

令和2年度  
子ども科学教育研究全国大会

「どうしても解き明かしたい！」

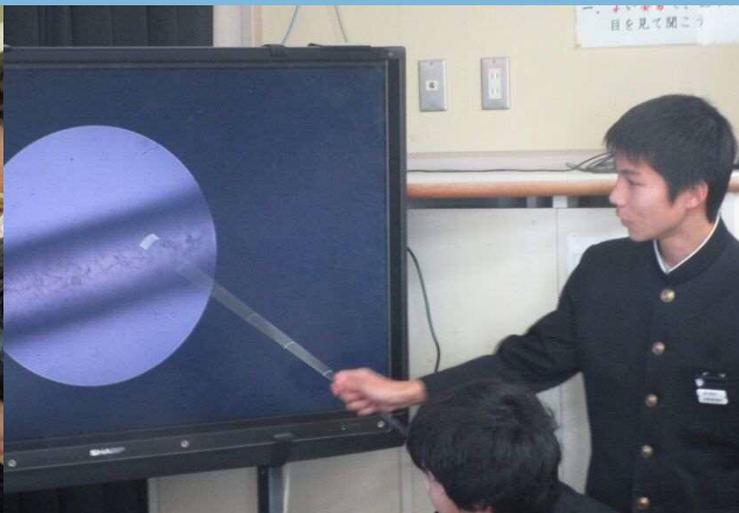
— わたしが輝く「魅力ある学校」 —

愛知県豊川市立南部中学校

# 目次

はじめに(研究構想図)	2
あいさつ	4
<b>1 研究の概要</b>	<b>6</b>
(1) わたしが輝く学校	7
(2) 子どもが輝く理科	9
(3) 素材の教材化	13
(4) はたらきかけ	15
(5) 単元をくぐり抜けた子どもの姿	19
<b>2 研究実践</b>	<b>21</b>
わたしが鳴らしてみせる (1年実践)	22
視覚の死角 (2年実践)	30
百発百中！スーパーロングシュート (3年実践)	38
わたしは電池 (3年実践)	46
ロボコンに挑戦 (科学部)	54
<b>3 授業案</b>	<b>56</b>
虫めがねがつくる世界 (1年生 身の回りの現象・音) <動画公開単元>	57
見えない力で狙い撃て (1年生 身の回りの現象・音)	59
いしん・でんしん・触れずにわかる仕組みに迫りたい (2年生 電流と磁界)	61
消えろ、ミカンの皮 (3年生 イオン) <動画公開単元>	63
運営組織	65
研究同人	66

# わたしが輝く学校



# だから、楽しい!!

# 「学校は楽しい」

## わたしが輝く学校

「みんなと一緒によりよい社会を目指すのは楽しい」

「みんなのことを考えて行動するのは楽しい」

「みんなにとってわたしは役に立つ」

### 「南中メソッド」

○問題解決的な学習過程の構築

- ・素材の選定
- ・素材の教材化
- ・課題の明示
- ・個人追究とグループ活動
- ・追究を深める問い直し
- ・思考を整理する構造的板書
- ・合意形成を促す意図的な指名

### 「生徒主体の活動」

- 生徒会活動
- 学校行事
- ボランティア
- 学年活動
- 宿泊行事
- 学級活動
- 部活動

### 「安心できる集団づくり」

- PDCA アンケート
  - 相談活動
  - クレペリン
- 「積極的生徒指導」
- 生活3目標の実現
  - 関係諸機関との連携

### 教師のはたらきかけ

導入の工夫

- ・成長を促す  
素材の選定
- ・意欲を喚起する  
素材の教材化

教科の

本質

学ぶ意味  
学ぶ意義  
楽しさ

### 教師のはたらきかけ

問い直し

- ・本当なのかな
- ・絶対そうなのかな
- ・それで十分かな
- ・みんなも同じかな

### 子どもへの願い

- ・指示待ちではなく主体的に活躍する子ども
- ・自己有用感・自己肯定感が高い子ども

### 仮説

安心できる雰囲気のもと、生徒一人一人の活躍の場が充実していくことで、生徒が学校を楽しく充実したものと感じるであろう

# あいさつ

公益財団法人ソニー教育財団  
理事長

根本 章二



## 学校における理科教育への期待

ソニー教育財団は、未来を創る子ども達の「科学する心」を育む環境創りを応援する、という理念のもと、60年以上もの間、教育現場への支援活動を継続しています。活動を通して子どもには、夢と好奇心をもち、多様な考えを受け入れる豊かな心をもって欲しいと願っています。昨今の世界情勢は、新型コロナの感染拡大・地球環境問題・貧富の格差拡大・科学技術の飛躍的な進歩等々によって、大きな変化の渦の中にあると感じています。激変する世界で、未来を切り拓いていく子どもが、どのような素養や人間性を、教育の中で身につけていけばよいのか、私も様々な考えを巡らせています。子どもには、「なぜだろう？」と素直に気づく、瑞々しい感度と、それを探究する好奇心をいつももってほしいと思っています。これは、世の中が大きく変わろうとも、普遍的に必要な姿勢です。「知識」と言われるデータを蓄積することが、今までの教育の主題だったように思います。しかし、これからは知識の多さよりもむしろ、「課題」を見つける力、そしてその課題の本質を考え抜く力が必要だと、私はずっと思っています。科学に関連する課題は、地球環境問題など答えが一つではない、もしくは見つからないことも多々あります。生命科学のように、倫理や道徳にも及ぶ課題もあるでしょう。それでも、「なぜだろう？」と主体的に考え抜く力と情熱を、子どもには備えてほしいのです。課題の本質さえはつきり定義できれば、それを解くカギを持っている知識人が周辺には沢山います。即ち、課題を解決する知識量より、むしろ周辺のプロを呼び集めるリーダーシップと、様々な意見を繋げて一つの物語にする力が必要になるはずで、それもこれも科学的な好奇心が、ことを前に進めるエネルギーになります。将来を創る子どものために先生方の新たな挑戦を大いに期待しています。

ソニー科学教育研究会（S S T A）  
理事長

淵上 正彦



## 挨拶

2019年度「ソニー子ども科学教育プログラム」において、最優秀賞を受賞されました豊川市立南部中学校の教職員、保護者並びに地域の皆様に心よりお祝いを申し上げます。

また、新型コロナウイルスの感染が広がり、11月2日に開催を予定していた「子ども科学教育研究全国大会」を行うことができませんでした。開催に向けて準備に取り組まれていた南部中学校や愛知支部の皆様、参観を楽しみにしておられた方々の気持ちを思うと残念でなりません。

しかし、南部中学校におかれましては、研究大会の代わりとなる本研究紀要の発刊をはじめ、ホームページによる研究発表など様々な手だてを講じて、先進的な取り組みを全国にご紹介いただきました。感謝申し上げます。

さて、本研究では、「どうしても解き明かしたい」という「子どもの主体性」に視点をあてた研究に取り組まれました。「事象に出合わせるだけでは問題は生み出せない」と考え、素材を「ズレ」「可能性」「比較」「強調」という視点で教材化する工夫、「問い直し」という5種類のテクニカルな教師のはたらきかけ、「確かさ・足りなさ・新たな視点」の3観点で「意見交流」を行わせ、これまで受身だった学習を見事に子ども主体の学習に変化させました。

学習後の感想にある、

「実験で確かめれば、絶対に不可能だって思っていたこともちゃんと決まるといのがわかり、理科ってすごく面白い。」

「自分たちであらゆる手段で調べて答えを導き出すことはとても難しいけれどとても楽しい。」

という言葉から、「自ら解き明かす喜び」を子どもが実感をもって味わい、科学が好きになったということを感じることができました。

今後も本研究を続け、未来に輝く子どもの育成に尽力されますことを心より祈念申し上げます。

豊川市教育委員会  
教育長

高本 訓久



### 「科学って おもしろいね」

2019年度ソニー子ども科学教育プログラムにおいて、豊川市立南部中学校が最優秀校を受賞したことをたいへん光栄に思います。例年ならば、子ども科学教育研究全国大会を開催し、全国各地から多くの皆様をお迎えして実践発表をさせていただき、ご指導をいただくところでございますが、新型コロナの感染防止対策のためやむなく中止となりました。開催市といたしましては残念な思いではありますが、研究紀要という形で実践を発表する機会をいただきましたことに深く感謝申し上げます。

さて、本市では長年子どもの活動として、豊川商工会議所「おもしろアイデア作品展」、豊川少年少女発明クラブ「子どもものづくり教室」、教員の理科主任会による「科学にチャレンジ」など、子どもものづくりや理科教育への思いを育んできました。こうした取り組みの中で、子どもたちは自分の感じた「どうして?」「どうすれば?」「できたあ!」の気持ちを具体的に実践してきました。

小学生のころ理科にあまり関心がなかった私は、ある日NHKテレビの「四つの目」や「レンズはさぐる」という番組を見てすっかり夢中になってしまいました。以来、教員になった頃の「ウルトラアイ」まで見続けることになりました。子どもは不思議なことやおもしろいことが大好きです。仙台市博物館「科学のひろば」には、「興味をもって見てみれば、いろいろな世界があることに気づく。そうすると他のものももっと見たくなる。そうやって世界が広がっていくと、もっともっとおもしろくなっていく。」と書かれています。南部中学校を発信元に豊川市の子ども科学に向かう気持ちの高まりに期待したいと思います。

最後に、ソニー教育財団、ソニー科学教育研究会をはじめとする関係者の皆様に感謝を申し上げますとともに、本プログラムに参加されます皆様の一層のご活躍を祈念いたします。

全国大会実行委員長  
豊川市立南部中学校  
校長

松平 貴圭



### 「自分なりの発想から追究へ」

本校は、2019年度ソニー子ども科学教育プログラムにおいて最優秀校に選ばれ、令和2年度子ども科学教育研究全国大会を開催させていただき運びとなりました。たいへん栄誉なことであり、職員一同、子ども、保護者、地域とともに喜んでいました。本年度は、子どもとともにさらなる授業づくりに精進していく予定でした。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響により、予防対策を講じた形での開催を模索してきましたが、例年通りの参観者を募っての開催を中止させていただきことになりました。

本校では、「生徒が輝く姿を実現する魅力ある学校づくり」を目標に、学校内外での共通理解のもと、生活・特別活動・学習を中心にして、小中連携のあり方や、南中授業メソッドによる授業実践等に取り組んできました。その中で、理科部を中心に「どうしても解き明かしたい」「どうしても達成したい」という思いを生み、問題解決的な学習過程を重視して、実践に取り組んでいます。

新型コロナウイルス感染症対策を含め、私自身、これからの子どもたちに、どのような力をどのようにつけていくべきかを考え直すきっかけとなっています。子どもには、正解のない課題とも向き合い、多様な知見と着眼点とを対話によってもち寄り、それぞれの発想力を駆使して、解決策を生み出していく力をつけてほしいものです。そのためにも、授業の中で一人ひとりの見方・考え方を引き出すとともに、多様な見方・考え方に気づかせ、教科固有の見方・考え方を示唆し方向づけして問題解決に導いていくという、教師の手腕と力量を高めていければと思います。

最後になりますが、これまでご指導、ご支援をいただきましたソニー教育財団、ソニー科学教育研究会及び愛知県教育委員会、豊川市教育委員会の諸先生方、並びに関係諸機関の方々にご心より感謝申し上げます。

# 1 研究の概要



# 1 研究の概要

## (1) わたしが輝く学校

### ○魅力ある学校づくり調査研究事業について

(国立教育施策研究所委嘱 平成30年度～令和元年度)

本校は、平成30年度より国立教育政策研究所の委嘱「**魅力ある学校づくり調査研究事業**」において校内のテーマとして掲げた『「わたし」が輝く学校づくり』に取り組んだ。また、「授業で自分が輝くから、学校が楽しい」という思いを全教科で達成することを大切にし、研究を進めてきた。目指しているのは、新学習指導要領にある「**主体的・対話的で深い学び**」である。

「**全ての子どもにとって学校に来ることが楽しい「魅力ある学校づくり」が、不登校の増加を防ぐ**」

※中学校と校区内3小学校が連携して研究に取り組むことがポイント

＜魅力ある授業づくり＞ 下記は、理科の授業の例。

- ・視覚化（体験化）された導入  
＝「どうしても解き明かしたい」「どうしても達成したい」という思いを生み出す
- ・明確化された問題・課題  
＝「オレンジ色のチョーク」による問題・課題の明示
- ・共有化を図る活動（個人活動・グループ活動）  
＝「新たな思い・考え・事象・価値に気づく深い学び」を生み出す追究活動と意見交流
- ・継続化を伴う振り返り  
＝「自然の神秘や科学の有用性」を実感する

＜生徒の思いが実現する生徒会活動＞

- ・地域でのあいさつ運動
- ・生徒の手による全校集会・文化祭等の行事

＜落ち着いた生活＞

- ・「あいさつ」「時間」「身なり」を意識した生活  
＝合言葉「さわやか南中生」



### ○本校の研究における「理科学習」のあり方について

理科とは「『なぜ』を大切にし、感性・創造性・主体性の育成」を達成することにより、「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感し、自然を大切にしながらもよりよい暮らしを創造する人間の育成を行う教科であると考えている。

特に理科では、教科の本質として「**自然の神秘**や**科学の有用性**を実感する科学教育」を目指し、以下のような「**問題解決的な学習過程**により理科の単元を構築する」ことが必要であると考えた。

導入において、何を素材とし、どのように教材化して出合わせれば、「どうしても解き明かしたい」「どうしても達成したい」という思いを生み出せるのか。そして、観察や実験を大切に、自分の手で確かめる「追究」へと導くことができるのか。



追究において、どのように子どもにはたらきかければ、主体的に取り組む、**再現性に基づいた証拠**を蓄積するのか。そして、自分の考えに自信をもち、みんなに伝わるように意見交流の準備を進めさせることができるのか。

意見交流において、どのように子どもを支えることができれば、それぞれが自分のもつ証拠をもとに思いや考えを主張し、**互いの意見を関連づけたり位置づけたり**させられるのか。そして、結論を導き出させられるのか。



3年間の中学校理科をくぐり抜けた子どもに「**自然の神秘**」や「**科学の有用性**」を感じさせ、感動を与える。これが、私たちの考える理科学習である。そのために私たちは、

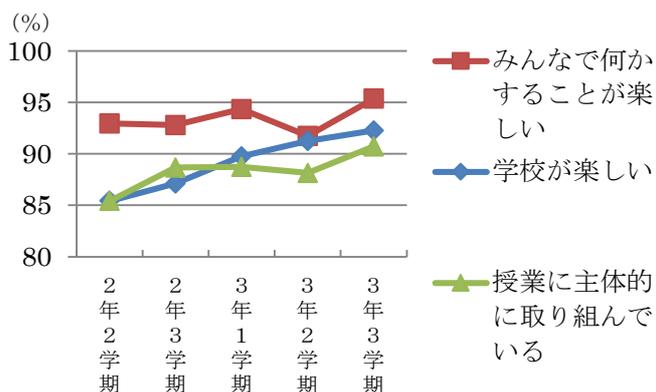
**「自然の神秘や科学の有用性を実感できる素材を教材化すること」**  
**「個人追究を核とした問題解決的な学習過程により単元を構築すること」**

を大切にし、「**科学が好きな子ども**」を育てたいと考えた。



### 2年生2学期～3年生3学期 PDCAアンケート結果

「魅力ある学校づくり」を委嘱された2年生から、卒業までの間に問題解決的な学習過程による授業に取り組んできた結果は以下のようである。（「あてはまる」または「ややあてはまる」と答えた生徒の割合）



- 本校研究が始まったことで、履修内容が難しくなるにもかかわらず、子どもの授業に対する主体性が向上した。
- 3年生2学期は、進路への不安もあり少し落ち込んでいるが、おおむね全ての値が上方に推移した。
- 授業に主体的に取り組むことで、学校が楽しくなった子どもの割合が飛躍的に増えた。

# 1 研究の概要

## (2) 子どもが輝く理科

### ①理科の本質

私たちは、3年間の理科学習を通してどのような輝きを放つ子どもにしたいのかということについて考えた。そこで大切なことが「理科の本質」である。

わたしたちは理科学習の本質として、3年間の理科学習をくぐり抜けた子どもが、「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感できることを大切にしている。各領域において、私たちが考える「自然の神秘」と「科学の有用性」とは以下のとおりである。



### わたしたちが考える「自然の神秘」と「科学の有用性」

	<b>自然の神秘</b>	<b>科学の有用性</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>・私たちに生み出せない美しい色彩</li><li>・機能美を有した形</li><li>・一定の原理や原則</li><li>・利用可能な巨大なエネルギー</li><li>・長い年月で整えられたバランス</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・データを蓄積し、系統的にまとめる</li><li>・便利な暮らしをつくりだす</li><li>・命を支える技術</li><li>・自然を守る方法</li></ul>
物理・化学領域 現象・電気・運動・ 物質・化学変化・ イオン・エネルギー	<ul style="list-style-type: none"><li>・さまざまな現象が一定の法則のもと成り立っていることを知る</li><li>・全ての物質が粒子概念に基づく法則で成り立っていることを知る</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・実験データ収集と考察から法則を導き出したうえで、現象をコントロールできる再現性を知る</li><li>・最新の科学技術を知る</li></ul>
生物・地学領域 植物・動物・遺伝・ 食物連鎖・地震・ 地質・気象・天体	<ul style="list-style-type: none"><li>・生物のからだや生物同士のつながりの巧みな仕組みを知る</li><li>・自然の事物の美しさや迫力、時間的空間的なスケールの大きさを知る</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・生物の命や生物同士のバランスを守る最新の科学技術を知る</li><li>・最新の科学技術の利用と、利用するうえでの倫理や多様な価値観を知る</li></ul>

しかし、自然は私たちにとって常に有益であるわけではない。

私たちにコントロールすることができない自然がもつ莫大なエネルギーは、時に生命を脅かすことがある。自然や科学には私たちを含む自然にとって正としてはたらく面と負としてはたらく面がある。



子どもが「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感したとき、子どもは自然に対する畏敬の念をもち、科学のさらなる発展を願うであろう。さらに、自然や科学の正の面だけでなく負の面の両面があることを知った子どもは、よりよい社会の構築に向けて、動き始める。この姿こそ、理科を学ぶ意味であり、理科の授業によって輝く子どもの姿となる。

## ② 「主体的・対話的で深い学び」の実現

「主体的」「対話的」であることが目的ではなく、

「主体的」「対話的」であることが「深い学び」を生み出す前提となる

(愛知県教育委員会主催 教育課程講習会より)

