

平成22年度
札幌の理科教育
2010

札幌支部研究紀要17

研究主題

自ら表現し、知をつくる問題解決
～見方や考え方が深まる表現の在り方～

北理研蔵書

北海道小学校理科研究会札幌支部

自然の探究を楽しみ、明日への知をつくる問題解決

北海道小学校理科研究会

会長 庄 司 元 生

(札幌市立平岸高台小学校長)

北海道小学校理科研究会は昭和22年に理科教育北海道地方委員会として結成されてから64年間の研究の歴史を持ちます。この間、研究主題はそのときどきの学習指導要領の改訂を受けて変遷をしてきました。しかし、一貫してきたことは子どもが自らの問題解決によって自然の妙趣を感得していくことのできる授業を進めることを基調としてきたことです。

平成23年度から全面実施される新学習指導要領においては、「意欲的な問題解決」「科学的な見方や考え方の育成」「学び合いによる実感を伴った理解」を重視することで、子どもたちに問題解決する力を身につけさせることを目指しています。また、子ども同士の関わりの中で、予想したり、考察したことを表現し合うことによって、活動を通して得られた結果から、知識や経験との関連づけを含め、さらに新たな疑問を生み出し、科学的な見方や考え方を広げることをねらっています。

二年間の先行実施にあたっては授業の主人公である子どもが問題解決をくふうする姿を具現化する事を目指して授業実践してきました。また、指導の方向性のなかの「実感を伴った理解を図る」授業の実現のために、子どもが自然・科学について学ぶことに夢中になり、調べたい、試してみたいと自らの心を動かすこと、子どもがその心を膨らませながら問題解決をくふうして進めていくことが必要であると考えています。

本会では、子どもが見通しをもった観察・実験を通して、「わかった」「こうだったのか」「ここがわからない」などの声が出てきて、知を生み出したり、知を組み替えたりして追究していく問題解決の授業を提案してきました。「わかった」と子どもから表現される「知」はこれまで子どもがもっていた見方や考え方を変えた新しい枠組みの知識になっていくことを目指しています。その意味でも「実感を伴った理解」について問題解決の授業を通して子どもの学びの姿で明らかにすることが大切であると考えています。

最後に、平成22年度「第57回北海道小学校理科研究大会旭川大会」の会場校として授業提案いただいた旭川市立緑新小学校の皆様・研究発表していただいた全道各支部の皆様、第5回冬季研究大会で研究発表をしていただいた全道各支部の皆様、新学習指導要領の指導内容や問題解決のあり方等についてご指導ご示唆いただいた 文部科学省視学官 日 置 光 久 様、文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官 村 山 哲 哉 様、関係機関の皆様にご感謝申し上げます。

札幌支部研究紀要 第17集

目 次

■ 会長あいさつ

「自然の探究を楽しみ、明日への知をつくる問題解決」

北海道小学校理科研究会会長 庄司 元生

■ 研究提言

「自ら表現し、知をつくる問題解決 ～見方や考え方が深まる表現の在り方～」

研究部長 古川 勉

■ 秋季授業研究会

- | | |
|-----------------|-------------------|
| ○第3学年 「ものと重さ」 | 授業者 富田 雄介 (二条小) |
| ○第4学年 「天気の様子」 | 授業者 後藤 健 (附属小) |
| ○第5学年 「振り子の運動」 | 授業者 田代 智昭 (上野幌東小) |
| ○第6学年 「つり合いとてこ」 | 授業者 阿部 宗弘 (札苗北小) |

■ 第57回北海道小学校理科教育研究大会旭川大会 研究発表 (札幌支部)

- | | |
|----------------------|-----------------|
| ○第3学年 「ものと重さ」の実践を通して | 発表者 鈴木 圭一 (幌南小) |
| ○第6学年 「電気の利用」の実践を通して | 発表者 澁谷 宣和 (伏見小) |

■ 第5回冬季研究大会 研究発表

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| ○第3学年 「ものと重さ」の実践を通して | 発表者 滝口 大輔 (函館金堀小) |
| 「風やゴムの力で動かそう」の実践を通して | 発表者 梶田 千晶 (旭川永山西小) |
| ○第4学年 「水のすがたのふしぎ」の実践を通して | 発表者 岩野 晃 (美香保小) |
| 「あたたかさ生き物」の実践を通して | 発表者 荒井 健 (根室北斗小) |
| 「体のつくりと運動」「電気のはたらき」の
実践を通して | 発表者 吉田 聡史 (旭川緑新小) |
| ○第5学年 「新しい生命」の実践を通して | 発表者 新澤 一修 (伏見小) |
| 「電気が生み出す力」の実践を通して | 発表者 高瀬 航平 (釧路大楽毛小) |

■ 全国大会発表

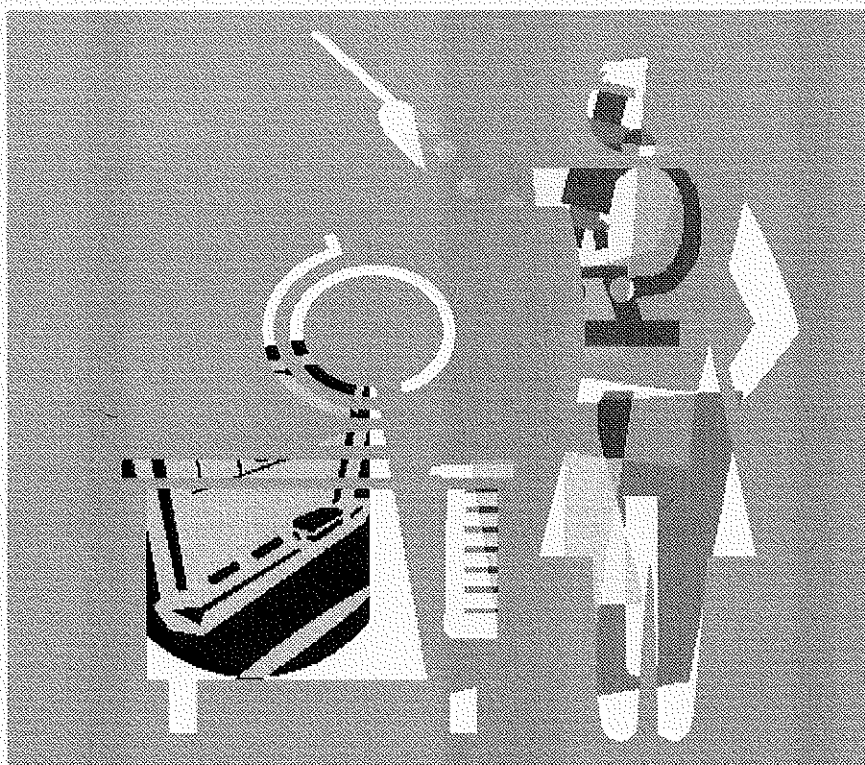
- | | |
|-----------|-----------------|
| ◇全国大会同行報告 | 発表者 小林 明弘 (元町小) |
| | 報告者 鈴木 圭一 (幌南小) |

■ 研究部公開研

■ あとがき

事務局長 太田 俊一

研究提言



THE HISTORY OF THE

ROYAL SOCIETY OF LONDON

FROM ITS INSTITUTION IN 1660 TO THE PRESENT TIME

BY JOHN VAN DER HAEGHE

IN TWO VOLUMES

VOLUME I

LONDON: PUBLISHED BY RICHARD CLAY AND COMPANY, LTD., BUNGAY, SUFFOLK

1956

PRINTED IN GREAT BRITAIN BY RICHARD CLAY AND COMPANY, LTD., BUNGAY, SUFFOLK

ALL RIGHTS RESERVED

NET PRICE 10s. 0d.

大会テーマ
自然の探究を楽しみ、明日への知をつくる問題解決

札幌支部 研究主題
自ら表現し、知をつくる問題解決
～見方や考え方が深まる表現の在り方～

これから、今年度の研究について説明させていただきます。

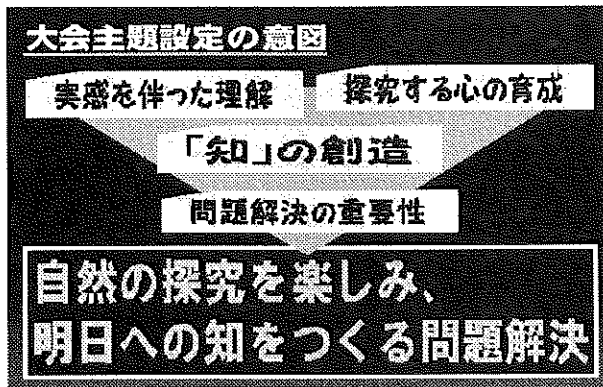
1 大会主題（大会テーマ）

自然の探究を楽しみ、
明日への知をつくる問題解決

大会主題は、自然の探求を楽しみ、明日への知をつくる問題解決で、本年度で3年目の継続になります。

本会は理科の授業における「子どもの問題解決の在り方」を追究し続け、その中で「問題解決の資質や能力」と「豊かな人間性」を育てることを研究の柱に据えてきました。

この主題設定の背景には、PISAなどの国際的な調査や教育課程実施状況調査などをもとに打ち出された、新学習指導要領がその背景にあります。学習指導要領の改訂のポイントである「実感を伴った理解」「探究する心の育成」「知の創造」「問題解決の重要性」をふまえ、理科の学習を通してその場限りの「知」ではなく、今後の学習や生活に生きて働くもの、さらには将来に活用可能な「知」を育てていきたいと考えております。



以上のようなことから、大会主題を「自然の探究を楽しみ、明日への知をつくる問題解決」としました。

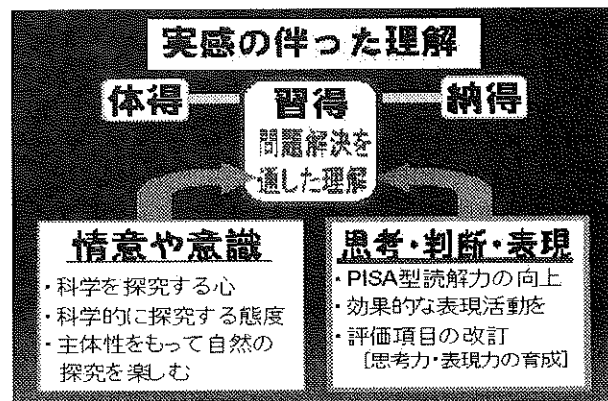
2 札幌支部研究主題

自ら表現し、知をつくる問題解決
～見方や考え方が深まる表現の在り方～

さて、この全道大会主題のもと、札幌支部では「自ら表現し、知をつくる問題解決～見方や考え方を深める表現の在り方～」を主題として研究を進めてきました。

新しい理科教育のキーワードは「実感を伴った理解」です。「体得」「習得」「納得」の3つの視点を重視した授業づくりが求められています。この中で「習得～問題解決を通して得られる理解」は、これまで長年にわたって大切にされてきましたが、今後も一層重視していきたいものです。

近年、様々な教育機関の調査からは、「情意や意識」の面や「思考・判断・表現」にかかわる課題が上げられています。そこで今年度は、PISAの調査からあげられている読解力の向上の必要性や効果的な表現活動の重視、さらには評価項目の改訂にかかわる思考力・表現力の育成を受け、子どもの「思考・判断・表現」に焦点をあて、研究することとしました。

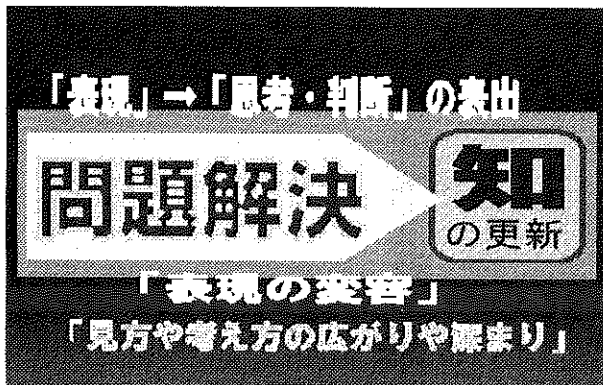


主題にある「知」とは、子どもが事象と出会い、自ら働かけ仲間と共に問題解決していく中で、子ども自身が作り変えて（更新）いくものです。問題解決の資質能力、科学的な見方や考え方、科学的な知識・理解であるこれらの知は、その場限りのものではなく、今後の学習や生活に生きて働くもの、つまり、活用できる知と考えられています。

このような知は、教えられ与えられることで身につけていくことは難しく、問題解決の過程で事象とかわりながら思考・判断・表現を繰り返しながらつくられてい

きます。

今年度の札幌支部の主題のキーワードは「表現」ですが、これまでの問題解決の方向性を大きく方向転換するものではありません。「表現」を、子どもの内面で思考・判断されたものが外側へ表出されたものだと考えると、問題解決の過程で様々な子どもの表現を見ることができます。そして、その変容する子どもの表現を通して、見方や考え方の広がりや深まりを見ていくことができます。「表現」に焦点を当てるということは、問題解決の過程に沿って表現活動をより充実させ、その中で見られる子どもの表現をしっかりと見取り、「知」が更新していく授業作りを目指しているのです。



では、理科の授業の中で子どもは、どのような表現をしながら問題解決を行い知を更新していくのでしょうか。その表現の姿を、大きく3つの視点でとらえていこうと考えています。

一つ目は『行為としての表現』です。

行為とは、観察や実験と言い換えることができます。理科の学習は、観察や実験などを通して事象とのかかわり、そこかとらえた事実をもとに思考・判断し、論理をつくりあげていきます。解決の目的に向かって、事象にかかわる行為が理科の問題解決の基盤にあり、得られた事実をもとに見方や考え方を変容させていくのです。この行為による表現を重視することで、その他の表現の充実も図られていくのだと考えています。

二つ目は『表やグラフ・図などの表現』です。

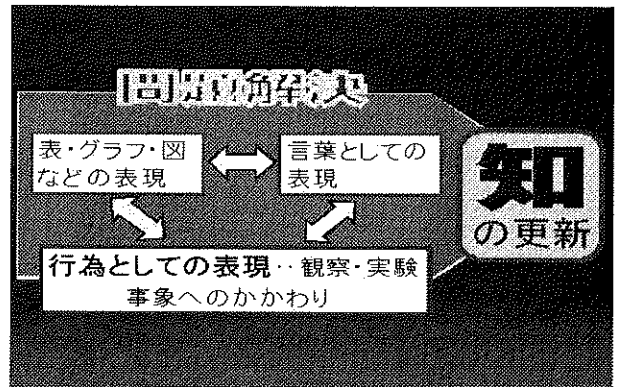
事象とのかかわりによって得られた事実をとらえ、思考・判断するときこれらの表現が行われます。事実の傾向や状態をとらえるためには、これらの表現は欠かせないものだと考えています。

三つ目は、『言葉(話す、書く)による表現』です。

これは、主に自分の見方や考え方を整理する時に行われる文字言語としての表現や、他者とのかかわりで見られる音声言語による表現があります。知をつくっていく過程で、仲間とのかかわりは欠かせません。言葉による

表現は仲間とかかわりには不可欠です。見方や考え方を言葉として表現することで、追求の視点が明確になったり、客観的な結論を導くことが可能になったりします。

これらの3つの表現は、活動の中で単独で見られることもあります。図と言語が絡みあって表現されることもあります。私たちは、「行為としての表現」を基盤として観察や実験から得た事実を、その他の2つの表現と相互にかかわらせながら「知」をつくっていく過程を大切にしたいと考えています。



研究主題の解明に迫るために、次のような2つの重点を設定し研究を進めてきました。

一つ目は、問題解決の道筋を明確にする表現の在り方。

二つ目は、他者との関係を明確にする表現の在り方です。

重点1

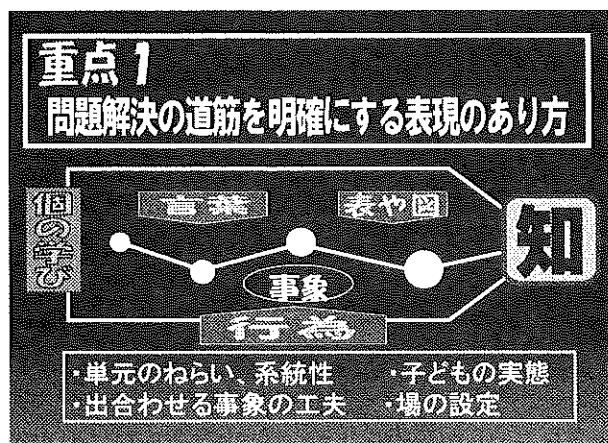
問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

はじめに、重点1についてです。

子どもが知をつくっていくためには、目的に向かって繰り返し事象にかかわりながら、問題解決の道筋を子ども自身がつくっていくことが重要です。そのためには、教師の意図的なかかわりが欠かせません。意図的なかかわりがあるからこそ、子どもは追究の過程で様々な表現をしながら、自分の学びをつくり、学びの道筋を自覚することができるのです。

その為に「単元のねらいや系統性」や「子どもの実態」「出合わせる事象の工夫」「場の設定」などを、総合的に吟味して学びを構成していくことを大切にします。そして、子どもの見方や考え方がしっかりと「行為」や「図や表」「言葉」などで表現できるようにかかわり、その表現を価値付けたり、全体に位置づけたりしながら、追究が進むようにしていきます。場合によっては子どもが表出しきれていない見方や考え方を、見える形の表現として引き出すことも重視していきます。子ども一人一人

が、見方や考え方を様々な表現の形として表出することで、学びの道筋がつくられていくのです。



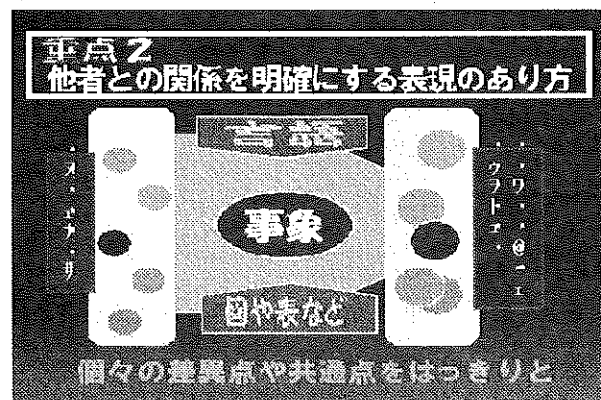
重点2

他者との関係を明確にする表現の在り方

重点2の内容は、他者との関係についてです。

個の追求は主観的なものであり、一人一人の子どもによって見方や考え方が違うことがあります。このような違いは、問題解決の様々な場面で見られますが、違いがあるからこそ、学びが深まっていきます。例えば、観察や実験の結果やその判断の違いを浮き彫りにすることは、違いを引き起こした要因に目が向けられます。それによって、観察の視点や実験の条件が明確になり事象を見直す必要感が生まれ、その後の追究は焦点化されたものになります。

また、問題解決の過程では、個々の見方や考え方に共通点が見いだされることもあります。共通点をもとにして決まりや法則に気付いたり、自分の見方や考え方を客観的なものに変容させていくことができます。



このような他者との差異点や共通点が浮き彫りになるように「図や表」「言葉」などの表現をいかし、個々の見方や考えを相互に絡み合わせていく中で、科学的な見方や考え方をつくっていきたいと考えています。

「自ら表現し、知をつくる問題解決」の授業は、問題解決の過程で行われる個の主體的な学びによる表現がもとになり、他者とのかかわりによって具現化されていくものだと考えております。

3 秋季授業研究会を振り返って

次に、昨年11月に札幌市内4つの小学校において行われた秋季授業研究会の実践から、今年度の研究の成果について考えてみます。

初めに重点1「問題解決の道筋を明確にする表現の在り方」についてです。

3年生では、「ものと重さ」の実践を行いました。本実践では、「ものの重さの順番付け」を活動の柱として学びの道筋をつくり、「体積が同じでも重さの違うものがある。」ことへの理解を深めていこうとしました。

「順番付け」に活動意欲が喚起された子どもたちは、「粘土」や「食塩」「米」の順番付けの経験を活かして、新たに提示された「砂糖」の重さについて考えていきました。粒の「形状」や「大きさ」「色」「隙間」などの見たい目をもとに「砂糖」の順番を予想し、しっかりと言葉で表現する姿が見られました。

これは、「順番付け」という追求の目的が明確な場を構成したことによって、天秤で量る期待感が高まったからだと考えられます。また、見たい目が似ている「砂糖」と「食塩」を天秤で比べる実験を行っている場面では、砂糖や食塩を詰め替えながら繰り返す事象にかかわる姿が見られました。この姿からは隙間にこだわっている子どもの思考が伺えました。

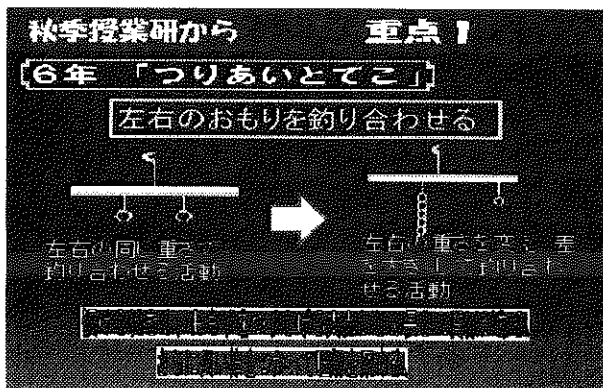
このような学びの道筋をつくっていく子どもの姿は、見たい目にこだわる3年生の実態をもとに、順番付けを活動の柱とした活動の場を構成し、子どもの見方や考え方を丁寧に引き出したからだと考えられます。



6年生では、「つりあいとてこ」の実践を行いました。

本実践では「左右のおもりを釣り合わせる」ことを単元の柱に活動を構成して、学びの道筋をつくらうとしました。単元の導入で自作天秤をつくり、始めに左右同じ重さのおもりで釣り合わせる場を構成し、次に左右のつり下げる位置を変え、釣り合わせる場を構成します。さらに「左右の重さの差を大きくして釣り合わせる」という場の構成します。

これらの活動を通して、「傾ける働きは、おもりをつり下げるの支点からの長さに関係があること」に気づかせると共に、もっと長い棒を使って釣り合わせる活動を行うことで、「支点からの長さで傾ける働きの関係」の理解を深めようとしてきました。



活動に取り組む子どもたちは、「重いおもりを支点に一気に近づけてつるす姿」や「重いおもりを少しずつ支点に近づけながらつるす姿」「軽いおもりを少しずつ棒のぎりぎり端につり下げる姿」「初めから棒の端ぎりぎりに軽いおもりをつり下げ、支点の近くのおもりを重くしていく姿」など、対象に働きかけは様々でした。これらの姿からは「支点から離れた場所につるすことによって、傾ける働きが大きくなるはず。」と傾ける働きについてほぼ気づいている様子や、活動しながら徐々に傾ける働きに気づいていく様子など、子どもの行為から思考をとらえる事ができました。

また、差の限界である120グラムに気づいた子どもは、「もっと長い棒があれば…」と、さらに追究を深めようとする姿も見られました。このような姿は「釣り合わせる」活動を柱に、難易度を少しずつ上げた場の設定が、子どもたちの追求意欲を喚起したからだと考えられます。

次に重点2「他者との関係を明確にする表現の在り方」について、実践を通して振り返ってみます。

4年生では「天気の様子」の実践を行いました。

本実践では、日陰に置いた水と、太陽があたる窓際に

置いていた水の量の減り方をもとに、その判断の違い浮き彫りにしようと考えました。

ピーカーを見る前の子どもは、「天気の変化」の既習をもとに「暖かい時に水はすぐに乾いたので、窓際の水の方がたくさん蒸発しているはず。」と予想していました。しかし、実際は日向に置いた水は、日陰に比べて10ミリリットル程度、多く蒸発しているだけでした。日陰と日向の水の減り方には、思ったより大きな差が見られません。

この「思ったほど蒸発量に差が見られない。」という思いから問題意識を醸成し、子どもの見方や考え方を引き出し、その違いを浮き彫りしてさらなる追究の方向性を生もうとしたのです。子どもは「夏より温度が低いので、減り方が少ないんじゃないかな。」「もっと、温度を上げればたくさん蒸発するのではないかな。」と水の減り方が少なかった原因を、既習である自然蒸発の経験を活かして考えていきました。活動の見通しのもち方に弱い部分もありましたが、目の前の事象から「温度」と「蒸発」を結びつけて考え、「もっと温度を上げれば、はっきりするはず…」と、次の活動の方向性を見出す姿が見られました。



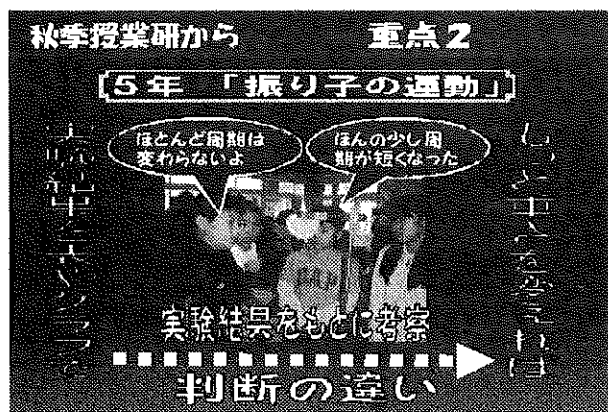
5年生では、「振り子の運動」の実践を行いました。本実践では、「重さの違いを際立たせることによって、重さは周期に影響を及ぼさない」ことの理解を深めようとしてきました。

そのために、「重さは周期に関係しているか？」という見通しの違いを浮き彫りにしました。子どもたちの見通しの多くは「重いおもりは、周期を変えられるはず」というものでした。これは重い物は速く落ちるという素朴概念がもとになっているものです。一方、「重さは周期には影響しない」と考えている子どももいました。これは、単元の導入で振り子をつくった経験がもとになっていました。これらの個々の見通しの違いを言葉で表現し合うことで、「はっきりさせたい」という実験に向か

う追求意欲の高まりや「おもりの動きも見てみたい」と観察の視点も明らかになりました。

実験結果を考察する場面では、実験中にまとめた実験データの表や、板書に整理したグラフをもとに考える事で「ほとんど周期は、変わらないよ。」「重い方がほんの少し周期が短くなったよ。」「重くすると速く落ちるはずなのに、そんなに変わっていないかも…」など、周期と重りの動きの様子について考え、判断の違いが見られました。重さは周期に影響すると見通しをもっていた子の中からは、「重さの差が小さいからかな…」「もっと重さに差があるおもりなら周期が変わるかも…」と次の活動を求める発言も出されていました。

験結果をもとにした判断の違いをより浮き彫りにして、見方や考え方を深めるためには、数字の事実だけではなく、運動の様子などの事実もより丁寧に引き出すことの大切さが実践を通して明らかになりました。



このように多くの実践を通して、問題解決の過程で子どもは、様々な表現を行いながら知をつくっていく姿が見られました。子ども自らが表現したくなる活動の工夫や、子どもの表現から見方や考え方をとらえる教師のかかわりの在り方など、表現のすることの価値や役割の大切さが明らかになったとともに、以下の内容の重要性も浮き彫りになってきました。

その一つは、目的をもって事象にしっかりとのかかわることです。理科の学習では、問題意識を醸成するときの事象とのかかわり、見通しをもって追究するときの事象へのかかわりなど、「事象とのかかわり」が問題解決の過程で知をつくる基盤となっています。

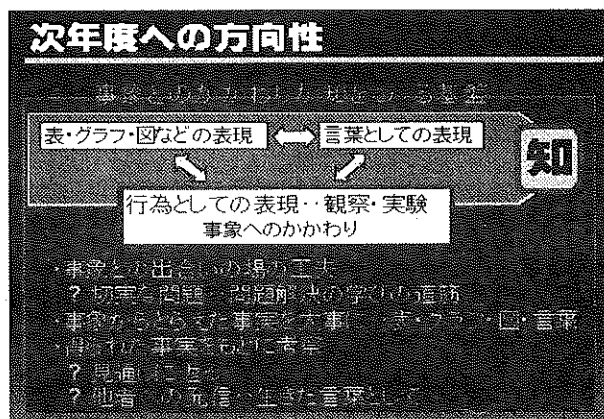
事象に働きかける行為としての表現の充実があってこそ、表やグラフ、図などの表現や、他者とののかかわりで行われる言葉の表現が意味のある表現となり、知をつくっていくことができるのだと考えます。

そのために、子どもから「あれ？」や「もっと」を引き出すような事象との出会いの場を工夫し、単なる活動

の羅列ではなく、子どもにとっての問題が連続するような学びの道筋をつくっていくことが重要だと考えます。

2つ目は、観察・実験などで事象から得られる事実を、表やグラフ、図などを効果的に使いながらしっかりと、とらえていくことです。そして、この事象からのメッセージである情報（事実）をもとに、見通しに返りながら考察を行い、見方や考え方を他者へ言葉として表現していくことを重視したいと考えています。

目的をもった追究活動に支えられた事実のとらえと、そこからの判断したことが言葉となって他者に発信されることで、言葉だけが独り歩きするのではなく、体感をともなった生きた言葉となって見方や考え方が語られ、知が更新されていくのです。



今年度の取組みをもとに来年度は、私たちが大切にしている「表現」と「自ら知をつくる過程」のつながりを整理し、さらに研究を焦点化しながら、知をつくっていく子どもの分かり方を探っていきたいと考えています。

最後になりますが、本日は、文部科学省初等中等教育局教育課程教科教科調査官の村山哲哉先生にご講演をさせていただきます。明日の理科教育のために多くのことを学びたいと考えています。

また、午前中は全国大会の研究発表を、午後は旭川支部、道南支部、釧路支部、根室支部、札幌支部の先生方の研究発表から、多くのことを学び、研鑽の一日にしたいと考えております。

今日一日どうぞよろしく願いいたします。ご静聴ありがとうございました。

〈札幌支部研究部〉 古川 勉 (緑丘小)
 小野 明裕 (百合が原小) 増谷 忍 (北野平小)
 播磨 義幸 (附属札幌小) 小林 明弘 (元町小)

秋季授業研究会



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

PHILOSOPHY 101

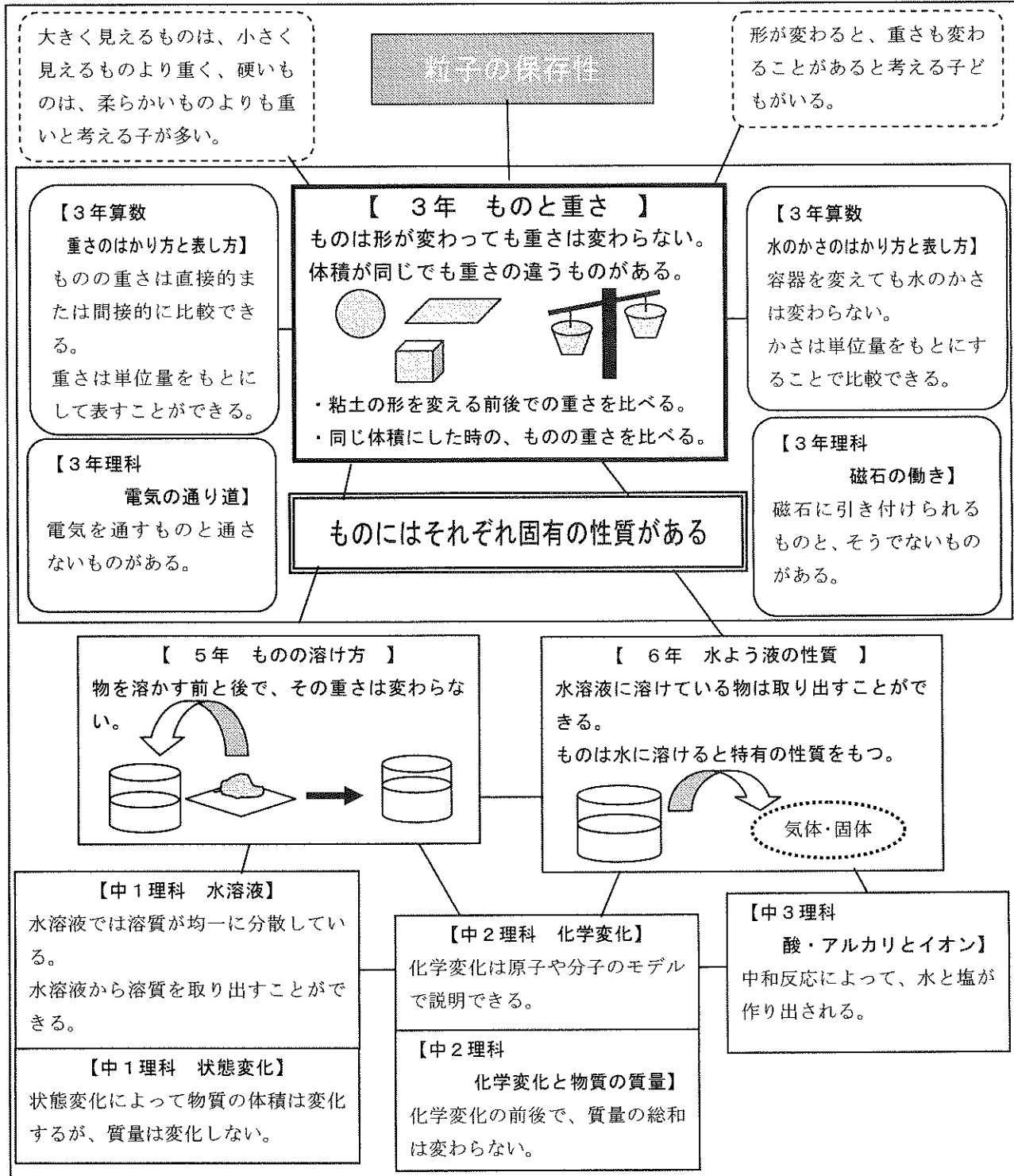
LECTURE NOTES

PROFESSOR [Name]

3年「ものと重さ」の指導について

児童 3年2組 男子18名 女子15名 計33名
 指導者 富田 雄介 (二条小)
 協力者 岡部 敏樹 (伏見小)
 林 徳朗 (緑丘小)

内容の系統



(文責 伏見小 岡部 敏樹)

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

(1) 子どもの実態

ものの形を変えると重さが変わることがあると考える子どもは多く、特に形が大きく変わった時には、その考えが顕著にあらわれる。また、同体積における米と塩の重さに関する調査からは、米が重いと答える子どもは87%と非常に多く、その理由として「米のほうが粒が大きいから」といった回答がよく見られた。つまり、子どもはものの重さを見ただ目で判断する傾向にあることがわかる。そこでこの単元では、そういった子どもの素朴概念をもとにした感覚的な見方や考え方を、主体的な活動によって実感を伴わせながら科学的なものに変えていくことをねらっていく。

(2) 問題解決の道筋

－ 形と重さ －

ものの重さは、形を変えても体積が変わらなければ変わらない。見た目でもの重さを考える3年生には、実際にものの形を変えて重さを量ることで、重さが変わらないことをつかませていく必要がある。そこで、まず、形が自由に変えられる粘土の重さを量る活動を構成する。子どもは「何か重さが変わる形があるはず」「全然違う形にしたら変わるかもしれない」という思いから、繰り返し粘土の形を変えて重さを量ることで、「形を変えても重さは変わらない」ことをとらえる。次に、形を変えた粘土を元の形に戻すことで、粘土は形が変わっているだけで、体積自体は変わっていないことに気付かせる。この2つの活動によって、同じものにおいては、重さは形に関わらず体積で決まることを、実感を伴ってとらえていくことができる。

－ ものの違いと重さ －

粘土と食塩と米で重さ比べをすると、重さは粘土、食塩、米の順になることから、子どもは、「かたまりのものは、粉や粒のものより重い」「黒っぽいものは白っぽいものより重い」「粒が小さいものはぎっしりつまっているから、粒が大きくて隙間が大きいものよりも重い」と、ものの重さは、形状や色、粒の大きさといった見ただ目で判断できるのではないかという見方をもつ。そこで、砂糖は食塩よりも圧倒的に軽いという事実を、実験を通してとらえさせることで、それまでの見方に揺さぶりをかける。さらに砂糖は米よりも軽いという実験結果から、「粒が小さいと、ぎっしりつまっていて重い」という見方が崩れることで、ものの重さは見ただ目では判断できないことをとらえていく。

(3) 道筋を明確にする表現

①繰り返し粘土の形を変え重さを比べる活動では

子どもが自分から粘土の形を次々に変え、重さを量っていく姿が見られる時、そこには、「もっと形を変えたら重さが変わるかもしれない」といった思いがある。その思いは繰り返し形を変えて重さを量る活動を行うことで「これだけ形を変えたけど重さは変わらないのだから、粘土は形を変えても重さは変わらない」という考えに変わっていく。また、誰の粘土も全て元の形に戻すことができることから、「形は変わっても量は変わっていないから重さも変わらないんだ」と、見た目の大きさに左右されない見方が身についていく。

②重さの順番を明らかにする活動では

子どもは、生活経験と素朴概念から、米は食塩より重いと予想する。そこで、てんびんを使って食塩の方が重いことを明らかにすることで、「米は粒が大きいから、隙間も大きくなって軽くなる」と、見た目と重さに関しての新たな見方を作っていく。更に砂糖が米よりも軽いことを明らかにすることで、子どもの見方は変容し、ものの重さに対する確かな見方が身についていく。

粘土の形を変えると
重さはどうなりますか

(1)立方体⇒球
変わる 変わらない



(2)立方体⇒薄く平たい形
変わる 変わらない



同じ量だと、どちらが重いですか

(1)塩と砂糖



(2)塩と米

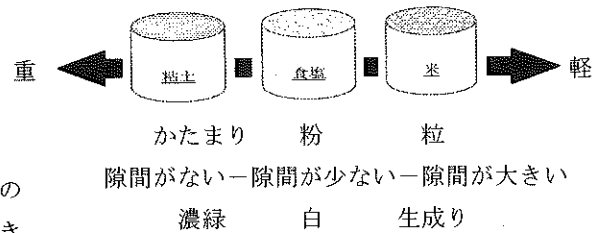


市内小学校3学年児童134名を対象として2010年7月中旬に調査

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1) 他者との関係を明確にした学び合い

本時では、重さ比べを通してものの重さに対する子どもの見方を変容させることをねらう。そこで、まずは見た目とものの重さの関係についての子どもの見方を明らかにするために、見た目が食塩とよく似ている砂糖の重さの順番を予想させ、一人一人の見方を引き出す。それらの見方を『形状』『色』『粒』の視点でまとめることで、他者がどのように考えているのか、また、自分との違いは何なのかがはっきりし、自分一人では考えつかなかったことや、別の視点でのもの見方があることにも気づき、子どもの見方は広がる。そして子どもは、見た目でもの重さが判断できると考えるようになる。自分の見方をはっきりさせた上でてんびんを使って重さ比べを行うことで、単に重さの順番調べで終わることなく、明らかになった事実から見た目と重さの関係をとらえ直していく。



(2) 学び合いを組織する表現

①表やグラフ・図を活用した表現

前時までに明らかになっている粘土・食塩・米の重さの順番を、図にまとめておく。その時、形状や色、粒の大きさと重さの関係が一目で分かるようにしておく。これにより、砂糖の重さの順番を予想するとき子どもは、それまでの活動に戻って、「砂糖は食塩みたいにぎっしりつまっているから米より重い」「砂糖は食塩と同じ粉で粒の大きさも色も同じだから、食塩と同じ重さだ」と自分の見方をしっかりともつことができる。

また、この図にそれぞれの予想を位置づけることで、重さに対する互いの見方をとらえやすくする。例えば「砂糖と食塩の重さは同じ」「砂糖の重さは食塩と米の間」と予想に違いがあるときでも、砂糖の重さは粘土と米の間にあるという点では見方は共通していることを明らかにすることができる。

②言語による表現

重さを予想するとき子どもは、「食塩と砂糖はどっちもぎっしりつまっているから」「食塩と砂糖は隙間は同じぐらいだから」、また、「米に比べて砂糖はぎっしりつまっているから」「米は砂糖より隙間が大きいから」といった言葉で、見た目と重さの関係を説明する。この時、子どもは粒の大きさで重さの違いを見ていることが分かる。それらの言葉を取り上げ、子どもの重さに対する見方を明らかにしていくことで、単に重さ比べで終わることなく、見方を変容させていくことができる。

③行為としての表現

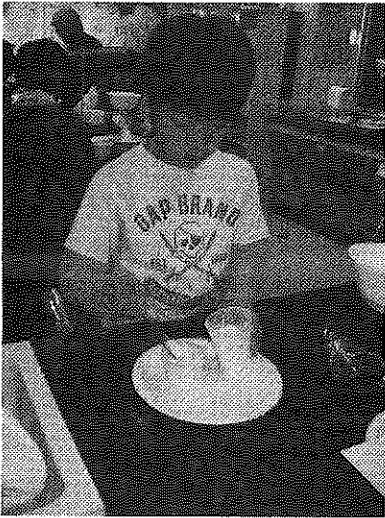
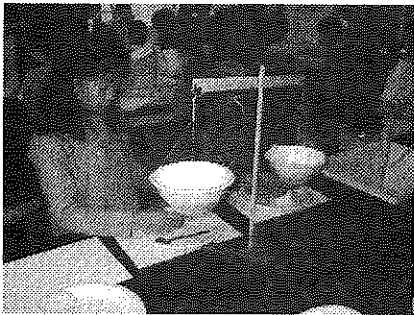
食塩と砂糖の重さをてんびんで比べると、その傾きの大きさが食塩の方が明らかに重いことが分かる。この時、ものの重さに対する見方をしっかりともっている子どもは、その見方が揺らぎ、かさが同じであるか確認したり、手に持って重さを比べたり、もう一度天秤を使って比べたりする姿を見せる。そして子どもは、自分の見方が正しいのかどうかを明らかにするために、てんびんと使って砂糖と米の重さを比べる。

II 単元の目標

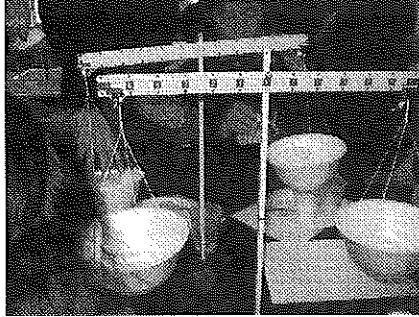
- 総** 粘土などを使い、同じ大きさを形の違いのものの重さを比較しながら調べ、見いだした問題を追究する活動を通して、形や性質の違いによるものの重さについての考えをもつことができるようにする。
- 関** ものと重さについて興味・関心をもって追究し、見出したものの性質を生活に生かそうとする。
- 科** 同質のものは形が変わっても重さが変わらず、異質のものは体積が同じでも重さが違うことがあると考える。
- 実** 同質で形が違うものの重さや異質で同じ大きさのものの重さを器具を使って比べるとともに、ものの重さを表にするなど、比較しやすいように記録することができる。
- 知** ものは形が変わっても重さが変わらないこと、ものは体積が同じでも重さが違うことがあることを理解する。

(文責 伏見小 岡部 敏樹)

Ⅲ 授業記録 (6/7)

子どもの反応	教師の対応
<p><前時の確認と本時の課題></p> <p>課題：粘土・食塩・米の重さの順序は分かったが、砂糖の重さはどのあたりになるのか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂糖は食塩と見た目が似ているから、きっと同じ重さだと思う。 ・食塩と同じ粉だから、粘土よりは軽いはず。 ・米より隙間が少ないから、米よりは重いはず。 ・砂糖はがたがたで米には勝てない。 <p>・持ってみたら、砂糖のほうが軽い感じがする。</p> <p>・天秤で比べてみたらいいのではないか。</p> 	<p>○前時までに明らかになった、粘土・食塩・米の重さの順序を図で示すことで確認する。</p> <p>○ネームカードを貼らせることで、それぞれの考えを明らかにする。</p> <p>○予想の根拠から、子どもの、ものの重さと見た目には関係があるのではないかという考えを引き出す。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">改善の視点(1) 【体感を大切にした単元構成】</p> <p>砂糖が食塩よりも軽いことが分かって初めて、子どもは手で持って重さを比べるようになった。天秤を使うと瞬時に重さの違いが明らかになるため、初めの段階から手で持って重さを体感する必要が子どもになくなっていった。</p> </div>
<p><活動1：砂糖と食塩の重さを天秤を使って比べる活動></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>食塩が重いことが分かったと、子どもは手で持って比べたり、乗せる皿を替えたり、再度同じ実験を繰り返したりする。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩が少し重い。 ・少しではないよ。天秤が下につきそうなくらい重い。 ・見た目は似ているのに、重さが全然違った。 ・食塩と米を比べてたときぐらい天秤が傾いた。 ・こぼれそうなくらい一気に傾いた。 ・砂糖は食塩よりも、かなり軽い。 	<p>○ほとんどの子どもが、砂糖の重さは粘土と米の間ではないかと予想していることから、初めに食塩と砂糖を比べるようにする。</p> <p>○天秤の傾きに着目させることで、重さがかなり違うことをとらえさせる。</p> <p>○砂糖の写真を重さの順番表に貼ることで、砂糖と食塩の重さは大きく違うことを確認する。</p>

- ・砂糖は食塩より軽かったけど、米よりは重いと思う。
- ・米は一粒一粒が大きいから、砂糖よりも重いよ。
- ・でも、食塩は米より粒が小さかったけど重かった。
- ・かなり傾いたから米と同じくらいかもしれない。
- ・米とも比べてみたら重さの順番がはっきりする。



○それまでの学習を振り返りながら、砂糖と米の重さについての、子どもの考えを引き出す。

改善の視点(2)
【子どもの思考に沿った単元構成】

形状が大きく違うものを扱ったため、同体積のものを比べている意識が薄くなった。

〈活動2：砂糖と米の重さを天秤を使って比べる活動〉

予想と結果の違いをきっかけにして、子どもはそれまでの見方や考え方を変容させていった。

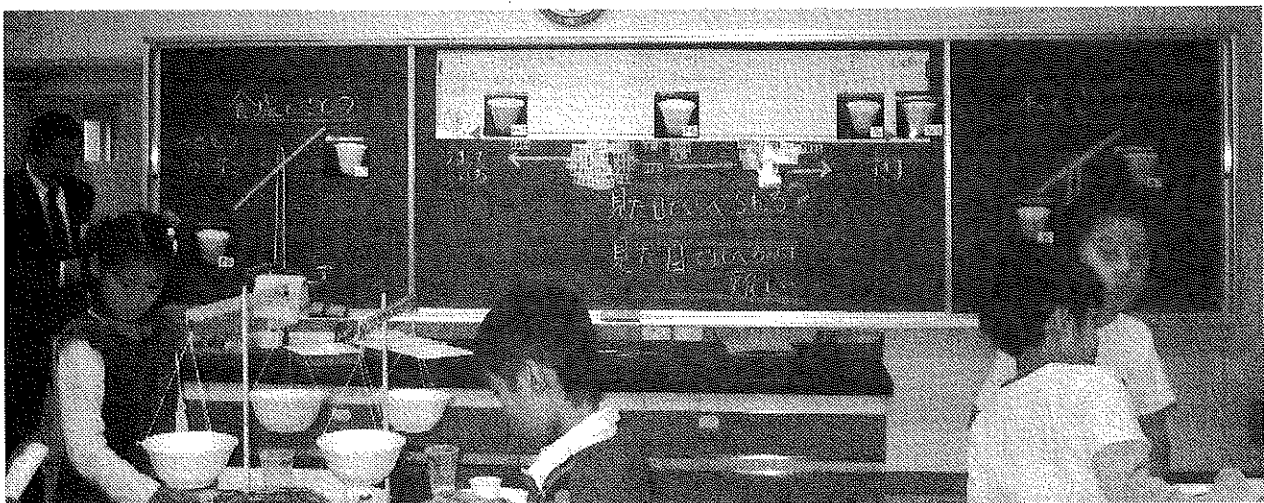
- ・あれっ。砂糖は米よりも軽い。
- ・隙間が少ないのに米よりも軽い。
- ・ぎっしり詰めたらほぼ同じぐらいになったよ。
- ・見た目で重さを比べるって難しい。予想は外れた。
- ・見た目で重さは比べられない。

○実験結果と、子どもの考えの元になっていた、ものの形状や隙間について、様々な考えを引き出す。

改善の視点(3)
【グループ間で差がでにくい教材の選択と工夫】

砂糖は、より食塩と見た目が近いものを選んで使ったが、吸湿してべたべたになり、詰めた時と詰めない時で、体積に大きな差が出てしまった。

〈板書の記録〉



(文責 伏見小 岡部 敏樹)

IV 分科会の記録

1. 討議の柱

- 粘土・食塩・米・砂糖を使つての重さ比べが問題解決の道筋を作り、子どもの見方を変容させることができたか
- 粘土・食塩・米・砂糖を使うことが個々の見方や考え方の違いを際立たせることに効果的であったか

2. 討議の内容

(1) 単元構成・本時の展開について

- ・砂糖を渡した時に、じっくり観察したり手触りを調べたりする活動が足りなかった。
- ・子どもの見方考え方に沿った展開であった。素材の選定に意図があったのか。

【改善に向けて】今回、あえて『粘土』『食塩』『米』『砂糖』を使ったのは、子どもは重さを考えるときに、それらの見た目にこだわる傾向にあるからである。なので、子どもがもっと見た目を意識するようなかかわりをしていく必要があった。

- ・物の重さに対しての体感が少ない。体感を大切に観察実験に進むべきである。
- ・重さを手で感じる事が大切。手で直接比較し、予想を持たせるほうがよかった。

【改善に向けて】体感を大切にしたいという考えは常にあったが、2次は天秤を使った重さ比べを活動の軸にしたため、すぐに天秤を使って重さを明らかにしようとしていた。ただ、実験後には手で持つて重さを比べる姿が多く見られたので、常に体感を意識していく活動展開をつくらせていきたい。

- ・子どもが砂糖を詰める姿が見られた。隙間が思考の邪魔になっていたのではないかと。見た目では判断できないという結論はどうか。はかりとって比べることで、ものの固有の重さがあることに行かなければいけない。重さが違うというまとめにならなければいけない。
- ・見た目は大切。観察実験の力につながる。結果として見た目では判断できないというのはどうか。
- ・単元構成が、内容を配列しただけになっている。概念はそのまま教えるものではない。生活を大事にして再現し、感じる重さの変化などにも迫っていくことが必要である。

【改善に向けて】単元構成は、指摘を受けた通り単なる活動の配列だけになっていた。2次では、粒状のものは使わず、同体積で素材が違うものを扱い、3次で本時を行うことで、どう体積におけるものの違いと重さが明らかになっていくようにしたい。また、発展として、素材の違うものを同じ重さだけばかりとり、体積の違いから迫っていくことで、分かり直していくこともできる。

(2) 教材について

- ・隙間について、米と粘土、隙間の違いがあるのを同じものと考えてよいのか。
- ・米と砂糖の比較は課題が多い。価値があるのは、砂糖と塩。結果を見た時に手に持って確認し、事象を見直す姿が見られた。隙間について、科学的に体積が同じなのは課題が残るが、子どもが持っているものが引き出され、問いが生まれるような教材であった。
- ・一定量に詰める活動は大切。きっちり揃えようという思いで活動し展開するとよかった。
- ・形状が変わりにくいものだと子どもが詰め込んで比べやすい。きっちりという思いを大切にしたい。

【改善に向けて】あえて明らかに隙間が違うものを使ったが、体積をどう考えるのかなど、様々な問題も明らかになった。ただ、砂糖と食塩の隙間や砂鉄や砂の隙間も厳密には違うので、粉状のものは扱うことが出来なくなる。これらのことも踏まえて教材の妥当性を検討していきたい。

3 助言者より

(1) 札幌市教育委員会指導主事 田口拓也先生より

『粒子』を先生が意識しすぎたのではないかと。この単元では同じ重さをはかりとることを大切にしたい。算数との関連も大切である。算数『重さ』の単元を学習したあとで行うと、表れが違う。既習済みならば、本時ののはかりは棒ばかり(天秤)でよかったのか。はかりは道具としてだけではなく、はっきりさせたいという思いを持って使うものにしたい。重さの違いは見た目に関係ないという結論は厳しい。授業が作業になってしまう傾向にあるので、今後は、そうならない授業の提案をする必要がある。

(2) 真駒内緑小学校 小倉悦子校長先生より

生活の中での子どもの見方が重さに変わっていくことを、体感を通して変わってほしい。はっきりさせたいことを明確にしていくとよい。考え方を統合していくことで見方に変容がある。書いたり話したりすることで鍛えていくことができる。問題意識は子どもの問題になりきれないことがある。詰めた、つり合わせたいなどの思いを大切に、子どもに任せて様々の方法を試させるとよかった。

(文責 伏見小 岡部 敏樹)

V 授業の改善に向けて

1. 改善の視点

(1) 体感を大切にしたい単元構成

改善のポイント

単元を通して、見て、触れて、重さを感じていく

単元を通して体感を大切にしてきたつもりであったが、本時において、砂糖をじっくりと観察したり、感触や重さを確かめたりする子どもは少なかった。この理由として、活動がものの重さの順位をはっきりさせることに偏り、順位が分かりさえすれば良いという状況になっていたことが挙げられる。天秤さえあれば重さの違いはすぐに分かるので、子供の中に、見た目や感触を大切にする必要がなくなってしまう。本時までの間に、子どもは見た目でもものの重さを比べられるのではないかという見方が出来ているので、砂糖が登場した場面において、「砂糖と食塩は、見分けがつかないくらい出し、触ってみても同じような粉だから」など、もっと形状や感触を根拠に話させ、位置づけていく必要があったと考える。

1次においては、粘土にたくさん触れさせ、感触と重さの関係を自分なりにとらえさせたりすることも大切にしたい。また、「重さが違って見えるのに、天秤で比べたら同じ重さだったから、手で持って比べてみた」といった経験もたくさんさせることで、体感に価値を持たせていきたい。他にも、「形を変えて、重さが変わってきた感じがしたら、実際に天秤で比べる」といった活動を組むことで、子どもは体感を意識しながら取り組んでいけると考える。

(2) 子どもの思考に沿った単元構成

改善のポイント

三次構成にし、分かり直しができるようにする

米・粘土・砂糖・食塩の重さ比べをすることは、子どもがものの重さを考えていくためには有効であると考えている。ただ、いきなり形状の違うものばかりが登場すると、子どもは同じ体積のものを比べているという意識ではなくなってしまう。「同体積でも、ものが違えば重さが違う」という結論を導き出すためには、体積をそろえていることを意識できるような活動が必要となる。

そこで、1次と2次の間に次を設ける。1次で扱った油粘土と、他の素材で出来ている粘土の重さを同体積で比べることで、「どちらも粘土だが、素材が違えば重さも違う」「ものの違いが重さの違いに関係している」といった見方をつけていく。その後、米・粘土・砂糖・食塩の重さ比べをしていくことで、「同体積でも、ものが違えば重さも違う」ということを分かり直していけるようにしたい。

(3) グループ間で差が出にくい教材の選択と工夫

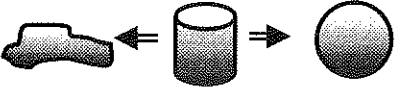

改善のポイント

様々な状況を想定して教材を選択する

今回は上白糖を使用した。子どもは見た目が似ていれば重さも近いはずだと考えるので、様々な種類の中から、よく似ていて見分けがつかないものを選んだ。湿度が高いときにはかなり吸湿し、想定から大きく外れてしまった。教室の湿度や袋を開けるタイミング、また、同じ上白糖でもメーカーによっても吸湿の早さに違いがあるので、出来る限りの想定をして教材を慎重に選んでいく必要がある。吸湿しにくいグラニュー糖を使わなかったのは、米との比較においてかなり重さが近くなってしまうからで、このあたりにも教材選択の難しさがあった。

(文責 伏見小 岡部 敏樹)

2. 単元構成の改善

おもな学習活動	改善点
<p style="text-align: center;">【第1次 形のちがいと重さ(2)】</p> <p style="text-align: center;">粘土で同じ重さを作ろう。</p> <p style="text-align: center;">てんびんで重さを量りながら提示された粘土と同じ重さを作る活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">てんびんがつり合うまで粘土をとっていけばいいよ。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">てんびんがつり合うまで、粘土をくっつけていけばいいよ。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">粘土を同じ形にすればいいよ。</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;">同じ重さでも形は違うことがある</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">同じ形でなくても同じ重さは作れるよ。</div> </div> <p style="text-align: center;">形が変わると重さがどうなるのかを調べよう。</p> <p style="text-align: center;">粘土の形を変えて、てんびんでもとの重さと比べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">つぶしてみたけれど重さは変わらなかった。</div>  <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">ボール型にしたけれど重さは変わらない。</div> </div> <p style="text-align: center;">もっと形が変わったら重さが変わるかもしれない。</p> <p style="text-align: center;">もっと形を変えると、重さはどうなるのだろうか。</p> <p style="text-align: center;">形を大きく変えて、てんびんで重さを調べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">どんなに薄くしても。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">中を空洞にしても。</div>  <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">小さくちぎっても。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">どんなに伸ばしても。</div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto;">どれも重さは変わらない</div> <p style="text-align: center;">もとの形に戻すこともできるよ。</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">粘土はどれだけ形が変わっても、量が変わらなければ重さは変わらない。</p>	<p style="text-align: center;">改善の視点(1) 【体感を大切にした単元構成】</p> <p>天秤で比べるだけでなく、手で持って重さを感じる経験を十分にさせていく。また、見た目と重さの関係についても意識させていくことで、体感に意味をもたせていく。</p>
<p style="text-align: center;">【第2次 ものちがいと重さ1(1)】</p> <p style="text-align: center;">紙粘土で、形と大きさが同じものを作ると、重さはどうなるのかな。</p> <p style="text-align: center;">素材の違う粘土で、形を揃えて、重さを比べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">紙は油よりも軽いから</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center;">紙粘土は油粘土よりも軽い</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">同じものなら同じ重さになるけれど</div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">素材が違えば、大きさと形が同じでも重さが違う。</p>	<p style="text-align: center;">改善の視点(2) 【子どもの思考に沿った単元構成】</p> <p>『食塩』『米』『砂糖』での重さ比べをする前に、形状は同じく素材が違う粘土で同じ大きさを作り、重さを比べることで、ものが違えば同体積でも重さが異なることをとらえさせる。</p>

【第3次 ものの違いと重さ2 (4)】

他のものでも重さを比べよう。

こんなにたくさんあるのなら米が重いに決まっている。



軽いものでも、たくさんあったら重くなる。

形が違うものの重さはどうやったら比べられるのかな。

かさをそろえることで、どんなものでも比べることができる。

粘土・食塩・米の重さを比べてみよう。

食塩は粘土より軽そうに見えるよ。

食塩はさらさらしているから軽いよ。

米は粒が大きいから、きっと重いよ。

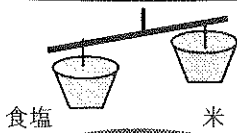
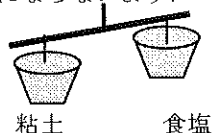
前に米を持ったとき、すごく重かったよ。

同じ量だと、同じぐらいの重さになるんじゃないかな。

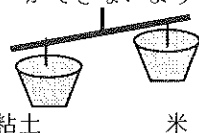
粘土はつまっているし、べとべとだから重いよ。

かさをそろえて、てんびんで重さを比べる活動

塩や米はすりきって、山にならないように



できるだけ中に隙間ができないように



粘土 > 食塩 > 米の順で重い

粘土は隙間無くつまっているから重い。

食塩は米よりも重い。

米は粒が大きくて隙間があるから軽いのかな。

本時 6/7

食塩とよく似ている砂糖の重さはどこになるのかな。

形状

色

粒の大きさ

かたまりの方が、粉や粒より重い。

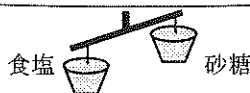
黒っぽいものの方が白いものより重い。

粒が小さいものの方がぎっしりとつまって重い。

ものは違うけど、よく似ているから重さも近いはず。

砂糖と食塩の重さを比べる活動

食塩のほうが重い。

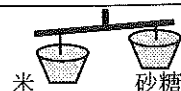


似ていても重さが違う。

重さの違いは見た目に関係ないのかな。

砂糖と米の重さを比べる活動

砂糖はぎっしりとつまっているのに、米と同じくらいだ。



見た目が全然違うのに、同じくらいだ。

ものの重さは見た目だけでは分からない。

かたまりでも粉や粒より軽いものもあるのかな。

ものが違えば重さも違うことが多い。

改善の視点 (2)

【子どもの思考に沿った単元構成】

形状の異なるものを使い、同じ量をはかりとって重さを比べることで、子どもは隙間やものの形状に着目し、見た目と重さの関係を自分なりに見つけていく。

また、色や形状、隙間に関係なく、ものが違えば重さが違うことが多いことをとらえさせる。

改善の視点 (3)

【グループ間で差が出にくい教材の選択と工夫】

グラニュー糖を使うことで、グループによって量り取る量に違いが出ないようにする。

また、見た目が似ている食塩とは大きく重さが異なるのに対し、見た目が全く似ていない米とは重さが近いことから、ものの重さは見た目だけでは分からないことをとらえさせる。

VI 研究の成果と課題

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

発達段階を考慮した表現活動

3年生は、自分の思いに沿って、納得するまでとことん事象に関わり続ける。粘土の形を変えても重さが変わらないことが天秤によって明らかになっても、「もっと小さく分けたら変わるかもしれない」とひたすら活動に没頭する。また、友達の「この形にしたら重さが変わったよ」という発言を聞くと、そんなはずはないと、実際に自分も同じ形を作って確かめようとする。そういった子ども一人一人の活動自体を教師が整理し位置づけていくことで、問題解決の道筋が明確になる。

粘土を細かくしたら軽くなるだろうと考え、実際に天秤で比べて重さが変わらないことが分かったとき、子どもは天秤の左右を変えて重さを比べ直したり、実際に手で持った重さを比べたりする。ここから、子どもは道具よりも自分の感覚を大切にしていることが分かった。

子どもの意識の流れに沿いながら、分かり直しができる単元構成

本実践では、ものが違えば重さも違うことを明らかにするために、『粘土』『食塩』『米』『砂糖』といった形状の違うものを教材として扱った。しかし、いきなりこの四つから始めると、量りとしたものが同体積であるという意識が薄く、また、ものの重さは見た目とは関係がないという結論で終わってしまう。そこで、まずは、同体積の粘土と紙粘土、もしくは、同体積の鉄球と木球といったものを比較することで、ものが違えば重さも違うということを明らかにし、その次に形状の違ったものを扱っていくと、子どもの意識に沿いながら分かり直しができる単元構成になるのではないかと考える。

