

小学校第6学年「月の満ち欠け」単元における 時間的・空間的な思考を促す教材と指導法の開発

小林 輝明

Development of Teaching Materials and Teaching Methods
to Which Temporal Spatial Thought is suggested
in the Curriculum of “Waxing and Waning in a Moon”

KOBAYASHI Teruaki

要約

「月の満ち欠け」は小学校第6学年の単元である。先行研究によると、この単元において、多くの教師が指導の難しさを感じており、授業を受けた児童の理解力もその多くが十分ではないことが報告されている。さらに、指導者の単元の内容の理解が不足していることも指摘されている。本研究では、天体の大きさと天体間の距離をイメージしてからモデルで考える指導法と、それを補足する教材を開発し、授業実践を行った。その結果、教育効果として高い結果が得られることがわかった。

キーワード：月の満ち欠け、教材、指導法、小学校、理科

“Waxing and waning in a moon” is a part of the current curriculum of the elementary school 6th grade. This program is designed for learning the principle of the Moon’s waxing and waning from the viewpoint of earth. However, the preceding study is reporting on this guidance as follows. Many teachers feel difficulty to guide of the theory, and many students feel difficulty to understand it. And instructors’ lack of knowledge is pointed out. This research developed the teaching materials which supplement a considered method of teaching and that by a model and did the practice after the size in the heavenly body and the distance were imagined. As a result, it was found that a sufficient educational effect can be obtained.

Keywords: Waxing and waning in a moon, teaching materials, teaching methods,
elementary school, science

1. はじめに

文部科学省では、平成29年3月31日に学校教育法施行規則の一部改正と小学校学習指導要領の改訂を行い、新学習指導要領は令和2年度から全面的に実施されている。

今回の改訂では「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を進める際の指導上の配慮事項を「総則」に記載するとともに、各教科等の「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」において、単元や題材など内容や時間のまとまりを見通して、その中で児童の資質・能力の育成のため

に、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を進めることを示した。

深い学びについては、その鍵として「見方・考え方」を働かせることに留意して取り組むことが重要であるとし、各教科等の「見方・考え方」は、「どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか」というその教科等ならではの物事を捉える視点や考え方と定義した。

こうした視点や考え方は、各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものであり、教科等の学習と社会をつなぐものであることから、児童生徒が学習や人生において「見方・考え方」を自在に働かせることができるようにすることにこそ、教師の専門性が発揮される（「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説：理科編、平成29年7月」〔以下、「学習指導要領解説：理科編」と略記〕、p. 4）と書いている。

理科においては、従来、「科学的な見方や考え方」を育成することを重要な目標として位置付け、資質・能力を包括するものとして示してきた。「見方や考え方」とは、「問題解決の活動によって児童が身に付ける方法や手続きと、その方法や手続きによって得られた結果及び概念を包含する」という表現で示されてきている。しかし、今回の改訂では、資質・能力をより具体的なものとして示し、「見方・考え方」は資質・能力を育成する過程で児童が働かせる「物事を捉える視点や考え方」であること、更には教科等ごとの特徴があり、各教科等を学ぶ本質的な意義や中核をなすものとして全教科等を通して整理されたことを踏まえ、理科の特質に応じ、「理科の見方・考え方」として、改めて示された。問題解決の過程において、自然の事物・現象をどのような視点で捉えるかという「見方」については、理科を構成する領域ごとの特徴から整理された。

「エネルギー」を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉えること、「粒子」を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉えること、「生命」を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として共通性・多様性の視点で捉え

ること、「地球」を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉えること、そうすることで、それぞれの領域における特徴的な視点として整理することができる、としている（「学習指導要領解説：理科編」 p. 13）。

本研究では、第6学年「月と太陽」の単位における時間的・空間的な思考を促す学習教材を開発し、その効果を検証する。

「学習指導要領解説：理科編」（p. 92）では、この単元の目標を、以下のように記している。

月の形の見え方について、月と太陽の位置に着目して、それらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるように指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

（ア）月の輝いている側に太陽があること。

また、月の形の見え方は、太陽と月との位置関係によって変わることを。

イ 月の形の見え方について追究する中で、月の位置や形と太陽の位置との関係について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

ここでは、児童が、月と太陽の位置に着目して、これらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、月の形の見え方と月と太陽の位置関係についての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主により妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

（ア）月と太陽の位置に着目して、月の形の見え方と太陽の位置関係を実際に観察したり、モデルや図で表したりして多面的に調べる。これらの活動を通して、月の形の見え方について、より妥当な考えをつくりだすとともに、月は、日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があることや、月の形の見え方は太陽と月との位置関係によって変わることを捉えるようにする。

とも記述されている。

小学校の授業では、夜間に月の観察をすること

は難しいため、日中に月と太陽の位置を調べたり月の形を観察したりしている。しかし、月の形の見え方と太陽の位置の関係を調べることは、児童にわかりやすいモデル教材をつくるのが困難だったり、部屋を暗くしてモデル実験を行ったりすることが難しいなど様々な要因から、教員にとって悩みの多い単元とされてきた。

例えば、ベネッセ教育総合研究所が全国の公立小学校の教員（学級担任のみ）1,872名に対して行った第4回学習指導基本調査（2007年8月～9月）によれば、教科指導の得意・不得意を聞く質問では、「得意」（「得意」+「どちらかという得意」の%、以下同）の割合が最も高かったのは「算数」で、86.0%の小学校教員が得意であると回答している。次いで、「国語」が59.5%で続き、「社会」が45.5%、「理科」が43.6%と、社会、理科は4割台となっている。4教科に限ると、「得意」の割合が最も低かったのは、「理科」であった。明確に「苦手」と答えた割合は、理科が最も高い9.8%であり、およそ1割の教員が理科に対して苦手意識をもっていることがわかる。

さらに、群馬県総合教育センターが県内320校の小学校を対象に、理科の学習指導における現状を把握する目的で平成26年に実施した、小学校理科教育に関する研究についての実態調査報告によれば、第6学年単元について、学習内容が専門的な知識や技能を必要とするものとなってくるため、全体的に指導がしにくいと回答する単元が多い傾向にあることがわかっている。とくに「月と太陽」の単元では、児童の興味の持ちやすさについては「興味を持ちやすい」「やや興味を持ちやすい」割合が75%ほどであるのに対して、「指導しやすい」「やや指導しやすい」をあわせた指導のしやすさの割合は、最も低い40%ほどになっている。この理由として、月の満ち欠けの原理の指導方法や天体望遠鏡を用いた月の観察などの指導法についての悩みや不安が多く挙げられていた。

