

2016年度（平成28年度）

# ソニー子ども科学教育プログラム応募論文

## 「科学が好きな子どもを育てる」

～「なぜ」を大切に、感性・創造性・主体性の育成～

## 「どうしても解き明かしたい！」

導入と問い直しの工夫により、子どもが主体的に活動し、  
自然の神秘と科学の有用性を実感する科学教育を目ざして



豊川市立西部中学校

校 長 鈴木 康孔

P T A 会長 星野 良博

# 目次

はじめに	1
1 私たちが考える「科学が好きな子ども」	1
2 「科学が好きな子ども」を育てるために	2
3 科学が好きな子どもを育てる実践	5
(1) 目標を達成するために、仮説から実験を考え、科学の有用性を実感する子ども 【2016年度3年生4月実践「ジョージを倒せ」より】	5
(2) よりよい方法を導き出すために、主体的に取り組み、科学の有用性を実感する子ども 【2016年度2年生6月実践「怪盗アルミニウム」より】	10
(3) 体験から自然の巧みな仕組みを知り、自然の神秘を実感することで感性を育てる子ども 【2016年度1年生6月実践「植物の底力」より】	14
(4) 考えることの楽しさを保護者に知ってもらおう(授業参観アンケートより)	18
(5) 科学の活用から創造性を引き出すためのチャレンジ	19
(6) 子どもの「知りたい」という思いにに答える	19
4 教育実践の成果と課題	20
(1) 成果	20
(2) 課題	20
5 今後の教育計画	21
(1) 2学期の実践について	21
(2) 今後の手だての見直し	24
(3) 新たに挑戦したい取り組みについて	24
おわりに	25

## はじめに

本校のある豊川市西部は、国分寺や国分尼寺もある歴史ある街である。姫街道と東海道が交わる場所でもあり、御油の松並木をはじめ、古くからこの土地で暮らす人が多くいる。そのためか、三世代そろっている家庭も多く、教育に対して熱心である。

しかしながら、教育に対して熱心なあまり、知識偏重な考えをもつ生徒もいる。これまでの理科授業を振り返っても、教科書に書かれていることを実験と講義中心に履修させることが多く、子どもの思いや考えをもとにした問題解決的な学習を組むことが少なかったように思う。

本来、理科の授業は、本年度の貴プログラムの主題である、『「なぜ」を大切に、感性・創造性・主体性の育成』を行うことにより、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が大切である。理科の授業で、どれだけ「不思議」を感じさせるのか。あるいは、どれだけ「どうしても達成したい」と感じさせるのか。その思いを達成させるために、自分の手で実験を繰り返させ、データを蓄積させ、そのデータから結論を導き出させるのか。これらの科学的な思考判断や操作を繰り返すうちに、自然の神秘や科学の有用性を実感するのであろう。

もう一度、本校の理科教育を見直し、知識だけではなく、子どもに科学することの楽しさを味わわせたいと願い、本年度より研究に取り組み始めることにした。まだまだ研究初めの段階であり、理論や実践には乏しい面が多々あるが、これまでの4か月を振り返り、助言をいただく中で、研究の方向性を考えたいと思い、応募を決意した。

## 1 私たちが考える「科学が好きな子ども」

私たちは、自然の中で生きている。

自然には、長い年月をかけて育んできた絶妙なバランスがある。私たちは、自然から生きていくために必要なエネルギーを受けてきた。そして、私たちに必要がないものは他の生物に必要なものとして取り込まれ、再び私たちに必要なものに変化する。こうして、すべての生物が結びつきながら、生きてきた。

自然には、一定の原理や原則がある。私たちは、自然の素材を利用して便利な生活をつくりあげてきた。私たちが生み出し、利用しているさまざまな道具は、自然の法則に従ってはたらく。こうして、自然の法則を上手にコントロールしながら、文明を発達させてきた。

そんな自然には、人間では生み出せないようなエネルギーが隠れている。私たちでは生み出せない色や形がある。ときに、私たちは自然がつくり出す風景に心動かされ、自然の中にいることに喜びを感じる。私たちは自然から離れられないのである。私たちにとって、こういった「自然の神秘」を実感することはとても大切である。

私たちは、自然に迫りたいと願い、科学を発展させてきた。自然の事物や現象をとらえ、データを蓄積し、これを系統的にまとめてきた。ここから導き出した法則を利用し、科学技術を発展させてきた。便利な暮らし、命を支える技術、自然を守る仕組みなど、さまざまな科学技術によって、人間は発展を遂げてきた。私たちにとって、こういった「科学の有用性」を実感することはとても大切である。

私たちは、中学校3年間のうちに、子どもに「自然の神秘」と「科学の有用性」を実感させたい。中学校3年間で「自然の神秘」を実感できた子どもは、さらに自然の真の姿に迫りたいと願うであろう。そして、自然を大切にするような生活を考え行動を始めるであろう。「科学の有用性」を実感した子どもは、さらに科学が発展することを願うであろう。そして、より便利な生活を考え行動を始めるであろう。

私たちは、「自然の神秘」や「科学の有用性」を子どもに実感させることが、理科教育の本質の部分であると考えている。

これらのことは、ユネスコが提唱する「持続可能な教育」にも関わる大切な部分である。持続可能なよりよい社会をみざし、私たちがどのような思いや考えをもって科学技術を発展させるのか。自然の中で、どのように私たちは生きていくべきなのか。「自然の神秘」や「科学の有用性」といった理科教育の本質を実感できるからこそ、「科学は奥深く、楽しいもの」となるのである。これこそが、私たちが育てたい「科学が好きな子ども」である。

## 2 「科学が好きな子ども」を育てるために

私たちは、「科学が好きな子ども」を育てるために2つの柱を大切にすることにした。

一つ目の柱は、「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感できる素材の教材化である。

理科の学習で「自然の神秘」を実感することにより、身の回りの自然に目が向くようになる。身の回りの自然についてさらに深く知りたくなる。身の回りの自然を大切にすることが育つ。

理科の学習で「科学の有用性」を実感することにより、自然の法則に目が向くようになる。さまざまな現象についてさらに深く解析したくなる。系統的にまとめた法則を利用する意欲が育つ。

これらの経験の積み重ねが、「科学が好きな子ども」を育てる原動力となる。私たちは、「自然の神秘」と「科学の有用性」といった理科教育の本質と「物理・化学・生物・地学」という4領域のかかわりを次のように整理することにした。

	自然の神秘	科学の有用性
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>・自然の現象の美しさや迫力、スケールの大きさを知る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験データ収集と考察より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、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>

これらの視点を大切にしながら、単元を構成する素材を発掘することで、子どもに「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感させることにした。

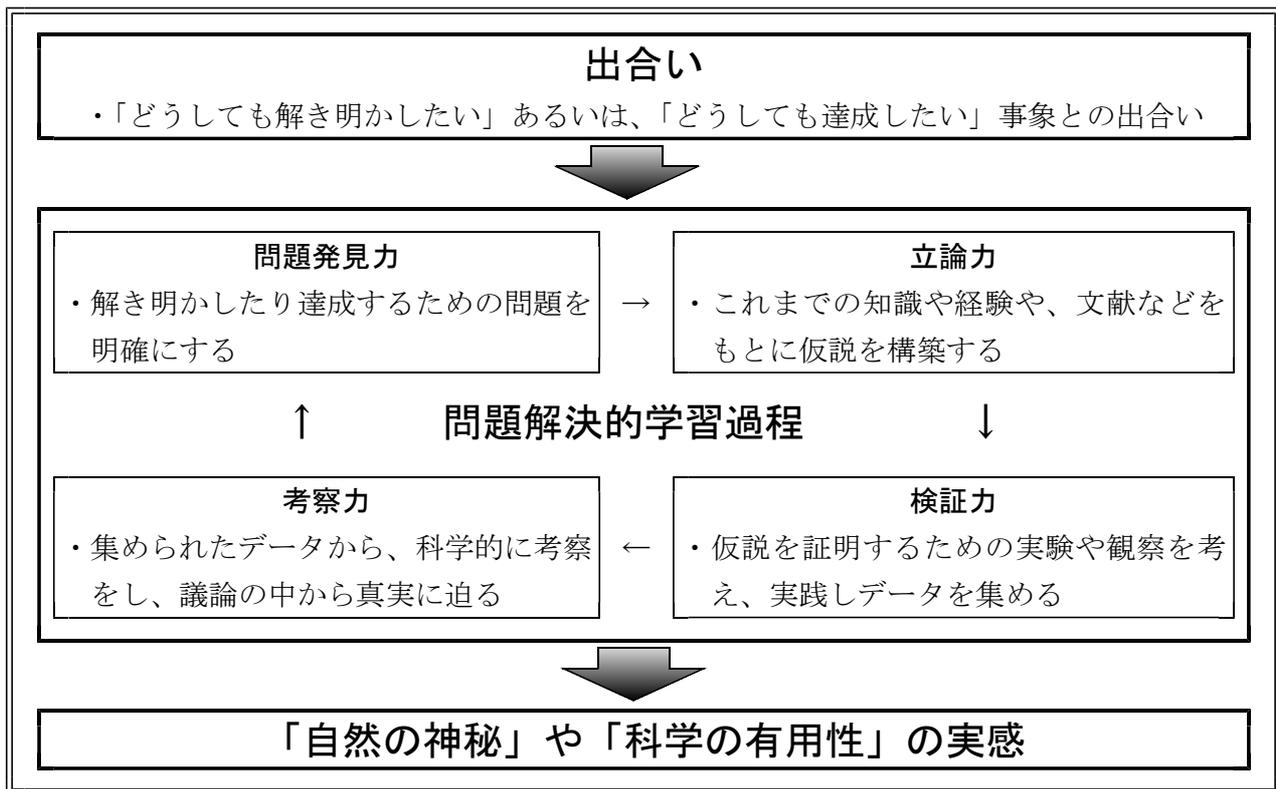
二つ目の柱は、「問題解決的な学習」を中心とすることである。

知識として教え込むだけでは、子どもに「自然の神秘」や、「科学の有用性」を実感させることができない。実感するためには、子どもに「どうしても知りたい」、「どうしても達成したい」という明確な目的意識をもたせ、自らの手で解き明かす経験をさせることが大切である。「生きる力」とか、「アクティブラーニング」という言葉で示される部分である。

