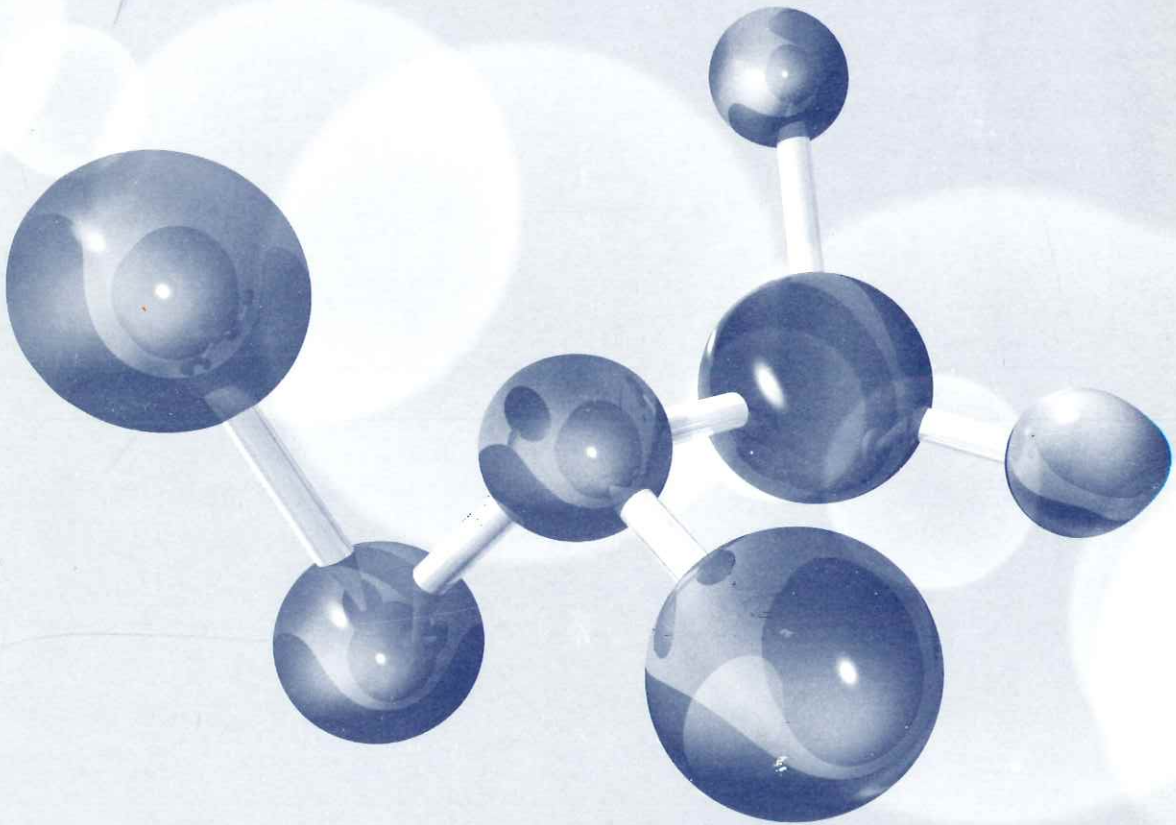


平成19年度

札幌の理科教育

2007



札幌支部研究紀要14

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

『美香保大会』を意識し更なる飛躍を

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「今年度の努力の成果」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、この1月に取り組んだ「第2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北海道教育大学 臼井 博教授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。「現場を元気にしたい」という気持ちが伝わるすばらしい内容であったと思う。若い先生方も今実践していることに自信をもち、更に研究を深めていくこと、そして、その成果を広めることの重要性を改めて感じた。北理研のネットワークを更に広げ、理科好きな子どもとともに理科好きな教師をふやさなければならないと決意したところである。

我々のためにご指導くださったことに深く感謝している。

第54回北海道小学校理科教育研究大会・函館大会を函館市立南本通小学校で開催した。私は、この大会を通して、教材開発は「授業構築の原点」と改めて感じた。どの授業も、子どもに「どんな教材」と出会わせ「どのような力」を育てたいのか、はっきりとした主張と自信をもって取り組んでいたこと、そして、教師も子どもたちも生き生きと楽しく学習を展開していたからである。

子どもたちはこのような授業を体験して、自分なりの「知」を獲得し、友達との交流や更なる体験を通し、その知を「より確かな知」に変えていく。この過程こそが『科学をつくる』ことであり、子ども自身にとっての大きな喜びになると確信している。

最近読んだ本の中に、東京大学名誉教授 東 洋氏が「教育の活性化」と題して、「教育は、ただ新しければよいわけではなく、いつの時代にも教育は、伝統を受けつがせるという面と新しい可能性を拓くという面とがある。」と言っている。

伝統をもとに、新しい考えも加えた教材の開発も必要である。先達の実践を改めて学び、新しい感覚を加味した研究を更に深めよう。

さて、次年度の9月5日(金)、第55回北海道小学校理科教育研究大会・釧路大会を釧路市立幣舞中学校を会場に開催する予定である。はじめての小・中合同での研究大会である。新指導要領では小・中の連携を考え、2分野になったと聞いている。この大会で小・中が現在行なっている教育活動をお互いが理解し合う絶好の機会になればと考える。そして、この機会を日常的な小・中の研究交流のスタートに発展させたいものである。そして、次々年度は札幌市での美香保大会である。今まで「たくわえた力」を発揮できるよう万全の準備をする年にしよう。

最後に、我々を指導していただいた佐藤(和)校長、中野校長、佐々木校長、後藤校長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、長い間のご指導に感謝の気持ちで一杯である。

札幌支部研究紀要第14集 —札幌支部の研究—

目 次

■会長あいさつ

「美香保大会」を意識し更なる飛躍を 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 「じしゃくのひみつをさがそう」
- 第4学年 「ものの温まり方」
- 第5学年 「もののとけ方」
- 第6学年 「水溶液の性質」

■冬季研究大会 研究発表 第1部

A部会：エネルギー環境・教材開発の視点から提案

- 第3学年 「明かりをつけよう」
- 第4学年 「電気のはたらき」
- 第5学年 「たくわえられる電気」
- 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

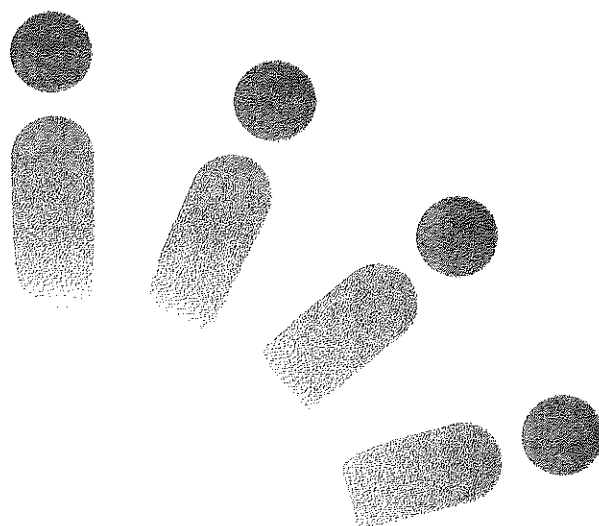
B部会：理科の問題解決のあり方から提案

- 第3学年 「明かりをつけよう」
- 第4学年 「電気のはたらき」
- 第5学年 「もののとけ方」
- 第6学年 「水溶液の性質」

■あとがき

事務局長 島谷 光二

研究主題



研究主題 学び合い、「知」をつくる問題解決

只今から、本研究会が本年度目指してきた理科学習の在り方について、提言させていただきます。

本来の子どもの姿

- ・はじめて見るものに感動する
- ・事象の不思議さに夢中になる
- ・自然事象に対して自らかかわる
- ・自然の規則性を発見しようとする

理科が大好き

「子どもの理科離れ」が危惧されている今日、様々な機関の調査から子どもの理科に対する実態や改善の方向が報告されています。しかし、残念ながらその報告には、子どもの本来もっている、自然に対する姿を生かした改善はほとんどありません。

しかし、日々の理科を学習する子どもの様子を思い浮かべてみると、はじめて見るものに感動する姿、事象の不思議さに夢中になる姿、自然に対して自らかかわる姿、自然のきまりを見つけ出そうとする姿など、瞳をキラキラと輝かせながら、何かを感じ取る様子を私たちに数多く見せてくれます。

現在、子どもの直接体験の不足や社会性の不足が問題になってはなっています。しかし、こうした子どもの姿は、昔から変わっていません。つまり、本来子どもは「理科が大好き」なのです。

理科における問題解決の学習

教材化
単元構成

子どもの
素朴概念 日常性

子どもの本来の姿を生かした

授業の構築

「生きる力」

「確かな学力」の育成

私たちは、一貫して「子どもの問題解決」の在り方について研究してまいりました。そのために、子どもがも

っている素朴概念、見方や考え方と、子どもの日常性に着目しながら、理科の学習を通して子どもに「生きる力」「確かな学力」を身に付けさせていこうと努力してまいりました。

そう考えると、私たちが授業を構築していく上で大切にしなければならないことは、子どもの実態を肯定的にとらえ、子どもが本来もっている「理科が大好き」という姿を生かし、知的好奇心がわき上がるような授業を創造する必要があると考えました。

そのために本年度は、私たちが行ってきた授業、子どもに求めていた学力をもう一度見直し、研究主題である『学び合い、「知」をつくる問題解決』に迫ろうと考えました。

研究主題

学び合い、「知」をつくる問題解決

「知」をつくることは、単に知らなかったことを知るだけではありません。子どもが自らの体験を通して、今まで何げなく接していた自然事象に、過去の経験や既にもっている知識との関連性を見つけ、新たな意味づけをすることです。

では、「学び合い、「知」をつくる問題解決」に迫るためにどのような授業を目指すべきなのでしょうか。

本会では、目指す授業像を次のように設定し、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きました。

いいかえますと、学習の主体者である子どもが、理科の問題解決の学習を通して、友達と仲良くなったり（社会性の育成）、自然の中でたくさんの経験をしながら喜んだり、驚いたりして自然の法則や規則を学んだり（知識の獲得）、夢中になって自然事象を観察し、大好きな実験を繰り返していくなかで、自分から自然にはたらきかけていくことで、新しいものを見つけていったりする

姿がたくさん見られる（科学的な見方や考え方の育成）
授業を私たちは目指しているのです。

目指す授業像

- 理科の学習を通して、友達と仲良くなる。（社会性の育成）
- 喜んだり、驚いたりしながら自然の法則を学ぶ。（知識の獲得）
- 自分から自然にはたらきかけ新しいものを見つけていく。（科学的な見方や考え方の育成）

今年度、そうした背景を踏まえ、授業改善に向けて、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」をつくるための「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。

一つめの重点を「『知』をつくるための教材化と単元を構成する。」と設定いたしました。

「知」をつくるための教材化と単元を構成する

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

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重点の1ではねらっています。

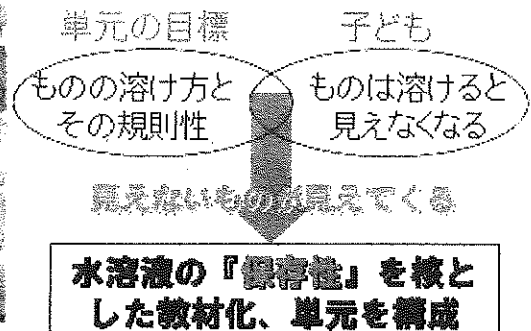
先にもお話しいたしましたが、教材化や単元を構成するに当たって、私たちはどうしても学習内容を重視し、そこから子どもの思考や活動を考え、難しい授業に陥ることが多々あるのが現実としてあります。

そこで本年度は、学習内容と子どもの接点から教材化や単元構成を構築するといった手だてではなく、単元の目標と子どもの接点から、もう一度教材を見直し、単元を構成していく方法を検討していくこととします。私たちが、この単元で子どもに身につけてほしい力は何か(教師の願い)、子どもがもっている素朴概念や知識をもとに、意欲的に事象に繰り返しかかわっていくためには、どのように授業を設計していくべきかを詳細に検討してきました。

本年度秋季研5年部会の「もののとけ方」の実践から述べさせていただきます。

秋季研5年

「もののとけ方」



この単元では「ものの溶け方とその規則性についての見方や考え方もつようにする」ことが目標となります。この目標のもと今までにも様々な実践が行われてきました。子どもにとって、「ものが溶けて見えなくなる」という現象は、すぐに捉えていきますが、「見えなくなったもの」つまり、水溶液の中に溶けた物の存在については、なかなか納得がいかないものです。そこで、単元の目標と子どもの接点から、「見えないものが見えてくる」、つまり水溶液の中に溶けた物の存在、「保存性」を核とした教材化を行い、単元の目標に迫っていこうと考えたのです。

単元の柱に保存性を位置付けたことで、次のように単元を構成しました。

秋季研5年

「もののとけ方」

「保存性」を考える
きっかけの場

溶けたものはどこに？

水溶液のかさが増えたよ

ガラス棒に白い粉が…



水溶液が重くなってる

「保存性」を認識する場

◇ものが溶けていく様子から、溶けたものの存在に目が向く場

◇「溶けたものはどこに」ということから、「保存性」を考えるきっかけをつくる場

子どもは「水といっしょになった。」「見えなくなっ
てなくなった。」「見えない小さな粒になって…」と、
自分のイメージをもとながら、水の中にある証拠を探し
ます。それが、『溶けて見えなくなった物の存在を追い
求める場』です。「水溶液のかさが増えたよ。」「ガラス
棒に白い粉が…。」「水溶液が重くなってる。」と「保存
性」を認識する場として学習することができました。い
ずれも子どもが自ら事象に働きかけながら追究は進みま
した。

秋季研5年

「もののとけ方」

「保存性」を
実感する場

溶かしたはずなのに？



関係づけ

溶けきれなくなっ
て

・どこから
・温度は
・量は

冷えたから
でてきたの
かな？

◇温めて溶けて見えなくなったものが冷えて析出
してくる場を「保存性」を実感する場

前日、温度を上げて溶かしたはずのミョウバンが、ビ
ーカーの中にたまっています。子どもは、すぐに、温度
と関係づけることはありませんが、温めると溶ける、置
いておくと、ミョウバンがまた出てきます。どんな風に

出てくるのか、場所や温度など、視点を変えながら事象
にかかわっていきます。「冷えたから出てきたのでは、」
と温度と関係づけたとき、子どもは自ら冷やす活動を行
います。

この実践では、保存性を核の教材化しています。です
から、子供たちは、出てきた量に着目し、グラフをもと
に溶けきれなくなっ出てきた、つまり意味づけをして
いこうと活動しました。

こうした、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を進めていくことで、子ども
は自分の中に「知」をつくっていくのです。

二つめの重点には、『「知」つくるための『学び合い』
を組織する。』と設定しました。

「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、判断の差異点
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

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、判断の差異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重点2はねら
っています。

そのために、「どうなると思う」とか「○か×か・A
かBか」など教師が結果や事実を問うのではなく、「な
ぜ、そう考えたのか」「何をもとにそう考えたのか」と
子ども考え、判断に迫る場を設定することが教師の役割

「知」をつくるための
「学び合い」を組織する

自然事象

子どもの体験
や経験など

あれ、こうなるはず
なのに？

おかしいぞ、思った
ようにならない

驚き、矛盾

疑問、困惑

問題場面

それぞれの多様さが引き出される

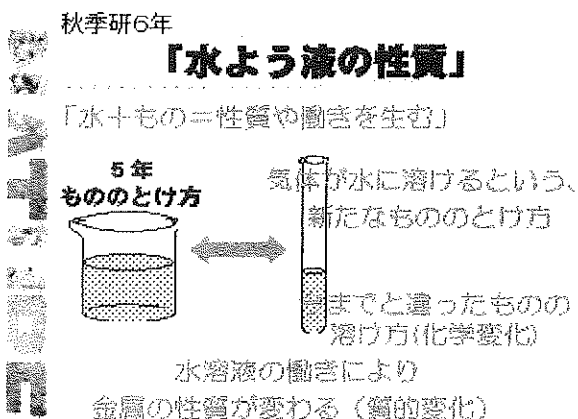
として重要となります。

そこで、本年度は、学習展開の中で、自然事象または教材と子どもの中に「あれ、こうなるはずではなかったのに」「おかしいぞ、思うようにならない」といった問題場面を位置付けていきました。

問題場面とは、子どもが自分の体験や経験、素朴概念や既習概念に働きかけても説明しきれない状態、つまり心的に不協和な状態に直面したときと捉えます。

こうした場を設定することで、子どもは問いをもち、それを追究するために、自分なりの事象へのかかわりやその結果からその事象への判断が生まれます。つまり、一人一人の見方や考え方の多様が生じ、それらが「学び合い」の中で焦点化していく過程に見方や考え方の変容は見られるのです。

本年度秋季研6年部会の「水溶液の性質」の実践から述べさせていただきます。

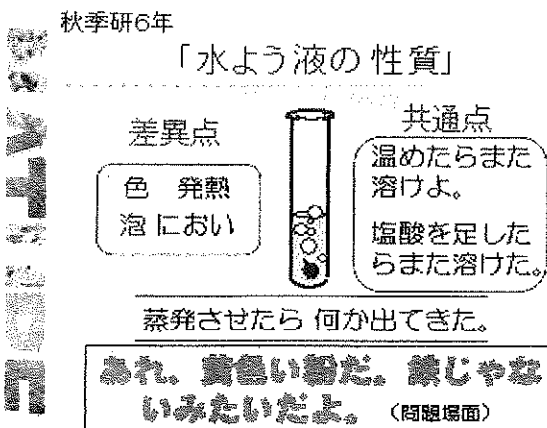


この単元では、子どもに「水溶液の性質や働きについての見方や考え方をもちようにする」ことが目標です。水溶液については、5年生の単元「もののどけ方」で、ものが溶けていく様子とその規則性について学習してきました。そこで、本単元では、「もののどけ方」の既習を生かし、水溶液に対する新たな見方や考え方を子どもが身に付けていけることをねらいました。

学習を進めていく上で、次の流れで子どもに水溶液に対する新たな見方や考え方を身に付けさせていきます。

本単元で学習する、金属の質的变化は子どもが実感することは、過去の実践からも難しいと報告されています。ここで、質的变化に対する見方をもつために、今年度は「学び合い」をしっかりと組織し、金属と塩酸の反応について多面的に判断し、「塩酸に入れた金属の性質が変わった。」という実感を生むように学習展開を設計しま

した。



「塩酸に入れた鉄が溶けて見えなくなる」という事象の中では、「発熱」「におい」「気体の発生」という現象が起きます。ここの注目させることで、子どもはこれまでの既習、そして「もののどけ方」で学習したことと比較し始めました。

「食塩やミョウバンのとけ方とちょっと違うよ」「でも、鉄は溶けて見えなくなったよ。」「炭酸だって泡が出るよ。」と子どもそれぞれの事実の見取りを、共通点や差異点と分けてはっきりさせていきました。

ここまでの学習でも、常に5年生の「もののどけ方」で学習したことと比較してきていますので、子どもは、鉄が溶け残った塩酸を温めたり、塩酸を足して溶かしたりする活動を自らつくり出していったのです。共通点を明らかにしていきました。

しかし、水溶液を蒸発させたとき、問題場面が生まれたのです。蒸発させて出てきたものは、鉄には全く違うような黄色い粉です。

子どもは、蒸発乾固して出てきた黄色い粉に鉄の性質がないこと、鉄が溶けるときの発熱や泡の発生、においなど、「塩酸に鉄が溶けるどけ方」と「食塩が水に溶けるどけ方」は違うという新しい見方や考え方をもち、試験管の中で起こっていることについて推論していきま



子どもはこの実践を通し、実際の現象や追究した結果を「学び合い」によって意味づけしていくことができました。そして「学び合い」を通して「塩酸が働いて鉄の性質を変化させた。」という質的な変化と水溶液の働きを実感しわかることができると考えました。

「今回、「問題場面」を設定し、多様さを引き出し、判断の差異点や共通点を明らかにする場設定することができました。「学び合い」により、仲間と共に自分の考えが確かなものに変容させ、科学的な見方や考え方を自分たちで獲得することができたのです。

三つ目の重点は、「新たな可能性を切り開く教材開発をめざす。」と設定いたしました。

**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

昨年度と同様に、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、今年度も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。

秋季研3年
「じしゃくのひみつをさがそう」
「磁石」を「性質や働き」
で見つめていく

「砂鉄の模様」

本年度秋季研3年部会の「じしゃくのひみつをさがそう」の実践から述べさせていただきます。

これまでの実践では、磁石における性質を個々の扱って調べたり確かめたりする授業が多く実践されてきました。本実践では、今回「砂鉄の模様」を追究の中核となる事象として取り上げ教材化することで、子どもは「磁石の性質や働き」を総括的にとらえることができると考えました。

秋季研3年
「じしゃくのひみつをさがそう」
磁化した虫ピンの模様

虫ピンが磁石になった!
端っこが強いよ!
NとSがあるよ!

実際の授業では、磁石から離しても虫ピン同士がくっついているという事象に疑問をもった子どもたちがその不思議な力をさぐるために、虫ピンに砂鉄をつけました。磁化した虫ピンの端に砂鉄が多くついている様子から、多くの子どもは「虫ピンがじしゃくになった」と考え、虫ピンに磁石の他の性質があるかを自ら調べていく活動が生まれたのです。

このように、新たな素材を使い教材化することで、私たちの力を高めていくことを目指しました。

以上のように「仲間とのかかわり合いを通し、みんなで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みつけ、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。

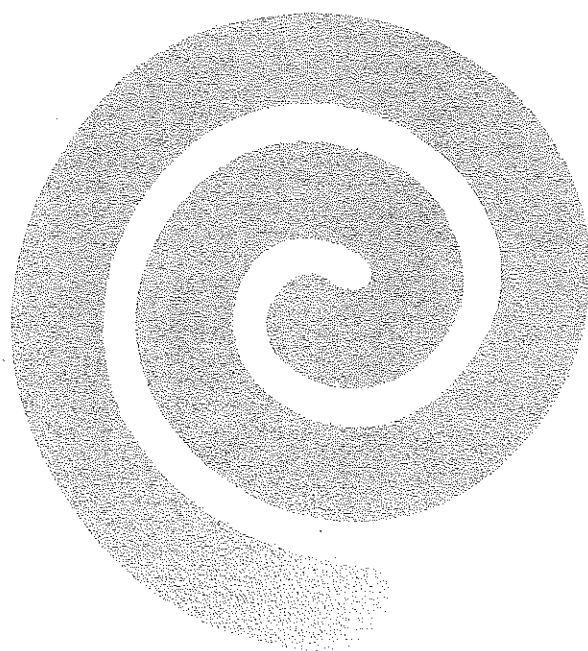
まだまだ説明不足の部分や言い尽くせないところが多くあり、あいまいなどころもあったと思います。皆さんと共に授業づくりを進め、実践を重ねていく中でより分かりやすくより焦点化していきたいと思っております。

どうぞよろしくお願い致します。
ご静聴ありがとうございました。

<札幌支部研究部>

松田 諭知 (北園小)	相高 秀彦 (屯田北小)
田邊 芳明 (西岡北小)	高屋敷 優 (中央小)
古川 勉 (緑丘小)	

秋季授業研究会 公開授業



3年「じしゃくのひみつをさがそう」の指導について

児童 3年3組 男子17名 女子19名 計36名
 指導者 三浦 貴広 (桑園小)
 協力者 播磨 義幸 (附属小)
 坂地 敦志 (幌西小)

本時の問題解決

【子どもが動き出すために…】

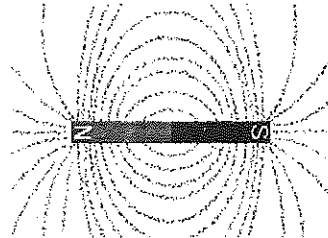
磁石の周りにできる「砂鉄の模様」を切り込み口に、磁石の性質や働きに迫っていく。「砂鉄の模様」を引き起こす磁石の力をとらえていくのである。

磁化した虫ピンの周りにも、磁石と同じような「砂鉄の模様」ができることに気付くことが、極の存在を追究するきっかけとなる。本時では、事象を手がかりにしながら、「磁石と同じような力があるかもしれない。」と問題意識をもち、虫ピンにも磁石と同じようにN極とS極があることを明らかにする姿を想定している。

磁石の周りに砂鉄をおくと模様ができる。

【磁石の極】

- ・端っこに…
- ・2点に集まる…
- ・異極同士では…
- ・つながるように



【磁石の働き】

- ・離れていても…
- ・間に物を挟んでも…
- ・鉄の仲間を…
- ・遠くに離れるほど…

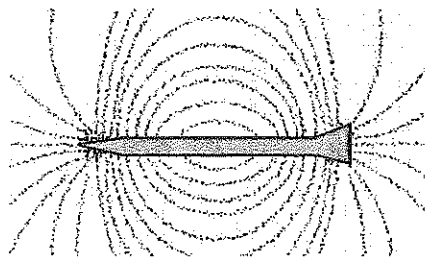
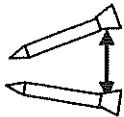
磁石の周りには砂鉄の模様のように力が出ているよ。

片方につけた
だけなのに…

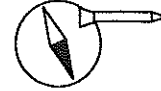
【本時の問題意識】

虫ピンの周りにもうっすらと砂鉄の模様ができるよ。
磁石と同じような力が出ているのかな。

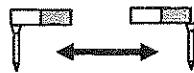
磁石と同じように、引き付けあう向きと退けあう向きがある。



磁石と同じように、方位磁針に近づけると決まった向きで引き付けあうよ。



磁石の向きを変えて虫ピンに付けると、虫ピンの極の向きも同じように変わるね。



磁石と同じように、虫ピンにもN極とS極があるね。
同じような力が出ているから「砂鉄の模様」ができるんだ。

1. 授業づくりの重点

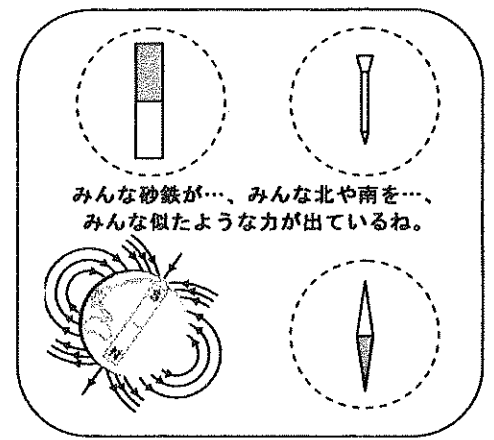
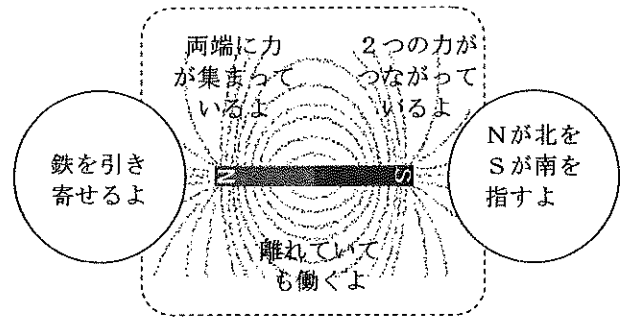
(1) 「知」をつくるための教材化と単元構成

① 「砂鉄の模様」の教材化

「磁石は磁石」「釘は釘」というように、ものを「見た目の形状」や「製品名」でとらえる3年生。本実践では、そのような3年生が「磁石」を「性質や働き」で見つめていくことがねらっている。

これまで「光」や「電気」を対象にした追究活動に取り組んできた子どもにとって「物の性質や働き」を対象に追究活動を深める初めての単元である。「見た目の形状」や「製品名」をもとに別の物と考えていた「磁石」や「釘」「方位磁針」「地球」を「性質や働き」という観点のもと「仲間」として見つめていくことができるようになることがねらいである。機械的に個々の磁石の性質について抽出したり、それらが目の前の事象に当てはまるかどうかを確かめたりする活動だけでは不十分である。

「砂鉄の模様」を追究の中核となる事象として取り上げ教材化することで、子どもは「磁石の性質や働き」を総括的にとらえることができると考えている。「2つの極があること」「鉄を引き寄せること」「離れていても働くこと」といった磁石の性質が、砂鉄の模様を生み出す背景を追うことで明らかになる。また永久磁石や磁化した鉄、方位磁針から出る「性質や働き」をとらえ、それらの磁石を「仲間」として見つめることができるのである。



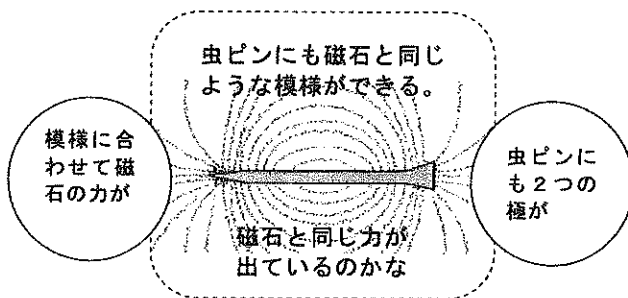
② 「砂鉄の模様」を追究の中核にした単元構成

子どもは磁石の力を「砂鉄の模様」を通してとらえようと事象にかかわる時、ただ付いたか付かなかったか、という事実だけでは終わらない。粉末状の砂鉄が柱のように立ち上がった時、縞の模様と並んだりする様子不思議さから、そこに存在している磁石の力の様子に目を向ける。

子ども自身が「この線のところには磁石の力が集まっている」「このような向きで力がでて」「2つの極のちからはつながっている」と、磁石の性質や働きを見つめていこうとする単元構成を考えた。

本実践では、「砂鉄遊び」をきっかけに「砂鉄の模様」の不思議さに迫ることを子どもの追究の目的となるよう単元を構成した。第1次では、常に「砂鉄の模様」に立ち戻りながら、永久磁石の働きや性質を関係付けていく。子どもの個々の発見が学級全体の追究として位置付けられ束ねられていくのである。子どもはそれぞれに見つけた事象を「砂鉄の模様」に意味付けながら「磁石の周囲ではこういうことが起こっている」と「磁石の性質や働き」をとらえていく。

さらには、磁化した鉄の周囲にも、永久磁石のときと同じような「砂鉄の模様」ができることに気付かせること



によって、「極の存在」という磁石の性質に目を向けさせる。見た目や用途が全く違うものとしてとらえられていた「磁石」と「虫ピン」や「釘」が、その周り起こっている「磁石の性質や働き」という視点で見つめられたとき、本実践で目指す「知」を子どもがつくっていると考えている。第3次では、さらにそれを地球規模にまで広げ、「性質や働き」で物をとらえることの意義や奥深さを感じさせていきたい。

(2)子どもがわかるための「学び合い」の組織

① 虫ピンの両端に砂鉄が付くという事象で「砂鉄の模様」に向かわせる

磁石に付けた虫ピンの両端に砂鉄が付いている、という事象は、磁化した虫ピンのもつ磁石の力を調べたいというきっかけとなる。さらに「砂鉄の模様」に向かい続けてきた第1次での経験から、ここでも「砂鉄の模様」の様子を知りたくなる。

永久磁石に比べて、弱い力しかもたない磁化した虫ピンの周りにできる「砂鉄の模様」は、よりはっきりさせたいという子どもの思いを引き出す。虫ピンの周りに、永久磁石の時と同様の砂鉄の模様ができることに気付いた子どもは、より詳しい性質や働きが調べたいのである。

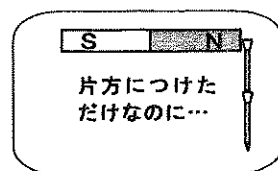
② 虫ピンでも「砂鉄の模様」ができるという事実で問題意識をもたせる

虫ピンの周りにうっすらと砂鉄の模様が生まれる事象を目にした子どもは、どうしてそのようなことが起こるのか問題意識をもつ。単に模様ができることに問題意識をもつ子どももいれば、片方に磁石をつけただけに虫ピン全体が磁石のような働きをもっていることに問題意識をもつ子もいる。個々の見方や考え方を引き出しながら、不思議な点をより明らかにしていくことで問題意識も焦点化していく。本時のねらう「学び合い」の価値の一つがここにある。3年生という発達段階を考え、個々の問題意識を明らかにし合い、より強め合っていく姿を目指しているのである。

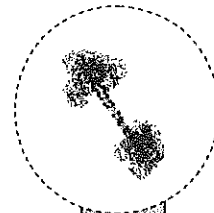
③ 永久磁石と磁化した虫ピンの周りにできる「砂鉄の模様」の共通点に目を向けさせ、極の存在を明らかにする活動へと向かわせる

虫ピンに磁石をどのように付けても、虫ピンの周りには「砂鉄の模様」ができることをとらえていった子どもは、それまで「鉄を引き付ける力」しか意識していなかった磁化された力について「極も存在するのでは」という思いをもち始める。幾何学的な模様の様子が、2つの極から出ている磁石の力を想起させるからである。子どもは、これまでの経験を生かしながら、磁化された虫ピンの新たな力を探っていくことになる。

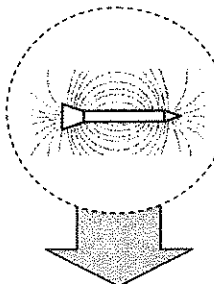
「虫ピンに移った磁石の力は…」「磁石と同じように…」と、磁石の性質や働きについての共通点を見つけながら、永久磁石と磁化された虫ピンとを仲間としてとらえていく姿をねらって学習展開を考えている。



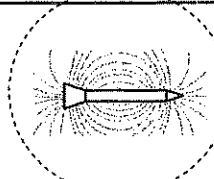
両端に砂鉄が付くよ



磁石のように砂鉄の模様までできるよ



どの方法でも、どの虫ピンにも磁石のような「砂鉄の模様」ができるんだ。



磁石の力が両端に集まっている。N極とS極なのかな。

《単元の目標》

総 磁石の周りある磁石と、それに付く「砂鉄の模様」に問いをもち、磁石に付く物や磁石の働きを比較しながら調べたり、見出した問題について興味関心をもつ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考えをもつようにする。

関 磁石に物を付けたり自由に動くようにしたりしたときの現象に興味・関心をもち、進んで磁石の性質や働きを調べようとする。



また、磁石の働きや性質を使って、ものづくりをしようとする。

科 磁石に引き付けられる物と引き付けられない物とを比較して、それらの違いを考えることができるとともに、磁石同士や磁石に引き付けられる物との間を空けても引き付ける力が働いていると考えることができる。

実 磁石を使って付く物を調べたり着磁させたり、ものづくりをしたりすることができ、磁石に付く物や磁石の極性を調べ、記録することができる。

知 物には、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があることや、磁石に付けると磁石になる物があることを理解しているとともに、磁石の異極は引き合い、同極は退け合うことを理解している。

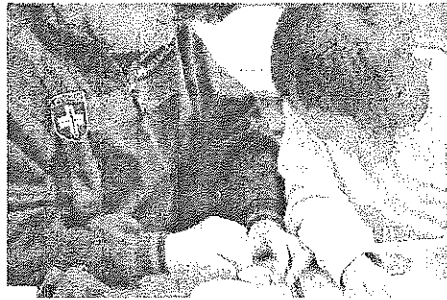
2. 授業記録 (10/16)

子どもの反応	教師の対応
<p>○前時までのふり返りをし、それぞれの予想を発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂鉄は鉄だから、つくと思う。けど、先のほうにウニみたいに立つと思う。 ・時間がたったら力が抜けると思うから、早くしないとつかないと思う。 ・磁石の力は少し長い間もつと思うし、少しは模様ができると思う。 <p>○実験の準備、方法の確認をし、準備ができてから始める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・模様ができているよ! ・ええ、模様なんてできていないよ。 ・虫ピンの先っぽにくっついて ・真ん中にはついていないよ、だから、先の方が強いんじゃないかな。  <p>○結果の交流をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・紙の上に虫ピンを置いて、砂鉄をかけてトントントンってやったら、端の方は付いたけど、磁石と同じでまん中は付かなかった。 ・トントン相撲やっていたら、砂鉄が磁石を見ているあれができた。 ・ちょっと離れたところの砂鉄が虫ピンを見ていた。 <p>○虫ピンが磁石と同じなのか、磁石の性質を想起しながら考えさせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・磁石は、少し離していてもくっつく。 ・磁石は、同じ極ではつかない。 ・磁石は、紙を挟んでも力が伝わる。 ・磁石には、強い弱いがある <p>○実験の準備、方法の確認をし、準備ができてから始める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あれ? 方位磁針が逃げた。たぶん N と S があるよ。 ・青色のところが付いたのは、虫ピンを磁石につけていたから、磁石の力をちょっともらったんじゃないかな。 ・(方位磁針の上に虫ピンを置いて) ちょっと待って、N と S、あるんじゃないかなあ。ほら。どっちが S でどっちが N だろう? 	<p>○前時までの流れを板書に表す。</p> <p>○実験をする際の、手順について確認をする。</p> <p>○机間を巡視しながら、正しく実験ができていないか確認をする。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>改善のポイント① 磁石の性質を「極(N極・S極)」があるという見方で系統付ける</p> <p>虫ピンのまわりに模様ができる現象と、鉄を引き付ける力が端に集まっているという極の性質に対する見方とを結び付けて考える姿が想定よりも少なかった。</p> </div> <p>○虫ピンが磁石と同じなのかを調べる方法を考えるために、磁石の性質や働きについて再確認する。</p> <p>○虫ピンを動かした時の方位磁針の動きについて、一人一人の考えを引き出す。</p> <p>○実験をして、気づいた事などをノートに記録させる。</p>

- ・こっち（先っぽ）だと虫ピンの先くっついて、こっち（頭）だと、虫ピンの先がくっつかない。
- ・青い方がくっついてくるのがSじゃないかな？
- ・あ、逃げた。（反対でやってくっついたのを見て）あ、磁石だ。やっぱり磁石だ。

○結果の交流をする。

- ・頭の方は方位磁針の青が逃げて、先っぽの方は白いのが逃げた。
- ・S、Nがありそう。
- ・虫ピンの向きによって、逃げるのとくっつくとうとするのがあった。



- ・方位磁針で試したら、銀色の部分は虫ピンの頭を近づけるとくっついてきて、先を近づけると逃げて、青い方がくっついてきた。
- ・きっと、頭の方がSで先の方はNなんだ。
- ・S極とかN極とかは、つけた場所で変わるんじゃないのかな。

○どちらがN極、S極なのかを次時に調べることを告げ、本時のまとめをする。

改善のポイント②

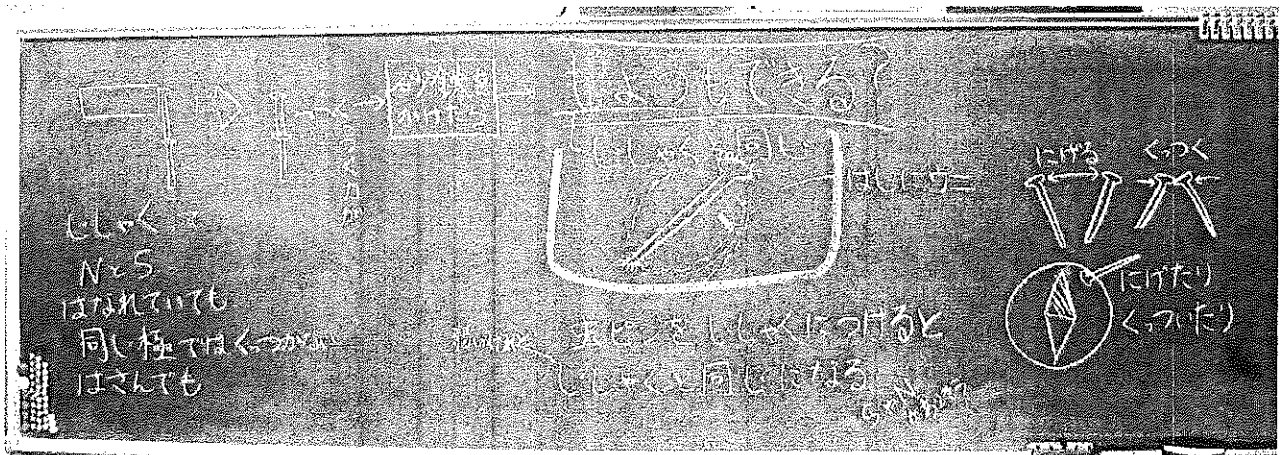
磁石の性質を、「引き付ける」「引き合う」「退け合う」というはたらきでとらえさせる

方位磁針と虫ピンを近づけたり、磁化させた虫ピン同士を近づけたりする活動では、磁石に付けたままの虫ピンの性質を調べたり、虫ピンの磁化のさせ方を意図的に変化させたりと、想定以上に多様な方法や眩ぎが表れていた。

○結果を板書に位置づける。

○はっきりしたことと、まだわかっていない事を整理する。

板書記録



(文責 桑園小 三浦 貴広)

3. 分科会の記録

(1) 討議の柱

磁化した鉄の周りに砂鉄を置き「磁石のような模様ができる」という現象に気付くことで…

- ① 端に砂鉄が集まっている様子から、極の存在や働きに子どもが自ら目を向け「知」をつくるきっかけを生み出せるか。
- ② 「N極やS極もあるのだろうか」「磁石と同じ働きが生まれたのだろうか」といった問題意識を共有し「学び合う」ことができるか。

(2) 討議の内容

① 授業の展開・教材

- ・子どもがこういう模様が磁石だよと言えるよう前時までの学習でとらえていることが前提である。
- ・磁石の模様について子どもはどうとらえていたのだろうか。導入では「砂鉄がつく」とか「ウニになる」など強さとしてとらえていたのではないか。磁力線というとらえではなかったのではないか。
- ・砂鉄で子どもは磁石の力を見ていたのではないか。子どもの発言では力の違いを言っていたのではないか。
- ・今までにない教材である。感覚的ではなく砂鉄の量から強さの量が見えてくる。
- ・今回はむしろ磁石の力に迫っていったほうがよかったのではないか。「模様だけで、磁石の力があるの？」と問うのがよかったのではないか。
- ・子どもは細かいところを見て「はっきり見える」「うっすら見える」と磁石の強さと関係あることをとらえていた。
- ・磁石の強さについてみんなは考えていた。子どもは強い、弱い、つく、つかないで考えていて教師の模様という意識とずれがあったのではないか。今回は模様に絞っていったほうがよかったのではないか。
- ・模様の意識はあったのか。端につくだけでは子どもは模様とはとらえないのではないか。
- ・まず両極に集まることをとらえ、さらに微妙な違いをとらえていく（極に目を向ける）
- ・子どもたちの問題はN・Sであった。（極に意識があった）
- ・事象提示の磁化と子どもの磁化の仕方が違ったのではないか
- ・釘が二つくっついていることにやはりもどらなくてはならないだろう。
- ・磁力線は見えずらい、極があるのだから模様ができるはずだという流れでもよかったのではないか。
- ・子どもが磁石の側面に虫ピンをつけていて、「全てがNになる」「Sになる」と考える子が多い。

② 子どもの学び合い

- ・子どもの活動が個々で違っていて共有できるのか、話し合えるのか、整理したほうがよいのでは。
- ・一つ一つを明らかにした時、一人の子どもの言葉が周りに広がらない。共有されていないのではないか。
- ・模様を意識させ、共有化して子どもたちを同じ土俵にのせてあげないと話し合いはできない。
- ・この教材は面白い。しっかり落ちていけば「弱い」など、そのような言葉は出てきたのではないか。
- ・明らかになった結果が互いに結びついて統合化される。演繹的に考えるパターンである。追究のスタートラインは演繹的な必要がある。

③ 助言者より

- ・磁力線を扱うチャレンジはよかった。この学習を通して細かい見方を育てていくのではないか。
- ・虫ピンの磁力は弱い、模様はあまりできないことはわかっていたのだろうが、教師は模様にこだわり続けた。
- ・視覚的に共通化しないと同じ土俵にのって話し合うことができない。共通理解するべきところはしっかりしておかないといけない。
- ・教師が引っ張ったり、誘導したりせず、子どもを信じて待つてあげる。
- ・砂鉄をふりかけるのは子どもから出てほしかった。
- ・理科の再現性を生かして何度もやってみる。子どもの印象に残るよう。
- ・磁力をダイナミックにトータルでとらえようとしている単元構成が今後重要になる。
- ・今回の磁力線が頭にうかぶ子になれば理科の大きな力となるだろう。今後見えない力を意識するようになる。

(文責 幌西小 坂地 敦志)

4. 授業の改善に向けて

○ 改善の視点

(1) 磁石の性質をとらえるための教材化

改善のポイント①

磁石の性質を「極 (N 極・S 極)」があるという見方で系統付ける。

本時では虫ピンが「砂鉄」や「他の虫ピン」とつく様子を調べる活動を行い磁石の性質を明らかにしていく活動を行ってきた。その中で、「磁石につけた虫ピンが磁石の性質をもった」と子どもが考えるために、磁力線がつくる砂鉄の模様を見ることに注目した。磁石を使った活動の時から砂鉄を通して使うことで、模様から磁界を意識させ磁力線がイメージできていく。この経験から磁化された虫ピンに砂鉄をふりかけ模様を見ることで「磁石につけた虫ピンが磁石と同じだ」という見方や考え方をもつことができると考えた。つまり「模様ができた」「端のほうについた」という事実を見ながら磁石の性質を意識していく構成を考えていくことが有効である。さらに、そこに「極がある」という意識を持たせることで、よりいっそう磁石の性質を近づいていくことができると考えた。「極がある」とは、①端に鉄を引き寄せる力があること②異極同士、同極同士ではたらきの違いがあることと考えた。実際の授業場面では、①の表れとして「砂鉄が端のほうにたくさんついた」「端の砂鉄がウニのように立っている」「虫ピンが端にたくさんつくよ」があげられる、②の表れとしては「方位磁針が動いた」「虫ピンがにげるように転がった」「虫ピンが引っ付いてきたけど反対にするとはなれるよ」があげられる。これらの子どもの見方や考え方をしっかり位置づけていくことで磁石との共通点を導き「磁石の性質をもつ虫ピンができる」いわゆる磁石に鉄をつけることで磁化されるという見方や考え方へと変容していくと考えた。これまでの学習で、何度も事象にかかわりながら磁石の性質に対するとらえを膨らませていった。そして、「極がある」という学習経験が、虫ピンが磁石になったという考えをもつ手がかりとして生かされたと考えられる。実験中に極に関する見方や考え方を位置づけ、顕在化させ、磁石の性質に対し深いものの見方や考え方がもてるようにしていきたいと考える。

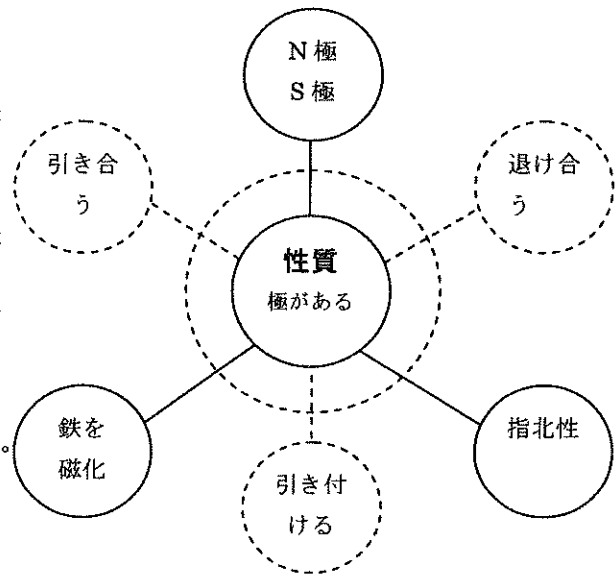
(2) 「学び合い」のための教師のかかわり

改善のポイント②

磁石の性質を、「引き付ける」「引き合う」「退け合う」という動きでとらえさせる。

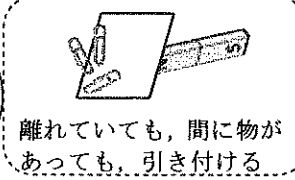
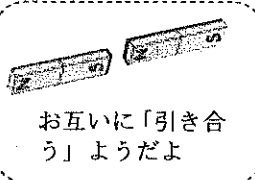
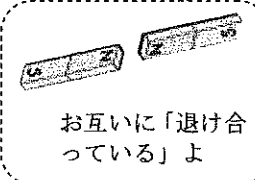

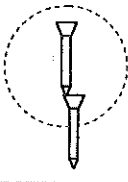
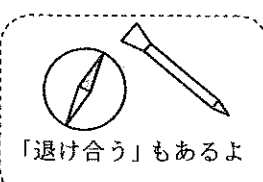
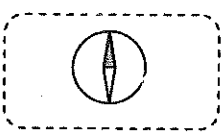

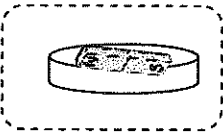
「磁石の働き」に対する見方や考え方は、磁石を使って実際に活動する中でついてくるものである。砂鉄を使った活動では「模様ができた」から「模様ができていく」に視点を変換させる。虫ピン同士、方位磁針を使った活動では「くっつく」から「引き付ける」「引き合う」へ、「くっつかない」から「退け合う」という視点へ変換させる。「砂鉄に模様をつくる」「砂鉄が引っ張られうごいている」「方位磁針を引っ張ったり、退けたりする」「離れたところにある虫ピンを動かしてみる」という活動をさせることから、磁石の働きをより理解していくと考えた。様々な結果や考えを全体で共有化する面で弱さが見られた。そこで、これらの動きなど結果を共有し、学び合いを組織することによって、磁石の性質に迫っていくきっかけになると考える。

(文責 幌西小 坂地 敦志)



5. 改善案

(1) 単元構成の改善

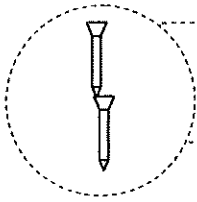
活動構成の概要	改善点
<p>【第1次 磁石の力】</p> <p style="text-align: center;">磁石の力ってね…</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  <p>「鉄」でできたものだけを引き付ける</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;"> <p>両端に力が集まっている</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  <p>離れていても、間に物があっても、引き付ける</p> </div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">鉄を引き付ける力が極に集まっているね。</p> <p style="text-align: center;">磁石と磁石を近づけるとね…</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  <p>お互いに「引き合う」ようだよ</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;"> <p>「引き付ける」と「引き付ける」だけ</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  <p>お互いに「退け合っている」よ</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">砂鉄を付けてみると力が見えるよ。 方位磁針を近づけても「退け合う」が起こる。</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">磁石の同極同士は退け合い、異極同士は引き合うね</p> <p>【第2次 磁化する力】</p> <p style="text-align: center;">あれ、虫ピンだけでも「引き付ける」ぞ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  <p>両端に力が集まっているよ</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  <p>「退け合う」もあるよ</p> </div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">2つの極もある。磁石に引き付けられた虫ピンが磁石になってしまったんだね。</p> <p>・他の鉄でもね…</p> <p>【第3次 地球と磁石】</p> <p>◇方位磁針と磁石は「引き合う」し「退け合う」よ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">  </div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">方位磁針も地球も磁石なんだ。みんな引き合っているんだね</p> <p>◇身近な道具で方位磁針を作ろう。</p>	<p>○磁石に対する「付く」というとらえかたを、他の「付く」という現象と比較しながら「引き付ける」にまで高める。</p> <p>○両端に力が集まっている、という事象を中核に子どもが見つけた事象を結び付けていく。この第1次における極の働きに対する見方や考え方が、その後の追究の基盤となる。</p> <p>○改善前は「磁石の模様」という見方を中核に考えていたが、改善のポイント②にも述べたように、子どもは「引き付ける」「退け合う」といった働きに関心を向けることが明らかになった。その実態を生かすためにも、第1次での「力が両端に集まっている」という磁石の性質を明らかにすることが重要である。子どもは、力が集まっている様子を観察しようと、砂鉄や方位磁針を近づけるはずである。この経験が本時でも発揮される。</p> <p>○改善のポイント①にも述べたように、子どもは磁化した鉄にも2つの極があり、それぞれの性質がN極とS極のものと同じであることをとらえたとき、磁化した鉄を磁石としてみなしていく。そのために単元構成の第1次において、様々な活動を経験させておくことが重要である。</p>

(文責 附属小 播磨 義幸)

(2) 本時の改善案

おもな学習活動

留意点

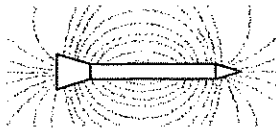


<前時> 虫ピンだけでも「引き付ける」ぞ。
磁石のように端に力があるらしいよ。

磁化した虫ピンに砂鉄がつく様子を調べる活動

容器に入れて、軽く叩き砂鉄を動けるようにすると…

砂鉄が「引き付け」
られていくよ。



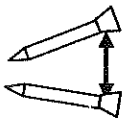
両端に「引き付け」
られていくよ。

磁石の力を調べたときと同じ動きをするね。

両端に「引き付ける」力が集まっている。
2つの力があるのかもしれないぞ。

磁石に付けた虫ピンには、磁石と同じように極
ができていけるのかな。

磁化した虫ピンに極があるかを調べる活動



虫ピン同士で

引き合うね
退け合うね



方位磁針と虫
ピンで



つける磁石の極を変えてみる
と働きも変わるね

磁石に付けた虫ピンには、N極とS極ができていける。
磁石になったんだね。

◎砂鉄の「付き方」から、「引き付けられ方」へと意識を高めさせ、追究を方向付ける。

改善のポイント①
磁石の性質を「極(N極・S極)」
があるという見方で系統付ける

虫ピンのまわりに模様ができる事に対して、「端に砂鉄が引き寄せられているから極ができていけるようだ」という見方を引き出すことで、極調べの活動に向かわせる。

○砂鉄の様子をもとに極の存在を意識し始める子どもの発言を大きく取り上げる。第1次での経験と、目の前の事象とを比較して考えさせ、磁化した虫ピンの極に対する見方を引き出す。

改善のポイント②
磁石の性質を、「引き付ける」「引き合う」「退け合う」というはたらきでとらえさせる

方位磁針に虫ピンを近づけた時、近づける部分によって、動き方が違う事に着目させることで、虫ピンが方位磁針を動かしているという現象に気付かせ、磁化によって生じる極の働きや性質に対する見方や考え方をもちかえらせる。

◎極の存在を明らかにするための方法や、その結果に対する見通しを引き出すことで、細かい器具の扱いや、事象のわずかな変化に対する子どもの注意力を高めておく。

(文責 附属小 播磨 義幸)

6. 研究の成果

(1) 「知」をつくるための教材化・単元構成

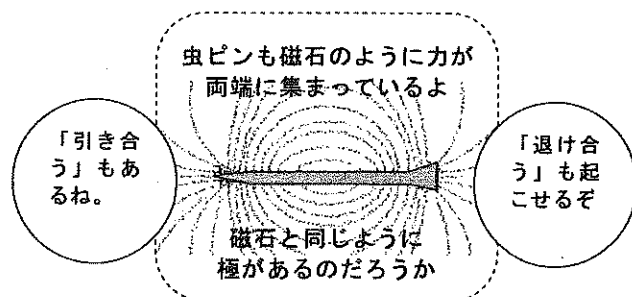
「両端に引き付ける力が集まっている」という性質を中核に、子どもが見つけた磁石の性質を束ねることで、磁化した鉄に生じる極の存在に目を向け、磁石を極の働きや性質でとらえ始める

「砂鉄の模様」に注目したことで、「磁石には引き付ける力がその両端に集まっている」という性質に迫ることの重要性を確認することができた。子どもが見つけた個々の現象を「両端に集まる力」の働きとして関係付けていくことができるようになる。

実践でも、磁化した虫ピンの両端にとげのように砂鉄が付く事象が「極」の存在に迫っていくきっかけとなることが明らかになった。前時までの活動において、ただ砂鉄が付着するから力がある、ということのみに留まることなく、とげのような付着の様子から磁石の力が端の部分に集中して集まっていることをとらえさせていくことが重要である。

さらにそれまで鉄の仲間であった虫ピンを磁石であると言い切る子どもも現れた。磁化した虫ピンの「極」の存在をとらえたためである。子どもは様々な磁石の働きやその作用で起こる現象を極に結び付けている。本時でも「極がある」という結果から「虫ピンは磁石だ」と言い切る子どもの姿も見られた。磁石というものを見た目の形状だけではなく、極の働きや性質でとらえている姿であると考えられる。

一方、単元構成も「磁石には引き付ける力がその両端に集まっている」という事象を常に中核とした学びの展開が大切である。磁石同士を近づける活動の時でも、N極とS極といった名前だけで極を意識するのではなく、力が集まっている部分同士を近づける、という意識で事象にかかわらせるのである。



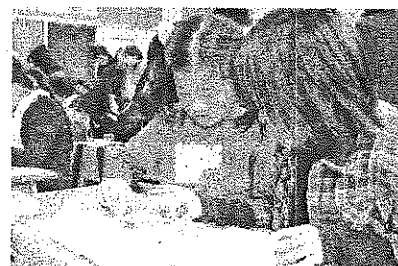
(2) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

磁石を近づけたときの詳しい様子を浮き彫りにし、その事象に対する個々の見方や考え方を引き出す

「磁石」と「もの」が接した状態では「つく、ついた」である。本単元でめざす「引き付ける」という見方とは磁石ともものが離れているときにとらえることができる。ものが磁石に引っ張られていたりだんだんと磁石に近づいていったりする様子をとらえる必要があるのである。学び合いでは、そこを引き出す教師のかかわりが必要になる。「言葉の重視」することとは、事象に対するかかわり方や事象の様子のとらえ方をより分析的に見つめ直していく営みであることだと感じた。

単元の序盤は子どもが「付いた」という言葉を使う機会が多いが、教師は、その子どもがどのようなかかわりをしたのか、また事象がどのような様子だったのか、を引き出すよう「学び合い」を組織する必要がある。そのような「学び合い」を通して、子どもは「付いた」から「引き付いた」「とびついた」「引っ張られている」といった磁石の性質を表す言葉を使い始めるのである。

また、学び合いの土台ともなる事象をしっかりと共有させることの重要性も改めて認識することができた。子どもの追究が収束し価値に迫っていくきっかけとなる場である。教師の強いかかわりを必要とする場の「見極め」が子どもの学び合いを組織するためには不可欠である。



(文責 附属小 播磨 義幸)

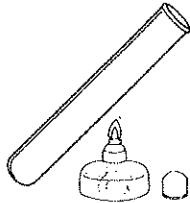
4年「ものの温まり方」の指導について

児童 4年1組 男子19名 女子15名 計34名
指導者 和田 論 (大谷地小)
協力者 小林 明弘 (元町小)
元起 克敏 (円山小)

本時の問題解決

火より上しか温まらない

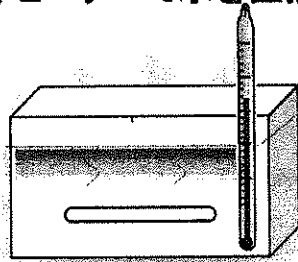
火は上にいくから
上しか温まらない
んだよ。



上から温まるみたいだ

試験管やビーカーの
ガラスの壁を伝わっ
て上にいくんだよ。

火を使わずに、ヒーターで水を直接温めたら・・・

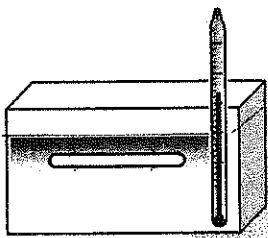


ゆらゆらが上
にしかいかな
い!

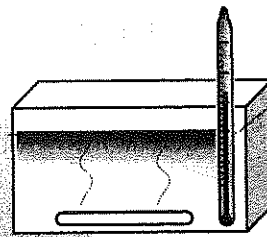
ヒーターより
上しか温まら
ない!

あれっ?

