

## 小学校理科における地学指導の実践的考察

—天文領域を中心として—

田 中 千 尋

- 1 問題の所在と先行研究の検討
  - 1-1 現代の理科教育の問題点
  - 1-2 「地学離れ」の実態と地学教育の重要性
  - 1-3 理科における天文領域の重要性
  - 1-4 天文領域の教育的意義に関する先行研究の検討
  - 1-5 天文領域の内容や指導上の問題点に関する先行研究の検討
- 2 地学・天文領域学習に関する大学生へのアンケート調査と模擬授業結果の分析と考察
  - 2-1 模擬授業前のアンケート調査の分析
  - 2-2 模擬授業の実施と概要
  - 2-3 模擬授業後のアンケート調査の分析
- 3 小学校における天文領域の授業研究
  - 3-1 天体の見かけ上の動きを実感させる指導
  - 3-2 単元導入時の月の観察の重要性
  - 3-3 天体同士の関係を三次元的にとらえる指導の重視
  - 3-4 授業研究の目的と評価の方法・評価の尺度
  - 3-5 実験群の授業の概要
  - 3-6 対照群の授業の概要
  - 3-7 研究授業の評価
- 4 終 章
  - 4-1 本論文の結論とまとめ
  - 4-2 今後の課題

謝 辞

参考文献

## 1 問題の所在と先行研究の検討

### 1-1 現代の理科教育の問題点

現代の理科教育の動向を見ると、さまざまな問題点が明らかになっている。その一端を遡れば1980年代にすでに「自然離れ」の語が登場している。森（1984）のアンケート調査によれば、ヒトとして成長するために最も重要な「知・情・意」が、理科教育という観点から見て、子どもたちから喪失しつつある現象を総称して、森は「自然離れ」と称している（森 1984：1-6）。小学校から高校に至るまでの児童生徒の、いわゆる「理科離れ」と呼ばれる現象は、1990年代後半から話題になっていた。1990年代後半の小学生の「理科離れ」については、「自然環境の減少にともなう屋外での直接体験や遊びの減少」「家庭での子どもたちの生活の変化」「学校における理科授業の変化」などが要因としてあげられている（村上 1999：1-6）。2000年代に入ってから、理科教育を巡るさまざまな課題が実態調査を元に指摘されている。渡辺（2011）はPISA2006年調査の分析から「先進諸国と比較して、子どもに『科学が好きだという気持ち』が育っていない、先進諸国と比較して、子どもに『理科学習が大切だという気持ち』が育っていない、先進諸国と比較して、子どもに『科学の価値を伝える指導』ができていない」といった結果に注目した指摘をしている（渡辺 2011：91-93）。さらに、小学校中学年、中学校、高等学校と、年齢が上がるにつれて、「理科に対する好感度」が低下する。いわゆる「理科離れ」の状態が進行しているという実態も明らかになっている。（加藤 2007：35）。

別の観点として、教師自身の意識や技量不足の問題も指摘されている。理科の指導を苦手と感じている、理科の指導法についての知識・技能が不足していると感じている、観察・実験についても知識・技能が低いと感じている教師が多いという課題である。この傾向は特に理科指導を担当した年数が少ないほど顕著に現れているという（島根 2009：4）。この原因として、島根によれば「理科の観察や実験の準備や片付けの時間が不足している」、教師を対象にした専門的な研修の機会が確保できないことが指摘されている（島根 2009：6）。さらに高等学校における、地学の履修率の低下も指摘されている（渡辺 2011：95）。この背景として考えられるのは、特に地学分野（地球領域）の「苦手意識」を持っている教師が多いことが背景にあると考えられている（島根 2009：5）。

以上の先行研究から、小学生の時には理科に対する好感度は高いものの、年齢が高くなるにつれてその意識は低下することがわかる。そして、その状態が全体として、中等学校段階を主とする若年層の科学に対する関心が低いという現象に繋がっていることも、明らかになっている。自然科学分野の多くは、観測事実から理論を構築する学問である。日本の学校教育における理科は、観測事実から思考を構築することを特徴としている。学校教育における観測事実とは、即ち「観察・実験の結果」である。それが小学校では比較的実現できているものの、中等教育段階ではできていないことが問題である。一方では、観察・実験が困難な地学領域では中等段階のみならず、小学校段階でも教えにくいということが指摘されている（吉原 2016：286）。

### 1-2 「地学離れ」の実態と地学教育の重要性

理科教育研究会編『未来を展望する理科教育』（2006）の中では、地学領域（地球環境学習）の重要性として、「地学分野は人類が存在する環境を、宇宙から地球の内部まで含めて、総合的な理解を児童生徒に与える重要な役割を担っている」と述べている（理科教育研究会編 2006：159）。しかし、児童自身が実際に操作（観察・実験）をしながら学習を進めることが難しい、地学領域の単元に関しては、「地学離れ」が進んでいると言える。

大学での専門教育の観点から見れば、高校の理科が地学領域の内容を学ぶ最後の機会である。伊藤（2018）は、「高校での理科は、2012年4月の入学生から新たな教育課程が始まり、地学についても、「地学基礎」（2単位）と「地学」（4単位）が、今までの「地学Ⅰ」・「地学Ⅱ」にとって変わった。基礎3科目が必修となり、今まで以上に「地学基礎」を学ぶ学校・生徒が増えたことは評価できる。しかし、「地学基礎」・「地学」を入学試験に利用している入学者の数は少なく、物理・化学・生物に比べ、学ぶ生

徒数は少ない。特に、理系生徒においては、ほとんど地学（地球・宇宙）について学ぶことなく卒業してしまうという現状がある」と指摘している（伊藤 2018 : 15）。

一方、2011年3月11日に発生した東日本震災などの「地震災害」と「津波災害」、御岳山、新燃岳、草津自根山などの「火山災害」、台風や竜巻などの「気象災害」、人間活動に伴う「異常気象」など、21世紀に入ってから、日本列島には多くの自然災害が発生している。また、近未来的な危惧としては、「南海トラフ地震」「根室沖地震」「富士山噴火」などがあげられる。ユーラシア大陸大陸棚の東縁に位置する弧状列島（日本列島）は、さまざまな種類の自然災害に遭いやすい。「台風による災害」「豪雨災害（洪水や土砂崩れ）」「火山災害」「地震災害」などは、いずれも、弧状列島の地理的、地質的な要因によって引き起こされる自然災害である。こうした自然災害は膨大な自然エネルギーによってもたらされるもので、根本的に防ぐ方法はない。しかし、正しい知識の獲得と、個々の災害メカニズムの理解によって、減災は可能である。

伊藤（2018）は「大きな災害のたびに多くの犠牲者が出るのは、子どもの頃からの地学教育の不足、指導方法の問題などに起因する。それらの災害に対して、正しい知識をもっている国民も非常に少ないのか現状である」と指摘している（伊藤 2018 : 15）。また佐藤（2015）は「平成26年度（2014年度）防災白書の中に「学習指導要領等における主な防災教育関連記述」という付属資料があり、そこには、幼稚園教育要領をはじめ小・中・高等学校それぞれの学習指導要領における領域や各教科・特別活動と、防災教育とのかかわりについて記載されている点に着目し、防災教育と理科教育は関連性が強く、特に地学分野の単元と強い関連性があること」を指摘している（佐藤 2015 : 16）。すなわち、弧状列島という、気象的、地質的に特別な環境に居住する日本人にとって、地学領域の学習は必要不可欠と言える。

### 1-3 理科における天文領域の重要性

本稿で注目したいのは、地学領域の中でも、特に指導が難しいとされている天文教育についてである。この理由は第1項で記述の通り、観測実験の指導法が困難であることによる。一方で、天文教育の重要性については、1980年代から指摘されてきた。

大脇（1988）は天文教育の重要性は「人類の知的好奇心の原点」「観察・観測・データ解析・推論など、科学の基本的能力の獲得」「科学的究明に応用能力の涵養」「天文以外の分野の基礎となる」「科学的な物の考え方のプロセスを学べる」「自然観・人生観などの哲学的思考を促す」の6点に集約されると述べている（大脇 1988 : 127）。また天文領域の指導においては、「情操的観点」と「知的観点」の両面が不可欠であるとも述べている（大脇 1988 : 127-128）。また、和田（1993）は、天文教育は「観測を重ねて推論することを大切にしなければならない」（和田 1993 : 68）と述べ、継続観察とそこから導き出される法則性を導き出す思考の重要性を指摘している。さらに児童一人ひとりの観測データを生かした学習が大切であるとも述べている（和田 1993 : 68）。さらに、岡崎（2015）は天文教育と環境教育の関連性について、「都市の光害」という視点で、高等学校での実践について報告している。これは天体の観察が、自分たちが住む街の環境を考える上での、一つの指標になる可能性を示していると述べている（岡崎 2014 : 16）。こうして長年にわたり地学領域の中でもその重要性が認められつつ、その指導に困難さを抱える天文教育の先行研究を重点的に検討した。

### 1-4 天文領域の教育的意義に関する先行研究の検討

前節で記述の通り、天文教育の重要性については、1980年代から指摘されている。大脇（1988）は、天文教育の重要性は6点に集約されると述べている（大脇 1988 : 127）。いずれも、天文領域（天文学）の内容が、巨視的で、「自然の構造をとらえる」という大きな目的を持っていることに起因していると読み取れる。また、その6項目の中でも、特に注目すべきなのは「観察対象（天体）を直接手にとれない」という点だろう。小学校理科では、「観察対象に触れることができない」という点では、指導上の大きな難点と言えるが、それをあえて重要性の一つにあげていることは特筆すべきである。大脇は、「情操的観点」の一つとして、「天体（正確には天体同士の位置関係）は予報通りにふるまう。それは美しさに他ならない」と指摘している。一方「知的観点」とは、天体の運行や変化の法則性の理解、宇宙の構造の理

解などが含まれると述べている（大脇 1988 : 128）。

また、和田（1993）は、天文教育は「観測を重ねて推論することを大切にしなければならない」と継続観察とそこから導き出される法則性を導き出す思考の重要性を述べている。さらに、児童一人ひとりの観測データを生かした学習が大切であるとも述べている（和田 1993 : 68）。これらは即ち、天文教育が「継続観察」という科学の基本の一つを学ぶ場として、重要な位置づけであることを示唆している。

さらに小野（1998）は「天文単元の指導の中で「実際の天体の観察」「天体の起こす現象の不思議さを感じさせる」「天体の美しさを実感させる」などの経験が重要である」と述べている（小野 1988 : 134）。

