

平成27年度（第59回）
岩手県教育研究発表会資料

理 科

小学校理科の追加内容における 教材と指導に関する研究

【研究の概要】

平成20年に学習指導要領が改訂され、小学校理科では授業時数が大幅に増加したことに伴い、14の学習内容が追加された。この追加内容について、全面実施から数年経過しているのだが、指導法や教材の研究があまり進んでおらず、学校において指導に苦慮している状況がうかがえる。この状況を克服するために、指導の工夫・改善及び教材の開発・工夫に関する研究を行い、その成果をガイドブックにまとめた。

キーワード：小学校理科の追加内容，指導の工夫，教材の開発，ガイドブック，系統性

《研究協力校》

花巻市立東和小学校

平成28年2月10日
岩手県立総合教育センター
理科教育担当
木内隆友
立花起一
中村学
鈴木勇二
藤枝昌利
坂本真

《目次》

I	研究主題	1
II	研究主題設定の理由	1
III	研究の目的	1
IV	研究の目標	1
V	研究の見通し	1
1	研究の方法	1
2	研究協力校	2
VI	研究構想	2
1	平成20年告示の学習指導要領の目標から	2
(1)	実感を伴った理解について	2
(2)	自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図るための手立て	2
(3)	研究構想図	3
2	追加内容一覧	3
VII	検証授業	
1	検証授業の期日と単元名、授業者	4
2	検証授業の事前調査と分析	4
(1)	教材と指導について	4
(2)	児童の月の形の変化に関する認識	5
(3)	従来のモデル実験の課題	5
(4)	本内容における教材の開発・工夫	5
(5)	研究との関連	6
(6)	授業実践の検証方法	7
(7)	月の形の変化に関する認識調査の結果と考察	7
3	検証授業の概要、分析及び考察	8
(1)	概要	8
(2)	結果と考察	10
(3)	まとめ	11
VIII	研究のまとめ	12
1	研究の成果	12
(1)	指導について	12
(2)	教材について	12
2	今後の課題	12
X	引用文献及び参考文献	13
□小学校理科の追加内容における観察、実験、授業展開ガイドブック（一部抜粋）		
	第4学年 水のすがたと温度	14

I 研究主題

小学校理科の追加内容における教材と指導に関する研究

II 研究主題設定の理由

平成20年1月の中央教育審議会答申の「学習指導要領の改訂の基本的な考え方を踏まえ、今回の改訂で充実すべき重要事項（6点）」の1つに「理数教育の充実」が挙げられている。これを踏まえて学習指導要領の改訂が行われ、小学校理科では授業時数が増加し、目標の実現に向けて再構成された「物質・エネルギー」「生命・地球」の2つの領域において14の学習内容が追加された。その中には、平成元年告示の学習指導要領の内容に類似してはいるが内容の系統性といった新たな視点で見直す必要があるものやこれまでに類似のない全く新しい内容のものもある。これらの内容が追加された背景には、生活科や中学校との系統性や科学の基本的な見方や概念の定着が意識されており、改訂の趣旨を踏まえた理科の学習としては大変重要な内容ばかりである。そして、それらの追加内容を含めた全学習内容において、実感を伴って理解し、自然の事物・現象についての基礎的・基本的な知識・技能の定着を図ること、また科学的な見方や考え方を養うことが小学校理科の目標となっている。

しかし、平成22年度小学校理科教育実態調査報告書（独立行政法人科学技術振興機構、2012）によると、「理科の授業がよく分かる」と回答した児童の割合は2割程度しかおらず、これは平成15年に実施した同調査と変わらない結果となっている。さらに「理科の指導法についての知識・技能」「観察、実験についての知識・技能」が高いと回答している教員はそれぞれ4割程度しかいないという報告もされている。このような現状の中、指導法も教材研究もあまり進められていない追加内容において、児童に基礎的・基本的な知識・技能、また科学的な見方や考え方を養うことは、今まで以上に困難な状況になっている。

このような状況を改善するためには、追加内容の背景にある生活科及び中学校との系統性や観察、実験の実践をするうえでの課題を明らかにし、指導の工夫と改善及び教材の開発等を行う必要があると考えた。

III 研究の目的

本研究では、追加内容の教材と指導に関する研究の成果としてのガイドブックを作成し、県内の小学校教員が、追加内容を指導する際の困難さを克服し、児童の実感を伴った理解につながる授業改善を促す。

IV 研究の目標

追加内容の背景にある生活科及び中学校との系統性や観察、実験の実践をするうえでの課題を明らかにし、指導の工夫と改善及び教材の開発等を行う。また、研究協力校における授業実践を行い、教材の有効性等の検証を行い、ガイドブックの内容に反映させる。

V 研究の見通し

1 研究の方法

- (1) 追加内容に焦点化した教材の開発・工夫、指導に関するアンケート調査（調査法）
- (2) 追加内容に焦点化した教材の開発・工夫、指導の仕方の分析（文献法・理論研究）

- (3) 追加内容に焦点化して開発・工夫した教材，指導の仕方の検証（指導実践・質問紙法）
- (4) 研究のまとめ

2 研究協力校

花巻市立東和小学校

VI 研究の構想

1 平成20年告示の学習指導要領の目標から

(1) 実感を伴った理解について

小学校学習指導要領解説 理科編（文部科学省，2008）の中の目標には，「自然の事物・現象についての実感を伴った理解」の文言が追加された。また「実感を伴った理解」について，次のような3つの側面から解説されている。

ア 具体的な体験を通して形づくられる理解である。児童が自らの諸感覚を働かせて，観察，実験などの具体的な体験を通して自然の事物・現象について調べることにより，実感をともなった理解を図ることができる。これは，自然に対する興味・関心を高めたり，適切な考察を行ったりする基盤となるものである。＜体得の理解＞

イ 主体的な問題解決を通して得られる理解である。自らの問題意識に支えられ，見通しをもって観察，実験を中心とした問題解決に取り組むことにより，一人一人の児童が自ら問題解決を行ったという実感を伴った理解を図ることができる。これは理解がより確かなものになり，知識や技能の確実な習得に資するものである。＜習得の理解＞