私たちは、子どもが輝く授業として「主体的・対話的で深い学び」を実現することを大切にしたいと考えた。

子どもの主体的な姿を生み出すためには、導入が大切になる。しかし、全体が一斉に同じ観察や実験を行う授業では、子どもにとって「意見を出し合い、新たな発見を生み出す」ことが難しい。話し合い、深まりを生み出すためには「目の前の事実と自分の思いや考えとの違い」や「友達と自分の思いや考えの違い」に気づかなければならない。違いがあるから、子どもは真剣に対象と向き合うのであり、仲間の話に耳を傾けるのであり、新たな発見があり、思いや考えの再構築が生まれるのである。

そのために私たちは、個人追究やグループ活動を核として、それぞれが違う観察や実験を行い、結果を持ち寄ることで、意見交流で「学びが深まる」授業を構築したいと考えた。

### 主体的な学び

「どうしても解き明かしたい」

「どうしても達成したい」



導入を工夫する

(素材の選定と教材化))



### 対話的な学び

・多様性のある意見交流

・自分のもつ証拠に自信をもつ



意見交流の充実

(追究と意見交流でのほたらきかけ)



## 深い学びの実現

- ・自分が考えていなかった思いや考えとの出会い
- ・新たな事象との出会い
- ・自分とは違う価値観との出会い

子どもの変容  
子どもの成長

# 1 研究の概要

## (2) 子どもが輝く理科

### <問題解決的な学習過程の構築>

私たちは、個人追究やグループ活動を核として、それぞれが違う観察や実験を行い、結果を持ち寄ることで、意見交流で「学びが深まる」授業を実現するために、「問題解決的な学習過程」によって単元を構築することにした。ただし、全ての単元について問題解決的な学習過程で単元を構築するには授業時間が十分ではない。そこで、次のように考えて、問題解決的な学習過程での単元を構築し、3年間をかけて子どもに「科学的に学ぶ力」をつけ、「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感させたいと考えた。

南部中学校の理科において問題解決的な学習を行ううえで大切にすることを、次のように考えた。



### ○問題解決的な学習過程を構築するにあたって

- ・各学年、年に数回の「問題解決的な学習過程」での単元を構築する。
- ・「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感できる素材を用いる。
- ・学習指導要領に沿った学習内容を内包した素材を、問題解決的学習過程へと教材化する。
- ・発達段階を踏まえ、十分に子どもが追究・検証可能であるものとする。  
※学年が上がるごとに、  
「手で扱える具体物 → 抽象的な内容」  
「目の前で見ることができる事象 → 巨視的、微視的な事象」  
へと、扱う内容を変えていく。

南部中学校の理科における問題解決的な学習過程では、まず「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感できる素材を教材化して子どもに出合わせる。すると子どもは「どうしても解き明かしたい」「どうしても達成したい」という強い意欲をもち、何を解決すれば解き明かしたり、達成したりできるのかを考え始める。こうして子どもは、問題発見力を高めていく。

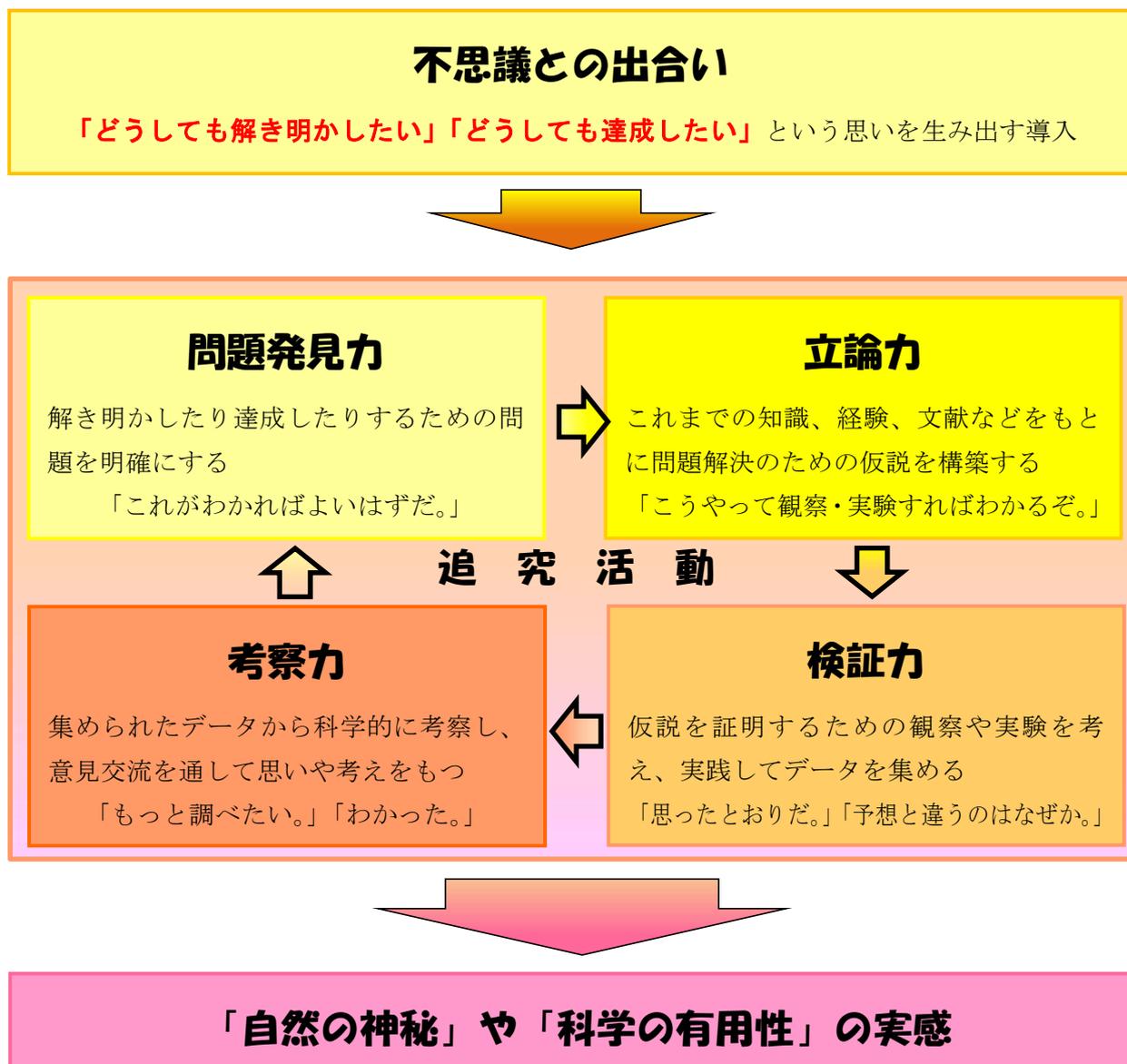
問題が明確になった子どもは、問題の解決のために何を観察すればよいのか、どんな実験をすればよいのかを考え始める。こうして子どもは、立論力を高めていく。

論ができあがった子どもは、自分が考えた論の確かさを証明するために、それぞれが工夫をして観察や実験を行う。こうして子どもは、検証力を高めていく。ただし、いつも子どもの考えた論が正しいとは限らない。思わぬ結果が出たときに、もう一度立論をし、検証を繰り返すこともある。こうして科学する力を育てていく。

全員が証拠をもったのち、意見交流によって多くの事実と向き合う。そして、それら全ての事実のつじつまが合うような結論を導き出す。ときには、そこから新たな問題を発見して追究を始めることもある。こうして子どもは、考察力を高めていく。

3年間の理科教育によって、子どもは「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感するのである。

## ○私たちが考える理科における問題解決的な学習過程



# 1 研究の概要

## (3) 素材の教材化

### ①素材の選定

自然の美しさ  
や大きさ、巧  
みさ、自然の  
原理や原則を  
感じられる

視覚の死角

視神経が脳の近くにあり死角となり  
脳は見えない部分を補完する



百発百中スーパーロングシュート

物体の運動は自然の法則に従って  
いて、計算でコントロールできる



私が鳴らしてみせる

物体を振動させ、共鳴により増幅す  
ることで音楽が奏でられる



私の部屋にチャコールを

有機物を蒸し焼きにして作る炭には  
様々な可能性がある



人間が自然を  
利用し、発展  
してきた知恵  
に気づくこと  
ができる

自然とともに生き  
ていることが感じ  
られる

植物ってすごい！

植物が10mも水を吸い上げ光  
合成をすることで命がつながる



大地は語る

「ましみず」湧く南中校区は長  
い年月をかけ今の形になった



私は電池

人間でも電池にな  
り、この技術が今の  
社会を支え、今後さ  
らに発展する



今後開発や発展が望まれる最新の  
科学技術にふれる

自然の正と負の両面に迫る

塩酸と水酸化ナトリウムを使って安全か  
安全と言われているが、薬品で加工した食品は大丈夫か

## ②教材化の視点

### ○それまでの知識や経験と目の前の事物・現象にずれを生じさせるようにする

#### 例 視覚の死角

死角の存在を体験する



ストライプにマークがあるものを使うと  
マークは消えるがストライプは消えない

見えない場所がある  
なんて知らなかった。



見えたり見えなかったりする謎に迫りたい！

### ○一見難しそうな現象を成功させ、成功に向け考えたくなるようにする

#### 例 百発百中スーパーロングシュート

NBA や YouTube のロングシュート動画をみせる



教師が一発でシュートを決めて見せる



発射装置を見せて子どもにやらせる

できそうだな。

やっぱりできない。

絶対に一発で決められるようになりたい！

### ○複数の対照的な事物や現象を提示し、比較できるようにする

#### 例 私が鳴らしてみせる

バイオリンを教師が鳴らしてみせる



弓とバイオリンを選んで鳴らさせる



バイオリンが鳴る場合と鳴らない場合がある



鳴るときと鳴らないときの違いを知りたい！

### ○事物や現象の一部を注目できるように強調する

#### 例 空に浮かぶ湖

愛知県内で起きた豪雨災害のデータを示す



気流や水の供給は伝えず、総雨量から雲の水分量を推測する

水が雲になって浮かぶメカニズムを知りたい！

# 1 研究の概要

## (4) はたらきかけ

### ① 追究におけるはたらきかけ

#### A 子どもの思いを整理し、仲間とともに考えるための問い直し

「何がわかっていて何がわからないのか。」 「どんなことを証明したいのか。」

「弓の摩擦が関係していると思うけど、  
どう調べたらいいのかな。」

↓  
「摩擦によって  
鳴ったり鳴らなかったりするのかな。」

↓  
「弓以外でも摩擦が高ければ鳴ると思う。」

↓  
「弓の代わりになるものは何があるかな。」



ゴム、糸、  
金属線、電  
線で音が鳴  
るものの表  
面も見てみ  
よう。

#### B 実験や観察方法に関する問い直し

「どうすることで確かめられるのか。」 「対照実験になっているのか。」 「どう生かすのか。」

「人間電池になりやすい人となりにくい人  
がいるから、肉のみずみずしさが電池のな  
りやすさに関係するのか調べたい。」

↓  
「どうすれば乾いたお肉になるのかな。」



ばら肉とさ  
さみで実験  
しよう。  
ジャーキー  
や干物はど  
うかな。

「温度と電圧の関係を調べたい。」

↓  
「間接的に温度を変えないと湯量や濃度  
で条件が変わるのではないかな。」



直接お湯に  
入れなくて  
湯煎で間接  
的に温度を  
変えればい  
いよね。

- ・ 机間指導での対話
- ・ 毎日の授業日記への朱書き

- ・自分の意見に自信をもつことができる
- ・他の人とは違う観察・実験方法や結果であり、意見交流することに意義がある

### C データ精度に関する問い直し

「いつでもそうなるのだろうか。」「本当にそうなるのだろうか。」「誤差はどの程度だろうか。」

※ばねの強さと発射速度を1回だけ調べ満足している子どもに対して

「何回やってもその値になるのかな。」

「誤差はどれぐらいなのかな。」



何回も実験をして、誤差を調べておこう。

### D 関連づけや位置づけを考え、見通しをもたせる問い直しや助言

「〇〇君がおもしろいこと調べてたよ。」「〇〇さんは違う結果が出ていたよ。」

※何も調べることなく、いろいろなものを炭にし始めた子どもに対して

「〇〇君は炭になる物質とならない物質があるって言ってたよ。」



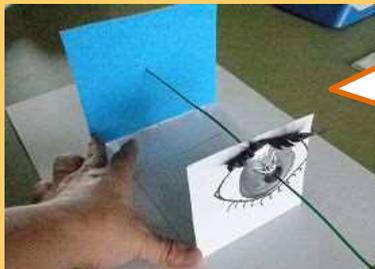
もう一度、文献から調べ直してみよう。

### E 意見交流に向けての問い直し

「その根拠でみんなを納得させられるのだろうか。」「その説明でわかりやすいのだろうか。」

※言葉と図のみで説明しようとしている子どもに対して

「絵と言葉だけで、立体的に伝わるのかな。」



モデルで示せばみんなもわかってくれる。

「みんなで意見交流をして、

自然の真の姿に迫りたい！」

# 1 研究の概要

## (4) はたらきかけ



### ②意見交流におけるはたらきかけ

#### A 思いや考えを関連づけ、つながりを位置づける

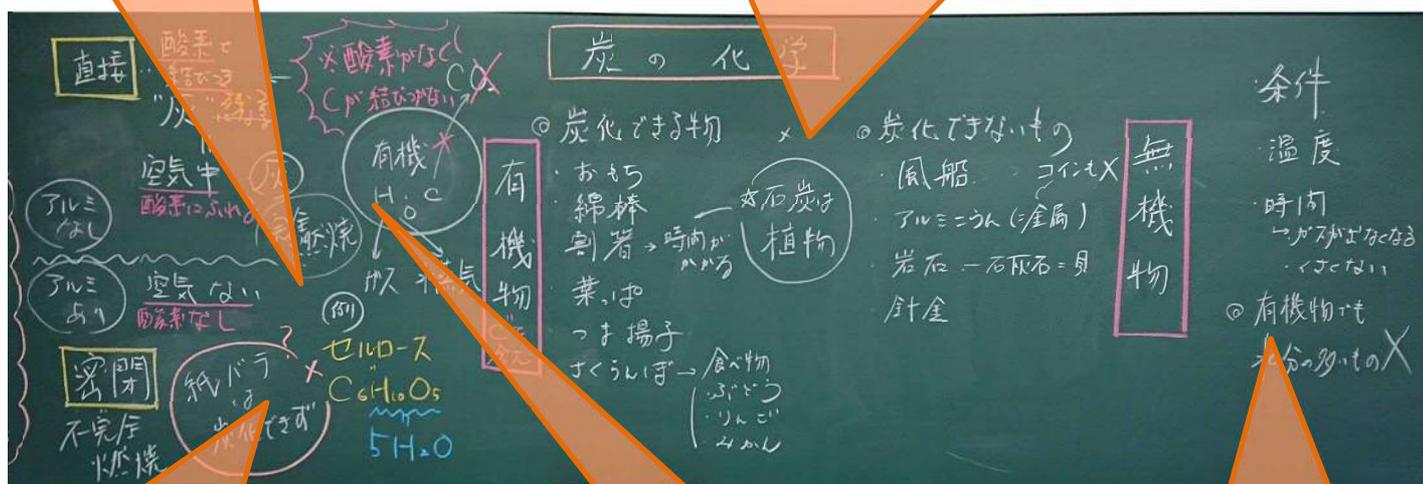
##### S5 有機物が炭化できる理由

「植物の細胞を作っているセルロースの化学式は $C_6H_{10}O_5$ なので、 $5H_2O$ ができる。つまり、炭化によって水を抜くことで炭素だけが残る。塩化コバルト紙で調べると、炭化しているとき、実験の密閉容器からは水が発生していた。」

##### S1~S4、S10 炭化できるものとできないもの

「炭化するためには炭素が含まれる有機物でなければならない。植物や食べ物は炭化できたが、アルミや岩石やコインなどの無機物は炭化できない。」  
「炭化できると思った紙とバラはうまく炭化できなかった。これがなぜかわからない。」

「紙やバラは、まわりにたくさん酸素があり炭化しない。」



##### ★S4に関わって

##### S7 紙やバラが炭化しない理由

「紙やバラはとても薄く、容器に入れたときに酸素がたくさん入っていてどうしても酸素に触れてしまう。だから炭化できずに灰になるのではないかな。」

##### S6 密閉の必要性

「有機物に含まれる炭素が酸素と触れると二酸化炭素になってしまうので炭化できない。」  
「密閉ができていないと、灰になってしまう。」

##### S8~9 炭化の条件

「炭化するには十分な時間が必要だ。」  
「あまりに水分の多いものは、有機物でも炭化できない。」  
「炭化するためには時間だけでなく火力も大切だ。」

部屋に飾るチャコールが作れそうだ！

- ・自分の意見が仲間とつながった
- ・仲間に新たな視点を与えた
- ・自然の真の姿に迫ることができた

意見交流・学びに  
価値を見出す

## B 演示や提示をさせる

**確かさを見つけ出させる**  
眼球のモデルで考えた生徒を指名し、網膜に像を結ぶことを演示実験で示させる



**足りなさを見つけ出させる**  
落下時間についての結果が違う子どもを指名し、その場でハイスピード写真を撮影させ、提示させる



**新たな視点を見つけ出させる**  
セルロースの化学式から考えている子どもを指名し、炭化するとき水が発生することを説明させ、結果を提示させる



「アルミのイオン化傾向が高いというけど、<sup>マイナス</sup> 一極にならないよ。」

## C 追究場面と同様の問い直し

<子どもの結論>

「アルミニウムがイオン化傾向が高いのに<sup>マイナス</sup> 一極にならないのは、  
アルミニウムがすぐに酸化被膜でおおわれてしまうからだ。」

「本当に酸化被膜が  
邪魔なのですか。」

「削って酸化被膜を取り去れば、  
イオン化傾向どおりになるはずだ。」



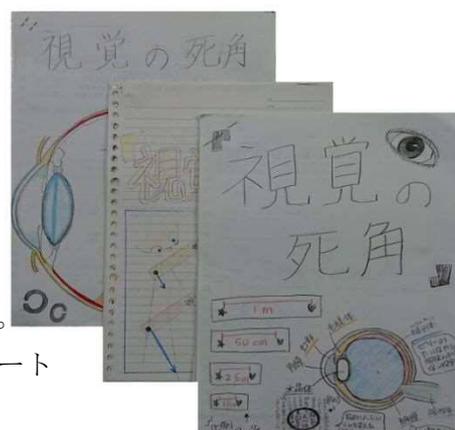
# 1 研究の概要

## (5) 単元をくぐり抜けた子どもの姿

### ① 単元まとめの作成

○単元を終えたところで、以下のものを冊子にして提出させる。

- ①それまでの追究で作成した観察や実験の結果を記載したノート  
(毎時間授業日記を書き入れてあるもの)
- ②単元を終えて思ったことや考えたことを記載した単元まとめ