前述の大脇（1988）は「人類全体からみても、個人からみても星や宇宙に関することが自然および科学への関心の始まりで、知的好奇心の最初のものである。従って天文教育は自然や科学への意欲を喚起することに大きな貢献を果たす」と述べている（大脇 1988 : 127）。人類は知性を得た瞬間から空を見上げ、恒星や惑星の動きを観察し、その飽くなき好奇心を駆り立ててきたことを忘れてはならない。

### 1-5 天文領域の指導上の問題点に関する先行研究の検討

横尾（1988）は、「小学校の教育現場で、『理科の天文分野の授業は難しい』という声をよく聞く。難しいと言われる理由に、天文教育の内容にかかわる問題と、方法の問題があると思われる。さらに、指導上の難しさとして、天文分野はその内容上、指導の実践が学校での授業という枠組み、制約からはみ出すという問題がある」と述べている（横尾 1988 : 151）。この指摘は、現在、小学校教師や現場がかかえている、天文領域指導の問題点を集約したものと言える。島根（2009）による小学校教員に対する、理科の領域ごとの指導に関するアンケート結果によれば、地学領域（天文・地球）で教師の苦手意識が強いことが読み取れる（島根 2009 : 5）。その地学単元の中でも、太陽・月・恒星を扱った「天文単元」はどの学年でも、高い割合で苦手意識を持っていることにも着目すべきである。このアンケート結果は、大人（教師）になってからも「天球概念」を正しく理解できていない教師が多いということを明らかにしている（馬場 2019 : 132）。この背景として、高校生の地学の履修率の低さを指摘しておきたい。鶴岡（1996）は1991-1993年の全国高校の理科履修率における地学の履修率が全国平均で11.5%に留まっていることを明らかにしている（鶴岡 1996 : 111）。高等学校における地学履修率の低さも、現職教員の「地学離れ」の要因の一つと考えられるのである。

天文領域の指導内容の難しさを指摘する先行研究として、小林（2020）が2020年3月、全国の小学校教員152名を対象に行った「教師が指導の困難さを感じる学習内容（単元）」の質問紙調査がある。その調査結果を見ると、上位8単元（複数回答）は以下のようにになっている（小林 2020 : 402）。なお、□印は地学領域（天文以外）の単元、○は地学領域（天文）の単元である。

○月と星（4年）	62.0%	○月と太陽（6年）	56.5%
身近な自然の観察（3年）	45.8%	昆虫と植物（3年）	44.9%
植物の結実（5年）	42.4%	○太陽と地面の様子（3年）	41.1%
□土地のつくりと変化（6年）	40.0%	メダカの誕生（5年）	39.2%

上位8単元のうち半数が地球領域（地学領域）の単元が占めている。また天文領域の内容の単元は、すべてこの中に入り、1位・2位は天文領域の単元である。月と星（4年）、月と太陽（6年）は、「困難さを感じる」という教師がいずれも50%を超えている。また、同アンケート調査での「指導に困難さを感じる理由」としては、「都会だと近くに適切な観察場所がない」「月や星は、授業中の観察ができないため共通体験ができず難しい」「天気が大きく左右される」といった理由が見られたという（小林 2020 : 402）。

さらに、天文領域の学習内容が、子どもたちの生活と直接関わりがないものを扱うという点にも指導の困難さがあることを指摘した先行研究もある。横尾（1988）は「教育関係者の中に、天文学は実生活や社会生活との直接的な関わりが少ないとして敬遠する風潮もある」と述べている（横尾 1988 : 152）。斎藤（1988）も「位置の測定に生活になじみのない角度という量を使うことが問題である。教科書では、天球の概念で天体の動きを説明しようとしているが、子供達の空間概念では理解できない。天球を外から見る図に抵抗がある。子供の自然観が立体として確立しておらず、平面的にとらえている。」と指摘し

ている(斎藤 1988:146)。また小野(1988)は、1988年当時に存在した5年生「星の動き」の単元でも、4年生の場合と同様に、「方位の概念の確立がまだ不十分であること」「高さ(天体の高度)を角度で表すことが難しいという」理由で、観察結果に大きな相違が必ず見られることを指摘している(小野 1988:131)。

また、観察対象に直接触れることができない天文領域の指導の困難さを指摘した先行研究もある。小野(1988)は「現在、小学校で行われている理科教育は、生物を扱うA領域、物理・化学を扱うB領域、地質・天文などを扱うC領域の3つの領域に分けられている。その中でもC領域は、自然の事象を直接相手にするすばらしさがあるにもかかわらず、室内で取り扱うことが困難なために、単に知識を与えるだけに終始してしまうことが多い。」と指摘している(小野 1988:131)。斎藤(1988)も「天体は、直接、手にとって調べることはできず、子供の思考の手助けとなる具象物にならない」と述べている(斎藤 1988:146)。さらに小野(1988)は、天文領域指導の問題点として、「星座を見つけること自体の難しさ」をあげている。「教室で児童に星座の見つけ方を指導する時には、星座早見や教科書の写真、スライドなどを使うことが多いが、大きさや空間的広がりなど実物と比べるとそのスケールが全く異なるので、時間をかけて指導しても、児童だけで星座を見つけるのはなかなか難しい」と指摘している(小野 1988:132)。この「観察対象に実際に触ったり操作したりできない」という問題は、先行研究でも多くの研究者が指摘していることであり、地学・天文領域の指導上の問題点の中でも、特に着目されている問題と言える。

天体の動きの時間・空間的なスケールが、実生活とかけ離れているという点の難しさを指摘した先行研究もある。斎藤(1988)は「長時間にわたる時間の経過をつかむ能力が未発達である」という視点で指摘している(斎藤 1988:146)。また松本(2017)は「地球領域の学習において特徴的な時間/空間スケールの大きさは、およそ100年一足らずの生涯しかない人類にとっては理解が非常に難しいものである」と、人間の生活との時間スケールのずれという視点で述べている(松本 2017:10)。これらの指摘は、変化の速度が緩慢な天体の動きを、子どもに実感させることの難しさを示唆している。

天体の観察が、時間的制約を受けやすい点や、家庭学習にした場合の定量的な記録の統一の難しさという点の指摘もある。和田(1993)は、天文教材指導の難しさとして「夜間の観察になるため、教師が直接指導にタッチできない。綿密な学校での指導と家庭と理解・協力が必要であること」をあげている(和田 1993:74)。小野(1988)も、4年生「太陽と月」の指導上の問題点として「月の観察か下校後になることが多く問題も起こりやすい。観察記録は同じ時刻の観察でも月の方位や高度が児童によって全く異なるという場面が、必ずと言ってよいほど見られる。原因として児童の意識の中に方位の概念が確立されていないため」といった点を指摘している(小野 1988:131)。また「天体の地平高度を『角度』(地平線と天体の離角)で記録するというのも、児童にとっては困難だ」とも指摘している(小野 1988:132)。さらに、「こうした、天体の観察を家庭学習に委ねることは問題が多く、本当は夜間に学校で教師自身が指導したいが、現実的にはそれにも問題が多い」とも指摘している(小野 1988:132-133)。

太陽や上弦の月のように、昼の授業中に観察可能な対象とちがって、特に恒星や満月などの観察は、家庭学習(宿題)に委ねざるをえないという点、天体の位置を方位と地平高度で記録することが、家庭学習では困難な点などが、天文領域指導の問題点の一つであることは、先行研究からも明らかになっている。

天体の観察が、天候や地域性に左右されやすいという問題も指摘されている。斎藤(1988)は「街の灯火によって観察が難しくなっている。観察が天候によって左右され、計画通りにできないときがある」と述べている(斎藤 1988:146)。和田も「天文教材の問題点として、年間を通じて、気象条件・天候に左右されやすいこと。いかに意欲があろうと、光害や見えない方位があるなどの問題が、子どもの観察意欲にまで影響する」と指摘している(和田 1993:74-75)。天候や地域性による影響は、理科授業の多くに共通している問題と言えるが、特に天文単元において支障が多いことが、先行研究でも明らかになっている。

斎藤(1988)は「天文について知らない教師が多い。天体の動きについて理解していない。教員養成課程において天文教育に触れる機会に恵まれていない。教職についても天文に関する研修が不十分であ

る。また、研修の機会も少ない」と述べている（斎藤 1988 : 147）。また横尾（1988）は「天文学分野にかかわる知識技能は、確かにかなり専門性の高いものと思われる。小学校の天文分野の授業をこなすことが出来る教員の数は相対的に少ないと言われている。こうした困難を克服して、それぞれの場で、全ての教育担当者が天文教材を正しく教えることが出来ること、天文教育の目指すものを教育全般にわたって積極的に生かすことが必要である」と述べている（横尾 1988 : 152）。これらは、教師自身が観察対象（天体）についてよく知らないという問題であり、教員養成段階の改善を要する問題である。天文領域の指導の上で、教師に求められる具体的な知識技能を明確にするという大きな問題にもつながる。

天文領域に関する先行研究を「天文領域の内容や指導の重要性」「天文領域の内容や指導の問題点」という二つの観点に大別して分析した。その結果、天文領域の指導の重要性は明白だが、同時に、指導上の問題点も多いということが明らかになった。

## 2 地学・天文領域学習に関する大学生へのアンケート調査と 模擬授業結果の分析と考察

地学教育（特に天文領域）の実態を知るために、「大学生へのアンケート調査と模擬授業結果の分析と考察」を行った。金沢星稜大学の学生約70名を対象に、「事前アンケート調査」「模擬授業」「事後アンケート調査」の3つプロセスでデータを得た。このアンケート調査や模擬授業の結果をもとに「小学校天文教育の問題点とその改善策」について明らかにしていく。※本調査は、お茶の水女子大学倫理審査委員会の審査を経て、2020年11月上旬に実施した。（承認番号2020-82）

### 2-1 模擬授業前のアンケート調査の分析

金沢星稜大学の大学生を対象とした模擬授業とアンケート調査は、2020年（令和2年）11月6日と13日の2日間に実施した。事前アンケート調査に対する有効回答数は70であった。なお、分析上必要がないと判断した項目は掲載していない。

まず「自分が小学生の時の理科に対する印象」の回答を見てゆく。回答者のうち、理科が「一番好き」「好きな教科の一つ」で約4分の3を占めていた。これは、他の先行研究の調査結果とも一致している。つまり、小学生のころは、「理科は好きな教科」と感じている子どもが多いことがわかった。続いて、「自分が小学生の時の理科の得意感」の回答を見ると、「得意」「不得意」がちょうど半々という結果だった。