ウ 実際の自然や生活との関係への認識を含む理解である。理科の学習で学んだ自然の事物・現象の性質や働き，規則性などが実際の自然の中で成り立っていることに気付いたり，生活の中で役に立てられていることを確かめたりすることにより，実感を伴った理解を図ることができる。これは，理科を学ぶことの意義や有用感を実感し，理科を学ぶ意欲や科学への関心をたかめることにつながるものと考えられる。＜納得の理解＞

(2) 自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図るための手立て

ア 問題意識の持たせ方の工夫

理科の学習は，児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を，観察，実験などの問題解決の活動を通して，少しずつ科学的なものに変容させていく営みである。つまり，自然や生活の中にある不思議や疑問点を見いだせるような体験を充実させ，自然への興味や関心を高めるようにする。さらに授業に入る前に児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を把握し，児童が矛盾を感じるような多様な体験を意図的に行うことを通して，問題解決の過程の出発点となるように工夫する。

イ 観察，実験の充実を図るための工夫

観察，実験は，問題解決の中核に位置付いている。理科の学習において，「観察，実験」は重要な要素である。無目的にその活動を行ってはならない。つまり，観察，実験の前後の学

習活動が、観察、実験の位置づけを明確なものにする。問題解決の過程の予想や仮説をもつ段階や、結果から考察し結論を出す段階においては、とりわけ言語活動が関係する。科学的な概念や言葉を使って考えたり、実験データを整理し、それを根拠に説明したりすることが重要であると考え。自らの問題意識に支えられ、見直しをもって観察、実験を行えるように、観察、実験教材の開発や現象が明確で正確な結果が得られるなどの工夫を行うことで、児童が観察、実験などの結果を整理し、考察、表現する活動の充実が図られると考える。

ウ 自然についての理解を深める工夫

理科で学習したことを、理科室や野外という状況を離れ、生活の中で見直したり、規則性などを適用させてみたりする。学んだことが生活の中で生かされているおもちゃや道具で確かめることが考えられる。

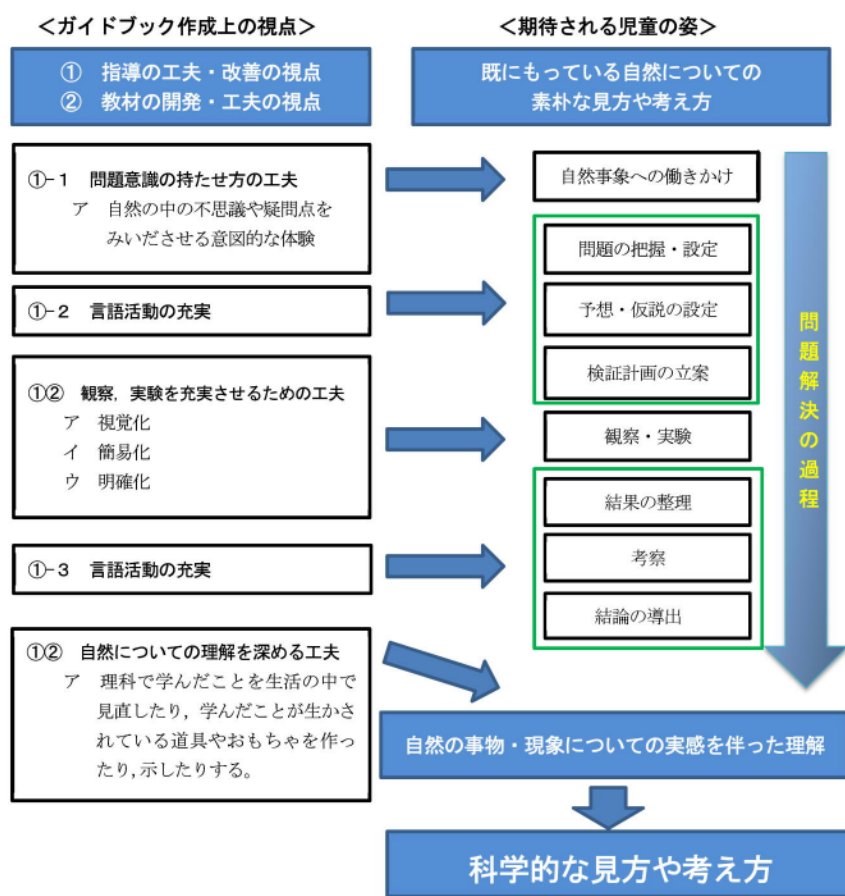
(3) 研究構想図

理科の学習は、児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を、観察、実験などの問題解決の活動を通して、少しずつ科学的なものに変容させていく営みであると考えることができる。理科の追加内容における問題解決の過程及び指導の工夫・改善、教材の開発・工夫の視点を【図1】に示す。

2 追加内容一覧

追加内容（全14内容）を次の【表1】に示す。

※ゴシックはガイドブックでとりあげたもの。



【図1】研究構想図

【表1】追加内容一覧

第3学年	物と重さ	風やゴムの働き	身近な自然の観察
第4学年	水の体積変化	人の体のつくりと運動	
第5学年	水中の小さな生物	川の上流、下流と川原の石	雲と天気の変化
第6学年	てこの利用	電気の利用	主な臓器の存在
	食べ物による生物の関係	月と太陽	水の通り道

Ⅶ 検証授業

1 検証授業の期日と単元名、授業者

今年度実施した検証授業は【表2】の通りである。

【表2】検証授業一覧

※は研究協力校以外で実施

期 日	学年	追 加 内 容 名	場 所	授 業 者
6月23日(火)	6	植物の養分と水の通り道	協力校	総合教育センター 木内 隆友
6月26日(金)	6	植物の養分と水の通り道	※	総合教育センター 木内 隆友
6月30日(火)	6	植物の養分と水の通り道	協力校	東和小学校 教諭
7月2日(木)	5	水中の小さな生物	※	総合教育センター 木内 隆友
9月24日(木)	6	月と太陽	協力校	総合教育センター 木内 隆友
9月28日(月)	6	月と太陽	協力校	総合教育センター 木内 隆友
11月25日(木)	3	風とゴム	協力校	総合教育センター 木内 隆友
11月30日(月)	3	風とゴム	協力校	東和小学校 教諭
	4	水の体積変化	協力校	総合教育センター 木内 隆友
12月2日(水)	6	電気の利用(電熱線の発熱)	協力校	総合教育センター 木内 隆友
12月7日(月)	3	物と重さ	協力校	総合教育センター 木内 隆友

