

就実大学教育学部初等教育学科

平成30年度

卒業研究

題 目

科学的思考力を高める問題解決的学習を通じた理科授業
－小学校第3学年「光と音の性質」を通して－

学籍番号 5115004

氏 名 石光 藍人

指導教員 福井 広和

目次

第1章 序論

1. 動機
2. 背景
3. 研究仮説

第2章 予備調査・教材研究

1. 学習指導要領での位置づけ
 - (1) 光と音に関する教育の系統
 - (2) 学習指導要領における目標
2. 教科書での取り扱い事例
3. 教科書の追試
 - 1) ひなた遊び 2) かげふみ 3) 日光リレー
 - 4) 光での的当て 5) 紙焦がし

第3章 教材開発

1. 市販教材の課題と改善
2. 日光の集光に関する新教材開発
3. 授業の実際
4. 調査結果

第4章 授業実践

1. レディネス調査
2. 調査授業

第5章 改善案

1. 教材の改善
2. 学習指導案の改善

【引用・参考文献】

第1章 序論

1. 動機

小学生の時、理科の授業で水溶液が赤くなる実験をした。私は目の前で起こる現象に惹きつけられ、とても興奮したのを今でも覚えている。しかし、その実験が何の実験だったのか、何を知ることが出来たのかをまるで覚えていない。おそらく、小学生の時の自分はその実験の意味を理解していなかった、あるいは、考えようとしていなかったのだろう。このようなことは中学生になってからも同じで、授業で先生が説明されていることや教科書の中の知識に対して、疑問を持つことがあまりなく、ただ話を聞くだけ、板書を写すだけという受け身の姿勢で授業を受けていた。こうした学習姿勢だったため、知識の定着がほとんどなされず、結局テスト前や受験の前に知識だけを詰め込んだ。当然ながら、理科は好きな教科にはならなかった。

では、私のやっていたこと、感じたことは個人の問題だと言い切れるのだろうか。私は、他の人にも共通する理科の本質的な問題が存在するのではないかと考える。なぜなら「理科は暗記の科目」というイメージを持つ人が私の周りに少なからずいるからだ。確かに理科には暗記する内容が多く、詰め込めばテストで高得点を取ることが出来る。しかし、理科で本当に大切なことは、「理科は楽しくて生活に役立つ」という認識を持ってもらうことではないかと考える。反対に、理科嫌いになるのは小学生の時に理科の楽しさ、考え方を味わうことが出来ていない児童だと考える。

そこで私は、児童自身が日常生活や授業で抱いた疑問や問題に対して自分なりの仮説を持ち、観察や実験などによって確かめ、結果から理由

を考え、分析するといった科学的思考力を持つこと、または育てることが大切なのではないかと考えた。つまり、科学的思考力をもって授業に臨むことが出来れば、授業での知識定着の促進につながると考える。それによって、理科の暗記教科のイメージを払拭し、理科離れしてしまう児童を減らすことができるのではないかと考えた。

これらを踏まえ、私は児童の科学的思考力を育てる授業には、児童が自分で問題を見つけ、解決していく「問題解決学習」が適しているのではないかと考えた。そして、科学的思考力を育てる問題解決学習を通した理科授業をテーマに研究していくことにした。

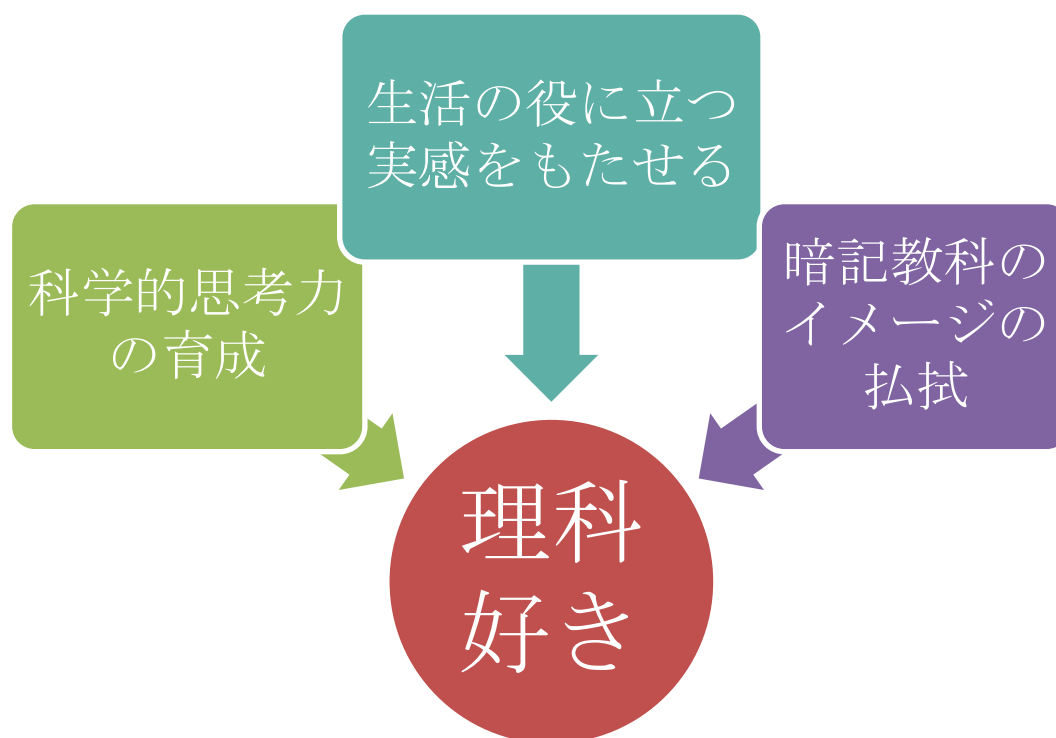


図1. 児童を理科好きにするポイント

2. 背景

授業の本質や意味を理解できていないという児童は本当に多いのだろうか。太田は「科学的思考力・表現力を高める理科授業の展開の工夫」(2012)において、次のように述べている。

以前から、理科授業において、導入時の学習課題に対する興味づけの重要性が特に注目されるようになり、ダイナミックな実験・自然事象などが「おもしろ実験」的な扱いで、取り上げられてきた。しかし、それらの科学事象が、「なぜ、そのようになるのか」といった、生徒自身の科学的思考にまで到達していないことも多かった¹⁾。

また、同論文において、次のように述べている。

単に実験観察が「楽しい」、「びっくりした」という感想が残るだけでは理科学習は不十分であり、思考活動を繰り返し積み重ねていくことが大切であると感じている¹⁾。

また、川崎は「科学的思考力育成のための理科学習指導に関する研究」(2010)において、次のように述べている。

近年の理科教育では、国内外問わず、科学に関する知識を正確に伝えるだけでなく、科学に関する知識を活用し、未知の問題を解決する際に必要となる「科学的思考力」を育成することが一層重視されてきている²⁾。

つまり、理科授業の本質や意味を理解できていないという児童・生徒は多く、それらが科学的思考にまで至っていないことが原因だとわかる。もしそうであるなら、意味や本質を理解できていないまま授業を進めてしまうと、理科に対する苦手意識が増してしまうのではないだろうか。

そこで、理科授業において科学的思考を使う授業、または科学的思考力を高める授業を展開していくことが重要なのではないかと考える。

また、文部科学省は理科授業のねらいについて「小学校学習指導要領解説総則編」（2008）において次のように述べている。

体験的な学習や基礎的・基本的な知識・技能を活用した問題解決的な学習を行うことにより、主体的に学習に取り組む能力を身に付けさせたいと考えている。また、その過程において児童の興味・関心を生かすことで、児童の学習意欲を喚起し、自主的、自発的な学習を促すことをねらっている³⁾。

つまり、文部科学省は体験的な学習や問題解決的な学習を行うことによって主体的な授業を展開しようと考えている。私は、主体的な授業は児童自身が仮説を持ち、疑問を追究していく科学的思考を用いる授業で達成できるのではないかと考える。そのために問題解決的な手法を用い学習意欲を喚起することが必要なのではないのだろうか。

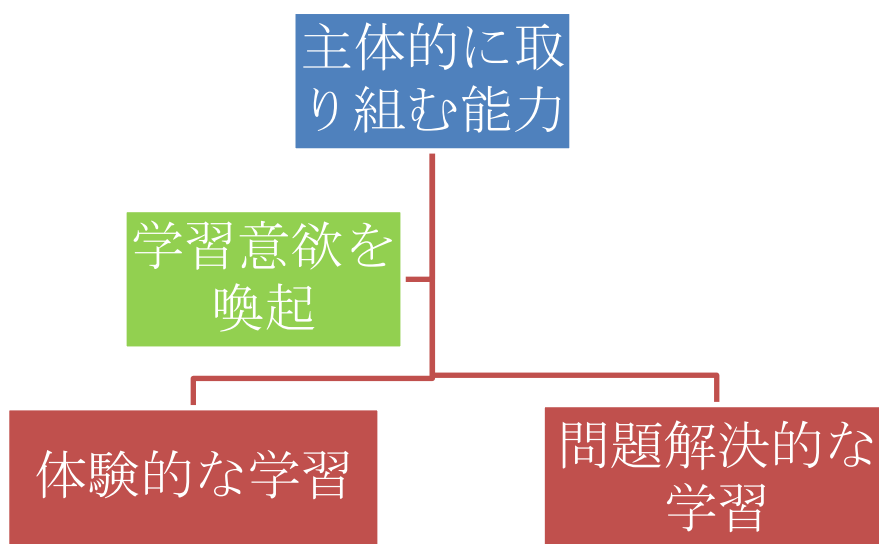


図2. 体験的・問題解決的な学習による学習意欲の喚起

江川は小学校で一般的に行われている理科授業のプロセスについて「演繹的に問題を解決して学習する過程についての一考察」（2014）において、小学校で一般的に行われている理科授業（実験）のプロセスを次のように図示している⁴⁾。

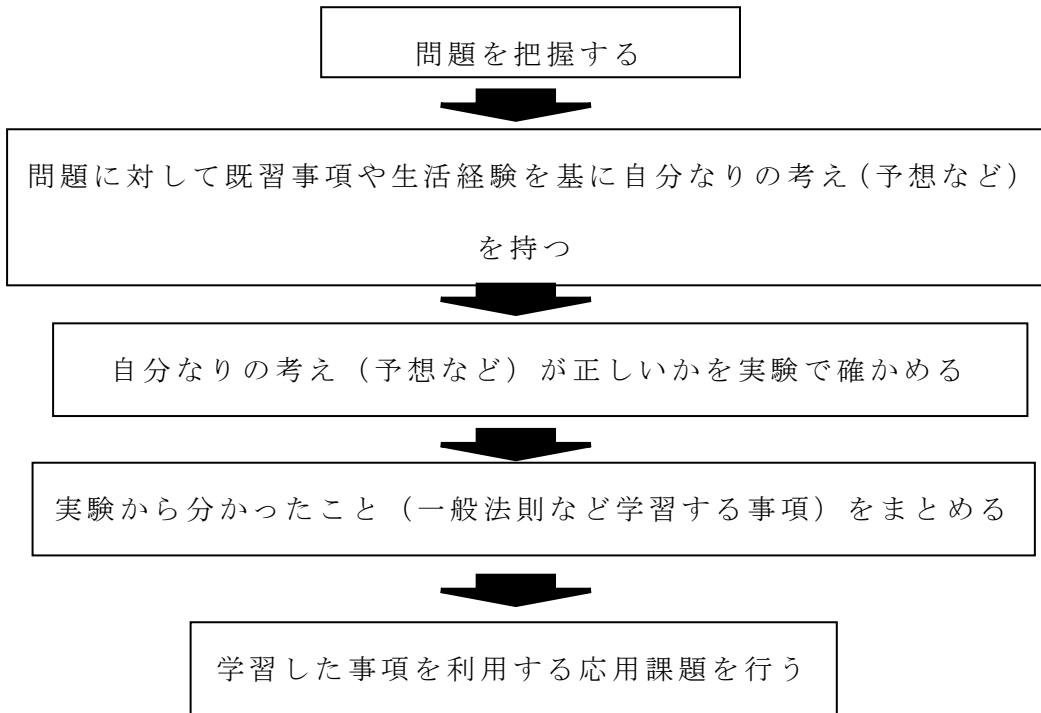


図3. 小学校で一般的に行われている理科授業（実験）のプロセス

また、同論文において、次のようにも述べている。

図1の「問題に対して既習事項や生活体験を基に自分なりの考え（予想など）を持つ」段階では、児童が自由に発想して多様な考えが出てこないように教師が既習事項や生活体験を限定して考えるよう促すことがある。また、多様な考えが出てくる場合には児童同士の相互作用を通して児童の考えをいくつかに絞ってしまうことがある⁴⁾。