「自分が小学生の時の理科で、一番好きだった分野はどれですか」の回答を見てゆく。その結果、「生命（生物）領域」が約60%を占めていた。「粒子（化学）領域」は、薬品を使った「実験らしい実験」が多く、子どもにとっては魅力的とも思えるが、数値は約14%と低かった。「エネルギー（物理）領域」が5%以下と数値が低かったのは、文系指向の学生が多いことによると考えられる。「地球と宇宙（地学）領域」は約21%と粒子（化学）やエネルギー（物理）よりも数値が高いこともわかった。

「自分が小学生の時の理科で、一番嫌いだった分野はどれですか」の回答を見てみた。その結果、「エネルギー（物理）」が約半数、「粒子（化学）」が約4分の1と、前の設問とはほぼ逆の結果になっていた。「地学領域」は「好き」も「嫌い」も同じぐらい存在することもわかった。特徴的だったのは「授業の最初（導入段階）に天体（月）の観察をして興味が持てた」「実際に月が動いて見えることを実感した」という体験で、天文領域の学習に対して肯定的なイメージを持ったという記述が、それぞれ複数あったことである。また、実際に観察をした経験がある者、天体の観察を中心とした授業形態だった者ほど、自由記述欄で「天文領域の学習に対して、好印象を持っている」と回答した者が多かった。

次に「自分が小学生の時の理科で、「太陽の動き」「月の形や動き」「星の明るさ、色、動き」などを、実際に観察したことがありますか」を分析する。その結果、約85%の学生が、小学校時代に実際の天体観察を経験していた。

次に、「自分が小学生の時の理科で、「太陽の動き」「月の動き」などの授業を、先生はどのように進めていましたか」の設問を見てゆく。その結果、「観察した結果や、実験をもとに考え、補助的にビデオなどを使う授業」が約53%と最も多かった。これが、現在の日本の天文単元の授業の進め方の、標準的な

授業形態と考えられる。一方で、「間接教材，教科書中心の授業」も，約3分の1を占めていることは，「観測事実から考える」という，理科教育の基本理念を考えると，問題点の一つと言える。

次に，「ご自身が小学生の時の理科で，「太陽の動き」「月の形や動き」「星の明るさ，色，動き」などの授業は理解できましたか」を見てゆく。その結果，約6割の者が「理解できた」「ある程度理解できた」と回答している。残りの4割は，いわば天文領域の内容について，理解不足のまま小学校を卒業していたという事実も明らかになった。具体的には，「天球概念」「天体の運行に関する規則性」など，スケールの大きなものに理解不足が多いこともわかった。「天体の動きが非常に緩慢であること」「天体の動きを実感できなかったこと」などは，その後の単元の学習に影響を及ぼしていると思われる。中学年の月の単元においては，最初の授業での実際の月の観察が重要であることも明らかになった。

次に，「現在の（大学生の）自分は，「太陽の動き」「月の形や動き」「星の明るさ，色，動き」などを正しく理解していると思われますか」を見てゆく。その結果，小学生だった時の記憶と比較して，大学生になった今，「理解できていない」という者の割合が，全体の約4分の3に上がっていることがわかった。これは，小学校での学習からすでに約9年，中学3年で天文領域の学習をしてからも約6年が経過していることが原因と考えられる。

「現在の（大学生の）自分は「太陽の動き」「月の動き」などで，理解できていないと思われる項目を選んでください（※複数選択可）」の設問の結果は以下の通りである。

- ・太陽の一日の動き 18 (25.7%)      ・太陽の動きや位置の季節変化 29 (41.4%)
- ・月の形の変化 43 (61.4%) (A)      ・月の形と時刻による見え方 (位置) の関係 51 (72.9%) (A)
- ・月の形と太陽との関係 37 (52.9%)      ・地球・月・太陽の位置関係 58 (82.9%) (B)
- ・星の色や明るさのちがい 29 (41.4%)      ・星の時刻による見え方 (位置) のちがい 33 (47.1%)
- ・季節によって見える星座や星のちがい 36 (51.4%)      ・方位での星の動きのちがい 34 (48.6%)

特に理解度が低い項目を下線で示した。(A)は第4学年の学習内容，(B)は第6学年の学習内容である(2017年度指導要領)。天文領域の内容の「理解度の低さ」は，どの項目も高い数値を示しているが，特に「月」に関係する内容の理解度が低いことがわかった。

次に，「教員になった時に，小学校で理科授業をする時に「太陽の動き」「月の形や動き」「星の明るさ，色，動き」などの授業は，どのように進めようと思いますか」を見てゆく。その結果，「主に，子ども（たち）が観察した結果や，実験をもとに考え，補助的にビデオなどを使う授業」が約84%を占めていた。

自由記述欄には，教職を目指している学生が抱えている多くの不安要素が読み取れる。これは，自身が小学生で受けてきた天文領域の学習において，DVDなどの間接体験的な授業が多く，観察経験そのものが不足しているところが大きいと考えられる。この分析からも，小学校の天文領域の学習における，直接体験（観察）の重要性が明らかになった。模擬授業は遠隔授業ではあるものの，事前アンケート調査の結果を踏まえ，「天体に対する興味・関心を喚起する教材提示の工夫」「その後の継続観察意欲が高まるような補助教材の活用」などを念頭に，単元の導入場面を設定することとした。

## 2-2 模擬授業の実施と概要

前節のアンケート結果を受けて，大学生向けの授業（ZOOMによる遠隔授業）を以下の方針で行うこととした。模擬授業では，大学生に小学校4年生になりきって参加してもらった。

- (1) 授業は4年「月と星」の中の「月の動き」の導入部分とする。
- (2) 天体に興味・関心を持たせ，その不思議さや美しさに触れ，その後の学習への期待感を持たせる。
- (3) 月の形状（月相）や動きに関する補助教材を用意し，それを使わせることによって，継続観察への意欲を喚起する。

指導案は省略するが，模擬授業の概要は以下の通りである。

まず，「月や星を見た体験や知っていること」を話し合った。月に関する発言が多いのが特徴的だった。星とちがって月は都会地や光害（こうがい）の深刻な土地でも観望可能で，月の視角度が大きいので，観察しやすいからであろう。同じ月という天体（観察対象）でも，満月，半月（上弦・下弦），三日月など，月の形（月相）に変化があるのも，興味をひく原因の一つということもわかった。

次に、「地球から見える天体の美しさ」を実感した。さまざまな天体写真（月、恒星、オーロラなど）を提示し、それを見た（観察した）時に、気づいたことや感じたことなどを発言してもらった。この体験で学生からは、それぞれの写真に対する素直な感動の気持ちが多かった。「見てみたい」「観察したい」という発言もあり、単元導入時に「天体の美しさに触れる」という体験は重要だとわかった。

次に、「いろいろな月の形」を観察した。ここでは、学生（小学生役）が、月に関してどの程度の知識や観察体験を持っているのかを確かめると同時に、月の観察や月の継続観察に興味を持たせることが目的である。どんな月の形（月相）やその名称を知っているかを発言してもらったり、さまざまな風景の中の、異なった月の形（月相）の写真を提示し、その写真を見て感じたことや、その形状の月の特徴などを発言させた。さまざまな形状の月の写真に触れたことによって、見方や考え方が、少しずつ深まり、また実際に月を観察してみたいという意欲も高まっていった。

次に、「今夜は、どんな形の月が見えるだろうか」ということを予想した。月にはいろいろな形があって、見え方もちがうことを確認。実際に観察する前に、「月の形の早見盤」で、今夜の月の形を確かめる活動を行った。ここでは筆者自作教材の「月の形早見盤」を一人一枚配布した。実際に使用する場面では、「授業日の月の形状（月相）」「次の満月の日付」「次回の自分の誕生日の月の形状（月相）」などを、次々と操作して言い当てていた。授業後の感想やアンケートからも、この「月の形早見盤」は、その後の継続観察の意欲喚起に効果的だということが明らかになった。

次に「月は形によって、いつどの方位に見えるのか」について話し合った。月はいろいろな形があり、いつどのような形が見えるのかをおよそ理解したあと、それぞれの形の月が、何時頃、どの方位に見えるのかも、調べておく活動をした。ここでは、やはり筆者自作教材である「月の形・向き・高さ・方位の関係 早見盤」を、一人一枚ずつ配布した。これは、それぞれの月の形（月相）の日に、何時頃、どの方位に見えるかを、およそ知ることができることを説明した。実際の月の観察の前に、これを使って「月の見え方のイメージ」をつかむことが目的である。学生は短時間で特徴と使い方を把握していた。代表的な8種類の形状（月相）の月が、いつ（時刻）にどの方位・高度に見えるのかを、直感的にとらえることができる教材として、効果的ということがわかった。

今回の授業のまとめとして、「今回の授業でどんな学びがあったか」を学生に聞いた。学生からは、「早見盤を見て、月にはいろいろな形があって、満月から満月まで、だいたい一ヶ月かかるとわかった」「きれいな星や月の写真を見せてもらって、実際に観察してみたいと思った」「満月や三日月は知っていたけど、寝待月ははじめて知った。今夜見えるらしいので見たい」という発言があった。

最後に「次回の活動の見通し」を話し合った。2種類の早見盤を活用して、次の授業までに何度か実際の月の観察をするように促した。次回は、その結果をもとに話し合うことを確認した。時間が限られ、またオンライン授業という制約もある中だったが、学生の発言からは、授業者が狙っていた「天体に興味を持つ」「実際の月の観察に意欲を喚起する」という意味で効果があった。

### 2-3 模擬授業後のアンケート調査の分析

模擬授業前と模擬授業後で、学生の天文単元に対する意識がどのように変化したかを調査するために、1週間後に再度アンケート調査を実施した。大学生に対するアンケートの有効回答数は70である。なお、分析に必要な項目については、記載を省略した。以下、次章の小学校における研究授業の指導案を立案するために必要な設問を分析した。

第一に「今回の『天体の美しさ』や『月の形の変化』などの模擬授業の内容に、全体的に興味は持てましたか」については、「非常に興味を持てた」「ある程度興味を持てた」の合計が63名（90%）と、多くの学生が授業内容に興味を示したことがわかった。一方、「あまり興味を持てなかった」という学生も7名（10%）いた。これらの理由を問う自由記述欄を分析すると、以下のようなことが明らかになった。