つまり、4教科の中で、最も苦手を感じる教科である理科の各学年の単元の中で、指導が難しいと感じる第6学年の内容の中にある最も教えにくい単元が「月と太陽」であると考えることができる。

2. 理科教科書における「月と太陽」の扱い

現在主に使用されている5社（DN社、KR社、KS社、GT社、TS社）の小学校理科検定教科書について、第6学年「月と太陽」の記述内容を調査した。観察・実験の数やその方法、月の形の変化をどのように記述しているかなどを比較検討した結果が表1である。

表1 教科書における「月と太陽」の観察・実験の扱い

出版社	観察・実験の記載数	観察・実験の内容
DN社	1	実験：月の形の見え方と太陽の位置の関係を調べる
KR社	1	実験：月の位置と月の形の変化を調べる
KS社	2	観察：月と太陽が出ている日に、月の光っている側に太陽があるのかを調べる 実験：ボール（月）とライト（太陽）の位置関係を変えて、ボールの見え方がどのように変化するかを調べる
GT社	3	観察：月の形の変化と太陽との関係を調べる 観察：月の形や表面の様子を調べる 実験：月の形が変わって見える理由を調べる
TS社	3	観察：月の特徴を調べる 観察：日没直後の月の形と位置、方位を調べる 実験：ボールに光を当てて月の形の見え方を調べる

5社すべてで月と太陽の位置を調べる活動、月の形の見え方が日によって変わることを考える活動はあるものの、「観察・実験」として記載されているかどうかは違いがあった。

教師は、教科書に記載されている観察・実験は必ず実施しなければならないものとして受けとめるが、活動の扱いになっているとその意識は弱くなりがちである。日中に月や太陽の方位や高さを調べる活動はあっても、双眼鏡や天体望遠鏡を用いた夕方や夜間の観察が実施されないのは、備品

の不足や指導のしにくさといった理由によると理解できるが、単元の扱いを軽くした結果、教師の指導力も削いでしまうものではないかと懸念される。

また、いくつかの課題も指摘する。学生から「新月は、夜に出ていると思っていた」と聞かされたことがあった。真っ黒で見えないものの、月は夜空を移動しているのだと思っていたのである。月と太陽の位置関係を理解していれば明らかな間違いだとわかるが、新月→三日月→上弦の月→満月→下弦の月→新月の順番と、形が変わることだけを覚えたのでは、こうした思い込みにつながりやすい。教科書でも新月の背景色は満月などと同様に黒で示されており、教師の説明が不十分であれば児童が暗い夜空に新月が見えていると錯覚するのも無理はない。

さらに月の形の見え方を調べる実験では、太陽に見立てた光源として懐中電灯やプロジェクターを用いている（図1）。

図1 光源から広がっていく光の絵の例



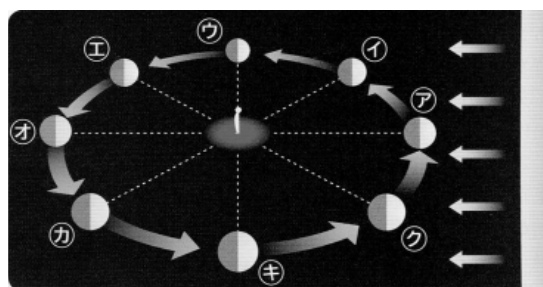
こうした機器からの光は光源から月に見立てたボールまで放射状に広がりながら進むように見えるが、実際に太陽から地球に届く光は平行である（図2）。教科書にはどちらも記載されており、教師の説明がなければ児童は混乱するだろう。せめて電球をLED電球のものにすることが早急に求められる。

加えて地球領域の見方・考え方である「時間的・空間的な視点」を育成するためには、模式図をどのように模式化したのかを丁寧にわかりやすく児童に伝える必要がある。この単位では、天体の大きさや距離に加えて地球上での見え方、宇宙

空間での位置関係をすべて模式化して、実験したり図に表したりしているのも、どの教科書も模式図を補足するさらに丁寧な解説が必要である。

このことは授業で用いられている映像教材にも当てはまる。夜間の観察ができなかったり、紙面では説明しきれなかったりするので、立体的に解説するために便利な映像教材を授業で補足的に使用することは多い。

図2 太陽から平行に届く光の絵の例



児童が自宅でWEB教材を見て学ぶこともある。こうした教材もモデル化のためにスケールを考慮せずにつくられていることがあるので、映像を見せるだけでは児童に混乱を与えることもある。天体の大きさとその距離感をイメージできるような指導の工夫が求められる。

図3 WEB教材の例



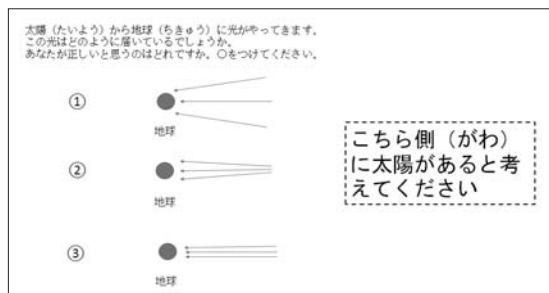
3. 児童と大学生の意識調査

(1) 児童の実態

2021年6～7月に、東京都内にあるA区立の複

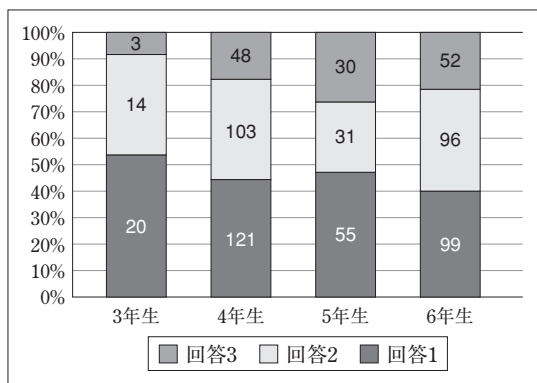
数の小学校第3～6学年の児童675名（第3学年児童37名、第4学年児童273名、第5学年児童116名、第6学年児童249名、うち無効3名）を対象に太陽からの光が地球にどのように届いているかを尋ねる意識調査を行った。なおアンケートは、「月と太陽」の授業が行われる前に実施されている。設問は図4のとおりである。

