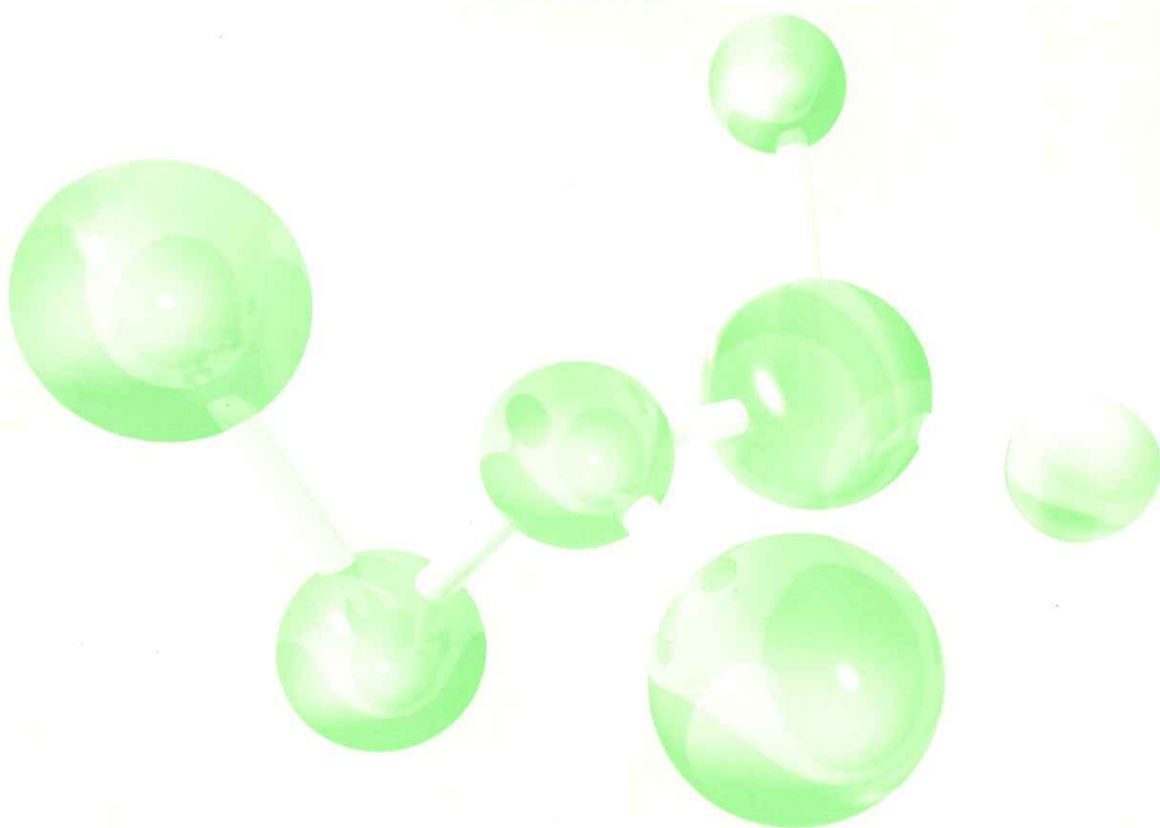


平成18年度

札幌の理科教育

2006



札幌支部研究紀要13

研究主題

学び合い、「知」をつくる問題解決

北理研蔵書

北海道小学校理科研究会札幌支部



## 『じっくり』と更なる飛躍を

北海道小学校理科研究会  
会長 泉 明彦  
(札幌市立清田緑小学校)

この紀要が会員の「一年の努力の成果」であると同時に、この成果が北理研の歴史に積み上げられることを誇りに思っている。

さて、初めての取り組みであった「第1回 冬季研究大会」を盛会裏に終えることができた。この研究大会の中心となる講演を元会長の高橋敏憲校長にお願いしたところ、お忙しいにもかかわらず快諾いただいた。我々後輩のためにご指導くださったことに深く感謝している。参加者が例年以上にあり、しかも高橋元会長から「目からうろこ」の教えをいただけたのはとてもよかった。

北理研の考える『問題解決の学習』をもっともっと多くの人たちに聞いてもらい広める絶好のチャンスだったのにと反省している。

札幌本部としても3年間全道規模の研究大会を開催できないという未体験の不安があったが、発想を替え、全道規模の研究大会を開催しない分「じっくりと時間をかけ取り組むよい機会」と考えた。「じっくり」という言葉をキーワードに、今年度は「会員がじっくり研修して一人一人の力量を高める」、「若手をじっくり育てる」という2つの目標をたて取り組んできた。

その一つが、研発グループの授業公開である。授業者の主張が明確にされ、どの授業もたくさんの参加があり、今まで以上に活発な話し合いをもち研究が深められたという報告を受けている。若い人が着実に力をつけてきていることを感じている。

もう一つが第1回 冬季研究大会の開催である。

高橋元会長の講演は『授業回想』というテーマで、若い人にもわかりやすく、じっくりとご教授いただいた。講演を聞きながら子どもが主体的に「学び合い『知』をつくる」ためには「子どもが問題をつかむ」ということに視点をあて、更に研究を深める必要を感じた。このことは会員一人一人も感じたはずである。「先輩ってありがたい」としみじみ思った。我々ができる恩返しは「学び合い『知』をつくる問題解決」の授業を実践し、子どもを育てることと考えている。

次年度は、「じっくり広げる」を加えて取り組みたい。他教科の先生方、中学校の先生方（特に道中理の先生方）、そして全道（特に網走、日高、胆振方面）に「北理研が考える問題解決の学習を広める」働きかけをしていきたい。

最後に、我々を指導していただいた高橋校長、岡本校長、赤坂校長、佐藤園長、藤井教頭と5人の先輩がご満職を迎えられたことを心よりお喜び申し上げるとともに長い間ご指導いただいたことに感謝の気持ちで一杯である。

会計監査の岡本 清校長が平成18年度の教育者文部科学大臣表彰を受賞された。理科教育の発展への寄与が受賞理由の1つと聞き、我々の活動が認められたことにもなるのではないかと、大変うれしく思っている。

# 札幌支部研究紀要第13集 一札幌支部の研究一

## 目 次

### ■会長あいさつ

「じっくり」と更なる飛躍を 北海道小学校理科研究会会長 泉 明彦

### ■冬季研究大会 研究提言

学び合い、「知」をつくる問題解決 研究部長 松田 論知

### ■秋季授業研究会公開授業

- 第3学年 「明かりをつけよう」
- 第4学年 「水のふしぎ」
- 第5学年 「もののとけ方」
- 第6学年 「電流が生み出す力」

### ■冬季研究大会 研究発表 第1部

A 部会：エネルギー環境の視点から提案

- 第3学年 「光を当てよう」
- 第4学年 「電気のはたらき」
- 第5学年 「流水による土地の変化」
- 第6学年 「電流が生み出す力」

### ■冬季研究大会 研究発表 第2部

B 部会：理科の問題解決のあり方から提案

- 第3学年 「じしゃくのひみつをさがそう」
- 第4学年 「ものあたたまり方」
- 第5学年 「流水による土地の変化」
- 第6学年 「生き物どうしのかかわり」

### ■冬季研究大会 講演会

演 題 「授業回想」

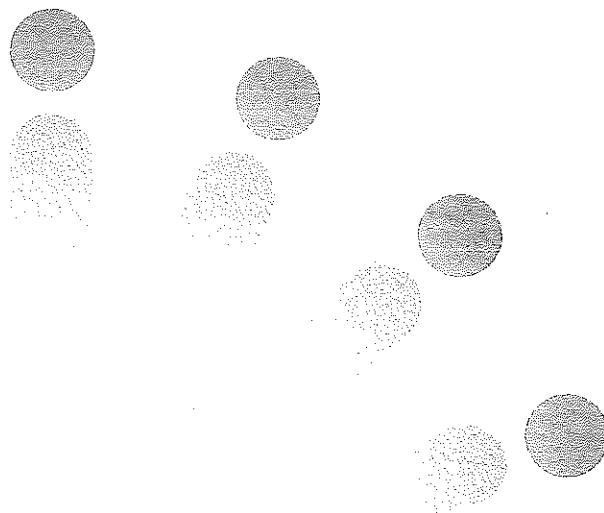
講演会 高橋 敏憲（札幌市立北九条小学校長）

### ■あとがき

事務局長 島谷 光二



# 研究主題



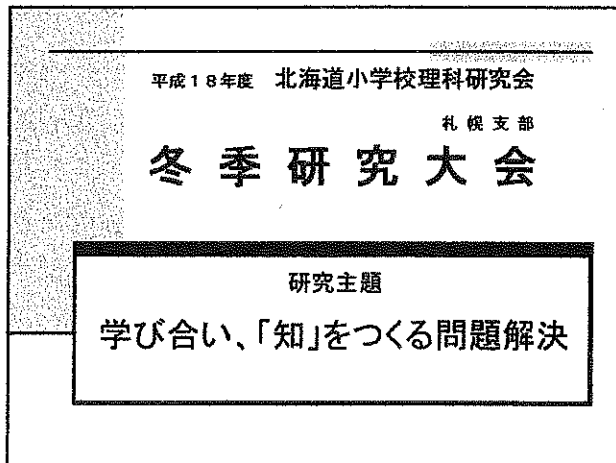


平成18年度

北海道小学校理科研究会・冬季研究大会 研究提言

# 研究主題 学び合い、「知」をつくる問題解決

只今から、平成18年度の研究について説明させていただきます。



## 1. 理科を取り巻く現在の状況

はじめに理科教育をとりまく状況を見てみます。

昨年2月、学習指導要領の改訂に向けて、中教審より審議経過の報告がありました。教育課程をめぐる現状と課題の中で、「基礎的・基本的な知識・技能を徹底し、自ら学び自ら考える力を育成するという現行の学習指導要領のねらいが必ずしも十分達成できていない状況が見られる。」とされています。それを受けて「子どもが自然事象に接する機会が少なくなっていることから、体験的な理解を重視すること。」など理数教育の改善の中に次のことがあげられています。

### 中教審 審議経過の報告

#### 理数教育の改善

- 体験的な理解の重視
- 知的好奇心を駆り立てる内容、実生活に密着した内容の重視
- 観察・実験、探究的な活動の充実
- 科学的な思考力の育成
- 基礎的な概念を実生活に活用
- 論理的に思考し適切に表現する力の育成

この報告の根拠になったのが、TIMSS/PISAの2つの国際調査の結果です。

PISAの結果によると、

- ・学力格差が増大し、二極分化が進んでいること。
- ・学習に対する興味・関心が低下し、楽しさを感じることができない子が増え、自分の学びに自信がもてないという様子が浮かび上がっていること。

が報告されています。

TIMSSの結果では、

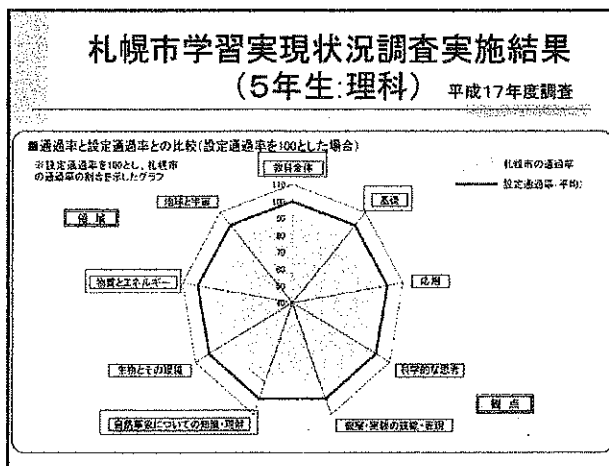
- ・理科の勉強の楽しさについての問いでは、楽しいと感じる子が減少し、逆に楽しくないという子が増加している。
- ・理科の勉強に対する自信や積極性についての問いについても国際的に下位に位置し、理科の学習に対して自信をもてず消極的になっている姿が見えてきた。
- ・平均得点の低下も見られ理科離れが知的側面と情動的側面でも裏付けられている。

と指摘されています。

また、札幌市教育委員会から平成17年度札幌市学習実現状況調査実施結果が発表された中では、小学校5年生における理科の学習到達度調査の結果によると

- ・教科全体で見ると、設定通過率に対して、札幌市の通過率は有意に下回っている。
- ・基礎と応用では「基礎」、観点では「自然事象についての知識・理解」、領域では「物質とエネルギー」について重点的な取り組みが必要であると指摘されています。

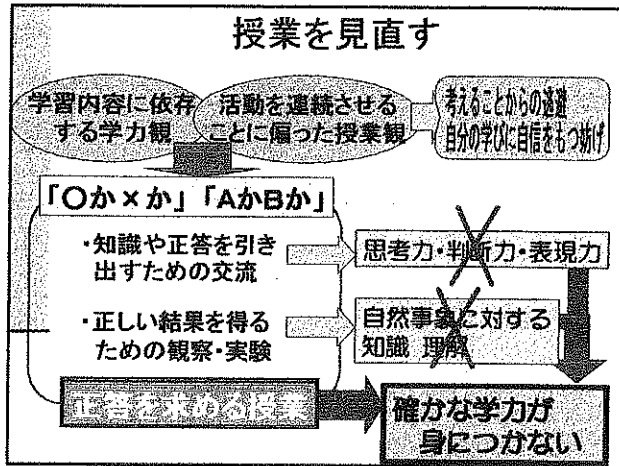
と指摘されています。



以上のことを今の子どもの実態ととらえることができます。

しかし、日々接している子どもの姿は、必ずしもそうは映りません。学力の低下などに関しては、否めないものがありますが、試行錯誤を繰り返しながら、めざすものを作り上げようとする子、自然事象に疑問をもち、その因果関係を追究しながら、自分の考えたことを実証しようとする子、そうした活動を子ども自身が拒否しているとは思われません。

では、こうした実態を生んだものは何でしょうか。当然子どもを取り巻く生活環境の変化が、一つの原因と考えられます。しかし、それだけではなく、日々の授業にも原因があると考えます。



その一つは、学習内容に依存する学力観です。

二つめには、活動の楽しさを求めるあまり、活動を連続させることに偏った授業観です。

これらが、子どもの学力や学習意欲の低下をまねき、「考えること」を避けたり、「自分の学びに自信をもつ」ことの妨げになっているのではないのでしょうか。

このような授業では、「Oか×か」「AかBか」など、どちらが正しいかという二者択一、または正答を求める交流が行われます。知識や正答を引き出すための交流では、限られた子どもしか考えることをさせません。考えを述べたとしても、正しいもの以外は消されてしまいますから、子どもは自分で判断したり、考えたり、表現したりすることを避けていくようになるのです。

また、こうした授業の追究活動では、正答や正しい結果をえるための観察・実験が行われたりします。正しい結果が得られないと、その実験は失敗とされ、正しい結果を出すための実験を繰り返すのです。そのうち、正しい答えがえられない授業では、「はっきりしたことは何か」まだ「曖昧なことは何か」が明確にならず、子どもは活動の中から自然事象に対する理解を得ることはできません。

このように、答えを求める授業では、先ほど述べた、中教審の理数教育の改善点である、自然事象に接する機会が少なくなっているからといって、体験をふやしても、実生活に密着した内容を取り入れても、科学的な思考力、自分なりの考えを表現力などを育成すること、つまり、子どもに「確かな学力」を身につけることができないのです。

## 2. 子どもが学びを自覚できる授業

そこで本研究会では、知識や技能を教える授業を脱し、自然事象に自らかかわりをつくり、そこから生まれた問題に対して、自ら考えることで、新たな知識や技能を獲得し、さらに自分の学びに自信を持つことができる授業の構築を目指していこうと考えました。

理科の授業では、個々がもっている素朴概念を、共に学ぶ仲間にも認められ、共有できる妥当なものに転換していくこと、つまり科学的に高めていくことが求められています。

本会では、そうした仲間と共に学ぶことを通して、子どもが科学をつくることに喜びのある理科の授業を目指しています。

### 目指す授業像

「科学をつくる」喜びのある  
理科授業の創造

こうした授業を実現するため、また私たちが目指す授業のために不可欠なことは何でしょうか。

その一つは「事象に対する子どものかかわり方」、そして二つめには「仲間とのかかわり合い」だと考え

### 目指す授業のために不可欠なこと

- 事象に対する  
子どものかかわり方
- 仲間とのかかわり合い

ます。

子どもの事象に対する見方や考え方、感じ方等にはそれぞれ違いがあります。さらには解決の方法や結果の判断についても違いが生まれます。

子どもは、授業の中で、熱中すればするほど一面的な追究になる傾向があります。そこで、一人一人の問題解決に集団の機能を働かせる場を意図的に位置付けるのです。そうすることで、子ども同士は互いの見方や考え方を知り、自分との「違い」を明らかにするかわり合いの中から追究すべきことが見えてくるのです。

このような子ども同士の「学び合い」が成立するために次のことが条件として必要であると考えました。

### 「学び合い」が成立する条件

- 見方や考え方、また観察、実験をもとにした判断などの違いが浮き彫りになる場
- 事象に対しての働きかけや、そこから見取った事実が尊重される交流の場
- 「共有できること(はっきりしたこと)は何か」、「曖昧なことは何か」が明確になる場

- 一つめは、それぞれの子どもの素朴概念や経験をもとにした見方や考え方、また観察、実験をもとにした判断などの違いが浮き彫りになる場。
- 二つめは「○か×か」「AかBか」など、どちらが正しいかという二者択一や正答を求める交流でなく、それぞれの子どもの事象に対しての働きかけや、そこから見取った事実が尊重される交流の場。
- 三つ目が、共に学習する集団として授業の中で「共有できること(はっきりしたこと)は何か」まだ「曖昧なことは何か」が明確になる場。

この学び合いから、子どもは自分の見方や考え方を見直したり、新たに作り直したりしていくのです。

さらにいうと、子どもはこの状態のとき、自分なりの見通しをもって、事象を繰り返し見つめ直したり、自ら新たに働きかけたりというかわりが生まれるのです。

本研究は、こうした追究の過程を「知」をつくることと考えています。すなわち、子どもが「問題意識」をもち、見通しをもった活動を通して共に学び合いな

がら、自然事象について「わかる」道筋を、授業を通して子どもの側に「知」をつくっていくことめざしているのです。

こうした授業からは、子どもに自らの手で新たな知識や理解を獲得させていきます。また、子どもは互いに学ぶ仲間として認め合うことで、自分の学びに自信をもち、さらに仲間意識を育んでいくのです。

### 「知」をつくることを目指して

子どもが「問題意識」をもち、見通しをもった活動を通して共に学び合いながら、自然事象について「わかる」道筋を、授業を通して子どもの側に「知」をつくっていく

以上のようなことを意図し、「学び合い、『知』をつくる問題解決」と研究主題を設定しました。

### 3. 目指す子ども像と、本年度の重点

研究主題でねらっていることを踏まえ、次のように「目指す子ども像」を設定しました。

### 子ども像

- ・自然事象に働きかけ、自然との関係を創りだしていく子ども
- ・仲間や事象とのかかわりから考えを深め、追究することを楽しむ子ども
- ・「知」をつくる過程に喜びを感じ、さらに深くわかろうとする子ども
- ・学んだことをこれからの生活や学びに活かしていく子ども

さて、今年度、研究主題に具体的に迫っていくために、次のよう3つの重点を設定しました。

### 今年度の重点

- ①「知」をつくるための教材化と単元を構成する。
- ②「知」つくるための「学び合い」を組織する。
- ③新たな可能性を切り開く教材開発をめざす。

一つめは「『知』をつくるための教材化と単元を構成する。」です。

### 「知」をつくるための 教材化と単元を構成する

子どもが事象に繰り返し働きかけることと考えることが一体となりながら追究が進む

見方や考え方を新たに獲得したり、つくり直したりできる単元構成・教材化

先ほど、研究主題の解説でも述べましたが、子どもが事象に繰り返し働きかけることと考えることが一体となりながら追究が進むことが、「知」をつくる学習を成立させる不可欠なことと考えました。

そこで、子どもが事象とかかわりながら自ら問題を持ち、自分の見通しに対して追究の結果を判断することで、見方や考え方を新たに獲得したり、つくり直したりできる展開を単元構成に組み入れること、またはそうした教材化を図ることをねらっています。

そのために、子どもが何を根拠にどう考えるか詳細に検討していきます。

二つめは、「『知』をつくるための『学び合い』を組織する。」です。

### 「知」をつくるための 「学び合い」を組織する

多様さを引き出し、判断の差違点や共通点を明らかにする場

自分の見方や考え方、自分の論理を客観的な科学的なものに

これも先ほど、研究主題の解説でも述べましたが、子どもには追究活動に終始し、結果を得ること、結果を交流することにとどまるのではなく、多様さを引き出し、判断の差違点や共通点を明らかにする場を組織し、「学び合い」の中から自分の見方や考え方、自分の論理を客観的な科学的なものにしていくことをねらっています。

これを通して、自ら学ぶ喜びと仲間との「学び合

い」のよさを感じながら「知」を仲間と共につくり上げていく過程の重要性を明らかにしていきます。

三つ目は、「新たな可能性を切り開く教材開発をめざす。」です。

### 新たな可能性を切り開く 教材開発をめざす

エネルギー環境を視点とした教材開発

改訂される学習指導要領を踏まえて

新たな素材や教材を探り、教材開発

昨年度より「エネルギー環境教育の教材開発」を重点の③として取り組んできました。本年度も同様に、理科の新たな可能性と総合的な学習の時間の有効活用を踏まえて位置付けることとしました。

また、エネルギー環境を視点とした教材開発ばかりではなく、改訂される学習指導要領を踏まえたもの、地域に根ざした教材化、また現行の指導要領でさらに新たな素材や教材を探り、教材開発を試みて子どもの実態やわかり方に沿った教材開発をめざし、「知」をつくる学習を実現させていこうとをねらっています。

以上のように「仲間とのかかわり合いを通し、みんなと言えることを少しずつ増やしていくこと、自然事象に過去の経験や既にもっている知識との関連性を見つけ、新たな意味づけをしていく営み」これが研究主題でいう「学び合い、「知」をつくる問題解決」なのです。

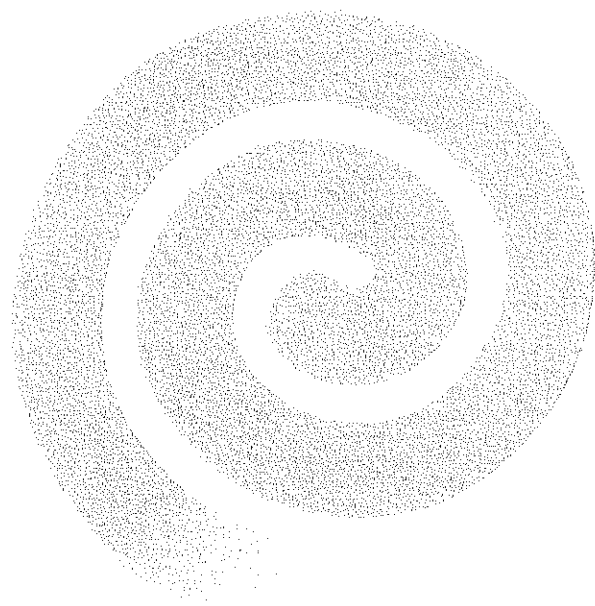
そして、これは重点1・2で示している教材開発や単元構成、かかわり合いにより具現化されると考えています。そして、重点3で新たな可能性にもトライしていこうということです。

まだまだ説明不足の部分や言い尽くせないところが多くあり、あいまいなところもあったと思います。皆さんと共に授業づくりを進め、実践を重ねていく中で、より分かりやすくより焦点化していきたいと思っております。どうぞよろしくお願い致します。

#### <札幌支部研究部>

松田 諭知 (北園小)      品田 智己 (緑丘小)  
相高 秀彦 (屯田北小)      田邊 芳明 (西岡北小)

# 秋季授業研究会 公開授業







### 3年「明かりをつけよう」の指導について

児童 3年3組 男子16名 女子14名 計30名  
 指導者 立田 裕巳 (山鼻小)  
 協力者 高屋敷 優 (中央小)  
 杉野 さち子 (大倉山小)

#### 本時の問題解決

本時では、金属をつなげても豆電球の明かりがつくかどうかにかかわらず、明かりがついたりつかなくなったりする事象と出会うことで、「ぎゅっと押さえて」「少しでも離れないように」と金属同士の「つなぎ」に目を向け、流れる電気を意識し始めると考えた。さらに、金属をつなげ明かりをつけていく子ども達は、「もっと長くしても」「もっとジグザグでも」と活動を広げ、流れる電気をイメージして、自ら通り道をつくっていくのである。この姿こそ、確かな「知」を獲得する姿であると考えた。

豆電球の明かりへのこだわり

豆電球の明かりがつくつかないかという表面的な事象のとらえ

金属同士のつなぎへのこだわり

「しっかりつないで」という電気の通り道を意識した事象のとらえ

電気を通す物なら…

つなげても、明かりがついたよ

もっとつなげても、明かりはつくのかな

はさみ3つでも…

ぎゅっとつなげば!

金属をつなぐことで、電気の通り道を意識する場

明かりがつく時とつかない時があるけれど…

ここを電気が通ってね!

電気の通り道ができていいる時は明かりがつくよ

少しも離さずに!

#### 電気の通り道をつくれれば、明かりをつけられるはずだ

電気の通り道へのこだわり

「ここで電気を流して」という、流れている電気をイメージした事象のとらえ

流れる電気への見方や考え方の深まり

何個もつなげて長い通り道でも

別の物の通り道でも

いろんな形の通り道でも

電気を流して

ここをずーっと電気を流してみたって

金属ならどんな物でも、つないで

電気をジグザグに流してみたって

流れる電気をイメージし、電気の通り道をつくる場

ぎゅっとつないで、通り道をつくれればだいじょうぶ!

明かりがつくときは、通り道をつくらせて、電気を流したときだよ!

1. 授業づくりの重点

# 1. 「知」をつくるための教材化と単元構成

本単元の「知」とは、「乾電池・豆電球・導線をつなぐと豆電球の明かりがつく」という事象を、「電気の通り道ができることによって豆電球の明かりがつく」という見方や考え方でとらえることである。明かりがつくか、つかないかと豆電球にばかり注目していた子どもが、電気の通り道を意識し、乾電池・豆電球・導線や電気を通す物などの「つなぎ」を意識し活動する姿が「知」を獲得していく子どもの姿と考えた。

・ 「明かりをつける」活動から「電気の通り道をつくる」活動に

豆電球を手にした子ども達は、その明かりをつけようと様々な活動を創り出していく。また、電気を通す物・通さない物調べにおいても、調べる物にこだわりをもちながら追究していく。しかし、物を与え活動させているだけでは、明かりがつく・つかないと豆電球の様子に注目した経験ばかりが蓄積してしまう。そのような経験の蓄積はもちろん必要であるが、そこに「電気が通って…」という見方や考え方が生まれないと、本単元で目指す「知」には結びついていかない。

そこで、「電気が通って…」と子どもが目の前の事象を意味付けていくことが重要であると考えた。追究活動を進めていくと、しばしば明かりがついていた豆電球が消えてしまうことがある。子どもはその事象について「ここが離れていたから」「少しでも離れたら電気が通らなくて」と回路のつながりをもとに考えていく。つまり、回路のつながりを明かりがついたり消えたりすることと結びつけることで、「電気が通って…」という見方や考え方が生まれ、電気の通り道をつくる活動へ発展していくのである。

・ 「つなぐ」活動を柱にした単元の構成

回路のつながりを意識しながら明かりをつける活動が、本単元の目指す「知」に迫っていけると考えた。子どもが回路のつながりを意識していくためには、活動そのものが「つなぐ」ことを中心に行われることが重要である。そこで、右図に示したように「つなぐ」ことを目的とした展開を構成した。つまり、通す物を調べるのではなく、通すものを「つなぐ」活動を柱に据えることで、電気の通り道といった新たな見方や考え方が生まれてくるのである。

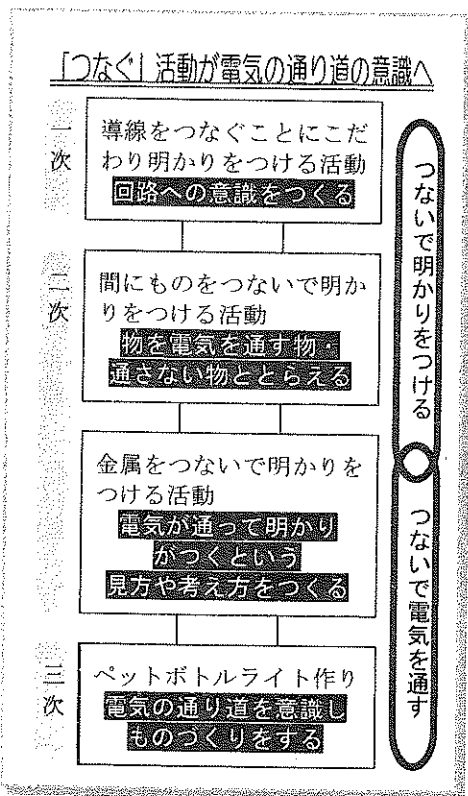
・ 金属を「つなぐ」ことで電気の通り道を意識する

○はさみを「つなげた金属」と見直す教材化

つなぐことへのこだわりを生み出すきっかけとして、「はさみ」を見直す活動を位置付ける。子どもは、それまでの学習経験から「はさみは明かりがつく部分とつなかない部分がある」という見方をしている。はさみを広げ、明かりをつける活動をすることで、その見方から「3つのつなげた金属なのだ」という「つなぐ」ことを意識した見方へと変えていくのである。

○「つなぐ」活動をする中で、子供の目の付け所が変わってくる

「つなぐ」活動において既習を生かし金属をつなげていった子ども達は、活動の中で明かりがついた事象から、さらにもっと多くの金属をつなげていこうとする。そこで、明かりがついたりつかなくなったりする事象に出会い、つなげている物同士の関係に目を向けていくはずである。つまり、「明かりがついた・つかない」(豆電球)から「しっかりつないで電気を通す」(つなぎ)へ子どもの目の付け所が変わってくるのである。「電気の通り道さえ作れば…」と問題意識をもった子ども達は、電気の流れをイメージしながら電気の通り道をつくっていく活動を深めるのである



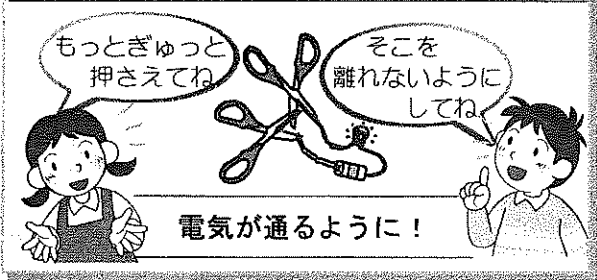
## 2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

「金属をつないでも明かりがついた」事象に出会った子どもは、もっと金属をつなげ、豆電球の明かりをつけることにこだわりをもって活動を進めていく。しかしその活動では、明かりがついた事象そのものをとらえているに過ぎないと考え。子どもが友達の事象を意味付けることで、「そこが離れるとつかないよ」「そこを電気が通って」「電気の通り道ができれば」と事象から電気の通り道を意識することができるのである。表面的に事象をとらえるだけでなく、本単元の「知」に迫るためには、一人一人の学びをベースにしながら、互いの事象について「学び合う」ことが必要なのである。

### ・ 活動の中でともに「つないでいく」

金属と金属を複数つなげていく時、友達と協力しながら追究活動が進められると考える。豆電球の明かりがいたりつかなくなったりする事象と出会い、「ぎゅっとつないで」「少しでも離れたらだめだよ」など互いに声をかけ合いながら『つなぎ目』にこだわりをもって追究活動を進めていくはずである。さらに、活動の中で教師がなぜ「ぎゅっと」なのかを引き出すことにより、『明かりがつくこと』と『金属のつなぎ目』を結びつけ、そこに『電気の通り道』を意識していくのである。個々の追究活動にかかわりの必然が生まれ、活動の中で学び合いが深まると考えた。

### ともに「つなぐ」ことが、電気の通り道を意識した活動へ



### ・ それぞれの「つないだ」事象から学び合う

一人一人の追究活動をもとに、つないだ事象を互いに見つめ直す場を設定する。ここで、それぞれの見方や考え方にかかわりを生ませることが『電気が金属と金属のつなぎ目を通り、明かりをつけている』という考え方や、『電気って長くても、ジグザクでも、通り道があれば流れるんだ』という考え方をつくっていくのである。

### ○共通して言えることを明らかにすることが、「知」をつくることにつながる

それぞれの追究の結果をただ位置付けるだけではなく、共通して言えることなど、括った見方ができるような教師のかかわりを意識する。そのことが「はさみだったら」などという事実の蓄積から、「金属だから、電気が通っていて…」という見方や考え方をつくっていくのである。本時場面はもちろん、単元を通して、共通して言えることを明らかにする学び合いを大切にしく。

### ○「なぜ明かりがつかないのか」を引き出す教師のかかわりから、流れる電気が見えてくる

子ども達の会合する事象の中には、思うように明かりがつかなかった事象もたくさんある。その事象を全体での学び合いの場で位置づけ、なぜ明かりがつかなかったのかを明らかにしていくようにする。「ここまでは、電気がきているんだけど、ここで途切れちゃったんだよ」と友達の事象を意味付け、流れる電気をイメージすることは、電気の通り道に対する確かな「知」を獲得することにつながるのである。

### ◆ 単元の目標

**総** 乾電池に豆電球をつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して、電気の回路についての見方や考え方をもつようにする。

**関** 豆電球に明かりがつくつなぎ方を調べることに興味をもったり、電気を通す物はどのような物かを進んで調べようとしたりする。

**科** 豆電球が点灯するときとしないときのつなぎ方を比較して、つくときのつなぎ方を見いだしたり、電気を通す物と通さない物を比較しながら調べ、結果を分類したりする。

**実** 乾電池と豆電球を使って、回路を作ったりものづくりをしたりする。

**知** 豆電球と乾電池をつなぎ、電気の通り道ができると豆電球の明かりがつくことを理解する。

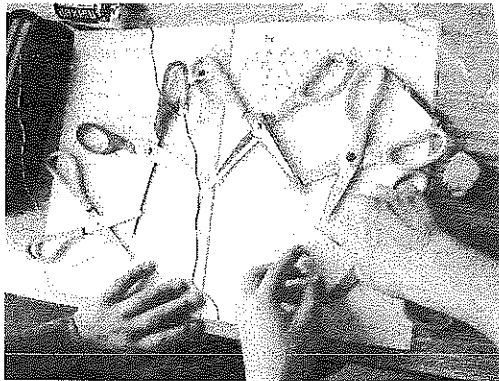


○友達と協力して、電気の通り道を作る活動をする。

- ・くぎをたくさんつなげて
- ・はさみ5こをつなげて
- ・黒板のけずったところでも
- ・ゼムクリップ、2こ、3こ
- ・目玉クリップをたくさんつなげて
- ・はさみ2こ
- ・えんぴつのしん
- ・目玉クリップ1こ

○結果の交流をする。

- ・くぎ2本でついたよ。こういうふうに通った。  
(板書し、電気の通り道をなぞる)
- ・はさみ5こでも、(電気が)こうやってこういってついたよ!
- ・クリップもひっぱって、ピーンとしたらついたよ。
- ・ピーンとしたら電気が通るから、つくんだよ。
- ・はさみとスタンドでもついたよ。
- ・てつのもので、わになれば明かりはつくよ。



○ゼムクリップやくぎなどを教室に用意しておく。

○電気の通り道を意識できるようにかわる。

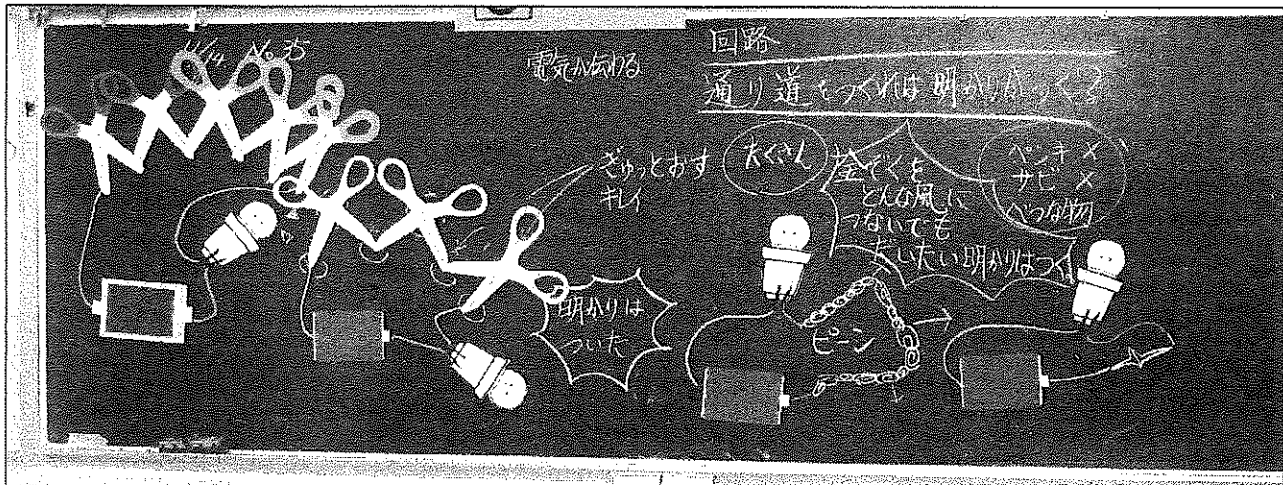
○実験の結果を板書させ、電気の通り道をたどらせる。

#### 改善のポイント②

「ぎゅっと」というしっかりつけるという行為は、電気の流れを意識する大切な要素である。子どもの活動を教師が価値付け、「ぎゅっとするとき」と「ぎゅっとしないとき」の比較を通して「ぴったりついて電気が流れる」ことに結び付けていく。

○ペンキやさび以外の金属をどんな風につないでも、だいたい明かりはつくことを確認する。

#### 板書記録



(文責 大倉山小 杉野 さち子)

### 3. 分科会の記録

#### ① 討議の柱

- (1) はさみをつなぎ明かりをつける活動が流れる電気を意識することにつながり、もっと電気の通り道をつくりたいという意欲を生み出していたか。
- (2) 互いの明かりがついた事象を学び合うことが、電気が通って明かりがつくという見方を確かなものにしていったか。

#### ② 討議の内容

##### (1) 「明かりをつけよう」の学習における子どものわかり方

- ・ 2つ以上のはさみをぎゅっと押さえてつなぐと明かりがつくことから、電気の流れを意識できると考えた。
- ・ ぎゅっと接触させることは、単元構成の中で今までもやっていたこと。本時で電気の通り道を意識した活動にはならなかった。
- ・ はさみのきれいな所や汚い所につなげる意味をはっきりさせることで、子どもはどこにつなげばよいか見通しをもって活動できたのでは。
- ・ つなげて明かりをつけようという活動の意欲や目的はあったが、問題意識ではなかった。
- ・ ぎゅっと押さえて明かりがつくことから、押さえなくてもつき続ける活動までいくことで、子どもは電気の流れがわかる。
- ・ 単元を通して、必要な既習が足りない。様々な活動を繰り返すことで、電気の流れを意識していくのでは。
- ・ 1次で子どもがもつ回路という見方と、本時の活動から得る電気の通り道という見方とは、深まりが違う。
- ・ 最後に、どんな金属でもつなげれば通り道ができるという活動があると、客観性が生まれた。
- ・ 2個、3個とはさみをふやしていく活動では、子供の意識を阻害している。明かりがついたときの方法や理由を子どもが考えて、活動をつくり出すことが、知をつくることではないか。

##### (2) 電気の通り道に目が向くための学び合いと教師のかかわり

- ・ 互いの明かりがついた事象を意味付けていく学び合いから、電気の通り道に向かうと考えた。
- ・ 交流では、たくさんつなげると明かりが暗いことを取り上げることで、子どもは、電気の流れる量に目が向き、通り道を意識していく。その後の活動も、通り道を意識したものになる。
- ・ はさみが触れているはずなのに明かりがつかないという事実から、電気の流れが意識されるのでは。
- ・ 学び合いでは、明かりがつかない子を取り上げ、つかない事象をみんなで解決することが必要である。
- ・ ぎゅっと押しても明かりがつかない理由を問うことで、電気の流れを考えた活動に向かう。
- ・ 明かりがついたりつかなかったりすることから、ずっとつかない理由を問うことで、通り道が意識される。
- ・ 本時でぎゅっとして明かりをつけたことが、交流の中で、単元の最初の「ちょっと触れただけでもつく」ということに戻るように意味付ける必要がある。
- ・ 新しいことをやった子どもは、今までのことを言わない。具体的な言葉で、今までのことを引き出すかかわりが必要。どうやったとき明かりがついたのか、方法を問うことで、電気の通り道に目を向けられる。

##### (3) 助言者より

- ・ 驚きや歓声がある、3年生らしい素晴らしい姿だった。
- ・ ぴったりつなげなくても、ぎゅっと押せば明かりがつくというところで終わってしまった。ぎゅっと押すことは対象にかかわることであり、ぴったりつながるということは対象がどうなったかということ。理科は、どうかかわれば、どうなったかという認識をつくること。
- ・ 電気の通り道を意識させていく授業は価値がある。たくさんものをつなげながら、電気の通り道をつくっていくことをぜひやってほしい。
- ・ 単元を通し、ぴったりついていないことから電気の流れを意識させることで、子どもは交流の手だてをもち問題解決をより深めることができる。

(文責 大倉山小 杉野 さち子)

#### 4. 授業改善に向けて

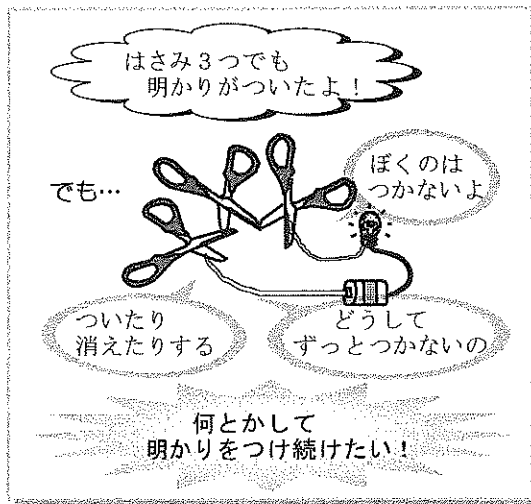
##### ① 改善の視点

- ・子どもの問題意識を醸成する

##### 改善のポイント①

「ずっと明かりをつけ続けたい」という子どもの思いを大切に、明かりがついたり消えたりする事象を問題場面とする。つまり、「はさみをつなげて明かりをつける」から一歩進めて「物をつないで、明かりをつけ続ける」ことを問題解決の柱にする。

はさみをつなげていく活動そのものは、子どもの意欲を喚起するものであった。しかし、電気の流れをより意識していくには、「明かりがつくはずなのにつかない」「明かりがずっとついてはいない」といった子どもの予想や思いとのズレを大切にしていかなければならない。子ども達は、はさみやものをつなげて明かりがつくことに満足する。そこで、「明かりがずっとついてはいないこと」や「押さえてるのにもかかわらず、明かりがついたり消えたりすること」に焦点をあてることにより、「どうして、ずっとついていないのかな」「ずっと明かりをつけていたいな」という子どもの思いを引き出していく。このことは、「何とかして明かりをつけ続けたい」という問題意識をもった活動につながると考える。



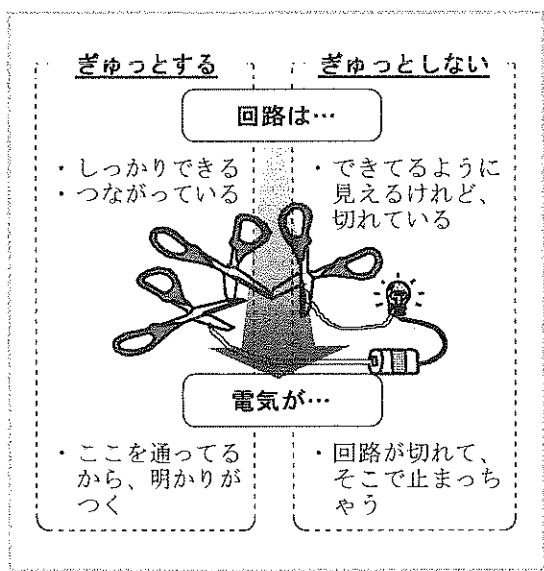
- ・学び合いの中で客観性をもたせる

##### 改善のポイント②

「ぎゅっと」というしっかりつけるという行為は、電気の流れを意識する大切な要素である。子どもの活動を教師が価値付け、「ぎゅっとするとき」と「ぎゅっとしないとき」の比較を通して「ぴったりついて電気が流れる」ことに結び付けていく。

本時では、「ぎゅっと」「ぴったり」から電気の流れをイメージできるように考えたが、「ぎゅっと」に関しては子どもの押さえる力が強く介在してしまうため、その行為がどんな意味をもっているのか、よくわからない子どももいた。どうすれば明かりがついたのかを交流する時も、「ぼくは、ぎゅっとしたから明かりがついた。」と、その行為だけを説明してしまう。

そこで、「ぎゅっと」することでなぜ明かりがつくのかを学び合いの中で教師が焦点化し、子どもの活動を価値付けていく。子ども達は「ぎゅっとすると明かりがつくこと」と「ぎゅっとしないと明かりがつかないこと」を比較することで、「ぎゅっと」することで「ぴったりついている」という事実を目を向けたり、回路としてつながっているという表面的な事象だけではなく、導線を通る電気について考えを深めたりしていくと考える。

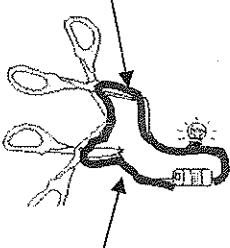
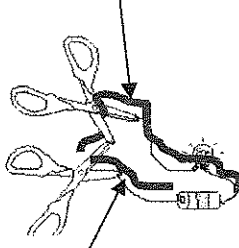


(文責 中央小 高屋敷 優)





② 本時の改善

子どもの活動	教師の意図
<p>はさみを2つつなげる活動を通じ金属をつなげて明かりはつくという事実をおさえている。</p> <p>はさみを3つつなげて、明かりをつける活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3個だとどうかな？</li> <li>・ 4つでもつくのかな？</li> </ul> <p>つかない</p> <p>あっ消えた</p> <p>ついた</p> <p>ずっとつけ続けたい！</p> <p>どうしたら、明かりをつけ続けられるかな</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>〇〇を使って、ぎゅっと押さえ続けたら</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>△△を使って、しっかりつなげたら</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 回路ができたはずなのに、明かりがつかないよ。</li> <li>・ あっ、ここがはなれてる、もっとしっかりつなげなきゃ</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <p>〇〇すると・・・</p> <p>△△すると・・・</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>しっかりできる</p> <p>ぴったりつながる</p>  <p>ここを、ずっと通るようになる</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>回路が</p> <p>比較</p> <p>電気が</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>できてるように見えるけど、こことかで切れてる！</p>  <p>ここで、止まっちゃう</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">明かりがつき続ける</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">明かりが消える</div> </div> </div> <p>ぴったりつなげて、電気がずっと通るようにすれば、明かりはつき続けるんだ。</p>	<p>改善のポイント①</p> <p>ついたり、つかなかったりする事象を取り上げ、「つけ続けられないの？」と問うことで子どもにつけ続けたいという意欲を喚起し、「どうしたら明かりをつけ続けられるのか」という、問題意識をもたせる。</p> <p>〇明かりが消えてしまう事象を大切にし「一見つながっている様に見えるのに、なぜ明かりがつかないのか」を考えさせ、回路や電気の流れという考え方を価値付けする。</p> <p>改善のポイント②</p> <p>板書で子ども達の主語を整理したり、つく時とつかない時を比較し共通点や差異点を明確にすることで「しっかりつなげる」→「回路ができる」→「電気が通る」→「明かりがつき続ける」という因果関係を整理する。</p>

(文責 山鼻小 立田 裕巳)

## 6. 研究の成果

### ① 「知」をつくるための教材化と単元構成

金属をつなげる活動を深めていくことで、子どもは電気の流れについての気付きをもつ。

子ども達は、はさみをつなげていく活動から「ぎゅっと」押さえて金属をつなげると豆電球の明かりがつくことに気付いていった。金属をつなげる活動は明かりがついたりつかなかったりする事象を生み、「明かりをつけたい」という子どもの思いに支えられ、金属のつけ方を変えたり、押さえる力を強めたり、さらに他の金属をつなげてみたりと、活動が深まったり広がったりするものであった。

これらの活動の中で、「ぎゅっとしたときに」や「はさみの真ん中を押すと」と金属同士のつなぎ部分へのこだわりが十分にみられた。教師が「なぜ押すと明かりがつくのか」を問うことで、「回路が回って」「電気が伝わって」「パワーが届かない」などの見えない電気と結びつける発言があった。このことで、金属をつなげる活動を深めていくことで、電気の流れへの気付きをもつことができるということを確認することができた。

「ぎゅっと」という対象へのかかわりだけでは、電気の通り道をつくる活動は生まれない。

子ども達は、「ぎゅっと」押さえて明かりがつくという事実から、見た目の回路（金属がつながった状態）を作り明かりを付けようとしていった。はさみを何個もつなげたりクリップなど他の金属をつなげたりしながら明かりをつけ、活動に満足していった。この時点で、多くの子どもは、「金属をぎゅっとつなげると明かりがつく」という事実を積み上げることができていた。しかし、その活動は、金属をしっかりつなげて明かりをつけるという意識であり、そこに、「電気の通り道をつくって」という意識は薄いものであった。つまり、「ぎゅっと」という対象へのかかわりだけでは見えない電気の流れへの意識は薄く、そのかかわりで金属が「ぴったりついている」という状態と結びつけることが不足していたからである。

電気の通り道をつくる活動を生み出すためには、「ぎゅっと押さえて」から「ぴったりつけて」という金属同士のつなぎの状態をとらえ、その上で明かりがつかない時を考えることが大切であると考えた。

### ② 「知」をつくるための「学び合い」の組織

金属がつながっているのに明かりがつかなかった事象を意味付けていくことで、電気の流れを意識していく。

子ども達の一番の願いは「明かりをつけたい」というものである。その願いに支えられ夢中になりながら「ぎゅっと」金属を押さえて活動を進めている。しかし、一見同じように金属を押さえていても、明かりがつく子どもと明かりがつかない子どもが出てくる。そこに「学び合い」の必要感が生まれてくる。

子供は、それぞれの思いで話をするため、論点が定まらず、学び愛が成立しない場合がある。そこで、この「学び合い」をより深めていくためには、子ども達の考えを教師が整理することが重要であると考えた。本時では、見た目の回路を問題にしている子と見えない電気の流れをイメージしている子がそれぞれ考えを述べていたが、子ども同士の間でイメージをなかなか共有できないでいた。「学び合い」を組織するためには、さらなる教師のかかわりが必要であった。

発言している子どもの主語を整理したり、明かりがつく時とつかない時を比較し、共通点や相違点を明確にすることで、「ぎゅっとつなげる」活動と「明かりが続き続ける」という事象の因果関係を子どもが見つけていくのである。この「学び合い」の過程で、回路としてつながっているという表面的な事象を捉えるだけでなく、導線を通る電気についての考えを深めていくことにつながっていくのである。

(文責 中央小 高屋敷 優)

# 4年「水のすがたのふしぎ」の指導について

児童 4年4組 男子19名 女子17名 計36名  
指導者 澁谷 宣和 (伏見小)  
協力者 中村 裕治 (二条小)  
坂地 敦志 (幌西小)

## 本時の問題解決

前時までに子どもは、理科室で水を沸騰させて水蒸気になったものが理科室に広がっていったと考えていたが、理科室の外にも水蒸気があることに気付いた。

本時は、水蒸気がある場所やない場所を考える活動から、子どもは水蒸気の発生の方に目を向ける。「お湯を沸かして水蒸気が残った」と考えた子どもは、温度と関連づけながら水蒸気が見つかりそうな場所を調べる。「水があるところなら水蒸気がある」と判断した子どもは、生活経験から水飲み場やトイレなど水のある場所を調べる。その結果、どの場所にも水蒸気があることから、沸騰以外にも水蒸気が発生する要因があると生活経験をよりどころとして考え、確かめる方法に見通しをもっていくのである。

水蒸気があるところとないところがあると思うよ。

### 学習経験

給食室は料理をするからある。

教室はお湯を使わないからない。

どこにでも水蒸気はある。

水があるところには水蒸気がある

### 意図的な蒸発

冷やせば水蒸気を見つけられる。

水がないところや、お湯を沸かしていないところにも水蒸気があるよ。

### 自然蒸発への気付き

### 自然蒸発の追究

身の回りで何が起きているのかな

水槽の水の減少

雑巾がけのあとが乾く

前の水蒸気が残っている

### 見えない水を

意図的な操作

### 見える姿に

この水蒸気をつかまえたら、水が蒸発しているのかわかるよ。

## 1. 授業づくりの重点

# 「知」をつくるための教材化と単元構成

### (1) 本単元にかかわる子どもの素朴概念

子どもは日常生活の中で、氷を作ったり、お湯が沸き立つ様子や湯気を見たりしている。また、水槽の水が減ることや、洗濯物が乾いて水分がなくなることを知っている。特に「蒸発」という言葉については、「湯気がでること」「水蒸気が空に行くこと」「泡がぶくぶく出ること」「水がなくなること」「言葉はだけは聞いたことがある」というように、意味のとらえ方はさまざまである。

本単元では、これらの子どもの素朴概念を引き出し、水の状態と温度の関係をとらえさせたり、目に見えない空気中の水蒸気の存在を実感させたりしながら、水の状態変化に対する見方や考え方を養っていく。さらに、意図的に水を蒸発させながら見つけたことと、身の回りで起きていた自然蒸発とを結びつけて見ていけるような場を構成していく。そうすることで子どもは、これまで何気なく見ていた水の状態変化に不思議さや面白さを感じることができるのである。

### (2) 意図的な蒸発での経験を自然蒸発の追究に生かす教材化と単元構成

水が蒸発するという事象は、なかなか目で見ることにはできない。そのため、子どもがその要因を温度と関係付けていくためには、工夫が必要である。

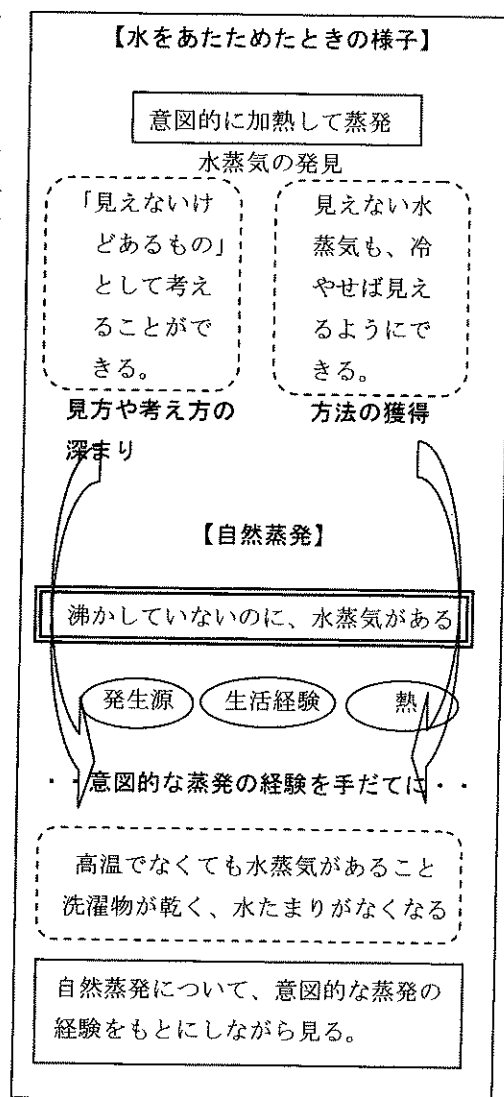
この単元では、子どもが「水蒸気」という見えない水が「ここにある」というように、その存在を語るができるようにすることが重要であると考えた。そこで、本実践では加熱して蒸発させることで水のかさが減ったという事象を問題とし、その減った水の行方や存在の有無を追究することで、見えない水である「水蒸気」に対する見方や考え方を深めていこうと考えた。

沸騰させたときに現れる「あわ」は、空気ではなく、「あわ」=見えない水（水蒸気）である。「あわ」が湯気になってピーカーから出て行くといった、見えなかったものが湯気となって見えるものになることで、「水蒸気」の存在を明らかにし、その行方を追うことができる。

また、「湯気として出て行っても、そのあと見えなくなっている。」という事象について、「なくなっているのかな。」「空気と混ざっているのかな。」「水蒸気って熱いから、混ざっていたら大変だ。」などと考える。これらの考えをもとに、「探す」活動が生まれる。

子どもは水蒸気を探す活動を通して、「どこにいった?」「どこまでいっている」と見えないものを見る形しながら、水蒸気存在、広がりを知るようになる。これらの追究を通して、蒸発する事実と、その過程がつながってくるのである。あわせて、見えないものを見るようにできた価値に気付くのである。価値付くことで、発生源や温度などの条件をもとに、自然蒸発についても見ていくことにつながる。

水の状態変化に対する見方や考え方、実験の方法など、意図的な蒸発で得た力を自然蒸発の追究に生かしながら、水の状態変化に対する見方や考え方が自分の生活にかえてくるのである。

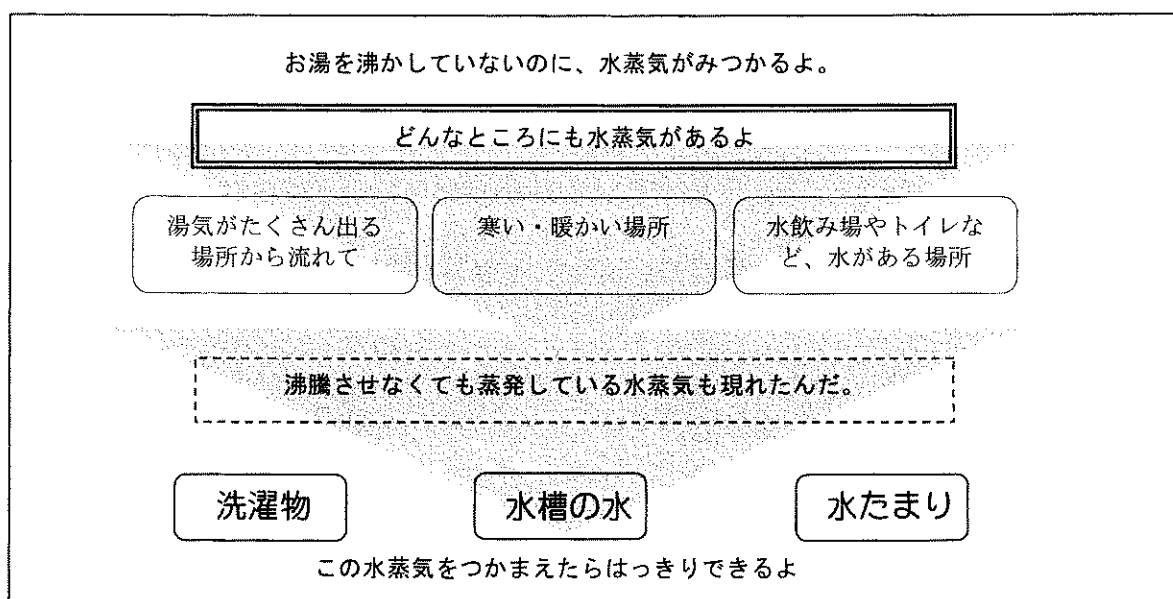


## 「知」をつくるための「学び合い」の組織

### 見方や考え方の違いを生かし、自然蒸発の過程を探る

水蒸気の有無、広がりを明らかにする情報を集める中で、子どもは水蒸気の有無、発生源、温度などの事実をもとに自分なりの判断をする。子どもが1つの事象を見ていても、着眼する点はその子どもによって違う。そのため、他の場所に発生源があると考えたり、沸騰させなくても水蒸気ができるのではないかと考えたり、さまざまな判断が生まれる。交流によって自分の判断とは異なるものと出会うことで、心が揺れ動き、他の判断を知ることによって、自分の判断はどうか、友達の判断はどうかと操作の仕方や観察の視点を変えて、事象を見直し始める。

予想通りだったかどうかではなく、みんなが違った考えをもったことで、いろいろな方法が生まれたことを価値付けていく。「どんなどころにも水蒸気がある。」という事実をもとに、水蒸気の有無、発生源、温度など、たくさんの情報が集まるからこそ、水蒸気の広がりに気づき、「沸騰させなくても、身の回りの水が蒸発した水蒸気があるんだ。」という新しい事実が明らかになっていくようなかわり合いを組織する。

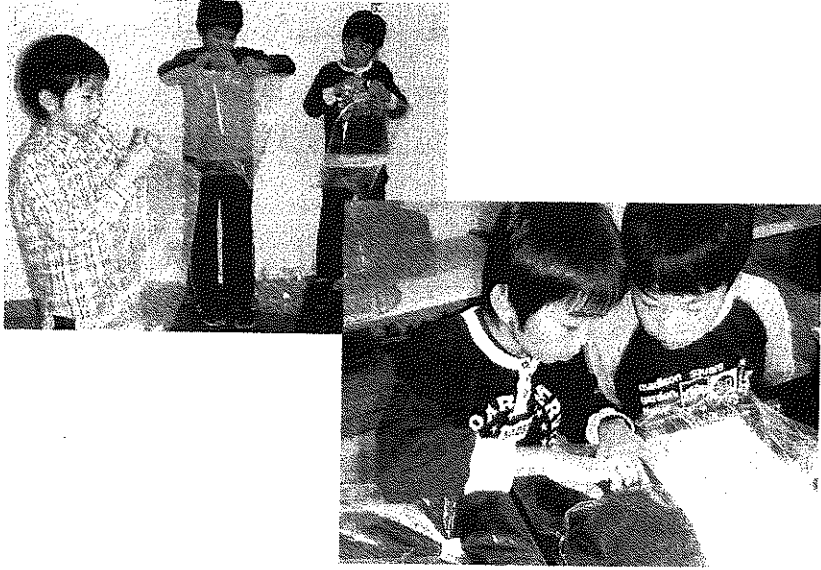


さまざまな判断があったからこそ、経験を生かすことができたことや、水の変化に対する見方や考え方を高めることができたことを実感していく。

### ◆ 単元の目標

- 【総】 水が水蒸気になる様子を観察し、温度と水の変化を関係付けながら調べ、見いだした問題に興味・関心をもって追究する活動を通して、水の状態変化についての見方や考え方をもつようにする。
- 【関】 水を熱したり冷やしたり、身の回りの水の変化の様子を調べたりすることに興味や関心を持ち、すすんで温度による水の状態変化を調べようとする。また、加熱や冷却、自然蒸発による水の状態変化に不思議さや面白さを感じ、見いだしたきまりで日常の自然事象を見直そうとする。
- 【科】 水蒸気や氷に状態を変える水の状態変化と温度を関係づけて考えることができる。また、地面や水面から水が蒸発していくことや、結露して水が現れることから、空気中の水の存在を考えることができる。
- 【実】 加熱器具などを安全に操作し、水の状態変化についての実験をすることができる。また、水の状態変化を調べ、記録したり、変化を表やグラフなどに表したりすることができる。
- 【知】 水は、温度によって水蒸気や氷に変わることがわかる。また、水は水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれるとともに、結露して再び水になって現れることがあることがわかる。

2. 授業記録 (7/10)