### ○自然の神秘を実感した子ども

- ・物を見るだけのためにたくさんの種類の部分がつながってやっと思えることができると知り、驚いた。光の量を調整するときも、無意識に脳は操作していてすごいと思った。
- ・いつも私が見ているものは、本当に本物なのだろうかと思った。不思議。脳が修正しているという考えが出て、それが本当だったら脳は私が思っている以上に天才だと思った。
- ・今まで知っているつもりだったのに違うことがたくさんあった。想像と事実が違うものが、世の中には他にどれだけあるのだろうかと思った。もっともっと調べたいことが、自然にはたくさんあると思った。
- ・自分たちで調べて考えた実験が成功したことが印象に残っている。そして、自分たちの実験が他の人の意見とつながって、「おお」と言われたときはすごくうれしかった。別の実験なのに、時間がほぼ一致した結果を見て、自然ってすごいなと思った。

### ○科学の有用性を実感した子ども

- ・ちゃんと調べて、実験で確かめれば、絶対に不可能だと思っていてもちゃんと決まるということがわかり、理科ってすごくおもしろいと思った。
- ・「イオン」って、携帯電話にも使われているなど、意外と身近なもので、私たちの生活を豊かにしている。科学ってすごいなと思った。
- ・今回の追究は、昔のNASAのロケットの研究に似ているなと思った。こういう研究がもっと大きなものになると、NASAのような偉業も成し遂げられるのだと思う。自分たちの追究はとてもハイレベルでカッコいいものだなと思った。

### ○意見交流の意義を実感した子ども

- ・それぞれに分かれて実験を行って、自分たちがわかったことを持ち寄ると、だんだんとパズルのピースがはまっていくかのようにゴールへ近づいていくのが楽しいと思った。その中で「ああ、なるほど」と納得し、理解するのも楽しかった。そして成功したときは達成感がありました。自分たちで解き明かしていくようで楽しかった。
- ・絶対に私だけではできなかったことだけど、みんなが法則などを見つけて少しずつゴールに近づいたと思うし、どうしていいかわからなくなったとき、みんなで話し合うことで案が出たり、新しいことに気づかされたりした。とても刺激を受けることができた。



## 2 研究実践



## 2 実践

### 「わたしが鳴らしてみせる」(1年実践)

#### 1 本時における子どもの輝く姿

- ・ヴァイオリンが鳴ったり鳴らなかったりする謎に迫りたいと願い、主体的に追究に取り組む姿
- ・材質といった定性的な検証だけでなく、周波数や振幅など定量的な検証を行う姿
- ・自分の追究をもとに、考えを仲間にわかりやすく伝える姿
- ・音が鳴る仕組や音の大きさや高さが変わる仕組を解明することで、自然の神秘を実感する姿

#### 2 単元について

本学級は、理科の授業が好きな子どもが多く、実験・観察に意欲的に取り組むことができる。1学期に「植物が水を吸い上げる仕組」を追究した子どもは、問題解決的な学習のおもしろさや自然の神秘を感じ始めている。しかし、理解していてもなかなか発言ができず、まわりの様子をうかがう子どもが少なくない。また、再現性を大切に繰り返し検証したり、科学的な根拠をもって仕組を考えたりすることが苦手である。数値やグラフで示すなど客観的な根拠を示すことで、科学の有用性を実感するようなことも不十分である。そこで、物理単元を用い、自分たちで実験方法を考えたり、結果をもとに考察して意見を交流する時間を設定したりすることで、科学的な検証力を育み、科学の有用性を感じさせたい。

音は、身のまわりにあふれており、普段から子どもはいろいろな場面で音とふれ合っている。しかし、音の正体や、なぜ高さや大きさが増えるのかという物理的な観点で音を捉える機会は少ない。ヴァイオリンを鳴らすとき、弓に使われている馬のしっぽの毛に松脂を塗らなければならない。これは、弓の摩擦を大きくすることで弦に引っかかりをつくり、音を発生させるためである。この追究を行うとき、弦の太さや長さや弓の種類など、さまざまな方面から「音を大きく鳴らす」という目標に向かい、追究することができる。その中で、振動数や摩擦などを起因とする振幅などに気づき、数値で検証し語り合うことで、科学の有用性を実感できる。教材としても自分の手に取って音を鳴らしたり、顕微鏡で見たり、水面や光を揺らしたりすることで、実際に体験ができる教材であり、1年生として追究にふさわしい教材である。

本単元の導入では、教師が子どもにわからないようにあらかじめ松脂を塗った弓を手に、ヴァイオリンを演奏してみせる。子どもは初めて見るヴァイオリンを自分も鳴らしてみたいと考える。教師は、松脂の塗っていない弓と松脂の塗ってある弓を無作為に置き、子どもに選ばせて弾かせ、音が鳴る子と鳴らない子がいることを体験させる。子どもは、「どうしてうまく大きな音が鳴らないのか」と疑問に思い、ヴァイオリンの音が鳴る仕組を解明したいと願い、追究を始める。子どもは、ヴァイオリンの「弓」「胴や胴につけられた穴」「弦」「当て方」などに秘密があるに違いないと仮説を立て、検証方法を考え、実験や観察を行う。弦の振動について調べるためにレーザー光反射を用いて振動や振幅について考えたり、顕微鏡で弓の表面を調べたり、弓の代わりになるものを探したり、松脂の役割について考えたりする。この間、教師は問い直しにより子どもの追究が深まるようにはたらきかける。多くの子どもが追究を終えたことを見計らい、ヴァイオリンの音が鳴る仕組について交流する。そして、解明した仕組をもとにヴァイオリンの音を鳴らすことで、問題を解決する楽しさや科学的な検証のもと、仕組に迫る喜びを感じ、科学の有用性を実感する。

単元構想

過 程	はたらきかけ
<p style="text-align: center;"><b>ヴァイオリンはどうして鳴るのだろうか</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ弓を使っているはずなのに、どうして私たちがやると音が鳴らないのだろうか。</li> <li>・きっと弓に秘密があるに違いない。</li> <li>・弦についても調べてみたいな。</li> <li>・ヴァイオリンできれいな音を鳴らしてみたい。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ヴァイオリンの音が鳴る仕組に迫ろう</b></p> <p>○音が鳴る弓と鳴らない弓はどう違うのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・弓以外に、音が鳴るようなものはないかな。</li> <li>・弓の毛を顕微鏡で見ようかな。</li> <li>・音が鳴る弓は白っぽいものが塗られているみたいだね。</li> <li>・弓の毛の量や弓の張り方を変えて弾いてみるとどうなるのかな。</li> </ul> <p>○音が鳴っているとき弦はどうなっているのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・弦を触ったり弦に何か乗せたりしてみるとわかるかな。</li> <li>・ヴァイオリンの弦をはじいても音が鳴るみたいだね。</li> <li>・オシロスコープやレーザーを使って音を調べてみようかな。</li> </ul> <p>○意見交流で仕組を解き明かしたいな。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ弓を使っているけど、弓の傾きを変えると音の大きさが変わったよ。</li> <li>・音が鳴る鳴らないには、確かに弓が関わっていたよ。</li> <li>・弓以外にも試してみたけど、きれいな音はなかなか鳴らなかったよ。</li> <li>・レーザー光反射で見ると、弦は確かに振動しているね。</li> <li>・振動することで音は鳴るんだね。</li> <li>・弓の毛と弦との接地面が大きいほうが、大きい音が鳴るんだね。</li> <li>・松脂が塗ってあると、しっかり弦をこすることができるんだね。</li> <li>・大きい音を鳴らすと弦の振動する幅が大きくなったよ。</li> <li>・音源の振動の幅を振幅といい、大きさと関わっているんだね。</li> <li>・オシロスコープで調べてみると、弦の太さやこする強さを変えたときに波形が変わったよ。</li> <li>・音源が振動する回数を振動数と言い、音の高さと関わっているんだね。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>解明した仕組をもとにヴァイオリンの音を奏しよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ弦でも押さえる位置が変わると音の高さが変わるね。</li> <li>・太い弦は低い音、細い弦だと高い音になったよ。</li> <li>・弦を押さえる位置を変えると、音の高さが変わったよ。</li> <li>・弦の長さが短いときに高い音が出たよ。</li> <li>・ヴァイオリンの弓に馬の毛が使われているのは、きれいな音を出しやすくするためなんだね。</li> <li>・ヴァイオリンってすごい楽器なんだね。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・音が鳴る仕組について興味・関心を高めるために、ヴァイオリンの演奏を聴かせ、体験させる。</li> <li>・音が鳴る仕組を解明したいという思いをもたせるために、松脂の塗っていない弓を生徒に渡して弾かせる。</li> <li>・手元で操作しながら追究させるために、ヴァイオリンと弓を生徒用に準備する。</li> <li>・生徒の意見をもとに深く追究させるために、机間指導を行い、生徒の考えを把握し取り上げる。</li> <li>・自分の考えに自信をもつことができるようにするために、班での話し合いの時間を設定する。</li> <li>・意見交流で考えが共有できるようにするために、毎時間の課題を明確に、グループごとの考えを黒板に整理する。</li> <li>・生徒の考えを整理しやすくするために、意図的に指名をする。</li> <li>・問い直しや新しい視点を与えたりするために、毎時間生徒に振り返りを書かせて朱書きを入れる。</li> </ul>

## 2 実践

### 「わたしが鳴らしてみせる」(1年実践)

#### 素材の選定

- ①音の発生や音の大きさ・高さなどの原理原則に着目できる弦楽器
- ②共鳴などを利用した「ヴァイオリン」

#### 素材の教材化

- 第1段階 教師が演奏してみせることによる 「自分も鳴らしてみたいな。」
- 第2段階 音を鳴らせる人と鳴らせない人がいる差異の実感 「どうすれば音が鳴るのかな。」
- 第3段階 実験用の簡易ヴァイオリンと実験用の練習ヴァイオリンとの出会い

音が鳴る理由がわからない = 「どうしても解き明かしたい！」

#### 追究におけるはたらきかけ

- 「何を調べたいのか。」  
(本体・弦・弓のどれを調べるのか見通しをもたせる問い直し)
- 「何回やっても同じ結果なのか。」  
(再現性を意識させ、データの信頼性を高める問い直し)
- 「どうすればみんなにわかりやすい説明ができるのか。」  
(演示実験、モデル化などの提示を促す問い直し)

#### 意見交流におけるはたらきかけ

- ①意図的な指名 + ②構造的な板書

「音の発生に関する意見」 = 音が鳴るには、音源が振動することが大切である



「弓に関する意見」 = 引っかかりがあり、弦を振動させられるものなら何でも弓になる



「力と音の大きさに関する意見」 = 強く弾いても音の高さは変わらず、音の大きさが変わる



「固有振動数と音の高さに関する意見」 = 弦の太さや長さで音の高さが変化する

物には固有振動数があり音が出る ⇒ 「自然の神秘」を実感する  
「科学の有用性」

## 導入

### <本物のヴァイオリンとの出会い>

- ①ヴァイオリンを見せて、どうすれば音を鳴らせるか聞く
- ②音を鳴らすには、たたいたりはいじいたりせず弦を弓で撫でればよいことを確認する

### <教師が演奏してみせる>

T 「みんなのリクエストに合わせて演奏するよ。」

- ・教師は子どものリクエストに沿って自分のヴァイオリンと弓を使い自由にヴァイオリンを弾いてみせる。

- ・子どもが使うためのヴァイオリンと弓を複数用意しておく。
- ・松脂を塗った弓と、松脂を塗っていない新品の弓を用意しておく。

S 「おお、すごい！」

「僕もやってみたい！」

T 「ここに何台かヴァイオリンがあるから、やってみたい人は手を挙げて。」

「僕にもヴァイオリンが弾けるのかな。」

### <ヴァイオリンを鳴らせる人と鳴らせない人がいることを体験する>

- ・好きな弓とヴァイオリンを選ばせて、弾かせる

S 「先生みたいにきれいな音が鳴らないな。」

「きれいな音どころか、音自体がほとんど出ないぞ。」

「弦にいろいろな太さがあるけれど、太い弦ほど重くて動かさず音が出にくいのかな。」

「胴体に空いている穴の使い方にポイントがあるのではないかな。」

「弓に鳴らしやすいものと鳴らしにくいものがあるのではないかな。」

「ヴァイオリンを鳴らすため、音が鳴る仕組みを知りたいな。」

追究を考える

T 「音が鳴る仕組みを知るため何が調べたいかな。」  
(問い直し)

思いや考えを出し合い、追究の見通しを立てさせる  
(構造的な板書)

★胴体・弦・弓の関係の図を提示して

- ・「音が鳴るための仕組み」
- ・「弦の太さや長さとの関係」
- ・「弓として使えるものの条件」
- ・「胴体に空いた穴の使い方」
- ・「音が出ているときの弓の様子」
- ・「音を鳴らせる弓の表面の様子」

## 2 実践

### 「わたしが鳴らしてみせる」(1年実践)

#### 追究におけるはたらきかけ

##### 「弓の当て方でどう違うのか調べたい」

###### A男の追究

(弓の当て方について追究をしているA男に対して)

###### T問い直し

「斜めに当てるとというのは、角度なのか、当たる毛の量なのか、それとも弓が弦を抑える圧力なのか、何に関係するのかな。」



弓から毛を切り取り、本数を変えて弦をこすってみたり、同じ弓の毛の本数で押さえつける力を変えて実験をしたりし始めた



##### 「音が鳴る弓と鳴らない弓には違いがあるはずだ」

###### B男の追究

(家で松脂を弓に塗るということを調べてきて、鳴らない弓に松脂を塗り、音が大きくなったことで全てわかったと満足していた)

###### T問い直し

「松脂を弓に塗ることで、どうして音が大きくなったのかな。」



松脂を塗る前と塗った後の弓では、表面のざらつきに違いがあるはずだと考え、顕微鏡を使って弓の表面を調べ始める

###### T問い直し

「松脂を塗れば、なんでも音が大きくできるのかな。」



髪の毛など糸状のものに松脂を塗って音が出るか調べ始めた

###### C子の追究

(弓に何か秘密があると思いつつ何をすればよいかわからず困っていた)

###### T助言(対話)

「弓に張ってある糸が気になるみたいだけど、これって何だと思えますか。」

「馬のしっぽと書いてあったけど、馬のしっぽが何で鳴るのかわからないんです。」

「ということは、馬のしっぽでないと音は鳴らないのかな。」

「多分、馬のしっぽでなくても、摩擦があるものだったら音が鳴らせると思うんだけど。」

###### T問い直し

「摩擦があれば、ゴムとか他のものでも本当に音が鳴るのかな。」



電気のコード、針金、タコ糸など、いろいろなもので音が鳴るかどうかを調べ始めた

## 「穴で音の大きさが変えられるか調べたい」

### D 男の追究

「ギターだとエレキギターとアコースティックギターでは音の大きさが違い、穴が開いているアコースティックギターの方が音が大きいよ。」

### 問い直し

「実験用簡易ヴァイオリンでも胴体をつければ本当に音が大きくなるのかな。」



↓  
実験用に作った簡易ヴァイオリンに空き缶などいろいろなものをつけて、音の大きさの変化を調べ始めた

## 「弦の太さで鳴りやすさが違うか調べたい」

### E 男の追究

（太い弦ほど重いから大きな音が鳴りにくいと考える、太さの違う弦で実験をした）  
「弦の太さが違うと同じ高さの音が鳴らないし、音の大きさの差が比べられない。」

### 問い直し

「耳で聞いただけの感覚で音の大きさを比べるのではなく、ちゃんと数値で示さないとみんなは納得できないのではないかな。」

↓  
（騒音計を使って弦の太さによる音の大きさの違いを調べ、弦の太さによって音の大きさがあまり変わらないことに気づいたところで）

「実験に失敗しました。太さでは音が変わらないので、何もわからなくなりました。」

### 助言（対話）

「失敗ではないよ。弦の太さでは音の大きさは変わらないというのも立派な実験結果だから、それで成功だよ。ところで、弦の太さで違うことは何だったのかな。」

「音の高さが変わりました。」

「それもすごく大切な結果だけど、弦の太さと高さの関係について、もう少し詳しく調べてみてはどうか。」

↓  
弦の太さや長さや音の高さの関係を調べ始めた

## 2 実践

### 「わたしが鳴らしてみせる」(1年実践)

#### 意見交流におけるはたらきかけ

##### ・意図的な指名

###### 弦の太さについて

- ①「音の大きさはdBで表すが、弦の太さを変えても音の大きさは変わらない。」
- ②「弦の太さで変わるのは音の高さであって、振動数だけである。」

###### 弓について

- ③「摩擦のあるものであれば音を鳴らすことができる。」
- ④「弓の馬のしっぽはキューティクルがあり、引っかかりやすく摩擦が高い。」
- ⑤「松脂を塗ることで、適度に摩擦を高めることができる。」

###### 胴体について

- ⑥「胴体に空気の入った筒をつけることで、さらに大きな音にできる。」
- ⑦「ヴァイオリンが大きな音を鳴らしているとき、胴体自体も震えて音を鳴らしている。」

#### これまでの追究をまとめ、意見交流をしよう

###### ヴァイオリンを鳴らす仕組みについて

弦の太さではなく、弓の摩擦を高め、弦を振動させることで音が鳴る

##### ・構造的な板書

ヴァイオリンできれいな音が鳴る仕組みは何だろう

① おさえ場所を変える  
→音が変る  
振動の数が多 → 薄い場所 → 逆だと  
多い ← 高い音が出る

② 弦が長 → 弱く低い音が出る  
短 → 高い音が出る  
強くはじく → ① 大きい音が出る  
振動の幅が大きい

③ 鳴る弓: 表面に凹凸がある  
鳥の羽 → 凹凸の少ない羽  
弦に凹凸がある → 音が鳴る  
→ 弦は振動している

④ 胴体: 空気が入ると鳴る  
→ 弦も鳴る  
→ 空洞があると  
大きく響く  
→ 本体も振動

⑤ 松ヤニを塗ると摩擦が高くなる

⑥ ⑦

まとめ: 細い弦を使うと、振動が多くなり音が高くなる。太い弦を使うと、振動が少なくなり、音が低くなる。

弓に松脂を塗って摩擦を高め、弦と胴体を振動させることで、ヴァイオリンは大きく、きれいな音を鳴らすことができる。

問い直し

「音が鳴るときは、  
本当にどんなものでも震えているのですね。」

「全ての音源は震えているはずだ。」

「いろいろな音が出るものを調べたい。」

「楽器も、スピーカーも、音が鳴るものは全て振動をしている。」

「音は、物の振動が空気を伝わっているんだ。」

## 単元まとめ

- 僕は最初、ヴァイオリンの穴はただの飾りだと思っていたけど、追究をどんどん進めていくと、穴には音を響かせるはたらきがあることがわかった。だからもし、ヴァイオリンがもっと大きくて、空洞がもっと大きければ、もっと音が響くのかなあと考えた。洞窟とかで声を出すと響くのと同じ現象だと思い、共通していそうなことを調べてみるのも興味深いと思った。
- 松脂を弓の毛に塗ると、表面がべたべたした。このべたべたがあることで滑り止めになって摩擦を高め、弦をしっかりこすって音を鳴らすことができると考えた。弓の毛をいろいろなものに変えてやってみたけど、結束バンドのぎざぎざしていない面は、最初鳴らなくても松脂を塗ると音が出たから松脂はすごいと思ったし、自然のものから松脂が作られていることがすごいと思った。
- 音の高さは、押さえる位置を近くすると高く、遠くすると低くなるので、それを生かせば、ドレミなどを調べて音の高さの変化を楽しめたり、音の大きさを振動の大きさで変えることによって、楽器をより深く楽しめたりすることが誰でもできるのではないかと考えた。それぞれが追究したことを合わせると目的に達成でき、疑問を解決することによって音が鳴る仕組みに迫ることができて面白かった。
- ヴァイオリンの空洞の中には細長い木が入っていて、それが駒の下につながっているから、駒や中にある木の棒があることで音が本体の空洞に伝わり、より大きな音や響きにつながっているのではないかと考えた。音は身近なものだけど、この楽器を最初に作ろうと思った人はすごいと思った。