また、発展として、いろいろなもので100gを量り取る活動を取り入れることで、同じ重さでも、ものによって体積が大きく異なったり、同じ体積になるものがほとんどなかったりすることから、視点を変えた分かり直しをさせていくこともできると考える。

- ・今回のように、重さの順番を明らかにしていく活動は、子どもの意識の流れに沿っているもので、どの子どもも自分ごととして真剣に取り組んでいくことができる。
- ・粒の大きさが違うものを使うと、子どもは隙間にこだわる。隙間が思考の妨げになったという意見もあったが、あえて隙間を作ることが、子どもの見方を作っていくことになる。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

予想と結果の違いを明らかにする表現方法

子どもの予想は、それまでの見方や考え方をもとに生み出されている。よって、個々の予想の違いとは、個々の見方や考え方の違いである。また、予想と結果の違いとは、見方や考え方と事実の違いである。

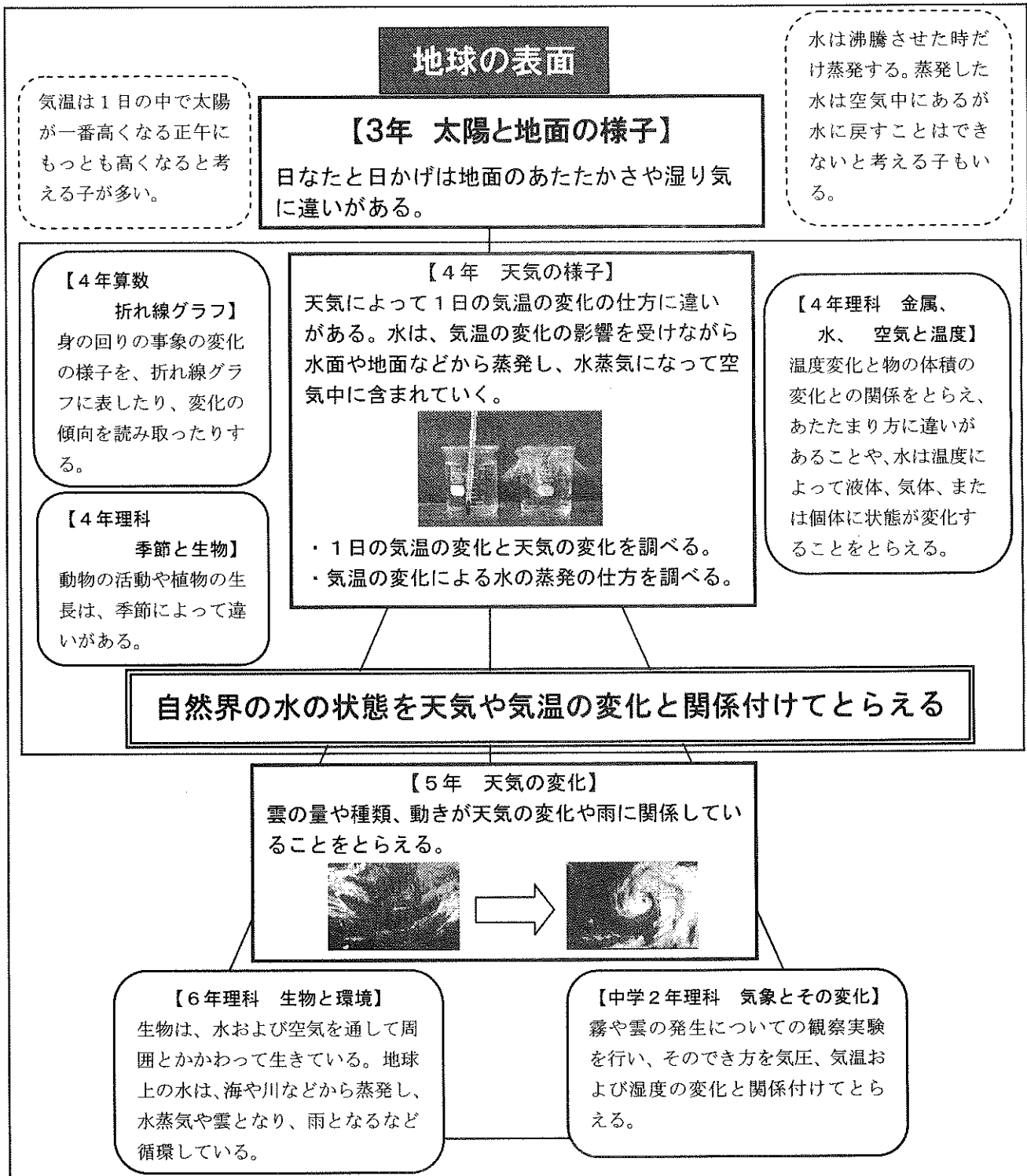
言語だけではなく、板書などを活用しながら予想の違いを明らかにして実験に向かうことは重要である。さらに、どうしてそのような予想をしたのか、という理由を問いながら、子どもの見方や考え方を引き出し学習に生かすようにすることで、自分と他者との関係もとらえられるようになるのである。

(文責 伏見小 岡部 敏樹)

4年「天気の様子」の指導について

児童 4年2組 男子19名 女子18名 計37名
 指導者 後藤 健 (附属小)
 協力者 小林 修 (幌西小)
 小川裕之 (平岡公園小)

内容の系統



(文責 幌西小 小林 修)

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

(1) 子どもの実態

子どものイメージでは「蒸発」とは水が沸騰した時に起こる現象であり、蒸発した水は空気中にあると考えている子どもは80%ほどいる。しかし、また水に戻すことができると考えている子どもは40%ほどに減少する。また、気温の変化では、天気の様子にかかわらず太陽が一番高くなる正午に気温が最高になると考えている子どもも半数を超えている。

本単元では気温の変化と天気の変化を結びつけたり、温度の変化と水の蒸発とを結びつけたりしながら感覚的な見方・考え方を科学的なものへと変容させていきたい。

(2) 問題解決の道筋

本単元では、「天気の変化」を調べる活動をしなが、グラウンドの水たまりの水がなくなっていく様子をきっかけとし、「水のゆくえ」も同時に学習をしていく。子どもが天気の様子を調べるときに、気温の変化を調べるだけではなく、気温の上がり方や下がり方、その時の天気の様子や地面にたまった水の変化など様々な様子に着目する。そして、気温の変化は天気の変化と結びついていること、水の蒸発の仕方は気温の変化にも影響を受けていることをとらえさせることで、天気の様子や自然界の水の変化についての考えをもつことができるようにしていきたい。また、水の蒸発が温度による影響を受けているという考えをもつことは、冷やした場合の結露へとつながり、朝露や霧、冬の窓ガラスの曇りなど身近な現象へと目を向けていくきっかけになるのである。

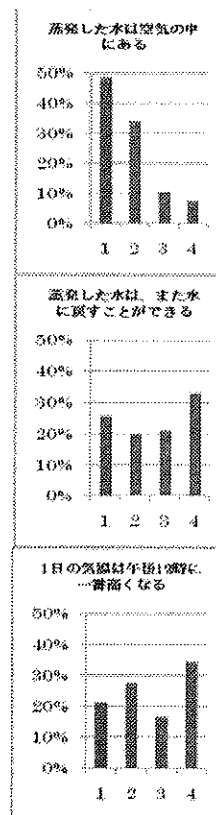
1日の中での気温の変化を調べる活動では、気温は単純に時間の経過とともに変化するのではなく、天気の変化と関係していることに気付いていく。気温の変化は日によっても、時期によっても違ってくるので、継続的な観察をする活動を行っていく。そのような活動を行うことで、子どもたちは気温の変化と天気の変化をより深く結びつけて考えていくことができるようになってくる。

そして、水の自然蒸発を調べていく活動では、気温の変化を探った子どもたちは「晴れた日なら…」「夏なら…」というように、天気の変化や季節の変化を意識しながら自然界の水の蒸発を実際の生活と結びつけた見方や考え方をすることができるようになってくる。

(3) 道筋を明確にする表現

子どもたちは、気温の変化をグラフ化しながら調べていくことで、その時の天気と気温の変化をよりはっきりと関係付けることができる。同じ日のなかでも晴れると気温が上がったり、曇ると気温が下がったりすることや、晴れていても日によって気温の変化には違いがあること、最低気温は明け方に記録されることなど、日照の有無とかかわっていることをとらえていく。

また、自然界の水の蒸発を調べる場面でも、子どもたちは今までの経験から、晴れて気温の高い日の方が水がたくさん蒸発しているはずだと考えている。その考えを検証するために、自分で実験方法を考えて活動を行うようにする。気温が高い晴れの日を「窓際」で、気温の低い曇りの日を「理科室のすみ」として実験をしたり、窓際が夏のように暑かったらもっと水が蒸発するはずであるという考えを検証するために、ライトや教室のヒーターで温度を上げて実験したりと、自然界での水の状態変化を実験室の中で作るなど試行錯誤を繰り返しながら問題を解決していく。



1. そう思う
2. どちらかというと思う
3. どちらかというと思わない
4. そう思わない

市内小学校4学年児童203名
を対象として2010年10月上旬
に調査

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1) 他者との関係を明確にした学び合い

子どもたちは、前時までに水の蒸発を調べるために、ふたなしのビーカーとふたありのビーカーを日かげに置いて5日間継続観察を行う。ふたなしのビーカーは明らかに水が減っていて、ふたありのビーカーは水が全く減ってないという結果から、水は無くなったのではなく空気中に出ていったと考える。そして、子どもたちは晴れの日のようにもっとあたたかくなると「水はたくさん蒸発するはず」と予想し、前回と同じように5日間校内の窓際と理科室のすみにビーカーを置いて水の自然蒸発を確かめようとする。また、その時の温度の変化にも着目させ、温度計で水温を測ることも取り入れていく。それは天気の変化を調べた時の経験から温度に着目していくことで、自分たちの実験が意図した通りのものであったかを確かめることができるからである。

しかし、実際には今の時期の校舎内では窓際でも全体的な温度にはそれほど大きな違いはなく、差も僅かである。そこで子どもたちは、「夏の日のようにもっと温度を上げて差を大きくすれば違いははっきりするはずだ」という思いで温度を上げる方法を考えていく。水の蒸発には温度が影響しているのかどうかを調べるはっきりした目的意識をもって検証させていきたい。

(2) 学び合いを組織する表現

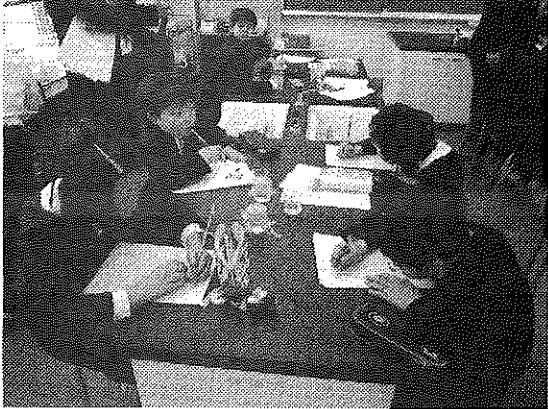

ビーカーの様子を観察した結果、子どもは日なたと日かげでは大きな差はないという結果に直面する。しかし、「もっと日なたと日かげの温度差を大きくすれば差が出るはず」と考え、ライトやヒーターなどで温度を上げていく。本時では、活動の時間も短く、あまり温度を急激に上げることはできないので、すぐに変化がみられるわけではない。よってビーカーにしたふたが少し曇るなどの細かな変化に着目させ観察させていきたい。温度の上昇はもちろんであるが、時間がたつにつれあたためている方は、ビーカーの上部やふたの部分に水滴が付き始めてくる。本時では、実験の途中までしか観察することはできないが、わずかな変化でもしっかりと見とることで、今後の変化を予測できるようにしていきたい。このように、今までの学習を生かして水の蒸発と温度の関係を調べていくことで、実際の生活と結びつけた考え方ができるようになる。

II 単元の目標

- 総** 1日の気温の変化、水が蒸発する様子や空気中の水蒸気が結露する様子を観察し、天気や気温の変化、自然界の水の変化についての考え方をもちことができるようにする。
- 関** 天気の変化と気温の変化を観察した経験をもとにして、気温の変化と空気中の水蒸気について、意欲的に調べようとする。
- 科** 1日の気温の変化の様子を調べる活動から、気温は天気によって変わることをとらえる。シートの上やビーカーの水の行方を調べる活動を通して、水は様々な環境で自然蒸発し水蒸気となって空気中に含まれること、水蒸気は温度が下がると再び水に戻ることをとらえる。
- 実** 定点で気温を観測し、その時の天気の様子をとらえるとともに、気温の変化をグラフで表したり、変化の特徴を読み取ったりすることができる。ふたあり・ふたなし、日なた・日かげなどの条件をそろえて水の蒸発の仕方を調べることができる。
- 知** 天気によって1日の気温の変化に違いがあること、水是水蒸気となって空気中に含まれることや結露して再び水になって現れることを理解する。

(文責 幌西小 小林 修)

Ⅲ 授業記録 (5/7)

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"> ○ 5日間おいたらビーカーの水の量どうだった <ul style="list-style-type: none"> ・ ラップをしているほうは量が減っていない。 ・ ラップに水滴がついていた。 ○ ラップをしていない方は？ <ul style="list-style-type: none"> ・ 40mlに減っていた。 ・ 蒸発していた。 ○ みんなは場所変えたら、水の逃げ方が変わると思っていたんだね。 <p>課題：5日たったビーカーをじっくり観察してみよう。</p> <p>＜活動1：置く場所を変えて、ビーカーの水の量を調べる活動＞</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ 窓際は25℃になってる。 ・ すごい。10ml以上減ってる。 ・ 日なたと日陰は同じだ。 ・ あっちは北だよ。 <p>○ 結果の交流</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日なたは30mlで日陰は40mlでした。 ・ 日陰はラップの水滴が細かい。日なたはラップの水滴が大きい。 ・ 日なたはラップの水滴が大きい。 ・ 日なたはビーカーの窓側に水滴が向いていた。 ・ 日なたのふた無しは32mlでふたありは35mlでした。 ・ 日なたのふた無しは40mlでふたありは38mlでした。  <p>○ たくさん減ると思ってやったんだけど、どうだった？</p>	<p>教師の対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 前に行った実験の結果を想起させ、場所によって、水の量が異なるという予想を確認する。 ○ 蒸発について触れることで、水が空气中に逃げてしまったことを確認する。 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">改善の視点(1)</p> <p>【目の前の事象をとらえる視点をつくり上げる】</p> <p>場所と水の減り方を観察しても、温度差とはすぐには結びつかない。まずは、場所と水の量についてしっかりと共通の体験としておくことが温度差への気付きにつながる。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 日なたと日かげの水の減り方や様子を観察するようにかかわり、場所による様子の違いを確認させる。 ○ 水の量の変化をグループごとにまとめ、場所を変えてもそれほど変化が大きくなかったことを際立たせる。 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">改善の視点(2)</p> <p>【問題意識を生み出す活動の流れ】</p> <p>水の量や水滴の様子など、子どもは、よく観察し、様々な結果を出すことができた。ここで、温度差に意識を向かわせるためには、比較を水の量に絞ることが必要であった。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 水の量の変化を板書し、実験前の予想をもう一度引き出すことで、日なたと日かげの差がないことを問題に

- ・もうちょっと減ると思ってただけど。微妙だった。
- ・とにかく、日なたにしたら日光も当たりそうだし、日陰よりは減っている。
- ・日なたの方が水は逃げている。
- ・太陽の光であたたまって蒸発しているんだ。
- ・3年生の時、日なたの方があたたかくて乾いていた。
- ・水たまりも、夏に測ったらあんまり変わっていなかったから。

○季節で変わるっていうことかな。

- ・今は寒くなってるから、せいぜい5mlぐらいかなと思ってただけど、もし夏とかだったら10~20mlぐらいの差が出ると思う。
- ・夏の方が暑いから、外でやったら。
- ・夏は日の照っている時間が長いから、冬は冷たい風とかも吹くから日が短いし。
- ・家の中は暖房がついてるから。
- ・今朝、マイナスだったよ。
- ・夏は、36℃とか30℃ぐらいだったよ。
- ・9月1日に34℃ぐらいだったよ。

○夏の方がもっと差がはっきりするって言ってるんだね。なんで？

- ・あたたかいし、日の長さも長いからその分暑い。
- ・夏の方がすぐ消える。
- ・今は減りにくい、凍っちゃう。
- ・5月は1日で水たまりも消えてグラウンドで遊べた。

○夏だったらよかったんだ。

- ・夏の暑さにすれば、もっと早く減るはず。
- ・温度を変えればいいんじゃないかな。

○これでできないかい(スポットライト提示)

○夏の日を再現すれば、もっとはっきりするはずなんだね。次の時間やってみよう。

する。

○日なたに置けばもっと減るのではないかと思っている子の意見を引き出し、温度差に気付かせる。

○既習の経験を引き出して温度差に焦点化させていく。

○季節の違いを手がかりに、温度差を具体的な経験や数値から考えるようにかかわる。

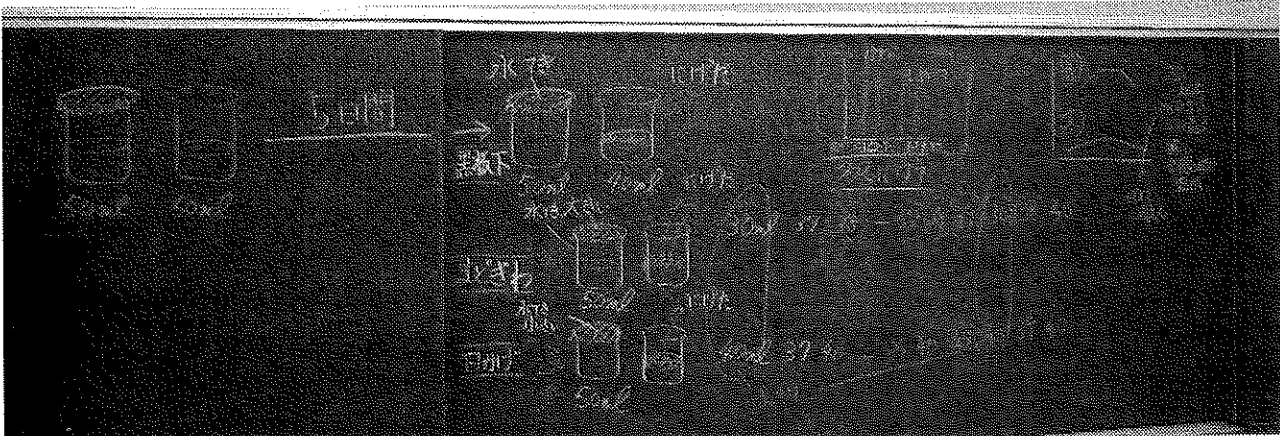
○夏の天気の様子から、夏のような気温であれば大きな差がでるのではないかという考えを引き出す。

改善の視点(3)

【季節や場所に適合させた教材化】

今回のように秋に行くことは、暖房など、その他の要素も多く含んでしまった。また、立地条件についても日当たりなども考慮する必要がある。

【板書の様子】



(文責 附属札幌小 後藤 健)

IV 分科会の記録

1. 討議の柱

- 気温の変化を調べる活動が水の蒸発を調べることに効果的であったか。
- 積み上げた事実から温度の違いと水の蒸発の仕方を関係付けた活動になっていたか。

2. 討議の内容

(1) 単元構成・本時の展開について

- ・実験の比較対象が窓際・日かげ、ラップ有・ラップ無し、と多くてわかりづらかった。
- ・子ども達が見つけた事実がありすぎた。数値や状態など様々な角度からいう子がいた。教師の方で焦点化すべきだった。
- ・ラップは必要だったのか。温度と減った量をシンプルに扱った方がよかったのではないか。

【改善に向けて】 ラップの必要性ともっとシンプルにすべきだったのではとのご指摘をいただいた。ラップは水の蒸発の様子を見るうえでの重要なポイントだと考えているが、4年生の発達段階を考えると、本時の話し合いでは、ポイントを絞った方が効果的だったということも考えられる。ねらいを達成するための追求の在り方を検討したい。

- ・実験の結果を見た時に子ども達は何を感じたのだろうか。「もっと差が出るはず」と思っていたのかどうか、子どもの思考を知りたかった。
- ・「1ミリリットルしか」減っていなかったのか、「1ミリリットルも」減ったのか子ども達はどのように考えていたのだろうか。
- ・「夏をつくろう」という意識はあったのか、子どもの言葉や表現からもっと意識を探るべきではなかったのか。
- ・目標には温度のことが明確にあったのに、授業ではほとんどなかった。温度という事実があつてからの表現が重要である。前の時間に扱っている黒板下での様子との比較が大切である。しかし、本時では前の時間と比べて「どのぐらい減るだろうか」という具体的な見通しが無かった。

【改善に向けて】 水の量の変化に対する具体的な見通しをもたせることで、より強い問題意識を生むことができたのではないだろうか。5日間のそれぞれの場所での温度変化と水の蒸発の仕方などを細かく観察することにより、蒸発する水の量を具体的に見通すことができたかもしれない。どのような事実から、子ども達はどのような問題意識をもつのか、改善の重要な視点としたい。

(2) 教材について

- ・この時期に室内で蒸発の実験をする教材性はよかったのか。
- ・単元の最初から水たまりを見るところから入っているので、本時も単元の最初と同じように外に置いた方がよかったのではないか。

【改善に向けて】 時期や場所についても多くのご指摘をいただいた。季節的な変化を意識させ、水の蒸発と空気中の水の存在をより身近のものとしてとらえさせたかったが、暖房の存在など条件を複雑にしてしまう要因があったのも事実である。時期や場所については、その学校の立地条件や設備など考慮しながら、より効果的なあり方を検討していきたい。

3 助言者より

(1) 真駒内緑小学校 紺野教頭先生より

問題解決の道筋はこれでよかったのだろうか。みんなが同じ結果になることを問題にしてもよくないのではないか。空気中にある水の存在をもっと意識させる必要があったのではないか。「思ったほど差が無いこと」に子ども達は納得していた。教師と子どもの意識に「ずれ」があったのではなかったか。子ども達は温度差と水の変化は見ていたが、温度の変化と関係付けてはいない。やり方によっては、ねらいを達成できるのかもしれない。

(2) 新川小学校 志摩校長先生より

客観的な事実、体感、系統性は大切である。この時期に、この単元はあまり向かないのではないか。今日の授業では、体感を通じた意見がほとんどなかった。言葉の力によるものが多かった。天気は子どもの体感が重要である。子どもの事実をしっかり位置づけてあげることが大切。板書はもう一度、見直してみる必要がある。今日は実験結果の誤差をあまり問題にしていなかった。もう少し教師が焦点化してあげられるとよかった。大きなチャレンジとして素晴らしかった。

(文責 幌西小 小林 修)

V 授業の改善に向けて

1. 改善の視点

(1) 目の前の事象をとらえる視点をつくり上げる

改善のポイント

比較条件の焦点化

4年生の発達段階を考えると、比較材料はシンプルに焦点化されている方が子どもにとってわかりやすいといえる。したがって本時では、比較する物を温度と水の減り方に、もっと焦点化させた方が条件の違いにより目を向けることができたのではと考える。また、同じように窓際と日かげに置いていても、水の減り方にはっきりと違いが出ているグループと、ほとんど違いが出ていないグループがあった。その原因は何であったのか。単なる量り方の違いによる誤差なのか、場所による条件の違いだったのか考えることも大切だった。

本実践では、実験の比較対象が窓際と日かげ、さらにラップ有とラップ無しと比較対象が多かったのも事実である。ラップは水滴のつき方により水の蒸発量の違いをよりはっきりと表すものとして重要な手段と考えていた。本時の後半で予定していたライトを当て夏の日差しを再現して比べる実験でも、水の蒸発量は短時間では量の違いとしてとらえることは難しいが、ラップの水滴のつき方にははっきりとした違いが表れるのである。しかし、本時では子ども達自身で何が問題となっているのか焦点化しきれずにいた部分があったように思われる。実験の結果を丁寧に扱い、焦点化して比較することは、理科としての見方や考え方を養っていく上でも大事な要素となるものである。

(2) 問題意識を生みだす活動の流れ

改善のポイント

温度変化を軸にした追究で、次への見通しを導く

本実践では、気温の変化を調べる学習でも時間ごとの気温の変化を調べて来ていたので、もっと継続的な観察ができれば、より確かなデータとして子ども達の問題意識を導きだす重要なポイントとなることができたのではなかろうか。窓際や日かげでの実際の温度の変化を調べることにより、自分達が予想していたような違いが起こっていたのかどうか、あるいは、1次で水の蒸発を調べた時の様子と比べてどうだったのか、という視点をもたせて比べることも大切である。

前回の様子と比べたり、時間的な変化の様子を調べたりする活動を通して、子ども達はよりはっきりとした予測ができるようになり、自分の考えに確かな根拠をもてるようになる。そうすることによって、実験結果がはっきりとしたときに、その結果が予想したものと違っていれば、そこに問題意識が生まれてくる。また、結果が同じでも、その結果に対する見方や考え方が違えば、そこにも問題意識は生まれてくるはずである。

(3) 季節や場所に適合させた教材化

改善のポイント

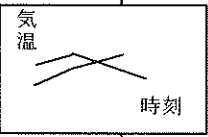




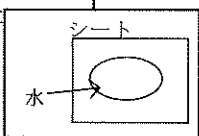
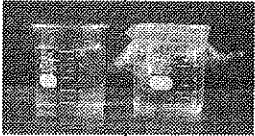
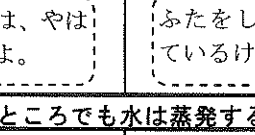
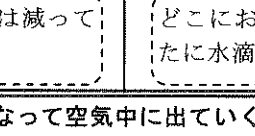
わかりやすい条件で比較しやすくなる場の設定

今回は条件は窓際と日かげの設定であったが、実際には窓際でも日の当たり方に違いがあったり、スチーム暖房があったりするなど条件を複雑にする要件がいくつかあったことは否めない。4年生という発達段階を考えるともう少し条件を整理し観察しやすいものにしていった方がわかりやすかった。

また、実験を理科室で行ったが、より観察しやすい場所として教室を使用することも考えられる。教室ならばいつでも観察できるので温度の変化やそれにもなう水の変化も調べやすくなる。それぞれの学校の条件に合った方法を検討していきたい。

(文責 幌西小 小林 修)

2. 単元構成の改善

問題解決の過程	改善点
<p style="text-align: center;">【天気の変化 (5時間)】</p> <p style="text-align: center;">今日の気温は何度ぐらいかな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">もう、0℃もあるよ。暑いね。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>気温 時刻</p> </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">気温は時間によって変わるんだよ。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">前回、測ったときと気温が違うよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>気温は1日の中でどのように変化するのかな。</p> <p>定期的に気温を測る活動</p> <p style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; border-radius: 15px; text-align: center;">気温の変化は天気によって大きく変わる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">午前中はどんどん上がっていったよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">晴れの日は大変大きいね。</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">曇りの日や雨の日は変化が小さいね。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">午後、0℃まで上がったよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">曇ると温度が上がらなくなるね。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">天気によって大きく変わるね。</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>気温の変化は時間ではなくて、天気によって変わるんだね。 また、季節によっても違いがあるね。</p> </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">改善の視点 (1)</p> <p style="text-align: center;">【目の前の事象をとらえる視点をつくり上げる】</p> <p>同じ日に、様々な場所で気温を測る活動を行うことで場所による温度変化の違いを知ることができる。そのことで日照と気温との関係をより深く見つめることができる。</p> </div>
<p>○雨上がりのグラウンドの水たまりが減っていく様子を観察する</p> <p style="text-align: center;">【水のゆくえ (8時間)】</p> <p style="text-align: center;">『1次 水の自然蒸発④』</p> <p style="text-align: center;">水たまりの水はどこへ行ったのだろう？</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">水は土の中にしみ込んでしまったのではないかな。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>土 シート 水</p> </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">乾いて無くなったのではないかな。</div> </div> <p style="text-align: center;">シートをはって調べる活動</p> <p style="text-align: center;">シートの水は無くなったよ。土にしみ込まなくても無くなるんだ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 5px;"> <p>シートの水はどこへ行ったのだろう。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">水は出ていったのかな。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">水はなくなったのかな。</div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">ふたをしたときとしないときの違いを調べるを活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">ふたをしないと水は少しずつ減っていくはず。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">ふたをすると出ていけないから水は減らないのでは。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">ふたをしない方は、やはり水が減っているよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">ふたをした方はふたに水滴がついているけど、水は減っていないよ。</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>どんなところでも水は蒸発するのかな</p> <p style="text-align: center;">様々な場所で蒸発するかを調べるを活動</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">どこに置いても水は減っているよ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">どこにおいてもふたをした方はふたに水滴がついているよ。</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>水は乾くと見えなくなって空気中に出ていく (蒸発する) んだね。</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">改善の視点 (1)</p> <p style="text-align: center;">【目の前の事象をとらえる視点をつくり上げる】</p> <p>様々な場所で水を蒸発させることによって、水が蒸発するとラップには必ず水滴がつくことを確認し、水滴の量の違いから温度の違いに目を向けさせる。</p> </div>

場所によってふたについて水滴の量が違うよ。どうしてだろう。

天気の良い日は洗濯物がよくかわくけど、日当りのいい晴れの日なら、地面もあたたかいのでもっとたくさん蒸発するのかな。

『2次 温度によるちがい③』

窓際の方が日が当たって温度が高いからたくさん蒸発するのではないかな。

○前回の実験同様5日間たっている。
《本時6/7》

理科室内の日なたと日かげで比べる活動

窓際は、20ml減ってるよ。理科室のすみでは10mlだ。置く場所によって結果がかなり違うよ。

水の減り方に違いが出たのはどうしてだろう。

もっと温度の差を大きくするとはっきりするのではないかな。

・理科室のヒーターのそばに置いてあたためてみよう。

・ライトを当ててあたためてみよう。

もっと温度の差を大きくして様子を調べる活動

やっぱりあたためて温度が上がるとたくさん蒸発しているよ。

温度と蒸発には関係がある。温度が高い方がたくさん蒸発するんだね。

○水を沸騰させたときは水蒸気が冷えて水てき（湯気）になったね。

『3次 結露について①』

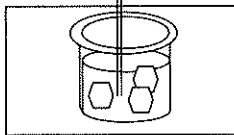
蒸発して出ていった水もまた水滴にもどるのかな。

冬の窓ガラスには水滴がつくことがあるよね。

水槽のふたにも水滴がついているよ。

冷たいものを入れたコップの周りに水がつくよ。

寒剤を使って結露をおこす活動



蒸発した水は、冷やすと水滴にもどることができるんだね。

涼しい朝は、葉が雨も降っていないのに濡れていることがある。

朝、寒いと霧が出てるよ。でも、昼になるとなくなるよ。

寒くなると、はく息が白くなるよ。

暖かい部屋に入ると、めがねが曇ることがあるよ。

色々なところに水はある。

温度によって、空気中に出て行ったり、水に戻ったりする。

改善の視点（2）

【問題意識を生み出す活動の流れ】

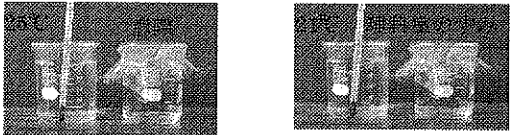
置く場所による水の量の違いや温度のばらつきから、変化の要因を現在の温度の違いではなく、5日間の温度変化と結びつけて考えることで、更に意図的に温度条件を変えて水の蒸発量を調べる活動が生まれる。

改善の視点（3）

【季節や場所に適合させた教材化】

暖房や日当たりの違いなどの条件についても考慮していく。

3. 本時の改善案

問題解決の過程	改善点
<p>＜前時まで＞</p> <p>ふたをしていないビーカーの水が5日間で 10ml 蒸発したことを見た子どもたちは、気温の変化を調べた時の経験から、「晴れの日状態なら温度も高くなるので、水もたくさん蒸発するはず。だから日当たりのよい窓際に置けば、前回よりも蒸発する量は増えるはず」という考えで理科室の窓際や、廊下側のあまり日光の当たらない場所にビーカーを置いて水の蒸発の仕方を比べようとしている。</p>  <p style="text-align: center;">きっと窓際の方がたくさん蒸発しているのではないかな</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 気温を測った時、日なたの方が温度がずっと高かったよ。 ・ 水たまりも1日ですっかり乾いていたよ。 <p style="text-align: center;">窓際と理科室のすみに置いたビーカーの様子を調べる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> 窓際は、20ml 減っているよ。理科室のすみでは 10ml だ。置く場所によってかなり違うよ。 同じ窓際でも 10ml も減り方に差がある場合もあるぞ。何が違うのだろう。日の当たり方かな。それとも暖房かな。 <p style="text-align: center;">水の減り方に違いが出たのはどうしてだろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 最近では日照時間も短いから温度もそれほど上がっていないよ。 ・ 夏の日なたなら 35℃ くらいかな。 <p style="text-align: center;">もっと温度の差を大きくするとはっきりするのではないかな</p> <ul style="list-style-type: none"> 理科室のヒーターのそばに置いてあたたためてみよう。 ・ ライトを当ててあたたためてみよう。 <p style="text-align: center;">もっと温度の差を大きくして様子を調べる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> なかなか変化しないな。もう少し見ていないと。 おや、ビーカーの内側に、水滴がついてきたぞ。 <p style="text-align: center;">温度を高くするとわずかな時間でも水が蒸発しているよ。もっと時間をかけるとたくさん蒸発しそうだ。</p> <p>○ 5日後にまた、調べてみよう。</p>	<p style="text-align: center;">改善の視点 (1)</p> <p>【目の前の事象をとらえる視点をつくり上げる】</p> <p>比較対象をそれぞれの場所での水の減り方と温度に焦点化して、違いをしっかりとおさえる。</p> <p style="text-align: center;">改善の視点 (2)</p> <p>【問題意識を生みだす活動の流れ】</p> <p>置く場所による水の量の違いや温度のばらつきから、変化の要因を現在の温度の違いではなく、5日間の温度変化と結びつけて考えることで、更に意図的に温度条件を変えて水の蒸発量を調べる活動が生まれる。</p> <p style="text-align: center;">改善の視点 (3)</p> <p>【季節や場所に適合させた教材化】</p> <p>置く場所による水の量の違いから、その要因を暖房や日当たりの違いなどの条件についても考慮しながら調べる。</p>

(文責 幌西小 小林 修)

VI 研究の成果と課題

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

気温の変化に基づく水の減り方を意識した単元構成

本実践では、1日の気温の変化を調べる活動が水のゆくえを調べる活動に生かすことができたかを検証することが大きな目的であった。子ども達は、今までの学習や経験から気温が高い方が水がたくさん蒸発するのではないかという意識をもって活動に取り組むことができた。本時では暖房が入り始めた室内という必ずしも理想的とは言えない条件の中でも1日の気温の変化と水の蒸発を結びつけて考えることができた。

しかし、気温の差がどのくらい水の蒸発に影響しているのかという見通しを、あまり具体的にもたせることはできなかった。窓際・日かげ、ラップ有・ラップ無しなど比較条件が多かった為に、子ども達の意識を焦点化しきれなかった。また、11月の暖房の影響がある理科室という条件の中で、実験結果のばらつきの原因を子ども達自身が整理しきれていなかったことも、その一因であった。

4年生という発達段階を考慮すると、本時では温度変化と水の蒸発に絞って追究していく方がわかりやすいといえる。子ども達は、窓際や日かげで本時の気温は見えていたが、5日間の間にどのように変化しているのかまでは見ることができなかった。天気の変化を調べた時のように時間ごとにどのように変わっていったのかを調べていくことにより、同じ「気温が高い窓際の方が水がたくさん蒸発するはず」という考えでも水の減り方を具体的にイメージして「～mぐらい減っているはず」あるいは「思っていたより温度の差が少なかったので水の減り方も少なかった」などの見方や考え方を表出させることが必要であった。

今回の実験結果では、窓際と日かげで水の減り方にはっきりとした差のあったグループと、あまり差のなかったグループがあるなど、グループによる違いが見られた。したがって、その違いに焦点を当て理由を考えさせて調べていくことも大切なことであった。暖房からの距離や日の当たり具合の違いによる温度の変化、あるいは時間の違いによる温度の変化と水の量の変化を調べることで、温度の変化と水の蒸発の様子をはっきりとさせることができると考える。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

水の蒸発の仕方に対する見方や考え方を表出させる

日の当たる窓際であっても、11月の理科室では日照時間も夏より短いので、そんなに温度が高くないのではと考えていた子どもや、日かげでも暖房が入っているのに窓際とそんなに違いがないのではないかと考えていた子どもは、水の減り方に違いが少なくても予想していた通りということになる。また、窓際の方が日光がよく当たっているから当然水もたくさん減るはずと考えていた子どもは、「あれ、おかしい」と思い、温度の変化の様子や水の減り方をもう一度見直していくことになる。

そのように具体的な根拠を表出させながら、実験結果を見ていくことで、より子ども達に気温の変化や季節の変化を意識させた活動をさせることができる。本時では、具体的な見通しをもたせることで、実験の結果を見た時に「あれ」「やっぱり」というようなずれや驚きを浮き彫りにすることができる。

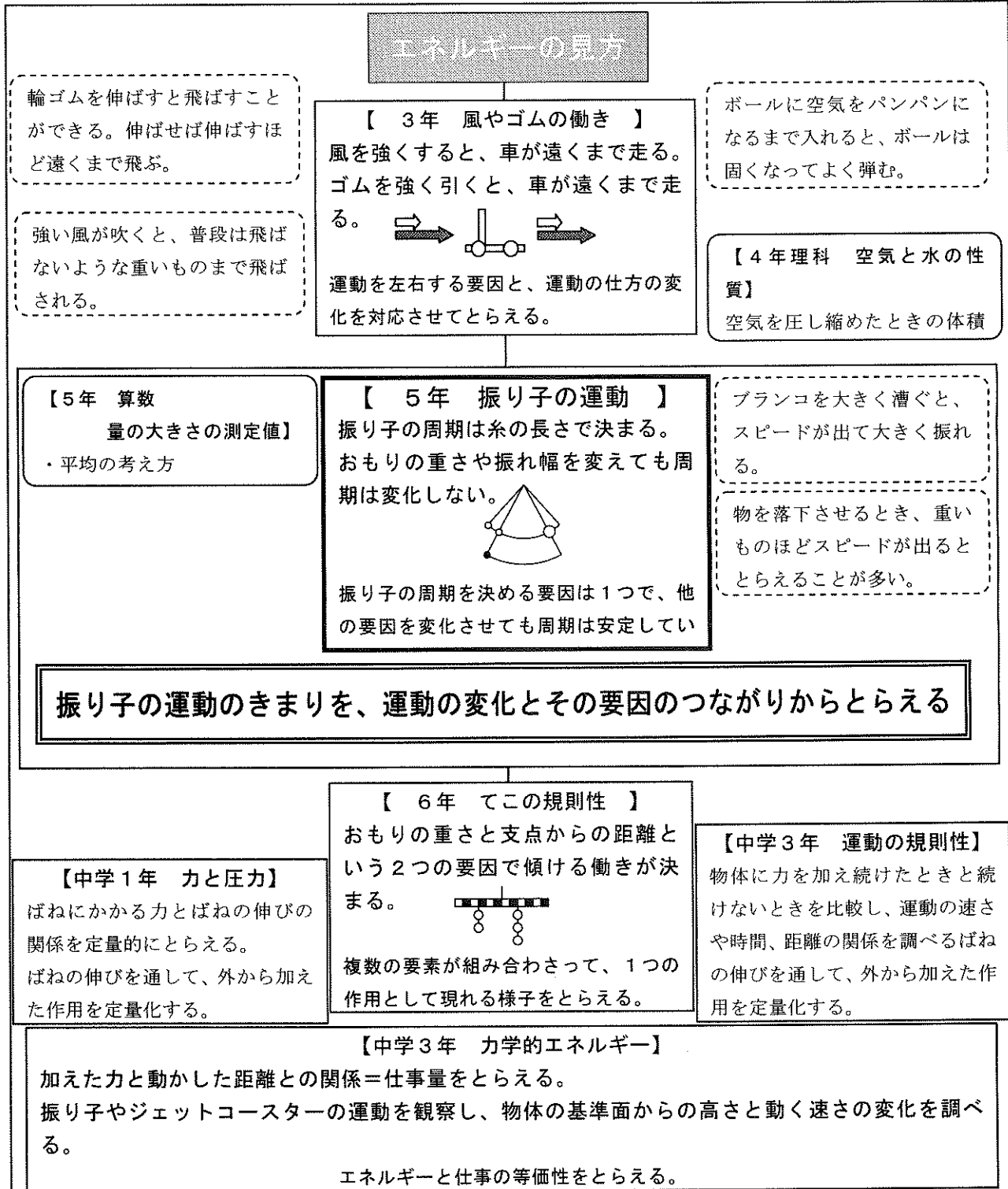
このような「あれ」「おかしいな」「もしかして」「やっぱり」というような思いを引き出し、際立たせることで4年生の子どもが動き出し、気温の変化と水の蒸発を結び付けるきっかけになるのである。

(文責 幌西小 小林 修)

5年「振り子の運動」の指導について

児童 5年1組 男子13名 女子11名 計24名
 指導者 田代 智昭 (上野幌東小)
 協力者 元起 克敏 (発寒南小)
 横倉 慎 (栄西小)

内容の系統



I 授業づくりの重点

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

(1) 子どもの実態

これまでの学習では、何らかの要因を変化させると、それに伴って結果も変化するという事象を扱ってきた。子どもたちは「要因を変化させると、事象に何らかの変化が現れる。」という見方をもちやすいと考えられる。この見方で振り子に向き合う子どもたちは、振り子の要因を変化させれば、これまでと同じように何らかの変化が起こるはずだと考える。しかし、手を離す位置、糸の長さ、おもりの重さという振り子の3つの要因のうち、周期を変化させるのは糸の長さだけである。ここで子どもたちは「要因を変化させても結果を変えられないことがある」ということに気付く。振り子の3つの要因のうち、1つだけが周期を変化させ、残りの2つをいくら変えても振り子の周期は変化せず、安定した周期を保ち続けることをとらえさせていきたい。

(2) 問題解決の道筋

まず振り子を作り、その動きを観察する場を設定した。振り子を作るには糸におもりをつけて揺らす必要があることから、糸、おもり、おもりを持ち上げて離す位置の3つの要素をとらえるとともに、振り子が規則正しく運動することをとらえていく。この振り子の周期を1秒にそろえることで、糸の長さ、離す位置、おもりの重さの3つを調節すればふりこの周期が変わるという見通しをもつことができる。

ここでより周期が長い2秒振り子作りに取り組む。3つの要因を変えることで周期を変えられるという見通しをもっている子どもたちは、それぞれの要因が周期にどれくらい影響するのかを追究していく。糸の長さを変えると周期は大きく変化するが、手を離す位置やおもりの重さを変えても周期は変わらない。この2つの要因をより大きく変化させても周期が変わらないとき、子どもはその理由について考察し始める。この中でそれぞれの要因が振り子の運動に与える影響をより鋭く観察し、気付いた変化をもとに周期が変わらない理由を説明できたとき、子どもはその要因が周期に対して影響を及ぼさないという見方を受け入れていく。

これらの見方や考え方をもとに、曲に合わせて動き続ける振り子作りに取り組む。曲に合わせるためには、周期を曲のテンポと合わせることで、音楽が終わるまで動き続けることという2つの条件を満たさなくてはならない。周期を合わせるにはどの要因をどう変化させればよいのか、曲の終わりまで振れ続けさせるには、どの要因を、どう変化させればよいのかを考えていく中で、これまでに獲得した見方や考え方を活用していく。その上で目的の振り子を作ることができたとき、これまでに獲得してきた見方や考え方が有効であることを改めて認識し、実感を持った理解をすることができると考えた。

(3) 道筋を明確にする表現

糸の長さを変えると周期が変化する。糸を伸ばせばおもりが動く距離が伸びるから、往復に時間がかかるようになる、と事象を解釈し、子どもは糸の長さとの関係をとらえていく。

一方、手を離す位置を変えても周期は変化しない。おもりが動く速さが違っているにもかかわらず周期は変化しないことから、「ほんの少しずつ変化しているのでは」、「変化しないものなのでは」と、問題意識を高めていく。子どもたちは、手を離す位置をさらに大きく変化させながら実験を繰り返し、「大きく揺れると、速いけど長い距離を動く」「小さく揺れると、遅いけど少しの距離しか動かない」と、事象を解釈し、問題を解決していく。

おもりの重さを変えたときも周期は変化しない。子どもたちは、重いものは速く落ちるという素朴概念をもっているため、「少し変化している」と考えたり、これまでの実験を想起しながら「変化しない」と考えたりしながら問題意識を高めていく。ここでも、子どもたちはおもりの重さを大きく変化させながら実験を繰り返し、「おもりを重くするとグンッと落ちるけれど、上がる時も大きな力が必要になる」「重さが変わっても、左右に揺れながら、重さを打ち消し合う」と、事象を解釈し、問題を解決していく。振り子の要因を変化させることで、動き方に変化が生じるが、それに伴って別の変化も生じる。2つの変化が互いを打ち消し合うから周期が変わらないことがあるという結論に達したとき、子どもたちは振り子の周期を決めるのは糸の長さだけであることをとらえていく。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1) 他者との関係を明確にした学び合い

おもりの重さを変えれば落下のスピードが変わる、あるいは反対側に上がっていくスピードが変わるといった考え方から、重さと周期には関係があると考えた子がいるであろう。一方でこれまでの実験から、重くしても周期は変わらないのではないかと見ている子もいる。周期がどうなるかという予想と、その根拠となる子どもの見方や考え方を出し合うことで問題意識が高まるとともに、おもりの動き方と周期を関係付けた見方を獲得していく。その上で振り子に向かうことで、重さを変化させたときの運動の変化を敏感にとらえ、おもりの重さが振り子の運動にどう影響するのかを明らかにしていく。

重さを変えても周期に差が見られないとき、子どもたちはより重いおもりで試したり、重さの違いを際立たせるためにより軽いおもりと比較したりしてみたいという思いをもつ。重さを変えながら繰り返し振り子に向き合う中で、重さは周期に対して影響を及ぼさないことをとらえていく。

(2) 学び合いを組織する表現

○図や表による表現

おもりの重さと周期の関係をグラフに整理することで、両者の関係を視覚的にとらえ、「糸の長さ」や「離す位置」を変えたときの結果と比較し始める。重さを変えても、「離す位置」の時と同様に、周期には違いがないことから、「おもりの重さ」は周期に影響しないのではないかという見方が生まれる。一方で、重い方が速く落下するはず、という素朴概念から、重くすることで少しだけ周期は変わっているはず、という見方も根強く残っている。

○言語による表現

おもりの重さで周期が変化すると考える子どもは「もっと重くすれば、落ちるスピードが速くなって、周期が短くなる。」、「もっと重くすれば反対側に上がるスピードが落ちて、周期が長くなる。」と考える。

一方で重さは周期に影響しないと考える子どもは、「手を離す位置を変えたときと似ている。周期は変化しないのではないか。」「落ちるスピードが上がっても上がるときにスピードが落ちるなら、打ち消し合うはず。」と考えるだろう。

この対立する2つの考えがかかわり合うことで、子どもたちの問題意識は醸成され、おもりが動くスピードの変化や、おもりが移動する距離など、振り子の動きを様々な角度から見つめようとする意識が高まっていく。

○行為としての表現

問題意識を醸成させた子どもたちは、「重さを大きく変化させれば」、「どんなに重さを変えても」という見通しをもち、おもりの重さを意図的に大きく変化させて調べ始める。

「おもりが重いとスピードが落ちにくい移動距離も長いままだよ。」「おもりが軽いとスピードが落ちていく移動距離も縮まっていく。」「重たいものを上げるのは大変かもしれないけれど、逆向きに動くときには再びグンと落ちていくよ。」など、新たな観点から得た気付きを通して振り子の動きを見つめていく。おもりの重さと振り子の運動との関係を明らかにしながら、振り子の周期に対する見方や考え方を深めていく。

II 単元の目標

総 振り子の動きにかかわる条件に着目し、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、振り子の動きの規則性についての見方や考え方もつ。

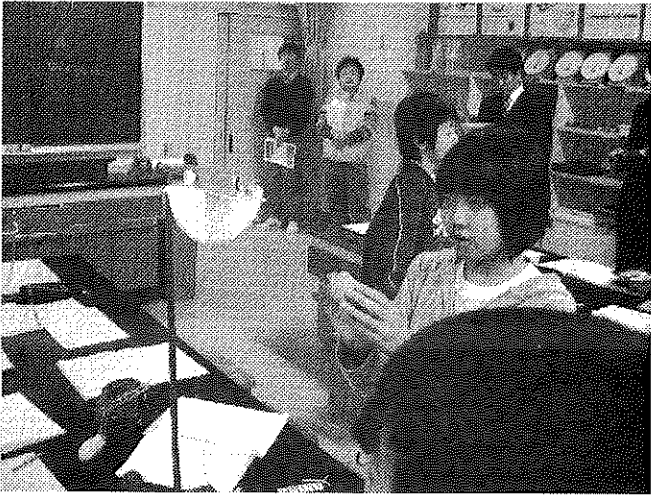
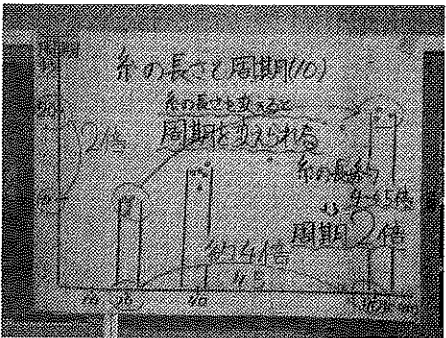
関 振り子の運動の規則性を適用して音楽に合わせて動く振り子を作ろうとする。

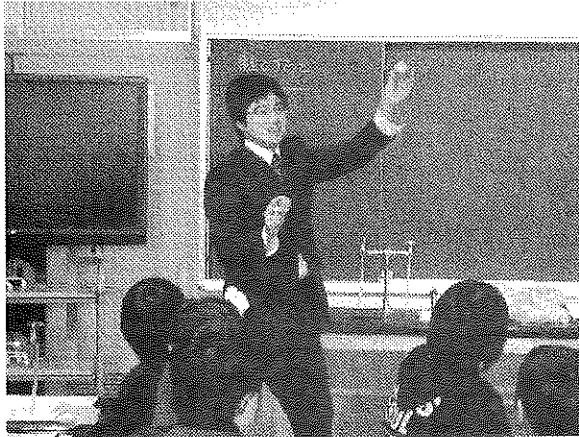
科 振り子の運動の変化を糸の長さ、おもりの重さ、速さなどの要因と結び付けて考え、規則性をとらえることができる。

実 振り子の規則性を調べ、変えた条件に着目して記録し、グラフに表すことができる。

知 糸につるしたおもりの1往復にかかる時間は、糸の長さによって変わることを理解している。

III 授業記録 (7/9)

子どもの反応	教師の対応
<p><前時の確認と本時の課題></p> <p>課題：おもりの重さを変えると、振り子の周期は変えられるのか</p> <p>○「おもりを軽くするとどうなるか」という問い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遅くなる。軽いと勢いがなくなるから。 ・重たいと勢いがあるから速い。 ・軽い方が上がるときにつらい。勢いがなくなっていく。 <p><活動1：3種類の重さで振り子の動きを比較する活動></p>  <ul style="list-style-type: none"> ・（重くすると）登りが遅くなる。 ・下りるのは速い。 ・（逆に軽いおもりは）勢いが無いけど、スムーズ。 ・あんまり変わらない。 <p>○基準のおもりは14グラム、重いものは26グラム、軽いものは9グラムであることを紹介する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・（基準から）約2倍の重さだね。 ・3倍、4倍の重さにしたら…。  <p><活動2：重さの幅をより大きくして動きを確かめる活動></p> <ul style="list-style-type: none"> ・あんまり変わらない。 ・絶対変わらない。 ・同じ動き。 ・（重いおもりにすると）上から下にいくときが速くて、下から上にいくときが遅い。 	<p>○糸の長さや振れ幅を変えたときに、おもりの動きがどう変化した結果周期がどうなったかを想起させる。</p> <p>○おもりの重さを変えることにより、おもりの動きにどのような変化が起こるかを根拠として周期がどうなるかを予想させる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">改善の視点(1)</p> <p>【子どもの素朴概念を十分に掘り起こす単元構成】</p> <p>おもりの重さを変えたときに、おもりの動き方がどうなるかの見通しを子どもが十分にもてていなかった。そのため、重さを変えたときの予想に強いこだわりをもてず、追究が深まっていかなかった。</p> </div> <p>○重さを変えることでおもりの動きにどのような変化があったのかに目を向けさせていく。</p> <p>○糸の長さを4倍程度にしたときに周期が2倍になったことと対比しながら、より重いおもりにしたときの運動の様子を予想させていく。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">改善の視点(2)</p> <p>【明確な根拠に基づいた議論の構築】</p> <p>落下速度は振れ幅や周期のような客観的な数字でとらえることができず、議論の根拠が曖昧なものとなってしまった。</p> </div>



- ・ 赤（最も重い）が持っていない特徴が黄色（最も軽い）にあって、黄色にある特徴が…。
- ・ 下がっていくスピードは同じで、でも勢いがなくなる。
- ・ こう来て（スタートの位置から落下し始めて）、ここ（落下直後）からは急なんだけど、この辺（最も低い位置）からは遅くなるんだと思う。
- ・ 急にここ（最も低い位置）からは遅くならないと思う
- ・ （5倍の重さでも）周期は変わらない。
- ・ 動き方はちょっと変わる？

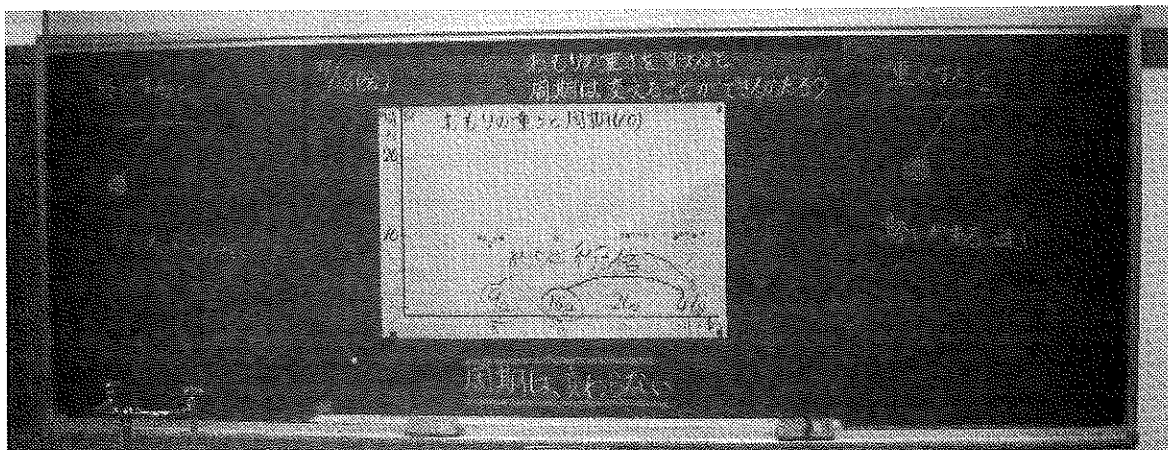
○重さの異なる2つのおもりを同時に揺らして周期を比較させる。

- ・ 同じだ。
- ・ ということは、どんなに重さを変えても周期は変わらない。

○おもりのどの部分での動きについて言及しているのか、どのような違いを見いだしていったのかを整理しながら引き出していく。

○基準のおもりから見て3倍の重さのおもりは、最も軽いおもりの5倍程度の重さがあることをとらえさせ、重さの影響について考察させる。

【板書の様子】



(文責 栄西小 横倉 慎)

IV 分科会の記録

1. 討議の柱

- 糸の長さや手を離す位置を変えたときの傾向と比較することが、おもりの重さを変えたときの傾向をとらえるのに効果的であったか。
- おもりの重さを変えても周期が変わらないことを、重さを変えたときに起こる運動の変化と関係付けて考えることができたか。

2. 討議の内容

(1) 単元構成・本時の展開について

- ・降りるときのスピードと、上るスピードは同じ。ここに着目して授業作りをすることはどのようなことか？
- ・子どもは素朴概念として、重ければ早いと本当に思っているのか？その根拠は？

【改善に向けて】 これまでの実践を通して、重さでも周期をわずかに調節できるととらえる子どもの存在が報告されてきた。本時では、重さにこだわり、重さの影響を追究しようとする意識が薄かった。重さに対する見方を掘り起こし、問題意識に高める手だてを検討したい。

- ・動きの違いを比較していくことで・・・と主張していたが、授業の中でそれが見えなかった。
- ・3種のボールの結果を交流する場があった。その交流の中から、子どもたちのこだわりを表舞台にだしていくと、次の活動に子どもの興味・関心が焦点化していくのではないか。

【改善に向けて】 本時場面では、周期がどう変わるかに意識が集中しており、おもりの動きがどう変化したか、という視点には至らなかった。子どもの思いをより深く掘り下げるための手だてを検討したい。

- ・グラフを見つめる時間がなかった。あのグラフから、子どもがどう判断するのかを話しあわせてもよいのでは？微差ではあるが、グラフには違いが現れていた。これらの事実について話し合うべきだった。

【改善に向けて】 変化の傾向を視覚的にとらえるためにグラフを導入したが、大枠ならば表でとらえられた。微細な変化をグラフから読み取ることでどのような展開が可能になったか検討したい。

- ・実証性、再現性、客観性…スピードの変化をとりあげることは、これらを欠いているのではないか。
- ・見方や考え方は、明確に説明させなければならないのではないか。
- ・理科では仕組みを追求してはいけない。つくりやはたらきを追求していくべき。

【改善に向けて】 話し合いにおいては、誰もが納得のいく科学的な根拠が明快な議論を進めることが大切。感覚に依らず、事象からはっきりととえられる事柄に基づいた議論を展開すべきだった。

(2) 教材について

- ・もっと劇的に重さを変えたときに変化が見やすくなる。
- ・本時までには子どもは糸の長さ、振れ幅を任意の量に変えて定量的に扱ってきた。しかし本時では定性的な扱いに戻っている。定性から定量に向かうならわかるが、流れが逆であった。

【改善に向けて】 今回はねじれや回転運動などができるだけ生じないことに主眼を置いてきた。しかし、指摘されたように劇的な重さの変化や、子どもが自由に重さを設定できるような自由度が欠けていた。

3 助言者より

(1) 北海道立教育研究所附属理科センター 三木指導主事より

振り子はこの後、物理で出てくるので、子どもによっては5年生で実験を終わりにしてしまう。ここでまちがってしまうと、そのまま社会人になってしまう。実際のところ、空気抵抗という点では、重さによって速さに変化が生じる。振れ幅60度を超えると、周期が長くなっていく。「打ち消しあう」とあるが、そうではない。科学的な真理の範囲で考えてほしい。

(2) 有明小学校 太田校長先生より

重りのボールがねじ式で、安定していてかつ、付け替えやすい安定した教材だった。もっと、一人ひとりの子どもに触らせてもよかったのでは。エネルギー的な見方や考え方を養うには、振れ幅や、重さが必要。ターザンロープの経験を大切にしてほしい。データを積み重ねるだけでなく、人間らしい学習を。実験、観察、表現を大切にしてほしい。

(文責 発寒南小 元起 克敏)

V 授業の改善に向けて

1. 改善の視点

(1) 子どもの素朴概念を十分に掘り起こす

改善のポイント

子どもなりの見方や考え方を十分に引き出し、活動の見通しをもたせる

本実践では、過去の実践で報告されている、重さが重ければ重いほど周期が短くなるという強いこだわりを克服することを目標とした。しかし、実際には重さによって周期が変化するのではないかという強いこだわりを引き出すことはできなかった。周期に限らず、振り子の運動に何らかの影響を及ぼしているのでは、という見方を引き出すためには本実践における課題としてあげられる。

1点目は事象にたっぷり浸る時間の不足である。日常生活を通して「重いものほど速く落下する」というような素朴概念をもった子は、重さによって多少は周期が変化するという強いこだわりを持ち続けることが考えられる。本実践ではそのような声を引き出すことができなかった。重さによって落下速度がどう変わるか、という点に思い至るまでの体験をしていないことが原因として考えられる。子どもたちの事象に対する見方や考え方は無意識に作られ、漠然とした状態で子どもたちの中にある。これをしっかり形にすることがこどもの見方を引き出すための最初のステップとなるであろう。事象によっては日常生活の中で繰り返し触れ、見方や考え方が子どもなりに固まっている場合もあるが、素朴概念と呼べるほどに形としてまとまっていないことも十分に考えられる。この場合は単元導入後に事象と触れながら見方や考え方を固めていくステップが欠かせない。そのための十分な時間や場が確保されているかどうか大きな意味をもつであろう。

2点目としては、重さや振幅に対する見方や考え方を十分に引き出せないまま実験データを集計しグラフ化していったことがあげられる。重さや振幅の影響を深く追究する意欲を高めていけなかったのは、重さや振幅を変えることでどのような変化が起こりそうかという見方がないまま、実験データという客観的なデータから「周期は思うように変化させられない」という結果が導き出されてしまったからであると考えられる。1点目で述べたように、子どもに事象に対する見方や考え方をしっかりとらせ、それを引き出し、重さや振幅を変えたときにどのような変化が起こると思うのか、子どもなりの予想をしっかりとせた上で実験を進めていく必要があった。

(2) 明確な根拠に基づいた議論を構築する

改善のポイント

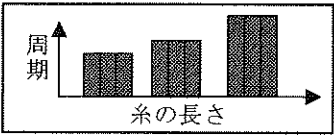
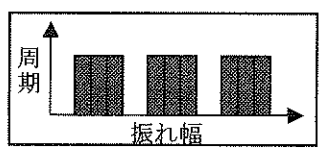
視点を絞り込み、客観的なデータに立ち返りながら議論を進める

今回の実践では、おもりの重さや振幅の大きさが振り子の運動に及ぼす影響をとらえることを目指した。おもりの重さを変えることで落下速度がどうなるか、運動の持続時間がどうなるかといった観点をもたせ、おもりの重さや振幅を変えることの意味をとらえさせようと考えた。しかし、落下速度は子どもの感覚しか根拠を持ち得ない。運動の持続時間に関しても、周期を測定するために10往復の所要時間を計っている子どもたちには目が向きにくいものとなってしまった。周期と運動の様子という2つの要素を同時に追わせようとする構成になった結果、子どもの意識が散漫になり、数字というはっきりした根拠をもちうる周期の変化に意識が集中したのは当然の結果であった。追究の観点をしっかりと絞り込み、客観的な根拠に基づいた議論を進めていくことで追究を深めていく必要があった。

