

小学校教員を志望する学生の理科における苦手意識の実態調査と指導力育成のためのICTを用いた教育方法の検討

－「月と太陽」の単元を対象に－

舟生 日出男

1 研究の背景

小学校教員の理科授業を改善することの必要性が、以前から指摘されている。しかし、充実した授業を実施するためには理科の専門性が教員に問われることから、その解決には困難が伴う。

そのための方策として、小学校高学年からの教科担任制の導入（文部科学省, 2020）が進められている。このことに関して、文部科学省（2018）の「平成30年度公立小・中学校等における教育課程の編成・実施状況調査 調査結果」の中で、「6. 教科等の担任制の実施状況（小学校のみ）【平成30年度計画】」「理科」を見ると、第3学年21.6%、第4学年32.3%、第5学年45.1%、第6学年47.8%となっている。また、経年変化を示すグラフを見ると、平成16年では第5学年では20%弱、第6学年では20%強であったことから、学習内容の難易度が増す第5、6学年では14年間の間に2倍以上に増えていることが分かる。今後、理科の教科担任制がさらに進むと考えられるものの、急激な増加を見込むことは現実的ではない。そのため当面の間は、理科を専門としない教師が理科を担当することも多いと推測できる。また、「5. 個に応じた指導の実施状況【平成30年度計画】」「(3) 複数の教師が協力して行う指導（TT）を実施している学年・教科等」を見ると、第3学年7.1%、第4学年8.3%、第5学年10.1%、第6学年10.3%となっており、理科の授業の大半は1人の教師によって実施されていることが読み取れる。以上のことから、教科担任制の導入は道半ばであると言えよう。

このように少なくとも当面の間は、個々の小学校教員には理科の指導力が求められると言える。しかし、小学校教職課程の現状を踏まえると、理科の指導力向上のためにはまず、理科に対する苦手意識や自信の無さに対処する必要があると言える。特に、大学受験で理数系の学力を問われることがほとんど無い私立文系大学の教職課程の学生にとっては大きな問題である。

糸目・織田（2021）は勤務する私立文系大学の教職課程の学生を対象に調査し、物理・化学への苦手意識が、理科を教えることに対する学生の自信の無さにつながって

いることや、理科についての知識と観察・実験の経験が不足していることに、学生が不安を持っていることを報告している。このような状況は他でも多く見られるだろう。

また、群馬県総合教育センター（2016）による県内320校の小学校727人の理科担当教員を対象にした調査結果によれば、理科の学習指導を苦手と感じている理由（複数回答あり）の上位は、「観察・実験の準備や後片付けに時間がかかる」（228人、31.4%）、「観察・実験器具や薬品を扱うのに戸惑いがある」（172人、23.7%）、「観察・実験結果が思い通りにならない」（143人、19.7%）であった。このように、手間がかかる上に、観察・実験のスキルや指導力が求められることが、理科に対する苦手意識を助長していると言える。そのため、教師や教職課程の学生にとって、使いやすく、観察・実験の過程や結果の見通しを持つことにつながる道具を導入することが望ましい。

以上のように、理科に対する自信を付けさせ、苦手意識を克服させるには、まずは小学校教員である学生たち自身が、理科の観察や実験に慣れ親しみ、楽しめるようにする必要がある。また、そうした態度を促すための道具を提供し、使いこなせるようにすることも重要である。

小学校理科にはいくつもの領域、単元があるが、本研究では、仕組みの本質的な理解が難しいものの、道具による支援によって理解が促進されやすい「月と太陽」の単元に着目する。その上で、「月と太陽」に関する苦手意識や指導に対する自信について、学生の実態を調査する。そして、学習の道具としてICTを用いた学習活動を体験させることで、「月と太陽」に関する理解が深まるか検証する。

2 理科における観察を支援するためのICTとARの活用

（1）ICT活用の意義

理科の指導のためのICTとして、様々なハードやソフトが開発されているが、観察を支援するためのタブレット端末上で動作する各種アプリが多数存在する。「月と太陽」に関しては天文シミュレータなど、天体に関するアプリが有用であり、それらの活用によって、次のように観察活動を拡張できる。