試験管のときと同じようだ!
位置を変えると温まり方はどうなるのだろう?



上ばかり!



・ヒーターより下
はぬるいまま
だったよ。

・ヒーターのとこ
ろから大量の
ゆらゆらが!

・試験管と同じで
上から順に温ま
っていくよ!

火や入れものではなく水にひみつが…。温めると上に動くみたいだぞ!

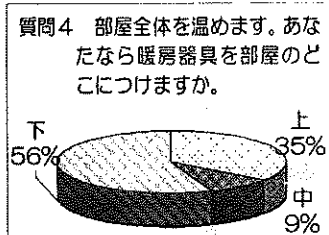
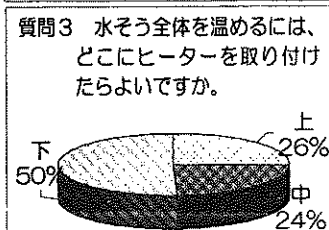
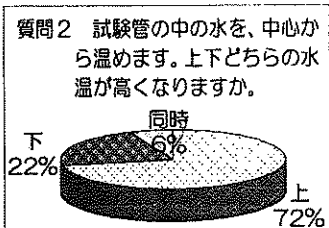
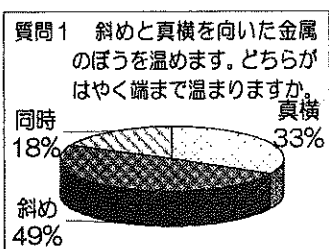
1. 授業づくりの重点

(1) 「知」をつくるための教材化と単元構成

本単元の学習でねらうものは、主に以下の2点である。

- ◎関係付ける力→ 金属・水・空気の温まり方を比較し、見出した違いを物の性質と関係付けることができる。
- ◎要因を抽出する力→ 水や空気は熱源より上しか温まらないことや、上の方から先に温まることについて、温められた水や空気が上に動くことがその要因であることをとらえることができる。

これまで、様々な実践報告の中で、4年生の子どものもつ温まり方についての素朴概念が明らかにされてきた。中でも「物質の違いにかかわらず熱源から順に温まる」という概念は多くの子どもがもっているものであり、金属



の温まり方の学習を経た子どもが、熱源から離れた水面から温まるという水の温まり方に出会ったときに生まれる矛盾をもとに、問題解決学習を構成した実践が数多く報告されている。

しかし、それらの実践の中で「水が動きながら温まる」という概念を、多くの子どもが納得して獲得したものは少ない。上から温まるという事実をとらえても、「熱がワープした」「試験管のガラスを伝わって」「火が上に昇るから」と見た目を目の根拠としてとらえ、「水の動き」にその要因があるということを受け入れない子どもの存在が目立った。これは、子どものもつ自分の考えや理論（素朴概念や生活知）と矛盾する現象に出会うと、無理に当てはめるか、特殊例としてデータを捨て去る傾向が反映しているものと考えられる。つまり、「これは試験管だから特別なんだ」「火で温めているからだよ」という<見かけ>を重視した解釈が生まれてしまうからである。

今回、本単元の学習を既習として学んできた、札幌市内2校の5・6年生の子ども164名を対象に、ものの温まり方に関するアンケート調査を実施した（2007年9月18日・10月4日実施）。結果から、半数近くの子どもの温まり方について正しい見方をもてていなく、素朴概念をつくり変えることができていないことがわかる。

質問1の結果からは、金属の温まり方に、方向による違いがあるととらえている子どもが8割を超えている。

質問2と質問3の結果からは、水の温まる順序については大方の子どもはとらえているが、熱源や容器の形状が変わるとそのとらえはあいまいになる。これは、温まり方の要因が「水の動き」にあることをとらえていないためだと考えられる。

空気に関しては、「温められると上に動く」という概念を4年生段階でも大方の子どもがもっているという報告もあるが、質問4の結果からは、実際の生活場面

で応用できる概念となっていないことが伺える。

そこで、以下の4点を重視して学習を構築した。

- ①生活経験を補う導入によって子供の見方を広げ、追究の視点をつくる。
- ②見かけの現象だけでなく、メカニズム（過程）にも目が向くよう「全部温めるには」を単元の軸とする。
- ③扱う現象を複数にし、それぞれを共通の視点から見つめることによって「関係付け」「要因を抽出する」学びを生み出す（これでも、それでも、あれでも→一般化）。
- ④主に水の温まり方について素朴概念に無理に当てはめてしまうことのできる要素をできるだけ除くよう、水槽の水を電気ヒーターで直接温める活動を位置付ける。

(2) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

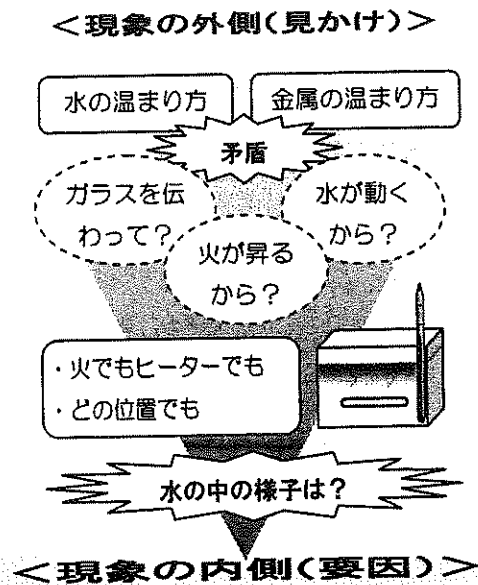
① 単元の軸から追究の視点や問題場面を生み出す

金属の温まり方は「熱源から順に温まる」という素朴概念と合致するものであり、子どもにとって追究しやすい現象である。この段階で追究の方法を身に付け、温まるという現象の見方をつくる。「全部温めるには」という軸を設定することによって、子どもはフライパンを温めるために、熱源の位置や温まる順序に目を向ける。また、様々な形状の金属を扱うことによって、その温まり方についての見方や考え方を一般化することができるのである。

1次で獲得した金属の温まり方についての見方や考え方をもとに、2次では水の温まり方について考える。金属と同じように試験管中の水を全部温めることができるのかという課題において、子どもは金属と同じ温まり方を想定する。しかし、水の温まり方は子どもの既習と矛盾する。子どもは、自分の考え方とずれのある現象に出会ったことによって何度も温め直しながら詳しく観察したり、温める位置を変えてみたりするのである。この活動から得られる上部を温めたときに下部が温まらないという事実が、「全部温めるには」という軸とのずれ、金属の温まり方とのずれを生み、子どもの追究意欲を喚起し、水の状態と温まり方を結びつけるきっかけとなるのである。

② 「水の温まり方」と「水の動き」を関連付ける学び合い

試験管中の水が、これまでの考え方に当てはまらない温まり方をした事実は、直接「水の動き」には結びつきづらいことは前述した通りである。ここで問題になるのは、試験管の外側から温めているということと、火の指向性である。また、「水が動くから」と考え始める子どももいると考えられるが、本当に納得していないことも想定される。これらの問題を明らかにすることによって、水を直接温める必要感が生まれると考える。また、炎ではない電気ヒーターを導入することによって、水の中の様子により注目し、温まり方の要因を水そのものに求めていくのである。ここで扱うヒーターは、自由に位置を変えることができる。子どもそれぞれの考え方や、試したいことがヒーターの位置に現れる。活動の根拠を話し合いの中で引き出すかわりをするによって、水の温まり方についての一人一人の見方や考え方が明らかになると考える。

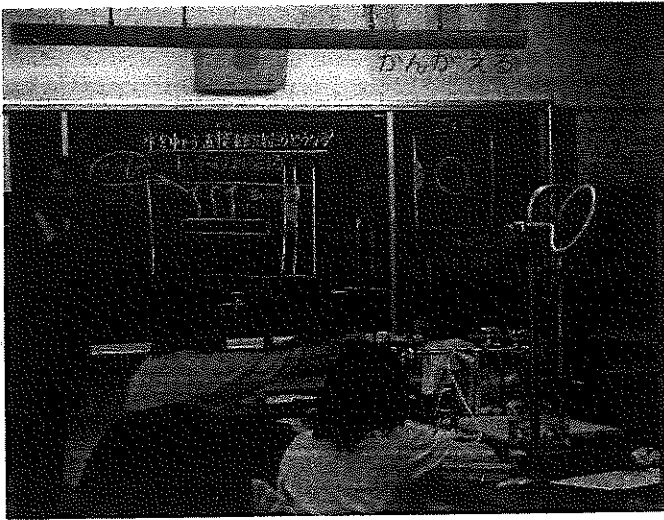


《単元の目標》

- 金属、水及び空気の一部を温めたときの、それぞれの温まり方の特徴を物の性質と関係付けながら調べ、見出した問題を興味・関心をもって追究し、金属、水及び空気の性質についての考えをつくる。
- 関 金属、水及び空気の一部を温めたときの、それぞれの温まり方に興味・関心をもち、進んで物の温度に対する性質の違いを調べようとする。
- 科 金属、水及び空気の一部を温めたときの温まり方について見通しをもって調べ、その特徴を物の性質と関連付けて考えることができる。
- 実 金属、水及び空気の温まり方の特徴を調べるために、自分の考えに合った実験方法を工夫し、その特徴を記録することができる。
- 知 金属は熱せられた部分から広がるように順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることをとらえる。

子どもの反応	教師の対応
<p><前時の確認と本時の課題></p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験管の時は全体が温まったり上しか温まらなかったりした。 ・試験管の水をかき混ぜてしまったから？ ・いろいろな温まり方だったよ。 ・ちょっとよくわからなかったな。 <p><実験の見通し></p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験管でよくわからなかったから温度計で測ってみたいな。 ・サーモテープで温まる順番をはっきりさせたいな。 <p><実験中のつぶやき></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒーターの上は温かくて、下の方は冷たい。ヒーターの横も温まらない。 ・温度計を上下に動かすと目盛りが上がったり下がったりするよ。エレベーターみたいだ。 ・ヒーターの下も少しだけ温まっている。横の方は下よりちょっと温度が高い。ヒーターの真上は温度がすごく高い。 ・ヒーターを横から見ると、メラメラが上に上っている。 ・温度計を上げると目盛りが上がる。ヒーターより下は温度が低い。 ・ヒーターからメラメラが出ている。アルコールランプみたい。 ・ヒーターから粒(気泡)が出ている。 ・メラメラの中に温度計を入れると勢いよく上がる。メラメラの横はそうでもないな。 <div data-bbox="293 1391 948 1895" data-label="Image"> </div> <p>(実験終了)</p>	<p>○前時の結果を確認する。</p> <p>○「試験管の壁を伝って熱が伝わった」とする考えを引き出すかかわりをする。</p> <p>○試験管の水の温まり方についての子どものとらえがまちまちだったので本時で水槽を扱う理由を押さえる</p> <div data-bbox="1018 696 1458 1088" data-label="Text" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px;"> <p>改善のポイント①</p> <p>本時の導入では、前時の試験管の水を温めることで生じた問題意識が全体に共有されていなかった。そのため、水槽の水の温まり方を見つめる視点が広がりすぎてしまった。前時と本時での事象の違いを「温めるもの(熱源)」と「入れ物(形状)」の2点から明確に押さえるべきである。</p> </div> <p>○本時の実験手順・安全上の注意を行う。</p> <p>○温度計を用意する。</p> <p>○黒板に図示する。</p> <p>○測定した温度を引き出し、図の中に記入していく。</p> <div data-bbox="1018 1451 1458 1765" data-label="Text" style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px;"> <p>改善のポイント②</p> <p>温度計を使用したにもかかわらず、測定場所や時間が明確に記録されていなく、話し合いに生かすことができなかった。温度計の位置を固定し、集めたデータを生かせるよう時系列で表に記録をとるようにする。</p> </div>

<話し合い>



- ・メラメラは温度が高い
 - ・ヒーターの上は下の方より温まりやすい
 - ・メラメラはヒーターの真上に上る
 - ・水は温めるもの（熱源）の上から温まる。
 - ・温まったものは上に行く。熱気球みたいに。
-
- ・メラメラをもっときちんと見ないと。
 - ・もの（水など）を入れないで、ヒーターだけで加熱（空焚き）すれば、メラメラが見えるかも。
 - ・下はどのように温まるのかな。

○黒板に図示する。「ヒーターの真上だけが温まる」とする子と、上の方が全体的に温まるという子とで議論が始まったので、交互に指名する。

○どこが温かいか、どこが冷たいかを子供に図示させる。

○水槽を横から見た図で、メラメラの昇り方を図示するようかかわる。

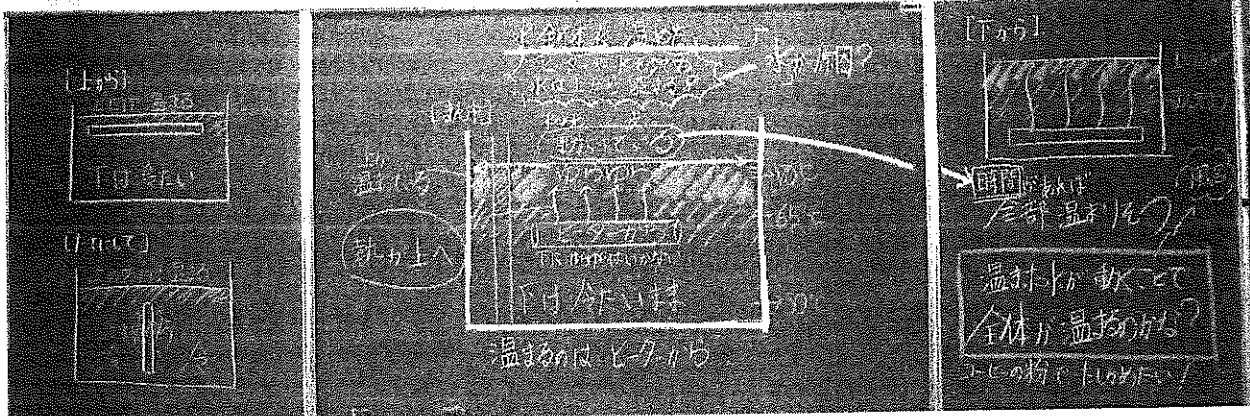
改善のポイント③

水そのものの動きや詳しい様子ではなく、温度の話題に終始してしまっただけ。前時の試験管や金属との違いに帰ることで、水そのものに焦点化した話し合いを組織する。

○メラメラの正体は何かを問い返す。
「空気」…沸騰前の水と関連づけ。

○本時でわかったことを整理する。

板書記録



(文責 円山小 元起 克敏)

3. 分科会の記録

(1) 討議の柱

- ① 水を直接温める活動は、水のあたたまり方の要因を追究する上で有効であったか。
- ② 「水の温まり方」と「水の動き」を関連付ける学び合いが成立していたか。

(2) 討議の内容

① 水槽とヒーターを用いることについて

- ・ 教材としておもしろい。もやもやの動きが見えやすかった。
- ・ 「火とヒーター、試験管と水槽で何が違うのか。」と問うことで教材の価値が高まるのではないか。
- ・ 水槽という教材に行き着くまでの過程が、子どもの思考に合っていたのか。
- ・ 上下の温度差が明確に出て、少しすると下も温まるところがよい。
- ・ 感覚をもって理解する4年生に適合している教材。
- ・ 試験管よりも実物を使った説明がしやすい。

② 「水の温まり方」と「水の動き」を関連付けるには

- ・ 試験管での既習が見えない。温める場所を変えて実験し、じっくりと観察しているはずなのに、既習が生かされないことはおかしい。
- ・ 素朴概念を崩すためのヒーターだが、前時までの学びがよくわからなかった。
- ・ 前の試験管との比較について、何を見るかを意識させなければならない。
- ・ ヒーターを最初から真ん中に設置しておいてもよいのではないか。
- ・ 温度計を用いることで具体物から反具体物へと学びを進めることができる。
- ・ 温度計で集めたデータから、教師の力で学び合いを深める手立てが必要ではないか。
- ・ 反具体的なものをどのように読解するのか、ということが大切である。
- ・ 温度計が武器になり、データをとることができるはず。それによって具体・事実と結果を結びつけることができる。温度計を使ったのに、それを生かした発言ができない子どもがいた。
- ・ 「金属とは違う」ことを確認し、次に「どう違うのか。」そして、「なぜそうなるのか。」とステップをふむべきだった。
- ・ 「どうしたら下は温まるんだ？」という声が全体に広がるべきだった。
- ・ 共有化された事実が必要。事実を羅列した上で教師が本当か問えばよかった。
- ・ 本時までの過程に問題がある。細かな動き（もやもや）に目を向けていない。
- ・ 原因追究や意味づけにいかなかった。現象で納得したから原因追究にいかない。

③ 助言者より

- ・ 授業づくりの主張がはっきりしていた。教材開発力が素晴らしい。
- ・ 授業時数は増えるが、事象に関わる時間に重みをおくべき。話し合いの時間にあてるのではない。課題は45分間の授業構成力。
- ・ 前時の想起は5分も必要ない。事象から問題意識をはっきりさせればよい。予想もいらない。
- ・ 温度変化をはっきりさせるために、温度計は固定して実験してはどうか。
- ・ 子どもの想いだけで進むのではなく、事実に戻していくことで、不足している事実を明らかにすべき。
- ・ 生活経験を生かし、子どもの見方を変えることのできる教材研究であった。
- ・ 「何を」知りたいのか、子どもに明確な目的意識をもたせるべきであった。
- ・ ディベートとディスカッションは違う。ディベートの授業はよくない。
- ・ 自分の考えをはっきりもって、違うことと同じ事を認め合わなければならない。
- ・ 知識・理解だけではなく、生活に戻していくことが大切である。

(文責 元町小 小林 明弘)

4. 授業の改善に向けて

○ 改善の視点

(1) 問題意識を確実に共有するために

改善のポイント①

試験管の実験との違いを「温めるもの（熱源）」と「入れ物（形状）」の2点から明確に押さえる。

試験管で解決されなかった問題を解決するためのヒーターと水槽であったのだが、本時では、子どもは全く新たな事象としてとらえてしまい、前時までの学習と関連付ける様子があまり見られなかった。これには、原因が2点考えられる。1つは、試験管の実験で見られた事実が全体に共有されていなかったということである。何が疑問で、何のためにヒーターと水槽を用いるのか、明確に押さえられていなかったためであろう。もう1つは、前時までの実験と異なる要素が2つあったということである。ここでは、あえて平面形状にすることによって「もしかして、金属と同じように温まるのではないか。」という葛藤を生み出そうと考えたためである。しかし、試験管という「形状」は変えずに、水を直接温めるための「熱源」のみをヒーターに替えた方が、子どもにとって考えやすい。子どもの思考を支えるかかわりが必要であったと考える。

そこで、前時までの学習を充実させることはもちろんのこと、本時の導入部で、試験管の実験と本時の実験の違いを「温めるもの（熱源）」と「入れ物（形状）」の2点から明確に押さえることにする。このかかわりによって、本時での問題が整理され、観察の視点もはっきりし、細やかな動きにも目が向くようになると考える。

(2) 具体・事実と原因を結びつける学び合いを成立させるために

改善のポイント②

位置を固定した温度計でデータを集め、時系列で表に記録したものを話し合いの一要素とする。

本時では、空間的な温度の違いをとらえるためにサーモテープと温度計を用いた。しかし、実験後の話し合いでは、温度計のデータはほとんど話題に上らなかった。また、ノートの記録にも有効に活用されていなかった。温度計は、サーモテープよりも時間軸を意識した変化をデータ化できる道具である。本時では、黒板に描かれた水槽の図に温まり方の様子を書き込むことで結果を交流した。ここに、温度計による定点の時系列データが加わることによって、「初めに変わる位置」、「だんだん変わる位置」、「いつまでも変わらない位置」というより具体的な観察の視点が生まれ、さらに深い追究を繰り返すことができると考える。

そこで、それぞれのグループで温度を詳しく調べたい位置に温度計を固定し、時系列で表に記録する活動を導入することにする。

(3) 「水の温まり方」と「水の動き」を関連付けるために

改善のポイント③

金属との違いに帰り、前次の学習から段階的に学びを整理するかかわりをもつ。

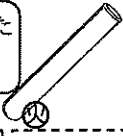

本時で扱った事象は、「水も金属のように温めたところから広がるように温まるのではないか。」という既習概念を崩すためのものであった。しかし、「改善のポイント①」でも述べたように、試験管の実験との違いを明確にとらえていなかったため観察の視点がぼやけてしまい、「水は動きながら温まっているはずだ。」という強い見通しをもつ段階までいたらなかった。

そこで、本時場面のまとめでは、1次での平面形状の金属板を温めた事象を振り返り、平面形状に近い水槽の中の水との「温まり方の違い」という視点から結果を整理し、「水の温まり方の特徴とその要因」について明らかにするかかわりが必要だと考える。

(文責 元町小 小林 明弘)

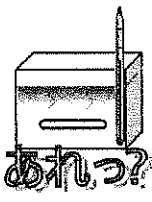
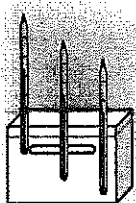
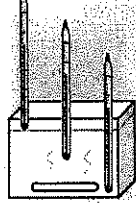
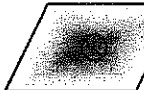

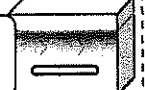
5. 改善案

(1) 単元構成の改善

活動構成の概要	改善点
<p>【第1次 金属の温まり方(4)】(省略)</p> <p>【第2次 水の温まり方(4)】</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">水も金属と同じように全体を温められるのだろうか。</p> <p style="text-align: center;">試験管の水をアルコールランプで温める活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;">ふっとうしたらOKだよ。</div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;">どこから温めても全体が温まるかな。</div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;">温度計やサーモテープで確かめて。</div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>上の方から先に温まってるみたい。 下からじゃないと全体が温まらないぞ。 ゆらゆらしたものが上にいく。 下の方が全然温まらないよ。 火よりも上しかふっとうしないぞ。</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>火より下が温まらない！ 火を当ててない上から！</p> <p>金属と違うみたいだ！どうしてかな？</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 50%; padding: 5px;">火が上にのぼっているからだよ。</div> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 50%; padding: 5px;">熱が試験管のガラスを伝っていくんだよ。</div> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 50%; padding: 5px;">水が上に動いているんじゃないかな？</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;">入れ物ではなく水を直接温めないで。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;">温まる順序やゆらゆらをはっきりとみたいな。</div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">水を直接温めてみない！</p> <p>《本時 6/10》</p> <p style="text-align: center;">水槽の水をヒーターで直接温める活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%;"> <p>広がるように温まるんじゃないかな。</p> <p>温度計で測ってもやっぱり上から温まるぞ。</p> <p>ヒーターより上しか色が変わらない。</p> <p>真ん中や上から温めてみよう。</p> </div> <div style="width: 30%; text-align: center;"> <p>やっぱり金属のときと温まり方が全然違うぞ！</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>じっくりと見てみたいな。</p> <p>ヒーターから上にゆらゆらが昇っている。</p> <p>下から温めると全体が温まった。</p> <p>火と同じように下から温めないで。</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">きっと温められた水が上に動いているんだ！</p> <p>◇水の動きをみる方法はないかな…。</p> <p style="text-align: center;">水の中にみそを入れて水の中の動きを調べる活動</p> </div>	<p>○金属棒の温まり方との比較から全体を温める方法(火の位置)を考えるようにする。</p> <p>○ここで、金属と違う点を整理しておくことで、次時のまとめにつなげる。</p> <p>○試験管とアルコールランプでははっきりしないことを明確に押さえる。→①試験管では温まり方が観察しにくい。②アルコールランプでは外側のガラスを温めてしまう。</p> <p>○温度計を用いる際には、「どの位置の温度を知りたいのか。」を確認し、温度計を固定して測定する。データは時系列の表として記録するように指導する。</p> <p>○金属板の温まり方を想起し、本時の結果と違う点を整理することで、水の温まり方の特徴を明確におさえ、その要因へと迫る。</p>
<p>【第3次 空気のあたたまり方(2)】(省略)</p>	

(文責 元町小 小林 明弘)

(2) 本時の改善

おもな学習活動	留意点
<p><前時まで> 試験管の水の温まり方は…</p> <p style="text-align: center;">金属と違うみたいだ！どうしてかな？</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>火は上にいくから上しか温まらなかったんだよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>水が上に動いているからじゃないかな。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>試験管やビーカーのガラスの壁を伝わって上にいくんだよ。</p> </div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">火を使わずに、ヒーターを使って水を直接温めてみない。</p>	<p style="text-align: center;">改善のポイント①</p> <p style="text-align: center;">試験管の実験との違いを「温めるもの（熱源）」と「入れ物（形状）」の2点から明確に押さえる。</p> <p>○前時で出たヒーターの必要性を確認することで、本時で確かめたいことをはっきりさせる。</p> <p>○アルコールランプとヒーター、試験管と水槽それぞれの違いを押さえてから、予想を考えさせる。</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px;">ヒーターで水槽の水を直接温める活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p style="text-align: center;">直接温めるから</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">ヒーターに近い場所から温まるよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ゆらゆらが上にしかいっていないよ。 </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  <p>あれ??</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p style="text-align: center;">金属板と似ているから</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">きっと中心から広がるように温まるよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ヒーターより下が全く温まらないよ。 </div> </div> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">試験管のときと同じみたいだ。ヒーターの位置を変えたらどのように温まるのだろうか。</p>	<p style="text-align: center;">改善のポイント②</p> <p style="text-align: center;">位置を固定した温度計でデータを集め、時系列で表に記録したものを話し合いの一要素とする。</p> <p>○温度計を用いる際には、「どの位置の温度を知りたいのか。」を確認し、温度計を固定して測定する。データは時系列の表として記録するように指導し、ヒーターの位置を変えたときの温度の違いに目が向くようにする。</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px;">ヒーターの位置を変えて、水を再び温める活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><上から温めたら></p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ すぐ上だけ温まったよ。 ・ 下は時間が経っても温まらない。 ・ 温まった水は下にはいけないのかな。 </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p style="writing-mode: vertical-rl; font-size: 2em;">上ばかり</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><下から温めたら></p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 全部温まったよ。 ・ ゆらゆらはヒーターから出て上にしかいかない。 ・ ヒーターの場所を変えても上から温まる。 </div> </div> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">火でなくても、どこからあたたためても、上から温まるんだ。水にひみつがあるのではないだろうか。</p>	<p style="text-align: center;">改善のポイント③</p> <p style="text-align: center;">金属との違いに返り、前次の学習から段階的に学びを整理するかかわりをもつ。</p> <p>○金属板の温まり方を想起し、試験管の実験の時や本時の結果と違う点を整理することで、水の温まり方の特徴を明確におさえ、その要因へと迫る。</p>
<p style="text-align: center;">金属との違いは……</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><金属板は…></p>  <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">火元から広がるように。</p> </div> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><試験管は…></p>  <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">上から温まる。ゆらゆらが上に。</p> </div> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><水槽の水は…></p>  </div> </div> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">ひみつって…… ゆらゆらが上にいったように、温まった水が上に動いているということかな？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水の動きをみる方法はないかな…。 	<p style="text-align: center;">(文責 大谷地小 和田 諭)</p>

6. 研究の成果

(1) 「知」をつくるための教材化

電気ヒーターと平型の水槽を用いることで、水の温まり方を体感し、温まり方の順序や様子を詳しく調べることが可能となる。

本実践で導入した「電気ヒーターを用いて水槽の水を直接温める活動」には、次の3つの利点が確認できた。

- ① 「ガラスを伝わって」、「火が上に昇って」などの〈見かけ〉を重視した疑問を解消できる。
- ② 水が温まる様子を、サーモテープや温度計、手の感覚によって詳しく調べることができる。
- ③ 立ち上る「ゆらゆら」をはっきりと観察することができる。

これまでの実践で問題とされてきた器具としての限界を解消することができたと考える。素朴概念に当てはめてしまうことのできる要素を、できるだけ除くことができた本教材は子どもの追究にとって有効なものであるといえる。また、本実践では、水槽に直接触れて温まり方を確かめたり、温度計を動かしながら、位置による温まり方の違いを調べたりする姿がみられた。また、ヒーターから立ち上る「ゆらゆら」がはっきりと見えたことは追究の大きな手がかりとなった。中学年の子どものために体感的に事象をとらえることと、客観的なデータをもとに考えることはどちらも同様に大切である。

(2) 「知」をつくるための単元構成

複数の事象を扱い、金属との比較を大切にしながら追究することによって水そのものの様子に目を向け、その温まり方と要因を考えることができる。

これまで、ほとんどの実践では、「試験管の中の水」という限定的な事象から、水の温まり方を追究してきた。「水も金属と同じように温めたところから伝わって温まる。」という子どもの既習概念を覆すには不十分な事象であったことはアンケート調査からもいえる。1次では数種の形状の金属を扱ったことで、より確実に温まり方をとらえることができた。金属よりも納得の難しい水の温まり方であれば、なおさら1つの事象では足りないのである。本実践では、試験管の水に加え、水槽の水という事象を位置付けることによって、水そのものの様子に目が向き、温まり方の要因へ迫ることができたと考える。

しかし、本時場面では、事象を見る視点が広がってしまい、まとめに向かいづらかったという問題点もあった。水そのものの様子に確実に目を向けるには、金属の温まり方を再度想起し、水の温まり方と比較し違いを整理することも必要であると考えられる。

(3) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

一人一人の見方や考え方が結びつく学び合いを組織するためには、共通の問題意識、共通の視点から集めたデータを扱うことが必要である。

本時場面では、一人一人が多様な気付きを出し、自分なりの視点から水の温まり方を調べようとする姿が見られた。しかし、実験後の話し合いでは、「水槽のどの場所のことなのか。」「温め始めてからいつごろのことなのか。」が共有されなかったため、まとめに向かうまでに大幅に時間がかかってしまった。前時の段階で、試験管では明らかにできなかったことは何か（つまりこれが本時の問題意識となる。）を皆で確実に押さえ、導入でも再確認した上で本時の追究に入るべきだったと考える。また、温度計のデータがまちまちの視点から語られてしまったことも学び合いの障壁となった。時系列の表や図に温度計のデータを記録し、それをもとに話し合うことで、事象の中に隠された要因が見えてくると考える。

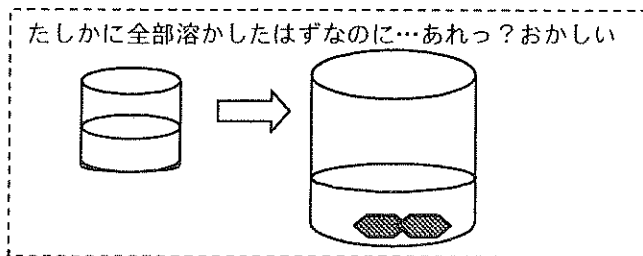
(文責 元町小 小林 明弘)

5年「もののとけ方」の指導について

児童 5年2組 男子18名 女子15名 計33名
 指導者 後藤 健 (新川小)
 協力者 牧野 理恵 (緑丘小)
 小川 裕之 (平岡公園小)

本時の問題解決

3年生では、光や電気、磁石を、4年生では電流の向きや水蒸気など、目に見えないものを扱ってきた。本単元では水に食塩やミョウバンを溶かす活動を通して水溶液について学習する。前時までに子ども達は、水の量によってものが溶ける量が変わること、温度によってものが溶ける量が変わることを見てきた。本時では温めたミョウバンの水溶液を冷やしたときに再び出てくるミョウバンを問題にする。追究活動を通して、冷やすと少しずつ析出してくるピーカーの中の様子をイメージ図やミョウバンの溶ける量を表したグラフを関係付けて考えることで、温度の違いによる溶ける限度について、子どもの理解が深まると考えた。

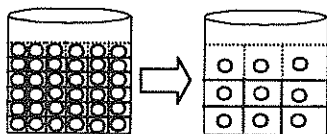


冷えたから?! 温度と関係がありそう

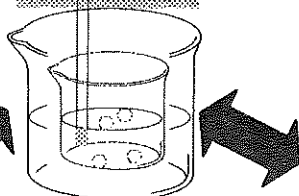
ミョウバンが出てくると温度にはどんな関係があるのかな。

60℃→40℃に温度を下げていくと・・・

中の様子は・・・



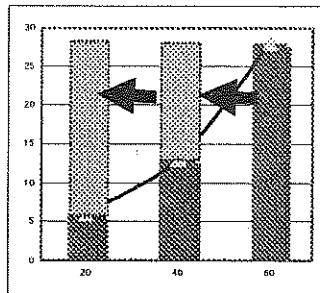
温度が下がると溶けていられる余裕が減って・・・



温度が下がって
 少しずつ、だんだんと
 ミョウバンが
 出てきた

はみ出しちゃった

どのくらい出るのかな



温度が下がると溶ける限度も下がる。

溶けていられなくなったミョウバンが出てきたんだ。

もっと温度を下げると、もっと溶けきれなくなって出てきた!

ミョウバンは、温度によって、溶けていられる量が変わるんだ。
 溶けていられる量が変わることによって、出てくるんだ。

ミョウバンの水溶液を冷やしたときに再び出てくるミョウバンを問題にする。

ミョウバンの溶ける量を表したグラフを関係付けて考えることで、温度の違いによる溶ける限度について、子どもの理解が深まると考えた。

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

① 単元の目標と子どもの実態

本単元では「ものの溶け方とその規則性についての見方や考え方をもつようにする」ことが目標である。この目標のもと今までも様々な実践が行われてきた。過去の実践報告からは、次のことがいえる。水溶液の性質である「均一性・透明性・保存性」の中で「ものが水に溶けて見えなくなる」という「透明性」については、実際に自分の目で確かめることができるため、子どもは納得しやすい。しかし、目で見て分からない「均一性・保存性」について、子どもが納得を得るのは容易ではない。5年生で「ものの溶け方」を学習した6年生でも、「溶けて見えなくなる」＝「重さもなくなる」と考える子どもは少なくない。

6年生を対象に実態調査を行ったところ「50gの水に3gの食塩を溶かすと重さは何グラムになるのか」という質問に対して「53g」と答えることができない6年生が半数近くいるのである。

高学年とはいえ、目で見えない事象に対しては実感し、納得するということは難しいと考える。目に見えない事象に対して、様々な事実（証拠）を集め、自分のイメージをもち、「見えないものがだんだん見えてくる」といった単元を構築することが、本質を見極めることができる力を子どもにつけさせていく上で大切だと考える。

② 「見えないものが見えてくる」＝水溶液の『保存性』を核とした教材化と単元構成

『見えないものが見えてくる』とは、「水にものが溶けて見えなくなっても、溶けたものは、ビーカーの中や水溶液の中に確かに存在する」ということであり、自分で観察・実験を行い、ものが溶けるという自分のイメージのもと、「見えないものを認識できる」ことである。つまり、水溶液の「保存性」について子どもの実感・納得を生むことを本実践ではねらいとし単元を構成する。

○ものが溶けていく様子から、溶けたものの存在に目が向く場＝「保存性」を考えるきっかけをつくる

第1次では、ものを水に溶かす活動を通して、食塩やミョウバンが水に溶けていく様子を観察する。食塩とミョウバンの2種類を扱うため、ものが溶けることに対する共通点（透明性、均一性）と差異点（ものによる溶ける速さ、溶ける量の限度）を明らかにしながら、それぞれの子どもにものが水に溶けるということのイメージをもたせていく。おそらくこの段階では、水の中に溶けたものがあるという「保存性」を意識している子どもは少ないと考えられる。それぞれのイメージの違いから「とけたものは、どこへいったのかな」「溶けたものはなくなってしまったのかな」という「保存性」について考えていくきっかけをつくる。

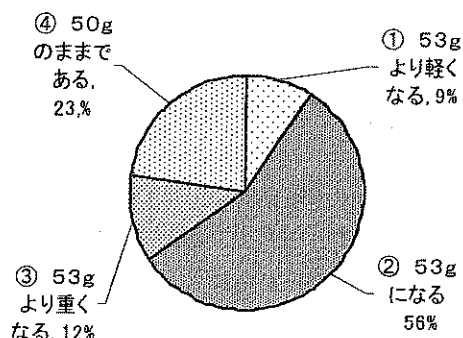
○溶けて見えなくなったものの存在を追い求める場＝「保存性」を認識する場をつくる

また、第1次では、溶けた食塩やミョウバンの行方を追う活動を通して、水溶液の中に見えなくても存在している証拠を探していく。子どもは、ものを溶かしたときに水溶液のかさが増えていったこと、溶かしたものの重さの分重くなっていること、生活経験から水が蒸発すると溶けているものが出てくることから、水溶液の中に溶けたものが存在していることを明らかにしていく。溶けた食塩やミョウバンは、姿が見えなくなっても（姿を変えても）溶かした水の中（ビーカーの中）に保存されていることをここで認識するのである。

○温めて溶けて見えなくなったものが冷えて析出してくる場＝「保存性」を実感する場をつくる

第2次では、水溶液を温めてものを溶かす活動、また冷えてくると溶けたものが析出してくるという事実を通して、その原因を追究していく。ここでは、温めて溶けたものは、水溶液の中に存在していること、また析出して出てきたものは、溶けていたものであるという「保存性」をもとにその原因を考えていく。当然ここでは「水溶液の温度」と「ものが溶ける量」を関係付けていくことは重要である。温度の変化によってどのくらい出てきたのか、残った水溶液にはまだ溶けているのかという析出した量と溶けている量をグラフを使って考えていくことで「保存性」を実感していくことができると考えた。以上のことから「保存性」を核として、ものの溶け方とその規則性についての見方や考え方を身に付けていくことができると考える。

質量保存の概念



札幌市内3校6年生 330名

(2) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

① 「保存性」を理解するためのグラフの有効性

本単元では、今までも「水の量とものが溶ける量の変化」や「水の温度とものが溶ける量の変化」をグラフ化し、子どもがものの溶け方の規則性を理解していく上で、有効に使われてきた。

本研究では、水溶液の「保存性」を理解する一つ的手段としてグラフをさらに有効に使うことを考えた。

- ・ 水に溶かしたものの量は、 O gと数字で表すことができる。しかし水に溶けて見えなくなった水溶液の中のものの量(保存されている量)について「この中には O gのミョウバンが溶けている。」といったところで、子どもはなかなかイメージをもつことができない。この O gを棒グラフに表すと、溶けている量が棒の長さ、または面積としてとらえることができる。つまり、水溶液の中の見えない溶けたものが見えてくるのである。
- ・ 「ミョウバンが 40°C では O g、 60°C では Δ gも溶けた。」という事実から「では、その間の 50°C ではどのくらいの量が溶けるのか。」ということ推論することは、子どもにとってなかなか難しい。しかし、その数値をグラフとして線で結ぶことによって、 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ まで変化していく様子を考えることが容易になる。つまり、水の温度と溶ける量の変化を連続的に見ることができるのである。

以上の利点を生かし、グラフを子ども達が共通に使える手立てとして位置付ける。そうすることで、水溶液の「保存性」に対するそれぞれの考えを説明したり、共有化したりするといった「学び合い」の場で生かしていくことができると考える。

② 事象のイメージ化が学び合いを組織する手立てに

子どもが、水溶液の「保存性」について理解していく上で、それぞれがもつ水溶液の中のイメージを図などで表していくことも、本部会では一つの有効な手段として位置付けた。

水溶液の中で起きていることは、目に見えないことが多い。そうした事象をイメージ化することで、自分の頭の中を整理し、その事象についての見方や考え方もつ上で重要な役割を果たすと考える。「学び合い」の場でも、互いの考えを伝え合ったり、自分の見方や考え方を見直したり、また共有化したりすることができやすくなると考える。食塩やミョウバンが溶けなくなる様子や、温めてその限度が変わっていく様子など、重要な場面でイメージ化をすることで、一人一人の水溶液に対する見方や考え方を育んでいくことができると考える。

③ 事象をグラフとイメージ図に関係付けることで温度による溶けていられる限度に迫る

本時では、ミョウバンが析出してくる場面を通して水溶液の「保存性」を見直していく。温めることでミョウバンの保存できる量が増えていくことを図でイメージしていた子どもは、今度は温度が下がるにつれて「だんだん」「少しずつ」出てくるイメージを図で表す。おそらく子どもがかき表したミョウバンは、冷えて出てきたミョウバンである。また、析出した量をグラフを使って考える。棒グラフの中のどの部分が出てきたミョウバンの量なのか、「だんだん」「少しずつ」出てくるミョウバンは曲線のどの部分なのか。イメージ図とグラフを事象と結びつけて考えていくこと、またはそれぞれを使って交流することで、子どもは「溶けきれなくなって出てきた」と温度によるものが溶けていられる限度という新しい見方や考え方を獲得していくことができると考える。

《単元目標》

総 ものを水に溶かし、水の温度や量による限度の違いや、溶けたものの取り出し方、ものを水に溶かす前後の全体の質量などを調べ、見出した問題を計画的に追究する活動を通して、ものの溶け方とその規則性についての見方や考え方もつようにする。

関 ものが水に溶けるときの規則性を適用し、身の回りの現象を見直そうとする。

思 ものが水に溶ける限度を、溶かしたものは水溶液の中にあることをもとにして、溶け残りや析出する現象とグラフを関係付けて考えることができる。

技 ものの溶け方の規則性を調べ、定量的に記録したり、表やグラフなどに表したりすることができる。
メスシリンダーやろ過器具などを正しく安全に扱うことができる。

知 ものが水に溶けるには、限度があり、その量は水の量や温度、溶けるものによって違うことを理解する。
この性質を利用して溶けているものを取り出すことができることを理解する。
ものが水に溶けても、その前後で重さが変わらないことを理解する。

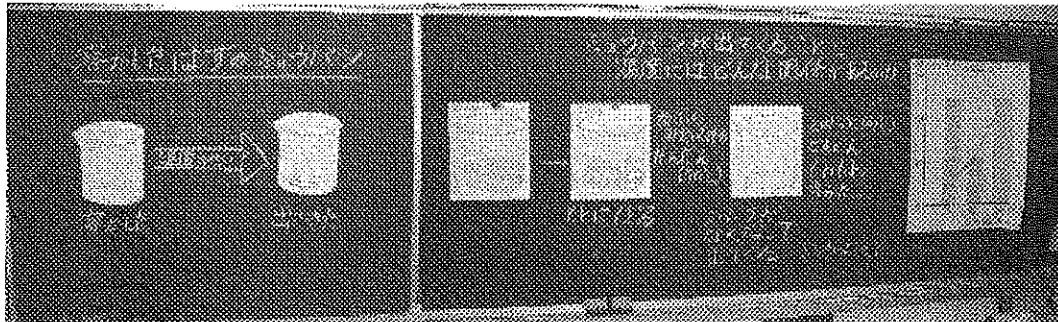
2. 授業記録 (13/15)

子どもの反応	教師の対応
<p><目の前に起きている事象の確認></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミョウバンが出てきた。 ・確かに全部溶かしたのに、また出てきた。 <p><変化の原因を考える></p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度が下がったからかな。 ・時間がたったからではないかな。 ・時間がたつとだんだん固まるから。 ・片栗粉みたいに混ぜていると固まって混ぜないと出てくる。 ・温めて時間がたちすぎて冷めたから出てきたんじゃないかな。 ・暖かくしておいたのに時間がたって冷めなくなったからから。 ・ミョウバンは冷えると出てくるのではないかな。 ・温度を下げると、ミョウバンが出てくるのかな。 ・ミョウバンは結晶の条件は温度じゃないかな。 <p><原因を温度にしぼり、条件を考えて実験を計画していく></p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度を上げたり、下げたりしてミョウバンを出す。 ・(ミョウバン水を) あつためて冷ます。 ・冷やされて、ちよつとずつ出てくると思うよ。 ・温度が下がるにつれてどんどんミョウバンが出てくる。 ・温度が下がるにつれてミョウバンは固まって出てくる。 ・温度でミョウバンが小さくなつたから逆のことが起こると思う。 ・水の中で一粒のミョウバンがくつついて出てくる。 <p><実験中のつぶやき></p> <ul style="list-style-type: none"> ・上のほうに小さな白いものが浮いている。 ・ミョウバンが出てきた。少しずつ増えていくよ。 ・温度が下がるにつれて、ミョウバンが増えていく。 	<p>○前時の結果を確認する。</p> <p>○「冷めるのに時間がたって冷めたってことは温度ってことだよ。今日はそれをはっきりさせませんか。」と今日の課題をはっきりさせる。</p> <p>「ミョウバンが出てくると温度にはどんな関係があるのかな」</p> <p>○ミョウバンが析出したのは温度と関係がありそうだという考えを引き出すかわりをする。</p> <p>○ミョウバンの析出してくる様子を考えるを通して、原因を温度にしぼり、条件を考えて実験計画を立てていくようにかかわる。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>改善のポイント①</p> <p>本時では、何をはっきりさせるのか問題意識をしっかりとつことが難しかったので、何℃になったら出てくると考えているのか、析出の瞬間について問うておく。そのことで、温度とミョウバンの析出双方を関係づけて考えていく。</p> </div> <p>○実験の手順・安全上の注意を行う。</p>
<p><実験の結果からグラフやイメージ図を使い、いえることを見つけていく。></p> <ul style="list-style-type: none"> ・41℃の時かなり一気にどばつと出て油みたいなものも出た。 ・下がると同時にどんどんいっぱい出てきた。 ・油みたいな物と一緒にミョウバンがまきもどしさせるように出てきた。 ・油みたいなものが上に上がって白い物体が上からだんだん出てきた。 ・ガラスについてたのが落ちて、それを見ているとちよつとづつ大きくなってきた。 ・50℃の時に油みたいに出てきて、40℃でもわもわと出てきた。30℃からはまだ記録していません。 ・この班は41℃でミョウバンが出てきて37℃で溶かす前と同じぐらいのミョウバンの量になりました。 	<p>○実験の結果を引き出す。</p> <p>○析出してきた白いものをミョウバンと確認する。</p> <p>○析出してきたミョウバンの量を溶かす前と様子と比べるようにかかわる。</p>



子供の反応	教師の反応
<ul style="list-style-type: none"> ・ 40℃から下がっていったらミヨウバンが戻ってきた。 ・ ミヨウバンは、40℃で水の上のほうから雪みたいに落ちてきて、37℃ぐらいから下に落ちたミヨウバンがはじのほうから固まってきました。 ・ 温めるとミヨウバンが小さくなって人間の目には見えなくなって溶けたと思って、冷やすとミヨウバンが大きくなって見えるようになるんだと思います。 ・ だんだんミヨウバンの形がもとにもどったんだと思います。 ・ あったまったミヨウバンが小さくなって冷やされるともとにもどって入るスペースがなくなったから見えるようになったんだと思います。 ・ 小さくなる。スペースが増える。 ・ 逆に冷やしてミヨウバンが大きくなってスペースがなくなったから入れなくなったミヨウバンが出てきたんだと思います。 ・ 入りきらなくなるから出てきたんだと思うよ。 <p>く上澄みの中の様子を問うことで、 結論付けた内容を見直し、次の課題をつくる。></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 今日出てきたミヨウバンは入らなくなったミヨウバンだからまだ水の中にはミヨウバンは入っているけど、見えるようになったのは入らなくなったミヨウバンだと思います。 <div data-bbox="443 1019 849 1321" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全部出たわけではない。20℃で5gとけたからもとにもどると20g、25-5で20g ・ 5g出てくると思う。。 ・ スペースがなくなってミヨウバンは出てくる。 ・ 入りきれなくなって出てくる。 ・ まだ、水の中にミヨウバンはある。 ・ もっと冷やしたらもっと出てくると思う。 ・ 25gよりは出てこない。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「冷やしただけなのに何が起ったの。」と問うことで、ミヨウバン水の中の様子に目を向けさせる。 ○ 「出てきた分ってどれぐらい。グラフで言うところのぐらい出てきたの。」と目の前の事象とグラフを使って、説明するようにかかわる。 <div data-bbox="917 627 1348 828" data-label="Text" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px;"> <p>改善のポイント③ 既習をもっと生かし、溶けることへのわかりを実感・納得できるようにミヨウバンが「少しずつ」出る様子とグラフの線を関係づけて考えさせる。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 「入らなくなったミヨウバンってこのことを言ってるの。全部出たの。」と上澄みの中のミヨウバンの有無を問うことで、限度の考え方を引き出す。 <div data-bbox="917 1041 1348 1288" data-label="Text" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px;"> <p>改善のポイント② 子どもにとって、グラフの必要性が低かった。そのため、上澄み液に焦点を当てることでもう一度水の中の様子に目を向けさせる時間を授業後半に位置づける。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 「上の透明なところにミヨウバンはあるのか。」という次時への問題意識を生む。

板書記録



(文責 平岡公園小 小川 裕之)

3.分科会の記録

(1) 討議の柱

- ①保存性を核とした単元構成にすることでものどけ方とその規則性について実感を生むことができたか。
- ②グラフとイメージ図を用いることで温度によるとけていられる程度の違いに迫ることができたか。

(2) 討議の内容

① イメージ図とグラフの扱いについて

- ・ 教師が、溶質、溶液、溶媒をどのようにイメージさせるべきか明確にしておく必要がある。粒の大きさと溶けるスペースを一色単にしていいのだろうか。
- ・ 去年度は折れ線グラフでやった。今年度は棒グラフと組み合わせたことが良かった。グラフもある程度有効であったが子どもたちが問題解決をする武器として使えていたかが問題。
- ・ 最初の場面で使っていれば、後の話し合いの中でグラフが生かされていったのでは。
- ・ イメージ図は、頭の中を表現するには良いが、情報が少ない場面では単なるつじつま合わせになってしまう。意図は分かるが、効果としてどうなのかは考えていかなければならない。
- ・ グラフを活動の履歴になるようにしなければならない。どんどん考えを書き込んでいくことで使えるグラフになっていく。
- ・ 大人でも説明できない溶解度の違いの要因を説明させる必要があるの？子どもたちはつじつま合わせをしようとする。

② 保存性や限度に対する子どもの分かり方

- ・ 教師の意図と子どもたちの考えが違ふ。いろいろな矛盾が出てきていた。イメージが先行して、本質が見えなくなる。
- ・ 前半で温度と溶ける量の関係を見ていなかった。「溶ける限度」にもっとはやく焦点化していった方が良かったのでは。
- ・ 「巻き戻し」という子どもの発言がキーになったのでは。この発言から「温める」→「冷やす」という考えが出てくる。今までの事実をさかのぼることが大切だったのでは。
- ・ 説明ができる手がかりになれるものであれば有効である。溶けるということはどういうことなのか、もう一度関わるチャンスだったのでは。
- ・ 湯煎は良かった。古いビーカーは割れることがある。湯煎にすると水の量の変化が少ない。
- ・ 湯煎はいいと思う。鍋のようなもので湯煎すれば良かったのでは。火を消した後、素手で直接さわっていたので、危なかった。その辺は改善した方がいい。

③ 助言者より

- ・ 今回用いたイメージ図は、中学校で扱うモデル図に近い。
- ・ 溶質の粒子が中心だった。しかし、粒子で考えるのであれば溶媒も考慮しなければならない。だから難しい。そこで、グラフのイメージ化が必要なのでは。
- ・ 小学校では保存性がなかなか理解できない。一定の中で変化するということがうまく理解できてないので、条件制御が大事にしてそこを重点的に扱ってほしい。
- ・ 子どもたちは、時系列で物事をとらえることが多い。だから、前に戻って学び直すことが大切。もう一度相手に分かるように表現させていく。
- ・ 自校の研究内容と結びつけていくことが必要ではないか。
- ・ 実験をやらせるときは子どもたちを必ず立たせる。湯煎の方法やガラス棒の扱いなど工夫が必要。
- ・ 関係があるのはある程度分かっているのだから、「どんな」に迫っていくべき。子どもたちが自分たちで意味付けをし、説明していくのでは。
- ・ 水の量、温度、限度、これらをどう関係付けていくのが教師の役割。子供が自ら考えていく授業を。

(文責 新川小 後藤 健)

4. 授業改善に向けて

○ 改善の視点

(1) 事象と問題と子どものつながりをはっきりさせる

改善のポイント①

何°Cになったら出てくるのか、析出の瞬間を問う。温度の低下とミョウバンの析出とを関係づけるようにしっかりと観察するようにかわる。

・子どもの問題としているところは、溶けたはずのミョウバンが析出してくる事象である。子どもはもともと、溶けたものは水の中にずっと入っていると考えている。その考えとミョウバンが析出してくる事象とはずれがある。そのずれから活動の方向づけをし、問題に高めようと考えた。「ミョウバンは、また出てくるかもしれない」「温度を下げれば、出てくるところが見れるかもしれない。」このように温度とミョウバンの析出とを関係づけ、見通しをもたせることではっきりとした問題をもたせることができる。ミョウバン水を何度にしたらでてくるのか。どのような状態で出てくるのか。量はどれくらいか。ミョウバンが出てくる瞬間を問うことで、子どもたちの目的意識をしっかりとめさせる。「きっと、こうなるだろう。」「こうなるところを見てみたい。」事象と子どもをつなぐ問題をはっきりさせる必要があったと考える。

(2) 子どもの知っているつもりに揺さぶりをかける

改善のポイント②

事象とグラフを関係づけるために、上澄み液にはミョウバンが残っていないかを問うことで、「もっと冷やしたら」という考えを引き出す。もっと冷やしたときの事象を観察とグラフを用いて説明できるようにかわる。

・水の温度を下げることで、溶けていたミョウバンを析出させることができた子どもたちは、達成感をもっている。「やっぱり、温度を下げるとミョウバンが出てくる。温度のせいだったんだ。」この時点では、ミョウバンが温度によって水の出入りというものにしかとどまらず、温度による水に物が溶ける限度という見方や考え方までは高まっていない。そこで、教師が「溶かしたものが全部出てきちゃったのか。」と上澄みの様子を問うことで、もう一度、水の中の様子に目を向けさせる。このことによって、子どもたちは「溶けているミョウバンの量は変わらないから」という保存性をもとに今まで作ってきたグラフをもとに上澄みの様子を考えていくのではないかと考える。「全部は出てきていない。だってね・・・」と見えないミョウバンを語ろうとするとき、グラフを使いたくなると考える。もっと冷やしたときの事象を目に見える観察とグラフを用いて説明するとき、子どもに限度という見方や考え方の実感・納得を生むことにつながると考える。

(3) 子どもが事象を説明することでわかる

改善のポイント③

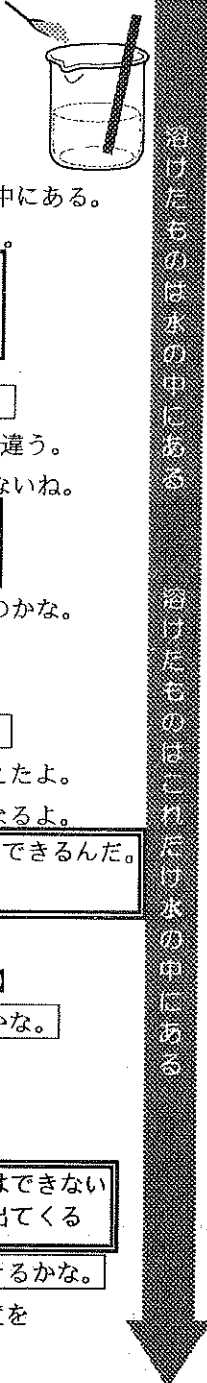
ミョウバン水をもっと冷やしたときの実験結果から、ミョウバンの溶ける量と温度の関係を説明する。冷やしていくと少しずつ出てくることをグラフから捉えるようにかわる。

・子どもは、どうしてグラフを描きたくないのか。子どもにとって、グラフとは、どんな意味や価値をもっているのか。本実践でも子どもたちは、グラフを描いた。水の量と溶ける量、温度と溶ける量についてのグラフである。本実践では、グラフは4年生の既習を生かして、表からグラフへ描き直すことで、変化をとらえやすくなるからという理由で結果をグラフにまとめている。また、いくつかのグループの平均をとるためにグラフを活用していく。これも一つの理由となると考える。しかし、子どもがグラフを描くときには、いくつかの理由があることがわかった。それは、「変化を問われた」ときである。子どもは、条件を整理して自分の手で条件に変化をつける。その変化の結果、得られる結果にも変化が生まれる。2つの結果だけでは、変化をとらえたとは、いえない。考えを裏づける証拠が増えるほど傾向としてとらえることができるからである。最低でも3つ以上の結果を得たときに、変化を問うことができる。このことから、子どもは、物の溶け方の傾向を自分たちで発見することができる。そこに意味付けや価値づけをしていくことで、グラフの有効性が発揮される。点と点を結ぶとはどういうことか。点と点の間にひかれた線の意味はどのようなものか。その時、物が溶ける様子はどのようなものか。グラフが学習の軌跡としても扱うことがグラフの有効性へつながるのではないかと考える。

(文責 緑丘小 牧野 理恵)

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;">【第1次 物を水に溶かす(8)】</p> <p>◇ いろいろなものをとかしてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「溶ける」「解ける」「混ざる」ととけるにはいろいろある。 ・「溶ける」とものは見えなくなる？消えてなくなる？ <p>◇ 食塩やミョウバンが水に溶ける様子をよく見てみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミョウバンと食塩は形が違うね。 ・粒が小さくなってメラメラが見えたよ。 ・ものが溶けてなくなったのかな。 <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;"> 溶けたミョウバンや食塩はどこへ行ったのかな。 </div>  </div> <ul style="list-style-type: none"> ・水のかさが増えてるよ。中にあるのかな。 ・ガラス棒に白い粉がついている。見えないけど、中にある。 ・(中にあるなら)重さを量ったら入れた分だけ重い。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> ものは、水に溶けると見えないけれど中にある。ものを溶かしても全体の重さは変わらないんだ。溶かしたものは全部水の中にあるんだ。 </div> <p>食塩やミョウバンは、どのように溶けていくのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・〇g溶けたよ。・食塩とミョウバンは溶けやすさが違う。 ・どんなにかきまぜても粒を小さくしてももうとけないね。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> ものによって、溶けるはやさや量が違うんだ。ものが溶ける量には限度があるんだ。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・溶け残っちゃったよ、もう溶かすことはできないのかな。 <p>溶け残りを溶かすには、どうしたらいいだろう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水を増やせば</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水の温度を上げれば</div> </div> <p>水を増やして、溶ける余裕を増やしたらどうだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水を増やした分食塩やミョウバンの溶ける量が増えたよ。 ・水の量を2倍3倍にすると溶ける量も2倍3倍になるよ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> 水の量を増やすと溶ける余裕ができて、溶かすことができるんだ。水を増やすとももの溶ける限度が大きくなるんだ。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・温度を上げるとどうだろう。 <p style="text-align: center;">【第2次 水の温度と溶け方(7)】</p> <p>温度を上げればもっと食塩を溶かすことができるのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度を上げて思ったように溶けないね。 ・冷やしてみても溶けないよ。 ・温度を上げると反対に出てきちゃった。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> 温度を上げて食塩の溶ける限度をあまり返すことはできないんだ。水が減ると溶けきれなくなって溶けた食塩が出てくる </div> <p>温度を上げればミョウバンをもっと溶かすことができるかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミョウバンは、食塩より溶けずらかったのに、温度を上げたら、たくさん溶けた。 	<p>○子どものわかり方の道筋として、物による溶け方の違いよりも「水に溶けた物の行方」に目を向ける。そのことから、保存性について先に扱うようにする。</p> <p>○グラフの点と点の間を考えさせることで溶ける限度についてよりはっきりと認識させる。その上で線を結ぶことで、ものが溶ける限度の軌跡が線として表されていることを明らかにする。</p> <p>このことにより、グラフの有用性や物が溶けた量の変化をとらえることができる。また、棒グラフの上限の線は、これ以上溶けることができない限度をあらわすことをしっかりとおさえる。</p> <p>このことにより、本時では、温度によるミョウバンの水への出入りを「これ以上入らない」「この線からはみ出たから見えるようになった」と上限の線に着目し、限度についてとらえていける。</p>
<p>【第2次 水の温度と溶け方】の続き省略</p>	

(文責 平岡公園小 小川 裕之)

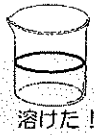
(2) 本時の改善

おもな学習活動

留意点

<前時まで>

1日経って、もう一度出てきたミヨウバンは温度を上げる(60℃またはそれ以上にする)と再び溶かすことができた。子どもは、冷えるとミヨウバンが出て、温めると溶かせることから、温度が関係しているのではないかと考えている。



溶かしたはずのミヨウバンが出てきた。あれっ?!