つまり、今の一般的な理科授業では、文部科学省のねらいを達成しているとはいえず、児童が自由な発想をし、それを学習問題にしていけるような問題解決学習が必要であるということがわかる。では、子どもはどんな単元を苦手としているのだろうか。

石川、坂本は子どもと教師の意識のずれについて「理科離れを引き起こす要因に関する研究」において、次のように述べている。

理科離れといわれる原因の一つを、小学校から中学校へ移行する段階での子どもの理科に対する肯定的意識の減少としてとらえられる⁵⁾。

そして、同論文において、子どもの否定的意識と教師の肯定的意識のずれが特に大きいものとして次の単元を挙げている⁵⁾。

- (小6) 水溶液の性質、物の燃え方と空気
- (中1) 光と音、生物の観察
- (中2) 動物の体のつくりとはたらき

つまり、教師は「興味を持ちやすい・理解しやすい」と思う単元でも子どもにとっては「嫌いだった・よくわからなかった」と感じる単元があるということである。このような教師との意識のずれが児童の肯定的意識を下げていると考えられる。さらに、小学校から中学校へ移行する段階で理科嫌いの原因があることも分かった。そこで、中学生が苦手と感じやすい単元に対し、小学校の段階で肯定意識を持たせることにより最終的な理科離れを減らすことができるのではないだろうかと考えた。

これらの背景を基に本研究では科学的思考力を高める問題解決学習を通じた理科授業について、第3学年「光と音の性質」を題材として検討していくことにした。

3. 研究仮説

前項では、理科の授業において本質的意義や目的を理解できていない児童・生徒が多いことから、体験的な学習や問題解決的な学習によって科学的思考力を高める必要があることを述べた。また、児童が否定的な意識を持っていることに教師が気づいていない単元があることについて明らかにした。そこで本研究では、第3学年「光の音と性質」の単元を対象として、問題解決的な学習による科学的思考力を高める理科授業の在り方について調べていこうと思う。研究仮説は以下の通りである。

1. 理科授業において体験的な学習や問題解決的な学習によって児童・生徒の科学的思考力を高めることができ、生涯において理科に対する肯定的意識を持つことができる。
2. 第3学年「光と音の性質」の単元において、日常の疑問や問題から自分なりの仮説を持ち、観察や実験によって確かめ、結果を分析し考察することで科学的思考力を育てることができる。

理科授業の本質や意味を理解しないまま知識だけを取り入れるのではなく、児童自身が考え探究していくような、体験的な学習や問題解決的な学習を行うことで科学的思考力が高まり、授業での知識の定着が促進され理科に対して肯定的意識を持つことができる。「光と音の性質」の単元であれば、光や音の性質について自分なりの仮説を持ち、観察や実験によって確かめ、結果を分析し絵や言葉を用いて考察することで科学的思考力を育てることができると考えた。そこで、科学的思考力を育てる授業開発を進めていくことにする。

第2章 予備調査

1. 学習指導要領での位置づけ

(1) 光と音に関する教育の系統

平成29年6月発行小学校学習指導要領解説理科編⁶⁾によると、理科教育の内容は「A物質・エネルギー」と「B生命・地球」の2つに区分される。光と音に関する学習はこのA区分に該当する。本研究で題材としている「光と音の性質」の単元では、様々な内容項目の中でも「光の明るさや暖かさ」「音の大小、物の震え方」についての内容になっている。これは、その後中学1年の「光と音」の単元につながっている。

これらのことから小学3年生で行われる光と音に関する実験・観察は中学での理科教育にまで継続される学習の始まりと考えることができる。つまり、光と音についての学習の始まりである「光と音の性質」の単元では、諸感覚を働かせながら光（日光）の明るさや暖かさ、音の大小、物の震え方などを捉えるようにする。そこで光と音に対する肯定的意識を持たせ、後の光と音の学習に対する意欲を高める事が重要であるのではないかと考える。

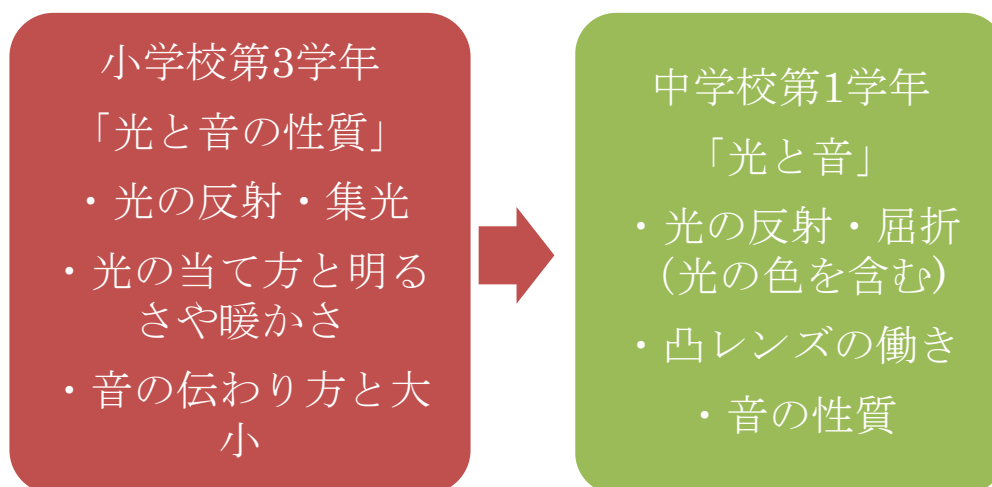


図4. 光と音の内容構成

(2) 学習指導要領における目標

平成 29 年 6 月発行小学校学習指導要領解説理科編⁶⁾では、第 3 学年「光と音の性質」の目標を次のように示している。

光と音の性質について、光を当てたときの明るさや暖かさ、音を出したときの震え方に着目して、光の強さや音の大きさを変えたときの違いを比較しながら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) 日光は直進し、集めたり反射させたりできること。

(イ) 物に日光を当てると、物の明るさや暖かさが変わること。

(ウ) 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること。また、音の大きさが変わるとき物の震え方が変わること。

イ 光を当てたときの明るさや暖かさの様子、音を出したときの震え方の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、光と音の性質についての問題を見だし、表現すること。

光と音の性質についての学習では、光を当てたときの明るさや暖かさ、音を出したときの震え方に着目して、光の強さや音の大きさを変えた時の現象の違いを比較しながら光と音の性質について調べる。そして活動を通して、それら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させることを目標としている。また、差異点や共通点を基に問題を見い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も目標としている。このように知識理解のみではなく、学習に関わる資質・能力の育成も大切にしていきたいポイントだと考える。

2. 教科書での取り扱い事例

小学校学習指導要領の目標を受け、これまでの理科教科書で光と音の内容をどのように扱ってきたのか、以下の12冊について調査した。

【調査対象】

『昭和52年度新編新しい理科』東京書籍

『昭和55年度新しい理科』東京書籍

『昭和58年度改訂新しい理科』東京書籍

『昭和61年度新編新しい理科』東京書籍

『昭和64年度新訂新しい理科』東京書籍

『平成4年度新しい理科』東京書籍

『平成8年度新編新しい理科』東京書籍

『平成12年度新訂新しい理科』東京書籍

『平成14年度新しい理科』東京書籍

『平成17年度新編新しい理科』東京書籍

『平成23年度新しい理科』東京書籍

『平成27年度新編新しい理科』東京書籍

【調査内容】

- ・光と音を取り扱っている学年
- ・光と音の単元内容
- ・光と音の遊びを通しての学び

教科書研究では東京書籍の教科書を昭和のものから見ていき、上記の調査項目を調査していく。昭和の頃は低学年理科があり、そこでの遊びを通じた学びは得られる感覚を調査していく。

表 1. 出版年度ごとの光と音の取り扱い学年と遊びを除いた単元内容

出版 年度	光	音
昭和 52 年度	<p>1 学年</p> <p>ひなたとひかげ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分の影がどちら側にできるか。 ・影の中に入ると自分の影はどうか。 ・影や色の濃さはどうか。 <p>3 学年</p> <p>日光とかがみ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日光が重なった時の暖かさはどうか。 <p>4 学年</p> <p>日光と虫めがね</p> <ul style="list-style-type: none"> ・虫眼鏡を通った光はどのように進むのか。 ・日光が重なった時の温度はどうか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 ・虫眼鏡の大きさを変えると日光の集まり方はどうか。 <p>5 学年</p> <p>光</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光は光源からどのように進んでくるのか。 ・光が水やガラスに当たった 	<p>2 学年</p> <p>音調べ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トライアングルや太鼓が鳴っている時の様子はどうか ・トライアングルや太鼓の震えは糸を伝わるのか。 <p>4 学年</p> <p>音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音の強さで物の震える様子は変わるのか。 ・音の高さを変えるにはどうしたら良いか。 ・音を伝えるものは何か。 ・音の広がり方はどうか。 ・音は反射するのか。 ・音の伝わる速さはどうか。

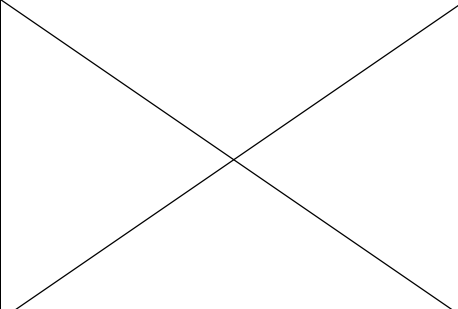
	<p>時どうなるのか。(屈折)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光がはね返る時の角度はどうか(反射、反射角) 	
昭和 55 年度	<p>3 学年</p> <p>かがみと虫めがね</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鏡で日光を集めると明るさ、暖かさはどうなるか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 ・かがみと虫眼鏡の違いは何か。 	
昭和 55 年度	<p>5 学年</p> <p>光の進み方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・虫眼鏡を通った日光はどのように集まるか。 ・虫眼鏡の面の色々な部分を通る日光は、どのように進むか。 (凸レンズ、焦点、焦点距離) ・光は光源からどのように進むか。 ・光は空気中から水やガラスに入る時や出る時に進む方向はどうなるか(屈折) ・光の反射(反射、反射角) ・日光を通しやすい物と日光を遮る物とでは暖まり方に違いがあるのか。 	<p>5 学年</p> <p>音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音が出ている物に触れると、激しく震えている。 ・音の強さによって、物の震える様子はどのように違うのか。 ・音はどのようにして音の出ている物から伝わってくるのか。 ・音は空気を伝わるが、物に当たると伝わる向きは変わるのか。 ・音は音源からどのように広がるのか。
	<p>3 学年</p> <p>かがみと虫めがね</p>	

<p>昭和 58 年度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 ・ 鏡で日光を集めた時の、暖かさはどうなるか。 ・ 虫眼鏡の影の明るい部分が大きい時と小さいときの明るさ、暖かさはどうなるか。 ・ 鏡と虫眼鏡の違い ・ 大きな虫眼鏡を使うと、紙の焦げ方はどうなるか。 <p>5 学年</p> <p>光の進み方</p>	
<p>昭和 58 年度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 虫眼鏡の面の大きさを変えると、日光の集まる位置は変わるか。 ・ 虫眼鏡の面の色々な部分を通る日光は、どのように進むか。 (凸レンズ、焦点、焦点距離) ・ 光は光源からどのように進むか。 ・ 光は空気中から水やガラスに入る時や出る時に進む方向はどうなるか (屈折) ・ 光の反射 (反射、反射角) ・ 日光を通しやすい物と日光を遮る物とでは暖まり方に違いがあるのか。 	<p>5 学年</p> <p>音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 音が出ている物に触れると、激しく震えている。 ・ 音の強さによって、物の震える様子はどのように違うのか。 ・ 音はどのようにして音の出ている物から伝わってくるのか。 ・ 音は空気を伝わるが、物に当たると伝わる向きは変わるのか。 ・ 音は音源からどのように広がるのか。