観察の前の確認：観察がより充実するよう、事前に目星を付けておく。これによって、実際の観察を効率よく進め、自身の仮説やモデルを検討したり、事前に考えていた以上のことを発見したりするなど、活動がより豊かになる。

観察の後の復習：観察結果を振り返って、確かめる。記録した結果と照合して、自身の仮説やモデルを検証することができる。不整合が見つければ、追加の観察を計画したり、他の学習者の結果と比較したりするなどの活動につながる。

モデル構築の補助：日時や位置などの条件を変えたり、試行錯誤しながら、モデル

を作る。アプリの活用によってデータを補完したり、検証することが可能となる。

悪天候時や観察できない期間の代替：曇りの時、真夜中、数ヶ月後の時期などの様子を知ることができる。

ただし、理科教育の観点からは、観察活動におけるICTの活用はあくまでも、観察活動の拡張として位置付けるべきである。ICTの活用よりも、実際の観察の方が大切であり、ICTの活用のみで完結するのは誤りであると言えよう。

(2) AR活用の意義

AR (Augmented Reality、拡張現実) は、コンピュータで作り出した画像や文字などの情報を、現実を写し取った中に埋め込むことで、現実の環境を拡張することを指す。

一方、VR (Virtual Reality、仮想現実) は、主に映像や音などユーザーを取り巻く環境全体をコンピュータで作り出し、HMD (Head Mounted Display、頭部装着ディスプレイ) を装着するなどして、ユーザーがその中に没入することを指す。

理科教育ではそれぞれ、活用することの利点がある。例えばARには、校庭に咲く花をタブレット端末のカメラで撮影すると、画面上にその花の名前や分類、関連する生き物などの情報を表示するといった、活用がある。ARはこのように、実際に見ているものを拡張することに向いている。一方のVRは、例えば火星の地面や、人体の内部など、実際にはその場に立つことのできないような空間を作り出し、その中に没入して様々な体験をするような場面で効果を発揮する。

このように考えると、小学校段階で「月と太陽」(月の満ち欠け) について学ぶには、VRよりもARの方が向いていると言える。その理由は次の2点である。

第1に、実際の方位と同じ配置となるため、空間を認識しやすいからである。校庭や、教室の中など、普段自分達が過ごしている環境の中に月や太陽を重ね合わせることができるため、方角や位置関係を把握しやすく、理解が促進される。

第2に、体を使うことで実感を持って学ばせるという、身体性を重視した学習活動を実現できるからである。実際の観察と同じように体を使うことが、対象である月の満ち欠けの理解に少なからず影響する。例えば、後述するアプリでは、太陽に向けた腕を月に動かすことで角距離を実感しやすい。また、地球上に自身が移動した上で、体をひねりながら太陽と月を確認することで、月の反対側に太陽があることを実感できる。

(3) 月の満ち欠けの学習を支援するARアプリ

月の満ち欠けの学習を支援するICTはいくつも提案されているが、本研究では、簡便性と支援効果の高さを踏まえ、iPad用のアプリである「月の満ち欠けAR+Jr」(上

越AR研究会)を用いる。このアプリは、久保田ら(2020, 2021)などの研究に関連して開発されたものであり、その支援効果が検証されている。

久保田ら(2020)は、ARによって、地球や月の立体モデルと観察者との間にアバターを出現させ、次に、地球上の観察地点までアバターを移動させた上で、アバターの視点を表示することで学習者の仮想的身体移動を促進し、月の満ち欠けに関する理解が向上したことを報告している。また、久保田ら(2021)は、平面図に立体モデルを重畳表示することで、「平面図の円から立体の球をイメージする能力」が高まることや、アバターの移動やその視野の提示、アバターの動きの追体験は「仮想的身体移動をイメージする能力」を向上させ、「球形の月にできる影の形状を推測する能力」を向上させることを明らかにしている。

「月の満ち欠けAR+Jr」(図1)では、地上から月や太陽の日周運動を観察できるだけでなく、月が輝く方向に太陽があることや、月と太陽の位置の変化によって月が満ち欠けすることを観察できる(図1a)。また、太陽と月、地球を北極側から見て表現したワークシートとその上に太陽、月、地球の立体モデルをARで表示させることができ(図1b~d)、月の形と太陽の位置の関係を考えることができる(上越AR研究会)。