知識偏重の傾向が強い子どもは、すぐに「正解は何ですか」と聞いてくる。しかし、社会に出れば、多様な価値観や考え方があり、さまざまな事象や価値観を多くの視点からみんなで出し合い、議論し、最善の方法を導くことが大切になる。社会を生きていくうえで、教科書はないのである。そのためには、「問題を発見する力」、「自分なりに仮説を立論する力」、「仮説の正しさを証明するための検証を行う力」、「検証の結果から科学的に考察する力」が大切になる。

子どもに、この4つの力をつけさせるためには、中学校3年間の理科の授業で「問題解決的な学習過程」による授業の経験を積み重ねさせることが大切になる。

4つの力と、「自然の神秘」や「科学の有用性」とのかかわりを、次のように考える。



ここで大切なことは、

- ①「出合いにおける演出」
  - ②「問題解決における教師のはたらきかけ」
- の2点である。この2点について、以下のようにまとめる。

### ①出合いにおける演出

身のまわりの事物や現象を、素材のまま子どもに出合わせても、子どもは不思議と感じるだけで、問題としてとらえられない。私たちは、素材を発掘し、教材化し、子どもに出合わせる。そして、不思議を見つけ出したり、不思議を問題に育てたり、新たな見方や考え方を得て生活に広げたりする。

まず、扱う素材については、各学年の子どもの発達段階を考える。1年生では、手に取って実験や観察ができるものを中心に扱う。2年生では、手に取って扱えるものに加え、抽象的なものも取り入れる。そして、それまでの学習によって科学的に問題を解決する力を育んできた3年生では、手に取って扱えなくても、データや経験をもとに結論を導き出せるものを扱う。この際、扱う素材については、以下の5つの視点のいずれかあるいは複数の視点により単元を構成できる素材を選定する。

- ・自然の大きさや、仕組みの巧みさ、自然の原理や原則を感じられるもの
- ・自然の正と負の両面に迫るもの
- ・自然とともに生きていくと感られるもの
- ・人間が自然を利用してきた知恵に気づくことができるもの
- ・今後発達が望まれる最新の科学技術に関するもの

さらに、これらの事象にただ出合わせても、問題は生み出せない。私たちは、これらの視点に

より発掘した素材を、次のような視点で加工し、子どもに出合わせる。

- ・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
- ・体験する中で諸感覚を使うようにする
- ・事物や現象の一部を注目できるように強調する

こうして作られた教材に出合うことで、子どもは「どうしても解き明かしたい」であったり、「どうしても達成したい」と願ったりし、そのために何が問題なのかを考え始める。これが、問題を発見するということであると考え。

## ②問題解決における教師のはたらきかけ

子どもが、追究や意見交流を深めることをとおして「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感するためには、教師のはたらきかけが不可欠である。私たちは、授業において、以下のようなはたらきかけで子どもの思いや考えを揺さぶる。これにより、子どもは、自分の知識や経験と目の前の事象の違いに気づき、十分な説明ができないことに気づく。また、自分の思いや考えの足りなさや、実験や観察によるデータの不足などに気づき、さらに実験や観察を工夫しデータの収集を行う。

### 教師が導入や子どもの追究や意見交流を深めるために行うはたらきかけ

- ・「いつでもそうなるのか」や「本当にそうなるのか」というデータ精度に関する問い直し
- ・「その説明でみんなが納得させられるのか」や「その説明でわかりやすいのか」という意見交流に向けての問い直し
- ・子どもの知識や経験によってつくられた概念を覆す事象との出会い

この際、できる限り実物に触れて考えることで、より切実感をもたせることを大切にする。そのためには、演示や提示を行うことが必要である。私たちは、次の3つの目標をもって、演示や提示を行う。

#### <確かさを見つけ出させる>

十分な追究を行い、それまでに得た事実を科学的な根拠を示しながら仲間に伝える演示や提示。子どもは、問題の解決に向けて行ったさまざまな実験や観察の結果から導き出した結論を話し合い、問題を解決していく。

#### <足りなさを見つけ出させる>

これまでの追究の結果に対し、疑問や反論を抱かせる演示や提示。子どもはこれまでに得た知識や経験と目の前の事物や現象を比較して思考し、どうしても納得できない状況になり、新たな問題の解決に向けて追究を始める。

#### <新たな視点を見つけ出させる>

これまでの知識や経験を生活の場面に広げる演示や提示。子どもは得られた知識や経験と生活を比較し、科学技術によってどのように豊かな生活を求めるべきなのか考えたり、追究によって得た知識や経験が他の場面に生かされていないか考えたりする。そして、子どもは、新たな見方や考え方を獲得していく。

### 3 科学が好きな子どもを育てる実践

(1) 目標を達成するために、仮説から実験を考え、科学の有用性を実感する子ども

【2016年度3年生4月実践「ジョージを倒せ」より】

#### ①素材の教材化について

扱う素材は、いわゆる『モンキーハンティング』であり、一般的にも使用されている。本単元では、等速直線運動や自由落下運動についてデータを積み重ねて理論を確立したうえで、実際に的を狙い成功をさせる。これによって、「自然の仕組みの巧みさ」、「自然の原理や原則を感じられるもの」である。また、これらのことが生活で計算されたうえで利用されていることに気づくことで、「人間が自然を利用してきた知恵に気づくことができるもの」である。

教科書通りに覚えることしか学んでいない子どもには、わかりやすい素材であると考えた。そこで、今回次の観点を大切に素材を教材化することにした。



発射装置

- ①ターゲット型の授業とし、金属球の発射と同時に落下するサルの図柄を的にするうえで、試技は学級1回のみとする。(どうしても達成したい目的意識をもつ)
- ②金属球の発射装置のバレル部分を長くし、金属球の発射方向ができる限りずれることがないようにし、実際に金属球を打って見せる。(体験する中で諸感覚を使うようにする)
- ③発射装置と的の距離を5mとし、発射後すぐに金属球が的に到達することで、金属球が直進しているように感じられるようにしておく。(概念を覆す事象に出会う)
- ④的となる紙には重心が下になるようにおもりを入れておき、落下時に空気抵抗が少なくなるようにしておく。(概念を覆す事象に出会う)

#### ②教材との出会い

3年生が始まり、子どもは受験のこともあり授業に対して意欲を示していた。しかし、年度最初の授業で子どもに本年度の抱負を聞いたところ、「ちゃんと覚えなければいけない」、「板書をきれいにノートに写さなければいけない」と受け身的な発言ばかりであった。そこで、2時間目の授業で記録タイマーの構造や使い方を理解するために自分の手の動きの速さを計測して楽しんだ。そして3時間目に、本単元の導入を行った。

導入時、子どもを教師机のまわりに集め、無言のままおもむろに発射台を取り出した。それまで、教科書通りに座学としての理科の授業しか受けたことがなかった子どもは、初めてのシチュエーションに興味を示しつつも、不安そうな顔をしていた。教師は何も言わず、5m先のダンボールでできたストッパーの壁めがけて金属球を発射させた。金属球は、すさまじい音とともに、発射の直後に段ボールにめり込んだ。子どもは、目の前で起こったことに驚くとともに

に、大きな歓声を上げ、「危ないだろう」など、さまざまなことを周囲の仲間と話し始めた。  
ここで、教師は話が静まるのを待って、本單元について説明を始めた。某テレビキャラクターのサルの絵が描かれた的を見せ、装置の説明をした。

ここで、子どもにどこを狙えばよいか聞いてみた。  
すると、36人の学級が右のように分かれた。

ここで、子どもに自分の考えを自由に言ってよいと話した。ただし、人が話をしているときは真剣に聞くように促した。

- ・的の少し上：2名
- ・的を直接狙う：2名
- ・的の下端あたりを狙う：13名
- ・的の5cmぐらい下を狙う：14名
- ・的の10cmぐらい下を狙う：5名

A男：的が落ちるといことは、落ちたところで当てるために的の下を狙うしかないはずだよ。だから、5cmぐらい下でいいんじゃないのかな。  
B男：でも、今みたとおりに、球が出てからの的に当たるまではすごく短い時間だから、はっきり言ってる的を直接狙ってもほとんど落ちていないから当たると思うよ。  
C子：それはないよ。それでも少しは落ちるだろうから、的の下のところを狙えばそれでいいはずだよ。  
D男：みんな、物体の落下ってすごい速さだって知ってる？いくら軽い的でも、かなりスピードは出るから、10cmぐらい下がいいよ。  
E子：そこまで落ちないよ。さっき見た感じだと、ほんの一瞬だから、ちょうど的の下を狙うとど真ん中に当たるぐらいだと思うよ。

教師はここで、上を狙うと考えたF男に、その理由を聞き、子どもの足りなさに気づかせたいと考えた。  
すると、子どもは「拳銃のようなポップアップ機能がないだろうから、金属球も少しは下に下がるんじゃないかと思います。」と答えた。しかし、子どもはF男の金属球が下に下がるという意見にはあまり興味を示さず、その後もどれぐらい下を狙えばよいかという議論が続いた。

本時の最後に、子どもに次の授業で何を調べたいか尋ねた。すると、多くの子どもが的の落下速度を調べたいと話した。本時後の子どもの授業日記は右のとおりである。

- ・今日の授業は楽しかった。すごいパワーだった。あれだけのスピードだったら、重力は関係なくなっているはず。的の下は5cmぐらいがいいと思う。次の授業が楽しみ。(G子)
- ・F君は、上を狙うと言っていたけど、それはあり得ない。次の授業でジョージの落下速度を測ることになった。記録タイマーで測れないかもしれない。何かいい方法はないかな。(H子)
- ・今日の授業はすごく楽しかった。でも、これが教科書とどうつながっているのかとても不安。家で調べてきたいけど、どこを調べれば答えが載っているのかわからない。(I子)