子どもの反応	教師の対応
<p>○どんなところに水蒸気があるかについて自分の考えを発表する。</p> <p>○考えの根拠も発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸し暑そうなところ べとべとへばりつくから。 あせがでるから。 むれるから。</li> <li>・教室の中 給食のとき湯気がでているから。</li> <li>・水道でお湯が出るところ ゆげがでるから。</li> <li>・家庭科室など 水蒸気の出るものがあるから。</li> <li>・給食室 お湯を使ってるから。</li> <li>・暖房のあるところ 水槽の水があるから</li> </ul> <p>○ないところを発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1階の床の方 水蒸気は上に昇るから。</li> <li>・屋上 外だから。 外にお湯はないから。</li> <li>・音楽室、図書室など お湯を使わないところ、湯気のないところだから。</li> <li>・寒いとない      ・あたたかいところから寒いところに行くと湯気が出るよ</li> <li>・体育館    ・外    ・家庭科室    ・トイレ    など</li> </ul> <p>○水蒸気を含む空気を採しに行く。</p> <p>○氷で冷やして調べる。</p>	<p>○どんなところに水蒸気があると思うか発表させる。</p> <p>○根拠も述べさせる。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p><b>改善のポイント①</b></p> <p>生活経験や既習の学習から見通しをもたせ、子どもたちの考えを顕在化させる。そして、それぞれの考えを共有化させる。</p> </div> <p>○逆に水蒸気のないところを考えさせる。「水蒸気のないところは?」</p> <p>○温度にも目を向けさせる。「寒いと水蒸気はないの?」</p> <p>○ありそうなところないところを具体的な学校の場所でイメージさせる。</p> <p>○空気をビニールで採りに行かせる。 (実験開始)</p> <p>○戻ってきた子たちから氷で冷やしてくもりを見させる。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p><b>改善のポイント①</b></p> <p>くもりの濃さについてとらえさせるとともに濃さが水の量に関係していることをとらえさせる。</p> </div> <p>○あると思っていたのか、ないと思っていたのか、自分の見通しと結果の違いを比較させる。</p>
	

○結果の発表をする。

### 実験結果

- 図書室の空気・・・あったけどうすい
- 給食室の入口の空気・・・あった
- 給食室の入ったところの空気・・・あった
- 水道でお湯を出した後の空気・・・あった
- 外の空気・・・くもった
- 教室の窓から採った外の空気・・・くもった
- 音楽室の空気・・・あった
- 放送室の空気・・・あった
- 職員室の空気・・・あった

○あると思って調べたところについて発表する。

- ・あった

○ないと思って調べたところについて発表する。

- ・全部くもった

○なぜこのような結果になったのか考えを発表する。

- ・吐いた息かな
- ・吐く息があたたかいから  
出たんだ
- ・あたたかいときに湯気が出る  
と思う



○結果の交流をさせる。

#### 改善のポイント②

出てきた結果を図や表にまとめ  
データーの共有化を図る。

#### 改善のポイント②

図や表から「ある」「多い」「少  
ない」をとらえ目に見えない水蒸  
気を目に見えるデーターに変え  
ていく。

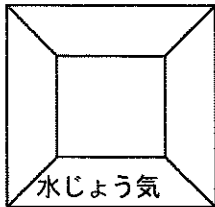
○吐いた息について注目した子がいた  
ので「口の中でお湯が沸いているの  
」と切り返す。

○ないと思ったところに水があるとい  
う点をより考えさせることで沸騰以  
外の要因に気づかせる。

○「空気中の水蒸気には沸騰したもの  
以外にもありそうだ」と考えをまと  
める。

### 板書の記録

#### 水じょう気がある所とない所をさがそう

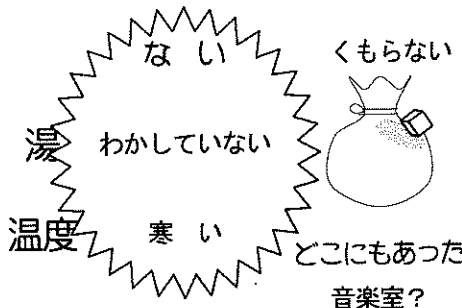


理科室のどこに  
でもある

ある

わかつ

あつい



ない

わかつていない

寒い

くもらない

はいたいき

あたたかい空気

↓白い

つめたい空気

ふる

(文責 幌西小 坂地 敦志)

### 3. 分科会の記録

#### ① 討議の柱

- (1) 「知」をつくるための教材化と単元構成となっていたか
- (2) 「知」をつくるための「学び合い」の組織

#### ② 討議の内容

##### (1) 水蒸気と袋の中の曇りを結び付けるには

- ・ 素朴概念という言葉で子どもの実態を説明しようとしているが、「どこにでも水蒸気がある」ということを素朴概念に位置づけるなら主張に矛盾が生じる。水蒸気があるとらえているのなら、問題にはなり得ない。また、素朴概念は、日常生活や学習活動で修正されていくもの。主張で挙げた素朴概念は、全員がもっているものではない。
- ・ 全員が「どこの空気でも水蒸気があった」と感じるのが大事である。個別に「出たね」とかかわっていこう。「曇らなかった」という子に対しては、繰り返し調べるようにかかわることが必要。
- ・ 「ある」「ない」の話だが、「ある」だけなら「そうだね」で終わる。「あると思う」と思うところで見つかれば追究にならない。「ないと思う」ところは子どもを追究しない。「ないと思う」ところから水蒸気が出てきたことで、子どもの活動が止まってしまうのではないか。
- ・ 本時は子どもが「ある」と思って活動している。最終的には全部の場所で見つかるようになるはず。それを共有化することが大事。さらに地球規模の水の循環に結びつけていく。ピーカーの上の湯気をさわって「水だ」と感じることで、さらに見えなくなった（自然蒸発した）あとでも水があることを、大気中の水の循環に結びつけていきたい。袋に氷をつけることで、曇りが生じることは子どもたちもしっかり見ている。その曇りが「水」だということをとらえていたのか。
- ・ 見えない物を見るようにしたのだから、「それは水滴だ」といっても押さえられない。やはり何度も繰り返さないととらえきれない。それが4年生の実態なのではないか。昔は、抜け口が「湿度」だと言われていたが、本時はどこが抜け口かわからない。本時には課題も問題もあった。子どもたちは生き生き活動していた。抜け口がどこか、そこに向かうために先生がどう整理していくのが重要。結果が共有されないと結論づけることができない。反応がどうだったかを整理し、共有していく手だてが必要。場所と量の多少を整理することで、水蒸気の発生源＝自然蒸発に目が向かない。ある程度の学びをベースに達う状況でもそれを適用して問題解決していくのがこれからの流れなのではないか。

##### (2) 水蒸気を確かめる手立てとしての袋の教材性について

- ・ 袋があまりふくらんでいないので十分に曇らず「ない」と結論づけていた。前時まで、見通しが確かなものであるかどうか繰り返し調べる活動をしておくことで、どこにでも水蒸気があることや、水蒸気の数などにも目が向いていく。
- ・ 空気を閉鎖系にするのがおもしろかった。コップだとその場所に目が向くが、空気を閉じこめることで空気そのものに目が向く。うまくいかなかったのはやはり単元構成に原因がある。ガラス棒だけで解決するのではない。何度も事象にかかわることで水蒸気という物をとらえていく。そこが弱かったのではないか。前時と本時のつながり。ずっと氷を置いておくと出てきた、音楽室でも出てきた、(量的に) 結構出てきたという活動があると良かったのではないか。

##### (3) 助言者より

- ・ 子どもは、疑問をもっていたのか？先生の思いで行ったのではないのか？白い物は水だと認識しているのかどうか疑問だった。閉鎖系の中にある空気に含まれていた水だととらえていたのか？そこをとらえられる構成にすることで教材が生きてくる。データの共有がやはり重要。
- ・ 子どもたちは空気を集めに行くときも意気揚々としていた。それを生かせなかった我々に問題があった。子どもたちは空気を集めながらも交流していた。全体交流は子どもにとって必要感のある交流だったか。今日の全体交流は発表会だった。であればシンプルに「ある」「ない」でよかった。実験前の交流で出てきた「風呂」「露天風呂」などは全体のものにはならなかったが、実験後に結びつけると価値ある物がいっぱい出てきていた。次の時間とどう結びつけるかが重要。
- ・ 身近な存在である水は本当に難しい物だと実感した。「見えない水・湯気・水蒸気」大人でも曖昧。教師がどう押さえていくか、子どもが前の時間までにとりだだけ浸っていたか、が大事。氷水を容器に入れて水滴をつけると「中の水がしみ出てきた」と考える子がいるが、袋、氷などが出てくるとさらに難しい要素が増えた。風呂やグラウンドからの湯気、洗濯物の乾き方、川霧、けあらしなど様々な事象がある。生活経験が不足しているならあらかじめ子どもに触れさせることも必要。
- ・ 水蒸気がどこにでもあるということを調べるには今日の教材は有効。空気の中に水蒸気があることを検証するのは、今日の教材では難しい。季節も関係ある。夏の暑い時期は飽和水蒸気量との関係でよく反応が出る。4年生は論理的に考えることが難しい。一度思いこんだらなかなか修正するのが難しい。事実を見てもそこから修正できずに自分の考えにこだわる子もいる。どうかかわっていくかは難しい。
- ・ 指導案自体は意欲的ですばらしい。自然蒸発は要素が多く、扱いが難しい。教科書では意図的な蒸発に結びつける導入という扱い。「水を温めると水蒸気になる」という扱いが難しかった。そこにこだわりが生じる。4年生には空間認識も難しい。相当広い空間でないといびがりは意識できないのでは？1コマ終わる段階での理解は「ふーん」程度でいいのでは？「何かを見せられた＝知」「何かを聞かされた＝学び合い」これをつなげていくことで理解に結びつく。

(文責 伏見小 澁谷 宣和)



#### 4. 授業改善に向けて

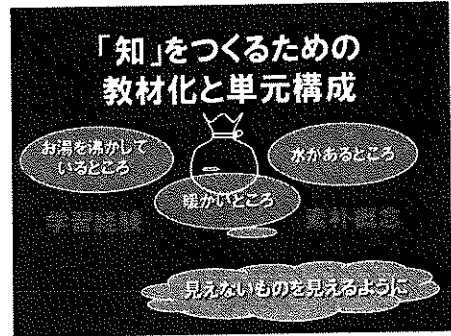
##### ① 改善の視点

###### (1) 「知」をつくるための教材化と単元構成

###### 改善のポイント①

水蒸気の有無についての考えについて、根拠となる学習経験や生活経験を顕在化することで、「どこの空気にも水蒸気がある」という事実から問題が生まれ、沸騰以外の要因に目を向けようとする。

「水蒸気があるところとないところがあると思う」と考えた子どもが、本時で水蒸気の有無を調べる活動を行い、「どこの空気にも水蒸気がある」ということと、さらに「水を沸騰させなくても水蒸気が発生しているようだ」という見方や考え方をもつことができると考えた。実際の授業場面では、「水蒸気のあるところとないところを探そう。」という課題のもと、それぞれの場所の空気を袋に集め、それを冷やしてくもるかどうかなを確認していった。「あると思う」ところで見つけられた子どもは、学習経験や生活経験をもとにした根拠が確かなものとなった。「ないと思う」ところでくもりが出てきたことについては、それが問題となったが、考えの根拠となる学習経験や生活経験に自信がもてず、子ども自身で取り下げてしまう部分も見られた。



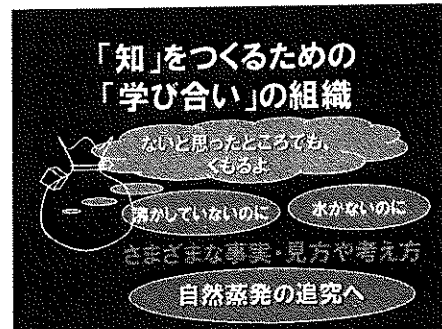
子どもは、水蒸気が「ある」という根拠を「温かいか」「近くに水があるか」「お湯を沸かしているか」という3点で考えている。水蒸気を探す活動の前に、これらのことを明確に位置づけることが大切である。「どこにでも水蒸気がある。」という事実と考えたことの間、「温度が低くても、水が近くなっても、お湯を沸かしてなくても、水蒸気があるなんて変だ。どうしてかな。」という具体的な問題をもつことで、既習やその他の事実と結びつけて新しい論をつくっていく。このような具体的な問題をもたせることが必要であったと考える。

###### (2) 「知」をつくるための「学び合い」の組織

###### 改善のポイント②

個々の追究や実験結果を共有し、どこにでも水蒸気があることを明らかにする。また、場所の違いとくもり方の違いを関係付けながら、自然蒸発に目が向けられるようなかかわり合いを組織する。

袋のくもりに対する考えは、「図書室にはあったけど、うすかった。」「外にはないと思ったのにあったよ。給食室の空気や息が入ったのかな。」「はじめはくもらなかったけど、ずっと氷を置いておくとくもったよ。」などと、個々にもっていた。自分の結果についてはよく見ていたが、様々な結果や考えを全体で共有化する面では工夫が必要であった。「寒いところでも水が蒸発して、空気中の水蒸気が存在するのかな」「どこから流れてきて、水がないところでも存在するのかな」「人の息みたいに、他に水蒸気を出すものがあるのかな」「お湯を沸かさなくても、水やぬれているところさえあれば水蒸気ができるのかな」ということを学び合いの中で位置づけ、実験しながら結果を出すことで、自然蒸発に目を向けたり、量の違いを見つけたりする。水蒸気の有無、場所と量の違いなどの結果を共有化し、それをもとに、ないと思ったところから出てきたことや、量の違いに対する考えを引き出すことで、水蒸気の発生源や、沸騰以外の蒸発に要因を求め、自然蒸発に目が向けられるきっかけになると考える。



(文責 二条小 中村 裕治)

5. 改善案

① 単元構成の改善

活動構成の概要	改善点
<p style="text-align: center;"><b>【2次 自然蒸発 (3)】</b></p> <p>◇ この減った水 (水蒸気) はどこへ行くのかな</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>湯気の近くも冷やしたら水が出てくるんじゃないかな。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>水蒸気が出た!</p> <p>どこにいったのかな?</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>どこまでいったのかな?</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>冷やすと水が出てくるよ。</li> <li>遠く離れたところでも現れるよ。</li> <li>他にお湯を沸かしているところがあるのかな。</li> <li>水があるところには水蒸気があると思うよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>水蒸気があるところとないところがあると思うよ。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 200px;"> <p>水が蒸発しないから寒いところからは出てこないと思う。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 200px;"> <p>水があるところや水を沸かしているところの近くからは出ると思う。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>いろいろなところの水蒸気を探す活動</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>水がないところやお湯を沸かしていないところの空気も、冷やしたら曇ったよ。</li> <li>いろいろな場所で空気を採ってきたけど、どの空気にも水があるよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>沸騰しなくても水蒸気は出ているのかな。</p> </div> <p>◇ 水槽の水が減っている    ◇ 洗濯物も乾いているよ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px;"> <p>水槽の水かな</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px;"> <p>洗濯物が乾いたときに出たのかな</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px;"> <p>湿った地面が乾くときに出たのかな</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>ふたをしておく。</li> <li>ビニールに入れる。</li> <li>ふたをかぶせておく。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>水蒸気はいろいろなところから沸騰しなくても出ているようだ。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>温度を下げると水蒸気が水に戻り姿が変わった。</li> </ul>	<p>○何度も事象にかかわりながら、水蒸気に対するとらえを膨らませていく。</p> <p><b>【改善点】</b></p> <p>○冷やすと空気中の水蒸気が水滴に変わっていくことをしっかりとらせることで、空気中の水の存在を明らかにする方法を身につけ、あるところとないところを探すという課題をもたせる。</p> <p><b>【改善点】</b></p> <p>○水蒸気を探す時の見通しや、結果に対する考えをもつ手がかりとして既習の学習を生かす。</p> <p>○水蒸気のかまえ方は事前に指導しておく。</p> <p>○生活経験や既習に結び付けて考えられるようにする。</p> <p>○水蒸気の有無、場所と量の違いなど結果を共有化し、それをもとに、ないと思ったところから出てきたことや、量の違いに対する考えを引き出すかかわりを行う。<b>【改善点】</b></p> <p>○子どもたちの考えたそれぞれの実験方法で水がどこから来たのか考えさせる。</p>

(文責 幌西小 坂地 敦志)

② 本時の改善

子どもの活動	教師の意図											
<p>&lt;前時まで&gt;</p> <p>水を沸騰させると、水蒸気になる。でも、理科室から離れた場所にまで水蒸気があった。理科室で見えなくなった水蒸気があんなに離れた所まで行っているのはおかしい。</p> <p>・理科室の水蒸気が流れていたのではなく、元々そこにあったんじゃないかな</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>どんなところに水蒸気があるのかな</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>温度</b></td> <td style="width: 33%;"><b>水源</b></td> <td style="width: 33%;"><b>沸騰</b></td> </tr> <tr> <td>                     寒いところ                      ・ 玄関                      暑いところ                      ・ 暖房の側                 </td> <td>                     水のあるところ                      ・ 理科室                      ・ 水飲み場                      ・ じめじめ                 </td> <td>                     お湯を沸かしたところ                      ・ 理科室                      ・ 職員室                 </td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">寒いところでも</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">近くに水がなくても</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">お湯を沸かしていなくても</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>どこにでも水蒸気があるよ</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <b>自然に蒸発したもの</b>                      教室の水槽の水が減っていた                      雑巾や拭いた机が乾く  <b>自然蒸発</b>                      水飲み場の水から出た                      地面の水たまりがひとりでに乾く                 </td> <td style="width: 50%;"> <b>沸騰させたもの</b>                      どこかお湯を沸かしているところから来た  <b>沸騰</b>                      沸騰させないと水蒸気が出るはずがない                 </td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>沸騰させなくても自然に水蒸気があるのか調べてみたい</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">雑巾などの濡れた物が乾く時に出てきた</td> <td style="width: 33%;">水があるところから自然に蒸発した</td> <td style="width: 33%;">沸騰させた水蒸気が空気中に残った</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">水蒸気が出ていそうな場所を調べてみよう</p>	<b>温度</b>	<b>水源</b>	<b>沸騰</b>	寒いところ ・ 玄関 暑いところ ・ 暖房の側	水のあるところ ・ 理科室 ・ 水飲み場 ・ じめじめ	お湯を沸かしたところ ・ 理科室 ・ 職員室	<b>自然に蒸発したもの</b> 教室の水槽の水が減っていた 雑巾や拭いた机が乾く <b>自然蒸発</b> 水飲み場の水から出た 地面の水たまりがひとりでに乾く	<b>沸騰させたもの</b> どこかお湯を沸かしているところから来た <b>沸騰</b> 沸騰させないと水蒸気が出るはずがない	雑巾などの濡れた物が乾く時に出てきた	水があるところから自然に蒸発した	沸騰させた水蒸気が空気中に残った	<p>○湯を沸かして、白い湯気が見えなくなった後、水がどこへ行くのかを調べた。理科室の中だけでなく、離れた場所でも水蒸気があることから、それらがどこで発生したものなのか問題を焦点化する。</p> <p>◎水蒸気がありそうな場所を考える活動から、発生源について考えを引き出す。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>改善のポイント①</b></p> <p>実験前に根拠を顕在化させ、ないと思ったところでも袋がくもることや、くもり方の違いと結びつける。また、何度も調べながら水蒸気に対するとらえを膨らませていくことで、事実に対する考えを見直す根拠となる。</p> </div> <p>◎水蒸気の発生源が何かを考えることで、沸騰以外の要因に気付き、自然蒸発に目を向けるようにする。</p> <p>◎どここの空気にも水蒸気があった事実から、水を沸騰させなくても水蒸気が発生しているようだという考えをもち、自然に水蒸気が発生していることを確かめる方法に見通しをもつ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>改善のポイント②</b></p> <p>水蒸気を調べた結果を板書に位置付ける。また、「ある」「なし」だけではなく、水蒸気の出方や状況など、事実を共有化し、場所の違いとくもり方の違いを関係付けていくことで、自然蒸発に目を向けることができる。</p> </div>
<b>温度</b>	<b>水源</b>	<b>沸騰</b>										
寒いところ ・ 玄関 暑いところ ・ 暖房の側	水のあるところ ・ 理科室 ・ 水飲み場 ・ じめじめ	お湯を沸かしたところ ・ 理科室 ・ 職員室										
<b>自然に蒸発したもの</b> 教室の水槽の水が減っていた 雑巾や拭いた机が乾く <b>自然蒸発</b> 水飲み場の水から出た 地面の水たまりがひとりでに乾く	<b>沸騰させたもの</b> どこかお湯を沸かしているところから来た <b>沸騰</b> 沸騰させないと水蒸気が出るはずがない											
雑巾などの濡れた物が乾く時に出てきた	水があるところから自然に蒸発した	沸騰させた水蒸気が空気中に残った										

(文責 伏見小 澁谷 宣和)

## 7. 研究の成果

### ① 「知」をつくるための素材・教材の開発

さまざまな場所の水蒸気を探す活動を通して、水蒸気存在や、広がりや、蒸発する事実と、その原因を考えようとする。

水蒸気を探そうとする活動は、

- ・お湯を沸かしているところに水蒸気があると思う。
- ・近くに水があるところに水蒸気があると思う。

などと子どもが考えることで生まれる。「さまざまな場所」の水蒸気を探すということで、今回はそれぞれの場所の空気を袋で集める活動とした。また、「集めた空気を冷やしたらくもる」という事実をもとに子どもが考えていくので、子どもが空気を集めやすいような袋を選ばなければならない。今回は 480×340mm のチャック付きポリ袋を用い、氷で袋の外側から冷やすこととした。このような条件で実験を行うと、「水蒸気があるところ」と考えた場所はもちろん、「ないところ」と考えた場所の空気もくもるという事実を見つけることができた。また、空気を閉じこめることを通して、場所の違いによるくもり方の違いを見つけ、空気そのものに目が向けることにも有効であることがわかった。

### ② 「知」をつくるための単元構成

水蒸気がどこにでもあることを問題にすることで、沸騰以外の条件に目を向け、自然蒸発について考えることができる。

今回の実践では、意図的に水を加熱し蒸発させる活動から単元をスタートした。単元での学習経験を生かして、「お湯を沸かしているところにある」と子どもは考え、沸かしていないところにも水蒸気があることから、自然蒸発に目が向けられると考えた。水蒸気の発生源から離れたところにも水蒸気があることに気付くことで、発生源→理科室→校舎内→外 という具合に空間を広げて考えるきっかけとなった。水蒸気が「ある」「ない」で話が終始せず、「くもり」に対する考えをもたせるためには、水蒸気を探す活動の前に、水蒸気が「ある」という根拠を明確に位置づけることが大切である。そうすることで、「どこにでも水蒸気がある」という事実と、子どもが考えた根拠との間に問題が生まれ、既習やさまざまな事実を結びつけながら、自然蒸発について考えていけるのである。

### ③ 「知」をつくるための「学び合い」

冷やすことで表れた「くもり」に対する互いの考えを関係付けていくことで、蒸発に対する見方や考え方を深めることができる。

それぞれの場所で集めた空気を冷やした結果がどうだったかを整理し、共有していく手だてが必要である。整理・共有化がないと子どもは自分の結果しか見ないことになる。そのために、まず集めてきた場所と量の多少を整理し、どこにでもあることと、量の違いがあることについての考えをもたせる。そうすることで、水蒸気発生源や自然蒸発に目を向けていくようになる。「くもり」に対する子どもの見方や考え方を学び合いの中で位置づけ、実験しながら結果を出すことで、自然蒸発に目を向けたり、量の違いを見つけたりする。「くもり」に対する互いの考えを関係付けていくことで、沸騰して水が水蒸気になることとあわせて、自然蒸発にも目が向けられ、蒸発に対する見方や考え方を深めることができる。

(文責 二条小 中村 裕治)

# 5年「もののとけ方」の指導について

児童 5年1組 男子19名 女子16名 計35名

指導者 越野 宗丈 (星置東小)

協力者 小野 明裕 (幌西小)

三浦 貴広 (桑園小)

## 本時の問題解決

ろ過した透明なミョウバン水。本時はその液体の中にミョウバンがまだ入っているのかが問題になる。「見えなくなったけど、まだミョウバンがとけているかも・・・」「透明になったんだからもう無くなったのでは？」と考える。そして、以前作成した水の温度や量と、ものがとける量の関係を表したグラフをもとにして考え「水が冷えて出てきたのだから、もっと冷やしたら出てくるのでは?」「水が減って出てきたのだから、水を温めたら?」などに見通しをもちながら、実際にろ過後の液体を冷やしたり、温めて水を蒸発させたりする活動をしていく。このような活動から「ろ過して見えなくなった透明な液体でも、さらに冷やしたり水を蒸発させたりすることによって、またものが析出してくる」という見方や考え方が育つと考えた。

とかしきつたはずの  
ミョウバンが出てきたよ  
まだ増えるかも?



ろ過して取り出して  
みよう



取り出すこと  
ができたよ

透明になったけど・・・この中に  
まだミョウバンはあるのかな?

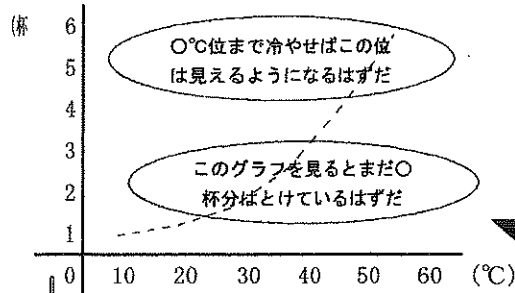
ろ過して透明になった  
のだからもう無いよ。

ろ紙は通り抜けられな  
いからもう無いよ。

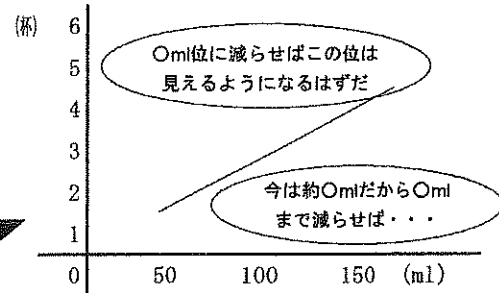
また時間がたてば  
出てくるよ。

取り出した量はとかした量より  
は少ないからまだとけているよ。

前に作った「水の温度、水の量とミョウバンのとける量の関係」を表したグラフをもとにして考えてみると・・・



<冷やしてみれば>



<あたためてみれば>

とけているとしたら・・・

温度を上げてとかしたミョウバンが、  
温度が下がって出てきたとしたら、ろ過  
した液体を冷やしてみれば・・・。

水の温度が上がって水が減って出てきたと  
したらろ過した液体を温めて水を蒸発させ  
てみれば・・・。

ろ過して見えなくなった透明な液体でも、さらに冷やしたり  
水を蒸発させたりすることによって、またものが析出してくる

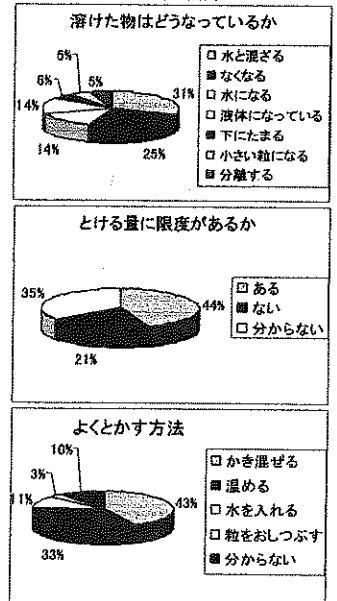
# 1. 授業づくりの重点

「もののとけ方」の授業を行う上で、札幌市内の小学校3校の5学年303名に、もののとけることについてのアンケートを実施した。その結果、85%の子どもが水に何かをとかした経験をもっていた。しかし、「とけたものが水の中でどうなっているか?」という問いでは、「水と混ざる」「無くなる」「水になる」「液体になる」という回答が見られた。子どもたちはとけるといふ事を、融解と溶解の両方の意味でとらえている子が多いということが分かった。

また、本単元にかかわる内容である「とける量に限度があるか?」という問いには44%の子どもが「ある」と答えている。しかし、「分からない」と答えた子が35%にも上った。子どもは水にものをとかした経験はあるが、とけ残るまでものをとかした経験があまりないことが分かる。また、「ものを水によくとかすには?」という問いには、その方法として「かき混ぜる」「温める」「水を多く入れる」という考えも11%もいた。

PISA (OECD 生徒の学習到達度調査) 2003 年調査では、日本の子どもたちの「科学的リテラシー」「問題解決能力」については世界ではトップレベルであるが、「読解力」については前回の調査よりも低下していることが明らかになった。PISA でいうところの「読解力」とは、「自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキストを理解し、利用し、熟考する能力」のことである。それを理科の学習に分かりやすく置き換えると、「観察・実験などを行った後に目の前にある事実をきちんと認識し、自分なりの問題をはっきりと認識し、生活経験や既習した内容を用いて、友達と交流しながら自分の力で考えることができる力」と理解することができる。これは言い換えると一人一人の子ども達を大切に丁寧な問題解決学習を行うことである。これが「知をつくる」ことに他ならないのである。今回の5年秋季研では、「知をつくる」ために、アンケート結果などから「知をつくる」ための学びとして以下の点に着目して授業を構築してきた。

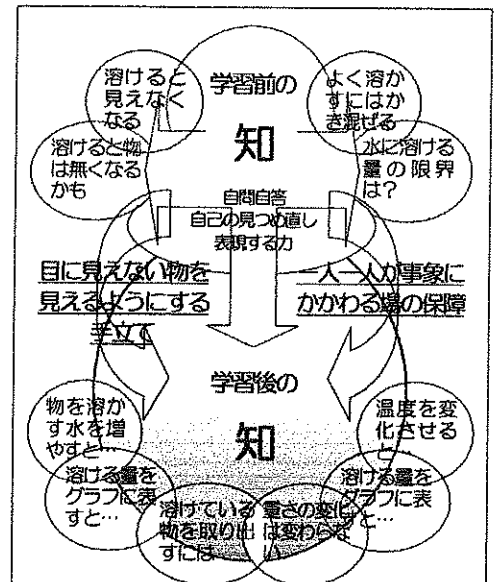
城西・桑園・星置東小 5学年 303名  
平成18年7月上旬 調査



## 「知」をつくるための教材化と単元構成

### (1) シュリーレン現象をじっくりと観察していく活動

まず、「水にもののとける」ということに対して、「ものがなくなる」「水になる」というようにとらえている子どもの意識を変えていくには、学習の導入でもののとけていく過程をじっくりと観察させていくことが大切である。そこで、授業の始めに長い透明な筒に水をたくさん入れて、食塩の粒を上から落としたり、ティーバックにとかすものを入れビーカーの中に吊るしたりして、シュリーレン現象を観察させる。そのような活動を単元に入れていくことで、「よく見ると水の表面に薄い膜が張っていた」「小さな目に見えないような粒が浮いていた」「水を揺らすともやもやが出てきた」「水の量が増えた」など、小さな100mlのビーカーの中で起こっている現象をよりじっくりと観察していくことができるようになり、とけるということを科学的に見ていくようになると考えた。



### (2) 条件を制御してものをとかす活動を行う

最初は5ccの計量スプーンでとかすものを量り取り、ビーカーの50mlの目盛りに合わせて水の中に入れてとかす活動を行う。その活動をしていくと実験結果がグループ間で合わなくなってくる。そして、ものを量る時にはさじ切りをしたり、メスシリンダーを使って水の量を正確に量り取ったりする必要が出てくる。教師の側で条件を制御して実験をするようにかかわることで、よりはっきりとした問題解決をしていくことができる。

### (3) 一人一人が事象にかかわる場を保障する

とけ残ったものをとくすために、水を温めたり、増やしたり、かき混ぜたりする活動を行う。その他にも粒をつぶしたり、そのまま長い時間置いて観察したりしたいという子も出てくる。そのような子へはなぜその活動を行いたいのかをはっきりとさせてから、学習時間以外でもその活動にじっくりと浸らせるようにする。とけたのかとけなかったのか、グループ毎に実験結果が違う場合などでも、自分たちで納得してから次のステップに進むことで、一人一人の子どもを大切に丁寧な問題解決学習を行うことができるのである。

## 「知」をつくるための「学び合い」の組織

### (1) グラフを使い、目に見えないものを見えるように

「もののとけ方」の授業では、食塩とミョウバンを使用して授業を行う。これらは水にとけてしまうと無色透明になり、臭いもほとんどない。とかけた後のビーカーだけを見ると中に何が入っているのかは分からない。しかし、ものを水にとくす過程の事実をしっかりと観察し、順序立てて学習していくことで「目に見えない水溶液の中にあるものを、目に見えるように」かかわっていく。

目に見えないものを見えるようにするような手立てとしては、「グラフ」をもとにして考えさせていくことも重要であると考えている。ものをとかけた時の、ものの量と温度をまずは表にし、その後で縦軸・横軸をとってグラフに変換していく。そうすることによってものがどのようにとけているのかが理解しやすくなり、そこから結果を考察し、食塩とミョウバンのとけ方の違いを理解し、一般化を図っていくことができる。

これからの理科では「読解力」を育成していくことは大変重要なことである。「読解力」向上のためには、観察・実験において、結果を整理して科学的に解釈し、考察するとともに図やグラフ、モデルなどを使って別の角度から考えることも大切である。

### (2) 多くの見方や考え方を生かして、学び合いながら調べる方法を考えていく

水の温度を上げて食塩やミョウバンをとかしてそのままにしておく、温度が下がり結晶が析出してくる。次にその時に出てくる透明な上澄み液に着目し、この中にはもうものがとけていないのかを考えていく。授業前に「とけたものはどうなっているか？」というアンケートを取ったところ、半数近くの子が「なくなる」「水になる」「目に見えない小さな粒になっている」という考えをもっている。

その後、その透明な液体（上澄み液）の中に、まだものが「ある」のか、または「ない」のかを考えていく。「ない」と考えた子は、アンケートの結果にもあるように、見えなくなっているということは、ないということだと単純に考えていたり、もう温度が下がって結晶が出てきているので、上澄み液の中には残っていないという考えをもっていたりする。「ある」と考えた子は「水の中にもものがある」という根拠を、水の温度ととかけたものの量をグラフ化したものなどから考察し説明していく。さらには透明な上澄み液の中から中にとけているものを取り出していく実験方法を自分たちで考えていく。「ある」という考えと、「ない」という考え、お互いに集団で学んでいくことで、問題を解決していければと考えている。

#### ◆ 単元の目標

**総** ものを水にとかし、水の温度や量による限度の違いや、とけたものの取り出し方、ものを水にとくす前後の全体の質量などを調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、もののとけ方とその規則性についての見方や考え方をもちようにする。

**関** ものを水にとくすことに興味をもち、意欲的に調べたいことについて話し合う。

水にとけて見えなくなったものの行方を様々な方法で調べようとする。

**科** ものが水にとける限度を、水の温度や量、ものによる違いと関係づけて考えることができる。

ものをとくす前後で全体の重さが変わらないことから、とかけたものは水溶液の中にあることが分かる。

**実** 見いだした問題に対する予想をもとに、条件を統一した実験を設定し調べることができる。

メスシリンダーやろ過器具、加熱器具、電子天秤などを正しく安全に扱うことができる。

**知** ものが水にとける量には限度があり、その量は水の温度や量、とくすものによって違うことを理解する。

水溶液を冷やしたり、水溶液から水を蒸発させたりすると、とかけたものを取り出せることを理解する。

ものが水にとけても、その前後で重さが変わらないことを理解する。

2. 授業記録 (10/16)

子どもの反応	教師の対応
<p>○ それぞれの予想を発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最初に入れた水の量と、上澄み液の量が同じだから、中にミョウバンは入っていないよ。</li> <li>・60℃で溶けていたものが20℃まで冷えたから、6杯分くらい出てきて…だから、もっと冷やしたらもう少し位は出てくると思うよ。</li> </ul>  <p>○上澄み液の中にミョウバンがあるかどうかを調べる方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上澄み液を冷やしたらいいと思う。</li> <li>・水を全部蒸発させたら出てくると思うよ。</li> <li>・冷やし過ぎると凍ってしまうので、3~6℃くらいにしておいた方がいいと思うよ。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・グループの中で温める人と冷やす人の担当を決め、準備のできたところから実験を始める。</li> <li>・僕たち3人は蒸発させるから、君たち3人は冷やしてね。</li> <li>・氷に水を入れすぎちゃったよ。</li> <li>・微妙に出てきたかな。見間違いかな。</li> <li>・まだ全然水が減っていないよ。</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・少しの量を完全に蒸発させれば出てくるんじゃないかな。</li> <li>・2℃まで下がったよ。でも出てこないぞ。</li> <li>・これ、ミョウバンかな。泡じゃないのかな。</li> <li>・あ、凍らしてしまった。溶けるまで待たなくちゃね。</li> <li>・沸騰してきたよ。もう少しで出てくるかも。</li> <li>・あれ、なんか出てきた！ミョウバンかな。ミョウバンだ！</li> <li>・蒸発皿で蒸発させたら、白い粉が出てきたよ。ミョウバンかな。</li> <li>・蒸発皿に固体らしきものが出てきたよ。ミョウバンしか溶かしていないから…。ミョウバンだよ。</li> <li>・冷やしたビーカーにミョウバンが出てきたよ。でも、温めているほうは出てこない。</li> </ul>	<p>○子どもの予想を板書に位置づける。</p> <p>○上澄み液の中に、まだミョウバンがあるなら、どうやって証明すればよいかを問う。</p> <p>○どのくらい冷やしたり温めたりすると、どのくらい出てきそうなのか、具体的な見通しを引き出す。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p><b>改善のポイント①</b></p> <p>グラフは折れ線ではなく棒グラフを扱い、データとデータの間(調べていないところ)にも着目できるようにする。</p> </div> <p>○実験をする際の注意事項の確認をする。</p> <p>○デジタル温度計を見やすくしたり、氷を追加させたりするなど、支援しながら机間巡視を行う。</p> <p>○全部蒸発させたい子に、蒸発皿を使う方法を助言する。</p> <p>○なかなか出てこない時に、「じゃあ、上澄み液には入っていないんだね。」等の声をかける。</p> <p>○冷やしたビーカーの中に析出してきた際、それが何かを判断させる。</p> <p>○上澄み液にはミョウバンがあったのかどうかを判断させる。</p>



- ・全部蒸発させていないから、まだわからないよ。
- ・ピーカーの下に何かある！これ、ミョウバンじゃない？



- ・思ったより少ないな。もっと出てくるかな。
- ・温めているほうは、ミョウバンは温かいほどよく溶けるから、温めているうちは出てこないんじゃないかな。全部蒸発させないとわからないよ。

○実験結果の交流

- ・冷やしていたら、ピーカーの底の方に白い粉が出てきたので、きっとミョウバンだと思う。
- ・-3℃になった辺りで、冷やすのを止めて様子を見ていたら、白い粉が出てきたので、これはミョウバンだと思う。

- ・蒸発させて、50ml あった上澄み液が 25mm まで減って濁ってきたけど、ミョウバンは出てこなかったよ。
- ・僕のグループも 25ml くらいまで水は減ったけど、出てこなかった。完全に蒸発させたいな。
- ・私たちのグループは、ピーカーの水を全部蒸発させられないと思って蒸発皿に少しとって蒸発させたら、白い粉が残ったよ。
- ・僕たちがやりたかったのは、温めることではなくて、蒸発させることだから、全部蒸発させないとわからないよ。
- ・限界まで蒸発させてから判断したいな。
- ・もっと時間をかけないとわからないよ。

○ノートに実験の経過・結果を記録させる。

○実験を終了させ、結果について聞いていく。

○出てきたものがミョウバンだといえるのかいえないのか判断させる。

○冷やすとどのくらいミョウバンが析出するはずなのかをグラフを見ながら考えさせる。

○明らかになっていない部分について、この後どうしていきたいのかを考えさせる。

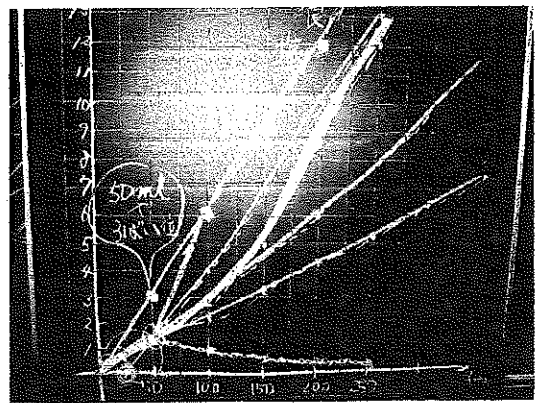
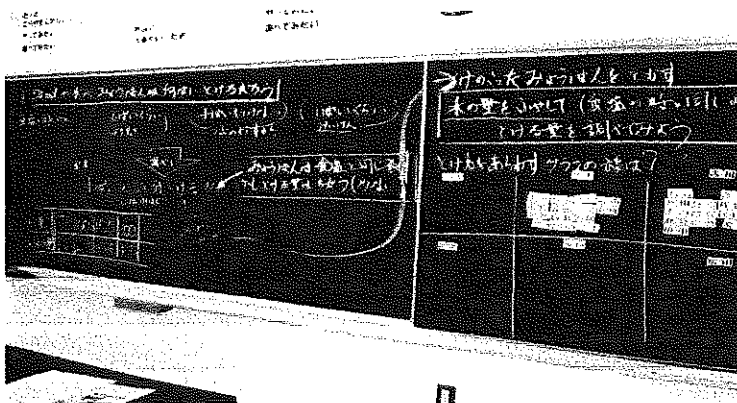
○次時、何をするのか確認する。

改善のポイント②

考察の後、子どもたちそれぞれがノートにキーワードを用いて今日の学習のまとめをさせることで、文章での表現力を養うようにしていく。

(文責 桑園小 三浦 貴広)

板書記録



### 3. 分科会の記録

#### ①討議の柱

「水の中にもものがある」という根拠を、水の温度ととがしたものの量をグラフ化したものなどから考察し、説明していくことで、理科における表現力をつける授業に迫ることができた。

#### ②討議の内容

##### (1) グラフを用いて溶解度を予想させる学習について

- ・「とける量」と「温度」の関係を、グラフをもとに考えるのはあたりまえで、「食塩とミョウバンの出方の違い」「ものの溶け方の違い」を学習するためにグラフが必要になってくるのではないか。
- ・折れ線ではなく、棒グラフにするからこそ「とけている量」をグラフから実感できるのである。直線の折れ線グラフは、「量」を実感できないことが最大の欠点である。何を表現しようとしているのかを明確にしてグラフ化をして、グラフの種類を選択しなければいけない。
- ・教師のかかわりとして、棒グラフを使用することで「温度を下げたら」「この部分が移動する」「もっととける」「出てくる」などグラフを根拠に考えるのである。
- ・ミョウバンが「ある」「ない」の入り方については、温度が下がっていると意識している子どもは、グラフをもとに見通しをもっていたが、「ない」という子どもの見通しが弱かったのではないか。
- ・「温める」と「蒸発させる」の意味が違う。ミョウバンが「あるか」「ないか」と問うから、水を飛ばして蒸発させたくるのである。主張にある「目に見えないものをグラフで見えていく」のではなく、「目に見えないミョウバンのとけ方の様子」を見ていくのである。「温めすぎ」「冷やしすぎ」を防ぎ、子どもの活動にブレーキをかけるためにグラフを使っているのではないか。
- ・グラフが有効なのは、上澄み液は飽和の限界点であることを理解するときである。そのことに対する子どものイメージが大切だ。水の中でミョウバンが飽和するイメージを現象やモデル図などから、しっかりもつことで「グラフ」に子どもは、着目するようになるのである。
- ・今日の話合いで、「棒グラフ」にこだわったのは、子どもに読解力を育てたいから。やはり、グラフ化の途中で「読解力」を育てるのである。いっぱい溶けているという子どものイメージが大切なのである。

##### (2) 助言者より

- ・以前この単元は、溶かしながら、重さも計っていた。それを行わないから本質が見えてこないのである。
- ・手順をふんで説明し考える子どもにしていく。自分の考えを順序立てて考える。それが読解力なのである。
- ・本時の中で、説明したいという気持ちは伝わってくるが、その中に「以前の学び」が見えてこない。
- ・まとめ方に対する教師のかかわりが弱い。「わかったこと」「方法」を板書していてもダメである。
- ・「自分は～しようと思ったけど」「～だった」と表現させることが、表現力の育成になるのである。
- ・感動がなければ、表現力は育たない。感動を受け取る教師のかかわり、また、その返し方によって、子どもの表現力の育ちは、変わるのである。
- ・札幌市手引書と同じ単元構成では、研究の意味がない。
- ・本時の「ある」「ない」は、味見をすれば、はっきりするだろう。
- ・やはり「重さ」が関係していくことで「どのくらい」が、はっきりしてくる。
- ・今日のグラフは「階段グラフ」。途中が抜けていることを意識させなければ。
- ・無理をして結果を出す必要はなかったが、今後の見通しをもって授業が終了した点も良かった。

(文責 梶西小 小野 明裕)

#### 4. 授業改善に向けて

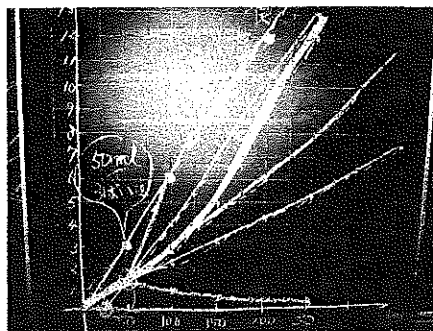
##### ①改善の視点

###### (1) 子どもの分かり方と溶解度のグラフの扱い

###### 改善のポイント①

グラフは折れ線ではなく棒グラフを扱い、データとデータの間（調べていないところ）にも着目できるようにする。

- ・グラフについてはもっと吟味していく必要があった。今回は0、20、40、60℃でのミョウバンの溶解度を調べて折れ線グラフで書かせてみた。しかし、5年生の発達段階としては、より量を実感させるため、棒グラフでもよかったと考える。また、0℃の溶解度も調べてみたが、20、40、60℃での溶解度を調べた後に、0℃から20℃での溶解度（見えないところ）を子どもたちに予想させていくことも、表現力をつけることにつながるのではないかと考える。
- ・上澄み液の中に溶けているミョウバンを調べるための実験方法や、実験に必要なものなどを、自分たちで計画し、そして活動していくようにすることで、より一人一人が問題解決をしていくことになるのではないと思う。そのために必要なこととしては、理科室にある実験器具などの講習も授業前にしていく必要があると考えた。



###### (2) より表現力を高めていく学習にしていくには

###### 改善のポイント②

考察の後、子どもたちそれぞれがノートにキーワードを用いて今日の学習のまとめをさせることで、文章での表現力を養うようにしていく。

- ・手順をふんで説明し、考える子どもにしていく。自分の考えを順序立てて考える。そのことが「表現力」をつけるということである。教師は様々な場面で子どもに支援していかなければならない。

###### 実験の前には…

- ・子どもが今考えていることを、「以前の学び」をもとにして伝えようとしているのか、また、伝えようとしていなかったならば、立ち戻させるように教師がかかわる。

###### 実験の最中では…

- ・今、自分がしようとしている実験から「何がはっきりしたのか」また「はっきりしなかったのなら、次にどんなことを行えばよいのか」を明確にさせる。

###### 実験の後では…

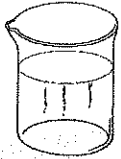
- ・表現力を育てるポイントとして、事実を頭の中で考え、まとめて表現することがあげられる。子どもが、わかったことを言葉で説明できることが大切である。今日の授業の「わかったこと」「方法」を板書するだけでなく、まとめに対する教師のかかわりを強くし、「自分は～しようと思ったけど」「～だった」と表現させることが、表現力の育成になる。
- ・理科における表現力が高まったのかどうかを評価するために、授業後に「まとめ」としていくつかのキーワードを使って作文を書かせてみることも必要である。
- ・感動がなければ、表現力は育たない。感動を受け取る教師のかかわり、また、その返し方によって、子どもの表現力の育ちは変わる。



(文責 幌西小 小野 明裕)

5. 改善案

① 単元構成の改善

活動構成の概要	改善点
<p><b>【第1次 ものを水にとかす(7)】</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・もやもやしたものを出しながらとけるね</li> <li>・食塩とミョウバン、とける量はものによって違う</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">とけ残ったものをとくすには…</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">水の量を 増やして</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">温めて</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">かき混ぜて</div> </div> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;">水を増やしたり、温度を上げたりするととける量が変わる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・とける量と水の量は温度にはどんな関係があるのかな</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;">実験結果を表やグラフにまとめる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・グラフにすると、とけ方のちがいがわかりやすいね。</li> <li>・温めてとかしたミョウバンをそのままにしておくと、何か出てきたよ。</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;">ろうとを使い、上澄み液を取り出す活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・とかしたミョウバンが全部出てきたのかな。</li> <li>・まだ上澄み液の中にとけていそうだよ。</li> </ul> <p><b>【第2次 とかしたものをとり出す(5)】</b></p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">上澄み液の中に、まだあるならどのくらいあるのかな</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・グラフから考えると、0gくらいはとけていると思うよ。</li> <li>・0℃近くまで冷やせば、0gくらい出てくるんじゃないかな。</li> <li>・水を蒸発させてしまえば、出てくると思うよ。</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;">上澄み液を冷やしたり蒸発させたりする活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・氷で冷やしたら、底に白い粉が出てきたよ。</li> <li>・上澄み液を少しとって蒸発させたら白い粉が出てきたよ。</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">水にとけているものも、温度を下げたり水を蒸発させたりすることで、出すことができるんだね。</p> <p><b>【第3次 ものを水にとかしたときの重さ(3)】</b></p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">ものが水にとけて見えなくなったとき、その重さはどうなるのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・見えなくなっても重さはあるんじゃないかな。</li> <li>・実験に使うすべてのものの重さをはかりながら調べるとわかるね。</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;">水にとかしながら重さの変化を調べる活動</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;">ものを水にとかして見えなくなっても、水溶液の中に全部あるんだね。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○表からグラフ化をする時には、棒グラフから始め、次第に折れ線グラフに移行していく事で溶液の中にとけている量に対するイメージをしっかりとたせる。</li> <li>○析出して底に固まったミョウバンを再び温めてとかそうとすると、底の部分が割れる可能性があるため行わない。</li> <li>○それまでにとかしたミョウバンを空のビーカーに入れ、上澄み液を取り除いたミョウバンと比較させることで、上澄み液の中の様子のイメージを具体化する。</li> <li>○グラフ作りなどの活動から、グラム溶けている量をイメージさせることで、「とけている量=とけている重さ」と考えられるようにする。</li> </ul>


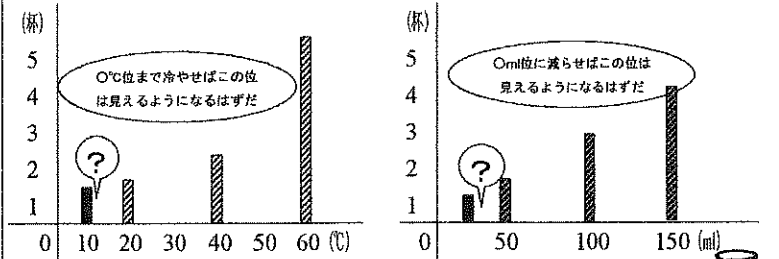
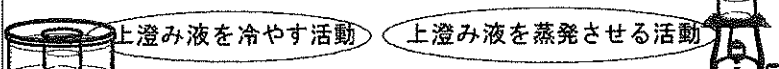
(文責 桑園小 三浦 貴広)

② 本時の改善

1. 目標

- ◎ 濾過して透明になった上澄み液を冷やしたり蒸発させたりすることで、とけていた物を取り出すことができるということを、析出の様子から考えることができる。
  - ・水の温度や量とものとのける量の関係を示したグラフをもとに、上澄み液を冷やすことによって、とけていた物を取り出すことができるという見方や考え方ができる。(科学的な思考)

2. 学習の展開 (9/15)

子どもの活動	教師の意図
<p>&lt;前時まで&gt;</p> <p>ろうとやる紙を使って、出てきたミョウバンを取り出すことができた。取り出した後の液体(上澄み液)は透明だけど、この中にミョウバンはもう溶けていないのかな。</p>	
<p>ろうとを使って取り出したあの上澄み液を観察する活動</p>	
<p>もう何もとけてないように見えるけど……。この上澄み液の中には、まだミョウバンはあるのかな。</p>	
<p>ろ過して透明になったのだからもう無いよ。</p> <p>ろ過紙は通り抜けられないからもう無いよ。</p> <p>また時間がたてば出てくるよ。</p> <p>出てきた量は溶かした量より少ないからまだとけているよ。</p> 	<p>◎食塩とミョウバンの濾過後の上澄み液をじっくりと観察させようで、まだとけているかどうかを考えさせ、ネームカードで板書に位置づけ、その根拠を明らかにしていく。</p>
<p>・水溶液(上澄み液)にまだとけているかもしれないミョウバンを取り出すには、どうしたらよいかな。</p>	<p>◎温度を変えたり、水の量を変えたりすることによって溶ける量が変わる事実をもとにして見えるようにする方法を考えさせていく。</p>
<p>水の温度を上げてとかしたミョウバンが温度が下がったせいで出てきたんだから冷やすといいよ。</p> <p>水が減っていて、とけきれなくなって出てきたと思うから、きっと蒸発させるといいよ。</p>	<p>◎グラフを元に考えたり、時にはグラフに立ち返ったりすることで「こうすればこうなるはず」というより確かな見通しをもたせていく。</p>
<p>・水の温度、量とミョウバンのとける量の関係を表したグラフで考えると？</p>	
 <p>◎0℃位まで冷やせばこの位は見えるようになるはずだ</p> <p>◎0ml位に減らせばこの位は見えるようになるはずだ</p>	<p>改善のポイント①</p> <p>グラフは折れ線ではなく棒グラフを扱い、データとデータの間(調べていないところ)にも着目できるようにする。</p>
<p>上澄み液を冷やす活動</p> <p>上澄み液を蒸発させる活動</p> 	<p>◎ミョウバンの析出の仕方をグラフを元に交流させることで、水の温度や量によるとけ方の違いを実感させていく。</p>
<p>・0℃で出てきた。グラフで見ると? ・ ・ ・ 0g位出たのかな。</p> <p>・じゃあ中間の10℃だったら△g分位は出るはずだ。</p> <p>・半分の25mlまで減らせばミョウバンの半分が見えるようになるよ。</p> <p>・水が0mlまで減ってきたら出てきたよ。きっと水を全部蒸発させれば、0g分全部が出てくるよ。</p> <p>・この実験から言えることは? (提示されたキーワードを用いて)</p>	<p>改善のポイント②</p> <p>考察の後、子どもたちそれぞれがノートにキーワードを用いて今日の学習のまとめをさせることで、文章での表現力を養うようにしていく。</p>
<p>ろ過した液体の中にもミョウバンがあって、見えなくなっていたけなんだ。これでまた濾過すれば取り出せるよ。</p> <p>・食塩ではどうかな?</p>	<p>◎次時の活動の見通しをもたせていく。</p> <p>(文責 星置東小 越野 宗丈)</p>

## 6. 研究の成果

### ① 子どもの分かり方に沿った素材・教材の開発

- ・ミョウバンと食塩のとけ方の違いを自分たちでグラフを作ると同時に、移動黒板を使ってクラス全員でグラフを作成していった。「40℃の時はこのくらいとけたから、60℃の時はこのくらいとける」などと予想して、黒板のグラフに線を書き加えたりしていった。何度も書き直したり、消したりしながらクラス全体で溶解度を予想していくことができた。
- ・ろ過の学習をする時に、トイレットペーパーを水にとかしてどろどろになった液を使い先にろ過をして見せた。真っ白に濁った液でも、ろ過をすると透明な液体しか出てこない。そこで析出したミョウバン水の上澄み液をろ過する時に、ミョウバン水や食塩水の粒の大きさに目がいき、再度水溶液というものはどのようなものなのか考えていくことができた。

### ② 子どもがわかるためのかかわり合い

- ・結晶が析出してきたときの後の透明な上澄み液に着目し、まだ中にもものが「ある」のか、または「ない」のかを考えていく。「ない」と考えた子は、ろ過してもう温度が下がって結晶が出てきているので、上澄み液の中には残っていないという考えをもっている。「ある」と考えた子は、水の温度ととかしたものの量をグラフ化したものなどから考察し説明していく。「ある」という考えと、「ない」という考え、お互いに集団で学び合いながら調べる方法を考えて、問題を解決することができた。

### ③ 子どもの表現力を高めるためには

- ・本実践では表現力を高める学習を行うことを目標においた。グラフを使い、目に見えないものを見えるようにすることで子どもの表現力が高まっていくのではないかと考えて実践を行った。食塩とミョウバンは水にとけてしまおうと無色透明になり、臭いもほとんどない。目に見えないものを見えるようにするような手立てとしては、「グラフ」をもとにして考えさせていくことが重要である。ものをとかした時の、ものの量と温度を表にし、その後で縦軸・横軸をとってグラフに変換していく。そうすることによってものがどのようにとけているのかが理解しやすくなる。そこから結果を考察し、食塩とミョウバンのとけ方の違いを理解し、一般化を図ることができ、上澄み液の中に溶けているミョウバンの量を、自分たちで作ったグラフをもとにして考えていくことができた。
- ・理科における表現力を高めるといふこと、言うなれば「物言える理科」にしていこうという考えに沿って研究を進めてきたが、表現力が高まったのかどうかを評価するために、今回の授業後に「まとめ」としていくつかのキーワードを使って作文を書かせてみた。キーワードは「上澄み液」「見えない」「ミョウバン」「温度」である。以下は授業後に子どもに書かせた「まとめ」の一部である。

透明な上澄み液の中にミョウバンはあるのだろうかということでした。私は上澄み液の中にミョウバンがあると考えました。理由はグラフを見て思いました。温めてまた冷やして出てきた上澄み液の温度は20℃でした。グラフを見ると40、60℃の温度でミョウバンは20℃の時よりも溶けていました。つまり、上澄み液の温度は20℃だから、20℃で溶けていた分が上澄み液にまだあって、冷やして出てきたミョウバンの結晶は40、60度の時に溶けていたミョウバンが冷やされて出てきたものだと思いました。それを証明するための実験にはどんなものがあるかを考え、水を蒸発させてみようと思いました。

表現力をつけると一概に言っても一つの単元を丁寧に行ったからすぐにつくというものではない。毎日の各教科での取り組みをしっかりとっていくことで力がついていくのは言うまでもないことである。また、感動がなければ、表現力は育たない。感動を受け取る教師のかかわり、また、その返し方によって、子どもの表現力の育ちは、変わるものであるということも本実践で学ぶことができた。

(文責 幌西小 小野 明裕)

# 6年「電流が生み出す力」の指導について

児童 6年3組 男子15名 女子17名 計32名  
 指導者 後藤 健 (幌南小)  
 協力者 佐野 恭敏 (附属札幌小)  
 小林 明弘 (元町小)

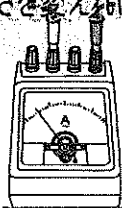
## 本時の問題解決

子どもは、3年生で磁石の性質を調べ、4年生では電流の向きや強さを学習してきた。本単元では電流が導線を通るときに生じる力について学習する。これまでの経験から電流を大きくすると力も増すことは理解し易いと考える。本時ではコイルの巻き数を同じにしたときの電磁石の強さの違いを問題にする。同じ巻き数でも電磁石の強さが異なる事実から、導線を集めると電磁石が強くなることを理解し、導線を通れる電流のはたらきについてより理解が深まると考えた。

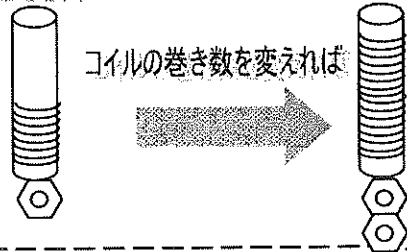
電流の強さやコイルの巻き数を変えれば、電磁石の強さを変えられる。

量的なとらえ

電流の強さを変えれば



コイルの巻き数を変えれば



同じ巻き数なのに  
電磁石の強さが違う

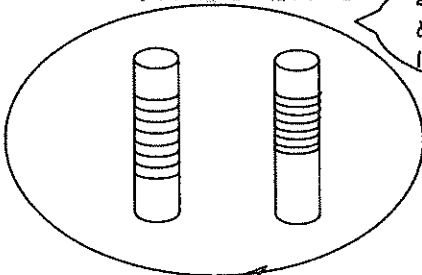
コイルの幅が違うから

電磁石の強さに差が出たのは

コイルの位置が違うから

巻き方を変えることで、電磁石の強さを変えることができるのだろうか

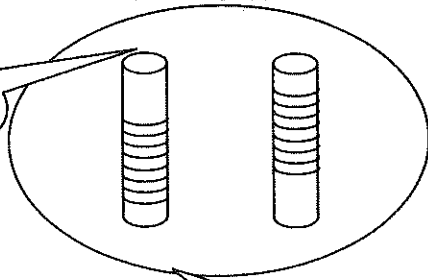
コイルをかためて



導線の磁力を集めれば強くなるはずだ

ものに近い方が磁石もよくくっつくから

コイルを近づけて



導線の磁力を集めれば

コイルを一カ所に巻いているから...

コイルが近いところにあるから...