図4 児童への質問紙



結果を図5に示す。学年に関係なく、最も多かったのは、回答1であった。約4割から5割の児童が地球に向かって狭まるように光が届くと考えている。

図5 児童への質問紙の回答結果



この理由として、以下に示す児童の回答例のように、太陽が地球より大きいと知っていて、大きなものから小さな地球に向かって狭まるように光が届くと考ええるからであろう。

この思考は、天体の大きさやその距離感を理解せずに紙面上のモデルによって成立させており、モデル図が与える影響が大きいことがわかる。

回答2を選んだ児童の割合は3割程度である。懐中電灯の光を参考にして、光源から遠ざかるにつれて光が広がっていくことを根拠としている。

正解である回答3を選んだ児童の割合は最も低い。第3学年で1割程度、第4～6学年で2割程度

図6 回答1を選んだ理由例

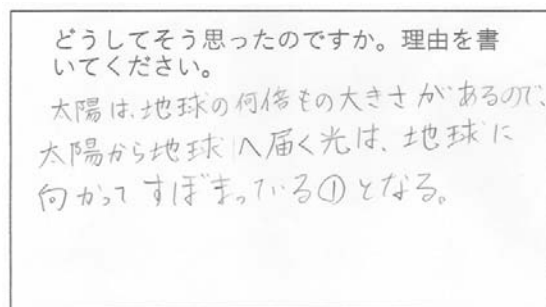
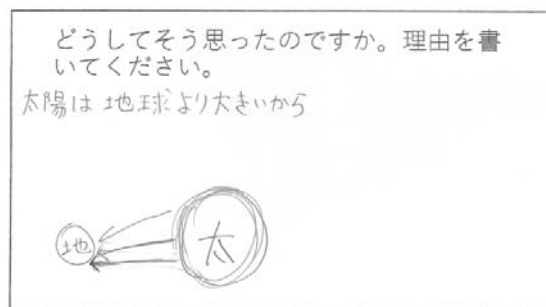


図7 回答2を選んだ理由例

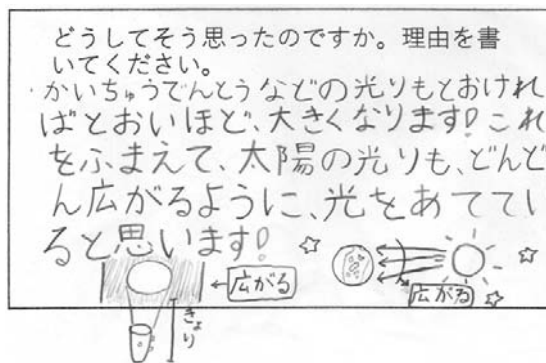
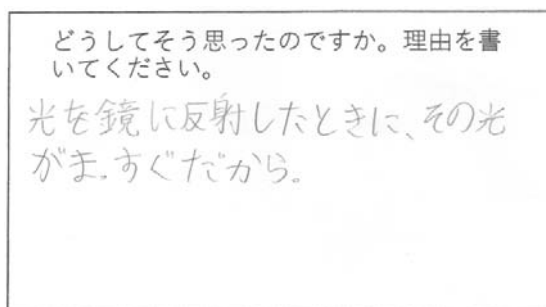
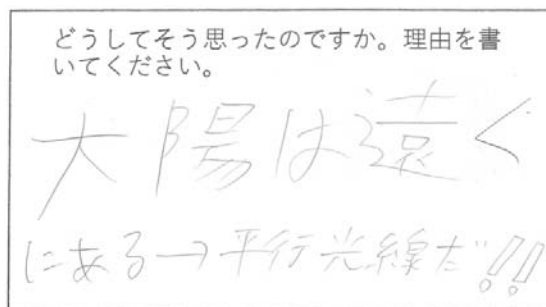


図8 回答3を選んだ理由例



である。3を選んだ理由を尋ねたところ、太陽と地球の距離から考えた、光はまっすぐ進むという既習事項から考えた、という答えがあった。また、塾ですでに教わったから、という児童もみられた。

（２） 大学生の実態

2020年11月に、教員を目指す教育学系の大学1年生59名を対象に、「月の見え方」を指導することに対する自信の程度を尋ねる意識調査を行った。指導することに「自信がある」を5、「自信がない」を1とし、5段階のうち自分が該当すると思うレベルを選んでもらった。また天体分野についても、得意から不得意までを5段階に分けて、自分のレベルを選んでもらうかたちで調査した。結果は図9、10のとおりである。

図9 学生の自信度(月の見え方の指導)

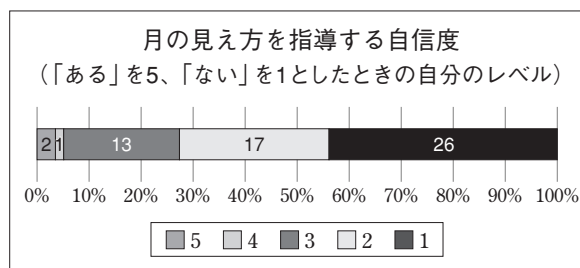
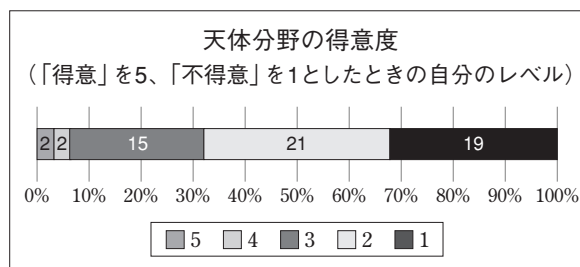


