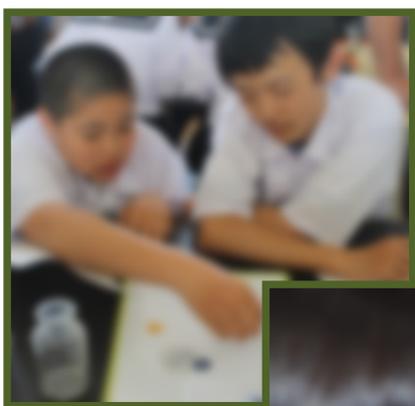


# 探究の主体となり、 科学への夢を抱く生徒の育成

全員参加の授業で、考える楽しさを味わえる理科指導の実践を通して



愛知県西尾市立鶴城中学校

校 長 木 下 一

PTA 会長 浅岡 直幸

# 目 次

I	はじめに	1
II	2015年度の教育計画の概要	1
1	昨年度までを振り返って	1
2	本校のめざす「科学が好きな生徒」とは	2
3	研究の構造	3
(1)	研究の仮説	3
(2)	研究構想図	3
(3)	具体的な手だて	4
III	2015年度の教育実践	6
1	全員参加で考える楽しさを味わえる理科の授業実践	6
(1)	3年「エネルギーの七変化を追究しよう」の実践	6
(2)	1年「植物を? (はてな) の目で見つめよう」の実践	10
(3)	その他の実践	14
2	科学が好きな生徒を育む環境整備	15
(1)	科学の心を育む環境整備	15
(2)	科学部の活性化とサイエンスショー	16
(3)	教員の研修組織	16
IV	2015年度の教育実践の成果と課題	17
1	「科学が好きな生徒」にせまるための各手だての検証	17
(1)	手だて① 全員で考え、全員でかかわり合う問題解決型の単元構想について	17
(2)	手だて② 教材教具の開発と出会いの場の工夫について	18
(3)	手だて③ 科学の心を育む環境整備について	18
V	2016年度の教育計画	19
1	研究の構想	19
2	研究の計画	20
(1)	自然事象・現象から? (はてな) を見つけ出す生徒を育むために	20
(2)	主体的に問題解決をしようとする心とその方法をもつ生徒を育むために	20
3	2016年度の研究実践案	21
VI	おわりに	24

## I はじめに

昇降口にツバメが巣をかけると、扉に開閉禁止の札を貼り、ツバメを守ろうとした生徒がいた。後から「このツバメ、去年と同じ場所に巣を作っているから、きっと去年もきていたツバメだよ。それか、子ども。」と、自分で調べたことを教えてくれた。

初夏のある日、3年生の教室で水筒の蓋の表面が濡れていることを不思議に感じて「壊れたのかな？」と、つぶやいた生徒がいた。それに対して、前の席の生徒は「舐めてみて水だったら、結露じゃないの。」と既習内容を使って答えていた。

身の回りで起こることを不思議に思い、半ば当然のように調べようとしている生徒たちの感性をうらやましく思う。「チューリップの種ってないのかな?」「どこから鏡を覗いても、ちゃんと写っているのは不思議。」大人になるにつれてさまざまな経験をし、不思議に思わなくなってくる。子どもがもっていた当たり前のことから疑問を見つけ出せる豊かな感性や自然への好奇心こそが、「科学を楽しんで学ぶ」ことにつながっていく。私たちはそんな「科学が好きな子ども」の育成をめざし、研究を行なっている。本年度はその7年目にあたる。一年一年、時がすぎることで生徒は少しずつ成長する。教員も環境も変わっていく。そんな変化を真摯に受け止め、取り組んできた実践を振り返り、今後も生徒とともに教員も成長していきたいと考える。これまでの足跡をここにまとめた。忌憚のない御批評・御指導をいただき、今後の研究に生かしたい。



写真1 子育て中のツバメ

## II 2015年度の教育計画の概要

### 1 昨年度までを振り返って

手だて	成果と反省
①教材・単元の工夫 疑問や矛盾を生じる教材を開発する。生徒の問題意識を柱にした探究の筋道を単元として構想する。	生徒を「探究の主体」に導く手だてとして有効であった。しかし、まだ全学年全単元を網羅しているわけではなく、十分ではない。生徒主体の探究を保障できる教材・単元の開発を行っていく必要がある。
②小グループ活動 全員参加で高め合う授業づくりを目指し、ホワイトボードや朱書きなどの補助的な支援を行う。	「協同による主体性の持続」「科学が好きな生徒による牽引」が随所に見られた。今後は小グループだけでなく個、全体など学習形態を変化させることにより全員参加で高めあえる授業をつくっていきたい。
③チャレンジタイム 身につけた力を活用して発展的な内容に挑戦する授業づくりをする。	既習内容を活用して問題を解決することで、理科の有用性を感じることができた。ただ、内容が難しく理解しにくい部分もあったようである。
④科学への夢を育む取り組み 最前線の人に学んだり、身の回りで利用されている科学技術と授業内容をリンクしたりする授業づくりをする。	科学が未来につながっていたり、理科と生活が結びついていると感じたりすることができ、科学への夢を育むことができた。今後も継続し、さらに充実させていきたい。

昨年度までの研究実践をふり返ると、本校の生徒の実態を下のようであると言える。

- 主体的に探究しようとする生徒の姿が多く見られる。
- △ 全体的には主体性や探究心が伸びてきたが、一部、科学的な思考力や表現力、知識・理解、技能が十分に身につけておらず、探究や深め合う活動に主体的に取り組めない生徒がいる
- 生活や社会を豊かにする科学の有用性を認識し科学の未来に期待感をもつ生徒が増えた。
- △ 理科を学ぶ意義や科学の有用性を認識していない生徒がいる。
- △ 科学の分野で自分の未来を探ろうとする生徒に、十分な学びの場が提供されていない。

その上で、本年度の教育実践に生かしたい課題を次のように考える。

### 〔本年度に生かしたい課題〕

- 教材開発、教材との出会わせ方を含んだ単元の工夫を行う。（←①③④の手だてより）
- 学習形態の工夫を行い、全員が主体的に学習に取り組み、仲間とのかかわり合いの中で問題解決力を育てていく。（←②の手だてより）

本年度は学校全体の研究の構造を見直すことになっている。また、常に自らの実践を省みて、次の実践に生かすことも必要である。理科部としてはこれまでの研究実践を振り返り、「科学が好きな生徒」を育てるための取り組みを再度考え、3年計画で教育実践を考えることにした。

## 2 本校のめざす「科学が好きな生徒」とは

[メインテーマ]

**探究の主体となり、  
科学への夢を抱く生徒を目指して**  
～全員参加の授業で、考える楽しさを味わう理科指導の実践を通して～

本校のめざす生徒像は「自分の未来を切り拓くことのできる生徒」である。図1は2015 鶴中研究構想図を示している。現代社会で必要とされているのは、主体的に考え、決断し、行動できる人間であり、周囲と協同して問題をより良く解決しようとする人間であると考え。そこで、全員参加の授業で未来を生きる力を育成し、全教育活動の中で社会と自分を見つめ、つながりの中で生きようとする姿勢を育てていく。そのために、授業研究会の他、自主研修会などを開き、教師の力量アップにも努めている。

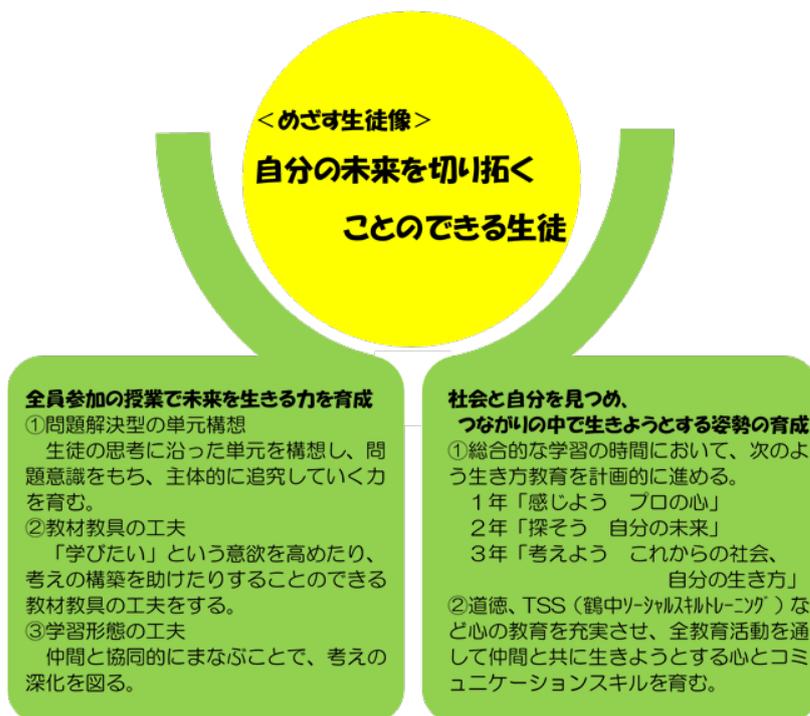


図1 2015 鶴中研究構想図

この 2015 年度までの研究を受け、理科部としてめざす「科学が好きな生徒」像を次のように考えた。

〔科学が好きな生徒〕

○主体的に探究する力を身につけている生徒

- ・豊かな感性で自然事象に触れ、体験し、その中で問題意識をもち、解決するために粘り強く探究しようとする生徒
- ・観察・実験の計画、予想や結果からの考察などで自分の考えを構築し、仲間と協同的に学ぶ中で深化させると共に、考えることを楽しむことができる生徒