中学3年では力学的エネルギーの保存を扱う際に再度振り子が登場する。力学的エネルギーの保存を正しく捉えるには、力と仕事の関係や、位置エネルギー、運動エネルギーの考え方を適用していくことが求められる。小学校段階でどこまで捉えさせておくべきか、内容を精選して授業をつくっていく必要がある。

(文責 発寒南小 元起 克敏)

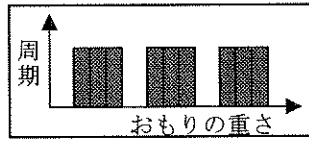
2. 単元構成の改善

おもな学習活動	改善点
<p style="text-align: center;">【 第1次 振り子をつくろう (3) 】</p> <p>◇振り子を作ってみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・左右に一定のテンポで動く。 ・左右同じくらい振れる。 ・だんだん揺れが収まっていくよ。 <p>◇どんな振り子でも成り立つかな。</p> <p style="text-align: center;">クライミングロープで動きを体感する活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・揺れ方がすごくゆっくりだよ。 ・振り子の大きさが関係しているのかな。 ・何mも移動するには時間がかかるからゆっくりなのかな。 ・やはり一定のテンポだね。 ・左右も同じくらい振れるね。 ・重い人の方が勢いがあるよ。 ・軽い人は引き上げが簡単だ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>振り子の大きさやおもりの重さ、移動する距離などによって 振り子のテンポが変わるのかな。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・クライミングロープではよくわからない。正確に実験しよう。 	<p style="text-align: center;">改善の視点(1)</p> <p style="text-align: center;">【子どもの素朴概念を十分に掘り起こす】</p> <p>振り子時計等が身近とはいえない現状を考えたとき、様々な振り子に触れて振り子の運動を左右する要因（糸の長さ、おもりの重さ、振れ幅）に気づかせたり、それらを変えたときにどんな変化が起こるかを考える材料をもたせたりする活動を導入時にしっかり行っておく必要がある。</p>
<p style="text-align: center;">【 第2次 振り子の動きを決めるもの (4) 】</p> <p>◇振り子の周期は自由に変えられるのかな。</p> <p style="text-align: center;">3つの要素を変えながら周期を確かめる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・糸を長くすれば、やっぱり周期が長くなるよ。 ・振れ幅を大きくすれば移動距離が伸びるよ。周期も長くなるのかな。 ・おもりが軽いと動きがすぐに収まって、ゆっくり動くようになるね。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>3つの要素を変えることで、振り子の周期は変えられそうだ。</p> </div> <p>◇好きな周期に自由に合わせられるかな。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・糸の長さによって、周期は大きく変わったね。長さをうまく調節すれば好きな周期に合わせられると思う。 	
<p style="text-align: center;">糸の長さを変えて周期を確かめる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・糸が短いと周期も短くなり、糸を伸ばすと周期も長くなるよ。 ・グラフにすると変化の仕方がはっきり見えるね。 <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>糸の長さを変えることで、振り子の周期は自由に変えられる。</p> </div> </div> </div> <p style="text-align: center;">振れ幅を変えて周期を確かめる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大きく揺らしているのに、周期はほとんど変わらないよ。 ・振れが小さくて止まりそうなのに、周期は変わらないね。 <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>振れ幅を変えることでは、振り子の周期は自由に変えられない。</p> </div> </div> </div>	<p style="text-align: center;">改善の視点(2)</p> <p style="text-align: center;">【明確な根拠に基づいた議論の構築】</p> <p>周期とおもりの動き方の2点を同時に追うことで子どもの思考が散漫にならないよう、周期の変化に観点を絞り込み、根拠のはっきりした議論を通して結論を導き出していく。</p>

《 本時 7/9 》

おもりの重さを変えて周期を確かめる活動

- ・ 振れ幅と同じようなグラフになった。おもりを変えても周期はほとんど変わらないね



おもりの重さを変えることでは、振り子の周期は自由に変えられない。
振り子の周期は、糸の長さによって決まるんだね。

【 第3次 振り子を使ったものづくり (2) 】

◇曲に合わせて動く振り子を作ろう。

周期

曲の長さ

- ・ 糸の長さを変えることで、周期は合わせられるね。
- ・ 曲が終わる前に振り子が止まりそうだ。曲の終わりまで動かし続けるにはどうしたらいいかな。
- ・ 始めに大きく揺らせば、すぐには止まらないんじゃないかな。
- ・ おもりの重さによって揺れ方が変わるんじゃないかな。

振れ幅やおもりの重さを変えて
運動が減衰する様子を調べる活動

- ・ 振れ幅を大きくしておけば、少しは運動が長く続くね。
- ・ でもおもりが軽いままではすぐに揺れが小さくなっていくよ。
- ・ おもりの重さをうんと重くすれば、長い間揺れが大きいまま保たれるよ。

曲のテンポに合わせてするには糸の長さを合わせればよい。曲の終わりまで動かし続けるには、おもりの重さや振れ幅を大きくすればよい。振り子の運動はこの3つによって決まるんだね。

改善の視点(2)

【明確な根拠に基づいた議論の構築】

第2次で取り上げなかったおもりの運動の様子を、運動の持続時間という観点でとらえていく。2つの観点を切り分けることで、追究する内容を整理していく。

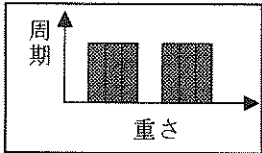
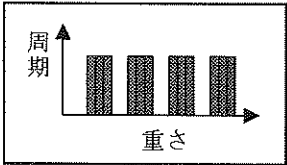
(文責 上野幌東小 田代 智昭)

3 本時の改善

1. 目標

- ◎ おもりの重さを大きく変えて振り子を揺らし、周期の関係を調べる活動を通して、おもりの重さでは振り子の周期を変化させられないことをとらえる。

2. 学習の展開 (7/9)

問題解決の過程	教師のかかわり
<p data-bbox="300 454 448 483"><前時まで></p> <p data-bbox="258 490 1161 734">様々な振り子に触れる活動を通して、振り子の運動は糸の長さ、振れ幅、おもりの重さによって決まるのではないかという考えをもった子どもたちは、これまでに糸の長さを変えると周期が変わることや、振れ幅を変えても周期が変わらないことを見てきた。糸の長さを変えることで周期も変えられるのに、振れ幅では周期を思うように変えることができないという事実から、要因に手を加えても期待したような結果が得られないこともある、ということを経験してきている。</p> <div data-bbox="357 770 1074 819" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>おもりの重さを変えると振り子の周期は変えられるのかな。</p> </div> <div data-bbox="319 846 1093 902" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>振り子の重さを変えて、周期を測る活動</p> </div> <div data-bbox="252 949 568 1064"> <p>・ 周期に差が見えないのは、重さの差が小さいからじゃないのかな。</p> </div> <div data-bbox="580 929 842 1081">  <p>A bar chart with '周期' (Period) on the vertical axis and '重さ' (Weight) on the horizontal axis. Two bars of equal height are shown, indicating that despite a change in weight, the period remains the same.</p> </div> <div data-bbox="855 949 1171 1064"> <p>・ 糸の長さを変えたときみたいに違いが見えない。ほとんど変わらないよ。</p> </div> <div data-bbox="336 1095 1098 1144" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>おもりの重さをもっと変えても周期は変えられないのかな。</p> </div> <div data-bbox="327 1178 1101 1234" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>重さを大きく変えて周期を測る活動</p> </div> <div data-bbox="552 1283 839 1447">  <p>A bar chart with '周期' (Period) on the vertical axis and '重さ' (Weight) on the horizontal axis. Four bars of equal height are shown, indicating that even with a larger change in weight, the period remains constant.</p> </div> <div data-bbox="239 1464 695 1619"> <p>・ 重さを変えても周期はほとんど変わらないね。</p> <p>・ 振れ幅を変えたときとほぼ同じようなグラフになったね。</p> </div> <div data-bbox="759 1464 1161 1579"> <p>・ 糸の長さを変えたときには、糸を伸ばせば伸ばすほど周期が長くなったね。</p> </div> <div data-bbox="295 1704 1125 1760" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>おもりの重さを変えても周期は変えられない。</p> </div> <div data-bbox="244 1823 1169 1917" style="border: 3px double black; padding: 10px;"> <p>おもりの重さを変えても周期は変えられない。 おもりの重さは、振り子の周期には影響しない。</p> </div>	<p data-bbox="1193 1115 1509 1603" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">周期とおもりの動き方の2点を同時に追う展開としたことで追究の方向が散漫になってしまった。ここではまず周期を左右する要因を明らかにしていく。第3次で運動の持続時間を扱うことにすることで、1つの活動で追究する事柄を1つに絞り込み、追究の方向性をしっかり定めた活動を展開したい。</p>

(文責 発寒南小 元起 克敏)

VI 研究の成果と課題

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

子どもが必要感を強く感じる追究活動

一つの事象に関する複数の要因が見られるとき、それぞれの要因がその事象にどう影響しているのかを追究していくことで、事象を多面的にとらえていくことが可能となる。振り子の場合、糸の長さが周期に、振れ幅やおもりの重さが運動の持続に影響することをとらえることで、振り子の運動の全体像が明らかになる。

本実践では、おもりの重さが振り子の運動にどのように影響するのかを追究する意欲を十分に高めることができなかった。おもりの重さが周期に影響するはずだ、という強いこだわりをもっている場合、なぜ重さを変えても周期が変わらないのか、という見方に迫ることは容易であろう。周期に限定せず、重さを変えることで振り子の運動に何らかの変化が生じるという思いがあれば、周期が変わらなくても何らかの変化が起こっているはずだという見方で振り子の運動全体を見渡すことができたであろう。重さに対する子どもの見方を掘り下げ、自分なりの見通しをもたせて行くにはどのようななかかわりが必要だったのかを検証していく必要がある。

子どもの素朴概念を掘り起こし、揺さぶる展開の工夫

理科の学習において、子どもの素朴概念をいかに転換させていくかは常に大きな課題となる。素朴概念で解釈できない事象に直面したとき、子どもたちは本気の追究を始める。そして、素朴概念で解釈できない事象も解釈できる新たな考え方にたどり着いたとき、より科学的な見方が獲得される。

重たいおもりの方が落下速度が速いという見方は、ガリレイの実験からもわかるように古くから存在しており、子どもたちも素朴な見方として同様の見方をするのが考えられる。この見方の克服もガリレイ同様実験によってのみ成されるであろう。本実践でもおもりの重さは周期に影響しないという見方を、実験結果からとらえていく子どもの姿が見られた。しかし、その見方は数値の処理によって得られたものである。子どもが重さと振り子の運動状態とをどう関係付けてとらえているのか、その考えが科学的な見方とどこまで一致していて、どの点において食い違いを見せているのかを明らかにし、科学的な見方に高めるための手だてとは何かを明らかにする必要がある。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

それぞれの思いを表出し、突き合わせながら問題意識を醸成する場の構成

子どもたちがこれまでの理科で触れてきた事象は、要因に何らかの手を加えると事象に変化が現れるものであった。振り子の周期を左右する要因は糸の長さだけであり、振れ幅やおもりの重さを変えても、周期はほとんど変化しないが、これまで同様におもりの重さという要因を変化させたのだから、振り子の動きに影響しないはずがないという思いをもつ子もいるであろう。部会では、それぞれの思いを引き出し、突き合わせることで、振り子の動きをもっと詳しく見てみたい、という思いをもたせていきたいと考えていた。

本実践では、おもりの重さが振り子の動きにどのような影響を及ぼすかを確かめたい、という思いを子どもにもたせるには至らなかった。実験で得られたデータをもとに、淡々と「重さは周期に影響しない」ということを受け入れていったのである。子どもが本気で追究を始めるには、自分なりの見方をしっかりもつことが第一である。その見方が他者の見方と食い違ったり、目の前の事象と食い違ったりすることで揺さぶられたとき、子どもは納得のいく見方を獲得しようと繰り返し事象にかかわっていく。今回、おもりの重さを変えながらその影響を調べたいと子どもが感じる場が十分には確保されていなかった。今回使用した教材程度の重さの違いでは不十分であるという指摘もいただいた。一人一人の見方を引き出し、交流することが追究を深めるためには不可欠である。

(文責 発寒南小 元起 克敏)

6年「つり合いとてこ」の指導について

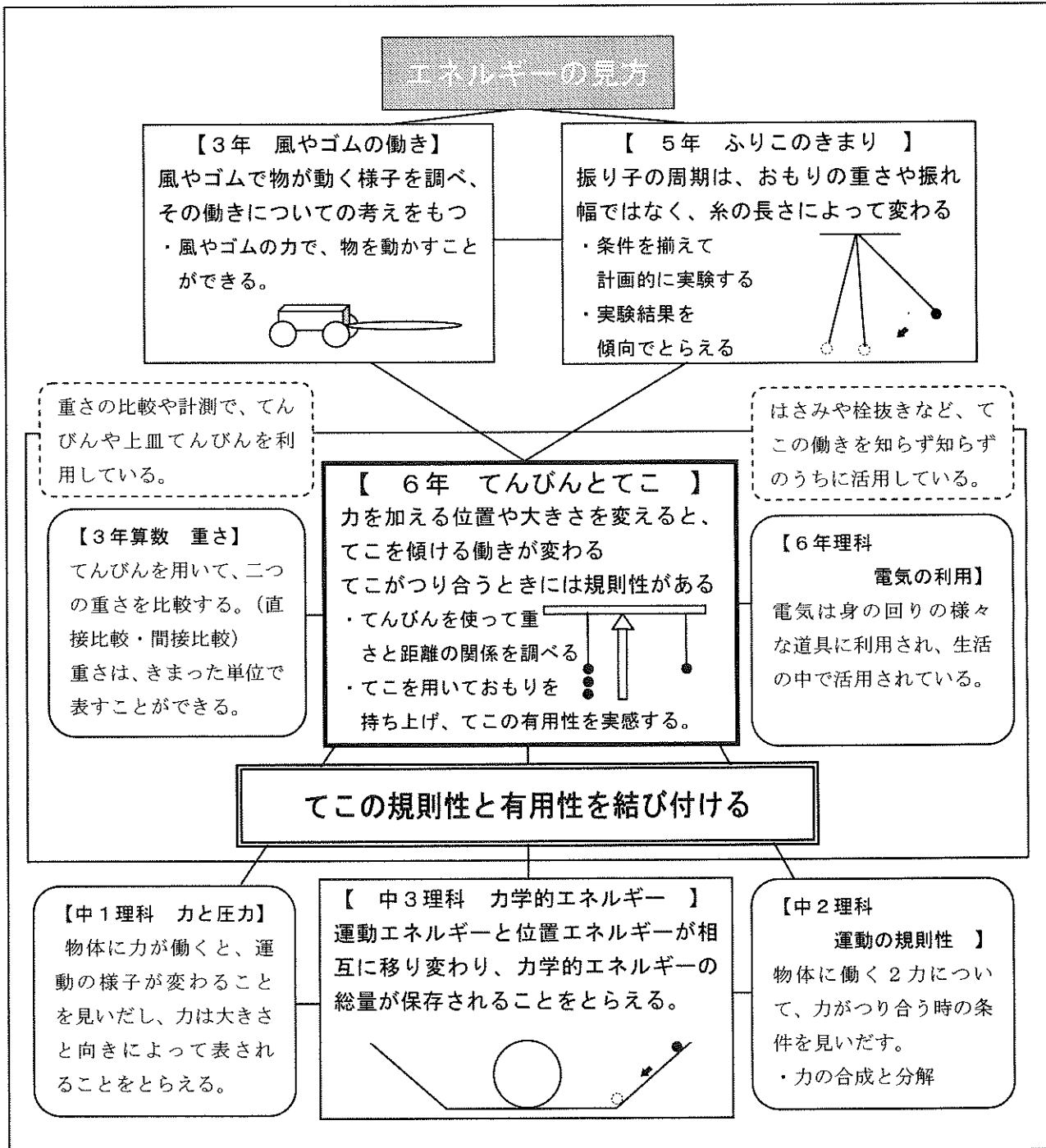
児童 6年3組 男子17名 女子16名 計33名

指導者 阿部 宗弘 (札幌北小)

協力者 三田村 剛 (宮の森小)

和田 諭 (大谷地小)

内容の系統



(文責 宮の森小 三田村 剛)

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

(1) 子どもの実態

第3学年の算数「重さ」で天秤を、第5学年の理科「物のとけ方」で上皿天秤を使った経験をもつ子どもは、てこの働きを使ったことはあるが、その働きがどんなものであるのかといった見方や考え方は、まだ確立していない。そこで、本単元ではこれまでの経験を土台に、てこが水平につり合う様々な状態をつくり出していく中で、「傾ける働き」という新たな見方や考え方を獲得させていく。一方、日常生活とてこのつながりでは、形状が似ているシーソーを結び付ける子は多いが、ハサミなどの身近な道具で、てこの働きを意識する機会は少ない。これは、実験で扱うてこ形状が異なるために、そのきまりが利用されていることに気付くにくいためである。そこで、本単元では、大型てこでその働きを体感したり、てこを利用した道具に直接触れたりすることで、てこの働きを実感しその有用性に気付いていく学習を目指す。

(2) 問題解決の道筋

①ものづくりを通して、天秤の構成要素を獲得する

本単元では自作の天秤を作り、学習を進める。木の棒を水平につるすためには重心の位置を見付け出す必要がある。子どもは、棒をつるす場所を丁寧に調べながら、「もう少し右かな」などと支点の位置を探っていく。指導事項として「支点」を教えるのではなく、子ども自らが探し出すことで、天秤の構成要素である「支点」を強く意識できると考えた。

②傾ける働きと長さの関係に目を向ける

重さの違うおもりで天秤を水平につり合わせる場面では、左右の重さの差に着目させながら活動させる。「差が20gでもつり合う」「40gでも大丈夫」と調べていく中で、「50gだと、あと少し」と、どうしても水平につり合わせることができなくなった時に「もっと遠くにつるせばつり合わせられるはず」という見方や考え方が生まれる。この時、子どもは無意識に、支点からの距離と傾ける働きとの関係を活用しようとしているのである。つまり「長さが働きに置き換えられる」という見方や考え方を、問題を解決していく中で獲得していく。また、これまで棒の端からの距離を基準に活動していた子どもも、「棒を長くすれば」という考えを基に、つり合うときには、「棒の端からではなく支点からの距離が大切である」ことに考えを改めることができると考えた。

本実践ではこのような活動を通して、支点からの距離によって傾ける働きが変化するというこの規則性に気付かせていく。さらに、単元を通し、支点からの距離をcm単位でとらえさせる。これにより、おもりをつるす位置を、支点からの距離としてとらえることができ、大型てこの活動においても、支点からの距離と傾ける働きを結び付け、「とても軽く持ち上がった」とその有用性を実感するのである。

(3) 道筋を明確にする表現

①てこの規則性を探る姿

様々なグループの実験結果を比較させることで、てこの働きの規則性に気付かせていく。その中で子どもが、おもりの重さと支点からの距離に目を向け、左右の形を図に表したり、重さと支点からの距離を数式に当てはめたりして追究する姿は、てこの規則性を見付けようと問題を解決する姿である。

②仮説を基に追究する姿

結果の違いから、自分なりの仮説を見付け出した子どもは、様々な状況でそれが使えるかどうかを調べたいという思いをもつ。例えば、一方のおもりを固定し、もう一方のおもりをつるす位置や重さを変えながら細かく調べたり、いろいろなグループの実験結果を仮説に当てはめながら、つり合う状態をつくり出したりする姿である。見いだした見方や考え方が活用できるかを確かめる姿は、子どもが仮説を基に主体的に追究していると言える。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1) 他者との関係を明確にした学び合い

本部会では、他者とのかかわりを大切にしたいという思いをもつ場面を通して、子どもの見方や考え方が、「水平につき合う条件」から、「傾ける働きとは」に変容していく学習を目指す。重さの差が大きいおもりを水平につき合わせたいという思いをもつ場面で、子どもは「支点をずらせば」や「棒が長いとつり合うはず」という考えをもつ。ここで、教師がそれらの根拠を引き出すことで、つり合わせるためには支点からの距離が関係していることや、重さの差が大きくてもつり合わせることができるという、この規則性や有用性に迫るきっかけが生まれる。すると子どもは、単に水平につき合わせるという目的ではなく、「支点からの距離を変えればつり合う」という見通しをもちながら活動に取り組む。そして、「おもりの位置」と「つり合い方」でとらえていた事象を、追究活動を通して、「支点からの距離」と「てこを傾ける働き」という関係に、見方や考え方を深化させることができるのである。

その後の関係式を見いだす場面では、他のグループの結果と比べ、おもりの重さと支点からの距離の積や和を計算しながら、天秤がつり合う時のきまりを見付けていく。1回目の結果から仮説を立て、2回目の実験でそれを検証し、この規則性を見いだしていくのである。このような学習経験から、結果を基にきまりを推論し、それを次の実験で検証するという追究の手立てを学び、中学校理科の学習の素地を養うことができると考えた。

(2) 学び合いを組織する表現

① 支点からの距離と力を結び付ける姿

あと少しで水平につき合わせられる状態に出合ったときに「支点をずらしてつり合わせようとする姿」「より長い棒を必要とする姿」「おもりを棒の端ぎりぎりまで移動しようとする姿」が表出する。この時、子どもは棒の長さや傾ける働きとの関係を感覚的にとらえている姿であると言える。

② 長さが働きに置き換えられることに気付く姿

「支点から離せば左右の重さがどんなに違ってもつり合わせられる」と自信をもつ場面で、おもりの重さは変化しないことに気付かせる。このとき、子どもは「おもりの重さは変わらない」という事実を基に、「長くすると、傾ける力が増える」「支点からの距離によって、おもりに力がつく」など、てこを傾ける働きについての見方や考え方を表出させることができると考えた。

③ てこの規則性から有用性へ

子どもが仮説を検証し、この規則性を獲得した際に、「傾ける働き」と「てこの有用性」を結び付ける姿を目指す。そのため、子どもが「左側のパワーと右側のパワーが同じときにつり合う」「支点から離せばおもりに力が加わる」など、「力」に関する記述や発言を取り上げ、価値付けていく。このような子どもの発言や記述を整理していくことで、「つり合うための条件」から「軽いものでも大きな働きをもつ」と、てこの有用性に目が向いていくと考えた。

II 単元の目標

総 おもりの位置や重さなどを変えて、棒が水平につき合う時の条件に目を向けながら調べ、この規則性についての見方や考え方をもちることができるようにする。また、生活の中でこのきまりが使われていることに気付く。

関 学習したてこのきまりを生活場面に当てはめて考えたり、てこを使った道具について意欲的に調べたりする。

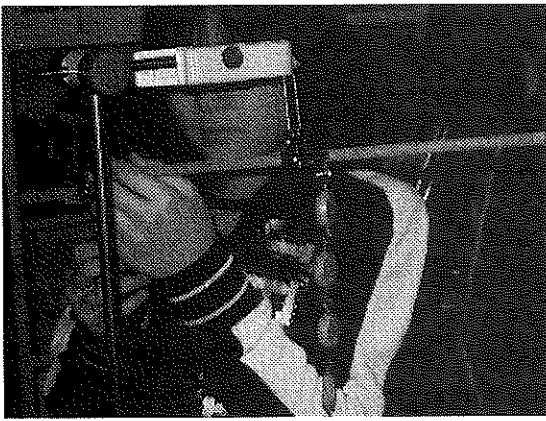
科 棒の左右にもものをつり下げたときのつり合いに関係する条件を考える。また、様々な天秤の実験結果を整理し、傾ける働きには支点からの距離とおもりの重さが関係していることについて考えることができる。

実 グループで用意した棒を使い、天秤を作成することができる。また、支点からの距離やおもりの重さになどを整理しながら実験結果をまとめることができる。

知 棒の左右に加える力の位置や大きさを変えると、棒を傾ける働きが変わることや、水平につき合う時には一定のきまりがあることを理解する。

(文責 宮の森小 三田村 剛)

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"> ・前の時間で、もっと差を大きくできそうだったよ。 ・70g 差ぐらいならいけるはず。 ・うちの予想は80g 差はいけると思う。 <p><活動①></p> <ul style="list-style-type: none"> ・重い方（10gのおもりを多くつり下げている方）は、80g 差をこえてもまだいけそうだよ。 ・重い方のつり下げる場所は、支点にうんと近づけて120g 差までできた。 ・軽い方（10gのおもりを1個だけつり下げている方）は、支点からぎりぎりの場所まで遠ざけて、120g 差だったよ。  <p>・もっと棒が、長ければ……。</p> <p>・長ければいける。もっとおもりの数を多くできる。</p> <p>・長いと、もっと差が大きくなると思う。試してみたい。</p> <p><活動②></p> <ul style="list-style-type: none"> ・長すぎて地面につきそうだ。机にイスを乗っけてやらないと。 ・240g 差までいったよ。 ・支点を重い方にずらしたら、もっといけるのでは……。 ・最初にもらったおもりを全て使ったから、うちの班は250g 差までいけたということだ。 <p><話し合い></p> <ul style="list-style-type: none"> ・おもりをつり下げた位置は、重い方が支点に近くて、軽い方は限界まで遠ざけたところ。 ・軽い方のおもりを2個にしたら、320g までいったし、まだいきそうな感じだよ。 ・うちは（軽い方に）付け足しなしで、240g 差。 ・うちは250g 差。 ・230g 差までできた。 	<p>○左右の重さの違いに着目させ、「もっと重さが違ってもつり合わせられるはず」という追究意欲を引き出す。</p> <p>○大きい差でもできそうか、重い方、軽い方のつり下げる場所は関係がありそうかを問う。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">改善の視点（１）</p> <p style="text-align: center;">【事象の表れと見方や考え方を結びつける】</p> <p>おもりの重さの差を大きくしていく活動から、なぜ長い棒を使うと、大きな差でも水平につり合わせることができるのかについての見方や考え方を問う。</p> </div> <p>○これ以上おもりの差を大きくできないかを問うことで、棒を長くしたらできそうだという新たな見通しを引き出す。</p> <p>○活動①で使用した45cmの長さの棒の2倍の長さの90cmの棒を渡し、活動①の続きからさらに差を大きくする活動②に向かわせる。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">改善の視点（２）</p> <p style="text-align: center;">【事象を細かく観察し追究の価値を高めていく】</p> <p>おもりを吊す場所の細かな移動に対して敏感に反応する天秤を用いることで、支点からの距離に対する見方や考え方を引き出す。</p> </div>



- ・棒が長いと、10gとか軽いおもりでも、重くなるわけじゃないんだけど、つり合わせると重くなっている感じ。おもりが重くなっているわけではないのに……。
- ・支点からおもりをつり下げた位置が長いと、重くなるような感じがしたとっている人がいるんだけど。
- ・支点から近いとおもりが重くなり、遠ざけるとおもりは軽くなる。
- ・最初のとき(45cmの棒を使った活動)は、110gまでだったのに、今は240g。約2倍になっているよ。

<まとめ>

- ・支点からおもりをつり下げた位置が長いと重くなる。
- ・支点からのおもりまでの距離が短いと、軽くなる。

改善の視点(3)

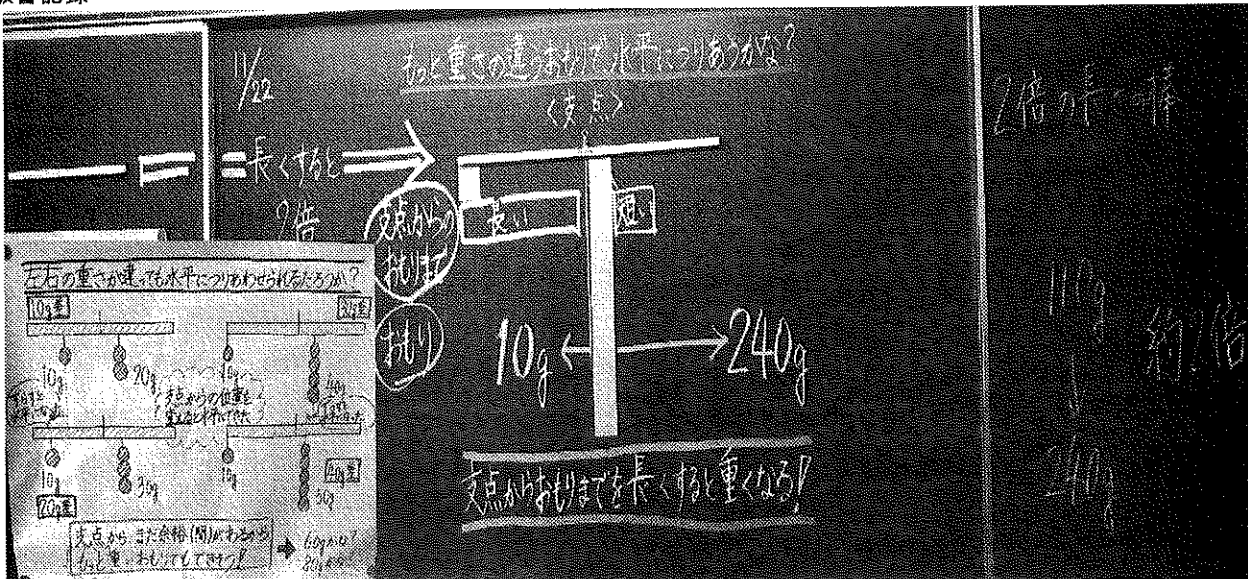
【事象の表れの違いから他者との関係を深める学習展開】

グループによる事象の表れの違いを取り上げることで、その共通点や差異点を明らかにしたいという思いを引き出す。

○棒を長くすると、重さの差がより大きくなった事実に着目させ、棒の長さで傾ける力の関係に目を向けさせる。

○棒の長さで傾ける力のはたらきに気付かせるため、棒を長くしたことの意味を問う。

板書記録



(文責 大谷地小 和田 諭)

IV 分科会の記録

1. 討議の柱

- 左右の重さの差に着目させることで、傾き方と支点からの距離の關係に目を向けることができたか。
- 棒の長さに着目し、重さの差が大きいおもりを水平につり合わせる活動から、傾ける働きについての見方や考え方を深めることができたか。

2. 討議の内容

(1) 単元構成・本時の展開について

- ・差の大きな2つのおもりを水平につり合わせるための傾向を探る活動であった。
- ・1回目の活動で、つり合う状態と支点からの距離について、何となく捉えることができていた。
- ・棒の端ぎりぎりにおもりをつるすなど、部でねらう姿が随所に見られた。
- ・活動から子どもがどんな見方や考え方をもちたのかが授業の中に置付けられていなかった。
- ・子どもの活動の裏側にある思いを引き出すことができていなかった。表現する場を与える必要がある。

【改善に向けて】 傾向として、てこの働きを捉えていく中で、子どもの見方や考え方を引き出し、授業に位置付けることが大切。これにより、大きな重さの差をつり合わせるためには、棒の長さが必要であることについて、話し合いを通して見出すことができる。

- ・「重さの差がこんなに大きいのにどうしてつり合うのか」という問題意識が弱かった。
- ・「つり合わせたい」という思いはあったが、6年生ではそこに原因追究が伴わなければならない。「長さがあれば」という問題意識があつて初めて、長い棒の必要感が生まれる。
- ・子どもがどんな問題意識をもって取り組むべきなのかを再度、検討すべきである。

【改善に向けて】 「おもりの重さは変わっていない」という事実を位置付けることで、問題意識が生まれ意欲的な原因追究の姿に結びつく。その結果、視点からの距離と力の關係に目が向いていく。このような問題意識が生まれるような授業の流れが不可欠である。

- ・感覚と実際を子どもが分けて考えるのは難しい。表やグラフで事象を捉えることも有効である。
- ・予想と結果を見比べ、そこから見えてくる事実や疑問を表現する場を保障することが必要。

【改善に向けて】 子どもの予想や結果を表現する場面を授業に位置付ける。これにより、一人一人の見方や考え方を基に事実を捉えることができる。重さの差の数字だけでは不十分である。

(2) 教材について

- ・自作のてんびんを用いることで、もっと支点から遠くへつるしたいという思いを引き出すことができた。
- ・短い棒と長い棒を用いたことは、規則性の適用範囲を広げていくという面で有効であった。
- ・もっと長くしたいという思いが生まれる教材で良かった。大型でこの活動に直接つながる。

【改善に向けて】 実験用でこと自作てんびんの長所、短所を再度検証する必要がある。ただ、支点からの距離を捉えるという点では、つるす場所が自由に変更できる自作てんびんは効果的であった。

3 助言者より

(1) 東苗穂小学校 菅原校長先生より

本時では、重さの差が大きいおもりを用いてつり合わせたときに、「おもりは重くなつてはいない」という視点で交流することで、てこの働きや支点からの距離に目が向いていくのではないか。この場面の練り合いの場が少なかったため、見方や考え方を引き出せずに終ってしまった。また、今回使われたてんびんは反応が鈍いので、すぐにつり合う状態が生まれてしまった。もっと敏感な教材を作り、どうしてもつり合わない状態と出合わせることで、子どもの追究意欲を引き出すことができたはずである。

(2) 中沼小学校 永田教頭先生より

6年生には、てこの働きや規則性を傾向で捉えるのではなく、データを用いて定量的に追究していくことが求められている。その為、単元を通して数字で語る子どもの姿も引き出していきたい。また、棒を長くしたいという場面で、見方や考え方を引き出してほしい。部会で考えた主張が子どもの姿として表れるように、問題意識が本時でどのように醸成されていくのか、また、子どもがどのように見方や考え方を深めていくのかを考えて授業作りをすることが大切である。

(文責 宮の森小 三田村 剛)

V 授業の改善に向けて

1. 改善の視点

(1) 事象の表れと見方や考え方を結びつける

改善のポイント

活動の根拠を明らかにすることで、事象の表れを科学的に追究する姿を引き出す

与えられた棒が水平につり合う支点の位置を子ども自らが探る活動を通して、この構成要素である支点を強く意識することができた。その上で、左右のおもりの差が大きくても水平につり合う状態をつくり出す活動を取り入れたことで、棒の端ぎりぎりにおもりをつるそうとするなど、支点からの距離とつり合う状態を結びつけながら活動に取り組んでいた。今回の実践ではこのような活動の中で、子どもがどのような見方や考え方をもちながら自作てんびんを操作しているのかについて、学習の中に位置付ける教師のかかわりが弱かったと考え、この点の改善を図りたいと考えている。軽いおもりを支点から遠ざける子ども、重いおもりを支点に近づける子ども、天秤を水平につり合わせようとするそれぞれの活動の根拠を明らかにしていくことで、子どもは、支点からの距離と水平になる条件の関係を意識しながら、傾ける働きについて推論していくのである。

このように、事象の表れと子どもがもつ見方や考え方が結びつけられることで、「大きな重さの差でも水平にしたい」という思いが、単純な活動目標としてではなく、知的好奇心に支えられた科学的な追究につながっていくのである。

(2) 事象を細かく観察し、追究の価値を高めていく

改善のポイント

定量的な見方で事象とかかわり、規則性に迫る

本単元では、「傾ける力」を「支点からの距離」と結びつけながら推論する姿が重要である。今回は、自作てんびんを作るために長い棒と短い棒を用意し、その長さの違いから、子どもが「傾ける力」と「支点からの距離」を結びつけて追究活動に取り組ませていきたいと考えた。短い棒から長い棒へと子どもの活動が移っていく時には、「長い方が大きな重さの差があっても水平につり合わせられる」という思いに支えられた活動となった。しかし、助言者から、棒と糸の間のクリップが大きく、棒とつるす糸が離れていたために、おもりを少しずらしても傾き方に大きな差が生まれにくいという指摘を受けた。そのため、同じ長さの棒でも水平にできるおもりの重さの差に誤差が生じた。事象の表れを一般化しその規則性に迫っていくためには、天秤の精度を高め、子どもが小さな変化にも敏感になるような教材を用いることが大切である。

(3) 事象の表れの違いから、他者との関係を深める学習展開

改善のポイント

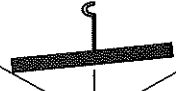
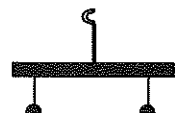
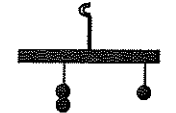
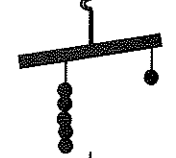
水平につり合わせる方法の違いを明確に位置付ける

重さの差が大きなおもりを水平につり合わせる本時場面では、グループによっておもりを下げる位置が異なっていた。例えば、天秤の端ぎりぎりに軽いおもりを吊り下げようとするグループがある一方で、重いおもりを支点になるべく近づけようとするグループが混在していた。このような学習展開は他者とのかかわりを生む上で非常に価値がある。「水平につり合わせたい」という目標に向かう活動の違いを子どもに気付かせることで、他者の考えや活動に興味をもってかかわろうとするのである。こうして生まれた他者とのかかわりから、子どもは「傾ける働き」と「支点からの距離」という事象の本質に目を向けていく。

今回は自作のてんびんを用いたことで活動の幅が広がり、追究方法の違いが生まれやすかった。しかし、他者とのかかわりを深めるための仕組みや手立てが不十分であり、この教材の良さを十分に引き出すことができなかった。今後は、板書や全体交流における実験結果の取り上げ方を工夫することで、他者との関係が深まる学習に改善することができると考えている。

(文責 宮の森小 三田村 剛)

2. 単元構成の改善

問題解決の過程	改善点
<p>【第1次 左右のつり合い (5)】</p> <p>○洗濯物をつり下げると水平につり合っているね。</p> <p>棒を糸でつり下げて、天秤を作ってみよう。</p> <p>糸で棒を水平につり下げる活動</p> <p>水平につり合わせるのは意外と難しい。</p>  <p>ちょっと糸を動かすだけで、反対に傾いてしまうよ。</p> <p>天秤が水平につり合う場所はどこだろう。</p> <p>天秤の支点を探す活動</p> <p>棒の中心近くで、わずかに調整したらつり合った。</p> <p>棒のほぼ中心につり合う場所があるようだ。</p> <p>左右の長さを同じにすればいいんだ。</p> <p>天秤がつり合う場所は棒のほぼ中央にあり、わずかでもずれるとつり合わなくなってしまう。</p> <p>天秤の左右に同じ重さのおもりをつり下げつり合わせてみよう。</p> <p>どこにおもりをつり下げればよいのだろう。</p> <p>天秤の左右に同じ重さのおもりをつり下げる活動</p>  <p>左右で支点から同じ距離の所につり下げたらできた。</p> <p>棒の端から同じ距離の所につり下げればいい。</p> <p>てんびんの左右に同じ重さのおもりをつり下げ、水平につり合わせるには、左右同じ場所につるせばいいんだね。</p> <p>○左右のおもりの重さに差があっても、つり合わせられるだろうか。</p> <p>天秤の左右に違う重さのおもりをつり下げる活動</p>  <p>つるす場所を変えると、傾き方が変わるよ。</p> <p>軽いおもりは、支点から離せば重くなるようだ。</p> <p>《本時 4/9》</p> <p>もっと重さの違うおもりで、水平につり合わせてみよう。</p>  <p>この棒だと、0gの差が限界だよ。</p> <p>ほんの少しの長いだけで、つり合わせることはできないはず。</p>	<p>改善の視点 (1)</p> <p>【事象の表れと見方や考え方を結びつける】</p> <p>左右で違う重さのおもりを水平につり合わせる際に、おもりの位置を強く意識させることで、天秤が水平につり合う時の条件に気づき始める。</p> <p>その条件を探っていくことにより、支点からの距離が、傾ける働きと関係していることについての見方や考え方を引き出すことができる。</p>

支点からの距離を離せばどんな重さでもつり合うのかな。

長い棒を使ったり支点をずらしたりして、つり合わせる活動

ほんの少しずらしただけで、傾きが変わってしまうよ。

支点からの距離が長いと、棒を傾ける力が加わる。

おもりを少しずつ動かして、重たい方は支点の近くに、軽い方は遠くにしたらつり合う。

支点から離れると、傾ける働きが強くなり
支点に近付くと、傾ける働きは弱くなるんだ。

水平につり合うときに何かきまりがあるのかな。

つり合うときの条件を調べる活動

おもりと支点からの距離をかけたり足したりすれば。

重さと距離の和が左右が同じでもつり合わないときがある。

重さと距離の積が左右で同じになればつり合う。

重さと距離の積が左右で同じ数字ならつり合う。

支点からの距離と重さの積が左右で等しくなればつり合うんだ。

〇もっと棒を長くすれば、ものを軽く持ち上げられるよ。

【第2次 てこのはたらき(2)】

大型てこを使って10kgのタンクを持ち上げてみよう。

大型てこを使って10kgのタンクを持ち上げる活動

てこをどのように使うと軽く持ち上げられるだろう。

支点から離れた所を押せばいい。



支点を作用点に近付けると軽くなる。

作用点や力点、及び支点の場所を変えてものを持ち上げる活動

天秤と同じで、支点から離れたら軽くなる。

支点と作用点、支点と力点の距離を変えれば働きが変わる。

支点の場所を変えて、おもりに近付くと軽い。

支点と作用点の距離を近付れたり、支点と力点の距離を遠ざけたりすればおもりを小さい力で持ち上げられるんだ。

【第3次 てこの利用(2)】

てこを使った身近な道具を探してみよう。

くぎぬき はさみ せんぬき ペンチ トング

てこの働きはどのように使われているのだろう。

持つ場所を変えて、道具を使う活動

どこに力を加えるかで、道具の使いやすさが変わる。
身近な道具も支点からの距離を長くしているんだね。

改善の視点(2)

【事象を細かく観察し追究の価値を高めていく】

重さの違いに敏感に反応する天秤を用いることで、子どもがおもりをつるす場所を細かく観察、記録できるようにする。

つるす場所の小さな変化と事象の表れとを関係付けることで、「こんな少しの違いでも」という長さがもつ働きに、意識が焦点化されていく

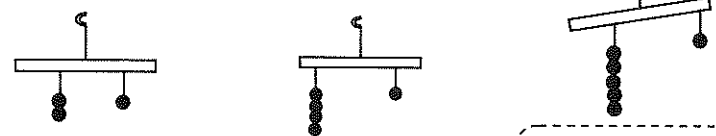
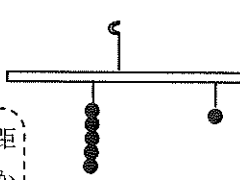
改善の視点(3)

【事象の表れの違いから他者との関係を深める学習展開】

それぞれのグループの違う重さのおもりを水平につり合わせるための方法を取り上げ、それらの共通点を考えさせることで、天秤が水平につり合うための規則性や、てこのはたきについての見方や考え方を獲得させる。

(文責 札幌北小 阿部 宗弘)

3. 本時の改善

問題解決の過程	教師の意図
<p>＜前時まで＞ グループで作成した天秤を使って重さの異なるおもりを左右につり下げる活動を行い、つるす位置を変えれば、重さが違って天秤を水平につり合わせられることに気付いている。</p> <p>もっと重さの違うおもりで、水平につり合わせてみよう。</p> <p>重さの違いに着目して水平につり合わせる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・差を大きくしても水平につり合う。 ・0g までの差なら つり合わせることができたよ。 ・あと少しで水平になるのに。  <p>もう少し棒が長ければつり合うのに。</p> <p>長さがあれば大きな差でも</p> <p>一番端におもりをつり下げた時、重さの差が一番大きかったよ。</p>	<p>改善の視点（1） 【事象の表れと見方や考え方を結びつける】</p> <p>おもりの重さの差を大きくしていく活動を通して、支点からの距離と水平につり合う状態の関係に目を向けさせ、傾ける働きについての見方や考え方を引き出す。</p>
<p>支点からの距離とおもりの重さにはどのような関係があるのだろう</p> <p>支点到近づく軽くなり、端に行くにつれて重くなるよ。</p> <p>棒が長いと支点からの距離を離すことができるから差を大きくできる。</p>  <p>おもりの重さは変わっていないから、長さが重さになる。</p> <p>支点からの距離には重さを変える力があると思う。</p>	<p>改善の視点（2） 【事象を細かく観察し追究の価値を高めていく】</p> <p>敏感に傾く天秤を用意することで、細かく事象とかかわる姿を引き出し、子どもの意識を、「棒の長さ」から「支点からの距離」に向けさせる。</p>
<p>長い棒を使って重さの差が大きいおもりを水平につり合わせる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・おもりの重さは変わっていないよ。 ・支点から離すとおもりに力がつくんだ。 ・支点から遠いと、棒に力が加わるんだよ。 <p>支点から離せば、傾ける力が強くなる。</p> <p>支点からの距離を長くすると、棒に力が加わって、軽いものでも重いものと水平につり合わせることができるよ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・棒がもっと長かったら、重さの差がもっと大きくてもつり合うよ。 ○水平につり合うときに、何かきまりがあるのかな。 	<p>改善の視点（3） 【事象の表れの違いから他者との関係を深める学習展開】</p> <p>おもりをつり下げる場所や、水平につり合わせることでできた重さの差の結果について、グループ間の共通点や差異点を明らかにすることで、他者の意見を聞く態度を引き出す。</p>

(文責 宮の森小 三田村 剛)

VI 研究の成果と課題

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

事象の表れの違いから問題意識が生まれる学習の流れ

子どもが追究意欲に支えられながら活動に取り組み、新たな見方や考え方を獲得する構成を大切に実践に取り組んだ。子どもが目に見えない働きについて捉えるためには、ただ単に、活動の目的を達成するだけでなく、子どもが要因の追究を意識して学習を積み重ねていくことの重要性が再確認できた。

本実践では、「重さの差を大きくして水平につり合わせる」という目標を達成しようとする姿が見受けられた。意欲的に活動するための動機付けができていたからである。その一方で、活動目的を達成しようとする姿が色濃く出てしまい、6年生で大切にされる、結果から推論し、見出していくはずなのでこの働きについて、追究する姿勢が十分ではなかった。これは「長い棒を使って重さの差を大きくしてつり合わせる」場面で、「棒が短いときの事象の表れ」との比較が十分ではなかったためと考えられる。棒の長さの違いを意識しながら活動に取り組むことができれば、長さが傾ける働きに関係しているという見方や考え方を引き出すことができたはずである。つまり、新しい見方や考え方を獲得するためには、これまでの積み重ねから構築された見通しと実験結果を比較し、その違いに問題意識を焦点化させて追究活動に取り組ませることが大切なのである。

定量的な見方を引き出す工夫

ダイナミックな実験を経験することで、子どもの興味関心を引き出すことができる。また、定量的に捉えることで、事象の表れを細かく調べ、問題を追究することにつながる。前者は意欲、後者は思考力を高めることに大きくかかわるが、この両方を上手く絡めることが理想である。

本実践では、「棒を長くして重さの差を大きくする」というダイナミックな実験を取り入れ意欲を高めた。しかし、事象のすごさにとらわれすぎたため、定量的に事象と向き合いながら活動する子どもが少なかった。「もつ」という意識が「どうして」という知的好奇心に変換されず「10gのおもりなのに、200gとつり合う」という事象を生かすことができなかった。しかしクラスの中には、長さをつり合いの状態を関係付けてグループ交流をする子どもも見られた。言葉で表現するまでには至らなかったが、この働きに気付きながら活動することができていた。

「つり合わせるために長くしたい」ではなく「調べるために長くしたい」という思いを抱かせる工夫があれば、子どもはデータを基に、この働きの仕組みをより深く追究していくのである。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

問題意識から他者の考えの必要性が生まれる展開

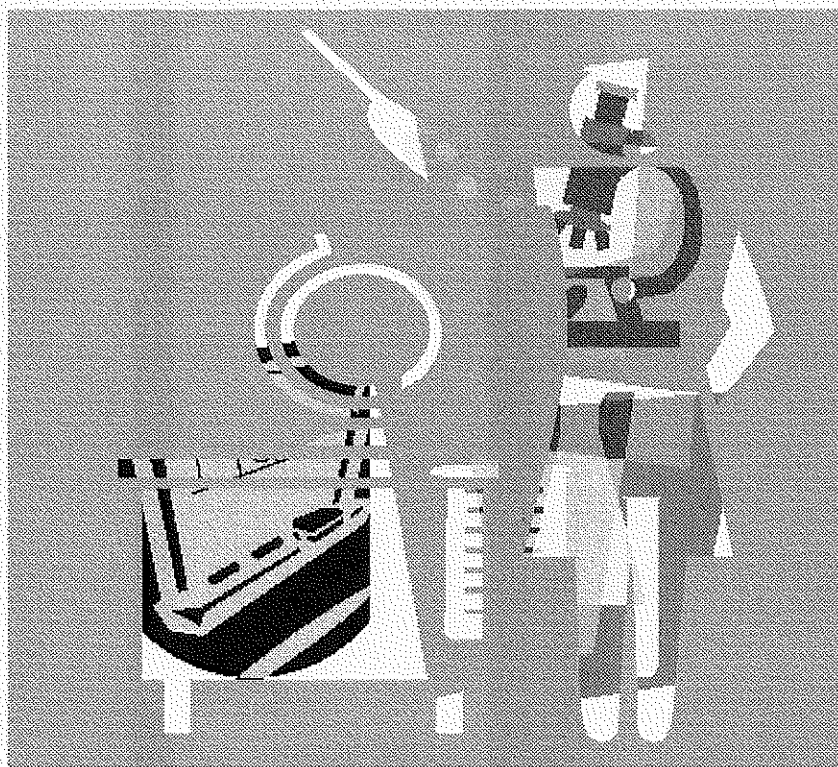
友達の意見が聞きたくなる場面とは、問題意識が高まり解決するために自分の情報だけでは不足している場面である。結論を導く際にこのような場が生まれれば、子どもはかかわり合いながら見方や考え方を高めていく。

本実践では、「つり合いに棒の長さに関係しているのではないか」という部分に焦点を当て、授業場面を構成したが、これは直接的な問題であるため、目の前の状況だけで解決してしまい、かかわり合う必要性が生まれにくい。6年生の推論を目指す上でも、「重さは10gのままなのにつり合う」という、日常生活や見通しとの矛盾点に目を向けさせるべきであった。つまり、抵抗感のある問題に出合うことで、子どもは自分の見通しや考えを表現し合いながら交流を深めていくのである。

本時の授業では「もう少し端の方に10gをつるせば…」と、グループ内の交流でこの働きに目を向けながら活動する場面が多く見られた。天秤の棒の長さを変えることで活動に幅が生まれ、体験を通してこの働きを獲得することができたことは大きな成果である。

(文責 宮の森小 三田村 剛)

第57回全道(旭川)大会 研究発表(札幌支部)



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

50 EAST LAKE STREET, CHICAGO, ILLINOIS 60607-7090

TEL: 773/936-3200 FAX: 773/936-4700

WWW.CHICAGO.PRESS.EDU

© 2005 THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

ALL RIGHTS RESERVED

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ISBN 0-226-17711-1

HARDCOVER \$45.00

PAPERBACK \$25.00

9 780226177111 >

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

0 226 17711 1

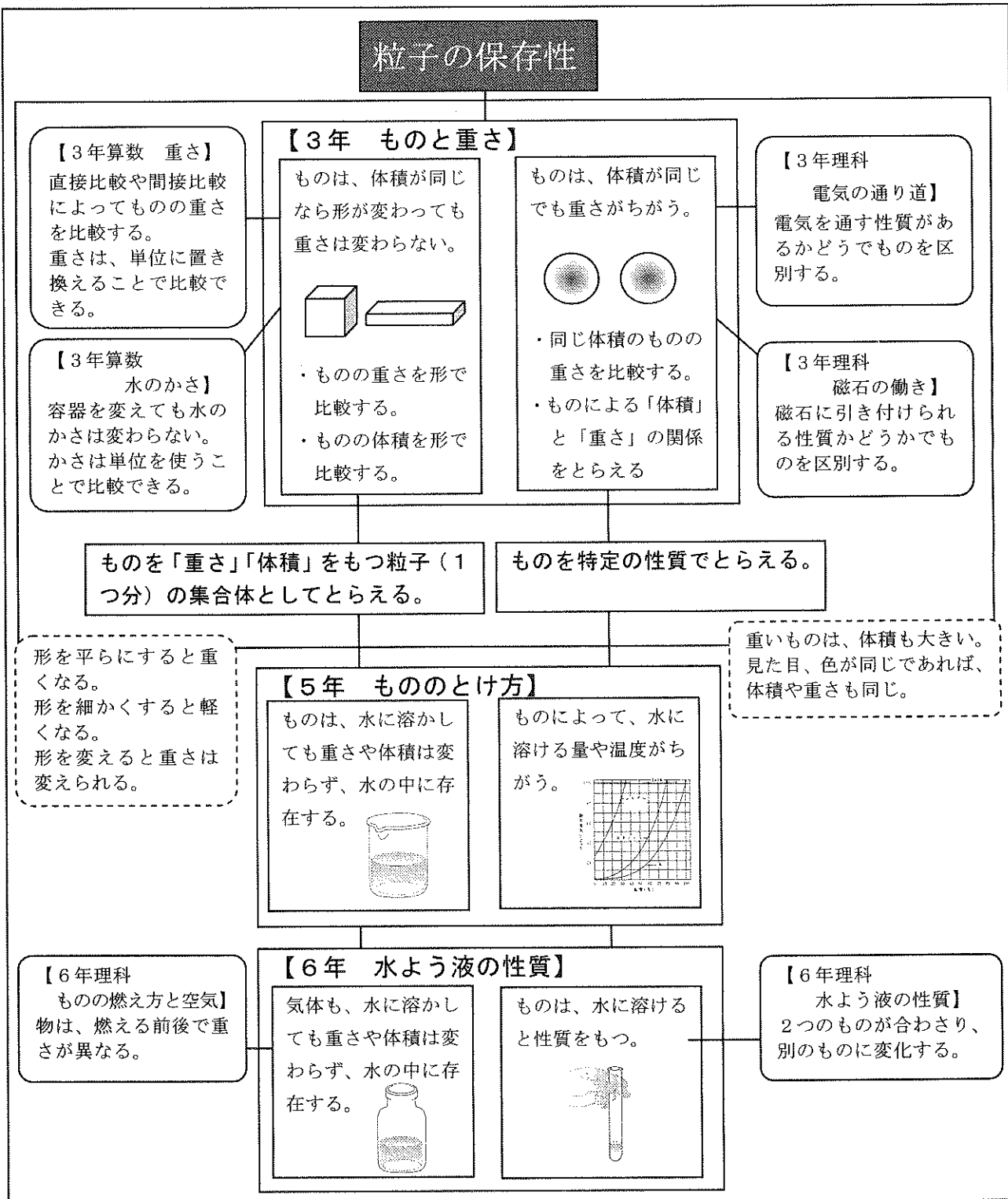
0 226 17711 1

「知的好奇心を喚起し、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

～身近なものの1個分の重さと体積との関係を明らかにするかわりから、
 ものの粒子に対する見方や考え方を深める学習～
 3年「ものと重さ」の実践を通して

共同研究者 ○鈴木 圭一（幌南小） 旭 まゆみ（大倉山小） 青柳 大介（円山小）
 相高 秀彦（新川小） 濱 教文（資生館小） 杉野 さち子（山の手小）

内容の系統

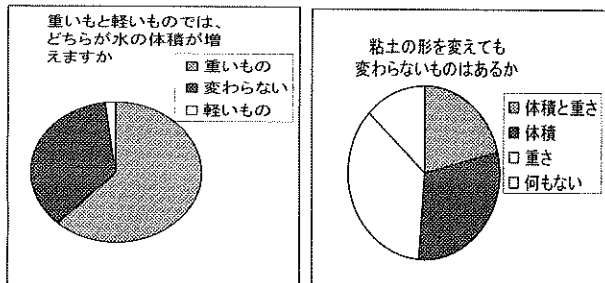


（文責 大倉山小 旭 まゆみ）

I 研究の仮説

5年生の「もののとけ方」の学習では、食塩を水に溶かしていくことを通して、姿が見えなくなっても溶けた食塩が水の中に存在することに気づき、粒子の保存性に対する見方や考え方を高めていく。その過程では、水に食塩を溶かした時の水の体積や重さの変化を捉えることが重要となる。また、食塩とミョウバンの溶け方を比較することを通して、溶ける限度や温度による溶解度の違いに気づき、ものによる性質の違いに対する見方や考え方を高めていく。その過程においても、ものにより性質が異なるものが存在するという見方や考え方は重要である。

5年生の子どものものの重さと体積に関する見方や考え方を調査すると、ものの重さと体積を混同して考える傾向にあることが伺える。



【札幌市内小学校 5年生99名対象】

同体積のものの形状が変わっても重さが変化しない事象に対して、「体積が変わらないから重さが変わらない」と両者の関係を捉えている子どもの割合が、21%と低い。重さが変わらないと捉えることはできるが、その根拠として体積が変化していないことと関係付けられていない実態がある。また、同体積で重さの異なるものを水の中に入れると重いものが水の体積が増えると捉えている子どもが62%も存在した。つまり、今までの生活経験の中では、ものの重さに対する見方や考え方もつことができているが、重さと体積との関係は捉えられていないことが分かる。これは、ものを1個分(粒子)の集合体として捉え、その集合体の重さや、ものによる1個分の重さの違いを生活経験の中で捉えてきていないことが要因であると言える。ものによる性質の違いやものの保存性に対する見方や考え方を高めていくためには、ものを1個分(粒子)の集合体として捉えていくことが不可欠なのである。

そこで本部会では、子どもの実態、単元の系統性を踏まえ、3年生「ものの重さ」の学習において、ものの重さと体積の関係を捉えていくことが重要であると考えた。小さな1個分のものを集めていろいろな形を構成して重さを比較する活動を行ったり、ものの1個分の重さを比

較したりする活動を行う。そして、同体積の集合体は重さが変わらないことや同体積でも重さが違うものが存在することに気付かせていく。ものを1個分(粒子)の集合体で構成されていることを強く意識させることで、保存性やものの性質を捉えることができると考えた。

研究仮説

ものは1個分(粒子)の集合体で構成されていることを強く意識させる単元を構成することで、ものの重さと体積の関係をよりの確に捉え、ものの保存性や性質に対する見方や考え方を高めることができる。

II 研究の方法

本研究は、研究仮説に基づいて構成された単元で学習した子どもと教科書に示されている構成で単元を学習した子どもとの比較を行う。学習前と学習後のものの重さと体積との関係についての見方や考え方を調査し、研究仮説の有効性を検証していく。

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

(1) ものの形と重さとの関係を明確にする表現

ものを1個分(粒子)の集合体と捉えていく手立てとして、連結積み木(1辺1.5cm立方体)を使用する。これは、算数の学習等で使用されることが多く、子どもにとって身近なプラスチック素材である。また、形状を自由に变化させ、つなげることができる操作性のよさもある。

子どもは、バラバラにされた連結積み木から、自分の思いで形を構成する。この過程で連結積み木を接続する活動を通して、1個分を集合させている意識をもたせていく。

子どもは、31個の連結積み木で作られた形の長さや広さなどの比較をしていく中で、持った時の手ごたえから重さも違うのではないかと問題意識をもっていく。それぞれの形の重さを天秤やはかりで比較していくと、どの形も重さが同じであることが明らかになる。この時、自分がその形を作った時の状況を想起し、「みんな31個の連結積み木を使っているから同じ重さになる」「連結積み木1個分の重さが同じだから、31個でも同じになる」と1個分の体積と重さを意識し、1個分(粒子)が同じ個数集まった形だから体積が変わらず、重さが変わらないという見方や考え方に高めることができると考える。

(2)ものによる重さの違いを明確にする表現

同体積の容器に子どもが1個分を量りとることを大切にしていく。個数を明確に数えることができる素材で1個分(粒子)の重さがものによって違うことを捉えた子どもは、重さが同じで体積が異なる砂糖と食塩に対して、1個分を強く意識し、同体積の容器で重さを比較する。見た目や様子、手ごたえから生まれる重さに対する曖昧さを天秤の傾きやはかりの数値の違いから明らかにしていく。大小、形状も様々な1個分で重さを比較しても食塩が重いことから、1個分(粒子)の重さが違うものがあるという見方や考え方に高めていくことができる。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1)一人一人の素朴概念の違いや体感の差異点を位置付ける

重さや体積に対する素朴な見方や考え方は、一人一人大きく異なる。「人の体重は、ジャンプをしたり、寝そべったりすると変わる」と考える子どもは多い。また、重さを体感したときの捉え方も個人差が大きい。これらの形を変えると重さが変わるという見方や考え方、体感の違いから、「重さを比較したい」という必要感を生ませる。

また、一人一人が構成した様々な形でも重さは、体積が同じであれば変わらないこと。様々な形状の同体積の1個分で量りとった重さを比較しても重さが異なるものが存在すること。この2つの見方や考え方から、ものの体積と重さの関係について客観性を生ませる。

せる活動から「1個がたくさん集まって形が作られる」という粒子の見方や考え方の素地を高めていく。

第2次「同じ体積のものの重さ」では、同じ個数・体積の連結積み木や木製積み木を用いて重さの比較を行う。体感でもはかりで重さを量っても重さが違う事象から、「1個分の重さが違うのでは」と問題を焦点化する。また、明確に1個分の体積がそろっていない砂糖と食塩を用いることで、1個分の体積を同じにして量ると明確に重さを比較することができる。このように明確な1個分から任意の1個分に活動を変化させていくことで、ものによる重さの違いを一般化できる構成にした。

2. 単元の目標

☒ 連結積み木や木材などを使い、形を変えて重さを比較したり、1個分の重さを比較したりする活動を通して、ものの形状と重さの関係やものによる重さの違いに気づき、ものの重さの保存性やものの性質に対する見方や考え方をもつことができるようにする。

☒ 連結積み木や木材などを使い、ものの重さについて関心をもって調べようとする。

☒ 連結積み木や木材などの形を変え、体積を同じにしたときの重さを比較することを通して、形状では重さが変わらないこと、ものが変われば重さが変わることを考えることができる。

☒ ものの1個分の重さを天秤やはかりを用いて適切に量り、結果を記録することができる。

☒ ものは形が変わっても重さが変わらないこと、ものは体積が同じでも重さが違うことがあることを理解する。

(文責 幌南小 鈴木 圭一)