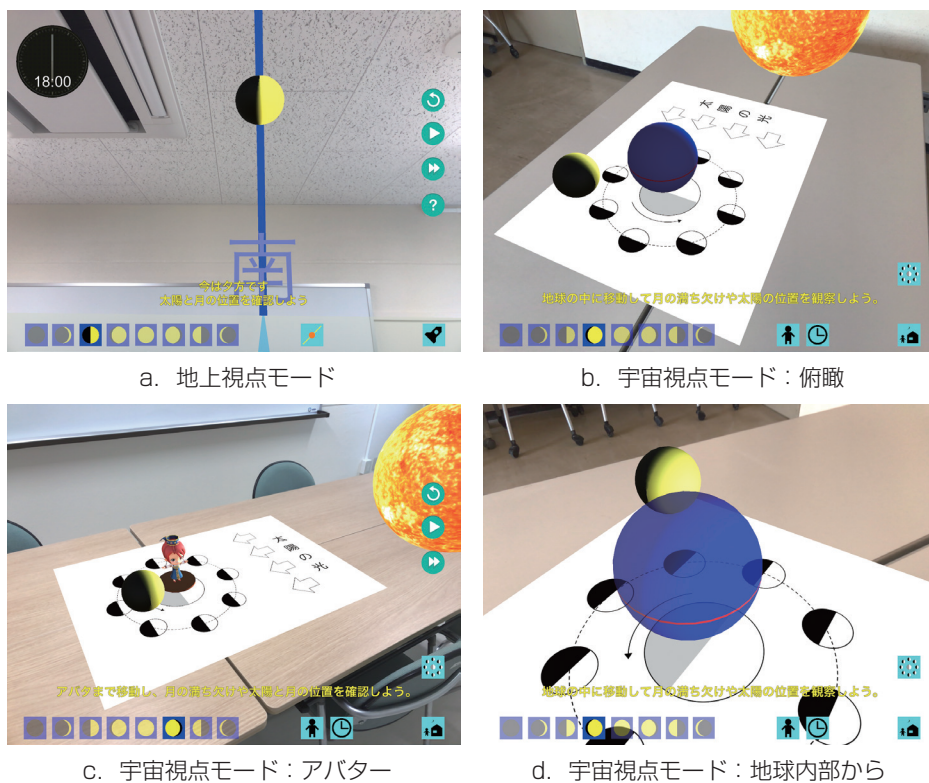


図1 「月の満ち欠けAR+ Jr.」の実行画面(上越AR研究会のHPから引用)

地上視点モード（図1a）では、8種類の形それぞれの月と太陽の日周運動を確認できる。特に、月や太陽が地平線の下側（地下）に隠れている場合でも、地面が半透明の色で示され、月や太陽がその裏側に表示されることで視認可能である。また、選択したそれぞれの月の形に応じて方角や位置が変わるだけでなく、時間を進めることで月と太陽がそれぞれ動く様子も把握できる。

宇宙視点モード（図1b～d）では、ワークシートと太陽、月、地球の立体モデルがARで表示される。俯瞰するビュー（図1b）は、従来の模型と照明を用いた方法と同様の効果が得られる。アバターのビュー（図1c）では、地球上に観察者としてのアバターを立たせ、選んだ月の形の場合に、月と太陽と観察者の位置関係がどのようなのかを俯瞰的に把握できる。また、時計を進めることで地球を自転させることも可能である。地球内部からのビュー（図1c）では、自身が地球の表面に立っているような感覚で、月や太陽の様子を観察できる。

こうした活動は従来、紙のワークシートを用いて、月、地球、太陽を俯瞰させ、方位と月の形の間関係を理解させることが多かった。しかし、この方法では典型的な月の形と方位の間関係を機械的に記憶するに止まりがちであり、それらを一連の動きや関係性に基づくモデルとして捉えることにはつながりづらい。

そうした弊害を避けるために、月と地球の模型を用意し、部屋を暗くして、太陽に見立てた照明を当て、その位置関係を変えながら試行錯誤する方法がある。しかし、モデルの構築につながる可能性はあるものの、このような方法は煩雑であるため、実際の授業においては適用しづらいと言える。