温度が下がったからじゃないかな



出てきた?!

温度が下がるとミヨウバンはどのように出てくるのだろう。

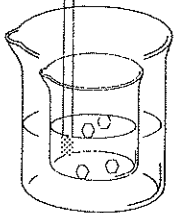
20℃まで、冷やすといっ
きに出てくるのではない
かな。時間が必要だから。

温度が下がると少しずつ
出てくるのではないかな。
温度で変わる。

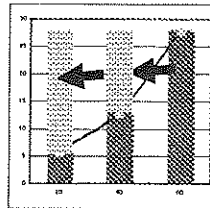
温度が下がるとすぐにた
くさん出てくるのではな
いかな。いっきに出る。

ミヨウバンを再び溶かして冷やす活動

出方は...



どのくらい出るのかな...



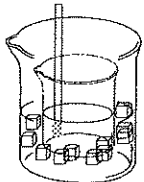
冷やすと今までの逆のことが
起きているんじゃないかな

○もっと温度を下げれば、もっと溶けきれなくて出てくるかも...

・温度が下がると、溶けていられる余
裕が減って、溶けていたミヨウバン
が、出てきたんだ。
・どんどん冷えるとミヨウバンは溶け
きれなくてどんどん出てくるよ。

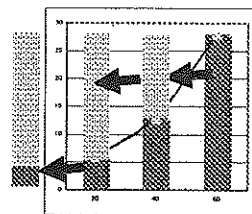
・溶けているミヨウバンの量は変らな
いから、溶けていられる限度が変っ
たんだ。
・はみ出ているところがでてきた。
・全部出たわけではないから。

もっと低い温度に冷やしてミヨウバンを出す活動



・もっと冷やすと、またミヨウバ
ンが出てきた。
・冷やすと、どんどんミヨウバン
が溶けられなくなってきたん

・やっぱり、出てきたよ。
・0℃にしたら、この分だけ出てきたよ。



溶けていられなくなったミヨウバンが出てきたんだ

ミヨウバンは、温度によって、溶けていられる量が変る。
溶けていられる量が変わることによって、出てくるんだ。

◎析出してくる様子について、
温度と出方の関係について
の見方や考え方を引き出し、
違いを明確にすることで、目
的をはっきりさせる。

改善のポイント①
何℃になったら出てくるの
か、析出の瞬間を問う。温度
の低下とミヨウバンの析出と
を関係づけるようにしっかりと
観察するようにかかわる。

○ 再び析出したミヨウバンの
様子をしっかりと観察する
ようにかかわる。

改善のポイント②
事象とグラフを関係づける
ために、上澄み液にはミヨウ
バンが残っていないのかを
問うことで、もっと冷やした
らという考えを引き出す。も
っと冷やしたときの事象と
グラフとを用いて説明でき
るようにかかわる。

改善のポイント③
ミヨウバン水をもっと冷や
したときの実験結果から、ミ
ヨウバンの溶ける量と温度
の関係を説明する。冷やして
いくと少しずつ出てくるこ
とをグラフから捉えるよう
にかかわる。

○次時には、もっと冷やしたと
きの上澄み液のミヨウバン
の存在を追究していくよう
にかかわる。

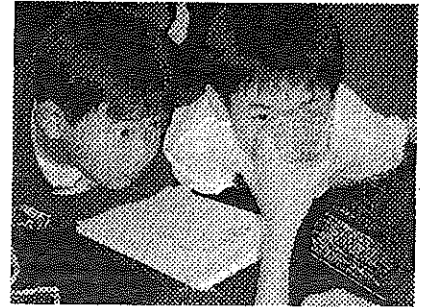
(文責 新川小 後藤 健)

6. 研究の成果

(1) 「知」をつくるための教材化

一粒一粒の析出するミョウバンをじっくり観察することで、温度の変化と溶ける量を関係付けていく姿を生むことができる。

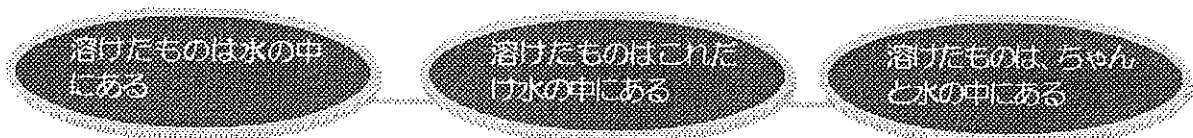
理科の授業は、観察にはじまり観察で終わる。理科の学習で大切にしたい力として、観察・実験する力があげられる。本時で子どもたちは、ミョウバンが析出する様子を温度と関係付けながら観察する姿が見られた。これは、ミョウバン水を一気に冷やし、ミョウバンを析出させるのではなく、冷水で少しずつ冷やすことにより、ミョウバンが析出してくる様子をじっくりと観察することができたからだと考える。そして、その活動を支えていたのは、子どもたちの目的意識であると考え。「きっと、温度を下げたらミョウバンは出てくるはず。」「出てくるミョウバンを見てみたい。」このような目的意識が子どもの活動を支え、析出した一粒一粒のミョウバンをじっくりと観察する姿が生まれたのではないかと考える。そして、時間の経過とともにミョウバンが析出してくる様子を観察している子どもたちは「水の温度が下がれば下がるほど、ミョウバンがたくさん出てきた」と、温度の変化と析出してくるミョウバンの量を関係付けて考えることができた。



(2) 「知」をつくるための単元構成

保存性を核にすることで、物が水に溶けることへの実感・納得を生むことができる。

単元構成の柱を「保存性」として実践した。子どもたちは、1次では物が水に溶ける様子を観察したり、溶けた物の行方を追ったりする活動を通して、「水の中に確かにある（溶けたものの存在）」に目を向けた。2次では、水の量や温度を変化させ、物を溶かす活動を通して、変化とその要因を考えていった。このように「保存性」を柱に単元を構成することで、子どもたちは目に見えないものをだんだんと認識することができた。そして、見えないものを認識する手立てをとることで「重さが増えたということは、中に溶けているはずだ。」「溶けている量は変わらないから、きっとこの上澄みにもまだ溶けているはずだ。」と、物が溶けている水の中を考え、子どもに見えないものに対する実感や納得を生むことができた。子どもは、次を追うごとに「物が水に溶けていること」がわかってくるのである。このように子どもの「溶けることがわかる」過程を大切に扱い、単元を構成していくことで「物が水に溶ける」実感・納得を生むことができると考える。



重さやかさによる溶けた物の存在

溶けた物の水の量や温度による変化とその要因

上澄み液の中の溶けた物の存在

(3) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

事象とグラフをつなぐことで限度に迫ることができる。

物が水に溶けている様子を考えることは難しい。そこで、物が水に溶けている様子を目の前の事象とグラフをつないで考えることで、より物が溶けることを見直していくことができた。溶けているミョウバンの量をグラフで表すことで、目に見えない水の中を可視化する。棒グラフの長さは、その温度で溶けている量である。また、棒グラフの上限は、その温度で溶ける量の限界を示している。可視化することにより「温度が上がると棒グラフが伸び、下がると棒グラフは短くなる。だからミョウバンは溶けていられなくなるんだ。」と、析出を温度による溶けていられる限度に関係があるととらえることができた。「保存性」を土台に「物の水への出入り」という事象をグラフを手だてに考えることにより、「物が水に溶ける限度」に迫ることができたのである。

(文責 緑丘小 牧野 理恵)

6年「水よう液の性質」の指導について

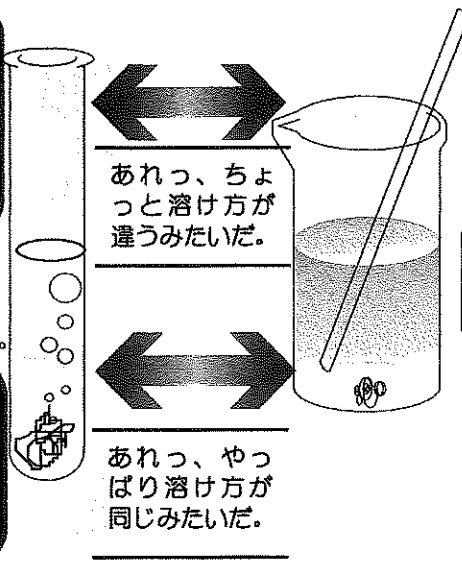
児童 6年1組 男子12名 女子10名 計22名
 指導者 鈴木 圭一 (幌北小)
 協力者 岡 亨 (山鼻小)
 宮崎 直美 (伏見小)

本時の問題解決

・すごい泡が出て、音もしているよ。
 ・熱くなってるなっているよ。
 ・だんだんボロボロになってきたよ。
 ・においがする。
 ・色もあるよ。

全部溶けてたよ。
 まだ溶かせそうだよ。
 ※さらに溶かしてみる。

・また溶けてる。
 ・溶けなくなって残ったぞ。
 ・塩酸を入れたらまた溶けた。
 ・温めると溶けたよ。



食塩やミョウバンの溶け方規則性

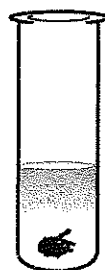
・溶けていく様子

あれ、どうなんだろう。溶け方が違うのかな。それとも同じなんだろうか。

- ・透明性
- ・溶ける限度
- ・溶かすものと水の量
- ・溶かすものと温度



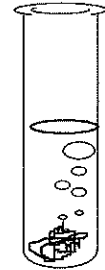
塩酸にスチールウールを入れると、どのように溶けるのだろうか
 水に食塩やミョウバンが溶けるのと同じなのだろうか。



- ・きっと試験管の中は鉄でいっぱいだよ。
- ・見えなくなっているけどこの中にあるんだよ。



- ・泡がたくさん出ていたよ。
- ・においもあったし、熱くなったよ。



やっぱりスチールウールが出たよ。

黄色い粉が出たよ

なんか色や形が変だぞ。



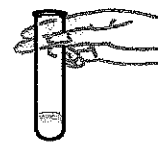
磁石には着かないよ。



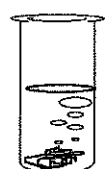
スチールウールとは違う性質だ



水に溶けたよ。



塩酸とは違う反応をしたよ。



食塩やミョウバンとは溶け方が違うよ!

- ・塩酸と合わせて鉄が変わったよ。
- ・塩酸が鉄に働いて鉄の性質が無くなってしまったよ。

今までの溶け方とはちがうんだよ。塩酸はスチールウールを溶かし、もとのスチールウールとは別の性質にする働きがあるんだ。

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

① 単元の目標と子どもの接点

本単元では、子ども達に水溶液の性質や働きについての見方や考え方をもちようにすることが目標である。水溶液については、5年生の単元「もののとけ方」で、もののとけ方とその規則性について学習してきた。本部会では、ここでの既習を生かし、水溶液に対する新たな見方や考え方を子どもが身に付けていけることをねらっている。そのため、5年生で学習した内容が、どの程度定着しているか、また本単元にかかわることについて子どもがもっている素朴概念を探るために実態調査を行った。

調査結果によると、子どもは、ものが水に溶けて見えなくなっても、水溶液の中に存在していること、水に溶けたものは水と分けて取り出せること、すなわち水に溶けて見えなくなっても溶けたものは水溶液中に存在していることをとらえている。また、本単元にかかわって、水溶液に溶けているものは固体であると考えている子どもが多いことが分かった。また、酸性やアルカリ性という言葉を知っている子どもは多くいるが、その性質や働きについて知っている子どもはあまりいないことも、聞き取り調査で明らかになった。

以上のことから、本単元を学習する上で、次のことを核として、教材化・単元構成を行うこととした。

- 「水にものが溶けている＝何らかの性質や働きがある」ということ。
- 水溶液によって、固有の性質や働きがあること、また仲間分けができること。
- 水溶液には、気体が溶けているものがあり、水溶液に対する新たな見方や考え方をもちこと。
- 塩酸が金属を溶かすという事実から、今までと違った溶け方があるということ。また、質的変化について塩酸に反応することで金属の性質が変わるという見方や考え方をもちこと。

こうした学習を通して、子どもに水溶液の性質や働きについての見方や考え方をもちようにしていく。

② 「もののとけ方」での既習との比較が問題を明確にする

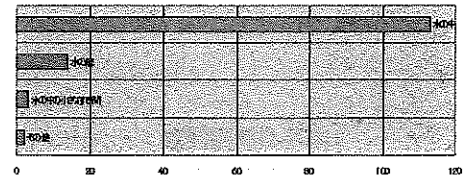
実態調査からも明らかであるように、子どもにとって、なじみが深い水溶液は「食塩水」「ミョウバン水」である。これは、子どもが水溶液や溶けるという現象を見るときに、5年生の学習をもとにして見ているためであると考えられる。そこで、本単元では、5年生での既習との比較をしながら問題を追及できるように単元構成し、水溶液に対する見方や考え方を深めていこうと考えている。

- ・ 1次：水溶液の定性分析から、水溶液の性質や働きについて、固有の物があり、『水土もの＝新たな性質や働き』という溶けるということに新たな見方や考え方を生む。
- ・ 2次：水に溶けているものに問題をもつ。気体が溶けている水溶液→新たな水溶液に対する見方をもつ。
- ・ 3次：今までと違ったものの溶け方について問題をもつ。水溶液の働きと質的変化の見方や考え方をもち。

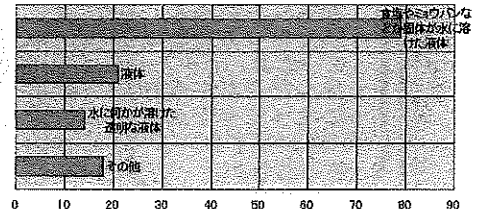
こうした学習活動から、子どもは「溶ける」ということに対して新たな見方や考え方をもち、水溶液に対しての見方や考え方を育んでいき、「知」をつくっていけると考えた。

札幌市内小学校6年生132名

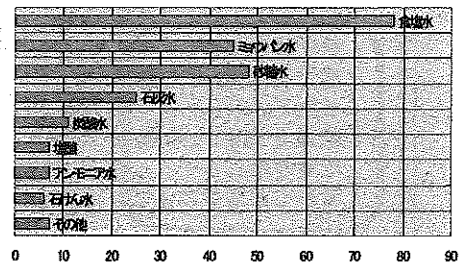
水に溶かすものごとに



「水溶液」とは何



知っている水溶液は？(複数回答)



(2) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

金属の質的变化というのは子どもにとって実感することが難しいものである。だからこそ、ここでの学び合いをしっかりと組織し、金属と塩酸の反応について多面的に判断し、「塩酸に入れた金属の性質が変わった。」という実感を生むようにする必要がある。

① 『溶け方』の比較を通して生まれた見方や考え方の違いが見通しをもった学び合いを生む

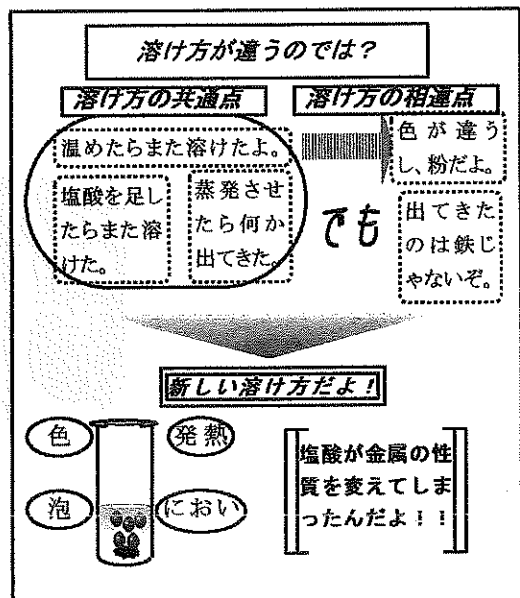
塩酸に入れた鉄が反応して見えなくなる。この現象を見たときに子どもは5年生のものの溶け方と比較しながら見ていく。「熱が出ること」「あわが出ること」「においが出ること」などは明らかに溶け方が違うこととして現象をみつけてくる。しかし、金属が溶けるという現象は子ども達にとって未知のことであり、考える根拠になるのは5年生の「もののとけ方」の既習、そして、本単元の1次・2次の学習である。そこで『溶け方』に焦点を当て、5年生の「ものの溶け方」との共通点や相違点を明らかにしていくことを「学び合い」の中心として位置づける。そこには「塩酸を増やしたらさらに溶ける」「温めたらさらに溶ける」「溶けた溶液は透明になる」「蒸発させると出てくる」など食塩やミョウバンの溶け方とほぼ同じように見える事実がある。しかし、蒸発させて出てきたものを見ると鉄とは明らかに様子が違う。これらの比較を通して「溶け方が違うかもしれない」という問題場面をつくり、試験管でおきていることを推論していくのである。

② 『新しい溶け方』のイメージを交流することで水溶液の働きを実感する

先にも述べたように、「塩酸の働きで、金属ではない別のものに変化した。」と子どもが実感することは非常に難しいことである。

出てきた物が鉄とは違う性質の物であることや溶け方が食塩やミョウバンと違うことがはっきりした時点で、再度、試験管の内部では何がおきていたのかを子どもは考える。このことで、鉄が溶けるときの発熱や泡の発生、においなどと、本時の中で獲得した「塩酸に鉄が溶ける溶け方」と「食塩が水に溶ける溶け方」は違うという新しい溶け方の見方や考え方を関係付けて、試験管の内部で起こっていることについてイメージをふくらませていくことができるのである。

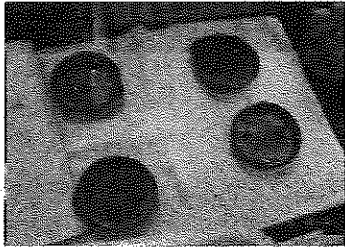

実際の現象や追究した結果とイメージをつなげていくことに交流の意味があると考えている。そして、学び合いを通して「塩酸が働いて鉄の性質を変化させた。」という質的な変化と水溶液の働きを実感し、わかることができると考えている。



《単元の目標》

- 総 色々な水溶液を使い、その性質や金属を変化させる様子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する活動を通して、水溶液の性質や働きについての見方や考え方をもつようにする。
- 関 色々な水溶液を比べながら観察し、水溶液の性質について調べ、見出したことをもとに色々な水溶液を見直していこうとする。
- 科 水溶液の性質や変化とその要因を関係付けながら、水溶液の性質や働きを多面的に考えることができる。
- 実 水溶液の性質を調べる工夫をし、指示薬や加熱器具などを適切に使って、安全に実験することができる。
- 知 水溶液は溶けているものによってそれぞれ異なる性質をもち、酸性、アルカリ性及び中性のものがあることを理解する。

2. 授業記録 (12/15)

子どもの反応	教師の対応
<p>○塩酸にスチールウールを入れた水溶液を蒸発させると、どのようなものが出てくるのか見通しを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水にミョウバンを溶かした時のようにスチールウールが出てくる。 ・スチールウールが細かくなって銀色のカスが出てくる。 ・溶け残りのような黒いカスかな。 ・スチールウールの成分が残ったものが出てくる。 ・泡や熱がたくさん出たから、スチールウールではないものが出る。 	<p>○塩酸にスチールウールを入れた水溶液を蒸発させた時に出てくるものに対する見通しを引き出す。</p> <p>○水にミョウバンを溶かした時の様子と比較をさせる。</p>
<p>○塩酸にスチールウールを入れた水溶液を蒸発させ、出てきたものの性質を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水溶液を蒸発させたら、黄色い粉が出てきた。 ・これは、スチールウールが錆びたものだ。 ・スチールウールではないのかな。磁石につけてみよう。  <ul style="list-style-type: none"> ・磁石につかないよ。鉄の性質はないよ。 ・水に入れたら、溶けたよ。スチールウールなら溶けないはず。 ・鉄の成分があれば、塩酸に入ったら泡が出るはずだ。 ・塩酸に入れても泡や熱の反応がないよ。 ・塩酸と一緒に鉄の成分がなくなってしまったのかな。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>改善のポイント①</p> <p>「溶けたスチールウールはどうなったのだろう。」「試験管の中に見えなくなっただけであるのだろうか。」という意識をもたせ、蒸発乾固の実験に必要感と見通しをもたせることで、問題場面をより焦点化していく。</p> </div> <p>○実験開始の指示と、安全についての留意事項を確かめる。</p> <p>○個々に対して、蒸発させて出てきた黄色い粉に対する見方や考え方を引き出す。</p> <p>○スチールウールの性質と比較しながら、黄色い粉の性質を調べさせる。</p>
<p>○実験の結果を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸発させたら、黄色い粉が出てきたよ。 ・その粉は、磁石につかなかったから、スチールウールではない。 ・塩酸にも入れてみたら、鉄なら泡が出るはずなのに、泡も出ないで茶色の水になった。 ・粉をBTB溶液に入れたら黄色の酸性になった。水に鉄を入れも酸性にはならないよ。 ・鉄の成分がなくなったんだよ。 ・塩酸にスチールウールを入れた時と塩酸に黄色い粉を入れた時の溶け方が全然違う。 ・全然違うものになった。この粉は、スチールウールではない。 	<p>○実験結果と見通しを比較して、黄色い粉に対する見方や考え方を引き出す。</p> <p>○スチールウールの性質と黄色い粉の性質を比較することで、「別のものが出てきた」という結論に導く。</p>

○塩酸にスチールウールを入れた時の溶け方を考える。

- ・塩酸にスチールウールを入れると、強すぎる塩酸にスチールウールが吸収され、カスが残るみたい。
- ・塩酸の中にスチールウールが入っていると思ったけれど、試験管の中はスチールウールが満杯ということではない。
- ・塩酸の力によって、鉄の成分と塩酸とが融合して、蒸発させた時に出てきた。
- ・溶けた時に別のものになったんだよ。
- ・いや、蒸発させたから、別のものになったんだよ。
- ・塩酸の中では、鉄の成分があつて、蒸発させた時に別のものになるんだよ。

○塩酸にスチールウールを入れた時の溶け方と水にミョウバンを入れた時の溶け方を比較する。

- ・水にミョウバンを溶かすと蒸発させた時にミョウバンが出てくるけど、スチールウールの時は別のものが出てきた。
- ・黄色い粉は、塩酸に入れても反応しないから、スチールウールではない。
- ・ミョウバンと違って、スチールウールは別のものに変身する。入っているはずだと思ったのに…。
- ・塩酸の力でスチールウールが別のものになる。
- ・溶け方の同じところは、塩酸の量を増やし、温度を上げるとたくさん溶けるところ。
- ・ミョウバンとスチールウールの溶け方は、違うところもあるけど、同じところもある。
- ・ミョウバンのように溶けたものが蒸発させても出てこないところは新しい溶け方かも…。
- ・新しい溶け方というには、微妙かも…。

○次時の見通しをもたせる。

- ・はっきりしないところをもう一度調べたいな。
- ・BTB溶液で、性質を調べるともっと詳しくわかると思うよ。

○塩酸にスチールウールを入れた時の反応と黄色い粉が出てきた現象とを関係付けるかかわりをする。

○音や熱、泡の反応を取り上げ、「塩酸の力でスチールウールが変わった。」という見方や考え方を引き出す。

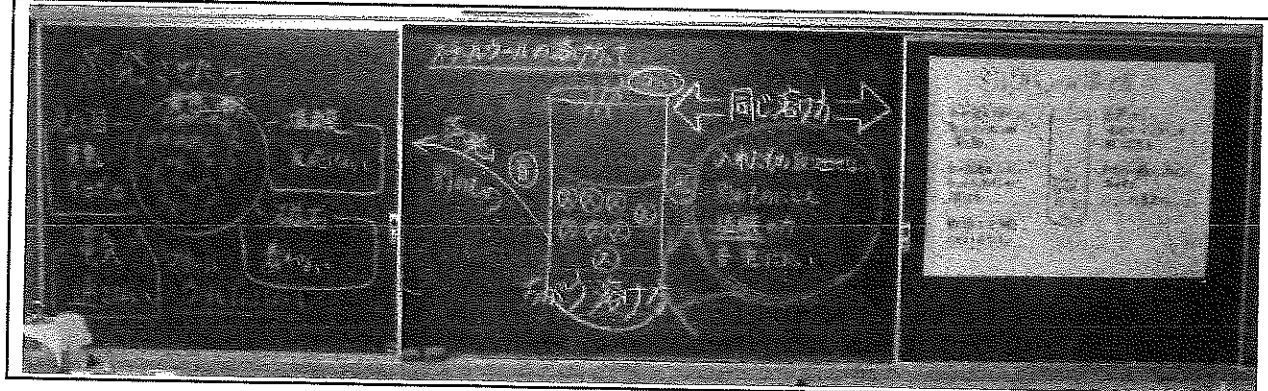
改善のポイント②

スチールウールを塩酸が変化させたときを考える子どもが少なかったため、「二者の溶け方の違い」「蒸発した時の黄色い物の性質」を事象から多面的に捉えさせ、塩酸のはたらきについて推論させる。

○水にミョウバンを入れた時の溶け方と塩酸にスチールウールを入れた時の溶け方を比較し、「別のものになる溶け方」という新しい溶け方に気付かせていく。

○次時に向けて、本時ではっきりしなかったことを明らかにするように見通しをもたせる。

板書の記録



(文責 幌北小 鈴木 圭一)

3. 分科会の記録

(1) 討議の柱

- ① 「もののとけ方」での既習との比較が問題を明確にしたか。
- ② 「新しいとけ方」のイメージを交流することで、水溶液の働きを実感することができたか。

(2) 討議の内容

① 既習（5年生での「もののとけ方」）を十分生かした単元構成について

- ・5年生の既習と比較し、見通しをもたせて、活動に入らせれば良かったのではないか。
- ・「溶け方の比較」なのだから、「塩酸が働いたから、変わったんだ」と子どもが考えるようになるよ。そのためには、水と塩酸が主語になっていないと厳しいのではないか。「水が～を溶かす」「塩酸が～を溶かす」となるべきではないか。
- ・飽和状態のときにミョウバンとの比較はできたが、「塩酸が弱くなっていく」という考え方はミョウバンとの比較からは出てこなかった。
- ・本時の場面では、「同じところもあるし、違うところもある」としか言えないのではないか。「新しい溶け方」と言わせるのは難しい。溶け方の世界が徐々に広がっていけば、「新しい溶け方」という考え方に繋がっていくのではないか。
- ・「別のものになった」と子どもたちが素直に言ったのはすばらしい。しかし、それは「蒸発させたときに変わった」という考えが出てきていた。試験管の中で何が起きているのか、という思いをもっと強く出させるとよいのではないか。

② 新しい溶け方についてイメージを交流させた学び合いについて

- ・溶け方が同じなのか、そうではないのか、と考える場面だったが、子どもたちはミョウバンと比較することに必要感をもっていたのだろうか。
- ・「塩酸と融合して」「塩酸の力で」という発言を板書に位置づけることが大切。
- ・塩酸の濃さや強さをここの場面に組み入れたらよいのではないか。そうすることで、解決させたいことのために「蒸発」が出てくる流れができるのではないか。
- ・蒸発したときに、鉄が出ていった、という考え方をつぶさなくては、新しい見方や考え方が身に付かないのではないか。
- ・「違う溶け方もあるんだ」というところに重点をおいた授業は、よかった。
- ・5年生の学習では、溶媒は水。6年生の学習では、溶媒は塩酸（水溶液）。温度を上げて化学変化の場合、反応スピードは変わるが溶ける量は変わらない。そういう意味では、6年生の学習での「溶ける」と5年生の学習での「溶ける」を比較してよかったのだろうか。

③ 助言者より

- ・ $A+B=C$ という概念を与えたいが、難しい。溶けた瞬間に変化したのか、蒸発させた時に変化したのか、そこをはっきりさせるのが難しい。そこをはっきりさせる術がない。
- ・既習経験を生かすためには、もっと溶ける様子を見せるとよい。
- ・「溶ける」というイメージをどうもたせていくのが大切。
- ・子どもたちは、よく育っている。操作も上手で、「(蒸発乾固で出たものが)磁石につかない」「溶かしたスチールウールが出ていったのでは」など、既習や生活経験から考えようとしている姿が見られた。

(文責 伏見小 宮崎 直美)

4. 授業の改善に向けて

○ 改善の視点

(1) 問題意識を共有し、問題解決の活動に向かうために

改善のポイント①

実験の目的・必要性を明確にし、交流を深め、既習の溶け方との比較を行うことで問題を焦点化する

- 5年生「ものの溶け方」の学習で学んできた溶け方と鉄が塩酸に溶ける溶け方の違いを比較し「溶け方は同じか」を考えていくことで試験管でおきている塩酸や鉄の変化に目を向けさせていこうと考えていた。子どもは、その問題を明らかにするため蒸発乾固を行い、溶けていたものに目を向けて行くであろうと考えた。

本時では、蒸発乾固を行い、黄色い物質が表れ、その物質にかかわることで比較的容易に黄色い物質はスチールウールではないことが明らかになった。その後、スチールウールの溶け方をイメージさせていったのだが、交流する際の互いの根拠が不明瞭なため話し合いの論点がずれてしまった。問題意識をもち、ミョウバンの溶け方と比較しながら考えていくには、やはり、「スチールウールの溶け方は？」といった明確な課題の必要性を感じた。

そのためには、蒸発乾固の実験の必要を十分に感じさせなければならない。それは、導入時点で再度ミョウバンの溶け方とスチールウールの溶け方を比較させることで必要感が生まれてくる物と考える。目で見る事ができない水溶液の中の様子に着目し、違いを明らかにしようとするのである。そして、どのような結果が表れるかを予想していく段階で、今までの塩酸とスチールウールの反応とミョウバンが溶ける様子の比較を必然的にを行い、「同じ溶け方なのだろうか」という問題に向かっていくことができるのである。

(2) 質的变化を実感的に理解していくために

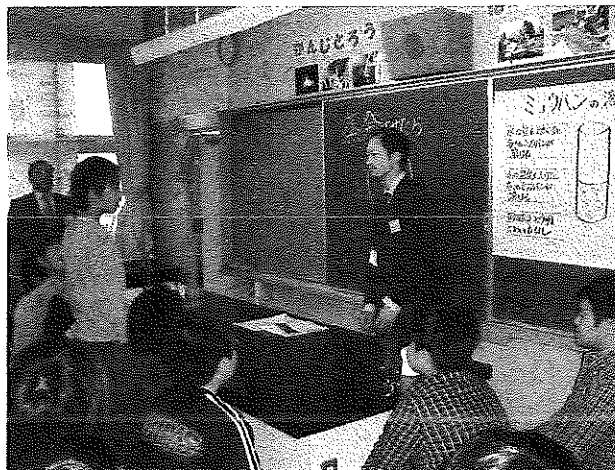
改善のポイント②

水に物を溶かすことと塩酸で金属を溶かすことを比較し塩酸のはたらきのイメージをもたせ、溶け方に着目させながら多面的に事象を見つめさせについて推論させる。

- 蒸発乾固により表れた物質がスチールウールが明らかになった後、スチールウールの溶け方を問題にしていった。試験管内でおきている見えない現象を、実際に見た事象からイメージしていく場面である。スチールウールが黄色い粉に変わっていた現象を、加熱したときに変化したと考え、塩酸が変化させたと考えていない子が多かった。

そこで、ミョウバンを溶かした時を想起させるときに、「何に溶かしているのか」「水と塩酸の違い」を考えさせる。また、ミョウバンの蒸発を想起させるなど、5年生の既習との比較をこの場面でも取り入れていく。さらに、子どもの発言にあらわれる「塩酸の力で…」「塩酸と合わさって…」という言葉を板書に位置づけ、溶け方について整理するのである。


このように「溶け方」に着目させながらかわっていき、共通点や相違点を明らかにするような板書を行うことで、塩酸のはたらきについて推論していくことができ、「塩酸がスチールウールを変化させた。」「塩酸がスチールウールと合わさって違う物になった。」と考え、「ミョウバンが水に溶けるのと塩酸がスチールウールを溶かす溶かし方とは違う。」と考えていくことができる。



(文責 山鼻小岡 亨)

5. 改善案

(1) 単元構成の改善

活動構成の概要	改善点
<p>【第3次 水溶液の働きと新しい溶け方(5)】</p> <p>◇水溶液には、どんな働きがあるのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸性雨が、金属を溶かすって聞いたことがあるよ。 <p>酸性水溶液は、スチールウールを溶かすのかな。</p> <p>酸性水溶液にスチールウールを入れる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>塩酸</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すごい泡が出ているよ。 ・音も出ている。 ・温かくなっているよ。 ・だんだんボロボロになったきたよ。 </div> <div style="width: 45%;"> <p>炭酸水</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スチールウールに変化はないよ。 </div> </div> <p>同じ酸性でも、溶け方が違うんだね。強さが関係あるんだね。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸にスチールウールを入れたら、水にミョウバンを入れた時と同じで透明な水溶液になったよ。 <p>ミョウバンの溶け方とスチールウールの溶け方は、同じなのかな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">音や熱、泡が出るから違いそうだ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">溶けて見えなくなったから同じだよ。</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・だんだん泡や音が少なくなってきたよ。 ・溶けなくなって、底に黒いものが残ったよ。 <p>試験管の中は？</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>水と同じように塩酸にも溶ける限度があるよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸を足したら、また溶け始めたよ。 ・温度を上げたら、また、泡が出始めたよ。 </div> <div style="width: 45%;"> <p>水にミョウバンが溶けるのと同じで、塩酸に鉄が溶けていっぱいになったよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸発させたら黄い粉が出てきたよ。 </div> </div> <p>食塩やミョウバンと同じだよ。</p> <p>黄色い粉はスチールウールなのかな</p> <p>黄色い粉を調べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> <p>形がスチールウールと違うよ。</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>塩酸に入れても反応しないよ。</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>磁石につかないよ。</p> </div> <div style="width: 20%;"> <p>水に入れたら溶けてしまったよ。</p> </div> </div> <p>黄色い粉はスチールウールとは、別のものだ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>ミョウバンの時と同じところもあるけど…</p> <p>炭酸水とは違い、強い酸性だからスチールウールを溶かしたんだ。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>ミョウバンは、水に溶かしてもミョウバンのままだけど、スチールウールを塩酸に入れると別のものになる。</p> <p>塩酸に入れて、塩酸とスチールウールが合体して別のものになるよ。</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <p>別のものになる</p> </div> <p>スチールウールは、塩酸に入れると塩酸の方で別のものに変化するんだね。今までの溶け方とは、違うんだね。</p> <p style="text-align: right;">【以下、4次へ続く】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○酸性水溶液にスチールウールを入れる活動を通して、働きの違いから酸性の性質に強弱があることという見方や考え方を生ませる。 ○スチールウールが溶けて透明になった水溶液から、塩酸とスチールウールの反応を水とミョウバンの溶け方と比較して詳しく観察していけるようにする。 ○溶け残った状態について考えさせることで、ミョウバン水と比較して塩酸やスチールウールの変化についての見方や考え方を引き出す。 ○蒸発させて出てきた黄い粉について、ミョウバン水を蒸発させた時と比較させ、見方や考え方を引き出し、どのようにすると調べられるか考えさせる。 ○ミョウバンの溶け方と同じところ、違うところをはっきりさせる。 ○炭酸水と塩酸とのスチールウールの反応の違いから、スチールウールの変化と塩酸のはたらきと関係付ける。 ○水溶液に入れたものが、別のものに変化するという「新しい溶け方」を明確にさせる。

(文責 幌北小 鈴木 圭一)

(2) 本時の改善

おもな学習活動	留意点
<p><前時まで> 食塩やミョウバンの溶け方と比較しながら塩酸に鉄をとかした。その結果、子どもは発熱・あわの発生・においなどから溶け方がちょっと違うという見方や、透明になる・溶け残りができる・塩酸を入れたらまた溶けるということなどから溶け方が同じという見方をしている。</p> <p>塩酸にスチールウールを入れると、どのように溶けるのだろうか。 ミョウバンの溶け方と比べてみよう。</p> <p>同じだよ！ ・溶けて見えなくなったよ。 ・見えなくなって中にあるよ</p> <p>違うよ！ ・あんな反応していなかったよ。 ・中ではどうなっているのかな。</p> <p>蒸発させて中の物を取り出せばわかるよ！ 蒸発乾固して、中の物を取り出す活動</p> <p>黄色い粉が出てきた！</p> <p>スチールウールだ！ ・それしか溶かしてないのだから。 ・やっぱり試験管は鉄でいっぱいだ。</p> <p>なんだこれは？ ・色も形も様子も鉄っぽくないよ。</p> <p>出てきた物に鉄の性質があるか調べる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・磁石に着かない。 ・水に溶けた。 ・塩酸に入れたときの反応が違う。 <p>黄色い粉はスチールウールではないよ。</p> <p>試験管の中って…</p> <p>塩酸が鉄を違う物に変えていっているんだよ。</p> <p>反応の仕方も違うし、別の物が出てきたから全く違う溶け方だね。</p> <p>溶けなくなっていくのは塩酸の力が減ってきているからなのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・塩酸と合わさって鉄が変わったよ。 ・塩酸が鉄に働いて鉄の性質が無くなってしまったよ。 <p>今までの溶け方とはちがうんだよ。塩酸はスチールウールを溶かし、もとのスチールウールとは別の性質にする働きがあるんだ。</p>	<p>改善のポイント① 実験の目的・必要性を明確にする交流をし、既習の溶け方との比較を行うことで問題を焦点化する。</p> <p>◎「溶け方」について既習を振り返り、試験管の中の様子について、水にミョウバンが溶ける「溶け方」と比較し、試験管の中でおきていることを蒸発乾固を通して明らかにさせる。</p> <p>○塩酸の鉄を溶かすパワーが弱まっているという考えから、反応後の塩酸の性質を調べる子がいることも考えられる。指示薬での反応やスチールウールの溶け方の様子に着目できるようにかわりをもつ。</p> <p>改善のポイント② 水に物を溶かすことと塩酸で金属を溶かすことを比較し塩酸のはたらきのイメージをもたせ、溶け方に着目させながら多面的に事象を見つめさせについて推論させる。</p> <p>◎蒸発乾固の結果をミョウバンの様子と比べ、溶かしているものが水と塩酸の違いを整理しながら、両者の「溶ける」の違いに気づかせる。</p> <p>◎既習の溶け方と違うことを明らかにし、塩酸がスチールウールに働いたことについて考えさせる。</p>

(文責 山鼻小岡 亨)

6. 研究の成果

(1) 「知」をつくるための教材化

既習を生かせる水溶液を使うことで、溶け方の比較を常に行うことができる

本単元では、新たな教材を開発したり、特別な薬品を使ったりはしていない。今回は、後述する5年生での既習と徹底した比較を行うために必要な教材について考えていくことにした。そのため、水溶液の性質の学習で新たに必要となる水溶液以外は、既習の水溶液を用いた。また、温度変化と溶ける量の関係が分かりやすいため、ものの溶け方との比較にはミョウバンを扱った。そのため、各次で以下のような溶け方に対する見方や考え方をつけていくことができた。

1次…水溶液の定性分析「水+もの=新たな性質や働き」

2次…気体が溶けている水溶液「気体が水に溶けるという新たな見方」

3次…鉄と塩酸の反応「既習と違う溶け方（化学変化）と水溶液の働きによる金属の性質の変化（質変化）」

これにより、溶け方の基準をもちながら、新たな溶け方の世界を見つめていくことができた。

(2) 「知」をつくるための単元構成

5年生での既習との比較をしながら問題を追及できる単元を構成をすることで、水溶液に対する見方や考え方を深めることができ、『溶け方』の世界を広げていくことができる。

これまでの実践では、5年生での既習を水溶液の定性分析で用いたり、蒸発乾固を使用するといった部分的な取り扱いが多かった。この単元で、一人一人が見通しをもって活動を作り、水溶液に対する見方や考えたかを身につけさせていくためには、比較する対象が必要であると考え、徹底的に5年生での既習と比較させ、『溶け方』の新たな見方や考え方を身につけさせていく必要があると考えた。

2次では、ミョウバン水と炭酸水の溶け方を比較することで、気体が水に溶けるといいうなかなか実感し難い事象を溶媒を出し入れする活動を通して実感していくことができた。これは、既習をもとにしながら新たな世界を見つけていった姿であろう。

しかし、本時で行った「塩酸と水」「ミョウバンと鉄」といった比較では、質的变化に向かう姿をなかなか見ることではできなかった。塩酸が水溶液であるという見方をもつと共に、水は何かを溶かして初めて性質や働きを示す物であるという特別な物であるという溶質に対する見方や考え方ももたせていく必要があると考える。

(3) 子どもがわかるための「学び合い」の組織

『溶け方』の比較を通して共通点や相違点を明らかにしていくことで、問題場面を生み、『溶け方』に対する新しい見方や考え方をもちことができる。

本時では、塩酸とスチールワールの反応とミョウバンの溶け方を比較しながら共通点と相違点を明らかにする学び合いを通して、試験管の中で起きている現象を推論していこうとする姿を見ることができた。これは、既習の溶け方と実際に目の前で起きた現象とを比較したときに個々のイメージにずれが生まれてくるためである。このずれをもとに、「試験管の中では何がおきているのか」という問題場面を作り上げていくことができた。しかし、個々のイメージの違いが、話し合いにずれを生んでしまった。これは、課題の設定に問題がある物と考えられる。

学び合いの場では、一人一人の発言が意図することをとらえ、キーポイントになる言葉（今回の学び合いの場面では塩酸を意識した言葉）を板書に位置づけていく必要があった。また、塩酸による変化だけではなく、熱による変化もあったと考える子どもいたのだが、ここでも5年生の既習との比較を生かし、試験管の中の変化を強く意識させる必要があったと考える。

(文責 山鼻小 岡 亨)

毛利 衛さん講演会のご案内

今年度、日本化学会北海道支部は設立60周年を迎えます。同支部は、記念式典を下記のとおり実施し、記念講演の講師として毛利衛さんをお呼びして小・中・高の先生方を下記の招待することになりました。多くの先生方のご参加をお願いいたします。また、教科を問いませんので他の先生方も情報の提供をしていただきますようお願いいたします。

参加をご希望の先生は、下記の申込先にメールまたはFAXでお申し込みください。

1 日 時 平成20年6月7日(土) 15:00~17:00
2 場 所 サツポロフアクトリーホール
〒060-0032 札幌市中央区北2条東3丁目
交通アクセス

地下鉄：東西線「バスセンター前」下車 8番出口より約200m

バス：北海道中央バス サツポロビル園・フアクトリー線 [88]

3 申込先 「サツポロフアクトリー」下車
北海道立理科教育センター化学研究室 近藤浩文

E-mail address: h-kondo@hokkaido-c.ed.jp

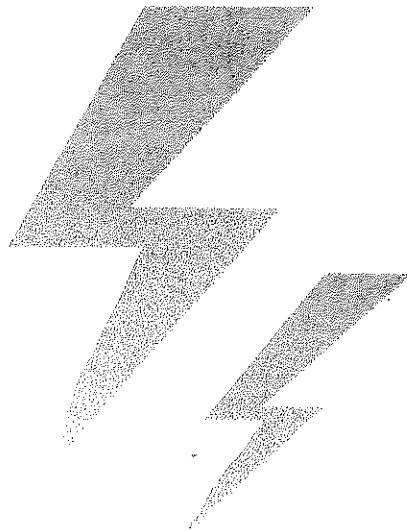
FAX番号 011-631-9475

お問い合わせの場合、必ずメールまたはFAXで受付したことを返信がない場合は、お手数ですが電話で

冬季研究大会

研究発表 第1部

A部会：エネルギー環境・教材開発の視点から提案



意欲的に電気の通り道を追究する「つなぐ」「つくる」活動

～3年「明かりをつけよう」の実践を通して～

共同研究者 ○澁谷 宣和（伏見小）
平林 徹（北九条小）

新澤 一修（伏見小） 島田 裕文（白石小）
中村 実美（藻岩南小）

I 研究の仮説

3年生の子どもは、乾電池と豆電球をつなぎ、豆電球に明かりをつける活動を通して、「電気が通る」という見方や考え方をもちようになる。そこで、乾電池と豆電球をつなぐものの形状や種類、つなぎ方などが異なるものを使って繰り返し電気を通し、それらの違いを乗り越えて共通点を見つけていくことが大切である。

本部会では、子どもが意欲的に電気の通り道を追究し、繰り返しの活動を生むために、銅テープを貼った連結積み木を教材化した。銅テープを貼った連結積み木をつなぎ、電気の通り道をつくる能動的な追究活動をすることで、自分で電気の通り道をつくり出した実感を持ち、新たな追究の意欲に向かうからである。

また、連結積み木をつなぐ活動は、電気の通り道をつくる活動そのものである。3年生の子どもにとって、これまで多く実践されてきた金属の被膜を剥がす活動よりも、電気の通り道についての見方や考え方を培ったり、電気の伝わり方の特性をとらえたりしやすい活動である。

「つなぐ」「つくる」活動から、電気の通り道をつくり出した達成感が高まり、子どもの既習が引き出される知的な活動が生まれて、意欲的に学ぶ子どもの姿が表れると考えている。

研究仮説

3面に銅テープを貼った連結積み木をつなぎ、電気の通り道をつくる活動を構成することで、追究の意欲の高まりを生み、実感を伴いながら電気の通り道についての見方や考え方を養うことができる。

II 研究の方法

1. 「知」をつくるための教材化と単元構成

3面に銅テープを貼った連結積み木を扱った学習における「知」とは、能動的に電気の通り道をつくったり、確かめたりしながら、電気の通り道についての考えをもつことである。

第1次では、明かりをつける活動を通して電気の通り道についての考えをもち、第2次の「電気を通す物調べ」では、電気を通す物の材質について、「ピカピカしている」「導線と同じ色」などの考えをもつようにする。

本時では、3面を銅テープでつなげた連結積み木を組み合わせて電気の通り道をつくる。既習で培った見方や考え方を使いながら豆電球に明かりをつける活動を通して、電気の通り道についてとらえ直すことができるようにする。

1つの連結積み木の銅テープに導線をつなぐと電気の通り道ができたことから、子どもは、銅テープを貼った連結積み木をつないでも電気を通すのではないかという見通しをもつ。しかし、銅テープがつながっているのは3面だけであることから、組み合わせ方によって明かりがついたりつかなかったりする。そこで、問題が生まれ、電気の通り道に焦点化した組み合わせ方の見直しが必要になるのである。

2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

子どもの電気の通り道についての見方や考え方を揺さぶりかけ、とらえ直していくために、明かりがついたときやつかなかったときの連結積み木の組み合わせ方を交流して、問題を浮き彫りにする。

子どもたちは、事実を手掛かりに、明かりがついたつなぎ方の共通点やつかないつなぎ方との差異点を明らかにすることで、銅テープのつながりに焦点化していく。そして、明かりがつくつなぎ方は、どのような形に連結積み木を組み合わせても、銅テープが連続して通り道ができて明かりがつくこと、連続していないと通り道ができないことが明らかになる。

連結積み木の組み合わせ方を見直すことで、「もっとたくさん」「どんな形に」つないでも、銅テープが「見えなくても」、電気の通り道をつくることをとらえるとともに、次の追究への意欲が生まれていくのである。

Ⅲ 研究の内容

1. 単元について

本単元を通して、実感を伴いながら電気の通り道についての見方や考え方を養うために、子どもが能動的に「つなぐ」「つくる」活動を位置付け、電気の通り道をつくる活動を行う。また、電気の通り道となるものを、線から平面、立体へと発展させ、形状が変わっても電気の通り道ができることをとらえられるようにする。

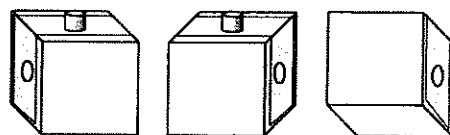
これらの手立てとして、導線をつないだり伸ばしたりする活動や、アルミニウム箔を使って様々な形状にして電気を通す活動、空き缶に電気を通す活動、銅テープを貼った連結積み木をつないで通り道をつくる活動などを単元に位置付ける。

第1次では、導線に導線をつないだり、アルミニウム箔をつないだりして明かりをつける活動を通して、電気を通す物の長さや大きさ、形を変えても、電気を通す性質は変わらないことをとらえるようにする。また、繰り返し明かりをつける活動から「しっかりとつなぐ」「切れると明かりがつかない」などの見方や考え方を調べる。アルミニウム箔をつなぐ活動では、その可塑性を生かして線や塊、くしゃくしゃにするなどしても明かりがついたことから、「アルミニウム箔をどんな形にしても電気を通す」ことをとらえるようにする。

第2次では、電気を通すものの材質や形状に対する考えをもつようにする。電気を通すものの調べの活動では、ピカライトを使って教室にある様々な物を調べる。身の回りから電気を通す物を探して、それらの共通点を探り、通さない物との差異を明らかにする。そして、「金属は電気を通す」「形が違っていても電気を通す」ことをとらえる。更に、電気を通したり通さなかったりする物の中から空き缶を取り上げ、電気の通り道がペンキの下に隠れていることや、連続している部分同士はどこでも電気を通すことをとらえるようにする。

単元の最後には、銅テープを貼った連結積み木をつないで立体的に電気の通り道をつくる活動から、「つながっていれば電気の通り道ができる」ことをとらえる。連結積み木を様々な形やたくさんの数に組み合わせたり、見えない部分の電気の通り道を探し出したりするなどの活動を通して、電気の回路についての見方や考え方を培っていく。

教材について



<利点>

- 接続できる面が制限されるため、電気を通すには面のつながりを考えることが必然になる
- 自由につなげる、数を増やせるために、能動的に回路をつくることができる
- 電気を通す面が線ではなく連続した面である
- 面による接触のため、接続が確かである
- 連結操作のし易さ、扱いやすさ

<検討事項>

- つながっている面が見えないので、集団で事象を共有するためには手立てが必要である
- 空間に対する認識の発達を考慮して数を増やす必要がある

2. 単元の目標

総 電池と豆電球を導線や様々な金属でつないで明かりをつける活動を通して、つくつなぎ方とつかないつなぎ方を比較しながら、電気の通り道をつくと明かりがつくことに気付き、電気の回路や働き方についての見方や考え方を調べるようにする。

関 乾電池に豆電球をつないだときの現象に興味をもって追究する。

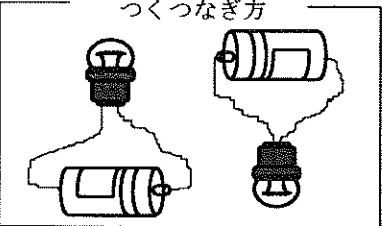
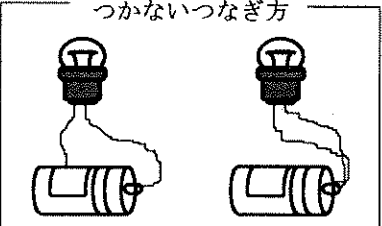
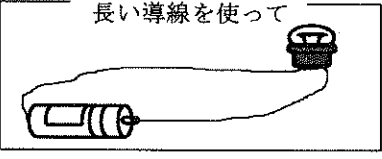
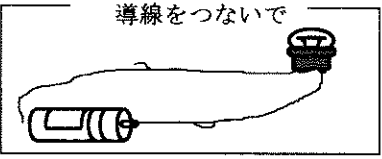
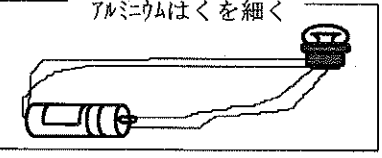
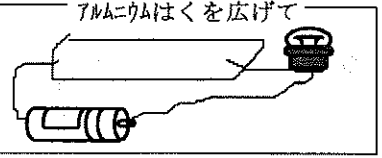
科 乾電池と豆電球と導線を使い、豆電球が点灯するつなぎ方としないつなぎ方を比較したり、回路の一部にいろいろな物を入れて豆電球が点灯するときとしないときを比較したりして、回路についての考えをもつ。

実 簡単な器具や材料を見つけたら使ったりして、観察・実験やものづくりを行い、その過程や結果を分かりやすく表すことができる。

知 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があり、回路ができると電気が通り、豆電球が点灯することがわかる。また、物には、電気を通す物と通さない物があることがわかる。

(文責 伏見小 澁谷 宣和)

3. 単元の全体指導計画（8時間）

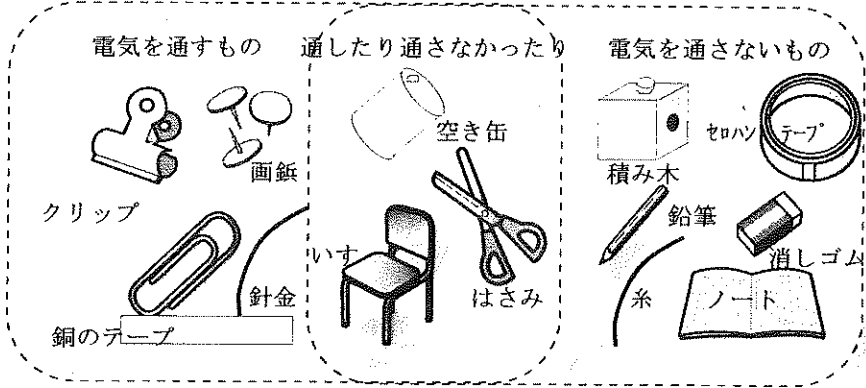
活動の広がりや深まり	留意点
<p style="text-align: center;">【第1次 明かりがつくつなぎ方（4時間）】</p> <p>◇豆電球で、明かりをつけたことがあるかな。</p> <p>懐中電灯の中に入っているよ。 乾電池が必要だよ。 工作で使ったよ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>乾電池と豆電球を導線でつないだら、豆電球に明かりがつくはずだよ。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>つくつなぎ方</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>つかないつなぎ方</p>  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>乾電池のプラス極とマイナス極、導線、豆電球を電気がぐるぐるまわるようにつなぐと明かりがつくんだね。（回路）</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・豆電球と乾電池を使ってピカライトをつくろう。 ・導線のビニールをはがそう。線の中は、アルミニウムはくみたいにピカピカしているね。 ・ケースの外から明かりをつけたり消したりしたいから、導線を長くしたいな。 	<p>◆豆電球と乾電池を導線でつなげて明かりをつける活動を通して、どのようなつなぎ方のときに豆電球に明かりがつくかを、電気の通り道を意識しながら考える。</p> <p>安 ショート回路は大変危険であることを確認する。</p> <p>○乾電池と導線をしっかり接触させると豆電球に明かりがつくことから、回路について考える。</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>導線の長さを変えたり、アルミホイルの形を変えても電気を通すのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>長い導線を使って</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>導線をつないで</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>アルミニウムはくを細く</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>アルミニウムはくを広げて</p>  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>導線やアルミニウムはくは、長さや大きさ、形に関係なく回路になっていれば電気を通すんだね。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・導線やアルミニウムはく以外にも、電気を通すものがあるんじゃないのかな。 ・ピカピカしているものは、電気を通すんじゃないかな。 ・電気を通す物が他にもないか、調べてみたいな。 	<p>○ピカライトを使って豆電球をつけたり消したりする活動を通して、回路になっているから豆電球がつくのだということ強く意識していく。</p> <p>○電気がどこを通過しているのかを指でなぞることによって、回路になっていることを確認する。</p> <p>○電気の通り道になっていれば導線の長さや、アルミニウムはくの形に関係なく電気が通って、豆電球に明かりがつくことを見つけていく。</p>

【第2次 電気を通すもの・通さないもの（4時間）】

◇ピカライトを使って、身の周りから電気を通すものを調べてみよう。

どんなものが電気を通すのかな。ピカライトを使って調べてみよう。

- ・ピカピカしているものなら電気を通すんじゃないかな。



色・光沢 手触り 形状

- ・はさみは、金属のところだけ、電気を通すんだね。
- ・空き缶は、表面を削り取ったら電気を通したよ。

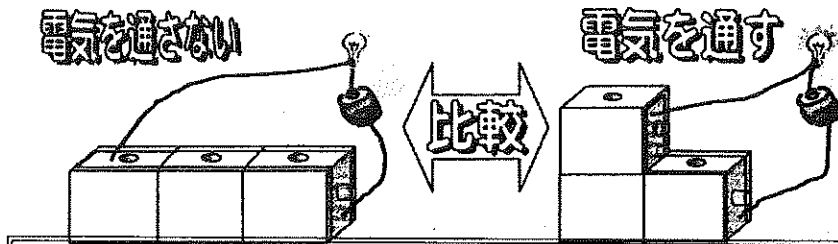
金属だけが電気を通すんだね。

- ・銅のテープを電気を通さないもの（積み木）に貼っても電気を通したよ。
- ・銅のテープを貼った積み木をつなげて電気を通してみたいな。

《本時 7/8》

積み木をつないで電気を通すかどうか調べてみよう。

- ・積み木のどこと、どこをつなげば電気を通すのかな。



銅の面同士をくっつけて積み木をつなげば、電気を通すんだね。

- ・もっとたくさん積み木をつないで明かりがつくように工夫してみたいな。
- ・積み木で何かの形を作って明かりをつけてみたいな。
- ・豆電球を使った光るおもちゃを作ってみたいな。

◆電気を通すものはどんなものか身の周りから見つけ出し、金属でできたものは電気の通り道ができていれば、どんな形でも電気を通すことを実感する。

○豆電球に明かりがついたもの（電気を通すもの）は、どこが電気の通り道になっているか考える。

○電気を通さない空き缶も、電気を通さない表面を削り取れば通すことを見つける。

○はさみのように電気を通すものと通さないものが合わさっていても回路になっていれば電気を通すことを銅のテープを積み木に貼って確かめる。

○回路にするためには、積み木同士をしっかりとつなげ3つの積み木全てに電気を通すつなぎ方を考える。

（文責 新澤 一修）

IV 子どもの活動の実際

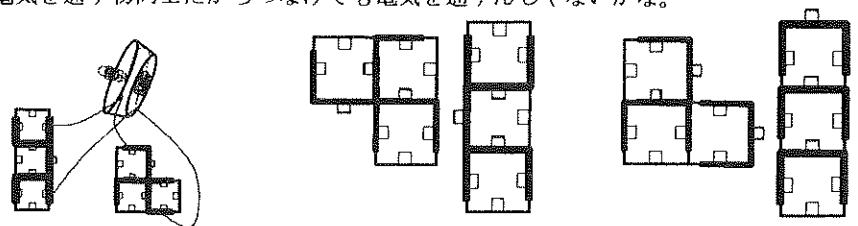
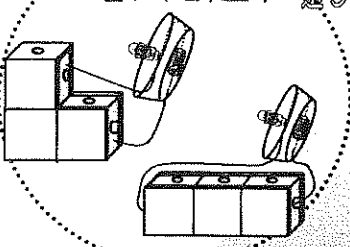
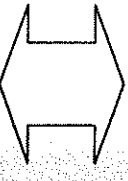
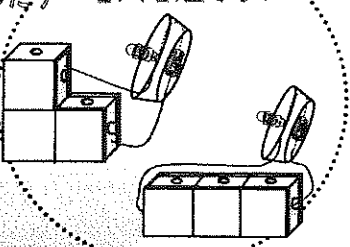
1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 3個の連結積み木を組み合わせて明かりをつける活動を通して、銅テープがつながるようにするとよいことに気づき、電気の通り道を考えて組み合わせることができる。