図10 天体分野は得意か不得意か



平均値は、月の見え方の指導の自信度が1.9、天体分野についての得意度が2.1だった。図9、図10のどちらからも明確のように、およそ7割の学生が天体分野を苦手とし、既習事項である月の見え方を指導することに自信がないと答えている。その理由として、「理科が苦手だから」「忘れてしまった」「理解できていないから」「高校では地学を学ばなかった」「学んでから時間がたってしまった」「細かい指導は受けてこなかった」「原理がよくわからない」「季節や時間によって見える場所が変わってしまうから」などがあった。

4. 開発した教材

小学校理科第6学年「月と太陽」の単位において、より児童の理解を促すことをねらいとして、①個別学習やグループ学習ができる、②立体的・空間的な見方ができる、③天体の大きさや距離感が実感できる、④低価格で簡単に作成できる教材を開発した。その概要と実施手順は以下のとおりである。

（１） 1億分の1モデル

地球の直径はおよそ1.27万kmであり、月はその1/4に当たるおよそ0.35万kmである。また、地球―月の距離は、およそ38万kmである。こうした数字を児童に覚えさせる必要はない。しかしその大きさと距離を実感させることはこの単元の学習には必ず必要なことである。そのため地球と月を1億分の1に縮小した小球モデルを開発した。直径125mmと直径35mmの発泡スチロール球をセットにしたものである。店頭販売されていないが、それぞれインターネットによる入手は可能である。この教材は、グループ学習で授業の導入に用いるとよい。大きさを考えさせ、続いてそれらの距離も話し合わせる。1億分の1にした地球―月の距離はおよそ3.84mである。児童がそれまで抱いていたイメージとは遙かに異なることがわかる。さらに太陽の直径はおよそ139万km、地球―太陽の距離は1億4,960万kmであるので、1億分の1にすると、およそ1.5km先にある高さ14mの建物（4階建ての小学校くらい）と考えることができる。小学校から地図上で目印となる1.5km離れた場所にある小さな球に届く光は、平行であることが容易に理解できる。

図11 1億分の1のモデル(左が地球、右が月)

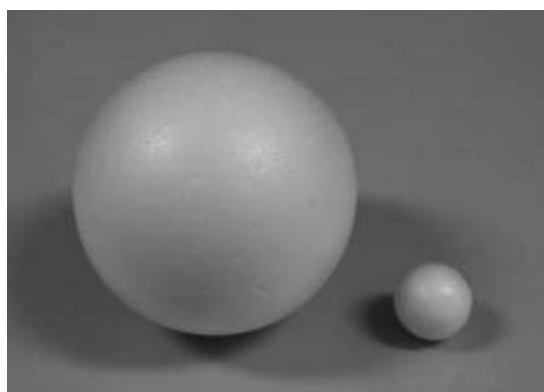


図 12 1億分の1の地球と月の距離



（2） 30億分の1モデル

地球、月、その間の距離を30億分の1にしたモデルを作成する。直径25cmの回転テーブルの上に、地球に見立てた直径4mmの小球と月に見立てた直径1mmの小球をのせる。小球は発泡スチロール球が適切だが、安価で購入でき、扱いやすいのでビーズでもよい。中央に4mm小球を、回転テーブルの辺端に1mm小球を、両面テープで貼る。テーブルを反時計回りに回して、月が地球の周りを公転していることをイメージさせる。小球2つは各児童に配布し、ノートに12.5cm程度離して貼らせると、以後も授業に活用することができる。

図 13 30億分の1のモデル(中央が地球、右が月)



（3） 月の見え方モデル

30億分の1モデルで使用した直径25cmの回転テーブルに、地球と月に見立てた小球をのせ、地球を回る月のモデル模型を作成する。ここでは月の見え方をモデル化するので、大きさや距離は考慮しないことを伝えることが極めて大切である。先に30億分の1モデルを見せておくと、児童にもわかりやすくなる。

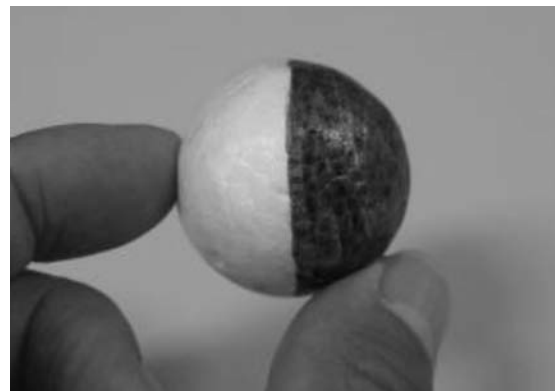
1億分の1モデルで使用した直径35mmの発泡ス

図 14 月の見え方モデル



チロール球の半分をマジックインクで黒く塗りつぶす。これを4個つくる。黒く塗った部分を影とみなして回転テーブル4隅に両面テープで貼り、中央に地球に見立てた小球を貼る。中央の地球から4隅の球を見るように伝え、視線の先にある月はそれぞれどのように見えるかを確かめる。中学校で学習する「金星の見え方」にも応用することが可能である。

図 15 月に見立てた半分黒くした球



（4） 地球の自転と太陽の位置モデル

1億分の1モデルで使用した直径125mmの発泡スチロール球を地球に見立てて、日本の位置にシールを貼る。シールには事前に東西南北を書いておく。

この発泡スチロール球をソーラーターンテーブルの中央に両面テープで貼る。このとき本来は地軸の傾きがあるが、わかりやすくするために北極を真上にする。室内灯の明かりでゆっくりとターンテーブルが動き出し、地球の自転によって太陽の方位が変わることが理解できる。また、日本の位置に押しピンをさしてそこに立っている人物をイメージさせ、暗い部屋でこの装置に光を当て

図 16 地球の自転モデル
(球の下にある装置がソーラーターンテーブル)