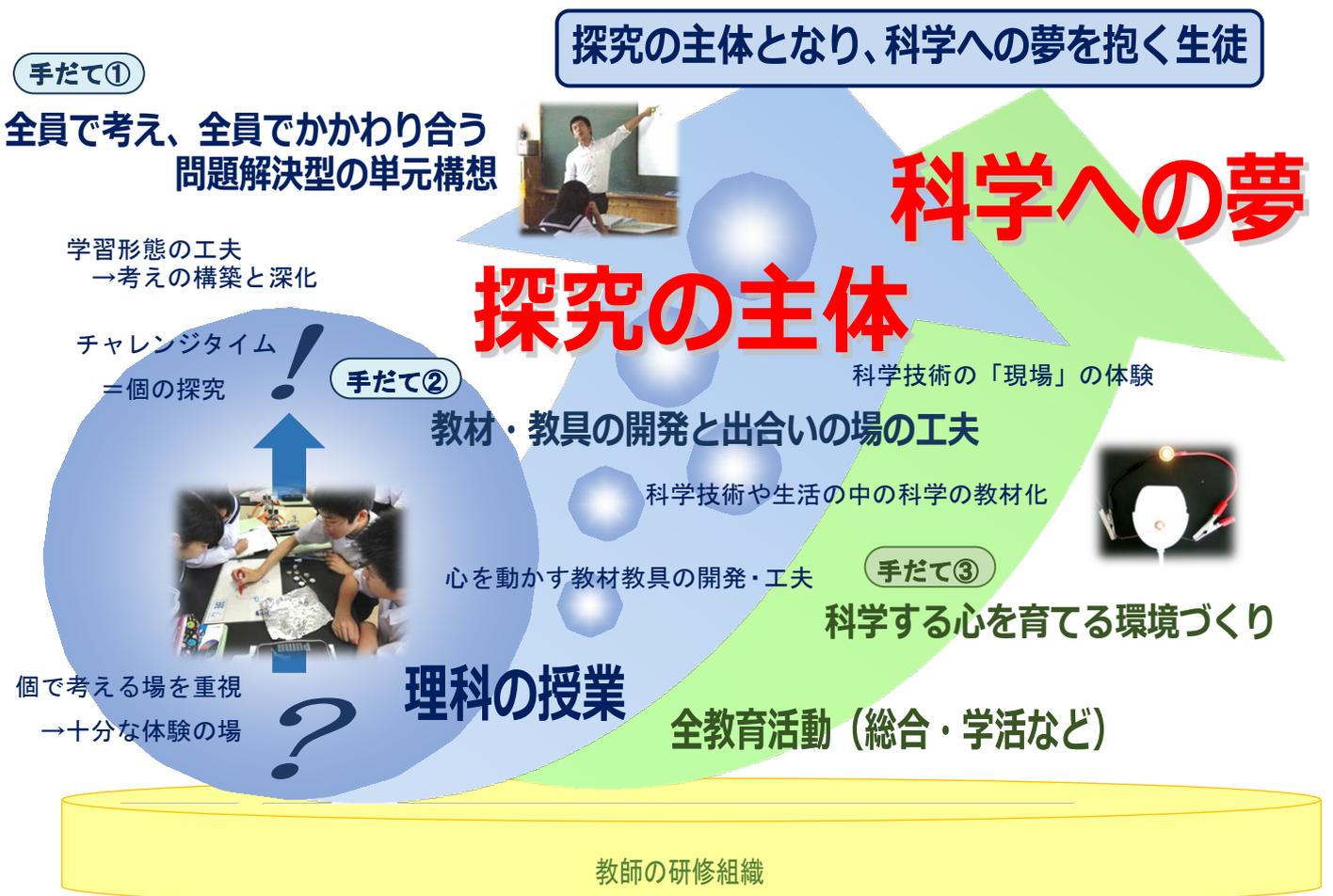
○自然に科学を見つけ、その価値に気づき、自ら科学にかかわろうとする生徒

3 研究の構造

(1) 研究の仮説

心を動かす教材・教具の開発と出合いの工夫、体験の場の設定を行ったり、生徒の考えの構築と深化を意識した問題解決型の単元を構想したりすることで、科学が好きな生徒を育むことができるであろう。

(2) 研究構想図



### (3) 具体的な手だて

#### <手だて① 全員で考え、全員でかかわり合う問題解決型の単元構想>

めざす科学が好きな生徒像をあらわすキーワードの一つに「探究の主体」がある。探究の過程でつまづく生徒の多くは、自らの考えを言葉で表現することや他者の考えを言葉で受け取り、自分の考えを深めることが苦手である。逆に言えば、探究の主体となる生徒は、思考と表現をつなぐ力を身につけており、それにより考える楽しさを味わう経験を多くしていることになる。このことを踏まえて、問題解決の過程に全員が参加し、全員が考え、かかわり合う単元を構想することで、考えることを楽しむことが可能になると考えた。

単元を構想していく中で、三つのことを大切にしていきたい。

一つ目は考えを構築するために**個で考える場を十分に保障**することである。そして、それ以前に個で考えるための材料となる基礎基本の徹底習得を行う。そこで**観る視点、考える視点**を生徒が常に考えて行動できるように支援をしていきたい。最初は教師側から与え、問題解決の過程を積み重ねられたら、生徒自身に考えさせたい。くり返し問題解決を経験することで、実験をただ行うだけでなく、生徒自身が常に実験の目標を意識し、自ら仮説を証明するためにはどんな視点で実験をしなければいけないか、結果をどの視点から観なければいけないかを考えながら取り組めるようになってくると考える。

二つ目は**学習形態の工夫**である。今年度は個人・小グループ・全体の三つを教師側が意識して単元構想や授業過程に組み込んでいく。個で考えを構築し、小グループや全体で考えを深化させる。しかし、個では考えを構築できない生徒もいる。考えることをあきらめてしまう前に、小グループで考えの交流を行い、意欲の継続化を図ることも考える。理科が苦手な生徒も全員が主体的に参加できる授業づくりも考えていく。

最後は**チャレンジタイム**である。学習を積み重ねることで成長した一人一人が、自分自身の問題意識をもって探究することが必要である。全員が共通の問題を探究するのではなく、ある共通のテーマのもとで一人一人が疑問や興味をもったことを探究する。探究後で40人の発表・話し合いをもつことは難しいので、それぞれが探究したことを班で交流する形態で行う。学級でまとめないので、1年「植物の興味深い生態」、2年「動物の興味深い生態」、3年「他の遺伝はどんなしくみだろう」などのオープンエンドのテーマが適切であると考えられる。

#### <手だて② 教材教具の開発と出合いの場の工夫>

「すごい！」と自然に感動する教材。

「どうして？」「なぜ？」と、疑問のつぶやきがこぼれる教材。

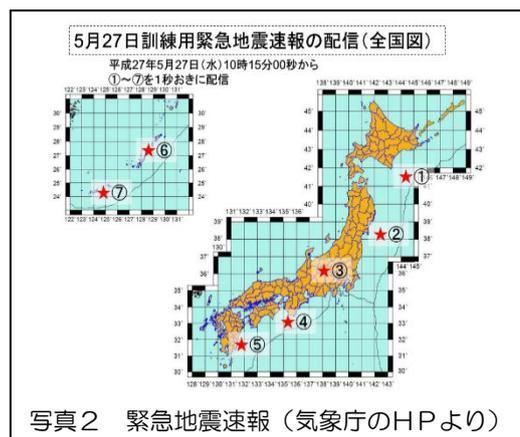
「なるほどね」と思考の手助けとなる教材。

これらの教材を開発することはもちろん、最も効果的な出合い方を工夫することで生徒の知的好奇心がくすぐられていく。それが、生徒の主体的に学ぼうとする姿勢につながっていくと考える。

**魅力的な教材の開発**とともに、**出合いの場の設定の工夫**に取り組んでいく。

また、**理科の学びと科学技術や生活との結びつきを意識する教材**も考える。これは「科学への夢」を育む手だてとなる。先端技術や生活の中の科学を教材化し、探究する実践を増やしたい。ただし、探究の対象としての教材化が難しい場合もあるので、密度とオイルフェンス・海洋深層水のように、どのように応用されているのかを考えたり、学習内容と技術との関連を解説したりする展開も、この手だてに含める。例えば、1年生の地震の学習では「緊急地震速報」を取り上げる。(写真2)

「緊急地震速報」は今や当たり前の存在になっており、愛知県という場所柄、東海地震を想定した避難訓練も毎年行われている。しかし、多くの生徒はそのしくみを理解していない。中には地震予知と混同している生徒もいる。そこで、2次元に簡略化した図で、太平洋沖で発生した地震を想定し、震源から観測地点までの距離、西尾市までの距離、S波・P波の速さから、緊急地震速報の何秒後に主要動が起こるのかを計算してみる。すると、震源の位置により、速報が間に合わない場合もあることも分かる。



### <手だて③ 科学する心を育てる環境づくり>

#### (ア) 科学の心を育む環境整備

住宅地の中の学校であるため、自然豊富ではないが、少ないながらも校内の自然環境の整備をしていきたい。学習指導要領の内容との関連が薄く授業では扱えないが、生徒に伝えたい「最先端の科学技術」「生活の中の科学」「自然の壮大さや精巧さ」「科学のおもしろさ」はたくさんある。それを、理科室の廊下の展示・掲示で伝えることで、「科学への夢」を育みたい。

#### (イ) 科学部の活性化とサイエンスショー

科学部では部員それぞれがテーマをもち、科学実験や地域の自然観察を行っている。個人追究のレポートの中で優秀なものは外部のコンテストなどに応募していきたいと考えている。その内容を校内で発表する場を設け、活動を広めていきたい。また、科学を気軽に楽しむ機会として、科学部によるサイエンスショーも行っていく。

#### (ウ) 教師の研修組織

「科学が好きな生徒」を育てるためには、私たち教師一人一人が授業力を高めるとともに、組織的に本研究に取り組みなければならない。そのために、次の方針で教師の研修会を行っている。

理科部の教員は、1年に1度は提案性のある授業研究会を開くことにしている。授業者はもちろん、他の教師も教材や指導案の検討や授業後の協議とともに学び合う。協議会は、実際の生徒の言動や振り返りをもとに、教材や授業展開、発問等の有効性が検証される。その際に大切にしていることは、単発で終わる授業展開ではなく、持続可能な取り組みを考えていくということである。

1年間の計画と実践を評価し、次の計画を立てる研修会を行っている。その成果を論文にまとめ、本プログラムに応募している。そこでも「持続可能な取り組み」を大切にしている。私たちの研修・研究の体制が持続しなければ、学校をあげて生徒を育てることはできない。だから、無理だと感じた計画は潔く方針転換していこうと思う。

#### (3) 手だての有効性と検証方法

授業における各手だての有効性は、授業記録や行動観察、生徒の振り返りから検証する。

次に、年間を通じた探究の積み重ねの有効性は、以下の方法で検証する。各学級で「科学が好きな生徒像に近づけたい生徒」1名、「(既に科学が好きな生徒で)さらに好きにしたい生徒」1名を抽出生とする。抽出生の活動の様子を録音して授業記録に起こし、抽出生のワークシートや振り返りを記録していく。これらの抽出生の記録を継続的に分析することで、探究の積み重ねによる育ちをとらえたい。