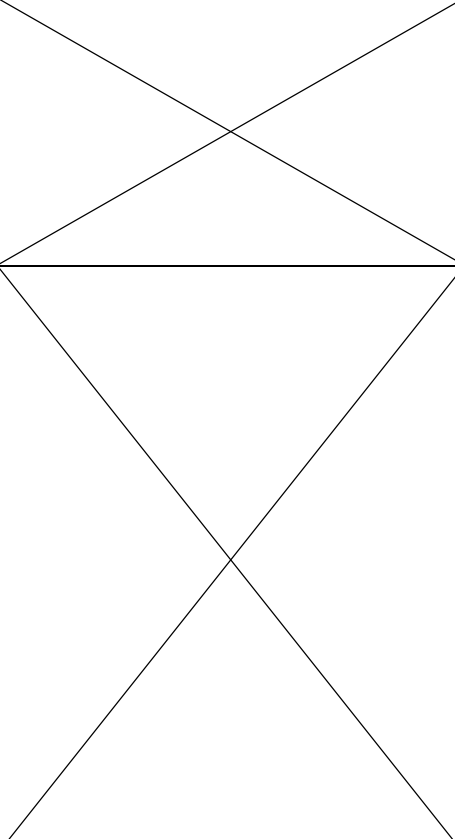
	<p>1 学年</p> <p>かげ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・影の濃さは日向と日陰で変わるのか。 	
昭和 61 年度	<p>2 学年</p> <p>日なたと日かげ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日向と日陰で地面の温かさや水の温まり方は違うのか。 	<p>2 学年</p> <p>音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音が出ている時の太鼓の様子はどうか。
	<p>3 学年</p> <p>光あつめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鏡ではね返した日光が当たっているところは暖かいのか。 ・鏡を増やして日光を集めると、もっと明るくなり、温度が上がるのか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 ・虫眼鏡の大きさで紙の焦げ方は違うのか。 ・日陰でも紙を焦がすことができるのか。 	
昭和 61 年度	<p>5 学年</p> <p>光の進み方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・隙間を通った光は、鏡で反射した後、どの向きに進むだろうか。 (反射、反射角) ・光が水面に差し込んだ時、そのまま直進するのか、ま 	<p>5 学年</p> <p>音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音の出ているものの震え方がどうなっているか。 ・音の強さによって物の震えは変わるのか。 ・太鼓などの音はどのようにして音の出てくるものから

	<p>た直角に差し込んだ時はどうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ↑ガラスではどうか。 ・ 虫眼鏡に集まった光は 1 点に集まるか。 (凸レンズ、焦点、焦点距離) 	<p>伝わってくるのか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 周りに空気がなければ、音は聞こえないのか。 ・ 耳で音が聞こえるのはどうしてか。 ・ 音は空気を震わせるが、物に当たるとどうなるのだろうか。
昭和 64 年度	<p>1 学年 かげ</p> <p>2 学年 日なたと日かげ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日向と日陰の地面の温かさや、水の温まり方を比べる。 <p>3 学年 光あつめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鏡ではね返した日光が当たっているところは暖かいのか。 ・ 鏡を増やして日光を集めると、もっと明るくなり、温度が上がるのか。 ・ 虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 ・ 虫眼鏡の大きさで紙の焦げ方は違うのか。 ・ 日陰でも紙を焦がすことができるのか。 <p>5 学年 光の進み方</p>	<p>2 学年 音</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 音が出ている時の太鼓の様子はどうか。 <p>5 学年 音</p>

<p>昭和 64 年度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隙間を通った光は、鏡で反射した後、どの向きに進むだろうか。 <li style="padding-left: 2em;">（反射、反射角） ・ 光が水面に差し込んだ時、そのまま直進するのか、また直角に差し込んだ時はどうか。 ・ ↑ガラスではどうか。 ・ 虫眼鏡に集まった光は 1 点に集まるか。 <li style="padding-left: 2em;">（凸レンズ、焦点、焦点距離） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 音の出ているものの震え方がどうなっているか。 ・ 音の強さによって物の震えは変わるのか。 ・ 太鼓などの音はどのようにして音の出ているものから伝わってくるのか。 ・ 周りに空気がなければ、音は聞こえないのか。 ・ 耳で音が聞こえるのはどうしてか。 ・ 音は空気を震わせるが、物に当たるとどうなるのだろうか。
<p>平成 4 年度</p>	<p>3 学年</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">日なたと日かげをくらべよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日向と日陰で地面の温かさと湿り気は違うのか。 <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">光を当てよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 影の濃さは違うのか。 ・ 光を通すものと通しにくいもので温まり方は違うのか。 ・ 日光を通さないものは、どれも温かくなるのか。 ・ 鏡で日光をはね返すと光を集められるのか。 ・ 日光を集めると明るく、暖かくなるのか。 	<p>3 学年</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">音を出してみよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 音を出すには、物を叩くほかにどんな方法があるのか。 ・ 物から音が出ている時、物はどうなっているのか。 ・ 音を伝えるには、どうしたらよいか。
	<p>3 学年</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">日なたと日かげを比べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日向と日陰はどこにできているか、また地面の温かさ 	<p>3 学年</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">音を出してしらべよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どんな物が音をよく伝えるのか。

<p>平成 8 年度</p>	<p>はどうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日向と日陰の地面の温度はどれくらい違うか。 <p>光を当ててしらべよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日光が当たると、どんな物にも影ができるのか。 ・ 日光の通し方やね返し方が違うと、温まり方も違うのか。 ・ 鏡は日光の明るさや温かさをはね返すのか。 	
<p>平成 12 年度</p>	<p>3 学年</p> <p>日なたと日かげを比べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日向と日陰はどこにできているか、また地面の温かさはどうか。 ・ 日向と日陰の地面の温度はどれくらい違うか。 <p>光を当ててしらべよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 鏡を使って日陰に日光を当てる。 ・ 鏡ではね返した光を重ねると、もっと明るく、暖くなるのか。 ・ 物によって日光が当たったところの明るさや温まり方は違うのか。 	<p>3 学年</p> <p>音を出して比べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 色々なものを叩いて、音を比べる。
<p>平成 14 年度</p>	<p>3 学年</p> <p>日なたと日かげをくらべよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日向と日陰は地面の温かさが違うのか。 ・ 日向と日陰の地面の温かさはどれくらい違うのか。 	

平成 14 年度	<p>光を当てよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鏡ではね返した日光はどう進んでいるのか。 ・鏡ではね返した日光の当たったところの温かさはどうか。 ・鏡ではね返した日光を重ねると、もっと明るく、もっと温かくなるか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 	
平成 17 年度	<p>3 学年</p> <p>日なたと日かげをくらべよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日向と日陰は地面の温かさが違うのか。 ・日向と日陰の地面の温かさはどれくらい違うのか。 <p>光を当てよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鏡ではね返した日光はどう進んでいるのか。 ・鏡ではね返した日光の当たったところの温かさはどうか。 ・鏡ではね返した日光を重ねると、もっと明るく、もっと温かくなるか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 	
平成 23	<p>3 学年</p> <p>太陽の光を調べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日向と日陰では地面の温度はどれくらい違うのか。 	

年度	<ul style="list-style-type: none"> ・鏡ではね返した日光が当たったところは、温かくなるか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 	
平成 27 年度	<p>3 学年</p> <p>太陽の光を調べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日向と日陰では地面の温度はどれくらい違うのか。 ・地面は日光によって温められるのか。 ・鏡ではね返した日光が当たったところは、温かくなるか。 ・虫眼鏡で日光を集め、紙を焦がす。 	

上記より、昭和の頃に比べ、平成になると音の単元がなくなり、光の単元内容も少なく簡単なものになっていることが分かる。また、昭和の頃に第 5 学年で取り扱っていた内容が現在の中学 1 年に移っていることが分かる。これらのことから中学生が苦手意識を持っている原因の一つは小学校時代に十分な学習がなされていないからだと考える。

そこで、私は小学校で学ぶ内容の理解度を高める必要があると考える。そのためには学習前に光と音に関する現象を感覚的に知っておく必要があるのではないだろうか。さらに学習後に中学 1 年で学ぶ内容につながる活動、学習が出来れば光と音に対する苦手意識はなくなるのではないかと推測する。では、具体的にどのような活動が考えられるのだろうか。昭和の低学年で扱っている内容に小学 3 年生で学ぶ内容につながる活動があった。そこで、低学年理科などで行われていた遊びを通した学びについてまとめた。

表 2. 光と音の遊びを通しての学び

遊び	やり方	得られる感覚
ひなた遊び	<ol style="list-style-type: none"> 1. 目をつむり、複数人で手を繋ぎ輪になる。 2. 少し回り、止まったところが日向か日蔭かを、感じる温かさなどで感じる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・日向は日陰より暖かい。
かげふみ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ルールは鬼ごっこと同じで、タッチではなく、影を踏むと鬼が交代になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分がどの方向を向いても影は同じ方向を向いている。
光での的当て	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日光を鏡で反射させる。 2. あらかじめ用意しておいた的に光を当てる。 <p>※的を動かす遊びもある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・日光の直進性（目に見えていなくても日光は直進している。） ・鏡による日光の反射。
日光リレー	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1チーム3人のチームを作り、スタートとゴールを設定する。 2. スタート位置からゴールまで等間隔でジグザグに並ぶ。 3. スタートの人から次の人の鏡を狙って日光を反射させ、先にゴールに行った方が勝ち。 <p>※スタートの人だけ日向で後の人は日陰</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・日光の直進性（目に見えていなくても日光は直進している。） ・鏡による日光の反射。
どんな影ができるかな	<ul style="list-style-type: none"> ・様々なものの影を作って観察する。 <p>※同じものでも向きを変えると影の形は変わる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・日光が当たっているところが影になる。
影絵遊び	<ul style="list-style-type: none"> ・影を使って、劇などをする。 <p>※色のついた光を通す素材のものなら、色のついた影を作れる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・影が距離によって実物より大きくなる。
糸電話	<ol style="list-style-type: none"> 1. 二つの紙コップの底を糸で繋ぎ、それぞれ糸が張る距離まで離れる。 2. 片方が音や声をそのコップに向かって出すと反対のコップにも伝わる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・音は振動で伝わる。

音作り	1. 色々なものを叩いたり擦ったりすると色々な音が出る。	<ul style="list-style-type: none"> 物によって高い音が出たり、音の出し方で、同じものでも色々な音がしたりする。
音当てクイズ	1. 目隠しした状態で音だけで何を叩いた音かを当てる。	<ul style="list-style-type: none"> 物によって高い音が出る。 音の出し方で、同じものでも色々な音がでる。

ひなた遊びでは「日向は日陰より暖かい」という感覚が、糸電話では「音は振動で伝わる」という感覚が得られることから、第3学年または、中学1年で学ぶ内容を感覚的に知ることが出来ているといえるのではないだろうか。このことより、第3学年で学ぶ内容の前にこれらの活動を取り入れることは理解度を高めるために必要な活動であるといえるのではないだろうか。また、これらの活動により日常的に自然の現象に関心を持ち、疑問を抱きやすい環境が出来るのではないだろうか。そこで抱いた疑問をもとに問題解決的な学習を進めていけば、さらに理解度を向上させることが出来ると考えられる。

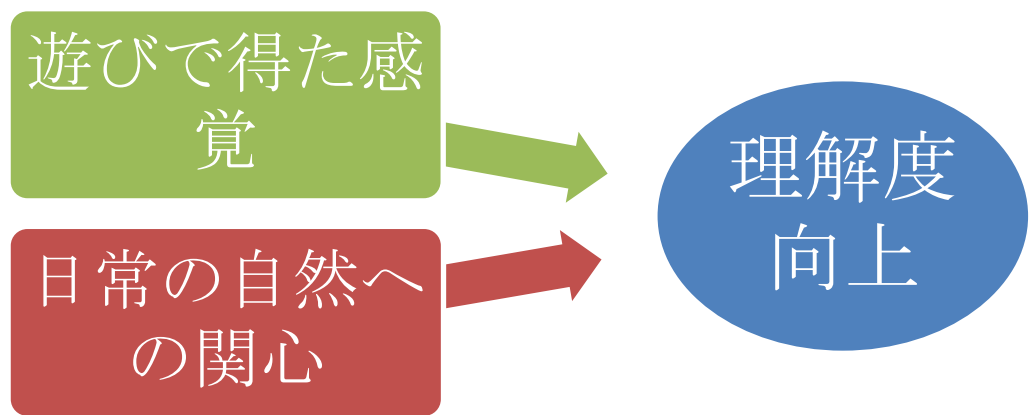


図5. 遊びを取り入れた内容構成

3. 教科書の追試

予備調査の結果から、第3学年で学ぶ内容の前に遊びを取り入れた学習による理解度を深める教材開発を行う。そこで、これまでの理科教科書で取り上げられた遊びを通した学習を追試した。今回は、「ひなた遊び」、「かげふみ」、「日光リレー」、「光での的当て」、「紙焦がし」の5つの遊びについて検証していく。