導線の磁力を近づければ

力がぎゅっと

巻き方を変えても、電磁石の強さを変えられる。

質的なとらえ

コイルの巻き方を変えることで導線の磁力を集め、電磁石の強さを変えることができる。

# 1. 授業づくりの重点

## 「知」をつくるための教材化と単元構成

### (1) 導線の巻き数・巻き方に目を向ける必然性を生む

学習指導要領の内容には、「電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わる。」とある。それにしたがって、従来の多くの実践では、「電流の強さ」と「巻き数」とを並列でとらえていた。しかし、電流の強さと巻き数とは、電磁石の強さを変える要因としては並列でとらえられるものなのだろうか。

電流の強さという要因については、子どもはすでに素朴概念としてもっているといえる。4年生の学習では、電流の強さと豆電球の明るさやモーターの回り方とを関係づけて考えてきている。既習を生かすと、「電流の強さと電磁石の強さには関係があるのではないか」という考えは自然なものといえる。また、日常生活の中でも消費電力に目を向けるCM等から、テレビの画面サイズや冷蔵庫の容量が大きくなるほど電力を使うととらえている子どもも多い。ダンプカーが軽自動車よりも多くの燃料を消費するという点についても、多くの子どもがとらえている。6年生の子どもは「大きな力を生むためには、よりたくさんのエネルギーを消費する」という素朴概念をもっているのである。そのような素朴概念をもつ子どもにとっては、「電流を強くすると電磁石が強くなるのではないか」という考え方は自然なものである。

しかし、導線の巻き数については同じようにはいえない。多くの子どもにとってコイルはなじみ深いものではなく、生活の中でコイルを扱った経験はほとんど無い。4年生の学習でモーターを扱うことはあるが、その中のコイルのはたらしに目を向けて学習してきた子どもはまずいないであろう。既習も生活経験も生かせないコイルについて、子どもは「導線をたくさん巻くと、何となく強そう」という程度の考え方しかもてない。もう少し明確な見通しをもって、子どもがコイルの巻き数や巻き方を意識していく単元構成にしていきたいと考えた。

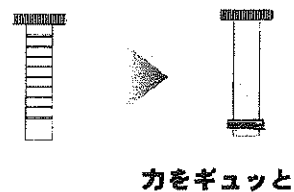
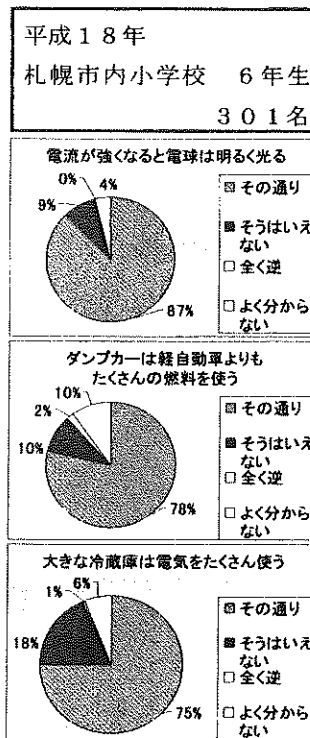
### (2) 力を「ぎゅっと集める」というイメージを

そのような単元としていくために、一次で導線に電流が流れる際の磁力を扱うこととした。一本の導線でも電流を流すと磁力をもち、コイル状に重ねることで磁力が増すことに気付かせていくのである。そのような見方をしている子どもは、巻き数を多くすることでより磁力が増すのではないかという見通しをもつ。「巻き数を増やすと導線の磁力が集まってね…」などと考えていくのである。先行実践の中でも「電気が導線をぐるぐる回っていくうちに力が強くなるのでは」という考え方をする子どもも見られている。20回巻きのコイルよりも、40回巻きのものの方が「力が集まってね」と説明するのである。

しかし、同じ40回巻きでもそれぞれの電磁石の強さは少しずつ違ってくる。六角ナットのつく数やつき方といった小さな差異に目を向けさせることで、子どもは導線の巻き方を問題としていくのである。

今までの実践でも時に巻き方についてふれられることはあったが、定量的に扱うことができずに苦労していた。「きれいに巻いた方が電磁石が強いみたい」とぼんやりとまとめることが多かったのである。そこで、本実践では、力を「ぎゅっと集める」という意識を大切にしていこうと考えた。一次からの学習を通して導線の磁力が集まって電磁石が強くなるという見方をもっている子どもは、導線を巻く際にも「狭い範囲にまく」ことで導線の磁力が集まると考え、右図のように極端に固めて巻くのである。

このように導線の磁力を「ぎゅっと集める」という見方や考え方を大切にしていこうとすることで、子どもは、電流の強さだけではなくコイルの巻き数や巻き方に目を向けて追究を深めていくものと考えた。





## 「知」をつくるための「学び合い」の組織

### (1) 定量的に実験できる手だてを

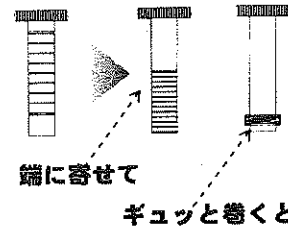
多くの先行実践では、電磁石の強さをはかるものとして釘を用いてきた。小さなものを用いたり、縦につながった本数で数える等、できるだけ定量的に実験できるようにしてきた。しかし、釘の形状が原因となり、実験者の技量によってつく本数が変わってしまい、結果のばらつきを生んでいた。

本実践では、そのような状況をふまえ、六角ナットがいくつつくかで電磁石の強さをはかるように考えた。六角ナットには、面と面とによるつき方をしていくため、実験者の方法や技量により実験結果がばらつくおそれが少なくなるというよさがある。定量的に実験をすることができることで、子どもが実験を比較しながら整理し見方や考え方を深めていく、学び合いの土台となるのである。



### (2) 「コイルの巻き数」から「コイルが生む力」へ

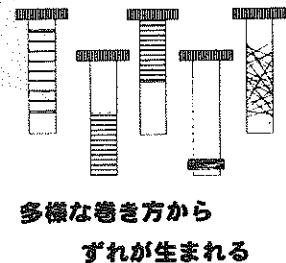
前時では多くの子どもは「巻き数を増やすと電磁石の力が強くなるのでは」という見通しをもって実験に当たる。20回巻きよりは40回巻きの方が多くの六角ナットをつけることができる様子は、子どもの見通し通りといえる。しかし、最初は「ほら、やっぱり！巻き数を多くすると…」といていた子どもも、他のグループでは同じ巻き数なのに電磁石の強さが違う様子を目にすることから疑問をもつはずである。



同じ巻き数なのに電磁石の強さに違いがあることから、子どもは「巻き方」に目を向けていく。「コイルが鉄心の端によっていると、コイルの力が直接伝わって…」「導線を狭い範囲に巻くと、力もギュッと集まってね…」などと、コイルが生む力のことを話し出すであろう。「コイルの巻き数」という量的なものしか考えていなかった子どもが「コイルが生み出す力」という質的なものに目を向け、見方や考え方を深めていくのである。

### (3) 鉄心の長さが巻き方の違いを生み、結果のずれから子どもの問題が生まれる。

このような学び合いを生み出すためには、鉄心の長さがポイントと考えた。長い鉄心を使うことで、必然的に多様な巻き方が生まれる。丸ボルトの溝にそって一つずついねいに巻く子、特に気にせず真中に固めて巻く子、二・三回重ねながら鉄心の端の方に巻く子など、巻き方に違いが生まれてくるのである。ていねいに巻く方がよいと考える子どもも多いであろう。しかし、ていねいに巻くほど範囲が長く拡散したものとなり、電磁石は弱いものになってしまうのである。同じ巻き数の電磁石でもつく六角ナットの数やつき方が明らかに違う事実を目にしたとき、子どもは巻き方と電磁石の強さに目を向けていくはずである。さらに、導線一本でも磁力が出ることや、巻き数を多くすると電磁石が強くなることなどを結びつけて考えることで、「ギュッと巻くと力もギュッと集まってね」などとコイルが生み出す力に目を向け、「幅を狭めて巻くと強くなる」「鉄心の端に近づけて巻くと強くなる」という見通しが生まれてくるのである。



多様な巻き方から  
ずれが生まれる

#### ◆ 単元の目標


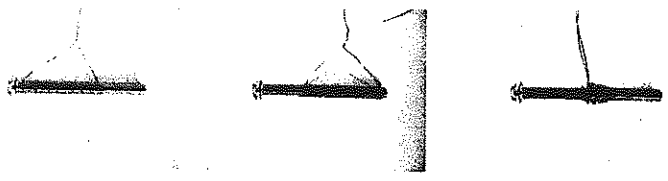
**総** 電磁石の導線に電流を流し、電磁石の特徴や強さの変化をその要因と関係付けながら調べ、見出した問題を多面的に追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して、電磁石の性質のよさに気づき、電流のはたらきについての見方や考え方をもちよようにする。

**関** 一本の導線に電流を流し、方位磁針が振れる様子を見たり、強力電磁石が鉄を引きつける力を体感したりして、電磁石のはたらきに関心をもち、調べようとする。

**科** 電磁石をより強くする方法について予想し、個々の実験結果を関連付けて結論を導き出すことができる。

**実** 電磁石の性質や、電磁石をより強くする方法について、条件制御を考えながら計画を立てて調べ、その結果を整理してまとめたり、自分の考えを表現することができる。

**知** 電磁石は電流が流れているときに磁石となり、電流の向きが変わると極が変わることや、電磁石の強さが電流の強さや導線の巻き数・巻き方によって変わることを理解する。

子どもの反応	教師の対応
<p>○前時の実験から気付いたことを発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4グループと6グループのナットをくっつける力の差が大きかった。</li> <li>・コイルを巻き付ける位置が違うからじゃないかな。</li> <li>・5グループと6グループの差は、コイルの重なり方が違うからじゃないかな。</li> </ul>	<p>○子ども達がつくった電磁石の強さが異なることを取り上げ、もう一度各グループの電磁石を見るようにかかわる。</p> <p>○グループ間で何が違うのかを考えさせ、コイルの巻き方に目を向けるようにかかわっていく。</p>
 <p>4グループのコイル (寄せて)      6グループのコイル (真ん中に)</p>	<p>○「コイルの位置を変える」「幅を狭めて巻く」ということを引き出し、実験の目的を共通化させる。</p>
<p>○コイルの巻き方を変えて、電磁石の強さを比べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コイルを下にかためると、もっとつくはず。</li> <li>・重ねるとコイルを上巻くより、下に巻いた方がナットをたくさんつけられたよ。</li> <li>・上に巻くとナットは平均で3つだったけど、下では平均で5つもくっついた。</li> <li>・コイルを下に巻くと、最高で7つくっついた。</li> </ul>	<p>○実験の目的を共通化できたら、実験条件を大きく変えたコイルを子どもに提示して実験を始めるように指示する。</p> <p>○コイルの幅は同じでも、巻く位置によってつけることのできるナットの数を比べさせ、コイルの位置と電磁石の強さを考えるようにかかわる。</p> <p>○コイルの幅を広げたときと、狭めたときの磁力を比較させ、コイルの幅も磁力と関係があることを見つけ出せるようにかかわる。</p>
	<p>改善のポイント①</p> <p>巻き方について、コイルの位置とコイルの幅という見方や考え方は引き出すことができたが、子どもの発表では、その両者が混在したままであった。もう一度子どもに問い、位置を変えることや、幅を変えることで、電磁石の磁力がどうなるのかをもう少し詳しく引き出す必要がある。それにより、磁力が「ぎゅっと」集まるとい見方に焦点化していくことができると思う。</p>
 <p>上に幅を広く      下に幅を広く      真ん中に幅を狭く</p>	
<p>○実験の結果を発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上は平均2個、真ん中では平均3個、下では平均4個くっつけることができた。</li> <li>・下にいくほど磁力が強くなるみたいだ。</li> <li>・磁力が六角ナットに伝わるまでの距離が短いからすぐに伝わって、たくさんくっついたのではないか。</li> <li>・下の方に巻いた方が、コイルの磁力が速くつたわるのではないか。</li> <li>・コイルをかためると、上にきれいに巻いた時よりも少し強くなった。</li> <li>・コイルをかためた方は、真ん中に巻いているのに結構強くなったよ。</li> </ul>	<p>○ 実験結果から、「コイルの幅と位置によって電磁石の強さが変わるようだね」と確認をし、巻き方を変えることで磁力がどうなったのかを考えるようにかかわる。</p>

子どもの反応

- 実験結果からより強い電磁石になる条件を考える活動。
  - ・コイルをかためると、磁力が一か所に集まって強くなったのではないかな。
  - ・前の学習でエナメル線1本よりも、束ねると磁力が強くなったから、かためた方がよい。
  - ・エナメル線1本のときは、砂鉄がやっとだったけど、巻くと釘もくっつけることができたから、きつとかためると強くなったんだよ。



- 自分たちで考えた巻き方で、電磁石の強さを調べる活動。
  - ・平均で5個もつくようになった。磁力は強くなっているよ。
  - ・今まで5個しかつかなかったのに、6個つくようになった。
  - ・あれ、下にかためて巻いているのに、全然強くならなかったよ。
  - ・エナメル線が途中から、二重になっている。どうしてかな。

教師の対応

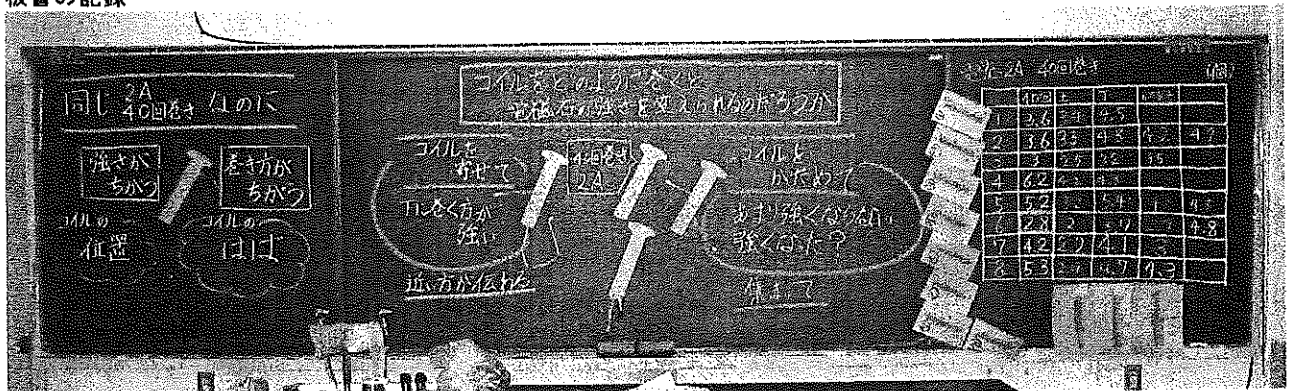
- 「どうしてコイルをかためようと思ったの」と問い、コイルの磁力について考えるようにかかわり、「コイルの磁力をぎゅっと集める」という見方を引き出す。
- 分かったことをもとにして、より強い電磁石を作れそうだという見通しをもたせ、次の活動に向かわせる。

改善のポイント②

子どもは、はじめから、コイルを下にかためた方が強くなるのではないかと考えていた。そこで、前時までに、位置と幅に関する実験を行い、「もっと強くする巻き方」を追究したり、エナメル線を二重に巻いてしまったりしたグループなどを取り上げたりして、よりコイルの磁力を意識した本時の展開にする。

- 次時では、コイルを下にかためて巻くと強くなるということを確認め、より強力な電磁石を作る活動を知らせる。

板書の記録



(文責 梶南小 後藤 健)

### 3. 分科会の記録

#### ① 討議の柱

- (1) 「知」（ぎゅっと集めて）をつくるための教材化と単元構成
- (2) 「知」（『力』に子どもの意識が向いていったか）をつくるための「学び合い」の組織

#### ② 討議の内容

##### (1) 単元構成と子どもの思考について

- ・ 本時では、現象に対する子どもの驚きが少なかったようだ。
- ・ 一本の導線を扱った導入では、現象への驚きはあった。
- ・ 見通しができていたから驚きが少なかったのではないか。
- ・ 「一本一本が力をもっているのだから、集まると強くなる」という考えを強調できればよかった。
- ・ 一本から巻き数を増やしていく展開だった。逆にたくさんの巻き数から導入し、「たった一本でも」という学習展開も考えられる。
- ・ 2次の最後であれば、実験方法をもっと子どもにゆだねてもよいのではないか。
- ・ 論理的な単元構成とするために、指導者側で実験の条件をそろえすぎたのではないか。
- ・ 本時のように、明確な見通しをもとに「やっぱりね」と納得する学習があってもよい。

##### (2) 本時で扱った事象の教材性について

- ・ 電流と導線だけで磁力を生み出すことに子どもは面白さを感じていた。
- ・ つける鉄としてナットを用いたのは、個々の器用さによる差が出づらく、データが安定するのよかった。
- ・ ボルトは巻きやすさや、端のフラットさの点でふさわしかった。
- ・ ボルトを鉄心になると、両極の形の違いによる差をどう扱うのか。
- ・ 本単元ではボルトの先端につけるよう統一していたが、統一しなければ「距離」の視点が生まれやすかったのではないか。
- ・ データをとることに時間の大半をさいていた。もっと『楽しさ』を付加できないか。

##### (3) 「学び合い」の成立について

- ・ 子どもが単元の学習を通して、個々の考えをもっていたことは、本時の学び合いの成立につながった。
- ・ 前時での、見通しについての話し合いの中で、ある程度の解決がされていた。
- ・ 条件をそろえることで、学び合いの出発点がずれないようにしていた。
- ・ 話し合いの後半で、つけるもの（ナット）とコイルの距離の話題が出てきたが、全体のものになっていなかったのではないか。
- ・ 本時でも、見通しについての根拠を話し合う場面があれば、より深い学び合いが成立したのではないか。

##### (4) 助言者より

- ・ なぜ磁力が強くなったのか、ということ子どもなりに考えさせることが大切。
- ・ 途中で巻く向きを変えていた子どもがいた。一定の方向に巻くことの大切さを扱うこともできる。
- ・ 条件をある程度そろえたことが、子どもの納得につながっていた。
- ・ 一本の導線での感動を単元の最後までつなげていきたい。
- ・ 「幅」と「位置」にうまくまとまりすぎたのではないか。同じ「幅」でもグループ間に思いの違いがあったように感じた。
- ・ 今日の学習内容は発展的な内容だった。
- ・ 本時の学習は一つの方向に収束してもよいものであった。単元の中で多面的なとらえができればよい。
- ・ 理科の学習が、ものの見方や考え方を広げる機会となればよい。

（文責 元町小 小林 明弘）

#### 4. 授業改善に向けて

##### ① 改善の視点

###### (1) 「知」をつくるための教材化と単元構成をするために

###### 改善のポイント ①

導線のもつ磁力の扱い方を工夫し、子どもの思考の流れに沿った単元構成とする。

本実践では、一次で導線の磁力を見つけることから導入した。教師演示実験で、導線に電流を流すと方位磁針が振れる様子を見せたのである。スイッチをオン・オフするだけで方位磁針が振れる様子に引き込まれた子どもは、早速自分たちで事象を確かめだした。「方位磁針がふれるということは磁石になっているのかな」とくぎや砂鉄がつくかななどを追究しはじめたのである。

しかし、このように教師から事象を与えるのではなく、子どもが追究の過程で導線が磁力をもつということを見つけていくことができるように単元を構成していきたい。そこで改善案として導入で電磁石を子どもに与え、「どこが磁石になっているのかな」という問題意識を中心に追究させることとした。「鉄心がないコイルだけでも弱けれど磁石になっている」「コイルにしなくてもまっすぐな導線でも…」と、子どもの追究過程の中で導線の磁力を見つけていくことができると考えた。

一次にこのような学習をしていくことで、「コイルにすると一本一本の導線の力が集まって磁力が強くなる」という見方を追究していくその過程の中で自然にもつことができてくる。そのような見方が本時場面でも生きてくるのである。

###### (2) 「知」をつくるための「学び合い」を組織するために

###### 改善のポイント ②

コイルの位置や幅についての見方をしっかりとくくることで、「ぎゅっと集める」という見方を通して「巻き方」から「力」へと質的な変換が行われる本時とする。

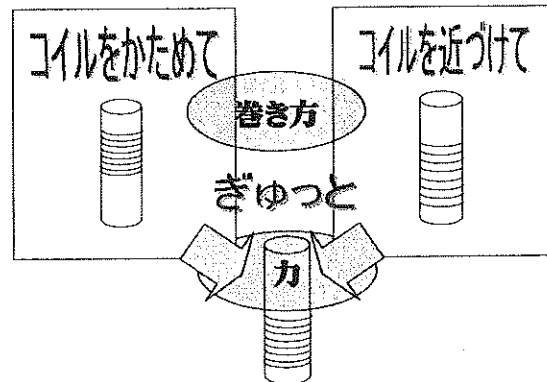
本時では、同じ巻き数なのに電磁石の強さが違うことを問題に、子どもがコイルの巻き方に目を向けていくように考えた。想定したとおり、コイルの位置とコイルの幅についての見方や考え方が出てきたのだが、両者が混在したまま授業が進んでしまった。多くの子どもはそれぞれの見方を絡めながら自分の考えを述べていたが、全ての子どもにとって分かりやすくなるように、コイルの位置や幅についての見方をしっかりとくくっていく必要があった。

そのように見方や考え方をはっきりと位置づけていくことで、導線をぎゅっと集めていくことによって電磁石の力が強くなることをはっきりさせていく。

ここで、導線を二つ折りにしてしまうなど「ぎゅっと集めているはず」なのに全く強くないグループが出てきた時には、巻き方と力との関係について見方や考え方を深める好機である。一次の学習と関係づけて考えていく中で、「ぎゅっと集めているのは巻き方だけではなく、導線一本ごとにもっている磁力を集めて束ねているんだ」と気付く様子が見られるはずである。


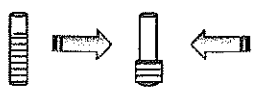
このような「学び合い」を組織していくことで、巻き方から電磁石の力へと質的な変換が行われる本時とすることができる。

(文責 附属札幌小 佐野 恭敏)



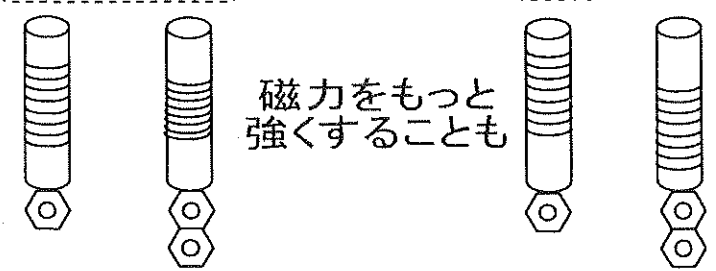
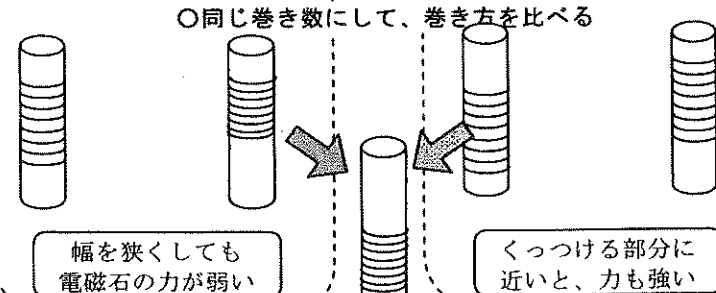
5. 改善案

① 単元構成の改善

活動構成の概要	改善点
<p>【第1次 電磁石の性質（4）】</p> <p>◇電流が流れると…。電球が光るよ。  「電磁石は？」 モーターが回るよ。</p> <p>電磁石に電流を流すと、どうなるのだろうか。</p> <p>・鉄のナットをひきつけたよ。どこが磁石になったのかな？</p> <p>鉄心が磁石になったのかな？      コイルが磁石になったのかな？</p> <p>・鉄心だけではつかないな。      ・鉄心がなくてもひきつけるよ。          ・コイルの中に入れた時だけだ。      ・鉄心を入れると強力になるね。</p> <p>◇導線がコイルになっていなかったら、どうなるのかな。</p> <p>一本の導線に電流を流すと、どうなるのだろうか。</p> <p>一本だけならだめじゃないかな。      少しはひきつけるよ。</p> <p>・一本だとナットは動かない。だめなのかな。でも方位磁針は動いたぞ。          ・軽い砂鉄ならひきつけたぞ。          ・電流の向きを変えると方位磁針の向きも変わった。S極N極があるぞ。</p> <p>導線に電流を流すと磁石のような性質をもつんだね。</p> <p>・コイルにすると一本の力が集まるから、電磁石になるんだ。          ・電磁石は磁石と同じ性質をもっている。砂鉄を使うと磁石になっている様子がよくわかるね（磁力線の様子を観察する）。</p>	<p>○導入から電磁石を提示し、「どこが磁石になったのか」という問題から、導線に目を向ける。</p> <p>○既習と異なり、導線が「コイル形状」であることに着目することによって「一本のまっすぐな導線ならどうなるか」という問題を生み出す。</p> <p>○「たった一本でも磁力をもった」という事実によって、電磁石という事象への驚きと関心を高める。</p>
<p>【第2次 電磁石の強さを変える（4）】</p> <p>※第2次前半部は省略</p> <p>・同じ40回巻きでもナットのつく数が違う。電流の強さも同じなのに。</p> <p>◇電磁石を比べてみるとコイルの巻き方が違うぞ。</p> <p>どのようにコイルを巻くと、電磁石がより強くなるのだろうか。</p> <p>力をより近くでつける側に近づけて巻いた方が強いのでは。      巻き方を変えて力を集中させてコイルの幅によって強さが変わるのかな。</p> <p>・つける側に近づけて巻くと強くなったよ。  ・コイルの幅を狭くしても、強くなることももあるよ。</p> <p>近づけることと集めることの両方をしたらもっと強くなるよ。      一定の向きに巻かなくてははいけないよ。</p> <p>力がぎゅっと集まるように</p> <p>コイルの力が集まるように巻き方を変えればより強い電磁石にすることができるんだ。電磁石の強さは色々なやり方で変えられるんだね。</p> <p>※第3次は省略</p>	<p>○活動の前にそれぞれの方法をとる根拠を話し合うことで、既習とのつながりを明確にする。</p> <p>○「強くならない。」という困りと「もっと強くしたい。」という問題意識に焦点化して、再度話し合うことによって「力をぎゅっと」という意識へと深める。</p>

(文責 元町小 小林 明弘)

② 本時の改善

<p>&lt;前時まで&gt;                      子どもの活動</p>	<p>教師の意図</p>
<p>電流の強さ以外に、電磁石の力が異なった要因をコイルの様子から考えている。巻き方を変えることで、電磁石の強さを変えることができることを確かめ、巻き方を変えると、電磁石の力も変わるようだ</p> <p style="text-align: center;"><b>同じ巻き数、同じ電流でより強く</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">コイルの幅を変える</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">巻く位置を変える</div> </div>  <p style="text-align: center;">磁力をもっと強くすることも</p> <p style="text-align: center;">どのようにコイルを巻くと、強くなるのだろう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">電磁石の力を集めて</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">電磁石の力をより近くで</div> </div> <p style="text-align: center;">巻き方を工夫して...</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>コイルをかためて</p> <p>コイルを近づけて</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>コイルの巻き方と電磁石の強さを調べる活動</p> <p>○同じ巻き数にして、巻き方を比べる</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">幅を狭くしても電磁石の力が弱い</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">くっつける部分に近いと、力も強い</div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">コイルを集めるだけでは、そんなに強くはならない</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">電磁石の力が集まって、近くにあるから...</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">コイルを遠くにするとう、電磁石の力が伝わりにくいのかな</div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>力がぎゅっと集まると強くなる</b></p> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>コイルの巻き方によって電磁石の力を変えることができるんだ。もっと強い電磁石も作ることができそうだ。</p> </div>	<p>○ 教師が用意した電磁石を使って、コイルの巻き方と磁力の関係を想起させ、「もっと強く」という見通しをもたせる。</p> <p>○ 前時までの学習から、自分たちでより強い電磁石を作ること課題にし、条件をより大胆に変えて行こうにかかわる。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p><b>改善のポイント②</b></p> <p>電磁石の力が変わる要因として、コイルの位置とコイルの幅という巻き方についての見方や考え方は、引き出すことができたが、子どもの発表では、その両者が混在したままであった。もう一度子どもに問い、巻く位置や、幅を変えることで、電磁石の磁力がどうなるのかを、もう少し詳しく引き出す。それにより、磁力が「ぎゅっと」集まるとい見方に焦点化できると考える。</p> </div> <p>○ 巻き方を自分たちで考えさせ、そのときに生じる問題等について、みんなで話し合い、より電磁石の力を意識させる。</p> <p>○ コイルの幅をより狭くし密に巻くことで、コイルの磁力を「ぎゅっと」集めたという実感をもたせる。</p>

(文責 梶南小 後藤 健)

## 6. 研究の成果

### ① 「知」をつくるための素材・教材の開発

くぎではなく六角ナットを使うことで、定量的に実験させることができる。

この単元の学習ではこれまで、電磁石の強さをはかるためにくぎが何本つくかを数えることが多かったが、子どもの技量により実験結果にばらつきが生まれやすかった。そこで、本実践では、六角ナットを使って電磁石の強さを図るようにした。

六角ナットは右図のように面がつながっていくこととなる。このつながり方により、子どもの実験結果に技量によるばらつきが持ち込まれることはほとんどなくなるのである。場合によっては図の様にまっすぐ下につながらず斜めにつながることもある。このようなつながり方をしても実際につく六角ナットの個数にはほとんどかわりがない。どの子が実験しても同じような結果が出てくるのである。



しかし、六角ナットはくぎよりは重いため、1個あたりの重量差が大きくなってしまふ。実験結果はそろいやすいのだが、電磁石の微妙な強さの違いを見取る事が難しい。そのため、できるだけ小さなものを用意するようになりたいが、市販されているもので一番小さなものはピンセットで作業するほどの大きさとなってしまふ。子どもの扱いやすさも考慮し大きさを決定することで、よい教材となった。

### ② 「知」をつくるための単元構成

導線の磁力を一次で学習することで、力を「ぎゅっと集める」という見方や考え方が生まれてくる。

本実践では、一次で一本の導線でも電流を流すことで磁力をもつ事を学習した。それにより、本時の中で「一本の導線でも磁力があるのだったら、それをぎゅっと集めると強くなるはず」という考え方が生まれてきた。

ただ、導線のもつ磁力をどのように扱うかについては今後さらに考えていかななくてはならない課題として残った。本実践では単元の導入時に教師側から提示しているが、これを子どもが必然性をもって追究し「導線だけでも磁力がある！」と子どもが驚きをもって気付いていくようにしたい。そのためには、本実践とは逆にコイルをどンドンほどいていき「どこまで磁力があるのかな」と見ていくことも考えていきたい。

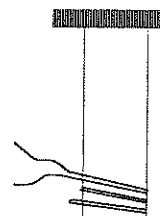
### ③ 「知」をつくるための「学び合い」の組織

子どもが「コイルの巻き方」について追究していく中で、「コイルの生み出す力」について考え出す。

本時の中で、最初はコイルとナットをつける場所との距離のことを話していた子どもが、巻き方について考えていく中で「磁力が何か所に集まってくるはずだから、ボルトの下の方に導線を固めて巻くと強くなるはず」「導線だけの時も一本よりコイルにした方が磁力が強くなったから、固めて巻いた方が…」と磁力について話し出す姿が見られた。巻き方に焦点を当てることで、多くの子どもが「コイルの生み出す力」に目を向けたのである。

ただ1次から見方を育ててきている単元構成であるため、見方や考え方があらたに生まれたり大きく変化したというわけではなく、何となくそう思っていたものがはっきりしてきたという本時であった。そのため事象を見ても子どもが大きく揺れる場面ではないし、あたりまえのように感じた子どももいるのかもしれない。本時の切り取り方を考えていくことで、授業の構成が大きく変わってくるのではないかと考えた。

本時の終盤、「ぎゅっと集めて巻いたのに、強くなるどころかほとんどつかなくなった」と悩んでいたグループがあった。一度コイルをほどかせてみると導線を真中から二つ折りにして巻いていた。巻き数を稼ぐためと思われるが、磁力が打ち消し合っており電磁石が弱くなっていたのである。しかしその様子を見た子どもたちは、今までの巻き方とは違うことに気付く、巻き方によって磁力が大きく変わるのではないかと考えを深めだしていた。想定とは全く違う事象であり、本時の中でうまく広げることができなかったのだが、子どもが「ぎゅっと巻くと強くなるはず」という見通しをもち、それと事象とのずれから「生み出される力」へと見方を大きく変えた姿の一つである。こんな事象やそれについての見方が全体のものとなっていくことで、コイルの生み出す力についてより深くとらえることができると考えた。 (文責 附属札幌小 佐野恭敏)





# 冬季研究大会

研究発表 第1部

A部会：エネルギー環境の視点からの提案





# 子どもの「もっともっと」を実現する教材化が見方や考え方を深める ～3年「光を当てよう」の実践を通して～

共同研究者 ○増谷 忍（資生館小） 和田 諭（大谷地小） 島田 裕文（白石小）

## I 研究の仮説

生活科の学習を経て、子どもは3年生で初めて理科の学習に出会う。体験的な活動中心に学んできた子どもにとって、論理的に考え、事象に働きかけていくことはまだ難しい。事象にかかわる体験的な活動を通して、少しずつ自分の見方や考え方を構築していく段階であろう。

本単元ではこうした発達段階をふまえ、子どもが楽しみながら事象にかかわり、「もっとこうしたら、きっとこうなる」と活動を膨らませていく中で、見方や考え方を深めたいと考えた。

1枚の鏡で光をはね返すことを楽しむ活動を発展させ、明るさやあたたかさを、目や耳、肌などの五感を通してとらえていく。もっと光を集めればもっと熱くできるよ。もしかしたら「お湯を沸かせるかも…」「玉子を焼けるかも…」と願いをもって活動を膨らませていく中で、「明るくあたたかい」から「まぶしく熱い」へと日光への見方を変え、性質をとらえていく。こうした、経験を通して、日光の熱エネルギーの大きさを実感し、見方や考え方を深めていくと考えている。

### 研究仮説

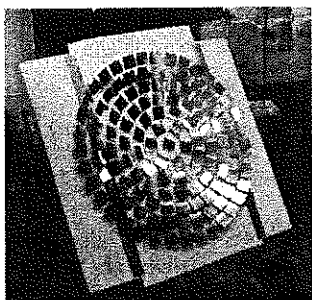
『光を集めてもっと熱くしたい』という願いを実現する「集光器」を作り、日光のまぶしさ、熱さを目の当たりにすることで、日光の熱エネルギーの大きさを実感し、見方や考え方が深まる。

## II 研究の方法

### 1. 子どもの知をつくる過程と教材化

#### 【今回教材化した集光器について】

鏡の材料は、「塩ビミラー」を使用した。鏡の角度をつける台は、画用紙。準備は必要だが、3年生で十分に製作が可能である。手軽に作られて、予想以上のまぶしさと熱さを実感できます。



今回、子どもの「もっともっと～」を実現させていく授業展開を大切に教材化を図った。

鏡にはね返された光は、明るくあたたかい。2枚、3枚と、数を増やすにしたがって、どんどん明るくあたたかくなっていく。もっと集めて、もっと明るくしたい。もっと熱くしたい。そう考えるのは3年生にとって、とても自然なことである。しかし、いくつもの鏡で、光を一点に集め続けることは技術的に難しい。そのため、明るくあたたかくなっても、光は集まりきらず、「こんなものか」という意識で学習は終わってしまう。

そこで、日光の熱エネルギーの強さを実感できるよう、子どもの力で製作できる集光器を教材化した。「もっと光を集めて、もっと熱くしたい。」という強い願いが生まれたときに、この集光器を提示する。何十もの光を一点に集めることで、まぶしいほどの明るさとなり、驚くほどの熱さとなる。「もっと鏡を増やせばもっと熱くできるはず。」と見通しをもって取り組み、お湯をわかしたり、玉子などを調理したりすることで、日光のもつエネルギーの大きさを実感していくはずである。

### 2. 子どもの学び合いを支える教師のかかわり

本単元の学習では、光をリレーする場面や、複数の光を重ねる場面、集光器で物を熱する場面など、子ども同士がかかわり合いながら実験を進める場面が多い。お互いに呼吸を合わせて取り組まないと、期待するような結果を得ることが難しい実験ばかりである。

「光をここに集めるには…」 「ここが一番明るくなるから…」 という言葉が自然に出てくる。この言葉の中に、光の進み方やあたたかさなど、光の性質に対する見方や考え方が潜んでいる。感覚的に使っている言葉の中から子どもの光に対する見方や考え方を拾い上げ、位置づけていくことで、互いに学び合う場を構築していく。必要感のあるかかわり合いを、教師のかかわりによって価値付け、見方や考え方を深めていきたい。

（文責 資生館小 増谷 忍）

### Ⅲ 研究の内容

#### 1. 単元について

子どもたちは、「日なたと日かげをくらべよう」の学習を通して、かげのでき方や、日光の明るさ・あたたかさを学んできている。日光に対しては、太陽から降りそそがれ、物をあたためているもの、という印象をもっていると考えられる。そうした中で、「光を当てよう」の学習が始まる。

#### 真っ直ぐ進む光 鏡ではね返る光

第1次の学習では、一人一人が鏡を持ち、日光をはね返す活動に取り組む。いろいろな場所に光をはね返しながら、光の進み方や、遠くまで光が届く様子を見つめていく。ここで、光のまど当ての活動を設定する。一回の反射では届かない場所にも的を置くことで、光の進み方に目を向けさせていく。自分の鏡だけでは光を届かせることができないことに気づいた子どもたちは、友達と協力し、複数の鏡で光をリレーをしながら的に光を当てようとし始める。この活動を通して直進性や反射などの進み方や、明るさやあたたかさなど、光に対する見方や考え方をつくっていききたい。

#### 日光の熱さを 実感

第2次の学習では、はね返した光で物をあたためようとする。大きな鏡で光をたくさん当てれば…」「鏡をいくつか使って光を重ねれば…」と予想しながら光を当てて、物をあたためる。両者を比べながら、たくさんの光があるだけでなく、それらが重なると温度が高まることに気づいていく。もっとたくさん光を集めて、もっと熱くしたいという願いから、光を集める装置の発想を生みだしていく。集光器での実験を始めると、最初に問題になるのが焦点である。すべての光が集まり、もっとも熱くなる場所は一カ所しかない。熱くしようと強く願う子どもたちは光が集まるその一点を探し始める。手や紙に光を当てたりしながら、光の進み方を調べ、もっとも明るく、熱くなる点を探し出していく。手をかざせば熱く、温度を測ると100℃をはるかに超えていく。光があたった金属は、やけどをするほどに熱くなり、フィルムケースは熱で溶けてしまう。予想以上に熱くできたことに驚きながら、「お湯をわかせるかも」「卵が焼けるかも」と、夢は広がっていく。できるかな…。無理かな…。と期待と不安を抱えながら実験し、予想以上の結果を得ることで、日光のもつ熱エネルギーの大きさを実感していこう。

#### 「重ねる」から 「集める」へ

第3次では、虫眼鏡で光を集める。小さな虫めがねであっても、黒い紙に光を集める瞬間に煙を出すほど、熱くすることができる。集光器は光を反射させて集めているのに対し、虫めがねは光の屈折させて集めている。光がレンズによって折れ曲がることを3年生がとらえることは難しい。しかし、集光器での光の進み方を理解している子どもたちは、似ている部分を見つけだし、虫めがねがレンズに当たっている光を一点に集めている様子をとらえ、見方や考え方を深めていくことができるはずである。

一枚の鏡、大きな鏡、たくさんの鏡、そして虫眼鏡。これらの教材を「物をあたためる」ことを軸にして単元構成に位置付け、光の進み方を視点にして事象を見つめる活動を構成した。もっと光を集めて、もっと熱くしようとする活動を通して、光の性質に対する見方や考え方を深めていきたいと考えている。

#### 2. 単元の目標

**総** 鏡で日光をはね返し、たくさんの光を集めることにより、予想を超えてまぶしく熱くできることから、日光の熱エネルギーの大きさを実感すると共に、日光の有効な活用に対し、関心を高める。

**関** 鏡や虫眼鏡で光を集めることに興味・関心を持ち、光の進み方や性質を調べたり、それを使ってものづくりをしたりしようとする。

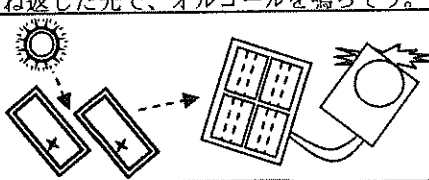

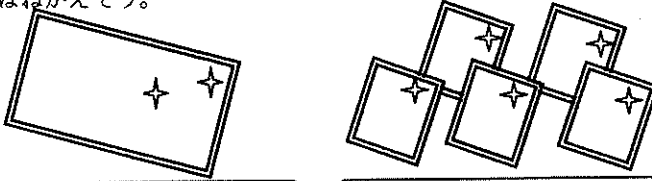
**科** 光を集めたり重ね合わせたりしたときの現象を比較して、物の明るさやあたたかさの変化を考えることができる。

**実** 日光を反射させて集め、物に当たるとき明るさやあたたかさの違いを調べ、記録することができる。

**知** 日光は集めたり反射させたりできることや、物に日光を当てると物の明るさやあたたかさが変わることがわかる。

(文責 資生館小 増谷 忍)

3. 単元の全体指導計画（10時間）

活動の広がりや深まり	留意点
<p><b>【第1次 光の進み方と明るさ】（3時間）</b></p> <p>・鏡を使って、太陽の光をはね返すことはできるかな？</p> <p>うまくできたよ。</p> <p>自分の光はどこだろう…。</p> <p>・太陽に鏡を向けるとうまくいくよ ・鏡を少し動かすと、光はたくさん動くよ ・あんなに遠くても光が届いているよ</p> <p>・よくわからないよ ・印を付けたらいいね。</p> <p>はね返した光で、オルゴールを鳴らそう。</p>  <p>鏡を向けたらオルゴールを鳴らせたよ。</p> <p>鏡の光が重なった所は、オルゴールが大きくなったよ。</p> <p>日かげのオルゴールには、鏡でリレーをしたら鳴ったよ。</p> <p>鏡で光を運んで、オルゴールを鳴らすことができたよ。</p> <p>光はまっすぐ進むよ リレーをしたら向きを変えられたよ。</p> <p>光をさえぎったらあたたかかったよ。</p> <p>光が重なると明るくなったよ。</p> <p>・光を手当てたらあたたかい感じがしたよ。</p>	<p>・全員が同じ大きさの鏡を使って活動する。</p> <p>・自分の光がわからない子に対し、わかる子がアドバイスするように働きかけをする。</p> <p>・はね返した光を当てる「的」として光電池に電子オルゴールを用意する。</p> <p>・当てやすい場所や当てづらい場所があることから、太陽と鏡の位置関係に気づかせ、光の進み方に対する意識を高める。</p> <p>・複数の鏡でリレーをしながら光を届かせる取り組みから、光の直進性に気づかせていく。</p>
<p><b>【第2次 光のあたたかさ】（3時間）</b></p> <p>はね返した光はどのくらいあたたかいのかな？</p> <p>・温度計を使って……</p> <p>・氷がとける時間は……</p>  <p>温度が5℃上がったよ。</p> <p>光を当てると氷は少し早く溶けたよ。</p> <p>はね返した光はほんの少しだけあたたかいね。</p> <p>・もっとたくさん日光をはね返せば、もっとあたたかくなると思う</p> <p><b>もっとあたたかめたい</b></p> <p>光をたくさんはね返して、もっとあたたかくしよう。</p> <p>・大きな鏡で光をたくさんはねかえそう。 ・たくさん光を重ねよう。</p>  <p>光が広く当たるけど温度はあまり上がらないね。</p> <p>光を重ねたら、どんどん明るくあたたかくなったよ。</p> <p>・たくさん光をはねかえして、それを集めると明るくあたたかくなるんだよ。</p> <p>光を重ねて集めたら、さらにあたたかくできたよ。</p>	<p>・日なたと日かげでの学習を想起させ、身近なものを利用しながら、あたたかさの違いを明らかにさせていく。</p> <p>・よりあたたかくするための手だてを、鏡の大きさと数に整理し、取り組ませていく。</p> <p>・自分の考えと同じ人同士でグループを作り、実験に取り組ませる。</p> <p>・まとめの話し合いで、グループの実験方法の違いを明らかにし、光の量と重なりを目を向けさせていく。</p>

もっと光を重ねて集めれば  
もっともっと熱くできそうだよ！

氷だって  
あっという間に  
とろかせるよ。

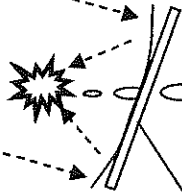
きってお湯をわかす  
ことだってできるよ。

紙が焦げるほど  
熱くできる  
かも…。

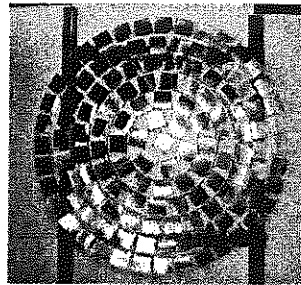
【第3次 光を集めよう】(4時間)

日光を集めて、どこまで熱くできるかな。

・集光器を作って、たくさんの光を集めよう！



ここに光が  
集まっているよ。



- ・ここが一番明るいよ。光が集まっているんだ。
- ・すごい熱いぞ。100℃を超えたよ。
- ・水がお湯になったよ。80℃を超えたよ。熱くて持てないよ。
- ・黒い紙を当てたら、熱くなって、色が変わっちゃった。
- ・鉄板をあたたためて卵をおいたら目玉焼きが作れたよ。

たくさんの日光を集めて、お湯を沸かしたり、  
紙を焦がしたりするほど熱くすることができたよ。

・まるで、虫めがねみたい。虫めがねでも紙を焦がせるよ。

虫めがねで光を集めてみよう。



ここに光が  
集まっているよ。

中心にたくさん光が  
集まって明るいね。

そのままにしたら  
紙がこげたよ。

虫めがねに日光を通すだけで、日光が集まって熱くなったよ。

- ・太陽の光にはすごい熱があるんだね。だから昼間は暖かくなるんだね。
- ・日光の熱を上手に使えば、生活に役立つものも作れそうだよ。

・光をたくさん集めたいという意識を大切に、「もっと～したい」と新たな活動が生み出せるようにかかわる。

・もっと光を集めて重ねことで、さらに熱くしたいという願いを実現させる手だてとして、集光器を提示する。

・10人で1台程度集光器を作成するようかかわる。

・水や紙、温度計などを利用しながら熱さを調べるが、やけどをしないよう、軍手をはめさせる。

・1枚1枚の鏡(反射板)は小さくても、光を集めると多大なエネルギーを生み出せることに對する気づきを取り上げ、身の回りの事象に目を向けさせていく。

・さらに光を集めるものとして虫眼鏡などのレンズを提示する。

・集光器と同様に虫眼鏡も1点に光を集められることに着目させ、太陽光を集めると多くのエネルギーが得られることを実感させる。

・日光のもつエネルギーの大きさを実感すると共に、その利用方法を考えようとする気持ちを取り上げ、今回の学習を生活に結びつけていく。

(文責 大谷地小 和田 諭)

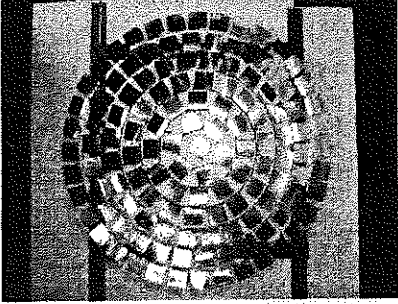


Ⅳ 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

- ◎ 多くの鏡を使って日光を一点に集めると、お湯を湧かしたり、紙を焦がしてしまうほど熱くすることができる。（科学的な思考）

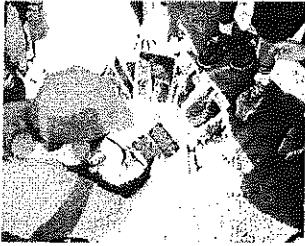
(2) 学習の展開（8/10）

おもな学習活動	留意点
<p style="text-align: center;">日光を集めて、どのくらいあつくできるかな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 15%;"> <p>しっかりと太陽に向けないと…。</p> </div>  <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 15%;"> <p>かげにならないようにしましょう。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">どこが一番あつくなるかな</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>ここに紙をおいたら一番明るいよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>手を出したらここが一番あついのよ。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">ここに光が集まっているから一番あついだね</p> <p style="text-align: center;">真ん中に光が集まるように角度がついているんだね。</p> <p style="text-align: center;">どのくらいあたたかいのか調べてみよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 30%;"> <p>ぐんぐん温度が上がっていくよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 30%;"> <p>ちょっと雲がかかると、なかなか上がらないよ。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>液だめにフェルト布をはる</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%;"> <p>温度計が 110℃まで上がったよ。</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%;"> <p>水が熱くなって湯気が出ているよ。</p> </div> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>太陽の光を一点にたくさん集めたら、こんなに熱くなったよ。太陽の光には、すごい熱があるんだね。</p> </div> <p style="text-align: center;">こんなに温度が上がるなら、料理だってできそうだよ。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・子どもは、「集光器の向き」、「日光をさえぎらないこと」、「焦点の位置」に向くので、これらを意識化するようにかかわる。</li> <li>・子どもが焦点を見つけるためにとった方法から、「光が集まる点＝一番熱い点」であるということを認識させる。</li> <li>・自分たちなりの方法で実験を行い、太陽の光のあたたかさについて実感できるようにかかわる。</li> <li>・太陽の光を集めることによって得られた結果を交流し、そのエネルギーのすごさを実感できるようにかかわる。</li> <li>・1枚1枚の鏡（反射板）は小さくても、光を集めると多大なエネルギーを生み出せることに気づかせる。</li> </ul>

（文責 大谷地小 和田 諭）

## 2. 大谷地小学校の実践

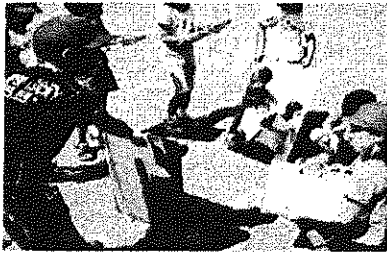
### (1) 明るさだけでなく、温かさ



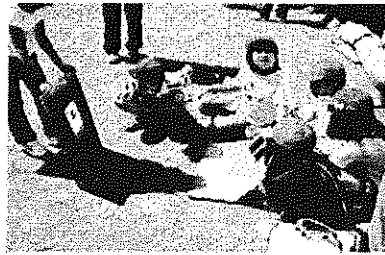
“鏡遊び”から学習を始め、自分ではね返した光を操作できるようになってきた段階で、光電池に電子オルゴールをつないだ物への当てをする活動を行った。電子オルゴールの音量を上げるべく、子どもたちは数枚の鏡で光をはね返し始めた。的を持つ子が、音量が上がるのを確認すると共に、熱くなっていることに気づいた。これを機に、光は明るさだけでなく、あたたかさもあるかもしれないという見通しをもつことができた。そして、温度計で測定したり水をとかしたりする活動を行い、光のあたたかさを確認したのである。

### (2) 鏡の大きさか、枚数か

もっと多くの光を集めて、もっとあたたかくなりたいという願いが生まれ、「大きな鏡を使う」「たくさんの鏡を使う」という2つの方法が出てきた。



【大きな鏡1枚(40×60cm)】



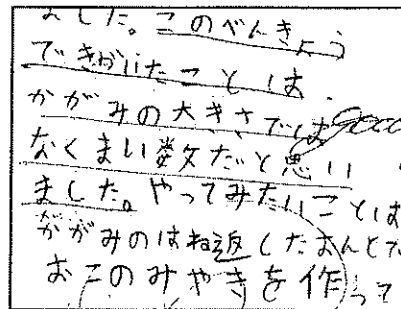
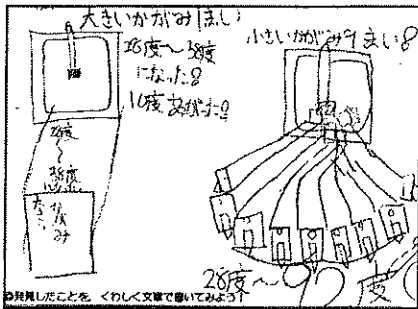
【小さな鏡4枚(10×15cm)】

気温 28℃から

- ・大きな鏡1枚→38℃へ
- ・小さな鏡4枚→53℃へ

「鏡の大きさではなく、枚数に  
関係しているのかな？」  
「鏡を増やせば、きっとさら  
にあたためられるよ。」

この結果から、大きな鏡で活動した子どもたちにも、より温度を上げるには鏡の枚数が関係しているのではないかという見通しが生まれた。そこで、鏡を3枚・6枚・9枚と増やし、温度を測定する活動に発展していった。

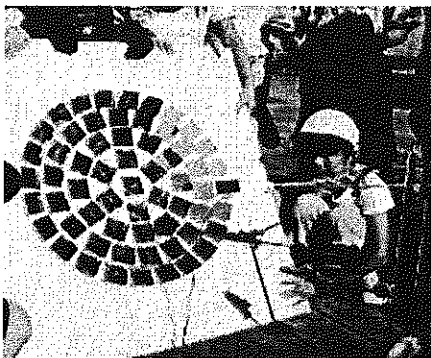


気温 28℃から

- ・小さな鏡3枚→47℃へ
- ・小さな鏡6枚→70℃へ
- ・小さな鏡9枚→92℃へ

「鏡の枚数を増やすほどあ  
たためられるよ。」  
「小さな鏡の方が、くっきり  
と映っているよ。」  
「バーベキューもできる！」

### (3) 鏡の数をさらに増やしたら… <～スーパーミラーを使った活動～>



前時の活動で、より多くの鏡があればという考えが生じ、「小さな鏡の実験では、丸くなるように鏡が置いてあったよ。」という発言から、集光器の写真を提示した。「すごい。これは、スーパーミラーだ。」(以後、集光器はスーパーミラー)「こんなに鏡があったら、きっと100℃をこえるよ。」

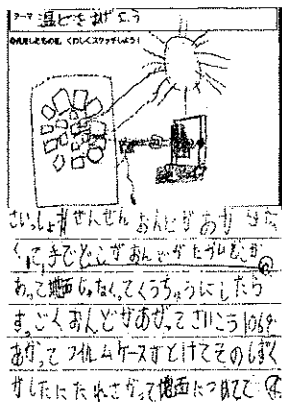
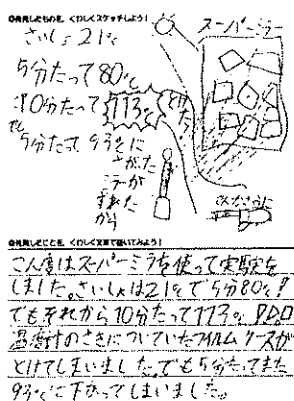
本時は、子どもたちがスーパーミラーを太陽に向け、手探りで空中にある焦点探しをすると想定していた。しかし、子どもたちは、スーパーミラーを地面に向けて焦点探しを始めた。そこで、スーパーミラーの一枚一枚の鏡の角度に注目するように働きかけたり、全てのミラーに太陽の光が当たっているか質問したりしながら、焦点の場所を考え直すようにかかわった。

まもなく、手をかざしながら焦点を探す子が、予想以上に明るく熱い場所を空中に見つけ出した。その発見から、「あたたかい場所は、地面でなく空中にあるのでは。」と全体へ投げかけた。

子どもたちは、黒い画用紙をかざしながら明るく熱くなる場所を探し、見つけたグループは、スタンドを使って、焦点からずれないように温度計を固定した。温度計は200℃対応のものを用意し、液溜部分を黒いフェルト布で包み、さらに黒のフィルムケースを付けたものを渡した。焦点の場所に温度計を固定すると、温度計の目盛りの上がり方は今までに見たことのない速さを見せた。

(文責 大谷地小 和田 諭)





「こんなに短時間で20℃も上がったよ。」  
「フィルムケースが鉛みたくどろどろにとけてきた。」  
最終的に一番温度の上上がったグループは113℃にまで達し、子どもたちはとても満足していた。  
一方で、温度上昇後に下がったグループもあり、「なぜ、温度が下がったのだろう。」と投げかけると、「ミラーを少し動かしただけで、明るい場所がずれるよ。」という発言が出た。  
本時は風が強く、実験道具を固定するのが大変であった。  
子どもたちは焦点探しに時間を費やしたが、日光のすごさと操作性の難しさを大いに実感する時間となった。

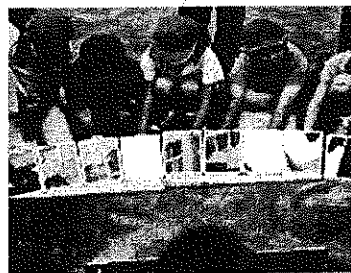
(4) 日光を“重ねる”から“集める”へ

次時に、風の来ない室内で鶏の卵や水をあたためる活動を行った。何度もスーパーミラーを使ううちに「角度がついているのは真ん中に光が集まるようにするため。」とか「ここに61枚の光が重なるから明るいんだよ。」と数人が気づき、それを全体に広めた。スーパーミラーにかかわるうちに、焦点部分を意識するようになっていった。

黒く塗った蒸発皿をセットし加熱した結果、水は70℃まで温度上がり、鶏の卵は見事な目玉焼きとなった。子どもたちは火を使わずに日光を利用して料理ができたことに満足気であった。

最後に虫眼鏡の学習を行った。子どもたちが、虫眼鏡の焦点を見つけるのにはさほど時間はかからなかった。一点だけがとても明るいことや、紙を焦がすほど熱いという発言から、鏡を重ねた活動やスーパーミラーを使っての活動の時を想起させ、太陽の光を一点に集めているという考えに結びつけていった。

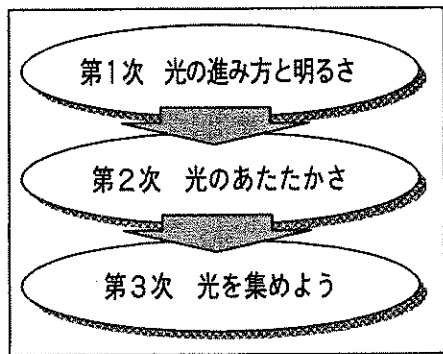
偶然落ちていたメッキ塗装のジョウロの先端部分の裏側を使い、それを太陽に向けると、照らした場所が明るくなると発見した子がおり、スーパーミラーと一緒にという気づきが生まれたのは、これまでの学習の成果だと考えられる。



3. 再構成に向けて

鏡を球面状に配置する意味に気づけなかった子どもたち

本時の学習展開の初めの部分は「スーパーミラーの焦点がどこにあるかを探す活動」であったが、スーパーミラーの焦点を探すのにずいぶんと時間がかかってしまった。想定では、子どもたちは、「スーパーミラーを太陽の方に向ける」→「スーパーミラーの中心の延長上の空中に手や物をかざし、一番明るく熱い点を探す」というものであった。しかし、子どもたちは、どこに光が集まっているのかを地面に当てて探す活動を始めた。目では確認できない“あたたかく”なっている場所を探すのではなく、目に見える“明るい”場所を見つけることで焦点を見つけだそうとしたのである。教師のかかわり度でようやく「空中にある焦点」を探し始めたのであった。このことから、子どもたちは61枚の小さな鏡が円周上に並んでおり、外の周ほど土台に角度がついていることに気づいてはいたが、その意味合いを十分に理解していなかったことがうかがえる。以上のことから、鏡で反射された光が「一定方向に」「真っ直ぐ」進むということを理解し活用していく活動を意図的に取り入れ、各次で、以下の点を大切にしたいと考える。



- 日かげの地面などにできた光の線を鏡から出ている光の線や、複数枚の鏡で行った光のリレーでできた線を、図示させることで、光が「一定方向に」「真っ直ぐ」進む性質をとらえさせる。
- 数枚の鏡を使って光を重ねていく活動の中で、光をできるだけ一点に集められるようにしたときの各鏡の向き(弧をえがくような並び方)に気づかせ、光が一点に集まっている様子を図示させるなどし、鏡の角度と光の向かう方向を意識させる。
- 鏡の枚数をもっと増やすには、鏡はどのように並べていけばよいのか、既習をよりどころとして考えることで、スーパーミラーの鏡の配置の意味に気づかせるとともに、光が集まる場所を予想させる。

(文責 白石小 島田 裕文)

#### 4. 資生館小学校の実践

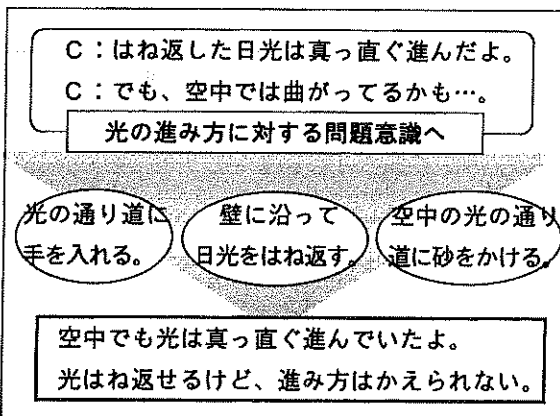
##### (1) 光の進み方を実感的にとらえる

日光をはね返して、いろいろな場所に当て始めた子どもたち。壁、体、地面、マンション、空…。活動に没頭中で、地面に沿って日光が「レーザービームみたい」になる様子を発見した。この発見から光の進み方がはっきりすると考えていたが、子どもたちはすぐには納得しなかった。見えない空中での進み方を調べ、はっきりさせ



ようと問題意識が高まっていった。

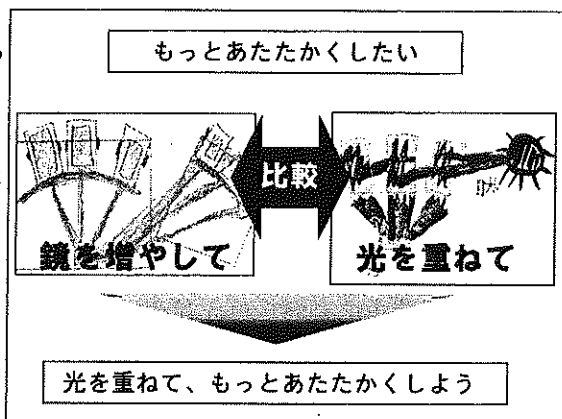
光の進み方を調べる中で一番驚き、納得したのは、砂で光の線を見た実験。光の線が見えるたび、歓声がおこり、「四角い箱みたいのが真っ直ぐ見えた」と、光の進み方を実感的にとらえていった。光の反射を、様々な活動を通して見つめ、「光は鏡で進む方向は変えられても、(直進する)進み方は変えられない。」と、見方や考え方を深める姿が見られた。



##### (2) 光を重ねる

活動を重ねていく中で、はね返した光の明るさからあたたかさ意識が向いていった。すぐに子どもたちは、「もと光を重ねて、もっとあたたかくしよう」と考えた。しかし、意見の主語は「鏡」となっていた。鏡は光をはね返す物であるはずが、いつの間にか光を出す物であるかのようにとらえられていったのである。

ここで、それぞれの考えを図に表す場を設定し、その違いを際立たせた。子どもたちは、鏡によって光がはね変えられていることを改めて見つめ直し、日光の進み方とあたたかさに対する見方や考え方を深めていった。こ



の場面の学習が、鏡の向きを少しずつ変えて固定し、光を確実に重ねる活動に発展していくこととなった。



##### (3) 焦点を予想しながら製作し、日光の熱エネルギーを実感

「たくさんの光を重ねて、もっと熱くしたい。」という願いが、塩ビミラー61枚の光を集めるスーパーミラーを製作する活動につながった。

製作の過程で、装置の焦点を考える場を設定した。子どもたちは、どの鏡も中央に向かって傾いている様子から光の進み方を予想し、装置を太陽に向けたとき、中央付近に光が集まるだろうと考え始めた。

実際に装置を太陽に向け、黒い紙をかざすと、子どもたちが予想した付近に、これまで見たことのないような明るい光が見つかった。

光に手を当て、「うわっ、熱い。」と光の熱さを感じ、さらに光を当てたフィルムケースが飴のように溶けていく様子を見て、みんなびっくり。温度は110℃にまで到達した。これまでの実験で、日光のあたたかさを感じつつも100℃を超えるはずがない、と思う子がほとんどだったため、この実験は驚きだった。実験後の感想にも、「日光でこんなに熱くできるなんてびっくりした。」「光を集めたら100℃をこえた。光だけでお料理できそう。」と、日光の熱エネルギーの大きさを実感し、見方や考え方を深める姿が見られた。

(文責 資生館小 増谷 忍)

## V 研究の成果

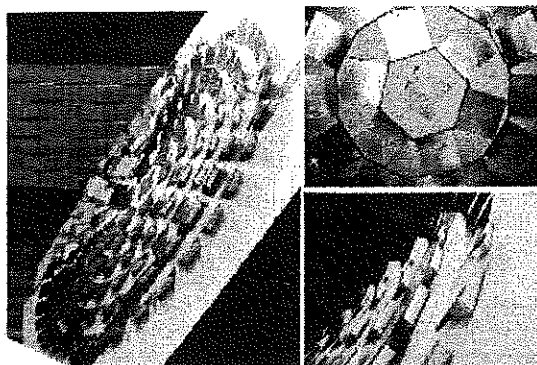
61枚の鏡で光を集める「スーパーミラー」を使って日光を集め、驚くほどの明るさと熱さを実感する取り組みの中で、光の進み方や日光がもつ熱エネルギーに対する見方や考え方を深めることができた。