### ③追究

本来は個人追究をととも考えたが、まだ追究型の問題解決学習に慣れていないので、共通の問題を解き明かすことにした。

追究の第1時は、的の落下速度を調べることにした。どのような方法で追究を進めるか聞いたところ、記録タイマーで調べるという子どもとハイスピードカメラで調べるという子どもに分かれた。それぞれにリーダーをつくり実験で確かめてみることにした。子どもは、自由にグループをつくり、あらかじめ用意しておいた複数の的を使い、落下運動の実験を行った。



落下の速度を調べる子ども

途中、落下が等速直線運動になると考えていたH子が、首をかしげていた。そこで教師が話を聞いた。H子は予想通りにならないことに対し、空気抵抗など、いろいろな理由を持ち出し

たが、どうしても説明がつかなかった。そこで、教師は「本当に等速運動ではないのか。1回だけのまぐれではないのか。何回やってもそうなるのか。」と問い直しをした。するとH子は実験を何度も繰り返した。再度教師がそのグループと対話をする、H子は、自信をもって「等速ではなくて、だんだん速くなっている運動だった」と答えた。

授業の最後10分のところで子どもを集め、次の授業で調べたいことを聞いてみた。ここではあえて本時の結果については何も確認をしなかった。次時について話を始めた子どもは、本当に金属球の軌道が直進かどうかを知りたいと話した。そこで、次時までには実験方法を考えておくように話した。そして、授業日記を書く時間を与えた。授業日記は右のようである。

- ・絶対に等速だと思ったけど加速していた。だから、落ち始めはそれほどたくさん落ちていない。短い時間だったら、狙うのは的のすぐ下のあたりでいいのではないか。(H子)
- ・今日やったことは教科書に載っている自由落下運動のことだった。まさか教科書のことをやっているとは思わなかった。(I子)

追究の第2時は、金属球が直線運動かどうかを調べることになった。そこで実験方法を考えさせることにした。子どもは、ハイスピードカメラを使うなど意見を出し合ったが、なかなかいい方法が思いつかなかった。そこで、金属球が直線運動だとすればどこに当たるべきかを考えさせてみた。すると、金属球は上に上がると考えていたF男が「バレルから直線を糸か何かでダンボールまで伸ばして、球の軌道と比べればいい」と話した。そこで、演示実験により、バレルからダンボールまでが直線になるように紙リボンを伸ばしてつけ、実験を行った。すると、金属球は紙リボンで予想した到達位置よりも下の部分でダンボールにぶつかって跳ね返った。この予想外の結果に子どもは驚いた。

ここで教師は、子どもに「今はこうなったけど、もしかしたらぶれたかもしれないからもう一度やってみよう」と促した。「もしかしたら、スピードが遅かっただけではないか。」子どもは、みんなで重心をおさえ、ぶれないようにしながら再度実験を行った。すると、さっきより金属球が勢いよく出でダンボールにめり込んだが、さっきと同様予想した位置より下に当たった。ここで教師は、実験結果の考察を書く時間を与えた。授業日記は右のようである。

- ・まさか、あんなに速い球が落ちているとは思わなかった。だから万有引力というんだ。(J子)
- ・上に上がると思っていたけど、下に下がったから、ポップアップ機能は全くないと分かった。少し残念だけど、答えには近づいた気がする。(F男)
- ・下に下がったのは、空気抵抗でスピードが落ちたからかもしれない。スピードが落ちるとどんなものでも前に進まなくなって下に落ちると思う。(A男)
- ・球も落ちているとなると、球と的のどちらが早く落ちるのが気になる。球と的の落下速度の違いを調べてみたい。(K子)

追究の第3時は、K子の授業日記を紹介することから始めた。すると子どもは、前回同様記録タイマーやハイスピードカメラを使って調べるという子どもと、実際に同時に落として床につくタイミングを見てみたいという子どもの3つの実験に分かれた。

3回目の追究となると、教師が特に問い直しをしなくても、何度も実験を繰り返して結果をメモしていた。そして、30分ほど時間がたったところで、子どもにグループに分かれて実験結果からどこを狙うかの結論をホワイトボードにまとめるように促した。子どもは、グループ

ごとに実験の結果をまとめ始めた。次の会話は、あるグループの会話の記録である。

A男：問題は、空気抵抗でどれぐらいスピードが落ちるかだと思うよ。たくさんスピードが落ちると、その分、球が下に落ちるから、下を狙わないといけないよ。  
E子：それでも、球のスピードが落ちるってことは、球が的に当たるまでの時間が長くなるのだから、結局その分、的も下に落ちるのであって、狙う場所は的に直接でいいんじゃないのかな。  
教師：今の説明よくわからないけど、どういうこと。  
E子：つまり、例えばここまで0.1秒のはずが0.3秒だったとして、球がこれだけ落ちるけど、的も0.3秒だとこれだけ落ちるから、結局同じだけ落ちてるということ。  
A男：なるほど、そういうことか。

本時を終えた子どもは、ホワイトボードに考えをまとめ、誰がどのように意見を発表するか決めた。本時については予想以上に各グループの議論が白熱したため、時間が足りなくなったので、授業日記は宿題とし、翌日の提出とした。この時の授業日記は右のとおりである。

- ・最初、みんなの言ってることがよくわからなかったけど、説明を聞いて納得できた。絶対的にを直接狙えば当たるに違いない。(A男)
- ・いよいよ、次回は本番になる。直接狙えば絶対に当たるはず。成功させたい。(F男)
- ・今は、少し自信がある。でも、もし失敗したらと思うと不安でしょうがない。(H子)

#### ④意見交流から演示実験

前時までの実験の結果をもとに、意見交流を行ったうえで、演示実験を行うことにした。

授業前から、前時に書いたホワイトボードを見ながら説明を考えていた子どもは、授業が始まり、教師が発言したい人に挙手をさせると、勢い良く手を上げた。教師は、授業を「金属球の等速直線運動に関する意見」と、「的の自由落下運動に関する意見」、「空気抵抗に関する意見」について板書をまとめることにした。

I男：僕は、的を直接狙えばいいと思う。球が飛んでいる時間はすごく短いので、時間では的もほとんど下には落ちていない。そうすれば、直接的を狙っても当たるはず。  
D男：僕も、的を直接狙えばいいと思う。はじめ、的は等速で落ちると思っていましたが、(記録タイマーの結果を提示しながら)実験をすると、このようにだんだん距離が長くなっていました。つまり速くなっていることがわかりました。それで、他の重さでもいろいろ調べてみたら、どんな重さでも同じように速くなっていました。つまり、的が落ちる長さも、球が落ちる長さも同じだから、結局直接狙えばいいと思う。  
C子：でも、空気抵抗があるから、球の速度は実は少しずつ落ちていて的に当たらないから、ほんの少し下を狙った方がいいんじゃないのかな。  
A男：僕は、空気抵抗も考えて、遅くなったら当たる場所が落ちてしまうと思っていた。でも、この図のように、たとえ球が等速直線運動ではなくても、球がバレルを出てから、こうやって的に当たるまでにかかる時間は、的が落ちるのにかかる時間と同じだから、結局どちらも同じ速さで落ちるということは、的を直接狙えば当たるよ。

自分自身の手でも同じ実験結果を得ていたためか、このあとも、これらの意見に対し反対する子どもはおらず、少しずつ説明が詳しくなる中で意見が集約されていった。途中、教師が本当に直接狙うということで大丈夫か」と尋ねたが、子どもは、自信をもって大丈夫と答えた。ここで、「では、やってみようか」というと、少し戸惑いながらいったんざわついた。しかし、すぐにざわつきは収まった。

教師は教師机から離れ、子どもの後方から演示実験を見守ることにした。数名の男子が真っ先に教師机に来て、発射台の位置の調整を始めた。しかし、上下だけでなく、左右も合わせな

ければならないことや、発射の瞬間にぶれることがあってはいけないことに気づいた子どもは、仲間を補助をお願いした。すると、さらに数名の男子が補助に入った。残念な点は、ここで発射台で位置の調整をする女子がいなかったことである。しかし、どの子どもも、よそ事を話しているのではなく、前で演示をしようとしている男子に助言をしたり、仲間と発射の強さについて再度話をしていたりした。中には、祈るように手を合わせている子どももいた。



ねらいを定める子ども

子どもが準備をしたところで、「先生、やっていいですか」と言った。教師が「どうぞ」と言うと、自然と子どもからカウントダウンが始まった。しかし、そこから3回、カウントダウン中にずれたり、アルミ接点が外れて的が落ちたりしたため、やり直しをした。子どもは絶対に当てるという気持ちで、細かなところまでみんなで話をしながら的を狙った。

カウントダウンののち、放たれた金属球は、見事に的をとらえ、的が横になった。その瞬間、子どもから歓声が沸き上がった。自然に拍手が沸き上がり、みんな興奮した表情を見せた。教師は、子どもが十分に盛り上がっていることを確認したうえで、授業日記を書くように促した。以下が子どもの授業日記の抜粋である。

- ・すごく楽しかった。今日の話し合いは、みんな実験をしていて自信があったので、あまり混乱がなかった。でも、実際に的に当たるかどうかは、ぎりぎりまで不安だった。本当に、みんなで考えて的に当たったときは、すごくうれしかった。みんなで話し合うと、成功できることがわかった。(C子)
- ・はじめは、絶対に下を狙うと思っていた。でも、実験をしたり、みんなで話し合っているうちに、的を狙えばいいとわかった。でも、今日実際にやってみるまでは、ほんとにそうなのか自信がなかった。空気抵抗とか、筒の中の抵抗とか、球の回転とか、いろいろな意見が出て、どれも本当そうで迷った。最後に球が当たった時はすごくうれしかったし、実験をすることが大切なんだと思った。(H子)
- ・こういう授業は初めてだったので、正直すごく困った。教科書を見ても答えがなかったので、わからなかった。でも、結局は等速直線運動とか、自由落下とか、教科書に載っていることを使っていた。はじめて、教科書にあることが実際に役立ったと感じたのは初めてだった。すごく難しかったけど、最後にちゃんと的に当てられることに驚いた。(L子)

L子の授業日記を読んでも、初めてのシチュエーションに戸惑いながらも、理科で実験をすることの必要性や、理科の授業が生活に生かされることを感じることはできたようである。