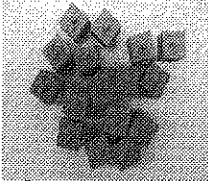


III 研究の概要について

1. 単元について

本単元は、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子の保存性」にかかわるものであり、第5学年「物の溶け方」第6学年「水溶液の性質」の学習につながるものである。

第1次「ものの大きさと重さ」では、31個の連結積み木を合わせて形を作る活動を行う。広さや長さが様々に変えられることから、重さも変わるのかと問題意識を高めていく。手で持つ体感でははっきりしない重さを天秤やはかりを使って量り、重さが変わらないことを明らかにする。そして、その要因が同じ個数のブロックで構成されていること、体積が変わらないことであるから体積と重さの関係を捉えるようにする。また、1つ1つのブロックを合わ

Ⅲ 単元の全体指導計画（6時間扱い）

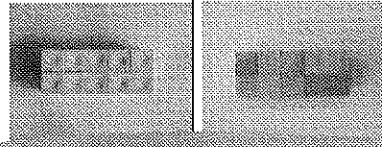
問題解決の過程	○教師のかかわり
<p style="text-align: center;">【第1次 ものの大きさと重さ（3）】</p> <p>○連結積み木で形を作ろう。</p> <p style="text-align: center;">同じ数の連結積み木で形を作る活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">棒のように長くしたよ。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">板のように平らにしたよ。</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">箱のように積み重ねたよ。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">1つ1つバラバラにしたよ。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">棒のようにすると、バラバラより重く感じるよ。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">板にするとバラバラより重く感じるよ。</div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">同じ数の積み木は、形を変えると重さが変わるのかな。</p> <p style="text-align: center;">形を変えた連結積み木の重さを量る活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">天秤に乗せると釣り合うよ。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">はかりで量っても同じ重さだよ。</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">同じ数の積み木は、形を変えても重さは変わらないだ。</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">重さが変わらないのだから、体積も変わらないはずだ。</p> <p style="text-align: center;">形を変えた連結積み木の体積を量る活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">数を数えても同じ。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">水に入れても同じ量が増える。</div> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">積み木は、形を変えても体積が同じだから重さ変わらないんだね。</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">他のものでも同じ体積なら、形を変えても重さは変わらないのかな。</p> <p style="text-align: center;">同じ体積の粘土で形を変え、重さを比べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">棒のように長くしても。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">1つ1つバラバラにしたよ。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">丸く固めても。</div> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px; width: 45%;">細かく分けても。</div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">同じ体積のものは、形を変えても重さは変わらないんだね。</p>	<p>○教師のかかわり</p> <p>◆同体積の連結積み木や粘土などの形状を変えて重さを量る活動を通して、同体積のものは形が変わっても重さが変わらないことに気づき、体積と重さの関係をとらえる。</p> <p>○同じ個数の連結積み木の形状を変え、バラバラのものと重さを比較するようにする。</p> <p>「板にする」「まっすぐつなげる」「固まりにする」など形状と重さとの一人一人の見方や考え方を引き出す。</p> <p>○重さを体感による比較、天秤による直接比較、はかりによる間接比較で量るようにする。</p> <p>○重さを体感による比較、天秤による直接比較、はかりによる間接比較で量るようにする。</p> <p>形状と重さ、形状とブロックの個数の関係を表し、重さとブロックの個数との関係を引き出す。</p> <p>○粘土の形状を変えて、重さを量る活動を通して、重さと体積との関係をより深めていく。</p>

【第2次 同じ体積のものの重さ(3)】

○同じ形で、同じ数だけど、どちらが重いかな。

連結積み木と木製積み木の重さを比べる活動

手で比べても重さが違うよ。



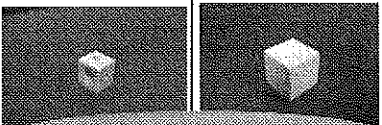
はかりで量っても重さが違うよ。

同じ体積なのに、重さが違うよ。

連結積み木と木製積み木では、1個分の重さが違うのかな。

1個分の積み木の重さを比べる活動

1個ずつ天秤に乗せると傾くよ。



はかりで量っても重さが違うよ。

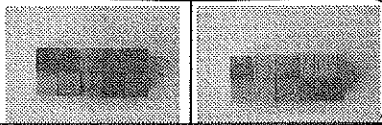
1個分の重さが違うよ。

同じ体積でも、連結積み木と木では1個分の重さが違うんだね。

○同じ木で、同じ数だけど、どちらが重いかな。

2種類の木の重さを比べる活動

手で比べてもはっきりしないよ。

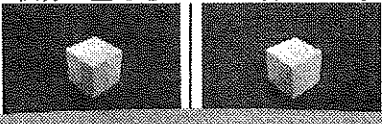


はかりで量ると重さが違うよ。

同じ木なのに、重さが違うのかな。

1個分の重さを比べると分かるよ。

手で比べてもはっきりしないよ。



1個ずつ天秤に乗せると傾くよ。

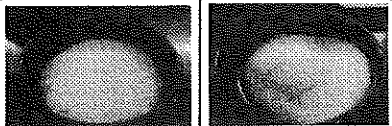
同じように見える木でも、1個分の重さが違うよ。

同じように見える木でも、種類によって重さが違うんだね。

本時 6/6

砂糖と塩でも、重さが違うのかな。

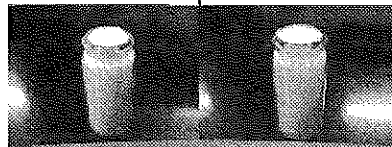
見た目が違うから重さが違うよ。



重さは同じだけど、体積が違うよ。

1個分の重さを比べれば分かるよ。

天秤に乗せると傾くよ。



はかりで量ると重さが違うよ。

同じ体積のものによって重さが違うよ。

同じようなものでも、ものによって重さが違うんだね。

◆同体積で違うものの重さを量る活動を通して、同体積で違う重さのものの存在に気づき、ものと重さとの関係を捉える。

○同じ個数でも重さが違うことから、1個分の重さに着目するようにする。

同じ体積でも、1個分の重さが違うことを捉える。

○同じ木なのに重さが違うことから、1個分の重さに着目させるようにかかわる。

同じように見える木でも、同じ体積の1個分の重さが違うことを捉える。

○重さは同じであるが、体積が異なることから、同体積1個分の重さを量ることに向かわせる。

同体積の容器に食塩と砂糖を入れて重さを量ることで、1個分の重さが違うことに気づき、ものによる重さの違いを捉える。

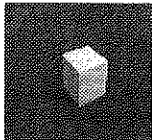
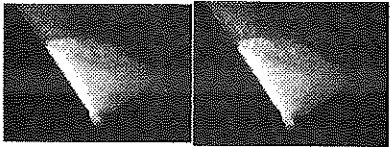


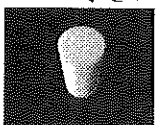
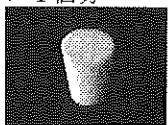


(文責 大倉山小 旭 まゆみ)

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎砂糖と食塩の重さを比較する活動を通して、重さを同体積1個分で比較する必要性に気づき、ものによって1個分の重さが決まっているという見方や考え方をもち始めている。

問題解決の過程	教師のかかわり
<p>＜前時まで＞</p> <p>同じ体積で種類が異なる木の重さを比較する活動を通して、同じように見える木でも種類によって1つ分の重さが違うことに気づき、ものによって重さが決まっているという見方や考え方をもち始めている。</p>  <p>砂糖と食塩では、どちらが重いのかな。</p> <p>砂糖はベタベタするから重そう。</p> <p>食塩は、さらさらしているから軽そう。</p>  <p>砂糖は粒が大きいから重そう。</p> <p>粒は小さいから同じかな。</p> <p>同じ重さに感じるけれど…</p> <p>袋に入っている砂糖と食塩の量がちがうよ。</p> <p>積み木の重さを調べた時のように1個分で考えるよ。</p> <p>粘土を量った時のようにフィルムケースを使えばできるよ。</p> <p>同じ体積にすれば重さが比べられるよ。</p> <p>1個分の重さを比べるとはっきりするのかな。</p> <p>砂糖と食塩の1個分の重さを比べる活動</p>   <p>小さいビン1個分</p>   <p>フィルムケース1個分</p>   <p>ゼリーケース1個分</p> <p>天秤に乗せると食塩の方に傾くよ。</p> <p>はかりで量っても食塩が重いよ。</p> <p>同じようなものでも、ものによって重さが違うんだね。</p>	<p>重さの違い、形状の違い、体積の違いを捉えるようにする。</p> <p>○砂糖と食塩を袋から取り出し、重さを比較できるようにする。</p> <p>同じ重さの砂糖と食塩を比較する中で、体積の違いに気付かせ、1個分の重さで比較することに問題意識を高める。</p> <p>○様々な1個分で砂糖と食塩の重さを比較できるようにする。</p> <p>○体積をそろえる活動の中で、容器を振ると粉がつまり、隙間ができることや「すりきり」まで入れられることに気付けるようにする。</p> <p>○どの1個分でも食塩が重いことから、食塩が重いということを明確にする。</p> <p>ものによって1個分の重さが違うということ捉えるようにする。</p>

2. 円山小学校・新川小学校の実践より

ものは1個分(粒子)の集合体で構成されていることを強く意識させる単元を構成することは、ものの重さと体積の関係を的確に捉え、ものの保存性や性質に対する見方や考え方を高めることに有効であるか、次の場面で検証をした。

場面① 同じ個数の連結積み木は、形状によって重さが変わらないことを問題解決する場面

子どもに連結積み木33個を手渡し、その全てを使用して様々な形を作った。

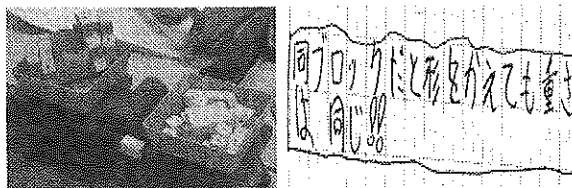


作った形の「長さ」「広さ」「高さ」比べをしていく中で、「重さ」比べが子どもの問題となった。

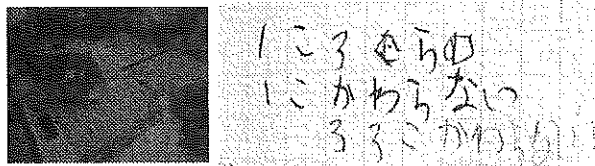
- みんな同じ33個だから、どの形も重さが同じはずだよ。
- 横に長いものが、手で持ったら重いよ。
- ブロックを固めたから重いはずだ。
- 同じ数でも形で重さが変わるはず。

事前調査の割合とほぼ同様に、半数近い子どもは形状で重さが変わると考えた。子どもは、手で重さを比較しようとするが、はっきりしないことから、天秤を使用して比較を始めた。

様々な形状同士を比較したり、形とバラバラを比較したり、形の向きを変えて比較したりと「変わる」「変わらない」というそれぞれの思いをもとに、33個の連結積み木の重さを比較した。どの形でも天秤が釣り合うことから、重さが同じであることに子どもは気付いていった。



33個の重さを量ったり、1個ずつ積み木の数を増やして重さをはかったりする姿が見られた。この姿から、連結積み木1個分が集まって形が作られているという見方や考え方の高まりが見られる。また、1個分の重さが変わらないから、33個の形の重さも変わらないと体積と重さ、形状の関係を捉えることができた。



場面② 2種類の木材積み木の重さが違うことを問題解決する場面

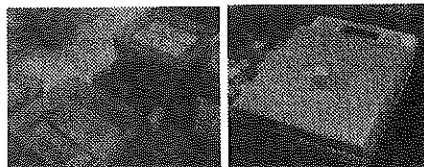
見た目にはほぼ同じ木材の重さを比較する時、10個の木材を手にした時の重さに対する見方や考え方は分かれた。

同じと考える子どもの根拠として手ごたえはもちろん、「同じ木だから」という見方や考え方が表れた。子どもは、もっと個数を増やしたり、1個分・2個分と個数を調整したりして、自分の手ごたえで調べようとした。



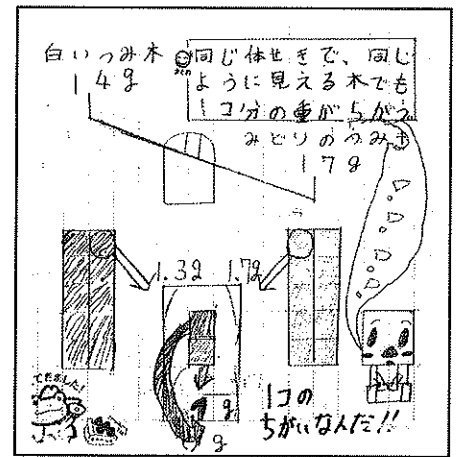
同じと考える子どもの根拠として手ごたえはもちろん、「同じ木だから」という見方や考え方が表れた。子どもは、もっと個数を増やしたり、1個分・2個分と個数を調整したりして、自分の手ごたえで調べようとした。

2種類の木材の個数を変えて重さを比較していくと、手ごたえから「同じ重さ」ではないか、「同じ木なのだから」という思いが強まってきた。しかし、手ごたえに違いがあるような気がする。子どもは、よりはっきりさせるために天秤やキッチンスケールで重さを比較し始めた。



1個分を集めた木製積み木の重さを天秤で比較すると木材Aに傾く。キッチンスケールで重さを量ると木材Aは17g、木材Bは14gとなった。子どもは、もう一度、両方の手ごたえの差を確かめながら重さの違いを明確にしていった。

同じ10個の個数で2種類の木材の重さが異なることに気付いた子どもは、木製積み木1個分の重さも違うはずだと木材Aと木材Bの1個分の重さを比べた。電子てんびんでは、木材Aが1.6g、木材Bが1.3gになった。手ごたえで比べても感じにくい重さの差が見てきた子どもは、天秤に木材A1個と木材B1個をのせて、木材Aに傾くことで重さの違いを実感した。

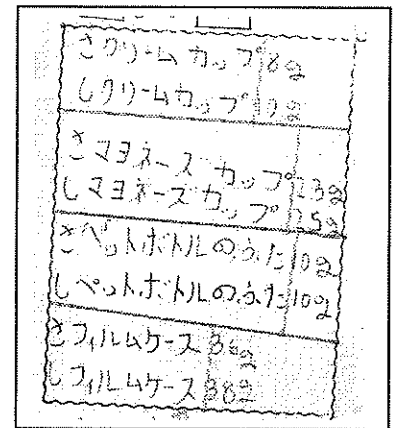


場面③ 白い粉でも種類によって重さが違うことを一般化する場面

ものによる重さの違いに見方や考え方をもち始めている子どもは、同じような白い粉である砂糖と食塩に対して「重さは同じ」という見方や考え方はしなかった。生活経験から「べたべたする砂糖は重い」「食塩の粒は大きいから重い」などと手ざわりや粒の大きさなどで重さを判断した。袋に入った食塩と砂糖を手にした子どもは、手ごたえで重さを判断しようとするが曖昧である。重さを量ると両方とも100gであった。袋の食塩と砂糖の体積の違いに気づき、同じ体積にして比較する必要感が生まれた。

フィルムケースで粘土を量り取った経験や積み木1個分の重さを比較してきた経験から「フィルムケース」「ペットボトルキャップ」「ゼリーカップ」など様々な1個分を考えた。それぞれの同体積の1個分に食塩と砂糖を量り取り重さを比較した。

子どもは、自分が考えた同体積の1個分の容器に食塩と砂糖を量り取り、重さを比較した。天秤で直接比較したり、電子てんびんで重さを量ったりして重さの違いを明らかにした。どの容器1個分でも食塩が重いことから、砂糖と食塩では、食塩が重いということに納得が生まれた。



実践の成果と課題

(1) ものの保存性や性質に対する見方や考え方を高める。

連結積み木を使用することは有効である。積み木の個数を体積に置き換えて考えることができ、形状を変える事象へのかかわりでも常に個数を意識することができた。これは、形状を変えて重さが変わってしまった時に、連結積み木の個数を数え出した子どもの姿からも明らかである。1個分を集合させ形を構成するかわりが、粒子の集合体と物質の関係を捉えることにつながっていた。

白い粉の砂糖と食塩を比較する活動では、同体積に量り取り、1個分の重さを比較する姿が見られた。これは、単元を通して1個分を強く意識し、重さを量る活動や量り取る活動を行ってきた成果である。ものは同体積の時に特有の重さをもつことを捉える過程で、同体積にするという意識は、粒子に重さが存在するという見方や考え方につながっていく。

(2) 1個分や1個分の構成物の形状を変える活動に多様性をもたせる。

本単元は、規格の1個分（連結積み木、木製積み木）で形を構成し、その重さを比較する活動を中心にすえてきた。規格の1個分は、それ以上分解することはできず、より細かな形状に変化させることは難しい。また、生活の中に存在する様々なものの重さを量り取る活動が不足した。「砂」や「土」、「他の粉」などを量り取る活動を通して、ものを1個分の集合体として捉える考え方をより多くのものに一般化していく過程を充実させていく必要がある。

(文責 円山小 青柳 大介)

3. 山の手小学校の実践より

2実践の成果と課題を受け、「形状を変える活動の多様性」と「ものの性質をとらえる過程の一般化」に重点を置き、単元を再構成し、内容の改善を図った。具体的には、場面①と②で、子どもがものの重さに対してもっと素朴な見方や考え方を十分に引き出して活動させること、場面③で、同体積で明らかに材質の違う連結積み木と木の積み木の重さを比較すること、場面④で、砂糖と塩を様々な容器で調べる場を十分に保障することに留意した。さらに、場面⑤として、砂と砂鉄の重さを比較する場を設定した。

場面① 同じ個数の連結積み木は、形状によって重さが変わらないことを問題解決する場面

連結積み木を見せ、「形を変えると重さは変わるか。」と問うと、「変わらないよ。だって形も数も同じだもん。」と言っていた子どもは、積み木を渡すと、長くつなげたり、固まりにしたり、バラバラにしたりして友達の積み木と両手に持って比べ始めた。「あれ、やっぱり変わる気がするよ。固めた方が重さが集中する。」「長くして縦にしたら、重さが1か所にかかるから重くなる。」「バラバラにしたら軽く感じるよ」と、ものの重さに対する素朴な見方や考え方を話し出した。

それぞれの考えを板書に位置付けると、「てんびんで比べてみたい。」と調べ始めた。つり合う事実を目にし、「でも、ちょっとは変わっているかも。」とはかりを持ち出し調べた。どれも100gになることがわかったところで、考えを交流した。「1つ分の重さが同じだから31個でも同じなんだよ。」「本当に同じかな。1つ分を量りたいな。」「もっと形が変わる物で量ったら重さも変わるかも。」と、重さに対する見方や考え方を口々に表現する姿が見られた。



1個分の重さを量るとすべて同じであることが分かり、「だから集まっても同じなんだね。」と納得していった。

←【問題解決の道筋を明確にする表現】→

・変わらないよ
・少しは変わるかも

体感から素朴概念
を引き出す

・縦長は重い
・バラは軽い

測定の結果から
考えを交流する

・1つ分が同じ重さだから
・もっと形が変わったら…

↑【他者との関係を明確にする表現】

↑【他者との関係を明確にする表現】

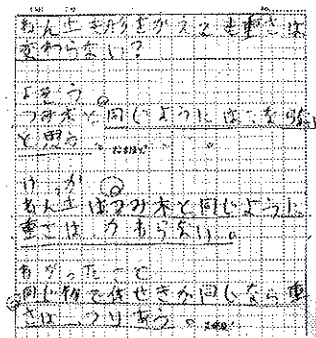
場面② 粘土で形状を変えても重さは変わらないことを確かめ、一般化する場面

それでも、「もっと形を変えられるものなら。」と考える子どもも多く、粘土を提示した。フィルムケースで1個分を量り取った粘土を手にした子どもは、「重さを変えられる。」「変えられない。」ともに半数ずつだった。ここでも、形状と重さに対する見方や考え方を表現させることで、他者との関係を明確にさせるようにした。

「すごく細長くしたら、伸びて軽くなる。」「小さくちぎったら、間があくから軽くなる。」「平べったくしたら、広がって軽くなる。」「いや、重さが広がるから重くなる。」「ぎゅっとまとめて中心に寄せると重くなる。」と主張する子どもに対し、「同じ1つ分だから、変わらない。」「積み木と一緒にだよ。」「最初の量が同じだから。」と反論も活発だった。このように、表現を通して問題解決する姿が見られた。

体感、てんびん、はかりで重さを比べ、同じ重さであることを調べた子どもは、

「いくら形を変えても、1つ分の量が同じだったら、変わらないんだ。」と納得していた。ここで、量やかさを体積という言葉でまとめた。「どんなものでも1つ分の体積が同じだったら、重さは一緒なんだね。」と問うと、「うん…いや、粘土と積み木だったら違うよ。」「物が違ったらどうなのかな。」と新たな疑問をもっていた。



場面③ 連結積み木と木製の積み木の重さが違うことを問題解決する場面

10個セットの連結積み木と10個パックにした木製の積み木を提示し、「同じ体積で同じ10個分だけど、重さは同じか。」と問い、「プラスチックは軽いから、連結積み木の方が軽いよ。」「木のバットは軽いから、木の方が軽いと思う。」「数も体積も同じだから、同じなんじゃないかな。」と、物の材質に対する見方や考え方を表現させた。

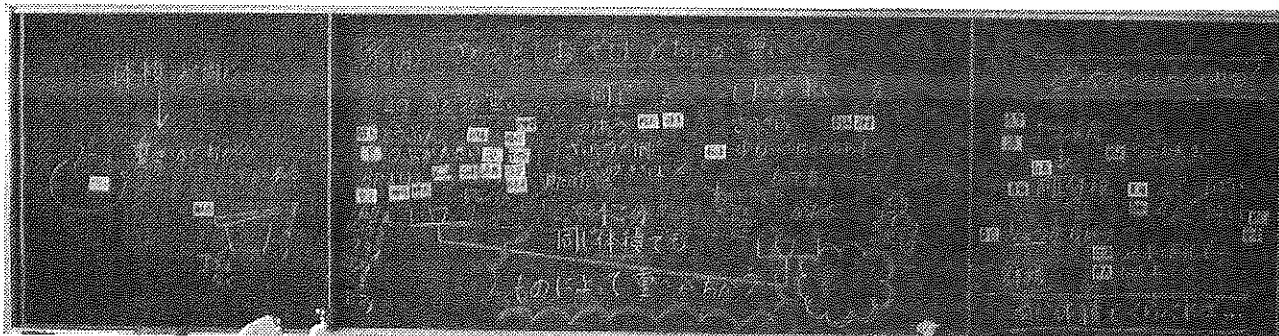
10個のまま比べさせると、すぐにてんびんに向かった。思った通りにならなかった子どもは、「1個分を調べた

い。」とそれぞれの積み木をバラバラにして重さを量った。木の方が軽いことはすぐにわかったが、子どもには「つり合わせたい。」という思いが強く、「連結積み木4個と木製積み木10個でつり合うよ。」と重さの違いを意識して活動した。これらの活動を通し、「体積が同じでも、物が違ったら重さが違う。」、「同じ物もあるかもしれないよ。」、「1つ分で比べれば、もっと似ている物でも調べられるよ。」と、自ら問題を解決しようとする姿が見られた。

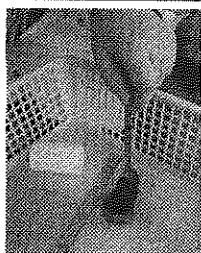
場面④ 白い粉でも種類によって重さが違うことを一般化する場面

100gの砂糖と塩を提示すると、子どもはまずその体積の違いに着目した。「どちらが重いか。」と問い、予想を引き出そうとしたが、子どもはどのように調べればわかるかを発言し始めた。物の重さに対する追究が科学的に高まった姿といえる。そこで、調べ方に対する考えを表現させた。「そのままじゃ比べられないよ。大きさをそろえないと。」、「1粒で比べたらいいんじゃない。」、「1粒は無理だよ。スプーン1杯は。」、「もう少し多い方が正確に調べられそう。」、「先生、同じ大きさのカップないの。」、「体積が違うから、そろえて調べよう。」ここで、カップを1つだけ提示した。すり切りの考えも子どもから出された。体積を1つ分で比べようとする意識が高いことがうかがえる。

砂糖や塩の重さに対する素朴な見方や考え方について尋ねると、砂糖が重い20名、塩が重い9名、同じ3名だった(板書)。「圧倒的に塩が重い。」、「見た目は似ているのに重さが違う。」と分かったところで、他の数種類のカップを提示した。「他のカップでも調べられるよ。」、「でも同じカップ同士でなきゃだめだ。」と、てんびんやはかりを使って調べていった。活動時間をたっぷりすると、カップ2つ分同士で比べる子、いくつか同じ組み合わせにして比べる子も見られた。同体積であればいつでも同じ結果が出ることをより深く理解している姿といえる。



場面⑤ 他の物でも種類によって重さが違うことを一般化する場面



砂と砂鉄を提示すると、すぐに「同じ体積で比べよう。」と活動に向かった。用意できる砂鉄の量が少なかったため、「コーヒーミルクのカップかエコキャップが必要」と容器を自ら選択して比較していた。これまでの学習を通して、体積と重さの関係を捉えてきた表れといえる。同体積にしててんびんで比べるだけでなく、カップ1つ分の重さを調べ、他のグループと協力してつり合わせようとする姿も見られた。「砂はエコキャップ3つ分で48g、砂鉄はエコキャップ2つ分で48gだから、つり合うよ。」、「砂鉄の方が砂よりそれだけ重いんだ。」と、物の重さに対する見方や考え方を高めることができた。「家で他の物も調べてみたいな。」と生活へつなげる子も多かった。

かんそう
いままでのべんぎょうで、輪
がらがつて体積が同じでも
重さがちがうことが物いとい
つことが分りました。

かんそう
おれんせきが同じでさしいつが
同じなら重さはちがわらな
言うことかちがうてめが
た。

いままでの、さくらものおは
がったので、家でちがって
みたいです。

実践の成果と課題

- ものの重さに対する子どもの見方や考え方を表現させ、位置付けるかわりにより、活動に多様性を生むことができた。
- 習得したことを活用し重さを調べる場の設定により、ものの重さに対する見方や考え方を高めることができた。
- ▲人の体重を量るなど、生活に応用・発展させる展開にすることで、一層実感を伴った理解を図ることができる。

(文責 山の手小 杉野 さち子)

VI 分科会より

1. 討議の柱

「知的好奇心を喚起し、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

2. 討議の内容

- ・粘土を使って、同体積は同質量であることを調べて、失敗したことがある。子どもが活動する中で、誤差が出たり、こぼしたりすることに対する指導をしたか。
- ・子どもが重さを手で比べると曖昧になる。本単元では、1個分の重さを量り、比べたり、考えたりすることで、複数集まった時の重さについても考えることができた。粘土の場合には、様々な1個分を考え、測定では同量の物で計る必要があるという意識をもっていた。誤差などについてはほぼふれていない。
- ・組体操と連結積み木の話はつながりがあると思うが、これらと粘土や砂糖は直接つながらないと感じられる。どう考えるか。
- ・子どもは、積み木3個を1つの物として、捉えることができるか。
- ・粘土の実践では、分ける、集める、組み立てるなどして、自分で1個分を構成していた。3年生なりに粒子の見方や考え方を高め、今後の学習の素地となっている。
- ・この単元の学習では粘土を使うことが多いが、粒子概念につなげるなら小さい粒に落ちていくべきでは。フェイルケースを選んだ意図は何か。
- ・粘土1個分は自分で考えた物で、計りとることによってより意識させることができた。
- ・より細かくしていく事については、今後の課題である。
- ・1個分の学習は算数でも行う。経験をより多く積むことが大切である。
- ・1個分を粒子として考えるという主張が強すぎる。このことが、子どもの多様な活動の妨げとなった。
- ・3年生の子どもにとって、様々な1個分で量り取る活動は難しかった。1つずつ段階を踏んで行うべきである。
- ・この実践では、子どもの「なぜだろう」という変化の要因を追究する流れになっている。「つり合わせたい。」という思いを生むことで、目的に向かって追究する子どもの姿が見られ、ものによる重さの違いを実感していくことにつながる。

3. 助言者より

(1) 白糠町立庶路小学校 廣瀬 文彦 校長先生

- ・本実践では、指導要領の目標が十分に達成されている。粒子の考えの基盤となる良い体験ができた。
- ・今後のエネルギーの学習につながる系統性をもった実践であった。体積と重さの考え方は、年齢を重ねてもできるようになる見込みは少ないという結果が認められている。より多くの体験が重要である。
- ・指導にあたる際、長い目で学習内容がどこにつながっているのかを考えながら問題解決能力を養う。

(2) 札幌市立手稲中央小学校 本間 達志 校長先生

- ・何と何を比較するのか明確にする必要がある。自分自身がもっている31個の連結積み木の形を変えても重さが変わらないことを捉えていくのであって、他者の31個の連結積み木との比較ではない。それを明確にしないから、天秤での比較になるのであり、ここでは、量りや電子天秤での重さの計測が重要なのである。
- ・この単元は、もっと体感を大切にすべきである。手で重さを比較したときの曖昧さから、「量ってみたい。」「比較したい。」という思いが生まれるのである。手で持った時の子どもの思いをもっと引き出したい。
- ・3年生の「風やゴムで動かそう」「ものと重さ」は、定性的な追究から定量的な追究へ少しずつ変化していく単元である。だからこそ、子どもの感覚や体感を丁寧に引き出し、問題意識を高めていく教師のかかわりが重要になるのである。
- ・この単元での学びの姿が、5年生「ものの溶け方」で生かされる。水の中に入れた食塩やミョウバンが存在することを明らかにする時、重さや体積増加が根拠になるのである。1個分として体積を捉えることで、ものごとの違いによる体積の違いに対する見方や考え方が高まり、ものごとの違いによる溶け方の違いにつながっていく。

(文責 円山小 青柳 大介)

Ⅶ 研究の成果と課題

1. 問題解決の筋道を明確にする表現のあり方

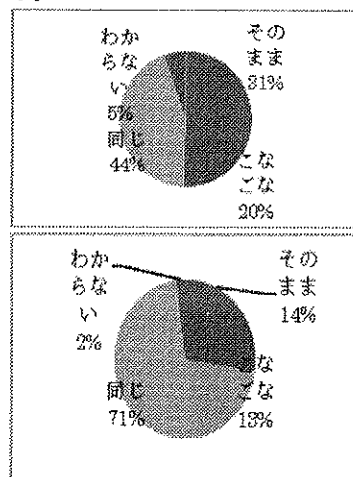
ものは1個分(粒子)の集合体で構成されていることを強く意識させる単元構成は、ものの重さと体積の関係を的確に捉え、ものの保存性や性質に対する見方や考え方を高める問題解決に有効である。その根拠を子どもの姿とデータで示す。

学習前の子どものものの保存性やに対する見方や考え方は、「ものは、形を変えると重さも変わる。」というものであった。形を変えても重さは変わらないと考える子どもも実際に手に持ち、重さを比較すると見方や考え方の曖昧さが出た。つまり、子どもは「ものに働きかければ、何でも変えられる。」というものの保存性に対する見方や考え方をもっていたのである。その子どもが、連結積み木1個をつないだり、固めたり、ばらばらにしたりして形を構成し、重さを比較する活動を通して、「連結積み木の個数が同じであれば、形を変えても重さを変えられない。」とももの保存性に対する見方や考え方を高めた。「自分が働きかけても、変えられないものがある。」ことに気づき、ものの保存性を獲得できたことが成果と言える。

また、連結積み木の体積と重さの関係を他のものや形状に当てはめて考える一般化の過程が重要であることも明らかになった。ものの保存性に対する見方や考え方の素地ができた子どもは、他のものでも言えるのかを考えた。「連結積み木と同じように」と考える子どもがいる一方で「もっと形を変えられるものなら、重さをえられるかも。」と考える子どももいる。連結積み木だから重さを変えられないと考えたのである。この子どもの思考から、他のものや形へ一般化する活動へと向かった。

右のデータは、角砂糖の形状を変え、その重さの違いを問う調査結果である。ものの保存性に対する見方や考え方の素地ができた子どもが、粘土を用いて見方や考え方の一般化を図ることで、角砂糖でも「形状を変えても重さは変えられない」と考える子どもが増加している。

このことから、1個分の集合体で形を構成し、その重さを量り、他のものの重さへ一般化していく過程は、保存性の獲得において有効である。しかし、右のデータから「こなごな」にすると重さが変えられると考える子どもが多数いることから子どもが形を分解・構成し、重さを比較する活動をより体感することの必要性が見えてきた。



【形状と重さに対する見方や考え方】
(学習前…上段、学習後…下段)

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

同体積のものでも重さが違うものがあるという物質の性質を捉える過程では、体積を揃える必要感を生み出し、一人一人の子どもの体積の多様な揃え方を関係付けることの重要性が明らかになった。

同体積の連結積み木と木製積み木の重さを比較することで、ものによって重さが異なることを捉える。しかし、この段階では、自分でものを量り取る必要感がなく、ものの性質に対する見方や考え方の高まりが見られない。食塩と砂糖を様々な形状の1個分に量り取り、重さを比較することで、「どの容器でも体積を同じにすれば、重さを比べられる。」「どの体積でも、重さの順序は変えられない。」とももの性質に対する見方や考え方を高めることができた。つまり、規格の1個分の重さの比較から、自分で体積を量り取る多様な活動が、見方や考え方の高まりにつながったと言える。

また、砂糖と食塩の重さの比較から、砂鉄や砂などの重さの比較へ活動を多様化していくことで、どんなものでも1個分の重さを比較すれば、ものの重さの順が分かることを一般化することができた。規格の1個分から、任意の1個分、そして多様なものの1個分へと、活動の広がりとともに、見方や考え方の一般化を図ることができるのである。

子どもの「自分の働きかけで、重さをつり合わせたい。」という思いを単元の中に位置付け、つり合わせたときの体積の違いからものの性質に迫る単元構成の在り方も考えられる。事象に対して働きかけ、具体的に操作していくことで、曖昧な見方や考え方を科学的に高めていくことができるのである。

(文責 幌南小 鈴木 圭一)

I 研究の仮説

電気は、エネルギーとして消費されることで様々な働きに変換される。また、つくったり（発電）蓄えたり（保存）することもできる。

しかし、消費を中心とした子どもの生活の中では、これまでに学習してきた乾電池よりも家庭用電源が一般的であり、家庭内の電気製品はコンセントにつながれている。そのため、電気が生活に生かされていることはとらえていても、その源や消費量、道筋などを意識する機会はあまりない。また、現代社会は、電気エネルギーに支えられた生活に頼っているため、エネルギー資源の有効活用の考え方も重要になってきている。

そこで本単元では、電気を様々なものに働かせることによって、光や熱、音などに変換したり、発電や保存をしたりしながら現象と電流の強さの変化を調べる活動を行う。電気の働き方を見るための豆電球や発光ダイオードの明るさや温もり、手回し発電器の手応えなど、感覚でとらえた変化と、時間や電流の強さなどの数値の変化を表やグラフなどに表したものを結び付けることで、現象の変化とその要因としての電気の姿を具体的にとらえられるからである。とらえられる現象と、数値でしか見ることのできない電流の強さの変化を結び付けていくことで電気の性質や働きについての見方や考え方がさらに深まるのである。また、エネルギーの損失や効率的な利用についての視点をもてるよう、消費と発熱の関係へも目を向けていきたいと考えた。

研究仮説

電気を様々なものに働かせ、電流の強さの連続した変化を繰り返し調べる活動から、感覚と数値の変化を結び付けてとらえることで、電気の利用についての見方や考え方が深まる。

II 研究の方法

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

本単元では、電気をつくったり蓄えたり変換したりできるという見方や考え方を育てることが大切である。そこで、次のような道筋を通して子どもたちにそれらを養っていくことにした。

(1) 発熱と電流の強さの関係を明らかにする

これまでの学習から、子どもは、乾電池の数を増やして直列につなぐと、電流が強くなって働きが大きくなるととらえている。しかし、太さの異なる2本の電熱線の発熱量を調べる際、乾電池の数が同じ

ために一定の強さの電流が流れると考える子どもと、電流の通りやすさをイメージし、電流の強さが異なると考える子どもがいる。そのため、どちらがより多く発熱するのか考えが分かれていく。

水の温度変化を記録していくなかで、その発熱量の違いに気付き、さらに傾向を明確にするためにグラフ等に表す。このことから「電熱線の太さによって電流の通り方が違うのではないか」という問題意識をもち、電流の強さを調べ始める。

(2) 発電量と電流の強さとの関係をとらえる

手回し発電機を初めて使う子どもは、豆電球をより明るく点灯させるために、ハンドルをより速く回転させようとする。また、ハンドルを速く回そうとすると手応えが重くなることにも気付く。

回す速さと電流の強さを同時に記録し、回す速さが電流の強さと関係していることを明らかにする。グラフに表すことで、手回し発電機を回す速さと発電量の関係をとらえる。

(3) 発電量と蓄える量との関係をとらえる

手回し発電器でつくった電気により長く明かりをつけたり、音を鳴らしたりするなど、乾電池と同様にものに働かせるために、子どもは、より多くの電気をコンデンサーに蓄えたいと考える。そこで、豆電球の点灯時間で蓄えた電気の量を調べる。子どもは、電気をたくさん蓄えて長く点灯させるために手回し発電機を速くたくさん回転させるが、蓄えられる限度があるため思ったほど蓄えることができない。

手回し発電機を回す回数や速さを揃えながら、蓄えた電気の量（＝発電した回数）と点灯時間を調べていくことで「蓄えられる電気の量には限度がある」という見方につながると考える。

(4) エネルギーの有効利用を明らかにする

蓄えた電気でも豆電球と発光ダイオードを点灯させる。子どもは、短時間で暗くなっていく豆電球に対し、長時間一定の明るさで点灯する発光ダイオードのよさに目を向ける。

それぞれの点灯時間を調べる活動から、豆電球や発光ダイオードの点灯の様子と電流の強さの変化に目を向ける。それらをグラフに表すことで、長時間一定の明るさで点灯し続けることができる発光ダイオードのよさが浮き彫りになっていく。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1) 個と対象の間に問いを生む

点灯の様子を時間経過に沿って表に表すことで、子どもはその変化に気付く。そして、電流の強さと

どのような関係があるのかを浮き彫りにするためにグラフに表す。それを根拠として、光り方の特徴を明らかにしたり、違いを比較したりしながら、点灯の様子と電流の強さの関係についての考えを深めることができる。

そこで、本時では、まず豆電球と発光ダイオードの光り方を比較し、光り方の変化を時間経過に沿って調べることで、電流の強さの違いに目を向ける。そこで、光り方の違いと電流の強さの関係を調べるために、電流の強さを測定して記録していく。記録する際、数値に加え、その時の光り方の変化も合わせて記録する。それは、実験結果の変化の様子と数値を結び付けることが見えない電気をとらえる上で大切と考えたからである。

(2) 個の見方や考え方を関係付ける

個々が明らかにした事実が互いに結びつくことで、個の見方や考え方がより確かになる。個の追究を集団で結び付けるためには、共通の目的に向かった個々の追究が表現されることが必要である。グラフを中心としてそれらを位置付けることで、個々の見方や考え方を関係付けることができると考える。

個々の実験結果をグラフに表すと、データに誤差が含まれていても、グラフの形を比較することで大まかな変化の傾向をとらえられる。また、グラフに光り方の変化も位置付けることで、電気の使われ方に対する見方を共有し合うことができる。

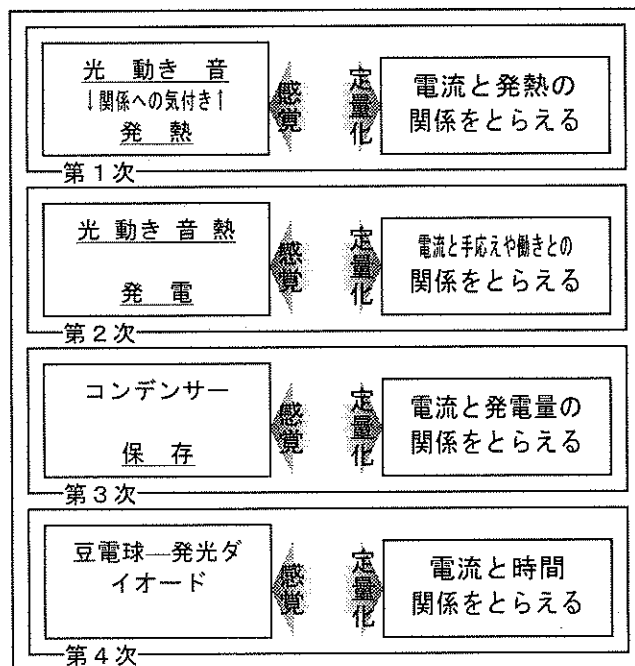
III 研究の概要

1. 単元について

本単元は、小学校における電気の学習のまとめである。電気が光や動き、音などに変えることができることを振り返るために、これまで扱ってきた豆電球やモーターなどを使って確かめる。また、それらの発熱にも目を向けることで、電流と発熱の関係についての考えをもてるようにする。

手回し発電機やコンデンサー、発光ダイオードなどを使いながら、「発電」「保存」「変換」できることをとらえ、電気をエネルギーとして見る見方を養っていく。また、表やグラフを使って実験結果を整理し、見通しと結果を比較しながら考察する過程を通して、目に見える現象と変化する電流の強さとの関係をとらえられるようにしていく。さらに、発光ダイオードを扱う学習をすることで、電気エネルギーの有効利用についての視点をもたせ、実生活の場面で効果的な使い方や生かし方についての考えをもつ

ようにする。

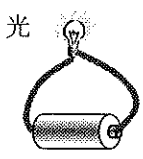
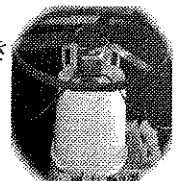
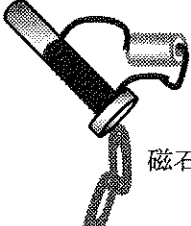

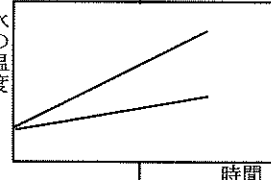
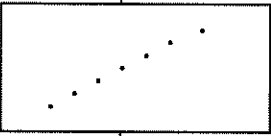


2. 単元の目標

- 総** 電気の利用について、興味や関心をもって追究する活動を通して、電気の性質や働きについて推論する能力を育てるとともに、電気をつくったり、蓄えたり、変換したりすることができるという見方や考え方をもち。
- 関**
 - ・電気の利用について、興味や関心をもって追究することができる。
 - ・身近な生活の中で使われる電気製品が、電気の性質や働きを利用していることについて興味や関心をもって調べることができる。
- 科**
 - ・電気をつくったり、蓄えたり、変換したりする活動を通して、電気をエネルギーとしてとらえ、働きと電気の強さの関係について考えることができる。
- 技**
 - ・調べた結果をグラフ等で表現したり、説明したりすることができる。
 - ・電流計で回路を流れる電流の強さを調べたり、変化の様子を記録したりすることができる。
- 知**
 - ・電気をつくったり、蓄えたり、変換したりすることができることがわかる。電気の性質や働きが生活に利用されていることがわかる。

(文責 伏見小 澁谷 宣和)

3. 単元の全体指導計画（11時間扱い）

問題解決の過程	○教師のかかわり
<p style="text-align: center;">【第1次 電流による発熱を調べよう（3）】</p> <p>○これまで学習した身の回りのものを調べよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>光</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>動き</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>磁石</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>音</p>  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>電気は、光や音、磁石など様々な働きに変わる。熱にも変えられると思う。</p> </div> <p>電熱線を通れる電流がより強くなれば…</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">たくさん発熱するはず</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">水が早く温まるはず</div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>電流計を使って、電流の強さと水の温度の関係を調べる活動</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>電流の強さが強くなれば、水の温度も早く上がる。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>電熱線の太さによって、発熱の仕方も変わるのかな。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 45%;"> <p>太い電熱線は、電流がたくさん流れるはず。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 45%;"> <p>太い電熱線の方が細い方よりも、通りにくいから熱くなる。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>時間と水の温度上昇の関係を調べる活動</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>太い電熱線は、電流が多く流れて早く温まる。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">水の温度</p> <p style="font-size: small;">時間</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>細い電熱線は、電流が流れにくいから熱くなるよ。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>太い電熱線は、たくさん電流が流れるから発熱量がより多くなる。</p> </div>	<p>○電気が光や音、熱に変わることを想起するために、これまでの学習や生活の中にある電気の働きを利用したものを振り返り、乾電池を使って確かめる。</p> <p>○電磁石の学習から、導線が発熱した経験や身の周りにある器具の観察から、電熱線が発熱していることや太さに違いがあることに気付かせる。</p> <p>○水温の変化の違いから、電熱線の太さと発熱量の関係に気付かせ、その変化の要因である電流の強さに目を向ける。</p> <p>○現象が電流の強さと関係していることをとらえるために、現象と手応えの強さの関係を引き出しておく。</p> <p>○働かせるものによって発電機の手応えが異なることや逆回転では働かないことへの気付きから、必要な電流の強さや向きの違いに目を向けられるようにする。</p>
<p style="text-align: center;">【第2次 電気をつくりそう（2）】</p> <p>○手回し発電機を使って電気をつくりだそう</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>手回し発電機を使って豆電球を点灯させる活動</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>速く回すほど明るくなるんだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>つなぐ前よりも手応えが重くなった。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>明るくなったり暗くなったりする。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>速く回せば、流れる電流も増えて明るくなるんじゃないかな。</p> </div> <p>・手回し発電機の回す速さを変えて電流計で調べてみよう。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>速く回すほど電流が強くなって明るくなる。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">電流の強さ</p> <p style="font-size: small;">回す速さ</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 30%;"> <p>電流が強くなると手応えも重くなる。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; text-align: center;"> <p>速く回すほど電流が強くなって明るくなるんだ。</p> </div>	

つくり出した電気は、他のものにも使えるのかな。

- ・モーター ・電磁石 ・オルゴール ・電熱線

手回し発電機を使って様々なものを動かす活動

- ・電気を一定の強さで働かせることができたらもっと便利だね。

つくり出した電気は、様々なものに使うことができた。

【第3次 電気を蓄えよう (3)】

- 蓄電器を使って電気を蓄えてみよう。

蓄電器を使って電気を蓄え、様々なものに使う活動

- ・乾電池のように使うことができる。向きもあるんだ。
- ・たくさん蓄えたら豆電球が光った。速く回した方がたくさん蓄えられる。
- ・働かせるものによって使える時間が違う。もっと長く(強く)働かせたい。

つくり出した電気は、いくらでも蓄えられるのかな。

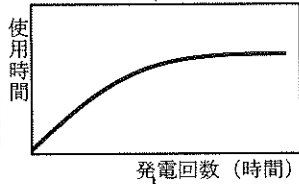
蓄えた量が多いと長く働くはず。

蓄えられた量が多いと強く働くはず。

蓄えられる量には限度があると思う。

豆電球の点灯時間で蓄えられる電気の量を調べる活動

すごくたくさん発電しても、点灯時間に変化が少ない。



豆電球は、初めは明るいけれど段々暗くなっていく。

蓄電器に蓄えられる電気の量には限度がある。

- ・もっと長く働かせられたら便利だな。

【第4次 電気の有効利用 (3)】

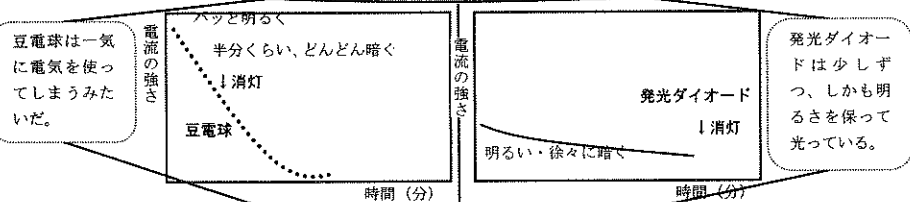
- 蓄電器に蓄えた電気で発光ダイオードに明かりをつけてみよう。

蓄電器に発光ダイオードをつなぎ、点灯の様子を調べる活動

- ・明るさは違うけれど、すごく長い時間点灯しているよ。

発光ダイオードと豆電球では、電気の使われ方がどのように違うのかな。

発光ダイオードの点灯時間や電流の変化を調べる活動



発光ダイオードは、豆電球より弱い電流で蓄えた電気を少しずつ使うから長時間点灯することができるんだ。

- ・身の回りで信号機が発光ダイオードに変わってきた理由が分かってきた。
 - ・電球がたくさん電気を使うのは、熱に変わったからかな。
- 家庭用の電球と発光ダイオードを点灯させて、発熱する温度を比較しよう。

- 手回し発電機を逆向きに回すとオルゴールが鳴らないことから極に目を向ける。また、手応えが重くなる気付きを引き出し、力が電気に変換されていることに気付けるようにする。

- 極への気付きから、乾電池との共通点や差異点を明らかにする。また、次第に明かりが暗くなったり、オルゴールがゆっくり鳴ったりするなど働きの弱まりから、蓄えられた電池が消費されていることをとらえられるようにする。

- 手回し発電機の回転方向が逆だと電流の向きも変わったことから、コンデンサーに蓄える際に極を意識する必要があることに気付かせる。

- 手回し発電機の回数と回転速度など実験の条件を揃えることを確認して実験をする。豆電球の点灯時間と明るさと電流の強さ、発熱などの状況を関係付けてグラフに記録し、豆電球の電気の消費についての考えをもてるようにする。

- 発光ダイオードの信号機が増えていることを知らせ、教材を提示することで、興味を引き出す。また、実験でわかったことから増えた理由を考えることで、生活との関連を意識できるようにする。

- 電気の有効利用に目を向けるために、豆電球との比較から同じ蓄電量での点灯時間の差や明るさの変化などから発光ダイオードのよさをとらえるようにする。

- 身近な環境への意識を高めるために、身の回りでも発光ダイオードの利用が進んでいることや白熱球が生産中止になったことなどに触れ、電気の有効利用が身近な問題であることに気付くようにする。

(文責 伏見小 澁谷 宣和)


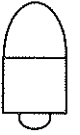
IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎発光ダイオードと豆電球の点灯時間と電流の強さの関係を比較する活動を通して、明るさや電流の強さなどの特性の違いに気付き、電気の効率的な利用についての考えをもつことができる。

(2) 学習の展開 (10/11)

問題解決の過程	教師のかかわり
<p><前時まで></p> <p>手回し発電機を使ってコンデンサーに電気を同じ量だけ蓄え、豆電球と発光ダイオードを点灯させる活動をしてきている。その中で、点灯時間、明るさの様子、さわった感じの違いをある程度とらえている。特に、「蓄えた電気の量は同じなのに、発光ダイオードの方が長く点灯する」という事実から、「発光ダイオードは電流が弱く、豆電球は電流が強い」と考えている。</p> <p>発光ダイオードと豆電球では、電気の使われ方がどのように違うのかな。</p> <p>明るく点灯してもすぐに消えてしまう。  ↔  明るく点灯している時間が長い。</p> <p>豆電球 発光ダイオード</p> <p>電流の強さと点灯の様子を調べる活動</p> <p>やっぱり豆電球は、電流が強い。 やっぱり発光ダイオードは、電流が弱い。</p> <p>明るさの変化 一瞬明るいけれど、すぐに暗くなる。</p> <p>電流の強さの変化 一気に弱くなっていく。</p> <p>電流の強さ</p> <p>パッと明るく 半分くらい、どんどん暗く ↓消灯</p> <p>…… 豆電球 — 発光ダイオード</p> <p>明るい 徐々に暗く ↓消灯</p> <p>時間(分)</p> <p>消えているのに電流はどんどん弱くなっている。</p> <p>電流がゼロに近くなるまで光っている。</p> <p>発熱もするから、少ない電気では光らせることができないんだ。</p> <p>熱くならないから少ない電気でも光らせるんだ。</p> <p>発光ダイオードは、豆電球より弱い電流で、蓄えた電気を少しずつ使っているから長時間点灯するんだ。豆電球は、強い電流で、蓄えた電気を一気に使っているから点灯時間が短いんだね。</p> <p>◎発光ダイオードは省エネだね。 ◎少ない電気で働くから発光ダイオードは、色々なところで使われているんだ。 ◎どんなところで使われているか調べよう。</p>	<p>◎蓄えられた電気の使われ方の違いをとらえるために、発光ダイオードと豆電球の点灯時間やつき方を比較することで、電流の強さに着目できるようにする。</p> <p>◎発光ダイオードと豆電球について、明るさや電流の強さ、点灯時間などの変化をとらえるために、電流の強さと点灯の様子をグラフ化し、それぞれの特性の違いを浮き彫りにする。</p> <p>電流の強さと明るさを一つのグラフで表すことで、連続した変化の仕方の違いを明確にする。そうすることで、実験の見通しが数値で裏付けられ、発光ダイオードにおける電気の消費の仕方の特徴について子どもがグラフを根拠に考察できるようになる。</p> <p>◎身近な生活の中で発光ダイオードが多く使われるようになった理由について電気の有効利用の視点から考えられように、グラフから読み取れる特性を明らかにして、発光ダイオードのエネルギー効率のよさをとらえる。</p>

(文責 川北小 森 剣治)

2. 有明小学校の実践

(1) 連続した変化を調べることで電気の性質や働きに迫る

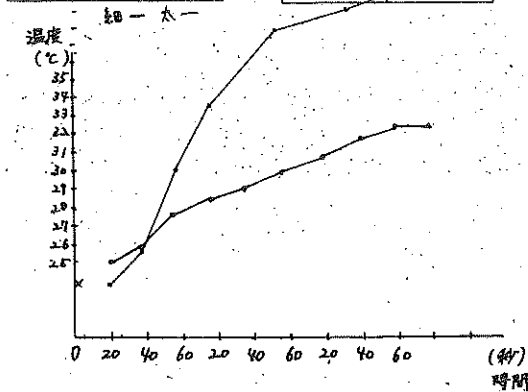
電気をつくったり蓄えたり変換したりできるという見方や考え方を育てるために、単元構成で連続的な変化をとらえる場面を位置付けた。その場面では、発熱や発電などの程度を調べる際、結果を表にして記録したり、グラフに整理したりして分析していった。そうすることで、数値の連続した変化を見出すことができ、働きの大きさと電流の強さの変化の関係について、とらえることができるようになっていったのである。

第1次「電流による発熱を調べよう」では、子どもたちにとって身近なドライヤーを解体し、その中に電熱線が入っていることをきっかけに学習を始めた。電熱線の太さと水の温まり方の違いについて予想した。電熱線は、子どもにとって初めて扱うものであったため、しっかりとした根拠を引き出すことは難しかった。そこで、それぞれの電熱線の温まり方を実験から明らかにしていった。

細い電熱線 (3V)		太い電熱線 (3V)	
秒 (時間)	℃ (温度)	秒 (時間)	℃ (温度)
はじめ	25℃	はじめ	23℃
20	26℃	20	25.5℃
40	27.5℃	40	30℃
60	28.5℃	60	33.5℃
20	29℃	20	36.5℃
40	30℃	40	39℃
60	31℃	60	40℃
20	31.5℃	20	41.5℃
40	32℃	40	43℃
60	シ	60	46℃

【子どもの予想】
 細い電熱線…全体に伝わるのが速い。
 太い電熱線…水に触れる部分が多い。電流が流れるのが速い。

時間の経過とともに水温が上昇していく太い電熱線に対して、細い電熱線の変化は非常にゆるやかである。初め、表に記録していった子どもは、よりその変化をとらえやすくするために水温の変化をグラフに表すことで、その温まり方の違いが顕著に表れ、明確に変化の違いをとらえることができた。このことから、子どもに「なぜ太さの違いによって温まり方が異なるのか」という問いが生まれた。



グラフをもとにして水温の変化の要因について予想すると、5年生までの既習をもとに、同じ乾電池の数(電源装置使用)であっても電流の強さの違いがあるのではないかと考える子どもが多くなった。そして、細い電熱線よりも多く発熱する太い電熱線は、流れる電流が強いのではないかと考え始めた。

そこで、電流計を用いて、それぞれの電熱線を流れる電流の強さを測定し、太い電熱線にはより多くの電流が流れていることを明らかに

電熱線	電流の強さ	く分かったこと
太い	2.5 A	太い電熱線だと早く温まる。電流が強いから。
細い	0.85 A	細い電熱線だと遅く温まる。電流が弱いから。

していった。つまり、電熱線の太さの違いによって電流の強さが変わることをとらえることができたのである。

豆電球
 豆電球を回すと明るくなる。早く回すと大きく明るくなる。遅く回すと小さく暗くなる。

第2次「電気をつくりだそう」では、乾電池の代わりとして手回し発電機を使って電気をつくり、体感を通して、発電量と回す速さや手ごたえとの関係に気付くことをねらった。そのために、豆電球に明かりをつけたり、電子オルゴールを鳴らしたり、様々なものを働かせる活動を通して、自分たちの手によって発電できることを体感するようにした。

手回し発電機と初めて出会う場面では、ハンドルを様々な回し方で豆電球の明るさが変わることを体験的に調べていった。豆電球だけを扱ったのは、集団の共通体験から気付きを共有するためである。その中から、速く回転させると豆電球が明るく点灯して手応えが重くなることや、豆電球が切れた途端に軽くなることにも気付いていった。また、電子オルゴール、プロペラモーター、電磁石でも調べ、他の物でも、働かせる時の手応えが異なることをとらえていった。これらのことから、手回し発電機の手応えが重いときには、たくさんの電気を使っているのではないかと考え、回す速さを変えて、回路を流れる電流の強さを電流計で調べる活動を行った。

手応えが軽い……ゆっくり回す
 豆電球が切れる、明かりが小さい
 現象面での
 気付き
 手応えが重い……速く回す
 すごく明るい時

実験では、条件を揃えるために一定の速さで手回し発電機を回せるよう、メトロノームを使って実験を記録した。この方法は、誤差が少なく再現性が高いため、どのグループでも結果の傾向を共有することができた。そして、手回し発電機を回す速さの違いと電流の強さ、豆電球の明るさの違いを表に記録し、グラフに表すことで、速く回すと電流が強くなることや、働き(明るさ)が大きくなることをとらえていった。

このように現象と手応えの変化を結び付ける活動を初めに行うことで、働きの大きさと手応えの大きさの関係に目を向けることができた。また、「回転を速くすることで電流が強くなる」という見通しをもって実験をすることで、回転の速さと電流の強さ、働きの変化の連続した関係をとらえることができたのである。

第3次「電気を蓄えよう」では、コンデンサーを使って発電した電気を蓄え、豆電球に明かりを付ける活動を行った。第2次の活動で手回し発電機での発電を経験した子どもは、乾電池を使ったときのように、長い間、豆電球を点灯させたいと考えた。そこで、「つくりだした電気を蓄えることができれば良いのではないか」という考えからコンデンサーを提示した。

【子どもの予想】

- ・ 回す回数を増やせば、たくさん蓄えられる
- ・ 速く回せば、たくさん蓄えられる

回す時間や速さを変えて実験すると、子どもが予想した通りの結果となったが、やがて点灯時間が伸びなくなった。そこで、回す速さを一定にして、時間を変えて調べてみると、手回し発電機を回す手応えが段々軽くなり、いくら回してもそれ以上電気を蓄えられなくなることに気付いた。

さらに、手回し発電機でつくりだした電気を豆電球ばかりでなく、他の働きにも利用する活動を行った。コンデンサーに蓄える電気の量を一定にするために、メトロノームを使い、手回し発電機の回転速度を一定にし、回数も共通にした。回した回数と様々なものを働かせた時間を表に表すことで、コンデンサーの限界が明らかになっていった。そして、コンデンサーに一定量蓄えられた電気を様々な働きに変えることで、「働きによって

豆電球	3	5	秒	7	2
モーター	1	分	4	0	秒
電磁石	2	分	5	秒	78
オルゴール	7	秒	3	1	

(60秒間で60回転)

◎ わかったこと
コンデンサは電気をたくわえろと、様々なものにつかえることがわかった。
一番長くついたのが豆電球で、一番めいめい、たものがオルゴールだった。

電気の使われ方が違う」とことをとらえていった。

働くものによて使われる時間はちがう!

(2) 比較から消費の仕方の違いを浮き彫りにする(授業公開)

第4次「電気の有効利用」では、第3次までに学習したことをもとにして発光ダイオードを使用した。発光ダイオードは、子どもたちにとって初めて扱うものではあるが、既に身近に多く存在する。そこで、日常、子供が目にしていてる信号機を導入に用いた。生活経験から発光ダイオードに関する知識をもつ子どももおり、興味をもって実験に取り組んだ。

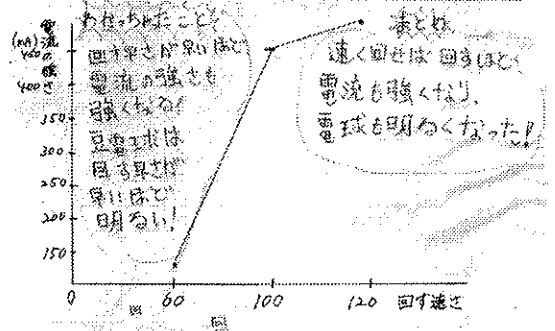
豆電球と発光ダイオードを比較するにあたり、子どもの違和感を軽減するために、大きさや形が豆電球に近く、ソケットもそのまま使える発光ダイオードを教材として選択した。

<比較しながら現象をとらえる>

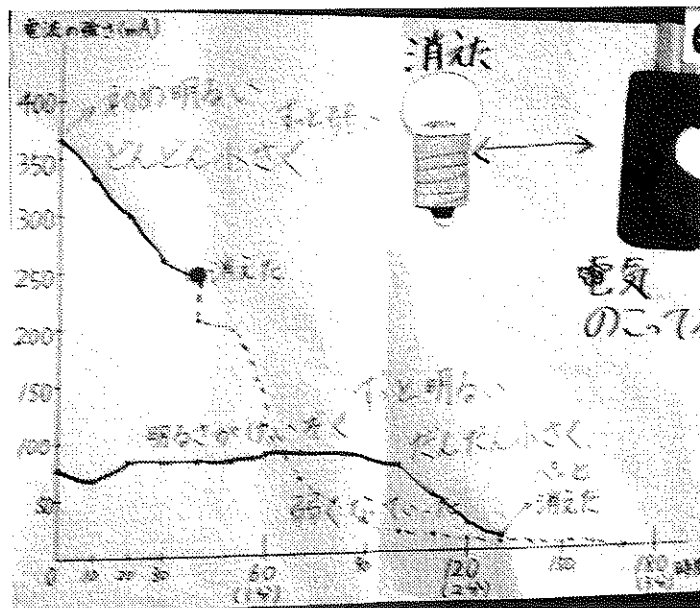
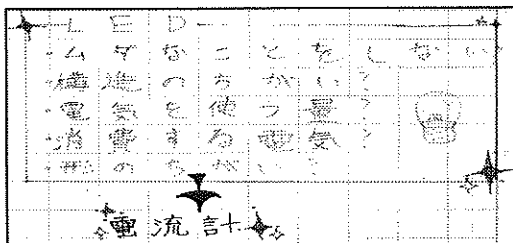
- ・ 発光ダイオードは、豆電球よりも長持ちする。
- ・ 長い時間、明るいまま。
- ・ 白っぽく光る。豆電球は暗く、オレンジ色に光る。

る。これをもっと大きく、たすきなと、回すだけじゃなく、電

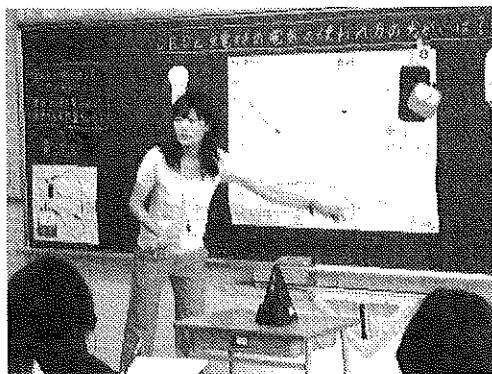
回す速さ	電流の強さ	豆電球の働き
メトロノーム 60	130 MA	・ 消えにくい。 ・ 暗くならない。 ・ 長く点灯する。
メトロノーム 100	400 ~ 500 MA	・ 60秒より長くなるし。 ・ 2分めつが早い!
メトロノーム 120	500 MA 以上	・ 2分めつがほとんどない! ・ 明るくなる!