## 2 実践

### 「視覚の死角」(2年実践)

#### 1 本時における子どもの輝く姿

- ・見えたり見えなかったりする謎に迫りたいと願い、主体的に追究を繰り返す姿
- ・追究の結果をもとに仲間と成功に向かって話し合い、自然の神秘を実感する姿
- ・教師の問い直しにより、視神経の位置について絶対と言い切れなくなることで、自分の手で確かめることの大切さに気づく姿

#### 2 単元について

本学級の子どもは、1学期の「炭の化学」において、教科書を用いた教え込みによる講義中心の授業ではなく、初めて問題解決的な学習過程による単元を経験した。炭ができるメカニズムを解き明かす中で、自分で予想し、その証明のために実験方法を考え、思いどおりにならなかったときにその理由を考えると科学的な検証を行った。そして、自分で問題を解決するおもしろさに気づき始めている。しかし、まだ検証そのものの楽しさに気づき始めたところであり、自然の神秘や科学の有用性に気づくにはいたっていない。そこで、実際に自分の体を使って体験的に実験を繰り返す中で、人間の巧妙な体のつくりには気づかせたい。さらに、個人追究ではモデル化や定量的な実験結果をグラフ化することで仲間にわかりやすく伝えることの大切さに気づかせることが必要である。そして、意見交流を充実させることで、自分の力で問題を解決することの楽しさを再認識させ、「生涯にわたり生きてはたらく力」を身につけるとともに、自然の神秘を実感させたい。

人間の眼球には脳に近い部分に視神経があり、この部分は光を感じることができず盲点となる。しかし、普段の生活では盲点を感じることができないため、このことを体験することで子どもは盲点のできる仕組みについて追究意欲を高める。さらにここで、盲点であっても周囲の状況により脳が像を生み出す錯覚があることを体験させる。子どもは、どうしてもその仕組みを解き明かしたいと考え追究を始める。盲点は、距離や角度や盲点の大きさを数値として調べると、眼球の中心から外側に向かって広がっていくことをグラフ化することができる。また、モデル化することで網膜にできる像から視神経の位置を予測でき、仲間にわかりやすく説明することの大切さも実感できる。さらに、本物の眼球を扱うことで盲点のできる仕組みや眼球のつくりの巧妙さを知り、自然の神秘を実感できる。

単元の導入では、この時点ではまだ気づいていない視野の中に死角があることを体験する。そのうえで、単純な模様を使い、死角になる場所に見えないはずの模様が見える体験をさせる。その仕組みを解き明かせなくなった子どもは、死角がどのような仕組みで発生するのか、あるいは錯覚が生まれる条件について追究を始める。追究の中で教師は「みんなにわかりやすい表現なのか」とか「何回やっても同じ結果になるのか」など問い直しをし、子どもが自分の追究に自信をもつことができるようにする。そして、みんなが自分の追究に見通しをもち、他の友達の調べていることを知りたいと願い始めたところで意見交流を行う。子どもは死角が視野の中心から外側にずれた直線上にあることから、死角を生み出す視神経が眼球の真後ろではなく脳に近いほうにずれているのではないかと結論づける。ここで教師は、「本当に視神経は中心からずれているのか」と問い直す。自分たちの理論に自信をもっている子どもは、教師の問い直しに対し、本物の眼球で視神経の位置を確認したいと願う。そこで、本物の豚の眼球を解剖して確かめることで、自然の神秘を実感する。

単元構想

過 程	はたらきかけ
<p style="text-align: center;"><b>見えたり見えなかったりするのなぜだろうか</b></p> <p style="text-align: center;"><b>自分の死角を確かめよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・確かにハートマークが見えたままで星マークが見なくなる。</li> <li>・人によってハートマークの消える場所が違う。</li> <li>・なんでいつもは見えない場所があることに気づかないのだろうか。</li> <li>・どうして見えない場所があるのだろうか。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>死角なのに死角ではないことを体験しよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ハートマークが消えたのに、まわりの模様は消えないから不思議だな。</li> <li>・さっきは確かに死角があったのに、色がついたら死角がなくなったのはどうしてだろうか。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>死角ができたり、死角が消えたりする謎に迫るためには、何を確かめればよいか</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・死角が一点ではないかもしれないから、どこが死角なのかをしっかりと調べたほうがよさそうだ。</li> <li>・目の構造から死角ができたりできなかつたりする仕組みがわかるかもしれない。</li> <li>・見えないものが見えるようになるための条件があるのかもしれない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学習に対する興味を喚起するとともに、後の実験で問題に気づかせるために、死角があることを体験させる。</li> <li>・不思議を生み出すために、カラーバーの上に書かれたマークは消えてもカラーバーは消えないことを体験によって気づかせる。</li> <li>・追究の見通しをもたせるために、構成的な板書により課題を明確化する。</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>視覚が見えたり見えなかったりするのなぜだろうか</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="111 779 464 1070" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>【死角の範囲を知りたい】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・いろいろな距離にマークを置いて、死角ができる場所の条件を知りたい。</li> <li>・死角の大きさや範囲について調べたい。</li> <li>・色や形によって死角になりやすいもの確かめたい。</li> </ul> </div> <div data-bbox="483 779 836 1070" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>【目の構造を確かめたい】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・目の構造を図鑑やインターネットで調べたい。</li> <li>・目の構造のモデルを虫眼鏡を使って作ってみれば、死角になる場所がわかるかもしれない。</li> <li>・目の模型などがあれば貸してもらって考えたい。</li> </ul> </div> <div data-bbox="855 779 1208 1070" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>【見えないものが見える条件は何】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・もしかしたらマークの後ろを透視できるかもしれないので、ガラスを使ってみよう。</li> <li>・脳が生み出す錯覚ならば、模様によって見える模様と見えない模様があるかもしれない。</li> </ul> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・追究が確かなものになるよう、問い直しをする。</li> <li>・追究に必要な器具や素材を十分に用意しておく。</li> <li>・対話や朱書きにより、子どもの思いや考えを明確にさせておく。</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>意見交流に向けて準備をしよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表にまとめたわかりやすい説明ができそう。</li> <li>・目の構造はモデルを作って説明したい。</li> <li>・みんなが納得できるような説明をしたい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・より伝わる意見となるように問い直しをする。</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>視覚の死角の謎を解き明かそう</b></p> <p><b>【死角が見えることについて】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・透視しているかと思ったが、透視ではなかった。</li> <li>・単純な模様なら死角の後ろの模様が生み出されて見えるが、複雑な模様だと死角は死角のまま見えない。</li> <li>・もしかしたら、見えないものが見えているのではなく、脳が生み出している錯覚かもしれない。</li> </ul> <p><b>【死角の範囲について】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・死角は、誰の目でも視野の外側にある。</li> <li>・死角の場所は、目から直線状にたくさんある。</li> <li>・死角は、遠くなれば遠くなるほど大きくなる</li> <li>・色や形を変えても、死角は同じ場所にある。</li> </ul> <p><b>【目の構造について】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・調べると、網膜の中で視神経のある部分を盲点と呼び、死角を生み出している。</li> <li>・目の構造からいえば、死角は盲点の直線状にあるはずだ。</li> <li>・視神経は、目の脳に近い側にあるはずだ。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>本当に視神経の位置が中心からずれているのだろうか</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本物の眼球を見なければ、絶対にそうとは言いきれない。</li> <li>・もし本物の眼球を解剖できれば、目の構造も確かめてみたい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・追究テーマごとに意図的に指名することで、構成的な板書を作るとともに子どもの思いや考えを整理する。</li> <li>・まず脳による錯覚に焦点を絞り、そのあとで盲点が生まれる仕組みにつなげることで、新たな問題を生み出させる。</li> <li>・【死角の範囲】と【目の構造】についてわかった時点で、視神経の位置に着目させる問い直しを行い、本物の眼球で確かめたいという思いを引き出す。</li> <li>・観察の目的意識を高めるために、視聴覚機器を利用して解剖の様子を見せながら、手順や観察すべきポイントを押さえておく。</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>本物の眼球を解剖して確かめよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本当に視神経は眼球の中心からずれた場所にある。</li> <li>・眼球の硬膜が思った以上に硬くて、目の強さを初めて知った。</li> <li>・水晶体がとともきれいで、下の文字が拡大できていて感動した。</li> <li>・ガラス体の透明度に驚いた。</li> <li>・角膜がちゃんと透き通っていて、向こうが見えていた。</li> </ul>	

## 2 実践

### 「視覚の死角」(2年実践)

#### 素材の選定

- ①眼球の構造により生じる「死角」
- ②脳のはたらきにより死角を補完する「錯覚」

#### 素材の教材化

- 第1段階 視界の範囲を確認し、自分の視界内に見えない場所がないことを確認する
- 第2段階 自分の視野に死角があることを実感する 「あれ、不思議だな。」
- 第3段階 死角であるはずの場所に模様があることを体験する

説明できない状況＝「どうしても解き明かしたい！」

#### 追究におけるはたらきかけ

「本当にそうなのか。」

(理論のみの考えを自分の手で確かめさせる問い直し)

「つまり、どういうことなのか。」

(方向、距離、大きさ等の関連性や法則性を見出させる問い直し)

「どうすればみんなにわかりやすい説明ができるのか。」

(グラフ化、モデル化などを促す問い直し)

#### 意見交流におけるはたらきかけ

- ①意図的な指名 + ②構造的な板書

「眼球の構造に関する意見」＝盲点の直線上が死角



「位置に関する意見」＝視野の中心から 10° 外に死角がある



「大きさに関する意見」＝遠くなるほど死角が大きくなる



「錯覚に関する意見」＝見えない部分を脳がつくり出している

「本当に、視神経が中心からずれたところにあるのか。」(問い直し)

本物の眼球で確かめる ⇒ 「自然の神秘」を実感する

## 導入

### <死角の確認>

- T 「右手で紙をもち、手を伸ばして左側にあるマークをよく見てください。マークが二つとも見えますか。」
- S 「見える、見える！」「あたりまえじゃん。」
- T 「そのままゆっくり紙を近づけてごらん。そうすると、ある距離で右側のマークが消えるよ。」
- S 「本当だ！」
- 「え、わからない。」
- 「両方ずっと見えてるよ。」
- 「だから、こうやって、こうやって・・・」
- 「うわ、ハートのマークが消えた！」



「視野の中に見えない場所があるなんて知らなかった！」

### <錯覚の確認>

- T 「今度は、ストライプのある紙で同じことをやってみてください。何か気づきませんか。」
- S 「これでもマークが消えた！」
- 「さっきと同じハートのマークが消えた。」
- T 「ストライプはどうですか。」
- S 「マークは消えるけど、ストライプは消えないぞ。」
- 「本当だ。なんでだろう。」
- 「紙の厚さで見えるところと見えないところが違うのかな。」

### 「死角って何だろうか。」



T 「結局、目には死角があるのかな。ないのかな。」  
(問い直し)

思いや考えを出し合い、追究の見通しを立てさせる  
(構造的な板書)

- ・「眼球の構造から見える範囲を調べる
- ・「死角の位置を詳しく調べる」
- ・「死角の大きさと範囲を詳しく調べる」
- ・「両目の死角について調べる」
- ・「死角になりやすい色と死角になりにくい色について調べる」
- ・「死角だった場所が死角にならない条件を調べる（色、形、模様、バックの景色）」

## 2 実践

### 「視覚の死角」(2年実践)

#### 追究におけるはたらきかけ

##### 「眼球の構造から調べたい」

###### A男の追究

(家で調べてきたところ)「死角をつくる盲点は眼球の網膜にある。」

###### T問い直し

「どのような光の道筋で、死角のマークが網膜のどこに結ばれるのかな。」



画用紙と凸レンズを使いたいと話した。A男は画用紙に外の景色を映すことができないか試行錯誤を始めた。そして、眼球モデルを完成させた。



##### 「死角の位置や大きさを詳しく調べたい」

###### B男の追究

「マーク間の距離が違ってても死角ができる。」  
「マークの間隔が遠いほど、マークが消えるときの自分から紙の距離の誤差が大きい。」

###### T問い直し

「つまり、どういうこと。見えなくなる距離が違うのかな。範囲が違うのかな。」



「いろいろな大きさのマークで死角の範囲がどうなるか確かめたい。」



「見えなくなる範囲は遠いほど広い。」

###### T問い直し

「本当か。人間が消えることもあるのかな。」



B男「離れれば人間も消えるはずだ。」

###### C子の追究

紙と目の距離と、視野の中心とマークまでの距離を表にまとめたC子に対して

###### T問い直し

「表では結果が見にくいな。もっとわかりやすい方法はないのかな。」



・データをグラフにして書いてみよう



「死角が視野の中心から約10°外側にずれたほぼ直線上に並ぶことがわかった。」

## 「両目の死角を詳しく調べたい」

### D子の追究

「死角は、自分から遠くなるほど外になる。」

### T助言（対話）

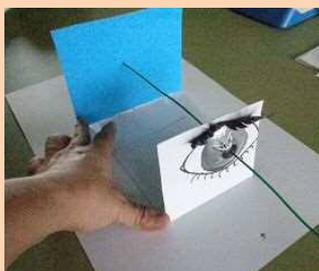
「A男くんと交流してみるとよいかも。」



「死角は盲点の延長線上なんだ。」



「みんなに伝えるように、眼球モデルで説明しよう。」



### E男の追究

「左右どちらの視野においても、死角になる場所が視野の中心の外側にある。」



### T問い直し

「どちらも視野の中心の外側に盲点があるのは、どうしてなのだろうか。」



「視神経がある位置が眼球の真後ろからわずかにずれた位置にあるのではないか。」

## 「死角になるときとならないときの条件を調べたい」

### F子の追究

「脳がだまされているのではないか。死角の部分に線があっても、条件で見えたり見えなかったりするはず。」

### T問い直し

「どうすれば線を連続的に変えられるかな。」

- ①紙に線分を描き、紙の後ろから磁石で線分を隠す場所を動かせる装置を作る
- ②線分の端がちょうど死角になるように見る
- ③線分を隠す場所を線分上に沿って動かす



「線分側から死角方向に動かすと死角に線ができる。逆だと現れない。脳がまわりの状況から予想して、補完しているんだ。」



### G男の追究

「ストライプなどの規則正しい模様は縦でも横でも見えるけれど、難しい模様で実験するとほとんど見えなくなる。」



### T問い直し

「みんなに本当だって思わせるためには、どうすればよいかな。」

「意見交流で、みんなにやってもらってもいいですか。」

### T助言

「みんなだと時間がかかるから、代表でどうかな。」

## 2 実践

### 「視覚の死角」(2年実践)

#### 意見交流におけるはたらきかけ

##### ・意図的な指名

###### 眼球の構造について

- ①「眼球は、レンズと網膜でできていて、網膜上にある視神経の場所だけが見えず死角になる。」
- ②「レンズから入った光は、倒立の虚像となって網膜に届くから、逆さの像が見える。」

###### 死角の場所や大きさの法則性について

- ③「死角は、遠い場所ほど視野の外側にあり、位置は直線上に並んでいる。」
- ④「眼球から遠くなるほど、死角になる面積も大きくなり、遠ければ人間が全部死角になる。」

###### 死角ができる仕組みのまとめ

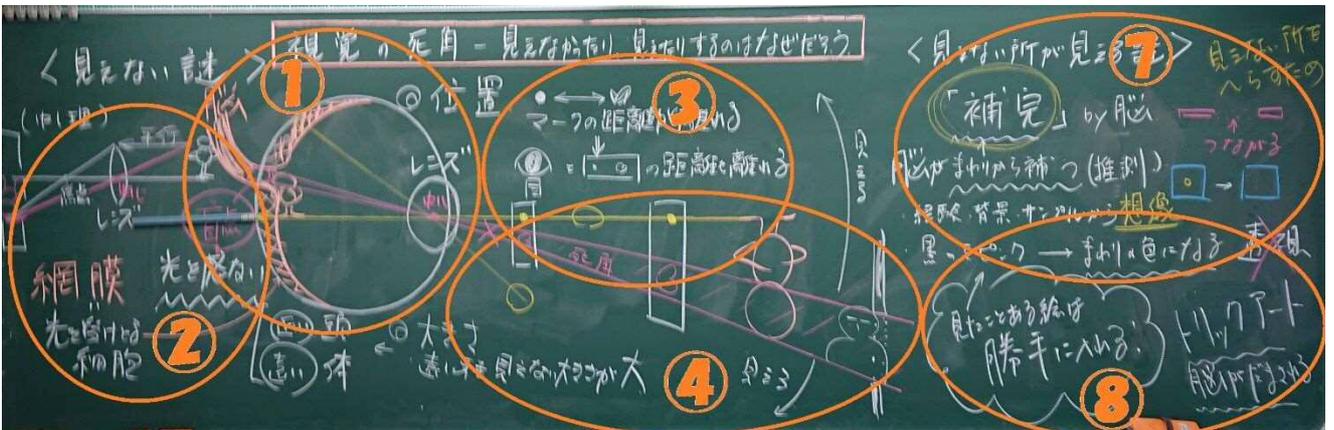
- ⑤「死角は、両目とも、視野の中心から外側に約  $10^\circ$  ずれた直線上にある。」
- ⑥「死角が外にずれているということは、視神経は眼球の中心より内側にあるはずだ。」