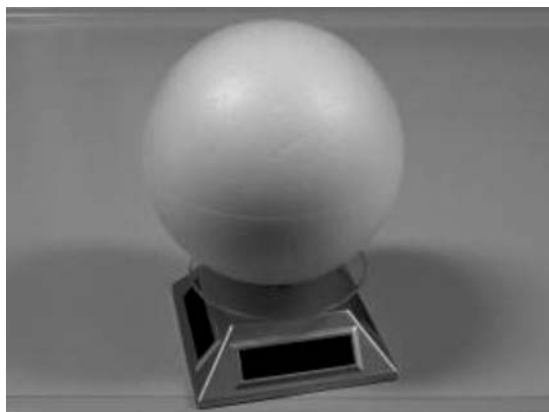
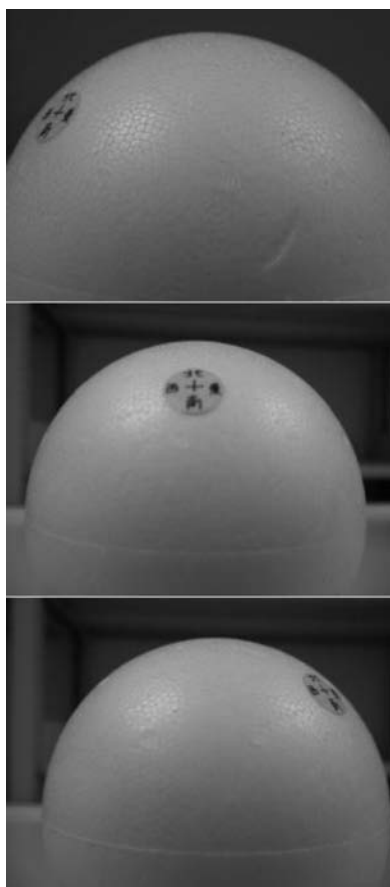


図 17 地球の自転モデルの回転するようす
(上：日の出、中央：南中、下：夕方)



ば、朝夕が光の当たるところと影になるところの境目であることが一目でわかり、太陽の日周運動が立体的に実感できる。部屋を暗くしなくても、観察する自分を太陽と見立てれば、「自分（太陽）から日本が見えてきた → そのとき（朝）に自分（太陽）は東の方角にいる」「自分（太陽）から日本が見えなくなってきた → そのとき（夕方）に自分（太陽）は西の方角にいる」といったように

理解を促すことが容易にできる。ターンテーブルが自動で動くので、中央に置いて周りで観察する児童が一度に学習できるのがこの教材の利点である。

5. 教材を用いた授業と 教員研修会における実践

(1) 教材を用いた授業

この教材を用いた2時間（45分×2）の授業プログラム（表2）を計画した。授業実践は、先述した意識調査を行った教育学系の大学1年生を対象に、2020年11月の意識調査直後に実施し、授業後に自由記述で感想を求めた。1億分の1の地球一月モデルでその距離をイメージさせたが、全員が実際よりも距離を小さく考えており、これまで学んできた過程でモデル図の印象が強く刻まれていることがよくわかった。

図 18 大学生が示した地球と月の距離感



授業後の感想をいくつか原文のまま抜粋する。

- ・「平面の図だけだと頭の中でイメージすることは難しく感じるが、模型として具現化するとイメージが簡単になった」
- ・「小中学校ではわかりにくい説明を聞いたり、わかりにくい教科書の図を見ていただけなので、このような工作をして理解を深めていたら、絶対違ったなと思うし、天体が好きになっていたと思う」
- ・「天体分野の位置関係を理解するのが昔から苦手でした。イラストで説明されてもいまいちイメージがわからず、理解するのに毎回苦勞していました。しかし今回の授業で立体で確認したこ

表2 授業プログラムの内容

	学習内容	教師の支援
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・「地球を1億分の1にするとどのくらいの大きさだろうか」1億分の1の地球モデルを提示する ・「1億分の1の月はどのくらいの大きさだろうか」月の大きさを知る ・「地球と月の距離も1億分の1にすると、どのくらい離れているだろうか」距離を考え話し合う 地球と月の距離、太陽の大きさと距離を伝える 	<ul style="list-style-type: none"> ・縮尺の概念を丁寧に解説する ・地球の大きさは想像つかない ・地球と月の距離は意外性があるので盛り上げたい ・地図上の学校の位置に太陽を示すとよい
教材の製作と解説①	<ul style="list-style-type: none"> ・25cm回転テーブルを配布し、距離が30億分の1であることを伝える ・地球と月の大きさを話し合わせる ・30億分の1の地球と月のモデルを回転テーブルにのせ固定する。テーブルを回転させ、地球の周りを月が回っている様子をイメージさせる ・4個の月モデルの半球にあたる面を黒く塗りつぶす ・回転テーブルの中央にビー玉、四隅に月モデルを固定する ・<u>月がどの位置にあっても太陽からの光の当たり方は変わらないが、地球からの見え方がそれぞれ変わることを知る</u> ・太陽を黒板側、廊下側などと決めて月モデルの置き方を変えさせる ・太陽—地球—月の位置関係を、満月、半月、新月などに関係付けて考えさせる 	<ul style="list-style-type: none"> ・計算で正確に求めるのではなく、感覚的に考えさせる ・モデルを考える際に、この活動が重要なのでしっかりと行う ・油性マジックで丁寧に塗らせる ・地球と月の大きさ、その距離は考慮されていないことを伝える ・視点をビー玉の先にある月を見るようにさせるとわかりやすい
教材の製作と解説②	<ul style="list-style-type: none"> ・1億分の1の地球モデルの日本の位置に丸型シールを貼る ・ソーラーターンテーブルの上に地球モデルを固定する ・回転する地球モデルを観察し、地球の自転をイメージさせる ・シールの中央に押しピンをさして人が立っているとイメージさせる ・「自分が太陽だとすると、立っている人（押しピン）からはどのように見えるだろうか」気付いたことを話し合わせる ・方位は地球上のある地点から見た方向であることを知る 	<ul style="list-style-type: none"> ・シールに方位を書いておく ・日本の位置を地球儀で確認させること ・地球は地軸を傾けて自転しているがここでは触れない
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・地球を中心として月と太陽の位置から月の見え方や時間、方位が決まることを解説する ・演習問題を解く 	<ul style="list-style-type: none"> ・教科書や雑誌、WEBに掲載されている図は、モデル図であることを再確認する

とで簡単に理解することができました」

- ・「今回の授業では、今まで曖昧に覚えていたけど今回で曖昧からはっきりに変わりました。これを小学生の時に体験したかったなと思いました。自分がもし教師になったら、これを使って説明したいなと思いました」
- ・「自作した月と地球の模型は、太陽の光の当たり方と、地球からの月の見え方がわかりやすく理解しやすかったです。また、あれを使うことで、他者へ説明する時にも伝えやすくなるなと思いました」