Ⅲ 2015年度の教育実践

1 全員参加の授業で考える楽しさを味わう理科の授業実践

(1) 3年 『エネルギーの七変化を追究しよう -エネルギーの保存と変換-』 の実践

	生徒の活動	手だて
つかむ	<p>エネルギーってなんだろう？どんな種類があるのかな？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エタノールを使った紙コップロケットで、化学変化（燃焼）により紙コップを運動させるエネルギーが生じることに気づく。</li> <li>さまざまなエネルギーについて調べ学習をする。</li> </ul>	<p>エネルギーに興味を抱く教材と出合う。</p>
	<p>エネルギーを上手に利用して生活していくために、学ぼう</p>	<p>個での追究に耐える基礎知識、技能を習得</p>
深める	<p>エネルギーの性質について追究しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既習内容である斜面やふりこの実験をエネルギーの観点から見つめ直し、力学的エネルギーが保存されることを見出す。</li> <li>さまざまなエネルギーが電気エネルギーに変換され、日常生活に利用されていることを知る。</li> </ul>	<p>自分の手で発電することで実感を伴う理解をする。</p> <p>ヒントカードなどを用意し、全員が個で追究できる場を設ける。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>風力発電用モーターを使って自力で電子オルゴールを鳴らせることで、発電の仕組みを実感する。</li> <li>さまざまな電化製品により、電気エネルギーがどのような変換をするか知る。</li> <li>白熱電球、蛍光灯電球、LED電球のエネルギー変換効率について考える。</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギーの変換について考える。</li> </ul>	<p>「本当に？」と疑問を抱く教材と出合</p> <p>学習形態の工夫（個→小グループ→全体）</p>
生かす	<p>エネルギーの変換を利用しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ペルチェ素子（熱E-電気E）、LED（光E-電気E）、圧電素子（力学的E-電気E）などを使って、どんな利用の仕方があるか未来に思いをはせる。</li> </ul>	<p>チャレンジタイム</p> <p>生活と科学を結び付ける。</p>

この単元は力と運動、仕事について学んだあとに学習していく。生徒にとって物理分野は得手不得手が分かれるところである。そこで、生徒各々で考えを構築できるように、まずエネルギーについての基礎基本を学び、そこから探究の場へとうつることにした。探究の中で、小グループ、全体での意見の交流を設け、考えを深化させていく。また、考えを構築できず困っている生徒に対しては教師との対話・朱書きはもちろん、小グループ、全体の間での交流を通し支援を行う。学びに対する意欲を継続してもらってほしいからである。単元の中に実感をともなった理解を助ける教材を配置したり、生活と科学を結び付けるためのチャレンジタイムも設けたりしている。

抽出生Aは実験や観察が好きで、気づきも素晴らしいものがある。しかし、考えを深めたり、言葉での表現を少し苦手としている。意見を交流、深化させる場でも活躍し、探究の主体となれるよ

う願っている。この後、抽出生Aがどう変化していくかを追っていくこととする。

### ①エネルギーって何だろう？（つかむ段階）

導入では空き缶とペットボトル、そしてエタノールを使ったロケットを演示した。（写真3）空き缶の中でエタノールが燃焼し、上に被せた紙コップが音とともにロケットのように打ちあがる。ここで「紙コップロケットの推進力は何だろうか？」と尋ねると、生徒からはエタノールの爆発だという答えが返ってきた。なぜ爆発すると紙コップが飛んでいくのだろうか？ここからエネルギーという概念に入っていく。まず、エネルギーが仕事をする能力であり、物体を動かしたり、変形させたり、壊したりする能力であることを押さえた。その上で、



空き缶の中ではどんなことがおこったかをそれぞれ考えるように伝えた。個でそれぞれ考えたことを小グループで共有し、意見の交流をした後、全体で意見をまとめていった。資料1は全体での話し合いの場の様子である。小グループでの話し合いで自分の意見を認められたAが全体の場でも発言をした。Aの意見に付け足す形でS2が「空気が動いて」と、Aが気づいていなかった空気について発言した。「ん？」とわからない顔をしていたAだが、真剣にS2の話を聞いていた。この話し合いの後、Aは理科日記（資料2）に「…化学エネルギーによって熱エネルギーができて、それが空気を動かしたってわかった。S2はすごい。…、もっとちゃんと考えてわかるようにしたい。でも、いろいろなこと（1年生の既習事項）も考えないといけないから難しい。」と書いていた。「…もっとちゃんと考えて…」と書いていることから、今後の学習に対して意欲をもっていることがわかる。また、「…いろいろなことも…」という言葉から、自らの考えが浅いことを実感し、より深化させていきたいという思いが伝わってくる。

- T では、考えたことを教えてください。  
S1 化学エネルギーが運動エネルギーになったと思います。  
A つけたして、アルコールが燃焼して化学変化がおこっているから、化学エネルギーが生まれたんだと思います。  
S2 僕は、それにだけじゃなくて熱エネルギーもおこっていると思います。缶が熱くなってたし…。あと、熱エネルギーで空気が動いて、それでコップが跳んだのだと思います。  
A (???)  
T もう少しくわしく教えてくれる？  
S2 1年生の頃に、気体は温度が上がるとすごい勢いで動いて聞いたから…。

#### 資料1 空き缶の中では何がおこっているのだろうか？（全体での話し合いの様子）

自分で考えたことわかった。化学エネルギーによって熱エネルギーができて、それが空気を動かしたことがわかった。杉浦はすごい。びっくりした。もっとちゃんと考えてわかるようにしたい。  
でも、いろいろなことを考えなきゃいかんから難しいかも。

#### 資料2 (Aの理科日記)

## ②エネルギーについてくわしく調べていこう（深める段階）

ふかめる段階では、まず台車が斜面をおりる運動について、エネルギーの概念を使って理解する場を設けた。目に見えないエネルギーを理解するには、頭の中で考えを整理し、ことばに直すことが必要である。以前に時間をかけて実験し学んだ斜面を滑る落ちる台車の運動を取り上げることで、全員が同じ土台に立って考えることができ、考えの共有化もしやすかった。その後、ふりこの学習にうつっていき、力学的エネルギーの保存について学んでいった。

次に、生活をする上で無くてはならないエネルギーである電気エネルギーを取り上げた。微量であれば電気エネルギーは簡単に生み出すことができる。風力発電用モーターの軸を指先の力で回すだけで、電子オルゴールの音が鳴るのである。モーターとオルゴールだけなので、容易に一人一実験ができた。その中で、音ではなく曲として聞きたいと考える生徒が出てきた。連続して発電するために考え、ロープを使ったり、紙製の羽をつけたりするなどの工夫をしていた。手回し発電機も良いのだが、実際にモーターだけで電気エネルギーを生み出していることを実感するには良い教材であった。その後、生み出した電気エネルギーを、日常で使う電化製品がどう変換しているかを考えていった。

単元の半ばに、3種類の電球が電気エネルギーをどのくらい効率よく光エネルギーに変換しているかを追究する場を設定した。自分の家で白熱電球、蛍光灯電球、LED電球のどれを使いたいかを聞くと、どの生徒もLED電球と答えた。しかし、それがなぜなのかを聞くと、何となく、長持ちする、環境に良いなど、日常生活の中で耳にする程度の理由しか出てこなかった。Aが「うちは蛍光灯の電球を使っていた。きっとLEDに変えた方が良いんだよな。」とつぶやいていたので、生徒全体にLEDと蛍光灯型の違いについても聞いてみると、はっきりした意見は出てこなかった。



日常生活で当たり前利用するものだからこそ、根拠をもって選択できるようになってほしいと思う。そこで、3種類の電球を比較するし、生徒それぞれが自分なりの意見をレポートとしてまとめることにした（個で考える場の設定）。生徒には電球の何を調べていくかをまず考えさせた。最初に出てきたのは、消費電力であった。その次に、電気料金、電球の表面温度が出てきた。明るさという視点はなかなか出てこなかった。まだ生徒だけで、調べる上での視点を全てあげさせるのは難しいので、教師から支援をした。その後、40Wの白熱電球と同程度の明るさをもつLED、蛍光灯型電球を用意し、実験にうつっていった。結果として、白熱電球とLED電球の消費電力の違いは大きく、そのことに生徒は驚きを隠せなかった。ノートには「白熱電球はLED電球に比べて約9倍の電力を使っていました。その分が熱エネルギーに変わっているので、もったいない気がしました。」と書かれていた。また、電球の箱に書かれている耐久年数を見て、LED電球の40,000時間に驚いていた生徒もいた。「一日8時間つけるとして、5,000日で、1年365日だから13.6年。13年に一度電球を変えるなんて、忘れてしまいそうです。それに、その電球の種類がそんな先まで売っているかもわからないと思います。」と、その子ならではの観点から感想を書いていた生徒もいた。Aはレポートの最後に「蛍光灯はそんなに消費電力は悪くないけど、耐久年数はLEDより短いので今度変えるときはLEDが良いかなと思いました。でも、価格がその分高いので、同じぐらいなのかなとも思いました。」何とな

く世の中の風潮に流されて電球を選んでいた生徒が、電気屋で少しは根拠をもって考え、迷うことができるようになったようであった。

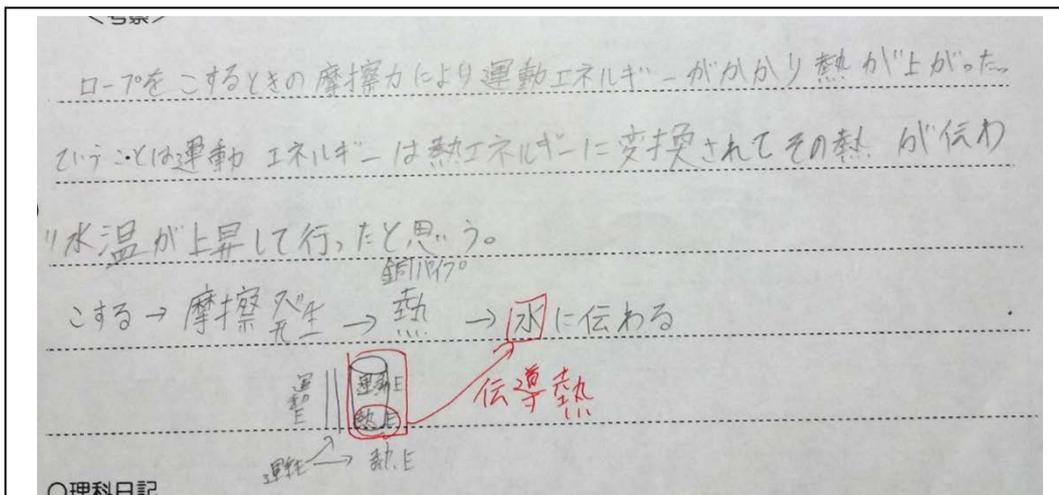
エネルギーの保存と変換、変換効率などについて学んだあと、それまでの学びを活用した探究の場を設けた。一つは銅パイプを用いた熱エネルギーへの変換についてである。もう一つは以前の論文にも書かせていただいた手作りジェットコースターを用いた力学的エネルギーの保存と速さに対する探究である。ここでは、前者についてくわしく記述していく。