2 検証授業(第6学年 月と太陽)の事前調査と分析

(1) 教材と指導について

平成20年告示の小学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 2008)には、「第6学年(5)月と太陽 ア 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を月と太陽の位置関係との関連でとらえるようにする。月に見立てたボールに光を当てるなどのモデル実験をして、太陽と月の位置と月の見え方の関係を調べ、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をとらえるようにする。ただし、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとする。なお、地球の外から月や太陽を見る見方については、中学校第3学年第2分野「(6)地球と宇宙」で扱う」とある。

上記に示されているように、小学校の「地球から天体を見て考える」から、中学校では、「地球の外から天体を見て考える」というように科学的な見方や考え方を深めていくように系統付けられている。しかし、地球から見た月と太陽の位置関係や月の形の変化などから、月が満ち欠けする仕組みを想像することはかなり難しい。

そのため、指導に当たっては月の形の変化や位置を太陽との関係で観察することを基本として、月の動きや月の満ち欠けを考えるモデル実験を活用することが望ましい。そして、野外での自然観察とモデル実験を効果的に取り入れて、「月の満ち欠け」について実感を伴った理解の充実を図ることが大切である。モデル実験や自然観察を効果的に組み合わせることで、体験や活動を通じた体得の理解、問題解決を通じた習得の理解、活用を通じた納得の理解をすることができると思われる。

本実践は、児童が月の形に関する認識と従来のモデル実験の課題を明らかにする。さらに児童の既にもっている月の形についての素朴な見方や考え方を科学的なものに変容できるように、指導の工夫と改善及び教材の開発、工夫を行うことを目指したものである。また、教材や指導の在り方の有効性を授業実践を通して検証する。

(2) 児童の月の形の変化に関する認識

小学6年生(62人)を対象に行った月の形の変化に関する認識についての調査結果(木下, 2010)より,「三日月に見える理由」を,「光が当たっているから」「光が当たっている部分が光っているから」等と文章で回答するものが多かった。これらの回答に関して,どの程度詳しく考えているかについて,それ以上推察することができないことや三日月に見える理由として,「太陽に隠されて」「地球に隠されて」「雲に隠されて」等と物による遮蔽をあげるものがあることから,児童の既にもっている概念を,観察,実験を通して科学的な概念へと変容させる必要がある。特に,児童の月の形の変化に関する認識から,「月が球形をしていることや,球に光が当たったときの見え方を理解させること」が,三日月に見える理由をより深いものにすることになると思われる。

(3) 従来のモデル実験の課題

本内容は,暗くした教室内で月に見立てたボールに光を当て,光の陰影から月の満ち欠けを考えるモデル実験が教室で行われることがある。このモデル実験では,月に見立てたボールの大きさや太陽光に見たてた懐中電灯の明かりが,実際の月や太陽光をイメージしにくいこと,教室を暗くしなければならないこと,スケールが小さいこと等から若干馴染まない点があり,モデル実験の工夫の余地がある。

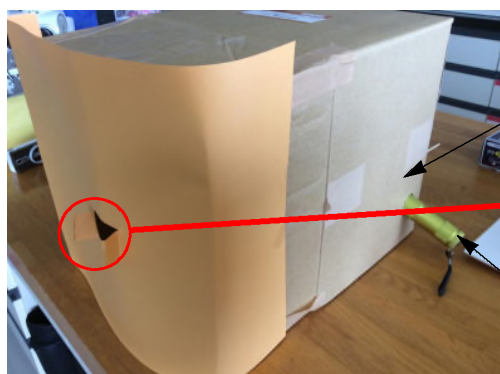
(4) 本内容における教材の開発・工夫

ア 意識した視点

本内容において,モデル実験装置を開発,工夫をするうえで意識した視点は,3つの視点(基本構想図参照)のうち「簡易化」と「明確化」の2つである。「簡易化」を意識した理由は,基本,全教科・領域の学習を指導する小学校の教員にとって,例え優れた教材であったとしても作成や準備に時間がかかっていたら,使用することが少なくなってしまうと考えたからである。また,「明確化」を意識した理由は,この内容において,発泡ポリスチレン球(月)にあたる光源の光(太陽光)のあたり方が明確に見えなければ,月が満ち欠けする理由を捉えることが難しくなると考えたからである。

