中でどうつながるのかわからなくなった。

全体の7割が今回の授業を子供にとって「深い学びになる」と回答した。アンケート内容から、教科書で読むだけでは2Dでしかも、アナログなので、想像するためには限界があったと思うが、パワーポイントで動画などを使うことによって、星の動き方が具体的にわかったという声があった。このことから、教科書を見ることよりも、4Dとして立体的に星の動きを学習できることが分かった。また、授業で使用した傘の装置が非常に分かりやすかったという意見が多かったため、今後も活用していきたい。

### 【考察】

アンケート結果で「対話的な学習」になるかという項目に対し「なる」と答えた人が全体の6割。「深い学び」になるかという項目に対し「なる」と答えた人が全体の7割。「主体的な学習」になるかという項目に対して「なる」と答えた人が全体の8割を占めたことから今回の授業は子供にとって「主体的で対話的な深い学び」になっているのではないかと推察する。

しかし、今回のアンケートでは実際の子供を対象に調査をするまでに至らなかったため、今後の教師生活のなかで子供のために更にこの授業を改善してゆきたい。

#### 第4章 考察および改善案

本研究で実験・調査を進めてきてわかったことは、「プラネタリウム」そのものを教材化することは児童の時間・空間概念の形成に非常に有効であること。また「月と星」単元では、教室に必要な準備を施すことで教科書だけでは得られなかった星の動きを立体的に理解でき、「主体的で対話的な深い学び」を可能にすることが分かった。

しかし、実際にプラネタリウムで番組を見せた人数は少なく、天体に関して興味・関心の高い子供が集まったため、天体について全く興味・関心を抱いていない子供にとっても本当に時間・空間概念を育成できる教材なのか課題が残った。多忙な現場の教師が実際にプラネタリウムで授業を行うことができるのかについても疑問が残った。

アンケート調査に関しても児童対象の実践を行うことができていないことから、大学生と小学生の授業の感じ方や天体への意識の在り方など判断のつかないものがある。これらは今後の課題として現場に出て実践を重ねていく中で改善するように取り組んでいきたいと考えている。

今回調査の対象になった学生や私自身も含め実際に野外観察で月や星の動きを学習した人は少ない。しかし、学生のアンケートの中に、「今までこの分野は苦手だったけど、わかったときすごくうれしくなった。」と回答しているものがあった。児童に「わかる」体験を積み重ねていくことで理科という科目を好きになってもらいたい。

この研究の結果が、未来の教師の学びのきっかけ、苦手の克服、自信へと繋がっていけばこの研究を行ったものとして本望である。

最終的な指導案と単元案は次のとおりである。

実施時期：10月（仮） 立案者：玉井 領

1 単元名 時間・空間概念を育てる「月と星」～アクティブラーニングの視点をいれて～

2 単元の目標

- 月や星に対して関心を抱き、月や星についての具体的な現象を観ながら、自分の考察を友達と対話をしながら考え、天体の不思議さや自然摂理の不変の規則性の面白さを主体的にとらえ、深く学ぶことができる。また、星に対する豊かな心情と天体に関する興味・関心を持つことができる。
- 星の明るさや色および位置を調べ、空には、明るさや色の違う星があることをとらえ、星の特徴について直接観察する機会を通して、月や星の動きが時間の変化に伴って変わる関係性に気がつくことができる。
- 観察や実験では、星の集まりは木や建物などを目印に調べたり方位で表したりする活動を通して、実際の天体の美しさを感じ取れるようにしたり、観察時間の間隔など定点観察の技能も身につけることができる。
- 月や星の動き方が時間と共に変化していくことを理解し、各方角の空の星の動きのちがいについても理解することができる。