### 1. 日光の熱エネルギーを実感し、活用方法を考える姿へ

今回教材化したスーパーミラーは、子どもの願いに沿って、子どもの手で製作することのできる集光器である。

61枚の鏡からの光を重ねることにより、これまでの教材では難しかった温度にまで熱することができる。実践の中で利用した黒い紙は熱で変色し、フィルムケースは水飴のように溶けてしまった。温度計は、授業当日、風が強い日であったにもかかわらず、113℃を示した。スーパーミラーによって、予想をはるかに超える結果が得られた子どもたちは、「すごい」を繰り返し、「これだったら、玉子が焼けるかも」「焼き肉だってできそう」と、さらに別の利用方法にも思いを巡らしていた。

では、スーパーミラーを扱えば、子どもの日光に対する見方や考え方は深まると言えるのだろうか。



子どもの願いに沿って装置を製作し、光を重ねた実践の振り返りには「すごい」「びっくりした」といくつも書かれ、まぶしさや熱さを実感する姿が見られた。ただ、主語が「スーパーミラー」となっているものが多かったのが気になった。子どもたちがすごいと感じたのは「スーパーミラー」であったのかもしれない。「日光」に対する見方や考え方の深まりを生み出すには、教材の生かし方をさらに工夫していく必要がある。

### 2. 「光の進み方」を軸に据えて再構成

「日光はすごい」と感じるためには、鏡に当たった日光がはね返り、一点に集まっていく様子をとらえられることが必要だと考えた。つまり、まぶしく熱くなる点だけでなく、その点に向かって進む光の道筋を見つめられるようになることで、日光のまぶしさや熱さを実感するとともに、見方や考え方を深めていくはずである。そこで、光の進み方を軸に単元構成を再構成し、どの場面でも子どもたちが「光の進み方は？」と立ち止まって事象を見つめていけるよう働きかける教師がかかわりを大切にして、改めて実践を行った。

光は真っ直ぐ進み、鏡によって進む方向を変えられることを、体験を通して実感する。

よりあたたかくするために必要なのは、鏡ではなく、光の量であることを見つめ直す。

光を確実に重ねるため、光の進み方を意識して鏡の向きを変え、固定する取り組み。

光が真っ直ぐ進む様子を多様な方法でとらえていく第1次。鏡の数でなく、重ねる光の量を増やすことにより物がよりあたためられることを実感する第2次。そして、それをとことんまで追い求めたスーパーミラー。

こうした学びを通して子どもは、「光の進み方」を手がかりに事象を見つめるようになり、鏡一つ一つがはね返す光の道筋を意識しながら取り組み始めた。光の道筋を意識し、その光を重ねて予想以上の明るさと熱を生み出した取り組みを通して、子どもたちの日光に対する見方や考え方を確実に深めることができた。

### 3. 今回の実践を振り返って

当初、子どもの「もっともっと」に沿って学習を展開することに主眼を置いて教材開発を行い、授業を構築した。それが、3年生の発達に沿ったものだとも考えた。ただ、そうした子どもの願いの裏側には、常に事象に対する見方や考え方があり、それを見失った時、教材の価値は失われてしまう。教材を効果的に活用するためには、学習の節目などで、自分の考えを図などにまとめ、見方や考え方を整理する場が重要であった。他の単元においても、子どもが、自分の見方や考え方の深まりを実感しながら活動を構築できる学習構成を工夫していきたい。

(文責 資生館小 増谷 忍)

## Ⅵ 分科会より

本研究で開発し、提案した「スーパーミラー」については、「おもしろい」「使ってみたい」という共感的な意見が多く出された。さらに、この教材の製作方法や、活用する方法などについて様々な意見や質問が出され、活発な討議が行われた。

### 【教材について】

#### どうやって作るの？子どもに作れるの？

- 教師の準備はもちろん必要。でも、子どもたちの力で作れます。
- 熱くするため、みんなで協力して作製すること自体、有意義な活動です。
- 材料費は1台1000円程度。容易に手に入る材料ばかりです。



#### どこまで熱くなる？やけどの心配はない？

- 液溜部分を黒フェルトで包んだ温度計を温めたら、最高143℃に！
- 光に手を当ててもやけどはしない。熱く感じる程度。しかし、光で溶けたフィルムケースにさわってやけどするケースがあった。



### 【タイミングについて】

#### どこでこの教材を出すの？

- 焦点が固定されているため、鏡の角度を変える操作ができない。鏡を固定し、一点に光を集めようとする意識が高まった段階で教材を登場させたい。
- 単元の学習を通して、光の通り道に目を向け、光に対する見方や考え方を深めていくことが大切。それ無しには、子どもの意識が日光から離れてしまう。
- 画板に鏡を4枚固定した教材も開発した。子どもの意識に合わせ、こうした教材も活用しながら光を重ね、集めることへの意識を高め、スーパーミラーの活動につなげていくとよい。

### 【助言者より】



- 「もっともっと」は3年生にはふさわしい。しかしこれだけでは子どもは変容しない。この教材を通して、子どもの見方や考え方が構造変換することが必要。そのためにはたくさんの光で物を温めるときに大切なのは鏡の大きさではなく、鏡の数であることに気づき、量的にとらえていく学習の過程が大切。
- 魅力的な教材には魔力がある。教師は扱いに注意が必要。「光って何だろう」と考えているくらいの子どものみに焦点を当てないと、分かる子だけしか扱えない教材となってしまう。
- 「焦点」を3年生が理解することは困難。教えるべきところは教え、単元の本質的な部分を考えさせていく授業を構築していくべき。



## Ⅶ 研究のまとめ

今回の研究は、新しい教材の開発に力点を置いて進めてきた。3年生の発達段階に合わせ、「もっともっと」を実現する教材として、「スーパーミラー」を開発し、成果を上げることができたと考えている。ただ、研究を進める過程においても感じてきたことであるが、子どもの見方や考え方の深まりから意識が離れていくことがあったように思う。本教材をどのように授業に持ち込むとよいか、そして子どもたちはどのように反応し、どのような学習をしていくか、ということについて、様々に意見を交わしてきた。しかし、一番大切なのは、単元全体の学習を通して、子どもたちの見方や考え方をどのように深めていくかである。今回の実践であれば、『大きな鏡』と『たくさんの鏡』の場面が鍵となるように思う。これは、研究の初期の段階で、我々が一番の問題場面として考えた部分である。しかし、教材化を進めていく中で、この場面に対する私の意識は弱まっていった。

「教材化」であれ、「問題解決」であれ、研究のテーマをどう設定したとしても、子どもの見方や考え方の変容を生む過程をどのように捉え、位置づけ、かかわっていくか、が重要であることを、今回の研究を通して改めて実感させられた。

(文責 資生館小 増谷 忍)

# エネルギーを実感する教材化と授業構成

## ～4年「電気のはたらき」の実践を通して～

共同研究者 ○濱 教文(山の手小)  
佐藤 雅裕(白楊小)

堀田 淳(発寒南小) 小柳 俊夫(屯田北小)

元起 克敏(円山小)

### I 研究の仮説

「電気のはたらき」の学習では、電気による現象と回路を流れる電流の向きや強さを関係付けてとらえることで、電気のはたらきについての見方や考え方を養うことをねらいとしている。近年、地球環境問題、エネルギー問題が多くの場合で取り上げられ、その解決には長期的かつ継続的な取り組みが必要で、教育が果たすべき役割が大きいことは言うまでもない。

本部会では、「電気のはたらき」がB領域「物質とエネルギー」の一つの単元であることを再確認し、電気をエネルギーの一つとして子どもが認識し実感すると、エネルギーについての見方や考え方が深まる学習をつくっていけると考え、教材化と授業構成に絞って検討し、実践にてその妥当性を探ることとした。

電気はいつもすぐに使用できるという便利な一面を子どもはとらえている。しかし、コンセントにつないでいるだけでも使用されることや、どれ位使われていたり、電気は作られていることを子どもは意識していない。そこで、光で電気を作ることのできる「光電池」を教材として取り入れ、光で電気を作る活動及び、人力でも作る活動を通して電気をエネルギーとして実感できる学習をめざした。

#### 研究仮説

「光電池」と「手回し発電機」を教材化し、身の回りの物を動かす活動に繰り返しかわる授業構成をすることで、電気をエネルギーとして実感し、エネルギーについての見方や考え方を深めることが出来る。

### II 研究の方法

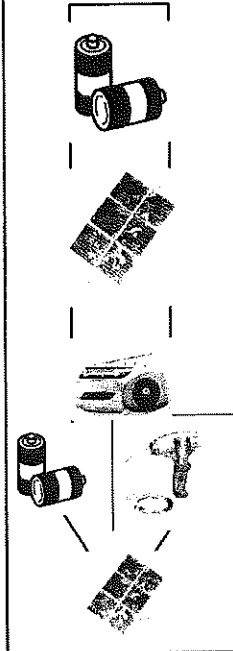
#### 1. 子どもが知をつくる過程と教材化

子どもが電気をエネルギーとして実感するには、自ら操作し、電気がエネルギーとして働いていることを体感することが必要である。そこで、まず乾電池を使ってモーターを回し、プロペラを飛ばす活動を取り入れた。プロペラを飛ばそうと回路を工夫する中で、電気を乾電池から出てくるエネルギーとし

てとらえ始める。

光電池を操作し、光が電気になることを体感すると、光の強さや当て方によって電流の強さが変わること気付く。さらに、光と光電池とで乾電池と同じようなはたらきをするが、乾電池よりも便利な所や不便な所があることもとらえさせたい。各学校で使用される光電池で作れる電気は豆電球をつける程度である。ラジカセは乾電池3本が必要だが、光電池では(1.5V 450mA)約3～4枚分になる。光電池で家電機器を動かすために電気を作る活動を行い、同じことを人の力でも行うと、普段使用している物を動かすエネルギーを強さでも体感的にも実感できるはずである。

#### 本単元の教材化



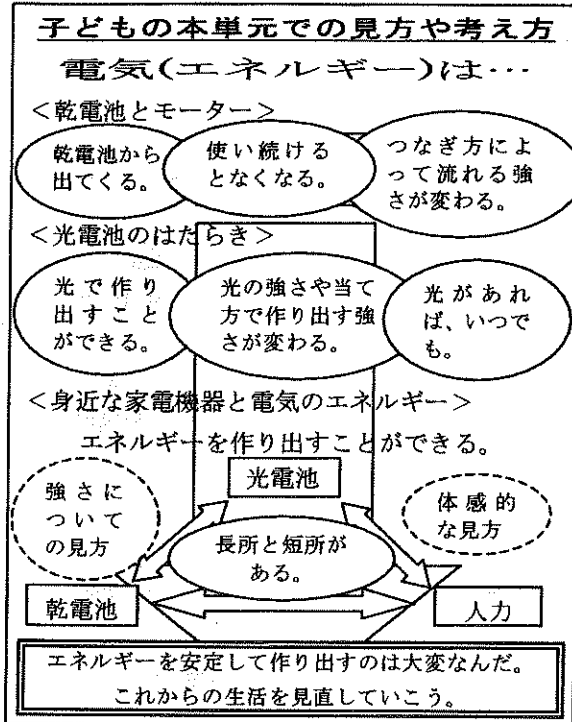
#### 2. エネルギー環境の視点の生まれる学び合い

光電池で豆電球をつけた子どもは、乾電池と同じような働きをすることから、乾電池で動く家電機器も光電池で動かせるのではないかと考える。実際に光電池をつなげると、かなりの数が必要で、何気なく使っている物に必要なエネルギーの強さに驚きを感じると共に、乾電池一本のはたらきの大きさを感じる。人の力でも家電機器を動かすと、継続して使用するには同じ力で続けなければならないことにも気付く。光電池は光の強さや当て方で電流の強さが変化する。人力は一定の電流の強さを長時間起こすことに難しさがある。乾電池は限界がある。どの方法でも「エネルギーの安定供給」に長所と短所が生じることに気付くのである。

現在各家庭にかなりのエネルギーを安定供給して生活を支えている。そこに気付かせ、これからの生活を考えることをねらっている。

### III 研究の内容

#### 1. 単元について



**乾電池から流れ出てくるエネルギーを実感**

一次では、身近で利用されているモーターでプロペラを飛ばす活動から学習をスタートする。最初は勢いよく回っていたモーターが、使い続けると回り方が遅くなることに子どもは気付く。乾電池二本のつなぎ方でモーターの回る速さが大きく違うことにも気付く。モーターの回り方や飛び方を乾電池から流れ出る電流の強さと関係付けると、電気をエネルギーとして実感できるのである。

**光から作り出しているエネルギーを実感**

何度でもプロペラを勢いよく飛ばしたいという必要感から、エネルギーが有限である乾電池に代わる物を子どもは求める。家庭にもある光電池である。光電池に光が当たるとモーターが回ることから、子どもは乾電池との違いに気付く。乾電池は電流がたまっていて流れ出るものだが、光電池は光で電流を作り出すのである。光の強さに応じて作り出すエネルギーの強さも変わることをとらえると、作り出したエネルギーを実感することにつながる。

**作り出せるエネルギー**


作り出したエネルギーの実感をさらに深めるために、光電池を使って身の回りのものを動かす活動を設定した。モーターを動かすことのできた子どもは、電気を使って働くものを光電池で動かす始める。中にはすぐに働くものもあるが、電流が弱いと全く動かないものもある。子どもは一定以上の電流の強さが必要で、それを安定させると家電機器を働かせることができると考え、使い続けられるように光電池に働きかける。そうすると、子どもは光電池の長所と短所に気付く。ラジカセを使い続けられるエネルギーを作り出せる良い方法を考えることだろう。そこで、身の回りで自分の力でエネルギーを作り出すものがあることを想起させる。自転車についている発電機でライトをつけた経験がある子は、人力で動かせることに気付く。人力でもエネルギーを作り出した子どもはその長所と短所に気付くと共に、エネルギーを作り出すどの方法にも長所短所があることをとらえる。単元を通してエネルギーを実感すると共に、エネルギーを安定して作り出す大変さに気付く、生活を見つめるきっかけになる。

#### 2. 単元の目標

- 【総】 乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、豆電球の明るさやモーターの回り方を電流の強さと関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して、電気のはたらきについての考えをもつようにする。
- 【関】 乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつないだときの明るさや回り方に興味・関心をもち、進んで電気の強さや向きの変化を調べようとする。
- 【思】 電流の強さとその働きの違いを関係付けて考え、乾電池や光電池にモーターをつないだときに起こる現象の変化とその要因とのかかわりについて予想することができる。
- 【技】 豆電球の明るさやモーターの回り方の変化などを調べ記録したり、もの作りをしたりすることができる。
- 【知】 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを理解している。

(文責 山の手小 濱 教文)

3. 単元の全体指導計画（12時間）

活動の広がりや深まり	留意点									
<p style="text-align: center;"><b>【第1次 電流の向きと強さ】(5)</b></p> <p style="text-align: center;">乾電池を使ってプロペラを飛ばしてみよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">飛んだ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・まっすぐ飛び上がったよ。</li> </ul> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">飛ばない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターは回っているのにプロペラが飛ばないよ。</li> <li>・上に向かって風が出ているよ。</li> </ul> </div> </div> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;">モーターは回るのに飛んだり飛ばなかったりするのなぜかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラが飛ぶときは風が下向きに出ているよ。</li> <li>・飛ぶ時と飛ばないときとはモーターと電池のつなぎ方が逆だね。</li> </ul> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">乾電池の向きを変えると、モーターの回り方が逆になる。プロペラを上には、乾電池の極に気をつけなくては行けないね。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;"> <p>電気の流れのことを 電流という。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラがしつかり飛ぶようになったよ。</li> </ul> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;"> <p>電流は+極から-極に 向かって流れる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・もっと勢いよく飛ばしてみたいな。</li> </ul> </div> </div> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">モーターを回す勢いを変化させるにはどうしたらいいのだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾電池の数を増やしたらよく飛ぶのでは。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">変わらない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラは飛んだけれど、乾電池1本の時とあまり変わらないよ。</li> </ul> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">全く動かない</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターが全く回らないよ。</li> <li>・乾電池が熱くなってきたよ。</li> </ul> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">よく飛ぶ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーターの音が強くなったよ。</li> <li>・プロペラが勢いよく飛び上がったよ。</li> </ul> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>並列回路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾電池を2本にしたのに、乾電池1本のときと電流の大きさが変わらないね。</li> </ul> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>ショート回路</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>直列回路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾電池1本のときよりずっと強い電流が流れているよ。</li> </ul> </div> </div> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;">直列つなぎの方は並列つなぎの方より早く電流が弱くなり始めたよ。</p> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;">いっぱい電流を流すから減りも早いのかな。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">乾電池を直列につなぐと電流が強くなり、モーターがよく回る。でも直列の場合は乾電池がすぐに切れてしまう。並列つなぎは乾電池1本のときと電流の強さが変わらないけれど長持ちするね。</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>直列つなぎ</th> <th>並列つなぎ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電流の強さ</td> <td>強い</td> <td>弱い</td> </tr> <tr> <td>乾電池の持ち</td> <td>短い</td> <td>長持ちする</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>・直列つなぎは電流が強いけどすぐに電池切れするね。並列つなぎは電流が弱いけれど長持ちするよ。</li> <li>・電流をたくさん流すと、電池がどんどん減っていくのかな。電流が少ないと、電池の減り方も少ないのかな。</li> </ul>		直列つなぎ	並列つなぎ	電流の強さ	強い	弱い	乾電池の持ち	短い	長持ちする	<p>◆ 乾電池を用いた活動の中から、電流の向きや強さ、乾電池の消耗の仕方などの要因を考えていく。</p> <p>○ 検流計を用いて、電流が+極から-極に向かって流れていく様子を示す。</p> <p>○ ショート回路ではモーターが回らず、乾電池が発熱することを確認したら、すぐに切断する。</p> <p>○ 検流計を用いて、実際に電流の強さが乾電池のつなぎ方によって変化する様子を比較させる。</p> <p>○ 繰り返しプロペラを飛ばす活動を通して、電流が弱くなる様子に目を向けさせていく。</p> <p>○ 直列つなぎと並列つなぎの比較から、それぞれの特徴をとらえさせていく。</p>
	直列つなぎ	並列つなぎ								
電流の強さ	強い	弱い								
乾電池の持ち	短い	長持ちする								

活動の広がりや深まり

【第2次 光電池のはたらき】(4)

光電池で電球やモーターを動かしてみよう。

- ・豆電球が光ったよ。
- ・モーターの回り方にはばらつきがあるよ。
- ・明るさが変化するよ。
- ・電流の強さが変化するのかな？

光電池でも豆電球やモーターは動くが、明るさや回り方が変化する。光電池から出る電流は一定ではないようだ。

光電池から出る電流は何によって変化するのだろう。

光電池の向き

- ・光電池をしっかり光源に向けて

光の強さ

- ・鏡で光を集めて
- ・直射日光の下で
- ・電灯に近づけて

光の強さや光電池の角度を変えると作られる電流の強さが変化する。

本時  
9/12

光電池でさらに強い電流を生み出すにはどうしたらいいだろう。

- ・乾電池の時のようにたくさんつなげると強い電流が流れるのでは。

壁掛け時計

- ・光電池1枚で動いたよ。
- ・強い光を当てても変化はないね。

ラジカセ

- ・4枚つなげたら音が出たよ。
- ・角度が狂うと音が出なくなるよ。

光電池でも乾電池と同じように動かすことができた。

作り出す電流を大きくすれば家電機器も動かすことができるよ。

- ・自転車のライトみたいに電気
- ・手で回して動かす懐中電灯を作ることはできないかな。
- ・見たことがあるよ。

【第3次 電気を作り出すエネルギー】(3)

手回し発電機でラジカセを動かしてみよう。

- ・意外と簡単に音が出てきたよ。
- ・でもずっと動かし続けるのはとても大変だね。
- ・これなら光がなくてもいつでも電気を作ることができるね。

ゼネコンを使えばいつでもどこでも電気を作ってラジカセを動かすことはできる。でも動かし続けることはとても大変だ。

	乾電池	光電池	ゼネコン
長所	簡単に安定した電気を取り出せる	少ない労力で電気を取り出せる	条件を選ばずいつでも電気を取り出せる
短所	電池切れを起こす 廃棄物が出る	発電の条件が厳しい	継続して電気を取り出すには莫大な労力が必要

- ・それぞれの方法にいいところと難しい問題があるね。電気がいつでも使えることはすごいことなんだね。これからはもっと電気を大切にしていこう。

留意点

◆ 光電池のはたらきを通して、光によって電気が作られていることを実感させる。

○ 光電池で豆電球を光らせ、光電池のはたらきを示す。

○ 光を集めたときに起こる変化(3年での既習)を想起させ、光には何らかの変化を引き起こす作用があること、その作用によって電流が生み出されていることに目を向けさせる。

○ 乾電池の直列つなぎで電流が大きくなったことと結びつけて考えさせていく。

○ 光電池の長所と短所の両方を、乾電池との比較の中から考えさせていく。

◆ 手回し発電機での発電を通して、電気は他のエネルギーから作り出されることを実感する。

○ 発電の条件を光電池と比較し、手回し発電機と光電池の特徴を考えさせていく。

○ これまでの発電方法を比較し、それぞれの長所と短所を考えさせていく。

○ 電気の安定供給は大変なことであり、電気を大切に使うという意識をもてるようにする。

(文責 円山小 元起 克敏)



#### IV 子供の活動の実際

##### 1. 本時の展開

###### (1) 目標

◎ 光電池に当てる光の強さや光電池のつなぎ方と電流の強さ、そしてそのはたらきの違いを関係付けて考えることができる。

・光電池を使って電流を強くすることで、家電などを使うことができることに気づく。(関心意欲態度)

###### (2) 学習の展開 (9/12)

おもな学習活動	留意点
<p>前時 まで</p> <p>ラジカセだって光電池で動かせるはずだ。</p> <p>光を強くすれば…。</p> <p>乾電池のようにつなげれば…。</p> <p>・鏡を使って光を集めればいいのでは…。</p> <p>・光に向かって電池を並べればいいよ。</p> <p>・直列つなぎでいいのかな。</p> <p>・並列つなぎではできないかな。</p> <p>・ばらばらで光に当たらないよ。</p> <p>電流を大きくすれば動くはず!</p>	<p>・3年生の光の学習や第1次のつなぎ方の学習をもとに、考えさせたい。</p>
<p>並列つなぎで</p> <p>直列つなぎで</p> <p>並べ方も工夫して 当て方も工夫して</p> <p>光を集めて 検流計で測ってみよう</p> <p>鳴った!</p> <p>乾電池と同じように、直列でつないだらなったよ。</p> <p>光の当て方も大切だよ。</p> <p>光電池でも乾電池と同じように動かすことができた。 作り出す電流を大きくすれば家電機器も動かすことができるよ。</p>	<p>・電池の向きにも目を向けさせる。</p> <p>・電流の強さを意識させる。</p> <p>・動く喜びをクラス全体に共有させたい。</p>

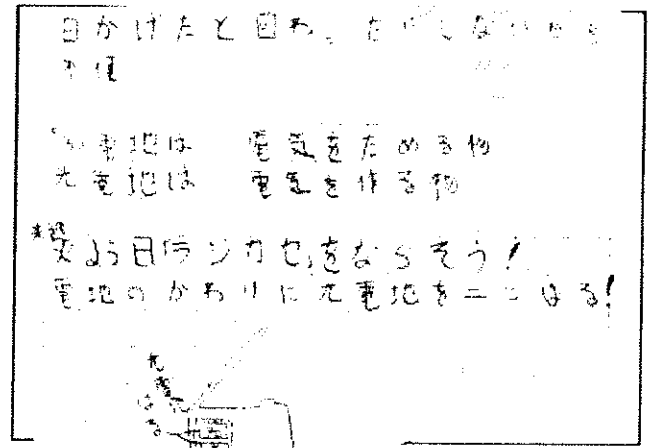
##### 2. 発寒南小学校の実践

###### (1) 電気のエネルギー的な見方を深めるために

単元の流れとして、電池1個のときと電池2個の直列つなぎ、並列つなぎのモーターの回り方の違いに着目しながら学習を進めた。その中で、直列つなぎでは「電池2個のパワーが働いて・・・」とか「パワーアップして・・・」並列つなぎでは「長持ちするから・・・」などの電気の流れを意識した発言が出てきた。さらに電流の量を調べる活動を通して、乾電池がもつ電気のエネルギーに注目していった。このような流れから、光電池やゼネコンの「電気を生み出す」見方につながり、徐々にエネルギー的な見方が芽生えてきた。



今回光電池を使った時は、快晴で光を当てるとすぐにモーターが動き出した。この時、子どもは自分で影を作ったり、斜めに傾けたりしながら、モーターの回転を変化させる活動をしていた。また光源に近づけるとより速く回ると考え、光電池を高い所にもって比べている子どももいた。さらに日陰に光電池を置いて、鏡で光を集めてモーターを回すグループもあった。ただ、どのような形でも比較的簡単にモーターが回るので、「どうすればモーターが回るか」には考えが向かない。



そこで、これらの活動を晴天時だけではなく、薄曇りや曇天時などの条件で実験を行えば、光の強さや条件を工夫することに目を向けさせることができた。そのことで、より光電池が作り出すエネルギー的な見方に迫ることができた。

本単元の最後にゼネコンを使ってラジカセを動かす活動をした。これまではなんとなく感じていた「電気」の力を自分が作り出していることに改めて気づくことができた。また回し続けなければ動かないことに気づき、電池やコンセントの電気の便利さに目を向けている子どももいた。身の回りにある電気のエネルギーの大切さに気づくことができた学習であったといえる。

4年生の2クラスで同時に単元を学習した。光電池を使った実験をした時、学級で大きな違いが出てきた。1組では、モーターをより速くするために鏡を使って光を集める方法が考えられた。3年生の時に何度も何度も鏡で実験をしていたクラスだった。それに対して2組では、「光を集めたい」よりも前時までに学習した「電池を増やしたい」という考えに目を向けていた。これまで学習してきたことにどんな思いをもっているかで実験の方向も変わることが分かった。



## (2) 教材研究と事前実験

実験に使ったラジカセは、光電池1個では動かず2~3個をつなげることで動くように考えていた。実際1組(本時の隣のクラス)では晴天時に外で行ったが、やはり1個では光を集めても動かず、直列で3個つないだ時にラジカセが動いた。実験を続けると2個でも動かすことができることがわかったが、子どもたちは光電池も、乾電池と同じように直列つなぎで何個もつなげれば電気のパワーが強くなることに気づいた。しかし研究授業では天気にも恵まれずライトを使って実験することになり、思ったような結果が得られず、光電池1個でも動いてしまうグループがあった。

光電池4個以上だとつなぎや操作が難しくなりすぎるし、1個で動くようでは実験の意味がなくなってしまう。どんな教材を使うか吟味をして、事前の実験を繰り返す必要があることを痛感した。

## (3) 三つの活動を通して

本単元で使用した「乾電池」「光電池」「ゼネコン」にはそれぞれ良さや欠点がある。子どもにも「どれがよくてどれがだめ」ということではなく、それぞれの良さを生かして場に応じて活用することができるようになることをねらった。学習の最後には、乾電池の「つなげるだけで回る」ことや光電池の「明るい所だと使い放題」なよさ、ゼネコンの「回せば電気をおこす」よさなどに気づいていた。

	かんじ	光	き
よ	よるても つかえる	太陽が あかばい てつかる	回せば電気 もおこすこと ができる。
こ ん ご ん	つかえる 回すのよさ もつかえる。	さるには つかえる	回すのよ さもつか れる。

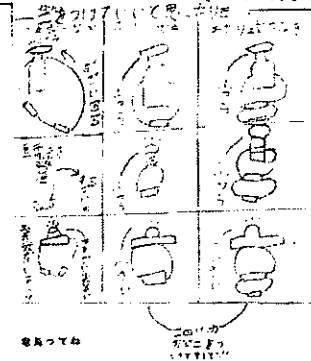
3. 屯田北小学校の実践

電気は	乾電池【1次】 乾電池の中にたまっている	光電池【2次】 太陽の光から	手回し発電機【3次】 手で回すと
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気がたまっている間はどこでも、いつでも、暗くても、明るくても働く。</li> <li>ただつなげるだけで簡単。</li> <li>つなぎ方で働きが変わる。</li> <li>安定している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽がある限り電池みたいになくならない。</li> <li>明かりがあるだけで働かせることができる。</li> <li>乾電池よりも強い電気を発電できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>いつでも、どこでも、光がないところでも働かせることができる。</li> <li>回し続けていれば働かせ続けられる</li> <li>1個でゆっくりでも強い電気をつくれる。</li> <li>速くすればラジカセもならせるし、一定の速さで回せば聞くこともできる。</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>使っているとなくなる。</li> <li>たまっているのがなくなる。</li> <li>ラジカセなどを動かすには多くの電池が必要。</li> <li>液漏れやゴミになる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽などの光がないと発電しない。</li> <li>弱い光を集めても発電しない。</li> <li>影があると電気の力が弱くなる。</li> <li>線が切れやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>速く回すとこわれるものがある。(豆電球、LED)</li> <li>手が疲れる。</li> <li>一定の速さにしないと使えない。</li> <li>回し方で安定しない。</li> </ul>

単元のまとめで、明らかになった子どもの見方や考え方である。この表からは、次が進むにつれ、電気の強さ→消費→発電→作り出す電気の強さ→安定供給という視点をもとに少しずつエネルギー的な見方や考え方を深めていったことがわかる。

1個と並列つなぎの電流の強さは同じ？  
**電気の強さ**

「電気のはたらき」の学習では、電気の強さを意識させ、子どもが比較するための手だてとして発光ダイオードを活用した。発光ダイオードは、豆電球と同様に働きを明るさで確かめることができるだけでなく、つなぎ方によっては働かない。また、乾電池1個と直列2個でつないだ場合の明るさの違いがはっきりするので、子どもが電流の強さを比較するための有効な手だてになると考えたからである。



実際に1個から2個に乾電池を増やした時の明るさの違いに子どもは驚きの声をあげた。乾電池を2個に増やすことによって、直列つなぎの電流が強くなったのは、目で見て明らかであった。しかし、一方で「1個と並列つなぎの電流の強さは同じとっていいのか」ということが子どもの問題となった。検流計やモーターを使って調べていたが、高さや数値にはばらつきがあり、確かだとは判断できないのである。そこで、数名の子どもが豆電球や発光ダイオードの明るさから電流の強さを調べ始めた。それをきっかけに、問題を解決することができた。検流計の数値は小数点以下と小さいので、発光ダイオードのはっきりとした明るさの違いは子どもの判断に有効であった。

「並列つなぎのよさって？」  
**消費(流れ方)**

「並列つなぎによさはあるのか」との問いかけに、一瞬沈黙した。その後、「乾電池2個分で1個分の電流の強さだから、長持ちするはずだ」という見通しをもち、どれだけ長く働かせることができるかを調べた。延べ3日間ほどかかったが、この活動を通し、乾電池の中に電気があり、使われることでなくなること、また、つなぎ方(流れ方)によって、電気の消費(使われ方)が変わってくることを子どもは意識できたのである。

**発電(光→電気)**

「乾電池の代わりとして光電池が使えるはずだ」と子どもは活動を始めた。しかし、曇天だと外や窓際でやってもプロペラを回すことができず、晴天だと光電池を使ってモーターや豆電球、発光ダイオードを働かせられることから、子どもは光電池は太陽の光によって発電することや光の強さが電流の強さに関係するという見方をもつようになった。

**作り出す電気の強さ**

光電池の発電の仕方を知った子どもに家電機器の時計とラジカセを提示した。1個の光電池で簡単に動く時計に対し、ラジカセは全ての機能(AM、FM、テープ)を使えなかった。つなぎ方や光の当たり方に関係していると考えた子どもが多い中、乾電池3個分の電気をつくれるように光を当てる、電気の力を強くするために、光電池を2個に増やすと考えた子どももいた。



この段階で子どもは、光を強く当てれば当てるほど電気も強くなり、限界があるという見方には至っていない。ところが、光電池をどんなに太陽に向けても、思ったような結果が得られなかったことから、2個の光電池を使い始め、全ての機能を使えたことから、乾電池同様、2個の光電池を直列につなぐことで、強い電気を作り出すことができるという見方を獲得していった。それでも、1個の光電池でも、もっと光を集めたらラジカセを使

えるという見方は依然として子どもの中に残っていた。その後子どもは、光電池に当たる光を強くするために鏡の枚数を増やしながらか活動を続けた。鏡の枚数を増やすことで、検流計の針が少し振れ、電気が少しは強くなったことは確かめられた。しかし、6枚も使っても全ての機能を使えない。さらに、光源の数を増やせばと活動を続けても、結果は同じだったことから、子どもは、1個の光電池が作り出せる電気の力には、限界があるという見方をもった。

### 電気の安定供給

電気が強くなるには、鏡の枚数を増やせばいいんだよね。



手回し発電機は、回すスピードが速いほど電気が強くなるから、ゆっくり回すと音が安定するんだ。

本単元の最後に、手回し発電機を使って発電をする場を設定した。まず、手回し発電機がどれだけ強い電気を作り出すのかを調べるために、発光ダイオードを使った。ゆっくり回したのにもかかわらず、直列2個の乾電池と同じ明るさと、子どもは判断していた。乾電池や光電池での学習を生かし、発電の強さの違いを比較したのである。次にラジカセを提示すると、働かせるための子どもの見通しが2つに分かれた。一方は、乾電池や光電池での既習をもとに、2個以上の手回し発電機が必要であるとの考え。もう一方は、手回し発電機を使って発光ダイオードを働かせた時の様子から、1個でも速く回せば働かせられるという考えであった。活動すると、音はすぐに出せるが、回し方によって弱くなったり、強くなったり、途切れたりと思いつ通りの音はなかなか出すことはできない。思いつ通りの音を出すために、「ゆっくりなめらかにそろえて」回すという見通しをもちながら繰り返したことで、なめらかに一定の速さで回すと安定した音を出せることに気付くことができた。一定の速さで回し続けることの難しさから、一定の強さで電気を作り続けること（安定供給）の大変さと大切さという見方をもつことができた。

乾電池、光電池、手回し発電機から作られる電気の働きについて、エネルギー的な見方に視点を当てて、見方や考え方の変化を探ってきた。電気の強さ→消費→発電→作り出す電気の強さ→安定供給とエネルギー的な見方や考え方の視点を増やしながらか、子どもは、電気のはたらきに対する見方や考え方をもつことができた。

### 実践を終えて

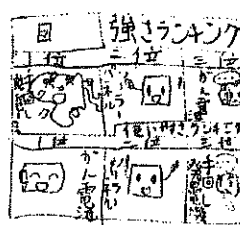
#### ◎ラジカセの教材性

今回使用したラジカセは、1個の光電池では全ての機能を使うことはできない。それが、電気エネルギーへと変換される光をどう集めたらいいのかという問題を生み、使われる電気から作り出す電気という新たな見方へと高めることにつながったと考える。また、ラジカセは身近な家電機器であり、音が安定して聞き取れないと日常生活には使えない。光電池や手回し発電機によって、音を鳴らすことはできたが、日常的に使っていくとなると問題が生まれる。その問題に気付くことが電気の安定供給という視点を生み、乾電池の長所に改めて気付くことになった。また、電気を簡単に使う子どもが、電気を作ることの大変さにも目を向けることができたのである。

しかし、ラジカセと光電池を2枚と3枚に直列でつないだ時の電流の強さには、乾電池のようなはっきりとした違いがなく、抵抗の影響により実験結果にばらつきがでてしまった。抵抗を考慮しながらより効果的な教材を探っていく必要を感じた。

#### ◎3年生からの太陽エネルギーの扱いを大切に

「1個の光電池でも鏡を使ってたくさんの光を当てれば光が強くなるはずだ。」といった見方や考え方の背景にあるのは、3年生の学習「光を当てよう」で得た太陽の光エネルギーの見方や考え方である。したがって、3年生から太陽エネルギー（光エネルギー・熱エネルギー）を大切に単元を構成することが、子どものエネルギー的な見方をさらに広げ深めることにつながっていくと考える。



電気が強くなるのは、鏡の枚数を増やせばいいんだよね。でも、何の音も聞かれない。全然聞こえない。でも、ゆっくり回せば音が安定するんだ。

(文責 屯田北小 小柳 俊夫)

## V 研究の成果

本実践では、子どもが電気をエネルギーとして実感するために、身の回りのものに繰り返しかかることで電気がエネルギーとして働いていることを体感できる構成にした。

### 1. 子どもが知をつくる過程と教材化

#### 発光ダイオードはエネルギーの強さを明るさで体感できる有効な教材

一次では、乾電池を使ってモーターを回し、プロペラを飛ばす活動を取り入れた。乾電池から流れ出てくる電気の強さをとらえられるように、発光ダイオードを活用した。モーターの音や回り方、検流計の数値とともに発光ダイオードの明るさをとらえられるようにしたのである。豆電球よりもはっきりしている発光ダイオードの電流の強さによる明るさの違いは、エネルギーの強さをとらえられる有効な教材となった。

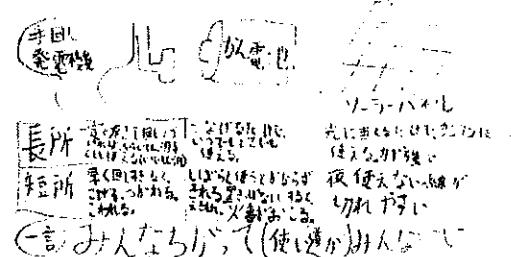
#### 家電機器（ラジカセ）を動かそうと繰り返しかかる活動が電気をエネルギーとして実感させる

光電池を操作し、光が電気に変まっていることを体感すると、光の強さや当て方によって電流の強さが変わること気付いた。そこで日常的に利用しているラジカセを光電池で動かす活動を行った。光電池一枚では動かないラジカセを動かすために、子どもは何枚もの光電池をつないで電流を強くしようとしたり、光を集めて電気をたくさん作り出そうとした。ラジカセを動かそうとする活動は、既習を生かした活動を生み出すことにつながり、それとともにエネルギーの供給を安定させようとする見方を生むことになった。普段、電気を簡単に作れると感じた子どもが電気を作ることの大変さを実感することができたのである。

ただし、光電池はたくさんつなげるほど電流を強くできるものではないということが判明した。内部抵抗があるため、一定以上の電流は流れていかないのである。実践する上で知っておく必要がある。

今回、できるだけ晴天時に学習を行うほうが良いと考えて実践を行ったが、光電池が作り出しているエネルギーを実感するためには、やや薄曇りの天候のときも有効だと感じた。光の当て方で作り出される電流の強さが変わることをはっきりととらえることができ、作り出しているエネルギーの強さをより強く実感できるからである。

また、ゼネコンを使って人間の力で電気を作り出す活動を行うことで、家電機器（ラジカセ）を動かすためのエネルギーを強さでも体感的にも実感できた。



### 2. エネルギー環境の視点の生まれる学び合い

#### エネルギー環境の

#### 視点のつながり

<3年>

光を当てよう

明かりをつけよう

<4年>

電気の  
はたらき

#### 学年間のエネルギー環境の視点のつながりを大切にすることが大切

光電池でラジカセを動かす実践の中で、子どもは3年生の学習を生かして活動をしていった。当初は「明かりをつけよう」での学習を生かした子どもの活動を想定していたが、「光を当てよう」での学習を生かし、鏡を使って光を集める活動がいくつもあった。本単元で光電池を使うことを考えると、3年生の両単元でのエネルギー環境の視点をつなげていくことが、エネルギー環境の意識を高める有効な実践になる。



#### エネルギーの長短所の比較が生活を見つめることにつながる

エネルギーを作り出す方法として、乾電池、光電池、ゼネコンの3種類を本単元で使用した。それにより、日常使用しているものを動かすためのエネルギーを強さでも体感的にも実感できた。また、それとともに、エネルギーを作り出す際の長所と短所を比較する視点が生まれ、エネルギーの安定供給という見方や考え方を深めることにつながった。エネルギーの作り出し方による長短所を比較することは、今後の生活に生きる大切な視点になった。

電気を送るスピードは同じじゃないと  
だめなんだよ!!

(文責 山の手小 濱 教文)

## VI 分科会の記録

### 討議の内容

- ・エネルギーを実感するために教材として吟味したものについて、メリットなどを教えてほしい。  
→教材開発について、起電するものとしては、自分の体を使って作り出せるものにしたかった。自転車のダイナモだとペダルをこいで電気を起こすので電気が強くできてしまうが、手回しだと乾電池の学習とのつながり上で、ちょうど良い強さの電気を作り出すことができ、ラジカセのテープを持続して回すことができる。しかし、5分間回し続けるととても疲れて、電気を作り出すことの大変さを実感することができる。電気で動かすものは乾電池で動かせるものが良いと考えた。
- ・教材の可能性はある。エネルギーの実感を伴うが、こうしたらなる、こうしたらならないということになり、電流の流れがおろそかになりかねない。だから検流計をつないだりして流れを確かめていく必要があると思う。
- ・エネルギーを実感するという子どもの姿をどうとらえ、何をねらいとしていたのか。  
→実践では検流計を使用して、電流の向きや強さを意識させながら学習を進めた。次で教材を切り替えていたこともあり、つながりの悪いところもあったかもしれない。一番部会でねらっていたことは、自分の生活と結び付けてほしいということだった。自分で電気を作ってみて、安定して作ることが難しいことに気付かせたかったが、生活とはあまり結びついていなかった。ただ、電気を付けることが難しいと考え始めた子どもの姿から、成果はあったと思う。3種類の電気のはたらかせ方から考えているので、可能性はあると思う。

### 助言者から

- ・単元構成の1次は今までと同じような流れだが、ここをしっかりと理解させることは、電流の流れ、向きを意識させることである。2, 3次は検流計を使って手回し発電で同じくらい流れたんだという「量」の考えが大切なので、単元構成に必ず入れてほしい。また、生活との関連付けは大切である。身の回りでこんなに使われていること、ゲームなどでは電池が身の回りから消えている。身の回りを見直していくことが大切である。
- ・3, 4年生の学習の関係をはつきりさせてくれた。熱から光へという、エネルギーの関係がつながっていることが証明できた。北理研としてエネルギーを作り出すものを3~6年で整理しておくことよい。
- ・エネルギーをよく教材研究しているが、環境については足りない実践だった。「知」をしっかりつくっていくことが必要なので、理科ではエネルギーが主、総合で環境が主になってもよい。エネルギーと環境とをどう学び進めるのかをはつきりさせ発信してほしい。そうすると札幌支部としての財産になる。
- ・繰り返しかかわることが子どもの考え方に沿って大変よく考えられて作られている。教材化に重点が置かれているが、子どもの考えがものすごく変わったことを数値として、またはデータとして変わったことを主張していく必要がある。発光ダイオードを使ったことが面白い。ずっとつけたままでも1週間くらいついているし、光に指向性があるという特徴がある。
- ・単元の流れが体感から非体感のものへすごく変わっていて、非体感、内なる体感でもかかわっていく力を育てていくことができる流れになっている。実際は、風力発電にしても限界があるので、これだけエネルギーを使っているが、限界があることを学習できるとよい。

## VII 研究のまとめ

本実践では、3種類の発電の仕方を体感することで発電の仕方によるエネルギーの長短所を実感でき、さらにエネルギーの長短所の比較を通して、生活をみつめることができると考えた。実践では、それぞれのエネルギーの特徴をつかみ、家電機器を動かすことでエネルギーを作り出すことの大変さや安定供給の難しさを実感した子どもの姿を見ると、成果があったと考える。また、3年生の「明かりをつけよう」「光を当てよう」の2単元とのエネルギーの関係のつながりを明らかにできたことも成果といえる。

一方で、自分の生活とのつながりという点では、課題の残る実践だった。エネルギーを実感し、自分たちの生活を見直したくなる工夫が必要だったと考える。そのためには、現在の発電の仕方とその能力や限界にも気付かせていく必要があり、「電気のはたらき」としての学習から一回り枠を広げていくことも視野に入れる必要がある。環境についての表れにも課題が残ったことから、理科でエネルギー、総合的な学習の時間で環境、そしてそれが自分の生活を考えた時に結び付く流れが大切だということを改めて感じた。

(文責 山の手小 瀧 教文)

# 流水のもつエネルギーを実感する学習の構築

## ～5年「流水による土地の変化」の実践を通して～

共同研究者 ○岡 亨(山鼻小) 横倉 慎(栄北小) 香西 尉男(伏見小) 宮崎 直美(美香保小)  
小川 裕之(幌東小) 高畠 護(前田中央小) 吉田 知広(山鼻南小)

### I 研究の仮説

「流水による土地の変化」の学習では、雨水の流れと地面の様子、川の水の流れと川原、川岸などの様子を関係づけて調べたり、自然災害に着目しながら土地の変化の様子を調べたりする活動を通して、流水のはたらきと土地の変化との関係についての見方や考え方をもちようにするをねらいとしている。

これまでの多くの実践は、流水実験場でのモデル実験や自然災害時のデータを活用して、水の流れが土地の様子を大きく変化させたり、流水の速さや水の量が変わることで土地が変化したりすることは捉えることができていると考える。しかしながら、それで流水の力の大きさを感じることができたといえるだろうか。

今の子ども達にとって、砂場で水を流して遊んだ経験は少なく、自然の中で流れる水の様子を見る機会も少ない。また、川に近づくことも危険なこととして禁止していることの方が多いのではないだろうか。

札幌市内の小学生への川に対するアンケートでも、約4割の子に川遊びの経験が無いことが明らかになった。また、川に対して、「怖い・危険・くさい・汚い」という負のイメージをもっている子が8割にものぼった。さらに、実際に身近にはあり得ないような川の様子を自分の川のイメージとしてもっている子もいた。

このアンケート内容からも、自然の中に身近にある川に対しては、距離は近いが、意識は遠いという実態を見ることができる。このような実態をふまえ、本単元では、流水のエネルギーを実感しながら、自然災害という負の面だけでなく、自然との共生という立場で見方や考え方を広げていきたいと考えている。

そこで、子どもが流水のもつエネルギーの力の大きさや有効性に気づいていくためにはどうしたらよいか、教材化、そして子どものかかわり合いの2つに焦点を当て、実践にて明らかにしていくことにした。

#### 研究仮説

水力発電を学習構成に位置づけることによって、実感的に流水のもつエネルギーに対しての知をつくり直していける。また、川の上流部や下流部の利水の違いに目を向け、自然との共生についての見方や

考え方をもちることができる。

### II 研究の方法

#### 1. 知をつくり、エネルギー環境の視点を生む教材化と単元構成

川のはたらきをモデルなどで学習し獲得したあと、実生活に戻していく学習こそ、流水のエネルギーを実感することに必要な学びであると考えている。

そこで、今回の授業では、流水のはたらきに「発電ができる」という新たな見方をもてるようにしたいと考えた。「川の力が自分たちの役に立っている」「流水のエネルギーってすごい」という見方や考え方をもちさせることで、川の存在をより身近に感じていくことができ、自分たちが自然と共生しているという意識をもちることができるようになることを考えた。

また、小学校教育として身近な生活を振り返り、エネルギー環境や省エネルギーなどに対する関心を高め、基礎的な知識や実践力を身につけていくため、水力発電を教材化した。高学年の子どもにとって電気エネルギーというものが一番身近であるため、「自分たちでも電気をつくれる」という意識をもちさせるとともに、電気エネルギーに対しての自分なり見方や考え方をもちさせることができると考えている。

#### 2. 知をつくるための「学び合い」の組織

学び合いを通して、子どもは見方や考え方を科学的なものへと変容させる。事象の変化を学び合いの中で説明できたとき、自分たちでつくりあげた科学的な見方や考え方となる。そこで、今回の授業では、活動で得た知識や経験を交流し合い、次の活動での見通しを作り上げていく学び合いの場を構成した。

また、今までの活動で得た知をもとに、水力発電装置を川のモデルのどこに配置するか見通しをもった交流をする。ここに、今までのモデルでの学習を経験とし、実際の川・水力発電装置・川のモデルの3者に関連づけながら、場所による水の勢いの違いをわかり直し、実感できる学び合いを行うことができると考えた。(文責 岡 亨)

### Ⅲ 研究の内容

#### 1. 単元について

本単元では、流れる水の3つのはたらき（けずる・はこぶ・積もらせる）や、水の量が増えたときの水の速さや流水のはたらきについて、自分なりの見通しをもち計画的に調べさせたい。

単元実施前に行ったアンケートからも、子どもと流水とのかかわりの低さは明確であった。そのため、一次では、モデルの実験を十分にを行い、流水のはたらきや土地の変化の様子に視点を与えていくようにする。ここで、子どもは「削る」「ためる」「運ぶ」という流水のはたらきに気づくことができる。

二次では、水の流れという小さな視点から「川では？」という大きな視点へと移し、生活に戻していく場を作るために、豊平川上流部から石狩川への合流部までのビデオを見せる。

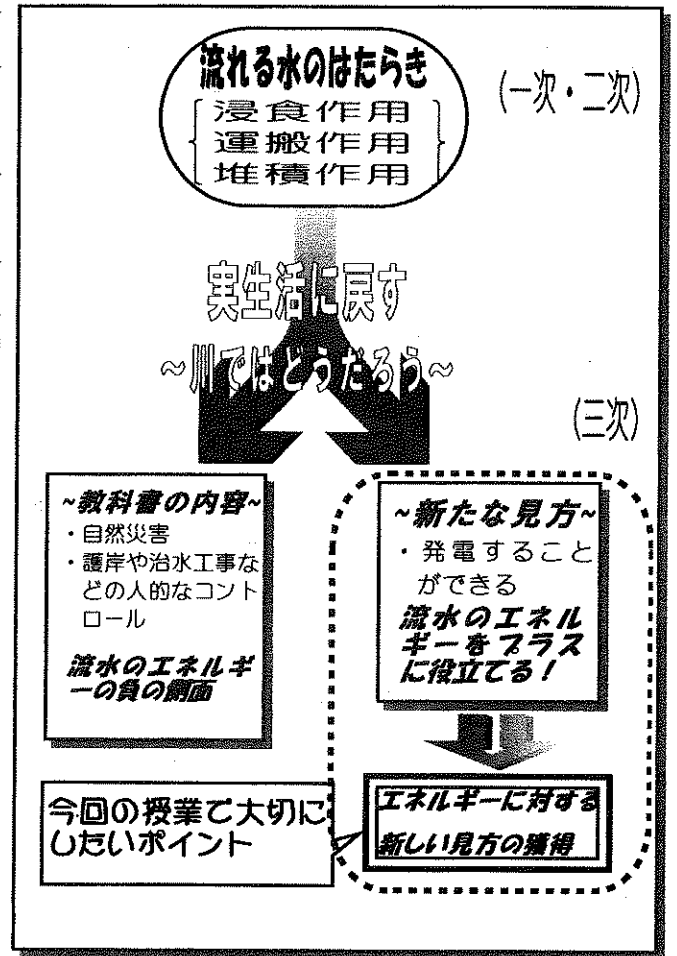
子どもに上流から下流にかけてのまわりにある石の変化やカーブでの土地の違いなどに着目させ、これまで学習してきたことと川を重ねて考えられるようする。その中で、北海道電力の施設やそのほかの川の利用にも目を向けさせていく。

そして、三次で水力発電装置での発電実験を行う。

ここでは、一・二次の学習を水力発電を通して、実際の水のはたらきのすごさについて実感させ、エネルギー環境に対する見方や考え方を養うと共に、大雨の時に起きる川の変化や自然災害とも関連づけながら、川と共存するための工夫についても考えていける姿を期待している。

#### 2. 単元の目標

- 総 流れる水の速さや量、川のはたらきや自然災害などに目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、流れる水のはたらきと土地の変化の関係についての見方や考え方をもち、流れる水のはたらきを利用して電気をつくる活動を通して、流れる水の有効な利用法を知るとともに、エネルギーに対する意識をもつ。
- 関 土山で川のモデルを作り、流れる水のはたらきや、川と共存する工夫などを具体的に調べていこうとする。
- 科 「切削」「運搬」「堆積」といった土地の変化を流れる水の量や速さと結びつけて考えることができる。
- 実 モデルの削れ方の違いとその原因を関係づけながら、流れる水のはたらきを確かめる方法を工夫することができる。
- 知 発電量を多くするために行った自分たちの活動と、実際の川の様子とを結びつけてとらえることができる。



(文責 岡 亨)



3. 単元の全体指導計画(理科 11 時間・総合 3 時間)

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;"><b>【第1次 流れる水のはたらき (5)】</b></p> <p>◇ 雨がふったあとの校庭の様子を観察しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流し始めの部分は、砂も土もどンドンなくなっていくよ。</li> <li>・ 水は低い方に流れていき、最後には水たまりになっているよ。</li> <li>・ くねくね曲がりながら流れていくよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">水は低い方に流れていく。水と一緒に、泥や砂粒も流れていく。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 曲がった部分は外側のほうだけよく広がっていくよ。</li> <li>・ 水を注いでいるところも深くなっていくよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">場所によって、水の力は違いがあるのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">流れ方が関係しているから</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">水の勢いが違うから</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ チョークの粉を流すと外側にぶつかっていく。</li> <li>・ 指先で実感してみると流れが速い。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">流れが速かったり、水の勢いが強くなったりするところはよく削れる。 流れが遅かったり、水の勢いが弱くなったりするところはよくたまる。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水の量やいきおいによってはたらきがちがうようだ。条件を変えて確かめてみよう。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">水の力の違いによって土地はどう変わるのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">量を変えて比べてみる</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 30%;"> <p style="text-align: center;">速さをかえて比べてみる</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水の量を増やして比べてみたら上のほうがたくさん削れた。</li> <li>・ じょうろを急にすると最初の所がたくさん削られて、最後のところにたくさんたまる。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">水量が増したり、勢いが速くなったりすると 流れる水のはたらきが大きくなり、土の変化も大きくなる。</p> </div> <p>◇ 実際、たくさんの水が流れている川の様子はどうなのかな。</p> <p style="text-align: center;"><b>【第2次 実際の川の様子 (2)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上流は大きな石がごろごろしている。</li> <li>・ 外側は崖になって、深い淵になっている。内側は石がごろごろしている。</li> <li>・ 下流は泥がたくさんある。川幅も広いね。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">実際の川も流れる水のはたらきによって土地が激しく削られたり、積もったりしている。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 途中に水力発電所があったよ。水車を回して発電するみたいだね。</li> <li>・ ウォーターガーデンではたくさんの人が楽しんでたね。</li> <li>・ 人は水を色々利用してるんだね。</li> </ul> <p>◇ 自分たちでも何か試すことはできないかな。</p>	<p>◆ 流れる水には土地を削ったり土などを積もらせたりするのはたらきがあり、流れの速さや水量によってこれらのはたらきが大きくなることをとらえさせる。</p> <p>○ グラウンドに水を流し、水の流れる様子を観察する。</p> <p>○ 流れる水のはたらきについて土山に水を流したりしながら計画的に調べる。</p>

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;"><b>【総合 流れる水の力の利用 (3)】</b></p> <p style="text-align: center;">水力発電装置を使って、電気を起こしてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・検流計を使って確かめたら、水を流すと確かに電気はできているよ。</li> <li>・水車を回すと、プロペラも回ったよ。</li> <li>・豆電球はつかなかったよ。そこまでの電力は起こせないのかな。</li> </ul> <p style="text-align: center;">水の力を使って自分たちで電気を起こすことができたよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・もっと発電させて、豆電球も光らせたいな</li> </ul> <p style="text-align: center;">もっとたくさん発電させるためには</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">水量を多くすれば</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center;">水路の傾きを急にすれば</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水車が速く回ったよ。</li> <li>・プロペラはよく回るようになってきたね。</li> <li>・蛇口から直接水を流してみたら豆電球も光ったよ。</li> </ul> <p style="text-align: center;">自分たちでもたくさん発電することができたよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水の力ってすごいね。</li> <li>・電気を作るには、たくさん水が必要なんだね。</li> <li>・あんまり水の勢いを強くすると水があふれてしまったよ、問題だね。</li> </ul> <p>◇ 流れる水の力がもっと強くなってしまおうとどうなるのかな。</p>	<p>◆水の利用法の1つとして水力発電を取り上げ、理科の学習を生かして考えていく。また、その中でエネルギーに対し目を向けていく。</p> <p>○よりたくさんの電気を発電する方法として、理科で培った事柄を生かして考えていく。</p> <p>○実験と実際の発電所の比較から、川のもつエネルギーや電気を作る労力に興味をもたせていく。</p>
<p style="text-align: center;"><b>【第3次 川の水量が増えるとき (4)】</b></p> <p style="text-align: center;">増水したときの土地の変化の様子を調べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・氾濫しているよ。</li> <li>・曲がっているところが特に危険だね。</li> </ul> <p style="text-align: center;">水のはたらきが大きくなりすぎると、洪水や土砂崩れを引き起こす。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水の力はこわさも秘めているんだね。防ぐための工夫はできないかな。</li> </ul> <p style="text-align: center;">水の力を防ぐための工夫を考えよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実際の川でも中流では、コンクリートで護岸してまっすぐになっていたね。</li> <li>・ビデオで見ても、カーブがいっぱいあって、まっすぐなところは少なかったね。</li> <li>・よく削れるところに堤防を作ってみたら。</li> <li>・水を逃がす水路を作ったら。</li> </ul> <p style="text-align: center;">川には水の力を防ぐ工夫もされているんだね。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水の力、自然の力ってすごいね。</li> </ul>	<p>◆流れる水の力が人々がもてあますほどの強大な力になったときのことについて考え、その対策について工夫することができる</p> <p>○家の模型を使った流水実験を行い、2次で見た実際の川の映像や地図と比較しながら、洪水から身を守るための努力や工夫に気づかせていく。</p> <p>(文責 小川 裕之)</p>

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

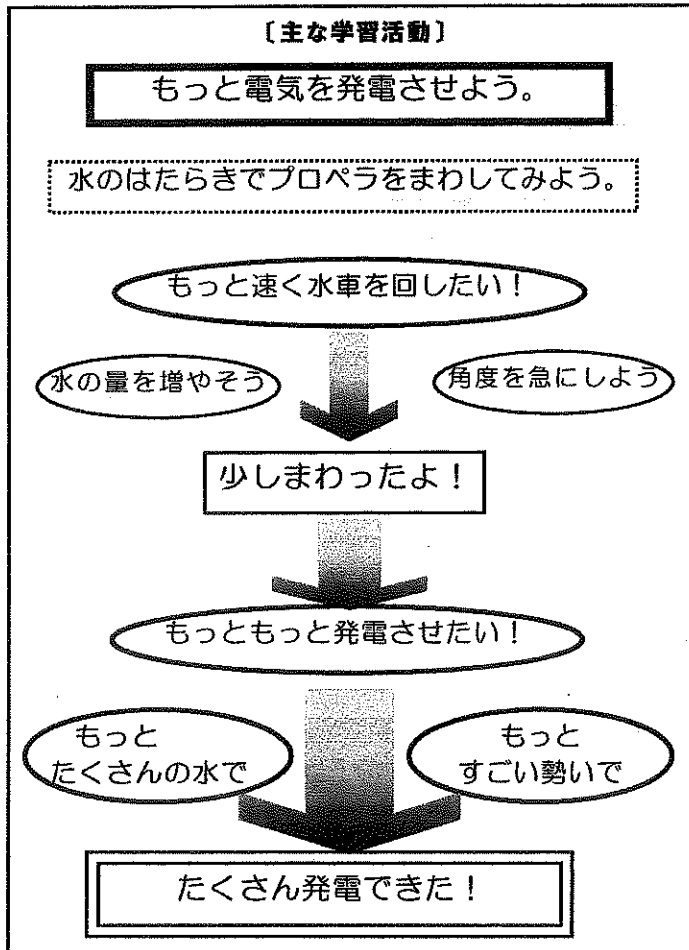
(1) 目標

- ◎ 自分たちの力で、より多くの電気をつくろうとする活動を通して、流れる水のはたらきの有効利用に気づくとともに、川などの流れる水のはたらきの大きさに対する見方や考え方をもちることができる。
  - ・自分なりに工夫してより多くの電気をつくることができる。(観察・実験の技能・表現)
  - ・流水のはたらきと発電量を結びつけて考えることができる。(科学的な思考)

(2) 学習の展開 ( 9/16 )

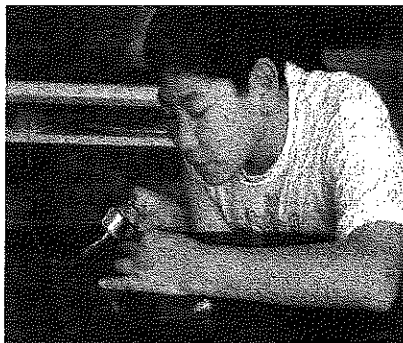
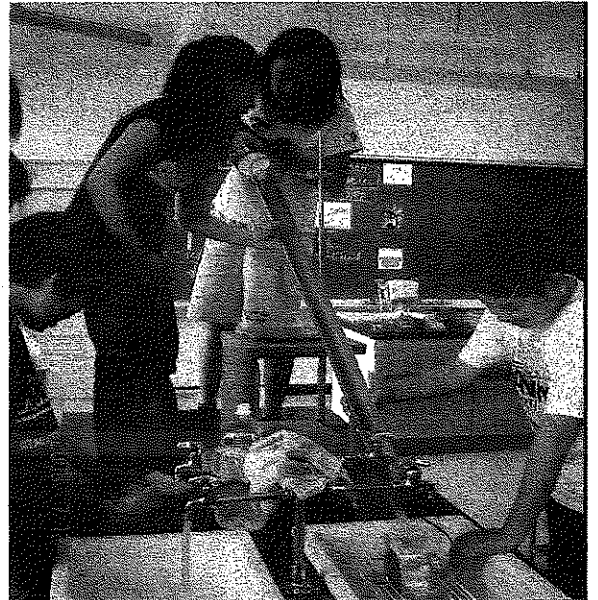
おもな学習活動	留意点
<p style="text-align: center;">前時まで</p> <p>モデル実験を通して、流水のはたらき〔浸食・運搬・堆積〕を追求する中で、流水のパワーに目を向けている。また、豊平川の水利を調べていく中で、水力発電に気づき、自分たちでも電気をつくりたいと取り組み始めた。その中で、もっとたくさんの電気を作りたいと考えている。</p> <p style="text-align: center;">もっとたくさん電気をつくろう。</p> <p style="text-align: center;">プロペラを速く回したり、豆電球を点けて確かめよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">もっと水車を速く回したい。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">もっと水の力を強くしたい。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 40%;">                     角度を急にするといいんじゃないかな。                 </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 40%;">                     水の量を増やせばいいんじゃないかな。                 </div> </div> <p style="text-align: center;">プロペラは速く回った!!でも、豆電球はつかないな…。</p> <p style="text-align: center;">もっともっと発電させたい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">もっとたくさんの水で。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">もっとすごい勢いで。</div> </div> <p style="text-align: center;">蛇口から直接、水をかけてみたい。</p> <p style="text-align: center; border: 2px solid black; padding: 5px;"><b>水の力を大きくするとたくさん発電できるんだ。</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">電気を作るって大変なんだね。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">本物はすごいんだね。</div> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;">                 実際の生活で使われている電力を作るのは、ものすごい水の力が必要なんだろうな。             </div>	<p>◎流れる水のはたらきの学習のもとに、どうすればたくさんの電気をつくることができるかを交流する。</p> <p>○豆電球がついた、つかない。モーターが回ったという事実から、生み出している電気の量に目を向けさせ、もっとたくさんの電気を生み出したいという思いをもたせる。</p> <p>◎ 学び合いの中から、実際の水力発電と自分たちの水力発電装置を比較し、川のはたらきや発電に対する見方や考え方を深めていく。</p> <p style="text-align: right;">(文責 高島 護)</p>