- ・天体に関する興味喚起され、観察への意欲が高まったという記述が見られる。
- ・月に関連した学習においては、観察対象の名称も関心・興味に関連していること。
- ・「月・太陽・地球の位置関係から月の形状が変化することへの興味」「さまざまな月の形状が見られる要因への興味」などの記述が見られたこと。



- ・導入で写真を提示することも、その後への観察の意欲につながる。
- ・早見盤などの補助教材の活用も、月の観察への意欲や期待を高める役割がある。
- ・実体験が乏しい天体の観察を、写真で鑑賞する導入、その後補助教材を使って観察意欲を喚起するという授業の流れが効果的である。

さらに「今回の『天体の美しさ』『月の形の変化』などの模擬授業の内容に、全体的に理解できましたか」の回答にも注目する。「非常によく理解できていると思う」「ある程度理解できていると思う」で約75%を占め、約4分の3の学生が理解したと認識している。これは、事前アンケートの結果の約60%と比較して、理解していると感じている割合が向上している。一方で約4分の1の学生は、「あまり理解できていないように思う」「ほとんど理解できていないように思う」と述べており、その要因が何であるか、自由記述から読み取る必要がある。以下はその分析で明らかになった点である。

- ・導入段階で、さまざまな月の写真を提示して、発言を求めることで、月の名称に対する興味や理解が促された。
- ・単にさまざまな形の月があるだけでなく、それが日に日に変化していること、それを予測して観察してみたいという意欲が喚起されていること。
- ・適切な補助教材が、月の形状変化への理解を深め、観察への見通しを持たせること。
- ・単元の導入段階で天体写真を提示することの有効性。
- ・画像や補助教材だけで、実際の天体の観察がない段階では理解が難しいこと。

最後に、自由記述欄の設問「小学校で理科『太陽の動き』『月の形や動き』『星の明るさ、色、動き』などの単元で、問題点や改善点、または不安な点、質問などがあれば自由にお書きください。」を分析した結果、以下のことが明らかになった。

- ・観察の個人差（家庭環境や、住んでいる場所）への不安が多い。
- ・授業時間内に対象を観察する機会が少ない天体単元指導独特の不安。
- ・自身が小学生の時の体験不足や理解不足が、教師として指導する際の不安につながっていること。
- ・天体の直接観察の重要性は認識しているが、実際には間接体験に頼ってしまいそうだという不安。
- ・独自に補助教材を作りたいが、それは難しいだろうという不安。

### 3 小学校における天文領域の授業研究

前章までに、現在の小学校天文領域の問題点を明らかにしてきた。本4章では、そこで見いだされた問題点を指導上どのように改善させればよいかを考え、その方法をもとに、実際に小学校4年生の授業（月の動きと形）で実践的に検証する。まず、実践研究を行う上で、天文領域の指導に関して、授業においてどのような留意点・改善点があるのかを確認しておく。

小学校で月を観察させることの意義としては、「月が肉眼で観察できる対象である点」「昼間や薄曇りでも観察できる場合があるという点」「天体の美しさに気づくのに適した対象という点」「月の見かけの形が変化するという点」「月の表面の地形を観察できるという点」「月は見かけの動きを実感しやすいという点」などが考えられる。

#### 3-1 天体の見かけ上の動きを実感させる指導

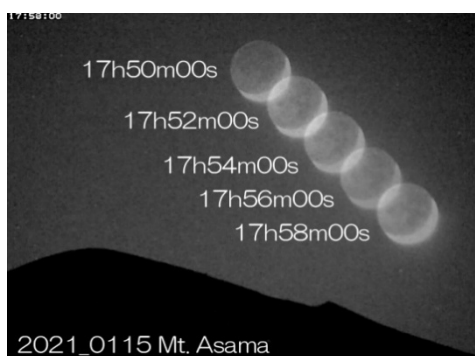
始めに「恒星の観察における工夫」であるが、小4では技量的に天体の観察が難しく、中3では実際の観察が扱われないであろう「日周運動による恒星の見かけの動き」の部分で、小6の段階で徹底的に観察（事実）から理解させることで、天文単元の小中接続が円滑になると考えられる。期待される星の動き方の子どもの「捉え方」の基準は以下の通りである。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・基準① 星座の向きや見かけの高度（地平高度）が変化すること。</li> <li>・基準② 星座の形・大きさは変化しないこと。</li> <li>・基準③ 個々の恒星の明るさは変化しないこと。</li> </ul> |
|--|

①はすべての子どもたちに、事実（観察結果）からつかんでほしい事項である。②は①に付随して、自然に気づくもので、全員とまではいなくても、多くの子どもに気づいてほしいことである。③は天候、観察地点（光害の程度）、個々の感じ方などの不確定要素が多く、子どもたちの観察結果から気づかせることは、ほとんど困難である（田中 2010）。

次に、「月の観察における工夫」についてである。月は天空上を動いて見える。月の固有移動速度（角移動量）よりも、日周運動の速度のほうが速いので、他の天体と同様、見かけ上、月も東から西に移動している。月の直径は約3500kmであるが、地球から見た天体の大きさは「角直径」でしか表現できない。単位は「°（度）」である。「星座の大きさ」といった「天球上の面積」は、「dig<sup>2</sup>（平方度）」という単位を使う。月の大きさ（視直径）はおよそ0.5°、太陽の角直径も約0.5°である。実際に月や太陽は、腕を伸ばした状態で、小指に隠れてしまう見かけの大きさしかない。

その月が、どのぐらいの速さで天球上を動いているか計算すると以下ようになる。天球一周（月の通り道一周）を360°とする。次に、月が子午線（真南と真北を結ぶ天球上の線）を通過して、もう一回通過するまで（つまり翌日の南中まで）を、24時間50分とする。24時間50分=1490分である。360°÷1490分≒0.24°と計算できる。これは太陽もほぼ同じである。つまり月（正確には月を満月と仮定した場合の輝面中心）は、1分間に視角度で約0.24°移動することになる。月の直径分約0.5°を移動するのにわずか2分という計算になる。月の視直径分を2分間で移動するという事は、昼間に観察可能な半月（上弦・下弦）なら、ちょうど半月分の大きさ（弧の中心から弦の中心まで）、つまり月の直径の半分（約0.25°）を移動することになる。



左（図3-1）は満月と地上の地形（浅間山の稜線）との比較である（群馬県吾妻郡長野原町北軽井沢で2021年1月15日に筆者撮影）。「月の直径分」を約2分で移動しており、月の見かけの動きは、目視でも観察が可能だと理解できる。

この月の天球上の速い動きは、月の視直径が大きいことが助けとなって、「地上物との比較」によって実感できることが多い。尚、月の見かけの大きさ（視直径）は、地平高度が低い場合（東や西の地平線に近い時）も、高い場合（南中前後の時）もほとんど変化しない（正確には大気差などの影響でわずかに変化する）。太陽や月が地平線近くに位置している時

に、意外と大きく見えるのは錯視（目の錯覚）である。従って、地上物と月（天体）の比較は、天体の地平高度（見かけの高さの数値）とは無関係に可能である。

しかし子どもに観察させる場合は、地上物と月（天体）が近いほうがよい。「昇ってくる月」は昇ってくる位置（方位角）と時刻を、地上物との関係で正確に特定するのが困難で、子どもが観察する対象としてはあまり適さない。しかし「沈む月」はもともと見えているので、観察は容易である。授業においても、このような「顕著な地上物」（たとえば、建物の角、独立樹、国旗掲揚ポールなど）と、沈む月（下弦の月前後の月齢が適している）との比較によって、天体の動きを実感させることができる。

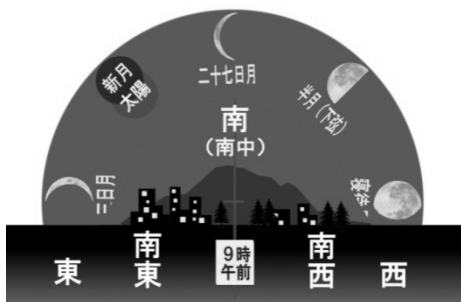
### 3-2 単元導入時の月の観察の重要性

大学生へのアンケートでは、「単元導入時の天体の観察の重要性」が明らかになっている。特に月の観察においては、単元導入時に授業で月を観察する活動を組むことで、その後の継続観察の意欲喚起へとつながる。そのためには、年間の理科指導計画において、単元の導入時に授業内で月の観察をさせることが重要になる。今回の研究授業においては、この点を比較の対象とする。研究授業を前にして、単元導入時に、「沈む月」を観察できるよう、教材研究（シミュレーションや観察用紙の準備）をした。以下はその詳細である。

授業時間内で月の動きを観察させるには周到な準備が必要である。事前の調査で授業予定日はほぼ「下弦の月」で、何年何月の研究授業日の1時間目の授業時間内に、月が沈んでいく様子を観察できることがわかった。しかし通常は、地平線上に何も遮蔽物がない場合の理想的な条件でのシミュレーションで

あり、授業場面でのシミュレーションには、追加の計算も必要である。また、このシミュレーション結果を、そのまま授業で提示することも避けなければいけない。このシミュレーションは飽くまでも、指導上必要な事前の計算であり、これをそのまま提示してしまうと、間接体験で終わってしまうからである。

夜8～9時に沈む、三日月型の月が沈む一瞬は、学校の授業時間内に観察させることは困難である。月が沈んでいくという一瞬を観察させるには、「下弦の月」が一番適している。



左(図3-2)は筆者が自作し、大学生への模擬授業でも使用した、「月の形・向き・高さ・方位早見盤」で表示した、午前中の下弦の月の位置である。月の大きさは強調してあるが、時刻によってどんな形(月相)の月が、どのあたり(方位・地平高度)に、どんな向きで見えるのかを、およそイメージすることができる。下弦の月は、ちょうど1時間目の授業中の頃、南西の空に斜めに傾いて見えるとわかる。その後正午ごろ沈むのだが、それは砂漠のように地平線に全く障害物のない場合の「理論上の時刻」であって、実際には建物、樹木、山などのさまざまな

障害物で、沈む時刻は早くなることが多い。授業で観察させる場合は、実際にどの方位に何時何分に沈むのかを、計算しておく必要がある。(下左; 図3-3 下右; 図3-4)