1 cm 径の銅パイプの中に水を入れ、綿ロープで摩擦をすると徐々に温度が上昇する（写真5）。5分ほど一生懸命摩擦していると、湯気が出る程度まで温度は上昇する。



写真5 何℃まで上がるかな？

この教材を用いて、エネルギー変換について学んでいった。この教材のおもしろいところは、がんばり次第では水が沸騰することである。最初は、そんなに温度が上がると思っていなかった生徒たちだが、摩擦しているうちにどの生徒も夢中になってロープを引いていた。実験後、個で考えの構築をしていった。すでに学習してきた内容を使うので、どの生徒も自分の考えをノートに書くことができていた。資料3はAのノートである。最初Aは単純に運動エネルギーが熱エネルギーに



資料3 水の温度が上がった理由を考えよう（Aのノート）

なったと考えていた。そこで、「ロープが動いたから、水が熱くなったの？銅はどんな役割しているの？」と、もう少しくわしく考えるように助言をした。それを受けて、

Aは銅パイプを触ってみたり、もう一度ロープでこすってみたりしていた。その結果がこのノートである。

それをもとに、小グループで考えの交流と共有化をした。資料4はその時の話し合いの様子である。小グループでの話し合いでは、Aの意見を聞いた生徒が「ああ、そうか。…」とうなずき、Aの意見を受けて、自分の考えを再構築していることがわかる。そして、何となくわかったつもりでいたことを、Aの意見を受けてよりくわしく説明しようとしている。その後、全体での話し合いの場を設けた。Aはこちらでも意見を堂々と発表し、他の生徒から認められていた。また、他の生徒の「銅は熱伝導率が良いから、すぐく温まりやすい。…」という意見を聞き、挙手をし、熱伝導率について説明を求める場面もあった。これまで、Aは他の生徒の意見につけたしをして自分の意見を述べたことはあったが、今回のように、わからない言葉に対して質問をするようなことはなかつ

た。他者の意見も聞き、自分の意見に取り入れようとする姿勢がうかがわれる。

司会 それでは、自分の意見をそれぞれ話してってください。S3から。  
S3 摩擦したから運動エネルギーができて、それが水に伝わって熱エネルギーになった。  
S4 いっしょで、運動エネルギーが熱エネルギーになった。  
A いっしょだけど、摩擦された銅パイプが熱エネルギーをもって、それが伝わったんだと思う。  
司会 ああ、そうか。銅が熱くなってたもんね。熱伝導だね。  
S3 そうそう。板を押さえてたら、すごい銅パイプが熱くなってた。  
A そうだ。伝導熱だ。その熱が水に伝わって、67.8℃まで上がったんだと思う。

#### 資料4 水の温度が上がった理由を考えよう（小グループでの話し合いの様子）

その後の手作りジェットコースターの探究でも、Aは何度もビー玉を転がし、他者と意見を交流させ、自分の考えを深化しようとしていた。この授業の後でAは「…難しきて、でも考えていると何かが出てきて、でも書いていると忘れちゃったりして、何を書いているかわからなくなる。」と理科日記に書いていた。気になったのでAと話をすると、良い解決方法を教えてくれた。一人だとわからなくなるが、隣の生徒とそのことを話しながらだと、考えがまとまるそうだ。一人だけで探究することは目標だが、少し難易度が高い問題の場合は、小グループで話しながら考えをまとめていくことも良い手だてなのかもしれないと思った。

### ③チャレンジ！発明家になろう！（生かす段階）

最後に、ペルチェ素子や圧電素子、撮像素子などを自由に利用できるとしたら、どんなものを作りたいか設計図を考えることにした。「道路に圧電素子を敷き詰めて、車が走ることで電気ができるようにする。」「ペルチェ素子を使った涼しいTシャツ」「圧電素子を使って、電流を流すと形が変わる金属の椅子」などを考えた生徒がいた。可能不可能かは別にして、自由な発想をしておもしろいものが多かった。それを小グループで発表し合うと「でも、それ（道路に圧電素子）ってお金がいっぱいかかるよね。」とか「Tシャツの中は涼しいけど、周囲の人は暑くなるから、友達減るんじゃないの。」など、冷静に意見を述べていた。

この学習を通して半導体に興味をもった生徒がいた。中学校理科では半導体について、くわしく学ぶことはないが、今の社会を支える科学技術である。本単元の学びを通して、このような生徒が出てきてくれたことをうれしく感じる。

## （2）1年 『植物を？（はてな）の目で見つめよう —植物のつくりとはたらき—』の実践

生徒は植物の栽培とそれにもなう学習を小学校1年生の頃から継続的に取り組んできている。本単元はそれらの発展となる学びである。まず、植物を科学的に探究することへの興味・関心を喚起することから始める。さらに、見慣れているはずの植物の特徴を意外に把握していないことを認識させたり、さまざまな植物を観察に基づいて論理的に追究したりする。そうすることで、植物に対する新たな見方や考え方を獲得できると考える。それにより、身のまわりの植物の世界を科学的に観て、自然から学ぼうとする科学する心を育ててほしいと願い単元を構想した。

抽出生Bは最初のアンケートで理科が好きだと答えている。授業中の挙手も多く、とても意欲的に学んでいると言える。しかし、他の生徒と同様に植物をはじめとする自然に対するアンテナは高い方ではないようである。本単元を通して、自然から学べるようになってほしいと思う。

	生徒の活動	手だて
つかむ	<p>学校内で植物探検をしよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運動場、校舎裏、プール横に行き、雑草と呼ばれる植物に触れる。</li> <li>その後、図鑑を使って春の草花採集リレーを行う。</li> <li>植物をヒトはどう利用しているか調べる。</li> </ul>	<p>図鑑を頼りに植物を探すことで、観察の精度をあげる。</p>
ふかめる	<p>花のつくりとはたらきを追究しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>いろいろな花のつくりの分解や観察、モデル作成などを通して、それらの共通点から花のつくりとはたらき（種子をつくる生殖器官である）を学ぶ。</li> </ul>	<p>ヒトカードを用意し、全員が個で追究できる場を設ける。</p>
	<p>葉・根・茎のつくりを調べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>いろいろな植物の茎や根の観察を行い、つくりの特徴を見いだす。</li> <li>種子植物の仲間分けについて学ぶ。</li> </ul>	<p>個での追究に耐える基礎知識、技能を習得する。</p>
	<p>葉・根・茎のはたらきを追究しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>根・茎のはたらきについて学ぶ。</li> <li>葉のはたらきについて、実験を通して追究する。</li> </ul> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>アジサイの実験を行い、蒸散について定量的に調べる。</li> <li>ジャガイモ、オオカナダモの実験から植物の葉では光合成が行われ、デンプンがつくられていることを知る。また、その際の気体の出入りについても調べる。 →光合成がどの場所で行われているか、コリウスを使い追究する。</li> <li>植物の二酸化炭素の吸収と環境問題を関連させて考える。</li> </ul> </div>	<p>4種類のコリウスを用いることで、学びを実感する。</p> <p>学習形態の工夫(小グループ→個→全体)</p> <p>トヨタの人口光合成の話を出し、生活と科学を結び付ける。</p>
生かす	<p>植物の興味深い生態を調べてみよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生徒の疑問をそれぞれが追究する。</li> </ul> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>食虫植物はなぜ日陰で生きているのだろうか？</li> <li>サボテンの葉と茎はどこだろう？</li> </ul> </div>	<p>チャレンジタイム</p>

### ①ただの雑草ではないんですよ!? (つかむ段階)

足元に生えている雑草の名前を生徒が気にすることは少ない。だが、それぞれの植物には特徴があり、それにふさわしい名前をもっている。そのことに気づいてほしいと願い、導入で春の草花採集リレーを行った。これは「カラスノエンドウ、キュウリグサ、スズメノカタビラ、ホトケノザ、ツメクサ、ハコベ」の6種類の植物を、図鑑を片手に小グループで協力し採集してくるというものである。写真7はこの草花採集リレーで用いた書籍『春の野の花』（愛知みどりの会発行）である。薄いが、西三河地区にある学校に生えている雑草をよくのっている。

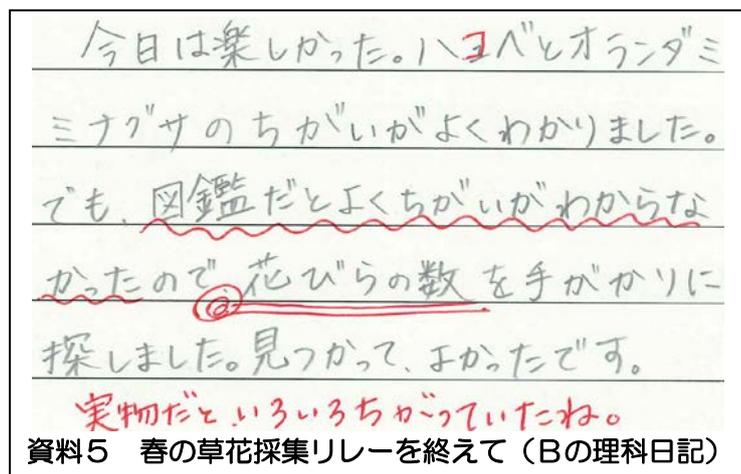
中学校に入ってすぐの理科の授業であり、小グループでの活動もはじめてになる。楽しく、しかも植物を細か