3. 単元の評価規準

自然事象への関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての知識・理解
<p>①月の形に興味を持ち、自然の美しさを感じ、月の形と位置を記録しようとしている。</p> <p>②星の明るさや色、星の集まりに興味を持ち、それらについて直接観察しようとしている。</p> <p>③月や星の動きに興味を持ち、どう動くのかを調べる実験方法について考えようとしている。</p> <p>④月や星の動きの規則性について、自分の考えを友達と話し合いながら、考えようとしている。</p>	<p>①任意の時刻における月の位置を、木や建物などの地上のものを目印に調べたり、方位で表したりする活動を行い、月の位置が時間と関係していることについて考えることができる。</p> <p>②月の観察と同様に観察し結果を整理して、星の動きは、太陽や月と同じように動いていることに見通しを持つ。また、各方位の星の動きについても理解できる。</p> <p>③目の前の平面的な星空が、時間と共に立体的に変化していることを理解することができる。</p>	<p>①実際に月や星を観察する機会を多く待たせるようにし、天体の美しさを感じ取る体験の充実を図りながら、方位磁針による方位の確認や、観察時間の間隔など、定点観察の方法が身に着く。</p> <p>②月や星の動きを、共通点に注目して、映像や模型などを用いて観察することができる。また、プラネタリウムなどを積極的に活用することができる。</p> <p>③複数人での観察する活動を通して、話し合いの中での気づき、発見を大切に学ぶ姿勢を育てる。</p>	<p>①地球から見た月は、東から昇り、南の空を通過して西に沈むことを理解し、三日月や満月など日によって形が変わることを理解している。</p> <p>②夜空の星には、明るさや色の違う星があることや星の集まりが存在しており、それら星の集まりを数時間後に観察すると位置を変えていることを理解している。</p> <p>③月や星について、知識として得たことを、誰かに伝え、説明することで、知識を分かる喜びと共に理解することができる。</p>

#### 4 指導と評価の計画（全○時間）

次	主な学習活動	教師の指導・支援（○）と学習評価（◎）
一	<p>○自分の予想を立てる。 ・プラネタリウムで観察を行う前に、今まで生活の中で見てきた、月や星がどのように動くのか自分なりの予想を立てておく。 ○地上目標物や方位を用いて昼に見える月の位置を観察する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">めあて 月や星はどのようにうごいているか見極めよう。</div>	<p>○生活の中でのエピソード等を導入として活用する。 ◎月の位置を確認し、しばらくたって動いたことを確認したり、動きを予測しておくように指導する。 ◎観察ができているか、方位がきちんと確認できているか。</p>
二	<p>○プラネタリウムで学習投影を見る。（本時） （1）太陽、月の動きの確認 （2）星の動きの確認 （3）さまざまな星座を観察</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">まとめ 月や星は太陽と同じように動いている。</div>	<p>○前時の授業で予想した考えを基に考えさせる。 ◎話し合いで自分の意見を持っているか。 ◎天体について興味・関心がわいたか。</p>
三	<p>○まとめを行う。</p>	<p>○プラネタリウムでの授業を振り返ってのチェックテストを行う。 ◎テストの出来具合を参照とする。</p>

#### 5 指導上の立場

##### ○単元観

・この単元は、児童にとって日々の生活の中で目にする機会が多いと考えられる月と星について取り扱っている。児童は、学習の対象とする自然の事物・現象に接した時、多くの経験内容の中から関連のあるものを選択し、統合して事物・現象の所在を意識する。月や星は、児童ごとの先行経験が異なっていると考えられるので、目の前にある具体物と、児童が持つ経験との間に対照や対比が行われ、矛盾や疑問を感じたり、問題解決の活動を推進したりする判断が難しいのではないかと思う。また、月や星には実際に触れて、直接操作することができないために、児童の問題解決の活動の中で解決に必要な情報をプラネタリウムや視聴覚教材を積極的に活用して得られるようにしたい。

##### ○児童観

・これまでの理科の学習において、疑問や問題について予想を立て、実験で検証し、結果を考察するという問題解決的な学習を行ってきた。中学年になると、活動が活発になり、その範囲が広がり、自然の事物・現象に対する働きかけは一層積極的になってくる。また、好奇心や探究心も旺盛になり、事物に様々な働きかけを行い、自然に対する疑問も多く見いだすようになってくる。さらに、問題解決の活動を計画的、継続的に行い、集中して思考できるようになってきている。ピアジェの発達段階説を基に考えると、小学4年生の段階では、まだ夜空の星を平面的にしか見ることができないために、目の前で時間に気にせず動かすことのできるプラネタリウムで学び、時間と共に月や星が立体的に変化していくことを理解させたい。

##### ○指導観

・児童の時間・空間概念を形成するために、すべての星の動きを、時間を縮めてみることでできるプラネタリウムでの学習を取り入れた。また、「アクティブ・ラーニング」的に深い学び、対話的な学び、主体的な学びを行うために、グループで話し合い問題解決のための仮説を検証させる。話し合う時には、まず全員の意見を出させて、発表の機会を確保し、意見交換をしながら、よりよい意見にまとめられるよう支援を行っていきたい。また、プラネタリウムで行う授業については、チームティーチングの形を取り、職員の方と協力して授業を進めたい。