3 実態を把握するための質問紙調査と指導法検討のための学習活動

(1) 方法

本学教育学部児童教育学科1年次配当の選択科目（教職必修）である「ICT利用教育の理論と実践」において、受講生61名を対象に、授業内の学習活動の一環として、質問紙調査と「月の満ち欠けAR+Jr」を活用した学習活動を実施した。実施日は2022年12月15日であった。

質問紙調査における質問1～3については、以下の質問文と選択肢を提示し、もともと当てはまるものを選択させた。また、質問4については自由記述で回答を求めた。所要時間は10分程度であった。

質問1.小学校で、月の満ち欠けについて学んだことを覚えていますか。最も当てはまるものを選んでください。

よく覚えている やや覚えている あまり覚えていない 全く覚えていない

質問2.月の満ち欠けについて説明できますか。最も当てはまるものを選んでください。

詳しく説明できる やや説明できる あまり説明できない 全く説明できない
質問3.月の満ち欠けについて、小学生を指導する自信はありますか。最も当てはまるものを選んでください。

とても自信がある やや自信がある あまり自信がない 全く自信がない
質問4.月の満ち欠けについて、小学校で学んだ時の記憶を思い起こして、楽しかったことや難しかったことなど、自由に書いてください。

その後、ワークシート（図2、実際の大きさはA4版）を配布すると共に、2～4人でグループ（4人：2グループ、3人：11グループ、2人：6グループ、1人：1グループ、計22グループ）を組ませ、1グループに1枚のiPadを渡し、協同で「月の満ち欠けAR+Jr」を用いて活動させた。

学習活動ではまず、地上視点で自分を観測点として月と太陽のなす角度（角距離）を調べさせた。その際、月の方角と太陽の方角、それぞれに別の学生を立たせるなどして角距離をより明確に把握するように努めるなど、複数人で連携して活動するように促した。

次に、宇宙視点で、地球から見た月と太陽の位置の関係から、月の形の見え方がどのようになっているのかを調べさせた。

最後に、活動のまとめとして、角距離と月の満ち欠けの関係性（法則）について考えさせた。

なお、学習活動に要した時間は30～40分程度であった。

（2）結果

①事前の質問紙調査の結果

質問1～3の回答結果を表1に示す。質問1の結果から、7割程度の学生は、小学校で月の満ち欠けについて「学んだこと」自体は覚えていた。どの程度理解しているのか、状況は定かではないが、少なくとも小学校で月の満ち欠けについて学んだことは多くの学生が覚えていると言える。言い換えれば、小学校の教師は理科の授業で月の満ち欠けについて指導することを認識できているとも言えるだろう。

次に質問2では、6割強の学生が否定的な回答であった。また、肯定的な回答の内、「よく説明できる」はごく僅かで、「やや説明できる」は3分の1程度であった。このことから、多くの学生が、説明できるほどには月の満ち欠けについて理解できていないと、少なくとも主観的には認識していると言える。

質問3では、8割以上の学生が否定的であり、7割弱の学生が「あまり自信がない」と回答していた。客観的に見た場合の理解の程度はともかくとして、少なくとも主観的には、指導に対する自信を持つことができていると言える。

太陽と月の角と満ち欠けの関係を調べよう 学籍番号 _____ 氏名 _____

一緒に活動した学生の氏名 _____

1. 地上視点: 月と自分と太陽のなす角(角距離)を調べよう。角距離は、右から選んで、 に書き込みましょう。

「最大 (180°)」

「大 (90°~180°)」

「中 (90°)」

「小さい (0°~90°)」

「最小 (0°)」

2. 宇宙視点: 宇宙視点に立って観察します。ア~クの月はどのように見えるでしょう。上の にア~クの記号を書き込みましょう。

3. 角距離と月の満ち欠けの法則を見つけよう

4. 結果「月の形の見え方と太陽」

図2 学習活動で使用したワークシート

最後に、質問4について、61人分の自由記述を分類したところ、「楽しかった」ことのみに言及していたのは23人(37.7%)、「難しかった」ことのみに言及していたのは20人(32.8%)、双方を挙げていたのは9人(14.8%)、どちらにも触れていないのは