写真7 春の草花採集リレー

いところまで観察できるようになり、うってつけの教材であった。

例えば、カラスノエンドウにはスズメノエンドウとカスマグサというよく似ている植物がある。その違いを図鑑で確認をしておかなければ、その次の仲間にリレーのバトンが続かなくなってしまう。この6種類の中で見つけるのが最も難しいのがハコベであった。ほとんどの小グループがハコベではなくオランダミミナグサを持って来ていた。この2種類の植物は現物を見るとまったく違うのだが、図鑑の写真ではわかりづらい。いざ探してみるとなかなかハコベを見つけることはできない。図鑑をよく読み、現物をしっかり観察した小グループだけがそれを見つかることができる。



資料5はこの授業の最後に書いたBの理科日記である。「…図鑑 (の写真) だとちがいがよくわからなかったので、花びらの数を手がかりに探しました。…」と書かれているように、Bのグループは花びらの数を手がかりにしていたが、他のグループには毛が生えているかどうかを決め手に探していたところもある。この学習を通して、普段はなかなか目にとめることのない雑草の特徴に注目することができたようであった。

この授業の数日後、Aを含めた生徒たちが次のようなことを話していた。「登校している途中で、あっ、これカラスノエンドウより小さいからスズメノエンドウかなあとか思っちゃうんだ。」「わかる。オランダミミナグサとか、すごい苦労したからすぐにわかるよね。」「今だったら、すぐに採りにいけるよ、先生。」

## ②植物のつくりとはたらきをくわしく調べよう (深める段階)

植物のつくりを花、茎、根、葉の4つに分けてそれぞれのつくりとはたらきを調べていく。最も生徒が良く目にするつくりが花である。そこで、まず花から学習を始める。

複数の花を用意して、つくりの共通点を調べていくことにした。用意した花はアブラナ、ツツジ、アリストロメリア、エンドウの4種類である。アブラナ、ツツジの観察、分解を行い、一般的な花のつくりはめしべ・おしべ・花弁・がくとなっていることを学んだあと、アリストロメリアとエンドウの花を渡す。アリストロメリアのがくは花弁と同じような形をしており、Bは最初、花弁が6枚で、がくが0枚であると考えていた。エンドウの花については、花弁の形がそれぞれ少し違うが5枚あり、その外側にあるのががく、内側にあるのがおしべとめしべだと考えた。このように個で考えた後、小グループで話し合いをもった。

小グループでの話し合いでは、がくが無い花があるかどうか焦点となった。Bは「植物はいろいろあるから無くてもおかしくない」という意見であったが、同じグループのS5は「がくにも何か役割があるから無いとおかしい」と譲らなかった。そこで、今度は分解せずに観察をしてみるように伝え、再度アリストロメリアを渡した。すると、S5は花弁の付き方が二重になっていることに気づいた。Bもそのことを確認したが、それでもがくは無いという考えを変えることはなかった。全体で意見を出し合う場でも、決め手がなく決着がつかなかった。ここで、生徒の思考を助ける教

材として花の模型（写真8：愛知教育大学堀教授よりいただいたもの）作成を行うことにした。ストローにめしべ・おしべ・花弁・がくの順番に貼り付け、くるくると回していくと花が完成する。小グループが4人なのでアブラナだけでなく、ツツジ・アサガオ・タンポポをそれぞれ作り、それらの共通点を探すことにした。すると、生徒たちは自然に花のつくりの順番に目を向けるようになった。Bもこれを受けて、S5の考えを受け入れアリストロメリアの一番外側の3枚のがくではないかと考えるようになった。いったん構築された考えを変えることは

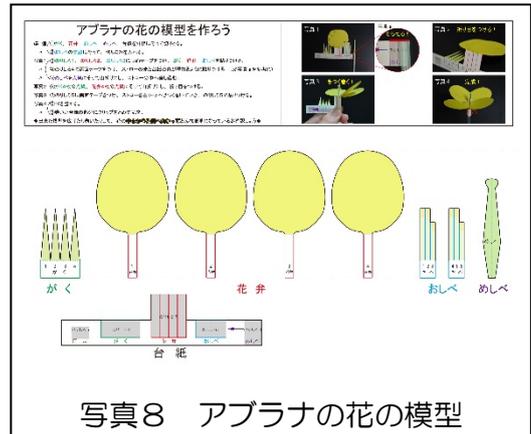


写真8 アブラナの花の模型

は難しいが、今回は花の模型づくりという考えを助ける教材があったため、Bはスムーズに考えを修正することができた。ただ、今回の活動では、小グループを取り入れることのマイナス面を感じられた。影響力の強い生徒の意見が通ってしまい、小グループの時点で意見がつぶされてしまうことである。これは今後の課題である。

花のつくりとはたらきを学んだあと、同様に根・茎・葉のつくりとはたらきについて具体物を用いて実験・観察をし、追究を進めた。そして、葉のはたらきのおわりの部分で光合成をする場所について考えていくことにした。

利用するのはコリウスという植物である（写真9）。コリウスの葉をよく見ると緑、白、赤紫、ピンクの部分があることがわかる。光合成は緑色の葉緑体



写真9 いろいろなコリウス

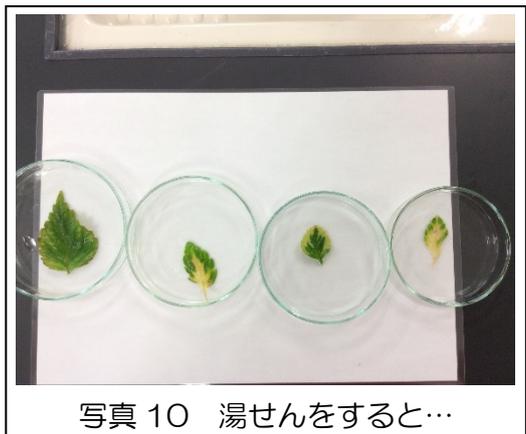
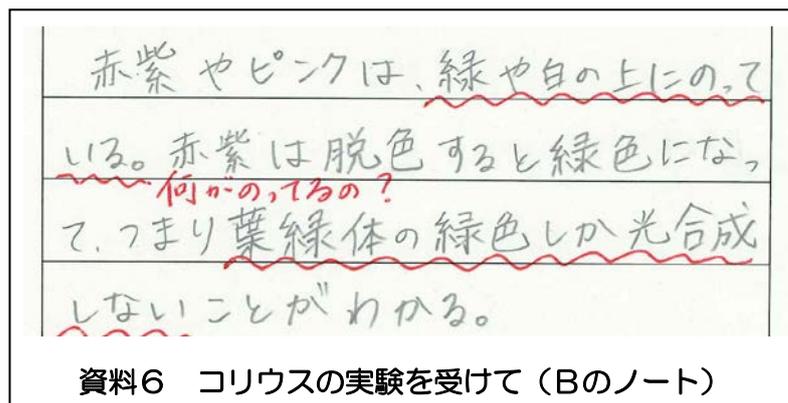


写真10 湯せんをすると…

のある部分で行われていることを学んだ生徒に、これを見せ「どの部分で光合成をしているか」と尋ねると、ほとんどの生徒は緑色の部分であると考えた。一部、赤色（赤紫、ピンクも含める）の部分にも、葉緑体ではないが何か光合成をする色素があると答えた生徒もいた。Bは後者に当てはまる。Bのノートの予想欄には「葉赤体（ようせきたい）」みたいなものがあると書かれていた。

その仮説を確かめるために実験を行った。デンプンがあるかどうかをヨウ素液で確かめるため、湯せんをし、アルコールで脱色をしていく生徒たち。今回は結果が色という受け取り方に個人差があるもので出てくるため、班に一台 iPad を用意し写真を撮っていくことにした。写真10はコリウスを湯せんした後のものを生徒が撮影したものである。緑と白の部分はそのままの色であるが、赤紫は緑に、ピンクは白になっていることがわかる。生徒もこれには驚きの声をあげていた。結果としては、緑と赤紫の部分が光合成をしており、白とピンクの部分は光合成をしていないことがわかった。資料6はBのノートの一部である。「つまり葉緑体の緑色しか光合成しない」という記述からも、予想時に考えていた「葉赤体」はないことを理解していることがわかる。この考えをもとに、

Bは全体での話し合いに臨んだ。話し合いの場で、Bは自信をもって自分の意見を発言していた。ただ、小グループによっては、色の違いがはっきりと出ず、あいまいな結果になってしまったところもあった。それをもとにした考察を述べていた生徒もいたため、一時間ではクラスとしての結論を出すことができなかった。生徒からもう一度晴れの日に実験



をしてみたいという意見も出てきた。そのため、次時に再度実験を行い、それぞれの小グループで納得のいく結論がでるまで時間をかけることにした。

別の日に探究を再開した。Bは全体の話し合いの後、「…S6が言っていた緑+赤=赤紫で、白+ピンク=ピンクというのが一番わかりやすかったです。今までぱーっと(=漠然と)見てきた植物の色にもいろいろな科学が隠れていると思いました。」と、理科日記に書いていた。身近な自然に目を向ける感性が育ちつつあることが感じられる。これからのBの成長が楽しみである。

今回使用したiPadだが、昨年度から理科や社会、保健体育などで使う機会が増えてきた(写真11)。まだ班に一つ程度しか用意できないが、今回のような音声言語や文字言語ではなかなか伝えられないことを写真という形で表現するには良いツールである。また、データを瞬時に電子黒板に写すこともできるため、さまざまな場面で活用できると考える。



### ③チャレンジ！植物の興味深い生態を調べよう(生かす段階)

最後に、チャレンジタイムとしてオープンエンドな探究を行うことにした。追究テーマ例としては、「ダイコンは根を食べているのかな?」「種のある野菜とない野菜はどちらがうんだろうか?」「ラッカセイの網模様はなんだろう?」などの野菜に関わるものが多くあった。また、食虫植物やサボテンなどは生徒にとって少し不思議な生態をもつ植物についてのテーマもあった。Bはサボテンについて調べていた。家で育てており、濃いピンクの花が咲いた。種子植物なのはわかるが、これが双子葉類か単子葉類かがわからないというのが動機である。これまで目には入っていても素通りをしていた植物に目を向け、不思議を感じるができるようになったことをうれしく思う。