- ・ 連結積み木を組み合わせ、電気の通り道をつくることができる。 (実験・観察の技能・表現)
- ・ 連結積み木の組み合わせ方の比較から、銅テープのつながり方を考えることができる。 (科学的な思考)

(2) 学習の展開 (7/8)

おもな学習活動	留意点
<p><前時まで></p> <p>電気を通す物調べをして、ピカピカしたものや鉄みたいなものには電気を通すことがわかった。連結積み木に貼ったピカピカテープにも電気を通すのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 銅テープの部分に電気を通すんだ。 ・ 電気を通す物同士だからつなげて電気を通すんじゃないかな。  <p>電気の通り道をつくれば 銅テープの面がつながっていれば 連結積み木がつながっていれば</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">連結積み木を組み合わせても、電気の通り道ができるはず</p> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">連結積み木をつなげ、電気が通ることを調べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>電気を通す</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>同じ形なのに 通したり通さなかったり</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>電気を通さない</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 通り道が回路になっている ・ 面と面がしっかりつながっている ・ 連結積み木だけでなく、銅テープが全て連続している </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 通り道が回路になっていない ・ 隙間ができています ・ 銅テープがつながっていない </div> </div> <p style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;">銅の面同士をつなげば、積み木の数や形が変わったり、銅の面が見えなかったりしても、電気の通り道ができる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 連結積み木の数があっても、通り道をつなげば明かりがつくはずだよ。 ・ もっと連結積み木をつないで、明かりがつくようにしたい。 	<p>○電気を通す物調べの活動から、形にかかわらず金属には電気を通すことがわかってきた。表面に金属テープを貼った積み木をつないでも電気を通すかどうかに問題を焦点化する。</p> <p>○連結積み木の電気を通す部分と通さない部分について想起して、どこを電気が通るのか考えを引き出し、見通しをもつようにする。</p> <p>○連結積み木の組み合わせ方や形状を考えながら、連結積み木に貼り付けた銅テープの連続に目を向けるようにする。</p> <p>○電気の通り道をつくるには、銅テープが連続するように連結積み木を組み合わせればよいことをとらえるようにする。</p>

(文責 伏見小 澁谷 宣和)

2. 伏見小学校の実践

〔実践1より〕

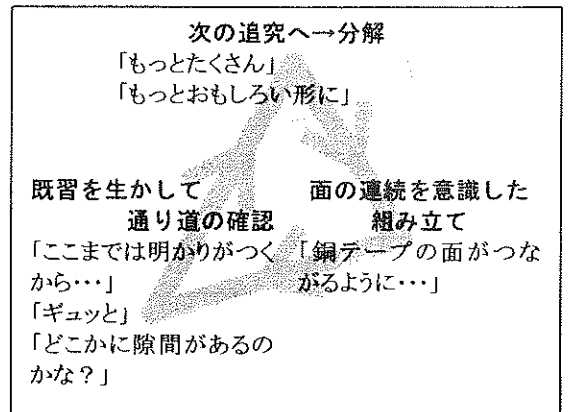
(1) 見た目にとらわれやすい3年生の実態から見えてきたこと

前時、銅テープを貼った連結積み木を3つつなげると電気を通すかどうかについて予想した。既習から「銅テープが接触していれば」「銅テープがつながっていれば」電気を通すと考えた子どもが18名でいたのに対し、材質や個数、距離などを理由に通さないと考えた子どもも19名いた。前時まで、導線をつないで明かりをつけたり、電気を通す物調べや1つの連結積み木のどの部分に電気を通すのかについて調べたりしたにもかかわらず、このような予想となった。このことから、「導線をつなぐと電気を通す」「金属ならば形が違って電気を通す」ことをとらえていても、導線以外で電気を通すものを「つなぐ」ことが「電気の通り道をつくる」ことと、必ずしも結び付かない子どもがいることがわかってきた。

(2) 「もっとたくさん」「もっとおもしろい形に」つくる楽しさと繰り返しの追究を生む教材

銅テープを貼った連結積み木のよさは、面のつながりを考えながら組み合わせ、能動的に電気の通り道をつくり出せることである。その活動の中で、既習が引き出され、自分で電気の通り道をつくって電気を通したという実感と次の追究につながる意欲が生まれる。

3個の連結積み木に電気を通す活動を始めてしばらくすると、子どもは、次々と友達の連結積み木を組み合わせ、数を増やし始める。それは、3個の積み木を組み合わせ、自分の考えた通りに電気を通すことができたという喜びと自信から生まれた「もっと通り道をつくりたい」という子どもの思いの表れである。そこで、銅テープの連続を考えながら、組み合わせる数を増やしたり、自分のつくりたい形に組み合わせたりする活動へと発展していくのである。



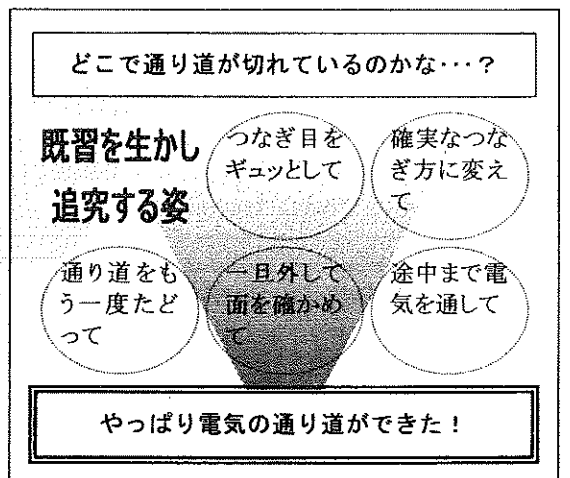
(3) 自力解決が電気の通り道をつくり出した実感を生む

電気の通り道をつくり出した実感を生むには、自分で連結積み木の組み立て方を考え、問題を解決しながら電気の通り道をつくり出して明かりをつけることが必要である。

子どもは、豆電球に明かりをつけるために、連結積み木を組み立てながら、面のつながりを考える。しかし、連結数が増えると接点が増えるため、接触不良が起きたり、銅テープが連続しない部分を見落とししたりして「明かりがつくはずなのにつかない」状態が起こる。そこで、子どもに問題が生まれ、「どこで通り道が切れているのか」という新たな追究が起こるのである。そして、子どもは、下図のように既習を生かしながら電気の通り道を確認していく。

子どもは、連結積み木に電気を通して明かりをつけることができた実感と喜びから意欲が生まれ、次の追究へと向かう。連結積み木を全て分解して新たに組み直したり、数をどんどん増やしたりして、活動が連続していくのである。

このようにして、「もっと積み木の数を増やしてみたい」「自分が考えた通りに電気の通り道をつくってみたい」という思いに支えられて、「連結積み木の数を増やしても」「どんな形につないでも」「通り道が見えなくても」銅テープがつながっていれば電気の通り道ができるということをとらえていくことができるのである。



(4) 教材の特性を引き出し、知をつくるために

実践1では、教材の特長から子どもが意欲的に追究に向かうことを確かめた。しかし、3つの連結積み木で電気の通り道をつくる活動を十分にしないままに、積み木の数を増やしたり、友達と積み木を組み合わせてしまったりした子どもの姿も一部では見られた。そこで、一人一人の子どもに追究活動を保障して交流での事実の共有を促し、電気の通り道をとらえ直す学び合いを大切にしたいと考えた。そのために、下記の点を重点として続く実践を行った。

＜重点1＞ 3個を組み合わせる活動をしっかりと行う

学び合いから電気の通り道をとらえ直していくために、一人一人が3個の連結積み木を様々な組み合わせ方で明かりをつける活動をしっかりと行い、電気の通り道ができるときやできないときについての考えをもつようにする。

＜重点2＞ 全ての連結積み木に電気を通すことを共通理解する

電気の通り道をとらえやすくために、連結積み木が突起と穴でつながっていればよいのではなく、全ての連結積み木に電気を通すことを共通理解しておく。

＜重点3＞ 学び合いを支える提示用教具を精選する

事実を共有するために、子どもが操作する連結積み木に見た目や操作感が近い教具を工夫する。3年生の子どもは、物が変わると異なる物にとらえがちであるため、似ているものが必要である。

【実践2・3】

(5) 一人一人の追究活動から見直しを促す

追究活動から電気の通り道についての考えを揺さぶり、問題を生み出すために、3個の連結積み木を組み合わせて電気の通り道をつくり、明かりをつける活動をする。この活動から子どもは、電気の通り道ができるときとできないときの組み合わせ方について考えをもつ。

3個の連結積み木を組み合わせても電気を通すと考える子どもの意識にずれを生むために、銅テープを貼った連結積み木を3個ずつ、電気を通さない組み合わせ方で配付する。

連結積み木がつながっていれば電気を通すと考えていた子どもは、豆電球に明かりがつくと確信していたにもかかわらず、つかないという事実に出会う。見通しとのずれに疑問を感じた子どもは、電気の通り道ができていないのではないかと考え、通り道となるはずである銅テープを調べ始める。連結積み木をバラバラに崩して面を確認し、一つ一つの銅テープのつながりを意識しながら、再び3個を組み合わせるのである。



「銅テープの面同士がつながるように組み合わせて…」

＜個々の子どもの追究活動＞

連結積み木を3つつないでも
電気を通すのかな

①棒状3つ

接触の確認

不連続の可能性への気付き

②連結の分解

「電気の通り道はどうなっているのかな？」

③面の確認し、通り道をつくる

電気の通り道ができるように面を確認しながらつなぐ

どのように組み合わせても

電気の通り道があればいいんだ！

また、電気を通さないと考えた子どもも、友達の連結積み木で明かりがつくことから、電気の通り道をつくることができることに気付き、見直しを迫られる。

このようにして、子どもは、どこまで電気の通り道ができていないかを調べるために、1個目や2個目の連結積み木に戻っても明かりがつくことや連結を外すと通り道が切れることを確かめたり、違う位置に組み替えても明かりがつくことを確かめたりするなど、子ども自身が既習を生かした追究活動を重ね、3個の連結積み木における電気の通り道について考えをつくっていくのである。

(6) 学び合いから電気の通り道を捉え直す

個々の追究活動から明らかになった事実を共有し、問題を解決することで、子どもが電気の通り道についての考えを捉え直すようにする。

明かりがつく連結積み木の組み合わせ方を比較すると、連結積み木の組み合わせは、同じ棒状やL字状であっても、組み合わせる面によって電気を通したり通さなかったりする。また、突起を軸に360度回転するため向きが変わり、一見異なる組み合わせにも見えることがある。そこで、それぞれの子どもが組み合わせた連結積み木に電気を通るかどうかを調べるには、面に貼ってある銅テープの連続に目を向ける必然性が生まれる。

子どもは、指で電気の通り道を辿って「この面とこの面がくっついていいるから」「ここから次の積み木に電気が通って」と友達に説明したり聞いたりしながら、向きや形の違いは電気の通り道には関係なく、面の連続があれば電気を通すことを捉えていく。また、個々の多様な追究活動の中から「ギョッとつなげば」「通り道がないから〜」などといった言葉で既習が引き出されることによって、電気の通り道についての見方や考え方がより確かなものへと高まっていくのである。



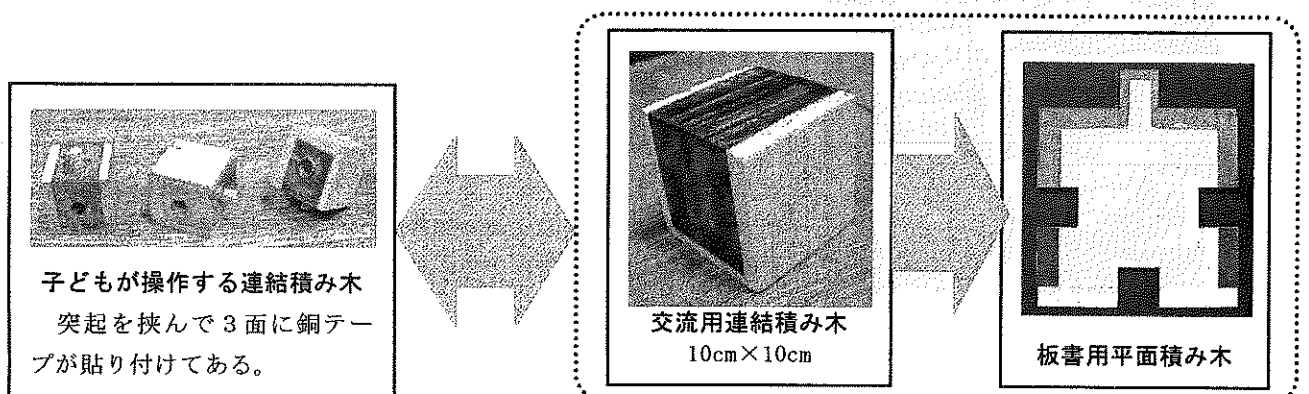
(7) 事実を共有するための教師のかかわり

連結積み木は、1辺が1.2cmの立方体で、5つ連結すると6cmとなり子どもの手に丁度収まる大きさになる。この学習で連結積み木は、銅テープを貼った場合、確実に面が接触するためにはやや小さいが、子どもが扱い慣れていることから、物理的なつながりをつくる活動を促す特性をもつと考えられる。

学級全体で事実を共有するためには、子どもが組み合わせた連結積み木を大きなもので再現する必要がある。3年生は、見た目が変わると別なものと捉えたり、空間に対する認識がまだ十分に発達していなかったりする子どもも多いといわれているため、集団がつなぎ方を共有するための手立てが必要となる。そこで、透明な立方体（1リットルます）、不透明な立方体（発泡スチロール）、黒板用の平面の3種類の教具を作成した。

実践1では、子どもが組み合わせた連結積み木を、教師が透明な立方体で再現して子どもたちに提示し、さらに、平面モデルに置き換えて黒板に位置付けた。それは、銅テープのつながりが同じであるにもかかわらず、連結積み木の向きだけが異なる組み合わせ方もあるため、その見かけ上の違いを共通化することがねらいにある。また、連結積み木を3つ組み合わせた形が同じに見えても、銅テープが連続しているものとしていないものがあることを捉えやすくするためである。

立方体の連結積み木は、面と面のつながりを示すためには有効であるが、教師にとっても子どもにとっても扱いにくさがあり、操作性の改善が必要である。また、全ての面が見通せるように透明な立方体で積み木を作成したが、子どもにとって必ずしも分かりやすいものではなく、逆に子どもが連結積み木と異なるイメージをもつことも考えられる。このことから、子どもの連結積み木から提示用の立方体へ、更に黒板用の平面に置き換える2段階の操作は、つなぎ方がわかりにくくなる原因となることがわかった。



(文責 伏見小 澁谷 宣和)

V 研究の成果

1. 「知」をつくるための教材化と単元構成

銅テープを貼った連結積み木を教材として扱うことで、電気の通り道を学び直す。

研究の成果として、銅テープを貼った連結積み木の教材性があげられるが、3つの実践から、次のようなことが明らかになった。

○優れている点

- ・ 組み合わせを考えたり操作したりすることで既習が引き出され、通り道について学び直しが起きる。
- ・ 形や数、組み合わせに発展性があり、子ども自身に電気の通り道をつくった実感が得られる。
- ・ どんな形や数、組み合わせでも銅テープがつながっていれば、電気の通り道ができることがわかる。
- ・ 子供が連結積み木をつなぐ操作に慣れているため、抵抗感が少ない。

○扱う際の留意点

- ・ 3個を組み合わせる前に、連結積み木のみ、銅テープのみ、銅テープを貼った連結積み木で、それぞれどこを電気が通るのかを明らかにしておく。
- ・ 疑問やきまりに気付くために、3個を組み合わせて明かりをつける活動を全ての子どもに保障する。
- ・ 学び直しを促すために、個々の事実を集団で共有し、通り道についての見方や考え方を引き出す。
- ・ より扱いやすく、確実に面を接触させるために、連結積み木を大きくすることが望ましい。
- ・ 事実を共有するために、面の連続やつなぎ方の違いがわかりやすい教具が必要である。

能動的に「つなぐ」「つくる」活動から、追究の意欲の高まりを生み、電気の通り道を実感する。

単元を通して、子どもが「つなぐ」「つくる」活動を繰り返し行うことで、電気の通り道についての見方や考え方を高めることができる。それは、子ども自身が能動的に通り道をつくって豆電球に明かりがついたときに、電気の通り道について考えをもち、「電気を通した」という実感を得られるからである。

連結積み木を使った学習でも、既習を生かしながら追究し、連結積み木のつなぎ方を発展させたり、明かりがつかなかったときにも問題の解決に向かったりする、「知」をつくる次のような子どもの姿を実現できた。

- ・ 通り道を考えながら連結積み木の面をつないでいく子ども。
- ・ 明かりがつかない原因を追究し、既習を生かしながら解決する子ども。
- ・ 連結積み木の数を増やしたり、組み合わせる形を工夫したりして、更に発展させて学ぶ子ども。

2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

個の追究活動を保障し、学びを共有することで、電気の通り道を学び直していく。

連結積み木を使った学習は、単元の終盤に位置付けたため、電気の通り道には銅テープの連続が必要であることを見通しとする子どもも少なくない。しかし、実際の操作では、形が同じでも明かりがついたり、つかなかったりする子ども、面の向きが違えば異なるつなぎ方であると考える子どもなど様々である。個々の追究活動を保障することで、子どもは、問題や組み合わせ方のきまり気付いたりすることができるのである。

また、個々の追究活動からの事実や考えを引き出し、それらに興味付けをするために、学び合いが大切であることも確かめられた。それは、明かりがついたときの連結積み木の組み合わせ方や、つかないときとの違いなどを話し合うことで、電気がどこを通るのか、どのようにつなぐと良いのかなど、個々もつ電気の通り道についての考えが引き出されて、全ての子どもたちが発展的に学び直すことができるからである。

さらに、学び合いを支えるために、子どもの既習を引き出し、電気の通り道を意識させる教師のかかわりや教具のあり方についても明らかとなった。

このような営みから、電気の通り道についての考えがより確かなものとなる。そして、仲間とともに得た解決が自信となり、連結積み木の数を更に増やしたり、自由に形を変えたりする活動へと広げていけるのである。

- ・ 個の追究活動の保障から、既習と連結積み木が関係付けられ、電気の通り道を捉え直す。
- ・ 学び合いから、電気の通り道についての見方や考え方が引き出され、個々に学び直しが起こる。

(文責 伏見小 澁谷 宣和)

VI 分科会より

《教材の特長について》

- ・子供は、1年生から連結積み木を使っているため扱い慣れている。3年生は形から入っていくが、積み木の場合、同じ形に組み合わせても結果が変わる。そのため、本質に迫らなければならないという教材のよさがある。
- ・この教材のよさとして再現性もあるが、接合部分がどうなっているのかを確認したくなるということ、通り道を意識したくなるようなところではないだろうか。
- ・発展的な内容として単元の終盤で扱われているため、通り道について理解している子にとっては、すぐに終わってしまいそうだが、そうではなかった。数を増やせる、形を変えられる、つくところとつかないところがあることが、教材としての魅力である。
- ・考えたことをすぐに確かめられるよさが、この教材にはある。

《教材の生かし方について》

- ・単元の終盤に、わかり直すという意味合いでこの教材を使用しているので、積み木を使う前に回路などについて、理解していなければならない。この実践では、構造変換ではなく等価変換であるので、このような使い方は、わかり直しをさせるための教材になる。単元の序盤からこの教材を使うことはできないだろうか。
- ・電気の通らない3個のまっすぐなつなぎ方で渡したが、つく場合つかない場合、まっすぐ、L字で4パターンのつなぎ方ができるので、そこで議論が始まる。わかっていない子にとっての補充にもなる。
- ・この単元では、1次で構造変換があるが、その後は等価変換が繰り返される。この学習は、回路であるから、いろいろな回路を使いながら、どんな形でも、どんなに長くてもできるという経験をためながら学んで行く。
- ・知をつくるということは、わかったことを使えるということである。この教材は、それができる。もっといい使い方があると思う。この教材は大変良いと思うので、使ってほしい。

《助言者より～庄司元生校長先生（藤野小学校）》

- ・十分教材化ができていくように感じる。調査では、科学的応用力が6位、その他の分野でも良くないとされていて、その情報に保護者が振り回されている。今回の調査で上位に顔を出している国は主要8カ国の中ではカナダくらいであるから、日本は上位にいるといえる。しかし、理科の学習が大切であるという意識はそれほど高くはないのは事実だと思う。皆さんは、自分が小学校中学校の時に、先生があんな実験を見せてくれた、とか自分でこんな実験をしたという記憶があるだろうか。今日紹介された教材を使った子たちの記憶には、この教材は記憶に残るだろう。
- ・以前、階段の電気を見ていて、1階のスイッチでも3階のスイッチでもつけたり消したりできるのが不思議で調べたことがあった。実際に調べて、わかったときにはうれしかった。子供にとっても同じで、この「解決できてうれしい！」という気持ちは、使用する教材によって左右される。
- ・3年生では、2年生までの生活科で培った経験を生かして、理科学習に入っていく。3年生の子供は、わかっているようでわかっていないことが多い。比較しながら調べることについて、この教材は非常に良かった。
- ・ゴールはどこかという話もあったが、ゴールはずっとずっと先にあるもの。この教材は、商品化できるようなものだと思うので、もっとメジャーなものにしてほしい。

VII 研究のまとめ

- ・銅テープを貼った連結積み木は、教材として様々な特長をもち、電気の通り道を捉え直すことができる。
- ・単元の中での位置づけを検討し、教材の特長を生かして電気の通り道を深く捉えられるようにする。

銅テープを貼った連結積み木の教材としての様々な特長が明らかになってきた。また、この教材を使う場面を単元の最後に位置付けたことによって、発展的・補足的な学習となり、電気の通り道についての見方や考え方が引き出され、学び直しの学習をすることができた。この教材を単元の前半で扱った場合、子供たちに異なった学びが生まれる可能性があると考えられる。この教材の研究が一層深まることを期待したい。(文責 伏見小 瀬谷 宣和)

電気のエネルギー的な見方・考え方を深める学習の構築

～4年「電気のはたらき」の実践を通して～

共同研究者

○福岡 翼 (幌南小)

鎌田 泰弘 (中央小)

品田 智巳 (西野第二小)

小柳 俊夫 (屯田北小)

I 研究の仮説

「電気のはたらき」の学習では、電流が強くなると豆電球がより明るく光ったり、モーターが速く回ったりするなどエネルギーの量とはたらきの関係をとらえ、エネルギーを量としてとらえる見方や考え方を培っていくことが大きなねらいとなっている。また、光電池に当たる光の強さを変化させることで、「モーターの回る速さ」や「電球の明るさ」といったはたらきも変わってくるという光電池の特徴についてもとらえさせることをねらっている。

これまでの実践では、乾電池のつなぎ方を比較し、並列つなぎは電流の強さは変わらないが、倍以上の時間で電流を供給することができるということから、電気を量としてとらえさせている。また、光電池に関しては、直列つなぎをすることや光電池の傾きを変えて光が光電池によく当たるようにすることで、電流を強くすることができることをとらえさせている。

実践考察によると、電流の強さの変化については、乾電池の数が増えれば増えていくことから、乾電池から供給されるエネルギーの量とはたらきの関係についてはとらえることができる。光電池に関しても、明るいほど電流の強さが強くなるということをとらえることができる。しかし、光電池の傾きと電流の強さの関係について明確に考えをもつことは難しい。

そこで、本実践では照度計を使い、明るさを光の量として数値化することで、光の量と電流の強さと関係付けて考えていくこととした。つまり、はたらきの違いは、乾電池の数や光電池に当たる光の量の違いといった供給されるエネルギーのもととなるものの違いから生じてくるということをとらえさせていくのである。このような供給されるものを量的にとらえることで、エネルギーの量的な見方や考え方の基礎を培うことができると考えた。

研究仮説

「照度計」を用いて光電池に当たる光の量と電流の強さの変化について着目させる活動を学習に位置づけることで、電流の源となるものの量と電流の強さの関係をとらえ、エネルギーの量的な見方や考え方を深めていくことができる。

II 研究の方法

1. 「知」をつくるための教材化と単元構成

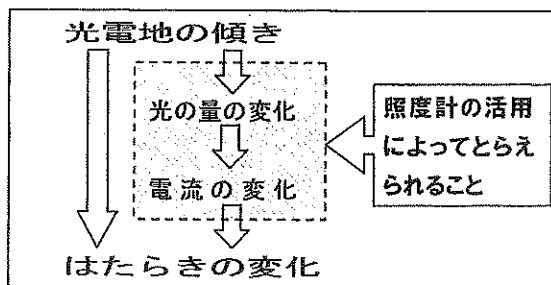
本研究では、エネルギーの源となるものの数や量を変化させたり、回路においてつなぎ方を変えたりすることで、電流の強さを変えることができることに気づいていくことが大切である。そこで、乾電池の数とつなぎ方の違いを比べることで電流の強さとはたらきの違いをとらえる活動を行う。また、光の量を照度計で測る活動を取り入れ、光の量と電流の強さの関係をとらえる活動も取り入れる。

乾電池を用いて「プロペラ」を回す活動においては、「はたらきは、乾電池の数やつなぎ方によって変化すること」をとらえる。それにより、はたらきは、そこに流れる電流の強さと関係していること、供給されるエネルギーの量と関係していることの2点をとらえていく。

2次では、「光電池」を扱う。光電池のはたらきをとらえる時に照度計を用いる。照度計を使い、光電池にあたる光量が数値化され明確になることによって、供給される光の量と電流の強さの関係をふまえながら、光電池のはたらきをとらえていくことができると考えたからである。

2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

光電池にあたる光量を、照度計を使い数値化することで、感覚でとらえていた光の量に客観性を生むことができる。光の量を明確にすることにより、光電池の傾きとはたらきの関係の中に、光の量の違いに伴う電流の強さの変化といった視点を付加させることができるのである。つまり、照度計を用いることで、「はたらきの変化」と「光量」、「電流の強さ」の3つを結び付けていくことができる。それにより、光電池に供給されるエネルギー、すなわち光を量としてとらえ、エネルギーの量がはたらきを変容させていることをとらえていくことができると考えた。

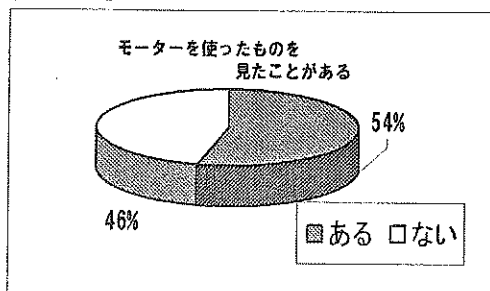


(文責 幌南小 福岡 翼)

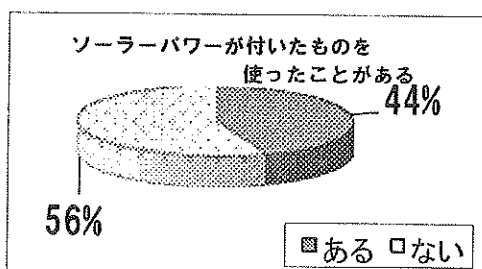
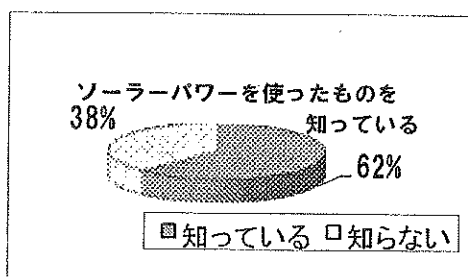
Ⅲ 研究の内容

1. 単元について

札幌市内小学校4年生、計92名を対象に調査したデータがある。モーターに関わる質問では、半数近くの子どもが、日常生活の中では、多くのものにモーターが使われていることに気づいていないことやモーターを使ったものづくりの経験が少ないことが分かった。



また、光電池についての質問では、子どもの多くはソーラーパワーが使われているものについて知っているが、実際に光電池が使われているものの使用経験は、44%にとどまった。



これらのことから、モーターといった機械やソーラーパワー、光電池といったものは、子どもの中には、知識としてはあるものの、自分で操作する身近なものにはなっていないということが分かる。

そこで、乾電池や光電池とモーターなどはたらきを子どもが自分の手を使い操作する中で、とらえていくことができる単元の構築を考えた。

第1次では、子どもが乾電池とモーターを操作する中で、電池の数やつなぎ方によってはたらきが変わってくる、回路の違いによって、電流の向きや電流の強さが変わってくることをとらえていく。そ

の過程において、乾電池の数の違いやつなぎ方の違いがプロペラの回す速さを変えるもととなっていること、プロペラのはたらきを変化させるエネルギーの違いであることに気づくことができる。

第2次では、照度計を使いながら光量を数値化し、光量と光電池で作られる電流の強さの関係を追究する場面を設定した。この活動を通して、子どもが光の当たる傾きと光量の違い、光の量と電流の強さの関係をとらえさせることで、光電池にあたる光の量の違いが、モーターに供給されるエネルギーと関係付けてとらえていくことができると考えた。

第3次では、光電池を使って身の回りにある電化製品を動かす活動を取り入れる。電流が弱いと動かないことから、光の量と光電池で作られるエネルギーの量の関係を考えていく。光電池を効果的に活用する方法を、学習してきたことをもとに強い電流を生み出す方法を考え始める。光電池を直列でつないだり、光がよく当たるように光電池の傾きを調節したりすることで必要なエネルギーを作り出し、電化製品を動かすことができたとき、供給されるエネルギーの違いが、もののはたらきを変化させることにつながっていることを実感していけると考えた。

これらのことにより、乾電池の数や光の量といった電流の源となるもの量と電流の強さの関係をとらえることで、エネルギーの量的な見方を培うことができると考えた。

2. 単元の目標

総 乾電池や光電池にモーターをつなぎ、モーターの回り方を回路に流れる電流の強さと関係付けながら調べ、見出した問題に興味・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 乾電池や光電池にモーターをつないだときの回り方に興味をもち、進んで、電気の強さや向きの変化を調べようとする。

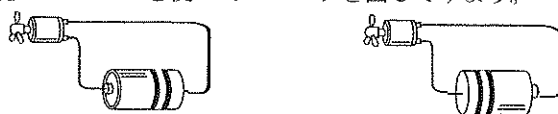
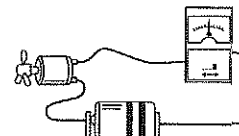
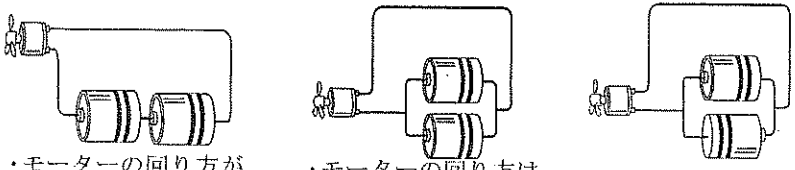
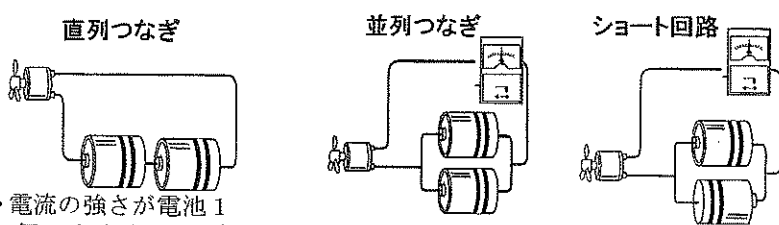
科 電流の強さとその働きの違いを関係付けて考え、乾電池や光電池にモーターをつないだときの現象の変化とその要因について考えることができる。

実 回路のつなぎ方や検流計のつなぎ方に気をつけて、回路に流れる電流の強さを調べたり、変化の様子を記録したりできる。

知 乾電池や光電池の数やつなぎ方を変えると、回路に流れる電流の強さが変わり、もののはたらきが変わることがわかる。

(文責 幌南小 福岡 翼)

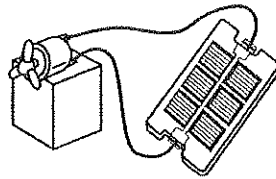
3. 単元の全体指導計画 (11時間)

活動の広がりや深まり	留意点
<p>【第1次 電流の向きと強さ (6)】</p> <p>乾電池とモーターを使ってプロペラを回してみよう。</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・モーターがまわったよ。回路にすればいいんだ ・プロペラをつけると風がくるときと、こないときがある。 	<p>◆乾電池のつなぎ方によって、電流の向きや強さをかえられることをプロペラの回り方の違いを通して、とらえていく。</p> <p>○回路を作り、プロペラを回す活動を繰り返し行うことにより、電池の向きによって、モーターの回る方向が異なることに気づかせていく。</p> <p>○検流計を使って、電流が+極から一極に向かって流れている様子を示す。</p>
<p>モーターが回るのに、どうして風がきたり、こなかったりするのかな。</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・電池のつなぎ方が反対にすると、回り方も反対になる。 ・電池を逆につなぐと、検流計の針も逆になる。 ・電池を逆にすると、電流の流れも反対になるんだ。 <p>電気は、回るように流れているはず。だから、電池を反対にすると、回り方も反対になる。</p>	
<p>風がこなかったのは、モーターが逆回りしたからだ。</p> <p>モーターが逆に回るのは、電流の流れが反対になったからなんだ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・もっと風を強くしたい。 	
<p>モーターをもっと早く回すには、どうしたらいいのかな？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電池の数を増やしたら、速く回るのでは？ 	
 <ul style="list-style-type: none"> ・モーターの回り方が速くなった。 ・風がたくさんでる。 ・モーターの回り方は電池1個のときと変わらないみたい。 ・風も変わらない。 ・モーターが回らない。 <p>直列つなぎ 並列つなぎ ショート回路</p>	<p>○どのような回路が考えられるかを考え、それぞれの回路でのモーターの回り方を確かめる。</p>
<p>つなぎ方で、モーターの回り方が変わってくる。</p> <p>直列つなぎにすると1番速くモーターが回る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直列つなぎと並列つなぎでは、電流の強さは違うのかな？ 	
<p>なぜつなぎ方で、電流の強さは変わるのかな。</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・電流の強さが電池1個のときよりも強くなっているよ。 ・電流の強さは、電池1個のときと同じだ。 ・電流は流れていない。 <p>直列つなぎ 並列つなぎ ショート回路</p>	<p>○検流計を使い、乾電池のつなぎ方と電流の強さがどのように変わってくるのかを調べ、それぞれの回路の特徴をとらえる。</p>
<p>つなぎ方で、モーターに流れる電流の強さが違う。</p> <p>電流が強いと、モーターも速く回るんだ。</p>	

【第2次 光電池のはたらき (3)】

光電池を使ってモーターを回してみよう。

- ・光電池を太陽に向けるとモーターが良く回るよ。
- ・光電池の傾け方で、モーターの回り方が違う。



- ・日陰だと、プロペラが回らない。
- ・ライトの光を使っても、モーターが回るよ。

◆光電池は、光によって電気が作られていることをとらえる。

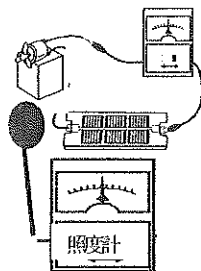
○光電池は強い光が当たると、モーターが速く回ること、光電池の傾きによっても、モーターの回り方が違うことにきづかせる。

《本時 7/11》

同じ光なのに、どうして光電池の傾きを変えるとモーターの回る速さが違うのだろう。

- ・傾きによって、光の当たり方が違う。
- ・斜めにした方が、光電池によく光が当たる。
- ・光がたくさん当たれば、電流が強くなるんだ。

- ・ライトの光がよく当たるように光電池を斜めにするると照度計の数が高くなった。明るくなった。
- ・立てすぎると照度計の数が低くなった。光の量は少なくなる。



- ・照度計の数が高いほど、電流も強くなっているよ。
- ・暗いと、あまり電流が強い。

○照度計を使って、光電池の傾きとモーターの回り方の関係についてグラフを作成し、明らかにしていく。

光電池の傾きを光の出ている方向に合わせると、光がたくさん当たって明るくなり、電流が強くなるからだ。

- ・光電池の数を増やしたら、速く回るのは？
- ・もっと強い光を当てると、速く回りそう。

○乾電池のつなぎ方と電流の強さの関係をもとに、光電池での電流を強くする方法を考えていく。

どうしたら、光電池を使ってもっとモーターを速く回せるのかな。

- | | |
|---|---|
| <p>光の強さ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光の強さをもっと強くするといいよ。 | <p>光電池の数</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光電池を直列つなぎにすると、電流が強くなるはずだよ。 |
|---|---|

光電池の数や光の強さを強くすると、強い電流が流れるんだ。

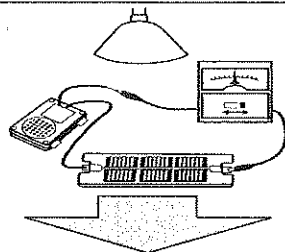
- ・光電池で他の電化製品は動くのかな。

○乾電池との比較させることで、光電池の特徴について考えさせる。

【第3次 光電池の活用 (2)】

光電池で、電化製品は動くのかな。

- ・光の強さをもっと強くすると、小さな電化製品は動きそうだよ。
- ・光電池を何個もつなげると、電化製品は動くはずだよ。



- ・ソーラーカーみたいに大きな光電池があると動きそうだよ。

- ・光電池の数を増やすと小さな電化製品が動いた。
- ・光を光電池にうまく当てるのが難しい。

数を増やしたり、光を上手に当てたりすると光電池でも電化製品が動かせる。

◆光電池が、自分たちの生活の中でも活用していけるものだということを実感する。

○光電池を使って、電化製品を動かす活動を通して、光電池のよさや、使っていく難しさを感じ取らせる。

(文責 中央小 鎌田 泰弘)

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

- ◎ 電池に当たる光量と電流の強さの関係を調べることによって、光電池の特徴をとらえていく。
 - ・光電池に当たる光の強さと光電池でつくられる電流の強さは、密接に関係していることにきづく。(科学的な思考)

(2) 本時の展開 (7/11)

おもな学習活動	留意点
<p>〈前時まで〉</p> <p>子どもは光電池を使ってモーターを回す活動を行っている。その中で、同じ光なのに光電池の傾きを変えるとモーターの回り方が変わってくることに疑問を抱き、光量とモーターの回り方の関係を調べるための方法を考えている。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>同じ光なのに、どうして光電池の傾きを変えるとモーターの回る速さが変わるのだろう</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・斜めにすると光電池に光がたくさん当たって明るくなるから。 ・光が出ている方向に光電池を向けると、光がよく当たるから。 ・光電池はきつと明るいほど電流が強くなるからだ。 <p style="text-align: center;">照度計と検流計を使って、光の量と電流の強さの関係を調べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ライトの光がよく当たるように光電池を斜めにするると明るくなった。 ・立てすぎると光電池に当たる光の量は少なくなる。 </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <ul style="list-style-type: none"> ・明るさが少ないと電流の強さは弱くて、プロペラが回らないよ。 </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>↓ グラフに表す ↓</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・電流が強くなる傾きは光がいっぱい当たっているときみたいだ。 </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <ul style="list-style-type: none"> ・光が明るくなると電流が強くなっているよ。 ・光が弱いと電流の強さも弱いんだ。 </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>↓ 光電池の傾きと光の強さは関係しているんだ ↓</p> </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>光電池の傾きを光の出ている方向にあわせると、光が当たって明るくなり、電流が強くなるからだ</p> </div>	<p>○どのような実験装置を使って、光電池の傾きと電流の強さの関係を明らかにしていくのかを再確認させる。</p> <p>☒ レフライトが熱くなるので、レフライトには触らぬよう指導する。</p> <p>○照度が高い値を示したときのレフライトの傾きと光電池の傾きに注目することができるよかわる。</p> <p>○グラフに照度の値と電流の強さを表していくことにより、照度と電流の強さの関係をとらえていくことができるよかわる。</p> <p>○グラフから考えられる光電池の傾きと電流の強さを板書し、そこから考えられることを話し合わせる。</p>

(文責 中央小 鎌田 泰弘)

2. 中央小学校の実践より

(1) 照度計について

本実践において、光電池の傾きの違いによる光の量の変化、光電池に供給される光の量と電流の強さの関係を子どもにとらえさせていくことが、エネルギーの量的な見方や考え方につながると考えた。

そこで、光の量を数値で表すことのできる照度計を用いて、「光電池の角度とそこに当たる光の量の違い」を客観的にとらえさせていくことにした。

照度計を扱った経験のある子どもはほとんどいないことから、光電池を使って、プロペラを回す活動と同時に照度計を子どもに使わせていった。そうすることによって、「明るさ」を自分の主観に頼る見方から、照度計の示す数値から、「光の量」として客観的にとらえていく見方に変えていくことをねらった。



(2) エネルギーの量的な見方を培うために

① 乾電池とモーターを扱う中で供給されるエネルギーとはたらきの関係をとらえる

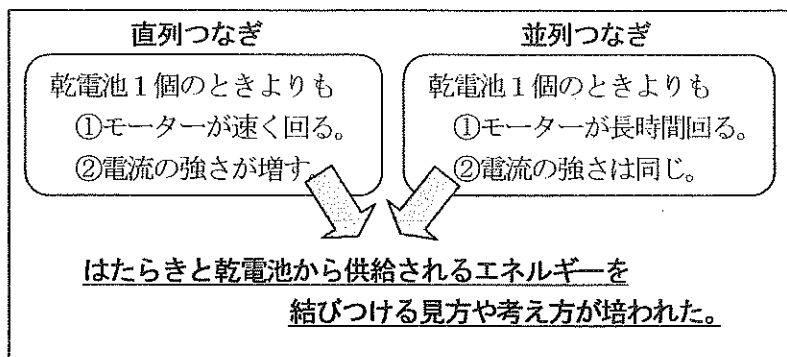
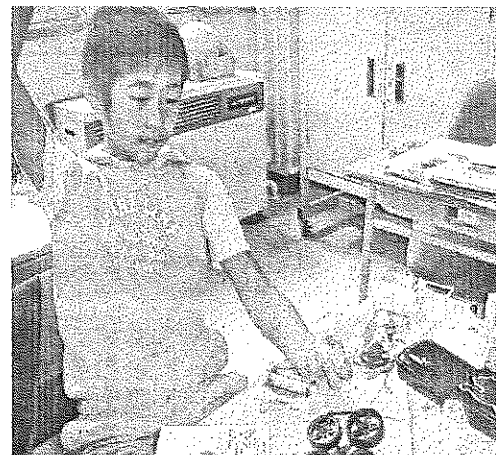
光の量と生み出される電流の強さの関係をとらえる前に、乾電池を使っている活動を取り入れた。

この活動によって、モーターのはたらきは乾電池の数やつなぎ方によって異なってくること、乾電池の数や乾電池のつなぎ方の違いは電流の強さの違いを生み出すことをとらえさせていこうと考えた。そうすることにより、電流の強さの違いをエネルギーとしてとらえることができると思ったからである。

乾電池1個のときと乾電池2個を直列につないだときでは、直列に2個つないだときにモーターが速く回ることを目にする。その電流の強さの違いをとらえることにより、乾電池の数と供給されるエネルギーとの関係を明確にとらえていくことができる。

実践では、直列つなぎにするとモーターの回り方が速くなる様子を見て、「きっと、乾電池を2個つなぐと、乾電池のパワーが1個のときよりも増えるから、モーターの回り方が速くなるんだ。」という見方をしていた。それを、検証するために検流計を使った。乾電池1個のときに回路を流れる電流の強さと乾電池2個を直列につないだときの回路に流れる電流の強さを比較することから、モーターを回すエネルギーは、モーターに供給されるエネルギーの違いに関係していることに気づいていった。

また、並列つなぎでは、乾電池1個の回路に流れる電流の強さと変わらないこと、乾電池1個のときよりも長くモーターが回り続けた。その回り方が直列つなぎのときと要因を考えさせていくことによって、モーターのはたらきや供給されるエネルギーは、乾電池の数やつなぎ方と密接に関係していることをとらえていった。



② 光電池にあたる光の量とはたらきの関係をとらえる

光電池を使ってモーターを回す活動から、光電池の角度を変えるとモーターの回り方が変わっていくことに気づいていっ

た。モーターの回り方が変わる要因を子どもは、光電池に当たる光の量の違いあると考え始めた。そこで、光の量を計測できる照度計を使って、光電池にあたる光の量とその回路に流れる電流の強さ、そして、モーターのはたらきの関係を明らかにしていこうとした。

光電池にあたる光の量とはたらきを明らかにしていくためには、光電池の傾きの違いによる光の量の違いを照度計で用いて測定すること、光電池の傾きの違いで生み出される電流の強さの違いを検流計で測定することが必要となる。つまり、光電池の傾き、光の量、生み出される電流の強さ、この3点を関連付けて考えていくことが必要となる。この3点を関連付けてとらえるために、グラフを用いて光の量と電流の強さの関係をとらえさせていくことにした。

実践においては、次の点が明らかになった。

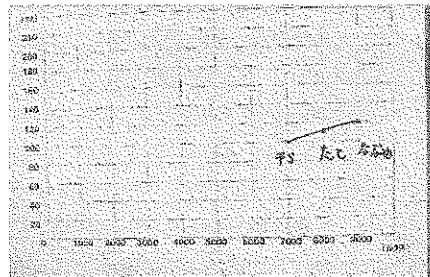
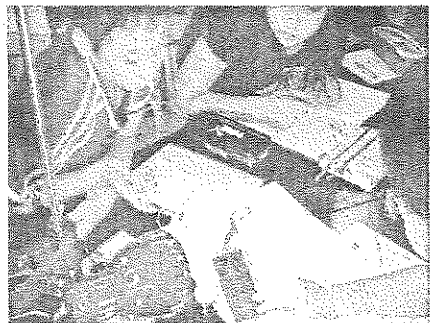
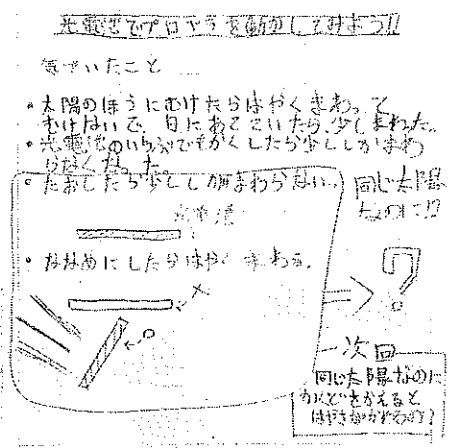
【光電池、照度計、検流計を使うときに生じる変数の統一】

この実験においては、電流量・光量・光電池の傾き・光源からの距離などの変数が多く、その変数を子どもに委ねてしまった部分が多い。そのため、グループごとに実験結果の違いが生じてしまった。その違いが生じた原因を子どもは、統一した実験を行っていないためだということに気づいた。4年生の発達段階を考慮すると調べる光源と光電池のとの距離など計り方を統一していく必要があった。

【グラフから光電池にあたる光の量と生み出される電流の強さを実感】

照度と電流の強さを関係付けて考えられるように、折れ線グラフを利用した。子どもにとって光の量と生み出される電流の強さの違いを視覚的にもはっきりととらえることができたと考えた。

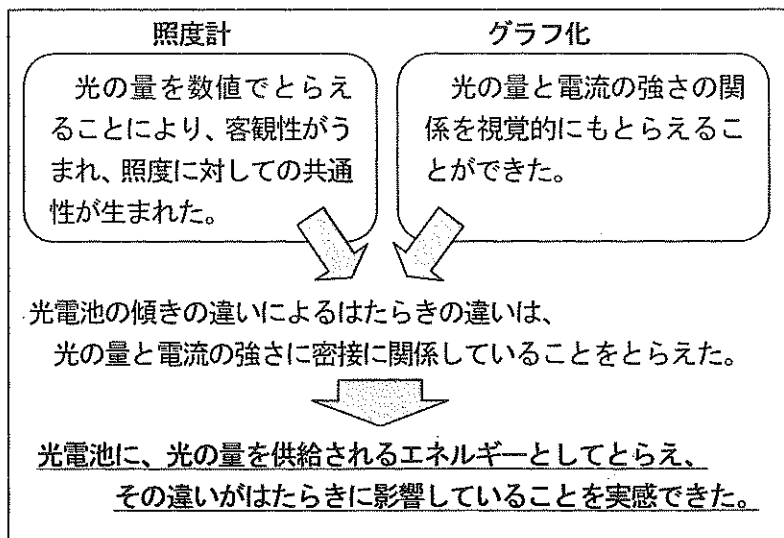
ただ、折れ線グラフは時間的経過とその変化を見取るものであって、数値による変化をとらえさせるのであれば棒グラフがよかったと考えられる。また、単元を通してグラフ化する活動がこの場面の1度しかなく、グラフ化する必要感を子どもがもっていたとは言いがたい。この場面に入る前に一度グラフを使う場面を設定させていくことで、グラフ化する意味をとらえ、必要感を高めていくことができたと思える。



(3) まとめ

照度計を使って、光の量を数値化することによって、「明るさ」に対して客観性を生むことができた。

このことは光電池にあたる光の量と、光電池から生み出される電流の強さを関連付けて考えていくことにつながった。同時に、光電池に供給される光の量のはたらきを作り出すエネルギーの源であるということをとらえていくことにもつながったと考える。



(文責 中央小 鎌田 泰弘)

3. 幌南小学校の実践より

中央小学校の実践をふまえ、光の量と電流の強さ、光の量とはたらきの違いをしっかりとらえさせるために、光電池、照度計、検流計を使うときに生じる変数を子どもの発達段階に即して統一していくことにした。光電池の傾きによる照度の違い、光電池から生み出される電流を測定していくことと、実験から得られたデータを段階を踏みながら処理していくことにより、光電池に対しても供給される光の量とはたらきの関係をとらえていけると考えた。

(1) レフライトを使っての実験に向かうために、変数の統一を図った教師のかかわり



今回の実践においては、レフライトを使って照度とモーターのはたらきの関係を明らかにしていくこととした。中央小学校での実践においては、レフライトと光電池の距離を近づけていくことに興味を抱いていた子どもの姿が見られた。

そこで、太陽の光とは違う点、すなわち、光源であるレフライトとの距離を変えることによって、モーターのはたらきが変化していくことと、光電池と傾きを調べていく場面を設定することで、照度とモーターのはたらきの関係をとらえさせていくことにした。

この活動を設定することにより、「レフライトに近づけていくと照度計の数値が上がっていくから、光電池の傾きと照度の関係を調べることができない。」「光電池の傾きと照度を調べていくときには、レフライトからの距離を同じにしていかなければならない。」など、光源からの距離を統一していく必要感が生まれ、工作用紙を机に敷いて照度計や光電池の置く位置に印をつけるなどの活動をするようになった。

このように、照度計や光電池を扱う上での太陽の光とレフライトの光の特性の違いを子どもにとらえさせていくことで、そろえていかなければならない条件にきづき、明らかにしていきたい照度とモーターのはたらきに焦点を当てて追究していくことが可能となった。

(2) 光電池の傾きと光の量と電流の強さを結びつけるために

この照度計を使う場面においては、光電池の傾き、光電池の傾きの違いによる光の量の違い、光電池の傾きの違いによる電流の強さの違いの3点を考えていかなければならない。この3点を関連付けて考えさせていくために、実験に向かう前に自分なりの予想をこの3点に関わらせながら考えていった。そうすることにより、実験で得られる3つのデータも自分の予想と照らし合わせて処理していくことが可能となると考えたからである。

実際の授業場面では、子どもは、実験で得られたデータを項目ごとに表にまとめ、それぞれの関係をとらえていた。光電池の傾きと照度の関係、照度と電流の強さの関係、照度とはたらきの関係、電流の強さとはたらきの関係など、それぞれを関連付けて考えることができた。

この表をつくる活動を経て、照度と電流の強さの関係をグラフ化することにより光電池の傾きがモーターのはたらきを変えている要因であることがわかり「光の量と生み出される電流の強さに大きく関係していること」をとらえていくことができた。

予想

- ・ 斜めにしたら ちやくせつ太陽にあたる。

- ・ 斜め → 光がたかくて、光がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて。

電流がたかくて、電流がたかくて。

	明るさ	電流の強さ	はたらき	光がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて。
斜め	4700	0.08	3.00	7.00
55度	10700	0.12	5.00	10.00
75度	10970	0.13	5.50	11.00

結果
電流がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて、電流がたかくて。

(3) 光電池で電化製品を動かすことで、エネルギーの量的な見方が培われる

単元の最後に、光電池を使って電化製品を動かす場面を設定した。電池で動かせるものなら光電池でも動かせると考え、ラジカセと壁掛け時計を動かすことになった。「光電池は電池1個ぐらいの電流の強さだから、ラジカセは、電池6個を直列でつなげば動かせるはず。」と考えた。この実験を通して、電化製品が必要とする電気に合わせて光電池の数を変えていかなければならないことをとらえることができた。このことは、光電池の活用、そして、電気を量的なエネルギーとしてとらえることにつながっていった。

結果
時計は、光電池1コでできたけど、ラジカセは、電池の奴だけ光電池を使った。(4コ)
まとめ
小さい物なら何でも動かせると思ってたけど、電気をたくさん使う物は、たくさん光電池を使わないとできない事が分かった。

(文責 幌南小 福岡 翼)

V 研究の成果

1. 「知」をつくるための教材化と単元構成

本研究では、子どもが、光電池のはたらきをとらえ、供給される光の量とプロペラの回り方の関係を明らかにしていく中で、光電池の有用性をとらえられるよう構成にした。

光電池に当たる光の量とモーターの回る速さを関係付けていくための照度計

本実践において、照度計を用いて光の量を数値化させていくことで、「光電池の傾きとモーターなどの働きの関係」「供給される光の量とモーターの回り方の関係」を明らかにしていくことができた。また、「光電池の傾きと光の量の関係」「光の量と電流の強さの関係」を明らかにしていくために、関連する条件を変化させ主体的に関わっていった。その中で、光電池がプロペラを速く回すことのできる強い電流を生み出すためには、「光を効率よく集めるための光電池の設置方法」を考えていくことが必要であることとともに、同じ光電池であっても、そこに集る光の量の違い、光電池に供給される光の違いによって、プロペラの働きが異なることを、子どもはとらえていくことができた。

一方、「光電池の傾きとモーターなどの働きの関係」を追究していく場面においては、レフライトを使って実験を行った。このとき、光の量や電流の強さを計測していく上で、光源の傾き、光源と光電池や照度計との距離などを統一していかなければならないことが明らかになった。

光電池の活用することで、エネルギーの量的な見方が確かなものに

時計のかんたんには動いた。
ラジカセも1、2、3、4回
物によって使う電流量がかわる。
電気をたくさん使う物は、
光電池をたくさん使う。
大きな光電池があつたら
強い電流が。電気をたくさん
使う物は光電池を
たくさん使って、
物によって使う光
電池の数はちがう。

日常的に使っている電化製品を動かす活動に取り組むことで、光電池に当たる光の量の違いがモーターの動きを変えること、すなわち、光電池に供給される光がモーターを動かすことに必要なエネルギーと関係があることをとらえた。「光源との距離や傾きを考えることにより、強い電流が生み出せる。」「電気をたくさん使うものは、いっぱい光を集めるために光電池をたくさん使う必要がある。」と考えていったのである。

光電池を使って、壁掛け時計とラジカセを動かす活動を通して、光電池1つで動かすことのできるものと、光電池1つでは動かすことはできないものがあることに気づいた。そのことから、光電池をつなげて電流を強くしたり、レフライトを使って強い光を当てたりして、光電池に供給する光の量を変容させていった。この活動によって、「もっと大きな光電池があ

ると、光がたくさん集められるから、大きな電化製品も動かすことができる。」といった供給されるエネルギーと電化製品を動かすために必要なエネルギーを量としてとらえていった。

2. 子どもが知をつくるためのかわり合いの組織

光の量を数値化し客観的にとらえることで、供給されるエネルギーとはたらきの関係が明らかになった

照度計と検流計を使った実験で、光電池にあたる光の量を数値で表し、グラフ化することから光の量と生み出すエネルギーの関係をとらえていった。数値化することにより、光電池に当たる光を供給されるエネルギーを客観的にとらえることができた。また、数値を土台としながらお互いの考えを伝え合い、光電池にあたる光の量と生み出される電流の強さの関係を客観的にとらえていくことができた。

この活動によって、「光電池の角度を変えると、電流の強さが変化する。」という見方から、「光電池の角度を変えると、光電池にあたる光の量が違って電流の強さが変化する。」といった見方に変わっていったのである。

光電池にあたる光を量として示していくことが光電池において、供給されるエネルギーの量とモーターなどの働きの関係を明確にとらえていくことができたのである。



(文責 幌南小 福岡 翼)

VI 分科会より

1. 討議の内容

- ・感覚でとらえている明るさを、数値することで納得を生む試みは興味深い。ただ、照度計を扱うときにそろえなければならない条件がかなり多い。光源の角度や距離、照度計の扱いなど4年生にとっては難しいと感じた。
- ・数値化することで、子どもは数値にこだわりをもつと考える。数値を測定したときに子どもは誤差についてこだわりをもつのではないだろうか。モーターの回転の音やプロペラによる風の当たり方などの体感をもっと大切にしていくことも必要である。
- ・2次で光電池と乾電池がどのように違うのかをとらえ、光の量と電流の強さの関係を意識したときに照度計の必要感が子どもに生まれてくる。その上でグラフ化して事象を考えていくと、量的な見方が培われていくと考える。グラフ化は、有効であると考えるが、グラフ化から何をとらえさせたいのかを教師側が明らかにしたうえで、使っていく必要がある。
- ・光の量を測定することは難しい。だから、この単元では、光の量とはたらきの関係を、モーターなどを使って実験している。光の量を数値化することは、光のもつエネルギーを実感していったと考える。人間は、眩しさを感じるけれど、エネルギーの量を感じることはできない。エネルギーの量を見られるように照度計を使うことは有効であった。

2. 助言者から

田口 拓也 先生 (札幌市教育委員会指導主事)

- ・観察・実験の結果を整理し、考察する力、そして、表現する力を培う学習活動を重視していく必要がある。この実践は、照度計の数値をもとに、一人一人が観察実験の結果を整理、考察し、表現する学習活動を行っているという点で、子どもの科学的な見方や考え方が培われていったと考える。
- ・光源からの距離、照度、電流の強さ。変数が3つあることは、4年生にとっては、難しいと考える。照度計を子どもに提示するタイミングも考慮していかなければならない。
- ・測定した数値をグラフ化することにより、事象のもつ特徴や傾向を見取ることができる。グラフは、単に書かせるばかりではなく話し合いの中で、理解を促すために子ども自身が使っていかなければならないと考える。この単元で、グラフを用いるのであれば、照度と電流の強さのグラフではなく、電流の強さとはたらきの大きさ (何 cm 飛んだかなど) をグラフで表していくとよかった。
- ・これからの環境教育を考えていく上で、太陽の光で何ができるのかといった太陽の光の力の強さや利用価値の高さを、子どもがとらえていけるように、いろいろな電化製品を光電池で動かす試みも単元構成の中に位置づけていくことが必要である。

志摩 長生 先生 (八軒西小学校長)