点灯時間の長さや光り方の変化を中心に調べていくと、子どもは、すぐにその点灯時間の長さの違いに気付く。第3次の「働きによって電気の使われ方が違う」という見方をもとに、点灯時間の違いの要因について、「豆電球と発光ダイオードでは、使っている電流の強さが異なっているのではないか」と考えた。



電流の強さの違いを電流計で調べると、予想通り、発光ダイオードは弱い電流で点灯している。このことから、子どもは、「発光ダイオードは豆電球と比べ、少しずつ電気を使っている」という考えをもった。また、時間を軸に点灯の様子の変化を調べていくことで、安定して長時間発光する特性にも気付いた。それぞれの明かりが点いた時点と消えた時点の電流の強さを比較することで、発光ダイオードの「弱い電流で長い時間発光する」という特性を明らかにしていった。また、豆電球が点灯する際に温かくなることから、発熱による無駄があることにも目を向け始めた。



電球と発光ダイオードでは、電気の使われ方が違っていった。電流の強さは、発光ダイオードが80mA、豆電球が330mAだから発光ダイオードの方が電気を使わない。豆電球の光が消えても、電気はまだ残っていた。発光ダイオードも同じ。

く分かったこと
・豆電球よりLEDのほうが電気も節約して使っている。

(3) グラフから考察を深める

子どもは、実験結果を解釈しないまま交流しても、他と自分の実験結果との違い(ずれ)に着目してしまう。発光ダイオードと豆電球の変化の傾向をとらえて考察に向かうためには、個、または、グループで実験結果を見つめ直す活動が必要である。自分の実験結果から変化を読み取って解釈し、変化の傾向を事実として交流することで、回路を切り替える操作の一瞬の遅れや部品の個体差の違いによる誤差は問題にならずに、現象の傾向を問題にすることができた。

また、グラフから、発光ダイオードや豆電球の回路では、消灯後も電流が流れ続けていることが明らかになった。消灯しても回路を流れる電流がなくなるのではなく、蓄えた電気の一部は明かりに使われないままに消費されていることに気付いた。このことから、消灯後も強い電流が流れ続ける豆電球に対し、弱い電流で長く働き続ける発光ダイオードの特長をより明確にとらえることができたのである。

(4) 実践から明らかになってきたこと

○電流の強さを現象の変化と結び付け、連続的に調べることで電気の働き方が明らかになる

電流の強さを連続的に調べて表に記録したり、グラフで表したりして目の前の現象と結び付けることで、子どもは、電流の強さによる働きの違いや発熱の仕方の違いなどを明確にとらえることができた。表やグラフに表すことは、推論の根拠を明確にしたり、「電流の強さ」、「働きの大きさ」、「時間」といった目に見えるものと見えないものを関係付けたりするのに有効であった。

○連続性への気付きを生み出す表、傾向から特性をとらえる表やグラフ

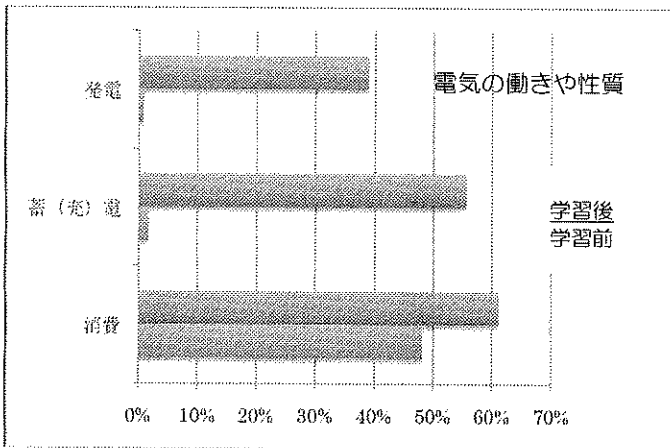
電気をつくったり蓄えたり変換したりできるという見方や考え方を育てるため、単元構成に連続的に変化をとらえる場面を位置付けていった。子どもは、発熱による水温の変化や電流の強さの変化などを調べる際、結果を表にして記録した。そこから数値の変化の傾向を見出し、グラフに表すよさに気付くことができた。グラフから特性をとらえ、電流の強さとの関係に目を向けていったのである。しかし、これらを手立てとして使うように教師側からのかかわりも強かった。子どもにとって必然性のある手立てとなるには、日常の学習や単元前半で、表やグラフのよさが子どもにとらえられている必要がある。

○電流の強さをグラフに表すことで明らかになった課題

発光ダイオードと豆電球を比較し、回路を流れる電流の強さを調べる活動では、電流の強さと光り方の差を際立たせていくことができた。また、発光ダイオードと豆電球の電気の使われ方を比較する場面では、点灯の様子と電流の強さを連続的に調べていくことで、発光ダイオードの消費の仕方の特性を浮き彫りにすることができた。

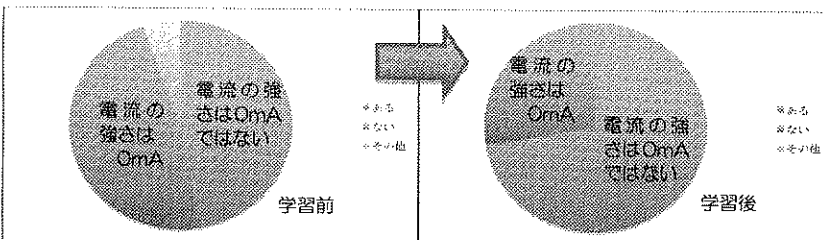
しかし、電流の強さを電流計で調べることで、電流の強さをコンデンサーに蓄えられた電気の量ととらえてしまう問題点も見えてきた。グラフを中心として、実験結果や現象への気付きを関係付ける展開について、いくつかの実践を通して再構成していく必要がある。

(5) 実践後の調査から



本実践の前後で子どもにどのような変容が表れたか、約50日後に18名の子どもに同じ調査を実施したところ、次のような電気の利用に対する3つの変容が表れた。

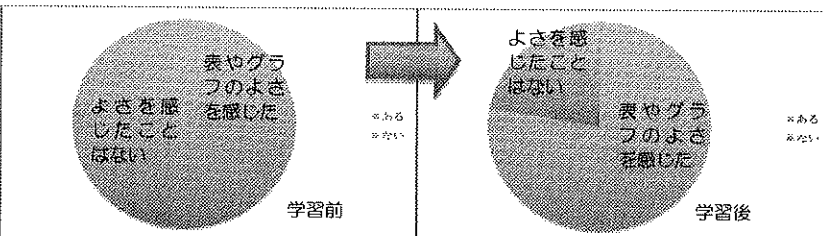
第1に、電気の利用について、学習前にはほぼ全員の子どもの消費を中心に考えていたが、学習後には、電気をつくったり蓄えたりできるという見方をもった子どもが増加した。記述式で回答を求めたため、全員が発電や蓄(充)電に関する記述をしたわけではないが、後に大きな差が表れたことから記述がなかった子どもについても概ねとらえられていると考えられる。



第2に、電気の働きと性質について、いずれも働きをとらえている子どもが増加し、実験を通して改めて電気の働きをとらえ直し、様々な働きについて回答できるようになっている。

電流の強さがどうなっているのかを質問したところ、28%の子どもの「電流の強さが0mAになっている」と回答したところから、十分には、とらえ切れていない子どもいることがわかる。グラフをどう解釈させるとよいか課題が残った。

しかし、コンデンサーに蓄えた電気で明かりをつけ、消えた後の回路に流れる



第3に、単元を通して表やグラフに表しながら学習を深めていったことから、追求の手立てとして子どもが感じたことを調査したところ、次のような結果となった。学習前には、表やグラフのよさについて26%の子どもしか感じていなかったが、学習後には、比較的しやす

さ、変化のとらえやすさなどを挙げて78%が感じている。実際に扱うことでそのよさがわかり、本単元における手立てとして有効であったことを明らかにすることができたと考えている。

(文責 有明小 本間 里奈、伏見小 澁谷 宣和)

V 分科会の記録

1. 討議の内容

《グラフの扱いについて》

- ・グラフを利用した意図と学習をどう発展させていくかについて詳しい説明がほしい。中学校の理科につながっていくところなので、小学校段階で丁寧に指導することは大切だと思う。子どもは「0℃まで上がった。」と言うが、個々の温度ではなく、どのような温度の上がり方をしたのかを感じてほしかったので、グラフに表すことは教師から提案した。子どもにとって数値の変化を見通すことが難しく、グラフと対応させたときに自分の予想と一致していたという実感に乏しかった。見通しをもってグラフをかかせることが課題だった。
- ・考察の手掛かりとしてグラフを使用した。実験結果を整理して数値で考察することは重要だが、グラフから何を読み取るのかが課題である。そのためには、仮説を立て、目的意識を明確にして活動することが大切である。現象をしっかりとらえ、感覚とデータを一致させる授業の構成を検討していくとよい。

《教材化の工夫について》

- ・「一定の速さで手回し発電機を回せるようにメトロノームを使って実験をした」とあったが、子どもたちは実験をしていく中で慣れていった。メトロノームだけでなく手拍子に合わせて回す等の工夫が見られた。

2. 助言者より

(1) 札幌市立山の手小学校 陶山義典校長より（北海道小学校理科教育研究大会、ソニー科学教育研究会北海道南支部授業研修会）

- ・新しい理科の目標に「実感を伴った」が付加されたが、本質は変わっていない。具体的な体験や実生活とのつながりを意識していくことが大事である。
- ・研究の具体化の方法がしっかり説明されていた。感覚から推論、数値と結び付けていくことが大切である。表をグラフに表すことにより、子どものどんな見方や考え方が表れていたのか、具体的な子どもの姿の説明がほしかった。「傾向の共通性が明らかになる」「感覚と数値のずれを追究していく」等の課題を更に追究して欲しい。
- ・本時の授業について、豆電球と発光ダイオードを比較したとき、形状、光り方の様子、色のかがやき具合、広がりなどが違うために点灯時間は問題にならないのではないか。LEDに焦点化するためには、どのように扱えばよいか検討する必要がある。
- ・省エネルギー的な発言や考え方をどのように扱っていくか、環境教育とも関連して考えていくよい。電気の使われ方の違いを明らかにしていくが、子どもにとって何のために調べなければならないのか。今後、どのように活動が進むのか明らかにしていく必要がある。

(2) 北海道教育委員会上川教育局 佐藤潤一指導主事より（北海道小学校理科教育研究大会）

- ・推論とは目に見えるものから見えないものを考えることである。3～5年生の問題解決の能力をいかに駆使し、推論させていくかが大切であり、中学校の分析・解釈につなげる点においても、6年生に推論が位置付けられているのには意味がある。推論をどこで見取るかについては、「予想や仮説」、「結果をもとに考察」の2つが挙げられる。また、言語活動の充実という点から考えると「自分の考えを言語によってまとめる力」、「一人一人がどんな概念かをまとめる力」が必要とされる。グループで実験したとしても、一人一人の子どもがどんな考えをまとめたかが大切であり、細かく気を配っていかなければならない。
- ・評価の充実を図っていくことも大切である。評価が改善され、従来の「科学的思考」から「科学的な思考・表現」になった。したがって、子どものノート等に表現されたものは、科学的思考と見なければならない。一方で、記録し整理することは技能である。同じ学習の成果を見るにしても、どの観点で見取るかをしっかりとつことが大切である。さらに、問題解決学習との関わりもある。結果を整理して、考察に結びつける指導が大切である。「推論の見取り」「評価の充実」「問題解決学習との関わり」の3つをセットにして、理科研究を進めていただきたい。

(3) 北海道立教育研究所企画・研修部 吉村公孝主査より（ソニー科学教育研究会北海道南支部授業研修会）

- ・一人一人が課題を明確につかんでいたからこそ、スムーズに授業に入ることができた。これまでの単元を通して授業がしっかりと行われている。中身の濃い授業で、これからの理科に求められているものがたくさん盛り込まれていた。
- ・研究の視点について、表やグラフで表すことが表現なのか、何をもって表現ととらえるのかを明らかにする必要がある。

(文責 東札幌小 佐藤 宏充、平岸高台小 中島 寛子)

VI 研究の成果

1. 問題解決の道筋を明確にする表現の在り方

(1)連続した変化をとらえることで感覚と数値が結び付く

子どもは、豆電球や発光ダイオードが点灯した瞬間の電流の強さを比較することで、発光ダイオードは豆電球よりもはるかに弱い電流で点灯することに気付く。さらに、蓄えた一定量の電気を使い、点灯から消灯まで連続して電流の強さを調べていくことで、豆電球はすぐに暗くなって消えるのに対し、発光ダイオードは長く明るく点灯するという特性をとらえることができる。つまり、明るさが変化の様子と電流の強さを連続して調べることから、様子の変化と電気の消費を結び付けて考えを深めることができたのである。

(2)結果への見通しをもつことで、記録の価値が高まる

現象の連続した変化をとらえるためには、図や表、グラフなどの方法がある。しかし、最も大切なことは、豆電球の明るさや温もり、手回し発電器の手応えなど、感覚的にとらえた現象の変化の要因である電気がどのように働いているのか、実験前に結果に対する見通しをもつことである。見通しと結果を比較したときに子どもに見方や考え方が生まれるからである。そのためには、教師は、子どもが感覚的に何をとらえるのか明確にしておくことが必要である。抽象的であっても、「どの部分の」、「まぶしさが」、「ゆっくりと」など、変化していく様子を観察し、記録することが大切である。その変化と要因を結び付けて考えたときに、感覚でとらえた現象が数値と結び付き、目の前の現象がより確かな事実となって見方や考え方をつくるのである。

(3)個々が結果から得た見方や考え方を交流する

電気の働き方の傾向をとらえるには、自分の実験結果について分析することと、仲間の実験結果を比較することが必要である。そこで、電流の強さと明るさの変化の記録(表)を、グループでグラフに表したり、全体の場で比較したりすることで、現象や結果に対する判断の共通点を明確にすることができる。しかし、いきなり全体の場で個々のグループの数値を扱うと、それぞれの実験結果の差に目が向きがちである。そこで、全体の場で共有する前にグループで記録を解釈し、数値ではなく個々の考えを交流することが大切である。

(4)学習と生活を行き来しながら事象をとらえる

第4次では、身近な存在となった発光ダイオード式の信号機の写真から発光ダイオードを提示した。そして、豆電球との比較を通してその特性をとらえ、発光ダイオード式の信号機が増えてきた理由を改めて考えた。この学習では、単なる比較実験に終わることなく、発光ダイオードのよさを見直すことで、エネルギーの有効利用についてとらえることができたと考える。

また、単元の最後に、白熱球と発光ダイオードの発熱の違いを実験装置で確かめた。実験で用いた豆電球と発光ダイオードを家庭用電源で実際に使われているものに置き換えて調べることで、小さな豆電球と発光ダイオードでは実感することが難しい発熱の違いがより顕著となり、電球は光と共に熱を出すこと、発光ダイオードは発熱が少ないため、電気の無駄を少なく明るさを得られることなど、実生活と結び付けることができた。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1)個と対象の間に問いを生む

本実践では、グラフを中心に数値を扱い、現象と結び付けながら連続した変化をとらえられるようにした。6年生の子どもであっても、現象と数値を同時に見ていくことは難しい。そこで、現象をしっかりとらえて電流の働き方について推論し、電流計等を用いて数値化し、表とグラフを用いて変化を読み取っていくことで、現象と見えない電気の働きや性質を関係付けていくことができたと考える。本時でも、豆電球と発光ダイオードの点灯時間や明るさの変化の違いを見ていくことで、子どもが電流の強さとの関係に着目し、電流の使われ方の違いを明らかにして電気エネルギーの有効利用についての視点をもつことができた。

(2)個の見方や考え方を関係付ける

子どもが自らの見通しを基に観察や実験を行う際、条件を設定しても必ずしも結果の数値が一致するわけではない。結果を他と比較しようとしても、教材の特性や測定誤差による違いが際立ってしまうのである。そこで、個々が、結果を分析して傾向を読み取り、考察したことを交流する。そうすることで、現象の分析の裏付けとしてグラフを使うため、測定数値の小さな違いは問題にならずに、個々の見方や考え方でとらえた事実が明確になり、電流の使われ方の特性を浮き彫りにすることができたのである。

(文責 伏見小 澁谷 宣和)

第5回冬季研究大会 研究発表



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
PHYSICS DEPARTMENT
PHYSICS 551
LECTURE 10
SPECIAL RELATIVITY
PART 1

「知的好奇心を喚起し、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

～主体的な問題解決を促す学習展開～

3年「ものと重さ」の実践を通して

共同研究者 ○滝口 大輔（金堀小） 若竹 淳一（高盛小） 迫田 浩章（中央小） 後藤 栄司（日新小）
上埜 由佳（中央小）

I はじめに

本研究は、主体的な問題解決を促す学習展開の工夫に迫るために、子どもの思考の連続性を大切にされた必然性のある単元構成、基礎的・基本的な知識・技能の習得と活用の明確な位置付け、思考力・判断力・表現力を高めるための言語活動、問題解決の質を高めるための効果的な教材の工夫・改善を図っていくことが目的である。

II 研究のねらい

理科における問題解決の主体は子どもである。子どもがいかに関心をもって学習に取り組むかがその後の学習を左右するといっても過言ではない。子ども自ら目的意識をもって主体的に学習に取り組むことができる、必然性を伴った学習展開を図るために、子どもの思考に即した、連続性を考慮した単元構成を構築する必要がある。

また、主体的な学びを支える思考力や判断力を高めるための知識・技能の習得と活用を図る観点から、それぞれの場面を単元構成に明確に位置付けるとともに、知識・技能を確実に身につけ、それを必然的に活用する場を明確に位置付けることが重要である。

さらに、思考力・判断力・表現力を支える言語活動の充実が重要である。理科における言語活動は、ワークシートやノートに記録したり、それらを整理して発表したりするだけでなく、言語を使って思考したりその場に適切な言語能力を獲得したりするなど、常に思考と一体化しているものだからである。

そこで、次のような学習展開の工夫を図ることにより、問題解決の能力や態度を育成していきたい。

III 研究の方法

1. 子どもの思考の連続性を大切にされた必然性のある単元構成

子どもが主体的に学習に取り組むためには、子どもの思考にそった問題解決の学習過程を重視する必要がある。そこで、単元構成を作成する際に問題解決における改善の視点を明らかにすることにより、常に指導と評価を見直し、資質や能力を確実に身につけさせることがで

きると考えた。

問題解決の過程は基本的に次の9つを設定した。

- (1) 共通体験・事象との出会い、(2) 問題の見出し
- (3) 予想、(4) 解決への見通し、(5) 観察・実験
- (6) 結果、(7) 結果の考察、(8) 結論、(9) 考察

この9つの過程がすべての単元に当てはまるわけではないが、問題解決の過程を繰り返すことにより、子どもが次の学習への見通しをもちながら、自ら問題を見出し、予想を立て、観察・実験方法を立案し、結果に考察を加えることができるようになっていくと考えた。ここで大事なことは、子どもの考えに寄り添いながら授業を進めることであり、そのためには、教師が9つの過程における改善の視点を常に念頭に置きながら、絶えず振り返りを行うことが必要である。

2. 基礎的・基本的な知識・技能の習得と活用の明確な位置付け

子どもの主体的な問題解決を支えるための基礎的・基本的な知識・技能は大変重要である。そこで、各学年の各単元において、基礎的・基本的な知識・技能をどの場面で習得させ、どの場面で活用させるのかを明確にすることで、改善を図りたいと考えた。

3. 思考力・判断力・表現力を高めるための言語活動

思考力・判断力・表現力を高めるための問題解決の能力を育むために、教師の適切な発問や、思考を整理したり焦点化したり発展させたりするための子どもの発言を大切にすることが必要である。また、ワークシートなどには書き方モデルを用意し、子どもが自ら問題解決の流れを意識できるよう改善を図った。

4. 問題解決の質を高めるための効果的な教材

子どもの主体的な学習活動を支えるうえで効果的な教材を吟味することはとても重要である。子どもが考える実験方法に寄り添いつつ、単元のねらいにより迫ることのできる、あるいはよりもの本質に迫ることのできる教材を取り上げる必要がある。

また、教材を単元のどの場面で取り上げることが、その後の実験により効果的であるかも考慮し、問題解決の質を高めていきたい。

IV 研究の内容

1. 単元について

本単元では、粘土などを使い、同質の物は同じ大きさであれば形を変えても重さはかわらないこと、また異質なものは同体積にしても重さが異なることを学習する。

子どもたちに「重さ」についてのアンケートを行ったところ、物の形を変えただけで重さが変わるという認識をしている場合が多く、見た目でも重くなるのか、軽くなるのかを考えていることがわかった。

この素朴概念は強固で、本単元の導入段階でも考える根拠になるのは見た目と感覚に頼るところが大きい。

しかしこれらは個人差があり、正確とは言えない。

この体験をふまえ、単元全体を通し、全て電子てんびんを用いて、はかりで数値化して測定するという手法をとらせ、科学的な見方や考え方を育むこととした。

「思考の連続性を大切にしたい必然性のある単元構成」

導入で、電子てんびんの使用法、読み取り方を扱い、次に粘土を使って、形を変えても重さは変わらないことを確かめさせることとした。さらに他の物を使って「ものは形を変えても重さは変わらない」という一般化を行う。

第2次では同体積で異質なものの重さを比べる実験を行う。同体積であることは「同じ容器に入れる」ことで理解させることとした。第1次を振り返り、粘土を「同じ入れ物」から出したことを想起させ、同体積で同質なものは形を変えても重さは変わらないと考えられるようにした。

そして見た目が似ている塩と砂糖を取り上げた。

2つの物質を測定した後、金属などへと一般化させる流れは第1次の粘土と同一の流れとなるようにした。

またワークシートの「問題」で文末を「～は変わるだろうか」というパターンで統一した。これによりすべての問題を「変わる」「変わらない」という選択をできるようにさせた。予想の理由は多様に表記してよいが、個々の粘土の形状について軽い、重いまで考えさせると、3年生の発達段階では收拾がつかなくなる恐れがある。二者択一で選択する方が子どもに思考の連続性をもたせるためにもよいと考えた。

「知識・技能の習得と活用の明確な位置付け」

はかりの操作は大切な知識・技能となる。ここでは容易に繰り返し可能な利点がある電子てんびんを活用した。

電子てんびんの使用法を基本的な技能として習得した子どもは、粘土を使用して「形を変えても、ものの重さは変わらない」という知識を得る。そして、他のものでも重さは変わらないのかを考えることができる。思考の流れや実験での操作方法は粘土の時に習得しているので、これ

を活用しながら、一般化へと向かうと考えた。

また第2次では、まず粉末状の物質で「同体積でも異質なものの重さは異なる」という知識を得る。この後の流れは第1次で扱ったものと様になるため、連続性が生まれ、知識・技能を活用しながら一般化できると考えた。

「思考力・判断力・表現力を高めるための言語活動」

問題解決の手法に慣れさせるために、「問題」「予想」「実験方法」「実験結果の予想」「実験結果」「実験結果からわかったこと」「まとめ」「考察」の流れのワークシートを作成した。発達段階を考慮し、一部穴埋め式を用いた。

また「問題」の答えが「まとめ」へとつながること、さらに「実験結果の予想」は「実験結果からわかったこと」へつながることを意識させ、問題解決の手順がより定着するように配慮した。

また子どもの発表も、このワークシートを読み上げていく形式をとることにした。どの子どもも共通の基盤での論議となるため、発表しやすく、交流がしやすいと考えた。

「問題解決の質を高めるための効果的な教材」

電子てんびんは最小表示が1gのものが使用しやすい。小数点以下までの表示は未習の場合もあり、望ましくない。

はかりは必ず誤差が生じる。導入段階で電子てんびんを使い、操作活動をする際に、誤差について取り上げておく。

粘土は図工で使用しているもので十分である。多少手についても1g以上の誤差を生むほどまでは考えにくい。

同体積な異質なものの重さを測定する際の容器は凹凸の少ない透明な容器がよい。プラスチックカップ(35ml)を用いると扱いやすかったが、すりきりは難しいため、傾かないように固定し容易にできるように工夫した。

2. 単元の目標

総 粘土などを使い、同じ大きさで形の違うものの重さを比較しながら調べ、見出した問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、形や質の違いによるものの重さについての見方や考え方を養う。

関 ものと重さについて興味・関心をもって追究し、見出した特性を生活に生かそうとする。

科 同質なもの、形の違いによる重さや同体積の異質なものの重さを比較しながら問題を見出し、物と重さについて考察し、表現する。

実 同質で形の違うものの重さや異質で同じ体積のもの、重さを電子てんびんなどで適切にはかり、その結果を記録する。

知 同質で形の違うものの重さや異質で同じ体積のもの、重さについて理解する。

V 単元全体の指導計画（8時間扱い）

時 差	主な学習活動	評価 (◆) 支援 (◇) スキル (□)	教師の発問の意図
1	<p>【第1次】形と重さ（5時間）</p> <p>出会い</p> <p>身のまわりにあるものの重さを量ってみよう。</p> <p>T：みんなの身のまわりにある物の重さを量る時には、どのような道具を使ったらよいですか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動上皿ばかりも算数で使ったね。 ○電子てんびんについて知る。 ○電子てんびんを使って、ものの重さを量る。 <p>T：身のまわりの物の重さを電子てんびんで調べてみましょう。</p>	<p>出会い</p> <p>◇日常生活の中でのものを量る道具にどんなものがあるかを想起させる。（算数科などの学習の中で利用したものについても振り返らせる。）</p> <p>習得1</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電子てんびんの使い方 <p>◆関心・意欲・態度①</p> <p>ものの重さについて、興味・関心を持ち、すすんで調べようとする。（観察・発言）</p>	<p>【出会い】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「重さ」を量る道具へ関心を持たせる。 <p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「もの」の重さを意欲的に量るように意識させる。
2	<p>問題</p> <p>ねん土の形をかえると、ねん土の重さは変わるだろうか。</p> <p>○実際に粘土を使っていろいろな形に変えて、重さを比べてみる。</p> <p>T：みんなが同じ大きさにしやすい形はないかな？</p> <p>○それぞれの予想を立てる。</p> <p>T：粘土の形を変えた時にもとの形と比べて重さが変わるのか変わらないのか、考えてみよう。</p> <p>・私は、粘土の形を変えて重さを量ると、もとの形と比べて、その重さは（変わる・変わらない）と思います。理由は、（手に持った時の量感で書く。）だからです。</p> <p>予想</p> <p>○実験方法について考える。</p> <p>T：今まで学習した方法を調べることができるかな？</p> <p>○実験結果の予想をする。</p> <p>T：どのような実験結果が予想されるかな？</p> <p>・もし、粘土の形を〇〇の形に変えて重さを量る時、はかりに出る数字がもとの形の重さと比べて、（同じ・ちがう）ならば、それぞれの重さは、もとの形の重さと（変わる・変わらない）と言えます。</p>	<p>◇同じ大きさの箱から出てきた粘土であることを話す。</p> <p>◇形を変えて量る場合は、みんなが共通してわかるような形になるように話す。</p> <p>◇予想をする際、自分たちが手に持って感じたことが予想の手がかりとその理由になることを話す。</p> <p>◇前の時間、電子てんびんを使ったごときを想起させる。</p> <p>◇はかりが表す数値と重さの関係に着目して、結果の予想をさせ、実験に見通しを持たせる。</p>	<p>【予想】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・手に持った感覚をもとにして、それぞれの物の重さを比較して予想させる。 <p>【実験方法の選択】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前時の実験を思い出して、最適な実験道具を選択させる。 <p>【結果の予想】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験時に表われる何かに着目したらいいかに目を向けさせ、予想させる。 <p>【結果の交流】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・客観的な事実（重さを表す数値）を比較するために交流する。
3	<p>実験</p> <p>○実験結果の予想をもとに実験し、結果を交流し合う。</p> <p>T：実験結果は、どのようになりましたか？</p> <p>・もとの形が、〇〇gで、〇〇の形が〇〇g…です。</p> <p>○実験結果からわかったことを話し合う。</p> <p>T：この実験結果から、結果の予想をもとに考えると、どのようなことが言えますか？</p> <p>・粘土の形を〇〇の形に変えて重さを量った時、はかりに出る数字がもとの形の重さと同じなので、それぞれの重さもとの形の重さと変わらないと言えます。</p> <p>○結論を書く。</p> <p>T：この実験結果から、粘土の形を変えても粘土の重さはどうだと言えますか？」</p> <p>・粘土の形を〇〇〇〇〇、粘土の重さは〇〇〇〇〇。</p> <p>考察</p> <p>・ねん土の形を変えても、ねん土の重さは変わらない。</p> <p>○考察を書く。</p> <p>T：この実験をして他にやってみたいものはないかな？</p> <p>・他のもので実験しても同じような結果になるのだろうか？</p>	<p>◆観察・実験の技能①</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電子てんびんを使い、同質で形の違うものを計量し、結果を記録する。（観察・記録） <p>◇実験結果の予想を振り返らせて、どのようにまとめたらいかがを自分の言葉で書かせる。</p> <p>◇めあてを振り返らせて、どのようにまとめたらいかがを考えさせながら、全体でまとめる。</p> <p>◇この結論から、生活の中で同じようなことがないかを考えたり、その他にやってみたいことをワークシートにまとめる。</p> <p>◇めあてを振り返らせて、どのようにまとめた</p>	<p>【結果の考察】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果の予想と比較させながら、実験結果と同じか違いか判断し、問題解決させる。 <p>【結論】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結果からわかったことから、本時で得た知識を全体でまとめさせる。 <p>【考察】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・この実験を通して、身近なものに目を向けて考えられるようにする。また、更に追究してみたい課題を設定する。


<p>論 考 察</p> <p>6</p> <p>以下 前 の ペ ー ジ の 流 れ と 同 じ 表 記</p> <p>7</p>	<p>4・5時間目、粘土以外のものと同じ展開（一般化）</p> <p>○結論を書く。 T：この結論から、ものは形を変えても、重さはどうだと言えますか？」</p> <p>・ものは形を変えても、重さは変わらない。</p> <p>○考察を書く。 T：生活の中で同じようなことがないかを考えて書いてみよう。 ・給食のパンとかつぶしたら平べったくなるけど、もともとの重さは、形を変えても変わらないんだね。</p> <p>【第2次】体積と重さ（3時間）</p> <p>○体積について知る。 ・ものの大きさのことを「体積」っていうんだね。 ・同じ容器に入っているものの大きさは同じなんだ。</p> <p>T：ものの重さは形を変えても変わりませんが、同じ体積のものの重さは、変わりますか？</p> <p>・同じ重さじゃないかな？ ・いや、ちがうんじゃないかな？</p> <p>同じ体積のさとうとしおの重さは、変わるだろうか。</p> <p>○それぞれの予想を立てる。 T：同じ体積の砂糖と塩の重さを比べた時に、重さが変わるのか変わらないのか考えてみよう。 ・私は、同じ体積の砂糖と塩の重さを比べると、(変わらない・変わる)と思います。理由は、(容器の大きさが同じだったら入る量も同じだから・それぞれのものの種類や形が違うから)です。</p> <p>○実験方法について考える。 T：今まで学習した方法を用いて調べることができるかな？ ・同じ大きさのますを用意すればいいね。</p> <p>○実験結果を予想する。 T：どのような実験結果が予想されるかな？ ・もし、砂糖と塩の重さを量った時、それぞれのはかりに出る数字が(同じ・ちがう)ならば、砂糖と塩の重さは(変わらない・変わる)と言えます。</p> <p>○実験結果の予想をもとに実験し、結果を交流し合う。 T：実験結果は、どのようになりましたか？ ・砂糖は、〇〇gで、塩は、〇〇gだった。</p> <p>○実験結果からわかったことを話し合う。 T：この実験結果から、結果の予想をもとに考えると、どのようなことが言えますか？ ・砂糖と塩の重さを量ったら、それぞれのはかりに出る数字がちがったので、砂糖と塩の重さは、変わると言えます。</p> <p>○結論を書く。 ・同じ体積のさとうとしおの重さは、変わる。</p> <p>○考察を書く。 ・他の材料のものでも、体積が同じでも重さが違うのだから、調べてみたい。</p> <p>同じ体積ならば、どのようなものでもものの重さは変わるのだろうか。</p> <p>8時間目、砂糖・潮以外のものと同じ展開（一般化）</p>	<p>らよいかを考えさせながら、全体でまとめる。</p> <p>◆自然事象についての知識・理解① ・ものは形が変わっても、その重さが変わらないことを理解する。(発言分析・記録分析)</p> <p>◇生活経験から身近なもので言えることをまとめる。また、交流場面を持ち、どのような視点を持って書くのかを確認する。</p> <p>習得 *体積の概念 体積…「形あるものの大きさ」</p> <p>◇同じ容器に入っているものの大きさは、体積が同じであることについて話す。</p> <p>◇第1次で、粘土を同じ容器から取り出して形を変えたごとに振り返り、同体積で同質なものも触れておく。</p> <p>◇例示では、粒子状のものを用意して、これからの学習への見通しを図る。</p> <p>◇同体積の容器を用意して、その中に砂糖と塩を入れて想像させる。</p> <p>◇細かい粒子で量りやすいものを取り上げるように配慮する。</p> <p>◇容器の様子を観察し、自分の生活経験と合わせて考えるように話す。</p> <p>◇前時で行った電子てんびんに着目させ、それぞれの重さを量ることを考えさせる。</p> <p>習得 *すりきり ・粉末や粒子状のものを入れ物のふちと同じ高さにならしてものこと。</p> <p>◇はかりが表す数値と重さの関係に着目して、結果の予想をさせ、実験に見通しを持たせる。</p> <p>活用 *すりきりの方法</p> <p>◆観察・実験の技能② ・電子てんびんを使い、異質で体積が同じものを計量し、結果を記録する。(訓練・記録)</p> <p>◇実験結果の予想を振り返らせて、どのようにまとめたらよいかを自分の言葉で書かせる。</p> <p>◇めあてを振り返らせて、どのように書けばよいかを考え、全体でまとめる</p> <p>◆科学的な思考・表現② ・同体積の異質なもの重さについて考察し、表現する。(発言分析・記録分析)</p>	<p>【見通し】 ・同体積の砂糖と塩の重さに関して考えることができるような見通しを持たせる。</p> <p>【予想】 ・前次の学習と比較し、ものが違うとどうなのかを考えさせる。</p> <p>【実験方法の選択】 ・前時の実験を思い出し、最適な実験道具を選択させる。</p> <p>【結果の予想】 ・実験時に表われる何に着目したらいいかに目を向けさせ、予想させる。</p> <p>【結果の交流】 ・客観的な事実(重さを表す数値)と比較するために交流する。</p> <p>【結果の考察】 ・実験結果の予想と比較させながら、実験結果と同じか違うか判断し、問題解決させる。</p> <p>【結論】 ・結果の考察から、本時で得た知識を全体でまとめさせる。</p> <p>【考察】 ・この実験を通して、身近なものに目を向けて考えられるようにする。また、更に追究してみたい課題を設定する。</p>
--	---	---	---

VI 本時案 (3/6)

1. 本時の目標

・電子てんびんを使い、同質で形の違うものを計量し、結果を記録する。【技能・表現】

2. 展開

主な活動 (○)	評価 (◆)・支援 (◇)	教師の発問の意図
<p>[前時の活動] 粘土でいろいろな形を作る活動を通して、ものは形をかえるということを体感するとともに、形の変化によって粘土の重さがどうなるか、手を使った量感をもとに予想している。</p>		
<p>○本時の目標をつかむ。 発問「粘土をいろいろな形にして、重さを量るとどうなるかな。」</p>		<p>【結果の予想】生活経験などから、形の変化による粘土の重さを予想させる。</p>
<p>ねん土の形をかえると、ねん土の重さは変わるだろうか。</p>		
<p>○各自の予想を確認する。 ・お皿のような形は手に持った時軽く感じたから変わると思うよ。 ・形を変えたただけだから、重さは変わらないよ。</p>	<p>◇電子てんびんの使い方や実験結果の記録方法について確認する。</p>	
<p>○実験方法を確認する。 ①形をかえる前の粘土の重さをはかる。 ②粘土の形をかえる。 ③形をかえた粘土の重さを調べ、形をかえる前の粘土の重さとくらべる。</p>	<p>◆技能・表現① 電子てんびんを使い、同質で形の違うものを計量し、結果を記録する。(行動・記録)</p>	
<p>○記録・観察・測定などの役割分担を確認し、実験を行う。</p> 	<p>◇粘土の形をかえる時は、破片が飛び散らないように注意させる。 ◇友だちが測定している時も、しっかりと見るように促す。</p>	
<p>○実験の結果を表に表し、結果を交流する。 発問「どのような結果になりましたか。」 ・もとの形は〇〇グラムでした。 ・せんべいは〇〇グラムでした。</p>	<p>◇誤差についてこだわる子がいる場合は、必要に応じて演時実験・教師実験を行う。</p>	<p>【結果の交流】客観的な事実(重さを表す数値)を比較するために交流させる。</p>
<p>○実験結果からわかったことを話し合う。 発問「実験の結果から、結果の予想をもとに考えると、どのようなことが言えますか。」 ・粘土の形を〇〇に変えて重さをはかった時、はかりに出る数字がもとの形の重さと同じなので、それぞれの重さは、もとの形の重さと変わらないと言えます。</p>		<p>【結果の考察】結果の予想と比較させながら、実験結果と同じか違うか判断し、問題解決させる。</p>
<p>○結論を書く 発問「この実験結果から、粘土の形を変えても粘土の重さはどうだとおっしゃいますか」</p> <p>ねん土の形をかえても、ねん土の重さは変わらない。</p>		<p>【結論】 結果からわかったことを使い、本時で得た知識を全体でまとめる。</p>
<p>○考察を書く。 発問「この実験をして更にやってみたいことはありませんか」 ・ほかの物で、同じ実験したらどうなるのだろうか。</p>		<p>【考察】 この実験を通して、身近なものに目を向けよう考えられるようにする。また、追究してみたい課題を設定させる。</p>

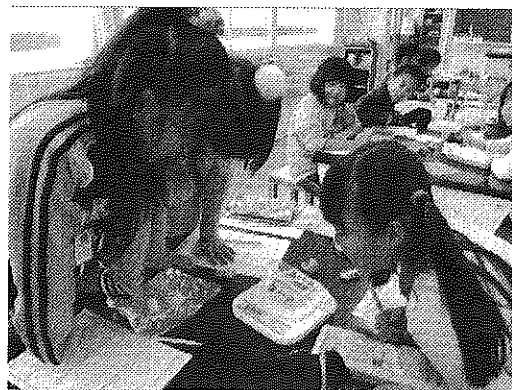
VI 函館市立金堀小学校の実践

1. 電子てんびんの使い方の習熟

アンケートなどによって、子どもは、重さについての知識が乏しく、日常、身近なものとしては、体重くらいである実態が分かった。そこで、まず重さを量るための「はかり」に着目して、「はかり」を操作する活動を通して、重さを身近なものとして捉えていけるようになった。本単元で使用した「はかり」は自動上皿ばかりを使わずに、電子てんびんを用いた。数値がはっきりして、容易に読みとれるためである。

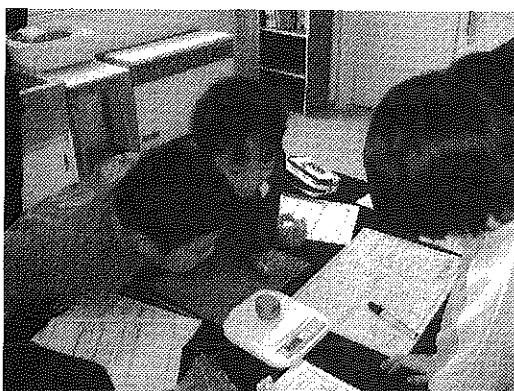
ただ、電子てんびんを使って様々なものを量る活動の中で、子どもは電子てんびんの数値が、一定にならないことがある事に気づいていった。その都度、電子てんびんにも誤差が出る場合があることを指導した。また、手で持った重さの感覚を感じることができるようになってきて、はかりに乗せる前に、「何グラムかな」と予想を立てて乗せる子も出てきた。

電子てんびんを使った学習を展開することで、操作に煩わされずに重さについて興味を持つことができ、次の学習の意識が高まっていった。



2. 同じ体積の粘土は形を変えると重さは変わるか変わらないか。

3年生にとって、本格的な実験は初めてになるため、ワークシートを工夫して思考の連続性がよくわかるようにした。問題、予想、実験方法、実験結果の予想、実験結果、実験結果からわかったこと、まとめ、考察の8つの流れが明白になり、なおかつ書き込み式でそのまま読めば、正しい話型になるようにした。そのことで、子どもは今、どのような活動をしているのかわかりやすく、また発表に対して自信を持って行うことができた。



同体積の粘土を変形させて重さを量る活動を行った。予想では、自分の手に持った感覚で決める子が多かった。手に持った感覚では、粘土が手に接地する面積によって手にかかる圧力が変化するので、子どもたちの多くは自信を持って「重さは変わる」と言っていた。子どもは自分の感覚を重視して、それを根拠に予想をしていた。

実験については、電子てんびんを正しく使いながら、慎重に量ることができた。量ってみると形を変えても重さは変わらなかったのが、驚いている子が多かった。その中で、粘土を変形させると元の重さが1g違う班が出てきた。「重さは変わらない」とした子の中には1gの誤差に納得できずに、電子てんびんの0をセットし直したり、真ん

中に粘土を置くなど、何度も量り直す子がいた。

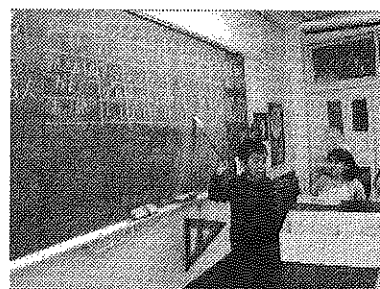
実験結果と実験結果からわかったことの交流で、ほとんどの班が同じ、もしくは1gの範囲になっていることを確認した。その中で1gは誤差として考えるという事前の学習を根拠に、「これは同じと考えていい」と言う子がいるのに対して1gでも違うことにこだわる子もいた。

まとめでは、「粘土の形を変えても、重さは変わらない」となった。そこから、次の考察の中では「粘土だけではなく、缶や折り紙、ペットボトルなど身の回りの物を使って、形を変えたら重さはどうなるのだろう」という記述が見られた。粘土だけではなく、ほかの物へと広げていこうという考えを持つようになった。

3. 粘土以外のものでも形を変えると重さは変わるか変わらないか。

「粘土だけではなく色々なものでも同じことが言えるのか」に興味を持った子どもは、身の回りにあるものの中からペットボトル、缶、折り紙、アルミホイルについて、粘土と同様な実験をする計画を立てて行った。

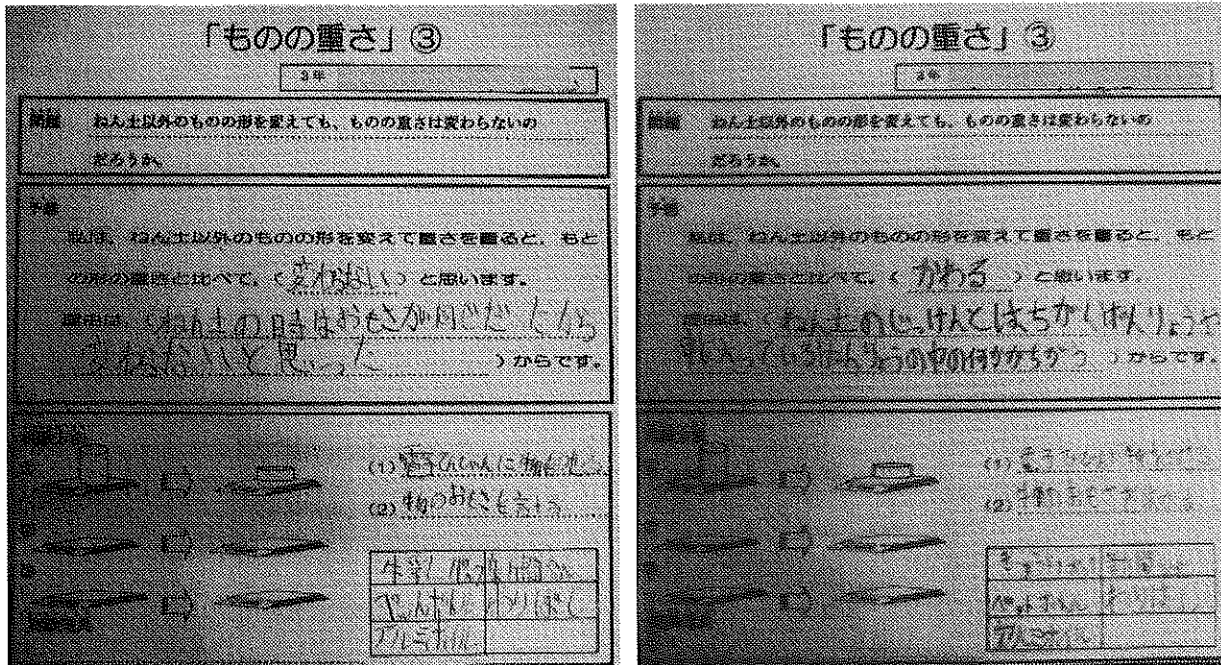
予想では、前回で得た知識である「粘土は形を変えても重さは変わらない」を根拠に「変わらない」という予想を立てた子が多くなった。しかしながら、「粘土と日常生活の中にある様々なものが同じとは変わらない」という粘土が特殊である可



能性を指摘した子もいた。

実験では、ほとんどの班は、変形前、変形後ともに同じ数値になっていた。前回の実験で問題になった誤差に関しては、1gの誤差が出た班は「この1gは誤差なので同じとします」という発表ができた。理科における誤差の考え方が習熟してきた証拠と言えるだろう。

実験結果からわかったことでは、「ペットボトル、缶、折り紙、アルミホイルの形を変えてもその重さは、元の重さと変わらない」ということになった。



4. 特殊化から一般化へ

「粘土」→「ペットボトル、缶、折り紙、アルミホイル」という流れはできたが、そこから子どもは思考を「(一般的なもの)へと広げていく。そこで、子どもたちに「体重計で踏ん張ったら、重くなるのだろうか」と投げかけてみた。すると重くなるという子が少なからずいた。根拠として「ものは踏ん張れないけど、人は踏ん張れるから重くなるかもしれない」というものだった。そこで、体重計を使って実験を行った。すると、同じことに驚きながらも「ものも人も同じなんだ」と納得していた。これだけ色々なもので実験することで、「ものは形を変えても、重さは変わらない」という知識を獲得するに至った。

5. 実践における成果と課題

金堀小学校の実践において、「粘土」→「ペットボトル・・・」の流れについては、粘土で得た知識を生かして、多くの子が、「重さは変わらない」と予想することができた。これは、思考の連続性を大切にしたワークシートの活用により、獲得した知識を生かすことができたということであり、一定の成果と言える。

しかし、一方で次の2つの課題も明らかになった。

1つ目は、特殊化から一般化していく過程で、「ペットボトル・・・」→「(一般的なもの)とならなかったことである。3年生の発達段階を考えると、色々なもので実験することが大切である。つまり、論理よりも実感を伴った一般化が必要であると考え。

2つ目は、出会いの場面での必然性である。子どもたちにとって、重さとの出会いが体重くらいしかない中で、「どのようにして重さとの出会いをすれば必然的なのか」をより考えた実践を行うことで、児童の活動にも実験の必然性が出てくるように思われる。



Ⅶ. 分科会の記録

1. 討議の内容

(1)子どもたちの素朴概念について

- ・1gにこだわる姿について、絶対に同じになると試し、繰り返し行っていた。結果を並べた時に、周りの班と比べて、自分の班だけ違ったので、まとめの時の誤差としてとらえていた。
- ・測り取るものより、あるもののほうが先かと思う。形を自由に変えられるものであるから、粒が先であるかと考える。実験にかかわっているという意識を生むために、操作できるものを先にしている。最後には、全員が違うという考えを持てるという結果もでていた。ただ、プラスチックを先にするという考えもあると思われた。
- ・素朴概念はなかなか変わらない。見た目形状に左右される。鉄や木など、小さくしても同じという子もいる。マイクロビーズ、ウッドチップ、など形状や重さを変える工夫をして、子どもがどうなんだろうと思えるように場を設定するのがいいと思う。

(2)ワークシートを効果的に使った学習活動のあり方について

- ・ワークシートを使うことで、どういうふうの問題解決の意識を持っていたのか。
- ・イエスの中でも、幅が広い。こうするとこうなるのではという思いを書かせることで、かかわりが見えてくるのでは。子ども自身の問題を書かせることが必要ではないか。
- ・できない子はこれでいい。できる子は思いを持っているので、書き方を変えるとよいのでは。
- ・二者択一的なところから、言語活動につながっていくといい。誤差は、形状を変えて、100gは変わらないことを確かめるのであって、重さの違いを確かめるものではない。他社比較ではなくて、自分の持っているものの比較になるのではないか。目的にむかっての追究が弱いのではないか。目的はもてないのか。てんびんなどを用いて、釣り合わせたいという思いをもっていくとよいのでは。
- ・どういう目的をかくのか、前のシートを見て確かめるなどの姿から、問題解決の過程を考えているなど看取することができた。
- ・学年ごとにワークシートが違うようにすることを予定している。発達段階を考慮した上での工夫を考えている。

2. 助言者より

(1)函館市立東山小学校 五十嵐 和幸 校長より

- ・生活化を踏まえた学習である。この学年で問題解決の基礎をつけていかなければならない。
- ・問題解決の大事なものは、生み出した問題を精度のたかい実験をしなければならない。
- ・今回はそれがなされていた。2つめは、明確な根拠をもてるか、自分ごととして問題解決しているのかが大切になっているが、そこは弱かった。
- ・たち帰りは、この手立ての一つである。3つ目は、立ち帰りの場では、結果が出て終わりではないということ、過程を捉えていくことが大切である。
- ・また、問題解決の過程を捉えることが大切で、いつまでもシートに頼ってはいけぬ。

(2)富良野市立扇山小学校 宮下 敏 校長より

- ・理科の改善について、1つめは、問題解決の質である。本当の問題解決をしているのか、力を付けているのかが大切である。
- ・2つめは、思考判断力を大切にすること。根拠、理由をいえるように、教師がかかわり、科学的な見方考え方につなげていく。こどもは、どう説明していくのか。
- ・たち帰りについても、根拠があるようにしたい。学習に自分の生活を表現していけるかが有用感につながる。
- ・日常に生かす問題解決の力を養っていくことが必要である。4つめは、どの先生もできる理科の学習づくりである。どんな人でもできるような、マニアックでないものにすることが大切である。
- ・最後に、気づきや体験を大切に、それを生かして理科を考えると、厚みが出るのではないか。エネルギーについて、存分に体験させてあげることが大切である。

(文責 金堀小学校 滝口 大輔)

VIII. 研究の成果

主体的な問題解決を促す学習展開を図ることで、子どもは意欲的に知識を習得しそれを活用することで、実感を持って理解を深めていくことができた。

1. 子どもの思考の連続性を大切にされた必然性のある単元構成

まず、問題提示について工夫した。問題の語尾を「～は変わるのか。」という形にした。理由は、3年生という発達段階では、予想が複数になると思考がまとまらないと考えたからである。「変わるのかそれとも変わらないのか」を問うことで予想が考えやすく、その根拠も出しやすくなった。例えば、第1次の「同じ体積のものの重さは、形を変えても変わるのか。」という問いについて、「重いか軽い」と予想した子どもは、「変わる」という予想になる。そして、「同じ」と予想した子は、「変わらない」という予想となる。この2つの予想から、この後の問題解決において確かめることが焦点化されるので、意見の交流がしやすくなり、実験の見通しも持ちやすくなった。

また、第1次と第2次の問題解決の流れを同じ展開にした。教材として身近なものを使って問題解決を図った後、その他のもので検証していく。例えば、「同じ体積の砂糖と塩の重さは、変わるのか。」という問いについての問題解決学習を行う。それで同体積の異質のものの変換ることがわかると、別な物質である金属で他のものでも同じことが言えるのかどうかを確かめるのである。こうすることで、見通しを持って問題を解決することができたわけである。

単元構成の課題は、単元との出会いで、「ものと重さ」について追究する意欲を持たせるために、思考の連続性を生み出す問題への事象提示ができなかったことである。

2. 基礎的・基本的な知識・技能の習得と活用の明確な位置づけ

前時で得た知識を活用して、次の問題解決に生かすことができたので、単元を通して身につけるべき知識がより定着した。「粘土」で確かめた「形を変えても粘土の重さは変わらない」という知識を使って、いろいろなものの形を変える活動では、他のものへの見方や考え方を広げることができるようになった。

また、単元のはじめに、重さを量る経験の乏しい子どものことを考えて電子てんびんの使い方を習得させる時間を設けた。そのことによって、正確に操作できるようになっていたのも、その後の問題解決学習が円滑にすすんだ。

3. 思考力・判断力・表現力を高めるための言語活動

問題解決の能力を身につけるために、穴埋め式のワークシートを用意した。これを繰り返し使用することで、次に何をやるべきかを意識して主体的に取り組むようになってきた。

また、問題解決の過程において自分が考えていることを整理して文に表すことができるようになったので、相手に話が伝わりやすくなった。このように思考が整理されることによって、子どもが自信を持って発表できるようになってくるのが科学的な話し合い活動の基盤となる。

4. 問題解決の質を高めるための効果的な教材

電子てんびんは、最小単位が1gの電子てんびんを利用することで、数値の読み取りも簡単で、誤差に左右されることが少なかった。

また、同体積の容器に粒子を入れる教具を作成した。子どもが砂糖や塩の粒を容器に入れて擦りきる時に、どうしても擦りきり方に違いが出てくる。それが、この教具を使うことでみんながカップぎりぎりをきれいに擦りきることができ、正確な実験ができた。

5. 実践から見えてきたこと

3年生は、問題解決学習の過程を身につける時期である。この学習パターンを身につけるために、単元の特性を生かした授業作りに考慮してきた。また、穴埋め式のワークシートを使い、それぞれの過程で思考すべきことを整理してまとめさせることで、主体的な問題解決を促すことができた。

「知的好奇心を喚起し、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

3年「風やゴムの力で動かそう」の実践を通して

共同研究者 ○山本 浩貴 (愛宕東小) 久世 真奈美 (緑新小) 吉澤 重光 (青雲小)
堀 智大 (教育大学付属旭川小) 吉野 和気 (永山西小) 梶田 千晶 (永山西小)

I 研究の仮説

本学年の研究テーマが目指す、「実感を伴った理解」には、三つの側面がある。それは①具体的な体験を通して形づくられる理解、②主体的な問題解決を通して得られる理解、③実際の自然や生活との関係への認識を含む理解、の三つである。この「実感を伴った理解」の三つの側面から、3年生の新単元「風とゴムの働き」の実践を考えてみたい。

指導要領等によると、「実感を伴った理解」の第一は、具体的な体験を通して形づくられる理解であり、自然の事物・現象について児童が自らの諸感覚を働かせながら、観察、実験などを中心とした具体的な体験を通して調べることにより得られるものである。それは、諸感覚を働かせた「体得」の理解であり、興味・関心の促進、適切な考察の基盤となるものである。

第二は、主体的な問題解決を通して得られる理解であり、子ども自らの問題意識に支えられ、見通しをもちながら問題解決に取り組むことにより得られるものである。それは記憶に残る「習得」の理解であり、知識や技能の確実な理解や定着に資するものである。

第三は、実際の自然や生活との関係への認識を含む理解であり、理科の学習で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などが実際の自然の中で成り立っていることに気付いたり、生活の中で役立てられていることをたしかめたりすることにより得られるものである。それは意味がわかる「納得」の理解であり、学ぶことの意義や有用性、意欲や関心を促進するものである。

この三つの側面は別々のものではなく、一体となって「実感を伴った理解」へと向かっていくものであり、単元の学習の様々な場面にかかわってくる。本単元では、その三つの側面を意識した手立てをそれぞれ工夫し、実践に取り組んだ。

一つ目は、具体的な体験の大きな要素である「教材の工夫」である。教材の工夫は、諸感覚を働かせ、興味・関心を高めさせ、考察の基盤となる定量的な実験を充実させた。特に、理科の学習に取り組み始めたばかりの3年生にとっ

て、好奇心を呼び起こしながらも、3年生なりに科学的な実験に取り組める教材は大変重要と考える。

二つ目は、「立ち返りの充実」を図ることである。立ち返りの充実とは、根拠のある予想を立てるために、自由な試行活動に戻ったり、目的意識をもって実験に取り組んだり、予想を意識して考察したりすることである。

このことで、見通しをもった問題解決を展開し、確かな知が身に付くものと考ええる。

三つ目は、「学びの日常化」の取り組みである。学びの日常化とは、学んだことが生活で役立っていることを知ったり、学んだことを生活で生かそうとしたりすることである。そのために、単元の終末で、実際に学習で学んだことが身近なところで使われていることをとらえる場面を設定したり、感動を与える場面を設定したりする。

以上の三つの視点から、次のように仮説を設定した。

研究仮説

「教材の工夫」「立ち返りの場面の充実」「学びの日常化」という三つの手立てを工夫することで、子どもは知的好奇心を喚起し、実感を伴った理解を図ることができる。

II 研究の方法

1. 教材の工夫

3年生の子どもにとって理科の学習は、取り組み始めたばかりである。今、生活科の学習でも、風やゴムを使った実践がたくさん行われ、中にはずいぶんと本単元の内容に近い実践も見られる。しかし、生活科の学習では、遊びを楽しんだり、ものづくりを工夫したり、自分の成長に気付いたりすることをねらっている。それに対し、本単元では科学的に一步踏み込んだ教材が必要と考えた。つまり、3年生レベルであっても同じ条件で実験を行えば、その結果は誰がやってもある程度同じようになる教材を工夫することである。もちろん、実験結果をまとめる際のワークシートや表を工夫することで、グループごとの実験結果が少しくらいちがっても、結論へと導くことはできる。しかし、

4. 単元構成（10時間扱い **実践A** 8/10 **実践B** 10/10）

次	活動構成	子どもの活動と意識の流れ	評価観点	支援◎、留意点● 立ち返り☆
1 次 風 の 力 （ 4 時 間 ）	<p>事象との 出会い</p> <p>自由な 試行活動</p> <p>問題</p> <p>予想 仮説</p> <p>追究</p> <p>結果</p> <p>考察し て結論</p>	<p>○モノレールを手で触れずに風やゴムを使って動かす。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どうやったら動くかな。 ・うちわ、手であおぐ、息、外にもっていく、送風機、ゴム・・・ ・うちわは進むけど、疲れるな。息や手では動くけど、あまり進まないな。 ・外に持っていったけど、風がないと全く動かないな。 ・図工で作ったウインドカーを走らせた時は、すごいスピードだったのに。 ・送風機を使うと、ビューンと動いた。 ・2年生で使ったゴムどうかな？ ・ゴムは、はじくだけではほとんど動かないよ。 ・ゴムを使うには何か別な方法を考えよう。 ・どのやり方でも動かすことができた。 ・風で物を動かすことができる。 ・駅みたいところで、偶然とまったよ。 ・もっと遠くまで、動かしたいな。 ・レールが長ければ、もっと遠くまで行くことができる。 ・もっと遠くまで行くには、風を強くしたらいいと思う。 ・風が強い時の方が遠くまで行くようだ。 <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">風の力で、物の動く様子は、どのように変わるだろうか。</p> <p>○風の力によって、モノレールの動きが変わるのか検証する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強い風を当てると、遠い駅まで届くと思う。 ・弱い風を当てると、近い駅まで届くと思う。 ・うちわだと人によってあおぐ強さが違うので送風機を使おう。 ・送風機の風の強さを変えると確かめられそうだね。 ・実験の結果は「棒グラフ」を使うと整理しやすいね。 ・風が強すぎると行き過ぎるので、「弱」でやってみよう。 ・風が弱すぎると届かないよ。 ・結果を「棒グラフ」にまとめてみよう。 ・風が強いときは、モノレールが遠くまで行ったね。 ・風が弱いときは、モノレールがあまり進まなかったね。 ・外の風なら難しいだろうな。 <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">風の力が変わると、動く距離も変わる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風の力をコントロールするのは難しいな。 ・風が当たらないところでも動かす方法はないかな？ ・ゴムがあるよ。はじくだけじゃ動かないから、改良して走らせよう。 	<p>関①</p> <p>科①</p> <p>技①</p> <p>科②</p> <p>知①</p>	<p>◎様々な予想が出てくるが一つずつ動くかどうか確認させる。</p> <p>●外の風がない時を狙って行う。</p> <p>☆2年生の生活科の体験に立ち返る。</p> <p>●この時点では、ゴムの発射台は紹介しない。どのように扱うかは、子どもに任せる。</p> <p>●見たままの現象で結果を話すのではなく、出てきた結果をグラフなどにまとめて提示する方法を学ばせる。</p> <p>☆手を使わないでモノレールを動かした体験に立ち返る。</p>

自由な 試行活動	<p>○ゴムの力を利用したモノレールの走っている様子を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムを使ったモノレールもビューンと動いた。 ・ゴムをいっぱい引くと遠くまで行ったよ。 ・駅にとめられたよ。 ・ゴムの力で物を動かすことができたよ。 	関②
問題	<p>ゴムの力は、思いどおりに物を動かすことができるだろうか。</p>	
2 次 ゴ ム の 仮 説 力 追 究 (6 時 間)	<p>実践A</p> <p>○ゴムの力を利用して、モノレールを2つの駅にうまくとめることができるか検証する。</p> <p>予想</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムの伸びを変えると、とまりたい場所にとめることができると思うよ。 ・どのくらいの力でゴムを引けばいいのかな？ ・ゴムを引いた長さがわかるように目盛りを付けるといいね。 <p>追究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風の実験のときのように、実験の結果を「棒グラフ」にしよう。 ・ゴムを引きすぎると、通り過ぎちゃうよ。 ・ゴムをあまり引かないと、届かないよ。 ・ゴムの戻ろうとする強さを調整すると、思いどおりの場所でとめることができるよ。 ・結果を「棒グラフ」にまとめてみよう。 	<p>☆風の学習で行った結果のまとめ方に立ち返る。</p> <p>科③</p> <p>☆試行活動の中で、ゴムをたくさん伸ばす等、調べた活動に立ち返る。</p> <p>技②</p>
結果	<ul style="list-style-type: none"> ・ゴムを長く引くと、モノレールは遠くに進むね。 ・ゴムを短く引くと、モノレールはあまり進まないね。 ・風の力と似ているね。 	科④
考察し て結論	<p>ゴムの力は、伸ばし方を調整することで、思いどおりに物を動かすことができる。</p>	知②
日常化	<ul style="list-style-type: none"> ・風やゴムの力を使った物は他にもないかな？ <p>○ゴムの戻ろうとする力を使ったおもちゃを探して、作ってみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムをねじって走らす車や飛行機を作ってみよう。 ・糸巻き車ってあるよ。 ・風船が小さくなるときの風の力を使った車を作ってみよう。 ・作ったおもちゃの仕組みを友達に教えてあげよう。 ・ゴムを利用したおもちゃって、結構あるんだね。 ・ゴムも生活の中でたくさん使えそうだね。 	<p>技③</p> <p>●この時間から設計図を作り出すのではなく、学習過程の中でゴムを使ったおもちゃを紹介したり、家庭学習で調べたりして、計画を立てさせておく。</p>
実践B	<p>○風を利用したものについて考えよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然の風は必要なときに吹かないと使いにくかったけど、こうやって力を生かすことができると、すごいパワーだな。 ・風力発電ってすごいな。 ・自然の風ってすごいな。 ・自然の風は調整できなかったけど、上手に使う方法があるんだね。 ・風を上手に使うことができれば、すごいエネルギーになるんだね。 ・他にも風を使って何かできないかな。 	<p>関③</p> <p>●ペットボトルの発電装置を提示する。</p> <p>☆風の学習で学んだことに立ち返る。</p> <p>●模型のまちを作る。</p>

5. 実践 A

(1) 目標

- ゴムの力と物の移動距離との関係を、グラフなどを用いて説明することができる。(科学的な思考・表現)
- ゴムの力を調整することで、動く距離を変えることができることを理解している。(知識・理解)

(2) 学習の展開 (8 / 10)

子どもの活動と意識の流れ	評価 観点	支援◎、留意点● 立ち返り☆
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>ゴムの力は、思いどおりに物を動かすことができるだろうか。</p> </div> <p><前時までの学習></p> <ul style="list-style-type: none"> ・風力で物を動かすことができることを、模型のモノレールを使って学んだ。 ・その後、風力を調整してモノレールを駅にとめる活動を行った。活動後、風のないところでもモノレールを動かせるのだろうかという疑問が出て、ゴムを使ってみようという考えが出た。 ・その考えをもとに、まずはゴムの力でモノレールが動くかどうか実験を行った。 ・モノレールを駅にとめるには、ゴムののびを調整すると可能であることを子どもたちはつかみつつある。 <p>○前時までにゴムについてわかったことを想起する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遠くまで行くためには、ゴムをいっぱい伸ばしたらいい。 ・ゴムの時、○の目盛りだととまったよ。 <p>○今日の学習活動の確認をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本当にゴムの力で思い通りに物を動かすことができるかどうか証明する実験。 <p>○予想と、実験の方法を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・△の駅の時、ゴムを引いた長さは□だったから、それより少し短く引くといいと思う。 ・ゴムを引く長さを変えて、ちょうどいいところを見つけると、とめることができると思う。 <p>○実験する (練習タイム)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・駅を通り過ぎたから、ゴムを引く長さを変えてみよう。 ・△のところでちょうど止まったよ。 <p>(アタックタイム)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムの力を△のところにすると、止まりそうだ。何回もやってみよう。 <p>○実験結果を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・△の駅は、□だったよ。 ・○回、駅に止めることができた。 ・近い駅のゴムの力を棒グラフに表そう。 <p>○考察をし、まとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ゴムを長く引くと遠くに進み、短く引くとあまり進まない。 ・ゴムを引く力を調整すると、決まったところにとめることができる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ゴムの力は、伸ばし方をちょうどいいようにすることで、思いどおりに物を動かすことができる。</p> </div> <p>○次時の学習の確認をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近にあるゴムの力を使ったもの探しをする。 	<p>科④</p> <p>知③</p>	<p>●「駅にとまる」という活動に対して、ストーリーをもたせ、意欲や必然性をもって取り組ませる。</p> <p>☆ゴムを引く長さを変えて調べる活動。</p> <p>◎実験結果をまとめるときに、グラフなどを使い、わかりやすく提示させる。</p> <p>●自分の予想を振りかえさせる</p> <p>●問題に振りかえさせる</p> <p>◎まとめるときは、本時で学んだ言葉をキーワードとして、まとめさせる。</p>

(3) 評価

- ゴムの力と物の移動距離との関係を、グラフなどを用いて説明することができたか。
- ゴムの力を調整することで、動く距離を変えることができることを理解できたか。

6. 本時の授業の様子(実践A)

導入
(問題・予想の確認)
 T: 問題はなんだったかな?
 C: ゴムの力で思い通りに物を動かすことができるだろうか。
 T: みんなの予想は?