イ 教材工夫の過程

<モデル実験装置 試作1号機>

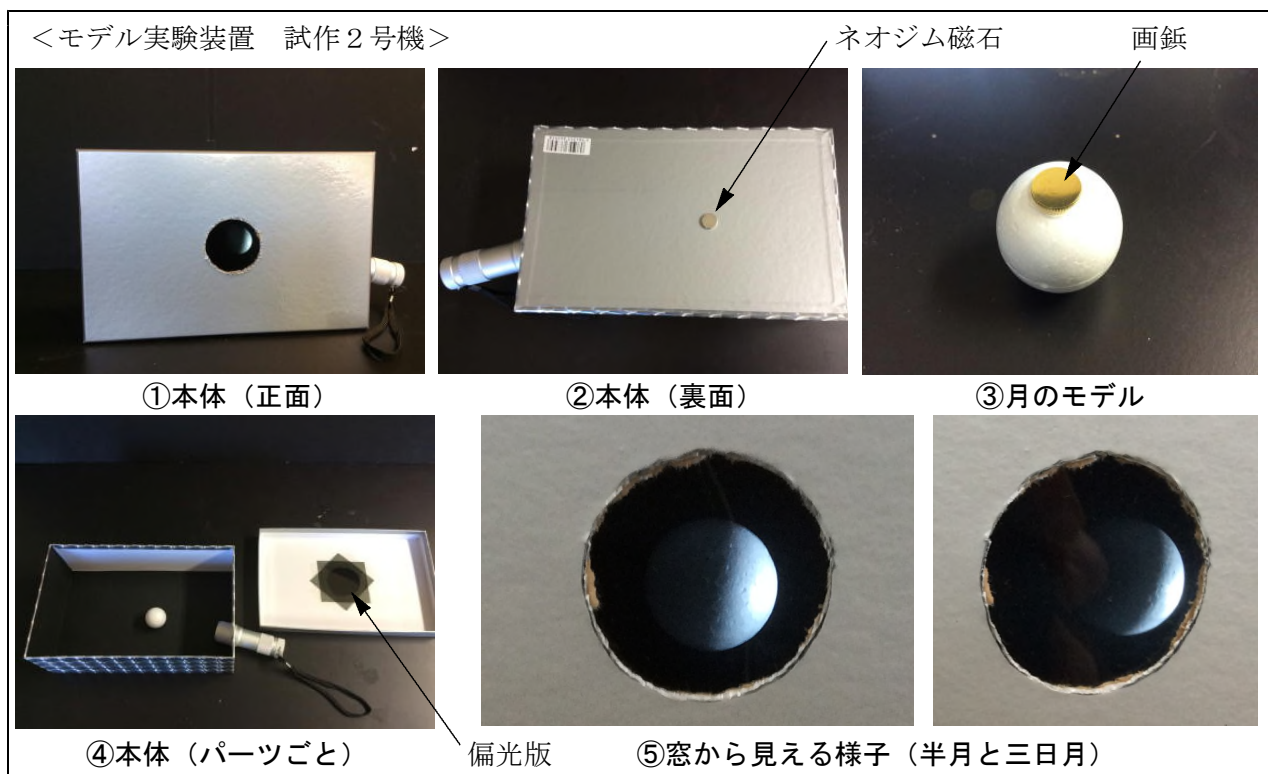


【図2】試作1号機全体



【図3】観察窓から見た球

- (ア) 段ボール箱を使用することで,いつでも簡易的な暗室を作り出すことが可能になった。
- (イ) 光源と発泡ポリスチレン球の位置関係によって満ち欠けの様子がはっきりと捉えることができ,観察記録の月の位置と月の満ち欠けの様子も概ね一致すると考えられる。



【図4】 試作2号機の全体と見え方

<モデル実験装置『1号機』【図2, 3】と『2号機』【図4①～⑤】の比較>

- ① 1号機よりもコンパクトになり、簡単に製作できる。【図4①, ②】
- ② 月に見立てた発泡ポリスチレン球に画鋸をさし、箱の外側からネオジム磁石を合わせることで、月の位置を自在に移動させることができる。製作が簡単にでき、操作も簡単にできる。【図4②, ③】
- ③ 観察する窓に、偏光板をつけることで、月に見立てた発泡ポリスチレン球の明暗がはっきりした。また、その実験結果は、実験室の照明の明暗に左右されない。【図4④, ⑤】

(5) 研究との関連

ア 自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図るための手立て

(ア) 問題意識の持たせ方の工夫

「地球」区分の特徴は、「学びに入る」ということである。「学びに入る」とは、子どもの学び方の特性として野外観察などに出かけていき、現地で学習すること、すなわち学習する環境に入り込んで学ぶことである。子どもが「学びに入る」ときに、自然の中にある不思議や疑問点を見いだせるように、適切に月の観察を行う必要がある。そこで、当センターの平成19年度研究である小学校理科 観察、実験の指導マニュアルに掲載されている「握りこぶしによる測定の仕方」を取り入れた観察記録カードを使用することとした。この観察法を取り入れた観察カードを使用することで、毎日、同じ時刻に観察すると月の位置がズレることを見だしやすくなり、問題意識の喚起につながっていくことが期待される。

(イ) 観察、実験の充実を図るための工夫

月の形の変化や位置を太陽との関係で観察することを基本として、月の動きや月の満ち欠

けを考えるモデル実験を活用することで月の満ち欠けする仕組みについて捉えさせる。モデル実験装置『1号機』を改良して、「いつでも、どこでも、だれでも作れる。使える。分かる。」モデル実験装置『2号機』を作製した。

(ウ) 自然についての理解を深める工夫

モデル実験で学習した自然の原理、規則性（日没時、満月は太陽の反対側にでていること）を実際の自然に当てはめて確かめる。

(6) 授業実践の検証方法

ア モデル実験装置の有効性について

児童を対象にアンケートを行う。

イ 指導の在り方の有効性について

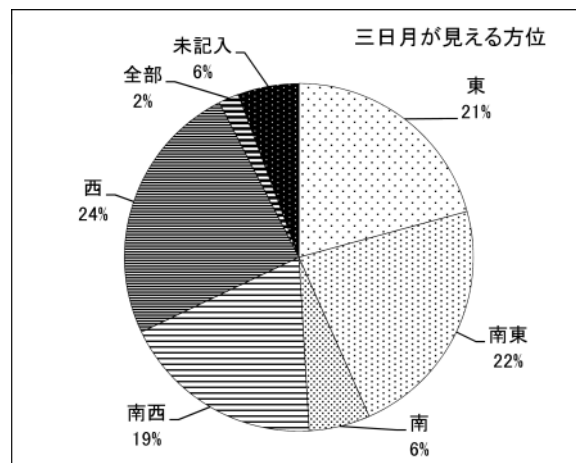
児童を対象に三日月の見え方の認識を自由記述させ、分析を行う。

(7) 月の形の変化に関する認識調査の結果と考察

ア 認識調査の結果

事前に児童の既にもっている月についての素朴な見方や考え方を把握するために、研究協力校の6年生56人を対象にしたアンケート調査を実施した。

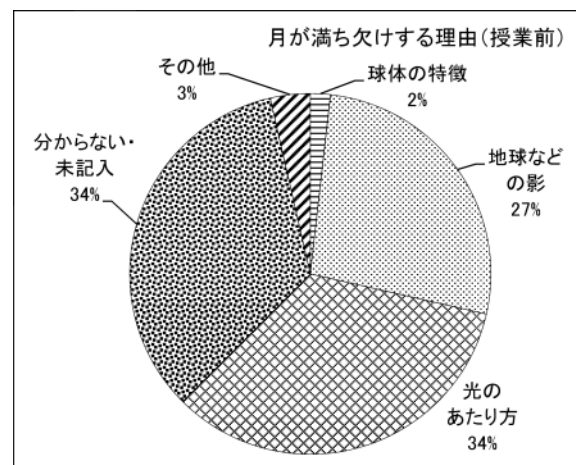
「この形の月は、何という名前の月ですか。」については、全員が三日月と回答した。「この月は、夕方、どの方向に見えたのですか。」については、東が56人中11人（21%）、南東が56人中12人（22%）、南が56人中3人（6%）、南西が56人中10人（19%）、西が56人中13人（24%）、全部が56人中1人で2%、未記入が56人中3人で6%となった。【図5】