### (3) その他の実践

#### ①2年『天気予報はどう生活に生かされているのだろうか?』

コンビニエンスストアやスーパーマーケットではウェザー・マーチャンダイジング(お天気マーケティング)の活用が以前から行われている。ヒトの購買意欲は気温や天気などに左右されるからである。例えば、コンビニおでんがよく売れるのは真冬ではなく9~10月の気温が少しづつ下がり始

める頃だそうである。このように、天気予報は生徒の目から見えない部分ではあるが生活に密着して使われている。これを取り上げて、一日コンビニエンスストア店長になったつもりで、商品の仕入れを考えてみる。また、実際にコンビニエンスストアを経営されている保護者の方から支障のないデータを話していただき、それを分析した。これにより、生徒は天気予報が農業や漁業などだけでなく、小売業など商売全体に関わっていることを実感したようであった。

### ②3年『再生医療にチャレンジしよう』

蒲郡市にある再生医療の会社の方に来ていただき、今年度も一時間授業をしていただくことになっている。昨年度はただ話をさせていただきただけであったが、今年度は事前に教員と会社の方で打ち合わせを行い、少し体験も取り入れるようになった。しかし、打ち合わせや授業の進捗などの関係で今年度は9月の実施となるため、本実践に詳しい内容を記述することはできない。来年度の論文で述べたいと考えている。

### ③3年総合的な学習『西尾市の環境 ー社会貢献学習ー』

本校では、3年生の総合的な学習の時間に「社会貢献学習」を行っている。図1の鶴中研究構想図にある『考えよう これからの社会、自分の生き方』にあたる部分である。我がふるさと西尾の今と未来に、これからを支える中

- 西尾の福祉に貢献しよう（福祉茶会・生涯スポーツなど）
  - 西尾市の交通安全に貢献しよう
  - グローバルな視点で西尾を見てみよう
  - 西尾の環境を考えよう
  - これからの残したい西尾の歴史を保存しよう など
- 資料7 社会貢献学習テーマ**

学生がどう関わっていくかを考え、できることを実践していくものである。生徒はテーマを選び、それぞれ自分で何をしたいかを考え行動していく。資料7はそのテーマの一部である。この中の一つとして、今年度から西尾の環境を考える講座を設けた。

生徒からは、水環境（河川・海）の浄化やごみのリサイクル問題、里山の保全などいろいろ学びたいことや実践してみたいことが出てきた。

西尾市いきものふれあいの里（写真12）に行き里山保全について話を聞き、保全活動の一部を行わせていただいていた。秋にも活動をする計画がある。また、矢作川浄水センターで水環境について学んだり、トヨタエコプラタウンに行き、次世代の環境技術を実際に目で見て、低炭素社会に向かえるよう西尾の未来を考えたりする予定である。



写真12 いきものふれあいの里

これらの実践以外にも1年の地震の単元の最後に「緊急地震速報」を使った探究の場を設けるなど、日頃から全員参加の授業で科学する心を育む取り組みを行ってきた。

## 2 科学が好きな生徒を育む環境整備

### (1) 科学の心を育む環境整備

本校は周りを住宅地に囲まれており、自然豊かな場所であるとは言えない。しかし、新しく木々を植樹したり、花壇の植え替えや手入れを頻繁に行ったりして、生徒が自然から学べる環境を整え

てきた。また、毎年夏にはゴーヤやアサガオなどによる緑のカーテン（写真 13）を育てている。アスファルトの照り返しや外部の空気が直接教室に入ってくるのがなく、1階に教室をもつ3年生の生徒は植物のすばらしさとありがたさを実感している。動物に関してはダンゴムシなどの土の中の生き物やバッタやセミなどが見られるくらいであるが、先日、部活動で早朝に登校した生徒がセミの脱皮を観察していた。少し薄暗い中で、真っ白な脱皮したばかりのセミをしゃがんでじっと見つめていたのである。授業でも普段の生活でも、少しでも自然を感じられるような学校環境を今後



写真 13 鶴中の環境

も整備していきたいと考えている。もちろん、理科室前の展示ブースにも力を入れており、授業中には取り上げることができないけれど科学の楽しさを味わえるような教材の展示を心がけている。

## （2）科学部の活性化とサイエンスショー

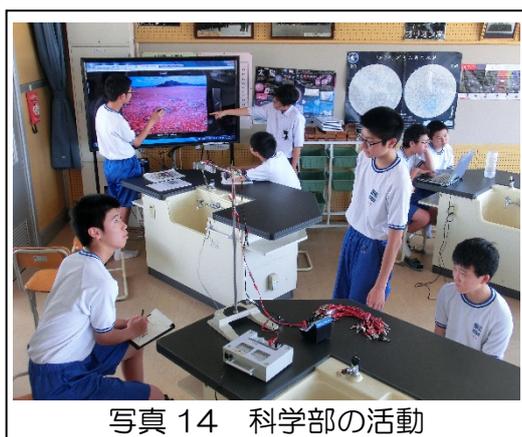


写真 14 科学部の活動

科学部によるサイエンスショー（7月）は今年も好評であった。白衣を着た教授を中心に、部員たちが科学のおもしろさを全校に広めようと、台本をつくりがんでいた。

それだけでなく、それぞれがテーマを持ち、探究に取り組んでいる。（写真 14）もちろん一人では追究しきれない部分があるので、定期的に部内で意見交流会を開き自分の追究を客観的にとらえる場を設けている。そして、個人追究のレポートの中で優秀なものは外部のコンテストなどに応募している。

## （3）教員の研修組織

「全員参加の授業で未来を生きる力を育む」を目標に学校全体として授業研究会や自主勉強会を開いている。資料 8 で示したものは、ある授業研究会での資料の一部である。本校だけでなく愛知県全体で若手の教員が増えている。資料 8 の内容は基本的なことではあるが、基本的なことこそ大事である。教員が教えるプロとしての高い意識をもって、授業に取り組めるように研修に取り組んでいる。

- ①導入でねらいをはっきりさせる。
- ②発問をくり返さない。
- ③発言をくり返さない。すぐに反応しない。
- ④「他に」と言わない。
- ⑤話し合いの場が膠着したら「わからないところを教えて」。
- ⑥ネームマグネットを利用する。
- ⑦机間指導は「ねらい」を決めて。
- ⑧話し合いの停滞したグループに入る。
- ⑨個への指示は、細かく、何回も。
- ⑩その日の授業成果をつかむ。

資料 8 全員参加の授業で学びを楽しむために

それを受けて、理科部としても1年に1度は提案性のある授業研究会を開いている。今年度は「視点をもたせるための手だて」について、考え授業実践を行っている。

## IV 2015年度の教育実践の成果と課題

### 1 「科学が好きな生徒」にせまるために各手だての検証

各手だての検証に入る前に述べさせていただかなければならないことがある。昨年度の論文に書かせていただいた教育計画とのずれである。前述した通り、本年度学校全体としての研究を見直していくことになり、理科部もそれを受けて研究の方向性が変わり、科学が好きな生徒像や研究構想図なども違いが見て取れる。そのため、これまで記述させていただいた教育実践が、昨年度の計画とずれてしまっており、行っていない実践がある。その点については考慮をお願いしたい。

#### (1) 手だて① 全員で考え、全員でかかわり合う問題解決型の単元構想について

○単元の中に**個で考える場を十分に保障**するとともに、生徒に対して**観る視点・考える視点**を明確に示してから探究へと入っていくことにした。また、個での探究に耐えうる基礎基本の徹底も意識してきた。

##### 生徒Aの場合

導入のアルコールロケット、その後の斜面やふりこを使った問題解決の過程で、個で考える場を十分に保障してから話し合いに入っていた。単元半ばの白熱電球、蛍光灯型電球、LED電球の比較をし、自分なりの選択基準をもつための探究では、個での活動を中心に行った。それにより、電球の交換に関心をもったり、消費電力と耐久時間を比較して考えたりするようになった。その後も、個で考える場を積み重ねることで、Aは考えをまとめ、それを自らの力で深められるようになってきた。

##### 生徒Bの場合

花のつくりの学びにおいて個で考える時間を十分に設けた。4種類の花と模型プリントを一人一つずつ用意することで、Bも1年生なりに自分の考えをもつことができた。これにより、その後の小グループでの話し合いが活発化し、追究も深まっていた。

○**学習形態の工夫**を行った。これは、考えの深化と理科を不得手としている生徒の意欲の継続化を狙っている。全員参加の授業を考える上で重要な手だてとなると考えている。

##### 生徒Aの場合

つかむ段階で、Aは小グループで自分自身の考えに自信をもち、全体でも意見を発表することができている。また、そこでのかかわり合いによって、自分の足りない部分を自覚した。その上で、学習を進めてきた。銅パイプの実験では、教師の支援はあったものの自らの考えを深めることができたと考える。また、自分の意見を認められる経験を積み重ねることで、探究の主体として学びに取り組むようになった。これまで全体の場での質問をしてこなかったAがわからないことをわからないと発言したことからもわかる。

##### 生徒Bの場合

前述した花のつくりの学習でBは小グループでのかかわり合いにおいて、自らの考えを客観的にとらえ最終的に修正することができた。考えの深化につながっていくと考える。

学習形態の工夫については、課題も見つかった。大きくは次の二点である。一点目は、小グループでの話し合いにおいて個の意見がつぶれてしまうことがある。二点目は、生徒の聞くスキルが足りないため、他者の意見が生徒の科学する心を通り過ぎてしまうことがある。

○**チャレンジタイム**の実施を行った。学習を積み重ねることで成長した一人一人が、自分自身の問題意識をもって探究する。これにより、生徒主導の授業となり、学びの達成感や満足感を味わえると考えた。生徒A、Bはともにチャレンジタイムに取り組み、自分で疑問に思ったことを探究する経験をした。身の回りに目を向け、これまでは気づけなかった不思議を感じられるようになったようではあるが、生徒が探究の主体となるためにもっと有効的な取り組み方があったように思う。これは課題の一つである。

以上のことから、全員で考え、全員でかかわり合う問題解決型の単元を構想することで、生徒の思考を大切にされ、生徒自身が主体的に問題解決に取り組むことができたと考える。これを積み重ねていくことで「科学が好きな生徒」を育てるのではないかと思う。しかし、まだ課題は残されていることもわかった。