1) ひなた遊び

ひなた遊びは、目隠しをした児童に手をつないで輪をつくり、日向と日陰の境目でゆっくりと回らせ、暖かさや寒さを手がかりに今、日向にいるのか日陰にいるのかを当てさせる遊びである。

これは昭和52年版の1年生教科書に載っていた遊びで五感を通して日光の暖かさに気づかせることを目的にしている。

大学生3人で実際に追試してみた。確かに日光の暖かさは感じる事ができたが、大学生としては遊びとしての面白さや科学的思考力を育てるような発見や驚きを得ることはできなかった。小学校3年生で同じ活動をした場合どのような反応があるか課題である。



図6. 教科書「ひなた遊び」



図7. 「ひなた遊び」の追試

2) かげふみ

かげふみは、一定の広さの範囲の中で、一人の鬼を決め、鬼は影を踏み、追われる人は影を踏まれないようにする遊びである。

これは昭和 52 年版の 1 年生教科書に載っていた遊びで、どの方向を向いても影の方向は変わらない

(太陽の位置によるものだから) ということを遊びによって感じることを目的としている。

大学生 3 人で実際に追試してみた。影が動かないということを利用して作戦を立てるなどの得られる感覚につながる活動をしている人もいた。非常に楽しい活動でもあったが、小学生がやってみると遊ぶのに夢中になって目的としている感覚に気づけない可能性があると感じた。小学校 3 年生で同じ活動をした場合にどのような反応があるか課題である。



図 8 . 教科書「かげふみ」



図 9 . 「かげふみ」の追試

3) 日光リレー

日光リレーは、3人一組になり、一人目が鏡を使って日向から日陰にいる次の人の鏡に日光を反射させ、反射した日光を二人目の人が三人目の鏡に反射させる。そして、三人目が壁に光を当てるとい遊びである。

これは平成27年版3年生教科書に載っていた遊びで、日光の直進性、鏡による光の反射について感覚的に捉えることができる遊びである。



図10. 教科書「日光リレー」

大学生3人で実際に追試してみた。やったことのない活動だったため、始めは意欲的な姿勢だったが、活動内容自体が難しかったこともあり、光の直進性を感じる事が難しかったことと、遊びとしては楽しくないという事が分かった。

小学校3年生で同じ活動をした場合にどのような反応があるか課題である。

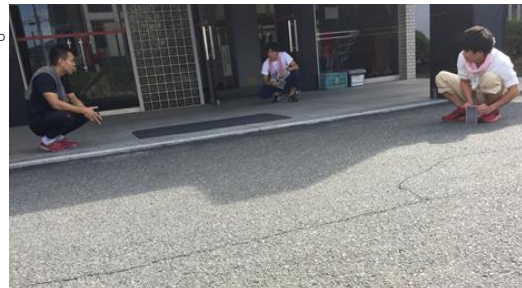


図11. 「日光リレー」の追試

4) 光での当て

光での当ては、あらかじめ用意しておいた鏡で反射させた日光を当てるという遊びである。

これは平成27年版3年生教科書に載っていた遊びで、日光リレーと同様に日光の直進性、鏡による光の反射について感覚的に捉えることができる遊びである。

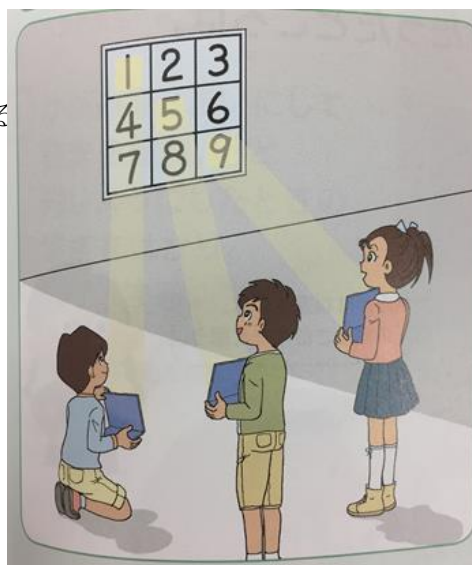


図12. 教科書「光での当て」

大学生3人で実際に追試してみた。日光リレーに比べ、簡単な活動だったため分かりやすく目的としていた感覚を得ることができていた。しかし、どれが自分の反射させた光なのか分からない、ただ光を当てるだけでは面白くないといった意見もあった。

小学校3年生で同じ活動をした場合にどのような反応があるか課題である。



図13. 「光での当て」の追試

5) 紙焦がし

紙焦がしは、虫眼鏡の光を集める性質を用いて、黒色の折り紙を焦がすという遊びである。

これはほとんど全ての年代の3年教科書に載っていた遊びで、虫眼鏡による日光の集光の性質ややり方を身に付けることができる遊びである。

虫眼鏡による集光は光の集まった点が小さくなっているため見るだけで性質を理解することができると感じた。また、やり方も非常に簡単なものであるため、すぐにできるようになると感じた。しかし、目に残像が残る、虫眼鏡を保管する場所を考えなければ、予期せぬ怪我や事故につながるという改善点を確認することができた。

小学校3年生で同じ活動をした場合にどのような反応があるか課題である。

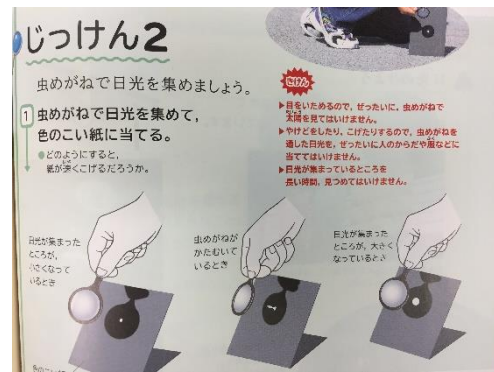


図14. 教科書「紙焦がし」



図15. 「紙焦がし」の追試

【結果】

これらの活動を4つの観点でアンケートにより評価し、表にまとめた。

1. 目的としていた感覚を得ることができたか。
2. 遊びとしての楽しさがあったか。
3. わかりやすく簡単なものであったか。
4. 今後の日常生活において、科学的思考力を育てられるような意欲・態度につながる発見や驚きがあると思うか。

表3. 観点別評価表

	1	2	3	4
ひなた遊び	○	△	○	△
かげふみ	△	○	○	△
日光リレー	×	△	×	△
光での当て	○	△	○	○
紙焦がし	○	○	○	○

○ よくできている △ 少しできている × できていない

※表の1～4は上記の評価の観点の数字と対応

これら5つの実験に共通して天気の影響を受けるということが分かった。屋内の蛍光灯では光がうまく反射せず活動ができなかった。次に、教科書の実験のままでは目的としている感覚を得ることができない活動があること、遊びとしての楽しさがある活動が少ないことが分かった。また、今回は少人数での追試であったが、大人数になると更に活動の本質を理解できなくなると感じた。

【考察】

結果より、以下の3つの課題が見つかった。

1. 天気に影響されないような、屋内でできる活動をする。
2. 目的としている感覚を得られるよう分かりやすい活動をする。
3. 児童の意欲を引き出すような楽しい活動をする。

これらの課題のほかに今後の日常生活において、科学的思考力を育てられるような意欲・態度につながる発見や驚きがある活動が少ないことが分かった。このことについて詳しく分析すると、楽しさと分かりやすさのどちらか、または両方が十分でないことがこの結果につながっていることが分かった。このことより、課題の2、3を改善することでこの課題も改善できると考えた。では、具体的にこの3つの課題をどのように改善すればよieldろうか。

まず、屋内でできる活動にするには、日光に代わる光源を準備する必要があることが分かる。次に、分かりやすく楽しい、そして安全なルールや器具、環境を考える必要がある。このことより、新しい光源、遊びに使う器具の二つの教材開発をしていこうと思う。

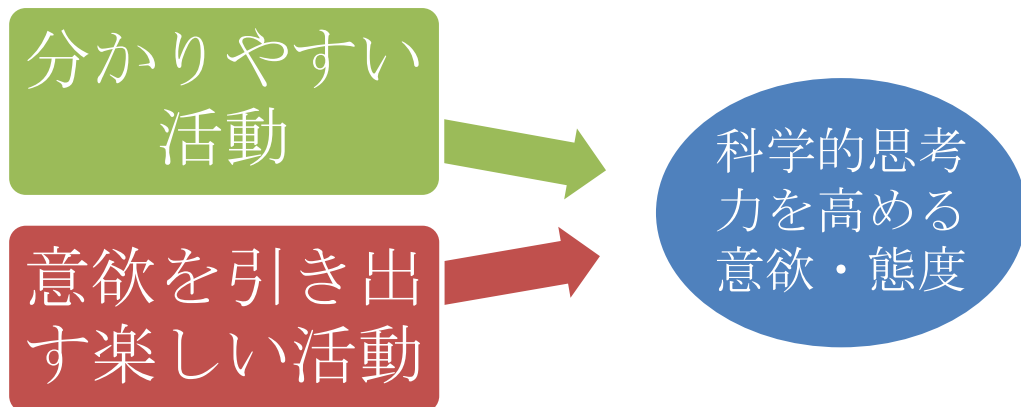


図16. 科学的思考力を高めるための条件

第3章 教材開発

前章で見つけた課題を改善するため教材開発を行っていく。

1. 市販教材の課題と改善

まず、光の的当ての市販教材を手に入れて使用してみた。

この教材は太陽光発電のパネルに鏡で反射させた日光をあてて発電し、オルゴールとプロペラ作動するという教材である。

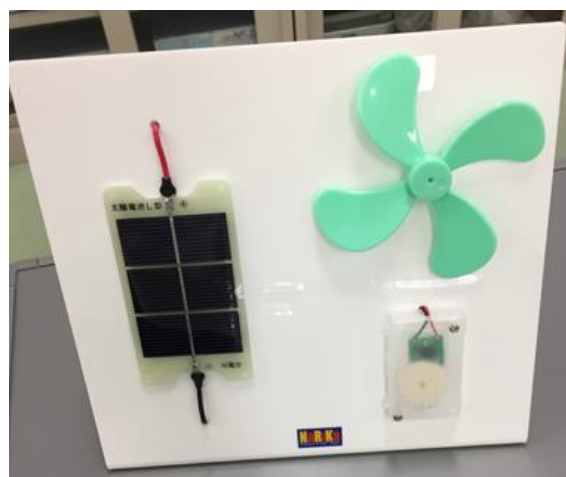


図17. 光の的当て市販教材

実際にこの教材を使ってみて、以下の4つの課題が見つかった。

市販の教材の課題

- ① 説明書に載っている使い方では、鏡で反射させる前に太陽光発電のパネルに日光が当たりオルゴールが鳴ってしまう。
- ② 風の影響を受けやすく倒れてしまう。
- ③ 複数人が反射させた日光を重ねる際に、どの光が自分が反射させたものかがわかりにくく調節がしにくい。
- ③ プロペラを回すにはある程度強い日光が必要になるため、鏡ひとつでは回らない。

これらの4課題を改善することによって、児童にとって分かりやすく、楽しい教材にすることができるのではないかと考えた。そこで、4つの課題を改善できるよう教材を改良していくことにした。

課題① 説明書に載っている使い方では、鏡で反射させる前に日光が当たりオルゴールが鳴ってしまう。

この課題については、ダンボールをかぶせて、日光を遮ることで改善できた。気づくか気づかないか程度の音はできるものの活動に支障が出るほどではなかった。

課題② 風の影響を受けやすい。

この課題については、ダンボールに重りをつけることで改善された。



図18. 日光を遮るダンボール

課題③ 複数人が反射させた日光を重ねる際に、どの光が自分が反射させたものかがわかりにくく調節がしにくい。

この課題については、鏡に色のついたセロハンを貼り付けて、反射した光に色をつけることで改善することができた。市販にカラーミラーというものがあったが、費用が多くかかってしまうため、現場で使うことを考えたらこちらの方がコストの面でもよいと考えた。