できる (22人)	分からない (2人)	できない (3人)
前にできたから、何回も実験したらできる。 ゴムの長さを調節したらできると思う。	理由は、できた時はたまたまかもしれないから。友だちに止まるところを教えてもらったから。	理由は自由にやった時、伸ばし方が弱いと届かなくて、強いときすぎてしまったから。

(実験の確認)
 T: 予想を確かめるために、今日は近い駅に止めるのでしたね。近い駅に止めるためには、遠い駅に止めた時よりもゴムの力をどうしたらいいと思う?
 C: 駅が近いからゴムの力も長さを短くして、弱くしたら止まりそう。

展開(実験)
 T: では、実験をして確かめてみよう。
(練習タイム…5分間)
 ゴムの力をどれくらい(目盛りで表す)にすると、駅に止められそうか何度も実験し、止まりそうなゴムの力(目盛り)を見つける

近い駅	遠い駅
目盛り	目盛り
決定	近い駅

(アタックタイム…3分間)
 練習タイムで見つけたゴムの力で本当に止まるか何回も確かめる。

近い駅	遠い駅
目盛り	目盛り
決定	近い駅

(立ち返り)
 自由な試行活動などをもとに、理由付けのある予想を考えていた。

(立ち返り)
 前時の遠い駅に止めた経験から、本時の近い駅に止める活動について考えていた。

(教材の工夫)
 子どもにとって操作がしやすく、何度も繰り返し実験ができていた。

(立ち返り)
 何となくゴムを伸ばして動かすのではなく、何回も試行した練習タイムをもとに、アタックタイムを行った。駅に止めるにはどうしたらよいか、班で話し合いながら、何度も駅に止めていた。

結果
 T: 班ごとに実験の結果を発表して下さい。
 C: 結果は止めることができ、ゴムの長さを3にすると止められました。
 C: 止めることができました。2と3の間にするとできました。

(考察)
 O 結果からわかったことを考える。(考察)
 T: 予想を確かめるための実験だったね。実験の結果は?
 C: 駅に止めることができた。
 T: 何をしたら? (予想に戻りながら考える)
 C: ゴムの力を調整したら。
 T: では、自分でワークシートに書いてみよう。
 C: ゴムの長さを調整したら、できた。

(まとめ)
 O 考察の発表後、結果から分かったことをまとめ、まとめを考える。
 T: 最後に問題の答え(まとめ)を考えるよ。答えは(まとめ)?
 C: ゴムの力で思い通りに物を動かすことができる。
 T: どうしたら? (結果からわかったことを基に考える)
 C: 伸ばし方を調整したら。
まとめ
 「伸ばし方を調整したら、ゴムの力で思い通りに物を動かすことができる。」

(立ち返り)
 実験の結果から、予想に立ち返り、わかったことを書いていた。

(立ち返り)
 問題に立ち返り、問題の答えとして、学習したことをまとめた。

7. 実践B

(1) 目標

○風力発電を通して、風のエネルギーのすごさに関心を持つ。

(関心・意欲)

(2) 展開 (10 / 10)

子どもの活動 と 意識の流れ	評価 観点	支援◎、留意点●
<p>○風を利用したおもちゃを見て、興味を持つ。</p> <p>○風パワーを利用したものにどんなものがあるか話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・図工で作ったウインドカーを動かしたよ ・風、風車、こいのぼり、旗が風を利用しているね ・ヨットはちがうかな <p>○ヨットの模型を使い、風を利用して動く様子を見たりする</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浮いた ・すごい ・動いた ・不思議だな ・なんでだろう <p>○風パワーを利用してみんなだったらどんなものを発明するか交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風で動く車は作れないかな ・巨大な風で人間が飛べたらおもしろそう <p>○ペットボトル風力発電機を見て感想を交流する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すごい！電気がついた ・どうして電気がつくの ・早くやってみたい！ <p>○ペットボトル発電機を体験した後、感想を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・明かりがついて楽しい。 ・走ってつけるのは大変 ・長い間電気をつけてみたい ・楽な方法はないかな <p>○送風機を利用しペットボトル発電機を体験をした後、感想を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風で電気を作って利用しているのはみたことあるよ。 ・風で電気を起こせるのが不思議に思った。 ・風を利用すると何かいろいろできるかもしれない。 <p>○実際の風力発電の映像をみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風力発電ってすごいな ・大きいね ・そんな大きな風車がまわっているんだ ・どのくらい電気がつくれるのかな <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>風力発電を利用して街に電気をつけれるかためしてみよう</p> </div> <p>○風車に風をおくり、電気をつけてみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気がついたよ ・きれいだね ・楽しい <p>○風の力について感想を交流する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然の風は実はとても役立っている ・あんな大きな風車をまわすんだから、風の力はすごい <p>○評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに自己の評価を記入する 	<p>関②</p>	<p>●紙飛行機を飛ばしてみる。</p> <p>◎何人かの子どもに体験させる。</p> <p>◎相談させる。</p> <p>◎考えずらそうなら写真などを提示する。</p> <p>●ペットボトルの発電装置を提示</p> <p>◎風のパワーを電気に変えたことにふれる</p> <p>●送風機を6台稼働</p> <p>●送風機の強弱をつけ風量と電気の明るさの関係にも気づかせたい。</p> <p>●映像を流す</p> <p>◎映像から大きさを判断するのは難しいので、まわりの大きさと比較させ、想像させる</p> <p>●視聴覚室に暗幕し、模型のまちに電気をつけてみる</p> <p>◎全員が体験できるようにする</p> <p>◎ワークシートにまとめる時間を確保する</p> <p>●感想など児童の発表を類型化し風の長所が見えるようにまとめる。</p>

(3) 評価

風の利用方法を知り、風に興味を持つことができたか。

8. 本時の授業の様子(実践B)

導入

T: 今日まで風とゴムの勉強をしたんだけど、どっちがすごいと思った?

C: ゴム! ゴムの方がモノレールが速く走ったから。

T: じゃあ、風よりもゴムの方がすごいのかな?

C: うん! (全員)

T: そっかー、でも今日は風の力についてももう少し学習してみよう。

このように、モノレールや車などの実験だけではゴムの力の方がすごいになってしまう。

展開

みんなの生活の中で風を利用した物ってある?

C: ある!

T: どんな物?

C: かざぐるま、風車、紙ひこうき、凧

T: 先生も風を利用した物を見つけたよ。

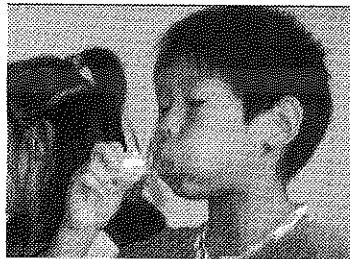
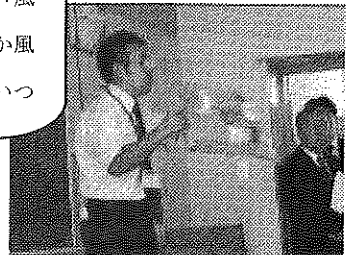
この後、「風を利用してどんな物が発明できそう?」という発問をしたが、「風を使ったおもちゃ」など、なかなか風を利用した物作りのイメージが思いつ

紙飛行機、ヨット、風見鶏

T: 先生、こんなものも見つけたんだけど、見てくれる?

(ペットボトル発電装置を見せる。まずは息で吹いてみせる。)

C: ピカッと光った! すごい! どうして? やってみたい!



(活動①「息で」)

ついた! でも疲れる。うちわを使ってみたい。

(活動②「うちわで」)

うちわの方が息よりもついたよ! もっと強い風にしたら、もっと光がつきそう。

(活動③「送風機で」)

送風機でやってみよう! すごいついたよ! たくさんついた!

C: 電気がつくとおもしろい! ほたるみたい。

T: 風の力は電気もつくるんだね。

T: みなさんの生活の中でも、もっと大きな物で電気をつくっているんだよ。

(風力発電機の紹介。発電機の映像と柱の大きさをみんなで輪になって体験)

C: こんなに大きいんだ。こんなに大きい物を風は動かせるんだ。風ってすごい。

C: 風って生活に役立つんだね。

T: みんなも風になって、町に電気をつけてみよう。

(ペットボトル発電機をつけた学校の周りの模型を見せる)

C: ついた! 風の力ってすごいな!

まとめ

C: 強い風にしなないとつかないな。風を送るって大変。

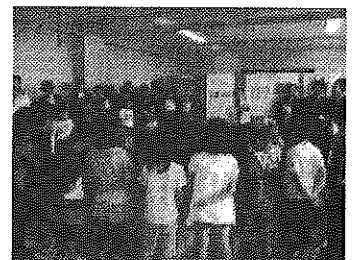
C: もっと強くあおごう!

T: 今日の学習をしてみて思ったことはあるかな。

C: 風の力ってすごい。風の力で電気がつくれるんだ。

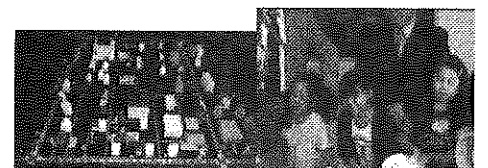
C: 風を当てると、学校の町が光ってすごかった。

C: 風を送るのは大変だったけれど、おもしろかった!



(学びの日常化)

生活の中にも風の力が利用されていることを知り、風のすごさ(有用性)を実感していた。夢中になってうちわであおぎ、風の力で電気がつくことに感動していた。



9. 実感を伴った理解のための手立ての検証

(1) 具体的な体験を通して形づくられる理解 ～教材の工夫～

「風とゴムの力」は、新単元であることから、他の単元と比べるとまだ教材開発が進んでいない単元です。

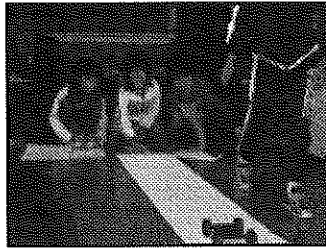
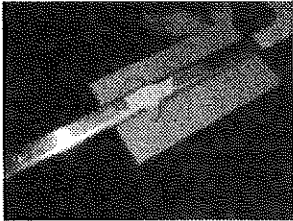
先行実践を調べると、車を使った実践が多いのですが、子どもの興味・関心をひき、しかも検証を正確に行える道具、さらには授業が終わった後にも身近な生活に目を向け振り返ることができるような新しい教材開発の必要性を感じました。

当初旭川でも、図工の「ウインドカー」の学習を生かして、車を使った実践で研究を進めていました。

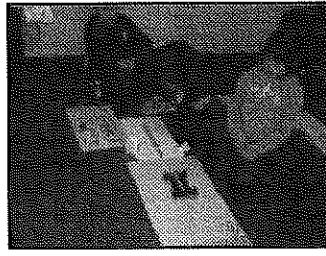
3校の実践を重ねる中で、車をよりよく変化させていきました。具体的には、車のタイヤを小さくすることで走行中のブレを軽減させたり、ゴムの伸びが見やす発射台を工夫したり、車を発車させる際につまむ場所をつけたりなど、実践を通して車を改良しました。それは、単なる遊び道具（興味・関心を高める道具）ではなく、「誰が行っても、ある程度のデータをとることができ、検証を行える正確な道具」が必要だったからです。

しかし、車を使った実践では、タイヤは惰性でゴロゴロと転がり、広い場所が必要となります。学校内で行うには、広い場所は限られています。広い場所を使うためには他の学年との絡みもあります。また、車は曲がることで正確なデータをとることができないケースも出てきました。そこで、もっと場所が狭くても仮説の検証ができ、曲がらずに必要なデータをとることができる教材開発の必要性が出てきました。

部員で意見を出し合い右のようなものを使って、教材開発を行いました。



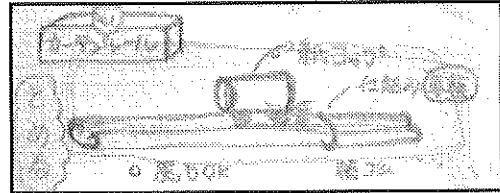
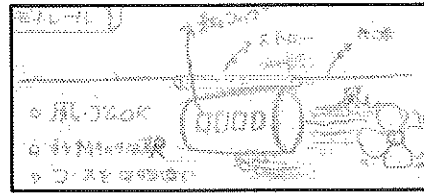
【愛宕東小学校の実践】



【緑新小学校の実践】



【豊岡小学校の実践】

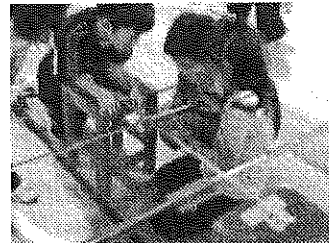


【永山西小学校の実践】

その結果、左のような教材ができました。これは、プラ段ボールをモノレールと見立てて、カーテンレール上を風やゴムの力で移動させる教材です。正確なデータを出すための物ですから、できるだけ余計な物はつけず、身近にある物を使って制作しました。

実践を通して、この教材は、車にはないスピード感や操作することのワクワク感、見たこともない目新しさなどから、子どもの興味・関心を高め何度も実験を繰り返し、体得の理解をはかることができました。

また、カーテンレール上を移動するので、直進性に優れ、場所を限定して実験を行うことができました。事前研で行われた車の実践とモノレールの実践の比較をしたところ、目的地にとめるためのアタックタイムの練習量が増えていました。これは、あっちこっちに行かないので、時間をかけずに何度も試すこと、つまり容易に操作することができるので、自ら立てた仮説を証明することに没頭することができたことが最大の利点でした。



(2) 主体的な問題解決を通して得られる理解

～立ち返りの場の充実～

子どもが主体的に問題解決を行うためには、教師は子どもの思考の流れを整理し、子どもの思考を手助けする必要があります。それは、根拠をもった考えをもたせるためです。根拠をもたせるためには、過去に獲得した体験や知識などに、意図的に立ち返らせて思考を作り上げていくことが大切だ考えました。本実践では、仮説をたてる場面と結論を導き出す場面の2つに立ち返るポイントを設定し検証しました。

一つ目は、理由付けのある仮説をたてる場面です。

本時の中での、立ち返りのポイントは、距離の短い駅にとめるための予想の場面です。風で学習したことや遠い駅にとめる学習したことと比較させるために立ち返らせ、「風の力が弱いときの方が、ものを動かす力が弱いから、ゴムの力も弱い方がものを動かす力が弱いのではないか？」や「距離が遠い駅では、ゴムの伸びが5だったから、近い駅にとめるためには、ゴムの伸びが2か3あたりではないだろうか？」などのように、過去に獲得した知識から理由付けのある見通しをもつことができるようにしました。

その他にも単元の中では、「風の強さ」と「ものを動かす距離」の比較場面でも立ち返りを大切に

しました。様々な方法で自由な試行活動を行い、風やゴムの力でモノレールを動かすことができることがわかった子どもは、次に「もっと遠くまでモノレールを動かしたい。」(問題意識)と、考えます。そのためには、過去に獲得した知や体験に立ち返り、強風のときのウインドカーの動きを思い出し、風が強い時の方が遠くまでモノレールを動かすことができるのではないかと、根拠のある仮説を立てます。

ただこの単元では、生活経験から「風が強い方が遠くまで行くのは当たり前。」と、どの子どもも考えているので、+αとして、「それを証明するためには、どんな実験を行ったらいいか？」を考えさせました。

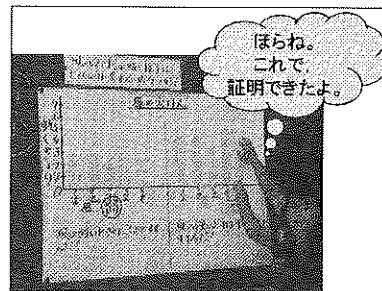
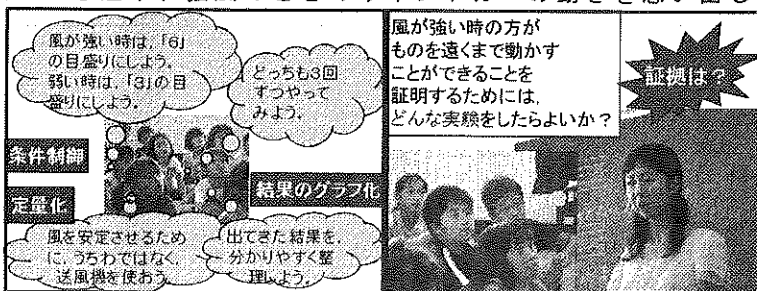
そうすることで、当たり前と考えていた現象でも、子どもは自分の力で証明することができたと考え、主体的な問題解決への自信を深めました。

二つ目は、自分なりの確かな結論作りの場面です。

子どもは、実験の楽しさに没頭し、本来の目的を忘れてしまう場合があります。また、右図のように、結果が出たことで、証明できたと勘違いして、学習を終えてしまうこともあります。

そこで、結果で終わらせないようにするために、出てきた結果から何がわかったのかを確認するために、一度予想に立ち返り、結論を書かせるようにしました。そのための手立てとして、「循環型ワークシート」を使いました。「循環型ワークシート」とは、問題解決の流れを一枚のシートにまとめたものです。シート上で「予想と考察」、「問題と結論」を並べて書くことで、子どもは、結論を導き出すときには、予想にふり返り、まとめを書くときには、問題にふり返ります。このような見方や考え方を繰り返すことで、結果だけで終わるのではなく、結果から何が言えるのかを常に考えるようになり、そのことで確かな結論作りができるようになってきました。

以上のように、教師が立ち返りのポイントと内容をあらかじめ予測し準備しておくことで、子どもが主体的に問題解決をする手助けになりました。それらより、考えに根拠をもち、自らの問題意識を大切にしながら見通しをもって観察・実験し、問題を解決していくことができました。そのことが実感を伴った理解につながっていくのです。



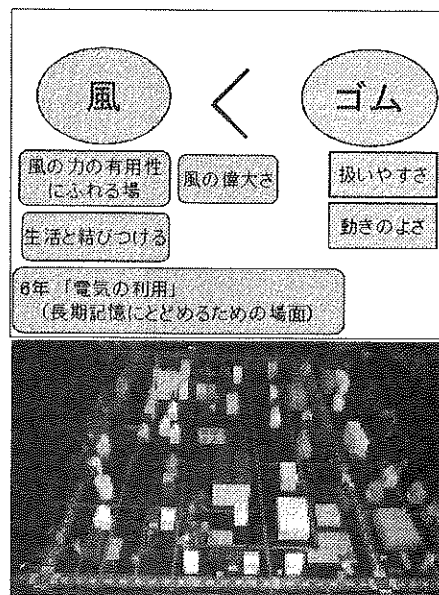
(3) 実際の自然や生活との関係への認識を含む理解

～学びの日常化～

事前授業での終末時には、3年生で育てたい資質・能力が「比較」という観点から「風の力とゴムの力の比較」を行っていました。この学習を行うと、実際の生活では、風の力を使って発電する方法まで開発されているにもかかわらず、ゴムの方が「扱いやすさ」や「動きのよさ」から、ゴムの方が優れていると考えていました。そこで、風の力のよさを感じる場が必要だと考えました。

学んだこと(本単元で獲得した理科の性質やきまり)をもとに、ものづくりをすることも大切ですが、今回は教師が作った物(風力発電の町)を操作、体験することで、風の力の偉大さの実感や生活との結びつきの認識、そして、いつの日か風の力で、すべての町の電気を作ることができるのではないかと、いう夢をもつことをねらいとしました。本単元のように、単なるものづくりではなく、学んだことが、身近な生活とどのように関連しているかを調べたり、体験したりすることは、知識を活用しようとする子どもの育成だけではなく、近い未来に「こうなったらいいな～」という願いや夢をもつことにつながります。子ども達の夢や願いは、科学を志す子ども、つまり、科学技術創造立国をささえる基盤になるのです。また、この学習で獲得した知は、6年「電気の利用」で、新たな問題に出会ったときに、立ち返ることができる学習になるとも考えています。

授業後の感想に、「風の力ってすごいね。」「風の力で、家の電気を作ることができるんだね。」「この町のように、電気が全部風力発電になったら、とってもエコだね。」「風の力を使って、他にも何かできないかな。」「風とゴムの力のよいところをあわせたものを作ってみよう。」など、風の力のよさや生活との結びつきを再認識することができました。さらに、「風の力を使った懐中電灯」「風とゴムの力をあわせた車」を作ってみたいという子どもが出てきたことから、この手立ては、有効であったと考えています。



IV 分科会の記録

1. 討議の内容

(1)「風やゴムの力で動かそう」の教材についてどのように考えるか。

- ・風のことについて、日常的にゴムの力がどのように使われているのか、子どもはどのように考えているのか、ゴムは今後どのようにつながっているのか。
- ・風についてもゴムについても、日常的に扱っているが、強くなるほどものが動かす力が大きくなることは、実感していないのでは。ゴム鉄砲などを実際やって見るほうが大事なのではないか。学んだことを活用するものづくりが大切ではないか。私であれば、風やゴムの力を実感するようにしていく。
- ・自分たちの起こした風で電気を起こしていたので、自然の風のほうが偉大さを感じられたと思う。
- ・ゴムは、ゴム鉄砲、車などは思いつくが、ゴムで発電のように大きなものを動かすことについては、イメージがつかない。生活の中で、ゴムを使うことについて、課題は多い。自然の風を使うことについて、2年生の段階でゴムや風のおもちゃで十分体験しているので、ここでやると同じ事の繰り返しになってしまう。

(2)「立ち返りの場」はたくさんあるが、その中でも「予想を立てるまでの場面」と「仮説から結論に至るまでの場面」に絞り、また、循環型ワークシートを利用して学習を進めたが、さらに良い利用方法はあったか。

- ・立ち返る場について、最終的に思っていた問いにかえることは大切である。6年の学習を扱うことについては、意見を聞きたい。
- ・シートについて、学び方の一つとして、見通しに立ち返ることは大切。問題は、書かれる中身。止められるか止められないかに終始しているが、手ごたえや体感など、体験したことを書くようにしないといけない。
- ・立ち返りの部分の中身、教材によって何を体得させるのか話を聞ければよかった。

2. 助言者より

(1) 函館市立東山小学校 五十嵐和幸 校長より

- ・生活化を踏まえた学習である。この学年で問題解決の基礎をつけていかなければならない。旭川は、教材について、子どもの目線に立ったものであった。
- ・問題解決の大事なものは、生み出した問題を精度のたかい実験をしなければならない。今回はそれがなされていた。
- ・明確な根拠をもてるのか、自分ごととして問題解決しているのが大切になっているが、弱い。立ち返りは、この手立ての一つである。
- ・立ち帰りの場では、結果が出て終わりではないということ、過程を捉えていくことが大切。また、問題解決の過程を捉えることが大切で、いつまでもシートに頼ってはいけない。

(2) 富良野市立扇山小学校 宮下敏 校長より

- ・理科の改善について、1つめは、問題解決の質。本当の問題解決をしているのか、力を付けているのか。2つめは、思考判断力を大切にすること。根拠、理由をいえるように、教師がかかわり、科学的な見方考え方につなげていく。子どもは、どう説明していくのか。
- ・立ち返りについても、根拠があるようにしたい。学習に自分の生活を表現していけるか。有用感につながる。日常に生かす問題解決の力を養っていくことが必要。
- ・どの先生もできる理科の学習づくりである。どんな人でもできるような、マニアックでないものにすること。
- ・気づきや体験を大切に、それを生かして理科を考えると、厚みが出るのではないか。エネルギーについて、ぞんぶんに体験させてあげることが大切。そして、学びを深めることが、長期記憶につながっていく。

(文責 永山西小 梶田 千晶)

V. 研究の成果

(1) 具体的な体験を通して形づくられる理解～教材の工夫～について

「風やゴムの力」は、新単元であるため、まだまだ教材開発が進んではいません。

本単元では、体得の理解のために、二つの視点から教材を工夫してきました。

第一に子どもの興味・関心をひくことができるもの、第二にある程度正確なデータをとることができて、検証することが可能であることです。

その結果、自由試行やアタックタイムなどでは、気づきやデータなど、書く欄を超えて裏面にまで書く子どもが出てきました。つまり、回数をこなし、興味・関心を維持しつつ、正確なデータを取る姿が見られました。

以上のような点から、体得を目指した教材化は有効でした。

(2) 主体的な問題解決を通して得られる理解～立ち返りの場の充実～について

学習指導要領より、本単元の目標と内容は、右図のようになっています。

学習指導要領より	
【目標】	風やゴムで物が動く様子を調べ、風やゴムの働きについての考えをもつことができるようにする。
【内容】	ア. 風の力は、物を動かすことができるようにすること。 イ. ゴムの力は、物を動かすことができるようにすること。

つまり、風やゴムの力で物を動かすことを理解できれば、この学習は良いわけです。しかし、実態調査より、子どもはすでに感覚的にこのことを知っています。知っていることを子どもに聞いても、実感を伴った理解にはつながりません。実感を伴った理解につなげるためには、教師が「立ち返りのポイント」を設定し、教師自信が過去や未来の学習とのつながりをあらかじめ認識したり準備したりして、意図的に子どもに考えさせる必要があるのです。

「立ち返りのポイント」を設定することで、子どもは、過去に獲得した知識や体験に立ち返り、あてずっぽうではない自分なりの根拠をもった考えをもつことができ、目的をもって学習に向かい、自分で発見したと思うことができました。心躍らせながら学習に取り組む、自ら発見したと思った子どもは、間違いなく心の底から「わかった。」と思い、納得の理解のためには、有効な手立てでした。

(3) 実際の自然や生活との関係への認識を含む理解～学びの日常化～について

理科の学習に対する意欲は他教科とくらべて高いのですが、大切だという意識は低いことは、実施調査などから知られています。では、なぜ大切だと思わないのか。それは、今までの理科学習が知識の習得のみを重視していたからではないかと考えています。習得した知識や技能が実際に生活に生きて働くことを実感することができれば、理科学習は役に立つと考えるようになるのです。

本実践でも、授業後に「風の力ってすごいね。」「この町のように、電気が全部風力発電になったら、とってもエコだね。」という感想を書いていました。つまり、風の力の有用性を感じさせ、学んだことが役に立っていること実感していることから見ても、子どもの納得の理解のためには、有効な手立てだと考えています。6年の「電気の利用」への長期記憶については、子どもの表情や感想から見ても、インパクトは強いと考えていますが、長期記憶としてとどまったかどうかは今後さらなる検証が必要だと考えています。

以上、「教材の工夫」「立ち返りの場の充実」「学びの日常化」という三つの手立てを工夫することで、子どもは知的好奇心を喚起し、実感を伴った理解を図ることができました。

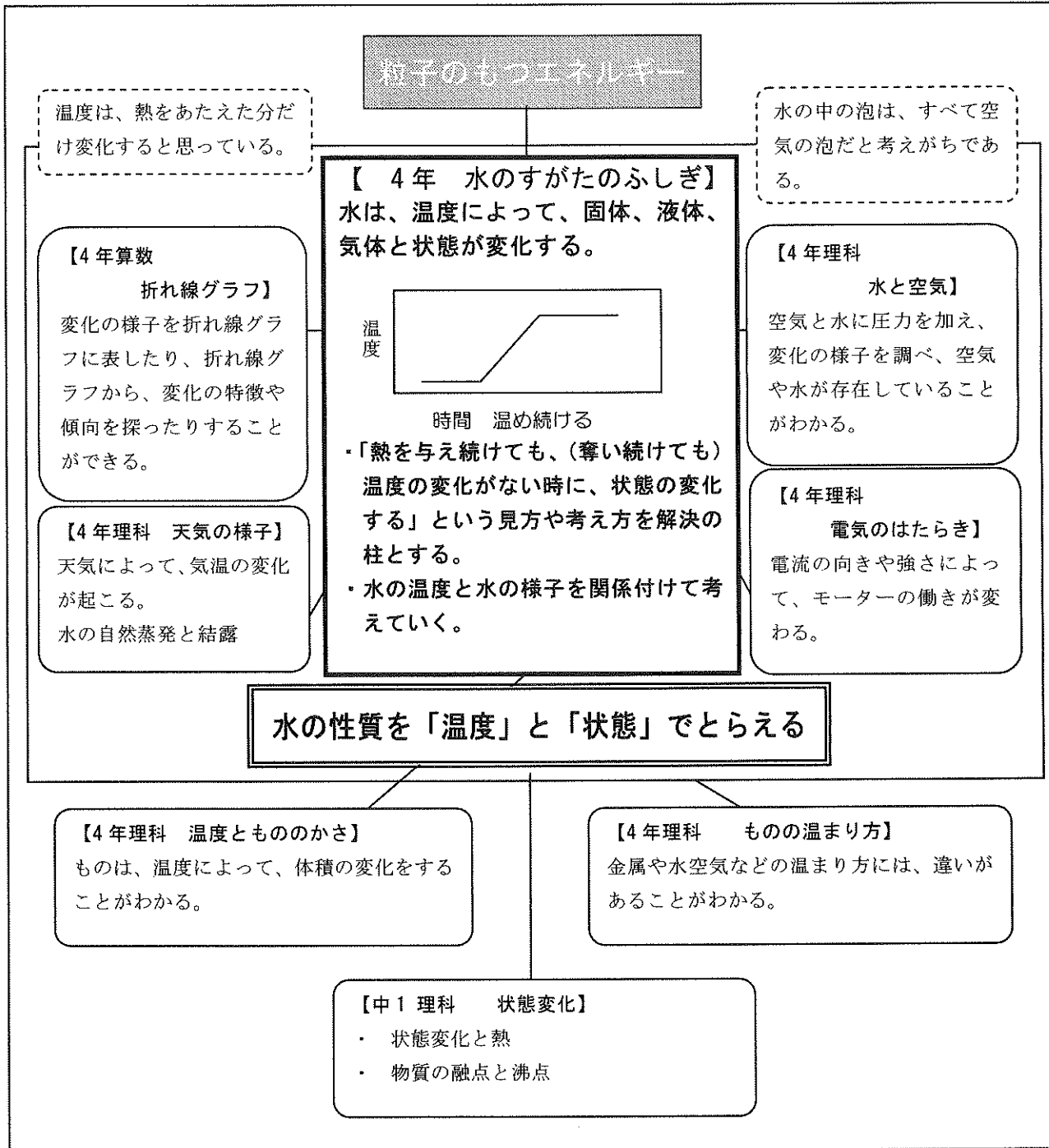
終わりに、今地球上で一番重要な問題は、エネルギー・環境問題です。これからの理科教育というのは、学んだ知識が地球上の様々な環境問題を解決していくための手段として働かなくてははいけません。つまり、理科の授業を通して、実際の生活に生きて働く能力を身につけることが急務です。そのためには、体得、習得、納得した知識や技能が生きて生活に働くような手立てを学習の中に組み込んでいく必要があると考えています。

「科学的に調べる力を伸ばし、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

～水が氷になる状態変化と温度との関係を捉えることから、
 水が水蒸気へと状態変化することへの見方や考え方が深まる学習の構成～
 4年「水のすがたのふしぎ」の実践を通して

共同研究者 ○岩野 晃(美香保小) 鎌田 泰弘(中央小) 小松 慎治(北園小) 松本 昌也(中央小)
 松本 昌憲(小野幌小) 小野 純一(手稲中央小) 本間 理(山の手南小) 高木 亜衣子(美しが丘小)
 菊地 政芳(太平南小) 幡宮 嗣朗(本通小)

内容の系統

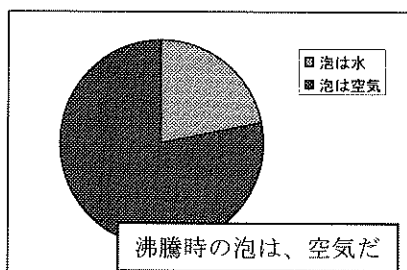


(文責 美香保小 岩野 晃)

I 研究の仮説

4年生「水のすがたのふしぎ」では、水を温めたり、冷やしたりすることにより、その状態が変化していくことを関係付けて考え、粒子の存在及び、エネルギーへの見方考え方を獲得することをねらっている。

5年生の子どもの温度の変化による水の性質の見方や考え方の調査をすると、水蒸気に変化していく様子をあいまいにとらえている傾向が見られる。



(札幌市内小学校5年生98名対象)

沸点における水の変化について「沸騰中、出てきた泡は、空気」と考える子が、72%と多く、また、沸騰時、水位が減ってきたことに対し、「湯気となって出て行く」ととらえている子どもは、63%存在した。つまり生活経験上培ってきた「水の中の泡は、空気」といった見方や考え方は、かなり強固であることが伺える。一度、4年の時、学習したとは言え、時間がたつにつれ、素朴概念へとゆり戻しがあったと考える。

また4年生の問題解決の傾向を探ってみると、「自分の考えに理論(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る傾向」(平成19年度札幌の理科教育2007「ものの温まり方」)がある。論理的に思考するというよりも、目の前で起こったことをひらめきやその場の思いつきで考える場合があり、まれに事物現象から見方や考え方が離れてしまうことさえある。これでは、精度の高い実験を行ったところで、見方や考え方の変容を期待するのは、難しいのである。

このような生活上培った強固な見方や考え方を変容するためには、その基盤となる見方や考え方をより深くしていくことが必要だと考える。

そこで、本単元では、水が融点時に氷に状態が変化する学習を通し、「温度変化がない場合、水が変化する」という見方や考え方を獲得した後、温度上昇による水の様子の変化について出会う。そのことにより、「沸点時にも、何かに変わっているのかもしれない」という意識で、事象を見続けていくと考

える。

その時、泡や湯気を温度変化と関係付けて考え、水の温度上昇による状態変化を捉えることができると考えた。

研究仮説

融点による水の状態変化に対する見方や考え方を獲得する活動を初めに行うことで、水が水蒸気になるという沸点時の水の状態変化に対する見方や考え方をより深めることができる。

II 研究の方法

1 問題解決の道筋を明確にする表現のあり方

①温度の変化と水の状態の関係をとらえる表現

1次では、水が温度変化により氷になる状態変化を扱う。水を冷却して、温度を下げているが、なかなか0℃より下がっていかない。もっと冷やし続けると、少しずつ凍っていく事実を目の当たりにする。ここで、融点時に氷へと変化する事象に対して、子どもたちは、「温度が変化しない時、水の姿は変わる」という見方や考え方を獲得していく。この見方や考え方は、単元の柱となり、水が水蒸気に変化していく事象について推察していくもととなる。

2次で、水が水蒸気へと変化する学習を扱う。水を温め続けても、温度が変化しない状況を目の当たりにした時、上記の見方や考え方を獲得した後、「何かに変わるのかも知れない」と考え始めていくと考える。また、この時、水がどんどん減っていく事実と直面する。湯気になって出て行くと考えている子どもも、湯気と水の見えない間について推論し、「見えない何かに変わった」という見方や考え方を獲得していく。

今後、このような本実践(水が氷へと状態が変化したことを捉えた後、水が水蒸気へと変化する様子を学ぶ)をA実践とすると、過去実践例が多いその反対の実践(水が水蒸気に変化したことを捉えた後に水が氷へと変化することを学ぶ)をB実践と定義していく。

B実践と比較していくと、その実践事後、どのくらい子どもの見方や考え方が定着しているのか、二ヶ月後の遅延調査によって、その有効性を吟味していきたい。

2 他者との関係を明確にする表現のあり方

①行為としての表現

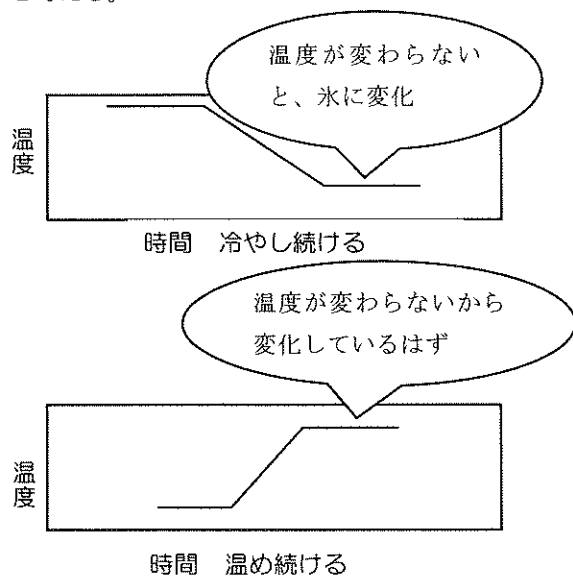
～温度変化への見方や考え方～

事前調査から(平成 22 年 7 月札幌市内小学 4 年 72 名)子どもたちは、なんとなく温度の可変は、無限であり、水の温度も熱すれば熱するほど(冷却すれば冷却するほど)変化していくと思っている。「あれ?温度が変わらない」という問題意識を大切に、何度もかかわり続けることで、その水の様子の変化について、詳しく観察していく必要感を生ませていく。また、融点時における水の様子の変化についての見方や考え方を獲得した子どもたちは、沸点時において「今度は何になっているのか」という目的意識で事象を見続けていく。

②図、表、グラフを活用した表現

～温度の変化がない時～

単元を通して、温度の変化とその様子についてのグラフ化を大切にする。また、算数科の学習において、折れ線グラフを学習してきた子どもたちは、温度の変化がない(あまり変わらない)状態が続くことを視覚的に捉えていくことができる。その時、どの子どもも共通した事実として目が向きやすくなると考える。また、グラフの中に、その水の様子を書き込んでいくことにより、状態の変化を考えていきやすくなると考える。



～水の中の様子をイメージすることで～

温度の変化によって、水の中がどのような様子になるのか、イメージしたことを図に表していくことも大切にする。凝固する現象は、水がどうなっていくことなのか、イメージを広げていくことにより、気化する時の考えの助けとなる。

③言語による表現

～他者との一般化へ～

「氷の時と同じで」「変化がない時は」

沸騰により、水が減っていく事実と直面すると、消えてなくなるなど様々な見方が生まれてくる。この時、「氷の時もそうだったけど」「0℃の時、水が氷に変わったのと同じで…」といった融点時における事象の変化を想起する。このことにより、水の沸点時における状態変化についての見方や考え方を一般化していこうとする方向が生まれてくる。

III 研究の概要

1. 単元について

本単元は、水が温度により状態の変化についての見方や考え方を育てることを目的としている。子どもたちは、水を冷却し続けていくと、やがて、0℃で、温度の変化が止まり、氷へと状態が変わっていくことをとらえる。また、氷に変化した後、さらに温度が下降していくことをとらえていく。ここで、子どもたちは、「温度の変化がない時に何か状態が変わっていく」という見方や考え方を養っていく。

次に子どもたちは、水を熱し続けていく。やがて、温度の変化が見られなくなっていく。その時、水がなくなっていくことに疑問を感じていく。上記の見方や考え方をもった子どもたちは、「何か見えないものに変ったのでは」と気体への変化に目を向けていくであろう。湯気と水の見えない部分からも水があることがわかった時、「水が変わったものなのだ」という見方や考え方を獲得していくのである。

IV 単元の目標

総 水を冷やしたり、熱したりすることによる状態変化を、互いに関係付けながら考えることにより、温度による水の様子の変化について見方や考え方をもちことができるようにする。

関 水を熱したり、冷やしたりして調べ、状態が変化する水の性質について、関心をもって調べようとしている。

科 水蒸気や氷に姿を変える水の状態変化を、温度と関係づけて考えることができる。

実 温度変化に伴った水の様子の変化を、表やグラフに表すことができる。

知 水は、融点や沸点によって状態が変化することを理解する。

Ⅲ 単元の全体指導計画（8時間扱い）

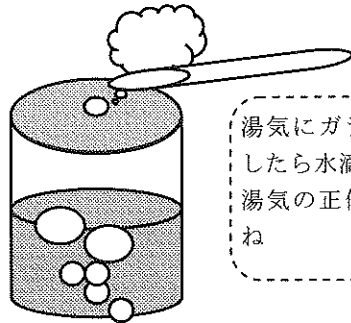
問題解決の過程	○教師のかかわり
<p align="center">【第1次 水を冷やしたときのすがた（2時間）】</p> <p align="center">水を冷やすとどうなるだろうか。</p> <p align="center">寒剤を使って試験管の水を冷やして、水と比べてみよう</p> <p align="center">あれ? 温度が0°Cで変わらなくなったよ!</p> <p align="center">もっと、冷やしてみたら...</p> <p align="center">しばらく0°Cより温度が下がらないよ</p> <p align="center">あっ、全部凍ったら温度が0°Cより下がりはじめたよ!</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・水を冷やして温度が0°Cで変わらなくなると、水は氷にすがたが変わるんだね ・氷になると、水の時よりもかさが増えるんだね </div> <p>○水を冷やすと氷へと姿を変えることがわかったから、次は水をあたためたらどうなるかを調べたい。</p>	<p>◆温度を下げたときの水の変化を温度と関係付けてとらえていけるようにすることで、水の変化と温度の関係についての見方や考え方を深める。</p> <p>○水を冷やし続けたときにどうなるかをこれまでの経験などから予想させ、水の様子や温度をグラフに表しながら意欲的に調べる。</p> <p>○0°Cになって温度が下がらなくなったとき、液体だった水の様子がどう変化したかを、温度と関連付けて詳しく考える。</p>
<p align="center">【第2次 水を熱したときのすがた（6時間）】</p> <p align="center">水をあたためるとどうなるだろうか。</p> <p align="center">ヒーターに水と温度計を入れて、水を熱して様子をみよう</p> <p align="center">あれ? 温度が変わらなくなった</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水の様子</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">水の量</div> </div> <p align="center">90°C位から温度が変わらなくなってきた</p> <p align="center">泡がすごい!</p> <p align="center">水の量がすごく減っているよ</p> <p align="center">90°Cで温度が変わらないのに、水が減っていくぞ...何が起こったのだろうか</p>	<p>◆水の量の減り方に着目し、沸騰後の水の様子の変化に焦点化を図っていくことで、水のかさの減少と水の様子の変化が関係していることに気づいていけるようにする。</p> <p>○水を熱したときの水の温度や様子の変わり方をグラフに書き込みながら記録する。</p> <p>○一気に温度を上げるのではなく、時間を区切って実験を行っていく。前半と後半の水の減り方の違いを比較し、沸騰後の水の様子の変化に焦点化していくことで、水のかさの減少と水の様子の変化が関係していることに気付いていけるようにする。</p>

何度温めても、90℃位になったら温度が上がらなくなったね

水が減り始めたのは温度が上がらなくなったからだよ

水が湯気になってピーカーの外に出て行ってるんじゃないかな

湯気がアルミの穴からたくさん出てきたよ。やっぱり水は湯気になってなくなったんだよ



湯気にガラス棒をかざしたら水滴がついたよ。湯気の正体は水なんだね

水は温めると湯気になって出ていったよ

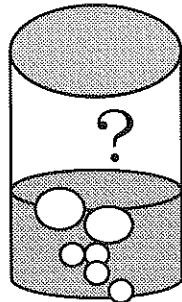
◆沸騰した水と湯気となって現れる場所とのズレに着目し、目に見えない状態の水の存在に気付いていけるようにする。

《本時 6/8》でも水から直接湯気にはなっていない...

見えない部分は水が変化したものがあるのかな？

水とふたの間の様子を調べる活動

スポイトで吸い取ると...
・水滴が入ってきたよ。
・水がたまってきたよ。



ガラス棒を入れると、
・ガラス棒を穴から入れたら、水滴がついたよ

見えない部分にも水があるんだ。

○見えない部分がどのようになっているのか考えさせ、しっかりと見通しを持たせ実験を行っていくようにする。

○氷で学習した知識や経験を水蒸気の学習でも生かせるようにしていく。

○鍋から出てくる水蒸気などの生活経験をもとにして話し合いを行わせる。

○目に見えない湯気の元の部分が目に見える湯気と泡の間に位置していることに着目する。湯気の元と泡との関係について考えをもてるようにしていく

この間には何も無いんじゃないかと水があるはずだよ。だってガラス棒を入れたら水がついた

見えない水がたくさんあって、それぞれピーカーの外で冷やされて湯気になる

水が氷になったように、温められて空気みたいな形になったのかな

ガラス棒やスポイトを入れて湯気をはき出す活動

見えない部分と温度に関連づけている

氷の既習を生かした考え方

見えないところは湯気の元なんだね。温度が変わらないとき水は空気みたいな形になって出ていくよ

泡も空気みたいな水なんじゃないかな。それが水の外に出て湯気になるんだ

泡も湯気と同じで姿を変えた水なんだね

激しい泡との関連性

水の変化の様子をまとめよう

- ・水を冷やすと、0℃で凍り始め、氷となる。そのときかさは増える
- ・水を温めると、90℃こえた辺りで激しく湯気や泡を出し始め、水蒸気になる

水は温度によって氷・水・水蒸気と姿を変えるんだ！

◆水の三体変化と温度との関係を図などを用いて説明できるようにしていくことで、水の姿の変わり方についての見方や考え方を確かなものにする。

(文責 中央小 鎌田 泰弘)

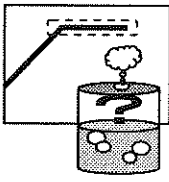
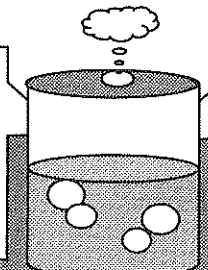
IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 水とゆげの間を調べることで水蒸気存在に気づき、水を温め続けると状態が変化することをとらえる。

(2) 学習の展開 (6/8)

問題解決の過程	教師のかかわり
<p><前時まで> 100℃近くまで水を温めた時、温度が変化しなかったことと水が減っていくことを関係付けて考えると、何かに変わって出ていくとおぼろげながら考えている。そこで、出ていく湯気を調べ、水が変化したものかどうかを確認した。しかし、水と湯気の間には何も見られないことから、ここも水が変わったものなのかと考え始めている。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">  <p>水と湯気の間は何か見えないけれど、どうなっているのかな？</p> <p>温度の変化が無くなった時に氷になったよね。今も変わらなくなったから、違う何かになったのかも。</p> </div> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>変わらない時に凍ったから...</p> </div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">見えない部分水が変化したものがあるのかな</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>見えないんだから空気だと思うよ。ゆげになった水は、ふたの上まで飛んでいるんだよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>見えないけれど、水はあるはずだ。だって、湯気の出る量が思ったより少なかった。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>見えないから、よく分からないなあ</p> </div> </div>	<p>水とふたの間の何も見えない部分の様子についての考えを取り上げ、ネームプレートを使って自分の考えを位置づけさせる。</p>
<p style="text-align: center;">水とふたの間の様子を調べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 30%;"> <p>スポイトで吸い取ると...</p> <ul style="list-style-type: none"> 吸い取ったら、スポイトの中に水滴がついたよ。 繰り返し吸っていたら、水がスポイトにたまっていたよ。 </div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%;"> <p>ガラス棒を入れると...</p> <ul style="list-style-type: none"> ガラス棒を穴から入れたらすぐに水滴が付いたよ。 スポイトと同じで、どんどん水が増えてくね。 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>スポイトの中にゆげみたいのが見えたよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>どこの部分を調べても、絶対に水があるね。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>湯気を調べた時よりも、激しく水滴がついた。</p> </div> </div>	<p>何度も、色々な方法で実験させることで、見えない部分に水が存在することを捉えさせる。</p>
<p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">見えない部分にも、水があるんだ！</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>湯気を調べた時よりも、水の量が多いぞ。見えないだけで、たくさん水が、ここにはあるんだ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>水の時と同じように、温度が変化しなくなったから、水の状態が変わったんじゃないかな？冷やしたら凍って、温めたら見えなくなるんだよ。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>水は温めると空気見なくなるけど、湯気は、見えない空気が冷えて、見えるようになったものなんだ。</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>見えないところは湯気元なんだね。温度が変わらないとき水は空気みたいな形になって出ていくよ</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>泡も空気みたいな水なんじゃないかな。それが水の外に出て湯気になるんだ</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>泡も湯気と同じで姿を変えた水なんだね</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">激しい泡との関連性</p>	<p>水を凍らせる実験を繰り返しながら、温度変化と水の状態変化を関係付けて捉えさせる。</p> <p>水が温度上昇によってどのように変化していくのかを連続的に見直すことによって、水蒸気と泡のつながりを考えさせていく。</p>

(文責 北園小 小松 慎治)

2. 札幌市立北園小学校の実践

1 問題解決の道筋を明確にする表現のあり方

① 温度の変化と水の状態の関係を捉える表現

温度が変わらない時、状態が変わるといふ見方や考え方の獲得 ～かちかちの水～

まず、子どもたちは、温度によって、水が氷になって行く様子を観察する。児童によっては、温度を下げればさげるほど、「冷たい水」になっていくと考える子もおり、「氷」という存在は知っているものの温度によって状態が変化する様子については、未知の世界であることが伺える。

やがて、0℃になると、温度が変化しなくなってしまった時、「これ以上、温度が下がらないのかな」と、もっと、寒剤 を足してみるもののなかなか温度が下がらない事実と直面した。

もう無理かもとあきらめかけると、試験管の周りから凍っていく様子が見られた。すると、子どもたちは、冷やしても温度が変わらないこと、またその時、氷になっていく時の状態の変化について見方や考え方を獲得していくことができた。

温度上昇時の水の状態について同様に考えていく子ども

次に、子どもたちは、水を温める時の様子について実験を行った。水の温度を上げていくとやがて、温度が変わらない沸点に到達する。すると「また、変わらない」といった声が聞こえた。水が減ったことと、関係付けて、何かに変わったのではと考え始める子どもが多くなってきた。

すると、湯気か水とわかった子どもたちは、水と湯気との間の見えない場所について、「見えない湯気」「細かい水」または、泡は湯気のもとと考え、「温度変化がないと、状態が変わっていく」といった見方や考え方を利用し、自分の考えを導いていることがよくわかった。



質問紙による見方や考え方の変容

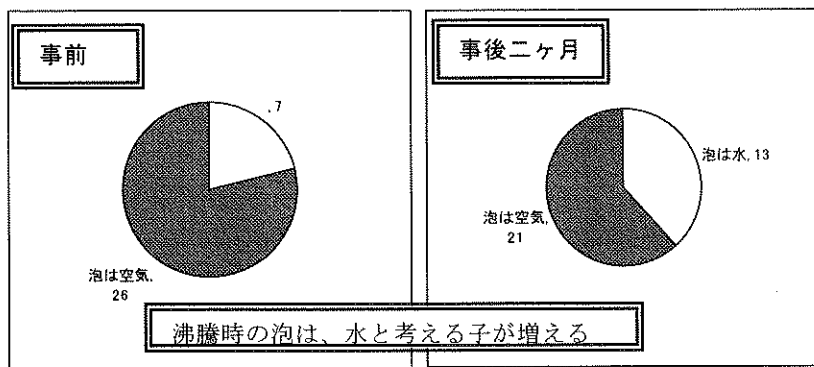
(本実践 水が氷へと状態が変化したことを捉えた後、水が水蒸気へと変化する様子を学ぶA実践)

事前

事後二ヶ月後

質問	絶対にならない	たぶんならない	たぶんそうなる	絶対にそうなる
熱するほどに水の温度は高くなる	1	6	24	2
沸騰時の泡は、空気だ	0	7	20	6
水は熱すると姿を変える	10	14	6	3

質問	絶対にならない	たぶんならない	たぶんそうなる	絶対にそうなる
熱するほどに水の温度は高くなる	13	9	6	5
沸騰時の泡は、空気	1	9	18	5
水は熱すると姿を変える	2	6	14	9



該当児童の子どもたちの水の温度よる状態の変化についての見方や考え方を調査をすると、おおよそ、他校による本研究の事前アンケートと同等な数値を示している。

調査からわかるように、温度によって水が状態変化していくと考えている子どもたちは、少ない。また、熱すれば熱するほど、水の温度は、変わる(熱

いお湯になる)と考えており、温度と水の状態を関係付けて捉えている子もあまりいないことがわかる。

実験事後、二ヶ月後のアンケート結果を見ると、実践直後は、「泡が、見えない水」という見方や考え方へと変容したものの、素朴概念へのゆり戻しがあることがわかる。

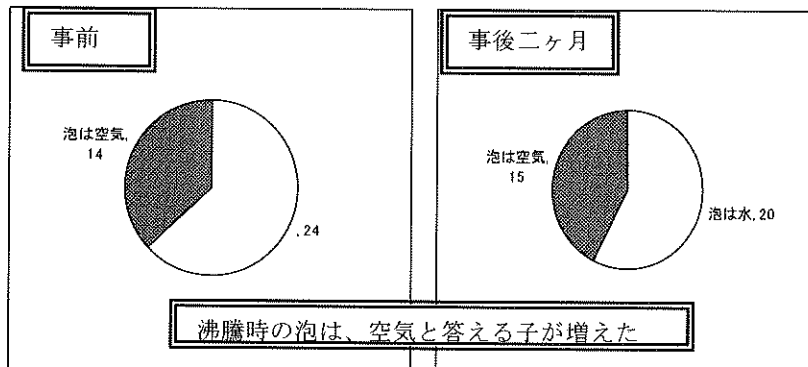
(水が水蒸気に変化したことを捉えた後に水が氷へと変化することを学ぶ)をB実践

事前アンケートによる見方や考え方を探る

事後 二ヶ月後

質問	絶対にならない	たぶんならない	たぶんそうなる	絶対にそうなる
熱するほどに水の温度は高くなる	4	6	19	9
沸騰時の泡は、空気だ	4	20	11	3
水は熱すると姿を変える	10	14	9	4

質問	絶対にならない	たぶんならない	たぶんそうなる	絶対にそうなる
熱するほどに水の温度は高くなる	11	8	10	6
沸騰時の泡は、空気	6	14	12	3
水は熱すると姿を変える	1	2	15	17



また、同校、同学年、他教室ではB実践を行った。その変容振りを比較してみる。実験前A実践を行った教室に比べ、本などからの知識がある子が多いのか、沸騰時の泡について、空気と捉える子どもが少ない。しかしながら、授業後、子どもも素朴概念へのゆり戻しが大きいがわかる。さらにB実践では、実験事前よりも、沸騰時の泡は、空気であるという素朴概念が増えている。

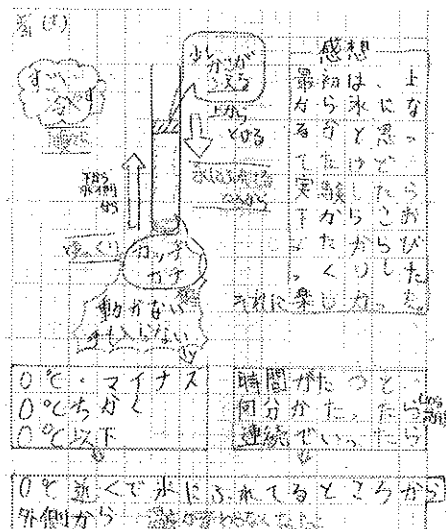
これは、実験前、本などから得た知識が、時間ともに忘れ、素朴概念が強く働いたためとも考えられる。

2 実践を比べてみると、A実践の方が、見方や考え方の定着がよく、その有用性があったと考えられる。

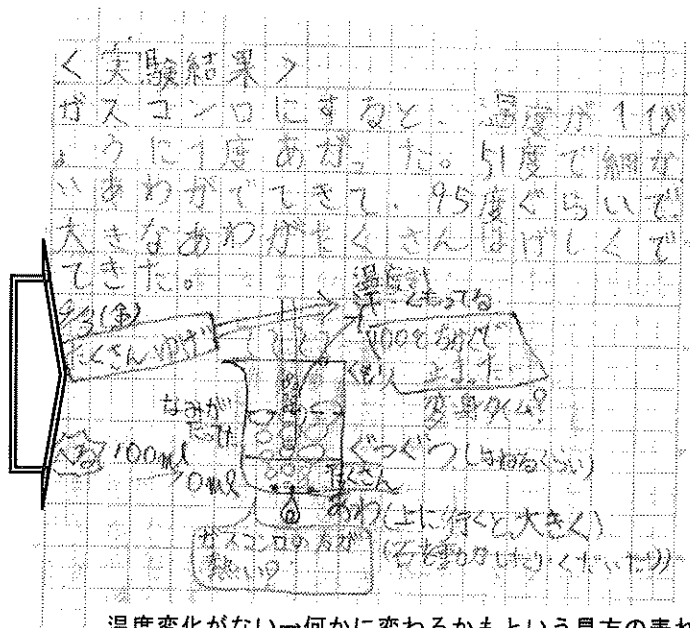
2 他者との関係を明確にする表現のあり方

① 行為として

～温度変化への見方や考え方～



温度変化がない→氷になるという見方を獲得



温度変化がない→何かに変わるかもという見方の表れ

水を冷やし、氷になる様子を観察し、その時温度変化がないことを結び付けて考えていた。その様子を「変身ゾーン」と名づけた。この時の経験から、水の温度を上げ、沸点に近づき温度変化がなくなった時、今度は何に変化していくのか、水の様子を様々な角度から観察していることがノートから伺える。