また、H子の授業日記からもわかるように、データを集めて試すことでの的に当たったことから、再現性について実感ができたようである。このような意見の子どもは他にもいて、本単元をとおして、子どもは「科学の有用性」を実感することができたようである。

このように、どうしても達成したいと思うような目標を設定することや、知りたいと考えていることをタイムリーなタイミングで実験によって確かめる問題解決的な学習を行うこと、さらに教師の適切な問い直しによって、問題の解決に対し意欲を持続させるとともに、科学の有用性を実感させることができる。

(2) よりよい方法を導き出すために、主体的に取り組み、科学の有用性を実感する子ども

【2016年度2年生6月実践「怪盗アルミニウム」より】

### ①ダイナミックな実験により科学の有用性を実感するための素材の教材化

化学反応の授業は、水の電気分解や鉄の硫化など、実際に生活に結びついていることがイメージできる実験が多くはない。しかし、昔から人間は化学反応を利用することで生活を豊かにしてきた。本單元において、生活にかかわってきた化学変化について、自分たちの力で学ぶ単元を構築したいと考えた。そこで、生活にかかわる事例として化学カイロを取り上げることにした。しかし、化学カイロだけでは不十分であるし、ダイナミックさに欠けると考えたため、酸化鉄を鉄に戻す方法を考えさせるなかで、よりよい方法としてテルミット法を導き出せるようにはたらきかけ、子どもの科学的思考力を育てることにした。

教材化する際には、次の3点について配慮をした。

1点目は、マッフル炉等の特殊な装置を使用せずに子どもの手で確かめられるようにすることである。そこで、安全性も考慮し、ダイナミックかつ安全な実験になるように、教師が予備実験を行い、子どもがテルミット法にいきついた際にインパクトのある実験ができるようにした。

2点目は、子どもが数ある鉄精製技術のうちで、テルミット法で鉄を生成したいと考えられるよう、教師のはたらきかけを考えることにした。その際に、化学反応式をはじめ化学反応に関する基礎的な部分についてはそれまでの授業において身に付けておき、子どもが十分な予備調査を行えるように、支援をすることを大切にした。

3点目は、意見交流を活発にし、自分たちの手で目的意識をもって実験に取り組めるようにした。そのために、各自が調べた内容について発表の方法を工夫させ、意見交流に自信をもって臨ませるようにした。

本学年にとって、問題解決的な学習は初めての経験であるため、そのあたりも考慮して支援をすることにした。

### ②教材との出会い

化学カイロで高い温度を出したいと願い実験を繰り返した子どもに、大量にできた残りを見せ、酸化鉄と酸素を分離し、何とか鉄に戻せないかと問いかけた。

A男：鉄鉱石を鉄にするとき、石炭と混ぜて燃やすと聞いたことがあるよ。

B男：だとすれば、化学カイロはもう炭素と混ざっているから、このまま思い切り強い火で加熱すればいいんじゃないかな。

C男：それっておかしくないかな。カイロは熱をもつから、炭素と酸化鉄で鉄がつくれるなら、カイロは永遠に鉄のままなんじゃないかな。

D子：B男くんは炭素と混ざっているからもう同じといったけど、炭素と石炭って同じものなのかな。

E子：石炭と炭素は違うんじゃないかな。炭素はそんなに熱くならないし、無理じゃないかな。

意見交流をしても、なかなか答えは見つからなかった。そこで、次の授業で酸化鉄を鉄に変える方法について調べる時間を設けることを提案した。

その日の夕方、部活動に来たE子は、他学年の理科教員で部活動の顧問である教師に、相談してきた。この理科教諭も、2年生の授業計画については把握をしていたので、答えを教える

のではなく、子どもに考えさせることを大切に対話をした。

E子：先生、理科の授業で酸化鉄を鉄にすることになったんだけど、どうすればいいですか。  
顧問：どういうことかな。  
E子：酸化銅だったら、炭素と混ぜて銅にできるけど、鉄も同じようにできるのかなって授業で問題になったんです。  
顧問：あなたは、炭素でできると思うのかな。  
E子：石炭は燃料にもなるからすごく熱くなって酸素も離しそうだけど、炭素ではそこまでできないと思う。  
顧問：そうすると、炭素以外の物質で、鉄よりも酸素と仲良くなりそうなものを探してみるといいかもしれないね。  
E子：そうか、家で調べてみようかな。

このように、子どもは本単元の教材に対し、興味をもって取り組み始めたことがわかった。

### ③追究

次の時間、コンピュータ室も使えるようにし、子どもが自由に調べられるようにした。

C男は、インターネットを開き、「カイロ 再利用」と入力した。すると、真っ先に化学カイロを密閉して反応を止めることで、カイロを長持ちさせる方法を調べることができた。C男に何かわかったかと問いかけたところ、カイロは酸素と化合していることが改めてわかったから、何とか酸素を引きはがす方法を調べたいと検索ワードを変えて調べ続けた。

F子は、「酸化鉄 鉄に戻す」と入力して調べた。すると、「還元」というキーワードにたどりついた。こういった子どもはほかにもたくさんいた。E子は、教師のところにやってきて、還元について尋ねた。教師は、教科書を示しながら、酸化銅の還元反応を説明した。このとき、E子と教師のところに他の子どもも集まり、いっしょに話を聞いていた。こうして、学級中に「還元」というキーワードが広がった。

次の授業までに、子どもは鉄の還元方法を調べてきた。そして次の2つの方法があることをつきとめた。一つ目は炭素と混ぜて加熱する方法である。この方法について、子どもは、木炭と砂鉄を使うたたら法とコークスを用いる炭素還元を調べた。二つ目の方法は、テルミット法である。

十分に調べた子どもは、みんなで話し合い、どの方法であれば実験ができるのか、みんなで話し合いたいと考えた。そこで、それまでに調べたことをまとめる時間を設けたうえで、意見交流を行うことにした。

さらに、今回は意見交流でよりよい実験方法を考えやすくするため、あらかじめそれぞれの実験方法の利点と問題点を掲示して、付箋交流を行っておくことにした。子どもは、自分が調べた酸化鉄の還元方法を8つ切りの画用紙にまとめた。それを教室の前面だけでなく、側面も使い掲示した。さらに、それぞれの実験方法をあらかじめ見て、共感する点や疑問点、さらに実験上の問題点を付箋で伝え合う時間を設けた。これにより、意見交流自体の時間を短縮す



意見交流に向けて準備をする子ども

るとともに、どの方法がよいのかを話し合いによって決定することに集中できるようにした。この時間は子どもは意見を交わすことなく、黙々と自分の意見を付箋に書き、貼っていた。そして、自分の意見に貼られた付箋を見た子どもは、それに対する自分の考えを考えるなど、次の時間の意見交流に向けて準備を始めた。

#### ④よりよい方法をみんなで考えよう

付箋交流をもとにした意見交流の時間を設けた。

A男：酸化銅は、炭素と混ぜることで炭素が酸素を奪うから銅にできます。調べてみると、炭素還元法というらしく、酸化鉄でも同じことができるそうです。実際に、現代の製鉄所では、鉄鉱石は酸化鉄で、これを鉄にするときは、コークスといわれる石炭を使って鉄をつくっているそうです。

C男：A男くんの方法は僕も調べてみました。確かに、実際に鉄をつくるときはこの方法ですが、これは強熱と書いてありました。調べたら、普通の炭素ではなく、石炭を燃やして行わないとだめで、その温度は1800℃にもなるそうです。そんな温度になる実験は教室ではできないと思います。

F子：第一、石炭なんてどこにも売ってないし、手に入らないと思います。

A男：そんなことはなくて、備長炭とかをちゃんと砕いてコークスのようにすればできるのではないかな。

C男：だとしても、1800℃に耐えられるような、あんなに大きな窯がまず作れないと思います。

G男：たたら法というのがあるんですけど、調べてみたら、3日3晩窯につきっきりで火を焚いていけば、できるそうです。

E子：3日3晩も誰がついているの。

G男：みんなで学校に泊まったら楽しくないかな。

T：みんなが学校に泊まるのは無理でしょう。

E子：ならば、先生が一人で3日間頑張るのはどうかな。

T：それは嫌です。

B男：僕は、テルミット法がよいと思います。学校にはマッフル炉はないけど、インターネットを見たら、炉を使わないで実験をしている動画がありました。見てみてください。(動画を見せる)これならば、酸化鉄を鉄に変えられると思います。

H子：火柱が立っているけど、その方法では危ないんじゃないかな。

B男：動画は、実験室のようなところなので、量を少なくすればできるのではないかと思います。

意見交流を進めていくうちに、子どもはテルミットであればできるかもしれないと考え始めた。しかし、火柱が立っている動画を見たことから、学校が許してくれないのではないかという思いをもっていた。ここでH子が教師にそんな危ない実験を許してくれるのかと尋ねた。当然教師は狙い通りの反応であったため、少しどうかなというそぶりを見せた後、どうしてもみんながやってみたいのであれば、覚悟を決めてやってみようと言った。それまで、いつも危険がないように教師主導で実験を行ってきた子どもは、予想外の教師の反応に歓声を上げた。

さらに、教師は、実験によって科学の有用性を実感できるように、テルミットを調べた子どもを指名し、実験装置について説明をさせた。その中で、他の子どもから実験方法についていろいろな質問が出た。量や火柱については、動画をもとにもう一度調べてみることにした。また、下に水の入ったビーカーを置く理由なども次時まで調べてくることになった。

右は、意見交流を終えた子どもの授業日記である。また、この日、E子は部活に来ると顧問にテルミットで実験を行うことを話し、すごく楽しみだけど、少し怖いと話した。このことから、子どもが実験を楽しむにしていることがわかる。

・本当にテルミットをやることになった。楽しみな半面、危険ではないか少し怖い。(B男)

・みんないろいろな方法を調べていた。話し合うと、それぞれのよいところと問題点がいろいろわかった。みんなで話し合うことが大切だと思った。(I子)