1. 単元名 時間・空間概念を育てる「月と星」～アクティブラーニングの視点をいれて～
2. 単元目標 月や星の位置の変化を運動、季節、時間などと関係づけながら調べ、見出した問題を興味・関心をもって追求する活動を通し月や星の動きについての見方や考え方を養う。
3. 本時案（第二次 第1時）

目 標	星に関心を持ち、月や星の動き方を実際に確認するとともに、地球から見える星や月の見える位置や形の変化について考えることができる。	
学習活動	指導上の留意点	準備物
1. 太陽と月の動きを観察し、星の動きについて考えていくという課題をつかむ。	<p>○パワーポイントを提示しながら3年生「太陽の動き」と4年「月の動き」で「太陽と月の動きは、東から南の空高くを通過して西に沈む」ということを確認させ、本時では星の動きについて考えていくことを伝える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スクリーン</li> <li>・プロジェクター</li> </ul>
それぞれの空に見える星の動きを考えよう。		
<p>2. 南の空のさそり座、東の空のわし座の星の動き方について予想し、確かめる</p> <p>・予想した選択肢のところで拍手をする。</p>	<p>○教室の電気を消し、全員南に向かせ、教室の南に設置したスクリーンにプロジェクターを投影し、南天の星の動きの学習をさせる。星の動き方の選択肢を作り、全員が自分なりの予想をもてるようにする。</p> <p>○南の空の星の動きを確認したら、教室の南に設置したスクリーンにプロジェクターを移動させ、南天の星の動きの掲示物を壁に設置。</p> <p>○次に、全員東に向かせ、教室の東にスクリーンとプロジェクターを移動し、わし座を中心とした東天の星の動きを学習させる。その後東天の星の動きの掲示物を壁に設置する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・南天の星の動きを示す掲示物。</li> <li>・東天の星の動きを示す掲示物。</li> </ul>
<p>3. 北の空のカシオペア座の星の動き方について予想し、グループで話し合い、確かめる。</p> <p>・まずは自分の意見を持つ。</p> <p>・次にグループに分かれグループとしての意見を持つ。</p>	<p>○全員北に向かせ、教室の北にスクリーンとプロジェクターを移動し、カシオペア座を中心とした北天の星の動きの予想をさせる。</p> <p>○教室の電気をつけて星の動きをグループで話し合わせる。全体での意見発表後、解説をして北天の星の動きの掲示物を壁に設置。スクリーンとプロジェクターを片付けた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北天の星の動きを示す掲示物。</li> </ul>
<p>4. 南と東と北の空の星座の動き方がどうしてちがうのか予想し、確かめる。</p>	<p>○部屋に明かりをつけて、「南と東と北の星座がどうして違う動きをするのか」をグループで話し合わせる。</p> <p>○全体で意見発表後、各星座を描いた傘を回して教室をプラネタリウムに見立て、「空はつながっていて星の動き方も同じ向きに見えるけれど、見ている場所がちがうため、違った動きに見えることを論理的に考察させる。</p> <p>○本時では全体のまとめは行わずない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各星座を描いた傘</li> </ul>
<p>5. 実験・観察から分かったことを絵や文章にまとめ、発表する。</p>	<p>○児童の実態に合わせて絵や文章で表現し伝えられるよう説明カードや書画機能付プロジェクター等を用いて支援する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・説明カード</li> <li>・書画機能付プロジェクター（必要に合わせて）</li> </ul>

## 【引用・参考文献】

- 1) 関川絵里,『小学校第6学年理科「月と太陽」の授業づくり-児童の実感を伴う理解にもとづく学習意欲の向上を目指して-』
- 2) 栗原淳一,『小学校理科「月と太陽」の理解を深める指導の工夫-指導資料『「Moon&Sun」セット』の作成と活用を通して』
- 3) 田口瑞穂,『小学校理科地学分野における野外観察学習の指導改善に関する実践研究』
- 4) 三橋裕次郎・中村雅彦,『小学校教師の理科野外観察に関する実態調査』(2010)
- 5) 文部科学省 『教育課程企画特別部会における論点整理について(報告)』  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf) (2017.3.30 閲覧)
- 6) 小学校指導要領解説理科編
- 7) 大石匠海・中野英之・村上忠幸『プラネタリウムづくりを通して児童生徒が主体的に星座学習を行える教材の試作』(2011)
- 8) 大石匠海・中野英之・村上忠幸『天体の動きの観察のためのプラネタリウム教材の開発』(2012)