図19. セロハンを貼った鏡

課題④ プロペラを回すにはある程度強い日光が必要になるため、鏡ひとつでは回らない。

この課題については、反射させた日光を5つ重ねることでプロペラが回ることがわかった。このことから、色のついた日光を5人1組で当てればプロペラが回るというゲーム性のあるものにできると考えた。



図 2 0 . 5 つの光を重ねた様子

【考察】

この教材開発によって、市販の教材から見つかった4つの課題を改善することができた。また、ダンボールやカラーセロハンを用いることにより、コストの面での負担を軽減することができたため、容易に学級分用意することが容易であると考えられる。この教材を用いることで鏡を用いた光の反射をゲームを通して感じるができる。また、反射させた日光に色をつけることで日光の透過性も理解することができる。その学習活動で、どれが自分の反射させた光かを分かりやすくするためにはどうすれば良いか、ということを見童に考えさせることで問題解決的な学習にもつなげることができると考えた。これらのことは学習指導要領に示されている第3学年の目標に当てはまるものであり、学習効果を高めるための事前の活動としては効果的であると考えられる。

2. 日光の集光に関する教材開発

次に、日光の集光に関する教材開発を行った。

教科書に記載されている実験には次にあげる3つの課題が見つかった。

教科書の実験の課題

- ① 実験の数が一つしかない。
- ② 教科書の実験内容には児童が予想する、思考するといった活動がない。
- ③ 児童の興味・関心をひきつける驚きや発見が少ない。

これらの課題を改善することで、今までの実験より深く興味深い内容にすることができるのではないかと考えた。そこで、3つの課題を改善できるよう実験を改良していくことにした。

課題① 実験の数が一つしかない。

この課題については、複数の虫眼鏡を用意し比較するといった活動によって改善することができた。

用意した虫眼鏡は全部で3種類で、大小の虫眼鏡と小さい虫眼鏡のレンズを2重にしたものである。これにより、レンズの大きさや枚数によって集光の力が変化するかという実験を行うことができ、1つしかなかった実験を4つにすることができた。



図 2 1 . 大小の虫眼鏡



図 2 2 . レンズを二重にした虫眼鏡

課題② 教科書の実験内容では児童が予想する、思考するといった活動がない。

この課題については、教科書に載っている虫眼鏡による紙焦がしの実験に加え、数種類の虫眼鏡による集光する光の強さを比較する実験を行うことで、児童に予測させる活動ができるようにしたことで改善された。比較する条件はレンズの枚数、レンズの大きさである。



図 2 3 . レンズの枚数による比較

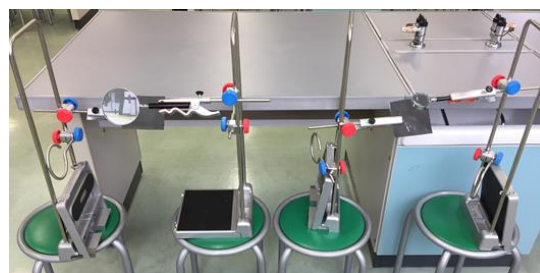


図 2 4 . レンズの大きさによる比較

通常の虫眼鏡に比べ集光する光が強くなったか、変わらないか、弱くなるかの三択の問題にすることで、効果的な実験を展開することができる考えた。また、その際に、手振れによる焦点のズレ、実験者による技術の差が生じないようにするために固定するための台を用いた。これにより、虫眼鏡以外の条件が統制され虫眼鏡の違いによる条件だけを比較することができるようになった。しかし、それによってこの実験の面白さである「自分で焦点を合わせて紙を焦がす」という活動がなくなってしまうという課題が見つかった。そこで教科書に載っていた実験を比較の前に行うようにすることで、この実験の楽しさや集光について知るだけではなく、比較実験の動機付けの効果も生まれるのではないかと考えた。

課題③ 児童の興味・関心をひきつける驚きや発見が少ない。

この課題については、フレネルレンズを用いることで改善された。フレネルレンズとは、樹脂面上に一連の同心円状の溝が刻まれたレンズで、通常の虫眼鏡に比べより優れた集光機能を持っている。

これを用いることで、通常の虫眼鏡では感じる事ができないほどのインパクト

ある実験が可能となる。具体的には

フレネルレンズの優れた集光機能を利用して、通常の虫眼鏡では焦げるだけの集光実験で炎をあげて燃える

まで温度を上げることができるというものである。この実験では蒸発皿

に新聞紙を入れて燃やしてみた。

屋内の窓越しでは火がつくまで

いかなかったが、屋外では炎を

あげて燃えた。これは、日光の

強さが屋外のほうが強く、自然

の適度な風によって火種が燃え

移ったことが要因だと考える。

また、燃えた際に蒸発皿を手を持つのは火傷の危険があるため、

地面において行う必要があると感じた。そして、必ず水を用意して

実験後速やかに消火を行うことが重要であることが分かった。

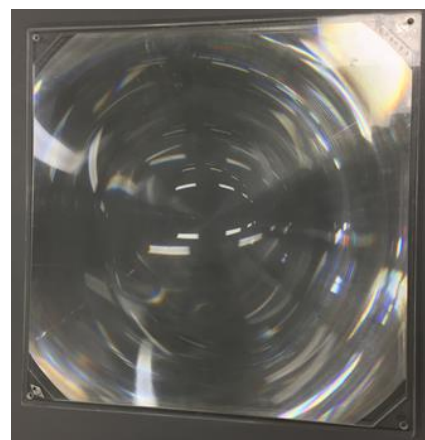


図 2 5 . フレネルレンズ



図 2 6 . フレネルレンズによる
集光実験

【考察】

この教材開発を通して、教科書での実験の3つの課題を改善することができた。まず第一に、虫眼鏡の種類を3種類にすることで比較実験を行うことが可能になった。これにより、単に教科書では1つだけだった実験を4つすることができるようになっただけでなく、比較実験により児童が実験結果について科学的に思考し、予想する主体的な活動にすることができた。第二に新教材を取り入れたことである。フレネルレンズは普通の虫眼鏡に比べ集光力が優れており、ダイナミックでインパクトのある実験を行うことができるようになった。しかし、同時にいくつかの課題も見つかった。1つは安全面の配慮である。今回の教材開発では台を用いて虫眼鏡を固定することで焦点が紙以外に合わないようにし、火災や火傷の防止につなげた。もう一つの課題は、教師主導の比較実験では集光の実験ならではの楽しさがなくなってしまうということである。自分で試行錯誤しながら焦点を合わせる活動を通して、問題解決の力がついたり、レンズ固有の焦点距離の存在に気づいたりといった楽しみがなくなってしまうということである。教材としての完成度を高めすぎると逆に児童の主体性を阻害するというジレンマを感じた。

さらに、今回の教材開発で新たに見つかった課題がある。それは集光実験を行った後にしばらく焦点の明るい残像が残るということである。これは日食の観察時に多発する「日光網膜症」に似た症状で網膜が損傷したことによって起きる。場合によっては失明の危険性もあるとのことなので注意が必要である。通常のサングラスの使用は逆に長時間の実験を可能にし、危険だとの指摘もあった。遮光眼鏡を使用すること、目に異変を感じたらすぐに実験を中止するなどの対策が必要だと分かった。

第4章 授業実践

1. レディネス調査

①調査目的

本研究では、第3学年で学ぶ内容の前に遊びを通じた学習を取り入れることは理解度を高めるために必要な活動であると考えたため、学習前の児童が、光に関する原体験をどれほどしているか調査することを目的としている。

②調査対象

広島県世羅町立せらひがし小学校

単元学習前の児童

・2年生（男子12人，女子9人 計21人）

・3年生（男子7人，女子9人 計16人）

合計 男子19人，女子18人 37人

③調査日時

平成29年10月27日（金）

④調査方法

アンケートによる調査

調査項目

- ・これまで「虫めがね」を使った（遊んだ）ことがあるか。
- ・これまで「かがみ」を使った（遊んだ）ことがあるか。
- ・かげえ遊び、光のまとあて、日向ぼっこ、かげふみ、虫めがねで紙こがし、太陽の力で動くラジコンのなかで遊んだことがある遊びは何か。