#### これまでの追究をまとめ、意見交流をしよう

###### 死角に像が見える理由について

- ⑦「見えないところを少なくするために、脳がまわりの状況から見えない部分を補完している。」
- ⑧「トリックアートは、脳をだますことでできている。」

##### ・構造的な板書



死角は盲点の直線上にあり、視野の中心から約  $10^\circ$  ずれている。

この見えない死角部分を、脳が周囲の状況から補完している。

問い直し

「本当に、視神経は中心から 10° ずれているのですね。」

「本物の眼球で確かめたい。」

### 次の時間は豚の眼球の解剖実験



「本当に、視神経が真ん中からずれている。予想とおりだ。」  
「思っていた以上に眼球が硬い。漫画の目つぶしなんて簡単にはできそうもない。」  
「目の中に入っているガラス体がすごく透明でびっくり。僕たちも同じかな。」  
「水晶体が本当にレンズになっていた。よくできていると感動した。」



### 単元まとめ

- 本物はとてもきれいで、少し前まで生きていた感じが伝わってきました。透明度も生きているようで神秘的でした。細かいつくりを知って、動物はすごいと思いました。
- 自分たちがものを見る時、そのまわりの色とかから見えないところも見える気になってしまっていて、脳ってすごいなと思いました。
- いろいろ実験したり、みんなの話を聞いたり、すごく楽しかった。でも、脳が勝手に作りだしていることは、まだ完全にわかっていないことがたくさんあって、すごく興味があります。
- 人の目は、顕微鏡みたいだなと思いました。視神経が中心から本当にずれていることが確かめられました。想像だけではわかりにくいですが、実物があるととてもわかりやすいです。

## 2 実践

### 「百発百中！スーパーロングシュート」（3年実践）

#### 1 本時における子どもの輝く姿

- ・どうしてもシュートを達成したいと願い、再現性を意識しながら主体的に追究を繰り返す姿
- ・追究の結果をもとに仲間と成功に向かって話し合い、科学の有用性を実感する姿
- ・シュートを決めることで、一定の法則に基づく自然の神秘を実感する姿

#### 2 単元について

本学級の子どもは、昨年度1学期の「炭の科学」、2学期の「視覚の死角」と、二度の問題解決的な学習過程による単元を経験している。炭ができるメカニズムを解き明かす中で身につけた問題解決力を生かし、死角ができるメカニズムと見えないところを補完する脳の機能を学ぶことで自然の神秘を実感した。しかし、自然の法則を活用することはあまり扱っていない。そのため、科学の有用性に対しては、まだあまり実感をもっていない。そこで、水平投射によりゴールを決めるという目標をもたせ、問題解決的な学習過程により個人追究を行い、実際にゴールを演示で決めさせることで、自然の神秘と科学の有用性を実感させたい。さらに、個人追究と意見交流を充実させることで、自分の力で問題を解決することの楽しさを再認識させ、「生涯にわたって生きてはたらく力」となる問題解決力を身につけさせたい。

3年生で学習する「力がはたらく運動」と「力がはたらかない運動」では、さまざまな法則を用いて条件整備をすることで、現象をコントロールすることが可能である。そのため、データで語ることから科学の有用性や、一定の法則で成り立つことから自然の神秘を実感させるのにとっても適した素材である。さらに、力と運動の関係は、一つの法則を導くためにさまざまな実験や条件整備が考えられる。そのため、個人追究学習を核とし、得られた実験結果を持ち寄り、意見交流をすることで自然の真の姿に迫る問題解決的な学習過程に適している。そこで、本単元では「力がはたらく運動」と「力がはたらかない運動」が同時に関わる「水平投射運動」を単元の柱として問題解決的な学習過程で単元を構想する。具体的には、ばねの力により水平投射した鉄球を一発で遠くにあるかごに入れるということを目標に、個人追究を中心として授業を進め、個々の実験の結果を持ち寄ることでゴールを決める条件を導き出し、実験で成功させる。こうすることで、子どもは「生涯にわたって生きてはたらく力」をつけ、科学の有用性と自然の神秘を実感することができる。

単元の導入では、バスケットボールのロングシュートや、ギネス記録の動画を見せる。子どもにロングシュートがすごいと印象づけたところで、教師がつくった鉄球の発射台を見せ、教卓の上から遠く離れた床に置かれた籠に鉄球を一発で入れてみせる。子どもがそんなことができそうだと思うところで一部の生徒に演示をさせ、失敗することで、さらに簡単にはできないことを知らせる。子どもは、それでも一発でゴールを決めるためにはいろいろな法則を知りたいと願うであろう。ここで、個人追究の時間を設ける。個人追究では、対話や朱書きの中で問い直しを行う。こうすることで、子どもの追究を深めたり、意見交流でわかりやすい説明ができるようにしたりする。子どもの追究が十分進んだところで、意見交流を行う。初めに水平投射の軌跡について説明させたあと、垂直方向の力が加わる運動について意見をつなげる。そして、水平方向の初速を設定できればシュートが決められると見通せたところで演示をさせ、シュートを決めさせる。こうすることで、子どもは科学の有用性と自然の神秘を実感すると考える。

単元構想

段階	過程	はたらきかけ
出会う	<p>バスケットのシュートはカッコいい。</p> <p>3Pシュートは難しい。</p> <p><b>発射装置を使ってシュートを決めよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>何回やってもなかなか決まらない。偶然では決められない。</li> <li>先生が決められるなら僕らでも決められるはずだ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロングシュートを成功したいと願うように、動画を視聴し発射装置に出合わせる</li> <li>成功を強く願うように、教師が一発でシュートを決める。</li> </ul>
追究する	<p><b>一発でロングシュートを決められるようになりたい</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>物体の軌跡がわからなければシュートは決められないだろう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>落下速度を調べれば、物体が床に着くまでの時間がわかるだろう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>ばねの強さと投射速度がわかれば決められるのではないかな。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>空気抵抗や物体の重さで生じる誤差について調べる必要がある。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>水平方向は等速で鉛直方向は加速の運動。投射速度と落下時間は関係ない。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>物体の落下は等加速度で重さに関係ないので、高さが決まれば落下時間が決まる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>ばねの引きと投射時の初速は比例しているので、グラフにすればわかりやすくなる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>空気抵抗は5%程度しか関係しないので、ゴールの大きさと誤差として扱える。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>みんなと意見交流をして法則をまとめたい</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>追究に見通しをもたせるために、単元の導入後に追究の見通しを話させる。</li> <li>追究の見通しを明らかにさせるために、対話や朱書きにおいて問い直しをする。</li> <li>生徒の追究を充実させるために、個々の実験や観察に対し助言を行う。</li> <li>意見交流が充実するように、資料に対する問い直しをする。</li> </ul>
深まる	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">③水平方向に関する意見</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>④ 抵抗に関する意見 誤差に関する意見</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>① 軌跡に関する意見</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>② 鉛直方向に関する意見</p> </div> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>ゴールから発射台の水平距離と高さがわかればシュートできそうだ</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 60%;"> <p>落下速度の誤差をもう一度調べないとずれそうだ。</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>本当に成功することができた！</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>科学で系統立て、法則を見出すことで難しいことも成功できる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>あらゆる自然現象は、一定の法則で成り立っている。</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>子どもの思いや考えを関連づけたり位置づけたりさせるために、意図的な指名や構造的な板書で意見を整理する。</li> <li>実験の精度に気づかせるために、問い直しを行う。</li> <li>学んだことを意識させるために、単元まとめを書かせる。</li> </ul>

## 2 実践

### 「百発百中！スーパーロングシュート」（3年実践）

#### 素材の選定

- ①等速直線運動と落下運動（等加速度運動）による「水平投射」
- ②データをもとに意見交流し、ターゲットを狙う「再現性」

#### 素材の教材化

- 第1段階 スーパーロングシュートの動画を視聴する 「すごすぎる。」
- 第2段階 教師がロングシュートを一発で成功させてみせる 「これならできそうだ。」
- 第3段階 今の自分では成功できないことを体験する 「簡単にはできないな。」

説明できない状況＝「どうしても達成したい！」

#### 追究におけるはたらきかけ

- 「何回やっても同じ結果なのか。」  
（再現性を意識させ、データの信頼性を高める問い直し）
- 「つまり、どういうことなのか。」  
（水平投射の分解成分を明確にする問い直し）
- 「どうすればみんなにわかりやすい説明ができるのか。」  
（グラフ化、写真資料などの提示を促す問い直し）

#### 意見交流におけるはたらきかけ

- ①意図的な指名 + ②構造的な板書
- 「軌跡に関する意見」＝水平方向は等速だから、落下時間がわかればよい
- ↓
- 「自由落下に関する意見」＝等加速度運動だからデータでわかる
- ↓
- 「水平方向の速さに関する意見」＝ばねの引きで初速が決まる
- ↓
- 「抵抗に関する意見」＝空気抵抗による誤差は、わずか数%
- 「本当に、一発で決められるかな。」（問い直し）

もう一度データ精度を見直す ⇒ 「科学の有用性」を実感する

## 導入

### <動画を視聴する>

- ① NBAプレイヤーが反対側のコートからシュートを決める動画
- ② YouTubeにあるダムの上からシュートを決める動画
- ③ 観客席から水平投射によりシュートを決める動画



S 「本当にシュートが決まるのかな。」

発射装置との出会い

### <教師が成功してみせる>

「楽しそうだ。やってみたいな。」

「きっと僕たちにもできるだろう。」

### <自分たちは成功できないことを体験する>

S 「あれ、決まらないぞ。」

「僕がやってみるよ。あれ、決まらないな。」

「きっと、ゴールの場所が変われば先生もできないはずだ。」

T 「ちょっと待ってね。」

ゴールまでの距離だけ計測し、準備室で計算をしてくる

↓

S 「うそだ！一発で決まった！」

距離を変えても一発でゴールを決めてみせる

「データを集めて法則を見つけ出せば一発で決められそうだ。」

追究を考える

T 「一発で決めるためには何がわかればよいかな。」  
(問い直し)

思いや考えを出し合い追究の見通しを立てさせる  
(構造的な板書)

- ・ 「ボールが発射台を飛び出してからの軌跡」
- ・ 「高さで落下にかかる時間の関係」
- ・ 「物体の重さと落下速度の関係」
- ・ 「違う速さの物体の落下までの時間」
- ・ 「物体の高さと落下速度の関係」
- ・ 「物体の重さと落下にかかる時間の関係」
- ・ 「物体の大きさと空気抵抗の関係」
- ・ 「バネを引く強さと鉄球の初速の関係」

## 2 実践

### 「百発百中！スーパーロングシュート」（3年実践）

#### 追究におけるはたらきかけ

##### 「軌跡を詳しく調べたい」

###### A男の追究

（大学で扱うレベルの公式を見せて）  
「この数式にあてはめればできるよ。」

###### T問い直し

「これはどういうことか。gって何か。  
vはどういう意味か。結局どうなるのか。」



（調べ直しをして）  
「水平投射だから、落下時間から初速を調整すればよい。」

###### T問い直し

「どう説明すればみんながわかるかな。」  
↓  
「パワーポイントで説明してもよいですか。」

###### B子の追究



（ハイスピードカメラでいろいろな速さの軌跡を調べたところで）

###### T問い直し

「全データで共通することはないかな。」  
↓  
「どんな速さでも、投射後1 1/30秒で鉄球が床に着くから、落下までの時間は高さで決まる。」

##### 「ばねを引く強さと初速について詳しく調べたい」

###### C子の追究

（1cmごと引く長さを決め、1回ずつ初速を調べて終わろうとしたところで）

###### T問い直し

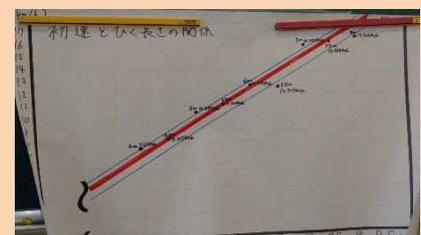
「何回やっても、同じ値は出せるのかな。  
本当に正確な値なのかな。」



（2時間かけて100以上のデータを集めたところで）

###### T問い直し

「どうすれば、このデータを使いやすくなるのかな。」  
↓  
いろいろな値の誤差と平均値を示したグラフを作成した



## 「落下について詳しく調べたい」

### D男の追究

(速度測定器を等間隔に並べて落下速度を調べ、グラフにしたところで)

「だんだん速くなると思ったのに、だんだん速くならなかった。なんでだろう。」

### T問い直し

「何か意味があると思うけどこのグラフはどういう意味があるのかな。」

「下に行くほど速くなる。」

「だんだん速くなる割合が少なくなる。」

### T助言(対話)

「それぞれの点の通過時間はどうか。」

「速くなるのだから通過時間が短くなる。」

「すごい速いと、落下時間はほとんど同じ。」

「速すぎてほとんど同時だからかな。」



### T問い直し

「時間と速さの関係だったらどうなるかな。」

### E子の追究

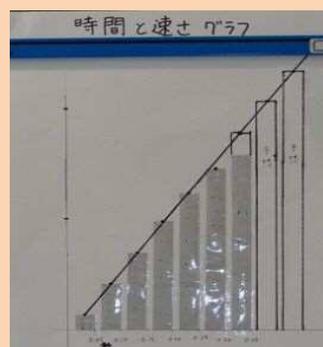
(落下が等加速度だとわかったところで)

### T助言

「みんなに活用してもらおうのは 時間—速度グラフだけでよいのかな。A男君たちがおもしろいデータをもってるよ。」



A男たちとの交流から教科書を参考にすることにし、時間—距離グラフを作成した。



## 「重さと落下速度について詳しく調べたい」

### F子の追究

(鉄球とビー玉の落下速度を調べているところで)

### T問い直し

「時間が短すぎると、手が反応する誤差じゃないかな。」



「屋上からとか体育館の上の方からとかできますか。」

### T問い直し

「重さももっと違うものでないと差がわからないし、空気抵抗もあるから落下させる物の大きさも合わせたいよね。」



体育館2階からバスケットボールとバレーボールを使う



## 2 実践

### 「百発百中！スーパーロングシュート」（3年実践）



#### 意見交流におけるはたらきかけ

##### ・意図的な指名

###### 軌跡について

- ①「動きを分解すると、水平方向は等速直線運動で、垂直方向は自由落下運動になる。」
- ②「初速が違って、重さが違って、金属球が床に着くまでの時間は同じ。」

###### 垂直方向の速さについて

- ③「落下速度は落下時間に比例しているから、時間—速さは直線のグラフになる。」
- ④「速さは発射後の距離ではなく時間に比例しているから、時間—距離グラフは曲線になる。」

###### ばねを引く力と水平投射の初速について

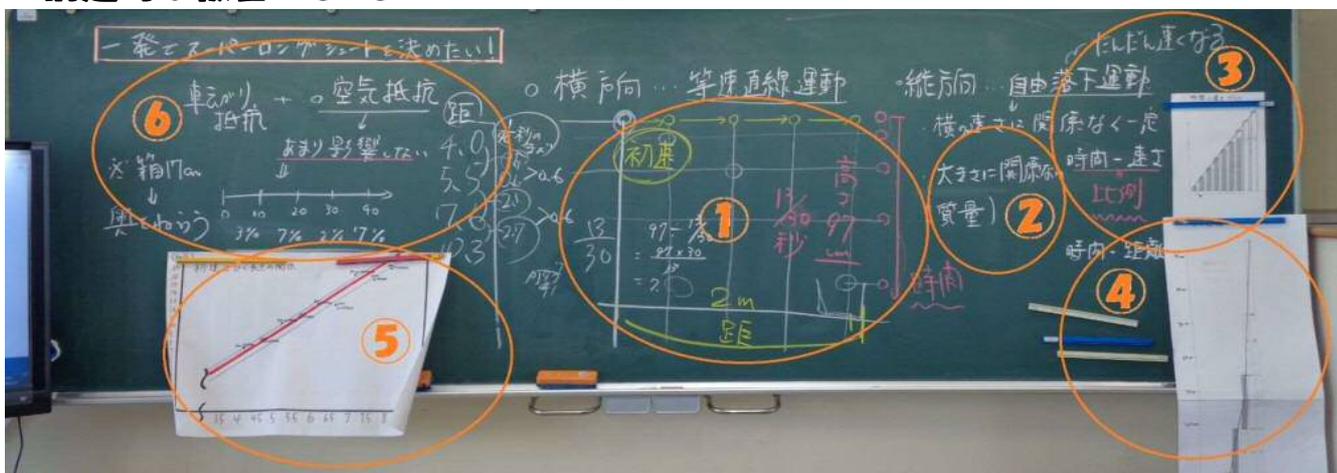
- ⑤「ばねを引く力と初速は比例している。グラフを見れば、速さを自由にコントロールできる。」
- ⑥「空気抵抗は数%だから、籠の大きさで誤差が消える。重さも落下速度には関係ない。」

#### これまでの追究をまとめ、意見交流をしよう

###### 計算方法について

- ⑦「水平投射だから、台の高さがわかれば落下までの時間がわかる。」
- ⑧「水平距離と落下までの時間がわかれば、初速を割り出し、ばねを引く力が決まる。」

##### ・構造的な板書 ⑦、⑧はパソコンで説明



机の高さから落下までの時間を計算し、その時間ちょうどでゴールに届く速さを計算すれば、ばねを引く距離が決まる。

問い直し

「もう、絶対にゴールができそうですか。」

「落下時間について班によって誤差がある。」

「落下実験をやり直したい。」

「落下する高さと落下時間について、もう一度ハイスピードカメラで落下の様子を撮影し、正確な落下時間を割り出したい。」



「Eさんの実験結果だと、摩擦があるため時間が遅い。G君の実験結果がいちばん正確だ。」



すごい！本当に成功した！

## 単元まとめ

- 自分たちなりにあらゆる手段で調べて答えを導き出すことはとても難しいけどとても楽しい。追究のおかげでちゃんと理解できて、自分たちで調べたから記憶に残った。他の班はグラフや計算などすごく、本当に中学生？と疑ってしまうくらい上手に説明をしていた。答えに近づくにつれどんどんワクワクした。
- 自分たちの実験だけではシュートが決まらなかったけど、みんなの着目するところが違うおかげで結果がしっかり出て結果を出すことができ、すごくおもしろかった。
- 絶対に私だけではできなかったことだけど、みんなが法則などを見つけて少しずつゴールに近づいたと思うし、どうしていいかわからなくなったとき、みんなで話し合うことで案が出たり新しいことに気づかされたりした。とても刺激を受けることができた。
- 計算をすると、すごく難しいことも成功できてしまう。スポーツと違って、こういうふうには計算すると成功できることがたくさんあるのかもしれない。でも、人間はこれを感じてやっているのだから、実は人間の方がすごいのだと思った。

## 2 実践

### 「私は電池」(3年実践)

#### 1 本時における子どもの輝く姿

- ・ 人間電池の仕組みを解き明かしたいと願い、科学的な根拠をもって主体的に追究に取り組む姿
- ・ 得られた事実をもとに仲間と関連をさせながら議論することで、科学の有用性を実感する姿
- ・ 結論をもとに人間電池を成功させることで、巧みな仕組みで成り立つ自然の神秘を実感する姿
- ・ どんなことに対しても、うのみにするのではなく、自分の手で得られた事実を大切にする姿