## ⑤いざ、実験。

実験は演示とした。

テルミットの説明をしたB男に実験の役をやらせることにした。教師の白衣を渡して実験を行うように指示すると、B男は少し恥ずかしそうな表情をした。

酸化鉄、アルミニウム粉末、マグネシウムリボン用意をしておいた。子どもは、自分たちが予想した分量を量り取るなど、すべての実験を主体的に進めた。実験者が実験器具が見つからずに困っていても、普段、教師が器具をどこにしまっているのか見ている子どもが、「ここにあるよ」や「これを使えばいいんじゃないかな」と言いながら、実験準備の補助をした。それ以外の子どもも、その様子を笑顔で見つめていた。

すべての実験道具が配置され、酸化鉄やアルミ粉末もセットし、マグネシウムリボンを入れ、いよいよ点火する段階になると、子どもがざわついた。「どれぐらい離ればいいのか」「安全眼鏡をください」など、そこには主体的に活動する子どもの姿があった。

点火すると激しい火柱が立った。その瞬間、「わあ」と、歓声があがった。そして、子どもは恐る恐るピーカーの中を覗き込んだ。そこには丸く金属光沢をもった銀色の塊が落ちていた。B男がこれを取り出しみんなに見せると、子どもは物体に見入っていた。

しばらくすると、A男が「先生、磁石、磁石」と叫んだ。A男に磁石を手渡すと、A男はB男から生成物を受け取り、磁石を近づけた。磁石に生成物がくっついた途端、ふたたび歓声が上がった。さらに、子どもからは展性や延性を確認する声が上がったので、これについても確認をした。そして、授業日記の記入を行った。

授業日記を書いているとき、J男が教卓をなでていた。教師がどうしたのかと尋ねると、教卓に散らばっている細かな粉が何なのかが気になると話した。そこで教師が磁石を渡すと、粉が磁石にくっついた。以下が、この時の授業日記の内容である。



テルミット反応実験

- ・テルミット反応は、目がちかちかするほどまぶしい光が出てびっくりした。鉄ができるのがすごく短い時間で、あっという間だったので、化学変化はすごいと思った。(C男)
- ・マグネシウムリボンに火をつけると、火花や小石のようなものが飛び散るのが見えた。実験の後それが何なのかどうしても気になったので、教卓を見ていると、先生が磁石を貸してくれた。机の上の粉が磁石にくっつくのを見て、納得できた。できた物質が磁石についたので、本当に鉄に戻るなんてすごいと思った。(J男)
- ・テルミット反応がこんなにすごい反応をすることは思っていませんでした。とてもびっくりしました。理科は、こういうことがおもしろいので、いいと思いました。(K子)

授業日記の多くに、「びっくり」という言葉が使われていた。教科書通りに実験を進めていると、子どもは実験の様子を頭でわかっているため、なかなか実感をできない。さらに、結果を自分たちの力で予想したうえで、実験に臨むことも少ない。生徒の振り返りを読むと、自分たちで計画した実験を成功させたことに対するおもしろさを見出しており、科学的に思考する楽しさも感じさせることができた。さらに、実験の迫力と、生成物が身近な鉄であったことから、生活との結びつきも強く感じられ、子どもは科学の有用性を実感することができた。

(3) 体験から自然の巧みな仕組みを知り、自然の神秘を実感することで感性を育てる子ども

【2016年度1年生6月実践「植物の底力」より】

①体験から考える

本実践は、平成24年に愛知教育大学附属岡崎中学校において実践された単元を参考にし、再構成をし、実践した。

単元の初め、子どもに小学校で学んだ植物に関する知識を出し合った。その中で、ある子どもが「植物は、根から吸い上げた水で光合成している」と話した。この言葉を聞いたところから、教師が問い直しをし、子どもの意欲を強くした。

T : 根から吸い上げた水で光合成をしているというけど、本当ですか。

A子 : 植物には水をあげないといけないから、水を上げて光合成していると思います。

T : 本当ですか。

B男 : A子さんに賛成で、小学校のとき、植物は光合成していると勉強しました。

C男 : 光合成には、二酸化炭素と水がいるから、根から水を吸い上げて二酸化炭素を吸って光合成していると思います。

T : 本当に、根から吸い上げた水で光合成しているのですか。二酸化炭素と同じところから吸っているのではないですか。

D男 : 葉に気孔という穴があって、そこから二酸化炭素を吸っているけど、そこは水を出す場所だから、吸わないと思います。

T : 葉には穴があるのですか。それは本当ですか。

D男 : 教科書にこうやって書いてあるから、本当です。

T : もし、その穴があるとして、本当にその穴から吸った水で光合成をすることはしないですか。

E女 : 先生がこれだけ言っているということは、もしかしたら違うのかもしれないと思ってきました。

C男 : そんなことはないと思います。僕は、小学校のとき、葉には水をあげないで、水は根にあげるものと教えてもらいました。葉に水をあげても、光合成はできないと思います。

T : みんなは、根から吸い上げた水と、葉から吸った二酸化炭素を使って光合成をしているとっていますが、それは本当ですか。例えば、教室の外に立っている、あの木も根から水を吸って光合成しているのですか。

こう話して、窓のすぐ外の木を指さした。その木は、子どもが過ごしている3階より高く、緑色の葉を茂らせている。さらに教師が続けた。

T : みんなの意見を総合すると、あの木は、根からあの上まで水を吸い上げて、その水と葉から取り込んだ二酸化炭素で光合成をしているということですよ。つまり、光合成のために、ポンプも心臓も何もないのに水を吸い上げて使っているということですよ。

F子 : あの木も、枯れていないから、根から水を吸い上げて光合成していると思います。

G男 : 僕たちもストローで水を吸っているし、小学校のときに植物に色水を吸わせたら中に水が通っているところがあったから、根から水を吸って光合成していると思います。

T : 小学校のときに、色水を吸わせたとはいけど、本当に吸ったのかな。水ってポンプも何もなくても吸えるのかな。では、みんなには、植物に挑戦してもらいましょう。

こう話して、教師はホームセンターで購入してきた10mの透明ホースを取り出した。子どもは、何をするのか始めわからなかった。教師は子どもに、「植物がこの高さまで水を吸い上げているのであれば、みんなにもできるはずだから、1階から3階までジュースを吸い上げてみよう」と投げかけた。ジュースを吸い上げる子どもを数人決め、残りの全員を1階の教室下に連れて行った。上からホースをおろし、下の子どもがその先をジュースに入れてスタ

ートした。はじめ、ジュースは勢いよく上がっていくが、2階を越えるあたりで、なかなかジュースが上がらなくなった。下にいる子どもは、必死に3階からジュースを吸い上げている仲間を応援した。しかし、たった一人の女子を除いて、残りのだれもジュースを吸い上げることができなかった。教室に戻り、授業日記を書かせた。

- ・ジュースを吸えた。でも、すごく力いっぱいでないと思えなかった。すごく疲れた。葉っぱが本当に水を吸っているのか疑問になった。(H子)
- ・ジュースを吸うことができなかった。植物が水を吸い上げて光合成しているということが、本当かどうかわからなくなってきた。もう一度、光合成について調べてきたい。(D男)
- ・光合成には水がいると思う。でも、どうやって水を吸っているのかわからない。もしかしたら、水を吸うのは、光合成のためではなく枯れないためなのかもしれない。光合成に水が必要かどうか調べたい。(G男)

## ②自らの手で確かめることで、自然の神秘に迫る

次の時間、前回の感想を出し合ったうえで、再度、光合成について問い直した。すると、前時とは違い、光合成について自信をもって語るができなくなっていた。それでも、子どもは「教科書に書いてあるから間違いない」であったり、「小学校のとき習ったから間違いない」ということを繰り返した。

そこで、光合成についても一度板書でまとめたのち、G男の感想をとりあげた。G男の意見を聞いた子どもは、確かに光合成をしているはずだし、光合成に使われるものも、光合成でできるものも間違いはないはずだと話した。しかし、これまでの実験結果から、それが絶対であるとは言い切れないので、一つ一つの物質について実験で調べてみたいということ話し始めた。そこで教師が、水、二酸化炭素、日光、酸素、デンプンのどれでもよいので、自分で実験を考えて、光合成のはたらきを調べ、そのうえで、実験結果をみんなで出し合うことで、光合成の仕組みに迫ってはどうかと提案した。子どもは、それまでの理科の授業では教師に言われたとおりに実験をすることしか経験がなかったため、この提案に戸惑った。しかし、子どもは、教科書などを参考にしながら、実験計画を立て始めた。子どもの実験は次のようなものがあった。

A子は、水を吸うためには根が必要であることを証明したいと考えた。しかし、仲間から花屋さんで買ってくる花は、根がなくても生きていくことを指摘され戸惑った。そして、土から水を吸うためには根が必要なのではないかと考えた。そこで、次のような条件のものを2つずつ用意し、日向と日陰に置いた。そして、それぞれの植物が色水を吸えるかどうか調べた。

- ①根がない植物を色水に直接入れておく
- ②根がない植物を色水の入った土に入れる
- ③根がある植物を色水に直接入れておく
- ④根がある植物を色水の入った土に入れる

数日後、それぞれの植物の茎を切ってみると、根がない植物は土がないもののみ茎の中が赤く染まっていた。しかし、根がある植物は、土を入れたもののみ茎の中が赤く染まっていた。A子は、大喜びでこの結果を教師に知らせた。実験後、A子の授業日記には、意見交流で実験結果をみんなに知らせることが楽しみであるという内容がつづられていた。



I子は、光合成によって本当に二酸化炭素が使われるのかを確かめたいと考えた。そこで、BTBを使って二酸化炭素を消費したかどうか教科書に書かれている実験で確かめようと考えた。しかし、教科書のままでは、色が変わった原因が絶対に二酸化炭素だけであるとは言い切れないのではないかと考えた。そこで、家で水を沸騰させて中から一切の気体を蒸発させたものを用意し、その中に二酸化炭素だけを入れたものをつくった。



教師が酸性のものをいろいろと挙げたところ、食品でも使われているという理由からクエン酸を選んだ。さらに、教師に二酸化炭素以外でBTBを黄色にできるものはないかと尋ねた。そして、二酸化炭素で黄色になったBTBの入った水と、クエン酸で黄色になったBTBの入った水の両方に同量のオオカナダモを入れ、色の変化を毎日観察した。すると、クエン酸を入れたものは色の変化がなかったが、二酸化炭素を入れたものは黄色から青色に変わった。I子は、色の変化が二酸化炭素を消費したためであると確信した。