理科についてのアンケート

年 番 名前

※これはテストではありません。正直に教えてください。

①これまで「虫めがね」を使った（遊んだ）ことがありますか？
（ある・ない）どちらかに○をつけてください。

↓

「ある」の人はどのように使い（遊び）ましたか？

※絵や図でかいてもよいです

②これまで「かがみ」を使った（遊んだ）ことがありますか？
（ある・ない）どちらかに○をつけてください。

↓

「ある」の人はどのように使い（遊び）ましたか？

※絵や図でかいてもよいです

③これまでにやったことのある遊びに○をつけましょう

・かげえ遊び

・光のまとあて

・日なたぼっこ

・かげふみ

・虫めがねで紙こがし

・太陽の力で動くラジコン

図 1 7 . 原体験調査用紙

⑤ 調査結果

① これまで「虫めがね」を使った（遊んだ）ことがあるか。

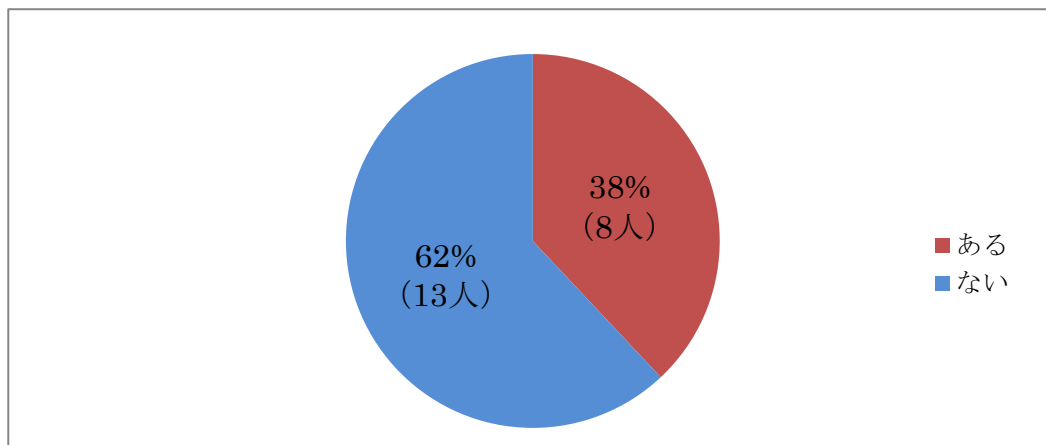


図18. 虫眼鏡を使った（遊んだ）ことがあるか（2年生）

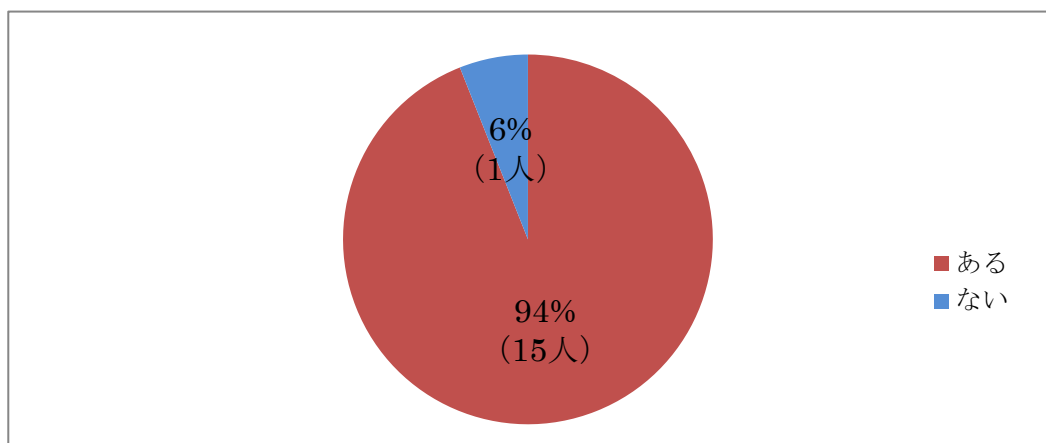


図19. 虫眼鏡を使った（遊んだ）ことがあるか（3年生）

どのように使ったのか

2年生

- ・植物、新聞紙、顔のしわ、虫を観察した。
- ・紙をやいた。

3年生

- ・小さなもの（植物、虫、新聞紙など）を観察した。
- ・太陽の光で紙の黒いところをもやした。

②これまで「かがみ」を使った（遊んだ）ことがあるか。

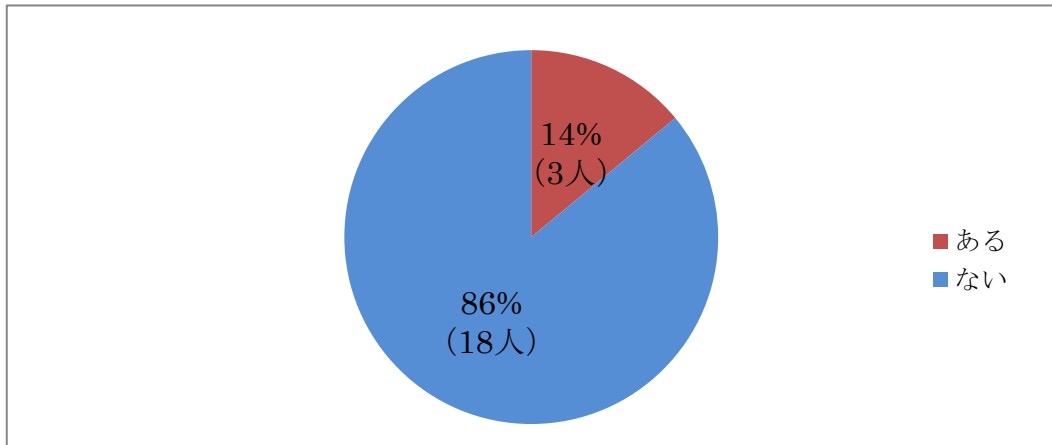


図 20. かがみを使った（遊んだ）ことがあるか（2年生）

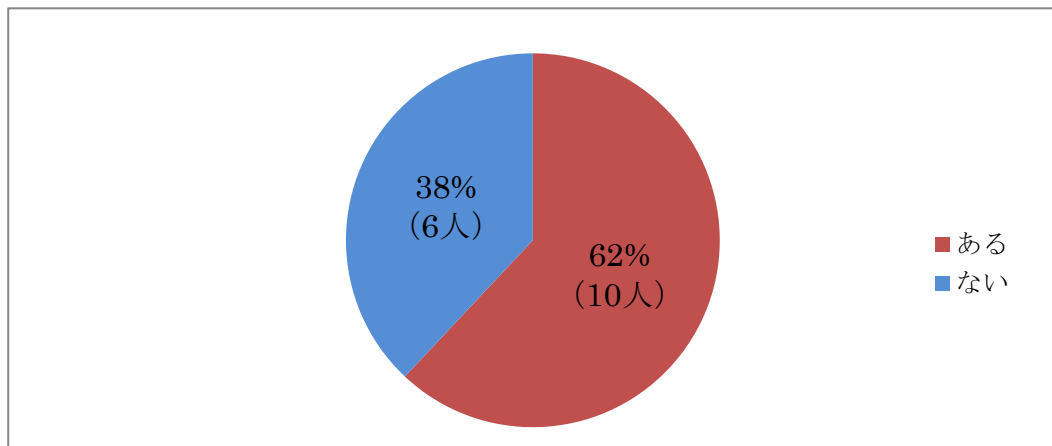


図 21. かがみを使った（遊んだ）ことがあるか（3年生）

どのように使ったのか

2年生

- ・身だしなみを整えるのに使った。
- ・太陽の光を反射させた。

3年生

- ・身だしなみを整えるのに使った。
- ・太陽の光を反射させた。
- ・自画像を描くのに使った。

③かげえ遊び、光のまとあて、日向ぼっこ、かげふみ、
虫めがねで紙こがし、太陽の力で動くラジコンのなかで
遊んだことがある遊びは何か。

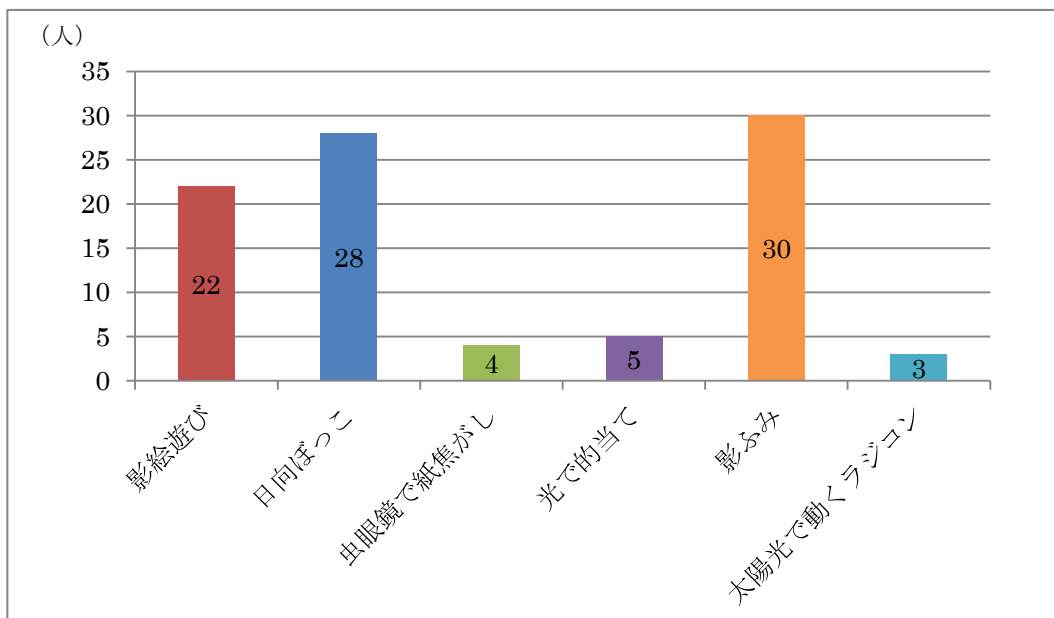


図 2 2 . 遊んだことがある遊び (2 , 3 年生)

6 . 考察

結果より、2年生に比べ3年生の方が虫眼鏡、鏡ともに使ったことがあるのが多いことが分かる。これは3年生になり理科が始まって、これらの道具を使う機会が増えたことが考えられる。また、2、3年生ともに虫眼鏡での集光は何人かいたものの、鏡は身だしなみを整えることでしか使ったことがない児童が多く、日光の反射は数人しかいなかった。これらのことより、虫眼鏡と鏡自体使ったことがない、使ったことはあっても集光、反射はやっていないという児童がほとんどだということが分かる。つまり、単元の学習前の原体験はほとんどの児童がないということになる。学習前に原体験となる遊びをすることで多くの児童の理解度を向上させられるのではないかと考えた。

2. 調査授業

① 調査目的

本調査は、教材開発を行った「光の反射・虫眼鏡の集光」の実験器が実際の小学校現場において問題解決的な学習を促し科学的思考力を育てるために適切な教材であるか調査するために行うものとする。

② 調査対象

岡山県 S 小学校 3 年生 25 名

③ 調査日時

10 月 24 日

④ 調査方法

光と音の性質の単元において、教材開発を行った実験器具を取り入れて実験・観察を行う授業の様子を観察、記録する。

授業は、「光の反射・虫眼鏡の集光」の実験器を用いて平成 29 年告示小学校学習指導要領に示された目標を達成するために作成した指導案に沿って行う。その際、授業の流れにおける児童の動き、発言・反応、実験の際の動き、発言・反応等を観察し、記録する。

また、単元のはじめと終わりにアンケート調査を行う。内容は、「授業を通して児童の印象に残った実験は何か」、「児童が授業を通して身の回りの自然に興味を持つことができたか」を調査するものである。

調査の結果から、「開発した実験器具に対する児童の意見の把握と授業によって児童が体験的に知識を身に着けることができたか」、「教材が児童の発達段階に即し、教育現場において適切であるかどうか」考察する。

本研究で用いた学習指導案及び記述式の調査用紙を次頁に示す。

1. 単元名 光と音の性質

3. 本時案（第 次 第 時）

目 標	鏡で日光をはね返すことに興味を持ち、日光の明るさや直進性に着目しながら、進んで光の的当て活動に取り組むことができる。	
学習活動	指導上の留意点	学習評価
<p>1. 今までの生活の中や前時までの授業で、鏡をどんなことに使ったことがあるか発表し、本時の活動内容を把握する。</p>	<p>○鏡をどんなことに使ったかを考えることで今までの生活体験と本時の学習内容を関連付け、興味を持ちやすくする。</p> <p>○日光（光）を反射させたことがあるという意見が出た場合、全体に確認し本時の活動内容を伝える。</p>	
<p>めあて かがみを使って、日光をはね返そう！</p>		
<p>2. 活動の留意点を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直接太陽を見ないようにする。 ・はね返した光を人や生き物に向けない。 ・鏡が割れても触らない。 	<p>○3つの留意点を確認する際に、どんな怪我や事故につながるのかを考えさせることで、怪我の予防につなげる。</p> <p>○最後まで全員が楽しく活動できるように、お互いに声をかけあって約束が守れるように伝える。</p> <p>○安全の確保のため約束を守れない場合には、鏡に触らせないことを伝える。</p>	
<p>4. 光の的当てのゲームのやり方を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・6人組になり、光を的に当ててオルゴールとプロペラを動かすまでのタイムを競う。 	<p>○初めに地面から沿わせていくなどの練習を行う。</p> <p>○実際に光を1つの鏡で反射させそれだけではプロペラが回らないことを確認し、どうしたらもっと光を集められるか考えさせる。</p> <p>○もっと多くの鏡を使うという意見が出たら、6人組を提案しグループ対抗のゲームにすることを伝える。</p> <p>○どれが自分の光かわかりやすくするために、カラーセロハンを貼った鏡を用いることで光の透過性を感覚的につかませる。</p>	
<p>5. 光の的当てゲームをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動している児童以外は見て見学する。 	<p>○2で確認した注意点を守るようもう一度確認し、反射させているときは鏡と的の間に行かないように伝えることで安全に活動ができるようにする。</p> <p>○二つの的を用意し2グループずつ行い、どちらが協力して早くプロペラが回せるか応援させる。</p>	<p>◎主体的に活動に参加している。 (学びに向かう力・人間性)</p>
<p>6. どうすれば上手的に当てられるのかグループで話し合い発表する。</p>	<p>○鏡を的にまっすぐ向けるといった意見が出てきたら、光がまっすぐ進んでいることも意識させる。</p> <p>○6人で光を重ねたら光が強くなったことを確認する。</p>	<p>◎日光の性質について理解している。 (知識・技能の習得)</p>
<p>7. まとめを考える。</p>		
<p>まとめ ・かがみではね返した日光はまっすぐにすすむ。 ・光を重ねると光の強さは強くなる。</p>		