- ・「今回つくったものはとてもシンプルで簡単のため、将来教師になったら同じものをつくって学ばせたい」

（2）教員研修会

2021年8月24日に東京都荒川区教育委員会主催の理科指導者研修会及び9月15日に荒川区小学校教育研究会主催の理科部研修会を行った。研修会では本教材を製作し、それを用いて研修した。その後、教員アンケートを実施して教材の有効性を尋ねた。

アンケートの解析は、質問紙（資料1〔26頁参照〕）

調査で単純集計を行い、各設問の回答について選択回答とし「そう思う」を5点、「やや思う」を4点、「どちらともいえない」を3点、「やや思わない」を2点、「そう思わない」を1点として平均点を算出した。また、各設問での、「そう思う」「やや思う」を肯定的な回答、「そう思わない」「やや思わない」を否定的な回答とし、合計人数を換算し、正確二項検定（両側検定）を行い、教材に対する肯定的な回答を評価した。

自由記述欄の文章はすべて日本語形態素解析ソフト「KH Coder」によって自動的に頻出語を取り出して、集計した。

研修会に参加した教員を対象にしたアンケート調査の回答数は42、校種は小学校が36名、中学校が6名で、中学校の教科は全員が理科である。性別は男性が25名、女性が17名でおよそ3：2の割合だった。教員経験年数は5年以下が24名、6年以上15年以下が10名、16年以上が7名、未記入が1名となっていた。経験20年以上が5名と全体の1割程度で、指導経験が不十分な経験5年以下が全体の半数を超え、ベテラン教員が少なく若手教員が多いという現在の教員構成の特徴と重なっていた。また、第6学年「月と太陽」の単元の授業をしたことがある教員は18名、したことがない教員は23名、不明（未記入）が1名だった。

問1から問5、問7から問9の結果は、正確二項検定の結果、「肯定的」の人数は、「否定的」の人数よりも有意に多いこと（ $p < 0.01$ ）が認められた。平均値の値はすべて4.0を超えており、最高値は4.81で最低値は4.33だった。また、「肯定的」な回答の割合は、問5の83.3%を除いてすべての間で90%を超えており、最高値は100%だった。

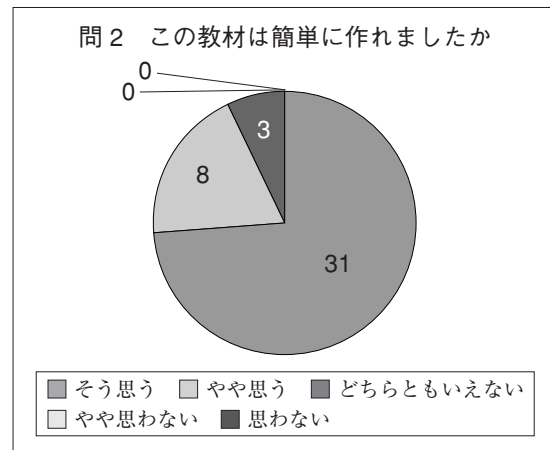
「否定的」な回答があったのは問4と問5だけだった。全質問の合計平均値は、経験1～10年の教員が37.10で、11年以上の教員が39.36となっており、後者が2ポイント近く高かった。

「問1 月と太陽の見え方について興味を持ちましたか」は、平均値が4.67で、「そう思う」が29名、「やや思う」が12名「どちらともいえない」が1名だった。否定的な回答はなく、肯定的な回答が全体の97.6%だった。「月と太陽」の授業をした

ことのない教員は、全員が「肯定的」に回答した。

「問2 この教材は簡単に作れましたか」は、平均値が4.67で、「そう思う」が31名「やや思う」が8名「どちらともいえない」が3名だった。否定的な回答はなく、肯定的な回答が全体の92.9%だった。

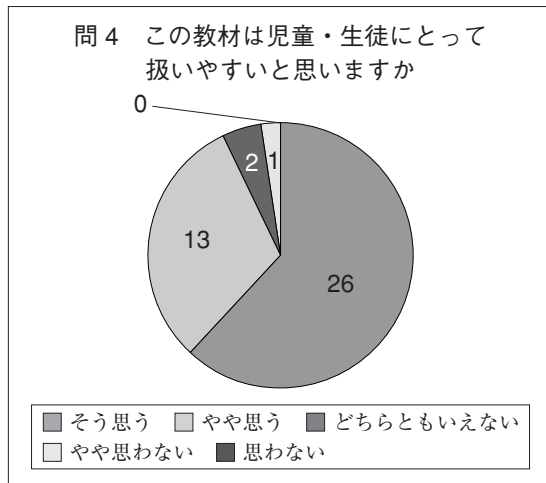
図 19 問2の回答結果



「問3 この教材の操作性は良かったですか」は、平均値が4.71で、「そう思う」が32名「やや思う」が8名「どちらともいえない」が2名だった。否定的な回答はなく、「そう思う」が32名と全体の76.2%いた。

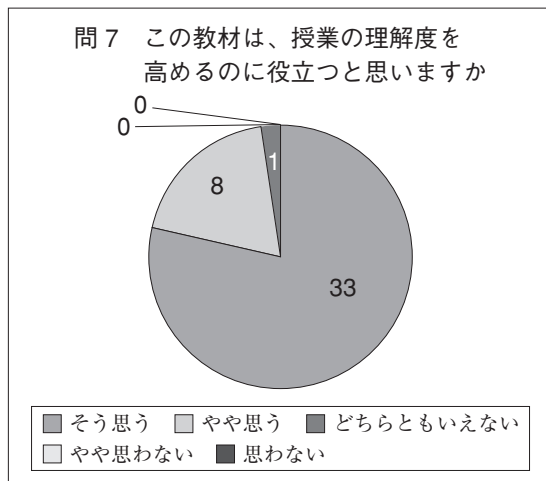
「問4 この教材は児童・生徒にとって扱いやすいと思いますか」「問5 この教材を利用する場合、価格が手ごろであると思いますか」は、平均値がそれぞれ4.52と4.33であり、全体の中では低い傾向であった。どちらの間も「やや思わない」が1名ずつおり、回答者はどちらも経験1年目の教員であった。そのうち1名は自由記述に「作るのが少し難しかったので、児童に説明するのも難しそうだと感じた」と記述していた。授業で受け持っている児童・生徒のことを実際に思い浮かべたり、各自が自分で材料を購入して作成する負担等を考えたりすることが結果に表れたと考えられる。