#### 2 単元について

1学期の追究単元の終了時に「これで中学校の追究単元は最後になるかもしれない」と告げたところ、残念がる声が多くあがるほど主体的・対話的で深い学びを楽しむ姿に成長した。また、追究の段取りや表現の力も随分と向上した。そこで、中学校の理科学習の集大成として、一つの問題解決的な学習過程による追究単元で、自然の神秘と科学の有用性を同時に実感させたいと考えた。また、これからよりよい社会を構築する子どもにとって、現在の情報化社会には簡易性の裏に正確性の欠如がある。中学生の最後に、もう一度自分の手で確かめることの大切さを再認識させたい。

子どもは、電気を発生せるといえば、電池や電源が必要であることを理解している。しかし、電池や電源がなくても、イオン化傾向の差が大きな2種類の金属板を、電解質水溶液のついた手で握ると、電流が発生し、電子オルゴール程度なら十分に鳴らすことができる。子どもにとっては不思議であり、解き明かしたくなる教材である。さらに、この現象は、目に見ることができないイオンを扱うため、モデル化や図示などが大切になるうえ、電流や電圧、温度や面積など、数値を使い再現性をもって検証することができ、3年生だからこそ取り扱える内容であるため、科学の有用性を実感するのに適している。さらに、使用する金属の種類や水溶液などは規則性があり、その仕組みを解き明かし、体験することで自然の神秘を実感することができる。

単元の導入では、教師がそれとは言わず両手に食塩水をつけ、大きさをそろえて十分磨いた鉄とマグネシウムの金属板を両手で握り、電子オルゴールを鳴らしてみせる。その現象を不思議に思った子どもは、自分もやってみたくて2枚の金属板を選び、教師がやったのと同様に手を水で洗って金属板を握るが鳴らすことができないことを体験する。子どもはどうしても人間電池を成功させたいと願い、追究を始める。子どもは、電池になる金属の組み合わせを追究したり、より強い電流が流れる水溶液について追究したり、人間の代わりに電池になるものを探したり、金属板の面積や温度と発生する電流の関係を調べたりする。また、文献などをもとに理論から追究を始めた子どもには、「本当に本に書かれているとおりになるのか」「その説明でみんなにわかりやすいのか」「根拠となる証拠はあるのか」など問い直しを行い、個々の追究が深まるようにはたらきかけを行う。子どもの追究が十分進んだところで、意見交流を行う。板書を「金属の組み合わせとイオン化傾向」「使用する水溶液」「人間の代わりに金属の間に挟むことができるもの」と構造的になるように分けることで、子どもの思いや考えを整理しながら進めていく。そして、子どもが結論に達したところで、人間電池を直列につなぎ鳴らしてみせる。しかし、ここでアルミニウムのイオン化傾向について、理論と実際が違っていることに着目させ、さらに追究を深める。こうすることで、子どもは自分の手で確かめることの大切さを再認識するとともに、自然の神秘と科学の有用性を実感する。

単元構想

段階	過程	はたらきかけ
出合い	<p>電池がないと電流は流れない</p> <p>人間は電池ではない</p> <p>君は、電気を発生できるエネルギーをもっているか</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>先生は電気を発生させた。すごいエネルギーをもっている。</li> <li>電池になる人とならない人がある。何か仕組みがあるはずだ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人間電池になりたいと願うように、教師が演示して見せる。</li> <li>謎を生み出すように、子どもに失敗体験をさせる。</li> </ul>
追究する	<p>人間電池になりたい</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>電池になりやすい金属と電池になりにくい金属があるのかな。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>金属の温度や面積によって電流の大きさが変わるのではないかな。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>先生が実験前に手につけたお清め水に秘密があるのではないかな。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>人によって違うので電池になりやすい肉の条件があるはずだ。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>イオン化傾向があり、イオン化傾向が離れているほど大きな電流になる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>金属の面積を大きくしたり、金属板を冷やしたりしたほうが、電流が大きくなる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>水溶液が電解質でないと、イオンの交換が行われなため電子が動き出さない。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>ジャーキーやガラスでは電池にならず、水分が大切であることがわかった。</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">みんなと意見交流をして法則をまとめたい</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>追究に見通しをもたせるために、単元の導入後に追究の見通しを話させる。</li> <li>温度や大きさを条件とすると、水溶液の濃度などのファクターを排除できるよう問い直しをする。</li> <li>水分が少ない肉で調べたいと話したときにビーフジャーキーを示すなど、子どもの思いに寄り添った問い直しをする。</li> </ul>
深まる	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>④ 温度、面積、圧力などに関する意見</p> <p>① 金属の種類とイオン化傾向に関する意見</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> <p>② 水溶液に関する意見</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> <p>③ 人間の部分に関する意見</p> </div> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">イオン化傾向の離れた金属と電解質水溶液で電池になれそう</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 60%;"> <p>アルミのイオン化傾向が納得いかない。</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">本当に電流を発生させることができた</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>世界は巧みな仕組みでできていて私たちはそれを利用している。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>示された情報が全て正解ではなく自分の手で確かめることが大切。</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>子どもの思いや考えを関連づけたり位置づけたりさせるために、意図的な指名や構造的な板書で意見を整理する。</li> <li>アルミのイオン化傾向に着目できるよう、子どもの実験結果と理論値を並べて板書する。</li> <li>学んだことを意識させるために、単元まとめを書かせる。</li> </ul>

## 2 実践

### 「私は電池」(3年実践)

#### 素材の選定

- ①イオン化傾向をもとにする「人間電池」
- ②データをもとに意見交流し、成功させる「再現性」

#### 素材の教材化

- 第1段階 極性を合わせ、電池をつなげばオルゴールが鳴ることの確認 「電池から電気が出る。」
- 第2段階 教師が人間電池になってみせる 「私も電池になれるか試したい。」
- 第3段階 人間電池になれる人と出来ない人がいる差異の実感 「電池になる条件は何か。」

説明できない状況＝「どうしても解き明かしたい！」

#### 追究におけるはたらきかけ

- 「何回やっても同じ結果なのか。」  
(再現性を意識させ、データの信頼性を高める問い直し)
- 「何を調べたいのか。」  
(金属板、水溶液、人間のどれを調べるのか気づかせる問い直し)
- 「どうすればみんなにわかりやすい説明ができるのか。」  
(グラフ化、演示実験などの提示を促す問い直し)

#### 意見交流におけるはたらきかけ

- ①意図的な指名 + ②構造的な板書

「化学電池の構造」に関する意見＝金属がイオン化するとき電子を置いていくから電池になる

「金属に関する意見」＝イオン化傾向の差が大きい組み合わせが電池になりやすい



「水溶液に関する意見」＝電解質水溶液があれば電池になる



「人間に関する意見」＝人間の体自体が電解質だから、電池になることができる

みんな人間電池になることができる ⇒ 「自然の神秘」を実感する  
「科学の有用性」

## 導入

### <電池を使って電子オルゴールを鳴らしてみせる>

- ① どうすれば電子オルゴールが鳴るかを聞き、演示させる
- ② 電池をつけたり外したりする

極性を合わせて電池をつながないと鳴らない

### <教師が成功してみせる>

T 「先生にはハンドパワーがある。」

- 銅板とマグネシウム板を選んでつないだのち、手を清めるといってペットボトルに入った食塩水で手を洗う。そして気合の声とともに金属板を握ってみせる。すると、電子オルゴールが鳴る。

S 「おお、すごい！」

「僕もやってみたい！」

- 全ての金属板を同じ大きさにして区別できないように磨いておく
- 蒸留水の入ったペットボトルと食塩水の入ったペットボトルを用意しておく

「僕にもハンドパワーがあるのかな。」

### <電池になれる人となれない人がいることを体験する>

- 自由に金属板を選ばせて、手を洗ったうえで実験させる。

S 「先生が電池になれるのに、どうして僕は電池になれないのかな。」

「金属の種類がどうも怪しそうだ。」

「先生が手を洗ったときに使った水に、何か秘密があるのではないか。」

「人によって違うということは、筋肉などによって違うのではないか。」



「電池になる条件を見つけ出せば、みんな電池になれるそうだ。」

追究を考える

T 「電池になるためにはどんな条件が必要かな。」  
(問い直し)

思いや考えを出し合い、追究の見通しを立てさせる  
(構造的な板書)

★金属板、水溶液、人間の関係の図を提示して

- 「化学電池の構造」
- 「金属板の磨き方や大きさ」
- 「水溶液や金属板の温度」
- 「金属板の種類や組み合わせ」
- 「使用する水溶液の種類や濃度」
- 「電池になりやすい物体の種類」

## 2 実践

### 「私は電池」(3年実践)

#### 追究におけるはたらきかけ

##### 「水溶液の種類について調べたい」

###### A男の追究

「ペットボトルの水を調べていいですか。」



「先生は食塩水のペットボトルを使っていたのではないですか。」

###### T問い直し

「手につけるのは食塩水でないと電池にならないということかな。」



いろいろな水溶液を使って電池になる水溶液とならない水溶液について追究を始める。



###### B子の追究

(お湯で食塩水を作ったものと水に食塩水を入れて氷を入れたものを使い温度による電圧の違いを追究しているところで)

###### T問い直し

「これでは食塩水の濃度が変わってしまうけど濃度は関係ないということかな。」



熱伝導率の高いシヨットボトルに氷水や熱湯を入れ、シヨットボトルの底に食塩水を張って追究を始める。



##### 「人間がなぜ電池になるのか調べたい」

###### C子の追究

(豚肉、脂身、ささみ、マグロを使って人間の代わりに電池になりやすい物質を調べたのち、水分量が関係すると考えて濡らしたティッシュやガラスを人間代わりに実験したF子)  
「人間が電池になるのはお肉に水分があるから。水分のあるものなら電池になりやすい。」

###### T問い直し

「例えば水分が少ない人と水分が多い人では、水分が多い人の方が電池になりやすいということですか。本当ですか。」

「お肉を乾燥させられるような装置はありますか。」

「学校には乾燥機はないし、焼いたら性質が変わっちゃうなあ。」



「家にあったビーフジャーキーでやってみてよいですか。」



「やはり、乾燥したお肉では電池にならなかった。先生がオルゴールを鳴らせるのは、見た目より若いからかもしれない。」



## 「金属板について調べたい」

### D子の追究

(金属板の組み合わせを変えて実験し、  
表にまとめたところで)  
「マグネシウムと銅だと電圧が最大だった。」  
「マグネシウムは絶対マイナスだった。」

### T問い直し

「金属の順番に何か法則はないかな。」



「マイナスになりやすい順番は  
 $Mg > Zn > Al > Fe > Cu$ だ。」

### T問い直し

「F男がよく似たことを調べてて、金属の順番について知っていたよ。」



「F男が電池はイオン化傾向で極が決まると教えてくれた。でもイオン化傾向と自分たちの実験ではAlの位置が違う。」



アルミについて再び追究を始める



### E男の追究

(MgとZnの組み合わせのとき、Mgをマイナス極にしたほうが電圧が高くなると知ったF男は、本でイオン化傾向の高い金属ほどマイナスになりやすいと調べた)  
「イオンになりやすい金属ほどマイナスになることがわかりました。」  
「イオンになりやすいとはどういうこと。」  
「多分溶けやすいということです。」

### T問い直し

「本当にマイナスになる金属は溶けやすいのかな。実験で確かめたのかな。」



3つのビーカーに塩酸を入れ、銅と亜鉛、銅とマグネシウム、銅と鉄を電極とする電子オルゴールが鳴る回路をつくり、放置したところ、電極がメッキ化していることに気づいた。



## 「電池の構造を調べたい」

### F子の追究

(食塩水を使い、金属の種類と組み合わせを変えて実験をしたところで)  
「電池は2種類の金属からできているとあるけど、本物の電池を壊すことはできますか。」  
(教師が見ているところで分解して)「やっぱり、2種類の金属だ。」

### T問い直し

「この金属の組み合わせなら食塩水とか他の水溶液でも電池になるのかな。」



電池の胴体部分と炭素棒を食塩水で化学電池にしたのち、炭素棒をいろいろな金属と組み合わせて追究を始める。

## 2 実践

### 「私は電池」(3年実践)

#### 意見交流におけるはたらきかけ

##### ・意図的な指名

###### 金属について

- ①「金属にはイオン化傾向があり、イオン化傾向が高いものがマイナス極になる。」
- ②「イオン化傾向の差が大きくなるほど電圧が大きくなる。」
- ③「金属の面積というより、側面の長さで電圧が変わるのではないか。」

###### 液体について

- ④「蒸留水ではなく、電解質水溶液であることが必要。」
- ⑤「温度が低くなるほど電圧が高くなるが、大きな差ではない。」

###### 人間について

- ⑥「ガラスや乾いた肉や紙ではなく、水分が多く含まれるものなら電池になる。」
- ⑦「電池にならないガラスも、金属と金属の間を水でつなげば電気が流れ始める。」

#### これまでの追究をまとめ、意見交流をしよう

###### 人間電池になる条件について

手に電解質水溶液をつけ、イオン化傾向の差が大きな金属を持てば、誰でも電池になれる

##### ・構造的な板書

人間電池になる条件は何が?

イオン化傾向

①  $Cu > Fe > Zn > Al > Mg < \text{イオン化傾向}$

② 電圧(大)

③ 面積の長さ

④ 食塩水、クエ=酸、 $Na^+$  イオンの移動、 $MgCl_2$

⑤

⑥ 人体

⑦ (演示)

確かに、手に食塩水をつけて銅板とマグネシウム板を握ったら、オルゴールをとても大きな音で鳴らすことができた。

問い直し

「イオン化傾向はこれで合っているのですね。」

「アルミニウムが実験と理論で違うのはおかしい。」

「アルミニウムのイオン化傾向が知りたい。」

E子を意図的に指名する

「アルミは空気中ではすぐに酸化被膜をつくってしまうので、  
イオン化しにくくなっていると本に書いてありました。」



「それならば、磨いて実験したら電圧が上がるのではないかな。」

「金属板を磨いて比べてみたい。」

「ほんの少しだけど、磨いた方が電圧が高くなった。」

## 単元まとめ

- 金属から電流が発生しているとは思わなかったので、おもしろかった。実験が失敗続きで時間がなくなっても、自分たちができることを考えて実験し、まとめて話のできたのでよかった。
- 脂肪は電流が流れなくて、水分がある人の方がたくさんの電気が流れるのだったら、体脂肪計は流れる電流の量で脂肪の量を量っているのかもしれない。
- 身のまわりのものだけで簡単に電池ができるなんて、災害のときにスマホなど必要なものを充電できるんじゃないかと思った。海水とか肉とかならほっとくだけで充電できそう。私が思いつかないような実験を他の班はやっていてすごいと思ったし、みんなで発表し合うことは、自分の知らないことや考えられなかったことを知ることができるのでとてもいい。
- 結果を求めるために実験内容を次々と発展させたのはよかった。追究は結果に近づいていくところがワクワクしていいなと思った。自分たちがまだまだ細かく追究できたなと思っていたことが、みんなの調べた結果でだんだん明白になっていくのがおもしろかった。
- 「ちょっとこのまま置いてみよう」という一言で、「メッキ化」というすごい結果を得ることができた。もし僕一人だったらこのような考えは生まれなかった。運も味方をしてくれた追究になった。友達と話をすることもとてもおもしろい。
- ノーベル賞を取っている人たちは、僕たちのやったことをさらに追究して、いろいろな発明や発見をしていると感じた。僕は僕なりの追究ができてよかった。

## 2 実践

### 「ロボコンに挑戦」(科学部)

#### 1 本校科学部について

本校には科学部がある。科学部は「科学実験チーム」と「ロボットコンテストチーム」に別れて活動を行っている。過去にも、以下のように外部団体主催の大会で賞をいただくなど、活躍をしている。

- ・全国学生科学コンクール 江崎玲於奈賞
- ・第1回マインドストームロボコン大会 優勝
- ・WRO Japan ベーシック競技中学生部門 優勝
- ・日本学生科学賞 環境大臣賞



#### 2 活動について

##### <科学実験チームの活動>

理科室を拠点として、身のまわりの気になる現象について時間をかけ検証や科学実験を行っている。そして、実験結果や考察をレポートにまとめる活動を行っている。

本校科学部は、理科教諭ではない教諭が2名で顧問を務めている。そのため、実験内容の決定から実験の方法、実験の注意点、実験結果のまとめ、考察まで教師の指示で活動するのではなく、子どもが主体となって行っている。

以下は、令和元年度に行った追究の一例である。

- ・フルーツが炭になる条件  
(有機物であることの必要性や酸素を遮断することによる炭化の仕組みについて)
- ・さまざまなスライムの種類とスライムができる条件  
(PVAとホウ砂の割合とスライムとしての持続時間など)
- ・音が伝わる仕組み  
(音叉とオシロスコープなどによる音の広がり解析)

本年度は、「コロナウイルス感染症拡大防止」の観点から、科学実験チームをさらに2つのグループに分けて、別な教室を使いそれぞれ活動を行っている。

これまでに行っている研究は以下のとおりである。

- ・メタルスライムづくり  
(通常のスライムに砂鉄を混ぜ、銀色のスライムをつくる)
- ・摩擦力調べ  
(本と本を1ページずつ重ね合わせ、摩擦力がどれだけ大きくなるのか)
- ・ガムテープ発光実験  
(ガムテープをはがす際に起きる発光現象について)
- ・音響実験  
(グラスハーブにおける音色について)

## <ロボットコンテストチームの活動>

ロボットコンテストチームは、WRO (World Robot Olympiad) Japan ミドル部門での入賞を目指し、理科室横のコンピュータ室を拠点に活動を行っている。日々プログラミングと試走を繰り返し、本番に臨むべく努力をしてきた。

2019年度は、8月11日(日)に浜松市加美総合公園で行われた浜松予選会に、本校から5チームが参加した。以下は、大会に向けて子どもが部活動中に話し合っていた内容の抜粋である。

「しきい値をいくつに設定すればいいのか確かめよう。学校の教室とは照明の明るさが違うから、カラーセンサーをもう一度調整する必要があるんじゃないかな。」

「オブジェクトを移動させるときに、どうしても安定性に欠くから、挟み込む方法を試してみよう。」

「カラータイルの色によって、運ぶオブジェクトの位置が変わるから、どのパターンのときでも対応できるプログラムにするために、全部のパターンを洗い出したらどうかな。」



前日の公式練習に参加し、本番に挑んだ。そして、2チームが同率で3位になり、1チームが見事に優勝を果たした。優勝チームは念願であった全国大会に駒を進めることになった。