【図5】この月は、夕方どの方位に見えたか

「この月は、どうして、このような形に見えるのか」を自由記述させたものを、記述内容が同じものをまとめて分類した。この分類により、「球体の特徴」「地球などの影」「光のあたり方」「分からない・未記入」「その他」と分類名をつけ、5つの内容とした。【図6】

「球体の特徴」では、56人中1人（2%）で、「本当は丸くて、影ができています」という記述であった。「地球などの影」では、56人中15人（27%）で、「太陽と月の間に地球があり、影ができて三日月になる」や「太陽と月が重なって三日月に見える」などの記述があげられた。



【図6】この月は、どうして、このような形に見えるか

「光のあたり方」では、56人中19人（34%）で、「太陽の光が三日月のように当たっている」や「太陽の位置が変わって地球から見て形が変わって見える」や「月の一部に太陽の光が当たっている」などの記述があげられた。「分からない・未記入」は、56人中19人（34%）であった。「その他」では、56人中2人（3%）で、

「月は約29日 のスピードで満ち欠けしています。だからこのように見えます」と「満月から雲がかぶって三日月の形になった」という記述であった。

イ 考察

全員が、三日月の形と名称を知っていたことから、三日月の形は身近なものとして当たり前で捉えていることがうかがえる。【図5】から、正答の範囲である南西（19%）及び西（24%）の回答を合わせると43%となり、夕方の三日月としてはありえない、誤答として南東、東、南を回答する割合が高かった。このことから、三日月を形として認識できているが、三日月の見える位置を方位として見ていないことがうかがえる。月が満ち欠けする仕組みを考えるには、月も太陽も同じ方向に移動しているが、時間の経過と共に地球から見た月と太陽の離角が広がっていくことを理解する必要がある。

【図6】より、三日月に見える理由として、「太陽に隠されて」「地球に隠されて」「雲に隠されて」等と物による遮蔽をあげるものがあること、「三日月の形に光が当たっている」などの光のあたり方によるもの、「分からない・未記入」がほぼ同じ割合で分かれた。このことにより、地球から見た月と太陽の位置関係や月の形の変化などから、月が満ち欠けする仕組みを想像することはかなり難しいと推察される。

3 検証授業の概要、分析及び考察


(1) 概要




ア 期 日 平成27年9月28日（月）

イ 場 所 花巻市立東和小学校 6年3組 28名（男子14人、女子14人）

ウ 単 元 名 太陽と月の形

エ 授業展開

段階	学習活動	指導上の留意点	手立て	教材・教具等
導 入 2 0 分	1 観察記録をもとに太陽と月の位置関係が変わっていること、月が満ち欠けしていることを確認する。	・観察記録から太陽と月の位置関係や月の満ち欠けのようすについて気づかせる。	 <div style="border: 2px solid blue; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> 問 題 意 識 の 持 た せ の 工 夫 </div>	観察記録用紙
	2 ビデオ映像から月は太陽に面している部分が光っていることに確認する。	・ビデオ映像から月は太陽に面している部分が光っていることに気づかせる。		ビデオカメラとテレビ
	3 学習問題の設定			
月の形が日によって変わるのなぜだろうか。				

展 開	4 月の形が日によって変わるの はなぜかを予想する。	・月が球体であることを確認し	
	5 観察、実験を行い、結果をワ ークシートへ記入する。	・観察、実験装置の使い方やワ ークシートへの記入の仕方な どを説明する。	ワークシート
2 0 分		観察、実験の充実を図る ための工夫	
			ワークシート 実験装置 『2号機』
	6 結果をもとに課題に対する考 察をする。	・課題を意識させながら考察さ せる。	実験の結果から、月と太陽の位置関係が変わると丸くなっていくことや月の満ち欠けは、地球などの影によるものではないことなどを指摘し、説明できる。
	7 グループごとに自分の考えを 発表し、交流	・グループごとに考えを交流さ	
			
	8 グループの考察を発表する。 9 まとめをする。	・児童の発表をもとに教師がま とめる。	
終 末 5分	10 満月の時の太陽と月の位置関 係について確認する。	・満月の時の位置関係を説明し 「学びに入る」きっかけをつく る。	自然の理解を深める工夫

(2) 結果と考察

ア 問題意識の持たせ方の工夫について

観察記録カードを使って月の観察をすることで、月の位置や形が変化していることに気づき疑問をもつのかを検証するために、気づいたことや不思議に思ったことを観察記録カードに記述させた。「同じ時刻に観察しているのに、月の位置がこぶし1個分ずれている」や「なぜ、毎日月の形が変わるのか」など月と太陽の位置や月の形が毎日変わっていることに触れて書いている児童が、56人中47人（84%）であった。56人中9人（16%）は、「月がはっきり見えてきれいだった。」などの感想であった。この9人の観察記録から、同時刻で観察できなかったことや観察記録を1日分のみであったことがあげられる。

今回の握りこぶしを使った測定の仕方のように、観察対象の位置の違いを明確に判断できるような手立てを組むことで自然の中にある不思議や疑問点を見だしやすくなったと考えられる。