## (2) 手だて② 教材教具の開発と出合いの場の工夫について

### 生徒Aの場合

導入でのアルコールロケットとの出会いによって、もっと考えたい、わかりたいと興味関心をもって単元に取り組むことができた。また、銅パイプの実験では、Bは夢中になって実験を行っており、その後の考えの構築にも粘り強く取り組んだ。残念ながら、沸騰まではいかなかったが、他の班の結果を聞くともっとやりたかったと、つぶやいていた。魅力ある教材により、生徒が主体的に学習に取り組もうとしていることがわかる。

### 生徒Bの場合

導入での植物採集リレーは、生徒の意欲を掻き立てるとともに、注意深く植物を観察をする目を養うのに有効であったように思う。また、花の模型を用いることで、中心からめしべ・おしべ・花弁・がくの順番に花のつくりがなっていることがわかった。学びを確かにする教材として有効であった。コリウスについては、生徒が主体的に探究するための教材として有効であった。

理科の学びと科学技術や生活との結びつきを意識する教材2年「ウェザー・マーチャンダイジング」は生徒の意欲化をはかることにもつながった。これらの教材については、今年度はなかなか開発・改良が足りなかったように感じる。今後の課題である。

以上のことから、今年度行った教材の開発と出合いの場の工夫により生徒が探究の主体となるためには有効であったと考える。ただし、理科の有用性を感じられることについては不十分であった。

## (3) 手だて③ 科学の心を育む環境整備について

今年度は理科室前の展示ブースだけでなく、校内の自然環境の充実にも力を入れてきた。自然を増やすことで、直接的に生徒に大きな影響を与えたかと言われるとまだわからない。しかし、少しでも自然から学ぶ環境をこれからも作っていきたい。

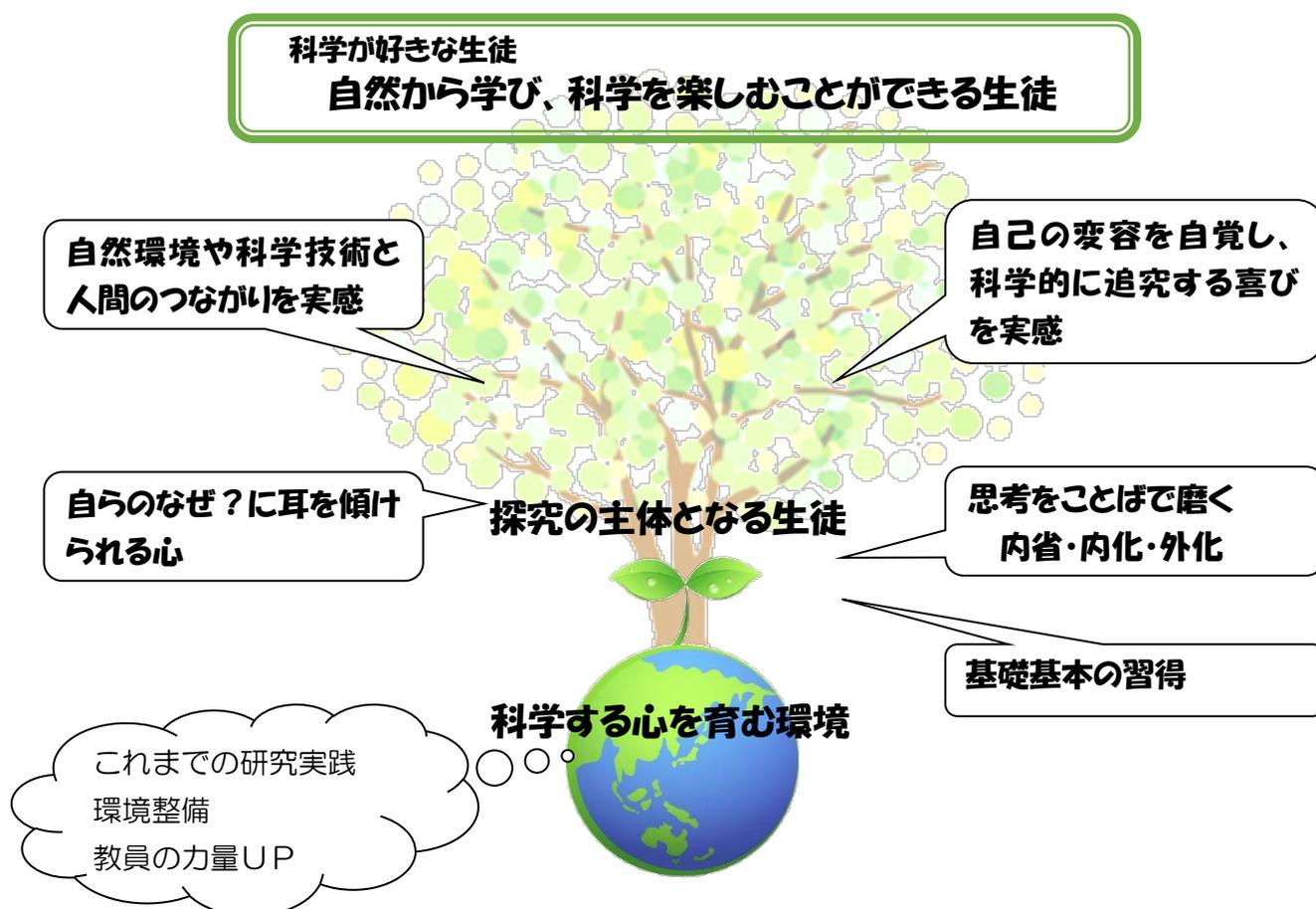
毎年恒例の科学部のサイエンスショーは全校生徒が楽しみにしている。今年は、「みんなに科学の楽しさを知ってほしい」という思いから、少し演出も加えていた。部員たちが科学に携わる者として、科学する心を伝えてくれたように思う。

教師集団の力量アップのための研修は理科部だけでなく全教員で行っている。また、生徒・保護

者からの教員評価も毎年行われており、理科の授業が「楽しい・まあ楽しい」と答えた生徒は、どの学年も80%前後であった。8割の生徒が楽しいと思っていることはプラスに受け止め、今後は残り2割の生徒が学びを楽しめる授業を展開するために、力量向上に向けた研修を重ねていきたいと考える。

## V 2016年度の教育計画

### 1 研究の構想



資料9 2016年度の研究構想図

2015年度は2009年度から継続してきた研究を土壌に、学校全体の研究の見直しという新たな風を受けて、「探究の主体」と「科学への夢」をキーワードに科学が好きな生徒を育もうと教育実践に取り組んできた。2016年度からは、本年度の研究実践を受け、目の前の生徒をもう一度見つめ直し新たに3年計画で科学が好きな生徒の育む研究実践に取り組んでいきたい。資料9は2016年度の研究構想図である。科学が好きな生徒を「自然から学び、科学を楽しむことができる生徒」とし、その姿を実現するために、育てていきたい力を5つあげた。科学する心の芽吹きはすでにこれまでの研究実践でなされている。その芽を大樹に育てるために、2016年度の研究の計画と具体的な手だてを、次のように考えている。

## 2 研究の計画

### (1) 自然事象・現象から？（はてな）を見つけ出す生徒を育むために

生徒の心からの「なぜ？」にはとても強い力がある。その「自らのなぜ？に耳を傾けられる心」育むとともに、現代社会で生きている私たちは**自然環境や科学技術と人間のつながりを実感**する必要がある。

心からの「なぜ？」を抱かせるために**魅力ある教材の開発と出合いの工夫**が必要になってくる。合わせて、**科学を体験する環境整備**を行い、生徒それぞれがもっている科学的な概念の幅を広げることも必要である。

魅力ある教材は生徒を引きつけ、その力は出合いの演出によってより効果的になる。これまでの研究実践と同様に具体的な手だての一つとして、継続して研究していく。また、これまでの実践で開発された教材教具をもう一度見直して、より理解を助けたり、追究意欲を掻き立てたりするものに改良をしていきたい。もちろん、自然環境や科学技術と人間のつながりを実感できる教材も開発していく。

#### <魅力ある教材・教具の工夫>

1年 物質と密度	○プラスチックはおもしろい 5種類のプラスチック（塩ビ・PET・PE・PP・PS）の欠片を使って、プラスチックの性質について学ぶ。水・塩水・50%エタノールに浮くものと沈むものを確かめたり、製品に使われているプラスチックの仲間わけをしたりする。
1年 地層	○地層からふるさとの歴史を学ぼう 三河湾に浮かぶ西尾市佐久島ではとてもきれいな地層が見られる。この地層の堆積具合から、西尾の歴史を学ぶ。
2年 電流と磁界	○電気の世界を追究しよう 詳細は後述 2016年度の研究実践（案）にて。
2年 動物 セキツイ動物	○セキツイ動物のからだのつくりを学ぼう 犬山市にあるモンキーセンターの出張授業を利用し、サルなどの骨を実際に触りながら学習をする。
3年 天体	○神の目で宇宙を調べよう ICT や視聴覚教材を使い、時間軸・空間軸を自由に変化させることで、生徒の理解を助ける。
3年 イオンと電池	○身近なもので電池を作っちゃおう 被災現場で最近使われている水につけるだけで電流をおこすことができるマグライトを作ることを目標に学習を進めていく。その中で果物電池、備長炭電池、11円電池を作成し、イオンと電子の概念を身につける。

### (2) 主体的に問題解決をしようとする心とその方法をもつ生徒を育むために

自然から学び、科学を楽しむことができる生徒と育むためには、生徒が主体的に問題解決しようとする“心”をもっていることと、問題を解決する“方法”を知っていることが必要である。そのために大切にしていきたいのが、「わかった!」「できた!」「やってみてよかった!」と感じられる授業づくりを行い、主体的に科学しようとする心に火をつけることである。探究しようとする“心”

から思いさえすれば、問題を解決する“方法”を身につけることは容易であると考え。これを実現するために、「基礎基本の習得」を土台に、「思考をことばで磨く～内省・内化・外化～」ことが必要である。そして、「自己の変容を自覚し、科学的に追究する喜びを実感」できるように具体的な手だてを考え実践していく。しかし、すべてを一度に行うことはできない。生徒の実態を加味して、次のような具体的な手だてを考えている。