全国大会出場が決まってから、さらに学校でロボットの調整を行い、全国大会に備えた。以下は、全国大会に向けて子どもが話し合って改善をした内容である。

「全国大会では、ロボットは初めから組み立て直さなければいけないから、再現性を高めるためには、早く正確に組み立てる練習が必要だ。」

「プログラムが複雑になり、重たくなっているから、反応が遅くなるみたいだな。プログラムをまとめられるところは、まとめてみよう。」

「少しの誤差が大きな違いになるので、もう一度数値を検証し、確実にプログラムが実行できるように調整しよう。」



そして迎えた8月25日(日)、全国大会は兵庫県西宮市にある関西学院大学西宮上ヶ原キャンパスで行われた。

残念ながら全国大会ではセンサーの読み取り制度の甘さからロボットが軌道を外れてしまうなどがあり、思うような成績を出すことができなかった。しかし、子どもは精一杯の力で挑み、充実した時間を過ごした。

以下は、全国大会出場チームのリーダーの言葉である。

浜松大会では優勝しましたが、納得ができる結果ではありませんでした。全国大会で納得のいく結果を出すために部活動だけではなく家でも研究をしました。全国大会当日、改善したはずの部分が思う通りに動かず悔しかったです、これまでの成果を後輩に伝えたいです。

# 3 授業案



### 1 単元名 虫めがねがつくる世界（身の回りの現象・光） <動画公開単元>

### 2 単元目標

- (1) ものを燃やしたり、像を結んだり、大きく見えたりと、いろいろできる凸レンズの謎に迫りたいと願い、主体的に追究に取り組む。 (関心・意欲・態度)
- (2) 凸レンズが像をつくる仕組みに迫るために、凸レンズや台形ガラスなどを使って実験を繰り返すことで、凸レンズを通過した光の法則を導き出すことができる。 (科学的な思考・表現)
- (3) 実験や観察の結果、得られた事実を仲間にわかりやすく伝えられるように、図の作成に丁寧に取り組むことができる。 (実験観察の技能)
- (4) 凸レンズがつくる像について自分の言葉で説明ができる。 (知識・理解)

### 3 単元について

これまでコロナ禍のため、問題解決的な学習過程による追究単元を行うことができていない。前単元では、「謎の白い粉」としてパウダーシュガーと出合った子どもが、物質を特定するために白い粉の予想を立て、予想した全ての粉の性質を調べ、最後に謎の粉を特定することができた。理科室は使用せず一斉の授業形式であり、代表実験であったが、何をすれば物質を特定できるのか予想し、自分たちで実験方法を考え解き明かす問題解決的な学習過程に近い形で追究を楽しめた。しかし今後、個人追究活動を中心とした授業を行うためには、「問題発見力」と「検証力」を高めることが大切である。前単元では調べたいものを直接実験し、結果を表にまとめたただけであり、間接的な検証から作図やモデルによる考察は行わなかった。そこで、多面的な見方により間接的な実験を行い、検証する中で、科学的検証の有効性を実感するとともに、自然が一定の法則のもと成り立っていることに気づかせ自然の神秘を実感させたい。

虫めがねは、目の近くに持つことで小さなものを大きく見ることができる。太陽を背に焦点距離の位置に紙を置くことで紙を燃やすこともできる。さらに紙を燃やすとき、紙だけを日陰に置くと、焦点の遠くの景色が映る。子どもは、紙を燃やすつもりで実験に取り組む中、紙に友達が映ることに気づけば、不思議と思うであろう。凸レンズできる諸現象は、空気とガラスの境界面で光の屈折がおきるためであるが、凸レンズを通る光がどのように進むのかは、凸レンズでは検証が難しい。そこで、台形ガラスなど様々な形のガラスを利用して間接的に検証することが必要になる。また、実験結果を数値や作図で検証することで、科学の有用性を実感できる。そして、全ての現象が、凸レンズには光の屈折により焦点ができるためであることを知り、自然が一定の法則のもと成り立っていることに気づき、自然の神秘を実感する。

導入では、前時の時点で小学生のときに学んだ虫めがねの性質として光を集めて紙を燃やすことができる点をあげさせ、紙を燃やす実験から始める。このとき、「紙に直接日光が当たらないように、紙は日陰でレンズが太陽光にあたるようにしよう」と指示を出しておく。すると、紙に校舎の屋根や空に浮かぶ雲や友達の姿が写って見えることに気づいた子どもが出るので、その子に説明をさせる。子どもは、本当に外の景色を映し出せるのか不思議に思い実験を繰り返す。そして、物を大きくしたり、光を集めたり、景色を映し出したりできる虫めがねの仕組みに迫りたいと願い始める。凸レンズを通る光が屈折することに疑問を抱いた子どもは、いろいろな形のガラスを通る光を調べる。映る像のピントや大きさの変化に気づいた子どもは、光源からの距離と像の位置や大きさの関係を調べる。凸レンズと物体の距離が変わると見える大きさが変わることを調べたいと思った子どもは、レンズに目盛りをつけて調べる。凸レンズの大きさによって差があると考えた子どもは、レンズの面積と熱量の関係を調べる。子どもは科学的に追究を繰り返すことで、科学の有用性を実感する。そして、実験後に意見交流をすることで、3つの現象全てが、凸レンズに焦点があるからおきることだとわかった子どもは、自然が一定の法則のもと成り立っていることに気づき、自然の神秘を実感するであろう。

4 単元構想

段階	過程	はたらきかけ								
出会う	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">虫めがねで紙を燃やせる。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">虫めがねで物が大きく見える。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"><b>紙を燃やそうとしたら、紙に景色が映った。</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カラーではっきり友だちが映ってびっくりした。</li> <li>・景色が映ったり、紙を燃やしたり、光を集めたりいろいろできて不思議。</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>なんで凸レンズはいろいろできるの？</b></div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○景色が映ることに気づかせるため、紙は日陰で扱うように指示する。</li> <li>○景色が映ることを広げるために意図的な指名をする。</li> </ul>								
追究する	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">凸レンズを通った光がどういう軌跡を描くのか知りたいな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">なぜ紙に映る景色が逆さで小さなものになるのか知りたいな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">ピントが合わないことがあるけれど、何か法則があるのではないかな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">レンズの大きさと紙が受ける熱量は、関係があるのではないかな。</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ガラスに入る光はガラスに直角の線に近づくように曲がり、出るときはガラスの表面に沿うように曲がる。</td> <td style="padding: 5px;">凸レンズに当たった平行光は焦点を通ったのち、そのまま直進するから上下左右がすべて逆さになる。</td> <td style="padding: 5px;">凸レンズを通った光のうち、平行光と中心を通過する光を代表して考えれば、ピントが合うのは1点しかない。</td> <td style="padding: 5px;">直径が倍の凸レンズを使うと、レンズの表面積が4倍になり、熱量もほぼ4倍になるから、比例している。</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">↓ ↓ ↓ ↓</div>	凸レンズを通った光がどういう軌跡を描くのか知りたいな。	なぜ紙に映る景色が逆さで小さなものになるのか知りたいな。	ピントが合わないことがあるけれど、何か法則があるのではないかな。	レンズの大きさと紙が受ける熱量は、関係があるのではないかな。	ガラスに入る光はガラスに直角の線に近づくように曲がり、出るときはガラスの表面に沿うように曲がる。	凸レンズに当たった平行光は焦点を通ったのち、そのまま直進するから上下左右がすべて逆さになる。	凸レンズを通った光のうち、平行光と中心を通過する光を代表して考えれば、ピントが合うのは1点しかない。	直径が倍の凸レンズを使うと、レンズの表面積が4倍になり、熱量もほぼ4倍になるから、比例している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○追究を「ガラスを通る光」「映る」「燃える」「拡大する」の4観点にまとめ構造的な板書で示す。</li> <li>○生徒の追究を充実させるため、「本当にそうなのか」など問い直しをする。</li> <li>○作図の有効性に気づかせるように、「どうすればわかりやすいか」などの問い直しをする。</li> </ul>
凸レンズを通った光がどういう軌跡を描くのか知りたいな。	なぜ紙に映る景色が逆さで小さなものになるのか知りたいな。	ピントが合わないことがあるけれど、何か法則があるのではないかな。	レンズの大きさと紙が受ける熱量は、関係があるのではないかな。							
ガラスに入る光はガラスに直角の線に近づくように曲がり、出るときはガラスの表面に沿うように曲がる。	凸レンズに当たった平行光は焦点を通ったのち、そのまま直進するから上下左右がすべて逆さになる。	凸レンズを通った光のうち、平行光と中心を通過する光を代表して考えれば、ピントが合うのは1点しかない。	直径が倍の凸レンズを使うと、レンズの表面積が4倍になり、熱量もほぼ4倍になるから、比例している。							
深まる	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;"><b>これまでの追究をまとめてみよう。</b></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px; vertical-align: top;"> <b>①&lt;屈折&gt;</b>                      ガラスを通過する光の道筋                 </td> <td style="width: 33%; padding: 5px; vertical-align: top;"> <b>②&lt;景色が逆さに映る理由&gt;</b>                      近い距離の物体が映るときの作図  <b>③&lt;ピントがある理由&gt;</b>                      遠い距離の物体が映るときの作図                 </td> <td style="width: 33%; padding: 5px; vertical-align: top;"> <b>④&lt;虚像&gt;</b>                      物体が大きく見えるときの作図                 </td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">凸レンズに焦点があるからいろいろな現象が起きるのだ。</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;">「レンズの一部を隠しても、像は消えないはずだ」</div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 5px;"><b>本当に、レンズの一部を隠しても、像は消えないのか</b></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">間接的な検証でも、積み上げれば真実に迫ることができ楽しい。</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">自然は一定の法則に従っていて神秘的だ。</td> </tr> </table>	<b>①&lt;屈折&gt;</b> ガラスを通過する光の道筋	<b>②&lt;景色が逆さに映る理由&gt;</b> 近い距離の物体が映るときの作図 <b>③&lt;ピントがある理由&gt;</b> 遠い距離の物体が映るときの作図	<b>④&lt;虚像&gt;</b> 物体が大きく見えるときの作図	間接的な検証でも、積み上げれば真実に迫ることができ楽しい。	自然は一定の法則に従っていて神秘的だ。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○作図は光源が近いものを上とし、遠いものを下とする構造的な板書で整理する。</li> <li>○演示実験を行うことで、凸レンズを通過した光の軌跡がわかるようにする。</li> <li>○「本当に作図どおりに像ができるのか」と問い直しをする。</li> <li>○学んだことを意識させるために、単元まとめを書かせる。</li> </ul>			
<b>①&lt;屈折&gt;</b> ガラスを通過する光の道筋	<b>②&lt;景色が逆さに映る理由&gt;</b> 近い距離の物体が映るときの作図 <b>③&lt;ピントがある理由&gt;</b> 遠い距離の物体が映るときの作図	<b>④&lt;虚像&gt;</b> 物体が大きく見えるときの作図								
間接的な検証でも、積み上げれば真実に迫ることができ楽しい。	自然は一定の法則に従っていて神秘的だ。									

### 1 単元名 見えない力で狙い打て（身のまわりの現象・音）

### 2 単元目標

- (1) 手を触れないで物体を動かす共鳴現象に出合わせることで、振幅や周波数について主体的に学び、その仕組みを解明し、自然の神秘を実感する。 (関心・意欲・態度)
- (2) 文献などで調べたことをもとに、音が鳴る仕組み、振動数、振幅、共鳴を確かめるために、観察や実験、モデル化を繰り返し行い、信頼性の高いデータを得ることができる。(科学的な思考・表現)
- (3) 実験や観察の結果、得られた事実を仲間にわかりやすく伝えられるように、図の作成やモデル化やグラフ化などに丁寧に取り組むことができる。 (実験観察の技能)
- (4) 音が伝わる仕組みについて自分の言葉で説明ができる。 (知識・理解)

### 3 単元について

本学年の子どもは、前単元で初めて問題解決的な学習に取り組んだ。光軸を観察することで自分の手で確かめられる「光」という素材に出合った子どもは、自分で実験方法を考えて取り組み、謎を解き明かすことに楽しさを感じている。そして、また問題解決的な学習を行いたいと感じている。そこで、創意工夫を繰り返しながら自らの手で繰り返し試すことができる素材のうち、直接見ることはできなくても、測定機器や感触などを通して実感しやすいものを素材として扱うことが望ましいと考える。特に問題解決的な学習は2回目であるため、ターゲット型の授業により意欲を引き出しやすくすることも重要である。そして、事象に対し様々な角度からアプローチできる素材を扱うことで、意見交流を行うことの意味や必要性を感じ、仲間と語り合うことの楽しさを実感させたい。

グラスハープは、ワイングラスをこするだけで音を鳴らすことができるため、興味深いものである。さらに、同じ高さの音を鳴らすことができるグラスハープを2個用意し、一方に針金を置き、もう一方を鳴らすと、共鳴現象により針金が動きグラス内に落ちる。この仕組みを解き明かすためには、音源の音の発生する仕組みだけでなく、音の大きさ、音の高さ、音の伝わり方の全てを学ばなければならない。音は目に見ることはできないが、振動は水の表面の震えや触った感触、レーザー光の反射やオシログラフなどを用いることで間接的に観察することができ、子どもにとって様々な実験や観察を行うことができる素材である。それぞれが別なアプローチで観察や実験を行うことで、意見交流を行うことの意義が高まり、仲間の実験や観察を知ることの楽しさを感じさせられるであろう。そして、最終的にグラスハープでなくても周波数が同じ音叉や楽器を鳴らして針金を落とすことで、自然の神秘を実感させることができる素材である。

導入では、まずグラスハープを鳴らしてみせ、子どもにやらせてみせる。子どもがある程度鳴らせるようになったところで、二つのグラスハープを用い共鳴現象で針金を落としてみせる。子どもがやりたいといったところで、自分で水を入れてグラスハープを鳴らさせ、針金が落ちないことを体験させる。ここで、子どもに何が関係していそうか意見を出させる。子どもは、音の大きさ、音の高さ、振動の伝わり方を調べたいと考える。一人で全てを調べることは時間的に難しいので、何か一つに絞って完璧な結果を出すように話を進める。子どもは、自分の考えをもとに様々な実験を行う。初めての個人追究・グループ学習であるので、朱書きではなく対話による問い直しや助言を大切に、個々の生徒の実験が重ならないように配慮する。証拠が十分集まったところで、意図的な指名と構造的な板書を用いて、針金が落ちる仕組みに迫る。子どもは、表やグラフに加え、演示実験を多用しながら意見交流を進める。そして、最終的に周波数を合わせ、大きな音で共鳴させれば針金を落とすことができるという意見に従い、オシレーターで音を発生させ針金を落とす。こうすることで、子どもは自らの手で確かめることの大切さ、仲間の意見を聞くことの楽しさ、自然の法則を知ることによる自然の神秘を実感できるであろう。

4 単元構想

段階	過程	はたらきかけ						
出合い	<p>ガラスは楽器になる</p> <p>音だけで離れたものを動かせる</p> <p><b>自分も音で針金を落としてみたい</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>先生がやったように針金を落とすことができない。</li> <li>どうして先生は音を鳴らすだけで針金を落とすことができたのだろう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>音に対する興味を高めるため、ガラスハーブを扱わせる。</li> <li>意欲を高めるため、教師は針金を落とせるが子どもは落とせない体験をさせる。</li> </ul>						
追究する	<p><b>音で針金を動かす仕組みに迫りたい</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>音の振動がどこを 通ってガラスから ガラスに伝わって いるのか。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>音を大きくすれば 振動が大きくなって 落ちて落とすに違 い。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>針金を落とせる 音の高さと落と せない高さがある のではないか。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>本で調べると共鳴 という現象があり、 この現象を利用し ているはず。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>ガラスを床から 離しても、マットを 置いても針金が落 ちるから空気中を 伝わる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>スピーカーで音を 大きくしても、落 ちる音と落ちない 音があり、大きさ だけではない。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>オシロスコープで 調べると、同じ高 さの音が鳴る者同 士でなら必ず落と せる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>共鳴音叉の上に 針金を置く、針金 が落ち、鳴らして ない音叉が鳴り続 ける。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>みんなと意見交流をして法則をまとめたい</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>追究に見通しをもたせるため、<b>構造的な板書</b>により「音の大きさ」「音の高さ」「共鳴」「音の正体」に集約する。</li> <li>生徒の追究を充実させるため、「どうしてそれだと落とせるのか」など問い直しをする。</li> <li>意見交流が充実するように、「どうすれば振動が見えるようになるのか」などの問い直しをする。</li> </ul>						
深まる	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">① 音の正体に関する意見</td> <td style="width: 33%;">② 音の高さに関する意見</td> <td style="width: 33%;">④ 共鳴に関する意見</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="width: 33%;">③ 音の大きさに関する意見</td> <td></td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: center;"><b>同じ高さの音を出すものであれば針金を落とせるはずだ</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 60%;"> <p>「違う楽器を使用しても落とせるのかな。」</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>コップの音の高さと同じ高さの音を使って落としてみたい</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>自分の手で確かめたことを意見交流するのは楽しい。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>自然には一定の原理や法則があつて神秘的だ。</p> </div> </div>	① 音の正体に関する意見	② 音の高さに関する意見	④ 共鳴に関する意見		③ 音の大きさに関する意見		<ul style="list-style-type: none"> <li>子どもの思いや考えを関連づけたり、位置づけたりさせるために、「音の正体」「音の高さ」「音の大きさ」「共鳴」について<b>構造的な板書</b>で意見を整理する。</li> <li>「音の高さが同じであればどんな楽器でもよいのか」と問い直しをする。</li> <li>学んだことを意識させるために、単元まとめを書かせる。</li> </ul>
① 音の正体に関する意見	② 音の高さに関する意見	④ 共鳴に関する意見						
	③ 音の大きさに関する意見							

## 第2学年3組 理科授業案

### 1 単元名 いしん・でんしん・触れずにわかる仕組みに迫りたい（電流と磁界）

### 2 単元目標

- (1) ユニクロの会計方法について、それまでの知識や経験では説明できない状況に気づき主体的に追究し、意見を交流することで、科学の有用性を実感する。 (関心・意欲・態度)
- (2) ユニクロの会計方法を明らかにするため、科学的な予想のもと、電磁誘導や電磁石の仕組みについてモデル化などの間接的な事実の積み上げを行うことができる。 (科学的な思考・表現)
- (3) 実験の結果を仲間にわかりやすく伝えられるようにモデル化やグラフ化などに丁寧に取り組むことができる。 (実験観察の技能)
- (4) 電流と磁界の関係について自分の言葉で説明ができる。 (知識・理解)