イ 観察、実験の充実を図るための工夫

モデル実験装置『2号機』が、観察、実験の充実に効果があるかを検証するために、アンケート調査を行った。

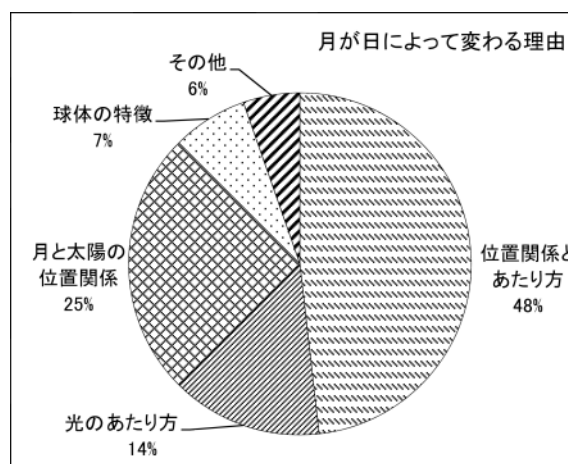
「今日使った実験装置は、簡単に操作することができましたか」では、28人中24人（86%）が「簡単に操作することができた」と回答した。28人中4人（14%）は「簡単に操作することができなかった」と回答した。その理由としては、「磁石がとれてしまった」「ライトが入りすぎて角度が変わってしまった」「磁石が小さかった」「後ろの操作が難しかった」というものであった。「今日使った実験装置は、観察記録と同じような月の形を見ることができましたか。」では、28人中26人（93%）が「観察記録と同じような月の形を見ることができた」と回答した。28人中2人（7%）は「同じような月を見ることができなかった」と回答した。その理由は、「月の観察が1日しかできなかったから」というものであった。

「今日使った実験装置は、疑問を解決するものになりましたか。」では、28人中27人（96%）が「疑問を解決するものになった」と回答した。28人中1人（4%）は、「疑問を解決するものにならなかった」と回答した。その理由は、「疑問をもたなかったから」であった。

児童が、実験結果から「月が日によって形が変わる理由」を考察した記述を、記述内容が同じものをまとめて分類した。この分類により、「位置関係と光のあたり方」「光のあたり方」「月と太陽の位置関係」「球体の特徴」「その他」と分類名をつけ、5つの内容とした。

【図7】

「位置関係と光のあたり方」では、28人中13人（48%）で、「月の位置によって、太陽の光のあたり方が変わるから月の形が変わっているように見える」「月の位置が変わることで、月の形が変わる」など太陽と月の位置関係と太陽の光のあたり方を関係付ける記述があげられる。「光のあたり方」では、28人



【図7】 月の形が日によって変わる理由

中4人(14%)で、「太陽の光のあたり方によって、月の形がちがって見える」「私は、月が何かに重なって半分になっていると思っていましたが、太陽の光のあたり方が変わるので、形が変わるということが分かった。」など光のあたり方のみ視点に当てた記述があげられる。

「月と太陽の位置関係」では、28人中7人で25%で、「月は太陽から近づくと三日月になり遠くなると満月っぽい形になる。」や「太陽から遠くすればするほど月に当たる光の面積が広がる。」など月と太陽の位置関係に視点を当てた記述があげられた。

「球体の特徴」では、28人中2人で7%で「光が当たっているところの反対側は影になっていて暗くなっているから、月が動くと形が変わって見える。」や「月の位置が変わって、太陽の光が当たっているところが変わっているし、月は球体だから。」などに光を当てた時の明暗に視点を当てた記述があげられる。

「その他」では、28人中2人で6%で、「簡単な装置で月を見ることができてびっくりした。月の見え方が分かって良かった」と「月がなんで半月とかになるのかなとずっと思っていて、今日、実験&観察してわかったのですごくうれしかった。」という記述で、月が日によって形が変わる理由を具体的に説明しているものではなかった。

月が満ち欠けする理由について、授業前と授業後の児童の認識を比較してみた。月の満ち欠けを地球などの物による遮蔽によるものだと考えていた児童が、授業後には、一人もいなかった。モデル実験装置『2号機』を使うことで月に光があたるとき、光が当たった反対側は影になっていることを見いだしたことで、ものによる遮蔽という考えがなくなったと考えられる。

光のあたり方については、光のあたり方の変化を「月と太陽の位置関係」や「球体の特徴」と関係づけて記述している割合が高くなった。モデル実験装置『2号機』を使うことで、光のあたり方が変化する要因の1つであることを見いだすことができたのだと考えられる。「光のあたり方」に視点を置いて記述した児童については、どの程度詳しく考えているかについて、それ以上推察することができない。発問や指導の工夫を通して、「光のあたり方」についての解釈を見とることが必要であると考えられる。

(3) まとめ

ア 問題意識の持たせ方の工夫について

(ア) 成果

握りこぶしを使った測定から、観察記録カードを使用することによって、太陽と月の位置関係の変化と月の形の変化に気付き、疑問を喚起させることができた。

(イ) 課題

観察が不十分な児童のために、ビデオなどを準備しておく必要がある。

イ 観察、実験の充実を図るための工夫について

(ア) 成果

- ・身のまわりの材料で、簡単に作製できるモデル実験装置『2号機』を開発することができた。
- ・モデル実験装置『2号機』は、児童にとって簡単な操作で、観察記録と同じような月を再現できるものであった。
- ・モデル実験装置『2号機』は、児童の疑問を解決に結びつけられるものであった。

(イ) 課題

- ・モデル実験装置『2号機』をより操作しやすいものにしていく。
- ・検証するデータが少ないため、授業実践を増やす必要がある。
- ・児童の「光のあたり方」についての解釈を改善する工夫が必要である。

ウ 自然の理解を深める工夫

(ア) 成果

モデル実験と自然と結びつけることで、学んだことを納得して理解することができた。

(イ) 課題

児童が、より納得の理解を図るためには、満月と太陽の位置関係について実際の空を観察したり、事前に撮影しておいたビデオを流したりすることが考えられる。

Ⅷ 研究のまとめ

1 研究の成果

全部で14ある追加内容のうち、8つの内容の指導と教材について研究を重ねてきた。そのうち7つの内容について研究協力校で検証授業を行い、授業後の児童のアンケート調査、参観していただいた先生方からのご意見等をもとに、指導と教材の工夫について改善を加えてきた。

(1) 指導について

- ・「問題意識の持たせ方の工夫」「観察、実験の充実を図るための工夫（主に言語活動の工夫）」「自然についての理解を深める工夫」の3つを視点に指導の工夫の改善をしてきたことで、小学校理科の目標にもある実感を伴った理解（体得、習得、納得）と合致した形で研究を進めることができた。
- ・視点を明確にしたことにより、検証授業を構想・実践するうえでもポイントをしばった検証を意識することができた。