図 20 問4の回答結果



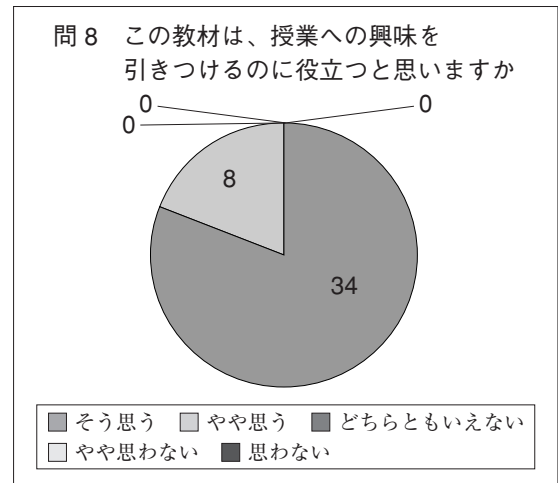
「問7 この教材は、授業の理解度を高めるのに役立つと思いますか」は、平均値が4.76で、「そう思う」が33名「やや思う」が8名「どちらともいえない」が1名だった。否定的な回答はなく、平均値は、質問の中で2番目に高い値を示した。

図 21 問7の回答結果



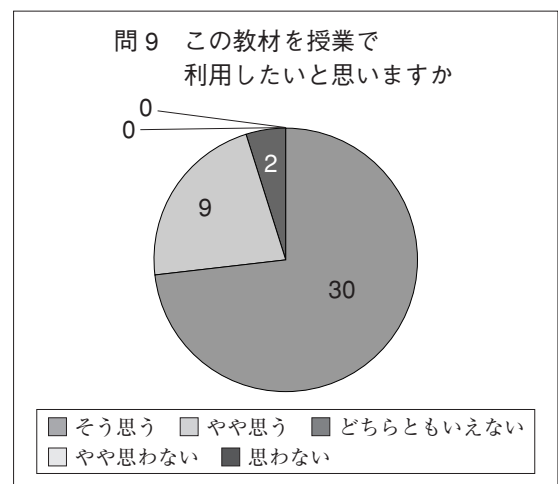
「問8 この教材は、授業への興味を引きつけるのに役立つと思いますか」は、平均値が4.81と最も高く、42名全員が肯定的な回答だった。また、中学校理科教員が全員「そう思う」と答えており、問7、8の肯定的な評価が高いことから、この教材が高く評価されたといえる。

図 22 問8の回答結果



「問9 この教材を授業で利用したいと思いますか」は、平均値が4.68で、「そう思う」が30名「やや思う」が9名「どちらともいえない」が2名、未記入が1名で、否定的な回答はなかった。特徴的なのは小学校のベテラン層や学校の柱となる中堅層である経験11年目以上の12名全員が「そう思う」と答えたことである。12名全員が「月と太陽」の授業をしたことがあり、授業力のある教員がこの教材を使って実際に自分が授業をすることをイメージし回答していると考えれば、平均値が5となるこの高い評価は開発した教材が授業改善に有効であることを示している。

図 23 問9の回答結果



自由記述の欄は、開発した「教材について」と、当日の「授業について」の2カ所にあり、研修や講師への感謝を記述したものは除外し、この2カ所の欄に記載されている文章をすべて日本語形態素解析ソフト「KH Coder」によって自動的に頻

出語を取り出して集計した。

その結果、「この教材についてご意見があればお書きください」の欄には、103文総抽出語数1,187があり、名詞の「教材」が20回「イメージ」が12回「地球」と「理解」が8回、動詞の「する」が39回「思う」が24回「できる」が13回「感じる」と「わかる」が7回、形容詞は「やすい（非自立）」が16回「大きい」が8回「よい」と「難しい」が4回、形容動詞は「簡単」が3回「手頃」が2回、副詞は「とても」が6回「実際」が5回出現していた。

研修の感想を記述する欄には、162文総抽出語数1,878があり、名詞の「教材」が17回「児童」が10回、サ変名詞の「授業」が18回「理解」が14回、動詞の「する」が61回「できる」が27回「思う」が22回「感じる」と「わかる」が10回、形容詞は「楽しい」が10回「やすい（非自立）」が8回「大きい」が6回「よい」が4回、形容動詞は「苦手」が6回「大切」が5回、副詞は「実際」が10回「とても」が7回出現していた。教材に対する肯定的な見方、授業への積極的な活用を意識して感想を書いていたことがよくわかる。

6. 考 察

小学校理科第6学年「月と太陽」は、そもそも教師にとって苦手意識を感じやすい教科である理科の内容の中でも、特に指導しにくい単位となっている。指導計画と月齢が一致していなかったり、日中に月や太陽の方位や高さを調べようとしても天候の急変で活動が制限されたり、部屋を暗くして実験することが困難だったり、夕方や夜間の観察はそもそも不可能であったり、双眼鏡や天体望遠鏡といった備品が不足していたりする。教師自身が地球と月、太陽の位置関係をきちんと理解していないため、指導のしにくさから観察や実験を省略して「こうなるもの」と教え込んでしまう場合もある。

こうした現状を少しでも改善しようと、教科書には、工夫された様々なモデル図が記載されているが、どのようにモデル化されたのかを理解していなければ、図の数だけわからないことが増えて

しまう。もちろん児童がわかるように熱心に取り組む教師が多いが、天体という時間的・空間的な思考を促す指導として、様々なモデル図や視聴覚教材を多用してしまい、魅力的な授業ができないと悩む教師も多い。

学習指導要領には、『児童が、月と太陽の位置に着目して、これらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、月の形の見え方と月と太陽の位置関係についての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主により妥当な考えをつくりだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。』と記載されている。つまり地球と月、太陽の位置関係を多面的に調べる活動を通して、児童に「あっ！わかった！」と感じさせる瞬間をつくる必要がある。そのためにはモデル図に頼るだけではなく、児童の思考に沿った目線で指導を行うことが求められる。