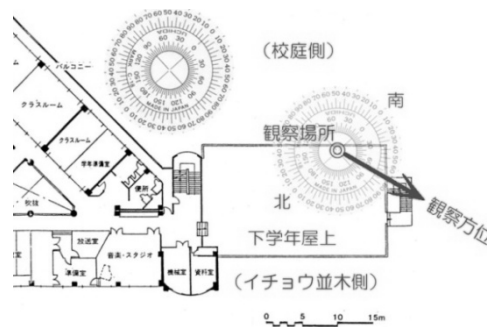
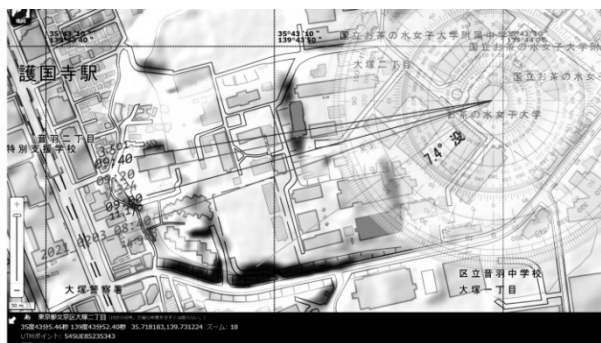
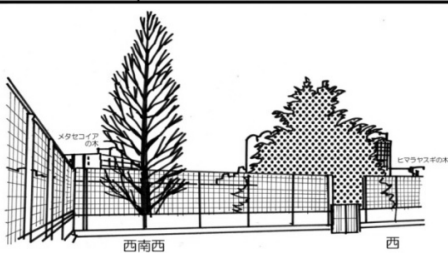


図3-3は、研究授業予定日の学校屋上から見える、月の方位と時刻の関係図である(国土地理院地形図WEB版に筆者加筆)。桃色で示した建物は、仰角(観察地点からの地平高度)が高く、観察時に障害物になる。小学校の屋上から、沈む月を観察できるのは、午前8時40分から9時20分前後と計算できた。ちょうど研究授業予定の1～2時間目の理科の時間帯と一致している。次に、校舎屋上のどのあたりから観察できるかを、事前に計算しておいた。図3-4がその分析図で、月の方位角、仰角(地平高度)から計算すると、屋上の校庭側フェンス付近が最適と判断した。



下学年おく上での月の観察  
月 日 時 分から  
4年 組 研  
なまえ



左(図3-5)は、観察候補地からの実景と月の動きを重ねて、実際の見え方も予測したものである。シミュレーションでは、見た目の月の大きさは小さく表示されているが、これも実際に子どもが観察する時と同じように計算して表示させた(ステラナビゲーターv. 10を使用して計算)。メタセコイア(左)とヒマラヤスギ(右)の大木が視野を遮蔽している。しかし、「月が沈む」という現象の観察には、地上物との比較が重要で、独立樹は「月の見かけの動き」を実感させるためには、むしろ都合がよいと考えた。

月の動き、特に「月が沈む一瞬一瞬の動き」を観察させ、「天体が動いて見える」ことを子どもに実感させるためには、地上の風景も一緒に記録することが欠かせない。(左; 図3-6)

2019年度の実践では、地平高度線だけを印刷した、簡単な記録用紙を配布する方法も試した。しかしこれも、地上の風景は子ども自身が描かなければならず、時間がかかることが明らかになっている。たとえば、2012年度の実践（4年生）では、校庭から見た月の動きを観察させる際、約20分間の観察時間中に、約半数の子どもは、地上の風景を描くだけで終わってしまった。この経験から、授業で一斉に月の動きを観察させる場合は、基本的には「同じ風景の中」で観察させるので、専用の観察用紙を用意したほうがよい。後の授業で子どもの記録を比較しながら、共通の観察体験として考える場合も、有効であると考えられるからである。

図3-6（前頁）は、今回の研究授業（実験群）のために用意した観察用紙である。小学校の屋上から見た南西方位の風景が描いてある。事前計算では、このメタセコイアとヒマラヤスギの間に月が沈んでいくことがわかっている。しかしこの図は、屋上のフェンス沿いの場所から見た図で、個々の子どもが屋上のどこで観察するかは予測できない。そこで、観察用紙の裏面に、屋上からの風景写真をそのまま印刷しておくことにした。どちらを使うかは、個々の子どもに選ばせた。

### 3-3 天体同士の関係を三次元的にとらえる指導の重視

月の実際の形状（月相）が、天体（地球-月-太陽）の位置関係で決まるという学習は、6年理科の内容である（2017年学習指導要領）。月は恒星とちがって、天体自身が光を発しているわけではなく、太陽光を反射して光っているという事実は、理解している子どもが多い。たとえば半月（上弦や下弦）の場合、太陽と同時に見えることも多く、二次元的（平面的）なとらえでも「月は太陽のある側が光っている」として、観察結果からも理解しやすい。しかし、月の形状（月相）によっては、二次元的なとらえでは不十分で、三次元的（空間的）なとらえが必要な場合もある。しかし、筆者の指導経験上、その指導は容易ではないと考えている。以下は、その理解を助けるための指導の工夫である。



たとえば、昼に見える月の場合、月にも地上物にも同じ方向から太陽光が当たっている。この事実は、「月の光っている部分（輝面）」は、どんな仕組みなのか、ということを考えさせるのに都合がよい。

左（図3-7）は教室（ベランダ）から見えた昼の半月（上弦）である。子どもたちは月そのものだけでなく、周囲の風景（地上物）の観察から、あることに気づく。それは向かいのマンションに設置された高置水槽である。高置水槽とは、集合住宅や雑居ビルの屋上にある、上水道のタンクのことである。ここから各階の水道栓に圧力で水を送っている。その球形の水槽にも太陽光が当たっていて、半月（→）とほぼ同じ形に見える。形だけでなく、明暗境界線の角度まで一致している理解できる。

残念ながら、近年球形の水槽はあまり見られなくなり、研究授業を行う学校から見えたものも、マンション建て替えて消滅してしまった。そこで代替えの方法として、午前中に沈みかけている月と、身近にある「球形の物体」を一緒に観察させようと考えた。

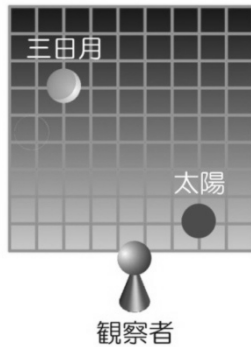
そこで、前述の観察の応用として、左（図3-8）のように、発泡スチロール球を使って「月の形づくり」の実験を試みた。発泡スチロール球（直径5cm）に竹串をさし、月の方向にかざすだけの簡単な実験である。こ

の実験は、グループではなく「一人一本」の実験道具を渡してさせたほうがよい。4年生の子どもが、月の形状と太陽光との関係は理解するのは難しい。しかし、「月と同じ方向に球体をかざすと、月の形と同じように光って見える」ということは、この実験によって理解できる。

大勢で試しているうちに、太陽と自分（球体）との角度（位置関係）を変えると、さまざまな形の月を作れることに気づいていった。太陽高度は実験時間内に大きく変化はしないので、月の向き（明暗境界線の角度）は自由に変えることはできない。しかし、半月や、三日月、満月、新月（新月や三日月は太陽を目視しないように注意）など、自由に月が作れる。実験後の子どものノートには、「今日は、昼間なのに月が見えました。月は半月よりもちょっと太かったです。白い玉にぼうをさして、月のほうに向

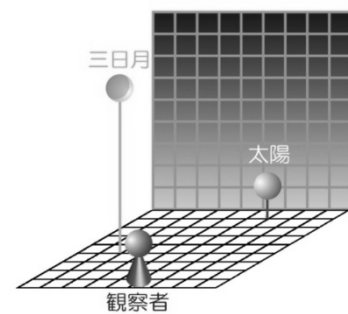
けたら、月とおなじ形に、太陽が当たりました。面白かった」「・・・太陽のほうに向けると、真っ暗な新月になった。自分が回って、少しずらしたら、三日月みたいな形になった。」といった記述があった。これらの記述からは、自分（観察者）を地球と見立て、太陽、月との位置関係で、月の形状が変わって見えるということを実感していたことが読み取れる。

半月（上弦・下弦）の場合、観察者から見た太陽と月の位置関係が、半円型の月の形状（月相）をつくりだしていることは、二次元的（平面的）なとらえでも直感的に理解できる。しかし、三日月（三日月型の月）の場合は、理解させることが難しい。



三日月は西の地平線に太陽が沈む頃、その左上（やや南側）に見える。その後太陽を追うように動いて三日月自身も沈む。月が太陽光に照らされて光っていることを前提とすれば、この位置関係では、直感的に月は「半月（上弦）」になりそうに思える。子どもたちからもこの疑問（質問）が出てくることが多い。このとらえ方が誤っているのは、太陽一月一地球（観察者）の関係を、左（図3-9）のように、平面的に（二次元的に）とらえていることが原因である。

三日月の日は、月一太陽一地球（観察者）の位置関係は、実際は右（図3-10）のようになっている。太陽の光は、三日月の真横からではなく、斜め後ろから当たっている。観察者から見ると、月（球体）の右下一部分だけが光って見える。太陽は月の約400倍遠くにあるが、月の直径も太陽の約400分の1なので、偶然にも地球からは月とほぼ同じ大きさ（視直径）に見える。この事実が、天球上では、月も太陽も「同一平面上にある」という錯覚を引き起こしている。なお、図3-9および3-10は、天体の大きさや距離は無視した模式図である。このような、「二次元的なとらえ」から「三次元的なとらえ」にシフトさせるには、実験室での実験だけでなく、実際に太陽光を使った実験が効果的である。



ここまで、天文単元の指導上の問題点のうち、「天体の見かけ上の動きが実感できないという問題」「単元導入時における天体（月）の観察が不足しているという問題」の2の問題について焦点を絞り、指導上どのように改善させればよいかを考察し、その具体的な方法を考えた。次節では、実際に小学校4年生の授業（月の動きと形）で実践的に検証する。

### 3-4 授業研究の目的と評価の方法・評価の尺度

本研究授業では「月と星」（月の動き）の単元導入段階で、実験群と対照群との間で、以下のような方法をとって、月の学習に対する興味・関心の高まり、その後の継続観察活動への意欲などを比較検討する。なお、研究授業前後の月の形状（月相）の関係で、実験群（4年1組）の授業のほうが2日後となっている。また、この授業の指導案は筆者が立案したが、授業者は筆者とは別の教諭（4年生担任の理科担当の教諭）である。