(2) 教材について

- ・教材の開発・工夫を進めるうえで「視覚化（見えないものが見えるように）」「簡易化（簡単に、短時間でできるように）」「明確化（よりはっきりわかるように）」の3つを視点として設定したことで、小学校の実態に即した開発・改良をすることができた。
- ・開発、改良した教材を1～2回授業の中で検証できたことで、よりよいものに改善することができた。

2 今後の課題

今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

- ・今回は検証実験を行ったのが研究担当者であることが多かった。研究の妥当性や開発・工夫した指導や教材の使いやすさについて、研究担当者以外の教員の実践により、その精度を高めていく必要がある。
- ・ガイドブックを用いての実践について情報を収集したり、専門家の意見を取り入れたりするなどしてガイドブックそのものの改良が今後、必要である。
- ・14の追加内容のうち、指導するうえで困難な状況がよくみられるもの8つを選択してガイドブックを作成した。小学校の状況により、残りの内容についても取り上げる必要がある。

X 引用文献

文部科学省（2008）『小学校学習指導要領解説 理科編』，大日本図書，pp. 9-10

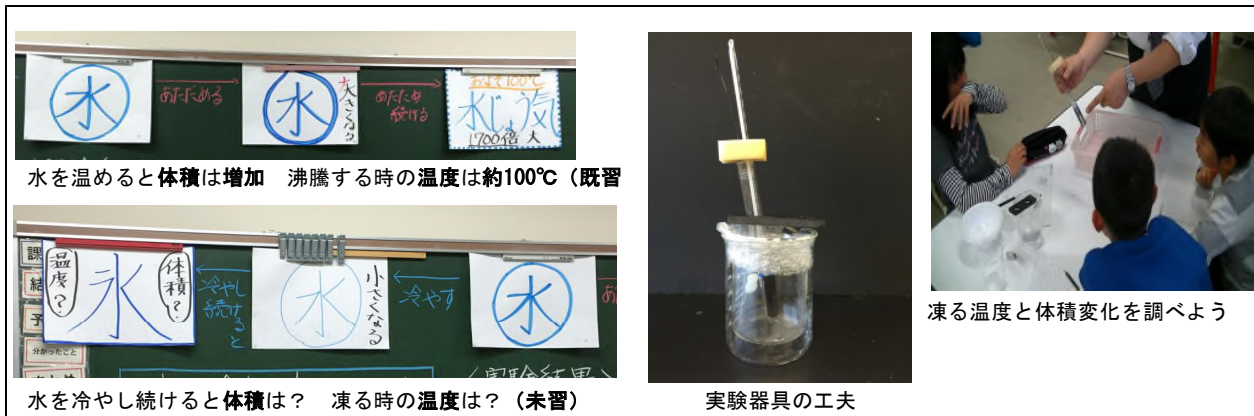
小学校理科実践研究会（2008）『小学校新学習指導要領の展開 理科編』，明治図書出版，pp.29-34

木下邦太郎（2012）「小学校理科における『月の満ち欠け』の位置づけと教材開発，球形水槽や大玉の教材化」，『帝京短期大学紀要』17，pp.23-25

□小学校理科の追加内容における観察、実験、授業展開ガイドブック(一部抜粋)

第4学年 追加内容4 単元名

4 **水のすがたと温度** (東京書籍 P118 ~ 120 水を冷やしたとき)



1 追加内容となった背景

本内容の「水が凍った時の体積の増加」については、従来より教科書では取り上げられてきました。しかし、この内容について、前回(平成11年)の「小学校指導要領解説 理科編」には明確な記載はありませんでした。凍ると体積が増えるといった性質は、他の物質と比べて異なっているのですが、水や氷は児童にとって大変身近なものであることが本内容を追加した背景として挙げられます。

2 単元の目標

金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。

ア 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。

イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して温まること。

ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わること。また、水が氷になると体積が増えること。

3 教材と指導について

(1) 指導上の困難な点

体積変化、温度変化がはっきりと見ることができない

本内容を実験する際、最も難しいところは試験管、ビーカーに水滴が付くなどの理由により、温度計の目盛や水が凍る様子が見えにくくなってしまいます。この部分については、実験器具の改良でも改善が図れますが、「体積変化」と「水の凝固点」の実験を別々に行うことが望ましいと考えます。実験の結果をグラフで表現することも求められることから、2時間扱い(連続は難しい)でそれぞれの実験を丁寧に扱っていきたいところです。

(2) 授業展開のポイント

①問題意識の持たせ方の工夫 ⇒ 未習を意識させる振り返り

本時までには児童は「水の沸点」「水は温められると体積が大きくなり、冷やすと小さくなる」ことを学習しています。ここでは、紙板書を用いて、「温めた場合の温度と体積」(既習)を振り返り、「冷やし続けた場合」が未習であることに気付かせ、問題意識を持たせるようにします。




②観察、実験の充実を図るための工夫 ⇒ 体積、温度変化を見やすくするための実験器具

本内容を実験する際の困難な点は(1)に述べました。この点を改善するために実験器具の改良を考えてみました。詳しくはp. 16をご覧ください。

③自然事象についての理解を深める工夫 ⇒ **ペットボトル等を書いてあるラベルを考える**

水の入ったペットボトルのラベルや缶ジュースには「凍らせないでください。容器が破損する恐れがあります。」という表示があります。このことを児童に考えさせ、水の凍った時の体積変化と関連づけます。また、実験中に試験管が割れた場合、そのことも理解を深める工夫として活用することも考えられます。