- ・光電池に焦点を当てた実践は、数が少ない。貴重な実践の提案であった。照度計や光電池といった、子どもが初めて扱う実験器具を使っていくのであれば、事前に子どもが、教室の明るさ調べなどを行う時間を十分に確保し、その器具の扱い方などをしっかりと理解しておくことが必要である。この実践では、1時間の中で測定することが多く、困惑しているように感じた。
- ・数値だけで、実験結果をとらえることは、4年生の子どもにとっては、興味なくなってしまうことが考えられる。光の当たり方で、風の強さが変わること、速さや風の音が変わることなど体で感じたことも話し合いの中で意識的に取り上げていくことで、より実感を伴った理解をすることができたと考える。
- ・条件設定をしっかりとしないと、グラフ化する意味はない。今、理科の学習でも「読解力」が求められている。事象から何が読み取れたのかをしっかりと表現させていくことが必要である。
- ・課題に「どうして~だろうか。」という文言が多いと感じる。これは、教師が考える言葉のように感じる。もっと子どもの思考に即した課題や文言を考えて単元を構成していくことにより、より科学的な根拠がしっかりとされた学びが展開されていく。

VII. 研究のまとめ

明るさを光の量として数値化することで、光を量としてとらえ、電流の強さとの関係を明らかにしていくことができた。このことにより、光電池において、はたらきの違いは光の量の違いから生じてくるということをとらえていくことができた。乾電池の数と電流の強さの関係、光の量と電流の強さの関係、この2つの関係をとらえていく中で、供給されるエネルギーのもととなるものの量によって、はたらきが異なることを一般化していくことができた。このことが、エネルギーの量的な見方や考え方の基礎を培うことにつながったと考える。

また、実践を終えて、照度計を使うことは、光を量としてとらえ、はたらきは、エネルギーの源となるものの量と関係があるといったエネルギー的な見方や考え方を培っていく上で、有効であったと考える。しかし、条件を同じにしなければならない項目が多く、実験が複雑化していたことが課題として残る。子どもの発達段階に即した実験を再考していく必要がある。

(文責 幌南小 福岡 翼)

電気の量的変化に着目し、計画的に追究する活動が生まれる教材化

～5年「たくわえられる電気」の実践を通して～

共同研究者 ○杉野 さち子 (大倉山小) 森 剣治 (大谷地小)
中村 裕治 (二条小) 吉田 知広 (山鼻南小)

I 研究の仮説

社会の要請を受け、平成20年度改訂の学習指導要領では、「エネルギー」など科学の基本的な見方や概念を柱とし、エネルギーの見方、エネルギーの変換と保存、エネルギー資源の有効利用や環境問題などを内容に、整理する方向性が検討されている。このうち、エネルギーの変換と保存については、電気エネルギー等を扱い、小中高等学校を通じた内容の構造化を図るとしている。

これまで、小学校理科の電気に関する学習では、3、4、6年生において、電気は、豆電球の明るさやモーターの回転、電磁石の鉄心に引き付けられる物の数などでその働きをとらえてきた。また、検流計などを用いて、乾電池の個数やつなぎ方による電流の強さの変化についても学んできている。

一方、第5学年では電気に関する単元が配列されていない。学年の目標である「量的変化に着目して調べ、物の変化の規則性についての見方や考え方を養う」ために、水の量や温度による食塩やミョウバンの溶け方や、棒がつり合うときのおもりの重さや支点からの距離などを定量的に追究する学習が展開されている。

札幌市内の5年生に、「増やしたり減らしたりできるものは？」と尋ねたところ、「温度、物の重さ」などの回答が70%以上であった。「電気」を挙げた子は24%にとどまり、その全員が、方法を「電池を増やす」と回答した。このことから、5年生の子どもは、乾電池の数によって電流の強さが変わることはとらえているが、電気を量としてとらえる見方や考え方には至っていないことがわかる。

このような実態と理科教育の改善の方向性をふまえ、第5学年の理科が目標とする量的変化に着目する学習を通して、電気エネルギーの変換と保存についての見方や考え方を養う学習を構築するのが本研究のねらいである。

そこで、電気の量的変化に着目して調べることができる素材として、蓄電に注目した。電気の働きにかかわる要素は、電源、回路、抵抗(豆電球など)であるが、そのうち電源については、これまで教材化されていなかった。本研究では、電源として蓄電器を扱うことで、電気の量に目を向ける教材化を目指す。

電気エネルギーの学習の系統性を整理し、養われる見

方や考え方を表すと、右図のようになる。5学年に、電気を蓄え(充電)、消費する(放電)活動を位置付ける。「これだけ使えるから、これだけ蓄えられたんだ」「蓄電器に蓄えられている電気の量を調べれば、どのくらい使

えるかわかるよ」と電気の量的変化に着目し、追究することで、「電気を蓄えれば、いつでも、どこでも、使うことができるんだ」と、電気エネルギーの変換や保存についての見方や考え方に向かうことができると考えた。

研究仮説

蓄電器に電気を蓄える活動や蓄えられた電気を使う活動を繰り返す中に、電気の量的変化に着目する場を構成することで、子ども自らが計画的に追究する活動が生まれ、エネルギーの変換や保存についての見方や考え方を養うことができる。

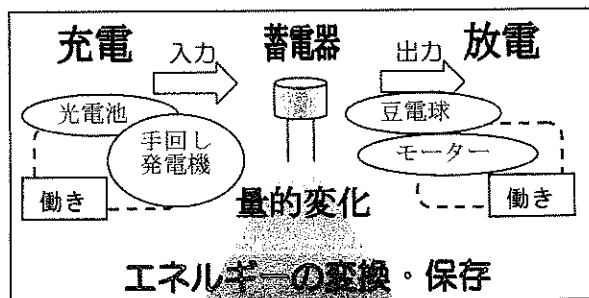
II 研究の方法

1. 子どもが知をつくる過程と教材化

本研究では、5年生の理科の目標をふまえ、この単元における目標を次のように設定した。

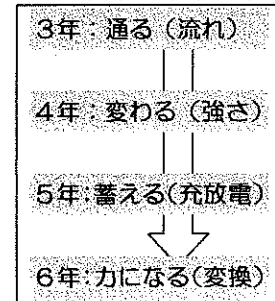
蓄えられた電気の働きを、それらにかかわる条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究したり物づくりしたりする活動を通して、蓄電量の变化の規則性についての見方や考え方を養う。

光電池や手回し発電機を働かせ、蓄電器に充電すると、放電により、豆電球を光らせるなどの働きが生まれる。この働きを量的変化に着目しながら調べていく。



たくさん充電しようと操作すると、長く豆電球が

電気に関する学年の系統



光る。充電と放電を関係付けることは5年生の子どもにとって容易である。そこに、「蓄電量が増えるから」と意味付けすることで、蓄電量の変化の規則性へと目を向けていくことができると考えた。

2. 新たな可能性を切り開く教材開発

電気の量的把握に向かう素材としては、キャパシタ（コンデンサ）が以下の点において適している。

- ・低電圧・短時間でも電気を蓄えることができ、光電池などで充電しやすい。（蓄電器への入力面）
- ・蓄えた電気は放電されやすく、蓄えた量を測定しやすい。（蓄電器からの出力面）
- ・標識などに蓄電器が利用されており、近年の技術開発により、今後キャパシタの普及が予想される。

しかし、キャパシタは子どもにとって身近とはいえない。そこで、キャパシタを教材として用いるにあたり、以下のような取扱いの配慮が大切である。

- ・ニッケル水素電池などは、仕組みなどが異なるが、キャパシタの仕組みは扱わず、どちらも、「電気を蓄えるもの」として扱うようにする。
- ・未知であるキャパシタ以外のものはできるだけ身近なものを使用し、子どもが既習を生かして事象にかかわることができるようにする。
- ・キャパシタに対する入出力の電気の量は電流計や電圧計で表すことができる。これらの計器は、5年生として電気を定量的に調べるものさしとして必要であるが、回路が複雑にならないようにチェッカーとして取り扱うことが望ましい。

III 研究の内容

1. 量的変化に着目する場の設定

電気に対する子どもの既習や生活経験を探るために、札幌市内の5年生にアンケート調査を行い分析した。

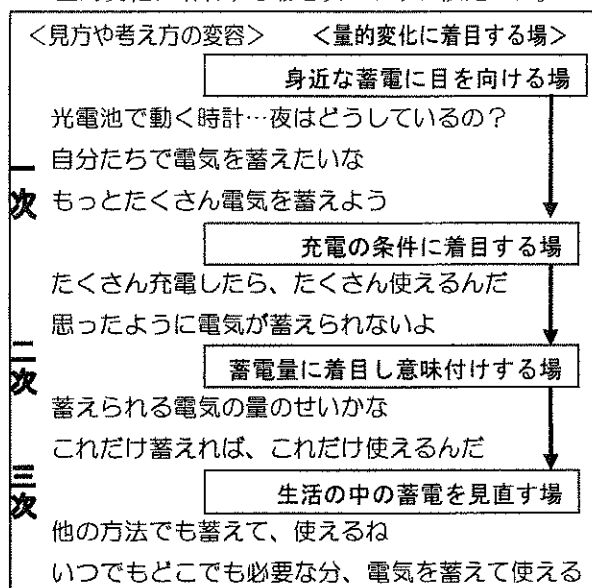
ほぼ全員が「充電を知っている」と回答している。また、充電して使う道具として、DS（ゲーム機）、携帯電話を挙げた子が多く、充電は身近であることがわかる。一方で、「充電が切れた」など、正確でない言葉もよく聞かれるように、充電は日常に位置付いてはいるが、科学的な見方や考え方にまでは高められていないことがわかる。

これらをふまえ、単元の構成にあたっては、子どもが「電気を蓄えて使おう」という目的に向かって、蓄電することや定量的に調べることに必要感を持ちながら、操作することを通して追究を深めていくことを大切にしたい。それは、蓄電を通じた学習が、

子ども主体の活動にもとづくものでなければ、知をつくることにつながらないと考えるからである。これらを具現化するために、新素材であるキャパシタの導入にあたっては、光電池から充電する活動など、既習を十分生かしながら、新しい知を積み上げていくことのできる構成を心がけた。

また、光電池の利用は省エネという観点でとらえられがちであるが、キャパシタなどの蓄電器と組み合わせることで、電気の供給がないところでも、「いつでも、どこでも、電気を使える」ことを子どもに実感させたいと願っている。

具体的な単元の構成においては、子どもがエネルギーの変換や保存に対する見方や考え方をどのようにつくっていくのかを想定し、そこに向かうための量的変化に着目する場を次のように設定した。



2. 単元の目標

総 充電量を計画的に変えながら、その条件に目を向け、蓄えられる電気の量的変化の規則性についての考えをもつ。

関 充電することと放電することの関係を意欲的に追究し、蓄えられる電気について量的変化に着目して調べようとする。

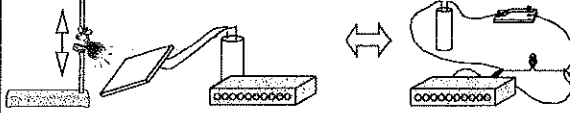
科 充電と放電の関係に問題を見だし、条件に着目して計画的に追究し、蓄えられる電気の量的変化をとらえることができる。

実 充電量を計画的に変えながら、蓄えられる電気の量的変化に着目して調べ、わかりやすく表現することができる。

知 充電量が変わると放電量が変わり、変化の仕方には一定のきまりがあることを理解している。

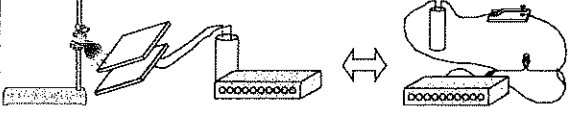
(文責 大倉山小 杉野 さち子)

光の強さを変えて…

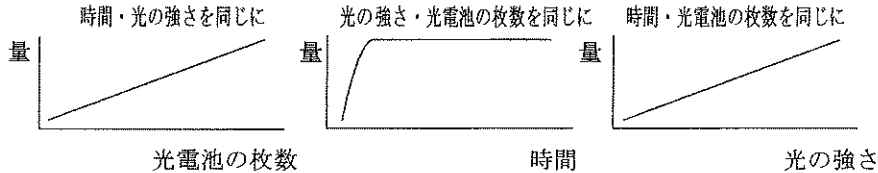


- ・光を強くするとたくわえられる時間が早くなった。
- ・電気が強いと早くたまるみたいだね。

光電池の数を変えて…



- ・やっぱり、電気が強いと早くたくわえられるようだ。



電気をキャパシタにたくわえた量だけ、使うことができる。光電池の枚数を増やしたり、光の強さを強くしたりすればするほど、たくわえられる量は増えるんだ。

たくわえる → 使う

○電気を蓄える条件を変えて計画的に調べる場を設定する。

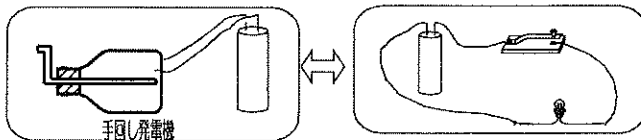
○電気を蓄える条件と量をはっきりさせるためグラフ化する。

○実験のデータをグラフ化することで、電気の強さや時間とたくわえられる量の関係を整理していく。

【第3次 たくわえた電気を使おう(3)】

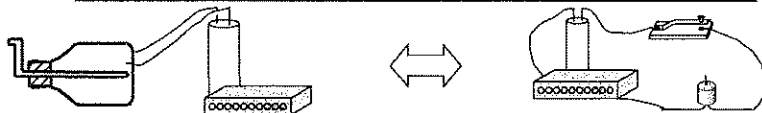
◇光がなくても電気をたくわえられないかな？

- ・自分たちで電気をつくってたくわえられないかな。
- ・手回し発電の懐中電灯があるよ。



- ・やった！自分たちで電気をたくわえられたぞ！
- ・たくさん、回せばもっとたくわえられそうだ。

手回し発電機でどのくらい電気をたくわえられるのかな。



- ・長く回すほどどんどんたくわえられる。光電池よりたくさんたくわえられた。
- ・速く回せば電気が強くなる。早くたくわえられたよ。
- ・電気をたくさんたくわえたらモーターも回せたよ。
- ・モーターは電気が減るのも早い。強い電気が使われている。

自分たちでも電気をたくわえられたよ。光電池よりもたくさんたくわえることができた。

◇他にもキャパシタが、使われていないかな？

- ・夜になると光る道路の標識にも、光電池が使われているよ。
- ・きっと標識の中には、たくさんの充電器が使われているはずだよ。
- ・電気をたくわえるものと光電池がセットになって使われているんだ。

光電池と充電器のセットで、いつでも・どこでも・必要なだけ電気を使うことができる。

◆手回し発電機を使い、自分で電気をつくり、たくわえることや身の回りで使われているキャパシタを探すことで、充電・放電と蓄電の関係に気付く【生活の中の蓄電を見直す場】

○時間や電気の強さの条件を制御しながら計画的に規則性を調べていく。

○容量の大きいキャパシタを使うことで、より消費量の多いもの扱えるようにする。

○調べたことから、身の回りでも、充電するものと蓄電器がセットになって使われているという事実に向かわせることで、日常生活へつなげる。

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

- ◎ 光の強さと光電池の枚数という充電の条件を変えて電気を蓄える活動を通し、豆電球の光る時間や明るさなどから蓄えられ方の違いに気付き、蓄えられる電気の量についての見方や考え方をもちることができる。
- ・光電池からの充電の条件と、豆電球が光る時間とを関係付けて考えることができる。(科学的な思考)

(2) 学習の展開 (3/9)

おもな学習活動	留意点
<p>＜前時まで＞ 光電池1枚では、豆電球をあまり光らせることができないから、電気は少ししか蓄えられていないよ。長い時間光に当てても豆電球の光る時間や明るさは変わらなかった。もっとたくさんキャパシタに電気を蓄えるためには、光を強くしたり、光電池の数を増やしたりするといいのかな。</p> <p>豆電球をもっと長く光らせるにはどうしたらよいだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4年生の時明るい光だと、電流が強くなっ てソーラーカーが速く走ったから… ・電池の数を増やしたらもっとパワーがありそうだから… <p>もっと強い光に当てよう。</p> <p>光電池の枚数を増やそう。</p> <p>光の強さ、光電池の枚数を変えてたくわえる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・少し長く光ったし、明るくもなったかな。でも、思ったほどではないな。 ・すごく明るいし長い間光った。 <p>たくえられる電流の強さはどのくらいだろう。</p> <p>充電するときの電流の強さを調べる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電流が強くなっても電流計の針がすぐにゼロになってしまう。たくさんたくわえられるときは、電流計の針がゼロになるスピードがゆっくりだよ。 <p>◇どのくらい電気がたくわえられているのか計りたいな。</p>	<p>◎4年生までの既習事項を想起させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾電池の直列つなぎ ・光電池に当てる光の強さと電流の強さの関係 <p>◎方法から意図を問い、電流の強さの関係しているのではないかという見方や考え方を引き出すようにする。</p> <p>安光源は熱いのでやけどしないように注意する。</p> <p>◎結果から、光を当てる強さや光電池の枚数と豆電球の光る時間と明るさとの関係を判断させる。</p> <p>◎それぞれの結果を比較させ、キャパシタに蓄えられるときの電流の強さの違いに焦点化する。</p> <p>◎電流計は、検流計を使ったときの経験を生かして扱えるようにする。(50mAセット)</p> <p>◎結果から、キャパシタに蓄えられた電気の量に着目できるようにする。</p>

(文責 大谷地小 森 剣治)

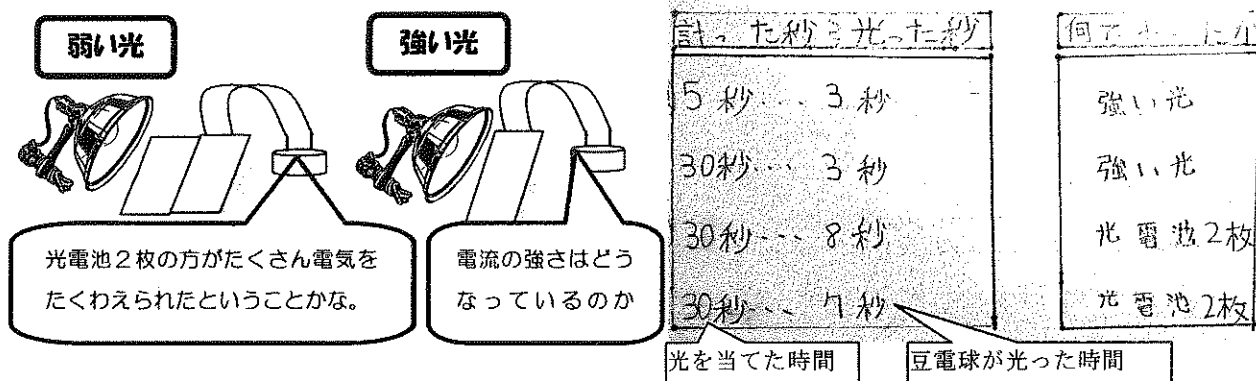
2. 大谷地小学校の実践

(1) 身近な蓄電に目を向ける場

時計は、どこからも電源を引いていないにもかかわらず、夜でも動き続け、時間が狂わないことに子どもたちは疑問をもった。時計の上に光電池がついていることを発見した子どもたちは、明るいうちに蓄えていると考えた。しかし、光電池で何を蓄えているかはっきりせず、光を蓄えていると考える子もいた。そこで、4年生で学習したソーラーカーを想起させ、ソーラーカーは光電池でモーターを動かしていることから、子どもたちは、光電池は電気をつくるものだということがわかった。光電池で電気をつくれることがはっきりわかった子どもたちは、電気を蓄えてみたいと思った。ここでキャパシタを紹介し、光源に卓上ライトを使い、実験を行った。光電池で動く時計から導入することで、「電気を蓄えよう」という目的をもったのである。

(2) 充電の条件に着目する場

光電池に光を当てて、キャパシタに電気を蓄えても、予想したほど豆電球を光らせることができなかったため、子どもはもっと長い間豆電球を光らせたいと考えた。そこで、蓄える時間を長くすると考えたが、予想に反して豆電球の光る時間はほとんど変わらなかった。そのため、反対に蓄える時間をどんどん短くしていくことで、およそ30秒以上光を当てても、豆電球の光る時間が変わらないことに気付くことができた。そこで充電の条件として、時間ではなく、ライトの光を強くする（光源を光電池に近づける）方法と、光電池の数を増やす方法を考え、実験を行った。このようにして、子どもは計画的な追究を生み出していった。

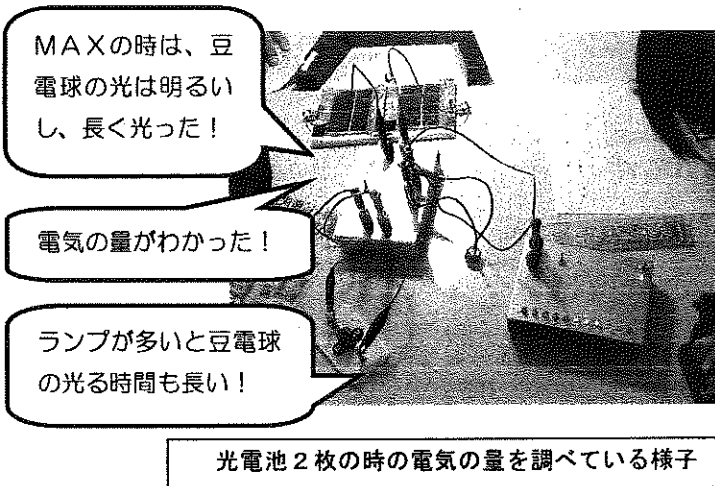


たくさん蓄えられる理由として電気の強さや速さに着目していたため、強い光にすることと光電池を2枚にすることで電気の強さが違うのではないかと考え、電流計を用いて調べた。しかし、蓄電の過程のどの部分を調べているのかが明確でなかったため、充電の条件と点灯時間とを関係付けるまでは至らなかった。

(3) 蓄電量に着目し意味付けする場

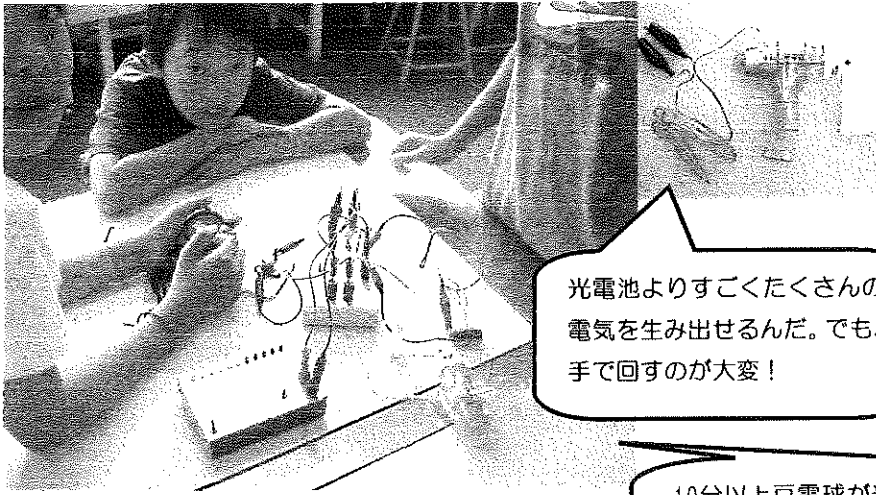
電流計を使っても蓄えられている電気の量の違いをはっきりさせることができなかった。そこで子どもたちは、キャパシタの中に電気がどのくらい蓄えられているのか直接調べたいと考え、レベルメーターを使い実験を行った。

1枚では、強い光でもランプが8個以上光らず、光電池2枚では11個すべて光った。キャパシタに蓄えられた電気の量の違いが明らかとなり、たくさん蓄えるには、光電池2枚の方がよいということがわかった。また、ランプが多ければ多いほど豆電球が長く光ることから、蓄えた分だけ電気を使うことを実感することができた。このことから、蓄えられた電気の量を実感するのにレベルメーターは有効であるといえる。



(4) 生活の中の蓄電を見直す場

光を使わなくても電気をつくり出す方法として、防災用具などで身近になってきている手回しの懐中電灯を思い浮かべた。そこで、手回し発電機を使って電気をたくわえる実験を行った。



手回し発電機で蓄えられた電気の量を調べている様子

光電池よりすごくたくさんの電気を生み出せるんだ。でも、手で回すのが大変！

手回し発電機を使うことで、自分の思うように電気を蓄えられることに感動していた。また、蓄えた後、レベルメーターのランプが光電池の時に比べ、減り方が遅いことから、同じランプ1個でも蓄えられている量が違うことに気付いた。「思い通りに電気を蓄えて、使える」ことを感じ取っていったのである。

10分以上豆電球が光った！光電池の時よりあっとうてきに光る時間が長い！一つのランプにかなりの量がたまっていると思う。

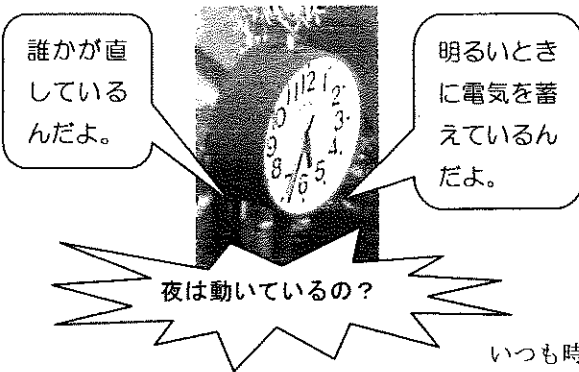
単元の始めではあまり気にとめていなかった家の屋根のソーラーパネルも、単元が終わった後では、電気を蓄えることと結びつけて考えるようになっていた。また、手回し発電機は、6年で学習する電磁石による発電への興味につながった。

(文責 大谷地小 森 剣治)

3. 二条小学校の実践

(1) 身近な蓄電に目を向ける場

教室の窓から見える大きな時計。時計を動かすための電気はどこからきているのか考えさせると、子どもはこの時計に光電池がついていることに気付いた。



時計は正確な時刻を示していることと、光電池は光が当たらないと電気が作られないという4年生の経験から、光が当たらないときの時計はどうなっているのか、疑問が生まれた。

光電池だけだったら、くもりや夜は止まってしまうから、光が当たっているときに電気をためて、ためた電気をくもりや夜に使っていると思う。

<子どものノートより>

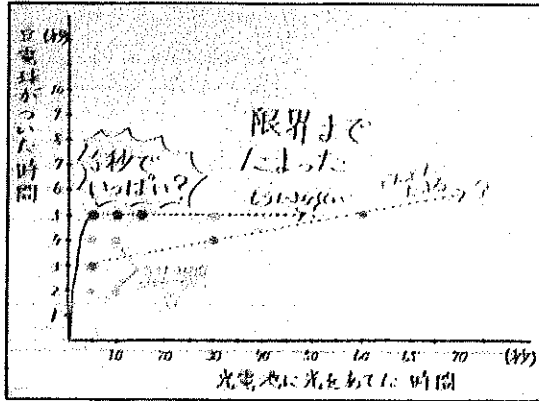
いつも時計を調整しているという事実はなさそうである。また、充電しながら携帯電話や小型ゲーム機を使っている事実を結びつけて考えることで、電気を蓄えるという見方が生まれてきた。

電気を蓄えるという見方が生まれてきたところで、光電池で作られる電気を自分で蓄える活動に挑戦した。

子どもは4年生の学習を通して、光の向きや強さなどの条件が整えば、光電池につないだ豆電球はすぐに点灯することを知っている。その経験をもとに、数秒キャパシタに電気を蓄えて、その後点灯させようとした。時間をかけることによって、電気が蓄えられるという新たな考えが生まれたのである。

(2) 充電の条件に着目する場

豆電球を長く点灯させるために、子どもは電気を蓄える過程に目を向け、工夫し始めた。充電時間（光電池に光を当てる時間）を長くすれば豆電球の点灯時間も長くなると考えて試したが、充電時間を長くしても点灯時間が変わらないことを見つけた。



時間は関係あると思う。時間が関係なかったら、0秒でもたまることになる。

2分間光を当てても4分間でも3秒しかつかないから時間は関係ないと思います。

<子どものノートより>

光電池と光源の距離や、光電池の数などの条件は変えず、光電池に光を当てた時間だけを変えたことを確かめながら、点灯時間と充電時間を整理していった。すると、ある時間までは、思った通りに充電時間が長くなるほど点灯時間が長くなっていることに気付いた。

充電時間を長くすることで、点灯時間をある程度長くできることがわかった子どもは、さらに光電池の数や光の強さを変えて、豆電球を長く点灯させようとした。

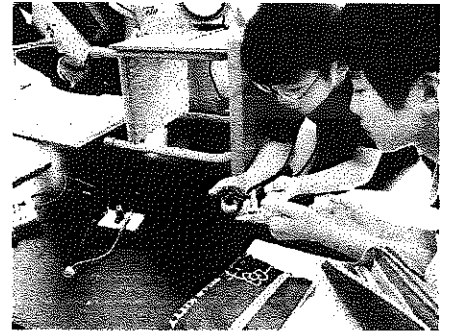
(3) 蓄電量に着目し意味付けする場

充電の条件に目を向け、変化させていくことで、豆電球の点灯時間や明るさなど変化で放電の違いを見つけていった。

それまで充電時間をいくら長くしても、ある程度の充電時間からは、点灯時間が変わらなかった。しかし、光電池の枚数を増やし、長く点灯させることができたことで、キャパシタの限度を見直したり、点灯時間以外の変化を探そうとしたりし始めた。

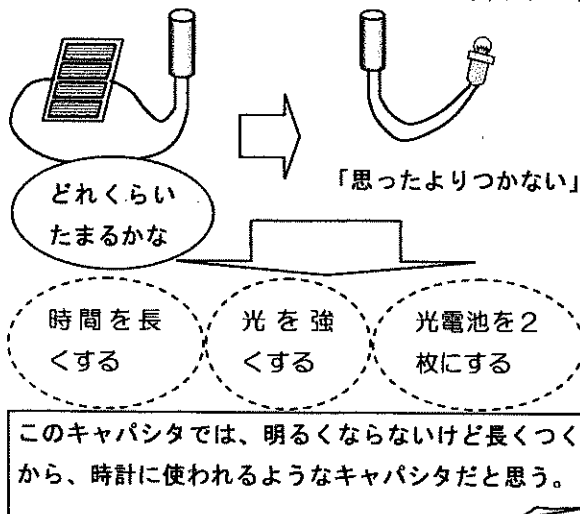
どれくらい充電されていくかをはっきりさせようと、子どもはこれまでの学習の経験から、電流計を使って強さを測ろうとした。

電流計の針が充電するほどに0に近づくことから、子どもは「電気がたまっていないのでは」と考え始めた。しかし、キャパシタに豆電球をつなぐと、しっかり点灯することから、電流計の針が0になることについて「キャパシタに電気が満杯になったから、電流がもう流れないんだよ。」と針が0になったことについて、とらえを新たにしていっていった。



(4) 生活の中の蓄電を見直す場

これまで試してきたキャパシタとは異なるキャパシタでも電気を蓄えることに試みた。



<子どものノートより>

これまでは、光電池1枚で10秒ほど蓄えると、5秒は点灯していたのに、新しいキャパシタは、同じように蓄えても、思ったように豆電球は点灯しない。このことから、子どもは再び蓄電の条件に目を向け、新しく試みたキャパシタについても「時間」「光電池の数」「光の強さ」を変えて、電気を蓄えようとし始めた。始めは点灯しなかった豆電球も、点灯し始める。子どもは条件を変えることで思い通りに点灯させられたことに喜びを感じていった。

さらに、前に扱っていたキャパシタと異なり、蓄える時間を長くすることで、3分、4分と点灯時間が長くなることも発見した。異なるキャパシタを用いることで、それぞれの特徴に気付くこととあわせて特徴を生かした用途に目を向けようとしたのである。(文責 二条小 中村 裕治)

V 研究の成果

1. 子どもが知をつくる過程と教材化

子どもが電気の量的変化に着目する過程を整理し、再構成することで、より計画的に追究する活動を生む。

二つの実践では、「充電の条件に着目する場」や、「蓄電量に着目し意味付けする場」で、子ども自らが計画的に追究する活動に困難が見られた。これは問題解決の過程に無理があったからと考えられる。そこで、実践での子どものあらわれをもとに、子どもが電気の量に目を向け、見方や考え方をつくっていく過程を見直し整理した。

「充電の条件に着目する場」…光の強さ、光電池の枚数という充電の条件を変えて、放電量を調べる活動

①豆電球が光る時間…子どもは、わずか1秒の違いにこだわる。

時間のデータを整理し、充電の条件による違いを比較させるかかわりにより、「予想通りに放電されていないよ」→「光電池からキャパシタに本当に蓄えられているのかな」と問題を焦点化することができる。

②充電しているときの電流の強さ…4年生の経験から、「ちゃんと電気が入っているのかな」と追究する。

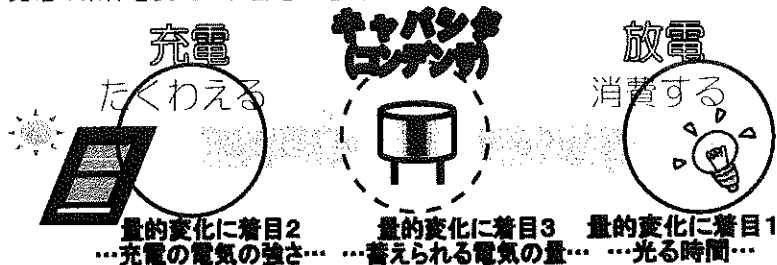
それぞれの結果を照らし合わせることで、電流の強さの違いが豆電球の光る時間の違いだと判断することができる。「たくさん(少し)蓄えれば、たくさん(少し)使える」と、充電と放電を関係付けていく。

③蓄えられた電気の量…電流計で、電気を蓄えられていることがわかるが、どのくらいかはわからない。

あらためてキャパシタに目を向けさせ、レベルメーターを提示することで、「キャパシタの中にどのくらい電気が蓄えられているか調べたい」という思いをもつ。

「蓄電量に着目し意味付けする場」…充電の条件を変えて、蓄電量を調べる活動

このような整理により、子どもが電気の量について知をつくっていく過程がより明確になると考える。今後は、整理をもとに作成した再構成案を検証する実践が必要である。



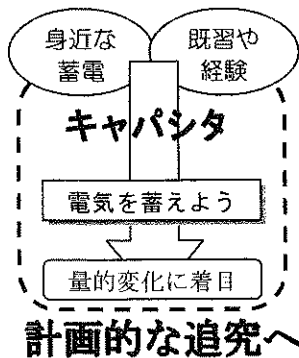
2. 新たな可能性を切り開く教材開発

新素材を子どもの学びに位置付けることで、理科の学習で育てたい能力を身に付けさせることができる。

「充電時間を長くすれば、きっともっと蓄えられるよ」「キャパシタに蓄えた量を調べたい。もう満杯なのかな」このように、子どもに身近ではないキャパシタを用いた学習であったが、自ら働きかける姿が随所で見られた。

光電池で動く時計からの導入、光電池など経験を生かす素材から、子どもは「電気を蓄えよう」と目的を明確にして活動した。また、電気の量的変化に着目する場の設定により、自ら充電の条件を制御し、計画的に追究する活動を生み出した。レベルメーターなどの計器は、追究を支える上で重要なものさしとなった。

このことから、問題解決の過程を大切に、新たな素材を教材化することで、理科の学習で育てたい能力を身に付けることができたといえる。今後は、新学習指導要領の目標等に照らし合わせ、素材の開発を待ちながら、より適した教材化ができるような研究が望まれる。



3. 量的変化に着目する四つの場の設定

電気を蓄え、使う活動から、エネルギーの変換や保存についての見方や考え方を養うことができる。

本研究で設定した電気の量的変化に着目する場では、それぞれの場において、子どもがエネルギーの変換や保存についての見方や考え方を深めていく姿が見られた。

<場の設定>	<手だて>	<エネルギーの変換や保存についての見方や考え方>
身近な蓄電に目を向ける場	…生活や経験を引き出す	→「電気って蓄えられるんだ」
充電の条件に着目する場	…思い通りに蓄えたいという目標を生む	→「蓄えられる量は変化させられる」
蓄電量に着目し意味付けする場	…蓄えた量を調べたいという目標を生む	→「蓄電量はこう変わるんだ」
生活の中の蓄電を見直す場	…他のもので充放電する活動	→「必要な量だけ蓄えて使えるんだ」

今後は、光電池や蓄電器などがどのようなものに使われているのか調べる活動を位置付けることが考えられる。公園の時計や人工衛星などが、電源も光源もない場所で人の手を使わず動いていることに気付くことは、電気エネルギーのみならず、科学のすばらしさに触れることにつながるのではないだろうか。

VI 分科会より

【参会者からのご意見】

- ・光電池でキャパシタに充電すると、5～10秒で限度になってしまいます。そこから、子どもは時間以外の充電の条件を変えてさらに蓄えようとは考えないのではないか。
- ・キャパシタの限度については、ミョウバンの解ける限度が変わることと同じように考え、子どもは条件を変えようとするのではないか。
- ・容量の小さいキャパシタを使っていたが、容量の大きいキャパシタを使えば、光電池に当てる光を強くすればするほどたくさん蓄えることができる。この方が条件による変化を整理できる。
- ・充電の条件を時間だけに絞って、子どもに落とすべきである。
- ・キャパシタの限度は、電圧と時間で決まる。溶解度と似ているが、難しい。今後、強い光で電圧が高くなる光電池や、低電圧でも蓄えられるキャパシタなど、素材の開発を待つ必要がある。そうすれば、時間などの限度の問題点は克服できるだろう。
- ・4年生で発電を扱い、電気を作る活動の中で、光の強さや電流の強さを追究する方法もある。
- ・発電と蓄電両方を扱っており、子どもにとって考えることが多過ぎるのではないか。エネルギーの変換や保存についての見方や考え方をもつことができたのか。
- ・エネルギーの変換や保存は大切な項目。どこかの学年で傾向を見ながら位置付けていく必要がある。
- ・単元構成から、「蓄えて使いたい」という子どもの願いを大切にしていることがわかった。

【助言者（和田 悦明指導主事、山田 貢嗣校長）から】

- ・教材化において大切なことは、子どもに何をねらうかである。研究仮説からは、エネルギーの変換や保存と考えられるが、電流の強さなのか、キャパシタの構造なのか、何をねらったのかがわかりにくかった。
- ・エネルギーの保存とは、入れたものは変わらないということだが、キャパシタに入れたから保存というのでは違う。この単元で「変換と保存」を学ぶのであれば、「保存」は「変換」という誤解を生んでしまう。
- ・電流の強さ、光量、時間で条件を制御するのであれば、5年生で扱うのは可能であるが条件が多過ぎる。電気エネルギーや力を中学校で学ぶことを考えると、6年生の後に学習するのがよいのではないか。
- ・レベルメーターなどを使っているが、実験の回路が複雑にならないようにしなければならない。
- ・蓄えた電気が、豆電球を光らせて減る、という考え方では環境問題にはつながっていかない。消費という考えではなく、無駄なく別のエネルギーに変換されたとなることが大切である。
- ・新たな可能性を切り開く教材開発ができた。また、授業から再構成をしており、一層工夫されていた。
- ・子どもは、豆電球を「明るい・暗い」や「つく・つかない」という見方をするのではないか。点灯時間に向かうのは難しいのではないか。
- ・光電池での充電の条件による変化をまとめるのは難しい。棒グラフにするとわかりやすいのではないか。
- ・キャパシタの構造を扱うのではなく、起電力としての扱いのみとしているのがよかった。4年生の光電池や電流の強さの学習とつながる内容だった。
- ・エネルギー環境の視点から、「作る→蓄える→使う」を意識した単元構成にしていく必要がある。
- ・「いつでも、どこでも、必要なだけ蓄えて使える」という考え方から、風力や水力発電などに目を向けていけるとよい。

VII 研究のまとめ

本研究では、蓄電を教材化するにあたり、子どもの姿を通して、キャパシタという素材の可能性と限界を探ることができた。一方、新しい学習指導要領が示され、蓄電の内容は6年生で取り扱うことになった。6年生では、問題解決の資質や能力として「推論する力」を身に付けることとされている。今後は、6学年の目標に沿った学習の構築や、子どもの活動に適した素材の開発が急がれる。

今回の研究で、目標、素材、子どもをつなげる教材化の在り方を学ぶことができた。この成果を、新指導要領の実施に向け、新たな教材化においても役立てていきたい。

(文責 大倉山小 杉野 さち子)

ものづくりを通してエネルギーのはたらきと利用が見える理科学習の構築 ～6年「電流が生み出す力」の実践を通して～

共同研究者 ○濱 教文 (山の手小) 横倉 慎 (栄北小) 興石 育子 (北九条小)
田代 智昭 (菊水小) 堀田 淳 (発寒南小)

I 研究の仮説

「電流が生み出す力」の学習では、電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働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、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組が必要で、教育が果たすべき役割が大きくなっている。更には、最近の子どもが多くが身の回りの物を使って何かを作ったり工夫したりする経験が少ないことが明らかになっている。

このことから、ものづくりを通しその仕組みに迫り、電気エネルギーとしての働きを知ることを一つのねらいとする。また、エネルギー利用の多様性からエネルギーの利用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た。そこで理科の学習としての教材化と授業構成について研究し、実践を通してその妥当性を探ることとした。

子どもは、電気が明かりとして利用されていて、身の回りの多くの物にも利用されていることを知っている。だが、明かりをつける以外の働きに利用されていることを認識していない。そこで、電磁石の導線に電気を流し、磁力が発生する仕組みをつかった「クレーン」と「ブザー」を教材化することとした。電流によって導線から磁力が発生する様子(エネルギーのはたらき)をとらえ、「クレーン」と「ブザー」が電磁石をどのように利用しているのかを追究したくなる学習の構築をめざした。

研究仮説

「クレーン」と「ブザー」を教材化し、ものづくりを通して電磁石から磁力が発生する様子とその利用を追究する学習構成をすることで、エネルギーのはたらきと利用についての見方や考え方を深めることができる。

II 研究の方法

1. 「知」をつくるための教材化と単元の構成

電気エネルギーのはたらきをとらえるものづくり

身の回りの物を使って、ものを作ったり工夫したりした経験の少ない子どもが電流の働きで磁力が発生する様子をとらえるためには、実際に自分の手で作り、回路や電流を意識することが必要である。そこで、電

気の流れを回路として意識しやすい教材の開発に努めた。身近なもので製作できるクレーンとブザーを作り、回路を意識したものづくりをしながら、エネルギーが働いている様子をとらえられるようにした。

クレーンの「磁力の強さを変えるものづくり」をすると、導線一本からも磁力が発生していて、それが集まって強い磁力になっている仕組みが見えてくる。そのため、電気エネルギーが働いて、それが有効利用されていることがとらえられ、他への利用についてもその仕組みを調べたいのである。

もう一つのものづくりの「ブザー」であるが、クレーンと同様に電磁石を使ったものである。電気が流れた時に鉄を引きつけ、流れなくなって鉄が引き付けられない仕組みを利用しているものである。そのことから、エネルギーと磁力を関係づけて考えるようになるのである。その後、電磁石の「仕組みをとらえたものづくり」をすることでエネルギーのはたらきをうまく利用して物を動かしているという見方や考え方を獲得できるのである。

2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

電流と磁力の利用をとらえる学び合い

クレーンを操作する活動を通し、さらに強い磁力を発生させようと子どもは導線の巻き数を変えたり、巻き方を変えたりという工夫をする。導線の巻き数が増えると磁力が強くなることから、磁力のもとには電気が流れた導線にあることに気付くのである。導線一本に注目させることで、導線一本一本から発生する磁力が鉄心に集まり、強い磁力を発生する仕組みを明らかにする学び合いが生まれるのである。

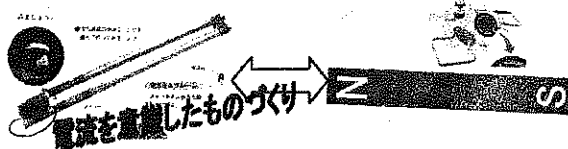
クレーンで、エネルギーがはたらいて電磁石の磁力が利用されていることに気付いた子どもは、磁力が発生する仕組みをとらえることができたので、他の利用についてもその仕組みを調べたい。そこで電磁石を利用したものとして「ブザー」を提示するのである。クレーンと同様に電磁石を使ったものであるが、電気を流すと音を出す鉄の板が震えるのである。電磁石に鉄の板が引き付けられると思っていた子どもは、「なぜ鉄が引き付けられたままになっていないのか」「振

動しているのはなぜか」とブザーの仕組みを追究する学び合いをするようになるのである。電気が流れた時に鉄を引きつけ、流れなくなって鉄が引き付けない仕組みを利用していることをとらえていくのである。

Ⅲ 研究の内容

1. 単元について

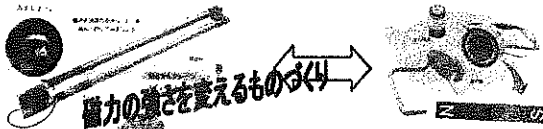
<電磁石の性質…電流を意識したものづくり>



一次ではクレーンを作り、回路や電流を意識しながら、エネルギーが働いている様子をとらえられるようにした。クレーンを自分の手で作ることで、回路ができていたり電気の流れ方をとらえることができ、電気が流れた時に磁力が発生することに着目する。「電磁石は磁石と似ているのかな」と電磁石の性質を磁石と比較しながらとらえていくのである。

<電流のはたらきと電磁石の性質・仕組み>

…磁力の強さを変えるものづくり>



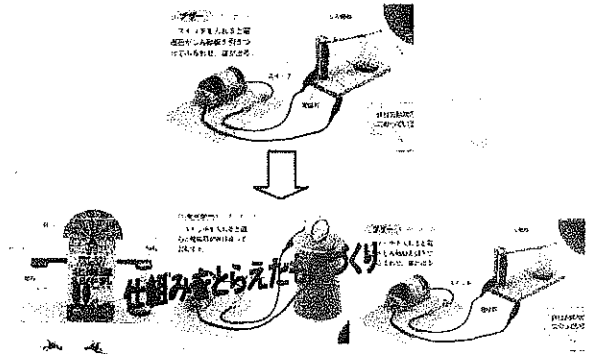
電磁石の性質をとらえた子どもは、磁力の強さがもっと強くなるとさらに便利だと考える。電流の強さを強くすると、磁力も強くできるが、強力電磁石は乾電池一本なのに強い磁力を発生させることができる。そのことからコイルの部分に磁力を強くする秘密があることに気付き、条件を変えて追究していくのである。導線の巻き数や巻き方を変え、磁力の強さを変化させることができることを調べていくのである。導線一本からも磁力が発生している事実から、強い磁力をつくる仕組みを見るようになっていくのである。これにより、電気というエネルギーが働いて、それが生活に有効なものとして利用されていることがとらえられ、他の利用についても、その仕組みを調べたくなるのである。

<電磁石を利用したものの仕組み>

…仕組みをとらえたものづくり>

電磁石を利用したものとして「ブザー」を提示した。クレーンと同様に電磁石を使ったものであるが、電気を流すと鉄の板が震えるのである。電磁石に鉄の板が

引き付けられると思っていた子どもは、「なぜ鉄が引き付けられたままになっていないのか」「振動しているのはなぜか」とブザーの仕組みを追究していく学び合いをするのである。今まで電流を意識した追究してきた子どもは電流に注目してブザーの仕組みを考えていく。そうして、電気が流れた時に鉄を引きつけ、流れなくなって鉄が引き付けない仕組みを利用していることをとらえていくのである。



「ブザー」の仕組みをとらえることができた子どもたちは、電磁石を利用したものを作ってみたくなる。一次でクレーンをつくった経験から回路を意識し、ブザーの仕組みをとらえた経験から電磁石をどのように利用しているのかを考えながらものづくりをしていく。その結果、身の回りの物もエネルギーの働きをうまく利用して物を動かしているという見方や考え方を獲得できるのである。

2. 単元の目標

- 総** 電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流に働きについての考えをもつようにする。
- 関** 電磁石の導線に電流を流したときに起こる現象に興味・関心をもち、自ら電流の働きを調べようとする。
- 思** 電磁石に電流を流したときの電流の働きの変化とその要因について、条件に着目して実験の計画を考えたり、巻き数や電流の強さと電磁石の強さを関係づけて考えたりすることができる。
- 技** 電磁石の強さの変化を調べる工夫をし、計画的に実験やものづくりをしたり、定量的に記録したりすることができる。
- 知** 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きと電磁石の極の関係や電磁石の強さは、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>【第1次 電磁石の性質…電流を意識したものづくり（4）】</p> <p>◇電磁石を見てみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強力電磁石は、人がぶら下がっても離れないよ。 ・乾電池1個なのになんか強い磁石だ。 ・鉄のものがたくさんつくよ。 ・くっついたり離れたりするから運びやすいね。 <p style="text-align: center;">電磁石はどのような仕組みになっているのかな</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強力電磁石は電池と導線が使われている。導線はぐるぐる巻かれている。 ・電流を流すと鉄心が磁石になるんだ。 ・電磁石を作ってみたいな。 ・巻き方はどうすればいいのかな。 ・電流を流すとボルトがついたよ。 ・磁石になっているのか確かめたいな。 <p style="text-align: center;">導線に電流を流すと鉄心が磁石になるんだね 電流が流れた時に鉄を引き付ける力が生まれるんだ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電磁石にもN極とS極があるのかな。 ・永久磁石はN極が北を向いたよ。 <p style="text-align: center;">電磁石と永久磁石にどんな違いがあるのかな</p> <p style="text-align: center;">永久磁石の性質と電磁石の性質を比べる活動</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄心にボルトや鉄がついた。 ・電磁石についた釘は鉄になった。 ・N極とS極があるよ。 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">永久磁石と同じだね。</p> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・電流を流した時だけ磁石になる。 ・乾電池の向きを変えるとN極とS極が変わるよ。 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">永久磁石と違うね。</p> </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄心にボルトや鉄がついた。 ・電磁石についた釘は鉄になった。 ・N極とS極があるよ。 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">永久磁石と同じだね。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電流を流した時だけ磁石になる。 ・乾電池の向きを変えるとN極とS極が変わるよ。 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">永久磁石と違うね。</p>	<p>○強力電磁石を提示することで学習への関心を高め、自ら課題を見つけられるようにする。</p> <p>◆電磁石を使ったクレーンをつくり、電流が導線を通った時に鉄心に鉄を引き付ける力が発生することをとらえる。</p> <p>○電磁石、コイルという名前を教える。</p> <p>安 コイルに電流を流すと発熱するので、火傷に注意し、長時間電流を流さないように指導する。</p> <p>◆電磁石と永久磁石を比較し、コイルに電流を流すと鉄心が磁化され、電流の向きを変えると電磁石の極も変わることをとらえる。</p> <p>○実験方法については、既習をもとに方位磁針を使ったり、水に浮かべたりなど自分で考えさせるようにする。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・鉄心にボルトや鉄がついた。 ・電磁石についた釘は鉄になった。 ・N極とS極があるよ。 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">永久磁石と同じだね。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電流を流した時だけ磁石になる。 ・乾電池の向きを変えるとN極とS極が変わるよ。 <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">永久磁石と違うね。</p>		
<p>【第2次 電流の働きと電磁石の性質・仕組み …磁力の強さを考えるものづくり（4）】</p> <p>◇電磁石の鉄を引き付ける力を考えることができるのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人によってボルトのつく量が違うよ。 ・電磁石の強さが違うのかな。 ・電池の数を増やせばきっと強くなるよ。 ・でも強力電磁石は電池1個でも強かったよね。 ・巻き数が関係ありそうだよ。 ・きれいな巻き方とそうでないものがあるね。 ・電磁石を強くすることができるのかな。 <p style="text-align: center;">どのようにしたら電磁石が強くすることができるのかな</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> コイルを変えると強くできそうだよ。 </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> 電流の強さを強くしたらどうだろう。 </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">導線の巻き数、巻き方を変えて調べる活動</p> <p style="text-align: center;">電流の流す量を変えて調べる活動</p>	コイルを変えると強くできそうだよ。	電流の強さを強くしたらどうだろう。	<p>○永久磁石と同じところ、違うところをはっきりさせる。</p> <p>◆クレーンの鉄を引き付ける力を考えるものづくりをすることで、電流が導線を通った時に鉄を引き付ける力が発生し、それが鉄心に集まって強い力になっている仕組みをとらえる。</p> <p>○電磁石を強くする方法について自分の予想をもち、見通しをもって調べさせていく。</p> <p>○比較するものをはっきりさせ、条件制御を考えた実験計画を立てて調べさせていく。</p> <p>○電流計を提示し、電流の量を確かめながら実験させる。</p>
コイルを変えると強くできそうだよ。	電流の強さを強くしたらどうだろう。		

- ・電流の流す量を増やすとボルトがたくさんついた。
- ・太い鉄の釘を中に入れた時に一番ボルトが多くついたよ。
- ・電流を強くしていないのに、巻き数を増やすとボルトがたくさんつくよ。
- ・巻き方をきれいにすると少しだけ強くなった。導線1本1本の磁力が集まったからかな。

導線1本にも磁力があるのか確かめる活動

電磁石は、太い鉄を中に入れ、電流を強くしたり、コイルの巻き数を増やしたりすると、電磁石の鉄を引きつける力が強くなる。
導線1本1本の磁力が集まるから強くなる仕組みになっているんだ。

○強くできたかどうかではなく、複数の実験結果を結びつけてどのような方法が電磁石を強くするのか考えさせる。

【第3次 電磁石を利用したものの仕組み

…仕組みをとらえたものづくり(4)]

- ◇電磁石の性質を使ったものは他にもあるのかな。
- ・電磁石を使ったものはいろいろありそうだよ。
- ・ブザーにも電磁石が使われているんだ。
- ・音が出ているよ。鉄の板がぶるぶると震えているんだ。
- ・電流が流れているはずなのに、なぜ鉄の板が引き付けられたままになっていないのかな。
- ・鉄の板が震える仕組みがあるのかな。



本時 9 / 12

○ブザーを提示し、電磁石が使われていることを知らせる。

ブザーは電磁石をどのように利用しているのかな

ブザーが電磁石を利用し、どのような仕組みで音を出しているのか調べる活動

- ・電流が流れた時に鉄の板を引き付け、その時に電流が流れなくなって鉄が引き付けられなくなり、また電流が流れるという仕組みになっているから鉄の板が震えているんだ。

電流が流れることによって、電磁石に鉄を引き付ける働きが生まれることと電流が流れないと鉄を引き付ける働きがなくなることをうまく利用しているんだ。

◆電磁石を利用したものの仕組みを調べたり、自分なりに工夫して作ったりすることで、電流が流れた時に鉄を引き付ける力が発生する仕組みを生活に利用していることをとらえる。

- ・生活の中にも電磁石を利用したものがたくさんあるよ。
- ・仕組みが分かれば、電磁石を利用したものがつくれそうだよ。

身の回りのものを使って電磁石を利用したものを作る活動



電磁石は、生活の中でたくさん使われ、役に立っているんだ。
電流の働きをうまく使う仕組みにすることで、生活に役立つたくさんの仕事をしているんだね。

○電流の性質やはたらきを利用した物が生活の中で活用されていることを考えさせながらものづくりをさせる。

(文責 北九条小 奥石 育子)

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

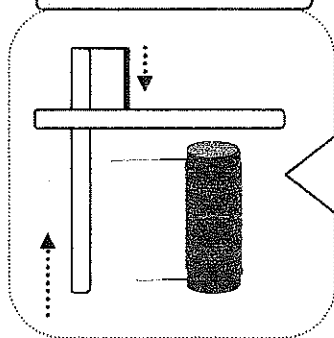
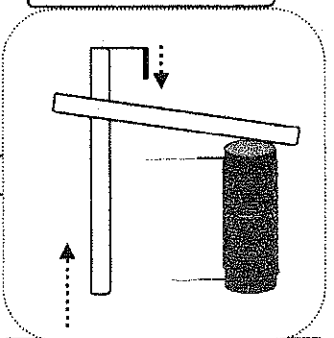
(1) 目標

◎ ブザーの鉄の板がふるえることから回路内の電流の流れ方を考え、ブザーの仕組みをとらえることで電磁石の性質の利用について考えることができる。

・電磁石の利用について、興味を持つことができる。

(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>電池から電流が流れて電磁石になって、音が出ているみたいだ。電磁石なら、鉄の板を引き付けたままになるはずなのに…。電流が流れているはずなのに、なぜ鉄の板がふるえているんだろう。</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">ブザーは電磁石をどのように利用しているのかな</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電磁石の鉄を引き付ける力が弱いから、震えたようになっているのかな。 ・ずいぶん導線を巻いてあるから、きつとかなり強力な電磁石のはずだよ。 ・鉄の板が震えている時に、火花みたいなものが見えたよ。もしかしたら、電流が関係しているのかな。 ・鉄の板が上がっている時と、下がっている時で違いがあるのかも。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>はなれているとき…</p>  <p>電磁石になって…</p> <p>電流が流れて…</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ついているとき…</p>  <p>電磁石じゃなくなって…</p> <p>電流が流れなくなって…</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">その時の電流の流れ方はきっと…</p> <p style="text-align: center;">くりかえし</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> <p>電球がすごく速くついたり消えたりしている。電流が流れたり流れなくなったりするからだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> <p>電流が流れるとコイルが電磁石になり、鉄の板が引き付けられる。</p> <p>鉄の板が引き付けられることで、電流が流れなくなるからだね。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>電磁石は電流が流れることによって、鉄を引き付ける力が生まれる。電流が流れないと鉄を引き付ける力がなくなる。ブザーはそれを何度も繰り返して音を出すという利用をしているんだ。</p> </div> <p>・こういう仕組みのものは他にもあるのかなあ。</p>	<p>○電流が流れること、電磁石になること、鉄の板がふるえることを確認して本時に入る。 安導線は熱くなるので、あまりさわらないように注意する。</p> <p>○コイルに鉄の板がついているときはなれているときに焦点化させ、その違いを意識させてから活動にはいる。</p> <p>○コイルが磁化している時と磁化していない時があることに気付かせ、そうなる原因に目を向けさせる。</p> <p>○鉄の板の振動の仕方や磁力の発生の仕方から電流の流れ方へと意識が変容している子の考えを紹介し、広げていく。</p> <p>○目に見えない磁力や電流の流れを目に見えるような伝え方ができるように、ブザーの大きな模型を使い、鉄の板の動きと磁力の発生、電流の流れ方を意識した説明ができるようにし、それらを結び付けていく。</p> <p>○必要なら回路に電球を入れ、ブザーが鳴っている時に電気が流れたり流れなくなったりしていることを、視覚としてとらえられるようにする。</p> <p>○自分の身の回りや生活での電磁石の利用についての興味関心をふくらませるようにする。</p> <p style="text-align: right;">(文責 栄北小 横倉 慎)</p>

2. 菊水小学校の実践

(1) クレーン作りから電流のはたらきへ

クレーン作りがエネルギーの変換へ

1・2次は強力電磁石を導入場面で提示し、その後クレーンの製作を行った。クレーンを用いることによって、自分のクレーンを強くしたいという意識が生まれ、製作する時には、「クレーンが上手く働かない」「同じつくりなのにナットの

つく個数が違う」などの事実から回路をつくることの大切さに気付いた。また電流によって磁力が生れることを認識することができた。クレーンを強くする方法として、電池の数（電流の強さ）とコイルの巻き数を考え出した。電池の数は、4年生の豆電球での学習、コイルの巻き数は強力電磁石を根拠として考えていた。電磁石の性質や強くする方法を解明していくことにより、電流が磁力へ変換されるという見方や考え方に変わることにつながった。クレーンを強くするための視点から徐々に磁力の視点への変容を遂げることができた。