実験群の授業は2021年2月3日8:40-10:10の1～2校時に4年2組で行った。実験群のクラスでは、単元の導入段階（最初の授業）で、まず授業中に実際の月の形や動きを観察させる。本時では西の空に沈む月相21の月（下弦）を観察させ、「ゆっくりではあるが、月は動いて見える」ということを実感させる。クラス全体で、「同じ場所で」「同じ天体の動きを」観察して体験を共有する。

対照群の授業は、2021年2月1日8:40-10:10の1～2校時に4年1組で行った。対照群のクラスでは、単元導入時（最初の授業）で、実際の月の観察は行わず、「月についての話し合い」から始める。クラス全体で、過去の観察体験や既習知識を共有する。

すなわち、実験群では「導入段階で、まず実際の月の動きを見せること」や「学校の授業内で観察し、体験を共有すること」が、月の学習への興味・関心、継続観察への意欲などに、どのように影響を及ぼすのかを検証する。一方、対照群では、実際の観察よりも前に、天体についての話し合いをさせることが、その後の学習に対してどのような影響を及ぼすのかを検証する。

【学習指導計画】(全8時間+1 本時 1~3/9) ※課外観察(家庭学習)の時間は含まない  
(実験群1) 西の空に沈む月を学級全員で観察し、月が実際に動いて見えることを実感する。月の観察方法について話し合い、学習の計画を立てる(2・本時)

(対照群1) 今までに見たことのある月の形や位置について話し合い、月の学習に対する興味・関心を高める。月の観察方法について話し合い、学習の計画を立てる(2・本時)

(2) 観察用紙・方位磁針等を配布し、方位や高度の測定方法を理解する(次時・1)

(3) 月は日によって形が変わり、時刻によって位置が変わることを観察結果から理解する。(2)

(4) 明るさや色の違う星(恒星)があることを、観察結果から理解する。(2)

(5) 星の並びは、時間がたっても形は変わらないが位置が変わることを、観察結果から理解する。(2)

(6) 月や星の学習のまとめ(1)

※恒星については、2学期に学習済である。

#### 【実験群の授業の流れ(主な学習活動)】

- 1、本時のめあてを確認する。
- 2、下学年屋上に出て、半月(下弦)が沈むところ(月の動き)をクラス全員で観察し、ワークシート(観察用紙)を記入する。
- 3、月の動きを観察して、気づいたことや、ふしぎに思ったことを話し合う。
- 4、月の形や動きを観察する方法についてグループごとに話し合う。
- 5、各グループからの発表を聞き、意見を交換する。
- 6、各グループからの発表を聞き、自分が試してみたい観察の方法を考える。ふり返り欄も記入して提出する(9:55~10:10)

#### 【対照群の授業の流れ(主な学習活動)】

- 1、本時のめあてを確認する。
- 2、月を見た体験や知っていることを話し合い、その後全体に発表する。
- 3、月の形や動きを観察する方法について話し合う。
- 4、各グループからの発表を聞き、意見を交換する。
- 5、各グループからの発表を聞き、自分が試してみたい観察の方法を考える。

#### 【授業評価の方法と尺度】

評価は実験群・対照群共通とし、主として関心・意欲・態度について評価する。各グループの話し合いと発表の場面では、「月の形や動き」を観察する方法を、実験群では「授業内での月の観察」、対照群では「過去の経験」をもとにして、協力して考えようとし、適切な観察方法をまとめられたかという点を評価の内容とする。

評価の方法は二点設定した。一点目は、各グループで話し合っている時の様子を分析する。「発話、論議が活発である」「大多数の者が話し合いに参加している」という状態を高評価とし、「発話、論議が不活発。発話があっても論議に発展しない」「一部の者しか話し合いに参加していない」という状態を高評価とは言えないとする。二点目は、各グループが書いたホワイトボードや発表内容を分析する。「各グループにある程度の独自性が見られる」という状態を高評価とし、「単に1時間ごとに観察する」「毎日観察する」「分担して観察する」といった一般的な方法しか思いつかない、「観察方法がまったく思いつかない」または「実現不可能な方法しか思いつかない」等を高評価とは言えないとする。

各自(個々の児童)が、観察方法を考える場面では、「月の形や動き」に興味・関心を持ち、それらを観察する方法を、各自が考えることができたかという点を評価の内容とする。これは、各自がワークシートに記入した内容を分析する。「体験や話し合いの結果をもとに、自分なりの観察方法を考えてまとめている」「当初考えていた方法を修正した」という状態を高評価とし、「単に1時間ごとに観察する」「毎日観察する」といった記述で具体的な観察方法の記述がない場合や、「自分でやってみたい観察の方法が思いつかない」状態を、高評価とは言えないとする。

各自のふり返りの場面では、月のことや月の観察について、興味や、継続観察への期待感を持ってたかという内容で評価する。各自がワークシートに記入した内容(◎○△や自由記述)を分析する。◎(と

でもそう思う)を選んだ比率が高い場合を高評価とし、△(あまりそう思わない)を選んだ比率が高い場合を、高評価とは言えないとする。また、自由記述も分析する。

実際に月を観察して記録する場面では、家庭学習での「月の形や動き」の観察を意欲的に行い、記録することができたかという内容で評価する。後日各自が提出した記録用紙の内容を分析する。「実際に見えた月を観察した記録をとっている」「図と文章が混在し、他者にも結果が伝わるように工夫している」「毎日定時に、または、一日の月の動きを複数回、継続的に観察している」「地上の風景を一緒に書き込むなど、月が動いて見えることを記録に残そうと工夫している」などを高評価とし、「図鑑やインターネットの写しなど、実際に観察したかどうか疑わしい内容」「ある日のある時刻の1回、または2回程度しか観察していない」「単に月の形または地形のスケッチにとどまっている」「絵だけ、または文章だけで、伝わりにくい」などの記録を、高評価とは言えないとする。

### 3-5 実験群の授業の概要

導入(約10分)では、教師が「月の動き」について学習することを話した。子どもたちからは、その日にすでに月が見えたこと、今教室からも月が見えていることなどの発言があった。しかし、教室から全員で観察するのが難しいので、屋上での観察を促した。その後ワークシート(観察カード)を配布した。

屋上では、各自が月のよく見える位置に移動し、月の観察を始めた。教師は「月が本当に動いていることを確かめる」ということを呼びかけた。子どもたちは、地上物(建物や独立樹など)と月の位置を比較する、自分のこぶしを使って天体(月)の高度を測定するなどの行動が見られた。分度器を使って、月の角度(明暗境界線の傾き)を測定する子どももいた。各自用意した観察用紙に、時刻ごとの月の位置、向き(明暗境界線の角度)、地上物と比較した大きさなどを記録していた。

観察を続ける中で、月の動き(天体が天球上を移動する見かけの動き)を正しく観察するには、「方位や地平高度を正確に測定することが重要だ」ということ、「自分(観測者)が位置を変えずに観察することが一番重要だ」ということなどに、少しずつ気づいていった。

その後、教室にもどってからの話し合い(約40分)の時間を設定した話し合いの前に、プリントに「屋上で観察してきたことで、発表したいことを」を書く時間を5分程度とった。その後、「月を観察して面白いとか、不思議だなど思ったことはありますか?」と問い、挙手・発言をさせた。発言は活発で、途中で時間切れとなり教師が打ち切る場面もあった。以下はその発言の抜粋である。

発言からは、子どもたちが屋上での実際の月の観察から、「月はゆっくりだが動いて見える」「左(南)から右(西)」に向かって動く」「地上物との比較によって月が動いていることがわかる」といった、月の日周運動、西天の月の動き、正しい月の観察方法といったことを、実感していたことが読み取れる。一方で「月の形と動き」とは直接関係のない、「時刻(空の明るさ・暗さ)による、月の色のちがい」といったことにも興味が向かう傾向もわかった。

次に、屋上での月の動きの観察の体験(クラス全体での話し合い)をもとにして、今後の月の観察方法について、各班で話し合った。各班には児童机大の小型ホワイトボードが配布され、それに話し合った内容を記述し、その後各班から発表させた。この場面での教師の指示は「今日の観察を踏まえて、今後の観察方法について話し合う」ということだった。ほとんどの班はその指示通りに話し合い発表していたが、一部の班は「今後の観察の方法」ではなく「本時の観察結果」を発表している班もあり、教師から注意を受ける場面も見られた。なお、発表は「グループの意見」として発表したものと、「個々の意見」として発表したものが混在していた。発表内容としては、「月の日周運動の観察方法」と「月相や見え方の日変化の観察」に大別できるが、前者のほうが多く、後者を発表したのは1つの班だけだった。

### 3-6 対照群の授業の概要

授業の始めで、月の動きの学習をすること、考えたり話し合ったりしたことを、プリントに記入することも伝え、観察カードの配布、プリントの記入方法の説明があった。

次に、「研究課題(学習問題)の設定」の場面があった。「月のことを学習すると言ったら、何を連想

しますか？」という問いに対しては、「月の形の名称（満月、半月など）に関すること」「月の模様（地表の地形）、クレーターに関すること」「月の自転、月の引力による、潮の満ち引きなどの知識」「衛星探査（アポロ11号）に関すること」の発言があった。これを受けて、教師は「三日月とか半月とか満月とか、それは何ですか？」という問いを發した。それに対しては、「月の形」「月の見え方」といった応答があり、子どもたちは、「月の形状（月相）」が変化して見えるという、衛星の見え方の基本は理解していた。

月の地表の地形については、多くの意見が出され、興味を持っている。クレーターと隕石との関連についての知識もある者も見られた。また、「月に光が当たっているところだけが見えてて、光が当たっていないところは見えなくて、形によっては見えないこともある」という発言もあり、球体である月面への太陽光の当たり方（当たる角度と、地球の観測者から見た関係）で、月相が変化することを、すでに理解している者もいた。

ここで学習問題の設定（話し合い）があり、本時の学習問題は「月の形、月の様子、月の動き」と決まった。教師から「今までに月を見た体験、月について知っていること・・・何人かの人が言ってくれたようなこと、それをグループごとに話し合ってください」という指示があり、約10分間の班ごとの話し合いの場面があった。