表1 質問1～3の回答結果

	よく…	やや…	あまり…	全く…	肯定	否定
1. 小学校で、月の満ち欠けについて学んだことを覚えていますか。	10 (16.4)	33 (54.1)	15 (24.6)	3 (4.9)	43 (70.5)	18 (29.5)
2. 月の満ち欠けについて説明できますか。	2 (3.3)	21 (34.4)	32 (52.5)	6 (9.8)	23 (37.7)	38 (62.3)
3. 月の満ち欠けについて、小学生を指導する自信はありますか。	1 (1.6)	8 (13.1)	42 (68.9)	10 (16.4)	9 (14.8)	52 (85.2)

注) N=61. 括弧内は%

9人(14.8%)、であった。この結果からは、月の満ち欠けについて、楽しかった記憶を有する学生も多いものの、それが内容の理解や指導に対する自信にはつながっていないと言えるだろう。

②ワークシートの記述

まず、地球視点に基づく活動の結果としての角距離については、記入のあった60人の内、「下弦」「上弦」とも「中」「大」については数人のみがかいていた。他については全員が正解していた。また、宇宙視点での月の形に関しては、61人全員が全てについて正しいものを選択できていた。これらのことから、「月の満ち欠けAR+Jr」を用いた学習活動を通してほぼ全員が、それぞれに関する知識については理解できたと言える。

次に、角距離と月の満ち欠けの関係性については、48名が、角距離が大きくなるほど月が満ち、小さくなるほど欠けるという関係性を記述できていた。他の13名は大きな誤りはなかったものの、角距離と月の形を羅列しているだけで関係性について述べていなかったり、「角距離が小さいと月が欠けている、大きいと月は満ちている」など記述が不完全であった。ただしそれらの記述を読む限り、理解できてはいたものの、上手く説明できていなかった可能性も捨てきれない。

以上を踏まえると、「月の満ち欠けAR+Jr」を用いた学習活動を通して大半の学生が角距離と月の形、それぞれについて理解するだけでなく、両者の関係性についても理解できたと言える。

③学習活動の様子から

ほとんどの学生が、「月の満ち欠けAR+Jr」を用いた学習活動を、体を動かしながら活発に話し合い、楽しんで進めていた。周囲の環境の中で月や太陽の位置関係を確認することができるため、学生にとっても実感の伴った学習活動につながっていたようである。

(3) 考察

授業の一環としての質問紙調査と学習活動であり、統制や事前・事後の比較が十分ではないため、厳密な議論は困難であるが、次のようにまとめることができる。

月の満ち欠けについては、小学校で学んだこと自体を記憶している学生は比較的多い。しかし、説明できるほど理解しているかについては、その半数程度に止まる。さらに、小学生を指導する自信については、ほとんどの学生が持っていない。

小学校で学んだ後、かなりの時間が経過しているため、理解を深めたり自信を付けたりするためには、学び直しが必要である。そのため、教職課程の授業の中で十分に時間をかけて扱うべき内容であると言える。

「月の満ち欠けAR+Jr」については、体を動かしながら周囲の環境の中で位置関係を確認することができるため、学生にとっても実感のある理解につながっていたようである。やはり、紙のワークシート上の情報を見て心的にシミュレートして考えたり、動画教材を視聴して受動的に理解したりするのではなく、身体性の伴った活動を通して学ぶことの効果は大きい。また、地上視点で角距離を測るには、複数人で作業する方が効率も良く、より明確に角距離を視認できる。そのため、協調学習に向いており、主体的・対話的で深い学びを実現する上でも有効である。

このように、自身がまず「月の満ち欠けAR+Jr」というICTの良さを実感しつつ、理解を深めることは、数年後に小学校教員として児童らを指導すべき教職課程の学生にとって、苦手意識を払拭するだけでなく、指導力を高める上でも重要であろう。

4 まとめと今後の課題

本稿では、「月と太陽」の単元に着目して、小学校教員を志望する学生の理科における苦手意識の実態を調査するとともに、「月の満ち欠けAR+Jr」を用いた学習活動を体験させて、「月と太陽」に関する理解が深まるか検証した。