2. 栄北小学校の実践より



本時の学習の柱は、「いかにするともっと発電できるのか」をモデル実験を通して考えていくところにあった。

板と土、じょうろを使った川の流れるについての学習や実際の川の流れるをビデオを見ての学習を生かして、水車に当たる水量を多くして水車の回転を速くしたり、とこの角度を急にすることによって水車の回転を速くしたりする活動を行う。



この活動を通して、今まで学習したことがエネルギーを作り出すことに役立てられていることを実感し、エネルギーを作り出すことの大変さも感じるようになった。

ペットボトルから流れる水で水車を回すことで、僅かな電気が発生し、モーターに取り付けられたプロペラが回ったり、豆電球の明かりがわずかに点灯したりする。その事実を見たときに「電気をつくることができた！」と子どもは実感していたに違いない。

しかしながら、今回の授業づくり及び授業実践の中ではっきりと見えてきた課題があった。

板書の記録

○教材と本時の学習の柱を結ぶために

「流れる水のはたらき」をより子どもに実感させるためには、どのような学習を組み立てて行くことが必要なのだろうか。

本時の学習が水遊び的にならないためには、今回のように水力発電の一部分を取り上げての学習を単元構成の中に入れるのではなく、「流れる水のはたらき」をより子どもに意識させる単元構成が必要である。

たとえば、実際の水力発電は川の水を使って行っている様子をビデオの中で見ているのだから、板、土、そしてじょうろなどを使って川のモデル実験に水車を入れて発電してみることが必要ではないか。そうすれば、水の速さを変えたり、水量を変えたりする実験も水遊び的にならず（土が流れて川が決壊したり、土が勢いよく流れると土も一緒に流れて水車がうまく回らなかったり）できるのではないか。このステップを踏むからこそ、「もっと発電するには…」 「川の決壊させずに効率よく水車を回すためには…」 「土が水と一緒に流されない工夫は…」 など実際の流れる水のはたらきを意識しながら水力発電の利用について考えていくことができるのではないかと考えた。

そこで、

①水力発電装置の単元での扱い方

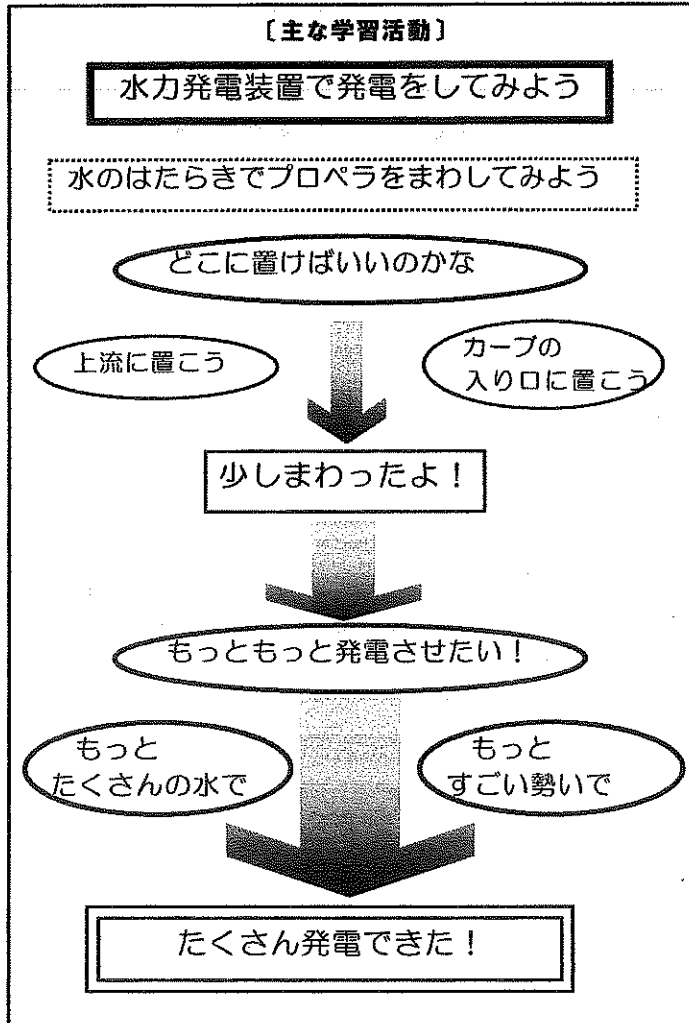
②流れる水のはたらきを実感していくための学び合い

をポイントとして単元を再構成し、再実践を行った。

活 動 の 広 が り と 深 ま り	留 意 点
<p>【第3次 流れる水の力 (4)】</p> <p>水力発電装置を使って、電気を起こしてみよう。</p> <p>◇どこに置いたらいいのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上流の方が水に勢いがあるよ。</li> <li>・ カーブの部分はよく削れたよ。</li> <li>・ 下流は水がたくさん流れてくるよ。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 検流計を使って確かめたら、水を流すと確かに電気はできているよ。</li> <li>・ 上流の方がたくさん電気ができるみたいだよ。</li> <li>・ 豆電球はつかなかったよ。そこまでの電力は起こせないのかな。</li> </ul> <p>川が壊れないように工夫しながら発電してみよう。</p> <p>=もっと発電させるために=</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ もっと急な斜面をつくろう。</li> <li>・ ホースで水を直接流したら。</li> </ul> <p>=水の力を防ぐために=</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 曲がっているところが特に危険だね。堤防を作ったら。</li> <li>・ ビデオで見た時もコンクリートで護岸してまっすぐになっていたね。</li> <li>・ 水を逃がす水路を作ったら。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水の力、自然の力ってすごいんだね。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 水の利用法の1つとして水力発電を取り上げ、理科の学習を生かして考えていく。また、その中でエネルギーに対し目を向けていく。</li> <li>◆ 流水の力が人々がもてあますほどの強大な力になったときのことについて考え、その対策について工夫することができる。</li> </ul> <p>○ 2次で見た実際の川の映像や地図と比較しながら、洪水から身を守るための努力や工夫に気づかせていく。</p>

(文責 横倉 慎)

### 3. 幌東小学校の実践より



幌東小学校の実践では、川のモデルのどこに水力発電装置を配置するかを考えさせた。

栄北小学校の実践の時と同じように板と土、じょうろを使った川の流れについての学習や実際の川の流れをビデオを見ての学習を生かして、「観る力」が大きかったところ「土が選ばれたり、積もるところ」を水の勢いと関連づけて、水車を速く回転させるところを探ったり、水車に当たる水量を多くして水車の回転を速くしたり、板の角度を急にすることによって水車の回転を速くしたりする活動を行う。

水力発電装置を川のモデルのどこに置くのかを問うたとき、子どもは「上流部」や「カーブの外側」に置くという子どもが多数を占めた。ここに学び合いの場を設定していく。子どもは、なぜそこに置くのか、なぜそこではだめなのかを川のモデルでの実験で培った知識を使いながら見通しをもった交流を行っていった。

この活動を通して、川のモデルと発電装置を関係づけたわかり直しの学習を行い、今まで学習した流れる水のはたらきを電気エネルギーとしての数値化をしながら実感的に理解していくことができた。また、発電量を増やすために水の勢いを強

くしようと考え、水量を多くしたり、板の角度を調整したりする活動から、川の決壊、土の体積量の変化など実際の川の様子と関連づけていく学びを生むことができた。

今回の実践では、流れる水のはたらきをより実感させたいと考えた。そのために以下のものを如何に関係づけた見方や考え方がもてるかがポイントとなった。



水力発電装置の扱い方を子どもの意識に沿った形で単元に組み込み、今までの活動で得た知をもとに、水力発電装置を川のモデルのどこに配置するか見通しをもった交流を行わせる。場所による水の勢いの違いをわかり直し、実感できる学び合いを行っていくことで、自分たちでつくりあげた科学的な見方や考え方となり、「知」を自分たちでつくりあげることができたと考えている。

(文責 小川 裕之)

## V 研究の成果

- ①水の勢いの強さを数値として明らかにし、川のモデルで学習したことをわかりなおすことができた。
- ②流れる水の働きの有効利用についての見方や考え方を養い、自然との共生を考えることができた。
- ③エネルギー環境的な視点をもつことができる

### ①について

子どもは、「削る」「運ぶ」「積もらせる」という流水のはたらきを一次・二次では主に見た目で見分けていった。今回の実践では水力発電装置を使い、流水のはたらきを発電する電気の量として「水の勢い」をわかり直していった。「たくさん削られているところ＝水の勢いが強いところ」をたくさん電気を生み出せる場所、「土が積もるところ＝水の勢いが弱いところ」を電気をあまり生み出せない場所と、水の勢いを流水のもつエネルギーの量としてわかり直していくことができた。

### ②について

今回の水力発電を用いた実践を通して、子どもは、学習したことがエネルギーを作り出すことに役立てられていることを実感し、エネルギーを作り出す大変さ・実際の川の働きの利点も感じる事ができた。ペットボトルから流れる水でわずかな電気が発生し、モーターに取り付けられたプロペラが回ったり、豆電球の明かりがわずかに点灯したりする事実を見たときに「電気を作ることができた」と子どもは実感したことに間違いはない。

今回の学習では、主に水力発電という自分たちの生活に役立つ教材を扱ってきた。しかしながら、流れる水のエネルギーを実感していった子どもは、そのプラス面だけではなく、自然の大きさ、人間の力では太刀打ちできない自然の存在も実感していくことができた。今回の実践の後には、水、川が持つ負の面よりもプラスの面に目がいくようになった。活動が始まる前にもっていた子どもの川、水に対するイメージが確かに変わったということがいえる。

### ③について

今回水力発電装置での発電活動を通してエネルギー、資源を有効に使っていくことも子どもの中に意識させることもできたと思う。これらの意識が生まれたのも、水力発電装置を用いて電気を生み出していく中で苦勞をしたということがある。以下のようなエネルギー環境を意識した意見が見られた。

○今まで水は手を洗うとか洗濯に使うとかしか使う方法はないと思っていたけど、電気にも使えるし、ウオーターガーデンみたいにも使えるしすごいと思った。

○ペットボトルを流すのでは、水に限りがあんだけど、川は絶えず水が流れ続けている。だから、すごい量の電気を生み出すことができる。流れ続けるってことはすごい

○この学習は、本当は水や電気を大切に使うってことだったんだと思う。だって、豆電球をつけるだけであんなにたくさん水を使ったんだ。

○水に属されている利用の仕方って自分たちが気づいていないだけで考えたらほかにもあるんじゃないかと思う。

○水の利用の仕方考え出した人ってすごいと思う。水だったら使った後もゴミになつたりしないしすごい。

(文責 岡 亨)

## VI 分科会より

### 《討議の内容》

#### ○水力発電を使った活動について

- ・導入のきっかけは、モデル河川と実際の河川を比較する中で、水力発電所を発見し、そこから水と発電を関係付けるきっかけとした。
- ・発電については、「火力発電」のイメージが強い。また、「電気は作るもの」という考えはもっている。「水の力でもできるのか」と実験器具を提示していった。

#### ○「エネルギーの視点」について

- ・「エネルギーの視点」の『定義』があいまいである。子どもがどのような発言をして、どのような姿になれば「エネルギーの視点」が身に付いたといえるのかを考える必要がある。「定義」と「ゴール」をはっきりさせなければならない。
- ・抽象的なねらいではなく、もっと子どもの活動を想定し、そこに行き着くまでの思考の流れを考えるべきである。また、単元のどこに視点を入れていくのが良いのかを考えた方がよい。回転から発電という思考は、子どもにとって難しいと思う。

#### ○水力発電の扱い方について…「理科+総合」か「理科」か

##### 「理科+総合」

- ・指導要領に示されている理科の学習内容をしっかり行い、「エネルギーの視点」をその後に加えていくのが良い。発電を単元に入れることで単元で本来、身に付けなければいけない力が落ちてしまう。
- ・理科の学習の中で水の3つの働きについて「水の量」や「時間」「角度」などの条件を制御しながら学ぶことが大切である。また、それらの力を「発電」の学習に生かし「水の量を増やしたら、電気が多く作れそう」などと考えていくことが、水と発電の関係を深く理解していくことにつながる。
- ・エネルギーの視点と理科学習のねらいの一致は難しい。独立させるべきではないか。あくまでもエネルギーの視点は、発展として扱うできである。水を流すと水車が回る程度の軽い扱いでもよい。

##### 「理科」

- ・水力発電を水の力を調べるメーターとして使いたい。そのことで環境問題を考える素地となるであろう。3～6年生までカリキュラムに位置づけ、エネルギーの視点を考えていけるようにしていきたい。

### 【助言】

#### ～村本校長～

- ・エネルギーの視点から、この単元がなぜ必要なのか、それらを考えれば学習のゴールが見えてくる。エネルギー変換の流れを見せることで生活との関連を図る。これが「わかった」実感である。5年生として、水の働きからエネルギー、そして発電、生活へという流れが理解できることが望ましい。
- ・理科として必要なことは、知識と知識が結び付いていくことである。問題解決のプロセスを大切にする。そして、「知を創る」ためには、伝えることが大切である。伝えるための力を育てていく。
- ・教師自身がエネルギーをどのように考えているのか。教師自身ももっと体験をしなければいけない。

#### ～小倉校長～

- ・子どもを育てていくために、知と知を結び付ける。他の考えを受け入れるようにさせる。人と人との知の構成が必要である。エネルギーと自分とのかかわりは、自分のかかわりで力が変化していくとわかることが、エネルギーを実感することである。
- ・単元の構成について、基本は理科。つけるべき力が落ちないように。単元の中にエネルギーの視点を取り入れ、意欲的な単元である。

## VII 研究のまとめ

子どもたちは、本実践を通して本部会が目指していた「流水のもつエネルギーを実感」していくことができたと考えている。また、川のもつエネルギーのすごさも自分たちの生活と結びつけながら実感していったと考えている。しかし、エネルギー環境で目指すところを明らかにして、子どもの姿として語れるようにしていく必要がある。また、エネルギー環境教育と理科教育のつながりもはっきりと考えていく必要があると考えている。

(文責 岡 亨)



# 組み立てモーターで発電を実感する理科学習のあり方を探る ～6年「電流が生み出す力」の実践を通して～

共同研究者 ○皆川 恒（西宮の沢小）  
新澤 一修（東園小）

森 剣治（大谷地小） 平林 徹（山鼻小）  
三田村 剛（宮の森小）

## I 研究の仮説

これまで子どもは、電池から流れる電流によって豆電球の明かりをつけたり、モーターを動かし車を走らせたりしてきた。「電気」は電池から生まれるもの、コンセントを差し込みに入ると通るもので、光や動力など物にはたらきなどを与えることができるものという考えをもっている。これは、昨年度実施したアンケート調査によるものである。

昨年度の「第52回北海道小学校理科教育研究大会」で行われた本単元の実践では「エネルギー環境の視点を加味した授業づくり」という観点で授業を構築した。その実践では、これまで行われていたように、永久磁石との比較で電磁石の性質を探ることを導入とし、単元の後半に「自作モーターとモーターをつないで、一方を回すともう一方が回った。」という事実から、「自作モーターを使って電気をつくることができるか」という問題をもとに学習を展開した。実践の成果として、子どもには「モーターを使って電気をつくることできた」という技能の高まりはあった。しかし、課題として「発電」という発展的内容が付加されただけになってしまい、子どもの思考の流れを途切れさせてしまった。また、エネルギー環境に対する考え、身のまわりの発電の仕組みやエネルギー変換に対する新たな見方は育たなかった。

以上より、本部会では「発電する」という技能を身につけるだけでなく、エネルギー変換という見方を育てていこうと考えた。昨年度の実践より、「電磁石を使えば、モーターを回して（電磁石を使って）電流を生み出すことができる」という考え、つまり「磁力（磁気）を、電気エネルギーに変換した」という見方を、今回は「電磁石を回転させることで、コイルに電磁気のエネルギーが生み出される」という、つまり「運動エネルギーが電磁気のエネルギーに変換された」というさらに新たな見方を子どもが獲得する過程をどのように構築していくべきかを主軸として研究を進めていく。また、子どもが何気なく使っている「電気」が、実際に自分の力で作り出すためには、どれくらいの労力が必要なのかを体験的に学習し、エネルギー環境に対する見方を深めさせていこうと考えた。

さらに、エネルギー環境の視点を加味した学習としてのあり方を探るとともに、子どものわかり方に沿った授業のあり方を考えていく。

## 研究仮説

子どものわかり方に沿った素材・教材開発を行い、単元を貫く軸として常にエネルギーを意識させる「ものづくり」を学習構成に位置付けることで、運動エネルギーがモーター（コイル）という「エネルギー変換器」を介して、電磁気のエネルギーに変換することができることを子どもが実感する。

## II 研究の方法

### 1. 子どもが知をつくる過程に沿った素材・教材

#### (1) 「ものづくり」を通して

これまで多くの実践で大型電磁石を導入に活用し、永久磁石との比較により、電磁石の性質を探る学習展開がなされていた。

そこで、本研究においては、単元導入時からモーターを提示し、身近な家電製品の中のモーター、つまり身近にある電磁石を取り上げていく。はじめから大型電磁石ではなく、モーターを取り入れることで、電磁気のエネルギーとともに運動エネルギーについても考えさせていく。

また、市販の教材用組み立てモーターを使って、「もっとたくさん電気をつくるには」どのような工夫を加えるべきなのかを考え、修正し、さらにより多くの電気が生み出されるようにしていく。

#### (2) 運動エネルギーを電磁気のエネルギーへと変換させる実感

起電力（電池）からのエネルギーで回転するというモーターから、モーターを自分の力で回すことで電流を生み出すことができることがわかった子どもが、さらにモーターを改良していこうとする。そのために、見えない電流をいかに見えるようにするか。つまり、自分の作り出した電気がどれほどのものなのかがわかるレベルメーターを作成し、子どもが自分で回すことで得る運動エネルギーと生み出された電磁気のエネルギーの関係をより実感を伴ったものにしていく。

レベルメーターを用い発電体験をすることで、子どもは、より運動エネルギーを電磁気のエネルギーに変換させたいと考える。

そしてこの発電体験の中で、コイルを回したと

きの「重さ、かたさ」という「手応え」を生み、日常的に使える電気をつくり出すには、大きな力でモーターを動かし続けなければならないと実感していく。

## 2. 子どもが知をつくる過程を生かした単元の構成

自分が運動したことで、電流の強さが増したと実感するためには、単元導入時から「動き」（運動エネルギー）を意識させていく必要がある。そこで、まずゼネコン（手回し発電機）を用い、ゼネコンの中のモーターが回って発電することから「モーターを回すと発電する」という考えを引き出す。さらに子どもはモーターの中のコイルに着目し、モーターの回る仕組みを探る中で、「磁石の反発する力」を利用して考えていく。この力を感じる「手応え」の違いから、常に自分が運動したことによって電磁気のエネルギーが生み出されたことを実感させていく。また運動エネルギーをどのようにして効率よく効果的に生み出すかという点と実際の表れから「電気をつくる」ことの大変さも実感させていく。

### III 研究の内容

#### 1. 単元について

昨年度、子どもが電気や磁石についてどのような素朴な見方や考え方をもっているのかを調査した資料がある。その結果、「電気」は日常生活の中では欠かせないものであり、既習でも電池を使って様々な実験を行ってきているので、身近な存在としてとらえている。しかし、電流のはたらきや有限性、物に作用する電磁気のエネルギーや運動エネルギーによって生み出される力といったことについては十分意識しているとはいえない。さらに、その調査結果だけでしか判断できないが、「電気をつくり出すには」という問いに対して、回答の中の約4割ほどの子どもが「静電気」をあげ、物と物とをこすりあわせることによってつくり出される物ととらえている子どもが多く存在することがわかった。また、日常使われている「電気」が「どのように家庭などに供給されているか」という問いに対しても、スイッチ一つで電灯がつくといった現象があまりに身近に多いため遠くから運ばれてきているという意識は薄いと考えた。そこで、

○「電池を使えば」また、「コンセントに差し込めば」ものを動かすことができる（消費・消耗＝需要）という今までの学習で培われてきた一方通行的な考え方から、「自分で運動を仕掛けると電気はつくれる」（発電＝供給）という見方や考え方を積み上げることによって、電磁気のエネルギーが運動エネルギーに

変換され、運動エネルギーも電磁気のエネルギーに変換できる（発電）という「双方向にエネルギーは、やりとりができる」という考えを子どもがもつようになること。

○発電できる組み立てモーターの開発。

○運動エネルギーと電磁気エネルギーの交換について、子ども自らが気づいていける構成にすること。

を研究のポイントとしていきたい。

子どもがエネルギーは生活の中で変えていけるもの、周りのことを考えて使っていけるものという考えをもつようになり、さらにこの学習の先には、子どもの意識がよりエネルギー環境に向き、環境負荷の少ないクリーンなエネルギー利用の促進が図れるという考えをもつ姿を期待している。

#### 2. 単元の目標

電磁石の導線に電流を流し、電磁石の特徴や強さの変化や電磁石からつくり出される電気の強さの変化をその要因と関係づけながら調べ、見いだした問題を多面的に追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して、電磁石のはたらきよさに気づき、電流のはたらきについての見方や考え方をもつようにする。

モーターの内部を見たり、回る仕組みを考えたりして、電磁石のはたらきに関心をもち、電流のはたらきを調べようとする。また、自分でモーターを作ることを通して、発電の原理について調べようとする。

電磁石からよりたくさんの電気をつくり出す方法について予想し、複数の実験結果を結びつけて結論を導き出すことができる。

よりたくさんの電気をつくり出す方法について、条件を制御した実験計画を立てて調べ、その結果について自分の考えを表現することができる。


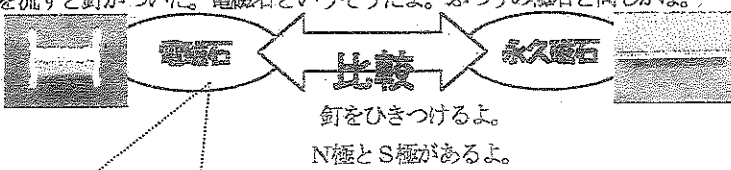
電磁石を利用したものづくりを、工夫しながら行うことができる。

電磁石は電流が流れているときに鉄心が磁化され、電流の向きが変わると電磁石の極が変わることや、電磁石の強さが電流の強さや導線の巻き数によって変わることや電磁石によってつくり出される電気が導線の巻き数や磁石の動かし方によって変わること理解する。

運動エネルギーと電磁気のエネルギーはモーターを介して変換できることを理解する。

（文責 西宮の沢小 皆川 恒）

3. 単元の全体指導計画（14時間）

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;"><b>【第1次 コイルのはたらき】</b></p> <p>◇ゼネコン（手回し発電機）を回すと豆電球がついたよ。モーターみたいなものを回しているようだけど、本当にモーターかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゼネコンに電池をつないでみると…</li> <li>・ゼネコンとゼネコンをつないでみると…</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">取っ手が回ったよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">片方のゼネコンを回すと、もう片方のゼネコンが回ったよ。</div> </div> <p>○モーターは、電流を流すと回転して、手で回すと電気をつくることができるんだね。</p> <p>◇モーターはどんなつくりになっているのかな？モーターを分解してみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石と鉄に導線を巻いたものでできているよ。導線を巻いたものをコイルというんだね。</li> <li>・組み立てモーターでつくりを見ていこう。</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>ゼネコン      既製のモーター      組み立てモーター</p> <p>ゼネコンにつないでみると… 回った！モーターと同じだね。</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石のはたらきは3年生で学習したよ。導線は電流を流す役割だから…。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 200px;">         コイルに電流を流すとどうなるのかな。     </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電流を流すと釘がついた。電磁石というそうだよ。ふつうの磁石と同じかな。</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px auto;">  </div> <p style="text-align: center;">釘をひきつけるよ。 N極とS極があるよ。 同じ極どうしは退け合い、ちがう極どうしは引き合うよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電池の向きを逆にすると、極の向きが入れかわるよ。</li> <li>・電磁石によって強さがちがうみたいだな…</li> </ul> <p>◇電磁石を強くするにはどうしたらいいかな？電流計で調べよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">                 &lt;巻き数による違い&gt; 巻き数が多い方がたくさん釘を引きつけたよ。             </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">                 &lt;電流の強さによる違い&gt; 電池の数が多の方がたくさん釘を引きつけたよ。             </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">                 ゼネコンを速く回すとたくさん釘を引きつけたよ。             </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 400px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コイルに電流を流すと電磁石になって磁石と同じ性質になるんだ。電流の向きを変えることでN極とS極を変えることもできるんだね。</li> <li>・電磁石は、巻き数を増やしたり、電流を強くしたりすると強くなるんだね。</li> </ul> </div> <p>○モーターは、磁石と電磁石が退け合う力を回転する力に変えるんだね。</p>	<p>○ゼネコンの回す速さによって豆電球の明るさに違いがあることに気づくことで、発電量が変わることを実感させる。</p> <p>○モーターが、磁石と導線を巻いたもの（コイル）できていることに気づかせ、コイルのはたらきに対する意識を高める。</p> <p>○3年生で学習した磁石の性質を想起させ、電磁石と比較させる。</p> <p>○巻き数別のコイルを使うことによって、巻き数によって電磁石の強さが変わること気づくようにする。</p> <p>○電池の数を換えることで電流の強さによって電磁石の強さが変わること気づくようにする。</p> <p>④電流計の使い方がわかる。</p> <p>④電磁石の性質がわかる。</p> <p>○電磁石の性質を利用してモーターが回転することを確かめることで、モーターに対する意識を高める。</p>
<p style="text-align: center;"><b>【第2次 モーターによる発電】</b></p> <p>◇組み立てモーターがゼネコンのモデル化なら、組み立てモーターを回すと電気をつくれるのかな？</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">電流計の針が振れたよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">LEDが光ったよ。</div> </div> <p>○組み立てモーターでも電気をつくることができるんだね。</p>	<p>○モーターは、電気によって回転し、回転によって電気がつくれることを意識させることで、エネルギー変換に対する見方や考え方をもちこせる。</p>

活動の広がり と 深まり	留意点
<p>でも…</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 40%;">ゼネコンのように豆電球をつけることができないな…。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 40%;">ゼネコンに比べると全然電気をつくれていないな…。</div> </div> <p>◇もっとたくさん電気をつくりたい!</p> <p>&lt;本時 (10/14) &gt;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">もっとたくさん電気をつくるにはどうしたらよいのかな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>・速く回せば回すほど電流計は反応していたし、ゼネコンはギアを使っていたから…。</p> <p>↓</p> <p>ギアをつけてもっと速く回そう。</p> <p>↓</p> <p>つくれた!</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>・電磁石と磁石の退け合う力を強くすればよいのかな…。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>↓</p> <p>コイルの巻き数を増やして電磁石を強くしよう。</p> <p>↓</p> <p>つくれた!</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>↓</p> <p>強力な磁石を使おう。</p> <p>↓</p> <p>つくれた!</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>↓</p> <p>磁石を増やそう。</p> <p>↓</p> <p>つくれた!</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">回す手ごたえが重くなったよ!</p> </div> </div> <p>◇もしかしたら、それぞれの工夫を合わせるともっとたくさん電気をつくれるのでは。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>ゼネコンと同じくらい電気をつくれたよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>巻き数を増やしたり、速く回したり、磁石を強くしたり、磁石の個数を増やしたりするとたくさん電気をつくることができるんだね。でも、その分回す力を大きくしなければいけないんだね。</p> </div> </div>	<p>○組み立ててモーターでの発電量とゼネコンでの発電量を比べさせることで、よりたくさん電気をつくるためにはどのようにしたらよいか考えさせる。</p> <p>○発電量の変化が明確にわかるレベルメーター(測定器)を使い、発電に対する意欲を子どもにもたせる。</p> <p>○速く回すと発電量が増えた経験と電磁石と磁石の反発力を想起させ、発電量を増やすにはどのようにしたらよいか考えていけるようにする。</p>
<p>◇電気をたくさんつくれたから、豆電球を光らせたいな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 40%;">豆電球を光らせることができたよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 40%;">モーターを回すことができたよ。</div> </div> <p>・電気をつくり続けることは大変なんだね。</p> <p style="text-align: center;"><b>【第3次 電気と身近な生活】</b></p> <p>◇身近な家電製品を動かせるくらい電気をつくれなかな。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>自転車発電機で家電製品を動かしてみよう。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 40%;">扇風機が回ったよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 40%;">テレビも何とかつけられたよ。</div> </div> <p>・使う家電製品によって電気をつくる大変さが変わるんだね。    ・つけることが大変な家電製品ほど電気代がかかるみたいだよ。    ◇実際の生活では発電所で電気をつくっているみたいだよ。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>それぞれの発電所にはどんな特徴があるのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">火力は二酸化炭素を出すけど…。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">原子力は二酸化炭素を出さないみたいだけど…。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">水力や新エネルギーは環境にいいみたいだけど…。</div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>どの発電にも長所や短所があるよ。環境や安全などのバランスが大切なんだね。</p> </div>	<p>○家電製品を動かすにはたくさんの電気を使わなければいけないことを実感させる。</p> <p>○それぞれの発電所の特徴を知ることによって、日本の発電事情を考えることができる。</p>

(文責 大谷地小 森 剣治)

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 電磁石や磁石を工夫する活動を通して、電磁石と磁石の退けあう力を強くすればたくさん電気をつくれることに気づき、その発電量を増やす工夫に伴って、回す手応えも違うことを実感し、運動エネルギーが電磁気エネルギーに変換できるという見方や考え方をもちることができる。

・発電される電流の大きさが、「コイルの巻き数」「磁石の力」「モーターを回す速さ」「磁石の数」と関係していることがわかる。  
(自然事象についての知識・理解)

(2) 学習の展開 (10/14)

おもな学習活動	留意点
<p>＜前時まで＞</p> <p>組み立てモーターを使って、自分たちの手で電気をつくりだしてきたけど、発電される電気の量が少なく、レベルメーターのランプは1個しかつかかなかつたよ。よりたくさんの電気を発電し、レベルメーターのランプをたくさん光らせるにはどうしたらよいか。</p> <p>◇もっとたくさん電気をつくって、レベルメーターのランプをたくさん光らせたいな。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>もっとたくさん電気をつくるにはどうしたらよいか。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>電磁石や磁石を工夫して もっとたくさん電気をつくる活動</p> </div> <p>◇電磁石と磁石を工夫すればもっとたくさん電気をつくれるはず。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・速く回せば回すほど電流計は反応していたし、ゼネコンはギアを使っていたから…。</li> <li>・電磁石と磁石の退け合う力を強くすればよいか…。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; width: 15%;"> <p>ギアをつけて もっと速く回そう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; width: 15%;"> <p>コイルの巻き数を 増やして電磁石を 強くしよう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; width: 15%;"> <p>強力な磁石を 使おう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; width: 15%;"> <p>磁石を増やそう。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 60%;"> <p>回す手応えが重くなったよ！</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 15%;"> <p>つくれた！</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 15%;"> <p>つくれた！</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 15%;"> <p>つくれた！</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 15%;"> <p>つくれた！</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>もっとたくさん電気をつくるためにそれぞれ それぞれの工夫を合わせる活動</p> </div> <p>◇手応えが重くなるということは、たくさん電気がつくられているはずだ。それぞれの工夫を合わせれば、もっとたくさん電気をつくれるはず。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 60%;"> <p>ゼネコンと同じくらい電気をつくれたよ！</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 90%;"> <p>巻き数を増やしたり、速く回したり、磁石を強くしたり、磁石の個数を増やしたりすると、たくさん電気をつくれるんだね。でも、その分回す力を大きくしなければいけないんだね。</p> </div> <p>◇電気をたくさんつくれたから、豆電球を光らせたいな。</p>	<p>◎速く回すと発電量が増えた経験と電磁石と磁石の反発力を想起させ、発電量を増やすにはどのようにしたらよいか考えていけるようにする。</p> <p>◎発電量が少ないときと多いときの回す力の違いに注目させ、たくさん発電するにはその分大きな力が必要であることを実感させる。</p> <p>◎豆電球をつけたいという思いを次時につなげる。</p>

(文責 大谷地小 森 剣治)



(2) 「くるっ ぴかっ 何個?～見える!数える!電気エネルギー」

「組み立てモーターで発電させたい!」と考えた子どもは、豆電球を使って発電できるか確かめた。しかし、500回巻きのコイルを使って回しても、発電するには至らなかった。そこで右のようなレベルメーターを使い、実際にどれくらい発電されているのかLEDの数で示される教材を使って試してみた。

このレベルメーターは、500回巻きのコイルで発電させた場合1~2個のLEDがつくように電圧を設定した。なぜなら「もっとLEDをつけたい」「もっと発電させるためにはどうしたらよいのだろう?」という考えを引き出したかったからである。想定通り、子どもはLEDの点灯する数を増やしたいという思いをもち、どうすればもっと増やせるのかという見通しをもつきっかけとなった。

そこで、「コイルの巻き数を増やす」「もっと速く回す」「永久磁石の数を増やす」「永久磁石をもっと強いものにする」実験を行った。このように、子どもはレベルメーターという教材を通して、「自らの手で発電できた」と実感することができた。

モーターの回転に  
しっかり反応して  
いるから、とても  
わかりやすいよ

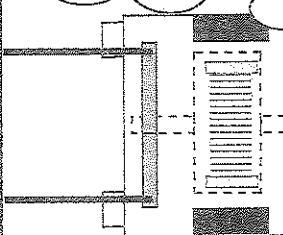
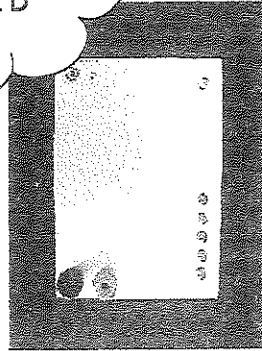
500回巻きだと、1~2  
個しかつかないね。もっと  
LEDをつけるには、どう  
したらいいかな?

予想通り!色々な条件を  
増やすことで、たくさん  
発電させることができた  
よ!全部合体させたら緑  
のLED(全てのLED  
点灯)もついたよ!

もっと速く回  
すことができ  
れば、もっと  
LEDがつく  
と思うよ!

コイルの巻き  
数をもっと増  
やせば、もっ  
とLEDがつ  
くと思うよ!

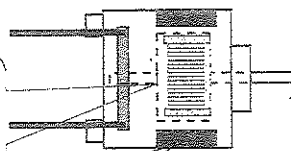
磁石を増やせ  
ばもっとLE  
Dがつくと思  
うよ!



モーターとレベルメーターを通して  
生み出した電気の大さを実感

このように、子どもは、自分で考えた方法によって発電することができ、さらに発電量を変化させられることを実感することができた。モーターを電池で回して回転させることだけに留まらず、モーターを使って発電させることで、エネルギーを生み出す力とはどのようなものなのか、実験を通して感じることができた。レベルメーターは、子どもの回す動きに敏感に反応し、どれだけ発電量なのか感覚的にわかりやすいものであり、「発電量が目に見える」「LEDが点灯した数で数えられる」という点も子どもにとって、わかりやすい教材といえる。

500回巻きのコイル→2000  
回巻きのコイルに変えると、発電量  
は約7~8個LEDがつく。つま  
り、巻き数を増やすと、発電量も同  
じように増える。



磁石の数を増やす  
と、発電量も増える。

速く回すと、限界はあるが、発  
電量は増える。今回の実験ではよ  
り速く回すために、ゼネコンのハ  
ンドルに近い「ギア」を用意し、  
回転の操作性をあげた。

(3) 「回せばエネルギーをたくさん電気に作り出そう！」



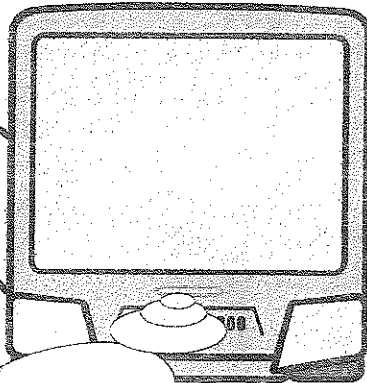
自転車をこい  
たら、発電で  
きるんだね

ペダルが回って、後  
ろタイヤが回って発  
電させるしくみにな  
っているんだね

組み立ててモーターで発電を体験した子どもは、回したときの「手応え」について、「発電するためには回す力が必要だ」と感じていた。それは、ゼネコンで発電させた時かからず「エネルギーを生み出す力」に他ならない。「手応え」＝「負荷」と感じ、もっと発電させるためには、もっと大きな「負荷」を感じるはず、と子どもはとらえていた。

そこで子どもの活動が、身近な家電製品を動かす「より大きなエネルギーを生み出す活動」へと深化していった。これは子どもの活動「もっと発電させてレベルメーターもLEDをたくさんつけたいな」という思いのもと、今まで発電量を増やすためにコイルの巻き数を増やすなどした活動から「もっと発電がしたい！」という思いを子どもは自然と持つことができた。

子どもは自転車発電のしくみを、これまでの学習の流れから容易に理解することができた。後輪に設置してある発電機は、軽自動車から取り出したものである。かなり大きな負荷がかかるが、子どもが自転車をこぐに適した大きさの負荷となっていた。しかも、つないだ身近な家電製品の消費電力によって、こぐ重さがしっかりと伝わっていた。この活動によって、子どもはより明確にエネルギーを生み出す力を実感していた。



一人で10～30秒くらいテレビをつけることができたよ。みんなで交代で自転車をこいしたら、長い時間テレビをつけることができるね

30人で、15分くらい観られるよ！あまり長くはみられない。テレビは多くの電気を使うんだね！

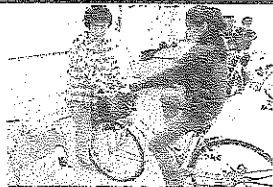
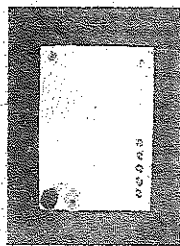
より大きなエネルギーを実感



エネルギーの  
双方向性を見つかる

生み出すエネルギーを  
より大きくすることができる

身近な家電で  
電気エネルギーの  
大きさを実感する



自転車発電を行った子どもは、発電機を「太い導線を巻いてある大きなモーター」ととらえていた。子どもが「モーターをエネルギー変換装置である」と改めて実感した瞬間でもあった。

(文責 東園小 新澤 一修)



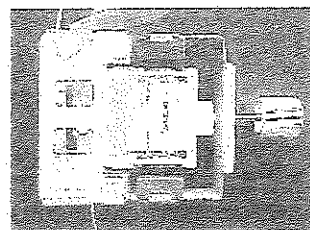
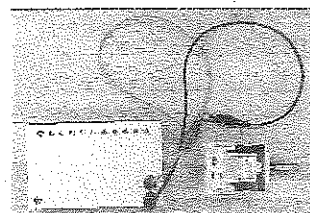
## V 研究の成果

### 1. 子どもが知をつくる過程に沿った素材・教材の開発

組み立てモーターで発電した電気の量をLEDが光る数で確かめることができた。

本研究を行うにあたって特に考えたことは、子どもが生み出された電流を視覚的に確認できる素材・教材の開発である。公開授業前時までの既習を確実にとらえ、その既習を使ってもっとたくさん電気をつくり出そうとする本時を公開した。子どもが電気を生み出す力を体感し、その体感を通して得たものをさらに追究の原動力としていく姿を求めた。

本研究では外部の方のご協力をいただき、組み立てモーターを回すことで生み出された微電流をLEDのつき方に反映させるといった仕組みの装置を開発し、使用した。モーターを回すことで、「あ、緑まで一瞬ついた!」「500回巻きで2個ついたから、1000回巻きだと、4個は(LEDが)つくんじゃないかな」といった反応が見られた。生み出された電流の量という見えにくいものを視覚的にとらえ易くすることができたことは、発電を実感させられたという成果と考える。また、電流計を使用したときに、端子を変えながら測定する手間や、それにとまなう数値の読み取りの複雑さを解消したことで、子どもにとって操作性がよく、光ったLEDの数を数えれば電流の量がわかるという簡単に結果を得られるものとなった。さらに、細い導線を用いてコイル(500回巻き・1000回巻き・2000回巻き)を作り、また、永久磁石についてもネオジム磁石を使用したことで、教師が期待していた電流を生み出すことができるモーターとなり、最終的には豆電球を光らせるまでに至った。



### 2. 子どもが知をつくる過程を生かした単元の構成

モーターを手で回したときの「手応え」の違いから、運動エネルギーが電磁気のエネルギーに変換されることが実感できた。

ゼネコンをたくさん回すと、豆電球がまぶしいくらいにつく。ゆっくり回すと豆電球がうすすらとつく。このコイルに対して働きかけた運動と豆電球の明るさを体感することを単元導入時に構成した。そして、ゼネコンの中にあるモーターが回って発電していることに気づき、「モーターを回すと発電する」という考えを引き出すことから学習を展開していった。



単元を通してどのようにコイルを回せば、どういったことができそうなのか。また、できるのか。つまり、「もっと～したい」を引き出すために、体験的な活動を多く取り入れていくこと、そして、電磁石の性質を学習するときでも「モーターからコイルを取り出したこと」を常に意識させながら学習を展開させていく必要性が本研究を通して明らかになった。

特に、モーターからコイルを取り出した場面において必要となることは、電磁石と永久磁石の比較である。モーター内部の様子を単元導入時にしっかりと観察しておくことで、電磁石と永久磁石の存在がわかる。子どもはモーターの回る仕組みを「磁石の反発する力」を利用していると考える。子どもはこの反発する力を、回すときの手応えとも結びつけながら、さらにその力を強めていこうとしていく。子どもが電磁石の巻き数を増やすとともに、引きつける力の強い永久磁石を用いたとき、特に回しはじめの手応えについて「重い」「かたい」と表現していく。この活動の繰り返しを通して、電磁石と永久磁石をもっと強いものにすれば、きつともっと電気をつくれるはずと考えていった。

そして、自分のモーターを回すことで豆電球がつく現象を見た子どもは、「このモーターをたくさんつなげば、きつとロボットも動かせるはずだ」と考えていった。さらに、子どもは自転車発電の体験を通して「家電製品を動かすにはこんなにたくさんの運動が必要なんだ」と実感していった。

このような思考が繰り返される構成にすること、そして常に自分が運動したことによって電磁気のエネルギーが生み出されたことを実感するような構成にすることで、運動エネルギーが電磁気のエネルギーに変換できたと子どもは実感することができる。と考える。

(文責 西宮の沢小 皆川 恒)

## VI 分科会より

### <質問・意見等①>

- ・単元の導入でゼネコン（手回し発電機）に触れ、中にあるモーターから電磁石の性質に迫る学習に入っている。この単元構成では、2次でモーターを使った発電に進んでいるが、1次と2次のつながりはあるのか。単元構成の書きぶりでは、その部分が見られないと考えるが、それについての部会の考えはどうか。
- ・子どもはゼネコン＝電磁石（モーター）と思っているのだろうか。ゼネコンは発電機としかとらえていないのでは。
- ・エネルギーの内容を強調するならば、単元もゼネコンで通すべきと考える。しかし、「電流が生み出す力」の学習内容を押さえなくてはならないので、難しいところである。
- ・単元構成で、学習の最後に「でもね」という言葉が多く出てくる。次の学習へつながっている。そのことが、「手応え」「持続」「バランス」という学習内容をより強めているように考える。
- ・モーター＝エネルギー変換器という見方は、単元の最終で変わっているだろうか。自転車発電では、変わっていないように思われるが。

### <部会の考え①>

- 今回はモーターを中心に据えていることから、ゼネコンは確かに発電機ではあるがそこに使われているモーターに着目させていくことが、ポイントと考えた。だから、「ゼネコンの中のモーターを取り出す→電磁石（コイル）の性質を探る→コイルをモーターに戻す」この流れこそが、1次と2次のつながりと考えた。
- 「手応え」を最も重要なキーワードと押さえるとともに、「持続」「バランス」も学習展開に当たって検討してきたものである。
- 子どもにとって身近なものは豆電球だけである。単元の最終では「家電製品を動かすものもモーターと同じで、力が必要なんだ」と、改めて実感することにつながった。

### <質問・意見等②>

- ・自転車発電から、発電所などに広げていくべきである。したがって、発電所についてもっと説明する必要があると考える。発電の大変さや規模に向かうべきではないか。
- ・エネルギーの循環という見方はとても大事である。その他に、「エネルギーをためる」という見方は子どもにはあったのか。また、エネルギーをためる活動を行うことで、自分のつくったエネルギーという実感がもて、エネルギーをより大切にする意識をもたせることができるのではないか。
- ・単元の出口は、「バランス」でいいのか。

### <部会の考え②>

- 部会でも「ためる」ことも考えたが、今回の実践では、自分のはたらきかけによって、すぐに目に見えるLEDやモーターの工夫に対する手応えがそれぞれ違ってくることが大切に考えてきたので、扱わなかった。
- 効率のよさも、エネルギーという見方には必要であると考えたので、バランスも出口の一つとして学習を進めた。

### <助言者より>

- ・モーターの仕組みは複雑であり、教えることが難しい。本単元を通して、モーターに対する見方が変わった。また、レベルメーターは、工夫があり、見やすい。だから、子どもにとってわかりやすいものとなっていた。
- ・北理研が主張する「知をつくる」という面で、提案性のある発表だった。新しい理科の方向性が見えた。これからの理科では、「探求型」と「習得型」の授業のバランスが必要となる。
- ・エネルギーの概念は、中三で初めて学習する。「エネルギー」とは、「ものにはたらきかける力」。それを子どもに見えやすい「衝突」の単元で扱う。しかしそこでは、環境教育にはなかなかつながっていかない。そこで、本単元である。ゼネコン等で人力を電気エネルギーに変えられることを学んだあと、日常生活にかえて、いつも使っている莫大なエネルギーは、石油等を使っていることに触れ、環境を考えるきっかけとなる。
- ・本単元ではエネルギーを押さえることよりも、環境に向かうべきと考える。これからの理科は、「素材概念」というよりも「既習概念」を大事にしていくべきである。
- ・今回使用したレベルメーターなどの教材は、今度も広めていくべきと考える。

## VII 研究のまとめ

ゼネコンを使って別のゼネコンを動かす活動を単元の導入に位置づけたことで、「自分の力でものを動かせる」ことを実感することができた。また、自転車を使って身近な電化製品を動かすことは、「発電」というものを意識できるきっかけとなっていた。

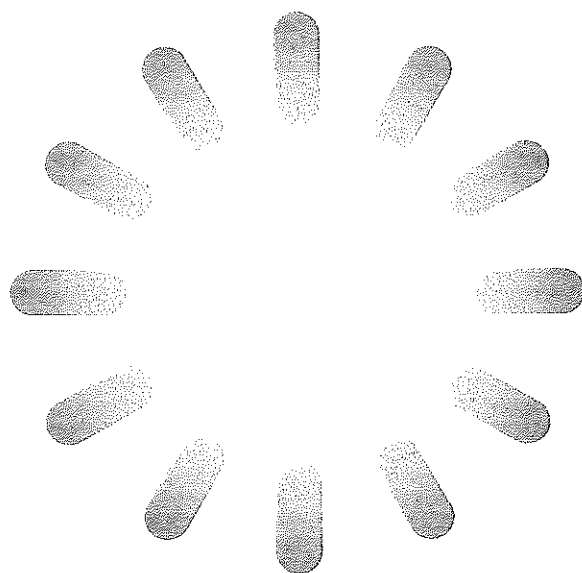
この単元を通して、モーターは、電気エネルギーを運動エネルギーに、またはその逆の変換もできるという見方を獲得するためのもの、つまり、「エネルギー変換器」であるととらえることができた。

「エネルギーは使うもの」と考えていた子どもに、「エネルギーは生み出すもの」という見方や考え方をもちたせることができた。討議の中に出されていた「エネルギーは循環する」という見方も加えていくことで、よりエネルギーに対する見方が深まっていくものと考えた。（文責 西宮の沢小 皆川 恒）

# 冬季研究大会

研究発表 第2部

B部会：理科の問題解決のあり方から提案





# 本質に迫る子どもの思考を生みだすための教師のかかわり ～3年「じしゃくのひみつをさがそう」の実践を通して～

共同研究者 ○輿石育子（幌北小） 鎌田 泰弘（中央小） 草野幸雄（菊水小）

## I 研究の仮説

1、2年の生活科では、身近な動物や植物とかかわり、楽しかったこと気づいたことを自分たちの遊びや生活の中に生かすことを学んだ。3年生になった子どもも、生活科で学んでいた頃同様、遊びの中からさまざまなことを発見していく。しかし、3年生にとって、その活動はまだ自己中心的なもので、自分がおもしろいと思ったことや発見したことは夢中になって何度も繰り返したりする反面、友達が新しいことを発見しても、興味がもてなければ関わろうとしないという現状が多く見られる。

子どもが事象に対し、新しい発見をしたり、科学的な知識を深めたりするには教師のかかわりや友達との交流が不可欠である。

そこで本部会の研究の仮説を以下のように設定し、実践により明らかにしていくことにした。

### 研究仮説

子どもの思考に添ったかかわりが自発的な交流を生み、その交流が、新たな気づきを生んだり、自分の考えをさらに深めたりして、科学的な知をつくる力を育てることになる。

## II 研究の方法

### 1. 子どもが知をつくる過程と教材化

理科の学習を始めた3年生にアンケートをとると磁石は「くっつくもの」というイメージが強い。さらに「黒板や冷蔵庫で紙を貼るときに使われるもの」という回答が多かった。中には「磁石とは丸いもの」と答えている子もおり、子どもの磁石に対する見方は狭いことがわかる。このことから、子どもは日頃「目」では磁石を見ているが、遊んだり、触れたりする経験が少ないのではないかと考えられる。

そこで本単元では子どもがもっている「磁石は丸い」、「物をくっつける」というイメージを生かし、教室の中で身近に使われているフェライト磁石を導入教材として取り上げることにした。

さらに、経験や知識に差がある子どもに、充分磁石を操作する時間を確保する。自由思考で得た事実をもとに話し合う場を設定することにより、お互いの考えを共有し、問題意識へと高めていく。

磁石について調べていく過程でさまざまな見方や考え方が生まれてくる。その中で何が問題となっているのか、焦点化して考えさせることにより、磁石の性質や働きについての考えを深め、科学的な知をつくる力を育てていく。

### 2. 子どもがわかるためのかかわりあいの組織

子ども同士の考えを交流させる教師のかかわりとして以下の3つのことを具体化して考えていく。

#### (1) 学習カードの工夫

3年生の子どもにとって、自分の考えを表現し、伝えることはなかなか難しい。そこで表現しやすい絵や記号などを用いさせるなどして、子どもの考えが表出しやすい学習カードを工夫する。教師は、学習カードから子どもの気づきや考えを把握し、適切な声掛けを行ったり、子ども同士の交流に有効に役立てたりしていく。

#### (2) 具体物を使った交流の場の設定

交流場面で、大きな磁石の模型を使って説明したり、磁石の働きを図や記号で表現したりできるような具体物を準備する。子どもの考えが明確に表現され、自分の考えをさらに深めたりして、科学的な知をつくる力を育てることになる。

#### (3) 板書構成の工夫

子どもそれぞれの考えを板書で位置づけ、分類し、わかったことやはっきりしないことが明確になるような板書の構成を工夫する。そのことで追究課題が焦点化され、子ども同士の交流をうながし、新たな気づきや変容を生むことをめざしている。

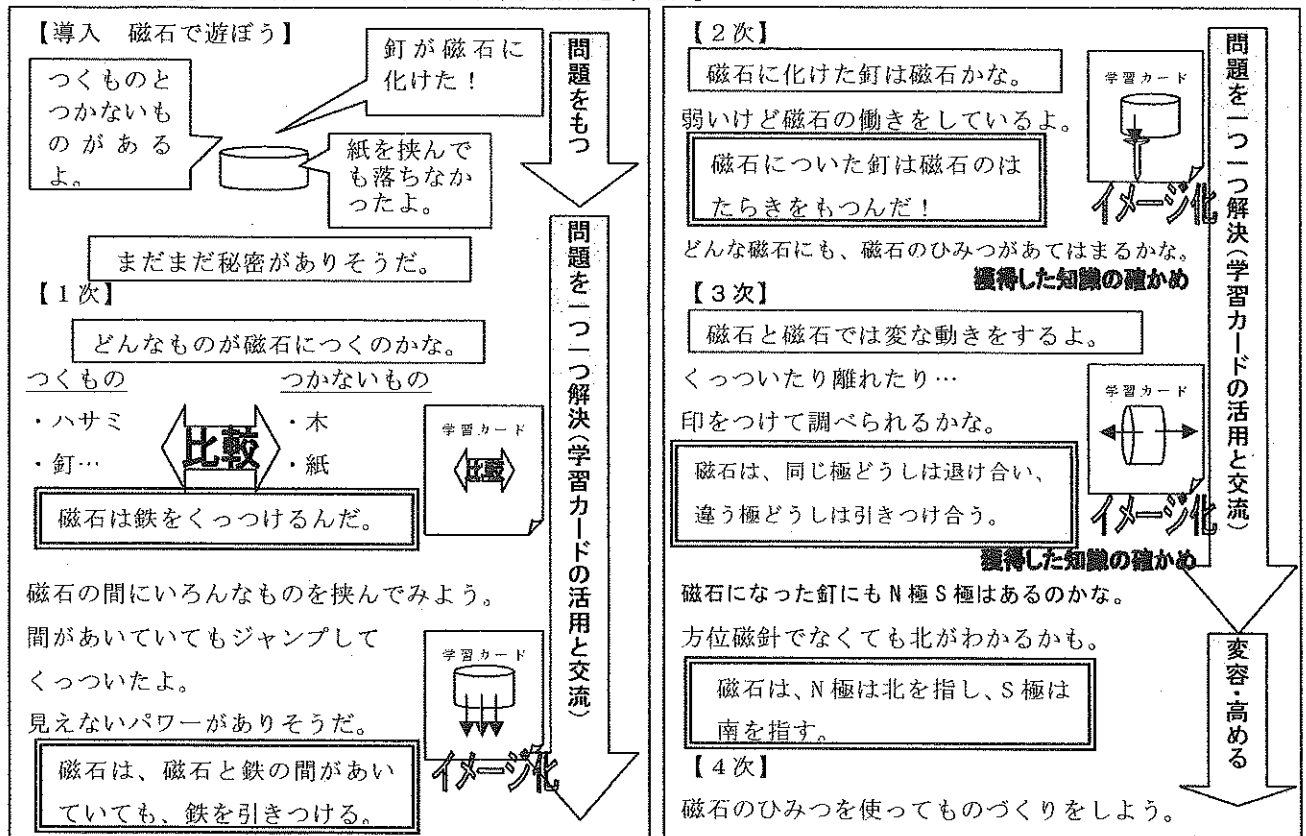
### Ⅲ 研究の内容

#### 1. 単元について

ほとんどの子どもは磁石を日頃から目にし、「鉄につく」などある程度の知識をもってはいるが、実際に触れて、遊んだりしたことは少ないと考えられる。

そこで、単元の導入で磁石を自由に操作させる場を十分に確保し、事実の共有と問題把握を図ることをねらっている。例えば、磁石を使っているいろいろなものをくっつける活動を行う中で、「磁石はくっつくもの」と漠然と思っていた子どもは、「どんなものでもくっつくわけではない」ことや「金属の中でもつくものとつかないものがある」こと。それだけではなく、退け合ったり、釘を磁化させたりすることなど、さまざまなことを発見する。子どもの素朴な疑問を問題として取り上げ、磁石のふしぎをひとつひとつはつきりさせていくような単元構成にしている。

さらに、昨年度の札幌大会の実践より、「多様な磁石を扱いながら、獲得した経験や知識を確かめる活動を取り入れることで、磁石のはたらきや性質が実感できた。」という成果を踏まえ、「どんな磁石にもあてはまるかな。」と一般化していくような単元構成を考えた。



#### 2. 単元の目標

**総** 磁石につく物や磁石のはたらきを比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、磁石の性質についての見方や考え方をもちよようにする。

**関** 磁石を物に近づけたときの様子に興味をもち、進んで磁石の性質やはたらきを調べたり、磁石の性質やはたらきを使ったものづくりに取り組んだりしようとする。

**科** 磁石につく物とつかない物を比較しながら調べ、結果を分類することにより磁石の性質について考えることができる。同じ極どうしやちがう極どうしを近づけて、磁石のN極とS極の特徴を考えることができる。磁石の性質をもとに磁石についた釘が磁石のはたらきをもつのかどうかを考えることができる。

**実** 磁石につく物や磁石の極性、磁化などの磁石の性質を調べ、それを使ったものづくりをすることができる。

**知** 磁石につく物とつかない物があり、磁石と物との間が離れていても鉄を引きつけることや、磁石のちがう極どうしは引き合い、同じ極どうしは退け合うこと、また、N極は北を指し、S極は南を指すことや磁石についた鉄は、磁石のはたらきをもつようになることがわかる。

(文責 幌北小 興石 育子)

3. 単元の全体指導計画（12時間）

活動の広がりや深まり	留意点
<p style="text-align: center;">【導入 磁石で遊ぼう（2）】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石にいろいろなものをくっつけてみよう。</li> <li>・はさみはついたよ。釘はついた。消しゴムはつかなかったよ。</li> <li>・遠くにあったクリップが飛んできた。</li> <li>・間に紙を挟んでもくっついたよ。</li> <li>・磁石から離れた釘にまだ釘がつながっていたよ。</li> <li>・じしゃくにはいろいろなひみつがありそうだよ。</li> </ul> <p style="text-align: center;">【第1次 磁石にくっつくものをさがそう（2）】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石につくものとつかないものがあったよ。</li> <li>・ピカピカしたものならみんなつくと思うな。</li> <li>・磁石は鉄しかつかないんじゃないかな。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">どんなものが磁石につくのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px auto;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 200px; text-align: center;">ピカピカしたものならつくよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">鉄ならつくよ。</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・クリップや釘などの鉄についたよ。</li> <li>・缶はつくものとつかないものがあったよ。</li> <li>・中に鉄が入っているとピカピカしていなくてもつくよ。</li> <li>・ピカピカしたものはみんなつくと思ったけどつくのは鉄だけなんだね。</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石は鉄でできているものを引き付けるはたらきがあるんだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石はどんなものを挟んでもひきつけるのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px auto;"> <div style="text-align: center;">〈距離に着目して〉</div> <div style="text-align: center;">〈材質に着目して〉</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・〇まいの厚紙までは通り抜けるよ。      ・紙以外のものでも通り抜けるよ。</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石は鉄との間にどんなものを挟んでも引き付けるんだ。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・釘に磁石を近づけると飛んでくるようにくっついたよ。</li> <li>・軽いものだと間が長くてもジャンプしてきたよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石の引き付ける力は間に何もなくても働くのかな。</p> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石は、磁石と鉄の間があいていても、鉄を引きつけるんだ。</p> </div> <p style="text-align: center;">【第2次 釘の磁化（3）】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石から釘を離してもまだつながっていたよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石はから離れた釘は磁石の働きをもったのかな。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石から離れた釘に砂鉄がついたよ。</li> <li>・弱いけど磁石の働きをもったんだ。</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">磁石についた釘は磁石のはたらきをもつようになるんだ。</p> </div>	<p>◆磁石についての知識や経験を出し合い、磁石につくものとつかないものを調べていく。</p> <p>○フェライト磁石を使用させる。</p> <p>○磁石にいろいろな物をつける活動を行い、いろいろな気づきから問題意識をもたせる。</p> <p>○「間に物があっても引きつける」ひみつについて距離や間に挟む材質に着目しながら調べていくようにする。</p> <p>○「空間があってもひきつける」ひみつについて、距離は物の重さや形によってちがうことを調べていく。</p> <p>◆単元の導入で磁石と釘が繋がったままだった事象を再度演示する。その後ここが実際に行った上で釘が落ちない理由についての見方や考え方を引き出し、問題意識をもたせる。</p>

活動の広がり と 深まり	留意点
<p>・磁石っていろいろな形があるんだね。</p> <div data-bbox="258 241 906 315" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>どんな磁石にも磁石のひみつがあてはまるのかな。</p> </div> <div data-bbox="258 331 1056 405" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>U字型 ドーナツ型 棒磁石 方位磁針?→磁石って聞いたことがあるよ。</p> </div> <p>・どの磁石にも引き付ける働きがあったよ。</p> <p>・間にもものがあつたり、距離があつたりしても引き付ける力はあつたよ。</p> <p>・磁石によって引き付ける力が強かつたり弱かつたりするね。</p> <p>・強い磁石につけて離した釘は引き付ける力が強いよ。</p> <div data-bbox="258 577 879 667" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>どんな磁石にも磁石のひみつがあてはまるんだ。</p> </div> <p>・磁石同士ならきつと引き付ける働きがもっと強くなるのではないかな。</p> <p style="text-align: center;">【第3次 磁石どうしをちかづけたとき(2)】</p> <p>・磁石どうしを近づけたらくっついたよ。</p> <p>・あれ?離れていった。ひっくり返ったぞ。うまくうごかせないよ。</p> <p>本時 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">磁石はどういうときについたりはなれたりするんだろう。</span></p> <p>・いつも同じ面がくっついているようだよ。</p> <p>・くつつく面とくつつかない面を調べたいな。</p> <p>・くつつく面どうしに赤のシールを貼って印をつければわかるね。</p> <p>・あれ?別の人の磁石だと赤どうしなのにくつつかない。</p> <p>・くつつく面とくつつかない面は何かきまりがあるのかな。</p> <p>・くつつくものどうしの面を赤と青のシールで印をつけよう。どの磁石にもあてはまるようにつけなおそう。</p> <div data-bbox="316 1238 999 1335" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>磁石にはN極とS極があつて、違う極同士は引き合い、 同じ極どうしは退けようとする働きがあるんだ。</p> </div>	<p>○今まで調べてきたひみつがどんな形の磁石にも当てはまるかを調べることでより磁石の性質や働きを実感させていく。</p> <p>○方位磁針についても磁石なのではないかという考えから、引きつける働きについて調べていく。</p> <p>◆第1次の活動ではっきりした「引き付ける働き」を生かしながら、磁石どうしの場合について考えていく。</p> <p>○磁石と磁石ではうまく操作できない場合があることに着目させることで、磁石の極性について目を向けさせていく。</p> <p>○くつつく面とくつつく面にシールを貼って色分けしながら、グループで交流することにより、どの磁石にも共通する面(N極とS極)があることに気づかせていく。</p> <p>○具体物を使って自分の実験結果を発表させる。</p> <p>○子どもの実験結果や考えがはっきりわかるように板書に示す。</p> <p>○方位磁針を調べる活動から「他の磁石でも方向がわかるのでは」という問題意識をもち、調べる方法を考えさせていく。</p> <p>◆磁石の性質を利用したもののづくりを行うことで、見だしてきたさまざまな磁石の性質や働きについて再確認させる。</p> <p>(文責 幌北小 興石 育子)</p>
<div data-bbox="316 1361 896 1435" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>他の磁石の極の働きについても知りたいな。</p> </div> <div data-bbox="258 1451 1056 1480" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>U字型 ドーナツ型 棒磁石 方位磁針</p> </div> <p>・U字型もドーナツ型もN極とS極があつたよ。</p> <p>・方位磁針にもN極とS極があつたよ。</p> <p>・方位磁針でなく、他の磁石でも北の方向がわかるかも。→自由に動くように</p> <div data-bbox="229 1608 970 1697" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>どんな磁石にも、N極、S極があり、N極は北を指すんだ。</p> </div> <p style="text-align: center;">【第4次 おもちゃをつくろう(4)】</p> <div data-bbox="229 1753 976 1821" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>今までみつけた磁石のひみつを使っておもちゃをつくろう。</p> </div> <div data-bbox="201 1832 1117 1865" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>通り抜け ジャンプ NS 磁化の働きを使つたらこんなものができそう</p> </div> <div data-bbox="258 1899 979 1955" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>磁石の〇〇の働きを使ってこんなおもちゃができたよ。</p> </div> <p>・他の人のおもちゃもおもしろそう。みんなで遊んでみよう。</p>	



IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開



(1) 目標

◎ 磁石同士を近づけたときに、退け合う面と引き付け合う面があることを自分なりの方法で調べようとする。

・磁石の面にシールを貼り、面の特徴を調べる活動を通し、磁石には2つの極があることに気づく。


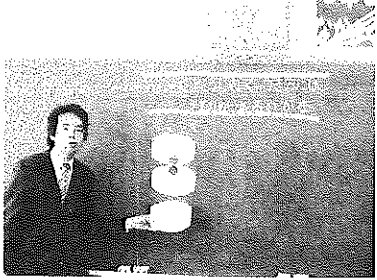
(科学的な思考)

(2) 学習の展開 (7/12)

おもな学習活動	留意点
<p><b>【前時まで】</b> これまでに子どもは、フェライト磁石を用い、磁石につくものとつかないもの、磁石についた釘の磁化などについて学習してきた。これらを調べていく中で、磁石同士を近づけるとひっくり返ってくっついたり、くっつかずに離れていたりする現象を目にし、このような動きを不思議に思い始めている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石と磁石をくっつけると引っ張っても取れないぐらいくっついたよ。</li> <li>・でもときどきひっくり返ってくっついたよ。</li> <li>・くっつけようとしても逃げていくときがあったよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>磁石はどういうときについたりはなれたりするんだろう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・くっつく面同士に同じ色のシールを貼っていったらわかるんじゃないかな。</li> <li>・マジックで印をつけると良いと思うな。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石同士は、くっつきあう場合とはなれようとする場合があるんだ。</li> </ul> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>となりの人の磁石では みつけたきまりどおりにいかないよ!</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・どの磁石にもあてはまる印にしたいな。</li> <li>・N、Sと印のついている磁石を使えばわかるかも。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・どの磁石でもくっつく場合を赤と青にするときまりがつくれそうだよ。</li> <li>・棒磁石のNにつく側とSにつく側があったよ。</li> <li>・磁石は2つのはたらきにわかれているんじゃないかな。</li> <li>・Nにつく側同士はくっつかなかったよ。</li> <li>・同じ仲間はくっつかないのかな?</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>磁石同士は、くっつきあう場合とはなれようとする場合がある。 磁石は、2つに分かれているようだ。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・NとSのひみつを調べてみたいな。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今まで不思議に思っていた動きを出させることで、追究課題をはっきりさせる。</li> <li>・一人2個のフェライト磁石を持たせる。</li> <li>・シールを使って印をつける方法は共通にし、つけ方は各自考えさせる。</li> <li>・はじめは一人で、後からグループの中できまりを考えさせる。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・NとSが書かれている磁石も使わせる。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ただ磁石にはくっつく場合と退け合う場合があるということだけでなく、N極とS極という2つの性質のものが合わさって1つの磁石になっていることに気づかせる。</li> </ul>

(文責 中央小 鎌田 泰弘)

2. 公開授業の様子

子どもの反応	教師の対応
<p>○前時までの活動で不思議に思ったことを発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひっくり返ったよ。</li> <li>・はじいた。</li> <li>・ひっくり返ってくっついた。</li> <li>・じしゃくの横と横もくっついた。</li> </ul> <p>○問題把握</p> <p>じしゃくはどういうときに付いたりはなれたりするのだろう。</p> <div data-bbox="276 560 908 645" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>じしゃくどうしのくっつき方にはきまりがあるのかな。</p> </div> <p>○調べ方を把握する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・くっつく面同士に赤と青のシールを貼る。</li> <li>・すぐできたよ。</li> <li>・くっつく面は赤と青になっているよ。</li> <li>・くっつかない面は青と青、赤と赤のときだ。</li> <li>・やっぱりじしゃくには、くっつく面とくっつかない面があったね。</li> </ul> <div data-bbox="250 1037 911 1126" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>じしゃくには、くっつく面とくっつかない面がある。</p> </div> <div data-bbox="263 1137 898 1202" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>友達のじしゃくと合わせても同じようになるのかな。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「あれっ」○○ちゃんのじしゃくとは赤と赤でくっついた。</li> <li>・シールの付けまちがいかな。</li> <li>・おかしいな。自分のじしゃくだけでやったときはうまくいったのに。</li> <li>・一つ直すとまたおかしくなった。3つとも直さなきゃ他の子のじしゃくとつかないな。</li> <li>・グループみんなのじしゃくが全部くっつくようになったよ。</li> </ul> <div data-bbox="616 1431 975 1697" style="text-align: center;">  </div> <p>○活動を発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・僕のだけシールをつけ間違えて貼りなおしたら全部がくっつくようになった。</li> <li>・最初につけた場所のN極、S極がちがったんじゃないの。</li> <li>・○○ちゃんのじしゃくにあわせたら全部が赤青でくっつくようになった。</li> </ul>	<p>○前時までのことを想起させ、本時の活動の見通しをもたせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・子どもを前に出し、具体的に操作させて、他の子どもと現象を共有させる。</li> <li>・子どもの素朴な思いを問題意識へと高める。</li> </ul> <p>○問題提示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・問題を板書する。</li> </ul> <p>○活動の指示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・くっつく面同士に赤と青のシールを貼ることを指示する。</li> </ul> <div data-bbox="1075 815 1453 1093" style="text-align: center;">  </div> <p>○活動を広げ、新たな問題を生ませる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・みつけたきまりどおりにならない現象をとりあげ、全体で考えさせるようなかわりをする。</li> </ul> <p>○お互いの活動や考えを交流させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・もとのじしゃくにあわせていくと見つけたきまりどおりになることを確認する。</li> <li>・具体物を使った板書でフェライトじしゃくの場合は上下の面の性質（極）が違うことを明らかにしていく。</li> </ul>

(文責 幌北小 興石育子)

### 3. 板書の記録

ひっくり返った

じしゃくどうしのくつき方にはさまりがあるのかな。

もと

はじく

くつつく

くつつく

くつつかない

たくさんのじしゃくでも

じしゃくにはくつつく面とくつつかない面がありそうだ。

### 4. 公開授業から見てきた課題

本時は、N極、S極が書かれていないフェライト磁石を使い、くつつく面とくつつかない面を調べる活動から磁石は「くつつくばかりでなく、はじく場合もあること」「2種類の極があること」を子どもに気づかせていくことがねらいであった。また、板書、具体物、学習シートの活用といった教師の積極的なかわり方で研究仮説である「子どもの新たな気づきを生んだり、考えを深めたりして、科学的な知をつくる力を育てる。」ことを検証していかなければならなかった。しかし、今回の授業から、改めて教師のかかわりや授業作りについての課題が見えてきた。

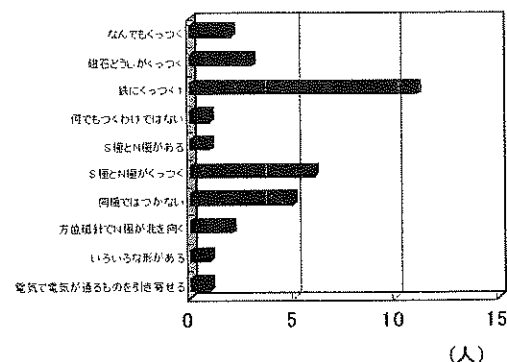
#### 課題1

#### 子どもの問題意識を探る

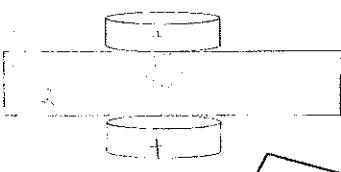
公開授業の場面は、磁石どうしを近づけたときのひみつをさぐる2回目の授業であった。子どもは前時にいろいろな活動をしたにもかかわらず、授業開始前、ほとんどの子が2つの磁石での遊びを楽しそうに行っていた。教師が「くつつく面とくつつかない面にシールで印をつけよう」と投げかけたが、果たして本時では本当に子どもの問題として落ちていなかった。この時点で子どもはまだ磁石で遊び、いろいろなことを試してみたかったのである。くつつく面とくつつかない面を調べたいというよりも、はじく現象がおもしろくてもっと見てみたい、やってみたいという段階であったと思われる。

しかし、子どもの問題意識が「磁石のN極、S極を調べたい」となっていなかったかという点必ずしもそうではなかった。前時の学習シートから磁石のくつつく面、くつつかない面の説明を半分近くの子が図で説明しようと試みている。そして事前のアンケートの自由記述から10人ほどの子が、N極、S極の存在や同極どうしはくつつかないことなどを知っていた。公開授業ではこのような子どもの様子をしっかりと見取り、授業で生かすことができなかった。子どもの問題意識がどこを向いているのか、何をしようとしているのかといった見取り方が課題として残った。

磁石はどんな働きや特徴をもっていますか

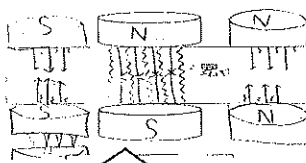


ものはさんだ磁石のじしゃくのはたらきをたしなむことで調べてみよう



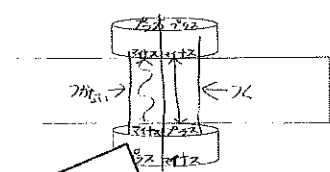
N極、S極を+で表している。磁石に物をはさむ実験だったが、端の方に磁石同士ではじいたことを記録している。

ものはさんだ磁石のじしゃくのはたらきをたしなむことで調べてみよう



磁石にはN極、S極があり、異極ではくつつき、同極でははじくことを矢印で説明している。

ものはさんだ磁石のじしゃくのはたらきをたしなむことで調べてみよう



N極、S極を+で表している。異極ではくつつき、同極でははじくことを説明している。

したがって、子どもの問題意識を生むための改善案として、前時までの学習シートから子どもの問題意識を探ること、また、活動場面ではただひたすらさせるのではなく、問題意識をもたせるための教師のかかわり方に重点をおき、実践にて確かめることにした。

課題2

教師の適切な  
言葉掛け

今回の授業でポイントとなる教師のかかわりは、グループで活動したときに見つけたきまりどおり行かないため生じる「あれっ」を全体に共有させるところと、「僕のシールのつけ方が間違っていたから…」という発言があった場面で「本当にそうなのか」と問い直すところにあったと考える。

「僕のシールのつけ方が間違っていた。」



「他の子のシールのつけ方が間違っていたとは考えられないか。」  
 「間違っていたのではなく、少数派だっただけではないのか。」  
 「もとにする磁石を決めてそれに合わせただけであって、間違いとか正しいかという問題ではないのではないのか。」  
 「もとの磁石を決めることによって今まできまりどおり出来ていたものを貼りなおすということは何を意味しているのか。」

「くつつく面どうしても2種類ある。」 **新たな考え**

他者の活動が見えにくい3年生であるから特に問題を共有させる教師のかかわりは重要である。そして子どもの考えを予測し、本時の教師側のねらいに沿った適切な言葉掛けが子どもの新たな考え(変容)を生むことに重要であることが改めて浮き彫りになった。

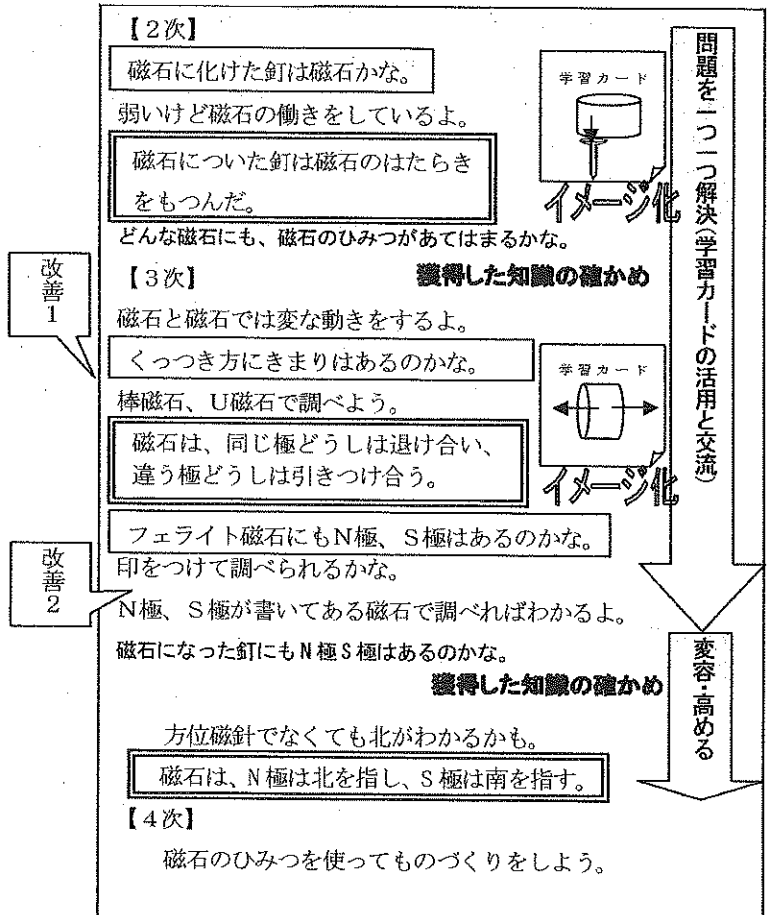
改善案による実践でも教師の適切な言葉掛けによって子どもの変容を生み出す過程を検証していった。

5. 改善案による実践(菊水小の実践より)

「磁石のN極、S極を調べたい」という問題意識はただ磁石にひたらせるだけではもちにくいと考え、その前に棒磁石、U磁石などを用い、磁石のくつつき方のきまりを探らせた。同極同士でははじくこと、異極同士ではくつつくことを踏まえた後、フェライト磁石にもN極、S極があるのかなという展開に変更した。(改善1)

シールを貼って調べることにし、くつつく面とくつつかない面は調べられたが、隣同士で調べるとうまくいかない。教師がここで子どもの困りを共有し、N極、S極について調べる方法をみんなで考えさせた。(改善2) その結果、前回使ったN極、S極の書かれている磁石を基にして調べるとフェライト磁石についてもN極、S極がはっきりすることに気づき、N極、S極を見つけることができた。(文責 幌北小 奥石 育子)

※1次は省略



## V 研究の成果

### 成果1

**既習を生かせる単元構成の工夫や適切な言葉掛けなどの教師のかかわりが問題意識を生む。**

磁石にN極、S極があることを知らない子どもに、何も書いていないフェライト磁石のN極、S極に気づかせる展開には無理があった。改善案では棒磁石やU字型磁石を用いてN極、S極があることや異極同士では引き付けあうが、同極同士では退け合うことを学習した後、「フェライト磁石にもN極、S極があるのかな」と投げかけた。子どもはしっかりと問題を把握し、見通しをもって実験を行うことができた。このような単元構成にすることで子どもは既習を生かして学習していく方法を身につけていく。この後、釘の磁化を学習する際にも、釘が「磁石のように鉄を引き付ける力をもった。」

と考えるだけでなく、「磁石になった釘にもN極、S極があるのかな。」という思考の深まりをうながすことができた。理科の学習が始まったばかりの3年生にとっては、既習を生かして考えていく力を身に付けさせることは重視すべきである。

さらに、今回の授業で明らかになったことは、「あれっ」を全体に共有させたり、「本当にそうなのか」と問い直したりするなど、ポイントとなる場面での教師のかかわりの重要性である。子どもの見取りや思考の流れを予測した教師の適切なかわりのしかたなどが課題として残った。

### 成果2

**体験した事象を記憶にとどめ、多様な考えを引き出す学習カードは、子どもが自ら考えるもととなって生かされていく。**

今回の「じしゃくのひみつをさがそう」の単元では、始めに子どもに充分磁石にひたらせる時間を確保し、気づいたことを学習カードに記述させた。磁石は日常的に目にしているものであり、子どもは磁石にくっつくものとくっつかないものがあるということや物を挟んでも引き付ける力があることなどを漠然と知っている。しかし、記述することによって再確認したり、「もしかしてこんなこともあるかな」と新たな考えが生まれたりする。今回の授業でも磁石につくものを調べながら、「これなら絶対つく」という活動や「これはどうかな」といろいろなものに範囲を広げていく姿が見られた。これが記録していなければただの磁石遊びである。しかし、

記録することによって問題意識をもち、「ハサミがくっつく」「机がくっつく」という事象から、「磁石は鉄を引きつける」という一般化された考えをもつことができた。

### 成果3

**具体物を使って行う交流や板書は、子どもの問題や考えを共有し、子どもの変容を生み出す。**

自分が行ったことや発見したことが中心になり、他者の活動が見えにくい3年生であるから特に問題を共有させる教師のかかわりは重要である。具体物を使って行う交流や板書は、子どもの問題を共有化したり、子どもの思考を深めたりすることに一定の成果をあげた。

今後も子どもの発達段階や実態に合わせた交流方法や板書構成について工夫する必要がある。

○子どもの考えに添った授業作りをすることだけでは、問題意識を生むことはできない。問題意識を生むためには既習を生かせる単元構成の工夫や子どもの見取り、適切な言葉掛けなど教師の適切なかわりが必要になる。

○学習カードへの記録は体験した事象を記憶にとどめ、さらに、多様な考えを引き出すことにつながる。そして、子どもが自ら考えるもととなって生かされていく。また、教師の見取り、適切な言葉掛けにもつながる。

○具体物を使って行う交流や板書により子どもの問題や考えを共有し、子どもの変容を生み出すことに大きな役割を果たした。子どもの発達段階に合わせた交流の方法や板書構成については今後も考えていかなければならない。

(文責 幌北小 興石 育子)

## VI 分科会より

○学習カードを使うことで表現力はどのように育ったか。

→子どもが、磁石のくっつく、はじくということをどうとらえているかを探りたかった。矢印などを使い、磁石の力をイメージできた。

・図示することによって、磁石の力の微妙な違いに目を向けていくことができる。子供は、共通の土台で交流することができる。

○書かせ方が大切なのか、枠組みの在り方が大事なのか、活用の仕方が大事なのか。

→理科が初めての3年生。枠をつくって書きやすいものにしたかった。書くことによって記憶に残り、見直されていく。カードを書くことで、考えが整理され、思考が深まる。

・子どもが書きたくなるような、どんな活動をしたのか。子どもは、事象にかかわり、友達とかかわる、そのことをカードに書く。そして本質に向かう。このときの子どもの活動はどうだったのか。ここを抜きにカードの話だけできない。

○書いたことを生かすことについて。1次で、もうN極、S極をカードに書いているが、なぜ次に磁化がきているのか。

→ボタン型を使うと、「物をはさんでもつく」ということに興味をもった。力比べから磁化に向かった。子どもが興味をもったことをもとに単元をつなげていった。

○棒磁石でN極、S極を学んだら、ボタン型は必要ないのでは。

→棒磁石だけでなく、ボタン型を扱うことで深まりをもたせたかった。磁化の時にも生かされた。

・何も書いていないボタン型磁石で入る方がおもしろい。教師は子供に「極」を見つけさせたいのか。「何か秘密は」、「不思議は」と探していくのが問題解決ではないのか。

## 助言者より

(藤本先生)

・研究発表というのは、自分たちがどう考えて、実践して、考察したんだということが伝わるのが大切。磁石の種類でのメリット、デメリットをつきつめて、本当に子どもの問題解決が成立するには、という話し合いになっていけば良い。

(田口指導主事)

- ・学習カードは、単元が終わった後に、自分がこの12時間何をやってきたのかが分かるようになっていなければならない。
- ・教師が知りたいことを書かせるための学習カードではなく、子供が書きたくなるような授業をしていくことが大事である。
- ・教師の適切な言葉かけが、一番大事。このことをもっと具体的にしてほしい。
- ・板書構成について、最近は構造化と言いながら、省略化になっていないか。子どもの考えを、きちんと位置付けてあげなければいけない。
- ・磁化の学習は後から扱うべき。「自分たちの見つけた磁石の秘密はこの釘にもあるのか？」というところが最後にくる。
- ・研究発表については、自分たちが主張するということに対してそれに応じるだけの資料を用意していかなければならない。
- ・ボタン型磁石の教材の扱いについて、もう北理研としての考えをはっきりさせるべき時期ではないか。

## VII 研究のまとめ

今回は、「本質に迫る子供の思考を生み出すための教師のかかわり」として、学習カードの工夫、具体物を使った交流の場の設定、板書構成の工夫を具体化して研究を進めてきた。学習カードについては、子供が、考えを整理したり、記憶にとどめたりするためには有効であり、多様な考えを引き出すこともできるという一応の成果を上げることができた。しかし、最も大切なことは子供が問題解決をしていきたいようになるような教師のかかわりである。そのためにはまず、子供の問題意識を取り上げ、思考を深めていけるような教師の言葉掛けを今後も充分検討していく必要がある。また、板書に関しては、一人一人の考えを大切に扱いながら、位置づけてあげることや交流に役立つばかりでなく、思考の深まりを生み出すことに有効な板書構成についての工夫が今後の課題として残った。さらに、磁石の教材化に関してはN極、S極が書かれていないボタン型磁石を使って構造変換を図っていく授業のあり方を今後も検討し、有用性を明らかにしていく必要がある。最後に、研究の主張点をはっきりさせ、研究の成果が明確に提示できるような研究発表のあり方も課題として残った。

# 事象のわずかな違いや変化に迫っていく理科学習 ～ 4年「もののあたたまり方」の実践を通して ～

共同研究者 ○播磨 義幸（附属小学校） 林 徳朗（山の手南小） 永田 明宏（あいの里西小）

## I 研究の仮説

「あっ、棒の陰がほんのちよつとずつ動いてるよ。」

～事象のわずかな違いや変化に迫る～

子どもは違いや変化の大きな事象に驚嘆の声をあげる。しかし、我々の目指す“「知」をつくる問題解決”に向かう姿は、上記のように、事象のわずかな違いや変化に鋭く迫っていくことで実現する場合がありますのではないだろうか。事象のわずかな違いや変化に鋭く迫る姿は、強い問題意識や高い注意力に支えられながら規則性の獲得に向かっている姿であるといえる。まさに、“びっくり手品の種明かし”ではない“「知」をつくる理科学習”のあるべき姿だと考える。

「そのはずなだけで、いわれてみれば…。」

～きっかけは、半わकारいの自覚から～

子どもが「もっと」を求めるとき、その向かう先は大きな違いや変化に向かうことが多い。故に「もっと」という願いを引き出すだけで、小さな違いや変化に向かわせようとしても、目指す姿の実現には至らないであろう。

そこで、そのきっかけを違和感や、もどかしさを引き出すことに求めたい。そしてそれらは、今までわかっているものと思っていたものが実はわかっていたと気付かせること、つまり、半わकारいの自覚によって引き出すことができるのである。

太陽の動きの学習を例に挙げる。何時間かおきに調べたら、陰の位置がだんだんずれていて、という事実に対し「太陽はずっと動いているから陰も動いた」と考える子どもがいる。太陽の連続写真を目にしたことがある子どももいるだろう。そのような子どもの目を、教室の窓際にできている目の前の陰に向けさせる。そして「陰はずっと動いているということは、今この瞬間もこの陰が動いているということだ」という見方に向かわせるのである。

「そういわれれば…。」「でも動いているようには見

えないし…。」そのような心の揺れをきっかけに子どもは半わकारいを自覚していくのである。そして「そのはずなだけで…。」「でも確かに…。」そんなもどかしさを何とか晴らそうとすることで「もっとじっとみていたら、ちよつとずつ陰が動くのが見られるかも」という思いをもつようになるのである。

このように「知らなかった」「間違っていた」ではなく「そのはずだけで、言われてみれば…。」という半わकारいの自覚をきっかけにすれば、子どもは事象のわずかな違いや変化に迫っていくのである。

### 研究仮説

半わकारいの自覚をきっかけにすることで、子どもの追究の方向を事象のわずかな違いや変化に向けることができる。そこから、強い問題意識や高い注意力に支えられながら規則性の獲得に向かう姿、すなわち「知」をつくっていく姿を生むことができる。

## II 研究の方法

### 1. 子どもの目標となる課題設定とその見極め

課題を「ちよつと～しただけでも～できるだろうか。」と、子どもの活動目標に重ねる。さらに、①常に立ち戻れること②発展性があること③単元の本質に向かっていること、を条件にその見極めを図る。課題に対する見通しや達成度を問うことで、それらを支えている見方や考え方が引き出されてくると考えたからである。「だって…。」「やっぱり…。」「きつと…。」という表れをねらっているのである。

### 2. 事象に対する見方や考え方を問う机間指導

事象に対する見方や考え方は、事象に対峙している瞬間にこそ活性化される。机間指導では、「なぜこうなったと考えるのか」「だとしたらどんなことがいえそうか」といった事象に対する見方や考え方を問う。子どもの見方や考え方を浮き彫りにすることをねらうのである。

（文責 附属小 播磨 義幸）

### Ⅲ 研究の内容

#### 1. 単元について

##### 【指導要領と教材の分析】

この単元では、金属、水及び空気の性質と温まり方を関係付けながら、物を熱したときの温まり方の違いから性質をとらえていくことをねらう。

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

～学習指導要領解説より～

指導要領によると、水や水溶液の温度を変える行為について、以下のように表現されている。

- ・熱する（4年生）      ・水の温度を変える（5年生）
- ・加熱する、温める（6年生）

4年生の「熱する」については、アルコールランプなどの炎を使った加熱器具を使用し、体感で温度の変化をとらえていくのである。本学習では、この「熱する」について、炎だけではなく、子どもが体感で温度をとらえられることを条件に他の熱源を扱うことを試みた。具体的には、体温（手など）である。熱源を変化させても、炎のときと同じような現象が起こるといふ事実が、「対流」と「熱」の関係を見つめ直すきっかけになると考えたからである。

##### 【子どもの生活経験と単元構成】

家庭用電気機器の進歩による本単元への影響は数年前から示唆されている。子どもにとっては「マッチで火をつけること」「炎を使用してものを温めること」それらの行為自体が新鮮なのである。キャンプに行ったときですら携帯用着火装置を使用し、ガス噴射のもと点火を行う場合が多い。よって、本単元導入時における活動の目的を「加熱器具の扱い」をきっかけとし「炎ひとつで端まで温めること」に設定する。

##### 【研究の視点にかかわって…】

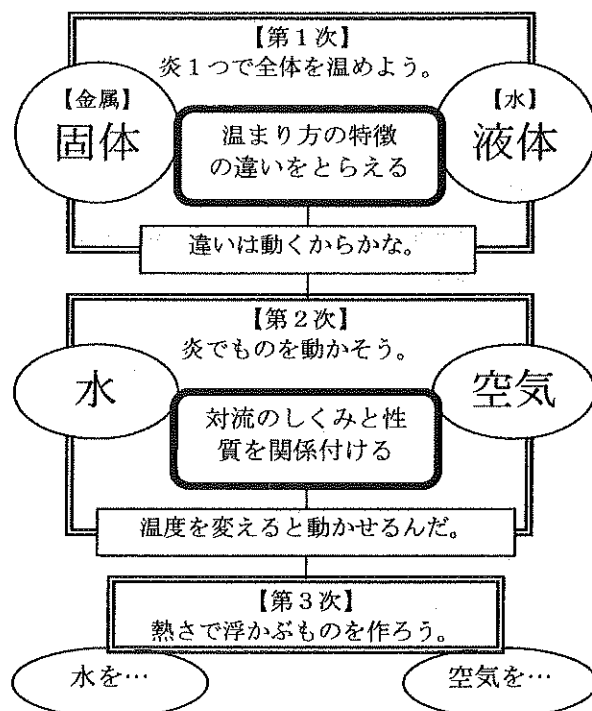
第1次では「端まで温める」第2次では「動かす」という目標を核に課題を設定し授業を展開する。「きつと坂道にしたら端まで温まらないと思う。」「下だけが温まると思う。」「端まで行くけど上が先に温まる。」といった子どもの背景を問うことで、「熱さは石を投げたときの波みたいに伝わるから、坂を登れないと思う。」「炎だつて上に向かっているの、熱さも上にしか行かないと思うから。」といった熱の移動に対する見方が引き出されると考えたからである。第2次でねらう炎以外のものでも温めるという活動は簡単には子どもからは引き出されまいだろう。そこで机間指導の場で、「温める」「熱くなる」といった子どものつぶやきをとらえながら、温度の幅に目を向けさせていきたい。

#### 2. 単元の目標

- 【総】 金属、水及び空気の一部を熱し、サーモテープや浮遊物の変化の様子と温度とを関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、金属、水及び空気の性質についての考えをもつ。
- 【関】 金属、水及び空気を熱したときの温まり方の特徴について興味・関心をもち、進んで違いを調べようとする。
- 【思】 金属、水及び空気を熱したときの様子を比較して物による温まり方の違いを考えることができる。
- 【技】 加熱器具などを安全に操作し、金属、水及び空気の温まり方の特徴を調べ、記録することができる。
- 【知】 金属は熱せられた部分から順に温まり、水や空気は熱せられた部分が移動し全体が温まることを理解している。

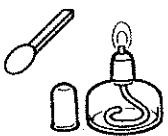
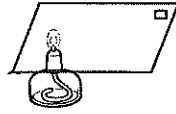
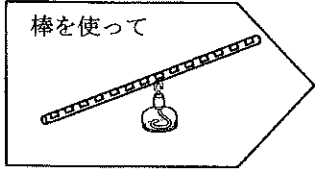
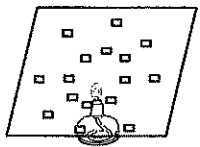
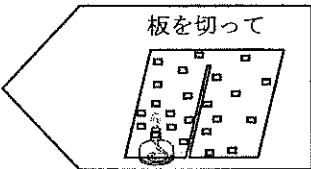
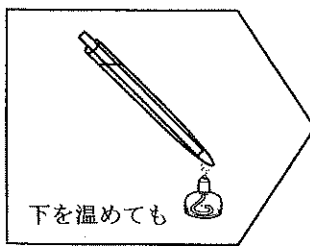
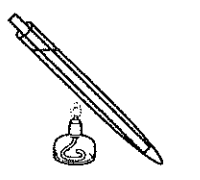
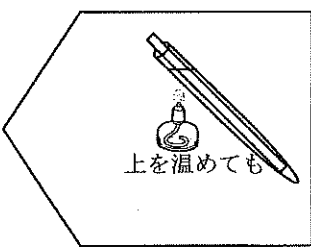
（文責 附属小 播磨 義幸）

#### 単元全体構造





3. 単元の全体指導計画 (14時間)

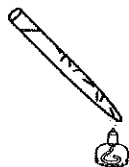
活動の広がり と 深まり	留意点
<p><b>【第1次 金属と水の温まり方の特徴 6時間】</b></p> <p>○マッチを使ってアルコールランプに火をつけてみた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・初めて自分で火をつけた。</li> <li>・怖かったけど安全につけられるようになった。</li> <li>・僕の家の台所では電気でお湯を沸かす。</li> </ul>  <p>○火を使って何かを温めてみたい。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・家でフライパンを温める時は火がたくさんついている。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>炎一つで、金属をはじめで温められるだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サーモテープを貼れば、温まったかどうかわかる。</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・端を温めたのに、反対側の端まで温まった。</li> <li>・火を近くにしたほうが早く温まる。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・炎の当たっていないところも温まった。</li> </ul> <p>○熱さはどのように伝わったのかな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>棒を使って</p>  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>板を切って</p>  </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火のそばはテープが真っ赤になったよ。</li> <li>・熱さが丸く広がるように伝わっていったんだ。</li> <li>・坂道にしても形を変えても熱さは火のそばから広がるように伝わるんだ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>熱さをうまく伝えるように温める位置を決めれば端まで温めることができる</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火で温めるのは面白い。他のものも温めてみたいな。</li> </ul> <p>○形のない水を温めても同じように伝わるのだろうか。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>炎一つで、試験管の水もはじめて温められるだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中心を温めれば熱さは広がるはずだ。</li> <li>・あれ、炎の上しか温まらないぞ。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>下を温めても</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>上を温めても</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上のほうが先に熱くなる。丸く広がってはいないよ。</li> <li>・しかも、上ばかりが熱くなるよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>水は、炎の上の方ばかりが熱くなるんだ。 金属と違って、下を温めないで全体を温められないぞ。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱気球のように、熱くなった水が上に動いたのだろうか。</li> </ul>	<p><b>留意点</b></p> <p><b>安</b> 火気を使用する最初の場面である。マッチやアルコールランプといった加熱器具だけではなく椅子やノートの扱いも指導する。</p> <p>○始めはサーモテープを1cm大ほどに切っておく。熱の広がりを面で捉え始めた子どもが、意図的にサーモテープの数を増やしていく姿をねらっている。</p> <p>○子どもの身近で見られる現象と重ねて考えさせたい。例えば、水面に石を投げたときの波紋の広がる様子などである。</p> <p>○金属と水の違いを、形で表現する子どもが多く表れるはずである。そのような見方を取り上げ、対象を変えて追究を深めることの意義をとらえさせる。</p> <p>○これまでの見方をもとに、真ん中を熱する子どもが多く表れるはずである。意図的に熱する位置を変えていく姿を取り上げながら、水を熱したときの温まり方の特徴に迫らせる。</p>

【第2次 温まり方と物の性質 5時間】

- 水を温めると炎の上の部分ばかり熱くなるのは、温めた水が上に動くからかな。
- ・あぶくも上に行くよ。あぶくのせいかもしれない。
- ・氷は冷たいけど浮かぶよ。

水の中に味噌を入れて温めたら、味噌を動かすことができるのかな。

○熱くなった水は上に動くのかな。



- ・みそを入れて温めたら、みそが回りだしたよ。
- ・あぶくが出てくる前から動き出すよ。
- ・火に当ててすぐに動き出すよ。少し温まっただけなのに。
- ・火を使わないで温めても動かせるかな。

手で温めただけでも動かせるだろうか。



水は温度が変わると動くんた。もとの水より温かくなると上に動くんたよ。

- ・温まった水は上に行くんだ。
- 冷たい水は下に行くのだろうか。
- ・氷を浮かべたらはっきりしそうだ。

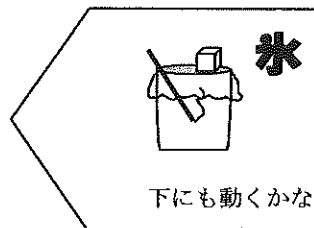
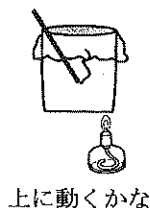
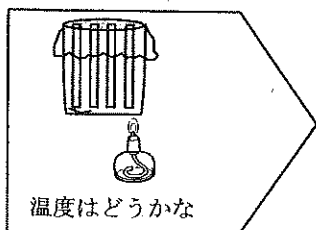
試験管を冷やしても中の水を動かせるのかな。

- 上の方を冷やしたら下に動くのかな。
- ・氷を浮かべたら下に動くよ。
- ・下を温めたらぐるぐる動くよ。

温められた水は上に動いて、冷たい水は下に動こうとするんだね。だから水は下を温めたら全体を温めることができるんだ。

- 形のない空気でも同じことが起こるかな。

空気を温めても動かすことができるのかな。



空気も水と同じことが起こるよ。形がないものは温めるとその部分が上に動いて全体が温まるんだ。

【第3次 温まり方の利用 3時間】

- 温まり方のきまりを活かして熱気球を作りたいな。
- ・周りの気温が低いほどよくあがるよ。
- ・冷めたら勝手に降りてきちゃうよ。

○先行知識により、浮遊物を水中に混ぜる行為を望む子どもの表れが見られるであろう。浮遊物を入れることの意義を十分にとらえさせ、実験に取り組みさせる。

○上部を冷やす活動に取り組もうと考える子どもには、氷を水に浮かばせる方法を提示する。同時に下部を熱する方法を考え取り組んだときの安全性に配慮したためである。

○単元を通し、生活経験が最も多く引き出される場であろう。身の回りの現象と結びつけて考える子どもの発言を大きく取り上げるようにする。


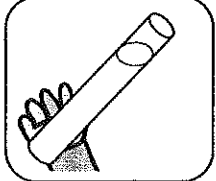
IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

- ◎ 浮遊物を混ぜた水及び空気の一部を熱し、浮遊物の動きを観察する活動を通して、水及び空気は熱せられた部分が移動して全体が温まるという考えをもつ。
- ・みそを混ぜた水が入った試験管を火や体温で熱し、みその動きを観察する活動を通し、みその動きと熱源の位置やあぶくの様子を関係付けながら、水は一部を熱すると温度の変化を要因として動き出すという考えに迫る。  
(科学的な思考)

(2) 学習の展開 (7/14)

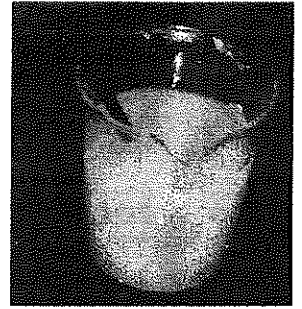
おもな学習活動	留意点
<p style="text-align: center;">【前時まで】</p> <p>金属と水それぞれの温まり方を調べる活動を通して、それぞれの特徴に違いがあることをとらえている。その要因を明らかにするために、金属と水の形態の違いを意識しながら、熱せられた水は上に動くのではないかという見通しをもっている。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">中の水に味噌を入れて温めたら、味噌を動かすことができるのかな。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・みそが動いたら、水が動いているのはっきりする。</li> <li>・熱気球は中の空気を熱くして動くから、同じはずだ。</li> </ul> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ほら、動いているよ。みそが回りだしたよ。</li> <li>・あぶくがなくても動いているよ。</li> <li>・火に当ててすぐに動き出すよ。</li> <li>・少し温めただけでも動かせるのかな。</li> <li>・火を使わなくても動かせるかな</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">手で温めただけでも動かせるだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・時間がかかるかもしれないね。</li> <li>・少しだけなら上にいくかもしれないね。</li> </ul> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・あぶくが出てないからどうかなあ。</li> <li>・炎の勢いもないしね。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・動いたよ。前よりゆっくりだ。</li> <li>・温まった水は上に行くんだ。</li> <li>・冷たい水は温かい水より下にいくんだね。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">水は温度が変わると動くんだ。 もとの水より温かくなると上に動くんだね。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>○冷やした水は下に動くのだろうか。</li> <li>・氷を浮かべたらはっきりしそうだ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○「みそは動かないがもしれない」と考える子どもの見方や考え方を引き出すことで、観察の視点を浮き彫りにしてから実験に取り組ませる。</li> <li>○みその動きと、炎やあぶくの様子、熱し始めから動き出すまでの時間などを関係付けて考えさせることで温度の変化に着目させ、火を使わずに温める活動に向かわせる。</li> <li>○炎よりも明らかに温度の低い体温に目を向けさせることで、水中の浮遊物が動く要因についての見方や考え方を引き出す。</li> <li>○「氷が浮かぶ」という事実に対する見方を問うことで、次時の活動の見通しをもたせる。</li> </ul>

(文責 附属小 播磨 義幸)

## 2. 公開授業の様子

### 結果を予想する場

導入において、水の温まり方と金属の温まり方の違いについて考えを引き出した。金属とは違い、水を温めたときには、熱源のそばから順に温まっていけない事実について、「あぶくが上に行くから、あぶくのせいで温まる。」「熱さが伝わっていく」と考えた子どもや「水が動いて上に行くから」「温められた水は軽くなるから上に行くから」と考える子どもがいた。



水が動くと言う考えから、水にといた味噌を使って水の動きを観察する活動へと展開していった。

### 味噌の動きを観察する活動

#### 《活動1 温めただけで水を動かすことができるだろうか》

水の動きについての見通しを、「どんな動きが見られそうか。」と詳しい様子にまで想像を膨らませながら引き出すようかかわった。この結果、子どもたちは単に動くか動かないかだけでなく、水の動きを向きや速さと結びつけながら見通しをもつことができた。



ほとんどの子どもが、味噌が回るように動くことに驚いていた。さらに、回数を重ねる毎に、味噌の動きについて細かく観察するようになっていった。

ある子どもは、「あがっていく方が強いよ。下がっていく方は動きが適当じゃない?」と、上に上がる味噌の様子と下に下がる味噌の様子の違いに目を向けて観察していた。また、加熱後、すぐに味噌が動き出したことに目を向けた子どももいた。

また、温まり方の原因をあわのせいだと考え、その動きと温度変化の関係に注目してた子どももいた。

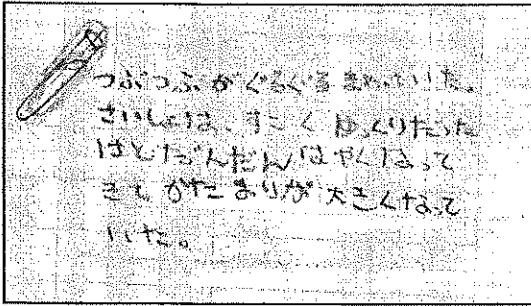
一方、「回った」「循環だ」と、回っていることに対する不思議さのみに向かっている子どもに対しては、回り方の様子に目を向けるよう教師がかかわることで、「縦に回ってる」「楕円形に回ってる」「時計と反対回りだよ」と様子を詳しくとらえていく姿が見られた。

### 温めたときの様子を交流する場

子どもは、味噌の動きについて注意深く観察していたが、この段階では、温度との関係に着目したつぶやきは少なかった。この点については、公開後の分科会でも「温度と動きを関係付ける姿が弱い。温度に目を向けさせ、温まるということと水が

#### ～成果～

予想させる時、結果ではなく事象の具体的な様子に対する見通しを引き出すようかかわることが子どもの観察する目を鋭くさせることができた。子どもは、動いた・動かないだけでなく、水の動きの向き・速さや加熱時間などに目を向けて繰り返し事象にかかわっていった。



動くということを結び付けて考えさせていくことが大切。」との指摘をいただいた。

実験の様子交流では、「下の方を温めたら下のほうは渦巻状にぐるぐる回ってたんだけど上の方は縦に回ってた。」「上の方を温めたら、それより下には行かなくて回転もあまり回らない。」と、水の動きの細かい様子から、次第に温度と結び付けて考えさ

せるようかかわっていった。

熱源の位置と味噌の動く向きとをつなげて考えた発言や「最初に火をつけたばかりの時は、すごい回転がゆっくりだったんだけど、だんだんと速くなっていった。」と、加熱時間や水が動く速さに着目した子どもも現れた。



これらの発言から、熱するほど水の動きが変化していくという見方をおさえ、さらに温度を変化させる活動へと向かわせた。

### ～課題～

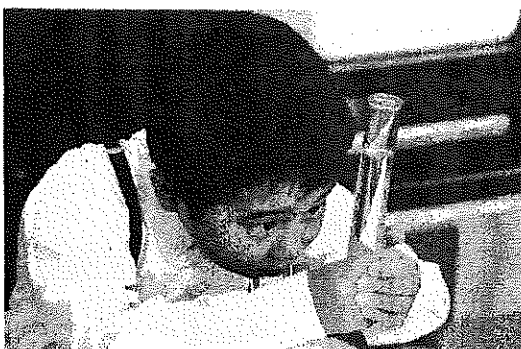
細かい様子に目を向ければ向けるほど、子どもは複雑な様子を見つける。これを交流の中で構造的に関係付け整理する教師のかかわりがなければ、子どもの気付きは生かされない。

本時の場合、子どもは交流を行いながら、水の動きと温度とをつなげて考え始めている。しかし、試験管の中の着眼点、対流の向き、加熱時間、対流の速さ、水の温度などを整理できていない。子どもの観察したことを水の動きの「向き」と「速さ」の2点で束ね整理しながらかかわる必要があったと考える。

## 手で水を温める活動

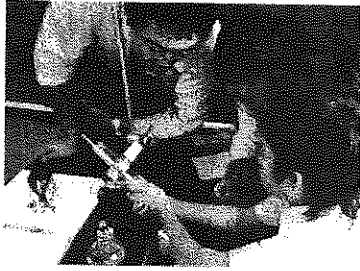
### 《活動2 温める温度を変えたら水の動きも変えられるだろうか》

この課題は教師から投げかけた。最初、ほとんどの子どもは、アルコールランプの火がないから無理ではないかと考えた。



それまでの「水は20度ぐらいだから…」といった子どもの発言を引き出しながら、温度の差に注目させていくと「温めるっていうのはアルコールランプと同じなんだから、何分かすれば絶対に動くと思う。」という考えも出てきた。

活動では、味噌が動いても、先ほどの実験ほど不思議さばかりにとらわれる姿はなかった。子どもたちの中に、温めたということと



味噌が動くということがつながってきたせいだと考えられる。

これまでの実験での様子と比べながら「今度はゆっくりゆっくり動いてる」「1秒に3ミリくらい動いてる。」と動く速さに着目する子や、手をこすって温めてから活動する子の姿が見られるなど、要因を温度に見出し始めている実態がとらえられた。本研究でねらう姿が見られ始めたといえる。

目的意識の  
ありかた

一方、手を何本もかざし、より温度を高くしようとする子どもの姿からは課題も浮き彫りになった。温度の変化をよりわずかなものにしようとする姿とは逆行した姿だからである。

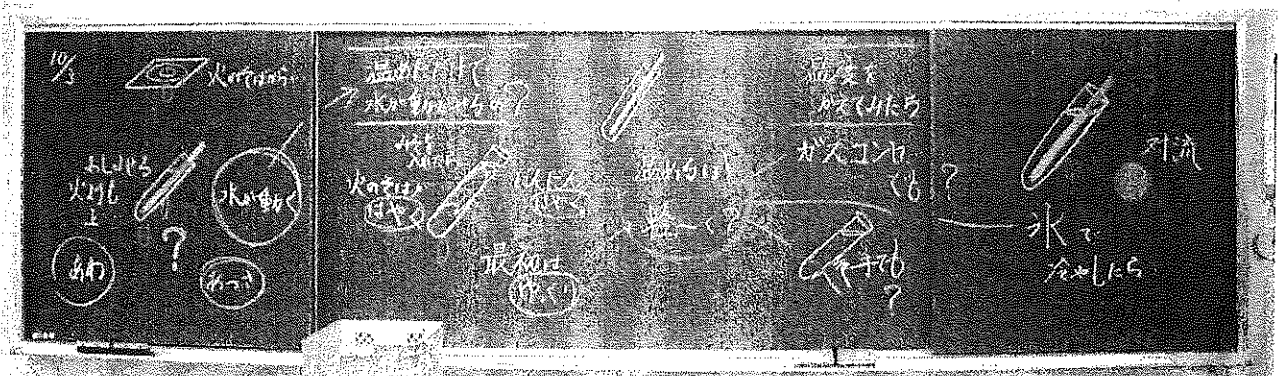
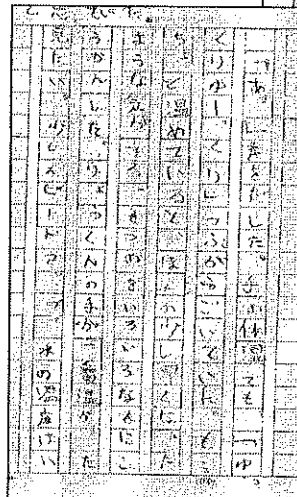
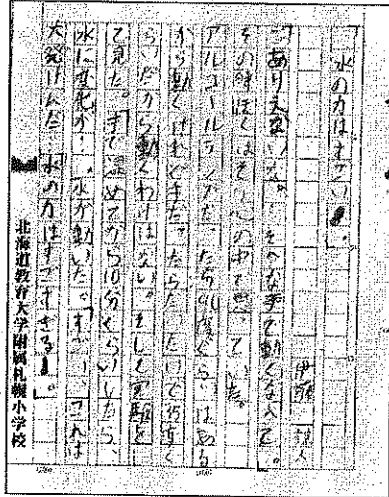
もし、子どもが「もっと低い温度でも…」と本研究でねらう、わずかな違いや変化に自ら迫ろうとしているのであれば、それは試験管の触れ方に表れるはずである。

より手のひらを温かくしようとしたり、友だちと手を合わせて試験管を温めようとしたりするのではなく、指一本で触れてみたり、少し水が動いた時点で、指を離してみたりしたはずである。本時の子どもの表れの背景にある願いや目標を見つめ直したい。

実践後の  
作文から

「ありえないなあ…そんな手で動くなんて。」  
「あつければあつほど動きが…。」  
「これは大発見だ…。水の力はすごすぎる。」

実践後に書いた作文での表現である。温度変化を連続的なものとしてとらえ始めたり、それまでの見方が揺さぶられたりしている。



(文責 山の手南小 林 徳朗)

## V 研究の成果

事象のわずかな違いや変化に目を向けさせることは、科学的概念をより具体的事象でとらえさせようとする営みである。

### ～成果と課題～

事象のわずかな変化や違いに対する見通しをもたせることは、観察する目を鋭くさせる。事象のわずかな変化や違いに対する気付きは、明確な目的と構造的な位置付けのもと生かされる。

子どもは、「こうしてみたら」「こうなるはず」と、将来の見通しをもつときに意欲を高め、これまでの体験を引き出してくる。事象の具体的な様子にまで想像を広げて見通しを引き出すほど、観察の着眼点がより詳細になる。事象に対する迫り方が鋭くなるのである。

一方で、詳細に現象をとらえ鋭く迫るからこそ、子どもの発言を構造的に位置付けていく必要がある。「だんだん速く上に向かって動く」といったように、複数の着眼点を合わせた子どもの発言も多くなる。だからこそ教師の束ね方が重要なのである。

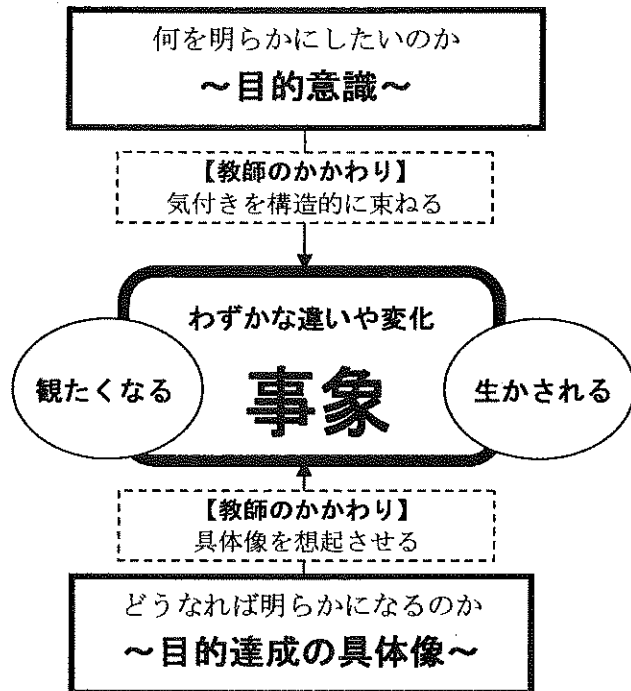
本時に子どもが個々に着目した事象が、結びつかなかったのは、その中心にある「温度」の存在への迫り方が弱かったと考える。細かい様子に目を向ければ向けるほど、子どもは複雑な様子を見つける。これを交流の中で構造的に関係付け整理する教師のかかわりがなければ、子どもの気付きは生かされない。本時ならば、水の動きの「向き」と「速さ」の2点で束ねていく必要があったと考える。

そして、何より必要だったことは「目的意識」と「目的達成の具体像もたせること」である。

事象のわずかな違いや変化を見つけさせようとするかかわりは明らかになってきた。しかし、そのような事象へより意欲的に向かわせるためには、そこでの発見を学習に生かす営みが不可欠である。「わずかな変化や違いが大きな意味をもつ」と子どもに感じさせる必要があるのである。

そのためには、今何を明らかにしたいのか、という「目的意識」だけではなく、こうなったらそうだと

える、という「目的達成の具体像」が必要になってくる。本時で言えば、「水が金属のような順序で温まらない要因を明らかにしたい」という目的意識と「たったこれだけの温度でも水を動かしたら…、上に動き出したら…、温度のせいだといえそうだ」という意識である。そのような目的達成の姿を描いているからこそ、わずかな違いや変化に迫り、そこでの気付きが生かされるのである。



事象をじっと見つめ、わずかな現れに喜ぶ子どもの姿を目指した本研究であったが、そこから明らかになったのは、「目的意識」のもたせ方であった。「～したい」だけではなく「どうやって、どうなったときにそれが達成されるか」という見通しを具体的に描かせることが必要性であったと考える。

### 研究の結論

強い目的意識や高い注意力に支えられながら規則性の獲得に向かう子どもは、事象のわずかな違いや変化に迫りたくなる。また、目的達成の具体像を描くことで、事象のわずかな違いや変化に対する気付きが学びに生かされる。

教師はそれらの意識をもたせつつ、子どもの着眼点を単純かつ構造的に束ねていく必要がある。

このような学びを展開することで、子どもは個々の事象を結び付け、規則性に鋭角的に迫りながら「知」をつくっていくのである。

(文責 附属小 播磨 義幸)

## VI 分科会より

味噌を使った意図は… ①わずかな温度で動き出すこと, ②浮遊した状態から観察実験が行えること  
なぜ「手で温める」のか… ①炎をかざす方法のみで熱するとするのではなく, 温度変化を意識させたかった  
②そういわれれば…, という部会で主張する半わりの状態が生み出せると考えた  
「水が動いた」というきっかけは…前時までに, あわのせいで, と考える子どもがいたが, あわとサーモテープの色の  
変化の位置関係や水の中の小さな混合物が動いている様子の発見から, このような  
見方が生まれてきた。

わかっていなかったんだ, と子どもが感じたとき, 活動は停滞するのでは…  
だからこそ半わりを大切にしている。全く知らない, 見当もつかない, という事  
象ではなく, そういわれれば…と子どもが揺れるからこそ, 新たな活動に向かいた  
くなる

教師提示ではなく, 子どもにやり方を考えさせる展開もあるのでは…  
もちろんその通りである。そこが大きな課題であると考えている。火で熱したあと,  
先に氷で冷やしてみる, という永田実践では, そのような展開の一つの形が実現さ  
れている。

助言の先生方からは…

北本義和校長先生 (平和小学校)

- ・意図はわかるが学びとして成立しているか。子どもの意識を分析, 吟味する必要性を感じる
- ・互いに学びを共有しあう「学び合い」の力が薄い

志摩長生校長先生 (八軒西小学校)

- ・チャレンジしたこと, 主張がはっきりしているところには好感がもてる
- ・初めて見た「試験管を手でにぎると水が動く」という事象に対し, 子どもが本当にそれを温度として捉えているか  
が難しいところ。
- ・楽しい取り組みと教師が詰めた取り組みを使い分けながら学習に取り組ませることが大切。

宮田英俊校長先生 (東園小学校)

- ・細かく見ていくことで, 関係ない事象にも目を向けてしまうことがある。教師が分けていくことも大切。
- ・小学生に自分で判断させるには, どこを子どもに委ねるのが重要
- ・わずかなもの, に縛られすぎた感がある。もう一工夫が必要。
- ・金属と水での順序の違いからそれらの性質に対するイメージも変わってくる。それらを同じ熱の伝わりとして捉え  
ることができるかが重要。
- ・原因と結果を子どもは直結させたがるもの。我々はそのに, 実感的なものの見方をもたせることが大切。

## VI 研究のまとめ

事象のわずかな変化や違いに向かうことの価値は, 教師の問いかけによってそこに向かわせるのではなく,  
子ども自身がそこに目を向けざるを得なくなる展開を考え実践していくことで, その価値が引き出される。

子どもの見方や考え方に沿った問題解決のあり方について, 改めて見つめ直すことができた。子ども  
の多様な活動を引き出すとはどういう姿を目指せばよいのか課題が残る。教師が子どもを共通の事象に  
向かわせることの難しさも実感した。単に教師が提示するという安易な方法では子どもの問題解決は成  
立しない, という指摘をいただいたものと感じている。

(文責 附属小 播磨 義幸)



# 子どもの見方や考え方が深まる対話のあり方を探る ～5年「流水による土地の変化」の実践を通して～

共同研究者

○古川 勉（北陽小）  
鈴木 圭一（幌北小）

牧野 理恵（緑丘小）  
富田 雄介（二条小）

小野 純一（手稲中央小）

## I 研究の仮説

子どもは、日々の授業の中でそれぞれ自分の見方や考え方を伝え合っている。そして、話し合う過程で考えの共通点や差異点を明らかにしながらきまりを見つけ出ししていく。このように仲間との話し合いは、見方や考え方を広げ、より科学的なものにしていく。また、仲間との話し合いは、他者を尊重し、よりよい人間関係をつくっていくことにもつながり、今後も大切にされなければならない。本研究では、これらの「話し合い」を『対話』と表現し、論を進めていくことにする。

では、意欲的な対話は、どのようなときに成り立つのだろうか。

そのベースには、一人一人の主体的な問題解決があると考えられる。子ども自らが見通しを立て「事象とのかかわり」「自問自答」を繰り返しながら、自分の論理をつくりあげることが基本にある。一人一人の主体的な問題解決があつてこそ子ども同士の対話が生まれ、事実をもとにした対話を通して子どもの見方や考え方が科学的に深まるのである。

日々の授業の中で、一人一人の子どもが主体的に問題解決を行い「対話」を通して、子どもの見方や考え方を科学的なものに高めていきたいと考えている。

ところで、近年子どもの「人間関係の希薄さ」が言われ、仲間での活動を進めることが不得手の子が増えてきている。理科の学習の中でも協力して実験や観察をすることが苦手であったり、言葉を使ったコミュニケーション不足が見られたりすることがある。

また、これからの理科教育を考える上でも、「友達との言葉でのかかわり」は大切にされるべきである。それは、「確かな学力の育成」「体験の重視」とともに、「言葉の重視」の必要性が言われているからである。「読む」「聞く」「書く」「話す」の四つの要素からなる「言葉の重視」は、理科における読解力の育成にも大きくかかわり、今後大切にされなければならない。

これら子どもの実態や今後の理科教育の方向性から子どもが目的意識をもって主体的な問題解決を行うこと、中でも見方や考え方を深める対話のあり方に焦点をあて、研究を進めることにした。

## 研究仮説

子どもの見通しを大切に、活動が連続するような単元を構成し、子ども同士のかかわりの場を大切にすることによって、主体的な問題解決が行われ対話が生まれる。この対話の中で「主張、言い換え」の発言から、「拡張、矛盾、批判、統合」の発言にうつり変わっていくことをきっかけに、子どもは見方や考え方を深めることができる。

## II 研究の方法

対話によって子どもの見方や考え方を深めるための手だてとして、以下の二つのことを大切に研究を進めた。

### 1. 対話が成立するための個の主体的な問題解決

子どもは、どんなときに「自分の考えを聞いてもらいたい」、「友達の考えを聞きたい」と「対話の場」を求めるのだろうか。それは、子どもが問題意識や解決の見通しをもちながら事象とのかかわり、自問自答を繰り返しながら、問題解決を行っているときである。この過程で自分だけでは、はっきりしないことに出会ったときや、観察や実験の考察が違ったとき、自分の結論が客観的にも言えるかどうかははっきりさせたいときに、対話を求めることになる。

つまり、問題解決の過程で「不安」や「葛藤」などの様々な感情が起こるような、主体的な問題解決が子ども一人一人に行われたとき、友達との対話が成立するのである。

そこで、子どもが主体的な問題解決を行い、友達との対話で見方や考え方を深めるために、次のことを大切に授業を構築してみることにした。

- ・活動を通して子どもに問題が生まれ、解決の見通しがもてるような単元の構成。
- ・子どもの見方や考え方の違いが生かされるような、かかわり合いの場がある単元の構成

2. 対話で見られる子どもの発言の分類と変容の想定  
本研究では、対話の中で見られる発言内容を大きく次の二つに分けて考えることにする。

その発言の一つめは「他者との考えに影響されずに主に自分の考えを中心に主張し、内容的に変化が見られない発言」である。これは、自分の考えを【主張】したり【言い換え】たりする発言である。もう一つは、「相手の考えを受けて、違った視点を投げかけたり、考えを変形させたりする発言」である。これは、考えを【拡張】したり【批判】したり【統合】したりする発言である

### 【子どもの発言の分類】

《自分の考えを中心に主張したり、内容的に変化が見られない発言》

- 主張 …自分の意見や考え方を伝える。
- 言い換え…自分の主張や他者の主張を同じ内容で繰り返して述べる。

《相手の考えを受けて、違った視点を投げかけたり、考えを変形させたりする発言》

- 拡張A(内容の拡張)…自分の主張や他者の主張に別の内容をつけ加えて述べる。
- 矛盾…他者の主張の矛盾点を根拠を明らかにして指摘する。
- 比較的批判…自分の主張が他者の主張と相容れない理由を述べながら主張する。
- 拡張B(根拠の拡張)…自分の主張や他者の主張に別の根拠をつけ加えて述べる。
- 統合…自分の主張や他者の主張を理解した上で説明し直す。

子どもは対話を通じて、自らの見方や考え方を科学的なものにしていく。授業を通して科学的な見方や考え方に迫るためには、主に後者の発言（相手の考えを受けて、違った視点を投げかけたり、考えを変形させたりする発言）が繰り返されることが重要であると考えられる。

このように、子どもの発言内容を分類し、対話の中での子どもの変容過程や教師のかかわりを想定しながら、授業作りを行った。

発言	変容	変容の理由
発言1	発言2	発言3
発言4	発言5	発言6
発言7	発言8	発言9
発言10	発言11	発言12

授業の中で出される発言を、前項のようにあらかじめ設定した一定の枠組みの中で聞き分けることによって「対話が深まるきっかけになる要因は何だったのか。」「対話の中でどのような変容が見られるのか。」について明らかにし、教師のかかわりのポ

イントを考えていきたい。また、授業後には子どもの発言や教師のかかわりを分析し、見方や考え方の変容を探りながら、授業を再構成していきたいと考えている。

## III 研究の内容

### 1. 単元について

#### (1) 目指す子どもの姿

水を流す活動を通して実感した水の3つの働きを自然の川に結びつけ、川に対する正のイメージを大切にしながらも、水の働きのすごさについてとらえる。また、そこから護岸の大切さや川と共に生きる人間の様々な工夫についても考えることができる。

#### (2) 単元構成のポイント

- 子どもの経験不足を補うために、単元の始めに水を流す活動を入れ、そこから問題を醸成していく。
- 毎時間のつながりや、次ごとの活動のつながりを大切に経験したことを次の見通しに生かす。
- 調べる目的が活動を通して焦点化され、「水の量」「速さ」などの条件制御しながら、流れる水の働きを計画的に追究する。
- 子どもの対話の場をしっかりと保障する。

### 2. 単元の目標

- 【観】 地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係について考えをもつようにする。
- 【関】 土山で街と川とのモデルを作り、川のできたや洪水になる条件、洪水を防ぐ方法、安全な場所等を具体的に確かめていこうとする。
- 【科】 たまった土をもとに削られた場所を探ることをきっかけに、川岸が崩れる外側と崩れない内側との比較し「削れる」「積もる」「運ぶ」といった土地の変化を流れる水の量や速さと結びつけて考えることができる
- 【実】 川岸が崩れる現象とその原因を関係づけながら流れる水の働きを確かめる方法を工夫することができる。
- 【知】 川を広げたり堤防を作るなどの自分たちの活動と、実際の川で行われている工夫とを結びつけてとらえることができる。

(文責 北陽小 古川 勉)

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎ モデル化した人工の川に水を流す活動を通して、下流に積もった土は、上流の川底や川の曲がった部分の土がけずられて下流に運ばれていることに気づき、流れる水には土を運んだりけずったりするはたらきがあるという見方や考え方をもつことができる。

・川のけずれる部分がどこであるかを色砂を用いて計画的に調べることができる。(観察・実験の技能・表現)