(2) ブザーの仕組みの解明からものづくりへ

ブザーの動きから問題意識の醸成と追究へ

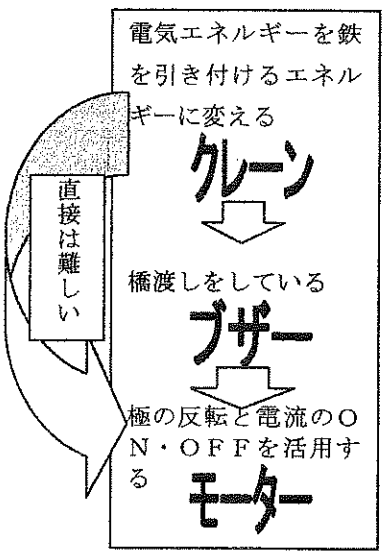
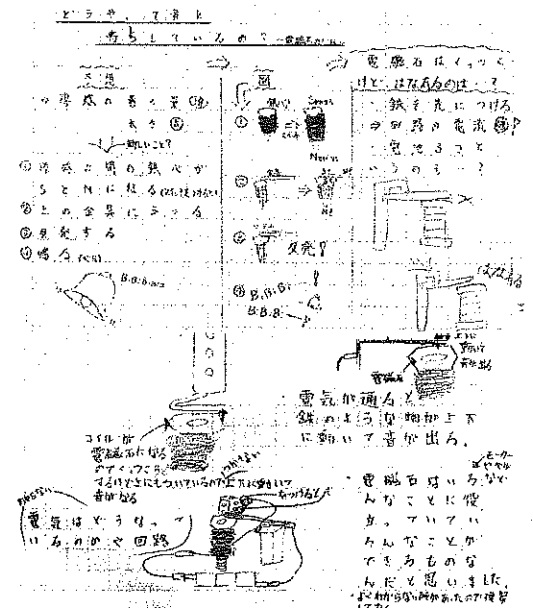
クレーンの電磁石の電流を流して磁力が発生する仕組みをとらえることにより、ブザーの活動が生きてくる。ブザー

は身近な物であるが、中身や構造について理解している子はいなかった。既習を生かし、電磁石の性質を見つめ直す最適な教材である。本来は電磁石に鉄の板がくっつくはずなのに、くっつかずにたたいているように見えることが子どもの問題意識を生むことになった。

子どもはブザーの鉄の板の動きから、「反発している」「回路が切断している」という予想をした。「反発している」については、電磁石の極は変わるという既習から極の変化が反発を招いていると予想した。「回路が切断している」については、回路がつながったり切断したりして電磁石になったり、ならなかったりしているという予想だった。それを確かめる時には、鉄の板を上げた時と下げた時に電磁石にナットをつけることにより、ブザーの仕組みをはっきりさせた。

「反発」「切断」の交流でも、目に見えないので理解するのに時間がかかった子が多かった。解決するために回路の途中に豆電球を入れることで、豆電球の光り方により電流を意識することができたが、この活動を必要とする子はいなかった。教師のかかわりにより、豆電球で確かめるとよいことに気付き確かめたが、ブザーの動きの速さについていけず、豆電球が点滅しているかを確認することは子どもにとって難しいものであった。電流を意識しやすいように映像やグラフィック（残像）などを活用して提示することが必要だと感じた。

今回のブザーはモーターの仕組みへと発展していくことができる。ブザーは磁石が鉄を引き付けるという現象を応用していて、鉄の板を引き付けることにより回路が切断され、電気が流れなくなるという新たな見方や考え方を獲得することができた。ここで電気エネルギーが運動・音に変換されていることに気付くことができた。ブザーの仕組みから電磁石の利用についての見方や考え方を養うことにより、その後のモーターの仕組みの追究につながり、電気エネルギーが運動のエネルギーに変換したと実感することができた。(文責 菊水小 田代 智昭)



○ブザーが子どもの問題意識を生む有効な教材

▲ブザーの仕組みをとらえるには電流や磁力の発生の様子を見えるようにしていくことが必要

▲クレーンで電流が磁力を発生させている様子をとらえる時にも必要

目に見えない電流や磁力を見えるようにとらえるための工夫や教師のかかわりを検討し、次の実践へ

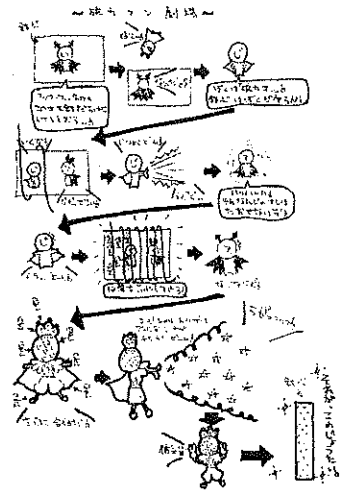
3. 栄北小学校の実践

(1) クレーン作りから電流のはたらきへ

イメージの共有から
エネルギー変換のと
らえへ

単元の導入に、ナット運びリレーを行った。電磁石への意識付けと身近な所での利用についての気付きへの布石にするためである。どんな物があればよいかと問い、電磁石の登場を自然な形にした。「金属収集車に電磁石のような形の磁石がある」「ゴミ集めの時に便利だ」という気付きが子どもから出て、身近な所で電磁石が利用されていて、工夫の仕方によっては便利な物であるという意識の元で単元をスタートした。子どもの実態として、物作りの経験が少ないことに加えて磁石を使って遊ぶなどの経験もこちらの予想以上に乏しいものだった。そのために、電磁石の性質を永久磁石と比較する活動を大切にしながら学習を進めた。子どもはコイルに強い関心を示し、クレーン作りと共にコイルを様々に調べながら仕組みを考えていた。クレーンという電磁石そのものの仕組みが見えやすい教材を用いたことが要因と考える。クレーンを作り、永久磁石と比較をしながら電磁石の性質について子どもは様々な発見をした。鉄心に巻き付けていない導線からも磁力がでていいることにも気付き、弱いけれど導線自体から磁力が発生することから子どもの意識は導線の巻き方、鉄心へと向いていった。

このような意識の元で2次に入り、磁力を強くするための工夫をしていった。2次に入る段階で鉄心が磁化する様子について、磁力を粒で表して考え始めた子どもがいた。導線の巻き方を変えて確かめる際にそれを紹介したところ、子どものイメージがはっきりし、共有することができた。また、鉄心が磁化する様子を「たまる」と表現したり、端にぎゅっと巻いて「無駄をなくす」という表現をしたりする子どもがでてきた。共有できるイメージをもちながら学習を進めることで、2次終了時に電磁石が強くなる理由を説明する際には図のような表現の仕方でも説明する子どもがでてきた。電流が磁力に変わっていることを捉え、さらに他の子どもにもわかりやすく伝えることができた。他の子どものノートを見ても、「電流→磁力」ということがまとめとして書かれていた。エネルギー変換をイメージで理解できたのだと言える。また、クレーンが電磁石の性質を上手に利用したものだという点を改めて感じたと書いている子どももいた。



(2) ブザーの仕組みの解明からものづくりへ

電流の流れと磁力の
発生を意識した追究
がブザーの仕組みの
解明へ

「電磁石の性質の利用」という子どもの言葉を大事にし、3次では「ブザー」を提示した。ブザーの振動板がふるえて音が鳴り、電気が流れることにより動くということは分かる。電気が流れ、生まれた磁力により振動板が下にいくこともわかるのだが、疑問は元に戻ることだった。この疑問をもった子どもは、振動板がもどることを「上にいく」と表現した。1次からのものづくりで回路を強く意識していた子どもは、回路が遮断されるせいだという予想をし、「上にいく」という表現はせず「元に戻る」という表現をし、問題解決へと向かった。一方「上に行く」と表現した子どもは、振動板を上へ引きつける力を考え、振動板との接触部分にも磁力が生まれているのではないかと考えた。自分の見通しが正しいのかを確かめるためにナットを振動板との接触部分につけたり、コイル部分につけたりして電流の流れ方を確かめた。ブザーの仕組みへの疑問を明らかにした手がかりは2次で子どもがイメージした磁力マンと電流マンである。また、子どもが回路の遮断に気付いたのも、1次で物作りを行ったことで、回路を意識した活動があったからである。ブザーの仕組みを解決する活動をし、子どもは改めて電磁石が身の回りにあることを実感した。1次で電磁石の性質を単純に利用したクレーンを作ったことが大きな役割を果たしている。

(文責 栄北小 横倉 慎)

○子どものイメージを共有することで、電流がはたらいて磁力が発生している様子が見えるようにすることができ、エネルギー変換とその利用に気付かせることができた。

▲1、2次のものづくりと3次のものづくりの意味合いが違う。2つのものづくりによって、学習の価値へ進んでいくきっかけについて検証が必要。次の実践へ。

4. 山の手小学校の実践

(1) クレーン作りから電流のはたらきへ

電磁石の極調べが電流を意識した追究へ

3年生で学習した永久磁石と電磁石との比較から学習をスタートした。永久磁石と見た目が違う電磁石は、電気を流した時に磁力が発生して発熱もする。永久磁石とははっきりと違うところがあることに加え、N極S極が電池の向きを変えると入れ替わる特徴をもっている。そこに気付いた子どもは極が入れ替わるのは電池の向きを変えると電流の向きが変わるからではないかと考え、回路の中に検流計を入れて調べていった。それまでの「スイッチを入れると…」「回路にすると…」という意識から「電気を流すと…」という意識に変容したのである。その後のクレーン作りでは、「エナメル線の表面をちゃんととはがさないで電気が流れなくなるから…」と紙やすりで丁寧に削っている姿や「どこで電気が流れなくなっているのかな」とエナメル線をつないでいる部分を見直す姿から、電気を流すという意識の高まりをはっきりと見ることができた。

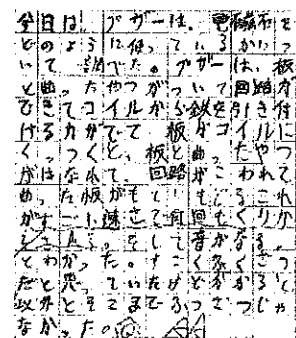
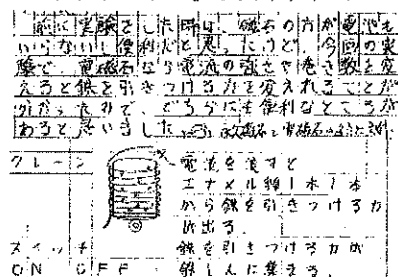
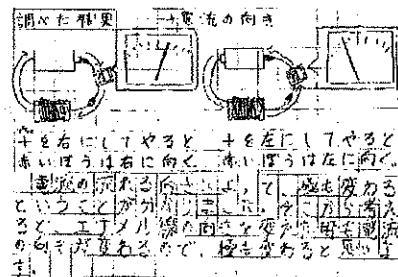
エナメル線の巻き数を変えても電流が変化していないことから電磁石の仕組みへ

電流を意識した追究がさらにはっきりと表れたのは、コイルの巻き数を変えてクレーンの電磁石の磁力の強さを変えるものづくりの時だった。強力電磁石が乾電池一本でも磁力を強くしていたことから、「エナメル線の巻き数を増やすと電流が強くなって、クレーンの電磁石の磁力を強くできるのではないかと考えたのである。そこで、エナメル線の巻き数を変えながら、電流の強さと磁力の強さを調べていった。エナメル線の巻き数を減らすと磁力は弱くなり、巻き数を増やすと磁力は強くなるが、電流の強さはほとんど変化しない。条件を変えて何度調べても同じような結果が出ることから、磁力の強さはエナメル線と関係することに気付き始めた。巻き数が少ない時にも弱い磁力が出ていて、エナメル線一本から鉄を引き付ける力がわずかに出ていることを方位磁針で確かめることができた。クレーンは電気が流れることにより、鉄を引き付ける力が生まれ、それが鉄心に集まって鉄を引き付ける力を強くするという電磁石の利用についての見方や考え方を深めていった。

(2) ブザーの仕組みの解明からものづくりへ

電流と磁力の両面の追究をつなぐことからブザーの電磁石の利用とエネルギー変換のとらえへ

クレーンの電磁石の利用の仕組みをとらえた後に、ブザーを提示した。ブザーを見た時、「電磁石だ」とすぐに電磁石があることに気付いた子、「これはどんなことができるのかな」と役割について予想し始めた子、「これも電磁石を利用しているのかな」と電磁石の利用について考え始めた子がいた。それと同時に、指で電気の流れをたどる子も多いた。今までの学習で子どもは、乾電池から電気がどのように流れているのかを検流計や電流計をクレーンとつないで考えてきた。回路にして電気を流れるようにすると使えたことから、ブザーも電気の流れで何かヒントをつかめると考えたのである。ブザーが動いて音が出ることから「どうして鉄の板が動くの」と疑問をもち、中にはそうなる理由を考え始めたのである。電磁石の磁力が関係すると予想した子は鉄を電磁石につけて調べ、電気の流れ方が関係すると考えた子は電流計や豆電球を回路に入れて調べた。鉄の板が下がった時には電気が流れていなく、電磁石も働いていないから鉄の板がもとに戻ろうとすることと、鉄の板が上がっている時には電気が流れて電磁石が働き鉄の板が引き付けられることをとらえ、それらを順番につないでいった。「何度も繰り返されるから引き付けられたままになっていないんだ」「上下に動いてぶつかるから音を出せるんだね」「鉄の板がスイッチみたい」とブザーの電磁石の利用を見出し、クレーンとの利用の違いや電気というエネルギーがはたらいて音を出していることをとらえていった。この後のものづくりでは、電気の流れ方をたどったり、磁力の発生を確かめたりする姿を見ることができた。クレーン作り、ブザー調べというものづくりを中心に学習を進めたことがその姿につながったと言える。



(文責 山の手小 濱 教文)

V 研究の成果

本実践では、エネルギーのはたらきと利用についての見方や考え方を深めるために、ものづくりを通して電磁石から磁力が発生する様子とその利用を追究する学習構成にした。一次二次のクレーンをつくりながら学習の価値に迫っていくものづくり、三次のブザーの仕組みを調べ、電流と磁力のはたらきを意識したものづくりという構成にした。

1. クレーン作りから電流のはたらきへ

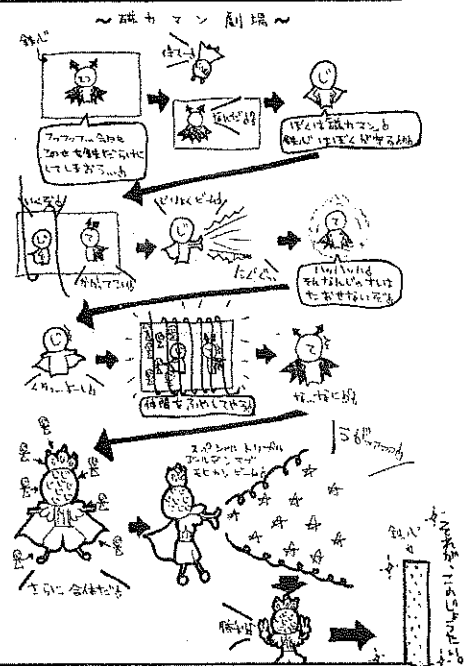
- ・クレーン作りと検流計、電流計を使った電流を調べる活動が、電流によって磁力が発生することのとらえにつながる。
- ・イメージを共有し事実とつなげる学び合いが、電流がはたらいて磁力が発生するエネルギーの変換の見方や考え方を養う。

クレーン作りとクレーンを使って磁力を強くするものづくりは、クレーンの構造が単純なことから、3、4年の電気と磁石の既習が生かせるものであることが明らかになった。クレーンを作ることで回路をしっかりと作り、電流を意識したものづくりになったからである。特に、電磁石の極さを調べる活動や電磁石のエナメル線の巻き数を変えながら、電流の強さと磁力の強さを調べる活動では、回路に検流計や電流計を入れて電気の流れや強さを調べたことから、電気が流れ、それがはたらいていることを子どもははっきりととらえていった。

しかし、導線一本一本から発生する磁力が鉄心に集まり、強い磁力を発生する仕組みをとらえる際、目に見えない電流と磁力について共有していくことに苦労したことは事実である。栄北小の実践では、子どもがもつイメージを共有し、事実とつなげることで、電流というエネルギーが磁力というエネルギーに変わり、はたらいていることをとらえることができた。子どもがもつイメージをきっかけに、事実をもとに見えない

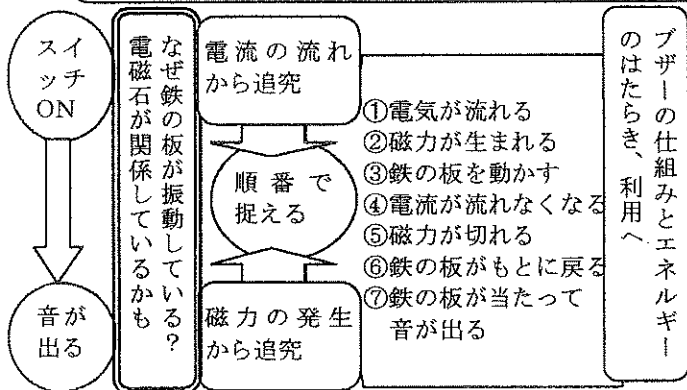
最初はずがしうだったけど、実際に
つくってみると、クリ、フにどう線をおく
てころ以外はあまりむずがしくなが。たし
回路がしっかりとできるよすは、磁石
できるよすは、たのび、たのび、たのび、

ものを見えるようにする学
び合いにしていくことが
「知」をつくるために大切
であることが明らかとなっ
た。



2. ブザーの仕組みの解明からものづくりへ

- ・鉄の板が振動することに子どもが問題意識をもつブザーは、電気エネルギーが音を出すという利用をとらえる有効な教材であった。
- ・電流と磁力のはたらき方をとらえる学び合いが、ブザーの仕組みとエネルギーのはたらき、利用についての見方や考え方の深まりへ向かう。



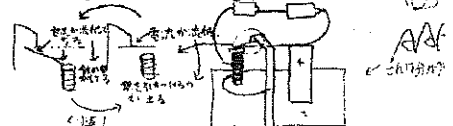
三次に使ったブザーは生活に身近であるが、電気が流れたり流れなかったり、磁力が発生したり発生しなかったりと今までよりも複雑な仕組みになっている。3実践ともブザーを取り入れたが、どの実践でもその動きから問題を生み出すことができた。子どもは、「なぜ鉄の板が引き付けられたままになっていないのか」「振動しているのはなぜか」とブザーの仕組みを追究していった。そのことから、ブザーは有効な教材であると言える。

電磁石があることから磁力が発生しているに違いないと考える子、電池をつないでいることから電流が流れているに違いないと考える子がいて、その両面から仕組みを探っていった。子どもが最も注目したのが振動している鉄の板で、スイッチのような役割をしていることに気

づいた。そのことから、鉄の板というスイッチが上下する時の電流と磁力のはたらき方に順番があり、それが素早く繰り返されることから音を出すという利用をとらえていったのである。電気エネルギーがはたらいて音が出ることをとらえる学び合いにすることができた。そして、その後のものづくりでは、子どもが自分で電流や磁力のはたらきを考えながら作る姿があった。うまく動かないと、「電気がちゃんと流れているのかな」と豆電球をつないで確かめたり、「鉄を引き付ける力が弱いのかな」と磁力の強さを換えながら工夫していた。子どもが自分でエネルギーのはたらきと利用についての見方や考え方を深めることができたと言える。

(文責 山の手小 濱 教文)

スイッチを入れたら電磁石が鉄板を引っ張って、鉄板が電磁石につくと極上の鉄がはたはたから回路は閉まってしまう。それしたら、電磁石から鉄板を元のように上の鉄についた、これをくりかえして、ブザーにしていた。電流を流したり流さなかったりするのだからこんなに速くできるのか、これだ、と。



VI 分科会より

【参会者からのご意見】

- ・一次二次の子どもの電磁石のとらえ方やエネルギー変換のとらえ方、ものづくりを通してどのように子どもの見方や考え方が変わったのかを聞きたい。
- ・ブザーという複雑なものになるほど、子どもたちが解釈していくのに時間がかかる。そのわかり方や道筋について発表していかないとならない。
- ・クレーンとブザーの二つを使うと面白いと読み取れてしまう。利用が入っている部分でエネルギー変換のわかり直しができるという主張が聞き取れなかった。
- ・ものづくりの過程で子どもたちから出てきた気付きや疑問をどのように解決していったのかについても明らかになるとよい。

【助言者（三木指導主事、継田校長）から】

- ・ものづくりの場面で試行錯誤する子どもの姿、そして身の回りの生活に活かされるという面で大変良い実践だった。
- ・A部会は教材開発の部会。世の中のものにはブラックボックスのようなものも多く、それがどんな働きをしているのかわからないものが多い。それなのに音が鳴ったりするという面白さ、不思議さがある。それがものづくりの原点でもある。

<単元構成と教材について>

- ・教科書は電磁石の働きや仕組みを追究し、最後にもものづくりをするという流れになっている。今回の発表ではものづくりから入っている。ということは、ものづくりをしながら電磁石の働きや仕組みが分かっていく単元構成にしていかなくてはならない。1次2次は大変面白く、問題解決が成立している。ブザーの良さは分かる。クレーンかブザーのどちらか一つでも良かったかもしれない。一本一本のエナメル線から磁力が出ていてそれがたくさんあると大きな磁力になる。それを最後にもものづくりで表していくというほうがよいのではないだろうか。ブザーの扱いは考えなければならないのではないだろうか。
- ・電気が通っているかどうかを調べるために豆電球を使っていた。これは大変面白い。

<科学としてのエネルギーという言葉の使い方について>

- ・エネルギーという言葉は、科学の世界では実際の生活で使われている言葉とは意味が違う。エネルギーとは働くことで、仕事とエネルギーという言葉はかなり近い意味で、仕事をする力がエネルギーという。小学校段階でも、科学の専門用語はしっかりと教えたほうがよい。実際の生活で使うエネルギーとは違うということを抑えなくてはならない。

VII 研究のまとめ

本研究では、ものづくりを通しその仕組みに迫り、電気エネルギーとしての働きを知ることを一つのねらいとし、そのために「クレーン」と「ブザー」を教材化した。もちろん、「知」をつくる上で、子どもが主体的に問題解決をしていく過程が大切であることは言うまでもなく、その過程を大切にしたい実践をしてきた。

「クレーン」と「ブザー」を教材化することで目に見えない電流や磁力が見えるようになり、問題解決を進めた過程を研究していたが、不十分だった。一人一人の子どもがどのような疑問をもち、それをどのようにして解決していったのかを追っていく研究にする必要があった。

単元構成としては、一次二次のクレーンを使った問題解決の過程が明確になっていなかった。その改善は必要である。三次はブザーを提示することにより、子どもに問題が生まれ、仕組みを追究していったことから、ブザーの有効性は十分あることがわかった。ブザーのつくりを問題解決する学習からモーターや電池チェッカーなどのものづくりへ移った時に、どのような知識の活用があり、どのような学び直しが図られたのかを分析することで、「知」をつくる問題解決の姿を得られるものと考えた。

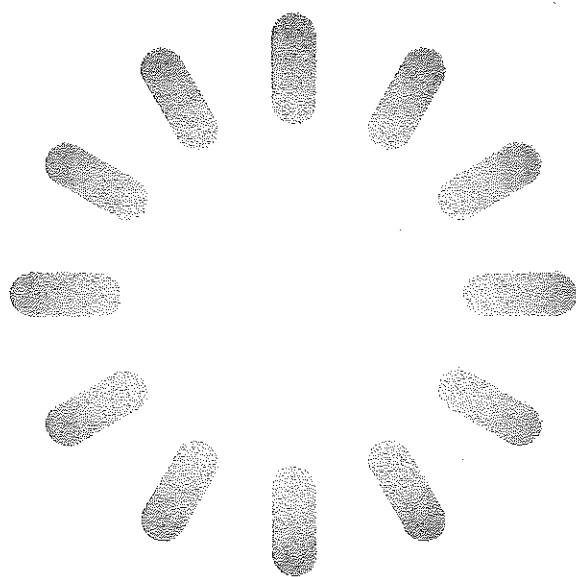
エネルギーという言葉の使い方については、助言していただいた通りだと思う。新指導要領では、エネルギーの領域が系統づけられている。科学としての「仕事をする力」という使い方、どの学年でも指導していくことが大切である。

(文責 山の手小 濱 教文)

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



比較の必要感を支える学習の構築 ～3年「明かりをつけよう」の実践を通して～

共同研究者 ○松本 昌也（中央小） 林 徳郎（山の手南小） 皆川 恒（西宮の沢小） 富田 雄介（二条小）

I 研究の仮説

学習指導要領にも書かれている通り、第3学年では、学習の過程において、自然の事物・現象の違いに気付いたり、比較したりする資質・能力を育成することに重点がおかれている。

しかし、何と何を比較するのかといった比較の対象を明確にしたり、比較から得た情報（共通、差異）が問題とどうかかわっているのかを関係付けたりしていくことを3年生の子どもが自分の力だけで行っていくのは難しい。そこに資質・能力の育成につながる適切な場の設定や教師のかかわりがあって初めて自分の中に比べる事の必要感が生まれ、「どこに目を向け」「どうつなげていくことで」問題が解決されるのかという見通しにつながっていくものと考ええる。

そこで、本部会では、場の構成や教師のかかわりを工夫することによって、子ども自らが問題解決の手段として比較を用い、比較することに価値を見出していけるようにしていくことを目指し、以下のように研究の仮説を設定した。

研究仮説

適切な場の構成と教師のかかわりによって、子どもが比較の必要感をもって事象にかかわれるような学習を構築していくことで、子どもが比較することに価値を感じ、見方・考え方の変容を生み出す。

II 研究の方法

1. 「知」をつくるための教材化と単元の構成

(1) 比較の必要感を高める教材化

3年生を対象にしたアンケートにより、電気についての知識やイメージは、極めて未分化であることがわかってきた。

そこで、本単元では、子どもが具体物を操作する活動を通して、「明かりをつける」活動に浸らせていく。先行経験の乏しい子どもが自分の手で具体物を操作しながら試行錯誤を繰り返す過程で、友達のやり方と比べたり、自分の予想と比べたりするなど、何かと何かを比べる必要感が生まれてくるものと考ええる。

こうした活動を、単元を通して繰り返していくことで、子どもの未分化の見方や考え方を

を確かなものにしていくことができると考える。

(2) 事象とのかかわりを明確にする場の設定

単元の中に次の3つの比較の場を位置づける。

○いくつかの事象を直接比較する場

○自分の見方や考え方と事象とを比較する場

○友達との考えを比較する場

これらの比較の場を、単元に効果的に位置づけ、子どもが比較することではっきりすることを意識できるように学習を展開していく。

2. 「知」をつくるための学び合いの組織

(1) 観点を浮き彫りにする教師のかかわり

3年生の実態として、2つ以上の事象を比較する場合、事象から得られる情報を分割できずに漠然ととらえてしまうことがある。そのような場合、比較させたい内容を浮き彫りにする教師のかかわりが、子どもが比較に向かうきっかけを生む。そこで事象に向かう子どもの思考を以下の内容で見取り、適切なかかわりを模索していくものとする。

・どこを比べるのか

・比べてわかることは何か

・わかったことから何が言えるのか

子どもの思考の停滞の箇所やその理由をとらえ、子どもの思考を整理していくことで事象を比較する必要感を生み出し、活動への見通しをもてるようになることを考える。

(2) 子どもの見方や考え方の変容を生む板書の構成

子どもが自分の考えと比較でき、何に向かおうとしているのかが明確にわかる板書構成を工夫する。板書には次の点が明確になるようにしていく。

・比較の対象が明確である

・比較からわかったことが整理されている

・比較の方向がはっきりしている

このような板書を構成していくことで、子どもの思考が視覚的に整理され、比較することに価値を見出していけるようになることを考える。

（文責 中央小 松本 昌也）

III 研究の内容

1. 単元について

本研究を行うにあたり、札幌市内小学校3年生300名を対象にアンケート調査を実施した。

アンケートの結果をみると、乾電池について知っている子は多いが、扱った経験については、リモコンなどの電池の入れ替え程度にとどまる。豆電球については、家庭で使われている一般的な「電球」と区別がついていない。また、厳密に「豆電球」という物にしぼった場合は、ほとんど知らない・見たことがないという結果であり、9割以上の子が扱ったことがないという解答を得た。

このような実態をふまえ、子どもの経験と知識を少しずつ積み上げていけるような単元の構成にした。

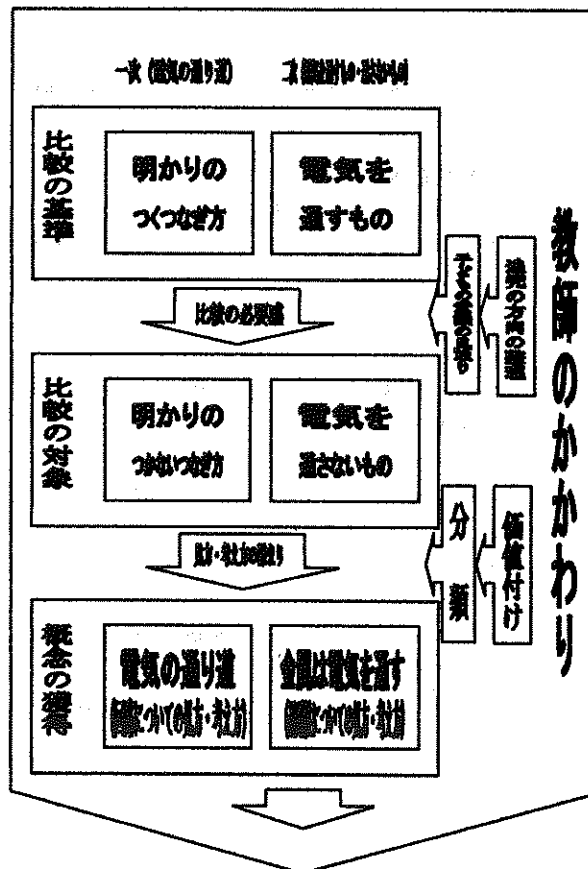
1次では、豆電球と乾電池を導線でつなぎ、明かりをつけてみる活動を行う。明かりがつくまでは、子どもは、「電気」に対する素朴概念を基準にして、明かりのつくつなぎ方を模索する。明かりのつくつなぎ方を発見してからは、そのつなぎ方を基準としながら、明かりがつかないつなぎ方と比較をしていく。この活動から電気の通り道ができることと明かりがつくという回路についての見方・考え方をもちようになると考える。

2次では、豆電球と乾電池に物をはさんだり、金属同士をつないで回路をつくったりする活動を行う。「電気の通り道ができることと豆電球に明かりがつく」という既習を基準として、はさむものによる明かりのつき方の違いを比較する。ものをはさんだ回路の中で電気がどのように通っているのかを考え、金属の通電性についての見方・考え方を培っていく。

3次では、ものづくりを行う。学習したことを生かして様々な回路を考え、実際に作ってみることで、学習内容の定着を図っていく。

このような単元構成において、問題解決場面につながる事象の提示は教師が行うこととした。追究の視点を明確にしていくことで、子どもにとって比較の必要感が生まれる展開となると考えたからである。

こうした展開の中で、子どもが比較の基準となる情報や知識を蓄積したり、修正したりしながら、比較の必要感をもって問題解決に向かい、そこから見方や考え方を変容させていく経験を積み重ねていくことが、比較の価値に気付く姿につながるものと考えている。



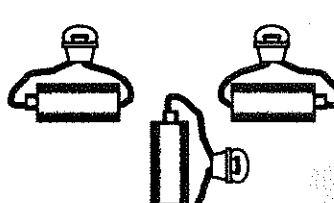
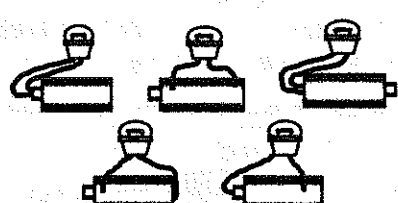

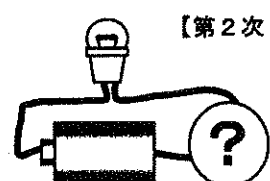
第3次 ものづくり(既習をいかしたもの) 学習内容の定着

2. 単元の目標

- 総** 乾電池に豆電球などをつなぎ、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ちようにする。
- 関** 豆電球に明かりがつくつなぎ方や電気を通すものを調べる活動に興味をもって取り組もうとする。
- 科** 豆電球の明かりがつくつなぎ方とつかないつなぎ方を比較して、つくときのつなぎ方を見いだす。電気を通す物と通さない物を比較しながら調べ、結果を分類する。
- 実** 回路をつくり、明かりがつくつなぎ方を調べたり、電気を通す物・通さない物を調べたりすることができる。
- 知** 豆電球と乾電池をつなぎ、電気の通り道(回路)ができると豆電球の明かりがつくことがわかる。物には、電気を通す物と通さない物があり、金属でできた物は電気を通すことがわかる。

(文責 中央小 松本 昌也)

3. 単元の全体指導計画（8時間）

活動の広がり と 深まり	留意点			
<p style="text-align: center;">【第1次 電気の通り道 (3)】</p> <p>◇ 乾電池について話し合う</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">乾電池は、どんなはたらきをするのだろうか？</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ テレビのリモコンの中に入っているよ。 ・ 目覚まし時計の中にも入っているよ。 ・ リモコンや時計は、電池をはずしたり、電池が古くなったりすると動かないよ。 ・ リモコンや時計は電気で動いているよ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">乾電池の中は、電気がいっぱいまっていて、いろんなものにパワーを送っているんだね。</p> </div> <p style="text-align: center;">乾電池を使うと、豆電球に明かりをつけることができるよ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">乾電池と豆電球をどうやってつなぐと明かりがつくのかな？</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;">  <p>こうすればつなぐんだけど…明かりは？</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 100%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ ピカピカしているところにつけるとつくよ。 ・ +と-の両方につなぐとつくよ。 ・ 線をしっかりとつながないとつかないよ。 </div> </div> <div style="text-align: center;">  <p>こんなつなぐと…明かりは？</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 100%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ 色のついている所はつかないよ。 ・ +だけや-だけにつなぐとつかないよ。 ・ ちょっとでも離れているとつかないよ。 </div> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">両極のピカピカしたところにしっかりとつなぐと、回路の中を電気が通って明かりがつくんだ。</p> </div>	<p>○目覚まし時計やリモコンが乾電池を入れると働き、はずすと働かなくなってしまうことから、乾電池の働きについて目を向けさせていく。</p> <p>○明かりがつくつなぎ方とつかないつなぎ方を比較する際、確証と反証を対ししながら分類し、つくポイントとつかないポイントを整理していけるようにする。</p> <p>○導入における乾電池のはたらきと関連付けながら、回路の中を電気が通ることとその通り道をイメージしながら回路についての見方や考え方をもてるようにしていく。</p>			
<p style="text-align: center;">【第2次 電気を通すもの、通さないもの (3)】</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin: 10px 0;">  <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-left: 20px; width: 150px;"> <p style="text-align: center;">回路の中に何かをはさんでも明かりがつくよ。</p> </div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">はさんだものの中を電気が通ったんだよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">どんなものが電気を通すのかな？</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>雷は金属や背の高いものに落ちやすいよ。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>やっぱり鉄みたいなものが電気を通すのかな？</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>導線みたいに細長いものも通すのかもしれない。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <p>やっぱりそうだ！</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>どうしてかな？</p> </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">どこでも明かりがつくもの</p> <p>窓側の手すり えもんかけのフック 画鋲</p> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">どこでも明かりがつかないもの</p> <p>消しゴム ビニール ふでばこ（布製） 棚のわく（木製）</p> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">明かりがつく所とつかない所があるもの</p> <p>はさみ ホッチキス 机の脚 空き缶</p> </td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>同じ仲間との比較</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>同じ仲間との比較</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>違う仲間との比較</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">どこでも明かりがつくもの</p> <p>窓側の手すり えもんかけのフック 画鋲</p>	<p style="text-align: center;">どこでも明かりがつかないもの</p> <p>消しゴム ビニール ふでばこ（布製） 棚のわく（木製）</p>	<p style="text-align: center;">明かりがつく所とつかない所があるもの</p> <p>はさみ ホッチキス 机の脚 空き缶</p>	<p>○回路に物をはさんでも明かりがつくという事象を提示し、物の通電性についての追究意欲を引き出す。</p> <p>○電気を通しそうな物について予想する場を設け、物の形状や材質など、子どもの素朴な見方や考え方を引き出す。</p> <p>○調べた結果を3つに分類し、子どもが予想と比較しながら自分の見方や考え方を整理していけるようにしていく。</p>
<p style="text-align: center;">どこでも明かりがつくもの</p> <p>窓側の手すり えもんかけのフック 画鋲</p>	<p style="text-align: center;">どこでも明かりがつかないもの</p> <p>消しゴム ビニール ふでばこ（布製） 棚のわく（木製）</p>	<p style="text-align: center;">明かりがつく所とつかない所があるもの</p> <p>はさみ ホッチキス 机の脚 空き缶</p>		

ピカピカしていて鉄みたいなのは、明かりがつくから電気を通すみたいだ。

だけど空き缶は・・・？

鉄みたいなのがするんだけど・・・

ピカピカしてるところでも通らないのは・・・

鉄みたいものでも電気を通さないものもあるのかな？

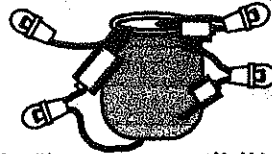
もっとくわしく調べたい！

【本時 5 / 8】

電気の通り道はどこにあるのだろうか？

上の部分は、ピカピカして
るのにつかないよ。

上と下の部分ではつくよ。



切り口の所はつくよ。

横の部分はつかないよ。

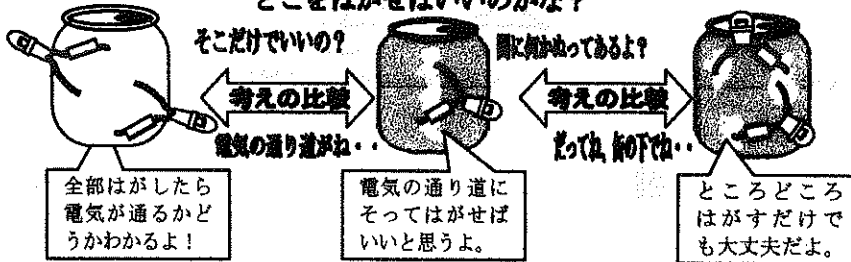
鉄がピカピカするのは、上と下の部分だけ？

ピカピカしているのは、横の部分だけ？

どこかに電気の通り道ができていないのかな？

ぬってあるものをはがしてみれば！

どこをはがせばいいのかな？



どのやり方でも明かりがついたよ！

空き缶も電気を通すものなんだね。
塗ってあるものの下に、電気の通り道ができていたんだね。

金属を2個以上はさんでも明かりはつくだろうか？

- ・ けずった空き缶をたくさんつないでみたら・・・
- ・ はさみやホッチキスをつなげても・・・
- ・ アルミホイルでもつくかな・・・

しっかりとつながっていれば、金属をいくつつないでも電気の通り道ができて明かりがつくよ。

【第3次 豆電球を使ったものづくり (2)】

豆電球と電池を使ったおもちゃをつくらう！

- ・ どんなものがつくれるかな？
- ・ オリジナルの懐中電灯をつくりたいなあ。
- ・ 明かりをつけたり、けしたりするようにはできないかな？
- ・ スイッチをつくるにはどうすればいいかな？

オリジナルのおもちゃができたよ。

- ・ おもちゃを使って遊んでみよう。

○電気を通す、通さないという結果と予想とを比較する場を設ける。結果と予想のズレの部分に着目し、子どもの問題意識を引き出していく。

○空き缶の電気を通す場所を調べていく活動を通して、既習とのズレに着目し、問題を焦点化していく。

○どこをはがせばいいかを予想させる。考えのズレに着目し、子どもが結果を比べてみたいという思いをもてるようにしていく。

○ぬってあるもののはがし方に着目し、子どもが電気の通り道をどのようにイメージしているかを机間指導でつかむ。

○さまざまなはがし方とその時の電気の通り道のイメージを交流することで、回路についての見方や考え方を深めていく。

○通電性のある様々な物をつなぎ合わせて回路を作る活動を通して、回路全体についての見方や考え方をもてるようにしていく。

○既習を生かしたアイデアや工夫を紹介し、子どもの意識が回路に向いていくようにしていく。

IV. 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 空き缶の塗膜をはがし、電気の通り道を明らかにする活動を通して、空き缶は電気が通るものであることがわかる。

・塗膜をはがした空き缶のいろいろな部分にピカライトをつけてみる活動を通して、電気の通り道について考えることができる。
(科学的な思考)

(2) 学習の展開 (5/8)

おもな学習活動	留意点
<p>〈前時まで〉</p> <p>空き缶の上と下に回路をつなぐと電気が通るのに、その間の横の部分についても電気が通らないことに疑問をもち、どこかに電気の通り道が隠れているのではないかと予想している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>電気の通り道はどこにあるのだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・はがしてみればわかるかも… ・外は通らないんだよ。中を通ってるんだよ。 ・色の下を通っていると思うよ。 ・きっとトンネルみたいに下を通っているんだよ。 ・表面をけずってみれば、わかるよ。 <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>空き缶の塗膜をはがしてみる活動</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>塗ってあるものの下に、電気の通り道ができていたんだね。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ○互いの考え方の違いが明確になるように、子どもたちの予想を板書に位置づける。 ○はがし方や回路の組み方から、子どもが電気の通り道をどのようにイメージしているかをつかむ。 ○子どもの考えを整理し見方や考え方を引き出す机間指導を行う ○子どもたちが電気の通り道について共通点を見つけ、考え方を深められるように交流の場を設定する。 ○はがした場所が離れている場所をつないだ例を取り上げる。離れているのに明かりがつく理由を考えていくことにより、塗膜の下に電気の通り道ができているという見方を確かなものにしていく。

(文責 山の手南小 林 徳郎)

2. 山の手南小学校の実践

(1) 条件に着目し、対比しながら差異点を明らかにしていく比較活動

本部会では、比較の必要感を高める学習の構築をテーマに研究を進めてきた。

1次は、いろいろなつなぎ方を試行錯誤しながら、明かりがつくつなぎ方を見つけ出していく段階である。子どもは、「明かりをつけたい」という思いを元に、「明かりのつくつなぎ方」を見つけようとする。その過程で、明かりのつくつなぎ方への見方をより確かにするために、明かりがつかないつなぎ方へも目を向けていくものと想定した。

明かりのつく条件	類目の観点	明かりがつかない条件
ピカピカしている所	色	赤や緑の色のついている所
+と-の両方につなぐ	極	+だけ、-だけでは
ギュッとつなぐと	線のつながり	豆電球がゆるんでいると線が離れていると
明かりのつく条件に着目して、対比しながら比較		

実際の授業場面では、子どもは試行錯誤を繰り返したり、隣の子のつなぎ方と自分のつなぎ方を比較したりしながら明かりのつくつなぎ方を見つけようとした。しかし、この場面での子どもの意識は、「どうやってつなぐと明かりがつくのかな?」というところに向いている。すなわち、「明かりをつけるためのつなぎ方探し」が子どもの目標であるために、子どもたちは、明かりがつけば問題を解決したことになる。個々の子どものレベルで友達とのやり方との比較は生まれていたが、それは友達のをやり方を「真似」したに過ぎず、明かりのつく条件に着目するような比較活動は行われなかった。

「明かりがついたよ」という段階から、子ども自らが明かりのつく条件に目を向け「こうすれば明かりがつくよ」という意識に変化していくような単元の構成を考えていく必要があった。

(2) 基準の見方や考え方のズレから問題意識を生み出す比較活動

2次では、比較を通して「電気を通すものと通さないもの」を明らかにする学習である。

子どもは、様々なものを試しながら電気を通すのかどうか調べていくが、1次での経験から「ピカピカしている物」「金属でできている物」が電気を通すといった思いを既にもっていて、それを元にししながら、調べる活動に向かうものと想定していた。

実際の授業場面では、子どもは、真っ先に教室の窓際にある金属の手すりや黒板のチョーク受けなど、基準として考えていたもののイメージに近いものから試していた。予想と違う結果に対しては、子どもは、つく物とつかない物を仲間に分けるだけでなく、つく物同士の特徴を詳しくとらえ、更に細かく比較し始めた。

これは、基準とした見方や考え方と事実とを比べ、そこに共通点や差異点を見つけることで、基準の見直しを図ろうとしたものにと

らえることができる。基準となる見方や考え方と事実とのズレが大きければ大きいほど、子どもはもう一度事象にかかわり、基準の見直しを図るために比較しようとしていくことがわかった。

ピカピカしているものは電気を通す 金属でできているものは電気を通す 木やプラスチック・紙などは電気を通さない (基準となる見方や考え方)	
基準とのズレが少ない	基準とのズレが大きい
電気を通すもの・通さないもの ・ どこでためしても同じ結果 ・ 誰がためしても同じ結果 ・ 基準通りの結果	結果が曖昧なもの ・ つなぐ場所によって結果が異なる ・ 他者との結果が異なる ・ つくと思ったのにつかない ・ つかないと思ったのにつく 問題意識の高まり
同じ仲間同士で比較 ↓ 共通点の発見 ↓ 電気を通すもの・通さないものについての一般化	つなぎ方の比較 友達との考えの比較 自分の基準との比較 ↓ 基準の見直し・基準の深まり

(3) 子ども同士の考えを比較し、学びの価値に迫っていく比較活動

公開授業では、「電気の通り道はどこにあるのか」という問題に対して、一人一人が電気の通り道を予想し、塗膜を削る場所を交流することで電気の通り道を明らかにする場を想定していた。電気の通り道に対する考えを削り方の違いから比較し、電気の通り道についての考え方を深めていくことをねらっていた。

授業場面では、自分の基準となる見方や考え方と空き缶を調べたことでわかった結果とのズレから、子どもは「電気の通り道はどこにあるのか?」という問題意識はもつものの、想定したような比較の活動を展開するには至らなかった。

原因としては、本時で解決すべき問題を学級全体で共有できなかった事にある。また、分科会でも指摘を受けたことであるが、3年生の子どもの発達段階を考えたとき、互いの見方や考え方を比較していくことは難しいということである。「ここをはがしたら明かりがついたよ。」「ここでもついたよ。」「ここと、ここをつないでもついたよ。」とはがしたことで明確になった事実を積み上げ、そこから子どもの基準になっている考えとの矛盾点を教師が的確につくようにしていく。それにより、子どもに事実と事実を比較し、矛盾を解決していこうという意識が生まれてくるものとする。



(4) 子どものつまずきをとらえる机間指導

学習中、比較を行なうとき子どもが何につまずくのか。本部会では「比べることでわかることは何か」「だとしたら何と何を比べるのか。」「わかったことと問題をどう関係付けるか。」ということ子どもが整理していく段階で、つまずきが表れるものと想定していた。

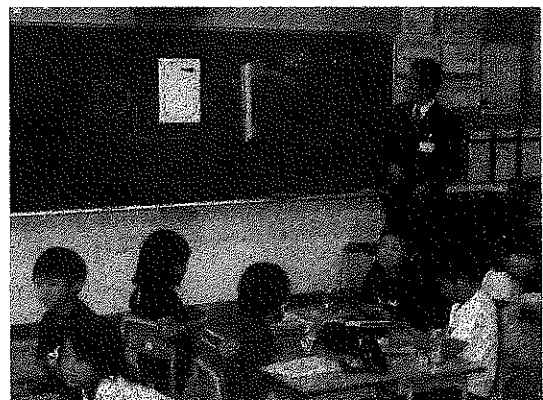
既習が十分ではなく、比較のための元になるものが少ない段階では、個々の子どものレベルで比較の活動が行われる事が多く、かかわりは子ども一人一人対して行うこととなる。教師が個々の活動に細かく目を向け、個々のレベルで行われた比較の活動を全体の場に丁寧に引き出していくことで、比較の観点がよりシャープになり、問題意識を学級全体で共有化していくことができたものと思われる。机間指導においてのかかわりの観点を明確にし、個々の子どもの活動を的確に見取っていく必要があると考える。

(5) 子どもの見方や考え方の変容を生む板書構成

本部会では、①比較のポイントが明確である。②比較からわかったことが整理されている。③比較の目的がはっきりしているという3つの観点で板書を構成しようと考えた。

しかし、子どもの見取った事実や考えを教師が分類してとらえることができなかったために、板書上に適切に位置付けていくことはできなかったといいたい。

子どもの見取りの想定を洗い直すと共に、板書の構成を今後もより詳細に検討していく必要があると感じた。



(6) 本実践での成果

本実践では、上記の3つの比較の場を単元に位置付け、学習を構築してきた。

3つの比較の場を活動に向かう子どもの姿から検証したとき、子どもが必要感をもって比較という手段を活用し、問題解決活動に効果的に生かされたといえる場合は、子どもが比較のための「基準」をしっかりもっている場合であることがわかった。これにより、「比較の基準」を基に、子どもが必要感を高めていけるような単元の構成を主眼に置きながら、単元構成の改善を図ることとした。また必要感から生まれた子どもの見取りや考えをどのように板書に位置づけていくことが効果的であるかという板書の構成についても改善策を検討していくこととした。

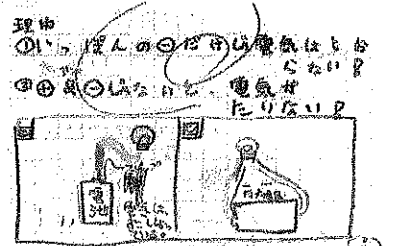
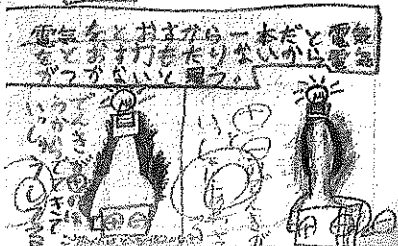
(文責 山の手南小 林 徳郎)

3. 札幌市立中央小学校の実践

○ 教材性から比較の必要感を生み出す ～基準となる見方や考え方とのズレが比較の必要感を生む～

1次では、「明かりのつくつなぎ方探し」にとどまらず、明かりがつかないつなぎ方にも子どもが目を向けていけるようにしていくために、最初に1本しか線のついていないソケットを与え、次に線が2本のソケットを与えるといった段階をおった提示の仕方を行った。

線が1本のソケットでは明かりがつかない事を知った子どもは、「線が2本だと必ずつくはず！」という見通しをもって活動に向かった。しかし、実際にやってみると、つなぎ方やつなぐ場所の微妙な違いで明かりがつかないという事に気付き、明かりがつかないつなぎ方の存在に関心が高まった。



このことは、「線が2本なら必ずつく」という基準となる見方や考え方と「2本でもつかない時がある」という事実とを比較し、その結果にズレが生じたために、基準を見直す必要が生じたものと思われる。基準の見直しを迫られると、子どもは比較の対象を基準とのズレを生む事象へと広げていくことがわかった。

○ 場の設定から比較の必要感を生み出す ～共通の経験が子どもに比較の下地をつくる～

2次では、電気を通すもの・通さないもの調べをし、それを分類しながら比較していくことで、ものの通電性について理解を深めていくことをねらった。本実践では、全員が共通の経験をふむことができ、尚且つ子どものもつ情報の範囲内で通電性について一般化していけるように観点を吟味した上で、いくつかのものに限定して教材を与えることとした。教材を選定は、以下の観点で行った。

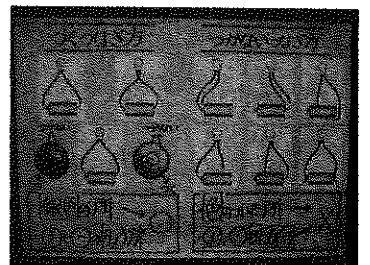
- ・金属部分だけでできているもので、金属的な質感のあるもの→クリップ
- ・金属部分だけでできているもので、金属的な質感とは異なるもの→アルミホイール
- ・金属部分と非金属部分が合わさってできているもの→はさみ
- ・金属でできていると予想されるが、塗膜や被膜があるもの→カラークリップ、空き缶
- ・非金属でできているもの→布、ビニール、わりばし、ひも



子どもは、全員が同じもので試しているということから、他者の結果にも常に関心を払っていた。同じグループ内で結果が異なる場合は、すぐに「あれ～、〇〇ちゃんと結果が違う。どうしてだろう。」「つないだ場所が違うんじゃないの。」とつなぎ方を比較したり、もう一度試してみたりしながら、結果が異なる理由を交流し始めた。全員が同じものを使った活動は、「同じことをしているんだから同じ結果になるはず」という思いを生む。それだけに結果の違いは、友達とつなぎ方を比較し事実を検証し直す必要感を生み出すことにつながっていったものとする。

○ 教師のかかわりから必要感を生み出す。 ～パターン化された板書構成が比較の意味を伝える～

本実践では、教師が比較させるのではなく、子ども自らが比較しようとする状況を生み出したいと考えた。そこで、板書の構成に、比較してわかる違いを横方向へ、比較からわかる共通点をたて方向へ配置し、違いの先には、疑問や問題点が、共通したものの先には一般化された見方や考え方を配置するように一定のパターンを設けた。比べることでわかっていくことをパターン化していくことで、子どもが視覚的に比較の必要感を感じ取れるようにした。



しかし、本実践では、子どもが板書をどのようにとらえ、見方や考え方の構築にどのように活用しているのを見取することはできなかった。板書のパターンから、板書される内容や板書される位置などを子どもが予想できるように板書を進めていくなど、子どもが板書をどのようにとらえているのを見取っていく方法も検討していく必要があると感じた。

(文責 中央小 松本 昌也)

V 研究の成果

1. 子どもが「知」をつくる過程と単元構成

比較させたい事象とその内容を想定するだけでなく、子どもがその事象に対する基準となる見方や考え方をもてるように教材化や単元を構成していくことで、比較は生まれる。

1次の実践において

～実践1より～

「明かりをつけたい」という子どもの思いで活動に向かう。思いと事実との間にズレは生まれず、子どもがつなぎ方の違いに目を向ける必然性が生まれなかった。→比較は行われない。

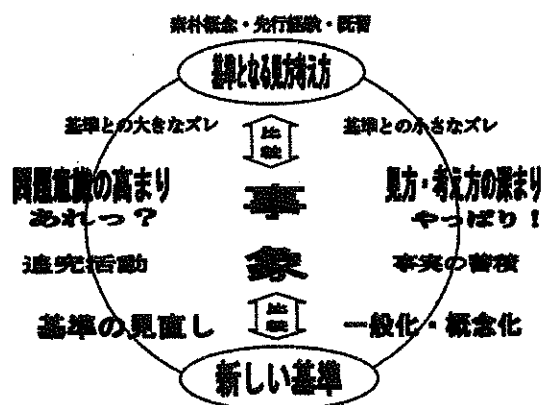
～実践2より～

「導線2本のソケットを使うと必ず明かりはつく」というつなぎ方に対しての見方や考え方をもちて事象に向かうように教材化と単元構成を再構成。思いと事実との間にズレが生まれ、その原因を明らかにするためにつなぎ方の違いに目を向けだす。→比較が生まれる。

これら2つの実践から、子どもが比較に向かうには、事象に対する基準となる見方や考え方が必要であり、基準となる見方や考え方をもてるように教材化や単元を構成していくことが大切であることがわかった。

子どもは、基準となる見方や考え方を元として比較し、差異点や共通点を明らかにしながら基準の修正を図ることで、新しい「知」を生み出す。

2つの実践において、子どもが事象を比較しながら問題を解決していく過程に目を向けた時、子どもは基準と事実とのズレの度合いに応じて、異なる比較を行う。基準と事実とのズレが大きい時は、基準の見直しを図るために、差異点に目を向けた比較を行い、基準と事実とのズレが小さい時は、一般化・概念化を図るために共通点に目を向けた比較を行う。このような比較をしていくことで、子どもに見方や考え方の変容が生まれることが、実践を通して明らかになった。



2. 子どもが「知」をつくる学び合いの組織

子どもの基準を見取り、事象とのかかわりを明確にする教師のかかわりが、比較の目的を明らかにし、子どもが比較したくなる状況を生み出す。

中央小実践では、以下の視点で子どもの基準の見方や考え方を見取り、単元に位置づけた結果、比較が生まれた。

- ・比較の対象となる事象に対して、「こうすれば」「こうだから」といった見通しをもっているか。
- ・基準となる見方や考え方が、素朴概念や学習経験、既習に基づいたものか。

このように、事象にかかわる子どもの基準を見取り、事象へのかかわり方を的確に想定する教師のかかわりが、比較の必要感を高めると共に、子どもが比較に向かう過程において重要な役割を担っていることが明らかになった。

比較を手段とした時に、板書から子どもが比較の必要感が高めていけるように、板書に一定のパターンを設けた(中央小実践参照)。それに対して、子どもは、比べる対象と比べる方向が明らかになると共に、比べることでわかってくる内容を容易に推測することができるようになったことから、板書のパターン化は一定の成果を得た。

しかし、子どもが板書をどのようにとらえ、見方・考え方の構築にどのように活用しているのかをとらえることはできなかった。板書の効果を子どもの姿から見取るための指標が必要であったと感じている。

(文責 中央小 松本 昌也)

VI 分科会より

【参会者からのご意見】

<基準の考え方について>

- ・活動に至るまでに基準としての見方や考え方を仮説的に引き出すという考え方は、高学年的で難しいのでは。
- ・比較の場として3つあった。基準となるものはどこで使われていたのか。大きな基準がドンとあるのではなく、積み上げていったものを友達と比較していくことが大切ではないか。
- ・子どもが明かりのつくものばかりに目を向けていくのは何らかの子どもなりの基準があったのではないか。
- ・つかない繋ぎ方は、つくものを探していく中で見つけていくのではないか。3年生はたくさんつくものを探していくのが自然な姿である。

<3年生の比較とは>

- ・比較するときは、子どもが比べる必要感が大切である。当てはめてごらん、探してごらんと教師が場を区切るのではなく子どもにとってつけ方を自分で見つけ出すことで、子どもが自然とつくもの・つかないものを比べていく。子どもには比較の基準を自分たちで見つけていく楽しさがある。
- ・子どもは基準を自分に求める。出会った事象と自分の基準がかけ離れていると、3年生は動かない。ついた瞬間が自分の基準。他の子どもへはどう言うか。友達との比較などしない。力がついてきたらできる。しかし、間違い探しは問題解決にはならない。子どもは共通点ではなく、差異点を見つけようとする。

<比較の資質能力を育てるには>

- ・比べるというのは、低学年でもする。分けるだけなら誰でもする。仲間を作る楽しさがあるのではないか。比較させようとするのではなく、やっていくうちに見えてくるのではないか。
- ・仲間分けの経験をたくさんすることが大切だ。見方の観点を多くさせる。子どもは色々な分け方を見つけたがる。
- ・仲間分けとは、比較なのか。したくなるのはどんな時なのか。子どもは自分の思った通りにしたがる。躓いたときに仲間分けが始まるのではないか。比較の必要感が生まれる。

【助言者から】

高橋真澄校長先生（札幌市立苗穂小学校）

- ・9月の公開授業では、子どもは明かりをつけたいという思いを強くもっていた。しかし、空き缶の切り口、内側、外側、色、形と比較する要素がたくさんあり、比べてみたい、比べればわかるかもという意識はみられなかった。教師のと子どもの意識に最初からズレがあった。
- ・3年生の実態をふまえ、活動を大切にしてほしい。受け止めて整理する教師の役割。授業の中で見つけ、拾い上げていくことが大切。工夫して知識を獲得する素晴らしさを求めて欲しい。そうした学びを繰り返していくことで、比較という資質・能力が培われていく。

VII 研究のまとめ

本研究では、3年生の子どもが新しい「知」を生み出していくための手段として「比較」に焦点をあてて研究を進めてきた。この研究を通して、子どもが比較に必要な感をもつためには、「基準となる見方や考え方」が必要であることがわかってきた。