さらに数日後の天気が悪かった日、二酸化炭素を入れたものが黄色に戻っていることに気づいた。I子は、その原因について調べ始めた。

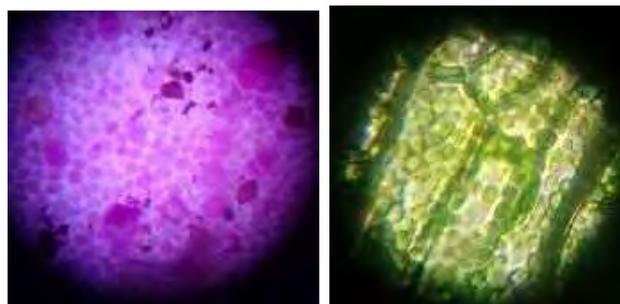
J子は、光合成は太陽光でないとできないのかを確かめたいと考えた。そこで、体育館から舞台用のスポットライトを理科室に持ち込み、その前に数日暗室に入れておいた植物を置いた。そして数日後、葉をとり、ヨウ素液でデンプンの有無を調べることにした。

教科書を読みながら、葉をとり、湯せんにかけてエタノールで葉を脱色した。すると、スポットライトに当たった葉もわずかではあるがヨウ素デンプン反応が見られた。J子は、光合成は太陽光でないとできないと考えてなかったので、この結果に驚いた。そこで教師がたまたま1枚ではないのかと問い直したところ、他の葉も調べることにした。他の葉も色が変わったことから、太陽光でなくても光合成ができることを確信した。



K子は、葉緑体の存在が光合成に不可欠であることを証明したいと考えた。そこで、白い葉と緑色の葉がある植物を用意して、葉緑体の有無から光合成を行うことができるかを調べることにした。そして、緑色の部分は光合成をしていて、白いふの部分は光合成をしていないことがわかった。

ここで、K子は緑色の部分には本当に葉緑体があるのかを調べたいと考えた。K子は、顕微鏡で葉を観察し始めた。しかし、なかなか思い通りに見ることができず、次の時間も同じ実験を繰り返した。そして、緑色の部分は確かに丸い葉緑体を見ることができた。K子は、教師に写真を撮りたいと申し出て、iPadで写真を撮影した。



小学校での色水の実験が印象深く残っていたG男は、根がなければあまり水を吸うことがないのではないかと考えた。そこで、根を取り去った植物と根をつけた植物では色水を吸う量が違うのではないかと考えた。

条件通りにセッティングしたG男は、実験結果を楽しみにした。そして、数日後、植物の茎を縦、横に切り、色水のつきかたの差を確かめた。すると、根をつけたままの植物の方が、赤い色の導管を先端まではっきりと確認することができた。ここで教師は、水を吸い上げたのは本当に光合成のためかと問い直した。G男は、光合成のために吸い上げたのかどうかを確かめるためには、同じ実験を日なたと日陰で行わなければならないと考え、実験を準備した。



そのほかの子どもも、自分の調べたい方法で実験や観察を行った。そして、その結果と結果から考えられることを8つ切りの画用紙にまとめた。そして、意見交流で自分の結果をみんなに伝えることを楽しみにした。

意見交流では、光合成で使われる物質や発生する物質ごとに自分の実験結果をもとに光合成の仕組みに迫った。特に、A子やI子のように教科書には載っていない実験を行った仲間の意見に対しては、驚きや歓声が上がった。そして、光合成のために水を吸い上げていること、二酸化炭素を使っていること、光が必要であること、デンプンがつくられることを明らかにした。

ここで、C男がビニール袋をかぶせ、二酸化炭素を満たし、日なたに置いておいた植物に火のついた線香を入れた。しかし、わずかに火が強くなったようにも見えたが、あまりはっきりと酸素の存在を見ることはできなかった。ここで、L子を指名した。L子は、ペットボトルに二酸化炭素を満たし水草を入れたものを2つ用意し、一つはスポットライトの前に、もう一つは暗室の中に置いておいた。この2つを提示して、スポットライトに当てた水草には気泡がたくさんついていて、さらに気体が集まっていることを提示した。この気体が集まっている部分に火のついた線香を入れると、火が強くなることが確認できた。子どもから歓声があがった。ここで、授業日記を書く時間をとった。

- ・実験が成功しなくて残念だった。もしかしたら時間が足りなかったのかもしれないし、途中で雨の日があったから、そのときにできた酸素が使われたのかもしれない。もう一度実験をやって、成功させたい。でも、光合成がそんなに簡単ではないこともわかった。(C男)
- ・みんなが実験を見て感心してくれた。今までは、こういう授業は受けたことがなかった。いつも先生が教えてくれたとおりに実験をしていた。それも楽しかったけど、自分で考えると本当に楽しいし、どきどきした。成功していたときは、やったと思った。これからも、こういう実験をやりたい。それから、光合成は知ってはいたけど、こうやって実験してみると改めて光合成はすごいと思った。(I子)
- ・はじめ、何をしようか思い浮かばなくて、とても困った。友達としゃべったり、先生と話したりして、何とか実験ができてよかった。先生が言っていたけど、光合成は機械とかではできないと話していた。いつも何気なく見ている植物ってすごいなと思った。(M子)

光合成は今の人間の力ではできないという教師の何気ない一言もあるが、実体験をもとに自分で実験を考え、解き明かしたことで、子どもは自然の神秘を実感することができた。また、教師が思いつかないような観点も子どもならではであり、改めて子どもの可能性を感じることができた。

#### (4)考えることの楽しさを保護者に知ってもらおう(授業参観アンケートより)

5月21日(土)、「豊川市学校の日」が市内一斉に行われ、本校は授業参観を開催した。3年3組は、それまでの授業で「ジョージを倒せ」の追究を終え、仲間で話し合うことの面白さを感じ始めていた。

授業参観では、2つのレールを用意した。1つは、坂を下ったのち、水平に鉄球が進むものである。もう1つは、坂を下ったあと、鉄球が何度も坂を上がったり下がったりするものである。どちらもスタートと終点の高さは揃えておいた。そして、どちらのレールを走る鉄球の方が早く終点にたどり着くのかを考えさせた。

教材を提示し、予想をするように話したところ、ある子どもが、レールの長さが長くなるという理由から、水平になっているものの方が早くたどり着くと予想した。これに賛成する意見が続いた中で、ある子どもが、レールとの摩擦や空気抵抗のため、鉄球の速度が遅くなるからと話した。

そこで教師は、レールを飛び出したのち、鉄球がどこに落ちるのかを演示することによって、鉄球の速さを確認させた。まず初めに、水平なレールの終点の先にフィルムケースを置き、鉄球を転がした。すると、鉄球はフィルムケースにぴったり収まった。きれいに一発でフィルムケースに収まったことで、子どもは歓声を上げた。

次に、レールが上下しているものの終点の先に、先ほどと同じ距離でフィルムケースを置いた。そして、勢いが強ければフィルムケースは超えるし、弱ければ手前に落ちることを確認し、子どもの予想を聞いた。多くの子どもは摩擦や空気抵抗を考えて手前に落ちると予想した。保護者も多くは実験の内容について近くの方と予想を話している様子であった。

教師が鉄球を転がすと、鉄球はちゃんとフィルムケースに収まった。このころになると、保護者も前で行われている演習実験に集中し始め、廊下でお話をされている姿がなくなっていた。さらに教師は、どうですかと問い直したところ、「摩擦はあまり考えなくてもよいのではないか」という意見が出た。そして、「同じ勢いだから、同時なのではないか」という意見が大半を占めた。

ここで、教師は実際に2つのレールを使い、同時に鉄球を転がして見せた。すると、鉄球は坂を上り下りするたびに水平なレールを転がる鉄球を突き放し、先に終点にたどり着いた。保護者も子どもも、沈黙の中で鉄球の行方を見守り、演習に集中していた。本時については、ここで自分の考えをノートに説明するよう促した。子どもは真剣な表情でノートに自分の考えを記した。

自分の学年のクラスではない授業であったため、保護者にとっては理科教師との出会いも初めてであった。しかし、授業を見て、保護者も教科書通りではないが話し合いによって展開される授業に対し、安心して考えることの楽しさを味わうことの大切さについて理解をいただいたようであった。

この日の保護者アンケートに書かれていたことの一部を、抜粋して掲載する。

- ・朝から息子が「理科の授業はおもしろいよ」と話してくれたので、参観に行くのが楽しみでした。子どもたちも、よく意見を交わし、とても楽しく心に残る授業でした。参観した保護者達も、どうなるのか意見を交わして、盛り上がりました。
- ・3年生は、どのクラスも真剣に授業を受けていました。特に第1理科室の授業は、黒板の前に集まってしっかり話を聞いていた。生徒たちが生き生きと活動していました。

## (5) 科学の活用から創造性を引き出すためのチャレンジ

本年度、本校は初めて「市村アイデア賞」に応募することにした。

それまで、豊川市主催のアイデア作品展については、紹介をし、自由参加とさせてきた。しかし、市村アイデアについては、過去の優秀作品なども見ることができるため、参考にできる部分が多い。また、全国賞ということもあり、子どもの意欲を喚起するにふさわしい。

夏休み前、理科の授業を用いて、市村アイデア賞の説明を行った。この際、説明の後に友達と話しながらアイデアを広げるために自由に話をする時間を設けた。自分一人ではなかなかアイデアも浮かばないが、仲間と考えることで、いろいろなアイデアを考え始めた。教師に、アイデアを話し、どうすれば実現できるのかなど相談に来る子どももいた。こういった子どもには、教師が相談にのるだけではなく、同じような考えをもっている仲間などと一緒に考えるように促すことで、互いに影響を及ぼし合えるようにした。