本教材は、児童の理解を促すことをねらいとして、①個別学習やグループ学習ができる、②立体的・空間的な見方ができる、③天体の大きさや距離感が実感できる、④低価格で簡単に作成できる、という4つの視点で開発した。加えて、この教材を用いた理想的な授業プログラムも作成し、大学生及び現職教員を対象にして実践し、その効果を検証した。

授業後に多くの大学生が「理解しやすい」「わかりやすい」と答えており、現職教員からも、授業の理解度を高めることや授業への興味を引き出すことに役立つという高い評価を得た。

特に、教員アンケートにおいて「この教材を授業で利用したいと思いますか」の問に対して、回答者41名の9割以上となる39名が「そう思う」「やや思う」と答えていること、うち経験豊富な教職歴11年以上の12名全員が「やや思う」ではなく「そう思う」と明確に答えたことは注目でき、他のアンケート結果と併せて、この教材の教育効果は高いと考えられる。

7. おわりに

「月と太陽」の単位において学ぶ月の満ち欠け

を理解するには、時間的・空間的な見方を働かせることが大切だが、そのスケールが大きいために、天体の位置関係を捉えることが難しいとされてきた。これまで実践されてきた「月と太陽」の授業やモデル実験は、月に見立てたバレーボールやソフトボールなどの球に電灯からの光を当てて『実際に観察できる月と同じように、月の形が満ち欠けしているようすを確かめることができる』ものであった。同じように見えるから、地球、月、太陽の位置関係はこのようになっていると理解させてきたのである。つまりこれまでは天体の大きさや距離などは考慮されずに、モデル実験を見せ、そのモデル実験に従ってモデル図を説明し、モデル図を実際に観察できる現象に当てはめてきたのである。そのため光の当たり方や見え方などが正確ではなく、モデル図の中で考えるために生じる「なぜ満月は毎回地球の影に入らないのか」「なぜ太陽の光が平行に当たるのか」といった児童の素朴な疑問を生んでしまうことにもつながった。

本研究では、大きさや距離を正しく縮尺し、開発教材を用いて天体の大きさや位置関係を最初にイメージさせてから、宇宙空間における広がりを実感させることを提案している。こうした天体間の広がりをつかんだ後に、立体を平面で考えること、次いでモデルで考えることを行うことで、指導もしやすくなり児童の理解も深まると考えられる。

教員アンケートの自由記述の欄には、「私自身、月と太陽の理解ができていなかったのも、具体物を用いて学習したことにより、とてもわかりやすく頭に入ってきました」「月と太陽は、自分自身も苦手と感じる単元でした。しかし、今回の研修でとても楽しい単元でありぜひ児童に指導したいという思いに変わりました」「自分も苦手でいまいち理解できていなかったところが今日の研修で理解できました。子どもたちもこういうふう理

解していくんだなと体感することができました」「天体のこの単元で、私は今までたくさん図示するという進めてきました。この教材は本当に手軽に、かつわかりやすいものとなっているので、ぜひ今後の指導で生かしていきたいと思いました」といった内容もあった。開発教材によって教師自身の苦手意識が払拭され、指導への見通しのできたことで、副次的に授業改善を目指す意欲につながった様子が伺えることを、嬉しく感じる。

本研究はこのように教材の開発とその検証という実践的なものであり、「月と太陽」の単元における教師の授業改善にもつながるものと考えられる。

参考文献

- 文部科学省（2017）「小学校学習指導要領解説：理科編」大日本図書（2020）「たのしい理科6年」
- 東京書籍（2020）「新しい理科6」
- 新興出版社啓林館（2020）「わくわく理科6」
- 学校図書（2020）「みんなと学ぶ小学校理科6年」
- 教育出版（2020）「未来をひらく小学理科6」
- 中山雅茂（2020）「月の満ち欠け・日食・月食・金星の満ち欠けモデル実験ボックスの開発」『北海道教育大学紀要：教育科学編』70（2）、199-205
- 吉川直志・宮部彩（2019）「大学生による小学校での月の見え方と太陽の学習方法の検討」『日本科学教育学会研究会研究報告』33（8）、17-22
- 向井隆久・吉村真司（2018）「『月と太陽』の未習/既習児童における月の満ち欠け理解の発達」『初等教育：教育と実践』（43）、33-41
- 藤林紀枝・山下遙那・高橋洋子（2017）「教育学部理科教育専修の授業における月と太陽と地球の位置関係の理解」『新潟大学教育学部研究紀要：自然科学編』10（1）、45-54
- 相場博明（2015）「地球視点による月の満ち欠けの指導と『月の満ち欠け説明器』の開発」『理科教育学研究』56（2）、129-139

教材の入手方法

発泡スチロール球、ソーラーターンテーブルは販売会社をインターネットで検索する。回転テーブルは100円ショップダイソーで購入できる。

アンケート用紙

小・中学生 お名前
性別 男・女 教員経験 年 大学の専攻 (系)

「月と太陽」の授業をしたことがありますか はい・いいえ

次の質問についてあてはまる欄に○をつけてください。

5. そう思う 4. やや思う 3. どちらともいえない 2. やや思わない 1. そう思わない

	項目	評価
教材について		
1	月と太陽の見え方について興味を持ちましたか。	5 4 3 2 1
2	この教材は簡単に作れましたか。	5 4 3 2 1
3	この教材の操作は良かったですか。	5 4 3 2 1
4	この教材は児童・生徒にとって扱いやすいと思いますか。	5 4 3 2 1
5	この教材を利用する場合、価格が手頃であると思いますか。	5 4 3 2 1
6	この教材についてご意見があればお書き下さい。	
授業について		
7	この教材は、授業の理解度を高めるのに役立つと思いますか。	5 4 3 2 1
8	この教材は、授業への興味を引きつけるのに役立つと思いますか。	5 4 3 2 1
9	この教材を授業で利用したいと思いますか。	5 4 3 2 1
10	簡単に構いません。本日の研修の感想をお願いします。	

資料 1 アンケート調査用紙

こばやし・てるあき 教育学部准教授