しかし、一方でその基準をどこに置き、どのように引き出していくかということに対して、部会の考えと子どもの実態との間にズレがあることもわかってきた。

3年生の児童は、自分の思いや自分が体験した事象が基準となる。この子どもそれぞれの基準となる見方や考え方にはズレがあるはずである。そして、このズレを浮き彫りにしていくことができれば、子どもは自ずと必要感をもって比較に向かうものと考えられる。

子どものズレを浮き彫りにしたり、個々の基準を一般化し共通の基準を生み出したりしていけるようにする教師のかかわりを今後明らかにしていく必要があると感じているが、本研究で「比較」ということに目を向け、比較のあり方を改めて見つめ直すことができたことは、本研究の成果の一つととらえている。

（文責 中央小 松本 昌也）

見方や考え方を深め、客観性を高める理科での読解力の在り方

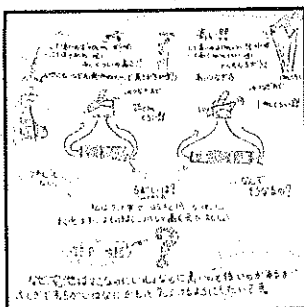
～第4学年 「電気のはたらき」指導を通して～

共同研究者 ○増谷 忍(資生館小) 佐藤 浩輝(北九条小) 小松 慎治(山の手小) 野崎 菜月(宮の森小)

I 研究の仮説

子どものノートには、事象に対する気付きや驚きなどが、文章や図や表、グラフなどでまとめられていく。

ノートに記述される内容は、問題解決が進むにつれて変化していく。表面的な「あらわれ」から、内面に潜む「わけ」や「仕組み」に気付くと共に、内容が充実していくためである。



しかし、このように充実した内容のノートは、あくまでも個人の中における資料であり、学級全体の中で効果的に活用することの難しさもある。どんなに価値ある情報があったとしても、活用しきれなかったり、その価値に気づけなかったりして、個人の中に埋もれてしまう場合が少なくないためである。そこで我々指導者は、子どものノートから大切な情報を読み取り、全体に広めるようかかわっていくことになるのである。もし、子どもたちが記述したノートを活用し、情報を交換し合っ、問題解決を進めることができたならば、これまで以上に学習は充実し、自然事象に対する理解が深まると共に、学習意欲を高めることにつながるのではないだろうか。「子どもの記述」について、また別の視点から見てみると、平成15年7月にOECDが実施したPISA調査の結果、我が国の子どもたちの学力の中で、「読解力」の得点が、OECD平均程度まで低下していることがわかった。

【PISA型読解力とは】

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。

中でも、テキストの「解釈」「熟考評価」とりわけ「自由記述」の問題を苦手としていることが明らかになっている。自由記述の問題では無答率が高く、手も足も出ない状況となっていたことがうかがわれる。

ここで述べられている「テキスト」とは、文章で書かれた連続型テキストと、図や表やグラフなどの非連

続型テキストを含んでいるものを意味している。では、理科での「テキスト」とはどのように定義できるだろうか。理科では、「自然事象」そのものを学習の対象としているため、指導者が与えるのはあくまでも自然事象である。そのため、子どもは、事象から事実を切り取ったり、考えをまとめたりしながら記述したものを。それが理科でのテキストであると考えられる。

【理科でのテキストとは】

子どもたちが観察や実験を通して調べた事実や考えたことを、文章や図や表、グラフなどで記述したもの。

国語や社会など、多くの場合、テキストは指導する側が用意し、学習者に活用させる。しかし、理科でのテキストは、子ども自身が作りだしていくものであり、この点が、理科の大きな特色であると言える。



このテキストを視点に、理科の問題解決を見つめ直す、次のような特色が見えてくる。

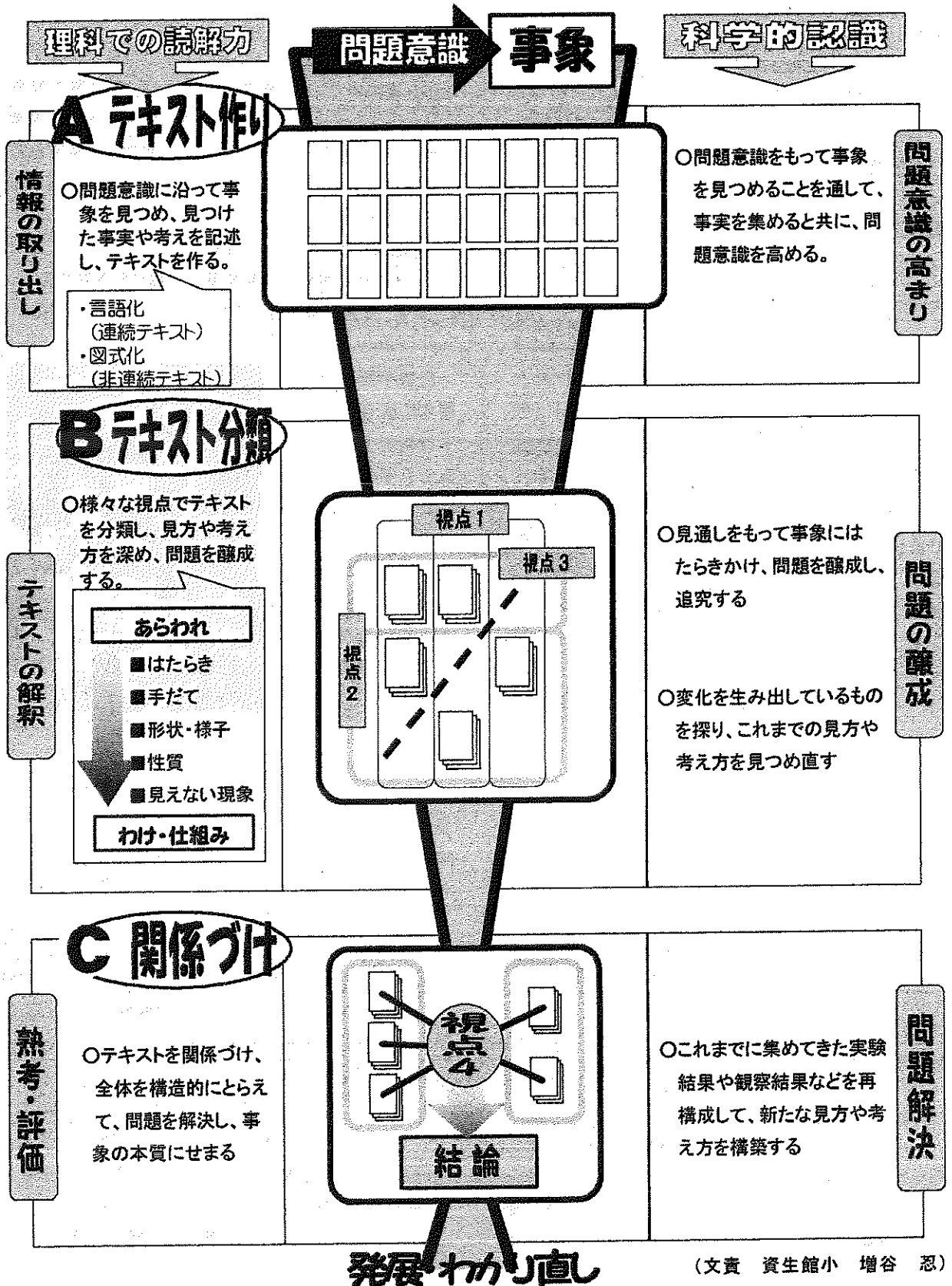
『理科の学習では、観察や実験を通して自然事象を見つめ、子どもがテキストを作り出す。さらに、問題解決を通して、テキストの情報を整理したり、関係づけたりしながら新たな見方や考え方を構築する』

つまり、理科の問題解決には、読解力を育てるプロセスが含まれていたのである。そこで本研究では、『情報を取り出し』、『解釈』、『熟考・評価』という読解力の3つのプロセスから理科の問題解決を見つめ直し、それぞれを次のような姿としてとらえた。このとき、子どもの問題解決は、何を要因として次のステップに進んでいくのかを明らかにする。またそれによって、子どもの問題解決をとらえ直すと同時に、理科としてどのように読解力を育てるのかを明らかにしたいと考え、研究仮説を次のように設定した。

(文責 資生館小 増谷 忍)

研究仮説

問題意識をもって事象を見つめ、はたらきかけながら作成したテキストを「あらわれ」や「わけ」、「仕組み」などの視点から見つめ、分類し、関係づけていく学びを通して問題解決が進み、理科での読解力の高まりを生むことができる。



II 研究の方法

A テキスト作り

問題意識をもって事象を見つめることで、様々な事象が見えるようになり、それに対する考えやかかわりが生まれてくる。それらを、文章や図や表、グラフなどを組み合わせながら記述し、テキストを作ることを通して問題意識を高めるのが、この最初の場面である。本研究での「テキスト」は、全体で交流する際に活用されるものとなるため、必要な情報を見やすく記述する必要がある。そこで、子どもたちは、情報を選択し、整理しながら記述を行うため、くり返し事象にかかわり、注意深く観察していく。そして、問題となる事実や原因、その事象に働きかけた手だてなどを記述していく。

また、テキストはこの場面で完成するのではなく、この後の学習の中で書き加え、書き直しながらさらに充実させていくものである。こうしたテキスト作りの取り組みが、事象を見つめる目を養うと共に、情報を活用する力を高めることの基礎となっていく。

B. テキストの分類

次は、作られた多様なテキストを整理し、問題を醸成していく場面となる。

子どもたちの作るテキストは多種多様であり、数も多いはずである。それでも、子どもの問題意識にずれがなければ、これらはいくつかの視点から、自然に分類され、整理されていくはずである。

最初の分類では、目に見える「あらわれ」が視点となる。それは、学年が低いほど、強く意識されるものであり、高学年になっても基本となるものである。はたらきや現象、大きさや形などを視点に分類は始まり、それぞれの類の共通点や相違点への気付きから、目には見えない「わけ」や「仕組み」で、分類が進められながら問題が醸成されていくものと考えている。

C. 関係づけ

最後は、問題解決の場面である。これまで観察・実験を重ね、明らかにしてきた情報を関係づけ、新たな見方や考え方を構築する場面である。

分類が進むことにより、事象を見つめる目は鋭くなり、テキスト同士のつながりが少しずつ見えてくる。ここで、必要に応じて、教師が板書上でテキストを関係づける学びを支えることにより、テキスト全体が構造的に整理され、問題が解決されると同時に、新たな見方や考え方が構築されていくと考えている。

III 研究の内容

1. 本単元のねらい

本単元では、回路を流れる電流の強さとモーターの回り方を関係づけてとらえたり、光の強さと光電池の電流の強さを関係づけてとらえたりして、電気のはたらきについての考えをもつようにすることをねらいとしている。そのために、電池の向きを変えるとモーターの回転の向きが変わることや、電池の数を増やしても、モーターの回転が変わらない場合があること、光電池とモーターをつないだとき、光の当て方によって回転の速さが変わることなどに問題意識をもち、変化とそれにかかわる要因を関係づけて調べていけるように単元を構成する。本単元では、特に、電流の強さとのはたらきの大きさを関係づけてとらえることをねらっている。

学習を進めていく中で、子どもたちは、「モーターの回転」「電池の向き」「導線の色」「つなぎ方」などの目に見える事象から、目には見えない電流の向きや強さに目を向けていくことになる。特につなぎ方などは、同じつなぎ方をしてもそれぞれ異なって見えることも多く、混乱してしまうことが多い。また、目に見えるあらわれにとらわれ、目には見えない「わけ」や「仕組み」に目を向けることが難しい学習でもある。そこで、テキストは多様な子供たちの気づきや考えを引き出すものとなり、情報を整理する道具となる。

2. 単元の目標

総 回路のつなぎ方やプロペラの飛び方などについて記述したテキストを活用して、電気の強さとのはたらきを関係づけてとらえることができる。

関 乾電池や光電池にモーターをつないだときの回り方に興味・関心をもち、進んで電気の強さや向とはたらきの関係を調べようとする。

科 電流の強さとそのはたらきを関係付けて考え、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。

実 自分の考えに沿って実際に回路をつくったり、検流計を用いて正しく電流の向きや強さを調べたりすることができる。また、それらをみんなにもわかりやすく整理し、記述することができる。

知 電池の数やつなぎ方を変えると、流れる電流の強さが変化し、モーターの回り方が変わることわかる。 (文責 山の手小 小松 慎治)

3. 単元全体の指導計画（12時間）

活動の広がり と 深まり	留意点
<p>【第1次 電流の向きとはたらき（3）】</p> <p>○プロペラを飛ばそう</p> <p>何がプロペラの回転の向きを変えるのかな</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・＋と－の向き ・どう線の色 ・電気が流れる向き <p>読解力を はたらか せる学び ①</p> <p>電気が流れる向きで回転が変わるんだ 電気は＋から－へ流れていたよ</p>	<p>（A テキスト作り）</p> <p>電池の向き、どう線の色によ って、飛ぶ場合、飛ばない場合 が出てくる。</p> <p>（B テキスト分類）</p> <p>「＋－」や「どう線の色」か ら考え始める。</p> <p>（C 関係づけ）</p> <p>仮説を、電気の流れに対する 素朴概念に沿って説明し始める。 ここで検流計での実験結果と比 較する。</p>
<p>【第2次 電流の強さとはたらき（6）】</p> <p>○電池を2本にして、プロペラを高く飛ばそう</p> <p>何がプロペラの飛ぶ高さを変えるのかな</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電池の置き方 ・＋－のつなぎ方 ・回路の形 ・電流の流れ方 ・電流の強さ <p>読解力を はたらか せる学び ②</p> <p>電流の強さが高さを変えるよ。 つなぎ方を変えると強さが変わるよ</p>	<p>（A テキスト作り）</p> <p>電池のつなぎ方によって飛び 方に多様性が生まれる。</p> <p>（B テキスト分類）</p> <p>「電池の向き」「＋－」や「回 路の形」から分類し始め、電流 の流れ方も意識していく。</p> <p>（C 関係づけ）</p> <p>回らない場合の電流の流れ方 や強さへの気づきから、電流と プロペラの回転に対する見方や 考え方を構築。</p>
<p>【第3次 光電池の電流（3）】</p> <p>○光電池を使って、プロペラを飛ばそう</p> <p>何がプロペラの飛ぶ高さを変えるのかな</p> <p>↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日光 ・明るさ ・光電池の角度 ・光電池の数 ・電流の強さ <p>読解力を はたらか せる学び ③</p> <p>やっぱり電流の強さが高さを変えてた 明るさや光電池の向きで強さが変わるよ</p>	<p>（A テキスト作り）</p> <p>明るさや光電池の向きによっ て飛び方に多様性が生まれる。</p> <p>（B テキスト分類）</p> <p>「明るさ」「光電池の角度」「光 電池の高さ」などから分類し、 光と光電池の関係に気づいてい く。</p> <p>（C 関係づけ）</p> <p>光電池を直列でつなぎ、より 高く飛ばそうとする活動に対す る意識から、電流の強さと回転 に対する見方や考え方を再構築。</p> <p>（文責 宮の森小 野崎 菜月）</p>

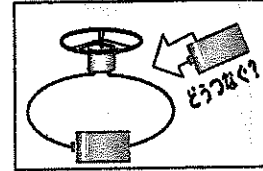
IV 子どもの活動の実際

1. 読解力をはたらかせる学び②～『電池を2こつないだのに…』

A テキスト作り
→飛んだ高さ
→つなぎ方

《第2次導入時のかかわり》

- ◆ 「電池を増やせば、プロペラをもっと高く飛ばせるよ」という子どもの願いや予想に対し、電池を増やすことの意味を問い、電流の強さや量に対する見方や考え方を引き出した。
- ◆ もう1この電池を、どのようにつなげようとしているのかを問い、つなぎ方への見通しをもたせた。



《テキスト作りのきっかけ》

電池を2本に増やせば高く飛ぶはず、という予想に反し、飛び方に違いが生まれた。子どもたちは様々につなぎ方を変えて実験を重ね、「こうつなぐと…」「こっちにすると…」と、つなぎ方と回り方について語り始めた。ここで、つなぎ方と回り方に対する気づきを記述させた。

<p>○1mも飛んだ ○電池の+と-をつないだ</p>	<p>○30cm位しか飛ばなかった</p>	<p>○30cm位しか飛ばなかった</p>	<p>○飛ばなかった</p>
<p>○1mも飛んだ ○電池の+と-をつないだ</p>	<p>○30cm位しか飛ばなかった ○熱くなった</p>	<p>○30cm位しか飛ばなかった</p>	<p>○飛ばなかった ○熱くなった</p>

- ◆ つなぎ方を図でまとめられ、飛んだ高さを書き加えた。
- ◆ ショート回路のテキストでは、プロペラが回らないことに加え、どう線が熱くなったことも書いていた。
- ◆ なかなか適切な言葉が見つからなかったが、電池を1列につなぐとプロペラを高く飛ばすことができることをとらえ、発表していた。

(文責 宮の森小 野崎 菜月)

日テキスト分類

- 飛んだ高さ
- つなぎ方

プロペラがどれくらいの高さまで飛んだのが一番の話題だったことから、子どもの発言をもとに、テキストの掲示場所を〈高く飛んだ〉〈電池1この時と同じ〉〈回らない〉の3つに分けて貼り付けさせた。その上で、「どうやれば高く飛ばせるの?」と、それぞれの高さに飛ばす手だてを問い、つなぎ方の違いに意識を向けていった。

高く飛んだ

<p>高い +と-</p> <ul style="list-style-type: none"> ○1mも飛んだ ○電池の+と-をつないだ 	<p>高い +と-</p> <ul style="list-style-type: none"> ○1mも飛んだ ○電池の+と-をどう線をつないだ
---	---

電池1この時と同じ

<p>変わらない +と-</p> <ul style="list-style-type: none"> ○30cm位しか飛ばなかった ○-に+をつないだ 	<p>変わらない +と-</p> <ul style="list-style-type: none"> ○30cm位しか飛ばなかった ○どう線を1本電池につないだ ○熱くなった 	<p>変わらない +と+</p> <ul style="list-style-type: none"> ○30cm位しか飛ばなかった ○+と+, -と-をつないだ。 	<p>変わらない +と+</p> <ul style="list-style-type: none"> ○30cm位しか飛ばなかった ○電気が合体するようにした
--	---	--	--

回らない

<p>動かない +と+</p> <ul style="list-style-type: none"> ○飛ばなかった ○電池の+と+をつないだ ○電気がぶつかってる 	<p>動かない -と-</p> <ul style="list-style-type: none"> ○飛ばなかった ○電池の-と-をつないだ ○電気がぶつかってる 	<p>動かない +と-</p> <ul style="list-style-type: none"> ○飛ばなかった ○電池の+と-をつないだ ○熱くなった
---	---	---

1列つなぎ

2列つなぎ

- ◆ まず『飛んだ高さ』で分類し、その上でつなぎ方に目を向け始めた。次の視点は電池の極。+と-に着目してテキストを見直し、極を書き加えていった。
- ◆ 「電池を横に並べる」「引っ張ったら2列になる」「ひょうたん型」といった、『回路の形』に着目し、分類を行った。

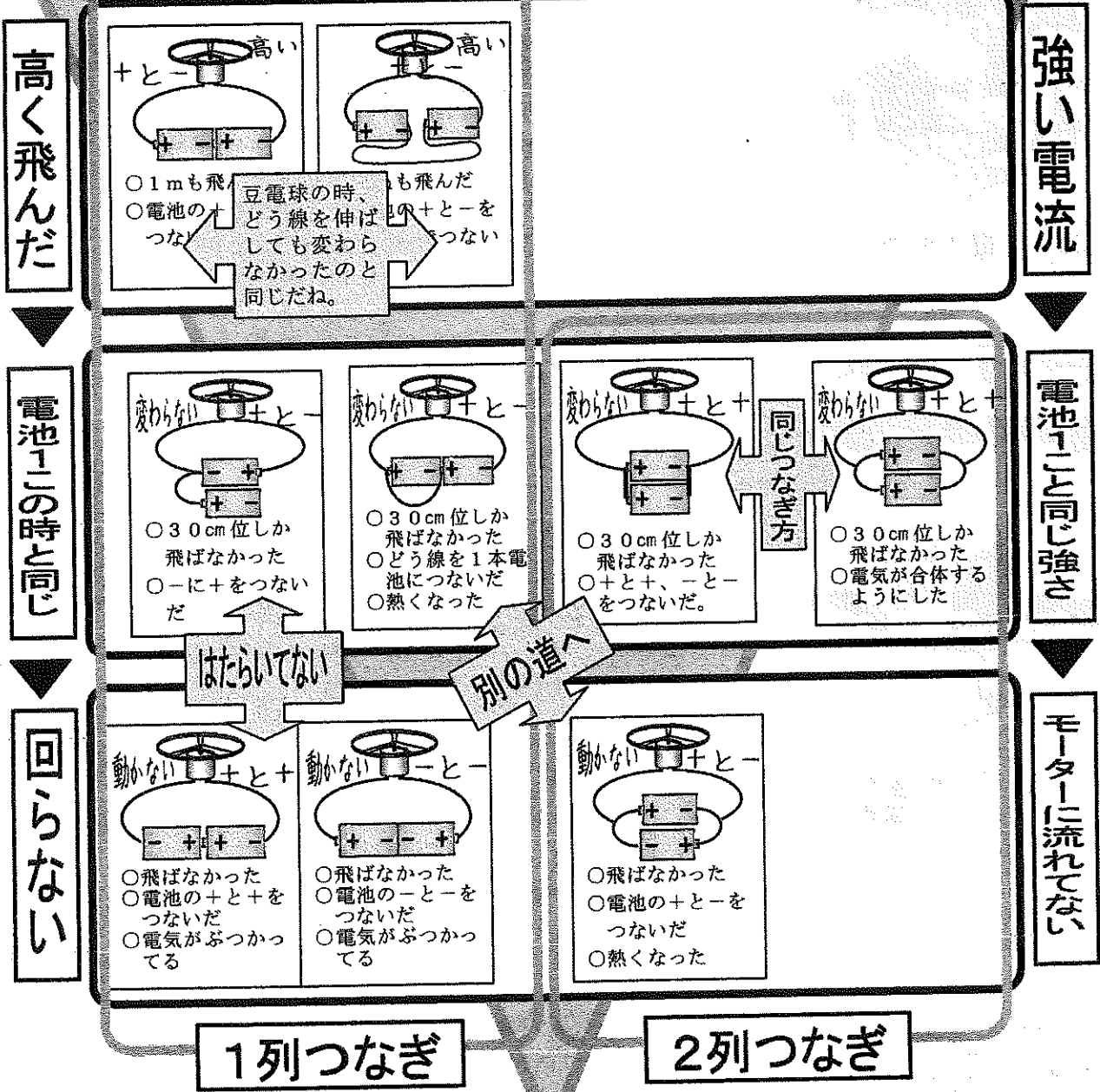
飛び方、電池の極、回路の形といった視点で分類は進んでいったが、ここから回路を流れる電流の向きや強さを関係づけることが難しく、追究が滞ってしまった。

(文責 宮の森小 野崎 菜月)

C関係づけ

→電流の強さと
飛んだ高さ

電池を2本つないだにもかかわらず、全く回らなくなってしまった事実に対し、子どもたちは「電流がぶつかっている」「電流が違うところを流れている」ととらえていた。教師が、こうした見方や考え方を取り上げることで、回路を流れる電流に目を向けさせていった。



- ◆ どう線が熱くなることを、電気が流れている証拠ととらえ、「回らない」つなぎ方では、モーターに電流が流れず、別のところを流れていると考えた。
- ◆ 電流が別の道に流れてしまっていることを見つけたことをきっかけに、電池がはたらいでない回路にも気づいていった。
- ◆ 電流がどこの道を、どう流れているかを意識し始め、直列つなぎや並列つなぎについても調べ始めた。
- ◆ 正しく電池がはたらいでない回路への疑問や気づきから、電流の流れに目を向け、電流の強さと飛ば高さ（はたらき）を関係づけていった。

(文責 宮の森小 野崎 菜月)

V 研究の成果

1. 問題解決と読解力のプロセスについて（テキスト作り）

友達とのかかわり

事象を見つめる目



子ども同士をつなぐ

事実や考えの多様性



一人一人が生きる
集団として高まる

問題意識をもって事象にかかわったとき、一人一人がそれぞれの視点で事象を見つめるため、多様な気づきや考えが生まれることになる。それをグループでテキストにまとめようとしたとき、それぞれが記述したいと思うことにずれが生まれてきた。第1次での学習では、電池の+-も、どう線の色もどれもが、プロペラの回転に関係があるように感じられず、多少のずれがあったとしても問題とはならず、何となく記述されていった。

しかし、だんだんそうはいかなくなってきた。自分が納得できなければ、やはりそのまま記述することができないのである。授業が進むにつれて、グループ内での話し合いは熱を帯びてきた。第2次では、「どのつなぎ方がどんな飛び方になるのか」「電流の流れ方はどうなっているのか」、第3次では、「光電池で高く飛ばす方法とは」などの場面で子どもたち頭をつき合わせて、発見や考えを語り出すようになっていった。遠慮なく意見を交わし合うことで、追究意欲は高まり、注意深く観察したり、繰り返し実験したりする姿が増え、事象を見つめる目が鋭くなっていった。こうした姿から、テキストが子ども同士をつなぐ役割を果たしたと考えている。

グループで話し合うことを通して、子どもたちの学ぶ意欲は高まっていく一方、話し合いの中で、友達に受け入れられなかったり、重要性を認められなかったものは、切り捨てられるようになっていった。個人のノートを見ると、実に様々な考えが記述されている。例えば、2次で、電池を2このつなぎ方は、一人一人大きく異なり、同じつなぎ方であっても、違う向きで書かれていたり、ショート回路があったり、+極しかつながないものがあったりと、多様性に富んでいた。

しかし、それらはグループのテキストに書かれることなく、個人のノートに埋もれてしまった。結果として、非常に一般的なつなぎ方ばかりが生き残ってしまうことになってしまったのである。

このままではこれまでのノートと同じ欠点をもつことになってしまい、一人一人の子どもの豊かな感受性や発想を生かすことが難しい。そこで、グループで作るテキストに加え、個人でテキストを作る場も設けることにしたのである。

個人でテキストを作る場を設定したことで、テキストの多様性は一気に高まり、もったいりいな発想ができるのではないかと意欲を高める姿も見られた。

友達同士のかかわりを強め、情報の共有化をうながすと同時に、個人個人の些細な気づきや考え、発想なども生かすことにも目を向け、テキスト作りを活性化させていくことの大切さを実感した。一人一人の気づきや考えやが、集団の中で価値付けられていくことは、全体の学びを深めることにもつながっていくはずである。

2. 問題解決と読解力のプロセスについて（テキスト分類・関係づけ）

分類から関係づけへ



本研究では、テキスト分類が進み、その後に関係づけが始まると考えていた。しかし、実践を振り返ると、目には見えない「わけや仕組み」で分類し始めたとき、子どもたちの関係づけも始まっていた。また、目に見えないもので分類をする前に、関係づけが始まることもあった。

ただ、情報のとらえ方が大きく変容するのは、目に見えない「わけや仕組み」を意識し始めるときであることは明らかになった。子どもたちのつまずきもこの場面にあった。子どもたちは、目に見えるもので分類することはできても、目に見えないものを視点にして事象を見つめようとはしない。情報がそろっている場合でも、目に見える部分で納得してしまうため、目に見えないものを見つめる必要感が生まれにくかったのである。

（文責 資生館小 増谷 忍 山の手小 小松 慎治）

関係づけのきっかけ

次に、「分類」から「関係づけ」に進むきっかけについて述べたい。本研究での実践を振り返ってみると、第2次では、「この電池をつなぐと回らなくなった」事実と、その際「どう線が熱くなった」ことがきっかけとなった。回らないことと発熱していることから、電流の流れに目を向けて追究が始まり、他のつなぎ方の電流の流れにも意識が向いていったのである。ショート回路は、本来子どもにとっても、指導者にとっても都合のよいつなぎ方ではない。つないでも回らないつなぎ方は、失敗のつなぎ方だからである。しかし、この都合の悪い事実の中に目に見えないものを探りたくなる必要感が潜んでいた。都合のよくない事実までも記述した多様性に富んだテキストが作られたことが、関係づけのきっかけとなったのである。

第3次の光電池の学習では、より高くするための工夫、「光電池を増やす」「光を集める」がきっかけとなった。これらの工夫の意図を引き出すことで、無意識に「電流を強くしよう」としていたことに気づかせることができた。電流の強さを分類の視点として気づかせることが、関係づけのきっかけとなったのである。

3. 子どもの学習意識の変容について

問題解決力の高まり

本研究では、読解力のプロセスから問題解決を見つめ直し、「テキスト作り」、「テキスト解釈」、「熟考・評価」を位置づけた学習を構成し、実践を行ってきた。この実践を通してテキストの内容の深まりや、分類・関係づけの様子から、読解力の高まりを見取ることができた。では、問題解決力も同様に高まりが見られたのだろうか。今回は、次のような「学習方略」という視点から調べることにした。

学習方略名	具体的な学びの姿の例
メタ認知的方略	<ul style="list-style-type: none"> 自分と友達の意見のどこが違うのかをはっきりさせようとする。 何が問題なのかをわかって、授業を受け、観察や実験を進める。 観察や実験を進める時に、どんな順番で進めるか考えてみる。
認知・リソース方略	<ul style="list-style-type: none"> 観察や実験の結果をわかりやすく工夫して記述する。 発表する時にはいうことをよく整理してから話す。 先生や友達のいっていることを、よく聞いて分かってもらう。 新しいことを調べる時でも、知っているやり方を試してみる。
持続的モチベーション方略	<ul style="list-style-type: none"> 観察や実験の結果がうまく出なくても、結果が出るまでがんばる。

学習前と後に、上記の学習方略に対する意識調査を行い、結果を比較してみたところ、「認知・リソース方略」と「持続的モチベーション方略」に対する意識の高まりが見られた ($t(52)=4.76, p<.001$) ($t(52)=4.58, p<.001$)。

今回の結果から、観察・実験の結果をわかりやすく工夫して記述し、くり返し事象にかかわって問題解決を進めようとする意欲の高まりが見られた。ただ、まだ十分なサンプルが集まってはいないためはっきり結論づけることはできない。今後さらに実践を重ね、読解力の育成と問題解決力の高まりについて明らかにしていきたい。

4. 研究を終えて

読解力の低下が問題となっているが、これまでの問題解決の理科学習は、これからの社会では通用しないものなのか。そんな疑問から始まった今回の研究。研究が進むにつれて、読解力のプロセスは問題解決のプロセスの一つの側面であることが明らかになってきた。また、そうした側面から問題解決を見つめ直し、授業を構築することで、子どもの学びが変わってきた。テキスト作りを通して、友達と本音でかかわり合い、様々な視点からテキストを見つめながら、自分から見方や考え方を作り直していったのである。また学習意識の高まりを生むことも明らかにすることができた。

今後は、他の単元での実践を通して、研究仮説の検証を行うと共に、こうした学びの積み重ねによる長期的な学習意識の高まりを明らかにしていきたい。また、テキストを有効に活用し、日常の実践の中に読解力のプロセスを位置づける授業を模索していきたいと考えている。

(文責 資生館小 増谷 忍 山の手小 小松 慎治)

VI 分科会より

「読解力」に着目し、テキスト作りをスタートに授業を構築した本研究が、従来から行われてきた問題解決の授業とどのように結び付いているのがポイントであった。ただ、その前に、「テキストとは」「読解力とは」という新しい視点に対する認識を明らかにすることが前提として必要となり、それが話し合いの多くを占めることとなった。

【テキストについて】

テキストって何？どう作るの？

- 文章、図や表、グラフなどどれもがテキストと言える。子どもが書いたノートも理科でのテキストと考えられる。具体である事象を、半具体としての資料にまとめたもの全てをテキストと考えている。
- 本実践では全体で交流する際に用いることができる形で、グループを中心にまとめさせた。単元や場面によって様々な作成方法が工夫できるはず。今後、実践を通してよりよい方法を考えていきたい。
- 最初は、予想や実験結果を中心に記述したテキストとなった。しかし、これでは使えるテキストとはならなかった。気付きや見方や考え方をどんどん書き加えていく過程があることで、活用できるテキストとなっていくことがわかった。

具体から離れてしまわない？

- テキストは半具体である。テキストのみに終始してしまうことで、事象から離れてしまうこともある。具体である事象に立ち戻り、実感を伴った理解につなげていくことが大切。

【読解力について】

分類、関係づけってどういうこと？

- 見方や考え方で整理することを考えがちだが、子どもは最初、目に見える表れで自然にテキストを整理していく。これが分類の始まりとなる。
目に見える内容から段階的に目に見えないものへ意識を向けながら「分類」を、「テキストの関係づけ」に発展していく。
- それぞれのテキストの結びつきに気付くことが難しい場面もある。多様なテキストの中から関係づけを促すものを見つけ、子どもたちに働きかけていくことも大切。
- 授業を構築していく際、子どもが作るテキストを想定し、それがどのように分類され、関係付いていくかを考えることで、授業の組み立てや教師のはたらきかけが見えてきた。子どもの問題解決を見つめる視点としてだけでなく、授業構築の手がかりとしてもテキストの分類、関係づけの考え方を活用していけるだろう。

【助言者より】

田口 拓也指導主事

- 新指導要領では、国語で培った力を理科に生かすことを盛り込んでいる。テキストを読み、自分の考えを書き、それを述べる力を育成する必要がある。
- 理科では、「テキスト」をもっと大きくとらえるべき。自然事象全てがテキストであると言える。五感を使って確かめていくことも「読解」ととらえるべき。
- 子どもたちが書いた文字情報で終わるのではなく、事象に戻って、見つめ直す学びが大切。

武岡 和廣校長

- テキストはあくまでも手段の一つ。このままでは、板書構成が非常に困難。ノート指導を見つめ直していくことで、読解力を高めていくことができるのではないかと。
- 「わずかでも書ければいい」というところからスタートし、書き方や表現の方法、そして科学的な見方や考え方へ、という段階を大切にしていってほしい。
- 質問紙調査は、みんなが使えるものにしていく必要がある。研究のための研究でなく、楽しい授業の構築に役立つものを提示してほしい。

VII 研究のまとめ

今回の研究では、今日的な課題である「読解力」に焦点を当てて取り組んできた。従来の問題解決と読解力育成の過程を比較し、関係を明らかにしていくことで、理科学習に対するとらえを深められたと実感している。ただ、実践研究を進めながらも、なかなか理論と実際とがうまくつなげられないことが多かった。1年間の研究で、実践レベルで活用できるものに仕上げていくことは、どのテーマであっても難しいだろう。本研究を、日常の実践の中で生かし、子どもたちの実際の姿で検証を繰り返す中で、一般的に活用できる研究としてまとめなおしていきたいと考えている。

(文責 資生館小 増谷 忍 北九条小 佐藤 浩輝)

子どもが見方や考え方を更新する学習の構築

～5年「ものの溶け方」の実践を通して～

共同研究者 ○佐野 恭敏(附属札幌小) 三田村 剛(宮の森小) 草野 幸雄(菊水小)
小野 明裕(百合が原小) 佐々木 歩(大倉山小)

I 研究の仮説

子どもの問題解決の道筋は様々なものがある。しかし、理科の学習では事象と個々の見方や考え方のずれから子どもが問題をもち、追究が深まるという点では共通している。「あれっ!？」と思うことから追究が加速し、それまでに培ってきた見方や考え方を大きく修正しなくてはならなくなるのである。本研究では、このように見方や考え方に構造変換が生まれる場面を、子どもが見方や考え方を更新する学習と考えている。

5年生にとって一度築いた見方や考え方を捨て去り、新たな見方や考え方に更新することは大変に難しいことである。本研究ではそのような5年生が「知」を創造していくために、自分の見方や考え方をもう一度見つめ直し、事象に照らし合わせながらもう一度新たな見方や考え方を作っていく道筋を明らかにしたいと考える。

研究仮説

子どもは観察や実験を通じた事象のあらわれとのずれをもとに、それまでに培ってきた見方や考え方を見つめ直し、既習と事象の変化をつなぎ合わせていくことで、新たな見方や考え方に更新することができる。

II 研究の方法

1. 子どもが「知」をつくる過程と教材化

(1) どうしても説明できない状況を生む

5年生の子どもにとって、新たなものを付加しながら見方や考え方の等価変換を行っていくことは比較的容易である。しかし、それまでのものとは違う全く新しい見方や考え方をすることは、非常に難しい。その様な見方や考え方の構造変換を生むためには、それまでの見方や考え方ではどうやっても説明できない事象と出会うことが必要と考える。

本単元では、二次でそのような構造変換が図られる。温めたらとけるはずと思っていた

食塩が、析出してくる場面である。

多くの子どもは、「ミョウバンでも食塩でも物の溶け方にはそれほど大きな違いはない」という見方や考え方をしている。だからこそ、「食塩も温めた方がよく溶けるはず」と考えるのである。しかし、温めるほどに食塩が析出してくる事象を目の前にして初めて、子どもは見方や考え方を大きく更新する必要がある。「ものによって溶け方に影響を与える要因は違うのかも」と見方や考え方の構造変換が図られていくのである。

(2) 変化の要因と既習とをつなげて考える

事象を整理しそれまでの見通しとのずれを問う事で、子どもはもう一度事象の変化を見つめ新たな見方や考え方を作っていく。その際に根拠となるのは、既習や素材概念である。

子どもはミョウバンでの既習をもとにした見方や考え方をもっている。しかし、そんな見方や考え方がゆさぶられた時も、考えるもとにするのはやはり既習なのである。

子どもがもつ見方や考えから温度という要因が取り除かれた時、変化しているものから他の要因を考えていく。4年生での既習である蒸発に要因を求めていくのである。60℃とはいえ湯気が出ていたこと、1日おくことで若干水が蒸発していくこと、加熱をくり返すほどに食塩水の量が減ってくるのが結び付くのである。

事象の変化と既習をもとに新たな見方や考え方を作り出した子どもは、自らの考えを説明するために、一次で作ってきたグラフを活用する。わずかな水の量の変化でも溶ける量が大きく変わることの根拠とするのである。

このように、子どもが見方や考え方を更新するためには、事象を見つめその変化の要因と既習とを関係付け、そこを根拠としていくことが必要であると考えられる。

2. 問題意識の醸成

食塩の析出場で、沸騰するまで加熱してしまうと、子どもは水の量に大きく依存する食塩の溶け方の本質に目を向けることはない。水の量が減っているのは当然ととらえるのである。

しかし、食塩水を 60℃まで温めることで溶け残っていた食塩を溶かしきった子どもは、次に食塩が析出している様子を「ミョウバンと同じように温度が下がったから食塩が出てきた」というように見る。「食塩も温度に大きく依存する溶け方をする」と考えるのである。事象の提示の仕方によって、温めるほど溶け残りが増えていく様子は大変な驚きとなりうる。

子どもの問題意識は、このように自分の見方と事象が上手く一致しないときに生まれ、事象のわずかな変化に目を向ける必要がでてきたときに醸成されてくるのである。

Ⅲ 研究の内容

1. 単元について

～必要感をもってグラフを読み取る単元へ～

近年、理科の学習の中で PISA 型読解力を養うためにグラフの読み取りを行うことがより重視されてきている。本単元でも、溶解度曲線を読み取る実践がよく行われている。子どもは自分の考えの根拠となりうるときに、グラフを必要としていく。

そこで、本実践では、様々な場面でグラフを作成する。それにより、子どもが見方や考え方を説明する際の根拠とすることができると考えたのである。では、何をグラフに表すかである。

一次では「水の量と食塩やミョウバンの溶ける量」をグラフに表す。どちらのグラフも単純な比例のグラフとなるため、子どもにとっても見通しをもちやすいものである。水の量を 20ml、30ml、40ml と変えて実験することで、それらの間の水量や、水を増減させたときに溶けるミョウバンや食塩の量を予想し、実験していく。グラフを読み取り、予想していくことで、子どもはグラフの必要性を感じ、見通しをもって実験に向かうのである。

二次では、「温度とミョウバンの溶ける量の変化」をグラフに表す。温度を上げたり下げたりと繰り返し実験に当たる中で、ミョウバンが溶ける量は温度に強く依存することを知る。それと共に、水の量と温度が一定ならばミョウバ

ンの溶ける量はいつでも一定であるという再現性をグラフから読み取っていくことができる。また、上澄み液にミョウバンの有無を問うことで、自らの見方や考え方の根拠としてグラフの必要性を感じ、使っていくのである。

三次では、「温度と食塩の溶ける量の変化」をグラフに表す。食塩の析出場面ではそのグラフと共に、一次での「水の量と食塩の溶ける量」を関係付けて考えていく必要が出てくる。温度が関係するという見方や考え方がどうしてもうまくいかないことから、子どもは一次のグラフを根拠として見方や考え方の構造変換を図っていくのである。

このように子どもが必要感を感じながらグラフを読み取っていくことで、PISA 型読解力を養うと共に、ものの溶け方への見方や考え方を深めていくことができるのである。

2. 単元の目標

総 ものを水に溶かし、水の温度や量による限度の違いや、溶けたものの取り出し方、ものを水に溶か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、ものの溶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 ものを水に溶かすことに興味をもち、調べたいことについて意欲的に話し合う。水に溶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。


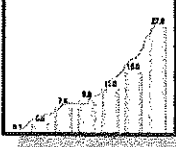
科 ものが水に溶ける限度を、水の温度や量、ものによる違いと関係付けて考えることができる。ものを溶かす前後で全体の重さが変わらないことから、とかしたものは水溶液の中にあると考えることができる。

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、電子てんびんなどを正しく安全に扱うことができる。

知 ものが水に溶ける量には限度があり、その量は水の温度や量、溶か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、溶かしたものを取り出せることを理解する。ものが水に溶けても、その前後で重さが変わらないことを理解する。

(文責 附属札幌小 佐野 恭敏)

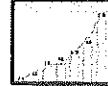
3. 単元の全体指導計画（14時間）

活動の広がり と 深まり	教師のかかわり
<p style="text-align: center;">【第1次 ものを水にとかす（4）】</p> <p>◇食塩とミョウバンの粒を観察しよう</p> <p style="text-align: center;">食塩とミョウバンの粒を観察する活動</p> <p>◇ミョウバンと食塩を水にとかしてみよう</p> <p> ミョウバンや食塩を水にとかし、シュリーレン現象を観察する活動</p> <p>◇食塩がとけ残ってしまったよ</p> <p style="text-align: center;">とけ残りをとかすにはどうしたらいいのだろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水の量をふやせばもっととけそう ・よくかきまぜればとけるよ ・お風呂みたいに温めればとけるよ ・粒を細かくしていけばとけるよ <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水の量をふやしたら一気にとけたよ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">かきまぜるとさらにとけるよ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">まだとけ残っているよ もっととけないかな</div> </div> <p>水の量ととける量</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">水の量を増やしたら、とける量は増えるよ 水の量ととける量には関係がありそう</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">水の量ととける量にはどんな関係があるのかな</div> <p style="text-align: center;">水の量を増やしながらかきまぜる活動</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">水の量が増えたら、それだけとける量が増えることがわかったよ。グラフにするとわかりやすいね</div>	<p>○食塩やミョウバンが溶ける様子をじっくり観察させる。そうすることで、シュリーレン現象や粒が見えなくなることを、溶けることと関連付けて考えることができるようにする。</p> <p>○水の温度を上げて溶かすという意見が出た場合は、それを尊重しながら、順番に確かめていくことを知らせる。</p> <p>○水の量と溶ける量との関係を問うことで、「もっと溶かしたい」から「溶け方はどうなんだろう」へと子供の意識を変えていく。また、グラフ化することの良さにも気付かせたい。</p>
<p style="text-align: center;">【第2次 ミョウバンのとけ方（4）】</p> <p>◇ミョウバンも食塩のようにとかしたいな</p> <p style="text-align: center;">ミョウバンも食塩のようにとけるのかな</p> <p style="text-align: center;">水の量を増やしながらかきまぜる活動</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">水の量を増やしてもミョウバンのとける量は食塩のようには増えないよ！</div> <ul style="list-style-type: none"> ・ミョウバンは食塩よりもとけにくいんじゃないかな ・もっとミョウバンをとかす方法はないかな <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">ミョウバンのとけ残りをとかすにはどうしたらよいだろう</div> <ul style="list-style-type: none"> ・もっと細かくしたら… ・温めてとかしてみたいな <p style="text-align: center;">水の温度を上げてミョウバンをとかす活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">すごい！どんどんとけるよ！</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水と同じで冷やすと かたまるんだよ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">すごい！どんどんとけるよ！</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">水の温度を上げたらミョウバンはどんどんとけたよ！</div> <p>◇時間をいたら水の中に何か出てきたぞ！？</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">出てきたものの正体はなんだろう？</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;">ろ過して取り出したものを観察する活動</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;">再び加熱してとかす活動</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">ミョウバンは温度が上がるととける量が増えるけれど、温度が下がるととけたものが出てくるんだね！ここにも何かきまりがあるのかな？</div>	<p>○水の量を増やしたときのミョウバンの溶ける量についての予想をしっかりとめさせて実験することで、食塩との溶け方の違いをよりはっきりさせる。</p> <p>○出てきたものの正体を予想させるが、その根拠を問うのではなく、確かめる方法を問うことで子ども自身が見方や考え方を整理し見通しをもって活動することをねらっている。</p>

水の温度とミョウバンのとける量にはきまりがあるのかな

水の温度を変えてミョウバンのとける量を調べる活動

温度ととける量



ミョウバンは温度を変えると、とける量が変わったよ。グラフにしたら変わり方がよくわかったよ

○溶け方がわかったことを価値付ける。そうすることで、「もっと溶かしたい」から「溶け方はどうかな」へと子どもの意識を変えていく。

【第3次 食塩のとけ方(4)】

◇食塩の温度によるとけ方の違いを調べよう。

食塩も温度を変えるととける量が変わるのかな

- ・食塩もミョウバンみたいに温度を上げるとたくさんとけるはずだよ
- ・冷やすととけている食塩が出てくるはず

水を温めて食塩をとかす活動

食塩もミョウバンと同じように温度をあげるととける量が増えたよ。きつと冷えたらとけた食塩が出てくるはず!

◇食塩をとかしたビーカーの中に何か出てきたよ

- ・ミョウバンの時と同じで冷えたから出てきたんだよ
- ・温めたらもう一度とかすことができるよ

ミョウバンと同じように、冷えたから食塩が出てきたのかな

○温度を変えてミョウバンの溶ける量を調べた経験から、食塩の溶け方を予想させる。
○60℃までの温度で、食塩が溶けきった事実から、「食塩もミョウバンと同じように溶けそうだ」という見通しをもたせる。

《本時 10/14》

水を温めて再び食塩をとかす活動

これからとけ出すぞ

あれ?とけ残りが増えてきたかも

どんどん出てきたぞ

食塩が出てきたのには、何が関係しているの

蒸発して水の量が減ったから出てきたのかな

水の量はほとんど変わっていないけれど

水の量を増やすと一気に溶ける量が増えるよ

それぞれの見通しを確かめる活動

減った水の量を元に戻すと

蒸発させるともっと出てくるはず

お湯を使って水の量を元に戻すと

ミョウバンとは違って、食塩は水の量でとける量が大きく方が変わるんだね

○1日後に食塩が出てきた理由について、ミョウバンの溶け方と関係付けて考えられるようにする。
○加熱するほどに析出してくる様子から、温度という要因は関係していないことを確認する
○食塩の析出に関する要因を抽出し、既習と関係付けて見方や考え方を更新するようにしていく。

【第4次 ものを水にとかしたときの重さ(2)】

ものを水にとかしたときの重さはどうなるのかな

- ・見えなくなっただけで重さはそのままだよ
- ・水に消えたからその分の重さはなくなるはず

ものをとかす前と後の重さを比べる活動

とけて見えなくなっても水の中にはものが残っているんだね

(文責 大倉山小 佐々木 歩)

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 温度を上げて食塩を溶かす活動を通して、食塩は温度に依存する溶け方をしないことに気付き、食塩は水の量に依存した溶け方をするのではないかという見方や考え方をもち。

・食塩の溶け方とミョウバンの溶け方の違いについて考えることができる。(科学的な思考)

(2) 学習の展開 (10/14)

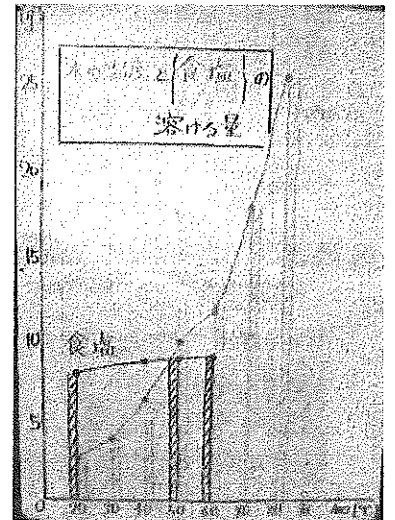
おもな学習活動	留意点
<p><前時まで></p> <p>60度まで温めたら溶け残りの食塩がとけきつたよ。食塩もミョウバンと同じように、温めることでとけやすくなるんだね。</p> <div data-bbox="255 705 598 851"> <p>あれ、食塩が出てきたよ</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・冷えたから出てきたんだよ ・温度を上げるとまたとけるよ <div data-bbox="638 739 1021 907"> </div> <p style="text-align: center;">温度を上げて食塩をとかす活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あれ?温度を上げてもとけないよ ・温度が高いととける量が増えるはずなのに出てくる ・水の量が減ったからとけないんじゃないかな ・温度は関係ないみたいだよ <div data-bbox="284 1176 909 1236"> <p style="text-align: center;">食塩が出てきたのには何が関係しているの</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸発して水の量が減ったから出てきたんだと思う。 ・水の量はほとんど変わっていないけど ・食塩は、水の量を増やすと、とける量が一気にふえるよ <p>○どのように調べると良いのだろう?</p> <ul style="list-style-type: none"> ・減った水の量を元に戻せば、またとけると思う ・蒸発させて水の量を少し減らすととってでくるはず ・お湯を使って水の量を元に戻せば、とけるはず <div data-bbox="263 1590 933 1646"> <p style="text-align: center;">水の量と食塩のとけ残りを調べる活動</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・お湯を使って、最初の水の量に戻したら食塩がとけたよ。 ・冷たい水でも、水の量を元に戻すと食塩はとけた。温度は関係ないよ。 ・蒸発させると、どんどん食塩がでてくるよ。 <div data-bbox="813 1646 1013 1825"> </div> <p style="text-align: center;">水の量ととける量 <食塩></p> <div data-bbox="231 1915 901 2027"> <p style="text-align: center;">水の量が減ったから食塩が出てきたんだ。 食塩はちょっとの水の量でとける量が変わるんだね。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ○1日後に食塩が出てきた理由について、ミョウバンの学習やグラフから考えられるようにする。 ○実験中や実験後の水や食塩の状態をもとに、食塩の析出には何が関係しているのかを考えさせる。 ○食塩が出てくる理由を予想させることで、「食塩析出」から「食塩の溶け方」へと視点を変える。 ○食塩の析出と水の量の関係を考えさせることで、より詳しく観察するためのきっかけを作る。 ○実験方法を問うことで、食塩の溶け方についての個々の考え方を明確にする。 ○ビーカーに線をつけて最初の水の量を記録する。 ○グラフを用いて水の量と食塩の溶ける量の関係を想起させることで、食塩の溶け方をはっきりさせる。 ○グラフを用いてミョウバンとの違いを考えさせることで、食塩の溶け方の性質について気付かせる。

1. 宮の森小学校の実践と考察

宮の森小学校における実践について、授業公開場面を中心に子どもの思考の流れに沿って考察する。

(1) 既習を生かし、見通しをもつ場面

溶け残りの食塩を溶かすために、子どもは『ミョウバンの溶ける量と温度の関係』や 60℃までの『食塩の溶ける量と温度の関係』をもとに「ミョウバンは温度を上げると溶ける量が増えたから」や「食塩も少しずつだけど温度を上げると溶ける量が増えたよ。だから 60℃以上に温度を上げると食塩も溶けるよ」などの見通しをもった。この時、これまでの実験結果を表す折れ線グラフの線を延長することで、実験の見通しの根拠について分かりやすく説明する子どもの姿が見られた。



(2) 構造変換が求められる事象との出会い

水の温度を 100℃付近まで上げて溶け残りを溶かそうとすると、子どもは食塩が析出する事象と出会った。「溶けるはずが出てきたよ」という、見通しと実際の事象とのずれに大きな問題意識が生まれる場面である。しかし実際は、最初の溶け残りの量が多かったため、析出の様子が見えにくく「少し食塩が増えたかも」「水の量が減ったから食塩が出てきたのかも」という反応であった。

<考察>

事前に想定していた「とかしいけど、どうしてもうまくいかない」という意識をもたせることができず、見方や考え方を大きく変える構造変換には至らなかった。それは、子どもの見通しとのずれを浮き彫りにする大切な事象が、誰でも簡単に見つけられるものではなかったために、学級全体で問題意識が弱くなってしまったためである。

(3) 変化の要因を整理する場面

「どうして食塩が出てきたのだろう」という問題を解決するために、子どもの見通しと事象のずれの原因を追究していこうと考えた。これまでの既習から「温度を上げれば溶ける量が増えるはず」という見通しと、「温度を上げると食塩が出てくる」という事象のずれを取り上げたが、先述の通り、子どもの中にはこの時点で「沸騰して水の量が減ったからだよ」と、『水の量』と『溶ける量』の関係について意識している子が多かった。また、「食塩はいつ出てきたの?」という発問で、食塩の析出と水の温度や状態（湯気や泡）の関係についての考えを引き出そうとしたが、「温度が上がると水が減って溶ける量が変わる」と、ほとんどの子が水の蒸発と温度の上昇を同じ問題と捉えていた。そのため、食塩析出の要因について、『温度の上昇』と『水の蒸発』を明確に分離することができなかった。



<考察>

事前の想定では、「温度が上がる」と「水の量が減ること」は別々に捉えられると想定していたため、実験後の交流では、食塩析出の要因について「水の温度」「水の量」「水の状態」などの考えが出されると考えていた。しかし、実際は、4年生の既習をもとに「温度が上がる」→「泡や湯気が出る（沸騰する）」→「水の量が減る」と、温度上昇と水量の減少を結びつけて考える子どもが多くを占め、「泡が邪魔をしている」「温度が高いと溶けない」などの考えをもつ子どもは少なかった。

多くの子が『水の量と食塩析出』の関係に目を向けていたため、温度や泡、湯気などの『水の状態』と『食塩析出』を結び付ける必要性が子どもには無かった。別な言い方をすれば、食塩析出の理由を「水の量と食塩の溶ける量」の既習を生かして考えることができたとと言える。

(4) 繰り返し実験にあたり、事象を詳しく観察する場面

食塩が析出する様子（水の状態や温度）を詳しく観察するために2度目の実験に入った。子どもは食塩が析出する際の水の様子よりも、「上に膜のようなものがでてきたよ」「食塩がふってきた」「ビーカーの底にたまってきたよ」など、食塩が出てくる様子について意識する子どもが多かった。教師が意図する「食塩の溶け方」についての見方や考え方というよりは、「食塩の析出の様子」に子どもの意識が向いてしまっていた。実験後の話し合いでも、食塩が析出する様子について発表する子どもが多かった。

<考察>

単元を通して「もののとけ方」を学習してきた子どもにとって、溶媒の水ではなく、溶質の食塩の析出の様子を詳しく見つめる子どもの姿が見られるのは当然である。

(5) 新たな見方や考え方から、見通しが生まれる場面

食塩が析出した理由について「水の量が減ったから」と考え方をもった子どもは、それを検証するための方法について考えた。「水を元の量に戻せば最初の量まで溶けるはず」「お湯を足しながら、水の量を一定すれば、温度を上げて溶ける量が増えるはず」という見通しをもつことができた。また、これまでのグラフから、「水の量が変わらなければ温度が高くなると食塩の溶ける量は増えるはず」と条件制御の考えをもとにグラフの線を延ばして、自分の見通しを説明する子どもの姿が見受けられた。

<考察>

単元を通して折れ線グラフと棒グラフを組み合わせたグラフを用いて実験結果を表現してきた。実験からはっきりしたことをグラフに表すことで、目に見えない物の溶け方についての見方や考え方を説明する際の根拠とすることができた。温度を上げると、溶けるはずの食塩が析出した問題場面では、予想の際にグラフの折れ線部分を指して「ミョウバンも温度が上がると溶ける量が増えたから、きっと食塩も溶けるはず」や、実験後に棒グラフの部分を指しながら「水の量が減ると、この部分が溶けなくなるから食塩が出てきた」など、見方や考え方をグラフを用いて説明する子どもの姿が見受けられた。また、『水の量と溶ける量』と『温度と溶ける量』の2つのグラフを対比させることで、折れ線グラフの傾きの違いから、「食塩は水の量だけど、ミョウバンは温度が関係している」と、ものによって溶け方が違うという見方や考え方を強く意識することができた。

その一方で、グラフと事象を結びつけることは5年生にとって難しいという側面も否定できない。「ミョウバンと食塩の溶け方が違う」とグラフの傾きを視覚的にとらえることは比較的容易であるが、「水の量が減ると溶けきれなくなった食塩が出てくる」というようなグラフの解釈を学級全体で共有することは難しいと感じた。

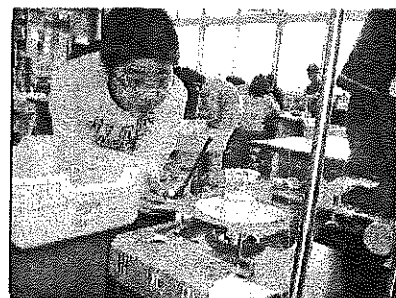
2. 改善に向けて

宮の森小の実践から明らかになった成果や改善点を受け、大倉山小の実践では以下のような改善を試みた。

(1) 構造変換が必要な場面を生む場面

子どもが食塩析出に対する問題意識を強くもつことができるように実験の条件設定を変更するように考えた。食塩析出の場面では、加熱による蒸発ではなく自然蒸発を取り入れる。60℃まで温度を上げて溶けたはずの食塩が、数日後、析出している事象と出合わせることで、その要因について「温度が下がったから」と既習をもとに考えていくのである。しかし、その見通しをもとに温度を上げて、析出した食塩が溶けない事象と出会い、「溶かしたいけど、どうしてもうまくいかない」という意識が生まれてくると考えた。その結果、食塩析出の要因について「水の温度」から「水の量」へと、子どもの見方や考え方が変わり、「ものによってとけ方が違う」という考え方に更新されるのである。また、自然蒸発を扱うことにより、沸騰による水の状態変化（泡や湯気）に目を向ける必要がなくなり、単純で既習と結び付けやすい問題解決となると考えた。

見方や考え方の構造変換が必要な問題場面の設定と、子どもにとって単純な問題を取り上げることで、「ものによってとけ方が違う」という見方や考え方を強く意識することができるのである。



(文責 宮の森小 三田村 剛)

3. 本実践を通して見えた子どもの姿

子どもが見方や考え方の構造変換をしていくためには、それまでにもっていた見方や考え方を大きく揺り動かしたり、崩したりしていくような、事象との出会いが必要である。

本研究では、子どもの見方や考え方の構造変換を図り、見方や考え方を更新していくことを考えてきた。しかし宮の森小学校の実践で、「子どもの見方や考え方に構造変換が生まれたのか」と問われると、難しいものがあつたといわざるをえない。その原因は、子どもの中にどうしても説明出来ない状況が生まれなかったことである。