図 2 3 . 学習指導案①

1. 単元名 光と音の性質。
 2. 本時案（第 次 第 時）

目 標	虫眼鏡による日光の集光で紙を焦がすことに興味・関心を持って取り組むことを通して、焦点や焦点距離について感覚的に理解することができる。	
学習活動	指導上の留意点	学習評価
1. 前時の復習を行う。 ・虫眼鏡に日光を当てたら、日光は集まる。	○虫眼鏡に日光を当てた絵に児童に書き込ませることで全員が確実に復習が行えるようにする。	
めあて 虫めがねで日光を集めて紙をこがすコツを探そう！		
2. 実験の説明と実験を行う際の注意点を確認する。	○注意点は、虫眼鏡の面を絶対に人がいない方に向ける、実験以外の時は日光が当たらないところに置くこと、絶対に虫眼鏡で太陽を見ないことの3つ。 ○注意点にあげた行為をしてしまうとどのような危険が起こるのか考えさせ、事故の防止につなげる。	
3. 一人一つずつ虫眼鏡を持ち、紙を焦がしをする。	○焦げるには少し時間がかかること、早く焦がすコツがあることを伝える。 ○コツがわかってもし大きな声で言わないようにさせる。	◎実験に意欲的に取り組んでいる。 （学びに向かう力・人間性）
4. 実験してみてわかったコツを発表する。	○光の部分が小さくなると早くこげるといったコツが出なければ教師が提示し再度実験を行う。	
5. 種類の異なった虫眼鏡だと紙を焦がすのが早くなるのか予想する。 ・レンズが二重のもの。 ・レンズが大きいもの。 ・レンズが小さいもの。	○3での実験や今までの経験をもとに予想を立てさせることで、実験の理解度を向上させる。 ○細かいタイムを計るのは難しいため、児童が感覚的な理解ができるようにする。	◎結果を既存の知識と結びつけながら予想している。 （思考力・判断力・表現力）
6. 二人組で実験を行い、実験結果を確認し、 <u>考察</u> する。	○実験結果からどんなことがわかったかそれぞれワークシートに書き込ませ、何人かに発表させる。 ○光を集める強さはレンズの大きさによって変われることを全体で共有する。	
まとめ ・虫めがねで集めた光が小さいところを紙に当てるとよく紙がこげる。 ・レンズを大きくすると光を集める力が強くなる。		
7. フレネルレンズによる実験を観察する。	○フレネルレンズは非常に光を集める力が強いものであることを確認し、実験を始める。 ○発火するため必ず水を用意しておく。	
8. 実験から虫眼鏡による集光は誤った使い方をすると大事故につながることを確認する。	○虫眼鏡は簡単に手に入るものであり、児童が日常生活の中で安全に使用できるよう危険について確実に指導する。	

図 2 4 . 学 習 指 導 案 ②

授業についてのアンケート

◎かがみや虫めがねを使って、あそんだことはありますか？

ある人はどんなあそびをしたか書いてください（絵でも大丈夫です）

◎身の回りの自然には楽しいものがたくさんあると思いますか？

調べてみたいことや楽しそうなものが思いついた人は書いてください

図 2 5 . 授業前アンケート

授業についてのアンケート

◎チェックテスト 正しい方に○をしよう！

①光はかがみに当たると (反しゃする・集まる)

②光は虫めがねに当たると (反しゃする・集まる)

◎今回の実験で一番楽しかった実験はなんですか？

楽しかった実験とその理由を書いてください

◎かがみや虫めがね以外にも、身の回りの自然には楽しいものがたくさんあると思いますか？

調べてみたいことや楽しそうなものが思いついた人は書いてください

図 2 6 . 授業前アンケート

⑤授業の様子

授業実践では前項で示した指導案に沿って①光での当て②虫眼鏡で紙焦がしの順番で行った。授業では、安全性の確保のため注意点を確実に提示した後、実験を行った。日光を用いて行う実験に児童は強い興味を持っており、どちらの実験でも主体的に取り組む姿を観ることができた。また、コツが分かった児童が他の児童に「こうすればいいよ」と教えてあげていたり、「太陽頑張ってるよ」とみんなで祈って日光が出てくるのを待ったりするなど友達と一緒に楽しんで実験に取り組んでいる姿も観察することができた。

①の光での当てでは、カラーセロハンによって色のついた光、ソーラーパネルで発電しオルゴールとプロペラを作動させる装置などに驚きと関心を持っている姿が観受けられた。良かった点としては鏡一つで反射させた光ではオルゴールの音が小さく、プロペラが作動しないといった問題を発生させた。その時に、児童自身が鏡を増やせばよいといった解決策を考え、それを実践することができたため、光を重ねると光が強くなるということを体験的に理解することができたことが挙げられる。また、反射した光を地面に沿わせて上げていくといった工夫を児童が発見することですべての児童が装置に日光を当てることができていた。

反対に、改善点としては目標の一つである「はね返った光は直進する」ことを理解することが難しい活動になっていたことが挙げられる。実践した活動内容では光の進む道のりが見えないため、体験的な理解ができなかった。

今回の実験と組み合わせて、別の活動を取り入れることで児童が体験的に理解をすることができるようにする必要があると感じた。

②の虫眼鏡で紙焦がしでは、種類の違う3種類の虫眼鏡とフレネルレンズを用いて、光を集める力を強くするための条件を探す授業を行った。児童にとって種類の違う虫眼鏡で紙焦がしをすることは初めての経験であったため、様々な予想をしながら実験に取り組んでいた。ワークシートを用いて予想を立てさせたところ以下のような結果だった。

表4. ワークシートでの予想

	より集める	変わらない	集めない
二重	15	6	4
大きい	19	3	3
小さい	6	9	10

レンズが大きい方が「光をより集める」と予想した児童が多いものの、二重や小さいレンズでは予想がばらけていることが分かる。児童にとって虫眼鏡の種類を変えて実験を行うことは新しい疑問に出会う機会の一つになるということが分かった。授業の良かった点は、前述にあるように実験前の予想から、多くの児童のレディネスの変容が見られたことである。また、フレネルレンズを用いたことで、紙が燃えるといった現象に児童が強い興味を示しただけではなく、レンズが大きくなると集光の力が強くなることをより深く理解させることができた。反対に改善点としては、二重の虫眼鏡は焦点が定まりにくく、紙を焦がすのが難しかったり、授業の中でも日光の強さが変わったりしたため実験結果にズレが生じてしまったこと、黒い紙だけではレンズの大きさによる集光の力の違いが分かりにくいといったことが考えられる。授業内容や活動の工夫に加え、焦がす媒体を紙以外の適切なものに変える必要があると感じた。

次頁からは、アンケート調査の結果と分析についてまとめていくこととする。

⑥ 調査結果と考察

事前のアンケート調査では、別の授業で虫眼鏡の紙焦がしをした経験があり、すべての児童が経験をしていることが分かった。また、身の回りの自然で興味を持っている事象についての結果を以下にまとめる。

表5. 児童が興味を持っている分野

A 物質・エネルギー	<ul style="list-style-type: none">・ 空気の実験・ 水の実験・ 電気の実験・ 光の速さ・ 重さ・ 磁石・ 自分の声の形・ 温度・ ゴムの働き・ シャボン玉・ 火・ 気体
B 生命・地球	<ul style="list-style-type: none">・ 宇宙の仕組み・ 人体の仕組み・ 虫について

結果より児童は様々な分野に興味を示していることがわかる。これは児童が日常生活の中で様々なことに疑問を持っているということである。理科の授業を通してこれらの疑問を解決し、科学的思考力を高めるためには体験を通して問題解決する経験が重要だと考える。実践した理科授業で児童がどのような実験を求めているのかを調査していく。

事後アンケートでは児童が楽しかった実験を調査することで、児童が主体的に問題解決を行っていくにはどのような実験が必要なのかを調査していく。また、簡単なテストの正答率をまとめていく。

①光は鏡に当たるとどうなるか

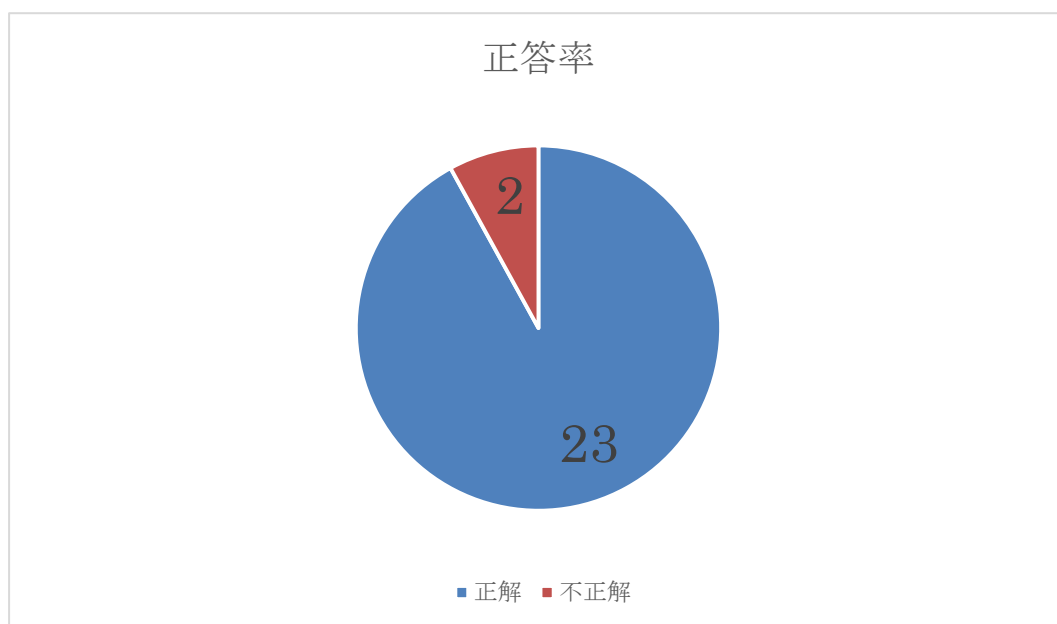


図 27. チェックテスト①の結果

②光は虫眼鏡に当たるとどうなるか

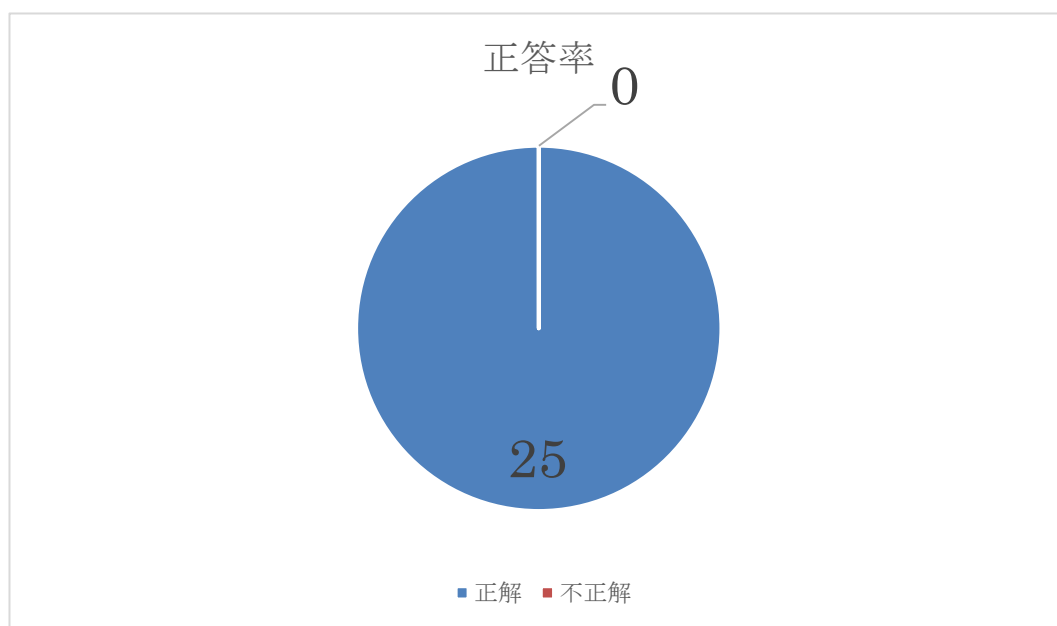


図 28. チェックテスト②の結果

チェックテストの結果より、ほとんどの児童が正解していることがわかる。光は鏡に当たると集まると回答した児童は、実験内容が光を鏡で反射させて集めるものだったため集めると回答してしまったことが考えられる。これは、授業の中で「反射」という言葉を取り上げず進めてしまったことが問題だった。次に、児童が楽しかった実験とその理由をまとめた。

	理由
光での当て	<ul style="list-style-type: none"> ・ みんなで光を当ててプロペラが回ったから ・ 鏡を使って実験をしたことがなかったから ・ みんなで協力してプロペラを回せた時の達成感が大きかったから ・ 日光の力だけでプロペラを回せるということに驚いたから ・ みんなで心を一つにして取り組んだから ・ どうしてプロペラが回るか分かったから ・ 少し難しくてドキドキしたから
虫眼鏡で紙焦がし	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大きい虫眼鏡を使ったら大きい穴ができたから ・ 模様を作るのが楽しかったから ・ いろいろなサイズや二重の虫眼鏡を使えたから ・ いつ焦げるかワクワクしたから ・ 一番に燃やせたから
フレネルレンズ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新聞紙が燃えたから ・ 火が出て面白かったから ・ 新聞紙がすぐに燃えたから