熱しても、温度変化がしないことに驚きを感じるのはもちろん、「変身ゾーン」になったのかと意識して活動している。激しく出る泡や湯気とともに水の水位が減ってきたことを関係付けて考え、熱すると水は、泡や湯気に変身したのかもと考え始めた。その時、子どもたちは、ピーカーにアルミ箔のふたをし、沸騰させた時、ピーカーの中の様子について、「湯気と水の間の透明の部分は、空気ではなく湯気のもとかも」といった見方や考え方を生む起因となっている。また、その元は、泡であると捉え始める子どももいるなど、水の様子と熱を関係付けて考えることができたと考えられる。

③ 言語による表現

～他者との一般化～ 「氷の時と同じで」「変化がない時は」

発話分析を行い、どの時点で見方や考え方が変容し、教室の考えとなる一般化へ向かったのか調べた。ピーカーの間の見えないところには、水がある事実をとらえた子どもたちは、その状態について話し合いを行った場面である。教師は、氷への状態変化との比較をするよう問い 発言 (11)、それに対する子どもの考えが出された。発言 (13) から、熱下降による氷への変化と、熱上昇における水蒸気の変化と関係があると捉えていることが伺える。そこで教師は、その根拠を問うことにより、融点時と比較して考えた沸点時の状態の変化を考察する発言が生まれ一般化へと導いていくこととなった。(発言 (16) (17))

氷への状態変化との比較を促すことで、水蒸気への変化への見方や考え方が表出していくことがわかる。

【授業終盤 一般化へ】	
(1) 課題の提示	(1) T1 ここ(ピーカーの水)の水君とここ(間)の水君は同じ水君ですか。
(2) 主張 (自分の意見や解釈)	(2) C1 同じだけど
(3) 主張	(3) C2 すかだが違う
(4) 言い換え (繰り返し述べる)	(4) T2 水君は水君
(5) 併置 (並列的に述べる)	(5) C3 うん
(6) 精緻化 (新たな根拠をたす)	(6) C4 下の水君は、大きい形だから、目に見えるけど、「？」(間)の形の水君は小さすぎて目に見えない
(7) フィードバックの要請 (テーマに対してのコメントを求める)	(7) T3 目には見えなくなっているんじゃないかと。みんなまったく同じ。
(8) 併置	(8) C8 同じ
(9) フィードバックの要請	(9) T5 水君は目に見えない姿に変身したってこと?
(10) 併置	(10) C9 そうだと思う。
(11) フィードバックの要請	(11) T6 黒板を見てください。氷の時、ぴちゃぴちゃだった水が変身ゾーンでこうなりましたよね。氷の時と同じようにこっちも説明できますか?同じだっていえる?
(12) 併置	(12) C10 いえる
(13) 主張	(13) C11 それと反対
(14) 正当化の要請 (理由を求める)	(14) T7 違うってこと?
(15) 精緻化	(15) C12 水で冷やすと、水から氷になって、氷から水になる。最後は、普通に冷たかったりするんだけど、温かくすると、100℃まで行かないにしてもまったく…。
(16) 統合 (共通のこ とから説明し直す)	(16) C13 水のほうは水をすごく冷やすとガチガチになって、お湯をすごく温めると熱くなる。
(17) フィードバックの要請	(17) T8 その後どうなるの。
(20) 精緻化	(18) C14 泡になる
(19) フィードバックの要請	(19) T8 後はないか?
(20) 主張	(20) C15 ……
(21) 課題の振り返り	(21) T9 それでは、水を温めると、変身ゾーンで、水君は、変身するって言える?それは、OK?
	(22) C16 オーケー

一般化をはかっている言葉

4回 (分析については高垣 2004a を参照し分類)

(文責 美香保小 岩野 晃)

V 分科会の記録

1. 討議の内容

温度変化と熱の関係について

- ・0℃のになった場面で、塩が足りないと氷がもっとほしいという反応ではないのか。同じく98℃の場面でも、火が足りないと感じているのでは。
- ・このような実践を自分もしてみたが、水の状態をつぶさに見ていくことができる単元の構成だと考える。温度がフラットになる部分は凍らせるための時間であり、エネルギーをつかっているという見方を入れると良いのでは。
- ・どんなに熱を働かせても変わらないのに、様子は激しく変化していくという見方や考え方を獲得できる実践だ。沸騰の時は、ぼこぼこ激しく反応しているのに、温度だけは一定になっている。これは温度がきいているのではという見方になるのでは。
- ・熱を働かせても、温度変化がない。熱というエネルギーをつかって、何かに変化するというところを

温度変化と状態の変化

- ・水を冷やしていった温度がフラットになる反対の、氷を温めていったフラットになることを実践してみるとよかったのでは。氷になる時は、温度が下がっていく変化だが、水蒸気になる時は、温度が上昇していく現象になる。氷が解けて、水に変化する時も、温度変化がなくなっていく。この状態を観察することで、水の状態変化の見方や考え方が膨らんでいく。
- ・氷から、水、そして水蒸気へと温度上昇に伴う変化を、反対に終わりからスタートまで戻れるか実験してみるとよい。これが温度と水の状態について理解しているということ。

質問紙による児童の見方や考え方の変容を探る研究の方法について

- ・データの分析をし、子どもの変容をみていくのは大切。実践者の都合がよいように子どもの表れをまとめるだけでは、本当に子どもの見方や考え方の変容したかはわからない。ただ、質問の仕方や分析の仕方を今後検討していく必要を感じる。一つの質問だけで子どもの変容をみようとするのは危険。質問項目を増やしたり自由記述にしたりなどしていくべき。
- ・質問紙だけが全ての表れではない。子どもの表れというのはつぶさにみていくのが大切。例えば、児童それぞれが単元を通して、どのように見方や考え方が変容していったのか毎時間ごと観察しまとめる。それを類わけすることによって、実践する者の力となっていくのではないか。

2 助言者より

札幌市立伏古北小学校 小川 以心 校長先生

- ・なぜ、過去の実践において、水蒸気に変化していくことを学習した後に、水が氷へと変化していく実践をしていくことが多いのかを考えてみると、見た目に変化が良く見られる0℃～100℃の間がおもしろいからだと思う。目に見えるたくさんの変化をつかまえることによって、水が氷に変化していくという多くの現れが見えないことに興味感心をもって調べることができるのではないか。
- ・子どもたちがやってみたくて興味感心が高まり、思考していくことの流れを大切に単元構成を大切にしていける必要があると考える。

札幌市立北園小学校 菊池耕司 校長先生

- ・子どもが、水を冷やし、温度変化がない時に、水が氷へと変化していくことを、そのまま、「温度変化がない時に状態変化をする」という見方の獲得になるのだろうか。子どもたちにとって、そのような見方や考え方は難しいと思う。水が氷る現象と、水が水蒸気になる現象を同じように考えることは、難しいのではないかと思う。

(文責 札幌市立美香保小学校 岩野 晃)

VI 研究の成果

1. 問題解決の道筋を明確にする表現のあり方

液体から固体へと目に見える状態変化の経験は、液体から気体という見えない世界をとらえる足がかりとなる。

次の三つの点が成果として考えられる。

○「同じように変化するかも」といった考えが、素朴概念を打ち崩す。

○沸騰の様子を様々な観点から見る目が育つ。

○見える世界をもとに、見えない世界が想像できる。

水が氷へと状態変化する時、温度変化がないことを結びつけて考えた子供は、沸点時に温度変化がないと「同じようになるところなのか」と考え、その様子をつぶさに見ていくことになった。

氷になっていく変化を捉えていくことは、比較的易しい。それは、目に見える世界であり、「かちかち」といった見た目、体積が増えるという量的な捕らえなど、様々な角度から、見ていくことができるからと考える。この変化を見た子供たちは、沸点時も温度が変化しない時も、今度は、どんなことが起こるのか丁寧に見ていくことになった。湯気や泡の変化、または、水量の変化などを見て、これらは、「変身していくことの表れ」として見ていくことができたのである。

氷の様子は、目に見えるものであり、比較的容易にその様子を推察していくことが可能である。目に見えない水蒸気は、消えてなくなるととらえがちにだが、しっかりと「変身していく」と見方や考え方が表出しやすくなったのである。

しかしながら、課題として、固体から液体(氷から水)、気体から液体(水蒸気から水)など、一連の状態変化を温度に関係付けながら捉えなおしていく必要があったのではと考える。

水から氷になっていく様子を捉えた後、氷から水になっていく様子を見ていくことにより、その温度によっての状態変化への見方や考え方が深まっていくだろう。すると、水から水蒸気、水蒸気から水という変化もよりよく見ていく目が育っていくのであろう。

そのことにより、温度上昇による固体、液体、気体へと変化していくことと、温度降下による気体、液体、固体への変化と一連の変化を大きく捉えることができたのではないかと考える。

2. 他者との関係を明確にする表現のあり方

氷へ状態変化と比較した考えを価値づけることで、水蒸気への変化の見方が深まる。

子供たちは、水が水蒸気になっていく過程をなんとなく捉えている。発話分析でもわかるとおり、氷になっていくことと比較した時、その同意や差異を意識し始めた。また、このことで、よりはっきりと「状態が変わる」というのが意識づくことに向かったのである。

また、発話からもわかるとおり、課題の振り返りを促しても、子供の意識が「状態が変わる」ことに向かわないこともよくわかった。

さらには、4年生なりに見えない世界を推論していく活動が大切なこともはっきりとした。見えない状態をモデル化していくことで、他者との考えの比較が容易になり、泡は、小さな見えない水のあつまりという考えへと高まっていくこととなった。モデル図の表し方は、科学的には、正解ではないかもしれないが、見方や考え方を深めていくには、重要なツールとなっていくのである。

(文責 札幌市立美香保小学校 岩野 晃)

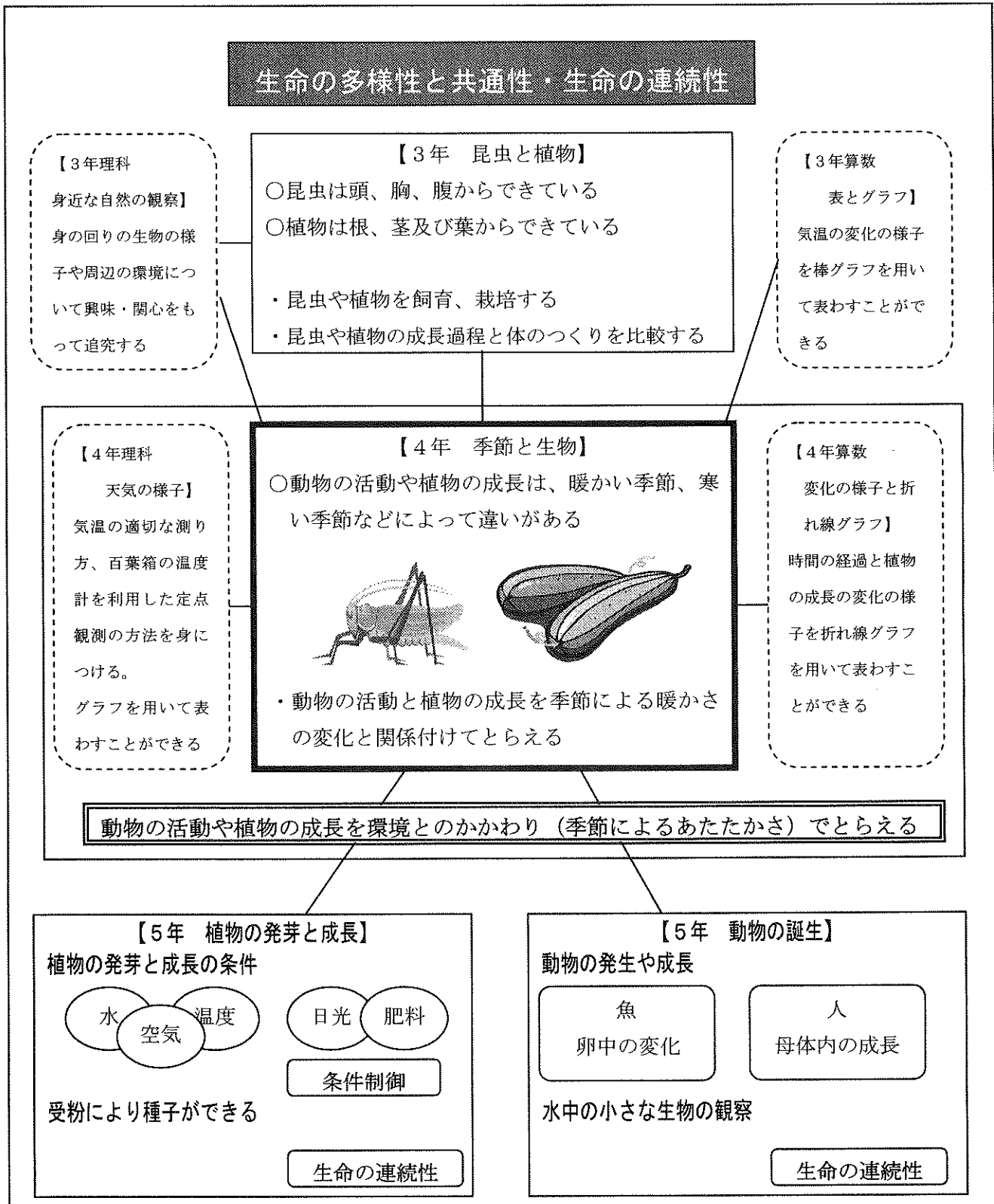
「科学的に調べる力を伸ばし、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

～共に学び、科学的な見方や考え方をつくる理科学習～

4年「あたたかさ生き物」の実践を通して

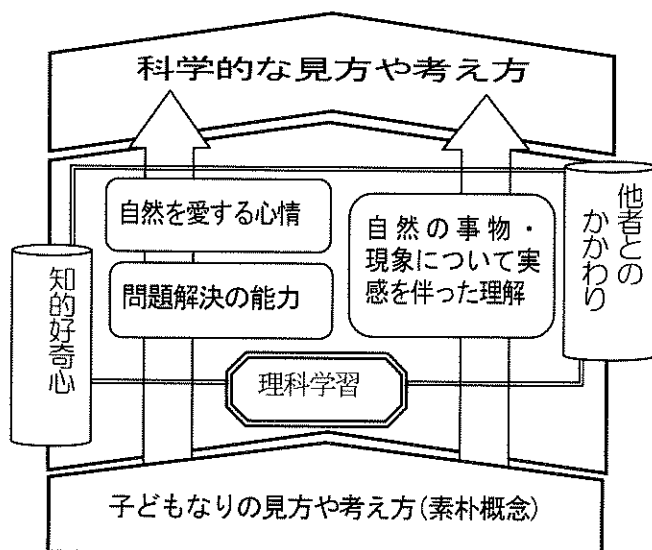
研究者 ○荒井 健 (根室市立北斗小学校)

内容の系統



I 研究の仮説

理科の学習過程は子ども自身が見通しをもって問題解決活動に取組み、自然事象に対するこれまでの見方や考え(素朴概念)を科学的な見方や考え方に変容していく過程である。



理科の学習において、他者とかかわる場面が必要不可欠であることは言うまでもない。問題解決活動を促進したり深化したりするとともに、自分の見方や考え方を見つめ直す機会を設定するという重要な役割を担っている。

したがって、意図的に他者とかかわる場面を構成し、仲間と共に学び、科学的な見方や考え方をつくることの実感をさせていくことが大切である。

以上のように、根室支部では、子どもが問題解決活動を通して科学的な見方や考え方をつくる過程において、他者とかかわりを大切にする理科学習を目指し、本研究主題を設定した。

研究仮説

理科の学習過程において、育てたい資質・能力を明確にした単元を構成し、他者とかかわる場面を工夫するとともに、指導と評価の一体化を図ることにより、子どもが、共に学びながら科学的な見方や考え方を身に付けることができるだろう。

本研究では、4年「あたたかさとしき物」の実践を通して研究主題の具現化を図った。

II 研究の方法

1. 育てたい資質・能力を明確にした単元構成

4年生では、比較したりする能力をさらに高めると共に

変化とその要因を関係づける能力を育成することが重要である。本研究では、「天気の様子と気温」で培った気温の計り方の技能を生かし、根室市と青森県弘前市における「昆虫の出現の様子」「ヘチマの成長記録」「気温」を「比較する」活動を軸に据えて単元を構成した。動植物の様子の観察と気温観測の継続的な取組みを通して、子どもが自発的に両者を比較し、動植物の様子と季節の移り変わりには関係性があることを見いだすことができるよう工夫した。

2. 他者とかかわる場の工夫

下記の3点を目指し、本単元の活動に一人一人がかかわり続ける活動を大切にした。

- 個々の児童が対象を定めた継続観察
- 弘前市の子ども達との学びの交流

- ①学習課題の焦点化
- ②子どもの問題解決活動の促進
- ③実感を伴った理解

3. 指導と評価の一体化

子ども達にとって、継続的な動物の観察は困難であると考え、昆虫シールで昆虫の出現の様子を観察することにした。こうすることで、子ども一人一人が自然事象をじっくり見つめ、自然に対する興味・関心(・態度)を高めながら学習に取り組むことができると考えた。また、学習内容に合わせた記述テストを作成し、市販の単元テストだけでは見取りきれない「科学的な思考」や「知識・理解」を評価することとした。この取組みを通して、子ども一人一人の事象に対する見方・考え方を把握するとともに、内容の習得状況を的確に見取り、以後のかかわりに生かすことができると考えた。

III 研究の概要

1. 育てたい資質・能力を明確にした単元構成

(1) 必要な技能の習得

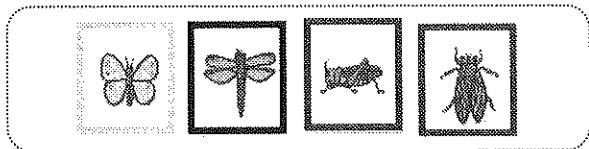
本単元の学習を進めるために必要な技能として、正確に気温を計測できることが必要であると考えた。そこで、学年初めの単元に、「天気の様子と気温」を扱い、子ども一人一人が百葉箱で正確に気温を計測できる力を身に付けた上で単元に入ることにした。

(2) 継続的な学びを保障する

本単元は、動植物の継続的な観察が必要である。根室市

街地の立地条件を考えると、鳥類や水辺の生物の日常的な継続観察が困難な状況である。そこで、児童にとって身近な昆虫を対象として、季節による活動の様子の変化を観察することにした。子どもが観察と記録を容易に行えるように「昆虫シール」を開発した。

子ども達が登下校など、日常生活のなかで昆虫を見かけた時にカレンダーグラフにシールを貼る形式とした。こうすることで、時系列による昆虫の出現や活動の様子の把握が容易になると共に、年間を通しての変化の様子が明らかになると考えた。



植物に関しては、「ヘチマ」を全児童の共通教材として育て、成長の様子を観察、記録していった。また、個々の児童が、場所や対象を定めた定点観測を同時に行い、随時ワークシートに観察、記録していった。

(3) 根室市と弘前市の比較

「温度」が動植物の様子の変化に与える影響をより強く意識できるように工夫した。

根室市と気候の異なる青森県弘前市の小学校に同様の観察、記録を行ってもらい、そのデータを交流することとした。共通で調べていく観点は、以下の通りである。

- 昆虫の数 ○昆虫が現れる時期
- ヘチマの生長記録(写真記録、全長計測)
- 1日の気温観測(午後1時に百葉箱で観測)
- 棒グラフでの記録
- (20℃以上～赤・10～19℃～黄・9℃以下～青)

あたたかさの異なる両市を比較することで、昆虫の出現の時期やヘチマの成長に明らかな違いがでることが予想できた。そのため、子ども達は、これらの違いに関係する要因(気温)に自然に着目できるであろうと考えた。

2. 他者とかがわる場面の構成

(1) 個々の児童による定点観察の交流

植物の継続的な観察は、ヘチマを育てたり、校内周辺の自然植物を子ども達一人一人が選んで観察したりする活動を継続的に行うことにした。こうすることで、植物の成長についての興味・関心をもつと共に、それぞれの様子について互いに交流することで、2種類以上の植物の成長について追求できると考えた。

(2) 弘前市の子ども達との学びの交流

本単元では、問題解決に向けた子どもの思考を重点としたいと考えた。そこで、弘前市の子ども達との交流の仕方は、子ども達の関係性の維持を目的とするのではなく、あえてデータと画像の客観的事実となる情報の交流に重きをおいた。

3. 指導と評価の一体化

(1) 昆虫シールのかかわりにおける長期的な行動観察

長期的な継続観察が必要な本単元では、子ども達の興味・関心や観察意欲を持続させることが難しいことが予想された。手間なく、見やすく、簡単に記録ができ、継続できる「昆虫シール」を用いた。シールには、あらかじめ自分の名前を記入しておいた。こうすることで、一人一人の興味・関心を喚起すると共に、取り組みやその変容の様子を見取り、かかわりに生かすことができると考えた。

(2) 自作テストによる的確な習得状況の把握

「科学的な思考」や「自然事象についての知識・理解」の評価については、季節の移り変わりに合わせて、単元の節目に、小テストを設定した。その際、徐々に言語活動の質が高まるように以下のような形式のテストを行った。

- ①あたたかくなると ～ () 穴埋め式
- ②あつくなると ～ キーワード条件付き記述
- ③すずしくなると ～ キーワード条件付き記述
- ④さむくなると ～ 自由記述

こうすることで、本単元において身に付けた力を習得できているかよりの的確に見取ることができると考えた。

4. 単元の目標

総 動植物の活動の変化の様子について興味関心をもって進んで観察したり追究したりする活動を通して、動植物の活動の様子とあたたかさの変化とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、動植物の成長と環境とのかかわりについての見方や考え方をもち、身につけることができるようにする。

関 動植物の活動の変化の様子に興味をもち、進んで観察しようとする。

科 動植物の活動の様子をあたたかさの変化と関係付けて考えることができる。

実 季節によるあたたかさの変化と動植物の様子の変化を観察し、的確に記録することができる。

知 季節によるあたたかさの変化によって動植物の様子に変化があることを理解できる。

IV 単元の全体指導計画 「あたたかさと生き物 ～あたたかくなると～」（7時間扱い 4月～5月）

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;">【第1次 1年間の観察の計画をたてよう 2時間】</p> <p style="text-align: center;">動物・植物の様子を調べるための計画を立てよう</p> <p>○動物は、なかなか観察できないな。 ⇒ 昆虫なら見つけられそうだ。 ○植物は、すぐにみつかるとよ。 ⇒ 観察する植物を選ぼう。 ○去年は、ホウセンカやヒヤクニチソウを育てたよ。 ⇒ 今年は、ヘチマに挑戦だ。 ○どうやって観察したらいいかな。 ⇒ 1年間観察し続けよう。</p> <p>気温も調べていくんだ。 百葉箱だといつも同じように測れるね。</p> <p style="text-align: center;">動物は「昆虫」を植物は「ヘチマと選んだ植物」を調べる</p> <p style="text-align: center;">調べていく生き物が決まったよ。これから1年間調べていこう</p>	<p>◆本単元を取り組む前に、「天気の様子」と「気温」の単元を扱う。そこで培った百葉箱での気温の測り方を活かす。</p> <p>◆これからの学習の見通しをもてるように観察の方法や意義を理解できるようにする。</p> <p>◆天気と気温の変化で培った技能を関連付ける。</p>
<p style="text-align: center;">【第2次 春の生き物の様子を調べよう 5時間】</p> <p style="text-align: center;">あたたかくなるとヘチマや昆虫の様子はどうか調べよう</p> <p style="text-align: center;">気温を測る活動</p> <p>○毎日、百葉箱で気温を測る ○計測した気温は、棒グラフで色を塗り記録する</p> <p style="text-align: center;">選んだ植物を定点観測する活動</p> <p>○1年間同じ植物を観察し続ける ・もうすぐサクラが咲きそうだ。 ・緑が多くなってきたよ。</p> <p style="text-align: center;">ヘチマを植えて育てる活動</p> <p>○ヘチマの種を植える ○ヘチマの育て方を調べる ・ヘチマは25度以上じゃないと芽がでないよ。 ・あたたかくなるまで教室で育てよう。 ・芽がでてきたよ！</p> <p style="text-align: center;">昆虫シールで身の回りの昆虫を観察する活動</p> <p>○身の回りにはいる昆虫をあげる ⇒ チョウ・バッタ・トンボ・セミ ○昆虫シールで観察を続ける ○青森県弘前市と昆虫の発生時期を比べる ・チョウを見たよ！バッタはまだ見ないな。 ・あたたかくなってきて昆虫のシールが増えてきたね。 ・青森では、もうバッタが見えているよ。</p> <p style="text-align: center;">・あたたかくなるとヘチマの芽が始め、成長していく ・あたたかくなると昆虫の数が多くなる</p>	<p>◆1日の気温は、毎日日直担当の児童が午後1時に計測し、黒板に表記するなど、子ども達にとって気温が身近な情報となるようにする。</p> <p>○気温棒グラフ記録の仕方 20度以上 ⇒ 赤 10度～19度 ⇒ 黄 9度以下 ⇒ 青</p> <p>◆「へちまの栽培」、「昆虫シール」と「気温観測」を、青森県弘前市の小学校で1年間、同様に行ってもらおう。</p> <p>◆「昆虫シール」では、チョウ・バッタ・トンボ・セミを対象とする。見かけた日にシールを貼ることとする。初めて観察した日は、大きなシールで記録する。</p> <p>◆「へちまの栽培」、「昆虫シール」と「気温観測」を、青森県弘前市の小学校で1年間、同様に行ってもらおう。</p> <p>◆自作テストは、穴埋め式のものを用いる。</p>
<p>単元テスト・自作テストに取り組む</p>	

「あたたかさと生き物 ～あつくなると～」（6時間 6月～8月）

暑くなると動植物の様子がどのように変わるか調べよう

気温を測る活動

- ・根室も赤（20度以上）が増えてきたね。
- ・青森は6月からずっと赤だよ。
- ・5月から根室と青森で気温に差がでてきたね。

選んだ植物を定点観測する活動

- 一人一人が選んだ植物の様子を学級で交流しあう
- ・葉っぱが増えて緑がいっぱいだよ。
- ・花も咲いているよ。
- ・花が咲いて、その後、葉っぱがたくさん増えた木もあるよ。

ヘチマを植えて育てる活動

- 室内から校舎外の温室へと植え替える
- ヘチマの成長に水をたくさんあげることが必要なことを知る
- ヘチマの成長記録を計る活動を取り入れる
- ・ヘチマがだんだん大きくなってきた。
- ・1日で○センチも伸びたよ。

昆虫シールで身の回りの昆虫を観察する活動

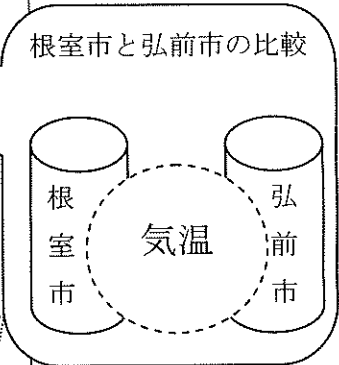
- ・バッタもみるようになったし、トンボもみたよ。
- ・セミが鳴いていたのも聞いたよ。
- ・昆虫の数も春よりずっと多いね。

・あつくなると、ヘチマはくきがのびたり、花がさくなどしてよく成長する。
 ・あつくなると、昆虫の種類が増えて、数も増える。

単元テスト・自作テストに取り組む

◆気温は、昆虫シールと一緒に「気温昆虫カレンダー」として学級掲示する。あたたかさの比較ができやすいよう弘前市の気温グラフも掲示する。

◆弘前市のヘチマの成長記録は提示しないでおく。



◆自作テストは、キーワード抽出の記述式を用いる。

- 「あつくなると」
- キーワード
- ①あつくなると
- ②ヘチマ
- ③成長
- ④昆虫の数

「あたたかさと生き物 ～ずずしくなると～」(6時間 9～11月)

あたたかいところとずずしいところを比べよう

ヘチマを植えて育てる活動

- 育ててきたヘチマの様子を観察して、記録する
- ヘチマの様子に変化はあるのかな?大ききや色は?
 - ・葉が茶色くなってきたよ。花の下に実ができてきたよ。
- これまでの観察記録を振り返り、育ち方と温度の関係について考える。
 - ・あたたかいところは成長が早かったね。

ヘチマは暑くなると大きく成長して、ずずしくなると、実ができてくるのだね。

昆虫シールで身の回りの昆虫を観察する活動

- 身の回りで見られる昆虫の様子について話し合う。
 - ・昆虫の数や種類は? ・昆虫の成長の様子は?
- あたたかいところよりも、昆虫の数や種類が少なくなってきたよ
- あたたかいところと様子が変わってきたわけを考えて話し合う。
 - ・あたたかさはどうかな ・食べ物はどうかな
 - ・ずずしくなったから、昆虫の数が減ってきたんだ!

あたたかいところは、ヘチマが大きく成長し、昆虫の数も多いよ。
ずずしくなると、ヘチマに実がではじめて、昆虫の数が少なくなるよ。

根室市と弘前市の動植物の変化の様子を比べてみよう

- 根室市と弘前市のヘチマの育ち方と昆虫が現れる様子を比べて違いを見つける。

ヘチマの成長	根室市	弘前市
タネ植え	5月○日	5月△日
5月○日	○cm	△cm
6月○日	○cm	△cm
月 日	cm	cm

- 弘前市と根室市の昆虫の現れる時期の違いを予想し交流する。
- ヘチマの育ち方や昆虫が現れる様子に違いがある要因について考える。

根室

弘前

ヘチマの育ちがゆっくり
ヘチマの全長が短い
昆虫が現れるのが遅い

ヘチマの育ちが早い
ヘチマの全長が長い
昆虫が現れるのが早い

「気温」にちがいがあるよ。

単元・自作テストに取り組む

◆あたたかい時の様子を想起させ、葉の色や実の様子など違いに目を向けさせる。・観察カードに、図と言葉で記録させる。

◆昆虫の現れる時期や数と気温の棒グラフの関係に着目させる。

◆根室市と弘前市の「ヘチマ成長記録」から同じ月と近い日にちで定点観測したものを比べる。

◆根室市と弘前市のヘチマの成長変化の様子を比べやすいように、写真や絵を添付した観察記録紙を提示する。

◆気温の関係に着目できるように、根室市と弘前市の「ヘチマ成長記録」や「気温昆虫カレンダー」を比べる。

◆自作テストは、キーワード抽出の記述式を用いる。

- 「ずずしくなると」キーワード
 - ①ずずしくなると
 - ②ヘチマ
 - ③成長
 - ④昆虫の数

「あたたかさと生き物 ～さむくなると～」
【第1次 寒くなると 4時間 11月～12月】

さむくなると動植物の様子がどのように変わるか調べよう

気温を測る活動

- ・青（9度以下）ばかりだね

選んだ植物を定点観測する活動

- ・葉っぱが落ちて枝だけになっているよ
- ・木は枯れてしまったのかな

ヘチマを植えて育てる活動

- ・できた実は茶色くなってしおれてきたよ
- ・ぶよぶよしているよ
- ・くさってきたのかな

昆虫シールで身の回りの昆虫を観察する活動

- ・すずしくなる頃から昆虫を見なくなったよ
- ・石のしたにワラジムシはいたよ

ヘチマとサクラの様子をくらべよう

ヘチマ

- ・くさってかかれてしまっている
- ・実から種がでてきた

サクラ

- ・葉っぱが落ちて枝だけ
- 種はないけど？

「命の伝え方」にちがいがああるよ

寒くなると、昆虫が少なくなり冬ごしを始めるのがある

ヘチマとサクラには命の伝え方に違いがあり、枯れないで生きている植物がある

単元・自作テストに取り組む

【第2次 生き物の一年をふり返って 4時間 1月～2月】

動物や植物の様子はあたたかさによって1年間でどのように変化したか振り返ろう

ヘチマは…

昆虫は…

サクラは…

動物や植物はあたたかさに合わせて活動し、命を伝えているんだね

◆ヘチマとサクラ（落葉樹）
に対象を定め、比較する。

◆自作テストは、記述式を用いる。

◆根室の地域性から、冬越しから再び活動を始める動植物の観察が困難なため、春の様子を想起する活動とする。

V 本時の展開

1. 目標

根室市と弘前市のグラフをもとに、ヘチマの成長変化や昆虫が現れる時期の違いが「気温」と関係していることをとらえることができる。(科学的な思考)

2. 学習の展開 (5/6)

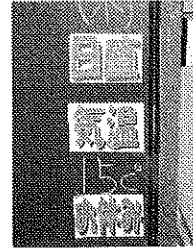
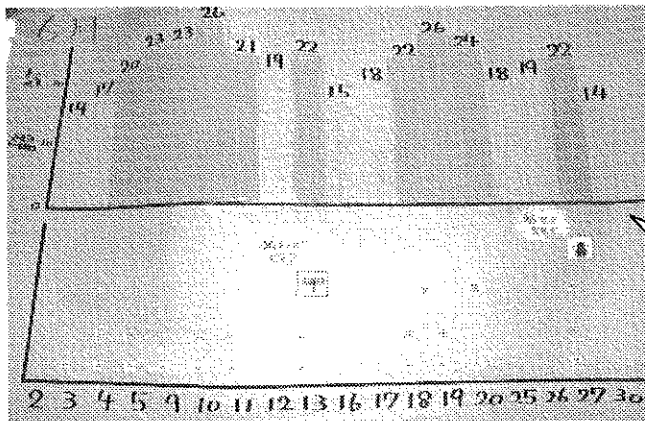
活動の広がりや深まり	留意点																														
<p>～前時までのふり返しをする～</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>あたたかくなると</p> <p>ヘチマが大きく育ったよ</p> <p>昆虫がたくさんいたね</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>すずしくなると</p> <p>ヘチマに実ができたよ</p> <p>昆虫が少なくなってきた</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>根室市と弘前市の動植物の変化の様子を比べてみよう</p> </div> <p>○根室市と弘前市のヘチマの育ち方を比べて違いを見つける。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">ヘチマの成長</th> <th style="width: 35%;">根室市</th> <th style="width: 35%;">弘前市</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>タネ植え</td> <td>5月12日</td> <td>5月12日</td> </tr> <tr> <td>芽がでた</td> <td>5月○日</td> <td>6月12日</td> </tr> <tr> <td>6月□日</td> <td>○cm</td> <td>○cm</td> </tr> <tr> <td>7月□日</td> <td>○cm</td> <td>○cm</td> </tr> </tbody> </table> <p>○気付いたことを交流し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・根室のヘチマは弘前にくらべて小さいんだね ・弘前のヘチマは大きいね。 <p>○昆虫の現れる時期のちがいを予想し、交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・根室よりも早そう。ヘチマと同じように弘前が早いかな。 ・弘前は、あたたかいから昆虫も現れる時期が早いと思う。 <p>○根室市と弘前市の「気温昆虫カレンダー」で、昆虫の現れた時期を比べてみる。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">昆虫の出現日</th> <th style="width: 35%;">根室市</th> <th style="width: 35%;">弘前市</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>チョウ</td> <td>5月23日</td> <td>5月1日</td> </tr> <tr> <td>バッタ</td> <td>6月11日</td> <td>5月8日</td> </tr> <tr> <td>トンボ</td> <td>7月11日</td> <td>6月13日</td> </tr> <tr> <td>セミ</td> <td>9月2日</td> <td>6月27日</td> </tr> </tbody> </table> <p>○表からわかることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・やはり弘前では、昆虫が早く現れているね。 ・根室では、昆虫が現れるのが1ヶ月くらい遅いんだ。 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>根室の方はヘチマの成長がゆっくりだね。昆虫が現れるのも遅いんだ。</p> </div> <p>○ヘチマの育ち方や昆虫が現れる様子に違いがある要因について考える。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px auto;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; width: 40%;"> <p>根室</p> <p>ヘチマの育ちがゆっくり</p> <p>ヘチマの全長が短い</p> <p>昆虫が現れるのが遅い</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; width: 40%;"> <p>弘前</p> <p>ヘチマの育ちが早い</p> <p>ヘチマの全長が長い</p> <p>昆虫が現れるのが早い</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 60%;"> <p>「気温」にちがいがあつよ。</p> </div> <p>○学習のまとめをする</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>あたたかいと、植物の成長や昆虫が現れるのが早いんだね。</p> <p>動植物の様子の変化には、「気温」が関係しているんだね。</p> </div>	ヘチマの成長	根室市	弘前市	タネ植え	5月12日	5月12日	芽がでた	5月○日	6月12日	6月□日	○cm	○cm	7月□日	○cm	○cm	昆虫の出現日	根室市	弘前市	チョウ	5月23日	5月1日	バッタ	6月11日	5月8日	トンボ	7月11日	6月13日	セミ	9月2日	6月27日	<p>○前時までに習得したことを確認する。</p> <p>○根室市と弘前市のヘチマの成長変化の様子を比べやすいように、写真や絵を添付した観察記録紙を提示する。</p> <p>○根室市と弘前市の「ヘチマ成長記録」から、同じ月と近い日にちで定点観測したものを比べる。</p> <p>○弘前市のヘチマの成長変化の傾向を、昆虫の現れる時期にあてはめながら予想できるように支援する。</p> <p>○弘前市の「気温昆虫カレンダー」の記録を掲示し、昆虫の現れた日にちに着目しながら、根室市の「気温昆虫カレンダー」と比べられるように支援する。</p> <p>○根室市と弘前市の「ヘチマ成長記録」と「気温昆虫カレンダー」を比べ、これまでの学習を振り返りながら、気温との関係に着目できるように支援する。</p>
ヘチマの成長	根室市	弘前市																													
タネ植え	5月12日	5月12日																													
芽がでた	5月○日	6月12日																													
6月□日	○cm	○cm																													
7月□日	○cm	○cm																													
昆虫の出現日	根室市	弘前市																													
チョウ	5月23日	5月1日																													
バッタ	6月11日	5月8日																													
トンボ	7月11日	6月13日																													
セミ	9月2日	6月27日																													

VI 子どもの活動の実際<根室市立北斗小学校の実際>

1. 育てたい資質・能力を明確にした単元の構成

(1) 必要な技能の習得

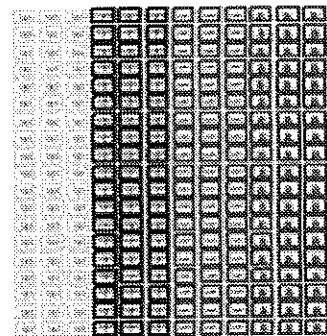
百葉箱での気温観測が継続的な取り組みとなるように、毎日午後1時に日直を担当する児童が観測していった。こうすることで一人一人の子どもが責任をもちながら、学習にかかわっていった。観察した気温は、黒板に表記していった。子どもが「昨日よりあったかいね」と発言するなど、生活の中で気温を意識していくことにつながった。また、「気温と昆虫カレンダー」となる模造紙に棒グラフで記録していった。チョークでグラフの色を塗り、マジックで温度を記入する簡単な作業である。その際、温度別に色を変えて記録することとした。こうすることで、変化の様子を一目でわかりやすく見ることができた。その後、子ども達からは、「だんだん青がなくなってきたね」「赤の日がでてきた」「6月は赤が多いね」など、変化の様子を色でとらえている発言があった。



20°C以上 → 赤
10°C～19°C → 黄
9°C以下 → 青

(2) 継続的な学びを保障する

子ども達にとって身近な昆虫を対象とした「昆虫シール」を活用することで継続的な観察が可能となった。対象となる昆虫は、「チョウ」「バッタ」「トンボ」「セミ」の4つである。登下校時などに昆虫を見かけたら記録するという形式で、長期間無理なく手間をかけることなく継続的に取り組めることに重点をおいた。「今日、チョウがいたよ」という子どもの発見も、シールにすることで、記録が容易になり、また着実にデータが蓄積されていった。ふり返りがしやすくなるよう、初出現・発見の時には、大きなシールをはることにした。「根室は5月にチョウが出始めたね」「弘前市は4月にはチョウがいるよ」という発言からは、昆虫シールをもとに両市を比較しながらとらえている様子がみてとれた。



(3) 根室市と弘前市の比較

あたたかさの異なる両市を比較することで、昆虫の出現の時期やヘチマの成長に明らかな違いがでることが予想できた。そのため、子ども達は、これらの違いに関する要因（気温）に自然に着目できるであろうと考えた。ヘチマの種をまく日は揃えるなど、できる限り条件を揃えていった。4月の取り組み初めは、大差はなかったが、5月～6月にかけて、弘前市の気温上昇に伴い、昆虫の出現時期に違いが出始めた。子ども達からは、「根室市はチョウが出始めたばかりなのに、弘前市はバッタも出始めている」といったつぶやきがあった。両市を比較することは、昆虫の出現時期の様子に気付き、その要因となっているものは何か探っていくための手がかりとなっていった。

2. 他者とかかわる場面の構成

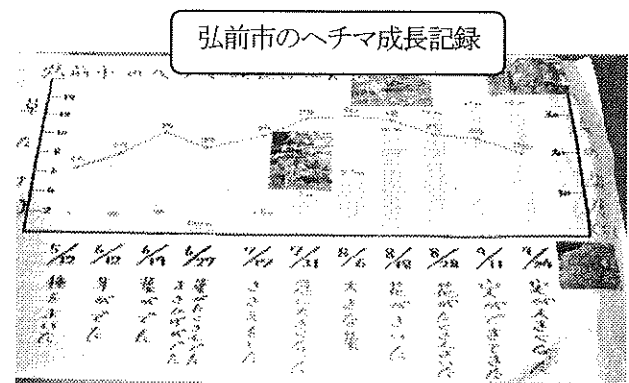
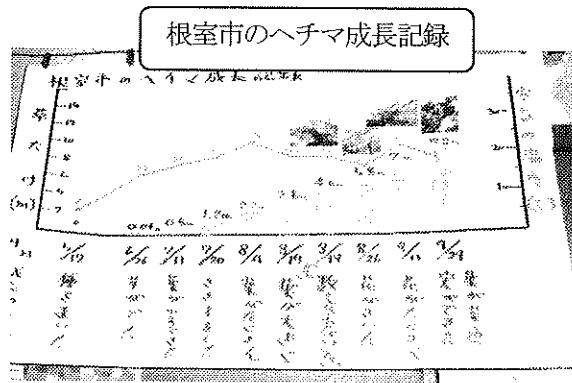
(1) 個々の児童による定点観察の交流

子ども達は学校周辺にある桜や栗、ナナカマドやカエデの木など自分が観察する植物を選んで、1年間定点観察を行った。「だんだん葉が多くなってきた」「ナナカマドに実がなった」と植物の様子の変化を一人一人がとらえてい

った。また、自分が選んだ植物の他に友達の選んだ植物の様子を交流することで、「サクラは他の木よりも花が咲くのが早かった」「寒くなってナナカマドの葉が落ちてきた。松は葉が落ちない」というように花が開く時期、実や葉の様子は植物によって違いがあることに気付く発言がみられた。互いの学びを交流しながら、日常的な気温観測と定期的な観察を続けていくことによって、自然と「温度」に着目した考えがもてるようになっていった。

(2) 弘前市の子も達との交流

9～10月のずいぶんなる時期となると、ヘチマの成長は、根室市は8mであったのに対し、弘前市は13mと大きな差となって現れていた。「気温昆虫カレンダー」の記録の蓄積により、赤色の日が多いこと(20℃以上)に注目していた子ども達は、これらのちがいの要因は、「温度」であることをすでに気付いていった。環境の異なる遠隔地との交流によって、動植物の様子の違いから、その要因が「温度」であることが自然と焦点化されていった。



3. 指導と評価の一体化

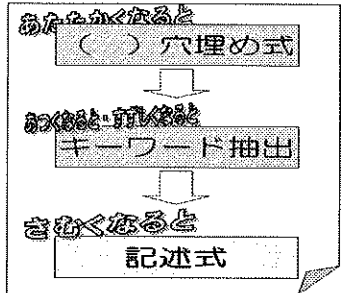
(1) 昆虫シールで長期的な行動観察

昆虫シールの取り組みは、子どもが身近な自然事象に関心をもち、気付きの視野を広げる上で効果的であった。一時的な盛り上がりで終始するのではなく、継続的なかわりの中で、自然に対する興味・関心(・態度)を育むことにつながった。また、シールにはあらかじめ自分の名前を記録した。興味・関心の変容を長期的な行動観察を通して見取り、一人一人のかわりに生かすことができた。

(2) 自作テストによる習熟状況の把握

本単元での「科学的な思考」や「自然事象に対する知識・理解」の評価を適切に行えるように自作テストに取り組んだ。こうすることで、本単元で身につけたい力が習得できているかを的確に見取ることができた。また、自分の気付きや考えを書き表す力を身につけていくことにつながった。

さらに評価場面に言語活動を位置づけ経験や体感を言葉で表わすことでより理解に深まりがみられた。



4. 成果と課題

問題意識の焦点化をねらいとした四季のはっきりしない根室市と弘前市を比較することによって、動植物の様子の違いには、「温度」が関係していることが明確となり、実感を持った理解につながった。さらに、自作テストに取り組むことにより、市販テストだけでは見取りきれない個々の習熟状況が見とれたと同時に、段階を踏みながら言語活動を高めていくことができた。一方で、一人一人の思考の流れや気付きを大切にするのであれば、情報を提示しすぎたと考えている。動植物の変化の様子と気温の記録を平行して提示していくのではなく、別に提示する機会を設定することで両者の関係性を導き出すために、グラフを照らし合わせるなど、より子ども達自身の手による問題解決が図れたのではと考えられる。

Ⅶ 分科会の記録

1. 討議の内容

(1) 単元の構成と子どもの学びの姿について

- ・習得のために自作テストをするのはなるほどと思う。この単元の学習が次の学習の課題解決につながる場面が見られたのか教えてほしい。
- ・季節の変わり目を子ども達はどのように見通していたのか。
- ・1年間継続して取り組んだことがすごい。最初の子どもたちがもっていた意識はどうなったのか。それがどのように変わったのか。
- ・他校の小学校とメールのやりとりをしたことがある。そこでわかったことは、4年生の子ども達は自分たちが主で、相手を比較対象とみていることだ。つまり、自分たちとの違いから気付いていく。2つを並列に並べて比較することはしなくても良いのではないか。

(2) 根室市と弘前市の比較について

- ・本時では、弘前と根室の比較をどのように行ったのか。
- ・根室の気候は難しく教科書通りにいかない。グラフに表していくことで季節による温度の変化を見ていくことができていた。弘前市との気温の変化の違いもよくわかった。子ども達は生き物の出現と気温が関わっていることはすぐに気付いていた様子。
- ・なぜ弘前だったのか。札幌なども考えられるが。
- ・弘前市は端であると言っても本州であるため、本州の気候と比較ができることに意義を感じた。
- ・比較することはとてもいい試みである。ずっと根室に住んでいる子どもはグラフで比較することで気温についてよく理解できる。昆虫やヘチマの違いからもより実感できる。科学的な見方や考え方をつくるにはもう少し工夫が必要である。弘前ではこの日にこの昆虫が見られたなら、根室では?と展開していくと良いのではないか。そうすることで再現性も確かめられる。
- ・子ども達がすぐに気温に着目するのは、気温しか調べていないので当然と言える。自分たちの記録を見直すことが科学的な見方や考え方となる。可能性のある実践だと思う。
- ・根室市と弘前市の気温のグラフとヘチマの生長のグラフを同時に提示してしまわないほうが良かったと考える。

2. 助言者より

(1) 札幌市立新陵東小学校 小川 以心 校長より

- ・弘前市と根室市を比較することは、緯度であったり、本州であったりということをつまえてちょうど良いだろう。
- ・問題解決としている中で、単元のどの課題をもっとも重要な課題とするかが見えてこなかった。
- ・比較する情報など要素が多い中で、絞りながら単元構成を工夫していくと良いのではないか。

(2) 札幌市立北園小学校 菊地 耕司 校長より

- ・この単元での入り口と出口の所はどこかということを大切に授業づくりをしてほしい。
- ・子どもがどういう場面や学習で興味、関心をもったか見えてこなかった。
- ・根室市と弘前市というように2つの場所を比較することはとても良い。
- ・実践によるただの体感、実感ではなく、数値を通して比較、検討しながら生き物の成長をみていくことがこの授業の本質であると言える。

Ⅷ. 研究の成果と課題

1. 育てたい資質・能力を明確にした単元の構成

地域の特性を生かした観察や記録を子どもが進んで行える活動を構成することで、動植物の様子の変化の要因をとらえることができる。

(1) 年間を見通した単元配列

本単元の学習を進めるためには、正確に気温を計測できる技能を身につける必要があった。そのため、「天気と様子の変化」の単元を事前に扱うこととした。子どもが黒板や「気温と昆虫カレンダー」に毎日気温を記録していくことで、「今日は、昨日よりあたたかいね」など自然と温度を意識したつぶやきが聞こえる学びの土壌作りができた。さらに、一人一人が学習の対象にかかわることで、1年間という長期間における気温データの着実な蓄積が行うことができた。また、サクラの開花が5月中旬となる根室の自然環境を考えると、教科書通りの単元配列では困難な内容が生じる場合がある。あたたかくなり始める5月頃から本単元の取組みを行うことにより、教科書の内容と子どもの活動に無理のかからない単元配列となった。

(2) 継続的な学習指導の工夫

観察する対象を昆虫に特定することで、子どもは継続的な観察ができるようになり、出現数や出現時期などに着目しながら、季節に応じた変化の様子を把握していくことができた。また、「チョウをみたよ」「セミが鳴いていた」と一人一人が身近な自然事象に興味をもち、視野を広げる上でも効果的であった。「昆虫シール」の活用は、長期的な観察を必要とする本単元において、一時的な盛り上がりで終始することなく、継続的な観察やかかわりを続ける動機につながった。

(3) 根室ならではの気候を生かす工夫

動植物の様子の違いには「温度」が関係していることが明確となるように、四季のはっきりしない根室市とはっきりしている弘前市の環境の異なる両市を比較する活動を軸に据えた。両者の昆虫の活動の様子、ヘチマの成長という客観的な事実を比較することから、その違いの要因は「温度」であることが焦点化され、子ども達は変化の要因を自然ととらえていくことができた。

2. 他者とかかわる場の工夫

異なる環境の地域と交流することにより、子どもは実感を伴った理解ができる。

(1) 根室市と弘前市の異なる環境との交流

「チョウをみたばかりなのに、弘前ではもうバタがいる」といった子どもの発言からわかるように、弘前市の子ども達との学びの情報交流によって、動植物の様子の違いの要因が「温度」であることが明確となった。ここでの交流の仕方は、子ども達との関係性の維持を目的とするのではなく、あえてデータと画像の客観的な事実となる情報の交流に重きを置いた。子どもの同士の情動的な取組みを省き、本単元における問題解決に向けた思考の流れがスムーズとなるように取り組んだ。環境の異なる遠隔地との情報交流は、両者の学びを深めることにつながった。

(2) 他学年・他単元での活用

こうした情報交流は、例えば6年生の「大地の変化」の地層の様子や火山による大地の変化の様子など、教室内の実験にとどまらない比較的スケールの大きい情報資料を活用していきたい時などに有効な手段と考えられる。このような情報資料の提示は、問題解決に向けた子どもの思考に有効な手立てとなることが本研究で確かめられた。

3. 指導と評価の一体化

学習内容に合わせた評価方法の工夫により、一人一人の習得状況を的確に見取りかかわりに生かすことができる。

(1) 「昆虫シール」でのかかわり

「昆虫シール」により、子どもの興味・関心や観察意欲を持続させながら、データの蓄積を着実に行うことができた。関心・意欲といった評価観点の一つとして、「昆虫シール」による子ども達の行動観察から見取りを行うことにより評価基準の明確化が図れた。自然事象への興味・関心や視野の広がりや子どもの行動の様子や変容からつかみ、かかわりに生かすことができた。

(2) 自作テストの活用

根室市と弘前市の異なる環境との交流また、本研究において取り組んだ学習内容に合わせた自作テストの取組みは、一人一人の事象に対する見方や考え方を把握する上で効果的であったことが確かめられた。他の単元や他教科においても身につけたい力の習得状況を的確に見取る手段として有効であると考えられるため、活用していきたい。さらに、記述内容を徐々に高める取組みにより、自分の考えや理解したことを書き表すという言語活動の質を高めることにつながった。今後は、学年の発達段階に応じた科学的な思考力や表現力の育成の在り方について研究を重ね、実践に取り入れていきたい。

「科学的に調べる力を伸ばし、実感を伴った理解を図る問題解決の在り方」

～実感を伴った理解を図るための、地域・企業との連携～ 4年「体のつくりと運動」「電気のはたらき」の実践を通して

共同研究者 ○吉田 聡史 (旭川市立緑新小学校) 千葉 操 (旭川市立緑新小学校)

I 研究の仮説

全国学力調査の分析によると、「知識・技能を活用する力が身に付いている子どもは基礎的・基本的な知識・技能も定着している傾向にあるが、定着しているからといって、それらを実生活の中で活用する力が十分に身に付いているとは限らない」と指摘している。これは学習活動において、その知識・技能を十分に生かし、身近な自然事象や日常生活との関連を図り、活用できるよう手立てを講じてこなかったことに原因の一つがあるのだろう。つまり、子どもが学んだ経験や内容に対し、有用性を感じ活用を図れるような学習になり得ていないのである。

そこで、日々の理科学習で得られた概念や学び方をしっかりと身に付け、次の学習や実社会・実生活で活用できるようになることを目指して、その有用性を子ども自身が実感できたり、活用への意欲や問題意識が高まったりする学習場面をお大切に実践に取り組んだ。

小学校学習指導要領では、「実感を伴った理解」には、「具体的な体験を通して形づくられる理解」、「主体的な問題解決を通して得られる理解」、「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」の三つの側面があると述べられている。本実践が目指すのは、これらの三つの側面のうちの、実際の自然や生活との関連への認識を含む理解と言える。理科の学習で学んだ自然の事物・現象の性質や働き、規則性などが実際の自然の中で成り立っていることに気付いたり、生活の中で役立てられていることを確かめたりすることにより、実感を伴った理解を図る。その様な「納得」の理解を通して、学ぶことの意義や有用性、意欲や関心を高めていきたい。そして、それが「生きてはたらき」につながるものとする。

また、本実践では、単元の学習後の問題意識についても着目する。その問題意識が、実社会・実生活の中での活用へとつながると考えるからである。

そのため、「心の動きを伴う問題解決」を基本としながら、子どもが、学んだことが身近な生活の中で生かされていることを実感したり、生活の中に学びがにつながる強い問題意識を醸成したりする場面を明確に位置づけた実践に取り組んだ。

また、その場面においては、子どもの意識が学校の外へ向かうように、地域の施設や人材を活用することとした。

研究仮説

実感を伴った理解を図るために、身近な施設や人材を活用して、これまで学んだことが身近な生活の中で生かされていることに納得したり、これからの生活につながる問題意識を醸成したりする学習場面を位置づけていく。

II 研究の概要

これまで学んだことが身近な生活の中で生かされていることを実感したり、これからの生活につながる問題意識を醸成したりする場面は、様々考えられるが、本実践では単元の終末場面での工夫が最も効果的と考えて取り組んだ。また、「電気のはたらき」、「体のつくりと運動」の2単元で実践した。

1. 「電気のはたらき」における北海道電力との連携

本単元は、以下のようなことをねらっている。

乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池のはたらきを調べ、電気の働きについての考えをもつことができるようにする。

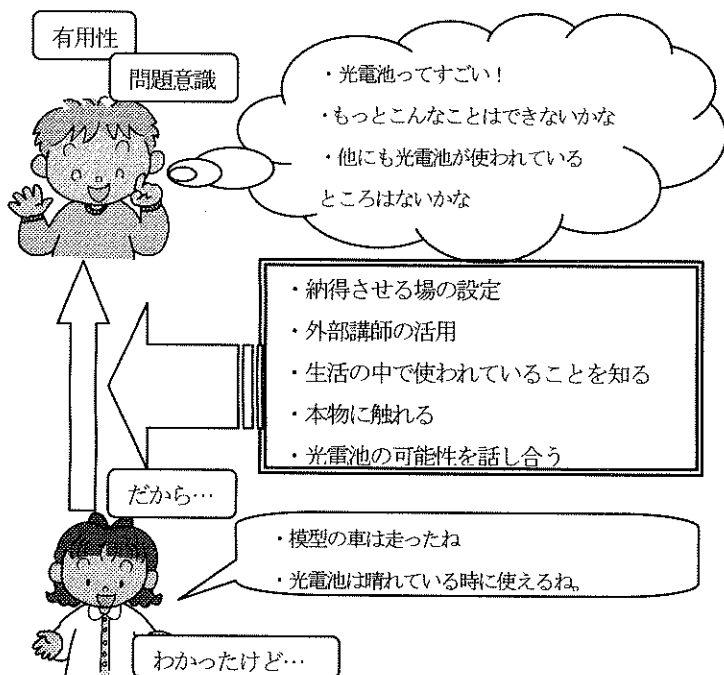
ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを。

イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。

しかし、電気の働きについての基本的な内容を学習しただけでは、学んだことが身近な生活の中で生かされていることを実感することはなかなか難しい。本実践でも、光電池を用いて模型自動車を走らせる活動を行ったが、子どもはその光電池が身近に活用されていることに気がついてはいない。晴天時のみ模型を動かすことのできる光電池では、日常生活と結びつかないからである。例えば、道路標識等に光電池が使われている場面を目にしても「ふーん」で終わってしまう。近所の家の屋根にソーラーパネルがついていても、見過ごし

て通り過ぎてしまう。

そこで、北海道電力から講師を招き、光電池についてさらに学習を深める終末場面を位置づけた。さらに、実際に活動している電力会社から光電池活用の現状をきいたり、本物の家庭用の光電池にふれることで、光電池が身の周りで使われているということを知得させたいと考えた。また、講師からの話を聞いたり、光電池を使った多くの可能性について考えたりすることで、これからの未来につながる問題意識の醸成を図った。



それにより、子どもたちは普段から、何気なく目にする光電池、さりげなく使われている光電池へ目を向け、その有用性を感じることができると考えた。

2. 「体のつくりと運動」における動物病院と旭山動物園との連携

本単元は、以下のようなことをねらっている。

人や他の動物の体の動きを観察したり資料を活用したりして、骨や筋肉の動きを調べ、人の体のつくりと運動とのかわりについての考えをもつことができるようにする。

ア 人の体には骨と筋肉があること。

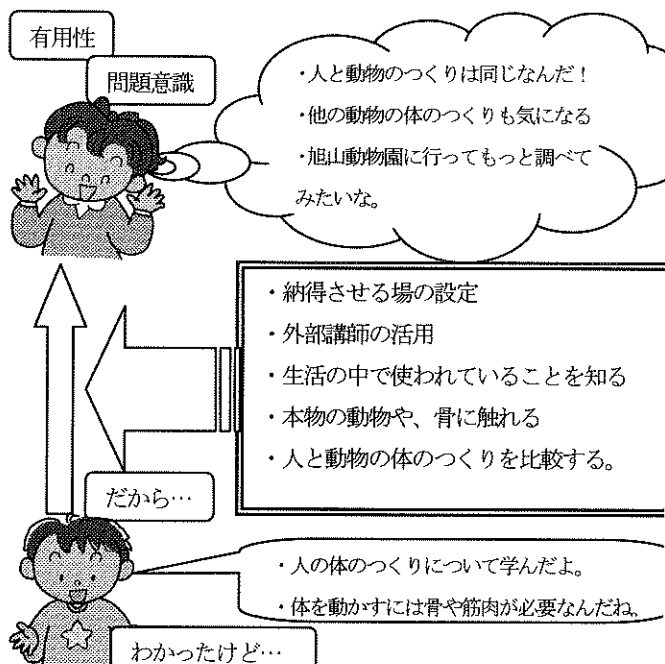
イ 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。

本単元では、人のからだについて学習し、終末場面で、人と他の動物の体のつくりを関連付ける活動を取り入れることにより、人の体についての理解を確かなものとなるのが一般

的と考える。しかし、本単元の学習対象が体の内部であり、目で見て確かめ納得することはむずかしい。また、具体的なイメージをもって問題解決に取り組むことが難しく、知識だけを覚えていく学習になってしまう危険性も考えられる。

そこで、体の骨や筋肉について資料や映像を使って調べるだけではなく、体の動きや運動を観察したり、実際に触れながら比較したりすることができる学習を工夫したいと考えた。特に、終末の場面では動物を対象として取り組むので、身近にある動物園や動物病院と連携することで、実物の動物に触れたり、骨格を比較することが可能となる。

また、本単元は「生命」の系統性を意識した内容であり、上の学年へ続く強い問題意識をもつことも大切である。



そのため、終末の、動物と人の体のつくりを比較することで、人の体のつくりをより確かにする学習場面では、身近な施設や外部講師による学習場面を位置付け、問題解決的な学習を展開すると同時に、本物の動物に触ったり本物の骨と比較したりすることで納得を図り、さらに「もっと知りたい!」「動物園に行ってもっと調べてみたい!」などの、興味・関心を高めていきたいと考えた。

終末場面の2時間を「動物病院」「動物園」という施設と連携し、実際の動物を学校に連れてきてもらい、触れながらその体の仕組みを予想する、本物の鹿や象の大腿骨とこれまで学習してきた人間の大腿骨の比較を通しての納得を目指した。また、動物園の方を講師にし、顎の骨の動きと動物の生活の様子を関連付けた話をしてもらうことで、これからも続く強い問題意識の醸成も図った。

Ⅲ 実践場面

1. 「電気のはたらき」における北海道電力との連携

(1) 単元の構想と本時の展開

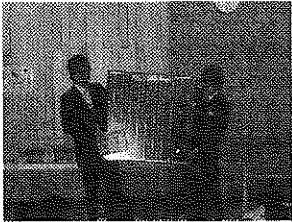


○本時までの様子

これまで、子どもたちは、乾電池とモーターを用いて、直列つなぎや並列つなぎの電流の概念を学習してきた。光電池のはたらきについては、光電池を用いて、模型自動車を走らせる活動を行った。本時では、これまでに学習してきた光電池の活用の取り組みについて、外部講師より伝えていただく。