(2) 本時の展開 (4/11)

おもな学習活動	留意点
<p>＜前時まで＞</p> <p>モデル化した川に水を流すと下流の方に思った以上にたくさんの土がたまってしまった。この土はどこから運ばれてきているのかを、水を流す前と水を流した後の様子の観察の比較から、下流にたまった土は川のどの部分から運ばれてきているのかを見通しをもって考え始め、どこの土がけずられたかがわかるように色砂をおいたり、土の中に埋めたりしている。</p> <div style="text-align: center;"> <p>下流の土はどこから運ばれてきているのだろう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">川の上の方がけずられて運ばれたんだよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">カーブのところの土がけずられたんだよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;">川底の土がけずられて運ばれたんだよ。</div> </div> <p>けずられていると考えられるところに色砂を置いて 川のモデルに水を流す活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>・やっぱり上流のところはけずられている。この後もきつともっと深くけずられるはずだ。</p> <p>・カーブのところは全体がけずられているのではないみたい・・・</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>・カーブのところはけずれてきてるよ。カーブ全体がけずられているのかな。</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>・川の底がどんどんけずられている。きつとこの後もどんどん川底がけずられるはずだよ。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;">このあと川のカーブのところはどのようにけずられていくのかな。</div> <p>自分の見通しをよりはっきりさせるために 川のモデルにさらに続けて水を流す活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>・カーブの外側がけずられたよ。土が崩れてしまっていた。</p> <p>・流れる勢いが違うのかな。</p> <p>・水の流れが内側と違っていただけ・・・</p> <p>・水の勢いがあるからね・・・</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>・カーブの内側に色砂がたまってる。</p> <p>・内側はそれほどけずれていないのかな。</p> <p>・外側と比べると流れる速さが違っているのかな。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">下流にたくさんたまっていた土は川底やカーブの外側がけずられて水の流れて運ばれてきたんだ。</div> <p>・でもカーブのところは外側はけずれているのに、内側には色砂がたまっている。カーブの内側はどうして色砂が運ばれないのかな。</p> </div>	<p>○水を流す前と水を流した後の様子を常に比較することで下流にたまった土がどこから運ばれてきたのかを、見通しをもって本時を迎えるようにしておく。</p> <p>◎表れた事実から、川底の砂がけずれていることをとらえた上で、カーブのけずれ方に着目させ、問題意識を焦点化していくようにかかわる。</p> <p>◎上流の川底やカーブの外側がけずられていることについての納得のもと、カーブは全体ではなく、けずれる部分とそうでない部分があることの気づきからカーブをもっと詳しく見ていくことに問題意識を焦点化していく。</p> <p style="text-align: right;">【次時の活動の目的】</p>

(文責 手稲中央小 小野 純一)

3. 単元の全体指導計画（11時間）

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;"><b>【第1次 流れる水の働き（6）】</b></p> <p>◇昔と今のがる川は形がずいぶん違う。ずっと水が流れているから変わったのかな。長い間水が流れていたから。水が川岸をけずったから。水の量が多かったから。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">自分たちで作ったがる川に水を流してみよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・形が変わってきた。 ・底がけずれたよ。 ・どうもまっすぐにならないな。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">水を流したのに今のがる川と形がちがうよ。</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 20%;">もっと時間をかければ今の形に近づくよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 20%;">もっと水の量を増やせば今の形に近づくよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 20%;">もっと流れを急にすれば今の形に近づくよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 20%;">曲がるのはしょうがない。もっと曲がるよ。</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・どうもまっすぐにならないな。それどころか、川の形がぐねぐねになってきた。</li> <li>・だんだん川幅が大きくなってきたよ。</li> <li>・水の量が多いと決壊してしまう。水の量を少なくしよう。</li> <li>・たくさんの土がけずられて、下にたくさんたまっている。</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">川に水を流すとぐねぐねになり、下にたくさんの土がたまる。流れる水によって、土がけずられて川の形が変わっていく。</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・川の形が変われば変わるほど、下にたくさんの土がたまっていく。こんなにたくさんどこからきたのだろう。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">どこから土が運ばれてきたのだろう。</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">川底の土がけずられて運ばれたんだよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">カーブの土がけずられて運ばれたんだよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">川上の土がけずられて運ばれたんだよ。</div> </div> <p>◇どこの土がけずられたかわかるように印をつけよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・川底の色砂が流されて下にたまっているよ。やっぱり、川底の土がけずられて運ばれてきたんだ。・カーブの外側の土もけずられ運ばれているよ。</li> <li>・あれ、カーブの内側に色砂がたまっている。</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">下にたくさんたまっていた土は、川底やカーブの外側がけずられて、水に運ばれてきたものだ。でも、内側はあまりけずられていない。</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カーブの内側はけずられないのかな。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">カーブの内側に土がたまるのは、水の流れとどのように関係があるのかな。</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">内側は、外側より水の流れが遅いからたまると思うよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">内側は、外側より水がぶつかる勢いが弱いからたまると思うよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 30%;">内側は、流れる水の量が少ないから、たまると思うよ。</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・川下の方は、たまっている様子がよく分かる。傾斜が緩やかだからだね。</li> </ul>	<p>◆今と昔のがる川を比べ、形の違いからがる川を作り、水を流してみたいという興味をもたせていく。</p> <p>○水の量が多いと川が決壊してしまうことから、水の量を制御していく必要性について考える。</p> <p>○水を流す前と流した後の川の様子を比較することで、下にたまっている土がどこから運ばれてきたのか考える。</p> <p>○どこの土がけずられたかわかるように色砂をまき、印をつける。</p> <p>○色砂の色は、グループ間で場所によって共通のものにしていく。</p> <p>○カーブの内側に色砂がたまる理由を流れる水の働きと結びつけて、考えていく。</p> <p>○土がたまる様子がよく見えるように傾斜を緩やかにしていく。</p>

活動の広がり と 深まり

留意点

色砂等を使い、流れる水の速さを比べる活動

小石などを沈めて水の勢いを比べる活動

流れる水を集めて、水の量を比べる活動

・水の流れ方によって、土が削られたり、積もったりする。だから、川の形が変わっていくんだ。

カーブの内側には土がたまる。土が削れるところは、水の流れが速い。土をけずって、流す力が強いからだ。だから、流れの遅いところは土がたまっている。流れる水は、土をけずる、運ぶ、積もらせるはたらきがある。

・流れる水のはたらきは、流れる水の速さや勢い、量によって変えられるよ。

○カーブの内側と外側の川の様子、水の流れの速さ、勢い、水の量の違いを調べていくためにどうすればいいのか見通しをもたせていく。

【第2次 洪水被害から守ろう(3)】

◇もし、がる川で洪水が起きたら自分の家も流されそうだ。

どんな川にすると安全になるのかな。

川幅を太くすることで、流れる水の速さを遅くする。

川のカーブの外側に石を並べることで、川岸を守る。

川を枝分かれにすることで、流れる水の勢いを弱める。

・やっぱり、水の流れるはたらきを調節すると安全な川になるね。

◇豊平川を見てみよう。

- ・たくさんの工夫があるね。豊平川には、水の流れを弱めるためにせきもあるよ。
- ・工夫をすると、水の力を弱め、建物を守ることができたよ。
- ・創成川をまっすぐな流れにしたり、護岸をすることで、川岸をけずられる力を弱めているのだね。

川岸を強化するだけでなく、川の勢いを弱くする工夫があると建物を守ることができたよ。

・札幌やほかの地域を流れている川は、創成川や豊平川と同じように工夫しているのかな。

◆もし、がる川が洪水したらという思いを引き出し、安全への関心をもたせていく。

○水の速さや勢い、量を変えて、流れる水の働きを変えて安全な川になるかどうかを考える。

○豊平川を例にあげ、水の勢いを弱めるための工夫を見つける。

【第3次 川とともに暮らす(2)】

札幌やほかの地域を流れている川は、創成川や豊平川と同じように工夫しているのかな。

◇ほかの川も調べてみよう。

- ・やっぱり、工夫しているね。自分で考えた方法と同じ方法を使っている川もあるよ。
- ・同じ川でも、上流と中流と下流は様子がずいぶんと違う。だから、それぞれの場所で工夫の仕方も違うね。
- ・工夫をしていない川もあるよ。川の大きさが関係していると思うよ。

川には、水の量や速さに負けないための工夫がしてあったり、川とともに生きる工夫がされたりしている。

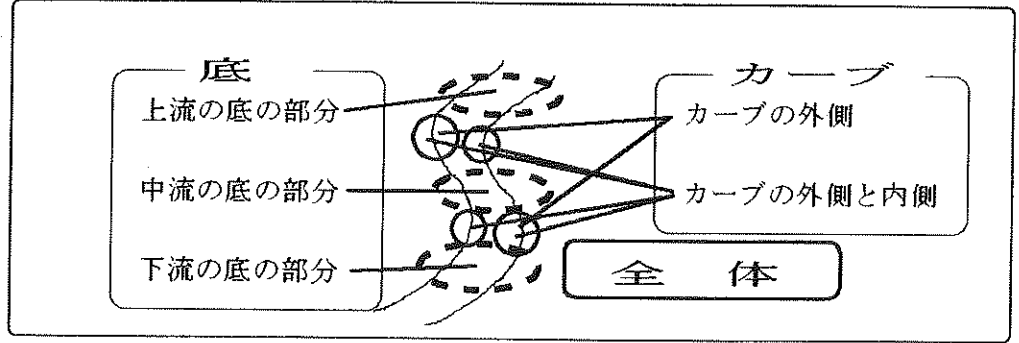
◆創成川と豊平川の工夫をもとにほかの地域を流れる川にも工夫がされているか視点を変え、自分たちの川との暮らし方について考えをもたせていく。

(文責 緑丘小 牧野 理恵)

2. 実践より

削れる場所の予想

子どもは、問題に対して水を流した経験を想起し、削れる場所を予想して活動の見通しをたてた。



本時のねらいは「下にたまった土はどこが削れて流れてきたのかをはっきりさせる。」「削れた場所(カーブ)をきっかけに《土の削られ方》から《水の様子》に目を向け、次時の学習の方向性をもつ。」この2点である。

本時での対話は、以下に行われ授業が進んでいった。

主語(1)		主に相手の考えを受けた発言					教師のかかわりと子どもの対話	発言者
主張	目録	記録A	子音	記録B	統合			
						<p>0 下流にたまった土はどこから削れたか調べるために、どうするのかな?</p> <p>1 色つきの砂を置くよ。</p> <p>2 カーブの外側を考えた中で、理由のある人は、発表してください。</p> <p>3 カーブの外側に当たるまで、鳴らさなければ、聞いてもらえないよ。</p> <p>4 カーブでは削れると思うよ。</p> <p>5 カーブでなく、外側で削れると思うよ。</p> <p>6 削れるのは、前にやったとき木が見えたからだよ。</p> <p>7 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>8 上流のところ。</p> <p>9 多くは上流以外も削れたけど、流れは全部おぼえておいて、削れてくるから全部だよ。</p> <p>10 下にたまった土は、全体の土が削れないと、あるところから削れるよ。</p> <p>11 木も削れたよ。</p> <p>12 これだけ削ったんだから、全体が削れると思ったんだね、一人一人、削れると思っているところが違うね。さっそく実験してみよう。【二回目の実験】</p> <p>13 まだ、思ったより削れたことあるかな。</p> <p>14 水を流してカーブのところを削れて、一番下の部分を掘り直すと、色々な色が出てきたよ。</p> <p>15 カーブの内側は削れなかったよ。</p> <p>16 へえ、さっき言ってくれたことは内側のこと? 外側のこと?</p> <p>17 全部削れたんですけど、そんなに多く削ると外側の部分だけ、削れていた。</p> <p>18 全部削ってどこのこと? カーブの内側のこと?</p> <p>19 全部削。</p> <p>20 そうそう。</p> <p>21 出題はどうだったの?</p> <p>22 上流の土が削れた。カーブの外側が削れた。</p> <p>23 水が流れた時の土はよく削れて、その後カーブの</p>		

						<p>24 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>25 上流のところ、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>26 カーブの外側が削れた。</p> <p>27 カーブの外側が削れた。</p> <p>28 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>29 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>30 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>31 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>32 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>33 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>34 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>35 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>36 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>37 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>38 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>39 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>40 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>41 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>42 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>43 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>44 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>45 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>46 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>47 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>48 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>49 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p> <p>50 削れるのは、木がなくなったところ、具体的ことこのことを言っているかな。</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

発話の記録からもわかるように授業の前半は、問題に対して予想が発言されて、【主張】や【言い換え】が多く、【内容の拡張】もわずかで、子どもが相互に絡み合う対話はほとんど見られなかった。

多様な子どもの考えを位置づける教師のかかわり

子どもは、単元の導入で流し始めた水があたり、底の土がえぐれた様子を見ているので、「上流の底の部分」が削れ、流れてくると考えている子がたくさんいた。しかし、発言では見られないが、同じ事実を見ている「上流の底の部分」と考えない子もいた。それは、上の方で削られた土は一番下まで流れてこないと考えているからである。

この予想の場面で教師は、子ども全員の子予想をネームプレートを使って黒板に位置づけ、全員のとらえの違いが分かるようにした。

実験一回目。子どもは「削れて下にたまる」と思うところに色のついた砂を置き、自分の考えを確かめていった。実際に水を流し約5分後、子どもに発言を促した。教師は、水を流すと結果が明らかである川底の様子についてすぐに発言してくると想定していた。しかし、この川底の削れは子どもにとって当たり前なのか、なかなか発言されなかった。



カーブに目がいく子ども

一方、カーブについての発言はいくつも続いている。(発言12~17) 発言のほとんどは、「土の削られ方の様子」についてであり、「水の様子」について、つまり、原因を追究する発言はまだ見られない。

底の削られ方の話は不十分

本時では、二回目の実験後に「削られて流れてくる場所」をはっきりさせ、カーブの土の変化の様子を見ていく中で、「水の様子→水の速さ、水の量」について問題にしていきたいと考えていた。そのため「底の削られ方」についてはっきりさせようと、視点を転換させた。この転換によって子どもから「上流の底は削れた」という発言が出された。しかし「上流の多く削れた土が、下まで流れてきたのか。」「上流、中流、下流の削られ方の違いは。」などの対話はほとんど行われなかった。

二回目の実験

そこで、カーブの様子に焦点を絞り、二度目の水を流す活動を行い、子どもの発言を待った。実験後、「水の勢い」について発言した子の後に「カーブの土の削られ方の様子」について【主張】【言い換え】【内容の拡張】の対話が続いている。このあたりで、「底にたまったたくさんの土は、上流部分近くの底やカーブの外側の土が多い」ということは、だんだん明らかになってきた。



根拠の拡張が対話を深めるきっかけに

その後、削られ方の様子に「その理由」をつけて発言する子【根拠の拡張(発言30)】が表れ、子ども達の対話の主語が「水が…」に変わり、「土の削られ方と水の様子」を関係づけた対話が行われ始めた。土の変化の発言だけでなく「外側が削られる理由(根拠の拡張)」の発言が続くことによって、対話に深まりが見られ出した。

さらに教師は内側と外側を比較し、土の変化と水の流れ方の様子の違いにも目を向けさせたかった。子どもからは発言34.35.36のように、内側にたまる土、内側に流れる水の量や水の勢いについての発言も出されていた。内側の様子に気づく子どもはわずかであったが、教師はその発言に焦点をあて次時の活動の方向性(内側と外側との水の流れる様子と土地の様子の違いをはっきりさせる)をもたせて授業を終えた。

やはり、川底のカーブの内側は流れていた。カーブでは内側に土がたまって外側にしか水が流れていなかった。

最初はカーブの内側と外側とも流れていたけれど、外側しか流れていなかった。びっくりした。川底の砂は内側に流れていた。

このような対話が見られた、この場面の授業を「子どもの姿」から振り返ってみた。

### 子どもの姿から考える

#### ○主体的な問題解決

「下にたまった土は、どこが削られた土なのか」を考えるときに、子どもは導入で行った水を流した活動を想起し、解決の見通しを立てた。そして、実験を通して、上流近くの底やカーブの外側がたくさん削られるということをとらえることができた。さらに、「土の変化と流れる水の様子」を関係づけて考え始めた。

しかし、本時の終わりで「次時の活動の方向性をしっかりもつことができたのか。」については疑問が残る。内側の様子を見ているわずかな子どもの発言で、進めてしまったのではないだろうか。もっとたくさんの子どもの考えをもとに、次時の方向性をもたせる必要があったのではないかと考えている。

#### ○対話における子どもの変容

この学習で対話が深まっていくポイントになったのは「外側は水が通りやすくなっていたよ」の発言29と、その発言を取り上げ、広げようとした教師のかかわりだと考えている。これがきっかけとなって、「土の変化の様子と水の流れ方の様子の違い」についての発言が続き、深まりが見られだした。

しかし、子どもの対話の内容からもわかるように、【矛盾】や【比較的批判】などの発言は出されていなかった。これらの考えが出されていれば、もっと多くの子の発言によって「外側と内側の土の様子と水の動き」の関係について、次時の方向性をもたすことができたのではないだろうか。では、これらの発言がなぜ出されなかったのか。

その原因として考えられることは次のことである。

一回目の実験後の対話の中で、「底の削られ方」について着目させていく教師のかかわりがたりなかった。

前述したとおり、「削られた底」については、「上流部分の土がたくさん削られた」「全体的にも削られた」ということが明確になっていた。この対話の中でさらに「削られ方は上流、中流、下流での違いがあるのか。」について対話をうながす必要があったのではないか。それは、その違いを問うことで「場所による水の流れ方の違い」に気づき、「上流がたくさん削られるのは水の流れがね…」と、理由をつけた【拡張B（根拠の拡張）】発言によって、互いの考えが深まっていくと考えられるからである。

さらに、ここでも出された「削られ方と水の流れる様子」を関係づける見方は、2回目の「カーブの削られ方」を見通す上でも重要な視点を与えることになる。

こうすることによって、2回目の実験はより視点が明確になり、「外側と内側の土の様子と水の動き」の関係に気づき、発言も増えていったと考えている。

このように、「たまった土はどこから削られて流れてきたのか」をはっきりさせていくことで、子ども達は土の変化の様子をもとに流れる水（水の量、速さなど）について考えていくことになった。  
(文責 北陽小 古川 勉)



## V 研究の成果

### 1. 対話を生むための主体的な問題解決について

単元の導入で水を流す活動を行い、事実をもとに対話し、問題を醸成していくことによって、子どもは問題意識を高め、見通しをもって活動を行うことができた。子ども一人一人が見通しをもち、目的をもった追究活動を行うことで、対話の中でもこだわりのある発言が出されていた。また、「1次…流れる水の働き」→「2次…洪水被害から守ろう」→「3次…川と共に暮らす」という単元の流れは、経験や既習を生かしながら学習を進めていくことができ、活動につながりが見られた。これらのことから、上記のことを大切に単元を構成したことは、一定の成果があったと考えている。

### 2. 子どもの発言を分類し、その変容を想定しながら教師がかかわることについて

対話は、「相手の考えを受けて、違った視点を投げかけたり、考えを変形させたりする発言」が子どもから出され、連続したときに深まる。

対話の深まるきっかけは、想定していたように「自分の考えを主張する発言」ではなく、「相手の考えを受けて、違った視点を投げかけたり、考えを変形させたりする発言」であった。その中でも【矛盾】【比較的批判】【拡張B(根拠の拡張)】の内容の発言が出されたときに、対話が深まるきっかけになっていた。さらに、これらの発言が連続するように、教師が働きかけたときに子どもの対話が深まっていった。

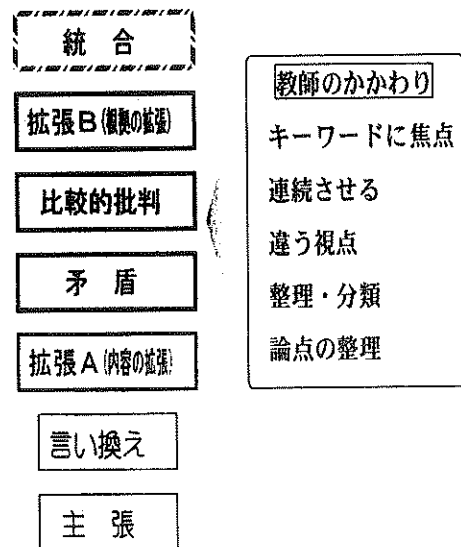
つまり、子どもの考えが深まる時は、子どもから事実だけの内容の広がりではなく、その内容に対する対論や根拠を広げる発言が出されてきたときである。また、その発言とは、単なる思いつきや想像ではなく、既習や経験などを根拠にした発言であることが大切であった。これらの発言が単発ではなく、連続するように教師がかかわったときに対話は深まり、子どもの見方や考え方は大きく変容していった。

対話を深めるきっかけになる発言が子どもから出されないときは、教師の積極的なかかわりが対話を深めるきっかけになる。

子どもから対話を深めるきっかけとなる発言【矛盾】【比較的批判】【根拠の拡張】が出されないときは、教師がこれらの発言が出てくるようにかかわる。例えば、教師が新たな視点を投げかけるとか、はっきりしていないところを指摘し【拡張】【矛盾】【批判】の入った発言に着目させるなどである。このかかわりをきっかけに出された子どもの発言を、連続させていくように、さらに教師がかかわっていくことが大切である。

子どもの発言を整理する教師のかかわりがあると、対話が深まる。

子どもの様々な考えを聞き分け、内容によって整理・分類しながら、発言の内容の違いを明らかにする教師のかかわりが必要である。これらのかかわりをしながら、論点を整理することが大切である。



### 3. 問題解決を促進させる教師の対応について

適切に教師がかかわり、対話を深めていくためには、子どもの発言をしっかりと聞き取ることが前提にある。発言を分類し、対話の変容を想定しながら授業を行い、子どもの発言を聞くことで次のような成果も感じられた。

○子どもの発言を枠組み(発言の分類)をもって聞くことにより、以前より「一つ一つの発言内容の質の違い」を聞き分けたり、「対話の深まりの過程」をとらえたりすることができるようになってきた。

○子どもの対話やその変化を即応的に判断し、教師がかかわるポイントを見つけ、機会を逃さず対話を深めるかかわりができるようになってきた。

今回の研究で、発言を分類し発言の変容を想定して授業に臨むことは、これまで何気なく行ってきた教師の子どもへのかかわり方が明確になり、学び合いによる問題解決を促進させ、教師の授業力向上につながる一つの取り組みであることが確認できた。

(文責 北陽小 古川 勉)

## VI 分科会より

### 【参会者からのご意見】

- ・子どもの普段話している発言を分類し、その深まり捉えたことがなかったのが勉強になった。このデータはクラス傾向であって、一人一人がどのように変化していったのかを知るにはどうするとよいかわかるといい。
- ・集団としてのわかり方であるが、個としてのわかり方もいえるのではないか。
- ・授業が終わった後に、このように分類することによって、どこでどうすれば良かったのかがわかりやすい。改善案を作成し、もう一度トライするとよい指導案作りができるのではないか。何度も繰り返すことで、話し合う集団をつくっていくことについて有効ではないか。
- ・子どもの発言を分類すると、教師の力がつくということが一つ。そうすることで子どもの対話の内容も変わってくるのが一つ。考えてみると今までもやってきていること。何か物足りなさを感じた。

### 【助言者（村上先生、和田指導主事）から】

#### <教材について>

- ・非常にシンプルな単元構成である。5年生の目標をしっかりと押さえた内容になっている。物事を認識する時に、場所・位置・形の認識だけでなく、そこに時間というものを変数として入れていくことは非常に重要なことである。時間が経つと曲がっていたものがまっすぐになるということは事実ではあるが、間違いを含んだものなので子どもが発言したくなる。
- ・指導要領が変わって、熟成するまでの間は新しい単元の開発、新しい教材の開発ということに全力を傾けなければならない。ある程度それが熟成してきた時には、もう1回子どもにも目を向ける。そういうことを振り子のようにしていくことが大切である。

#### <対話について>

- ・話し合いにだけ目を向けると誤解を生じる恐れがある。ただ、研究発表をどういう形がよいのかということを考えて、重要な手法の一つだと考えている。
- ・科学は、対話がなければ科学にならない。事実を見て「だとしたら…、きみはその仮説を実証できるかい？」というのは科学である。実証・再現できることが科学である。正答を求めると会話にならないが、正答を求めているから、子ども達が計画的に実験を進められる。子どもの発言の主語が変わるということは極めて重要である。
- ・今回の資料にある内容は、TCの記録であり、以前から行われていることである。もし目新しく見えるのであれば、最近、そういう努力をしていないということになる。
- ・データの分析を続けていくと教師の子ども理解につながる。教材ばかりに目を向けていると子どもの姿が見えなくなってしまう。データ分析と教材研究を繰り返していく中で教師の力量や即応力がつく。そうすると先が見えるようになるかもしれない。先が見えると期待がもてる。期待をもった授業のできる教師になっていただきたい。
- ・今回の提案は、指導と評価の一体化につながるものだと思う。今、教師の授業力・教師力が話題になっている。授業力を高めるためには、今回のような取り組みが大切であるということの再確認であった。子どもを理解することは、子どもをどう評価したかということの言いかえだと考える。その時に評価の規準なり、物差しが必要になってくる。その物差しには客観性や正当性がなければならない。
- ・今回の研究は、ひとつの目安、分析になってくる。ただ、これだけでは集団での分析なので足りないと思うが、個人カードも工夫しているようなので、カードから見取る個人の変容と集団の対話の相関関係を分析することで指導と評価の一体化につながっていくのだろう。

#### <これからの理科で大切にすべきこと>

- ・今、全国で言われているのは言葉と体験、習得と探求である。これは、普遍的なものである。理科としては表現方法として言葉ではない部分が多くある。実験や観察、スケッチなど、言葉と体験の中間要素がある。科学的要素、問題解決を考えた時に、自分なりの解釈をどう表現するか。さらにその解釈がより科学的になってくると、論文形式になってくる。理科ではグループでの話し合いが言葉を明確にしてくれると今いわれている。そういう意味で「学び合い」のあり方が見直されている。

## VII 研究のまとめ

本研究では、子どもが科学的な見方や考え方をつくり上げていくための「対話」に焦点をあて研究を進めてきた。もちろん、「対話」だけで知をつくることはできず、一人一人の子どもが事象と向き合いながら主体的に問題解決を行うことがそのベースにある。

研究を通して、子どもの発言内容を質の違いで分類し、実際の授業の中で聞き分けることによって、目標へ向かう子ども達の対話の深まりの過程が明らかになってきた。また、それによって教師のかかわりのポイントも明確になり、一つの有効な手だてだと感じた。

今回は、対話の深まりを学級全体で分析していったが、「個の問題解決の深まり」と「集団の対話の深まり」の相関関係を明らかにすることで、より効果的な「対話のあり方」も見えてくるのではないかと考えている。

(文責 北陽小 古川 勉)

# 自然にかかわり、実感をともないながらわかり直す学習の構築 ～6年「わたしたちと自然環境 生き物どうしのかかわり」の実践を通して～

共同研究者 ○福岡 翼（幌南小） 松本 昌也（中央小） 梅木 裕美（福住小） 小林 修（平岡南小）

## I 研究の仮説

子どもは、たくさんの情報メディアを通して、自然や環境にかかわる知識を知り得ている。しかし、自然と十分にかかわり、その中で何かを新たに発見したり、疑問を抱いたりする経験や、抱いた疑問をもとに自然に自ら働きかける経験は乏しい。そのため、子どもがもっている知識も表面的なものであることが多いと考える。

そこで、身の回りにある自然事象に対して自分の体を使いながら直接かかわることを通して、問題を見つけ、追究することにより、自分が知っている情報や知識に自分の経験が加わり、今までもっていた知識が深まったり、わかり直したりすることが生まれてくると考えた。つまり、字面をなぞった表面的な学びから、自分で考えつくっていく確かな学びに変化してくると考える。

また、確かな学びをつくる過程においては、友達ともかかわりが必要となってくる。自分の考えを他の考えと照らし合わせていくことにより、より客観性をもったものになっていくと考える。

そこで、本部会では、自然とかかわり、その中で見いだした問題を多面的に追究する活動を通して、今までの見方や考え方に対するわかり直しを生む学習のあり方を求めて研究を進めていく。

6年生の子どもは、身の回りの生き物について、さまざまな情報から自分なりの見方や考え方をもっている。しかし、その見方や考え方には、曖昧さを含んでいる。また、植物などの生物を扱う領域では、生命を尊重する態度を育てることがねらいの一つとしてあげられている。

自分たちの身近に生きている生き物などと自分たち人間とかかわりを調べていく中で、身の回りの生き物に対する子ども達も持っている知識をより確かなものにしていくことは、それぞれの生き物の素晴らしさや自分たちの生命を維持してくれて貴重なものであるということをとらえることにつながっていくと考える。

子ども達が生物同士のかかわりや自分たちと自然環境とのつながりを気づいていくために、植物の働きを中心にすえた教材化のあり方、そして、客観的な見方や考え方を考える子どものかかわり合いのあり方の2点に焦点を当て、実践にて明らかにしていくことにした。

## 研究仮説

植物の役目や働きに着目させる学習展開を図り、植物と人間のかかわり合いの深さをわかり直すことによって、生き物同士のかかわり合い、その一つ一つのかかわりが生命を維持してくれて貴重なものであるということをとらえることができる。

## II 研究の方法

### 1. 子どもの知をつくるための教材化と単元構成

本研究は、植物と自分とかかわりを切り口に単元を構成することとした。

子ども達にとって、植物は身近に存在するものである。それ故に日常生活の中で植物の働きやその有用性について深く考えることは少ないと考える。

植物を調べていく中で、「植物が日光や水、そして、自分たち人間が出している二酸化炭素や自分たちに必要な酸素を作り出していること」「全ての生き物の食べ物の源が、植物であること」など、自分たち動物が生命を維持していく上で不可欠なものを植物が作り出していることをとらえていく。同時に、自分たちの出している二酸化炭素や糞尿などは、植物にとって有用であるということに気付かせていくことにより、生き物どうしが密接にかかわり合っていることを実感できると考えた。

また、植物を介することにより、日光や水といった自然環境と自分たちのかかわりも見えやすくなると考えた。

### 2. 子どもが知をつくるためのかかわり合いの組織

子ども達は、「樹木などの植物が二酸化炭素を吸って、酸素を出している」ということを知っている。そこで、子ども達の知識の中にはない「植物の呼吸」にかかわることなどを学習展開の中に位置づけていくことにより、さまざまな見方や考え方が生まれてくる。時間帯や時間の関係、日光との関係などの考えが出てくる。その中で、何が問題になってくるかを焦点化していくことにより、自分の学びに新たな学びが加わり、わかり直しが生まれてくる。

（文責 幌南小 福岡 翼）

### Ⅲ 研究の内容

#### 1. 単元について

札幌市内小学校6年生、計126名を対象に調査したデータをもとに、本単元における子どもの実態について考察した。

「生き物が生きていくために必要なものは何か？」の質問に対して、子ども達のほとんどが、食べ物・水・空気(酸素)を上げている。

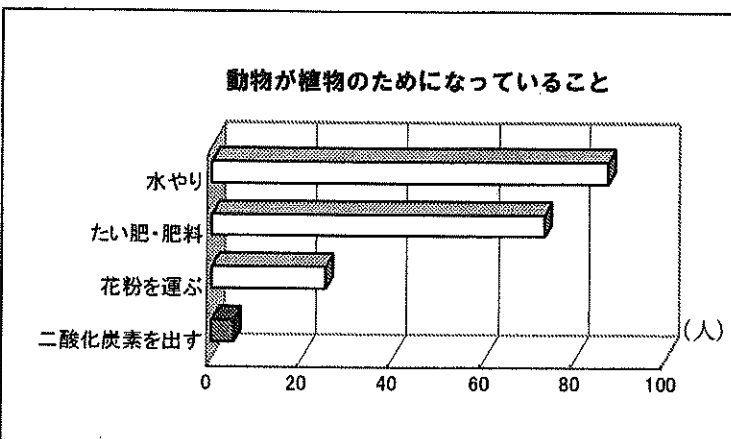
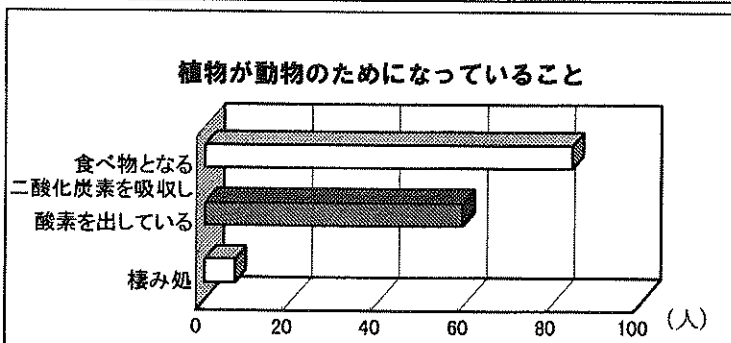
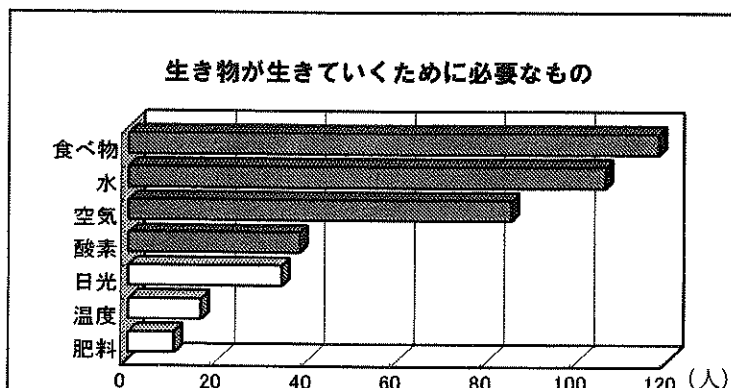
このことは、食べ物・水・空気が自分たち生き物にとって生きていくために必要であるということを日常生活や学習の中でとらえていることがうかがうことができる。

また、「植物が動物のためになっていることは何か？」という質問に対しては、植物が動物の食べ物になっていること、動物が生きていくために植物が二酸化炭素を吸収し、動物が呼吸で必要とする酸素を出していることを半数以上の子ども達があげている。子ども達は、植物を動物にとって必要なものとしてとらえている。

「動物が植物のためになっていることは何か？」という質問に対しては、植物に対して水をあげていることや肥料を与えていることなどの自分たちが日常生活で行っている行動や、昆虫が花粉を運ぶこと、動物の糞尿がたい肥となることを多くあげている。自分たちが出した二酸化炭素は、植物のためになっていると考える子は少ない。

このようなことから、子ども達は、植物が我々動物の食べ物や酸素の源であり、生きていくためには必要な存在と考えている。また、自分たち動物の出した糞などはたい肥などになり、植物にとって有用であると考えている。しかし、動物が呼吸することで出した二酸化炭素は、植物にとって必要なものであるという意識は薄い。つまり、動物と植物の空気を介してのかかわりは、植物は動物に酸素を与えるものとしての一方通行のかかわりとしてとらえられていると考えられる。

そこで、本研究では、植物の役目や働きに着目させることを切り口にした学習展開を図り、人と植物とのかかわりをとらえさせることにより、生き物同士のかかわり合いの深さを実感させていこうと考えた。

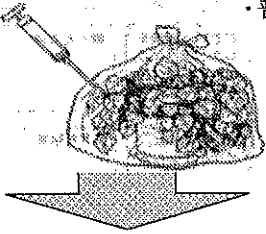
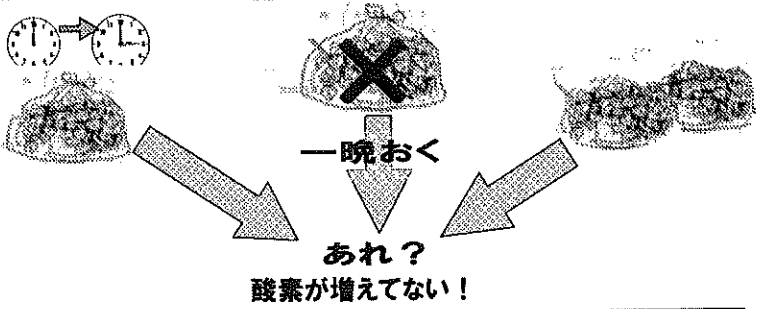


#### 2. 単元の目標

- 観** 人や他の動物、植物の生活を観察し、空気、食べ物、水を通して生き物と環境とのかかわり合いについての考えをもつようにする。
- 関** 生き物と環境との関係を意欲的に追究し、生命の巧みさやすばらしさを感じ、自然界のつながりを総合的に調べようとする。
- 科** 生き物と環境との関係に問題を見だし、多面的に追究し、相互関係や規則性を考えることができる。
- 実** 植物や動物について調べたり、情報を収集したりして、観察、実験を行い、その過程や結果を的確に表現することができる。
- 知** 空気、食べ物、水を通した生き物と環境とのかかわりについて理解することができる。

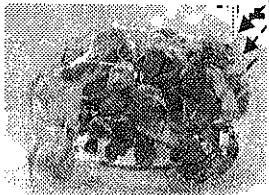
(文責 幌南小 福岡 翼)

3. 単元の全体指導構成（8時間）

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;"><b>【第1次 生き物と空気（4）】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人は呼吸をしたり、物を燃やしたりして二酸化炭素を出している。</li> <li>・ 人は酸素を使っているのに、酸素がなくなる。</li> <li>・ 植物が自分たちの出した二酸化炭素を吸って、酸素を出しているって聞いたことがある。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>植物は、私たちの出した二酸化炭素を吸収し、酸素を出しているのだろうか？</b></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分たちの出した息を袋に入れると二酸化炭素が集められるよ。</li> <li>・ 気体検知管を使うと気体の変化がわかるよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">植物にビニル袋をかぶせて、その中の酸素と二酸化炭素の変化を調べれば、わかりそうだ。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 袋の中の二酸化炭素は減りそう。</li> <li>・ 普通の空気と同じくらいの酸素になるはず。</li> <li>・ ビニル袋の中の二酸化炭素はなくなるかも。</li> <li>・ きっと、酸素でいっぱいになるよ。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">ぼくたちの出した二酸化炭素が少し減っている。二酸化炭素が減って、少し酸素が増えた。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>植物は、二酸化炭素を吸って、酸素に変えて出しているようだ。</b></p> </div> <p style="text-align: center;"><b>だけど・・・</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 二酸化炭素の減る量が少ないぞ。もっと減るはずだ。</li> <li>・ 酸素は、普通の空気の割合より少ないよ。</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>もっと酸素の割合は増えるはずだ。</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">時間を長くする。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">ポトスだとだめなのかな。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">植物をたくさん。</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>植物の数を増やしたり、時間を長くしたりしたのに、どうして酸素は増えないのかな？</b></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 夜に光が当たっていないのが、いけないのかな。</li> <li>・ 植物も酸素を吸っているのかな。</li> <li>・ 日光が関係しているかも。</li> <li>・ 植物も二酸化炭素を出すときがあるのかもしれない。</li> <li>・ 日光が当たらないとき、でんぶんも作ってなかったよ。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><b>酸素が増えないのは、日光が関係ありそうだ。</b></p> </div>	<p>◆ 空気を介しての人と植物の関係を意欲的に追究し、植物の巧みさやすばらしさを感じ、人と植物のかかわりを意欲的に調べようとする。</p> <p>○ 自分たちの出している二酸化炭素を植物が酸素に変えていることを確かめていくための方法を呼気を袋に入れ、二酸化炭素濃度を高めて実験を</p> <p>○ 袋の中の酸素の割合と通常の大気に含まれる酸素の割合を比較させていくことにより、袋の中の酸素の割合について考えさせていく。</p> <p>○ 植物が少ししか二酸化炭素を吸収せず、少ししか酸素を出していない要因を考え、もっとたくさんの二酸化炭素を吸収し、酸素を出していることを確かめる実験方法を考える。</p> <p>○ 日光が当たっていない時間帯があることに着目させ、日光と植物の行う二酸化炭素の吸収や酸素を出すことが関係あるということに気付かせていく。</p>

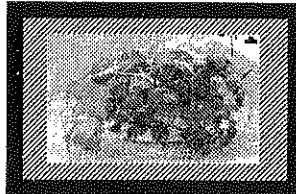
**植物が酸素を出すのには、関係があるのかな？**

光を長くあてる。



- ・二酸化炭素が前よりも減っているよ。
- ・酸素が前より増えている。

光を遮断する。



- ・二酸化炭素の量が増えている。
- ・酸素の量が減っている。

**日光が当たると、植物は二酸化炭素を吸収し、酸素を出すんだ。**

- ・日光が当たらないときは、動物と同じように呼吸しているんだ。
- ・植物は、日光が当たるとでんぷんも作るほかに酸素も出すんだ。
- ・でんぷんや酸素は、人間にとってなくてはならないものだ。植物って自分たちにはなくてはならないものだ。

**【第2次 生き物と食べ物・水（2）】**

**生き物は何を食べて生きているのかな？**

- ・家畜は、穀物のえさや干草を食べている。
- ・肉食動物は、草食動物を食べているよ。
- ・草食動物は、植物を食べているよ。
- ・小魚は、プランクトンを食べているよ。
- ・水を飲まないで死んでしまうよ。

・どの動物の食べ物もたどっていくと、植物に行きつくね。  
・水はどの生き物も絶対に必要だ。

- ・植物は、枯れた葉などが肥料になっている。
  - ・動物の出した糞も肥料になって、植物が育つのに必要だよ。
  - ・日光や水も生きていくために必要だよ。
- ・植物は、動物の出した糞、日光や水が生きてするために必要だ。

**動物の食べ物のもと、水と植物だ。植物は、水や日光、動物の出した糞なども使って成長している。植物と動物がかかり合って生きているんだね。**

- ・動物が生きていくためには、植物や水が必ず必要なんだ。
- ・植物は、日光や水などないとだめなんだ。
- ・自然破壊が進むと大変だ。

**【第3次 生き物と環境とのかかわり(2)】**

・生き物どうし、空気や水などの環境とのかかわり合いながら生きているんだ。

**生き物同士のかかわり合いや生き物と環境とのかかわりをまとめてみよう。**

- ・植物は全ての動物の食べ物の源だったよね。
- ・日光が当たることによって、植物に二酸化炭素が吸収され酸素が作られたよ。

**どの生き物も欠けてはならないものなんだ。  
生き物は日光や水、空気とかがわりあって生きているんだ。**

◆植物が光合成を行うためには、日光が必要であるということをとらえる。

○植物が酸素を出す条件を日光と関係付けて調べる方法を考え、自分なりの見通しをもちながら、実験を行う。

◆自分の食物や動物の食べ物を調べていく中で、すべての食べ物のもと、植物に行きつくことをとらえさせる。

○動物の食物について調べる中で、全て動物の食物の源が植物であることをとらえられるようにかかわる。

○植物の成長や生育に必要なものを考えさせていくことにより、水や日光も自分たち動物が生きていくために必要なものであるということをとらえさせる。

◆空気や食べ物を通した生き物どうしのかかわり、日光や水など生き物と自然環境とのかかわりについて理解する。

○生き物は、生き物どうし、そして、自然環境とのかかわり合いながら生きているということをとらえることができるように、それぞれがどのようにかかわっているのかを図化しながら考えさせる。

(文責 梶南小 福岡 翼)

IV 子どもの活動の実際

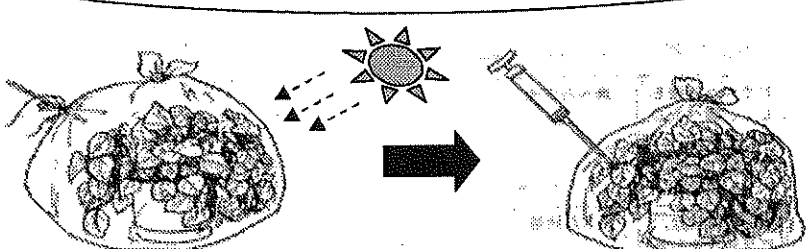
1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 植物に袋をかぶせ、その中の酸素や二酸化炭素の濃度の変化を調べる活動を通して、植物は二酸化炭素を吸収し、酸素を出しているということをとらえるとともに、実験の結果に対する自分なりの見方や考え方をもちことができる。

- ・ 二酸化炭素と酸素にかかわる植物の働きを、実験により確かめることができる。(実験の技能・表現)
- ・ 植物には、二酸化炭素吸収し、酸素を出すという働きがあることがわかる。(自然事象についての知識・理解)

(2) 本時の展開 (2/8)

おもな学習活動	留意点
<p>〈前時まで〉                      空気の割合が常に一定であることには、植物がかかわっているという見通しをもって                      いる。そして、教室のポトスを使って植物の働きについて調べ、空気と植物のかかわり                      合いについて明らかにしたいという思いをもっている。</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <b>植物は、私たちの出した二酸化炭素を吸収し、酸素を出しているのだろうか？</b> </div> <p>・袋の中は、酸素でいっぱいになる。                      ・酸素が増えて、もとの空気の割合に戻ると思う。                      ・二酸化炭素は減ると思う。                                      割合に戻ると思う。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <b>気体検知管を使って、袋の中の気体の濃度の変化を調べる活動</b> </div>  <p style="text-align: center; font-weight: bold;">二酸化炭素は減った。酸素は増えた。</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <b>確かに植物は二酸化炭素を吸って、酸素を出しているようだ！</b> </div> <p>だけど…</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>二酸化炭素は結構減っているけど、酸素があまり増えていないよ。</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">あれ？</p> <p>もっとたくさんの酸素を植物は出していると思う。</p> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">普通の空気の割合と比べると…                      もっと酸素の割合は増えるはず…！？</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 15%;">                         時間が短かったからじゃないかな？                     </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 15%;">                         ポトスの数が足りなかったんじゃないかな？                     </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 15%;">                         光が弱かったんじゃないかな？                     </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: 15%;">                         ポトスじゃだめなんじゃないのかな？                     </div> </div>	<p>○実験結果に対する子供の予想をノートに記録させ、実験結果に対する子供の意識を事前に把握しておく。</p> <p>○実験結果に対する子供の予想を明らかにし、予想の中から濃度の変化にかかわる根拠も引き出ししておく。</p> <p>○本時では、実験を開始してから2時間後の濃度の変化を測定する。</p> <p>○板書構成により、袋の中の気体の濃度の変化を視覚的にとらえられるようにし、植物の働きについておさえる。</p> <p>○通常の空気の濃度割合と実験終了時の空気の濃度割合の比較し、植物の働きについて考えさせる。</p> <p>○袋の中の気体の濃度と自分の考えていた予想を比較させる中で、酸素の割合の低さに着目させ、その要因を考えさせる。</p>

(文責 中央小 松本 昌也)

## 2. 中央小学校の実践より

### (1) 二酸化炭素濃度の一定さから

#### 植物の働きに目を向ける

「二酸化炭素の排出量は年々増え続けているにもかかわらず、空気の割合は常に一定である」という事実から、植物の働きに目を向け、動物と植物の空気を介したかわりにせまっていこうと考えた。導入では、二酸化炭素が排出される状況について確認した。児童から出された意見は以下の通りである。

①人や動物の吐く息 ②自動車の排気ガス ③焚き火やバーベキューなどで燃やす火 ④ゴミ清掃工場やその他の工場で燃やす火 ⑤火力発電所で燃やされる火

これだけの状況下で二酸化炭素が放出された場合、日々どれだけの量が増え続けていくかを想像するのは難しいことではなかった。

次に、「ものの燃え方」で学習した「空気の濃度」について振り返り、5ヶ月を経て、二酸化炭素濃度がどう変わったかを予想した。事前の調査で、子どもの半数近くが、植物が二酸化炭素を取り入れ、酸素を放出していること、森林の伐採が二酸化炭素の増加を助長し、地球温暖化の原因の一つになっていることを知識として知っていることがわかっていった。

この段階では、大半が濃度は変化していないと答えると予想したが、結果は予想とは大きく異なり、二酸化炭素濃度が増えていると答えた子が7割を占めた。自分たちの住む環境には、大きな森林がないために、二酸化炭素を吸収する働きが弱いと考えたためだった。このことから、子どもは植物の働きについて、全ての植物という一般化された見方をしているのではなく、森林や大きな木といった偏った見方でとらえている事がわかった。その後の測定で、二酸化炭素の濃度が一定であることを知った子どもが植物と空気のかかわりについて次のような疑問を記述していることからこのことは裏付けられる。

これを受け、次時では、身近にある植物に目を向け、植物と空気とのかかわりについて調べていくことにした。

・山の方に行かないと森林はないのに、この辺りの濃度も一定に保たれているのはなぜか？  
・身近にある草も森林と同じような働きをしているのか？

### (2) 身近な植物の働きに目を向ける

#### 森林という視点から植物という視点への変換

第2時では、身近な植物を使用して植物の働きに迫ると共に、実験時間を2時間に限定することで、二酸化炭素の吸収量や酸素の放出量にかかわる要素に目を向けていけるような授業展開を考えた。

「植物は、本当に 私たちの出した二酸化炭素を吸収し、

酸素を出しているのだろうか？」という問いに対して、子どもは以下のように考えた。「葉が小さかったり、弱々しかったりすると二



酸化炭素は少ししか吸わない。」「より大きい植物が吸うから、小さいものはあまり吸わない。」「森林の木々も葉を一つ一つ見ていくと小さいから、身の回りの植物の葉は小さくても同じ働きをしていると思う。」

実験では、植物と一緒に袋の中に密閉した空気の濃度と2時間後のその空気の濃度を気体検知管を使って測定した。この日は天気の状態が悪かったこともあり、2時間の実験では、二酸化炭素濃度、酸素濃度共に1%前後の変化にとどまった。しかし、植物の働きによって、二酸化炭素濃度が下がり、酸素濃度が上昇することが確認できた。

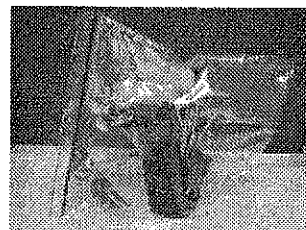
#### 使用する教材を吟味する

実験には、ポトスを使用した。使用の理由としては、比較的安価で季節を問わずに手に入れられること。観葉植物として栽培していた



家庭も多く、子どもにとっても比較的目にしやすい植物であること。また、葉や茎が柔らかく、ビニール袋をかけても折れたり、引っかかったりすることが少ないため比較的扱いやすい植物であることがあげられる。

二酸化炭素と酸素の放出量の変化については、以下のようになった。葉の大きさ7~8cm、葉数25~28枚のものを使用し、気温26℃、明所にて設置、二酸化



炭素濃度16%、酸素濃度4%の人の呼気中にて濃度変化を測定した場合、4時間ほどで、元の大気濃度に戻ることが確認できた。

暗所に設置したものは、2%ほどの変化がみられたが、4時間で元の濃度に戻ることはなかった。

ポトスにかぶせる袋は、ジッパータイプのビニール袋を使用した。気体検知管を挿入しやすく、抜き取ったあと穴をふさぐ手間を省けることや袋に厚みがあり、気体検知管の熱でも容易に溶けないというメリットがある反面、大きさに限りがあり、大きな植物では使えないという点では制約される部分もあった。



### 植物の働きとして一般化する

実験結果から、子どもは植物の働きについておおむね確認することができたが、通常の空気の濃度にとどいていないという点に疑問をもち、その要因について話し合った。「時間をもう少し長くすればいい。2時間で1%の変化があったのだから、だいたい4時間くらいで元にもどると思う。」「植物は日光を浴びて、自分で養分を作り出すことができたから、日光が植物の活動に関係しているのだと思う。」など日光についての考えは、全員がおおむね一致したが、時間についての考えはそれぞれ異なった。話し合いの結果、天気の良い日の実験を行い24時間後の濃度を測定することとなった。

実験は、午前10時に最初の測定を行い、24時間放置した後、再び測定を行った。(濃度の測定方法は、前回と同じ。)結果は、1つの班をのぞき、ほぼ全グループが通常の空気の濃度に戻っていた。この結果から、子どもは植物が、二酸化炭素を吸収し、酸素を放出していること。世の中の大気の濃度の調整役を担っていることを理解することができた。

### (3) 光が当たらない間の植物の働きに目を向ける

前回の実験結果を受け、子どもは植物の働きについて理解することができた。しかし、同時にある疑問がわきあがってきた。

～子どものノートから～

(最初の)2時間の実験で1%の変化があった。24時間も時間をかけたのだからもっと濃度が変化していても良いのでは?

途中で濃度が元に戻っていたのだとしたら、それからの時間は、植物は活動をしていなかったのだろうか?

こういった疑問を出し合った結果、問題の方向が1つに向かっていった。

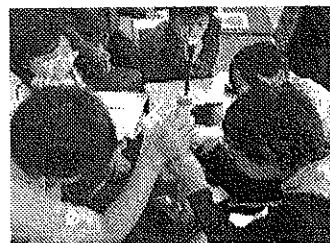
光の当たらない夜に、植物は何をしているのだろうか?

この疑問に対して、最初は「光が当たらないと植物は活動を停止している」という見方が大半であったが、「二酸化炭素を吸って、酸素を出すという活動は、人間に置き換えれば呼吸と同じ。何時間も呼吸をしないで生きていられるはずがない。」という見方に流れていった。更に交流を深めていくと、次のような仮説にたどりついた。

植物も我々と同じように呼吸をしているのではないか?

そこで、この仮説を確かめるために、明所と暗所での空気の濃度変化をと測定する比較実験を行った。暗所は、ダンボールを用いて設置し、明所との条件の違いをできる限り「光」のみに近づけた。

この実験に対して、子どもは、暗所での測定結果を、二酸化炭素濃度が増加し、酸素濃度が減少すると予想していたが、実際には、二酸化炭素濃度が1%減少し、酸素濃度が1%増えるという結果に終わった。



光合成の活動の盛んな時間帯に、突然ダンボールをかけて暗所にしても、すぐには活動の切り替わりが起こらなかったことが原因と考えられるが、その後の実験については、時数の関係と条件の制御の難しさから断念した。

今回の実験では、残念ながら植物が呼吸していることを実証できるデータは得られなかったが、植物の活動には光が密接に関係していることは理解されたと思われる。こういった一連の活動を通して、「植物は二酸化炭素を吸収して、酸素を出している。」という単なる知識としての見方から、植物が大気の濃度を調節する重要な役割を果たしていること、どんなに小さな植物でも同様の働きをしていることや植物の活動には光が密接に関係していることなどの新たな情報を付加していくことで、子どもの意識の中で「知のわかり直し」が行われたものと考ええる。

### (4) 成果と課題

今回の実践では、「知のわかり直し」をテーマにしている。8時間扱いの単元のうち、半分の4時間をあて、「植物の呼吸」に目を向けることで、植物の働きを多面的にとらえようとしてきた。

こうした多面的な追究活動を通して、「植物は二酸化炭素を吸収して、酸素を出している。」という単なる知識として見方から、植物が大気の濃度を調節する重要な役割を果たしていること、どんなに小さな植物でも同様の働きをしていることや植物の活動には光が密接に関係していることなどの新たな情報を付加していくことで、子どもの意識の中で「知のわかり直し」が行われたのはこの単元における成果と言える。

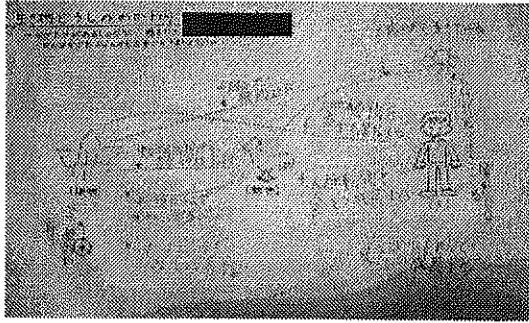
また、単元構成の部分に目を向けていくと、資料を使いながら問題意識を高めやすく、実験を通して事象にかかわりやすいという点で、人と植物との空気を通したつながりを単元の前半で取り上げることについても一定の成果を得られたものと考えている。しかし、単元全体を貫く柱となるものがなく、次の学習が単発で行われていた感も否めない。「日光」を柱にするなど、子どもがいつでも立ち戻れるポイントが設定されている単元構成を考えていく必要があると感じた。

(文責 中央小 松本 昌也)

### 3. 幌南小学校の実践より

#### (1) 生き物どうしのかかわり合いをとらえるために

下の図は、この単元を学習する前に「生き物同士のかかわり」について書いたものである。

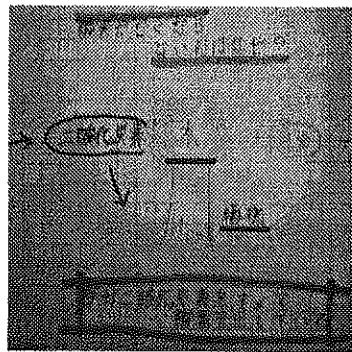


ほとんどの子どもは、太陽と水と生き物のかかわり、生き物どうしが食べ物としてかかわり合っていることが書かれているが、植物と人間や動物とのかかわりに、酸素と二酸化炭素の循環を書いていない。よって、単元を植物と動物や人との酸素や二酸化炭素によるかかわりに問いを生み、追究していくことが必要と考えた。

#### (2) 二酸化炭素を吸収するものを

「木」から「植物」へととらえ直す。

二酸化炭素の排出量の増加に対して子どもは、「木が二酸化炭素を吸って、酸素を出しているから大丈夫だ。」という意見が大半だった。その中に、「木だけではなくて、植物も二酸化炭素を吸収している。」という意見もあった。木が二酸化炭素を吸収することは知識として知っているが、小さな草などが二酸化炭素を吸収しているということに対しては、異論を唱える子どもがいた。このことから、校内のある鉢植えの植物を対象にして追究していくことにより、自分たちが出した二酸化炭素を植物が吸収しているのかどうかを明らかにするとともに、植物が二酸化炭素を吸収しているかどうかを明らかにしようとしていった。

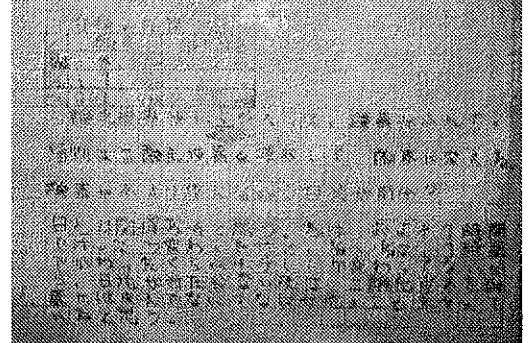


#### (3) 植物が二酸化炭素を吸収し、

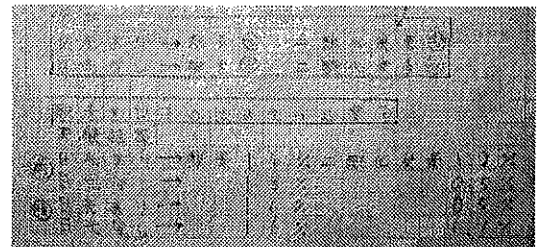
酸素を出すことをとらえる。

子どもは、鉢植えの植物にビニル袋をかぶせ、自分たちの呼気を入れて密封し、中の空気の変化から、植物の働きをとらえようとした。実験の結果は、1時間後の二酸化炭

素の割合が減って、酸素の割合が増えていた。このことから、子どもは、「植物は、二酸化炭素を吸収して、酸素を出す」ということをとらえていった。しかし、自分の予想よりも酸素の増加が少ないと感じた子どももいた。「1日ぐらい置けば、きっと酸素でいっぱいになるはずだ。」と考え、1日後の袋の中の気体の変化を調べることにした。



1日後、再度測定すると、酸素その量はどのグループも増えていた。しかし、酸素の量の増え方を1時間の経過した時の量から考え、酸素の量が増えていると考えていた子どもが多かったが、酸素の増加量は思いのほか少なく、増えない原因を追究しはじめた。「夜は人間と同じで休んでいるから、酸素の量は変わらない。」「夜は昼と違って日光が当たらないからかも。」など話し合う中で、日光の有無が二酸化炭素の減少や、酸素の増加に関係しているという見通しをもち、日光を当てた植物と日光を当てない植物の二酸化炭素と酸素の量を比較する実験を行った。



結果は、上記のノートのようにどのグループも、日光の当てなかった植物の酸素が減って、二酸化炭素が増えているという実験結果になった。この事実を踏まえ、「日光は、植物にとってのパワーのもとだから、日光が当たらないと二酸化炭素を酸素に変えることができない。」「日光が当たらないときは、人間と同じように呼吸をしている。」などという見方や考え方を培っていった。

このように、子どもは、曖昧であったり、納得できなかったりすることに対して、実験や友達とのかかわりの中でわかったことをもとに、自分の手で事象に対して働きかけていくことによって実感の伴いながら、わかり直していったと考えられる。

(文責 幌南小 福岡 翼)

## V 研究の成果

### 1. 子どもの知をつくるための教材化と単元構成

学習で得た学びを生かしながら、自分の学びを高める場の設定が「実感をともなってわかり直す」ためには必要である。

本研究では、身の周りの生き物の中でも植物を介しながら植物と動物とのかかわり、自分と自然環境のかかわりを「わかり直すこと」をねらった。

実践においては、子どもが興味に思っていることを浮き彫りにしていくこと、学習でわかったことを駆使して対象である植物にかかわることで、「木は二酸化炭素を吸収して、酸素を出している。」という単なる知識としての見方から、「どんなに小さな植物でも二酸化炭素を酸素に変える働きをしていること」「植物の光合成には、光が密接に関係していること」「植物が大気の濃度を調節する重要な役割を果たしていること」などの新たな学びを付加させていくことができた。

しかし、「わかり直す」ということは、自分がわかったことや学び得たものをもとに、自分の手で事象に能動的にかかわり、自分の見方や考え方をより強固なものにしていくことである。しかし、本実践の活動計画においては、子どもがもっている知識の中で興味なところや十分に納得できないことを、自分の手で明らかにしていくという活動が多かった。つまり、本研究においては、子どもの中では問題解決は行われていたが、その問題解決の中で培われた見方や考え方をを使って、自分の学びをより広げていくという活動は子どもの中からは、色濃く表出されなかった。

その要因として

①子どもの「わかり直す」活動を行う場が保障されていない。

②子どもの「わかり直す」活動の内容を具体的に想定していない。 の2点が挙げられる。

「小さな鉢植えの植物も酸素を出している。」ことをとらえた子どもは、「どのような種類の植物でも二酸化炭素を酸素に変える働きをしている」ということをより自分なりにとらえるにあたって、「他の種類の植物も酸素を出しているのだろうか。」といった追究活動に進んでいくと考える。つまり、自分の学びをより確立させていくために、学びとったことをどのような活動に発展させていくのか、どのような活動を行っていくのかをもっと子どもの視点に立って考えていくことが、「実感を伴ってわかり直す」ためには必要であったと考える。

また、本研究では、「植物と人間のかかわり合いの深さをとらえること、生き物どうしのかかわり合い、そのかかわり合いが生命を維持してくれて貴重なものであるということをとらえることができる。」という仮説を立てた。自分と植物とのかかわりにおいては、子どもに新たな見方や考え方が培われたと考えてよいであろう。しかし、自然環境との自分、他の動物との自分のかかわりについては、大きく変容したとは言いがたい。単元の中で、人と自然環境、人と他の動物のかかわりを「わかり直す」ような活動を子どもが取り組んでいける場面を設定していく必要がある。