質問紙調査の結果、月の満ち欠けに関して、1) 小学校で学んだこと自体を記憶している学生は比較的多いこと、2) 説明できるほど理解しているかについては、その半数程度に止まること、3) 小学生を指導する自信については、ほとんどの学生が持っていないこと、の3点が示された。

また、ワークシートの既述の結果から、「月の満ち欠けAR+Jr」を用いた学習活動を通して大半の学生が角距離と月の形、それぞれについて理解するだけでなく、両者の関係性についても理解できたことが示された。

ただし、これらの結果に関しては、授業の一環としての質問紙調査と学習活動であり、統制や事前事後の比較が十分ではないため、限界があると言える。例えば、角距離と月の形に関して、学習活動の前から理解できていたものの、自信が持てなかったために、理解や指導についての自己評価が低くなっていた可能性がある。これらの点

については、より厳密な調査が必要であると言える。

しかし、指導力育成のための教育方法として、理科に対する自信を付けさせるために、理科の観察を楽しめるようにすることや、それを促すための道具を提供し、習得させるための方策を掴むことができたと言える。今回の学習活動では、学生は学習者としてICTを使用した。今後は、単元指導計画や学習指導案と関連させて、児童らの活動をデザインすることを学ぶための学習活動を考え、実施することも必要である。

謝辞

質問紙調査の計画、及び、学習活動のデザインにあたり、玉川大学教職大学院の久保田善彦教授より多大なるご支援を頂いた。心より感謝申し上げる。

引用・参考文献

群馬県総合教育センター「小学校理科教育に関する研究についての実態調査報告 平成26年度 実施」<https://center.gsn.ed.jp/wysiwyg/file/download/1/1780>, 2014年, 参照日2023年1月4日

糸目真也, 織田幸美「小学校教員 免許取得を希望する学生を対象とした『理科を教える自信』に関する調査」高松大学・高松短期大学 研究紀要第 75, 2021年, 1-18.

上越AR研究会「月の満ち欠けAR+Jr for iOS」<https://sites.google.com/site/jouetsuargroups/トップ/01-月の満ち欠け/moonARjr>, 参照日2023年1月4日

久保田善彦, 中野博幸, 小松祐貴「月の満ち欠けの学習における仮想的身体移動とその支援」理科教育学研究 60 (3), 2020年, 557-568.

久保田 善彦, 中野 博幸, 小松 祐貴「月の満ち欠けの学習における空間的視点取得の特徴」理科教育学研究 61 (3), 2021年, 429-442.

文部科学省「平成30年度公立小・中学校等における教育課程の編成・実施状況調査 調査結果」https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/04/10/1415063_2_1.pdf, 2018年, 参照日2023年1月4日

文部科学省「新しい時代の初等中等教育の在り方特別部会（第12回）会議資料資料3 誰一人取り残すことのない「令和の日本型学校教育」の構築を目指して（中間まとめ 骨子案）」https://www.mext.go.jp/kaigisiryo/content/20200820-mxt_syoto02-000009367_4-2.pdf, 2020年, 参照日2023年1月4日

A Survey of the Perceptions of Science Difficulties of Students in Elementary School Teacher-Training Course and Consideration of Teaching Methods Using ICT for Developing Science Teaching Skills: A Case Study of the “Moon and Sun” Unit

Hideo FUNAOI

In this note, focusing on the “Moon and Sun” unit, we surveyed the Perceptions of Science Difficulties of Students in Elementary School Teacher-Training Course, and verified whether their understanding of “Moon and Sun” deepens through learning activities using the “waxing and waning of the moon AR+Jr” .

The results of the questionnaire survey indicated the following three points: 1) a relatively large number of students remember what they learned about the waxing and waning of the moon in elementary school, 2) only about half of the students understood enough to be able to explain it, and 3) most students did not have the confidence to teach it to elementary school students. The results of the analysis of their worksheet showed that most of the them understood not only the angular distance and the shape of the moon, but also the relationship between the two through the learning activities. However, these results are limited by the fact that the questionnaire survey and learning activities were conducted as part of a class, and there was not enough control or pre/post comparison.

This study indicates that the pedagogical methods used to develop instructional skills include strategies in order to help students develop confidence in science, to facilitate them enjoy science observations, and to provide students with an ICT tool to encourage their science activities.