本年度、子どもが応募した内容の一例を以下に示す。

### ○らくらく手袋スポンジ

・手袋の指1本ずつにスポンジをつけ、コップなどのカーブに合わせることで密着度を上げている。

### ○帽子乾燥機

・野球部の子どもが、自分の帽子を乾かすために考えた。昼間のうちに太陽光発電で蓄えたエネルギーを利用して、昼間の太陽エネルギーによる汗を、昼間の太陽エネルギーで乾かすという発想。

### ○らくらく両面ふき

・学校の3階に教室があるため、外側の窓ガラスがふけないことを解消したいと考えた。マグネットと使用する素材が窓の摩擦でひっかからないように工夫することで窓を拭けるようにしたいと考えた。

### ○すっと手があく水筒カバー

・部活帰り、雨で傘をもたなくても水筒のお茶が飲めるようにした。留め具が、リュックにも傘にも取り付けられるように摩擦とばねの力を工夫した。

## (6) 子どもの「知りたい」という思いに応える

6月末、実力テストを終えた3年生の子どもから、「理科が苦手だからわかるようになりたいけど、家では実験ができないからなかなか頭に入らない」という相談があった。おそらく、1学期の実践で実験することのよさを実感できたからであると考え。しかし、授業後は部活動等もあり、なかなか実験などを行って1、2年生の復習を進めることはできない。

そこで、夏休みに理科教諭3名が協力をし、3年生対象に希望制で、理科の補強学習会を行う

ことにした。1日あたり前半後半各2講座ずつ、合計4講座を設定し、3日間で12講座を開設した。開設にあたっては、あらかじめ子どもにアンケートを行い、2年間の理科学習の中で補強をしたいものとして人気の高いものから講座を開設した。そのうえで、参加希望者については、1学期末の懇談会までに参加希望票を提出させた。急に決めた講座であるため、募集期間が5日間しかなかったが、多くの子どもが参加希望表を提出した。各講座における参加人数は、右のとおりである。

講座当日には、真剣なまなざしで授業を受け、参加した子どもは、一様に満足をした表情を見せていた。

### 希望生徒数一覧

・基礎電気講座	9名
・応用電気講座	29名
・水溶液の性質講座	31名
・運動の法則講座	8名
・気象現象解明講座	13名
・化学反応利用講座	30名
・地質変動応用学	31名
・光の利用講座	11名
・物質の性質講座	15名
・らくらく仕事講座	5名
・圧力応用講座	21名

合計延べ人数 203名

※複数講座希望者も少なくない。

## 4 教育実践の成果と課題

### (1) 成果

- ・ 問題解決的な学習となるよう、教科書には書かれていないような実験を取り入れて単元を構想した。はじめは、教科書から離れているように感じるために、子どもにも戸惑いが見られた。しかし、単元を進めるうちに、教科書に沿っている内容であることに気づくことができ、子どもは安心して単元を進めた。中間テスト後に子どもが話したことに、「はじめは楽しただけで教科書はいつやるのかと思った。でも、ちゃんと教科書にあることが頭に入ってきた。自分が知りたいと思うことなら、頭に入る」というものがあった。問題解決的な単元を構想することで、子どもが意欲を持続することがわかった。また、中間テスト、期末テストともに、3年生で学習した内容はかなり高度なものも理解できるようになっていたが、1、2年生の内容が理解できていないことがわかった。教え込むことではなく、問題意識をもたせ、意欲的に学習することの大切さを改めて痛感した。
- ・ 単元を構想する際、「自然の神秘」または「科学の有用性」のどちらか、あるいは両方を実感させたいという目標を、本校理科教師全員が確認し、理科を学ぶことの本質を明確にして実践に取り組んだ。教え込みではない分、教材研究も大変であったが、その分子どもに返ったものは大きかった。多くの子どもから、「3年生になって理科が好きになった」という声や、「理科の授業は自分でやりたい実験を考えられるから楽しい。それが成功するとすごくうれしい」という声が聞かれた。教師が教科の本質をとらえ、ぶれることなく単元を進めた結果といえる。

また、このように教師が筋を通すことによって、単元の終末における授業日記では、多くの子どもが「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感した姿がうかがえた。導入時にどのように子どもに問題意識をもたせるかによって、子どもの学習に大きな変化が見られることが改めてわかった。

- ・ 教師のはたらきかけとして、本年度は問い直しを中心に据えることにした。これまでは、子どもに聞かれると教えていたり、実験がうまくいかない教師が手を出していたり、きれいな結果になるように教師が手を加えたりしていた。しかし、空気抵抗など、理想通りではない部分を、もう一度考えさせたり、ごまかすことなく着目させたりすることで、子どもの自然に対するとらえが変わってきた。問い直しによって何度も実験を繰り返す中で、実験の有効性や実験精度について考えるようになった結果であると考え。
- ・ 1学期は、みんなで話し合い多面的に考えることで問題を解決していくことを大切に授業を行ってきた。そのため、子どもの中に少しずつではあるが話し合うことよさや、自分の意見を伝えることの大切さを実感でき始めている。まだまだの部分も多くあるが、1年生のように、「みんながいろいろな実験をしていて、どれも納得ができて楽しかった」や、3年生の「はじめは下を狙うと思っていたが、みんなの意見を聞いて納得ができた。みんなで考えると成功ができる。」という意見からも、話し合うことの大切さに気づくことができたと思われる。

### (2) 課題

- ・ 1年生の意見交流は、まだ発表会であり、実験精度や仲間の実験と自分の実験を比較し、よりよい結論を導き出すまでには至っていない。
- ・ 今学期の実践では、最新の科学技術に出合わせるような内容を扱うことができなかった。そのため、「科学の有用性」を実感させるには不十分であった。
- ・ 3年生について、手に取ることができない内容をモデルや多くのデータから導き出し、みんなに分かるように伝えるという抽象的な内容を扱った単元を組むことができなかった。

## 5 今後の教育計画

前頁の「課題」でも書いたように、まだまだできていないことが多くある。このうち、1年生の課題で書いたような意見交流をよりよくする面については、一朝一夕では実現は不可能である。多くの単元において、教師の問い直しなどを中心に経験を積ませることで、身につけさせる必要があると考える。さしあたって、2学期の物理分野の実践から、取り組んでいきたいと考える。

また、最新の科学技術については、のちに述べるが、地元の企業にどのように協力をいただけるのかを調べて計画を進めなければならない。

本年度9月から、来年度8月までで考えられる単元の概要を以下に示す。

	1年生	2年生	3年生
平成28年度 2学期実践	「見えない力で狙い撃て」 (共鳴現象：音) グラスハーブを鳴らすと、別のグラスに乗せた的が落ちる現象から、その仕組みを解き明かすことで、自然の巧みな仕組みを実感する。	「消える盲点」 (盲点：感覚器官) 盲点を知ったうえで、ボード上の模様ではボードが消えない現象に出会った子どもは、脳がつくる錯覚に迫り、自然の神秘を実感する。	「私の手が命を救う」 (人間電池：イオン) 手だけで電球を光らせる現象に出合った子どもは、災害時にその仕組みによりラジオなどを動かせるようにしたいと願い、追究を進める。
平成28年度 3学期実践	「火山がない温泉」 (地熱：大地の変化) 三河には火山が一つもないのに、三河湾には温泉がたくさんあることから、温泉ができる謎に迫り、地球のもつエネルギーの大きさを実感する。	「空に浮かぶ湖」 (岡崎豪雨：気象) 岡崎豪雨を知った子どもは、空に浮かんでいた水の量から水が雲になる仕組みについて追究をする中で、自然のエネルギーの大きさを実感する。	「皮膚再生の最前線」 (最新医療：細胞分裂) 蒲郡市にあるジェイテクトに協力いただき、皮膚シートについて知る。そのほかの最新医療について知り、遺伝子医療と倫理について考える。
平成29年度 1学期実践	「広がらない光」 (プラネタリウム：屈折) 豊川には、コニカミノルタあり、技術開発がされている。この協力を得ることで、最新の光学装置の仕組みをとおして科学の有用性を実感する。	「IHの謎に迫る」 (IH：電磁誘導) 接触していない状態ではIHは温かくないのに、鍋だけ温まる現象に出合った子どもはその仕組みに迫り、自然の神秘と科学の有用性を実感する。	「ルンルンバルーン」 (ターゲット：運動) 鈴鹿サーキットにあるルンルンバルーン。プラレールでの的を狙う活動をとおして、データを分析し成功させることで、科学の有用性を実感する。

### (1) 2学期の実践について

さしあたって本年度の2学期は、3年生について、手に取ることができない内容をモデルや多くのデータから導き出し、みんなに分かるように伝えるという抽象的な内容を扱った単元を実践をしたい。そこで、次頁のような単元を構想した。これにより、イオンという目では確認できない現象について、さまざまな実験データやモデル提示により、追究を進められるようにさせたい。また、1年生は、数値による再現性の体験により、科学の有用性を学ばせたい。

3年実践 「私の手が命を救う」(イオン) 単元構想図 (9時間完了)

段階	学習の流れ (学習活動)	支援・手だて
出会う	<p style="text-align: center;"><b>人間の力でラジオを鳴らそう。①</b></p> <p>Cu板とAl板から電子オルゴールが鳴るのを見る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・意外性をもたせる教材を用い、追究への意欲を高める。</li> </ul>
迫る	<p style="text-align: center;"><b>グループごとに追究しよう。⑥</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>人の数を増やしたらどうだろうか。</p> <p>電流が流れる向きはあるのかな。</p> <p>電流の向きが決まるのはどうしてだろう。</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>使った金属に関係があるのかな。</p> <p>違う金属でないと電流は流れない。組み合わせが大切なのかな。</p> <p>金属の組み合わせで電流の大きさが変わったのはどうしてだろう。</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>人によって電流は違うのかな。</p> <p>手の触れる面積が大きいと電流が大きかった。</p> <p>どうして人の手で電流が起きたのだろう。</p> </div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>イオンとは何だろう。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>イオン化傾向とは何だろう。</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>より大きな電流を流すためにはどうしたらいいか。①</b></p> <p>グループごとに調べたことを伝え合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CuとMgの組み合わせで大きな電流になったよ。</li> <li>・Cuが+極になった。電流の向きが分かったから、直列にたくさんつなげば電流は大きくなるかな。</li> <li>・人間は電気を通す。もっと抵抗の小さい液体ならより大きな電流を流せるかな。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験方法は自分たちで考えさせ、グループ単位で追究していく。</li> <li>・実験や話し合いで行き詰っているグループには、教師の問いかけにより指針をもって実験や話し合いを行えるようにする。</li> <li>・生徒の授業のノートの記述から、実験に必要なものを予想し、予め用意しておく。また、危険の伴いそうな実験は教師に相談するように伝える。</li> <li>・追究の中で、イオンやイオン化傾向について学びたいという意識が高まったところで必要に応じてイオンを導入する。</li> </ul>
解き明かす	<p style="text-align: center;"><b>実際に自分たちが考えた方法でラジオを鳴らそう。①</b></p> <p>グループでの話し合いの結果をまとめ、実際にラジオを鳴らしてみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・イオン化傾向の大きい金属を使って、直列につなげばラジオが鳴った。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・追究の中で出てきた部分や自分たちで見つけたこととつなげながら学習する。</li> </ul>