実験前には「ミョウバンで同じように温めたらとける」と考えていた子どもも多く見られた。しかし、ピーカーの中にある溶け残りの食塩の量が多く、温めた結果食塩が増えたのか減ったのかが見取りづらかった。そのため、「温めるほどに食塩が出てくる、へんだぞ!」という「あれっ」が際だたなかったのである。

温度で説明しようとしてもどうにもならない状況に陥って、ようやく子どもは見方や考え方を大きく変化させなくてはいけなくなる。宮の森小学校の実践では、そのような状況に子どもを追い込むことができなかつたといえる。確かに、子どもは水の量が減ったことを問題としていた。しかし、それは蒸発量の多さが目に見える形であつたことの表れであつて、「食塩の溶け方が温度の変化に依存する」という見方から「食塩の溶け方はほんのわずかな水の量の変化に依存する」という見方への構造変換とはなつていなかつたのである。

そのような反省をふまえて行つた大倉山小学校の実践では、子どもが見方や考え方の構造変換をはかる姿が見られた。前時に溶けていたミョウバンがまた析出したことから、子どもは「温めるとまた溶けるはず」という見通しのもと加熱していった。しかし、温めるほどに食塩が出てくる状況を目の当たりにして、子どもは「食塩もミョウバンとの同じように温度に依存した溶け方をする」という見方を変更せざるをえなくなつたのである。そのような中で、「ほんのちよつとの蒸発なんだけど」と水量の変化をシャープにとらえ見方や考え方を構造変換させていく姿が見られた。

二つの実践を通して、5年生が見方や考え方を大きく変えていくためには、子どもが元々もつていた見方や考え方ではうまく説明することができない事象と出会うことが必要であること、の二点がはっきりしてきた。

見方や考え方を大きく揺り動かされることで、子どもは事象をよりシャープに見つめ、その小さな変化と既習をつなぎ合わせながら、新たな見方や考え方をつくっていく。

「食塩の溶け方は温度の変化に依存する」という見方を変更せざるをえなくなつた子どもは、事象にもう一度戻っていく姿が見られた。温度以外に変化した要因を探しはじめたのである。そんな中、「加熱するほど食塩が出てくるのは水が蒸発したのでは」という見方が出てきた。事象をシャープに見つめ、わずかな湯気を見つけたのである。そのような発見と4年生での既習をつなげて考えた子どもは、「この前の実験から週末を挟んだから水が蒸発した」「60度であつても、少しずつ蒸発していく」と、どんどん水量の変化に目を向けていった。事象の変化と4年生での既習をつなぎはじめたのである。

そんな中、子どもが根拠として取り上げだしたのが一次でつくつた水量の変化と食塩の溶ける量の変化のグラフである。「10mlの水に3gとけるなら、1mlで…」「出てきた食塩は、0.1g位だから、蒸発した水の量は…」とグラフを根拠としながら、新しくつくり始めた見方や考え方を補強していく姿が見られた。一次での既習と、事象の変化をつないでいったのである。

本研究を通して、子どもが見方や考え方を更新していく時には事象の変化を見つめるだけでなく、その変化とそれまでの経験や既習をつなぎ合わせて、新たな見方や考え方をつくっていくことがはっきりとした。

(文責 附属札幌小 佐野恭敏)



V 研究の成果

1. 見方や考え方の本質を揺さぶる事象との出会い

子どもが見方や考え方を更新していくためには、元々もっていた見方や考え方の本質を大きく揺さぶったり、崩したりしていくような、事象との出会いが必要である

宮の森小学校、大倉山小学校の二つの実践を通して、子どもが見方や考え方を構造変換していくためには、どのような事象を見るのが大切であることがはっきりした。それまでの見方や考え方ではどうしても説明できない事象に出会うことによって初めて、子どもは自らの見方や考え方を構造変換しようとしていく。

しかし、宮の森小学校の実践では、子どもが構造変換に向かう姿を浮き彫りにすることはできなかった。事象を通して、子どもは温度という要因を自らの見方や考え方から取り去る必要を感じなかったのである。その事象によって子どもの見方や考え方の本質が揺り動かされなければ、子どもは構造変換に向かわない。子どもが自らの見方や考え方を更新していくためには、教師が子どもの見方や考え方の本質をしっかりとつかみ、そこを揺さぶる事象を与えることが非常に大切であることが明らかになった。

2. 事象をシャープに見つめ、変化の要因と既習とをつなぐ

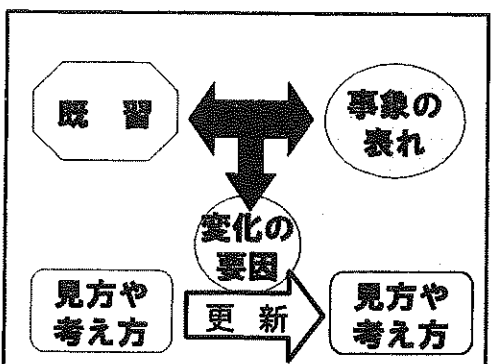
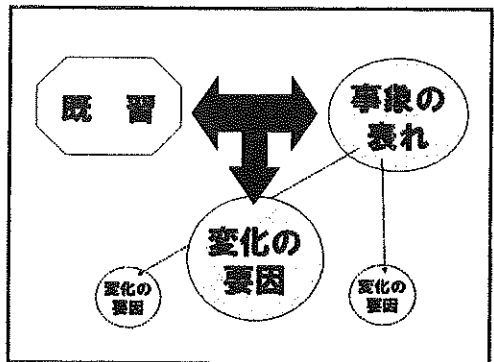
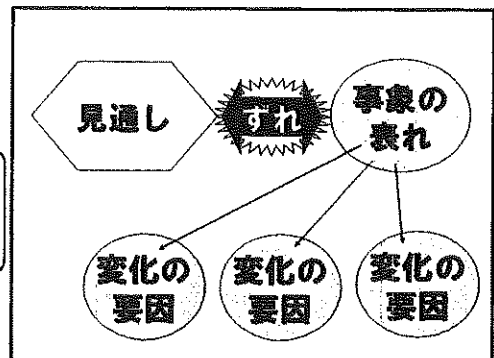
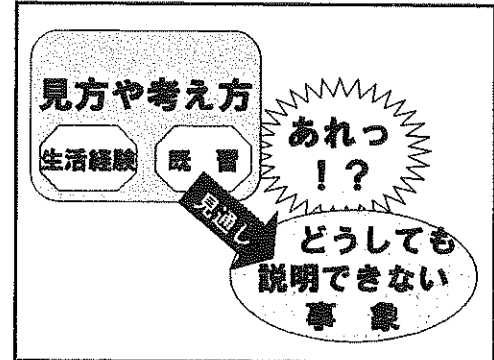
事象をシャープに見つめ、関係する変化の要因を明らかにし、既習と結びつけることで、新たな見方や考え方をつくる

子どもは、それまでもっていた見方や考え方では上手く説明できない事象に出会うと、まず事象をもう一度見つめる。自分の見方や考え方ではうまくいかない部分を明らかにし、他に変化している要因がないかを探っていくのである。当然、事象をただ漠然と見るのではなく、シャープに見つめていく様子が見られる。そのように事象を見つめていくことによって、実際に事象の変化に関係している要因を明らかにすることができる。

変化の要因を明らかにし、それまでに学習したものと結びつけていくことで、子どもは見方や考え方をつくり始める。既習を新たな見方や考え方の根拠としていくのである。本研究では、水の量や温度と食塩やミョウバンの溶ける量との変化を表したグラフであった。グラフを根拠として、見方や考え方を深めたのである。

既習を根拠とするために、本研究では単元の様々な場面でグラフを作り、読み取るようにしてきた。このような単元での学習活動によって、子どもの新たな見方や考え方と既習とをつないだのである。子どもは、事象やその変化の要因と既習とを自然につないでいくわけではない。教師がレディネスをしっかりと把握すると共に、その単元の中で見方や考え方の根拠となりうるものを積み上げる必要がある。それにより、事象やその変化の要因と既習とをつなぎ、子どもの見方や考え方を更新する学習を構成できるのである。

見方や考え方の更新への道筋



(文責 附属札幌小 佐野 恭敏)

VI 分科会より

【参会者からのご意見】

- ・構造変換について、子どもがものをしっかりと見て、今までの考えでは説明できないときにおこると、構造変換が起きるとある。しかし、不都合なことが増え、たまってきて、友達の意見を聞いて「どうなのだろう」と考えて、はじめて構造変換がおこるのではないかと考える。
- ・構造変換に向かうためには、子どもがどのように必然性を感じて実験するのかを明らかにする必要がある。
- ・構造変換をさせるために、子どもを誘導しているように感じられる。食塩とミョウバンの違いを際立たせるのであれば、両方が見えるように扱うと、もっとよく子どもが分かるのではないか。意図的に混乱をおこさせてはいないだろうか。1次で、食塩は、溶け残りを1滴や2滴で溶かすことができるので溶け方の違いはよく分かるはず。食塩とミョウバンの違いであれば、違いは1次でも見られる。
- ・構造変換は、限度と水量と温度の関係だと思うが、ミョウバンでは、温度と溶けられる限度について追究してきた。2次では、水の量がほんの少し変わっただけで変わるということを追突させた。構造変換の場面はいろいろとあるが、今回の実践では、何がどのように変わっていったのかが見えにくい。

【助言者（佐藤校長先生、陶山校長先生、和田指導主事）から】

<教材について>

- ・「ものの溶け方」では、温度と水の量、物質の違いの3つを追突していかなければならない。グラフの横軸や縦軸を何にするかが大事。それによって、何が見えるようになるのかを考えていくことが必要。グラフで見えないものを見るようにしていくことが大事。溶解度の曲線と、食塩やミョウバンの溶ける量のグラフから比較しても、違いが明らかになるのではないか。
- ・水量と温度を混同して扱うのは、よくない。宮の森小の実践では変化の要因が多くあり、複雑になっていた。泡の発生、析出など一度にいろいろな要素が出てきた。子どもが見とれるように、条件制御できるようにしなければ、子どもが問題を解決できない。まず、ミョウバンで見てから食塩を扱うというシンプルな流し方もある。
- ・保存性をしっかりと押さえるべきである。透明に見えても、水よりも重いことを納得する必要がある。重さは同じではないことを見られるようにしたい。天秤を用いるなりして、実感させる必要がある。1年経った6年生の多くが保存性に対する実感がなく、この見方を変えることも構造変換ではないか。

<構造変換について>

- ・子どもに切実感があればあるほどよいが、手が届かないところでは解決できない。子どもにどのくらいの知識があつて、どのくらいの概念があるのかを考えて学習を構築していかなければならない。
- ・子どもはだんだんと分かっていく。ミョウバンの温度と溶ける量を見ていったが、同時にやっても、物質の比較が容易にできる。食塩とミョウバンとを比較していくと、構造変換はどうなるのだろうか。単元の後半で、同じような白い粉でもずいぶん溶け方が違うことを捉えることが大事。水の量で、温度で溶け方が大きく変わることを実感することが構造変換につながる。

VII 研究のまとめ

研究を通して、子どもが見方や考え方を更新していくためには、実験の条件を精査し違いを際立たせることが大事であることがわかった。本実践では溶かす食塩の量をわずか1g変更することでほとんど溶け残らない状況を生み、加熱によって析出したことに強い問題を生むことができた。また、わずかな変化に着目させることの重要性も明らかになった。本実践では100℃まで加熱した際には沸騰を伴った激しい蒸発が行われていた。60度までの緩やかな加熱にすることで、ほんのわずかな蒸発によっても析出してくる食塩の溶け方を浮かび上がらせることができた。

研究をスタートした際には、構造変換の場面で子どもは見方や考え方を更新していくものと考えていた。しかし、研究を通して子どもは等価変換や構造変換を繰り返しながら見方や考え方を広げたり深めたりして更新していくことが明らかになってきた。本実践では、本時場面での構造変換に焦点を当て研究を深めてきたが、単元全体を通して子どもが見方や考え方をどのように更新していくのかを、一層明らかにしていく必要がある。

（文責 附属札幌小 佐野 恭敏）

子どもの見方や考え方が深まり、普遍の価値に結びつく教師の役割 ～6年「水よう液の性質」の実践を通して～

共同研究者 ○小野 純一（手稲中央小） 越野 宗文（星置東小）
高島 護（前田中央小） 川北 俊哉（稲積小）

I 研究の仮説

「知」をつくるとは、子どもが問題解決の過程で見いだした問題に対して、自らの素朴な見方や考え方を科学的な価値のある見方や考え方に変容させていくことである。そこで、科学的な価値のある見方や考え方を普遍の価値と定義して考えてみた。普遍の価値に結び付くためには次のことが大切である。

- 見通しをしっかりとめた問題解決
- 自己との対話（主観的）
- 他者とのかかわり（客観的）
- 普遍の価値が生まれる教師の役割

子どもは問題解決の過程を通して、「事象とのかかわり」「自己との対話」を繰り返しながら、素朴概念から生まれた見方や考え方をもとに見通しを立て、自分の論理をつくりあげていくものである。

この過程で、子どもは自分の見通しに確信を得たり、見直しをかけたりしながら、より科学的な見方や考え方に迫り、普遍の価値に近づいていく。しかし、個々が得た子どもの見方や考え方は、一人一人のもの、またはグループなどの少人数でのものであって、客観的なものには成り得ていない。このときに、他の子どもの見方や考え方、つまり上記でいう「他者とのかかわり」が必要不可欠になってくるのである。

お互いに考えを出し合い、共通点やわずかな違いにも目を向けその差違点を明らかにしながら、科学的な見方や考え方が生まれてくるのである。

子どもが「知」をつくるためには、一人一人の子どもがしっかりと見通しをもって問題解決に向かい、自分なりの見方や考え方（主観）をもとに、他とのかかわり、すなわち学び合いによって客観的な見方や考え方へと導いていくことが大切である。

主観的な見方や考え方が、客観的な見方や考え方に変容し、さらには普遍の価値に結びつくために教師の役割として大切にしていかなければならないことを探ることとした。

研究仮説

子どものわかり方を探り、見通しをはっきりとをもって学習を進めていくことができる単元を構成することで主体的な問題解決を行うことができる。学び合いから生まれる客観的な見方や考え方に対する教師の役割を明確にすることが新たな科学的な見方や考え方を生み出し普遍の価値に結びつく。

ポイントになる学び合いでの子どもの発言は何なのかということに焦点を当て、そこでの教師の役割を明確にしていくことが本研究の核になるところである。

初めの素朴な見方や考え方が、繰り返し活動することで主観的なものになり、他者とのかかわりで客観的なものに変容していく。その過程においてどんな教師の役割がより普遍的な価値のものに結びついていくのかを目的とし、本研究において明らかにしていきたい。

II 研究の方法

1. 子どもが「知」をつくる過程と教材化

(1) 見通しをしっかりとめる単元構成

「見通し」を意識した活動を行うことで、結果と予想や仮説を比較検討し、結論を導くことができる。自分の学びの変容を自覚するためには、見通す力が必要である。見通しを大切にしたい個の問題解決が主体的に行われてこそ、他者とのかかわり合いが有効に機能し、それによって子どもの考えはより普遍の価値につながっていくのである。

では、子どもが「見通しをもつ」とは実際にどのような姿なのか。そのことを具体的な子どものわかり方を想定し、単元を構成していくのである。

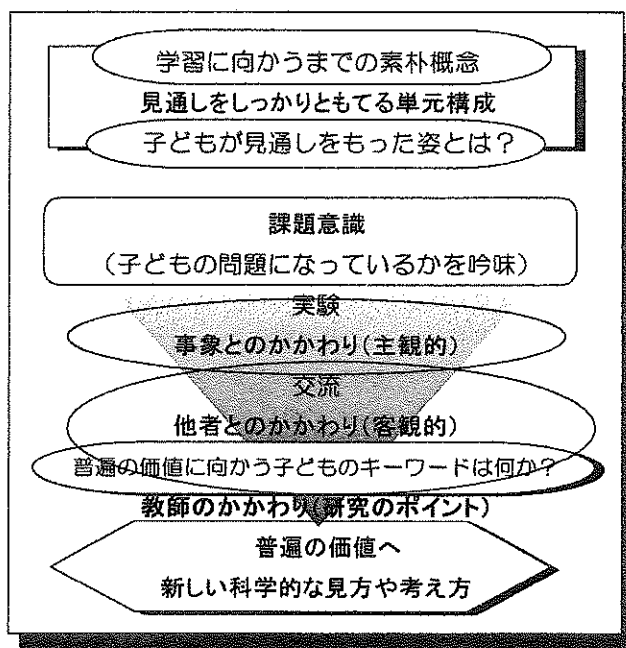
2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

(1) 学び合いでの子どものキーワードの想定

本研究の核になる部分は教師の役割である。学び合いにおける科学的な価値のある子どものキーワードの想定を行うことで、見方や考え方の変容の具体的に、教師の役割の在り方を探っていく。

発言の分類を以下のような括りで考えていくことにした。一つが自分の考えや見取った事実についてを中心に主張したり、内容的にも変化が見られない発言。もう一つが相手の考えを受けて、考えを変容させている発言である。このような観点で子どもの発言を分類していく。

普遍の価値に結びつく子どものキーワードは、後者に表れやすいと考えるが、単元構成上で科学的な価値へと向かっていく子どものキーワードを具体的に洗い出し、そこでの教師のかかわり方を想定し、その変化を調べていく。教師の役割については、直接的支援だけではなく、間接的支援として、板書構成からも迫っていく。



(2) 机間指導での教師の役割

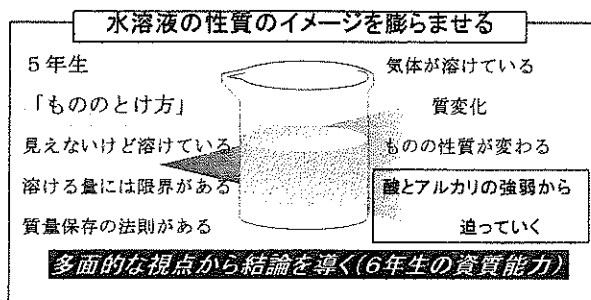
子どもの見方や考え方を問う教師の役割を意識したいことから、巡視ではなく指導と押さえる。

机間指導でのどのようなかかわりをするによって事象へのかかわり方が変わるのか。子どもの見方や考え方がどう変容していくのか。学び合いは、子どもが事象にはたらきかけるその段階始まる。机間指導における教師の効果的な役割についても探っていく。

Ⅲ 研究の内容

1. 単元について

本単元では、指導要領に記載されている指導内容を扱っていく過程で、生活との関連性を図りながら、身の回りにある水溶液を見つめ直し、水溶液に対する見方や考え方を広げていきたいと考える。



本単元の学習に入る前に子どもはどのような素朴概念をもっているのか調査をしてみた。その結果、5年生で学習した食塩水が強く記憶として残っている。また、子どもから出された水溶液のほとんどが、固体が溶けている水溶液であることがわかった。日常生活においては、酸性雨の問題、洗剤を混ぜると危険であるということなど、水溶液の性質の一部を知っていて、酸性、中性、アルカリ性という言葉で 70% 以上の子どもが知っていることがわかった。

これらの経験を引き出し、酸性とアルカリ性の強弱を意識した単元構成をすることで、水溶液の変化や水溶液によって起こる変化に目を向けながら、変化をとらえる見方を養っていくのである。

指示薬や指示紙の呈色の違いから酸性とアルカリ性の強弱に気付いたり、水にものを溶かした時の変化を見たりすることで、見た目にはわからない水溶液の性質に目を向けていくことができると考える。

2. 単元の目標

総 いろいろな水溶液を使い、その性質や金属を変化させる様子をその要因と関係付けながら調べ、水溶液のはたらきについての見方や考え方をもつようにする。

関 身の回りにある水溶液やこれまで学習で使ったことのある水溶液の性質やはたらきをもとに、金属を加えたりして、いろいろな水溶液の性質やはたらきを調べようとする。

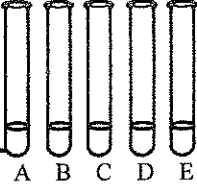

科 水溶液の性質を指示薬で調べたり、水溶液に金属を加えたりして変化を調べ、物の性質とその変化について推論することができる。

実 水溶液の性質や変化の様子を感覚を生かしたり、リトマス紙などの指示薬を使ったり、金属を入れたりして、多面的に働きかけながら調べることができる。

知 水溶液には、酸性、アルカリ性、中性のもの、気体が溶けているもの、金属を変化させるものがあることを理解している。

(文責 手稲中央小 小野 純一)

3. 単元の全体指導計画（15時間）

活動の広がり と 深まり	留意点
<p>【第1次 水溶液にとけているもの(7)】</p> <p>◇5つの水溶液には何がとけているのかな。</p> <p>どれも透明だね。Bは泡が出てるよ。 どれからか嗅いだことのないにおいがするよ。</p>  <p>5種類の水溶液を見分けるには、どうしたらよいだろうか？</p> <p>もっとよく見れば見た目(色)でわかるかも。 においを嗅げばわかるかも。 蒸発させて残ったものを観察すればわかるかも。</p> <p>Bの泡はよくわかる。サイダーでは？残りは見分けがつかないよ。 AとEから嗅いだことのないにおいがした。残りは無臭だ。 Cから白い粒が出た。粒が正方形だ。Dも出たけど、何かはわからないよ。</p> <p>これらを総合的に判断すると・・・</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Cが食塩水なのははっきりしたね。 ・Bは蒸発させて何も残らなかったからサイダーではなく炭酸水だ。じゃあ何がとけていたのかな？泡だから気体？ ・Dから出た白い粉はなんだろう。この白い粉の正体がわかれば。 ・AとEからは何も出てこなかったけど、刺激臭がした。きっと何かとけているはずだ。目に見えないもの？気体かな？ ・これ以上、見分けるための方法はないよ。先生助けて！ ・この5種類の水溶液は、塩酸、炭酸水、食塩水、石灰水、アンモニア水のどれからしいぞ。ということはBが炭酸水、Cが食塩水だね。 ・石灰水は刺激臭はしなかった。ということはDが石灰水だ。 ・残りはAとEだね。両方とも何かとけているはずだ。なにか他に調べる方法はないかな。 ・紫キャベツを煮詰めた液を使うと、水溶液の性質がわかるらしいぞ。 ・5種類の水溶液に紫キャベツの液を入れてみよう。色が変わったよ。 ・5種類の水溶液のうちC以外が、紫から違う色に変わった。色の変り方で、性質がわかるんだ。ということはAは塩酸、Eはアンモニア水だね。 ・弱い酸性、弱いアルカリ性もわかるよ。それぞれ炭酸水、石灰水がそうだ。この方法でなら5種類すぐに見分けがつくね。 <p>二酸化炭素を入れてみたら白く濁った。</p> <p>酸性 ← 赤 → 弱酸性 A B C D E ← 紫 → 弱アルカリ性 → 強アルカリ性</p>	<p>◆5種類の水溶液を見分ける活動を通して、それぞれに異なった性質があること、とけているものは気体の場合もあることをとらえる。</p> <p>○導入では、5種類の水溶液の名前は提示しない。</p> <p>㊦水溶液には有害なものもあり、その取り扱い方について指導する。</p> <p>○見た目やにおい、指示薬や指示紙の呈色、蒸発乾固などの実験を通し、それぞれの水溶液に対する見方や考え方が、つくられていくように進めていく。</p> <p>○いろいろな結果を総合して判断できるような、交流の場を組織する。</p> <p>○ここで5種類の水溶液の名前を明らかにする。</p> <p>○判断するための新たな指標として、紫キャベツの液を提示する。</p> <p>○弱い、強いという言葉も含めた水溶液の性質を意識させていく。</p>
<p>水溶液のはたらきや性質に着目して調べると、見分けることができるんだ。</p> <p>◇炭酸水と塩酸、アンモニア水は何がとけていたのかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炭酸水から泡が出ていたから、きっと何かの気体がとけているのではないかな。 <p>炭酸水には何がとけているのだろうか。</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・泡の気体が何かかわれば・・・どうしたらいいかな。 <p>石灰水の変化でわかる 二酸化炭素 火の燃え方でわかる酸素 二酸化炭素、窒素 気体検知管でわかる 酸素、二酸化炭素</p>	<p>○炭酸水から何も出てこなかった事実と、水とは明らかに見た目や性質が違うことから「何がとけているはず」という問題意識をもたせていく。</p> <p>○既習から調べる方法を考えさせ、見直しをもたせていく。</p>

石灰水が白く濁ったよ。
二酸化炭素だ。炭酸水に
直接入れても濁ったよ。

割りばしの火がすぐ消え
たよ。酸素ではないな。
二酸化炭素か窒素だ。

二酸化炭素の気体検
知管がすごく反応
した。

すべての結果からいえることは

- ・二酸化炭素ということははっきりしたけど・・・
- ・この二酸化炭素がとけていたということのかな。気体がとけるなんて。
- ・泡が出なくなった炭酸水や二酸化炭素を溶かした水を調べてみればよいよ。

石灰水を入れて白く濁れば

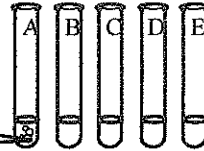
紫キャベツの液が薄赤になれば

炭酸水の特徴と同じだった。

炭酸水には二酸化炭素がとけているんだ。

【第2次 水溶液と金属(8)】

- ・強い酸性の塩酸や強いアルカリ性のアンモニア水にはそれぞれ塩化水素、アンモニアという気体がとけているんだ。
- ◇酸性雨は金属をとかすって聞いたことがある。強い酸性の塩酸も金属をとかすのかな。ほかの水溶液にもそんなはたらきがあるかも。
- ・5つの水溶液に金属をとかして観察してみよう。



Aの塩酸の金属からだけ泡がでているよ。
だんだん小さく・・・とけているみたいだ。

塩酸にとけた金属はどうなったのだろうか。

見えなくなったけどだよ。
食塩をとかしたときと同じことだよ。

泡がたくさん出ていたから金属が泡になって出ていったんだよ。

試験管が熱くなっていたから違うものに変化したかも。

- 蒸発させたら、また金属が出てくるはず。
- 蒸発させたら、何も出てこないはず。
- 蒸発させたら、違うものが出てくるはず。

蒸発させたら、何か黄色っぽい粉が残ったよ。
これが金属？



- ・金属ではなさそうな感じがするけど。
- ・無くなってはいないから、泡は金属のもとではないということだ。
- ・この黄色い粉は何だろう。

もとの金属の性質があるか調べればよいよ。

もう一度塩酸にとかしてみればよいよ。

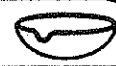
水にとかしてみればよいよ。

磁石にもつかないし、電氣も通さないよ。

塩酸にはとけたけど、泡が出なかったよ。

全部水にとけてしまったよ。

- ・とかす前の金属とは違うものになっている。
- ・食塩を水にとかしたときとは違うんだ。



塩酸のはたらきによって、金属は違う性質のものに変化したんだ。

- ◇ほかの水溶液にも金属をとかすものがあるのかな？
- ・弱酸性の〇〇ってきいたことがある。身の回りの水溶液の性質を調べてみよう。
- ・他にも金属をとかす水溶液があるか調べてみよう。

○結果から判断できるような、交流の場を組織する。

○泡が出なくなった炭酸水や水に二酸化炭素を入れたもの調べることではっきりさせていく。

◆金属を水溶液に入れたときの様子を観察することで、水溶液には金属をとかすものがあること、食塩が水にとけることとは異なることをとらえる。

○塩酸に入れた金属の変化に着目させ、その金属ははどうなったのかについて考えさせていく。

○既習や知識からいろいろな子どもの見方や考え方を引き出す。

☑塩酸の扱いや蒸発させるときの注意点について指導する。

○でてきたものが何なのかについて考えていく。

○もとの金属と同じであるならば、という考え方を大切にし、調べる方法を考えさせていく。

○出てきたものの名称にはこだわらず、塩酸のはたらきを中心にまとめていく。

○塩酸＝強い酸性ということから、身の回りにある酸性のもののはたらきについて考えていく。

IV 子どもの活動の実際


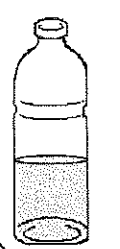
1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 泡の出なくなった炭酸水と、水に二酸化炭素をとかした水溶液の性質を調べる活動を通して、二酸化炭素は水にとけるということへの気づきから気体が水にとけることができるという見方や考え方をもちとけることができる。

・泡が出なくなった炭酸水や二酸化炭素を溶かした水溶液をこれまで調べてきた方法を生かして、性質を調べることができる。
(科学的な思考)

(2) 学習の展開 (7/15)

おもな学習活動	留意点
<p>(前時まで) 蒸発させても何も残らなかった炭酸水の泡を集めて調べると二酸化炭素だということがわかった。出てきた気体は二酸化炭素だが、「二酸化炭素(気体)が水にとける」という実感までには子どもの見方や考え方は至っていない。</p> <p style="text-align: center;">炭酸水の泡は二酸化炭素だった</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 15px; padding: 5px;">でも、二酸化炭素がとけてるってことなのかな。</div> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 15px; padding: 5px;">水に二酸化炭素をとかせば炭酸水になるのかな。</div> <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 15px; padding: 5px;">気体が水にとけるなんて…</div> </div> <div style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px; margin: 10px 0;">二酸化炭素は水にとけていたのだろうか。</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;">泡が出なくなった炭酸水にも二酸化炭素がとけていることが証明できれば。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;">二酸化炭素を水にとかしてみて、とけたことが証明できれば。</div> </div> <p style="text-align: center;">泡が出なくなった炭酸水や二酸化炭素を水にとかした水を調べてみれば…</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; text-align: center; padding: 5px; margin: 10px 0;">二酸化炭素が水にとけていたといえるか確かめる活動</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">泡の出なくなった炭酸水を調べる</p>  <ul style="list-style-type: none"> ○石灰水を入れたら一瞬だけど白く濁った。 ○ムラサキキャベツの液を入れたら酸性だ。 </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: 45%;"> <p style="text-align: center;">二酸化炭素を水にとかす</p>  <ul style="list-style-type: none"> ○ペットボトルがへこんだ。 ○ムラサキキャベツの液を入れたら酸性だ。 </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・最初に調べた炭酸水みたいに泡は出ていないけど、二酸化炭素はとけているはず。 ・きっと、とけてはいるけれど少ししか変化しないから弱い酸性なんだ。 ・酸性になっているから、二酸化炭素はとけてるっていいよ。 ・最初の炭酸水にはすごい量の二酸化炭素がとけているんだ。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;">少しだけ二酸化炭素がとけている</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;">弱いけど炭酸水ができた</div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; text-align: center; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>炭酸水には二酸化炭素がとけていたんだね。</p> <p>気体って水にとけるんだ。</p> </div>	<p>○炭酸水から出ている気体が二酸化炭素であるという事実から、泡の出なくなった炭酸水には二酸化炭素が含まれているのだろうか、また、逆に二酸化炭素を水にとかすことはできるのだろうかという見通しをもって本時を迎えられるようにする。</p> <p>○これまで経験してきた水溶液を調べる方法を生かして多面的な追究方法で実験を進めていけるようにかかわる。</p> <p>○二酸化炭素をとかした水溶液のわずかな変化に目を向け、そこから判断していけるようにする。</p> <p style="text-align: center;">研究のポイント</p> <p>○「少しだけ変化した」「弱い酸性」という子ども言葉をキーワードとし、酸性の強弱を判断する見方や考え方を引き出しながら、気体は水にとけるという価値に結びつけていく。</p> <p>○泡の出なくなった炭酸水にも二酸化炭素が含まれていることと、二酸化炭素が水にとけるという両面から気体が水にとけるということをとらえていけるようにする。</p>

(文責 前田中央小 高島 護)

2. 星置東小学校の実践

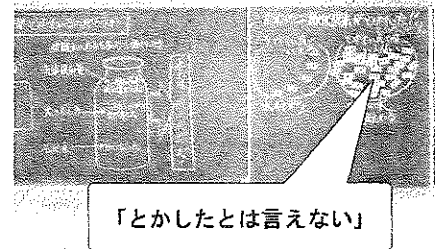
(1) 「見通し」を大切にしたい単元構成

見通しをもつことは、自らの予想や仮説と表れた実験・観察結果を比較検討し、結論を導く上でとても重要と考える。本単元を進めていくにあたり、既習事項が「見通し」として表れてくるような展開を意識した。

まだ何がとけているのかわからない A ~ E の水溶液を見分けようとする段階で、子どもたちは5年生「物のとけ方」での学習や生活経験から、見た目・におい・蒸発乾固という方法で多面的に水溶液にかかわっていた。そこでは「においでは分からなかったから、蒸発させてみて、残った物を調べれば何かわかるはずだ」というように、活動に見通しをもち、結果を総合的に判断しようとする姿が多く見られた。また本実践では、子どもたちの実験方法に限界が来た段階で、5種類の水溶液の名前を教え、初めて紫キャベツを煮詰めた液体を提示した。紫キャベツの液のよさは、単なる酸性・アルカリ性が分かるだけでなく、その強弱までわかることである。提示した5種類の水溶液はそれぞれ強弱の性質もあるので、紫キャベツによって色が変わり、5種類の水溶液をすぐに判別していった。また、子どもたちの身近な生活の中でも『弱酸性の〇〇』『強い酸が効く』などという言葉がよく聞かれる。この時から、子供たちは弱酸性は炭酸水、炭酸水は飲めるもの（体には影響なし）という考え方ももつようになってきた。

炭酸水の泡が二酸化炭素であることが判明したとき、学級の大半の子どもが「とけているとは言えない」という見方を示した。その大半の子どもたちは「泡として見えていること」とを付けていないと判断したようである。

だが、もう一方で「とけていると言える」という見方を示した子どももいた。「泡は始めから見えない」「酸素水って売っていたから、気体だってとける」「蒸発して見えなかったことが何よりの証拠」などという大きな根拠をからである。ここで子どもたちは「泡が出なく（見えなく）なった炭酸水の中に二酸化炭素があればとけていると言える」「水に二酸化炭素をどかして炭酸水の特徴（弱酸性）が表れればとけるとも言える」という大きな2つの「見通し」をもち、紫キャベツをと石灰水を用いた実験に取り組んでいった。紫キャベツは子どもたちにとって、炭酸水を確定する上で大変有効な手段になっていったのである。



(2) 「気体が水にとける（とけている）」という普遍の価値を生むきっかけは・・・

炭酸水の泡が二酸化炭素であることが判明しても、学級の子どもたちは、ほとんどの子が「とけているとは言えない」という見方や考え方を示した。つまり子どもにとって、二酸化炭素（気体）が水にとけるというイメージは持ちにくいことであることがわかった。そこで、自分たちで二酸化炭素をとかすことができて初めて『とがせる＝とけている』という新しい見方や考え方が出来るようになるのだろうかと考え、ペットボトルに入れた水に二酸化炭素をとかす活動をしていった。そこでは、混ぜているうちにペットボトルがへこむ現象が起きる。この「ペットボトルがへこむ」という事実こそが、まさに体感で二酸化炭素をとかしている実感できる一つの瞬間と言える。子どもたちの中にはこの段階で「二酸化炭素がとけた」と判断している子も多かった。しかし、別では「二酸化炭素をとかせば、炭酸水の特徴（弱酸性）である紫キャベツの液が薄いピンク色になることを確かめないと、納得しない子どもも多かった。薄いピンクを示した瞬間、子どもたちの中にしつかりと「気体が水にとける（とけている）」という普遍の価値が生まれていったと考える。

また、泡の出なくなった炭酸水を紫キャベツの液で調べても、同じように薄いピンク色を示したことで「炭酸水で、しかも泡が出ているときと同じような濃さのピンク色だ」ということから、水の中の気体の存在をあらためて実感していった。

想定とは違い、子どもたちの中に「弱いけど酸性だ」という言葉を用いる子はいなかった。むしろ、気が抜けて中性になったと思われた炭酸水が、弱酸性、つまり炭酸水の性質をしつかりと示していたことに驚いていた子も見られた。

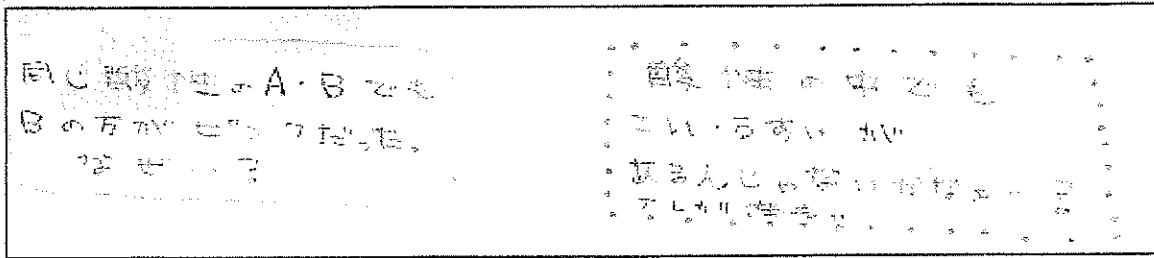
(文責 星置東小 越野 宗文)



3. 前田中央小学校の実践

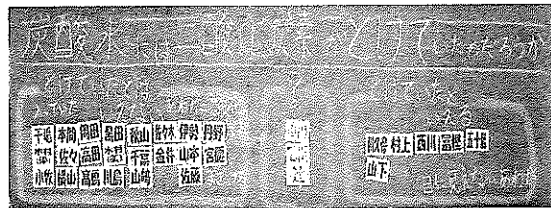
(1) ムラサキキャベツの教材化

5種類の水溶液を既習を生かし調べてきた中で、子どもたちは、「蒸発させても何も出てこない水溶液には何が溶けているのか。」という大きな問題と出会った。ここで、水溶液には、「固体以外のものがとけているものもあるのかもしれない」「炭酸水の泡を手がかりに気体がとけているのかもしれない」という見通しをもつことができた。また、この段階で5種類の水溶液の名前を示し、さらに、ムラサキキャベツの液を提示した。それを利用し子どもたちは、水溶液には酸・アルカリという性質があり、また、ムラサキキャベツの液の色の変化から、酸・アルカリの性質には強弱があるということを実感した。このことが水溶液の性質に対する理解を深め、実験に向かう子どもの見通しをも深めていったと考える。

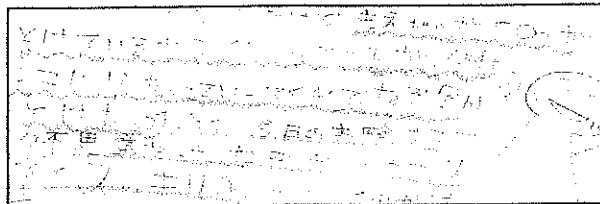
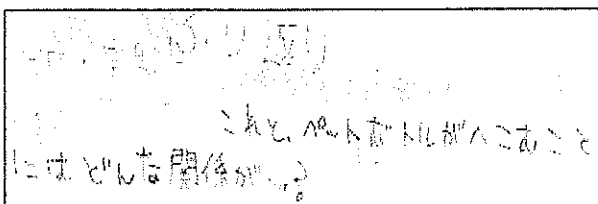


(2) 気体が水に溶けたという実感

前時の学びで、炭酸水の泡は二酸化炭素であることはわかったが、「二酸化炭素が水にとけているのか」という問いには3分の2以上の子どもが溶けているとはいえないと考えていた。「気体がとけるなんて」「泡が出なくなった炭酸水はただの水だと思う」と考えている子どもが多かった。この結果は星置東小学校での子どもの表れと同じである。



本時では、泡の出なくなった炭酸水を調べる活動と、二酸化炭素を水にとかす活動を行った。多くの子どもは、泡の出なくなった炭酸水を、ただの水と考えていたが、石灰水が濁り、ムラサキキャベツ液が弱い酸性を示すことから「まだ、二酸化炭素があるんだ。」と気付くことができた。一方、二酸化炭素を水にとかす活動では、ペットボトルがへこんだ事実には驚きながらも、多くの子どもはそのことを「二酸化炭素が水にとけた。」ととらえるには至らなかった。このことの最大の要因は、2つの実験を同時に扱ったことで、実験の結果を分析する時間を、十分に確保することができなかつたことととらえている。本時を並列に扱い、そこから総合的に判断させることをねらったが、子どものわかり方から探っていくと、泡の出なくなった炭酸水にはまだ二酸化炭素がある事象をとらえた上で、ペットボトルがへこんだ事実に向かった方が、気体が水にとけたという実感に結びついたのでは、と考える。しかし、この実践において、他の子どもの発言から、「二酸化炭素が水にとけた。」という見方や考え方の変容が生まれたことは、学び合いの成果といえる。

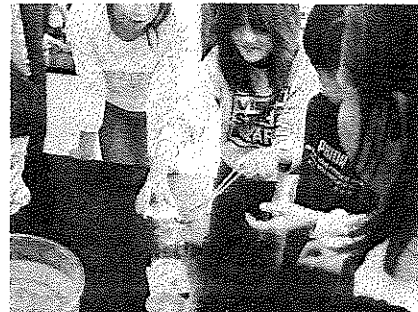


(文責 前田中央小 高島 護)

4. 手稲中央小学校の実践

(1) わかり方を探り、見通しをもって学習を進めていくことができる単元構成

前田中央小学校の実践から見てきた課題として、「子どものわかり方」は既習と結びつくことが大切であることと、「問題意識」は事実に対してもつことが大切であることがわかってきた。このことをもとに、A～Eの水溶液を見分ける活動では、五感から生まれる見た目・におい、5年生の「もののとけ方」での経験を引き出し、蒸発して・冷やしてという方法から水溶液を判別しようとしていた。「こうなれば～ということができる」という見通しを大切に、最初は時間が経って石灰水の表面に白い固体が表れたことから食塩水ではないかという見方が表れた。蒸発乾個から、別のものが立方体の結晶が表れたことから食塩水であるという判断ができ、それに対して最初に食塩水ではと考えていた石灰水から出てきたものは、粒が細かく、グラウンドのライン引きに使っているものに似ているという見方が表れた。結果的にこの判断が二酸化炭素を入れて白く濁ればという見通しを生むきっかけとなった。蒸発しても何も表れなかった3つの水溶液は、見た目においには特徴はあるものの、蒸発しても何も出ないという事実から問題意識は焦点化していった。既習からは判断できないことから、「もともと液体だから出ないのでは」「気体が溶けているのでは」「蒸発しても出ないから固体が溶けているわけではない」と、いう見方や考え方が出てきた。子どもの意識を大切に単元を進めていくことで、既習から判別しようとし、既習を用いても判別できない状況が出てきたときに「蒸発させても何も出ない水溶液には一体何が溶けているのだろう」という問題意識が醸成されていくことがわかってきた。リトマス紙ではなく、ムラサキキャベツを用いたことは、酸性・アルカリ性の強弱をより強く意識することができた。また、リトマス紙では赤色や青色の色の濃さで判別する強弱も、色の違いで一目判断できることは水溶液を見た目で容易に判断できることにつながり、ムラサキキャベツで実験している段階から、生活の中でよく耳にする「弱酸性」や「アルカリイオン」などという言葉を引き張ってくる姿も見られた。炭酸水は反応の瞬間はわずかな色の違いの反応を示すものの時間を置くと明らかな色の違いが表れる。気の抜けた炭酸水でもこのような違いが表れることからムラサキキャベツ液を用いたことは、5種類の水溶液の判別だけでなく、気体が水に溶けていることを確かめる活動にも十分有効であった。



(2) 実験方法を考えることから「気体が水に溶けている」ことを実感

「炭酸水には二酸化炭素が溶けていると言えるのか」についての学び合いでは、これまでの実践の通り「溶けているとはまだ言えない」という判断が半数以上だった。「気体が水に溶ける」という「知」をつくり上げていく過程を大切にすることや、子どものわかり方を大切にという2つの両面から、何が言えれば自分の考えていることがはっきりするのかということをもとに実験方法を考えさせた。二酸化炭素がとけていることを確かめる方法を子ども自身が見つかることは容易ではないことは想定していた。ここでの学び合いで、実験方法に向かうきっかけになったのは、実験方法を出させる教師のかかわりではなく、「二酸化炭素が溶けていることを見極めるには」という子どもの見方や考え方に問いかける教師のかかわりであった。このかかわりにより二酸化炭素と水を合わせてみてその液を調べてみたらという実験方法が見えてきた。ペットボトルで二酸化炭素と水を混ぜ合わせる活動から、「混ぜ合わせたものが炭酸水になっているといえるのか」という見方や考え方が生まれた。また、ペットボトル内の水溶液は泡が出ていないことから、泡を出し切った炭酸水に似ていると考えはじめ、この2つの事象は同じようなことが言えるのではということから、泡を出し切った炭酸水へと子どもの目が向かっていった。

ムラサキキャベツ液の色の変化から、泡は出ていなくてもこの中には二酸化炭素が溶けているという実感に向かったのは、ペットボトルのへこみという事実からではなく、混ぜたものを調べ、二酸化炭素がわずかだけれど溶けていることを判断した時であった。

(文責 手稲中央小 小野 純一)



V 研究の成果

1. 子どもが「知」をつくる過程と教材化

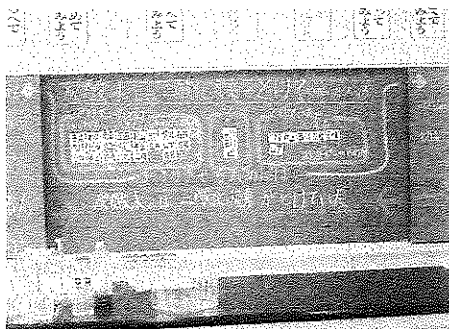
ムラサキキャベツ液を用いたことは、「見通し」をはっきりともって学習を進めていくために有効である。

子どものわかり方を丁寧に探っていくことを基本に考え、今回の研究では、一次の水溶液の判別の段階からムラサキキャベツ液を用いた。リトマス紙では、赤色・青色の濃淡で強弱の違いを判別していたが、炭酸水が弱酸性であるという判別は難しい。ムラサキキャベツ液では酸性とアルカリ性の判別だけでなく、強弱の判別も容易に行うことができた。わずかな酸性を示すものでも紫色からピンク色の変化を示し、変化する瞬間よりも時間を置くと色の違いがよりはっきりすることから、二酸化炭素が水に溶けることを確かめることを判断する決め手になった。炭酸水の泡を出し切った水溶液に二酸化炭素が残っていることを確かめることにも有効である。リトマス紙では、酸性・アルカリ性が弱くなるほど判別が難しくなる。気体が水に溶けるといふ普遍的な価値を生んだのと同時に、強弱の判別から、もとの炭酸水にはたくさんの量の二酸化炭素が溶けていたのだろうという量的な見方をする姿も見られた。



子どものわかり方をもとに単元構成をしていくことは、子どもの既習を生かすことにつながる。

今回の研究では「気体が水に溶ける」場面を、核になる問題場面と押さえて研究を始めた。気体が水に溶けるイメージをしっかりと子ども自身もてることを根底に単元構成をしていった。単にわかり方をもとにすることだけでは「見通し」をはっきりともたせることには弱く、既習をどのように生かすのか、机間指導における教師のかかわり方（判断へのささり方）を明確にしなが改めて実践を行った。既習では判断することができない「蒸発しても何も出てこない」という事実から、問題意識は醸成されることが明らかになった。出てきた二酸化炭素が炭酸水に溶けていたとは言えないと判断する子どもが多いということがどの実践からも言えることができる。（星置東小学校 87%・前田中央小学校 69%・手稲中央小学校 77%というデータが得られた）



2. 「知」をつくるための「学び合い」の組織

活動から生まれる子どもの判断にささり込んでいくことが、普遍的な価値へと向かう教師の役割である。

気体が水に溶けるという価値を子どもが身につける一番のきっかけは、ペットボトルがへこんだという事実と中の水が二酸化炭素が出きった炭酸水と同じような弱い酸性を示しているということであった。この価値を生むために、まだ溶けているとは言えないことから二酸化炭素が溶けていることを確かめる方法を考えるきっかけを生む教師の積極的なかかわりが大切であることが見えてきた。ささり込むキーワードは「弱い酸性」「少しだけ変化した」と想定したが、方法が見えてきたときに、「こうなれば気体が溶けたということが出来る」という方法の先にあるはっきりとした「見通し」が、普遍的な価値に近づくためには、最も有効なことであることがわかった。

本部会では、普遍的な価値を生み出すために、机間指導の段階から、子どもの判断に問いかけていくことを大切にすること、子どものわかり方をより明確にする板書構成についても大切に考えてきた。板書構成を大切に考えることは子どもに見方や考え方を子どもの側も教師の側も整理する上で有効であることが再認識できた。普遍的な価値に結びつくために大切な糸口はいくつか見えてきた。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進めていくための教師の役割という意味では課題も残された。

（文責 手稲中央小 小野 純一）

VI 分科会より

【参会者からのご意見】

- ・子どもの「見通し」は、何かに規定されるものではない。その時間や場によって幅がありうるものである。単元の始まりから終わりまでの間に変容していくものが「見通し」であり、子どもの学びと言える。
- ・本研究の場合、ムラサキキャベツが有効だったというのではなく、「見通し」が何をもとに、どのように変容していき、それらが子どもの中に蓄積されていく過程を把握していかなければいけないのではないか。
- ・授業を考えていくとき、子どもがその場で出会う事象から、新たな考えが生まれるということを大切に考えていかなければならない。AかBのどちらかではなくというCという新たな考えが生まれていくこと、すなわちAとBからどんなことが言えるのかを考えていくことが本当の意味での問題解決の授業と言える。
- ・中性である水の状態がどのようなものであるかということを経験の核にしていく必要がある。水溶液とは水を媒体として介すことで、性質を示していくものである。このことを「溶ける」ということを子どもが探っていく中で理解していかなければならない。また、「溶ける」と「混ざる」ことの違いを考えていくことにも大きな意味をもつことになるのではないか。
- ・本時場面では、最終的にどのような子どもとのやりとりで子どもたちが結論にたどり着いたのかを改めて精査することで、今回の研究や教材の有効性が見えてくるのではないか。
- ・子どもに対する言葉かけやささり込み方は、場面によって何にささり込むのか問うことが変わってくるものである。そのためには、どこまで想定しておくのかということが大切になってくる。一人一人いろいろなタイプの子がいるので、場面によってどのような科学的な見方が必要なのかということを経験した上で子どもにささり込んでいくことが大切である。一人一人が次のステップへ向かっていくかかわりが必要であり、そのための個の見取りがあるかかんがえていかなければならない。これらのことを踏まえた上での集団の機能性を考え、単元構成を考えていかなければならない。

【助言者から（坂井校長先生、三木理科教育センター指導主事）から】

- ・子どもたちが根拠をもって実験をし、対話をしていける授業が今日求められている。授業を通して学んだことを学習後に生活場面で使いたくなったり、ふとした小さいことも調べたりしたくなることが大切である。
- ・子どもが炭酸水に石灰水を入れると白濁することの本質的な意味はなかなかわからないものである。
- ・どうしたら二酸化炭素が溶けたと判断できるのか。泡が出なくなった炭酸水との対照実験では難しいのではないか。炭酸水を加熱していき、水にした状態を子どもが見ていることから判断させていくことが必要。温度が上がると、気体の溶解度は下がるので、炭酸水を温めると水に近づいていく。市販の炭酸水には混ざりものが多いので、加熱する場合は教材について詳しく知っておく必要もある。
- ・本時場面は、ペットボトルがへこんだことを二酸化炭素が溶けたことの証拠として子どもが捉えているかということを経験すると難しい場面である。「溶ける」ことのイメージと「混ざる」ことのイメージが混同しているので、そのことをクリアするために、顕微鏡などの用具を使って調べるなど、「溶ける」ことをさらに詳しく追究していけるような単元構成を考えていかなければならない。
- ・事実から生み出されるものが何かということを経験した上で、授業を構築していくことが大切。「見通しをもつ」ということがどういうことなのかを改めて考え直していくことも必要である。子どもたちが科学的な思考へと向かって変容していく姿を想定しながら、「見通し」をもつ姿を考えていってほしい。

VII 研究のまとめ

本研究では、子どもが「知」をつくる過程を、「わかり方」を探ることと「見通し」をもつ具体的な姿、学び合いから生まれる子どもの見方や考え方に対する教師の役割に焦点を当てて研究を進めてきた。わかり方を探ることで子どもの考えを深め、子どもの考えに対してのかかわるポイントが具体的に見えてきたことには成果が見られたが、「見通し」に対する認識が浅かったと感じさせられた。見方や考え方の深まりを、今回の研究では学級全体で考えていったが、ポイントになる子どもを絞り込んで「見通し」の変容を追っていった方が、普遍的価値に結びつく具体がよりはっきりと見えてくるのではないかと考えている。

(文責 手稲中央小 小野 純一)

理科好きな子供と先生を育てる（あとがき）

事務局長 島谷光二

本会では「仲間と共に『科学をつくる』喜びのある授業」をめざして、子供も先生も理科の授業に夢中になって取り組む姿を具現しようと研究を続けてきました。

私が参観した第3学年の授業ではつぎのような子供が知をつくり出す場面がみられました。明かりをつけようとする活動から回路の存在に気づき、子供それぞれが電気の通りみちを指でなぞろうとする姿です。回路のことを子供はなかなかうまく説明できません。しかし、子供たちは、小さな指で目の前につなぎ合わせたものを具体的になぞりながら、電気の通りみちという「知」をつくりだしていると感じたのです。このように子供の活動から発達や内実に合わせ問題解決を促進させることが理科好きな子供を育てます。そして、そこには子供に理科を指導することが楽しいという先生がいることが必要なのです。

授業で勝負の合言葉

本年度は秋季授業研究会（11月札幌市内4校）と第2回冬季研究会（1月札幌市立北九条小学校）を開催しました。また、研究発表グループの授業を市内9学級で公開できました。

公開授業には若い先生方が熱心に取り組みました。そこでは、学習指導要領改訂へ向けての課題でもある「エネルギー環境と教材開発」「理科の問題解決のあり方」の二つの視点から、授業仮説をもち、子供が「知」をつくる姿を具現することを目指したのです。

この授業研では「授業で勝負しよう」という若い先生の気迫を感じました。その研究内容は松田研究部長はじめ多くの研究部員の先生方に支えていただきました。その実践は冬季研究会で仮説にそって子供の育ちの姿で検証がなされ発表されました。

また、北海道教育大学教授 白井博氏より「心理学と教育実践の間で～現場研究を元気にするヒント～」の講演をいただき、我々が実際の授業場面で遭遇する子供の姿や育ちを達成動機や個・集団のモチベーションの活かし方など心理学的な側面で「子供の問題解決」を促進する具体的な手立て等を御指導いただきました。本当にありがとうございます。

新学習指導要領の先導的な取組

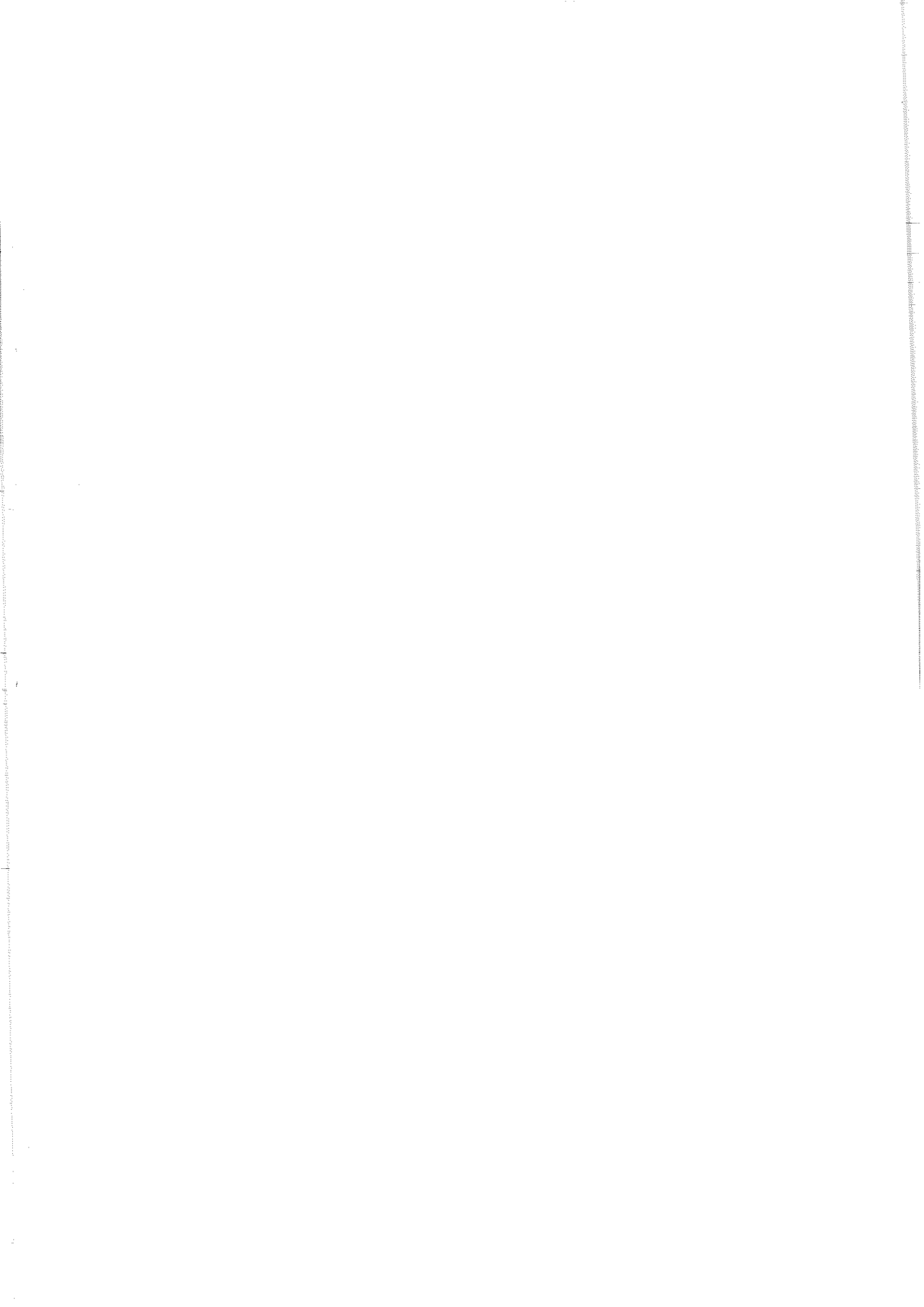
平成19年度第54回函館大会（会場：函館市立南本通小学校）では角屋重樹広島大学大学院教授を講師に迎え新設予定の電気エネルギー単元「電気をためよう（蓄電）」の授業が提案されました。札幌の研究発表も子供がキャパシタに蓄電した電気をエネルギーとして使用できることを学び合うという新提案で道南支部・函館市小学校理科研究会の先生方の「電気をためよう」の授業提案を応援しました。この成果は学習指導要領改訂へ向け全国への発信となりました。

小中学校の関連内容の指導

平成20年度第55回研究大会は北海道中学校理科研究会第47回釧路大会との共催で釧路市立幣舞中学校を会場に9月5日（金）に開催されます。

すでに2分野構成の中学校の学習の接続などを考慮し、小学校も「物質・エネルギー」・「生命・地球」となるわけですが、小・中学校の内容がどのように関連するのか。小学校で定着させたい指導内容は何かなど具体的な授業を通して協議できる有意義な大会になると考えています。

授業での悩みや課題は、子供も教師も授業に夢中にならないと解決しません。いつも声をかけてくれる先生は子供にとって「自分の成長を促してくれる信用にたる大人」なのです。これからも理科大好きな子供たちに育つことをめざして日々の実践を大切にしていきたいと思います。





北理研

Hokkaido
syogakko-Rika
kenkyukai
sapporo