(3) 授業展開例

学 習 活 動	具 体 的 な 支 援 等	準 備 物
<p>1 問題を設定する。(5分)</p>  <p>授業展開のポイント①</p> <p>水が冷えて氷になるとき、体積と温度はどのようになるのだろうか</p>	<ul style="list-style-type: none"> 既習である「水の温度による体積変化」と「水の沸点が約100℃」の2つを想起させ、冷やし続けた場合が未習であることに気付かせる。 	紙板書
<p>2 予想する。(3分)</p> <p>3 実験する。(25分)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3人一組で行う。 <p><実験方法></p> <ol style="list-style-type: none"> ①実験器具を渡されたら、氷と寒剤をビーカーに入れる。 ②水の温度を1分おきに測定し、その温度と気付いたことを記入していく。 ③1分おきに温度計についている針金を動かし、水をかきまぜる。 ④実験時間は15分、準備ができたグループからスタートする。 <p>4 グラフ化した実験結果をもとに、グループで考察する。(5分)</p> <p>5 まとめ</p> <p>水が冷えて氷になるときは、温度は0℃でこおり、体積は大きくなる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 氷になるときの体積変化については、温度が上がった時、温度が下がった時(氷になる前)の体積変化と比較し、児童の思考にゆさぶりをかける。 工夫した実験器具(別紙参照)については、実験時間の確保と確実な実験を行えるようにするために、演示で丁寧に説明する。 実験結果を正しく記入しているか、机間指導しながら見守るようにする。 本時の学習問題に立ち返り、「体積変化」と「凍った温度」を中心に話合うようにする。  <p>授業展開のポイント②</p>	実験器具 寒剤(飽和食塩水) ストップウォッチ グラフ用プリント
<p>6 ペットボトルのラベルの表示について考える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 「凍らせないでください」という表示の意味を考え、定着を図る。  <p>授業展開のポイント③</p>	ペットボトル

(4) 教材のポイント

①準備

- ア 300m L ビーカー
- イ 500m L ビーカー
- ウ クッションシート 約5×30cm
- エ 温度計
- オ 針金 約30cm
- カ スポンジ 約5×3×2cm
- キ デコパネまたは厚い段ボール 3×10cm
- ク 試験管
- ケ 食塩 1班あたり40g
- コ 氷 1班あたり約300mL

②手順

ア 教材作成

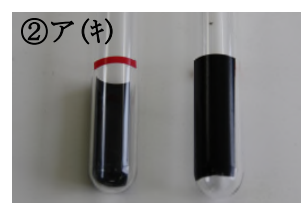
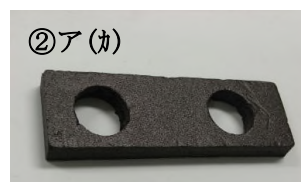
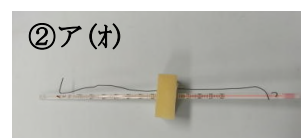
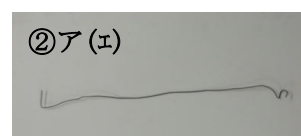
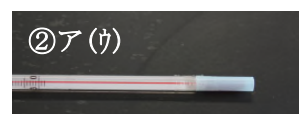
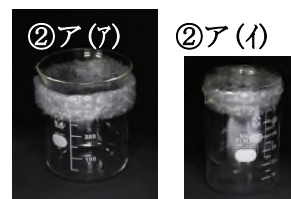
- (ア) 300m Lのビーカーの上の部分に二つ折りにしたクッションシートを巻き付けるようにはりつける。(シートの平らな面が外側になるように折る)
- (イ) 500m Lのビーカーに(ア)のビーカーをはめ込む。
- (ウ) 温度計の下の部分を保護するために、ストローを切ったものをつける。
- (エ) 針金を右の図のように曲げ、らせんの部分に温度計を入れる。
- (オ) スポンジに細い穴を2つあけ、温度計と針金をスポンジに通す。
- (カ) デコパネまたは段ボールに試験管用の穴2カ所をコルクボーラー等で空ける。
- (キ) 試験管の約10mLのところを目印をつけ、黒いビニルテープをはる。
- (ク) 実験中は、右の図のような装置になる。

イ 実験

- (ア) 試験管に温度計を入れ、赤いテープまで水を入れる。
- (イ) 二重になったビーカーの内側のビーカーに300mLの目盛りくらいまで水を入れる。
- (ウ) 次に水を100mL入れ、最後に食塩40gを加えて、ガラス棒で1分間かき混ぜる。
- (エ) 試験管を氷水につけて**1分ごと**に水の温度を測定する。
- (オ) 温度測定後、針金を上下に動かし、試験管内の水をかき混ぜる。さらに、ガラス棒でビーカー内の氷水を20回程度かき混ぜる。

③解説

- ア 試験管内の水を凍らせるために試験管内の水の水が凍らないときには、次の3つの原因が考



えられます。

(ア) 寒剤（氷＋食塩水）の温度が十分に下がっていない。

(イ) 寒剤の冷たさが試験管に伝わらないため、試験管の温度が下がらない。

(ウ) 過冷却を起こしている。

(ア)を解決するために、②イ(イ)、(ウ)のように、氷を入れたあと、水を100mL、食塩40gの割合で加え、ガラス棒でよくかき混ぜることが大切です。さらに、②イ(ウ)のように、温度測定後も氷水をかき混ぜ、溶け残った食塩を溶かすようにするとよいでしょう。

(イ)、(ウ)を解決するためには、③イ(ウ)のように、一定時間ごとに試験管内と氷水をそれぞれかき混ぜることが大切です。

イ ビーカーのくもりを減らすために

ビーカーの外側がくもって観察しにくいことを解決するために、③ア(イ)のように、ビーカーを二重にします。その工夫で空気中の水分の凝結を防ぎ、くもりを減らします。

ウ 観察しやすくする工夫

(ア) スポンジ

温度計が倒れないよう支えると同時に、温度計の高さを調節することができます。そのことで、児童に測定してもらいたい±5℃の範囲がよく見える位置で温度計を固定することができます。そのために、温度計を通すスポンジの穴はきつめにしておくのがコツです。

(イ) デコパネまたは段ボール

試験管が倒れないよう支えます。この工夫で児童は観察に集中することができます。

(ウ) 温度計

ストローで切ったものをつけることで、不注意による破損を防ぐことができます。なお、事前に、使用する温度計を氷水につけて0℃になるか確認し、0℃にならない温度計は使用しないことも大切です。

(エ) 試験管

約10mLのところに目印をつけ、そこに水位を合わせることで、凍ったあとの体積増加が明確にわかります。また、黒いビニールテープを背景にすることで、凍っていくようすがはっきりと観察できます。

④その他

ア 材料のおおよその費用

身近にある材料を使用するため、費用はほとんどかかりません。

イ 準備にかかる時間

教材を全ての班の分作成するために、工作の時間が1～2時間必要です。ただし、教材を作成してそろえておけば、授業の準備は30分程度です。