1年実践 「見えない力で狙い撃いて」(音) 単元構想図 (5 時間完了)

段階	学習の流れ (学習活動)	教師の手だて							
出 合 う	<p style="text-align: center;"><b>グラスハーブを鳴らすと的が落ちる現象との出会い ①</b></p> <p style="text-align: center;">僕にも簡単にできるはずだ。やってみたい。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">グラスの種類に秘密があるのかな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">音の高さに関係するのではないかな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">音の大きさが足りないのではないかな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">グラスハーブ以外で落とせないかな。</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>自在に的を落とせるようになるために、的が落ちる仕組みに迫りたい</b></p>	グラスの種類に秘密があるのかな。	音の高さに関係するのではないかな。	音の大きさが足りないのではないかな。	グラスハーブ以外で落とせないかな。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不思議を見つけ出せるために、違う音のグラスハーブを用意し、子どもに失敗経験をさせる。</li> <li>・子どもの思いや考えを集約し、追究課題を明確にする。</li> </ul>			
グラスの種類に秘密があるのかな。	音の高さに関係するのではないかな。	音の大きさが足りないのではないかな。	グラスハーブ以外で落とせないかな。						
迫 る	<p style="text-align: center;"><b>的が落ちる仕組みを解き明かすための追究 ②</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">的が乗っているグラスの音を変えてもできるのではないかな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">水の量を変えて、的が落ちるとき音の高さについて調べたい。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">的が落ちるために必要な音の大きさを調べればよいのではないかな。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">音の高ささえ合えば、違う音源でも的を落とせるのではないかな。</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>追究の結果と説明の準備をしよう ①</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;">演示をすればみんなにわかってもらえるな。</td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">グラフのほうが見やすいな。</td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">モデルを作ればわかりやすい。</td> </tr> </table>	的が乗っているグラスの音を変えてもできるのではないかな。	水の量を変えて、的が落ちるとき音の高さについて調べたい。	的が落ちるために必要な音の大きさを調べればよいのではないかな。	音の高ささえ合えば、違う音源でも的を落とせるのではないかな。	演示をすればみんなにわかってもらえるな。	グラフのほうが見やすいな。	モデルを作ればわかりやすい。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定量的な追究に目を向けさせるために、再現性について問い直しをする。</li> <li>・オシロスコープとオシレーターなどを用意することで、波形に着目できるようにする。</li> <li>・仲間にわかりやすい説明ができるように、問い直しをする。</li> </ul>
的が乗っているグラスの音を変えてもできるのではないかな。	水の量を変えて、的が落ちるとき音の高さについて調べたい。	的が落ちるために必要な音の大きさを調べればよいのではないかな。	音の高ささえ合えば、違う音源でも的を落とせるのではないかな。						
演示をすればみんなにわかってもらえるな。	グラフのほうが見やすいな。	モデルを作ればわかりやすい。							
解 き 明 か す	<p style="text-align: center;"><b>音での的を落とす仕組みに迫り、自由に的を落とそう ①</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">鳴らすグラスでも的のグラスでもよい。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">同じ音の高さで共鳴している。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">音が大きくても落ちないときがある。</td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">定常波であれば落としやすいそうだ。</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">同じ高さであれば、オシレーターで的を落とせるはずだ。</p> <p style="text-align: center;"><b>音の高さが同じ2つの物体は共鳴することで振動をすることがわかった</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;">数値で証明することが大切だ。</td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">みんなで話し合えば成功できる。</td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">音が振動であることがわかった。</td> </tr> </table>	鳴らすグラスでも的のグラスでもよい。	同じ音の高さで共鳴している。	音が大きくても落ちないときがある。	定常波であれば落としやすいそうだ。	数値で証明することが大切だ。	みんなで話し合えば成功できる。	音が振動であることがわかった。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・みんなが話し合いで出した結論のとおり演示実験を行い、的を落とすことで、科学の有用性を実感する。</li> <li>・振り返りにより、学びの確かさを確認する。</li> </ul>
鳴らすグラスでも的のグラスでもよい。	同じ音の高さで共鳴している。	音が大きくても落ちないときがある。	定常波であれば落としやすいそうだ。						
数値で証明することが大切だ。	みんなで話し合えば成功できる。	音が振動であることがわかった。							

## (2) 今後の手だての見直し

これまでの研究では、導入における素材の選定と教材化、演示や提示、問い直しについて教師のはたらきかけを行ってきた。素材の教材化については、子どもが目を輝かせながら、毎時間の理科の授業を楽しみにしている様子があった。そして、単元をくぐり抜けることで、「自然の神秘」や「科学の有用性」を実感している姿が見られた。また、効果的な演示や提示により、子どもの思いや考えに対しはたらきかけることができた。その視点から3点を挙げる。

まず1点目は、追究場面における教師の問い直しについては、まだ不十分な面が見られた。一部の子どもにとって、問い直しにより、かえって混乱を招いてしまう場面が見られた。子どもの思いやそれまでの追究において十分に確立していない場面で、教師が新たな事実に出合わせることで問い直したときに、何が本当かわからなくなっているためであった。それまでの事実が十分に整理できていないときに、問い直すことで、それまでの自分の追究を否定してしまうのである。問い直しについてはタイミングも含めて今後見直さなければならない。

2点目は、これまでの追究において、意見交流を深めるための手だてに乏しいことがわかった。教師の問い直しが追究場面に集中していることと、意見交流での教師の問い直しが多くなることで、子ども主体ではなく教師主導になってしまうため、問い直しを絞ったためである。しかし、意見交流における教師のはたらきかけが少ないことで、意見交流が焦点化されず、長引くという側面も見られた。研究の第2期に入るにあたり、次の3点についてははたらきかけを考えたい。

- ・板書により、子どもの思いや考えを明確にするはたらきかけ
- ・前時の授業日記をもとにした意図的な指名により、意見交流を焦点化するはたらきかけ
- ・授業日記により、子ども自身が思いや考えの深まりを実感するはたらきかけ

3点目は、広い視野をもたせることである。科学は万能ではない。ときに科学は生命を脅かすことがある。独りよがりな科学の応用により、他の人に迷惑をかけることもある。自然もいつも恩恵を与えてくれるわけではなく、ときに生命を脅かすことがある。この二面性に着目させ、考えるような授業も、これからの世の中を担っていく子どもには大切である。素材の選定と教材化についてはさらに深める必要がある。

## (3) 新たに挑戦したい取り組みについて

### ① 科学の甲子園への参加

本年度は、すでに参加希望が締め切られていて参加できなかったが、来年度以降、希望者を募り、科学の甲子園への参加を旨したい。本年度、1年間かけて問題解決的な学習を経験させたのち、3年生を中心に募集をし、愛知県予選に参加する。問題解決的な学習により科学的な思考がどの程度伸びているのか、私たち教師の指針になると同時に、子どもにとっての自信につながると考える。

### ② 出前授業や企業、大学等の最新科学の利用

豊川市は、豊川海軍工廠があった跡地を中心に多くの企業がある。例えば、日本車両、コニカミノルタ、スズキ自動車、日立、トピー工業、共栄社、シロキ工業、東海理化がある。また、名古屋大学の太陽地球環境研究所もあり、多くの研究や開発がすすめられる地域でもある。

また、周辺地域でいえば、田原市にはトヨタ自動車、豊橋市にはサーラやシンフォニアテクノロジー、岡崎には三菱自動車や東レがある。また、奥三河は世界的にも有名なシリカの産地である。これからも、この地方での研究素材はたくさんある。

これらの企業や大学における最新の研究の一端にふれられるような単元を構想したい。もし、単元が不可能であっても、単元の中に、こういった研究施設の方のお話を組み込むなどできれば、子どもが科学を身近に感じるとともに、地域への愛着を増すことも考えられる。

## おわりに

本年度、手探りの中、初めて問題解決的な学習による授業にチャレンジを始めた。時間のないなかであったため、まだ十分に教材研究ができていなかったり、教師のはたらきかけが子どもの思いや考えを変容させるには至ってない場面が多く見られた。

しかしながら、問題解決的に進めることで、子どもの授業に対する姿勢や心構えに変化があることは事実である。「今日の授業は何をしますか」から、「今日はこんな実験をやるためにこんな植物をもってきました」など、教師主導では見られない姿も多く見られた。また、自分で考えた実験だからこそ、成功に対しても失敗に対しても考察を科学的に行う姿が見られた。

教科書通りに行うことも大切であることは十分に承知している。しかし、教科書に書いてあることだけを暗記していても、実際の事物や現象はその通りに行かないことの方がはるかに多い。これからの世の中をつくりあげていく子どもには、困難に出合ったときや問題に直面したときに、それを解決する術を自分の手で生み出せるようになってほしい。その際には、広い視野で物事を考え、すべての生命を含めた自然に対し有益である選択ができる人であってほしい。

今後も、継続して研究を進める中で、理科教育をとおした社会をリードできる人間の育成を行っていききたい。

豊川市立西部中学校 理科部

執筆代表者 安藤雅也

執筆者 安藤雅也、石川晶一、波多野真大、坂口堯