### ①基礎基本を習得するには、単位が大事！

基礎基本は考えを構築するための土台となるものである。多くの**理科的な単語や概念、技術を身につける**ことが大切であるが、2016年度は**単位の修得を徹底**したいと考えている。特に1年生で学習する速さ  $[m/s]$ 、力  $[N]$ 、圧力  $[N/m^2]$ 、密度  $[g/m^3]$  は、これからの学びを支える大切なものとなる。公式と単位の「 $/$ =毎」と関連も、出てくるたびに確認をしておく。場合によっては、長さや面積、体積、時間などの小学校で学んできた単位とその換算などもおさえておきたい。



写真 15 真剣なまなざし

### ②思考をことばで磨くには、見通しをもった情報収集と、考えを文章で書き表す体験が必要！

同じものを見ていても、注目している視点がによって得られる情報の質も量が変わってしまう。2015年度の実践でも記述したが、**視点をもって探究に取り組む**ことは非常に重要である。それが見通しにつながっていく。1時間の授業の中で、生徒がテーマに沿って何を調べるべきか考え、見通しをもって問題解決に取り組んでいく姿が目標である。3年間でそこまでの成長ができるように、今後も観察・実験する視点を考えたり、見通しをもって問題解決をしたりする経験を生徒が積み重ねられるように支援していきたい。

また、**得られた情報とそこから考えたことを文章で書き表していく経験**を積み重ねたい。自分の考えを文字で書き表すことで、考えを整理し構築できるようになっていくであろう。そして、自らの考えが他者から認められことで、考えることを楽しく感じられるようになっていくと考える。つまり、思考をことばで磨くためのファーストステップが考えを書き表すことであるとしたら、セカンドステップは他者に自らの考えを伝えることになる。これまでの実践で、伝えるための手だてとして有効であったのは、**学習形態の工夫**である。これも継続して研究していく。

### ③自己の変容を自覚し、科学的に追究する喜びを実感するには、自己評価すべし！

自らが成長していると感じるのはうれしいものである。**自己の成長のためには自分自身を評価する力**が必要である。自己評価することが目標ではなく、自らに自己評価力をつけることを目標としていることを意識させることから始める。具体的な方法としては、ノートへの記述となるが、ただ数字で評価をするのではなく、場合によっては、評価の根拠となることを問いかけ、自分が成長するために必要なものが意識して評価できるような工夫をしていきたい。

## 3 2016年度の研究実践案

以上のことを生かして、2016年度の研究実践案を次のように計画している。

2年「電気の世界を解き明かそう ～電流と磁界～」

本単元は2014年度の研究でも取り上げた単元である。それをもとに、生徒の思考に沿って単元

を構想し、より理科の有用性を感じられるように工夫した。

	生徒の活動	手だて
つかむ	<p><b>豆電球の中はどうなっているんだろう？</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小学校での既習事項を活用し、豆電球一つ、導線一本で明かりをつける。回路の意味と回路の作り方を学ぶ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※教材の工夫</li> <li>小学校での学習を想起させ、学習につながりをもたせる</li> </ul>
ふかめる①	<p><b>電流の正体は何だろう？</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電流とは電子という電気を帯びた小さな粒子の流れのことだと学ぶ。</li> </ul> <p><b>電流の大きさをはかろう</b></p> <p><b>電圧の大きさをはかろう</b></p> <p><b>電力について考えよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力の意味と身の回りの電化製品の消費電力について調べる。</li> </ul> <p><b>電気ポットを使って、電力量と発熱量について調べよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・3種類の電気ポットを比較し、どの電気ポットがお買い得か考える。</li> </ul> <p><b>電気抵抗とオームの法則について考えよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気抵抗の概念を抑え、電流、電圧との関係を確認する。</li> <li>・オームの法則を利用して、電気抵抗の値を出せるようにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ノートの工夫</li> <li>自己評価をすることで、変容を自覚させる。</li> <li>※基礎基本の習得知識と技能を習得し、探究の土台とする。</li> <li>※基礎基本の習得単位と求め方を徹底する</li> <li>※見通しをもって実験に取り組んだり、考えを文章で書き表したりする経験を積ませる。</li> <li>※学習形態の工夫</li> </ul>
生かす①	<p><b>電気機器の制御をしよう（合成抵抗）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・扇風機に見立てた台付きモーターと10Ωのセメント抵抗を利用し、風力調整ができるつなぎ方と合成抵抗位について考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※既習内容を活用して、主体的に問題を解決する場を設定する。</li> </ul>
ふかめる②	<p><b>電磁石のまわりの磁界を調べよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コイルの周りの磁界の性質について考える。</li> </ul> <p><b>磁界の中で電流が受ける力について考える</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁界の中の導体に流れる電流や受ける力の性質について考える。</li> </ul> <p><b>電磁誘導について考える</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コイル内部の磁界が変化することで、電磁誘導がおこるを調べる。</li> </ul> <p><b>直流・交流の性質や利点などを調べ、有効利用を考える</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンセントからは交流の電流が流れるが、電化製品によってはわざと直流の電流を用いていることを知る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ノートの工夫</li> <li>自己評価をすることで、変容を自覚させる。</li> <li>※基礎基本の習得知識と技能を習得し、探究の土台とする。</li> <li>※基礎基本の習得単位と求め方を徹底する</li> <li>※学習形態の工夫</li> </ul>
生かす②	<p><b>無接点で電流が流れるしくみを追究しよう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既習内容を生かし、電動歯ブラシなどの用いられている無接点充電のしくみを考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※教材の工夫</li> <li>理科の有用性を感じられる教材</li> </ul>

本単元は「電気の世界を解き明かそう ～電流と磁界～」は大単元であり、細かく分けると電流の性質と電流と磁界の二つの小単元に分けられる。これらの小単元を構想する際に、次の三点に気をつけて考えた。一点目は生徒の思考の流れである。二点目は基礎基本の習得をした後に、主体的

な探究の場を設定したことである。最後の三点目は、それぞれの小単元の出口に実際に使われている電化製品を教材化して設定したことである。これにより、長い単元ではあるが生徒の意欲が継続すると考える。

つかむ段階では、小学校からの学習のつながりを意識して豆電球と導線一本を使って明かりをつける活動を取り入れた。ここで、回路についての確認を行う。回路作りゲームを行い、回路を作るための知識と技能を学ぶこととする。

ふかめる①の段階では、電流、電圧、電力、発熱量と電力量、電気抵抗とオームの法則について、実験を取り入れながら学習する。ここでは、それぞれの概念や単位や電流計・電圧計などを操作する技能など基礎基本の習得を目標とする。発熱量と電力量の学習においては、3種類の電気ポットを使い、どのポットがお買い得かを考える。ここでは、主体的に問題解決をする経験を積ませたいと考えている。何か調べるか、どのような視点で実験結果から考察するかなど生徒の手で探究が行えるようにしていきたい。

生かす①の段階では、電気機器の制御について実験を通して探求していく。扇風機に見立てた台付きモーターと  $10\ \Omega$  のセメント抵抗3本を用いて、安全に風力調整ができるつなぎ方を考える(写真16)。直列、並列を合わせると抵抗のつなぎ方は6種類ある。まず、この6種類のつなぎ方を見つけ、実際に台付きモーターを回してみる必要がある。その中で、モーターの回転の様子の違いに気づき、電流の流れにくさである抵抗の合成の特徴を計算ではなく、実感として気づいてほしいと願う。その後、得られた情報を整理し、自らの考えを構築するとともにノートに言葉で表現していく時間を設ける。個の考えが構築されたら、小グループでの話し合いの場を設け、考えを伝え合うことにする。全体の話し合いの前に、小グループをクッションとして置くことで、自身をもって意見の発表ができるようになると思う。また、考えることが苦手な生徒にとっては手助けとなり、不得手の生徒にわかるように説明することで説明する側も考えを整理させることができる。最後に自己評価の時間をとる。自分自身をふり返り、+の面(できるようになったことや周囲への良い影響など)とより成長するための改善点を記入する。ここまでで、前半の小単元が終わりである。



写真16 実験の様子

ここから後半の小単元「電流と磁界」に入っていく。ふかめる②の段階では、電磁石やコイルなどを用いて電磁誘導や磁界の中で電流が受ける力について、追究していく。目に見えない電流や磁界、力をとらえなければいけないため、教材の工夫はもちろん、イメージ化などをして生徒の理解を助けていく。その後、交流と直流のちがいについても考えていく。

生かす②の段階では、電動歯ブラシやマナカやスイカなどのICカードに利用されている無接点充電について探求していく。以前と違うのは、電動歯ブラシの充電器を用いて追究をするのではなく、理科室で普通に使っているコイルや豆電球、鉄心、電源装置(直流・交流)をつかうところである(写真17)。これにより、不透明さは無くなり、生徒の理解を助けると考えた。これらを用いて、豆電球に明かりをつけ、そのしくみを考えていくことになる。生徒は電磁誘導が関わっていくことはわかるのだが、なかなか明かりをつけることができないであろう。既習内容である直流と

交流の概念を思い出し、電源装置のスイッチを交流側に倒さなければいけないからである。交流電流が流れた瞬間に豆電球の明かりはつく（写真 18）。ここから、個で考えを構築していくことになる。その後、生徒が主体的に探究できるように、学習形態の工夫や自己評価などの手だてを実施していく。



これ以外に1年生の物質3年生の天体で実践を行っていく予定である。このような授業実践を積み重ね、自然から学び、科学を楽しむことができる生徒を育てていきたい。

また、科学を体験できる環境の整備にも力を入れていきたい。

校内の自然環境の整備としては、東海地方の固有種であるシデコブシやナンジャモンジャの植樹を考えている。毎年好評な緑のカーテンの設置場所の拡大や教室できのこや野菜、もしくはハーブなどの植物を育成するなどの計画も考えている。もちろん、科学部の活性化とサイエンスショーは継続・発展していこうと考えている。

## VI おわりに

「何もしなければ、道に迷わないけれど、

何もしなければ、石になってしまう。」

ラジオから流れてきたこの言葉が心に留まった。亜久 悠さんの言葉である。教育に携わっている者として、心にしみる言葉だった。

これまでの鶴城中学校の研究を引き継ごうとソニー論文を書いてみたが、自分たちを冷静に振り返るよい機会だったと思う。この論文応募にかかわったことで、自分自身を振り返り、現状に満足することなく、努力し続ける姿勢の大切さに改めて気づくことができた。このような機会を設けてくださったソニー教育財団の方々に感謝である。

【執筆者】鶴城中学校 理科部・研究推進部

【研究代表】河井 恭子