その後、各グループで話し合ったことを、約1分ずつ（全体で約15分）で発表した。その中では、「日食と月食のちがいが、いずれも太陽・月・地球が一直線になることで起きると」「月は天球上の東から昇り、南を通過して、西に沈む」「月には満ち欠けがあり、特徴的な形状（月相）の月には、名称がついていること」「月が地球の周囲を公転していること」「月の表面の地形、特にクレーターの存在」「夜間だけでなく、朝や昼にも月が見えることもある」「半月には欠ける向きが2種類あり、名称（上弦・下弦）が異なる」「月は自身は発光せず、太陽光を反射して光っているように見えている」「月は地球に対して裏側を見せない」「月は地球の衛星である」「月も自転や公転をしている」「満月は望月ともいう」といった発表があった。いずれも、子どもたちの既習知識や観察体験から出てきたものである。

観察方法の話し合いの場面（前半/約12分）では、教師から「月の形や動きについて、どうやって観察をしたらよいか、その観察方法を考えてプリントに書いてください」という指示があった。各班で、話し合いをした。その後、机上用小型ホワイトボードを囲んで、各班が記入した。

発表内容として、「方位磁針を使って方位（方角と表現する班もあった）を測る」「こぶしを使って高度（地平高度）を測る」「時間ごと（多くは1時間ごと）に記録する」「天体望遠鏡で観察する」といったものが見られた。全体的に「月の動きをしっかりとらえる」つまり「一瞬一瞬の天体の動きを実感する」といった内容はなく、「日ごとの形状の変化」や「決まった観察時刻の高度や方位の観察」「望遠鏡や双眼鏡を使った地形の観察」といったものが多かった。

これらの発表を受けて、各班で最終的な観察方法を決定して記録したところで、授業は終了した。

### 3-7 研究授業の評価

実験群と対照群のふりかえりの結果や、その後の観察記録（家庭学習）の実際の記述は、ページ数の都合で省略するが、これらを実験群と対照群で比較分析すると、以下のことが明らかになった。

まず、対照群よりも実験群のほうが、観察の方法の中でも特に「観察者が位置を変えずに天体を観察すること」の重要性に、いち早く気づいていた。次に、対照群よりも実験群のほうが、実際に天体（月）を観察した共通体験があるので、その後の観察方法についてより具体的に話し合いができていた。次に、対照群よりも実験群のほうが、天体（月）の「一瞬一瞬の動き」つまり「天球上の天体の実際の動き」を捉えようとする意欲が高まっていた。一方で、実験群よりも対照群のほうが、日経過による月相（月の形状）の変化や、一定時間を置いての観察の必要性など、継続的な観察の重要性についてはより広く考えていた。

研究授業後の継続観察に対する意欲に関しても、実験群のほうがより高まっていることも明らかになった。また、授業を終えての後日の月の観察（主として家庭学習）の記録を見ても、対照群よりも実験群のほうが、「天体の一瞬一瞬の動き」に着目した記録が多かった。一方、毎日の月の変化（方位、時刻、



形など)については、実験群よりも対照群のほうが継続的に観察を続けている者が多かった。

以上の分析から、4年生の月の学習指導においては、以下の点が必要であることが明らかになった。

一点目は、導入時の最初の授業時間で、月の観察をする体験を共有することの重要性である。最初に月の観察をした場合(観察体験を共有した場合)と、そうでない場合では、その後の観察方法の話合いの質や、実際の月の観察に対する意欲が高まることが、グループの発表内容や、子どものふり返りの分析で明らかになった。

二点目は、月の位置や形状(月相)の日変化よりも、その時に見えている月の一瞬一瞬の動きを観察することを活動の中心にすることが重要であるという点である。沈みかけている月の動きを、地上物の位置と比較することで、天球上の天体の動きを実感させることや、別の形状の月でも確かめたいという、継続観察意欲につながるものが、グループの発表内容や、子どものふり返りの分析で明らかになった。

## 4 終 章

### 4-1 本論文の結論とまとめ

本研究は、現代の小学校理科教育における地学指導、特に天文領域の指導についての問題点を明らかにし、その改善策について、実践的に明らかにすることを目的としたものである。本章では、これまでの研究で明らかになったことを述べたい。

第1章では、現代の理科教育、地学教育、そしてその中でも特に天文領域という順に問題の所在を明らかにした。現代の理科教育の問題は、1980年代から指摘されていた、「自然離れ」に端を発する。これは、子どもを取り巻く環境の変化や、理科教育の観点から見て「知・情・意の喪失」が原因の一つである。その後、1990年代に入ると、いわゆる「理科離れ」という現象が、多くの先行研究で指摘され始める。これは、「直接体験の減少」「学校における理科授業の変化」などが原因と指摘されている。2000年代に入ってからこの現象は進行し、特に小・中・高と年齢が上がるにつれて「理科に対する好感度が低下する」という実態や、「理科に対する教師の苦手意識」や「技量の不足」も問題視されるようになった。この傾向は2010年以降に行われた調査でも改善は見られず、現代でも、特に「教師の理科離れ」の状態が続いていることは否めない。

日本の地学教育の歴史は非常に浅く、戦前・戦中には「地学」という教科領域すら存在せず、「博物」「物象」といった教科の一部で扱われていた。戦後1947年(昭和22年)の占領下時代になって、高校理科に初めて「地学」という教科名が登場する。このように地学領域は比較的歴史が浅い分野であるが、その内容は、人類が存在する環境を、宇宙から地球の内部まで含めて、総合的な理解を児童生徒に与える重要な役割を担っている。つまり、空間的にも時間的にも、最も大きなスケールの対象を扱う分野と言える。また、日本で発生する大きな自然災害に関しては、ほぼすべて地学分野の内容であり、防災教育の観点からも、地学教育の必要性が指摘されている。しかし、高校での履修率の低下などの要因で、地学の内容をよく理解しないまま教師になる者が多いといった問題が指摘されている。残念ながらこの問題は、小学校から大学に至るまでの、日本の教育カリキュラムの全体像に起因することでもあり、指導方法や教材開発といった研究レベルで改善が見込めるものではない。

一方で天文分野に関しては、自然災害とは直接の関連はなく、一見して必要性は高くないように認識されているかもしれない。しかし、天文分野は「人類の知的好奇心の原点」「科学の基本的能力の獲得」「自然観・人生観などの哲学的思考を促す」といった、科学教育の根幹を成すという点、また「継続観察の必要性に気づく」「環境教育との関連」など、「知的観点」からも「情操的観点」からも、多くの重要性が指摘されている。

一方「天文領域の内容や指導の問題点」を扱った先行研究を分析した結果、①現場の教師が天文領域の指導に困難さを感じていること、②天体(観察対象)に直接触れることができないこと、③変化の速度が緩慢な天体の動きや変化を実感させるのが難しいこと、④授業時間内の観察が難しいこと、⑤天体の観察が天候や地域性に影響されやすいことが、主な問題として存在することが明らかになった。

第1章であげた実践上での問題点とともに、これら指導要領の分析により明らかになった問題をもと

に、第2章では、地学教育（特に天文領域）の実態を知るために、「大学生へのアンケート調査と模擬授業結果の分析と考察」を行った。金沢星稜大学の学生約70名を対象に、「事前アンケート調査」「模擬授業」「事後アンケート調査」の3つプロセスでデータを得た。

第一の「事前アンケート調査」では、自身が小学生の時に理科に対して好印象を持っていた者が多いこと、「生物（生命）」に次いで「地学（地球）」に好印象を持っていたことなどが明らかになった。また、小学生時代の天文分野に関しては、「好印象」「好印象ではない」がほぼ同数であり、「授業の最初（導入段階）に天体（月）の観察をして興味が持てた」「実際に月が動いて見えることを実感した」という体験で、天文領域の学習に対して肯定的なイメージを持つことも明らかにした。また、小学生時代の天文単元のうち理解できていない部分は、「天球概念」「天体の運行に関する規則性」などで、特に、「天体の動きが非常に緩慢であること」「天体の動きを実感できなかったこと」などは、その後の単元の学習に影響を及ぼしているとわかった。4年生の月の単元においては、最初の授業での実際の月の観察が重要であることも明らかにした。

大学生を対象とした模擬授業は、感染症拡大防止の観点から、遠隔授業としたが、事前アンケートの結果を踏まえ、できる限り実際に天体を観察している体験を想起させるような授業を実施し、授業後に、もう一度アンケートを実施した。その結果、最初の授業で天体の美しさに触れることで、天体に関する興味が喚起され、観察への意欲が高まること、さまざまな月の形状（月相）の呼称は、興味の喚起に有効であること、独自教材の早見盤などの補助教材は、その後の継続観察の意欲につながることを明らかにした。また、自身が教師になった時に「ほとんどが、子ども（たち）が観察した結果や実験をもとに考える授業をしたい」と回答した学生が、模擬授業前は11.4%だったのに対し、模擬授業後には34.3%に上昇し、「教える立場」としての意識にも変化が見られた。

第2章の分析結果を受けて、第3章の小学校での研究授業では、「天体の動きを実感させること」「単元導入時の天体の観察を共有すること」に焦点を置き、4年生の「月の形と動き」の単元導入場面での研究授業を実施した。その過程で、観察日時・場所からの天体（月）の見え方の複数の事前シミュレーションを行い、それが実際の観察活動に重要であることも明らかにした。

研究授業は、実験群・対照群の2つのクラスで実施した。実験群では「導入段階で、まず実際の月の動きを見せること」や「学校の授業内で観察し、体験を共有すること」が、月の学習への興味・関心、継続観察への意欲などに、どのように影響を及ぼすのかを検証し、対照群では、実際の観察よりも前に、「天体についての話し合いを」させることが、その後の学習に対してどのような影響を及ぼすのかを検証した。

授業の評価として、授業中の活動、班ごとの発表、子どもの記録やふり返りを分析した。その結果、対照群よりも実験群のほうが、「観察者が位置を変えずに天体を観察すること」の重要性に早く気づいていたこと、実際に天体（月）を観察した共通体験があるので、その後の観察方法についてより具体的に話し合いができていたこと、天体（月）の「一瞬一瞬の動き」つまり「天球上の天体の実際の動き」を捉えようとする意欲が高まっていたことがわかった。一方で、実験群よりも対照群のほうが、日経過による月相（月の形状）の変化や、一定時間を置いての観察の必要性など、継続的な観察の重要性についてはより広く考えられることもわかった。後日の月の観察（主として家庭学習）の記録を見ても、対照群よりも実験群のほうが、「天体の一瞬一瞬の動き」に着目した記録が多かったが、「毎日の月の変化（方位、時刻、形など）」については、実験群よりも対照群のほうが継続的に観察を続けている者が多かった。