### 3 単元について

これまでの理科の授業では、原理や法則を直接手で確かめるように追究をし、つかんだ事実をもとに意見交流できる素材を教材化し扱ってきた。しかし、私たちの生活を支える科学技術には直接確かめることができない現象を利用したものもたくさんある。発達段階を考えると、2年生に対して、客観的な事実を積み重ねることで、間接的に事象の原理や原則に迫る力をつけることはとても大切である。その中で、自然の神秘や自然の原理原則を利用してきた人間の知恵に迫り、科学の有用性を実感することは、将来よりよい社会をつくりあげる素質として大切な経験となる。

商品をかごに入れて会計台の指定された場所にかごごと置くだけで、かごの中の商品を判別し、会計を行うことができる。この仕組みは、まず商品タグのシール部分の裏に付けられたコイルが、会計台から発せられる磁界に反応し、電流を発生させることから始まる。この電流がタグの半導体に記録されている商品情報を読み取り、その情報を磁界の変化として発することで、会計台が読み取る。子どもにとって、商品に「ICタグ」と書かれていることからタグに商品情報が記録されていることは理解できるはずである。しかし、バーコードによる会計に慣れている子どもにとって、手も触れないし、誰も一つずつ点検しないことから、どのように情報を読み取るのかは説明できないであろう。この問題を解き明かすとき、子どもは電流による磁界の発生、磁界による誘導電流の発生が相互に起きることを、自ら実験装置を作成することで追究できる。さらに、実際にユニクロの会計棚を教室に持って来ことはできないため、多くの事実をもとにその仕組みを解き明かさなければならず、中学2年生の学習素材として適している。さらに、実際の生活で様々な場面で応用されている技術であるため、科学の有用性を実感しやすい素材である。

単元の導入では、バーコードを利用した会計システムについて種明かしをしたうえで、ユニクロの会計についての動画を見せる。子どもは、手に触れたり商品を出したりすることをしなくても購入する商品が識別できることに驚く。子どもは、商品を詳しく見たいと申し出るであろう。そこで、子どもに商品に触らせると、「ICタグ」と書かれていることに気づくであろう。多くの子どもはこれで謎を解き明かしたと短絡的に考えるであろうが、「手で触れない」ということに疑問をもっている子どもを意図的に指名し、タグに情報が入力されていることを認めつつ、「タグが付いていればどうして触らなくても商品がわかるのか」と問い直す。子どもは自分の言葉で説明できなくなり、追究を始める。離れてはたらく力として磁界を思いついた子どもは、電気で磁界を発生させる仕組みに迫ったり、磁界の変化からコイルに電流を発生させる仕組みに迫ったりする。また、コイル状でなくても、金属に磁界を近づけるだけで渦電流を発生させることができることも追究する。これらの追究を、意図的に指名し、構造的な板書により整理することで、子どもは電流による磁界の変化が商品タグを読み取るのではないかと予想する。ここで教師は「本当に磁界の変化か」と問い直す。子どもはユニクロで会計棚周辺に磁界の変化が起きているか知りたいと願う。実際にユニクロの会計棚の磁界を調べた映像を見せることで、科学の有用性を実感するであろう。

4 単元構想

段階	過程	はたらきかけ
出合い	<p>バーコードは光で情報を読む</p> <p>かごのまま情報を読める</p> <p>どうやって情報を読み取っているのだろうか</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>商品についている「ICタグ」が情報をもっているに違いない。</li> <li>「ICタグ」を見なくても置いただけで情報が読み取れるのはなぜだろう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>不思議を生み出すためにバーコードとの違いを明確にする。</li> <li>ユニクロの会計動画と商品に出合わせることで、ICタグに着目させる。</li> </ul>
追究する	<p>触れないのに情報を読み取れる仕組みに迫りたい</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>弱い電気を電波にして飛ばして読み取っているのではないか。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>会計台から磁石の力が発せられることで読み取っているに違いない。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>商品タグに触れなくても電気を発生させる方法があるはずだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>商品タグの情報を電波で送るためにはタグに電池が必要はずだ。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>タグの中の金属にとがった部分があるから、ここがアンテナになっている。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>導線に電流を流すと磁界が変化し、コイル状にすることでこの磁力が強められる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>周囲の磁界が変化することで、金属板の中に渦電流を発生させることができる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>タグにコイル状の仕組みがあり、磁界を変化させるとコイル内に電流が発生した。</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>追究に見通しをもたせるために、離れた場所ではたらく力のうち、考えられるごとに<b>構造的な板書</b>で整理する。</li> <li>生徒の追究を充実させるために、「どうすれば再現できるのか」などの問い直しをする。</li> <li>意見交流が充実するように、「その図でみんなに十分伝わるのか」など問い直しをする。</li> </ul>
深まる	<p>みんなと意見交流をして法則をまとめたい</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>④ 電流による磁界の変化に関する意見 ※会計台について</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>③ 電磁誘導に関する意見</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>② 渦電流の発生に関する意見</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%; margin-top: 5px;"> <p>① 商品タグに関する意見</p> </div> </div> <p>会計台の磁界の変化による誘導電流で情報を読み取っているはずだ</p> <p>「どうすれば事実が確かめられるかな。」</p> <p>ユニクロの会計台の磁界の変化を見てみたい</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>自然の法則を科学し利用することで便利な社会になる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>交通系カードなどさまざまな場所に応用されている。</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>子どもの思いや考えを関連づけたり位置づけたりさせるために、<b>構造的な板書</b>で「受信タグ」「渦電流」「電磁誘導」「磁界の変化」に意見を整理する。</li> <li>「どうすればユニクロの会計台を調べられるか」と問い直しをする。</li> <li>学んだことを意識させるために、単元まとめを書かせる。</li> </ul>

## 第3学年1組 理科授業案

### 1 単元名 消えろ、ミカンの皮（酸・アルカリ・塩） <動画公開単元>

### 2 単元目標

- (1) ミカンの皮を取り除きたいと願い主体的に追究する中で、中和の応用であることに気づくことで、科学の有用性を実感するとともに、薬品を使う危険性から科学の負の面に認識を広げる。  
(関心・意欲・態度)
- (2) ミカンの皮をきれいに取り除くために、物理的・科学的な方法について、時間や濃度や温度などに着目しながら追究に取り組むことができる。  
(科学的な思考・表現)
- (3) ミカンの皮をきれいに取り除くことを目的として条件整備をして実験を行い、得られた結果をわかりやすくデータにまとめることができる。  
(実験観察の技能)
- (4) 水溶液の性質と中和反応について自分の言葉で説明ができる。  
(知識・理解)

### 3 単元について

本学級の子どもは、3年間の本校理科学習をくぐり抜ける中で、自然の神秘や科学の有用性を実感し始めている。前単元の「運動とエネルギー」では、実験で得られたデータをもとにすれば、難しい物理現象も成功に導けることを目の当たりにし、科学は万能ではないかという思いをもち始めている。実際、私たちの生活の中には科学が応用されていて、それが害にならないように巧みに調整されている。しかし、もし一歩間違えば、科学は私たちに牙をむくこともある。例えば中和濃度を間違えたものを口にすれば、途端に健康被害が発生する。3年生の11月という中学校生活の集大成となる単元で、科学の有用性に加え、科学の負の面に視野を広げることは、科学を扱う人間にとって生涯にわたり大切な視点となる。

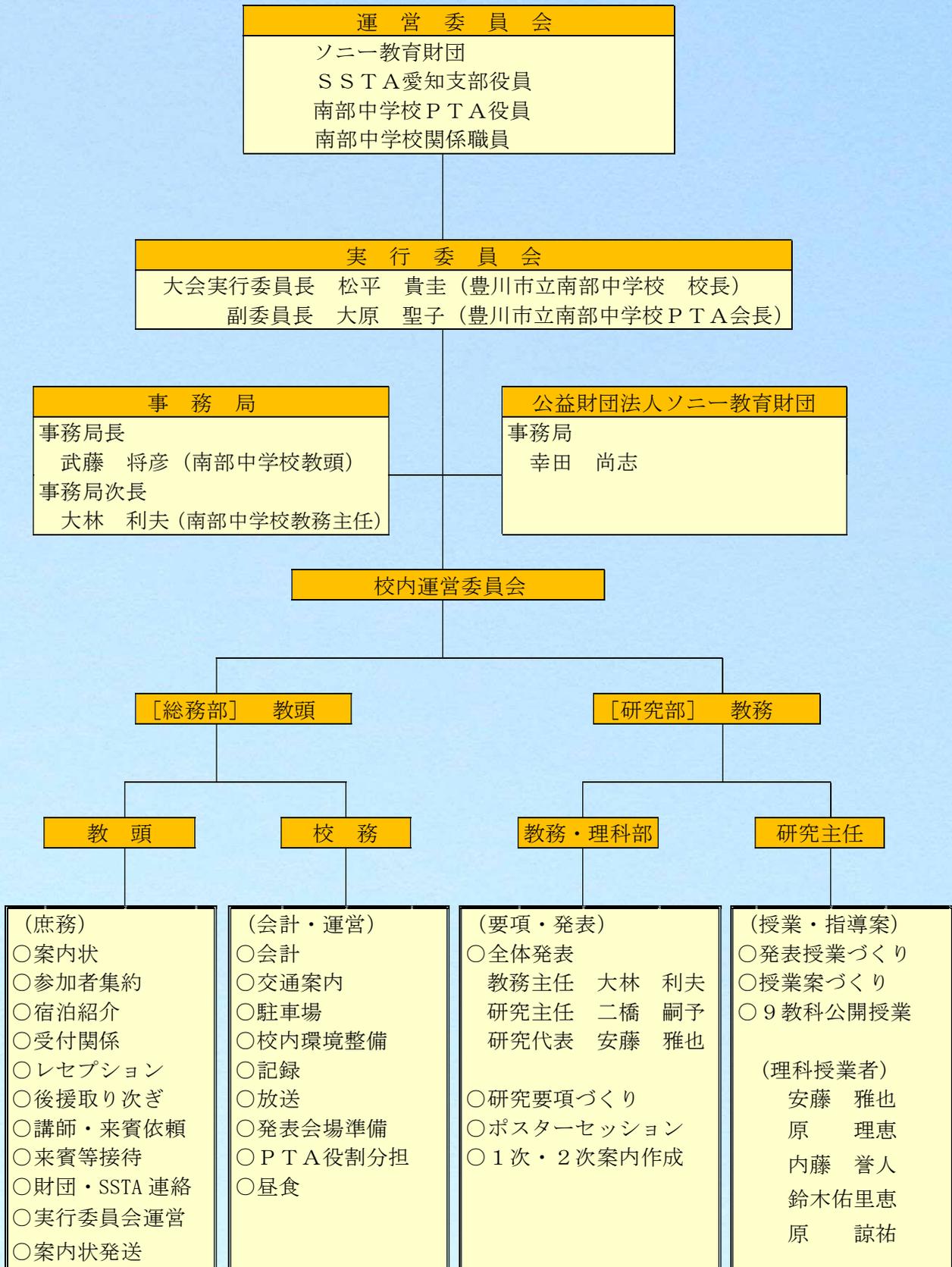
缶詰のミカンは、じょうのう膜と呼ばれる薄皮もアルベドと呼ばれる筋もすべてきれいになくなった状態に入っている。歴史的に見ると、ミカンの皮を取り除く方法は、初めアルカリにつけて横の部分の膜を取り除いたのち、背部の皮を手で取り除く方法であった。その後、手間がかかるということで酸につけて摩擦する方法がとられるようになったが、この方法も風味が損なわれることから、現在では酸につけたのち水洗をし、さらにアルカリにつけたのち再度水洗をして皮を取り除く方法がとられている。しかし、実際の缶詰工場で使われる薬品は、希塩酸と水酸化ナトリウム水溶液であり、これまでの学習の中で危険であると学んできた薬品である。そのため、科学の負の面にも視野を広げることができる教材である。

単元の導入では、ミカンの缶詰に出合わせたあと、自分の手でミカンの皮を完全に除去するようがんばらせる。子どもはなかなかうまくできないことから缶詰のミカンがどのように皮を取り除いているのか知りたくなり追究を始めるであろう。ミカンをゆでてみたり、こすってみたり、凍らしてみたりする中で、物理的な除去が難しいと気づいた子どもは、薬品を使えないかと考え始めるであろう。より安全な水溶液を選んだり、濃度や時間を調整したりする中で、酸を使って皮を除去する子どもと、アルカリを使って皮を除去する子ども、そして中和しなければ危ないと濃度に目を向ける子どもが出てくるであろう。そして、十分に子どもが追究をし、自分なりの除去方法を確立したところで、意見交流を行う。子どもは、いろいろな方法を試し希塩酸と水酸化ナトリウムを使用して中和することで、きれいに皮を除去できることがわかるであろう。ここで教師は、子どもが希塩酸と水酸化ナトリウムを使って皮を取り除いたミカンについて「食べてみよう」と問い直す。子どもの中には何の疑問もたずに食べる子もいれば、躊躇する子どももいるであろう。その躊躇している子どもを意図的に指名して思いや考えを語らせる。子どもは、科学の有用性と、もしもということを考える科学の危険性の両面があることに気づき、思いや考えを語り始めるであろう。こうすることで、中和などを利用できる科学の有用性に加え、その裏に潜む科学の負の面についても視野を広げ、新たな科学の見方を生み出すことができるであろう。

4 単元構想

段階	過程	はたらきかけ
出合い	<p>ミカンの缶詰には薄皮がない。      ミカンの薄皮はおいしくない。</p> <p><b>ミカンの形を崩すことなくきれいに薄皮を取り除こう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>手ではどうむいてもきれいに取れない。</li> <li>缶詰があるのだから、何かよい方法があるはずだ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ミカンの皮をなくしたいと思うよう缶詰に出合わせる。</li> <li>○ミカンの薄皮を除去したいと願うように、皮を除去する体験を行う。</li> </ul>
追究する	<p><b>きれいにミカンの皮を除去できるようになりたい</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>機械では温度や摩擦などの物理的な方法で、皮を除去するはずだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>酸の液は物を溶かすことができるから、薄皮だけ溶けるはずだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>アルカリなら、重曹など口のできるものがあるから安全なはずだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>酸やアルカリで皮をとったのち、中和することによって安全になるはずだ。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>温めても、こすっても、物理的な方法では薄皮とアルベドが残ってしまう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>塩酸ぐらい強い酸で皮をなくした後、きれいに水洗すれば食べられそう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>重曹では時間がかかる。水酸化ナトリウムぐらい強いアルカリでやればよい。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>塩酸と水酸化ナトリウムを中和すれば、安全な食塩水になるから、あとは洗えばよい。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>みんなと意見交流をして法則をまとめたい</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○追究に見通しをもたせるために、<b>構造的な板書</b>で「物理的方法」と「科学的方法」に分けて見通しをもたせる。</li> <li>○生徒の追究を充実させるために、「濃度や水溶液の量はどれぐらいなのか」など<b>問い直し</b>をする。</li> <li>○意見交流が充実するように、「みんなの前でも本当にできるのか」などの<b>問い直し</b>をする。</li> </ul>
深まる	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">① 物理的な方法に関する意見</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">② 酸の利用についての意見</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">③ アルカリの利用についての意見</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60%; margin: 5px auto;">④ 中和についての意見</div> </div> <p style="text-align: center;"><b>水酸化ナトリウムと塩酸でミカンの皮を取り除けそう</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50%; margin: 10px auto; text-align: center;"> <p>問い直し 「本当に安全ですね。」</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>薬品を使っていて絶対安全と言えるのか</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>科学をちゃんと使えば、安全に便利な生活を手に入れられる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>薬品を使えば絶対ではないかもしれない。科学には恐ろしさもある。</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○子どもの思いや考えを関連づけたり位置づけたりさせるため、<b>構造的な板書</b>で「物理的方法」「酸の利用」「アルカリの利用」「中和」に意見を整理する。</li> <li>○科学の負の面に気づかせるために「本当に食べられるのか」と<b>問い直し</b>をする。</li> <li>○学んだことを意識させるために、<b>単元まとめ</b>を書かせる。</li> </ul>

令和2年度 子ども科学教育研究全国大会（豊川市立南部中学校）組織図



## 研究同人



### 令和2年度

校長 松平 貴圭  
 教務主任 大林 利夫  
 養護教諭 原田 裕子

教頭 武藤 将彦  
 校務主任 栗田 昌和

国語科部	二橋 嗣子	白井 亜弥	霊池 知里			
社会科部	鈴木 剛司	森下 哲良	哥丸 源太	神谷 陽斗		
数学科部	高田 悠介	山田健太郎	山口 忠敬	尾高 英明	星川 和美	
理科部	安藤 雅也	原 理恵	内藤 誉人	原 諒祐	鈴木佑里恵	
音楽科部	加藤 美菜	柴田 量子				
美術科部	森田 雄也	廣本 悦子	鈴木 美佳			
技術・家庭科部	高津 雅司	山門 愛恵	石黒 朱美			
保健体育科部	金子 周平	鈴木慎一朗	山田 恭義	田中 英晶		
英語科部	板倉 雅幸	天野 幹枝	田中 良尚	高木有美子	彦坂 聖恵	渡邊美代子
特別支援部	池田 祐子	早川 岳久	北澤 邦俊	三浦 聖矢		
AET	ウィル フリーマン	ウォーカー マシュー				
拠点校指導員	鈴木 章広					
スクールカウンセラー	伊藤 重彰					
主任	大谷 聡子		主 事	山本 真奈		
用 務 員	福沢 尚美		日本語指導助手	田中恵美子		

### 令和元年度

齋川 浩	大林 基人	鈴木 雄大	河合 秀俊	伊藤 敦哉	西川 栄一	大竹 美穂
加藤 弘也	酒井夕香利	愛知 真緒	梶野 朋子	石原 真紀	小島 麻乃	伊丹 聡史
野田 健太						

### 平成30年度

河原 克明	石黒真奈美	小島 裕樹	末永 里紗	峯 佳奈実	鹿島 美久	高田 博之
溝口 智子	山口かおり	小沢 卓斗	松坂かおり	兵藤 愛	吉林 里紗	小林 亜由実

令和2年度 子ども科学教育研究全国大会 紀要

## どうしても解き明かしたい

－わたしが輝く魅力ある学校－

発行日 令和3年1月20日

編集兼発行者 子ども科学教育研究全国大会実行委員会 実行委員長  
愛知県豊川市立南部中学校長 松平 貴圭

所在地 〒442-0884 愛知県豊川市光明町2丁目4番地

TEL(0533)86-4746

FAX(0533)89-5315

ホームページ <https://www.city.toyokawa.lg.jp/shoucyuichiran/tj-nanbu/index.html>

E-mail [tj-nanbu@school-toyokawa.ed.jp](mailto:tj-nanbu@school-toyokawa.ed.jp)



## 愛知県豊川市立南部中学校

〒442-0884 愛知県豊川市光明町2丁目42番地  
TEL(0533)86-4746 FAX(0533)89-5315