### 2. 子どもが知をつくるためのかかわり合いの組織

互いの意見を聞き合い、違う視点も踏まえながら実験方法を考えていくことが、一人一人の子どもに「わかり直し」の手段や方法が生まれてくる。

植物をビニル袋で覆い、1時間から2時間置いた後の中にある酸素と二酸化炭素の濃度を調べる場面では、子どもは、植物が二酸化炭素を吸って酸素を出しているという事実をつかんだ。しかし、「酸素が少ししか増えていない」という事実から、「ポトスは酸素をあまり出さない植物だからかも…。」「きっと、時間をかけると出てくるはず。」などの考えが生まれてきた。このようなお互いの見方や考え方を明確にし、それを話し合うことによって、さまざまな角度から要因を明らかにしていこうとする子どもの姿が見られた。

そこで、植物をビニル袋で覆ってから24時間後の濃度を測定するという実験に向かっていった。測定の結果から、「通常の空気の濃度に戻っている。」ということをとらえていった。このことから子どもは、植物が二酸化炭素を吸収し、酸素を放出していることだけでなく、大気の濃度の調整役を担っているという新たな見方や考え方もつことができた。

このように互いの意見を聞き合い、違う視点も踏まえながら実験方法を考え、取り組んでいくことで、子どもにわかり直すための手段や方法が生まれてくる。その手段や方法を使って能動的に植物にかかわっていくことにより、働き、そして自分とのかかわりの深さを実感しながらわかり直し、一人一人の子どもに「新たな知」がしっかりと培われてくると考える。

(文責 梶南小 福岡 翼)

## VI 分科会より

### 1. 討議の内容

- ・わかり直しのとらえが曖昧だった。「何をわかり直すのか」「どこでわかり直しが生まれるのか」、わかり直しについてもっと詳しく定義していく必要があった。
- ・時間数から考えて、扱う植物の数は限定されてしまうと考えるが、ポトスで学んだことを他の植物にもつなげていくことや、複数の植物を対象として学習していくことによって、植物に対する子供たちの見方がより変容していったのではないかと。
- ・第2次や第3次の学習に問題解決的な学習がない。シラス干の解剖などを行っていくこともできる。また、ペールマン法・水草の光合成など実感できる体験活動はたくさんある。子どもの場数を多く設定していくとより、わかり直しが生まれてくる。
- ・単元を貫く柱が弱い。「日光」を中心に学習を展開していったり、「自分」を中心に据えて、単元の終末に「自分」と「環境」のかかわりのあり方を見直したりする学習もあるのでないか。
- ・第1次で学んだことを第2次で生かしていくことができなければ、「わかり直し」とは言えない。子どもの学びの連続性がある単元構成が必要であった。

### 2. 助言者から

平野 覚 先生（信濃小）

- ・子どもの実態をとらえ、「木は二酸化炭素を吸って、酸素を出しているけど、他の植物は？」というような子どもの曖昧な部分を明確にし、学習を構成していったことは価値がある。
- ・子どもは問題解決の意欲を持続することのできる単元構成の工夫が必要である。子供たちが、学習に対して興味をもつような驚きや新しい発見がある活動を構成していくことが大切。そうした体験を積み重ねていくことをしないと、わかり直しにつながらない。
- ・B部会もA部会同様、学習で使っていく教材についての研究を大切にしていく必要がある。
- ・学習全体のバランスを考えた授業作りをしていくことが大切である。学習内容にもかかわってくるが、目の前の実験や事象を通して問題解決していくことのできる学習を目指していく。

西 博志 先生（大谷地小）

- ・「何を」「何によって」わかり直していくのかを明確にしていく必要があった。子どもが取り組んでいる事象と生活の中での経験に関連付けていくことが必要になってくる。
- ・酸素や二酸化炭素の増減を気体検知管の数値だけで、驚きをもたせていくことは難しい。線香の火などを使って酸素の増加を確かめるなど、今まで子どもが培ってきた学びを生かしながら実証的に実感させる方法も考えられる。
- ・子どもが、環境を総合的に考えていけるようになるためには、多面的な見方を育てることが大切である。この単元を通して多面的な見方を培っていくステップを明確にしていくことが必要であった。
- ・授業中での「対話」とは、ただ友達の考えを聞くのではなく、自分とのかかわりを考えながら聞くことで実現するものである。常に自分ごととして考えていける学習展開や、かかわりが求められる。

## VII 研究のまとめ

自分たちと身の周りの生き物とのかかわりの中で、曖昧に思っていることを浮き彫りにしていくこと、学習でわかったことを駆使しながら生き物にかかわることで、一人一人に「わかり直し」を生むことねらった。研究の中では、自分と植物のかかわりについては、木以外の植物も自分たちの二酸化炭素を吸って酸素を出しているということ、実感をともなって理解していくことができたと考え、が、「わかり直し」という点から考えていくと、子ども自身が学び得たものを使って、自分の学びを広げていくという活動に発展させていくことができなかった。これは、「わかり直し」を一人一人に生むために必要な活動や単元の構成について十分に検討していかなければならないと考える。

今回、単元を第1次の生き物と空気、第2次の生き物と食べ物・水、第3次の生き物と環境とのかかわりというように3つのまとまりを作り学習を展開していった。その中で、第1次の学習場面には、自分の考えを確かめる場を設定し、子どもが主体的に自分と植物とのかかわりを見直すことができたが、第2次や第3次の学習場面には、それを設定することが難しかった。「わかり直し」を生むためには自ら事象とかわることは欠かせないということが、研究を通してわかってきた。第2次、第3次の学習においても子供たちの五感を使って学習していくことのできる活動を設定していくことが大切であると考え、「何を」「何によって」わかり直していくのかを明確にした単元構成を再構築し、「わかり直し」にはどのような活動が必要なのか、どのような場面に設定していくことが有効なのかを明らかにしていくことが今後の課題である。

（文責 梶南小 福岡 翼）

# 冬季研究大会

## 講演会

演題 「授業回想」  
講演者 高橋 敏憲（札幌市立北九条小学校長）



教師としての能力・知性、その有無が問われる時代となってまいりました。これは、アカウントビリティー、説明責任と言われていて、もう一つリスポンシビリティーという言葉があって、それは実行責任と言われていて、今の学校教育に問われているのは教師としての能力・適性の有無が一般的な保護者にも分かるように学校、つまり校長はその説明を果たさなければならない、と考えていただいていると思います。この、教師としての能力・適性について、現在、教育再生会議では、その教師の適性をはかるための授業を評価させてはどうか、ということが話題になっています。ですから今後、おそらく先生方の授業が評価される時代、保護者あるいは地域の方々によって評価される時代がやってきているのだと思います。そうしますと保護者はプロではありませんから、プロでない方々の評価と管理職がこれまでに授業してきたものと、ずれが生じてはいけませんから、管理職にとっては、授業を保護者にきちんと説明するという力が求められている時代が来ているのだと思います。

若い頃、私は中央小学校で2年間過ごさせていただいたのですが、懇談会がありまして、お母さん方から、「うちの子、このままでだいじょうぶでしょうか。」こういうふうに問われました。きっと今も皆さんそうだと思います。ところがここに答えられない自分がいるのです。教師として果たして何と答えればよいのだろう。もっと経験を積めば…、自分はまだ若いから答えられないのかな…、何と答えればよいのだろう…。これがずっと私が持ち続けた課題でありました。

「うちの子、このままでだいじょうぶでしょうか。」ということは実は自分の子供の個性理解を先生がきちっと把握していて、この子供はこのまゝいって中学へ行ったらこんな風になるよとか、高校へ行ったらこういう問題点が出てくるかもしれない、そういう教師としての見通しを持った専門性というものを親御さんは教師に求めているのだと、そんなふうに思いました。ですから個性理解を進めたいと、こう思ったのです。ところが個性といっても、生育歴も違えば、性格・気質・学力などの認知面・関心や興味のもち方、そういったもろもろの違いがありますので、何を個性の中心に捉えるべきかは当時、全く私は気づきませんでした。

こうして附属で、1年生をもつことになりました。昭和47年から8年間1年生をもつことがありませんでした。これは当時、平池先生が私のクラスの授業を撮ってくれたもので、砂遊びです。この時私ども附属で話題にしていたのは、子供たちが授業に取り組むとき、果たして教科の意識はどこで生まれるのか、ということです。何を考えていたのかというと、子供たちは次は算数の時間だよと言うから、算数の考えを見せるのであり、あるいは国語の時間だよと言うから国語の考えを見せるのであって、子供の頭の中には、もともと教科という枠組みは、ないんだということです。ただ何かをやっているときに、あっ、これは算数ではないかな、これは国語ではないかな、これは美術ではないかなというふうに教科が生まれてくるのではないかと思います。当時平池先生が研究部長だったと思いますが、子供が一番興味をもつ砂遊びをやってみると。どういうふうにやればいいんですかと聞きますと、ただだまってふっとぼしておけばいいんだ、ふっとぼしてというと表現が悪いのですが、ほって置きなさいと、そしたら自然と子供は活動を生むはずだ、と言われました。

ご覧いただいて分かるように、子供たちは砂場へ行くと、自然にいろいろな活動を始めます。水を止めて池を作ったり、お城を作ったり、川を作ったり、トンネルを作ったり、いろいろなことをします。これを見ると、子供たちは対象に夢中になっているわけですから、子供一人一人は、お城づくりはお城づくりの問題解決があるし、山づくりをしている子には山づくりの問題解決があるし、川づくりをしている子には川づくりの問題解決があるということなんです。ではこれは教科としては何なのか。考えてみれば、砂の中にしみこむ水のしみこみかたの違いということでは、これは理科の勉強になる。あるいは、お城を作ったり飾りを作ったり、これは造形的な勉強になる。あるいは地図を作っていれば社会科の勉強になる。というふうに思ったのですけれども、いずれにしても、子供たちは喜々として取り組んでいることは事実で、皆さんご承知の通り、1年生あるいは低学年の子供たちは、授業に飽きると、「おしっこ。」と言って、ほとんど授業に集中しません。でも、この授業はどこのクラスを使っても、市内いろいろな学校でもやっていただきましたけれど、どこの子供たちも、寒くてもおしっこに行くことはないのです。ひじょうに夢中になっている。

でもいったい何を評価すればいいのか、評価をどうすればいいのか。そのときに私の頭の中に浮かんだのは、今までお母さん方に言われてきた「うちの子、このままでだいじょうぶでしょうか。」これに対する答えがこの中にあるのかというふうに思ったのです。つまり、子供たちの将来に向けての伸びとか、子供たちが将来どんなふうになっていくのかということ、親御さんが期待感をもって評価を求めているのだとしたら、これは子供たちの将来に向けての意欲を評価したらどうなのか、この

砂遊びの中で意欲の評価にかかわることはできないのかと思ったのです。

それで、突然だったのですが私が北大の心理学の三宅研究室のほうへ走り込みまして、そこで当時今、教育大の臼井先生が助手で、当時まだ大きなコンピュータでしたが、そのコンピュータで計算していただきました。附属の先生方が子供の意欲を評価するときの評価の観点を、全部の学級で、あの当時12学級でしたが、12学級の先生方の通知票から全部要素を抜き出して、それをコンピュータにかけていただいて、結果的に割り出したのがこの8項目の表なんです。

これはどういうことかという、今でもうまくできているなど思うのですけれど、熟慮性(衝動性)と下にあります。物事に取り組むときじっくりと取り組むタイプと、衝動的にぱっと思いつきでやってしまうタイプです。これの対角線上にあるのが粘り強さです。だから逆に言えば衝動的な子供は、粘り強くないということになります。こうやって対角線で、好奇心はすごくあるけれども注意や集中が維持できないとか、ひじょうに積極的に物事に取り組んで独立心はあるけれども協力協調性がないとか、責任感はあるけれども想像力がないとか、こういうふうにして子供たちの意欲を評価することはできないだろうか、やる気・意欲の評価をというのをこの時うち出したのです。これは、皆さんのお手元にプリントがありますが、きっとまだ使えるのではないかと考えていますが、今、北九条では「素直さ」という項目を作っています。これは、子供たちをずっと見ていると、物事を素直に受けとめて、あっ、そうだな、じゃあやり方を変えてみようかと素直に受けとめてくれる子は、わりあいと伸びるのではないかという感覚的なものなんですけれど、北九条では入れているのです。

この図は要求水準・自己責任性・失敗回避動機・熟慮性…とありますが、実は MAAT という達成動機診断テストというのがあります。インターネットで調べてください。今でも使える診断テストです。失敗回避動機というのは失敗をすごく恐れる子供。例えば、跳び箱の時に、跳べるはずなのに一回跳んでみないとやってみようと思わない子。要求水準の高い子というのは、自分ではできないくせに、いくらでも跳べるよと思う子供。3段しかできないのに、いきなり8段跳んでみようとしたりする。要求水準が高すぎて自分のレベルがわかっていないとか、自己責任性というのは自分の責任にしないで相手の責任にしてしまうといったことです。この達成動機、これが先ほど言ったことの裏側にある、ベースになっている部分なのです。

こういうものを基にして、先ほどの表を作るのですが、当時41~2人のクラスでしたので、それぞれカードを作り、学校生活の登下校・遊んでいるところ・給食・掃除と、様々な場面でその子供たちの意欲の表れを捉えて、メモをしていったわけです。このようにして、この子供は責任感があるけれども、好奇心が弱いとか粘り強さが弱い、協力性が弱い、ちょっと衝動的なところがあるななどと書いていって、コメントをそえて、これでずいぶん、親御さんのうちの子供をどうしたらいいかということに対しての解答が生まれるようになったのです。

しかし、これだけではまだまだ精度が足りない。精度を高めるためにどうするのかというと、一日のうちで一番多くやっている授業の中でこそ、子供たちの個性を発見するのが一番いいのではないかと、そう考えまして、授業の中で、個性を発見しようと思いました。では、授業の中のどこで発見すればよいか。子供たちの本音が出てくれないと、個性が見えないわけですから、何とか子供の本音を出させるような授業をしないとだめだ。本音を出させるのがよい授業の重要な要件。だから授業の導入は、小山田先生に何度も教えられたように「あれっ」と思うような、そういう授業の導入を心がけると、子供たちは初めて本音が出る。「あれっ」というのは、お亡くなりになった山本先生が半知半解という状況、半分分かるけれども、半分分からない、当たり前と思うのだけれど、当たり前と思えない、そう言われてみれば不思議に思える、そういう状況に子供を陥らせなさいということご指導頂きましたがそういうことなんです。そういう「あれっ」と思わせるような授業の仕組みを考えて、指導案にして授業をやったら、子供たちの本音がより出てくるだろう。それを先ほどの表の中にプロットしていけばいいのではないかと。「あれっ」と子供たちが思うような状況は、自分はこっちの道を行くか、あっちの道を行くか、あれかこれかを選択しなければならない状況に追い込まれることを意味します。つまり、「あれっ」というのは、追い込まれると本音が出るということをも裏返して言っているわけです。逆に言えば「あれっ」という指導案を書いて、追い込まないと、つまり、先生が追い込まないと子供の本音は出てこないということです。いくら指導案が「あれっ」というような指導案になっても、先生が手をこまねいて、黙って子供の様子を見ているだけでは子供は本音を言わないということをお前は言っているのです。それに気づいたのは、去年、幌南小学校の後藤先生の授業です。彼は非常にいい学級経営をやっているんですね。缶の中の割り箸を燃やし続けるために、子供たちは「燃や



し続けるためにはどうしたらいいかな。あれっ。」と思うのです。指導案もできているし、学級経営も非常にいい。子供たちは、缶の中に割り箸を入れて扇ぐ、穴を開ける、上と下に穴を開ける…こういう方法が出てきました。ところが先生は、これを貼るだけなんです。貼るだけでは本音は出ません。「君はなぜそういうやり方をとるのか。」とつまづいたらダメなんです。これは予備授業の時、本番の時ももっとうまくいっているのですが、そう助言しました。「あれっ」と子供が言ったら、黙っているだけではだめで、追い込まなければだめなんです。「君はなぜこの方法なんだ。」というふうに問いかけないと、子供は本当の本音を言わないということを言いたいのです。ここの、もっとつまづいていくということが授業の中で重要だと思うのです。

いずれにしても、そうやって子供たちの本音が出たものをプロットしていくと、授業が終わって親御さんと懇談会の時に、「このお子さんは好奇心が旺盛で、積極性の高いお子さん、少々衝動的なところが見受けられますが、お家ではどうですか。」とか「粘り強さについては学校ではこのように見受けられますが、要求水準はこう見えますが、おうちではどうですか。」「まだ依頼心が強いのですが、お母さん、どうですか。」というように、私たちの専門性というものをもうちょっと高くもって、家庭の中に入り込んで、家庭の生育歴というのはどうしても子育てには関わってきますので、学校で見たものを媒介にして、もっと家庭と手をつないでいけるように、そのために専門性を磨き、こういう評価をしたらもっと親御さんと子育てについて、同じ方向を向けるのではないかと、そのように思ってきたのです。これはずいぶん役立ちました。

当時、1年生をもっておりましたので、1年の「かさくらべ」の授業を自分なりにやりました。これは参観日のときでした。水がたくさん入るのはどれかな、これは算数の授業で、お亡くなりになった佐藤昇市先生がやって見せてくださった授業です。「水がたくさん入るのはどれかな。」という子供たちは「あれっ」というふうに言うわけです。子供たちは「底が広い方がたくさん入る」「背の高いほうが入る」ということをあれこれ言うわけです。これは、ピアジェの有名な学説の一つですが、これをやっておきますとやがて、附属の子供には中には塾に行ったり家庭教師がついている子供もいるのですが、「先生、底が広いとか背が高いとか言っているけれども、コップで測ったら一発で分かるよ。」ということが一年生から出てくるんですね。私は「わあ、出た。」というわけで、「そうだね、コップで測ったらいいね。」ということで、机の上でやっているのをこぼしたら困るので、水槽の中で、コップで何杯かというようにやったんですね。ところが子供たちは、コップを使わないのです。いきなり、水槽の中にザーッと入れたのです。そして、「先生、何かテープない？」水面の高さに印を付けて、高さをセンチで測るのです。こうやって結果的に高さで量の多さを測ることが分かったのです。だから、子供たちはコップで測るということに納得しているように見えても、実は十分に水浸しになってやらないと、理解しないということが分かったと同時に、当初この瓶の中に入っている水をコップの中にとって何杯分と測るのが当然と私たち大人は考えたのですが、子供はコップの測り方は逆だと分かったのです。この瓶をからにして、コップの中に水を入れて、この瓶の中に何杯入っていくか、こういう考え方であることが分かったのです。この「コップで測ったらいい」というのも、実はまずやってみる、子供たちは行動しながら思考が起きてくる、低学年の特徴、つまり考えていることとやっていることはいつも一緒になっているということが分かるのです。これが授業編成に当たって考えたい低学年の特徴です。

その当時の1年生の磁石の授業は、磁石の端は力が強いということを教えるために、端に釘が一杯つくのはどうしてだろうという発問から授業を考えるのが一般的でした。そうすると子供たちはいろいろな意見が出るのですけれど、真ん中に行くに従ってだんだんつかなくなるのですが、結果的にすぐれた子供が、端の方が力が強いから一杯つくんだよ、という意見が出るように先生が誘導していくのです。磁石に一杯つくにはなぜという授業ですから、思考中心に考えて誘導していくのです。そして、最後に先生が釘の数でははっきり分からないので、粘土の幅の一定な物を作って置いて、この粘土玉はここにぶら下がるね、こっちへ行ったらほとんど落ちるね、だんだんこっちへ行くほど小さな粘土玉がつく…と、定性、手応えではこっちが強いと感じているものを、はっきりと両端で物の重さに置き換えて考えさせる、これは理科では大事な役割です。この中に一杯入っているというものが、じゃあ何杯入っているのかと量化して考える。これが定性から定量という見方なのですけれども、こういう考え方で授業をやっていたのです。ところがこうやってやると、誘導ですから、一部の頭のいい子供たち、有能な子供たちだけが発表して、他の子供たちは発言できない。それで私は、先ほどの水の授業と同じように、どうしてということをお問わない、なぜというとなかなか難しいので、磁石は端が強い

と言わせるにはどうしたらいいのかと思って、子供たちに釘と平たい磁石だけを与えて遊ばせたのです。そしたらこれが出てきたのです。ここで釘がダンスするのです。一人がこれを見つけると次々と伝播して行って「釘がダンスする?」「えっどうして」「なんでなんで」と、しばらくやっていると子供たちは磁石をだんだんこっち側へ寄せていくようになります。端っこに行くとその辺に磁石を置くと、ピューンと引きつけられるのです。そしてピッと張り付いてしまいます。子供たちはこういう現象を通して、「この釘がダンスするのは端っこが強いから、こっちに行きたいこっちに行きたいという気持ちがある、端っこが強いのでどっちも行けないからここで迷って迷ってダンスしている…」という表現を1年生なりにするんですね。低学年は、この授業から分かったのは、十分、端の力が強いということ、与え方によってはちゃんと見える、なぜというから難しくなるので、ある程度、具体的な操作の場を与えることが大事なのだ、ということが分かったのです。それで、私の頭の中では、「あれっ」という状況が生まれると、子供たちの頭の中ではなぜだ、どうしてこんなことが起きたのだというWHYという思考と、だったら、こうしてみたい、ああしてみたい、こんなふうにしてみたらどうだろうというHOWという両方が頭の中にフラッシュバックのように起きているのではないかと、WHYとHOWとがいつも出たり引っ込んだりしているのではないかと。ちょうど磁石の時そうですね、この「あれっ、ここでダンスをする」「なぜ?」WHYという気持ちと同時に「こうしてみたら?」「こっちに釘を持っていったらどう?」というHOWとが、この中で起きあがっている。そんなふうと考えてみると、低学年の授業の進め方が「あれっ」という事象提示になったら子供たちの頭の中にはWHYとHOWとが起きているから、十分にその現象に浸らせていくと、子供たちの中で自然に「これが解決なんではないかな。」というのが見いだされていくのではないかと、そういう低学年の授業の進め方が見えてきたのです。

当時、附属では教科担任制でしたので、1年生を持ちながら5年生の授業にも私が行くことになっていたのです。ちょうど5年生の火と空気の単元にはいるところで、そのときに今まで出たのは火が消える現象を提示して、その次に、「ろうそくの火が消えたね、どうしてかな。」子供たちは黙っているのです。先生はもう一言言います。「何か考えがあるなら、その考えを聞かせてくれないか。」これはちょうど先ほど言った「磁石の端っこが強いのはどうして。」というのと同じですね。なぜということを知っているのです。子供たちは、なぜと聞かれているからシーンとなって答えられません。せいぜい鋭い子供が「先生がふたをしたからさ。」正しいのです。ふたをしたから消えたのです。次に「先生が何か手元で揺らしたんでないの。」せいぜいこのくらいですね、出るのは。それで困ったのです。

これは、実はですね、小山田先生や山本忠雄先生が苦勞してお作りになった1時間の科学の授業の問題解決の過程です。事象からの問題発見、予想・仮説を立てる、実験方法の立案、実験、実験結果の吟味、問題の解決、未解決事象の整理と発展。これは全くその通りで、今でもみなさんが全国で学んでおられる、北海道が誇っていいと思いますけど、お二人が問題解決の科学的アプローチとして全校に先駆けてこの北海道で作られた問題解決過程ですが、この解決過程があまりにも良くできすぎていましたので、事象から問題発見を、さっきに戻りますと、これは事象から問題発見の場面ですね。だからここをいきなりWHYと聞いちゃったんですね。だからこの次の仮説を立てるところに行くのに難しかったのではないかと感じて、私はこの先輩の先生方の事象から問題発見の所をもうちょっと掘り起こしてみる必要があるのではないかと考えたわけです。

それで、高学年だって低学年同様に、「あれっ」と思ったら、頭の中にWHYとHOWと必ずあるわけだから、「あれっ」というふたをしたら火が消える現象を見せたら、先生と同じようなことが起こるかやってみようと言って、同じ道具をグループに与えてやらせてみる。先ほど低学年でやれといいましたようにやらせてみる、やらせてみたらWHYとHOWが出てくるのではないかと、そんな風に思いました。この時リトマス会、平田先生とか高橋承造先生と日野先生とかたくさんの先生方に、あの当時みんななかよしかったので、じゃあ俺の学級でもやってみるとデータをとってもらいました。どこの学校に行っても起こる反応というのを探そう、それを基にして授業案を作ろうということになりました。結果的に、WHYを考える子供とHOWを考える子供が、札幌市内どこへ行ってもあるということが分かったのです。「手品みたいにふたを揺らしたから消えたのではないかと」「はじめはふたを揺らしたから消えたと思ったけれど、中の空気がなくなったから消えたのではないかと」「瓶の中の水滴の水蒸気によって押し消されたのではないかと」4年生の先行経験があるので「中の空気がろうそくで暖められて膨らんで押し消されたのではないかと」とだいたい4種類のWHYの考え方。HOW

は「別の入れ物でも同じ現象が起きるのか、ガラスではなくて金物でもなるのか」これは子供の得意なこと、いろいろなことをやってみたくになります。そしてもう一つは「ろうそくでなくて、マッチでもなるか、線香でもなるか」こういうHOWの方法を考える子供。WHYとHOWが一緒に出てくることが分かったのです。ですからここで分かったのは、なぜだと思ふといきなり問うから反応が出てこないのが子供が「あれっ」と思ったら道具を与えて十分に操作させると子供は自然につぶやきを生みだす。つまり反応を生みだす。指導主事の時、私がよく言ったのは、「呟きという言葉は単純につぶやきといわないでください。」ということです。つぶやきは口偏に玄関の玄と書いてあります。玄関の玄は玄冬(げんとう)の玄。冬のことを玄冬(げんとう)というのです。真っ黒い冬という意味です。玄は黒いという意味です。ですから玄武岩(げんぶがん)の玄は黒いですね。口の中でもごもごとまだ真っ暗くて、はっきり言葉にならない状態を呟くと言うのだそうです。だから自分の中であれかなこれかなといういろいろ思うけれども自分の中でまとまらない、でも何か呟かざるを得ない。これがあれっということの一番の裏返しなんだという風に思いまして、呟きが出ればいい授業に一步近づいている、とよく申し上げました。

ですから先ほどの幌南の後藤先生の授業は、子供たちは燃やし続けるためにはどうしたらいいかと言ったとき、子供たちは何かかにか呟いていたのです。ボクはこうやってアオギたい、ではなぜそうアオぐの、君何て今呟いたの、というふうにつっこむと、授業も深まりが出てくるし、子供たちの考え方を明確に位置づけることができる。ですから子供たちがやろうとする方法を出してきたら方法の裏には必ず子供たちが考える理由 reason があるのです。それは、実は先生が「なぜ」と問いかねなければならないところもあるのです。ということが、HOWの裏にWHYがあるということです。

これは、先ほど北理研でも発表がありましたが発見が電流と磁石です。6年生で電池を取ると、釘がぼんと落ちる現象を見せます。子供たちは「あれっ」と言います。ここまでは予想通りです。「なぜ」を問わない授業でしばらく、小山田先生や木村先生や平池先生、特に山本先生は、ばかやろうとずいぶん怒られました。私は二年くらい附属で子供たちにゆだねる授業というのをやってしまったことがあるのです。ぼとっと落ちたのを見せてあとは子供たちにやらせればなしなのです。これは実に良くない授業だということをお話しします。なぜ怒られたかということもお話しします。これは、子供たちがやっていると、釘の代わりに砂鉄とかいろいろな金物で引きつけられるか試してみよう子供がでてきます。次にこの中の釘の部分を銅にしたらどうか真鍮にしたらどうかアルミにしたらどうかガラスにしたらどうか木にしたらどうかというふうに変えるグループが出てきます。次にコイルは磁石なのかどうかコイルだけを取り出して試すグループが出てきます。次に、これはどうしても引きつけるわけですから磁石になっているとしか言いようがない、磁石ならばNSがあるのではないかとということで、NSを一所懸命調べる子供がでてきます。こうすると、大きく分けて4種類のグループが一斉に授業の中で出てくるわけなんです。この子供たちに授業の途中で、さて、みんなの意見を聞いてみようとなると、釘の代わりに何か金物をつけることができるかと試すグループは、他のグループのことなんか関係ないのです。自分がやっているグループの活動に夢中ですから、他のグループの交流なんか意味を成しません。

「あれっ」と思って、せっかく勉強が始まって、いろいろな実験をやっているのですが、ここでお互いの意見を聞き合う場面が生まれません。これが先ほど申し上げた四人の先生方にばかやろうと怒られた一番のところなんです。「あれっ」と言って確かに子供たちはそれぞれのグループの問題解決を行っているのです。でも子供たちに交流が生まれません。それぞれの子供はそれぞれの子供の目標に向かっているからです。実はこれが、算数の習熟度別の授業ってありますよね。今日は算数の指導主事さんがいないので大いに言うてやろうと思ふのですけど、これはよくありません。「あれっ」と言った次の段階で、何をみんなは明らかにしようかと、ここで先生は一回かかわりをもたなければなりません。おまへたちはこれから何を追究しようとしているのかを子供たちに意識させることが必要なんです。それが四人の先生方にしかられたことです。ですから、先ほど言いましたように「あれっ」と言ってある程度の時間具体的操作をさせたら、次に子供たちの中に芯を木にしたらどうかとか、砂鉄はつくかとか、コイルは磁石なのかとか、磁石ならNSがあるかとか言うのですけれど、共通のキーワードは「これは磁石と見ていいのか」ということなのです。君が言っている芯を木にしたいというのは、これを磁石見ていいかどうかを調べるために木にする、こういうことでもいいのか、というふうに突っ込まないとだめなのです。突っ込むと磁石と見ていいのかということで、この実験を見直すことになるのです。「あれっ」と言ったら、子供たちの頭の中では、これが磁石だ、磁石だからNSがあ

る、このコイルが磁石なのかというWHYを突き詰めていこうとするグループと、砂鉄がいたら磁石と言ってもいかれるかもしれないな、芯を銅や木にしてそれもなれば、これが磁石だと言っていることになるかもしれないな、というふうに方法で磁石を言っていく。それから、全く分からない。まず一回こういう考え方に分けてあげなければならない。これが磁石と見てのかどうか、一回、先生が合いの手を入れてあげないと授業が深まっていけない。

つまり、子供の反応にかかわるのが教師の役割で、子供に「あれっ」と言ったらゆだねてしまったのでは、子供だけでは授業はできないということが分かったのです。それで、実は一斉指導形態の指導のよさということが、はっきりと私には分かったのです。「あれっ」と言ったら磁石と見ていいかどうか、先生がきちっとした一回縛りを入れることによって、これが本当の一斉指導形態に向いていく。実はそのときに、先ほど日野先生が帰るときにぜひ言ってくれと言われたのですけれど、一斉学習の一番のウィークポイントは、子供たちが言った意見は消えてしまいます。消えてしまうから子供たちは自分が言った意見を忘れてしまいます。忘れないためには、君が言った考えはこれだということをネームカードと一緒に板書の中に位置づけてやるのです。それに気づいたわけですが。板書をするということは一斉学習の中でとても重要なことなのです。板書の構造がちゃんとできていないと、どこに子供たちの意見を位置づけていかなければならないか決まっていけないですね。思いつきでは書けないですから。

結果的に私は小山田先生、山本先生、菅原先生が作った科学の過程をもっとシンプルにしたら「あれっ」と子供たちが言ったら頭の中には、WHYとHOWが渦巻いていますから、具体的な操作を加えさせて、問題発見の過程として大きく括ってやってはどうか、そしてその問題発見の過程ではな分からないという考え方と先ほど泉先生が言ってくださったけれど三つの反応群というのがあります、今日はやめますけれど、三つくらいの反応類に分けて、子供たちの問題発見の中で板書に位置づけていく。次に方法、ほくはこういうやり方をしたいという考え方で板書の中に位置づけていく。そして、大きく言えば三つの過程に分けたらどうかというふうに考えたのです。問題発見・方法の工夫・まとめと発展、これを15分、15分、15分。と考えたら45分の授業ですよ。こういうふうに考えたらどうか。ただし、問題発見に20分かける授業だってある。30分かけて、ここを10分、5分にする授業だってある。大きく三つと考えれば、先ほど六つくらいの過程がありましたけれども、授業が簡単にとらえられると考えたのです。

結論は授業というのは、指導案は「あれっ」と思わせる内発的動機付けを書くものであって、しかし、授業者は「あれっ」と思わせただけではだめで、おまえの「あれっ」というのは、磁石ということ調べようとしている「あれっ」なんだよ、と思わせるように発問していかなければならないので、授業者のやっている仕事は全て外発的動機付けなのです。よくありますが、一問一答の授業は、先生が全部発問してこちらに引っ張ってくる。こういう縦型の授業です。ところが教生さんの授業は、子供の反応に振り回されてしまって、教師の目標に全く行きません。私たちが求める良い授業は、子供の反応を見ながら、教師の外発的動機付けがあって、目標のほうに行って、スパイラルに行くのが一番いい授業だと考えるのです。ここにどうしても教師の技術として板書、ネームカードの位置づけ、発問だとかということが、ここに位置づけられなければならないというふうに思います。これは、うちでは国語と算数だけが研究授業のテーマですので、あとで国語科でもできますよということをお見せしたかったのですが。

ここまでのお話は一斉指導形態というよさが分かったという話をしたのですが、ところが今は、個性を尊重した授業ということで個別に授業をする、あるいは習熟度別にやる、能力別にやるのがいい授業だと言っていて、一斉指導形態というのは教師側の一方的な注入で集団を優先する没個性の授業だと主張する人がいます。これを今、反論したいと思います。この主張は正しいのですかと。この主張の裏にあるのはこういうことです。これは日本の学校教育に対する批判です。日本の学校教育は画一的で硬直的で、個人の顔が見えなくて没個性で集団優先だ。これは朝日新聞が主に取材しているのですが、朝日新聞の研究団体は、憲法13条に違反しているのが今の学校教育だという主張をやっているのです。全ての国民は個人として尊重される個人の尊厳を言っているのが憲法13条だと言っているのです。憲法13条で個人の尊厳をうたっているのにもかかわらず、軍隊のように集団主義をやっているのが今の学校教育だと言っているのです。そうなんですか。この人達の主張は、周りと同じように我慢をさせる、同じ制服を着て、みんな朝会に並んで、掃除をして、みんな同じものを食べる給食。みんな一緒にというのがキーワードです。だから、みんな一緒にしないと飛び離れたやつは、

人の目を気にするということになるから、人の目を気にする社会が日本の学校なんだと。こういう学校をやめて、西欧型の学校にしなければならない。これが主張です。特に日本の学校が悪いのは、一人はみんなのために、みんなは一人のためにというスローガンが悪い、こういう主張です。

日本の学校教育が、なぜ集団を重視するのかというのは、2004年度版の教育大学の大学院の心理学研究という本に、私が論文を書いていますので、大学から取り寄せて、気田さんがいれば、気田さんが持っていますので読んでください。この中に簡単に言いますと、私どもの日本の学校教育は、いい仲間だなあと一体感・連帯感で結ばれる集団づくりを学級経営の目標とします。これは、担任が、ぜひいい仲間になりましょうと言ったからといって、いい仲間になるということはありません。仲間づくりにはあるきっかけが必要なのです。どんなきっかけが必要なのかというと、間違いや失敗です。ある子供の間違いや失敗を、自分のするかもしれない間違いや失敗として、みんなでその子の間違いをみんなの問題として、取り組む。ここに学級経営という営みがあるのです。間違いや失敗は恥ずかしいことではない、自分もするかもしれないんだよと、一緒になってみんなで解決しようとするので、その人の弱みと自分たちの本音とが結びついて絆が深まる。例えば、逆上がりができない人がいる。みんなで助けてできるようにしよう、僕もこんな工夫してできるようになったんだよというふうにして。あるいは、跳び箱が跳べない子も、みんなの失敗として一緒になって解決する。ここが日本の学級経営の一番いいところなのです。好ましい仲間としての集団づくり。これは一昨年ですか、播磨さんが4年生の学級をもっているときの「子供が13人います。3人がけのベンチがあります。みんなが座るためにはベンチがいくつありますか。」 $13 \div 3 = 4$ あまり1、答えはベンチは5ついる。播磨さんのクラスはいいクラスだなと思ったのは、一人の子が、ベンチは4ついるでいいという。なぜって先生が聞いたら、ベンチは5つで確かににそうなんだけど、一人だけベンチに一人で座ることになる。ベンチに5人ぎゅうぎゅう詰めで座ればいいじゃない、一人だけ仲間はずれでかわいそうでしょ、というわけです。いいクラスと思いませんか。一人ではかわいそうだという考え方が出るというのは、とてもいいクラスづくりをしているのだろうなと思ったのです。実は学級経営というのは授業の中でできあがっていくものなのですね。授業と学級経営とは切り離せないもので、いい授業をすれば、いい学級経営というものなのではないかと思います。つまり、授業は学級経営、学校は集団活動を通して社会性を培って同時に思考力を育成する。

こういうことであって、周りと同じように我慢するとか、人の目を気にする社会とかいうのは、じゃあいったいどういうことなのかというと、実は京都大学の会田雄次という先生が日本文化の構造とかたたくさんの本を書いています。その中に、日本はもともと、稲作文化だった、したがって、稲作というのは同じ時刻に同じ所に集まらないと話にならない。そして、同じように汗を流すことによって、一体感を感じることができる。西欧のように、みんなと同じ所に行ったら狩りができないという狩猟文化とは違うということを言っているのです。狩猟文化というのはみんなと一緒にならないところに意味があるのです。稲作文化はみんなと一緒にならないと収穫の喜びが得られない。日本人というのは同じ時刻に同じ所に同じ汗をかく、こういう文化、つまり、異質な人を排除する文化をもっている。ちょうど、いじめがそうです。異質な者は認めないというのがいじめですから、もともと日本人は異質な者を排除し、同質化を求めるといいういじめの文化をもっているというふうに言っているかと思えます。

いずれにしても、この集団的な学校教育について、アメリカは今、日本の学校に学べと言っています。キャサリン・ルイスという人は「甘えと教育と日本文化」、算数では「ティーチング・ギャップ」という本を書いています。日本の教師をずっと数年に渡って調査したものです。日本とアメリカの教師の違いを、このように言っています。日本の教師は子供の間違いをわざと使って正しい答えを導く。これが日本の教師がアメリカと違って素晴らしく優れている点。この、間違いを使ってというのは、クラスに間違いを許容する家庭的な暖かい雰囲気があるからこそ日本の教育はできる。アメリカではこれはできません。アメリカは子供の自尊心を重視するし、級友を競争相手として見る文化が強いので、子供の間違いを基に授業をするのは、ひじょうに難しい文化をもっている。だから日本の学校教育は優れている。相手の気持ちを思いやるというのはアメリカよりも優れている。と言っているのです。「ティーチング・ギャップ」の中で、日本の算数が先ほど言った、集団でやる、能力別ではないですよ、集団でやる学習これが実に素晴らしいと紹介しています。これは最近、読売新聞に掲載されました。

このキャサリン・ルイスが下地にしたのは、アメリカの心理学者、シャルマンとケアリーという人

なんです。もともとアメリカでは能力というものは個人の中にあらかじめ備わっていると考えてきたのです。タレントという言葉があります。タレントという言葉は後ろにバイ・ゴッド、神によって授けられたという意味が隠されているのだそうです。タレントというのはその人自身しか持っていないもの、神によってもたらされたものという考えが能力なのです。だから、みんなそれぞれ能力が違うのです。そういう考え方でアメリカは来たわけです。ところが、集団的な研究をやっていくと、個人の能力というのは仲間によって開発されることがあることに気づいたというわけです。つまり、一人ではたいしたことはできないけれども、よい仲間にもまれると不思議といろいろなことができるようになる。これが集団による能力開発です。今、盛んにやっている能力開発ってそうですよね。これをシャルマンとケアリーが発表したのは昭和50年頃でしょうか。集団で過ごすことの意味ということなのです。

もう一つ京都大学の大学院の精神科医、鯨岡さんという人の文なんですけど、「自分の心はあくまでも自分のものです。でも、誰も自分の心のありようを、自分一人で作くり出すことはできません。自分の心ができるというのは、周りの人がいるからできるのです。」周りの人が自分の心に対して、うつし替えと言っているのですけれど、あなたの心はいいよとか、悪いよとか、周りの人が反応を示してくれるからこそ、これを意識したり、自分の心が出来上がってくる。一人で自分の心を作ることはできない。だから、集団の中で過ごさないと、自分という考え方はできないと言っているのです。集団の意味というのはそこにある。だから、能力別でやったのでは、自分の能力は開発できない。やっぱり、学級という集団の中で、いろいろな考え方とぶつけ合って、一斉指導形態の中で自分の考えをぶつけないと、自分のいい考え方はできていかないということなのです。

ある専門学校では、茶髪もピアスもOKです。どんな服装でも結構です。どんな時間帯に来て、あなたのやる気があれば、インターネットで資格がとれます。先生にさえなれます。ところが、この人達がいろいろな会社に面接に行ったら、資格は持っているのですけれど、受からないと言うのです。つまり、社会人としてのマナーとか、礼儀作法だとか、しゃべり方とか全くできていない。個人で自分の心は作れない。やっぱり集団の中で人付き合いだとか、コミュニケーション能力だとかという社会性を身につける必要があるということをやっているのです。

つまり、学校教育で一番大事にしなければならぬことは、集団で過ごすからこそ友情とか、感情とか自分の心が出るのであって、同時に先ほどシャルマンとケアリーの能力論で言ったように、自分の能力といったものも開発できるのです。だから一斉指導形態はまるで、個人の能力を閉ざすような悪い考え方だという方には、あえて私は声を大にして、集団だからこそ思考は伸びるし、友情や感情という社会性が出来上がるというふうに言いたい。一斉指導形態の授業というのはけっして、一方的な注入や集団優先の没個性の授業ではなくて、逆に言えば、個性を尊重して習熟度別・能力別にやることも時には必要だけれども、これが主ではない、従として扱うことだというふうに思っています。

私の求める授業がそういうわけですから、「あれっ」という知のふるえと、「あんな友達のような考え方をしていきたいな。」という、そういう子供たち同士が共感するような一体感、心のふるえ、それを称して「知のふるえと心のふるえ」があるような授業をやりたいと言っているのです。が、ある時、若い先生が知のふるえと心のふるえのどちらから始めればいいのかと。言われてみれば心のふるえは学級経営、知のふるえは指導案というふうにとることもできます。じゃあ、どちらが先なのか、両方ですか、そう聞かれたことがあります。以前、テレビで所さんの番組かな、吹奏楽か何やっていたことがあって、この中にうまく吹けない、一軍で吹きたい人がいるんですね。この人達は予備軍で、優勝という目標に行きたいからみんなが助けるわけです。うまく吹けない、どうしたらうまく吹けるか、これは知のふるえです。一番最初に知のふるえがないと、心のふるえは起きない、というふうに考えていただく一番わかりやすいのかなと思います。

先ほど「あれっ」というところで国語科でもできるということでしたが、「大造じいさんとがん」です。よくある授業は、「残雪は紅に染まっている、どうして?」「ハヤブサってどんな鳥?」「なぜ残雪は戦ったのかな?」…これは一問一答ですよ。これは先ほど言ったように先生の目標にどんどん引っ張って行って、先生の都合で子供の反応を拾っているだけ。この反対に、教育実習生がやると、子供を大事にしますから、子供の反応ではい回ってしまうのです。そして目標に全然行かない。この一問一答の授業というのは、例えて言えば塾の先生のような授業だろということ。子供たちがたどり着かなくてはならない目標が子供たちの中にあるのではなくて、先生の胸の内にもいつもあって、先生の言うとおりにやっていたら目標にたどり着ける。だから先生に黙って従っていけばよい。これ



が私たちの求める授業なんですか。私たちの授業は子供たちに主体的に行動したり情報処理能力、判断力を持ったり、独立心を持って自分自身の力でやり遂げることを求めるために日々授業をやっているのです。一問一答型の授業をやっていたら、先生の言うとおりについてこいということは、独立心を捨てなさい、先生の言うことは疑うでない、情報処理能力も判断力もなくいいよ、というのが一問一答型の授業になりはしませんか。こういうのは国語の先生に多いのですけれど、先生が発問して一問一答型にやっていくという授業形態のスタイルというのは、実はその人の教育哲学に、主体的にと言葉では言っていますが、本当は私の言うとおりについてこいという、子供に依頼心を生む授業をやっているのだと思います。ですから、私はこういう授業を見たときに、あなたの教育哲学は、はっきり言えば、子供の主体性を育てる授業ではありません、こう言うことにしております。

したがって、一番最初に授業をやるときにやらなければならないのは、知的なふるえをどうやって起こすかというところで指導案を考えなければならない。知的なふるえをどうやって起こすかというときに考えるのは、「大造じいさんとがん」という文章を読みとったら、この文章のどこに「あれっ」と子供が思うようなところがあるのか、文章をを何回も読みとらなければならないですね。「あれっ」というようなところを作らないと、子供のめり込んでいく授業はできない。そして、その時に「残雪は大造じいさんのおりの中でひと冬を越しました」という文章を「あれっ」というところに投げ込んだらどうかというふうに言ったのです。これはどういうことかということ、先ほど言った良い授業には知のふるえと心のふるえがあるということですが、まず一番最初に知のふるえが起きなきゃならないので、本当はこの残雪が死んでしまえば大造じいさんは狩人ですから、他の雁を取り放題にできるわけです。せつかく瀕死の重傷でいるのにおりの中でひと冬を越させるのです。いったいこれは何だと、私はこんなじいさんは頭がおかしいのではないかと。瀕死の状態のままほっておけばよかったのではないかと。それをわざわざおりに入れて助けるというのは、自分の仕事をどんどん狭めることになってしまって、お金もとれないし、新しい鉄砲も買えないし、新しい家だって作れないということで、頭がおかしい…ということをお聞きして授業したらどうかな、というふうに言ったのです。もし、そういうことに反応して、あっ、そう言われてみればそうかもしれないなという子供が出たら、ここで半知半解の状況が生まれて、もう一回文をよく見るようになる。理科で言えば、「あれっ」と言ったらもう一回事象をよく見るということですね。国語で言えば、「あれっ」と思ったら、その文章を食い入るように見つめる。そういうふうになれば、残雪がかわいそうだから助けようという反応を生む子供と、残雪を回復させて正々堂々と狩人としてこの鳥の頭目と改めて戦おうじゃないかという気分になったのではないかとこの考え方でですね、こういうこの物語を深めて読んでいくことができれば、もっとも子供たちは面白い読みができるのではないかと。いろいろな考えが出たときに、自分は、さてどの考えをとればいいのかと、みなさんだって不安になりますよね。不安になったら誰かの意見を参考にしたいのです。あの人の意見だったら…というのが心理学でいう、モデリングです。子供たちは自然に誰々ちゃんの意見と同じようになりたいというモデリングが生じる。それがだんだん、僕は何々ちゃんのような国語の時間は考え方でやっていきたいなというふうに、そのモデリングが、心のふるえになっていく。ですから、知のふるえが心のふるえになるようにやっていくというのが授業の中でいいのではないかと思っただけです。これは本校の高田学級の様子です。今年の4月から放送大学で放送されますから、これは、先生が呟きにくっついているところですが、このあとの授業のお楽しみははテレビでご覧下さい。

本校の授業は一斉指導形態の中で「あれっ」と思わせる授業をやっているのですけれども、一斉指導形態の弱点は子供たちの意見が消えてしまうということです。そこでネームカードが大切になります。できるだけ子供たちの言った考えを板書の中に位置づけ、押さえる。子供自身も自分の言った意見をいつまでも鮮明に意識して考えを変えることがない。この子供はいつもこういう考えをもっているんだということが分かるのです。どんな授業もネームカードを貼って子供たちに意思確認をする。それには当然板書の機能というのも考えなくてははいけない。板書がきちっと構成されていなければ、いい授業というのはできないのです。うちの先生方の授業では、ネームカードを貼るときに、必ず分からないという子供を一番最初に貼ってもらうことにしています。うちの学校に来なかつたら気がつかないかもしれないかもしれませんが、考えてみると、授業は子供たちを分からないところから分かるところへ持っていくのだから、板書の中で分からないという子供を位置づけることが大事なのですが、逆に言うといい学級経営をしていないと、分からないと言える子供は出てこないですよ。うちの先生方が分からないという子供を板書の中に貼ってくれるということは、いい学級経営をしている裏返しにな

っていると、ちょっと自慢しちゃってますが…。

先ほど「大造じいさんとがん」の時に「あれっ」というところを感じるのに何回も読んでくださいと言いました。では理科では、「あれっ」と感じるようなところをどこで探せばいいのか。これが、私が先ほどから何回もお名前をあげている先生方からお叱りを受けた点なんです。高橋君のはしつこいというふうにですね、子供たちの反応を位置づけるのに精一杯だったのです。聞かなくてもいいこともどんどんしつこく聞いていたのですけれど、それは実は何が足りなかったかといったとき、遊びでゆだねてやる部分というのが足りなかったと思うのです。僕自身は子供の考えをしっかりととらえて自分自身としては満足なんです。子供は苦しくてたまらないということがあったんだと思います。それを指摘されたと思うのですが、もう一つは、授業を考えると子供たちが「あれっ」ということをいつも考えていたのです。それは教師としての専門性の生命線なんです。いつも子供に「あれっ」と言わしめるのは何かを考えていかなければなりません。いつもぼやっとしていてはダメなんです。つまり、これが素材の教材化ということです。

これは影踏み遊びです。影踏み遊びを校庭でさせます。影踏み遊びそのものは素材です。これが教材になります。教材になるというのはどういうことか言います。この線の中で遊ぼうと先生がラインを引いたとします。これがもう既に教材化です。校庭の中に枠を作るとこの中でしか逃げられなくなります。さて、朝遊ばせします。こちらから日が差したとするとこちら側に影ができます。この線に立っている限り鬼にはならないということがわかります。次に昼に遊ばせします。太陽が上に来ます。朝はこっちでした。昼はこっちです。子供たちの中に「あれっ」という言葉が出てきます。太陽に関係あるのではないかと思わしめたら、教材化が成功したのです。つまり、単なる遊びだったのが、線という枠を引くことによって、「あれっ」と思った、教材化なのです。これを忘れないでください。やっぱり太陽に関係あるのではないか、だったら夕方だったら…？です。夕方だったら太陽はどこにあるの？夕方だったらこっちに逃げればつかまらないのではないかと類推させるのです。そうすると、先生あのね、太陽の動きと影は関係しているんじゃないの、ということになって、じゃあ先生、それをはっきりさせるのに、屋上から影のでき方を見たらどうか、粘土板に人形を置いて影を調べたらどうか？とか、そういう見方ができるようになります。こういうふうにできたら、初めて、理科のねらいである客観的に物を見るということに近づいてくる、単なる遊びじゃなくて。

先ほど言ったように知的なふるえ「あれっ」といった指導案を作って、彼のような考え方でやってみたいというモデリングを成就させたら、心のふるえが起きて、そういう知的なふるえと教材化というのは密接にかかわっている。資生館の今年研究授業をやった先生の授業なのですが、はさみをいっぱいつないだら電気がどこまでつながっているというふうに言うんじゃないかということを授業の中で表したいというふうに言ったのですが、僕は、こういうことを考えてみたらどうかと、これは缶詰の缶です。この缶の上と下は電気がつくのです。ところが、間は色が塗ってあるからつかないのです。間はつかないのにここ（上）とここ（下）をつなぐと電気はつくことに、子供たちは「あれっ」と言ってどうするかというと、ここが上と下と同じような金属でつながっているのではないかと想像するわけです。そして、方法が出ます。こここのところに穴を開けたらここからここまでつくか、裏側だったらどうかと言って、見事に何の変哲もないスーパーに売っている缶詰の缶が、先生の与え方一つで「あれっ」という教材化になっているという事例です。資生館の先生お二人に、授業が始まったら、実は授業の前日までに80%は終わっているんだよ、その日の研究授業というのは20%なんだよ、と言ったのです。80%は何かというといっぱい細案を書け、TCTC…と、先生が何と発問するのか、子供は何て言うか、次に子供は何て言うか、どこで何を実験するのか、この時に何分かるか、ということを見事にやってくれました。佐々木さんと増谷さん、西洋紙に、4～5枚くらい何回も書き直したでしょ。それから板書構成も考える。今はデジカメがあるんですから、デジカメで撮ってうちへ帰って風呂に入りながら板書構成を見てください。この授業はここがこれがポイントだったのかなあ、いや違うポイントだったのではないかな、板書をもう一回考え直すかという細案も書き直さなければならなくなります。

みなんさんの授業の問題は三つあります。一つは「あれっ」という素材を教材にする過程をもっと真剣にやってほしいということ、二つ目は、板書を考えてくれ、板書を考えてないということ、それから、板書を考えたなら、細案を徹底的に考えてくれ、そしたらおそらく、こちらにいらっしゃる聡明な先生方ですから、ほとんどの方が、素晴らしいいい授業になると思います。これが、先ほど言った平池先生の、導入に15分、判断に15分、まとめに15分。私がいままでできなかったのが、どう



しても導入に長くなるのです。これに30分くらいかかったりするんです。それで、最後のほうは、しつこいと言われたので何とか10分くらいで終わらせて、残りを35分で終わるように工夫しました。導入が長いと観客は帰ってしまいます。問題の前に他のクラスに行きたくなくなっちゃうんですね。導入はある程度ぱっと終わらせる方がいいかなと思います。

これは、私たち大人が当たり前と見過ごしている中に子供が「あれっ」と思うことが必ずあります。先ほどの水のコップの例だけではありませんけれど、ぜひ、普段から子供たちが「あれっ」と思うことを拾っておいていただきたい。それが実は、教師としての感度を磨くことだと思います。私は小山田先生が副校長で、佐藤昇市先生が研究部長の時に「高橋さん、俺はおまえに授業の技術はいくらでも教えることができる。でも、あんたに教えられないものが一つある。何かというと授業のセンスだ。センスだけはおまえに教えられない。」と言われたのですけれど、僕はこの言葉を忘れられません。私も今同じように先生方に助言としていろいろなことをノウハウとして教えられます。しかし、「あれっ」とか、こういったらうまくなるのではないかという先生方の感度は、先生方お一人お一人のものでしかないのです。あなた方のセンスはあなた方ご自身で磨くしかないのです。親御さんから、この先生は感度がいいとか感度が悪いとか思われるときは、あなた方自身のセンスが問われているのだと思わざるを得ないのです。

私が理科にのめり込むきっかけになった授業についてお話して終わりたいと思います。これは新卒の2年目で、4年生で、木村先生に指導をいただいて、気温と地温ということでした。地温を測ったあと気温を予想させるという授業だったのです。私が予想した授業は、地温と同じように正午ころにこうなるというグラフを子供が書くと思ったのです。そうすると一人の子がこういう右肩上がり直線を書いてきました。なぜって聞くと、だって先生、空気は朝からずっと暖め続けられているからどんどん上がっていく、そして夕方になって太陽が沈んだらすとんと下がる。こういう考え方の子供なのです。面白いな。このへんでやめておけばよかったのですけれど、もう一人本間君という子が出てきて、こうだと言うのです。太陽は最初地表に低いところに見える、だんだん天の高いところに行ってまた地表の低いところに行く。だからこの動きからいうと地表が一番近いときが一番温まる。太陽が一番高いところに行くとき地面から一番遠くから今度は低くなる。そしてまたもどって来る。こういう考え方です。最後にもう一人やられてしまいました。これは晴れの日の気温、時間が余ったのです。それであろうとか、じゃあくもりの日はどうかと言ったのです。本間という子供がまた出てきて、こう書いたのです。先生、雲の厚さは一定じゃない。薄いところと厚いところがある。だから気温もこうなる、と言ったのです。

このとき僕は、子供があれっと思えることはいろいろなところに転がっていて、うわあ、面白いな、こういうことを授業をやって、ものの考え方をして、科学に親しんでいかれるということは、本当にうれしい面白いことだなと思って、理科は専門だったのですけれど、実験やるのはめんどくさいですよ、やめようかと思ったのですけれども、ぜひやってみようかと思って。この授業やったときに参観した先生に予想ばかりさせて確かめのない授業だとずいぶんお叱りを受けましたけれど、横について指導してくださった木村先生に絶対あやまるな、突っぱねろと言われてまして、そのころから突っぱねる癖がついてしまいました。これは指導教官のせいでもあります。しかし、何れにしても、附属に参りましていろんなことを教わって今日に至ったのですが、先ほどの鯨岡さんの話ではないのですけれども、私がこうやって一つの考えをもてるようになったのも、実は自分の一人でもてるようになったのではなくて、菅さんとか日野さんとか平田先生、承造先生とか佐藤裕之とか、もうたくさんいっしょにリトマス会をやっていた方々がいろんな口論をして、酒飲んだり、本当にけんかもしました。そんな授業ならいいんじゃないかと、森本先生とも五十嵐先生とももう本当にけんかをして、みんなの考えをちょうだいして自分なりに消化をさせていただいて、今、提案させていただいているんだと、まさに、自分の考えは集団の中で作り上げられたんだと思って本当に感謝しております。みなさんもぜひ、いろんなところでお話し合って自分の考えをつくっていただければありがたいかなと思っております。

最後に、こういう機会をつくっていただいて、本当に感謝しております。ありがとうございました。



## あ と が き

事務局長 島 谷 光 二

平成18年度北海道小学校理科研究会札幌支部では学習指導要領改訂の試行内容を取り込んでの先導的な研究が多く実践されました。

研究部の提案からも、研究主題「学び合い「知」をつくる問題解決」の解明に向けて、新たな授業づくりの手立てが示されています。

- 1 自然を体験する学びから科学的な「知」をもとめる授業をしよう。
- 2 子供が「学び合い」を必要とする授業をしよう。
- 3 子供が「知」をつくり出す過程を自覚できる授業をしよう。

この三つの「授業をしよう」は、本会研究の伝統である「子供が問題解決する姿」を授業で実現することを原点に戻り構築しようとしたことに他なりません。私たちは、「科学的な見方や考え方ができる子供」「自然の巧みさを感じ得る子供」に育てようと授業研究を続けてきました。その授業で、教師は子供の注意集中するのは事象のどの部分なのかを明らかにしたり、多様なものの見方や考え方を集団の中で位置づけたり、自他の違いや着目の仕方を追究に結び付けて問題解決の促してきました。そのことが、事象について再現性・客観性・論理性を求めて「科学する子供を育てていく」と考えてきました。

授業で、まさに子供が学ぼうとしていることに即応して、その子の「知」として価値づけて、「子供が育っているかどうか」を中心に各学年部会で多くの検討がなされてきました。

ですから、若い先生を中心とした研究活動は研究発表授業研究8授業、秋季授業研究会4授業と12授業の公開とめざましいものがありました。

さらに、研究成果や課題を明らかにするため、研究発表グループの実践を踏まえた8研究発表を行う「冬季研究大会」も新たに開催し、多く会員の皆さんの参加をいただきました。その検討会では、さらに必要とする課題についてご助言やご示唆いただくことができました。ありがとうございます。

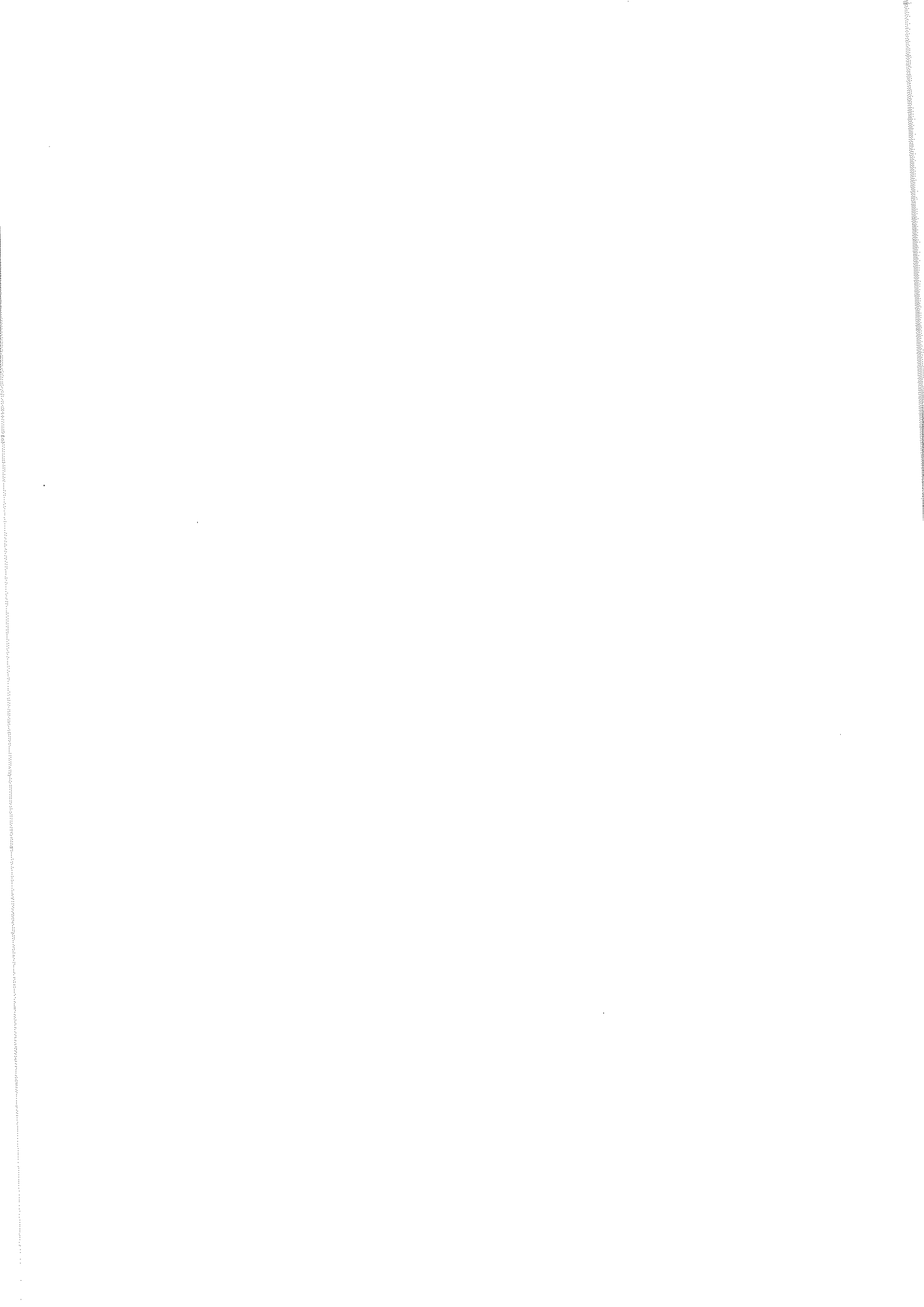
また、元会長・北九条小学校 高橋敏憲校長からは「授業回想」という演題で、子供の問題解決のあり方や子供の見方や考え方を板書に位置づけ問題を追究していく授業構築についてご伝授いただきました。誠にありがとうございます。

さて、全道大会は、19年度道南支部主管で函館市立南本通小学校を授業会場に開催されます。北理研の研究実践の交流が全道に広がり、各支部に新しい理科教育の充実を志向する教員が着実に増えているように思います。

とくに、平成17年度に札幌市立宮の森小学校大会で提案された「エネルギー環境教育の教材開発にかかる各学年の研究」は3～6年まで多くの単元構成・授業試案が作成され実践されています。19年度道南支部の函館市立南本通小学校で開催される全道大会では、道南支部会員がさらに内容検討を行い5年「電気をためよう」などの試案単元で授業公開を考えています。

会員の皆様の授業に対する真摯で熱意にあふれた研究が全道に広がり深まりをみせていることに敬意を表します。また、本会研究活動に対してご助言・ご指導をいただきました多くの皆様にお礼を申し上げます。





**北理研**

Hokkaido  
syogakko-Rika  
kenkyukai  
sapporo