表 6. 楽しかった実験と理由

3. 考察

アンケート調査の結果から、多くの児童が実験を楽しんでおり、自然に対しての興味が生まれていることが分かった。興味を持っている単元の中には自分が日常生活で持った疑問を解決する実験もあり、その疑問を実験を通して解決することで児童の科学的思考力を高めることができるのではないかと考えた。また、実験は体験的な理解ができるものを行うことで、児童は楽しみながら知識を定着させていくことが分かった。

また、授業においては本研究で開発した日光を用いた実験器具を使用し、児童の体験的な理解につながる実験を行うことができたため、開発教材は実際の教育の場において適切であると考えられる。中でも、ソーラーパネルで発電しオルゴールとプロペラを作動させる装置やフレネルレンズは特に児童の興味を引き付けており、遊びの要素を取り入れることの重要性が分かった。虫眼鏡による紙焦がしでは、3種類の虫眼鏡を用いることで児童が様々な考えを持つことができた。教科書通りの実験では活動をするだけのものだったが、実験器具を取り入れることで児童が予想し解決するといった問題解決的な学習にすることができた。また、フレネルレンズを用いることで、鏡や虫眼鏡を使用する際に注意すべき点である、実際に火がついて燃えてしまうことを確実に理解させることができた。

良い点もあったが、多くの改善点も見つかった。活動内容に関しては、児童がとても楽しんで行えていたため適切なものであったと考えられる。しかし、教材の不具合が起きてしまうことや児童が扱える難易度のものになかったことなど教材の改善が必要であると感じた。教材だけではなく、学習指導案についても目標を達成させるために改善をする必要があると感じた。次章では改善案について述べていく。

第5章 改善案

教材開発・調査授業を通して、児童にとってより扱いやすい実験器具にするためには、どのような改善が必要であるかが明らかになった。

本章では、これらの結果をもとに教材を見直し、改善を図っていく。

1. 教材の改善

実践を通して見つかった教材の改善点としては「二重の虫眼鏡の焦点を合わせることが難しい」といったことが見つかった。これは、元々は一重の普通の虫眼鏡を解体し、二重にしているためレンズとレンズがうまく重なっておらず、焦点がずれてしまっていることが原因だと考えられる。実践の際にもいくつかのものは紙を焦がすことができたものの、紙を焦がすこともできないものも多くあったため、作成段階での不備であることが分かる。このままではレンズの大きさでのみ集光の力が変わるということを理解しにくくなり、レンズを二重にすると集光の力が小さくなるといった間違えた理解をしてしまう危険がある。そのため、この教材の改善に取りかかった。

まず、レンズを重ねる際にレンズ同士がまっすぐ重なるよう作成した。しかし、前回同様、焦点がずれうまく紙を焦がすことができなかった。レンズを二重にすると光が屈折する場所がレンズごとに違うので二重にしたものの焦点を合わせることは難しいと考えた。そのため、今回の実験では他の種類の虫眼鏡との比較実験を行うため、他の虫眼鏡と条件が変わってしまうこの実験機は不適切であると考え、今回は虫眼鏡の大小による比較だけを行うことにした。

2. 学習指導案の改善

次の視点から光の性質の学習指導案を改善する。

- ・ 児童が光の直進性を体験的に理解することができるような活動を取り入れる。
- ・ 虫眼鏡の種類による集光の力を比較するときの活動を工夫する。

上記の2つの視点から学習指導案の改善を行っていく。

まず、光の直進性を体験的に理解させる活動としては、光の通る場所に手をかざすといった体験を行うことで、鏡から反射した光がまっすぐ進むことを理解することができると思った。実践ではこの活動を取り入れていなかったため、まとめの際に光はどう進むのか教師が教えるような形になってしまった。このままでは、児童の体験的な理解は得られず授業の目標が達成できているとは言えない。そのため、授業の中でこの活動を適切に取り入れることで授業の目標が達成できるのではないかと考えた。また、その活動前に「光はまっすぐ進むのかな？ それともぐねぐねしているのかな？」といった問いかけを行うことで予想を立てて活動ができると思った。

次に、虫眼鏡の種類による集光力を比較するときの活動としては授業の時間内でも太陽の光の強さが変化してしまうため、実践の際には通常の虫眼鏡との比較の際に大きな変化が見られないことがあった。そのため、通常の虫眼鏡による集光と同じタイミングで他の虫眼鏡による集光を行うことで条件を同じにすることができると考えた。

改善を行った学習指導案を次項に示す。

1. 単元名 光と音の性質

3. 本時案（第 次 第 時）

目 標	鏡で日光をはね返すことに興味を持ち、日光の明るさや直進性に着目しながら、進んで光の的当て活動に取り組むことができる。	
学習活動	指導上の留意点	学習評価
<p>1. 今までの生活の中や前時までの授業で、鏡をどんなことに使ったことがあるか発表し、本時の活動内容を把握する。</p>	<p>○鏡をどんなことに使ったかを考えることで今までの生活体験と本時の学習内容を関連付け、興味を持ちやすくする。</p> <p>○日光（光）を反射させたことがあるという意見が出た場合、全体に確認し本時の活動内容を伝える。</p>	
	<p>めあて かがみを使って、日光をはね返そう！</p>	
<p>2. 活動の留意点を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直接太陽を見ないようにする。 ・はね返した光を人や生き物に向けない。 ・鏡が割れても触らない。 	<p>○3つの留意点を確認する際に、どんな怪我や事故につながるのかを考えさせることで、怪我の予防につなげる。</p> <p>○最後まで全員が楽しく活動できるように、お互いに声をかけあって約束が守れるように伝える。</p> <p>○安全の確保のため約束を守れない場合には、鏡に触らせないことを伝える。</p>	
<p>3. 光の的当てのゲームのやり方を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・6人組になり、光を的に当てオルゴールとプロペラを動かすまでのタイムを競う。 	<p>○初めに地面から沿わせていくなどの練習を行う。その際、光が通っている位置に手をかざし光の直進性を確認できるようにする。</p> <p>○実際に光を1つの鏡で反射させただけではプロペラが回らないことを確認し、どうしてももっと光を集められるか考えさせる。</p> <p>○もっと多くの鏡を使うという意見が出たら、6人組を提案しグループ対抗のゲームにすることを伝える。</p> <p>○どれが自分の光がわかりやすくするために、カラーセロハンを貼った鏡を用いることで光の透過性を感覚的につかませる。</p>	
<p>4. 光の的当てゲームをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動している児童以外はって見学する。 	<p>○2で確認した注意点を守るようもう一度確認し、反射させているときは鏡との間に行かないように伝えることで安全に活動ができるようにする。</p> <p>○二つの的を用意し2グループずつ行い、どちらが協力して早くプロペラが回せるか応援させる。</p>	<p>◎主体的に活動に参加している。 （学びに向かう力・人間性）</p>
<p>5. どうすれば上手くの的に当てられるのかグループで話し合い発表する。</p>	<p>○鏡を的にまっすぐ向けるといった意見が出てきたら、光がまっすぐ進んでいることも意識させる。</p> <p>○6人で光を重ねたら光が強くなったことを確認する。</p>	<p>◎日光の性質について理解している。 （知識・技能の習得）</p>
<p>6. まとめを考える。</p>	<p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・かがみではね返した日光はまっすぐにすすむ。 ・光を重ねると光の強さは強くなる。 	

図 2 9 . 改善後の学習指導案①

1. 単元名 光と音の性質

2. 本時案（第 次 第 時）

目 標	虫眼鏡による日光の集光で紙を焦がすことに興味・関心を持って取り組むことを通して、焦点や焦点距離について感覚的に理解することができる。	
学習活動	指導上の留意点	学習評価
<p>1. 前時の復習を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> 虫眼鏡に日光を当てたら、日光は集まる。 <p style="text-align: center;">めあて 虫めがねで日光を集めて紙をこがすコツを探そう！</p> <p>2. 実験の説明と実験を行う際の注意点を確認する。</p> <p>3. 種類の異なった虫眼鏡だと紙を焦がすのが早くなるのか予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> レンズが大きいもの レンズが小さいもの <p>4. 二人組で実験を行い、実験結果を確認し、考察する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 虫眼鏡に日光を当てた絵に児童に書き込ませることで全員が確実に復習が行えるようにする。 注意点は、虫眼鏡の面を絶対に人がいない方に向ける、実験以外の時は日光が当たらないところに置くこと、絶対に虫眼鏡で太陽を見ないことの3つ。 注意点にあげた行為をしてしまうとどのような危険が起こるのか考えさせ、事故の防止につなげる。 3での実験や今までの経験をもとに予想を立てさせることで、実験の理解度を向上させる。 細かいタイムを計るのは難しいため、児童が感覚的な理解ができるようにする。 焦げるには少し時間がかかること、早く焦がすコツがあることを伝える。 通常の虫眼鏡は一人一つずつ持たせることで、実験の楽しさを確実に実感できるようにする。 実験結果からどんなことがわかったかそれぞれワークシートに書き込ませ、何人かに発表させる。 光を集める強さはレンズの大きさによって変わることを全体で共有する。 	<ul style="list-style-type: none"> 結果を既存の知識と結びつけながら予想している。（思考力・判断力・表現力） 実験に意欲的に取り組んでいる。（学びに向かう力・人間性）
<p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> 虫めがねで集めた光が小さいところを紙に当てるとよく紙がこげる。 レンズを大きくすると光を集める力が強くなる。 		
<p>5. フレネルレンズによる実験を観察する。</p> <p>6. 実験から虫眼鏡による集光は誤った使い方をすると大事故につながることを確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> フレネルレンズは非常に光を集める力が強いものであることを確認し、実験を始める。 発火するため必ず水を用意しておく。 虫眼鏡は簡単に手に入るものであり、児童が日常生活の中で安全に使用できるよう危険について確実に指導する。 	

図30. 改善後の学習指導案②

3. おわりに

本研究の主題である「科学的思考力を高める問題解決的学習を通した理科授業」は、これから始まる教員生活で追求し続けるライフテーマである。科学的思考力を育てることは、授業の理解度を向上させるだけでなく、身の回りの自然に興味を持ち理科が好きになるきっかけになる。そのためには、子供たちの疑問を体験的に解決できるような実験器具や指導の手立てが必要になってくる。今回は「光と音の性質」の単位についての研究だけだったが、今後は別の単元の研究も行っていきたい。

この研究を通して子供たちの興味や関心に沿った疑問を実験を通して体験的に解決していくことで、子供たちの身の回りの自然への興味が広がり予想し検証するといった科学的思考力が育つということが分かった。また、実験の中に遊びの要素を取り入れることで児童はより実験に主体的に取り組むようになり理解度の向上や、理科好きへのきっかけ作りにつながることも分かった。そして、教材開発の大変さや現場の先生方の苦勞を一部ではあるが実感することができた。

今回の教材開発や授業実践を通して自分の実力不足を痛感した。しかし、努力によってそれは補うことができ児童のために何かをすることの重要性が分かった。また、現場の先生方はこのことを当たり前のように行っており、私も現場に出て長い年月をかけ少しでも児童にとってわかりやすい授業ができるような教材開発や授業を行っていきたいと感じた。

【引用・参考文献】

- 1) 太田聡,2012,「科学的思考力・表現力を高める理科授業の展開の工夫」
- 2) 川崎弘作,2010,「科学的思考力育成のための理科学習指導に関する研究」
- 3) 文部科学省,2008,「小学校学習指導要領解説総則編」
- 4) 江川克弘,2014,「演繹的に問題を解決して学習する過程についての一考察」
- 5) 石川智恵・坂本憲明,2007,「理科離れを引き起こす要因に関する研究」
- 6) 文部科学省, 2017,「小学校学習指導要領解説理科編」

【調査対象とした教科書】

『昭和 52 年度新編新しい理科』東京書籍

『昭和 55 年度新しい理科』東京書籍

『昭和 58 年度改訂新しい理科』東京書籍

『昭和 61 年度新編新しい理科』東京書籍

『昭和 64 年度新訂新しい理科』東京書籍

『平成 4 年度新しい理科』東京書籍

『平成 8 年度新編新しい理科』東京書籍

『平成 12 年度新訂新しい理科』東京書籍

『平成 14 年度新しい理科』東京書籍

『平成 17 年度新編新しい理科』東京書籍

『平成 23 年度新しい理科』東京書籍

『平成 27 年度新編新しい理科』東京書籍