これらの分析から、天文単元（特に月の学習指導）においては、導入時の最初の授業時間で、月の観察をする体験を共有することで、その後の観察方法の話し合いの質や、実際の月の観察に対する意欲が高まること、月の位置や形状（月相）の日変化よりも、その時に見えている月の一瞬一瞬の動きを実感することを、活動の中心にすることのほうが重要であるということを示唆している。

小学校の教科指導内容は、「内容の過積載」が指摘されている。それは理科も例外ではなく、改訂の都度、教科書は厚くなり、内容も増え続けている。その中で、地学や天文領域の時間数や内容だけを、これ以上増やすことは困難だろう。小学校の場合、現行（2021年現在）では、3～6年すべて合わせても19時間しか配当がなく、担当する教師はその少ない時数の中で、効果的な学習ができるよう、指導をす

る必要がある。学生へのアンケート結果を見ても、多くの教師は、指導内容すべてを終えるために、時間のかかる直接体験や、その結果をもとにした話し合いを省略し、DVDなどの間接体験で済ませる傾向がある。

しかし、今回の研究授業の対象とした、4年生「月の形と動き」の導入時の1時間だけであっても、実際の天体の動きを実感するという体験を共有することで、観察者は位置を変えずに観察することの重要性に気づくこと、その後の継続観察への意欲を喚起すなどのよい影響が見られること、また、適切な補助教材の活用も、その後の継続観察への見通しや期待感を高めることを、本研究は明らかにした。

#### 4-2 今後の課題

本研究は、先行研究や、学生への模擬授業・アンケート結果の分析から「天体の動きを実感させること」「単元導入時の天体の観察を共有すること」に焦点を置き、小学校での研究授業を通して、その重要性を明らかにした。一方で、「天体の動きを実感させること」「単元導入時の天体の観察を共有すること」に焦点を置くことによって、日々の月相変化や、決まった時刻の天体の位置（方位および地平高度）の変化などの観察の重要性には気づきにくいという問題点も明らかになった。天文単元を扱う少ない時間数の中で、「天体の一瞬一瞬の動きの実感」と「天体の位置や月相の日変化の実感」を両立させるには、どのような指導方法や学習材が有効なのかは、今後の課題の一つである。

また、今回は4年生「月の形と動き」を研究対象として分析したので、事前のシミュレーションと教材研究によって、導入時の授業時間内に観察体験を共有することができた。しかし、恒星を扱う単元（4年・6年）では、家庭学習に頼らざるをえないため、導入時に観察を共有することができないという問題が残っている。さらに、今後検討されている、高学年での教科担任制が導入された場合、必ずしも天体の観察に適した日時に活動できないという問題も発生することが予想される。

先行研究の分析からは、教師自身の「地学離れ」「天文に対する知識不足や苦手意識」「天文単元の指導の難しさを感じている」などの実態が明らかになった。これらも、本研究だけで改善される問題ではなく、幅広い教師層への、地学教育・天文教育に関する研修の場が望まれる。

このように、天文教育に内在する問題は多岐に渡っており、本研究が明らかにしたのは、そのごく一端に過ぎない。2021年現在、小学校5年生に天文単元がない、中学校理科1・2年生に天文単元がないという、学習の連続性や小中接続に関わることは、一教師や学校単位の努力では解決できない問題で、今後の学習指導要領の改訂において改善を提言する必要がある。このような提言を実現させるためには、日本の地学教育・天文教育の歴史について、詳細な分析をする研究も必要と考えている。

#### 謝 辞

本稿は、私がサバティカル制度を利用し、お茶の水女子大学大学院博士前期課程において執筆した修士論文の抜粋です。執筆にあたり、指導教官の富士原紀絵先生をはじめ、たくさんの方にご指導をいただきました。副指導教官の池田全之先生をはじめ、教育科学コースの先生方には、たび重なる修士論文構想発表会で、貴重なご指導をいただき、その都度完成に向けて活力をいただくという繰り返したように思います。

私は、小学校教員退職まで数年という時期の、2020年4月にお茶の水女子大学大学院博士前期課程に在籍する機会を得ました。一年目はまさにコロナ禍の最盛期で、対面のゼミはついに一度も実現せず、すべてオンラインゼミという形でしたが、教育科学コースの先生方の授業をすべて受講することができました。ゼミへの参加は、専門性の高い先生方、先輩にあたる院生さんから、実に多くの学びがありました。このような、現職の教員生活では決して得られない体験も、この論文執筆に大きな力を与えてくれたと感じております。

また、アンケート調査や模擬授業の実施で、準備段階からお世話になった、金沢星稜大学の芥川元喜先生、金沢星稜大学3年生の70人の学生さんの協力なしには、この論文の根底を論ずる第2章の執筆はできませんでした。遠い金沢の皆様にご心より感謝申し上げます。

さらに、第3章の小学校研究授業の節で、複数の研究授業を実施して下さった、お茶の水女子大学

附属小学校の増田伸江先生（現岩手大学特命教授）と、授業に参加してくれた当時4年生だった子どもたちにも、心より感謝の気持ちを贈りたいと思います。

本論文は、現代の地学・天文教育が抱えている問題のごく一端を検証し、改善策の一例を提案したに過ぎません。しかし、稿を進めるにつれて、地学・天文教育に関する新たな問いに出会い、さらに深く探究したいという意欲も感じました。特に、先行研究の少ない、日本の地学・天文教育の歴史的な考察は、今後本格的に取り組んでみたい課題の一つとなりました。その意味でも、本論文を執筆できたことは、自身にとって大きな収穫だったと思っています。

最後になりますが、本格的な論文の執筆経験のない私を、倫理審査の方法、論文執筆の作法などを一から教えていただき、年末年始も含めて、稿の細部に至るまでご指導いただいた富士原紀絵先生には、心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- 磯崎哲夫「地学を学ぶ意義についての論考」『広島大学大学院教育学研究科・科学教育研究』41(2), 2017, pp. 246-257
- 伊藤誠二「地学教育の必要性和本校の取り組み」『静岡地学』第117巻, 静岡県地学会, 2018, pp. 15-17
- 大脇直明「天文教育の大局的考察」『天文教育』日本地学教育学会, 41(4), 1988, pp. 127-130
- 岡崎嘉孝「「夜空の明るさ」から環境問題を考える」日本理科教育学会『理科の教育』63(8), 2014, pp. 42-45
- 岡田大爾「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」『広島国際学院大学図学研究』48(2), 2013, pp. 3-10
- 小川健一「天文教育に関する指導法の研究」『大谷大学研究紀要』2016, pp. 1-19
- 小野正裕「小学校の天文教育改善についての提言」『天文教育』日本地学教育学会, 41(4), 1988, pp. 131-136
- 加藤巡一「理科教育と理科離れの実態(1)小学校」『神戸大学研究紀要, 人文科学・自然科学編』第48巻, 2007, pp. 35-50
- 島根教育センター「小学校の理科教育充実のための研究(1年次)・実態把握と改善策」『島根教育センター研究紀要』2009, pp. 1-21
- 加藤明良「[系統性を意識した指導—中学校—] 小学校からの系統性を重視した地学分野指導法の工夫・改善」『理科の教育』63(5), 2014, pp. 36-38
- 金子紗弓「小学校児童の理科に対する意識: 多摩ニュータウンの小学校から」『大妻女子大学紀要』第21巻, 2012, pp. 123-137
- 小林靖隆「小学校教員における地球領域指導の困難さの現状」『日本理科教育学会全国大会発表論文集』第18号, 2020, p. 402
- 斎藤光公「小学校における天文教育とその将来」『天文教育』日本地学教育学会, 41(4), 1988, pp. 145-148
- 佐藤哲「[防災を意識した理科授業の実践例—小学校—] 小学校理科における防災教育の試み—第5学年「流れる水のはたらき」の授業構想から—」『理科の教育』64(7), 2015, pp. 16-18
- 杉澤学「系統性を意識した指導—「地球」(地学分野)の問題点と対策—」『理科の教育』63(5), 2014, pp. 33-35
- 田口瑞穂「小学校理科における天体観察学習指導の問題点・秋田県内の教員向けアンケート調査より」『秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要』第34号, 2012, pp. 45-55
- 鶴岡森昭「大学・高校理科教育の危機: 高校における理科離れの実情」『高等教育ジャーナル』北海道大学, 第1号, 1996, pp. 105-115
- 理科教育研究会『未来を展望する理科教育』東洋館出版社, 2006, pp. 158-170
- 馬場俊介「小学校教員の理科学習指導における実態調査～宮城大学教育学部生徒との比較～」『宮城大学情報処理センター研究紀要』第26集, 2019, pp. 131-138
- 藤田剛志「小学校教員の理科授業観・優れた理科教師に求められる資質能力」『千葉大学人文社会科学研究』第27巻, 2010, pp. 164-179

- 渡辺克己「日本の理科教育の現状と課題」『北里大学一般研究紀要』第16巻, 2011, pp. 91-106
- 松本一郎「「見方・考え方」を働かせる「地球」の学習」過去を読み解き未来を思考する「地球」を柱とする領域の見方・考え方—時間／「空間概念の獲得と社会に開かれた教育課程に向けて」『理科の教育』66(12), 2017, pp. 9-13
- 森一夫『各教育法双書 6 新理科教育』学文社, 1984, pp. 1-6
- 森一夫『21世紀の理科教育』学文社, 2003, pp. 10-15
- 守浩一郎「子どもの発達段階に応じた第6学年「月の満ち欠け」の学習指導」『理科の教育』63(5), 2014, pp. 30-32
- 中山迅他「小学校理科教科書における「問い」の現状と理科授業への示唆」『理科教育学研究』56(1), 2015, pp. 47-5
- 横尾武夫「小学校における天文教育の論争」『天文教育』日本地学教育学会, 41(4), 1988, pp. 149-152
- 吉原伸敏 東京学芸大学理科教員高度支援センター「アンケート調査に基づく小学校教員の理科の観察・実験「教えるにくい」学習項目とその理由の経年変化」『東京学芸大学紀要・自然科学系』68, 2016, pp. 285-296
- 渡辺影隆「地学教育の歴史」『地学雑誌』105(6), 1996, pp. 694-702
- 村上順一「現代小学生の理科離れについて」『伊丹市立総合教育センター研究報告書・指導主事テーマ研究』1999, pp. 1-12
- 和田淳「天文教材の指導の一考察」『お茶の水女子大学附属小学校紀要』第4集, 1993, pp. 67-86