○本時の目標

光電池のよさや現状を知り、光電池の活用への興味・関心を高める。(関心・意欲・態度)

○学習の展開(10/10時間)

子ども の 活 動 と 意 識 の 流 れ	評価 観点	支援◎、留意点●、もども ☆
<p>前時まで</p> <p>直流や交流などの電気の基礎概念を学び、実際に光電池を使って模型自動車を走らせる活動を行った。</p>		
<p>○講師から、光電池のよさや、太陽光発電の現状の話を聞く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光電池はいろいろな利用方法があるんだね。 ・光電池には、身近なところに使われているんだね。 ・授業で使っていた光電池よりも、実際の光電池はすごく大きいね。 ・光電池には長所も短所もあるんだね。 <p>○光電池を活用した器具やおもちゃをみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・こんなふうにも使えるんだね。 ・そういえば、うちにもそんなおもちゃがあるよ。 <p>○自己評価シートに記入し、全体交流を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・うちの近所の家にも光電池がついていた。 ・身近なところにも活用されているんだ。 ・他にも活用されている場所はあるかな。 ・光電池を利用した車を作ることはできないかな。 	  <p>関・意</p>	<p>●模型の設置場所、パネルの設置場所の用意</p> <p>○講師の方の話に、子どもがわかりやすい言葉で補足する。</p> <p>○日当たりを考慮する。</p> <p>○机間指導。</p> <p>○意見を黒板に貼り付ける。</p>
<p>光電池には、多くの利用方法がある。</p> <p>光電池は身近なところに多く活用されている。</p>		
<p>○電気を電気自動車に試乗する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光電池を使って車を動かしたよね。 ・ガソリンを使わずに、電気で走る車が実際にあるんだね。 ・光電池で本物の自動車を動かすことはできないのかな。 ・電気をを使って車を走らせることができるんだね。 ・電気の力を生かして、様々なことに取り組んでいるんだ。 		

○評価

単元の終末で、光電池のよさや現状を知り、光電池の活用への興味・関心を高めることができたか。

(2) 本時の様子

○本時までの取り組みの様子

3年生の「明かりをつけよう」では、豆電球に明かりを灯すために、回路をつくることを学習している。本単元「電気のはたらき」では、モーターに取り付けられたプロペラを、「より高く飛ばしたい」という最初の願いから、強い電流を流す工夫として、直列つなぎを学んだ。さらに、並列つなぎがあることも学習し、それぞれのつなぎ方には特徴があることもわかった。

しかし、乾電池は有限であり、実験を重ねるにつれて、プロペラの回り方が弱まってくる。そこで、「ずっと使い続けることができたらなあ。」という新たな願いが生じ、そこから光電池を使うと太陽の光さえあれば無限に電気を生み出せることを学んだ。そして光電池を用いて模型自動車を走らせる活動を行うことで、光電池のはたらきを体験した。

しかし、模型自動車を光電池で走らせる活動だけでは、日常生活との関わりに薄く、学習した内容がこれからの生活につながる問題意識を醸成するには至らないと考えた。そこで、単元末に実際に光電池がどのように使われているかについての講話を設定した。

○北海道電力から講師を招き、光電池の現状を聞き、光電池のよさを実感する

本時の授業では、まず北海道電力の方から、光電池の現状について講話をいただいた。「地球の資源の現状から新エネルギーへの期待が高まっていること」「電気をつくり出す方法の一つとして光電池が用いられていること」「光電池を含めた新エネルギーにはメリット・デメリットが存在すること」「光電池活用の取り組み」などを聞き、光電池が実際に活用されていることを知ることができた。

また、さまざまな実物にも触れることができた。光電池を利用して動くおもちゃやライト、実際に使われている太陽光発電装置の縮小模型、中でも子どもたちが最も衝撃を受けていたものは、一般家庭に取り付けられている実物の光電池である。光電池は屋根の上に取り付けられていることが多く、遠くから眺めることしかできない。授業の中で用いた光電池と、実際に使われている光電池の大きさの違いに驚く子どもが多かった。「こんなに大きいんだ。」「これならすごい力が出せるね。」と声をあげていた。こ



れらの活動を通して、児童は光電池が活用されている様子も知るとともに、光電池のよさを実感していた。

○新たに興味・関心を広げる

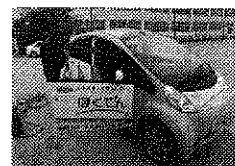
光電池の現状を学習して、思ったこと・感じたこと・感想をワークシートに記入させた。

子どもたちの思いは様々で、「無限に使えるという長所ではなかった。」「設置するには広い土地が必要だということがわかった。」など、光電池が実際に利用されている話を聞いて、実際に光電池を利用することの難しさを感じたという意見があった。

また、光電池を利用して、「飛行機の上に光電池を取り付けて、雲の上に出たらずっと飛び続けられる飛行機が作れないかな。」「暑い日に扇風機に光電池をとりつけて、回り続けたいいな。」など、まさにこれからの未来につながる問題意識を醸成している意見もあった。

中には、「風力発電をする風車と光電池の両方を取り付けて、天気の良い日も走るし、天気が悪くて風が強い日にも走る夢の車をつくりたい！」などと、3年生の「風やゴムの力」で学習した内容を生かして、光電池利用の可能性を広げようとする意見もあった。

授業の終わりには、北海道電力から持ってきていただいた電気自動車に乗せていただいた。ガソリンを使わず、静かに走る電気自動車に試乗して、電気の利用による新たな可能性を体感、本時の授業を終えた。



○考察

今回の授業の成果は、子どもたちの発言やワークシートの記述の中に多く見ることができた。

授業の随所で、「そうなんだ!」「光電池ってすごいね!」などのつぶやきが見られた。ワークシートの記述にも、くらしを便利にするアイデアを思いついている子、地球規模のエネルギーの今後について書いている子、光電池をもっと利用してみたいと考えている子などがいた。

上記のことから、外部講師を招いて授業を行ったことで、学校で学ぶ「電気のはたらき」と、光電池活用の実際の取り組みとが結びつき、光電池が日常生活で使われているものとして、実感を伴って知ることができた。また、子どもたちの興味・関心を高める授業となった。

2. 「人のからだど運動」における動物病院との連携

(1) 単元の構想と本時の展開

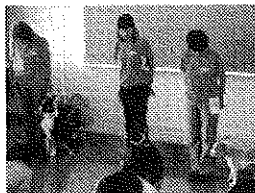
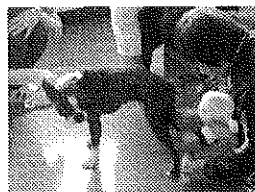

○本時までの流れ

子どもたちは、これまで、人の体のつくりについて、骨と筋肉のはたらきについて学習してきた。骨と骨のつなぎ目の関節の概念や、体を動かすための筋肉がはたらく様子など、実際には見ることでできない人の体の内部の様子について、触ったり、模型を用いて予想したりと、多くの活動を通して、人の体のつくりについては理解できている。本時から、今まで学習してきた人の体のつくりと、動物との体のつくりについて比較していく場面である。

○本時の目標

人と動物の体のつくりを比較し、人の体のしくみへの考えを確かにし、生き物への興味・関心を深める。(関心・意欲・態度)

○学習の展開(9/10時間)

子どもの活動と意識の流れ	評価観点	支援◎、留意点●、もどる☆
<p>○人の体のつくりを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人の大腿骨は太くて大きかった。 ・関節で骨は分かれていた。 ・体を動かすように筋肉と骨が結びついていた。  <p>○講師の話聞く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・犬にも気持ちがあるから、優しく触るんだね。 ・犬にストレスを溜めないように、2人ずつ触ろう。 ・犬の後ろ足のつくりに注目しよう。  <p>○犬の後ろ足に触れ、後ろの足のつくりを予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人と違って、ひざが反対に曲がるよ。 ・筋肉がやわらかいよ。 ・触ってみて、固い部分が骨なんだ。 ・太い骨は、大腿骨かな。 ・犬はとてもおとなしいんだね。 ・犬に触ったのは、初めてだよ。  <p>○ワークシートに後ろ足の予想図や、感想を記入する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひざの曲がり方は、人と違う。 ・人と違って、後ろ足に骨がたくさんある。 ・人と同じように、大きい大腿骨があった。 ・犬に初めて触って、どきどきした。 <p>○自己評価シートへの記入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今日は、自分の気持ちや考えを3つ書くことができたよ。 ・自分の考えを1つしか書くことができなかつたな。次の授業は、もっと書けるようにがんばってみよう。 		<p>◎後ろ足のつくりの中で、注目する点を絞らせる。</p> <p>◎机間指導</p> <div data-bbox="1005 1568 1356 1892" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px;"> <p>本実践では、子どもに自己の高まりを自覚させるための評価活動にも取り組んだ。終末場面では、どれだけたくさんの事に気づけたかを重視し、気持ちや考えを書いた数を自己評価の視点とした。</p> </div>

○評価

単元の終末で、人の体のつくりや動物に対して、興味・関心を高めることができたか。

(2) 本時の様子

○本時までの取り組みの様子

事前調査の結果で、自分たちには骨があり、筋肉がついていることを知っている子は多かった。しかし、それぞれがどのようにしているか、関節の存在、動かすための筋肉の様子はどうなっているかにまで着目している子は少なかった。そこで、学習の流れとともに、「腕を曲げるためには、骨は分かれていないといけない。」「うでを曲げるためには、筋肉のつき方を考えなくてはならない。」と、感じさせる体験を多く取り入れて、順を追って学んでいく単元構成とした。

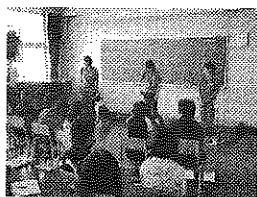
また、直接見ることでできない、人の体のつくりの様子を想像しやすくしていくために、骨格標本やオリジナル模型などの教材を多く活用することにした。

本時は、人の体のつくりを確かなものとするために、今まで学習してきた「人の体のつくり」と「動物の体のつくり」を比較していく場面である。事前調査の結果では、人の体のつくりと、動物の体のつくりは、まったく別物として捉えている子が多かった。そこで、体験活動を通して、実感を伴った理解へとつなげていくために、動物病院にご協力いただき、実際に本物の犬の後ろ足に触れて、動物の体のつくりを予想することにした。



○実際の動物を見る

まず、講師から犬の触り方についてのアドバイスや、動物愛護の取り組みについてお話していただいた。「犬は人と同じように生きているので、優しく触れなければならない。」体のつくりを調べるための教材としてだけではなく、理科の究極のねらいである自然を愛する心情への想いも強まった。



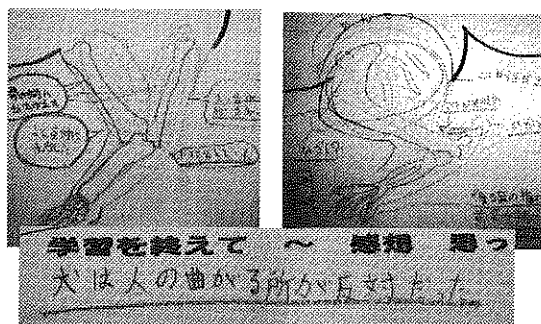
後ろ足に触る上で、子どもたちが特に注目した点は犬のかかとの位置だった。「人とは違って、後ろ向きにひざが曲がるんだ。」と、膝とかかとを取り違えて予想した子が大部分であった。

中には、人の体のつくりから考えて、大腿骨周りの筋肉は太く立派であるという点から、足先へとつくりを追っていき、「ここは、かかとじゃないかな。」と予想する子もいた。

また、触った感触で腱の部分が固いため、骨として考える子どもが多かった。(人の腕の先は、2本になっていて、ねじることができる、という考えも影響したようだ。)そのため、犬の後ろ足には、骨がたくさんあると予想していた。



次の授業では、動物の後ろ足の様子を確かめていくのだが、子どもたちの予想の中で、特に多かった「人と違って、動物はひざが反対に曲がる。」「人と違って骨がたくさんあった。」「人と同じように大腿骨があった。」これらの3点の予想に焦点を当てて、確認していくことにした。



○興味・関心の変容

授業の終わりに、後ろ足の予想図・感想をワークシートに記入させた。

子どもたちの感想には、「最初は犬が怖かったけど、大人しくて触れてよかった。」「犬の筋肉がとてもぶにぶにしてやわらかかった。」「犬の体は、さわるだけでもほねのつくりがわかりやすかった。」などの、実際の動物に触れ、関わることでしか経験できない内容が多く見られた。

○考察

本時の授業は、体験の重要性に焦点をあてた。犬を実際に触ることで、命ある動物のぬくもりや、動物を大切にしたいという気持ちが生まれていた。

また、後ろ足のつくりを触って予想することで、「触ると〇〇だったから、つくりは〇〇になっているはずだ。」という、根拠ある予想を立てることができた。動物病院と連携して、体験活動を取り入れることで、次時の予想の確認に向けての問題意識を高める手だてとなった。

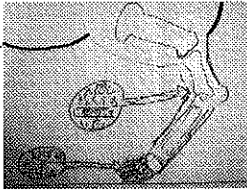
3. 「人のからだと運動」における旭山動物園との連携

(1) 単元の構想と本時の展開

○本時の目標

人と動物の体のつくりを比較し、人の体のしくみへの考えを確かにし、生き物への興味・関心を深める。(関心・意欲・態度)

○学習の展開(10/10時間)

子ども の 活 動 と 意 識 の 流 れ	評価 観点	支援◎、留意点●、もどる☆
<p>前時まで</p> <p>子どもたちは、これまで、人の体について、骨と筋肉のはたらきについて学習してきた。その知識を確かなものにするために、動物の体についての学習を展開している。他の動物の足の骨のつくりや筋肉のつながり方について、実際に動物を見たり触ったりしながら、自分なりの予想を絵に表している。その根拠としているのは、人の体で学習した骨の形や本数、筋肉のつながり方である。</p>		
<p>○前時の活動を想起する</p> <p>犬などの後ろ足の骨と筋肉のつながりかたの予想を発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人と同じに2本の骨がつながっている。 ・筋肉も同じ場所についているはずだ。 <p>動物の動きを観察したり、後ろ足に実際に触ったりして、その様子をとらえる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2本の骨がある。 ・筋肉も2本ある。 ・でも形が少し違う？ どうしてだろう？ 		<p>●絵を用いて、予想した根拠が分かるように板書する。</p> <p>☆骨と筋肉のつながり方 ☆骨の位置と本数 ☆筋肉の伸び縮み</p>
<p>○前時に行った、動物の後ろ足の予想を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・きっと、後ろ足はこうなっているはず。 ・実際に、見てみないとよくわからないな。 		<p>●動物園の方の話を板書に残し、子どもが振り返れるようにする。</p>
<p>○骨と実際の動物を比べたり、動物園の方の話を聞いたりして人間の足と動物の後ろ足には大きな違いはないことをとらえる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・やっぱり同じなんだ。 ・人間と動物が同じだなんて驚きだ。 ・少しの違いはあっても、どちらも同じつくりの足なんだ。 ・でも、形が少し違う。 ・長さも違う。 		<p>◎触り方や絵の部分との比較、確認の仕方など自分の比べる視点ははっきりとできるようにする。</p>
<p>○人と動物の体のつくりや動きから、人の体のつくりが生活にあっていたり、動物も生活にあった体のつくりをしていることをとらえる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・立って生活する人間と4本足で生活する犬との違いなんだ。 ・速く走れるようになっているんだ。 ・人間の体は、立って生活しやすいように上手くできている。 ・動物の体も、生活や環境に合うようにできている。 	<p>関②</p>	
<p>○他の動物の体のつくりと運動との関わりや、人間の体について興味を高める。(顎の骨など)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他の動物はどうなっているのだろうか。 ・人間の他の部分の骨にはどんな意味があるのだろうか。 ・人間がもっとはやく走るためには、骨がどう変化すればいいかな？ 		<p>◎子どもたちの気づきを取り上げ、知らせることにより、気づくのに必要な視点のヒントを与える。</p>
<p>○自己評価シートへの記入</p>		

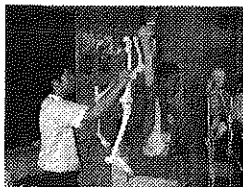
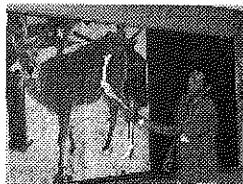
○評価

単元の終末で、人の体のつくりや動物に対して、興味・関心を高めることができたか。

(2) 本時の様子

○実際の動物の骨を見て、動物と人間の体のつくりは、同じだと実感する

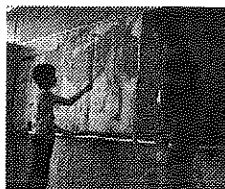
本時では、旭山動物園と連携して、前時に予想した動物の後ろ足のつくりを確かめていく。前時に確認した予想のポイントは、「人と違って、動物はひざが反対に曲がる。」「人と違って骨がたくさんあった。」「人と同じように大腿骨がある。」この3点だった。



同じ4足歩行動物で、犬よりも大きく確認しやすいという点で、本時では鹿を用いて確認していくことにした。

まず、「骨のつくり」について、本物の鹿の後ろ足と、鹿の拡大写真とを比較しながら、体の内部の骨の様子について調べていった。大腿骨の位置を確認し、つま先へと順を追って確認していくと、ひざだと思っていた部分は実はかかとだったことがはっきりした。かかとの位置は違うが、骨のつくりは人と動物は同じであることがわかった。

次に、骨の形について確認した。骨格標本(人)の大腿骨と鹿の大腿骨を比較すると、どちらも関節部分が丸みを帯びているという共通点があった。さらに、本物の象の大腿骨と比較し、どれも同じ形をしていることから、骨の形も人と動物は似ていることがわかった。



これらのことから、人と動物の体のつくりは、基本的には同じであることがわかった。

それぞれの動物によって、体のつくりには若干の違いがあることは、生活環境の違いによるものと、講師から説明があった。

授業の中で、実感を伴った理解を図るために、大腿骨からかかとまでの骨を順を追って触ることで、人と動物の体を比較したり、鹿や犬のようにかかとが高い位置にあるとどんなことに便利なのかをかかとを上げて確かめたりするなど、動きを多く取り入れていった。



ワークシートの子どもの考えを見みると、「動物と人が同じつくりで驚いた。」「今までひざだと思って

いた所が、かかとだとわかってびっくりした。」などと、人の体のつくりと、動物の体のつくりが基本的に同じであることに驚いたという意見や、「ぞうの大腿骨を初めて見た！すごく大きくてびっくりした。」「いろんな動物の頭の骨を見れて、楽しかった。」などの、本物の骨を見ることができた喜びの意見が多かった。

後ろ足のつくりについて確認した後に、エゾシカ・オオカミ・ニホンザルの頭骨のつくりを調べた。どの動物も、食べ物によって動かし方に違いはあるものの、「ものを食べるために顎を動かす」という点で、基本的にはつくりは同じだということが確認できた。子どもたちは自分の顎を動かしてみることで、人も食べるためには顎を動かすことを、実感していた。ワークシートにも、「他の動物の体のつくりも調べてみたい。」「肋骨や、前足などの骨も見てみたい。」「旭山動物園に行きたくなった。」などの意見があり、興味・関心を高めている記述が多かった。



○考察

本時は旭山動物園との連携により、人と動物の体のつくりを比較し生き物への興味・関心を高めるために、教材教具の工夫に努めた。旭山動物園に、鹿の後ろ足のレプリカや、本物の象の大腿骨や、動物の頭骨を用意していただいた。子どもたちの反応は大きく、本物の骨が出てくる度に、「おお～！」「すごく大きい！」などの感嘆の声が多く聞こえた。

ワークシートの記入や子どもの発言からも、「他の動物の体のつくりも調べてみたい。」「肋骨や、前足などの骨も見たい。」「旭山動物園に行きたくなった。」など、今まで何気なく見ていた動物園にいる動物たちの見方が変わったことが伺え、学んだことと実社会・実生活とのつながりを感じていた。授業後に、「やっぱり鹿のかかとは高い位置にあったよ！」「動物園に行ってみたら、いろんな動物の骨があったよ。」などと、実際に旭山動物園に行った子どもから報告を受けることもあった。

身近な施設からの外部講師の講話を学習場面に位置づけたことで、学習内容と実社会・実生活とのつながりが強まり、理科を学ぶことの意義や有用性を実感するとともに、理科を学ぶ意欲や科学への関心を高めることにつながるものと考えられる。

IV 他学年の実践

本校では、学んだことが生活の中に生かされていることをとらえさせるために、他学年でも外部講師の活用や、身近な企業・施設の利用を設定している。今回はその中でも、第5学年の「天気の変化」の取り組みと、第6学年の「月と太陽」の取り組みの様子も紹介したい。

1. 5年生「天気の変化」の実践

第5学年「天気の変化」では、天気が変わる様子や、雲と天気の関わりなどを学習した後、旭川地方気象台と連携して、気象予報士と天気を予想し合う活動を取り入れた。

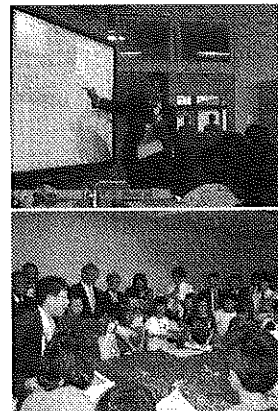
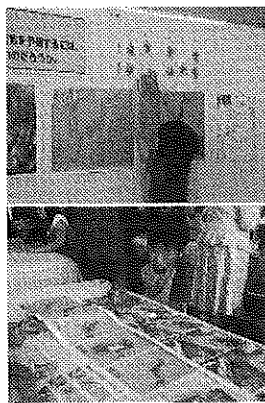
はじめに、「6時間後の天気を予想したい」というねがいから、雲画像、天気図、アメダスの降水量、日照時間の気象情報をどう使うかを学習する。それらデータの意味がわかったところで、気象予報士から「天気予想対決の挑戦状」が届く。

子どもは、様々なデータを使って、旭川と東京の2地点の天気を予想する。グループ毎にどの雲がどれだけ移動すると予想したり、降水量と日照時間の比較から雨を降らせる雲を見つけだしたりする活動を行った。その後、根拠を明らかにして天気予報を話し合った。

次に、気象予報士から天気の予想を聞き、自分たちの予想とその根拠が気象予報士と同じだったり、違ったりすることに一喜一憂し、「もっと知りたい」「気象台では、どうやっているの」とさらに意欲的を高めた。

学習した内容を、外部講師とともに話し合う場面を単元に位置づけたことで、子どもたちは学んだことが生活の中で生かされていることを感じる事ができた。

その後、子どもは、実際の天気予報では、授業で扱っていたデータの他にも色々なデータを使っていることを教えてもらった。また、データとして扱っていた降雨量や日照時間がどのように観測されているかを知りたいと考えた。



そこで、気象台へ行って実際の施設を見学する学習を設定した。北海道のジオラマを使って、実際の雲の動きは、山岳などの影響を受けることに模擬実験で気付かせ、天気予報で着目した雲の動きが、実際には地形の影響を大きく受け、自分たちの住む旭川の天気は地形の影響を受けていることを視覚的に実感させた。

さらに、コンピュータに囲まれた予報室を尋ね、最新データを使った天気予報をしている現場を見学した。そして、気象台敷地内の観測所で実際の観測装置の様子や使い方を体験した。

児童は、「いろいろな（便利な）情報はこのようにして観測しているんだな。」「たくさんさんのデータを使って天気予報をしているんだな。」など、気象台の方々の工夫に気づくことができた。

本実践は身近にある施設や外部講師との連携によって、学習した内容が実社会・実生活で生かされていると感じた学習活動である。



2. 6年生「月と太陽」の実践

第6学年「月と太陽」では、旭川市科学館「サイバル」と連携した授業を行った。

まず、月の形の変わり方を調べるために、月の様子を観察し、観察記録をカレンダーとしてまとめた。その後、月の形が変わる仕組みについて仮説を立て、検証を行った。しかし、天気が悪く観察できなかった日があり、月や太陽が地球からどう見えるのかは共通認識を図ることはむずかしかった。

そこで、「前時に調べた月の形が変わる仕組みが実際の空ではどのように見えるのか。」「検証して確認した自分たちの説が正しかったのか。」「天候によって観察できない日があった時の月の姿はどんな様子だったのか。」などを、プラネタリウムを使用した。

また授業の最後には、ドーム全面を使い、今まで遠くから見てきた月にどんどん近づき、月面に着陸するような「かぐや」の映像を視聴した。プラネタリウムを活用することで、普段は小さく、遠くからしか見ることのできない星を臨場感たっぷりに味わい、月や太陽への興味・関心が高まった。

様々な単元でこのような連携に取り組んでいる。



V 分科会の記録

1. 討議の内容

- ・旭山動物園の実践は面白かった。北電の実践では、具体的にどのような活動を行ったのか。
- ・エネルギーに関するパンフレットを使って、発電の内容にも触れていただいた。その中で、光電池の有用性について話を聞いた。そして、実際に生活で使われている具体例を教えてもらった。もう少し綿密に打ち合わせをすれば、実際の太陽光パネルを使って実際に発電できたと考える。
- ・プロの方からの話やものに触れることは有効だと考える。外部の活用は2種類あると感じた。動物園はより専門的な内容を学ぶこと、科学館は学習を助けるのに有効だと感じた。
- ・関心・意欲、問題意識をどのようにとらえているのか。
- ・オオカミや鹿の実践は関心・意欲に当たるように思われるが、鹿を例に、人間と同じかどうかを問題にしながら、外部の方に話を聞くことで、より深く理解できたのではないかと考える。
- ・中学年と考えると、終末で扱うとそれで終わってしまうのではないかと考える。もっと早い段階で扱うとよいのではないかと考える。
- ・問題解決の過程で、外部の方の情報を活用すればよいのではないかと考える。そう考えると、高学年では、逆に自分で問題を作り出していくことを重要視するので、単元の終末で扱ってもよいのではないかと考える。
- ・理科に対する興味・関心は確かに育っている。他の実践例は？
- ・月と太陽の実践。学んだことが実際の空でどのように見えるのかを考える場を設けた。プラネタリウムでは、見るだけだが、科学館の方とも相談して内容を深めた。
- ・5年生「天気の変化」より。気象台の気象予報士の方を招いて、天気の予想をした。子どもはこれまでの学習を活かして行った。結果、子どもの考えと、予報士さんとそれほどかわらないことを知った。予報士さんは、それ以外のデータも使って予想していることを見学し、より学習を深めた。
- ・サケ学習館での取り組み。サケの放流まで育てることを通して、水温を調節したり、観察をしたりしている。科学館の立場からみて、学校との連携は可能なのか。または、連携している例などがあるか。
- ・6年「月と太陽」4年「月と星」では、学校と連携して、学習内容と合わせた投影プログラムを作ることは可能でず。科学館は、専門的な内容というよりは、学習内容の補足的な色合いが強いと思われる。
- ・動物園の学習後、どんな動物でも、人間と同じなのかと、問題意識をもつことができたようだが、他に活用例は。
- ・十勝（広尾）では、火山の学習で、外部の方と連携することができた。火山灰や岩石などを観察したり、火山の話の聞いたりすることができた。
- ・単元の終末に扱うこと、地域の人材を活用すること、焦点化した提案であった。地域の人材活用はとても有効である。しかし、仮説を読むと、実感を伴った理解に直接つながるかを見ると、興味・関心の高まりにつながっていくのではないかと考えられる。

2. 講師から

○佐野先生

鹿の写真（実物大）を使って問題解決を行うことは大切である。単元構成の最後にも動物園の活用が明記されている。外部の専門家の話を聞いて、学習の発展的な内容を扱うことは有効であった。科学館などの協力で、問題解決の中にこのような学習を構成することが今後考えられるのではないかと考える。専門家が扱うもの、子どもが扱うものは異なる。そうすると、すぐには、問題解決の学習にはつながりにくい。子どもにとって身近なものを扱うことが大切。水溶液の性質では、洗剤を扱うことから、その企業の方を呼ぶこと、教材の光電池を使って白熱球を点けようとする活動を通して、北電の方の話を聞けると、より理解が深められるのではないかと考える。色んな専門家がいるが、授業を進める授業の専門家は教師である。どう、構築していくのが今後の課題。

○勝浦先生

研究の成果。子どもに身近なものから問題意識をもって、追究していくことは、日常の学習でも育んでいくことが重要。日常から学習で得た知識を、生活に当てはめること、交流できる環境をつくること、実感を伴った理解につながっていく。家庭との連携も考えられる。学習したことを生かせる施設や人材を発掘していくことが、子どもの感心や追究につながっていく。単元の終末に扱ったが、新たな疑問、関心をもつための実践であった。今後、どのような人材をどのような学習で、どのように扱っていくかをさらに綿密に相談していくべき。教育課程に位置づけるなどして、色んな先生が活用していくことができる環境をつくっていくことが今後の課題。

VI. 成果と課題

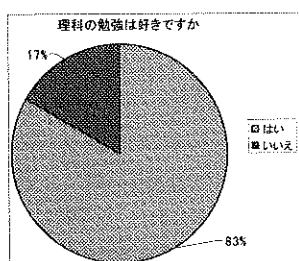
1. 実践を通しての考察

(1) 子ども達は学ぶことの有用感をもったか

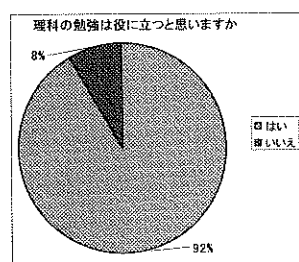
本実践の一つめのねらいは、「実感を伴った理解」を図るために、身近な施設や人材を活用して、子どもがこれまで学んだことが生かされていることに納得し、学ぶことの意義や有用性を感じることである。

そこで、実践後の児童の実態を、全国学力調査と比べてみた。

平成15年度教育課程実施状況調査（小学校・理科）によれば、5年生では、「理科の勉強が好きだ」という設問に対して、「そう思う」、「どちらかといえばそう思う」と回答している児童は、それぞれ43.9%、30.3%であり、74%程度の子どもが肯定的な回答をしている。本実践は4年生であるが、子どもに同様の質問をおこなったところ、8割以上の児童が「理科の勉強が好きだ」と答えている。



次に、全国の5年生では「理科の勉強は役に立つか」という設問に対して、「そう思う」「どちらかといえばそう思う」と回答している子どもは、それぞれ43.1%、32.1%であり、75%以上の児童が肯定的な回答をしている。それに対し、本学級の児童では、「理科の勉強は役に立つ」と答えた児童が9割を超えた。



さらに、その理由も尋ねたところ、以下のような回答がみられた。

理科が好きな理由

- 実験などが面白い（同意見多数有り）
- いろいろな疑問が出てきて楽しいから
- 実験を身近なものでやっているから面白い
- ワクワクするから
- なぞを解くとなぞがまたふえて興味深いから

一番多いのは、やはり「実験や観察が楽しいから」であるが、中には「なぞを解くとなぞがまたふえて興味深いから」という、理科の本質に迫る楽しさを感じている子どももいる。（「疑問が出てきて楽しい」も同系統と考える）これは、単に知識が伝達されるような学習ではなく、子どもが主体的に問題解決を

し、さらに学んだことを生活へ広げようとしているからに他ならない。見る目さえ高まれば、身の回りには沢山の疑問があることに気付くのである。

また、「理科の勉強が役に立つ」と答えた理由には

理科が役に立つ理由

- 生活に生かされるから
- 将来役に立つから
- いろいろ発展して、空を飛んだりするかもしれないから
- なぞの秘密や仕組みなどを知ることが大切だと思うから
- 科学が発達するから
- 身近に普通にあることをくわしく知ると将来のためになるから

ここでも身の回りに目を向け、それを知ることの素晴らしさを4年生なりに感じている。

これは、本実践の成果の一つであると考えられる。

(2) 子どもは問題意識を醸成できたか

本実践のもう一つのねらいは、これからの生活につながる問題意識を醸成することである。今回の実践を通して、単元終了後の子ども達の問題意識がどう変化したかをとらえたいと考えた。

そこで、実践から2ヶ月経った11月末に、「動物園に行ったら何をみたいか」をアンケートをとってみた。

動物園へ行ってどんな物をみたいか（一部）

- オオカミの足の様子（前に鹿の足をみたから今度はオオカミをみたい）
- ワニの口の仕組みをみたい
- 虎はネコ科と聞いたが、家のネコの体とちがうところがあるか調べたい。
- いろいろな動物の骨をみたい
- ペンギンがえさを食べるころ
- オラウータンが綱一本でどうしてあんなに自由に動けるか気になる
- ペンギンの手（手の骨がどうなっているのか気になるから
- サルと人間がどう違うのか調べたい

また、比較するために同様のアンケートを第3学年に行ったところ、「オオカミ（が見たい）」、「カピバラ（が見たい）」、「ペンギン（が見たい）」など、見たい動物をあげるだけの子どもが多かった。

このことから、「体のつくりと運動」の学習後の、子どもの変容について考えてみたい。）学習以前の3

年生では、動物園には様々な動物がいて、その可愛さや、迫力のある様子を見に行きたいと回答した子どもが多い。

本実践で旭山動物園から講師を招き、本物の骨を見たり、動物の体のつくりの説明を聞いたりする経験をもつ4年生は、動物の動きの様子や体の内部のつくりを調べたいという意見が多かった。

今まで何気なく見ていた動物たちの体のつくりに注目し、「もっと調べたい。」「もっと見てみたい。」という意識が生まれたことこそが、単元の学習終了後の生活につながる問題意識の一つの表れではないだろうか。

子どもが、普段行っている動物園で感じることをできないような疑問を感じたことが、外部講師を活用した終末場面を工夫したことで生まれた成果である。

もう一つ、別の面から生活につながる問題意識を考えてみた。先日、北海道電力主催の「おもしろ実験教室」が小学校5・6年生を対象に開催された。市内には60校近くの小学校があるが、募集〆切段階での参加者希望者48名の内、緑新小学校の生徒が10名を占めた。北電と連携した終末は、昨年度もおこなっている。その経験のある5年生から6名が参加し、本来参加の対象外である4年生からも2名が参加を希望している。この興味・関心の高さも生活の中に問題意識が繋がっているからであると言えるのではないだろうか。

動物園と電力会社という二つの施設や企業の連携は、生活の中につなげる子どもの問題意識を醸成するためには有効であり、また問題意識の方向性がきわめて具体となっていると考えられる。

2. 成果と課題

本実践の成果と課題を以下のように考える。

成果 1

これまで学んだことが身近なところで生かされていることを知る場面を位置づけることは、子どもが学んだことが身近な生活の中で生かされていることに実感するためにきわめて有効であり、そこに外部講師を活用するで、その効果を一層高めることができる。

成果 2

生活につながる問題意識を醸成する場面を位置づけることで、子どもたちは、単元が終了しても学びが継続し、生活の中で学びを実感していくことができる。その際の外部講師の活用は、継続の手段として有効である。

課題 1

外部講師活用はきわめて有効であるが、子どもの実態や学習のねらい等を綿密に打ち合わせを行い、教師と外部講師の授業のねらいや、意志を統一させる必要がある。

3. おわりに

「電気のはたらき」では電力会社と協力することで、光電池の無限の可能性を感じさせたいと考えた。学習以前の子どもたちは、光電池と言えば、「電卓についている。」「屋根の上についていることがある。」程度の認識でしかなかった。本実践後に、改めて光電池の活用について学級で話題になった時



に、「車に光電池を取り付けて燃料を節約したいな。」「なんとか自然に優しい発電だけですむようにしたいね。」「自分たちも節電して、エコしないかね。」などと、子どもの変容の姿が見られた。

本実践では、講師から話を聞き、感じたことをワークシートに書かせて発表させたのだが、「環境問題について」、「光電池活用の可能性について」などについて議論する場面を設定していたら、さらに子ども主体の授業展開になったのではないかと考えた。講師と連携した授業には様々な可能性があると同時に、綿密な話し合いをする必要があるとあらためて感じた。

そこで、「体のつくりと運動」の実践では、何度となく旭山動物園に出向き、講師と話し合う機会を設けた。授業を行うまでに、教材を吟味し、教師と講師のねらいを統一させていき、模擬授業を繰り返し行った。本物の骨が登場する度に、子どもたちは、「大きい!」「本物だ!」と声を上げていた。また、動物病院から犬を連れてきてもらった際には、体のつくりを調べていくのと同時に、動物愛護の気持ちも育てることができた。それまで、怖くて犬に触れなかった子が、「可愛い」と声をかけながら優しく撫でている姿が見られた。



今回の実践を通して、外部講師との連携を図った。授業を行うことで、子どもたちの興味・関心を高め、日常生活とのつながりを持たせていく無限の可能性を感じた。今後も、可能性に溢れた未来を想像し、主体的に学習に取り組む子どもを育てていきたい。

「科学的な思考力を伸ばし、実感を伴った理解を図る問題解決のあり方」

～新しい生命の誕生を明確な視点をもって観察するかかわりを通して、

生命の連続性をとらえることで、生命の神秘性を実感する学習～

5年「新しい生命」の実践を通して

共同研究者 ○新澤 一修（伏見小） 池野 義也（美香保小） 高島 護（幌西小） 山田 朱里（平岸高台小）

堀田 淳（二十四軒小） 興石 育子（北九条小） 吉田 知広（札苗緑小） 梶下 敦司（川北小）

佐野 祐二（美香保小） 佐藤 浩輝（宮の森小） 福岡 翼（東川下小）

内容の系統



（文責 伏見小 新澤 一修）

I 研究の仮説

実社会に生きる力を育む手立てとして理科を位置付けたとき、理科を学ぶ子どもに在るべき姿の一つとして「生命を尊重する態度」がある。これは、理科の内容区分の一つ「生命」について学習する上で、不可欠な柱とも言える。子どもが「生命」について問題解決していく活動を通して、自らの感性（生命観）にはたらきかけ、生命の神秘的な営みについてとらえていく。こうした学びが、生命を尊重する態度を育て、つまりは生きる力を育むことにつながるのである。

5年生が生命について問題解決していく活動とは、諸感覚を通して対象にかかわりながら「生命の連続性」についての見方や考え方を構築する学習である。「発芽、成長、結実」では、主体的・計画的にかかわりながら発芽や成長、結実の条件を制御し、観察実験を繰り返すことで、受け継がれる生命について理解することができる。また、「新しい生命」では、メダカの雌雄を見分け、卵の観察を通して孵化までの成長を観察することで、受け継がれる生命について理解することができる。つまり、5年生の学習では「生命の連続性」についての見方や考え方が構築されるのである。

しかし、観察実験や調べ学習を通して「生命の連続性」の事実だけを知識としてとらえただけでは、それはあくまでも既存の知識に上塗りや付加したに過ぎず、実感を伴っていない。そこで、「生命の連続性」についての見方や考え方を、諸感覚を通して対象に繰り返しかかわる活動によって科学的に高め、そうした見方や考え方が生命に対する感性にはたらきかけを生む活動を構成する。そうすることで「生命の神秘性」や「生命の巧みさ」といった一人一人がもつ感性がはたらき、「確かに生命は連続しており、その過程は、とても神秘的である。」といったように、実感を伴って理解することができるのではないかと考えた。つまり、「生命の連続性」をとらえることで、「生命の神秘性」を実感できる学習を構築するのである。

このようなとらえができる手立てとして、新しい生命が誕生する過程を観察したり、調べたりする中で、生命の連続性を「とらえるための視点を明確に」した教材化を図る。そうすることで、生命の連続性をとらえた姿から、生命の神秘性を実感した姿が明らかになると考えた。

研究仮説

新しい生命の誕生を明確な視点をもって観察するかわりを通して、生命の連続性をとらえることで、生命の神秘性を実感する学習を構築することができる。

II 研究の方法

5年生単元「新しい生命」の問題解決を通して、自らの感性（生命観）にはたらきかけ、科学的な見方や考え方を高める子どもの姿を求めていく。そのためにまず「生命の連続性（科学的な見方や考え方）」と「生命の神秘性（感性）」について、明確な視点をもって観察実験や調べ学習の活動を構成し、そこでの子どもの表れ（表現）から問題解決の道筋を明らかにする。次に、「生命の連続性」「生命の神秘性」という2つの視点を他者と共有し、互いの関係性を見出すことで、自らの感性にはたらきかけを行う子どもの姿を明らかにしていく。また、本部会ではこうした研究仮説と方法によって「生命」について問題解決することで科学的な思考力を伸ばし、実感を伴った理解を図ることができるか検証すると共に、それを具現化するB区分の問題解決のあり方についても明らかにしていく。

5年生『B生命・地球の生命区分 単元「新しい生命」（1次…メダカの誕生、2次…人の誕生）』における問題解決は、事象に直接働きかけ、人為的に再現させて調べることができるA区分の特性とは異なり、主体的・計画的に諸感覚を通して事象に働きかけていく学習である。こうした特性を踏まえ、以下の2つの表現のあり方によって、「生命の連続性」という科学的な見方や考え方と、「生命の神秘性」という感性について明確な視点をもって表現する活動を構成する。

1. 問題解決の道筋を明確にする表現のあり方

(1) 調べ活動が生み出す生命の連続性をとらえるための表現

1次…メダカの誕生では、雌雄の形状の違いと、メスが生んだ卵の観察活動から、卵（受精卵）の変化を観察する活動を通して「卵の中が徐々に変化していく」様子をとらえていく。その中で、「目ができてきた」「心臓が見えた」「体を動かした」といった卵の変化に対するとらえを時間軸（横軸）に沿って振り返りシートに言語化する。さらに、卵の成長を実感した自分のとらえ（縦軸）をプロットして可視化する。また、2次…人の誕生では、受精卵から始まり母体内で成長してから生まれる成長の過程を、時間の経過に沿って調べる活動を通して、「徐々に人らしく成長していく」変化をとらえていく。その中で、自分がとらえた成長について振り返りシートに言語化し、胎児の成長に対する自分のとらえをプロットして可視化する。こうした表現によって、生命の連続性をとらえた子どもの姿を浮き彫りにするのである。

(2) 生命の連続性をとらえることで、自らの感性にはたらきかける表現活動

「1次…メダカの誕生」では、受精卵の様子から、心臓が動き、血液が流れ、徐々に形作られていくその様子を顕微鏡によって観察し、生命の連続性をとらえる。そこから、「こんなに小さいのに、もう心臓が動いているなんてすごい」「目ができてきて、少し怖かった」などの驚きや畏怖といった感性（生命の神秘性）を、とらえた連続性と共に振り返りシートに表す。

また「2次…人の誕生」では、資料やVTRなどを通して生命の連続性をとらえる。そこから、「すごく小さいのに、もう人の形になっている」「お母さんから養分を受け取って大きくなるんだ。胎盤の仕組みには驚いた」などの母体内の現象を知ることによって生まれた感性（生命の神秘性）をとらえた連続性と共に振り返りシートに表す。このように生命の連続性と共に神秘性を振り返りシートに表す活動を積み重ねることで、連続性についての知識の膨らみだけでなく、それに伴って高まっていく自らの感性にも気付くことができるのである。

2. 他者との関係を明確にする表現のあり方

(1) メダカの卵の観察や、人の誕生を調べる活動が生み出す明確な視点となる表現

「1次…メダカの誕生」では、子どもは「あわ」「心臓」「目」などの変化を「色」「透明度」「大きさ」「動き」といった視点によって、また「2次…人の誕生」では「母体内の成長の様子」「胎盤の仕組み」などの変化や仕組みを「受精後の日数」「母親から送られる養分や、養分の受け渡し方」といった視点によってとらえていく。つまり、明確な視点をもってその変化や仕組みを見つめることで、調べる内容が焦点化されたり、調べ学習の中で、ただ書き写すのではなく、知りたい内容を絞って資料を探したりできるのである。さらに、視聴覚教材においても映像を観る視点を明確にすることで、受け身ではなく、「知りたい」「感じたい」という意志をもって観ようという、自らの感性にはたらきかけるような視聴覚活動につながっていくのである。このような明確な視点は、生命の連続性をとらえる上で個々の中に生まれるものであるが、それを表現して他者と共有化することで、より明確な視点となったり、新たな視点が生まれたりするのである。

(2) 生命の連続性における視点を共有化することで、自らの感性にはたらきかける表現活動

メダカの卵は受精から約2週間で稚魚となり、2～3日は何も食べない。また、胎児は胎盤からへその緒を通して養分を受け取り成長する。これらを「養分」といった視点で観察したり、調べたりすることで「なぜ稚魚は食べないのか」「母親が食べた物がおへそから入っていくのか」という疑問が生まれる。こうした疑問を問題意識に高めるために、視点を共有化する。そこから、視点を基に生命の巧みさへの驚きや感動を表現し、共感する活動を通して互いに感性を高め合い、生命の神秘性が子どもの中で膨らむのである。

III 研究の概要

1. 単元について

第3学年では、飼育や栽培を通して、昆虫や植物の育ち方に一定の順序があることや、昆虫のつくり、植物のつくりをとらえている。また、観賞魚などの飼育経験や、赤ちゃんやお腹の大きい母親を見た経験をもつ子どもも多い。しかし、卵の中の変化について考える子どもは少なく、人の母体内での成長についても未知なことがほとんどである。そこで、メダカの誕生と人の誕生について、観察・調べ学習を通して生命の連続性をとらえ、生命の素晴らしさを感じ、大切にすることを育てる。

2. 単元の目標

総 メダカの卵内での変化や人の母体内での成長について、メダカを飼育したり人の誕生について資料を活用したりして調べ、見だした問題を計画的に追究する活動を通して、生命を尊重する態度を育てると共に、生命の連続性についての見方や考え方もつようにする。

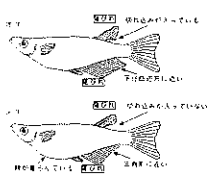
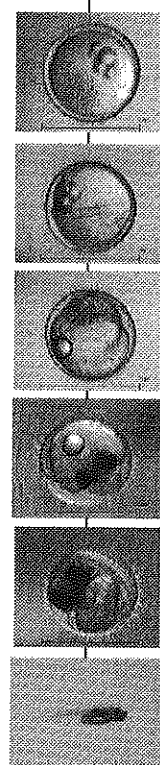
関 メダカや人の誕生に興味をもち、意欲的に活動しながら、生命の連続性や素晴らしさを感じ、生命を大切にしようとする。

科 受精卵について観察・調べる活動から、生命の連続性について考えることができる。

技 解剖顕微鏡を使って観察したり、資料等を利用して調べてまとめたりすることができる。

知 メダカには雌雄があり、受精したメダカの卵は養分を使って育ち、日が経つにつれて、中の様子に変化してかえることをとらえる。また、人の受精卵は、母体内でへその緒を通して母親から養分をもらって次第に成長し、やがて生まれることをとらえる。(文責 伏見小 新澤 一修)

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 style="text-align: center;">【第1次 メダカの誕生（8）】</p> <p style="text-align: center;">メダカが教室に来たよ。自分たちで育てたいな。</p> <p style="text-align: center;">メダカの育て方を調べる活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;">雄と雌の体には違いがある。見分けられたよ。</div> <div style="width: 30%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;">大切に育てたいな。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;">雌が卵を生んだよ。</div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;">卵からいつ生まれるのかな。楽しみだな。</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%; border: 1px dashed black; padding: 5px;">雄の精子と雌の卵子が会い、受精すると、成長を始めるんだね。</div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;">卵がどんどん変わっていくのかな。卵の中に、メダカがいるのかな。</div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">受精したメダカの卵は、どのように育っていくのかな。</p> <p style="text-align: center;">解剖顕微鏡によるメダカの観察</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>生命の連続性にかかわる視点</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">泡のようなものが見えるよ。周りに毛が生えているね。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">メダカの形になってきたよ</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">心臓らしいものが動いているよ。大きさも変わってきたよ。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">目が大きくなってきた。体の中を血液が流れている。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">姿がはっきりしてきた。お腹の所に黄色い袋がある。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">卵からメダカがかえった。お腹に袋を付けているよ。</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">卵の中で成長したのは、卵の中に栄養が入っていたからだね。</div> </div> <div style="width: 5%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%;"> <p>生命の神秘性にかかわる視点</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">メダカの姿が見えないな。まだいないのかな。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">中で何か流れているように見えるよ。血液かな。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">心臓が動き始めたから、生命が入ったのかもしれないね。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">メダカらしくなってきたよ。動いているよ。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">生まれそうだよ。早く出てきてくれないかな。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">小さくてかわいいね。もう、餌を食べるのかな。</div> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>栄養にかかわる視点</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> お腹の袋は栄養が入っているよ。それを使って大きくなるんだね。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">何も食べなくてもお腹の栄養で育つなんて、卵の仕組みはすごいね</div> </div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">メダカの受精卵は、卵の中の栄養を使って少しずつメダカの姿に変わりながら、卵からかえるんだね。生まれた赤ちゃんメダカを大切に育てよう。</p> <p>○自分で餌がとれるようになったから、水中の小さな生き物を食べているんだね。</p>	<p>◆メダカの卵内での変化や成長を、メダカを飼育・観察する活動によって明らかにし、見だした問題を計画的に追究する。それらを通して、生命の連続性についての見方や考え方を養いながら、生命の神秘性について感じるようにする。</p> <p>○メダカの卵は受精することで、変化を始めるという事実を確認する。</p> <p>○解剖顕微鏡を使って、メダカの卵を観察する際、どのように変化していくか予想しながらメダカの様子をとらえさせる。</p> <p>○メダカの成長の変化をとらえることから、生命に対する感性を引き出し、それを膨らませていけるようにかかわる。</p> <p>臍囊【サイノウ】 稚魚の腹にある袋。中に卵黄が入っていて、自分でえさがとれるようになるまでこれを吸収して成長する。</p> <p>○生命の連続性・神秘性の視点から、新たに「栄養の視点」を生み、臍囊の働きに目が向くようにする。</p>

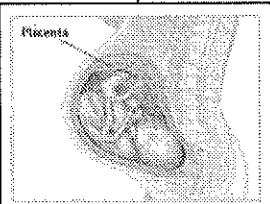
【第2次 人の誕生（7）】

○メダカがどのように生まれるかは分かったよ。人はどうやって生まれるのかな

お母さんのお腹から、赤ちゃんが生まれるよ。

お腹の中の赤ちゃんについて話し合う活動

へその緒でお母さんとつながっていると聞いたことがあるよ。赤ちゃんは、お腹の中で何をしているのかな。



自分がどのようにしてお母さんから生まれたのか、知りたいな。初めはどんな姿だったのかな。

男性の精子と女性の卵子が出会い、受精して受精卵ができるんだね。

メダカのように、受精卵がどんどん変わっていくのかな。

人の受精卵は、お腹の中でどのように育っていくのかな。

栄養をどうやって取り入れているのかな。

うんちやおしっこは、どうしているのかな。

お腹の中の赤ちゃんの姿が見たいな。

お母さんに赤ちゃんについて聞きたいな。



本やインターネットなどで調べたいな。

○どのように赤ちゃんが成長していくのか、自分で調べたいな。

母体内での胎児の成長について調べる活動

生命の連続性にかかわる視点

成長するにつれて、徐々に人らしい形になるんだね。

へその緒を通して、栄養が渡されるんだ。

お母さんが食べたもの（栄養）が、へその緒から赤ちゃんに、ずっと渡し続けているのかな。

生命の神秘性にかかわる視点

だんだん人の形になるのがすごく不思議だよ。

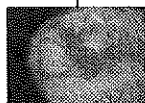
人も最初はメダカと似た成長をするんだね。

人もメダカのように、心臓が最初に動き始め、成長を続けるのかな。

人の受精卵はへその緒を通して母親から栄養をもらい少しずつ成長しているんだ。

人の心臓が動き始めるのはいつだろう。（VTR視聴）

この時から、心臓はずっと動き続けているんだね。



受精後20日、直径2mmで動き始めるなんてすごい。

栄養にかかわる視点

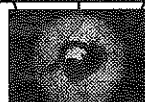
ずっと成長しているのは、お母さんが栄養を渡し続けているからだね。どのように渡しているのかな。

すごく小さい赤ちゃんだから、栄養もすごく小さいはずだよ。どんな栄養が、渡されているのかな。

《本時 13 / 15》

どのように栄養を渡しているのだろう。（VTR視聴）

胎盤から血液（栄養）を吹き付けて渡しているよ。



血が噴き出すなんて、すごい仕組みになっているんだね。

○人の誕生についてまとめて発表しよう。

生命が受けつがれる「つながり」がわかった。
（生命が）生まれるって、すごいことなんだね。

◆メダカの誕生のとらえから、人の誕生について疑問をもつ。そこから、人の受精卵は、母体内で母親から栄養をもらって少しずつ人らしい姿になっていく過程を、資料等を活用して調べる活動を構成する。

○メダカの誕生と関係付けながら人の誕生をとらえられるよう、受精卵について触れ、どのような人の形に変化していくか予想させる。

○自ら課題を設定し、予想、調べたこと、胎児の成長を自分なりにとらえ、生命の連続性について考えられるようにする。

○調べることで生まれた疑問をVTRで視聴する活動から、人の誕生についてより明確にとらえることで、生命の素晴らしさをより実感できるようにする。

○栄養の視点から、母体と胎児の「栄養のやり取り」をとらえ、生命の巧みさや不思議さを実感できるようにかわる。

（文責 伏見小 新澤 一修）

IV 子どもの活動の実際

1. 本時の展開

(1) 目標

◎ 胎児が成長するために必要な養分について考える活動を通して、胎盤の仕組みについての疑問を生み、明確な視点をもってVTRを視聴することで、生命の「巧みさ」や「感動」を味わうことができる。

(2) 学習の展開 (13/15)

おもな学習活動	留意点
<p>＜前時まで＞</p> <p>メダカの誕生と同じように、受精卵が時間の経過と共に変化しながら、徐々に人の姿へと形作られていく「胎児の成長」を、資料等を基に調べ、事実としてとらえている。また、メダカの観察から「心臓の動き始め」に生命の息吹を感じ、「受精卵に生命が入るのは、やっぱり心臓が動き始めたときだ」と感じている。さらに、「心臓の初動（動き始め）」がみえる受精後20日、直径2mmの胎児のVTRをみることで、言われようのない生命の素晴らしさに浸っている。</p> <p>メダカと人の誕生について養分を視点に比較する活動</p> <p>お母さんのお腹の中でどのように育ってきたのだろう。</p> <p>メダカの卵みたいに羊水に養分があると思うよ。</p> <p>お母さんの食べたものが栄養分になっているんだよ。</p> <p>へそのおから養分ももらって大きくなっていくんだよ。</p> <p>「へそのお」と「たいばん」がつながっているんだ</p> <p>生まれたばかりのメダカのお腹みたいに、胎盤は養分のかたまりなのかな。</p> <p>へその緒はとっても大切なんだね。へその緒にはお母さんの食べたものが流れているのかな。</p> <p>どのように胎盤から栄養が赤ちゃんに渡されているのかな。</p> <p>胎盤の仕組みに対する「視点」を明確化し、ビデオを視聴する場</p> <p>栄養にかかわる視点</p> <p>生命の連続性にかかわる視点</p> <p>生命の神秘性にかかわる視点</p> <p>「ジェット流」という名前で血が噴き出していたよ。養分だけでなく、酸素ももらっているんだね。血液は混じらないようになっているね。</p> <p>驚いたよ。胎盤の中では凄いことが起こっていたんだね。とても小さい世界だけど、凄い仕組みになっているんだね。</p> <p>お母さんのお腹の中で、こんなすごいことが起こっていたなんて、びっくりした。自分もこうして生まれてきたんだと感じた。</p> <p>◎考察した内容を話す場を設ける。</p>	<p>○メダカと人を成長と養分の視点で比較する活動を通して、母体から胎児へ渡される「養分」と、その「送り方」はどのようにしているのかという疑問が生まれるようかかわる。</p> <p>○VTRを観る視点を明確にし、母体内で「血液」が「吹き付ける」という事実をとらえさせるかわりから、胎児の成長に必要な養分の与え方をとらえられるようにする。</p> <p>○生命の連続性をとらえ、そこから感じた生命の神秘性について考察する活動を通して、受けつがれている人の生命について自分なりの見解を求めていく。</p>

(文責 伏見小 新澤 一修)

2. 伏見小学校の実践

(1) はじめに

B区分の「生命の連続性」にかかわる内容は、単元の系統性で見ると、「動物の誕生」に限って言えば、小学校で扱うのは第5学年のみで、中学校では、第2学年「生物と細胞」、第3学年「生物の成長と殖え方」「遺伝の規則性と遺伝子」で扱われている。つまり、動物を教材とした生命の連続性にかかわる内容は、小学校では「新しい生命」だけなのである。そこで、本実践では「メダカの誕生」「人の誕生」の学習を通して、生命の連続性をとらえ、それを手立てに生命の神秘性を感じ取る一つの大きな問題解決として単元を構成した。本実践記録は、振り返りシートに表れた子どもの姿から、生命の連続性に対する「とらえ」と、それによって生命の神秘性を感じた姿が浮き彫りとなるまでの「過程」を述べていく。

(2) 『振り返りシート』で2つの連続性をとらえる

生命の連続性は大きく分けて2つある。一つは1個体が受精卵からどのような過程を経て成長していくかという「成長における連続性」、もう一つは、親から子へ生命が受け継がれていく「世代の連続性」である。この2つの連続性が実際の学習活動の中で子どもの見方や考え方として、『振り返りシート』に書き表されている。

①成長における連続性

本実践では、(図1)のような振り返りシートを一人一人が連続性をとらえる手立てとして活用した。

縦軸の上はメダカや人の成長とらえた時、縦軸の下は、生命を感じた時に、自分の思いでプロットしていくのである。横軸は観察した日付を表している。図1)「メダカの誕生」振り返りシート

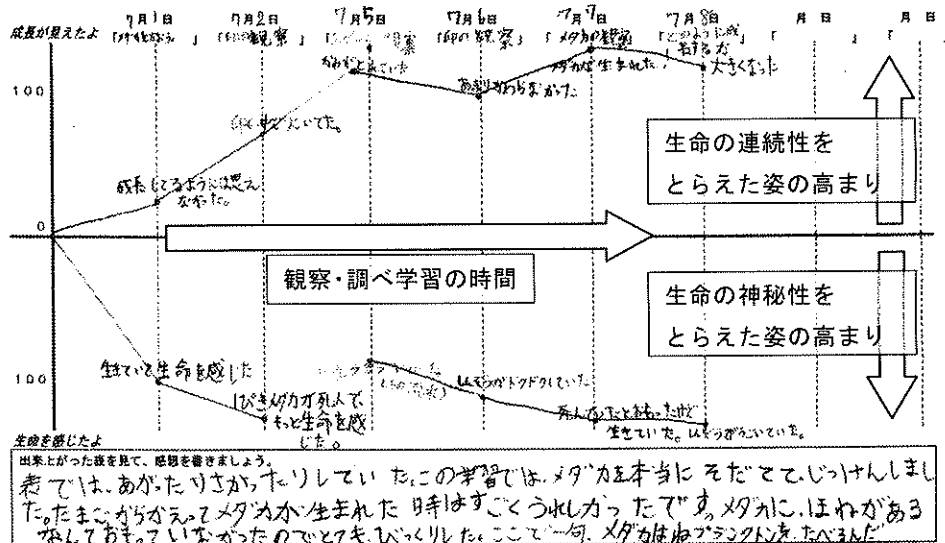


図1) A児の「メダカの誕生」振り返りシート

図1の振り返りシートを書いたA児の場合、7月1日で観察した卵は、受精後間もないもので、観察しても泡のようなものしか見えず、メダカには見えないものであった。(図2)しかし、7月2日には卵の中で動く姿をとらえ、7月5日には、卵の中で心臓の鼓動と見られる動きを見つけた(図3)ことから、プロットする点を大きく上へと移動させた。つまり、A児は、「卵の中で何かが動いた」「心臓が動いているのが見えた」「メダカが生まれた」のように、新たな動きが見つかった時、大きな変化だととらえ、「成長した」と実感し、「メダカが卵の中で成長した」「卵の中で形が変化して、メダカになるんだ」という見方や考え方を高めていったのである。このように、メダカの観察を通して振り返りシートに記録された子どもの表れは、「成長における連続性」をとらえた姿となっていた。

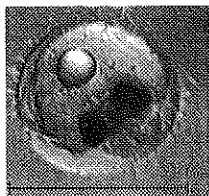
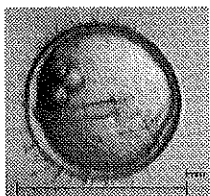


図2) 泡だけの卵 図3) 動きが見られる卵

メダカの卵は日々成長を続けるが、子どもによってプロットされる点は、観察を続ければ必ずしも上がり続ける訳ではない。A児の場合、7月6日の観察で「あまりかわらなかった」と記録し、プロットする点の位置を下げています。つまり、メダカの卵が成長をしているのは理解していても、目で見て大きな変化がとらえられなければ、「成長しているようにとらえられない」という表れが見られたのである。このことから、子どもは、変化の大きな事象にたくさん出会うことで、点と点を結ぶように成長の連続性をとらえていくと考えられる。

②世代の連続性

図4)は、「人の誕生」振り返りシートである。「メダカの誕生」と同様、プロットしていく振り返りシートであるが、メダカの誕生と違い、人の誕生の場合は、調べ学習や、映像資料等による学習活動が主である。

人の誕生での成長をとらえた上のグラフでは、調べていくにつれてだんだんと成長の様子をとらえていく子どもの見方の高まりが見られる。これは、メダカの誕生と同様、胎児の変化をとらえたことで、プロットする点を上へ上へと打っていった図4) B児の振り返りシートである。しかし、図5) C児の振り返りシートでは、成長の連続性といった点では、全くとらえてはいないように見える。この時間は、調べ学習を通して胎児の成長についてノートにまとめたり、友達と話し合ったりした活動ということもあり、実感として成長を感じた訳ではないのである。つまり、C児にとって「胎児の成長は見えない」時間であった。このように、子どもによって成長に対するとらえが異なることから、人の誕生では「成長における連続性」をとらえさせることの難しさが浮き彫りとなった。しかし、B、C児共に成長が見えたグラフが上がる点ある。それは、胎児のVTRを視聴した時である。動きのある変化をとらえることで、成長を感じ取ることができたのである。さらに、メダカの成長をとらえた姿と違い、「お母さんのお腹の中でこんなことがおきているんだ」「赤ちゃんは、こうして生まれてくるんだ」「自分もこうしてお母さんから生まれてきたんだ」といった自分ごととして胎児の成長をとらえた姿が見られた。つまり、「世代の連続性」としてとらえていたのである。

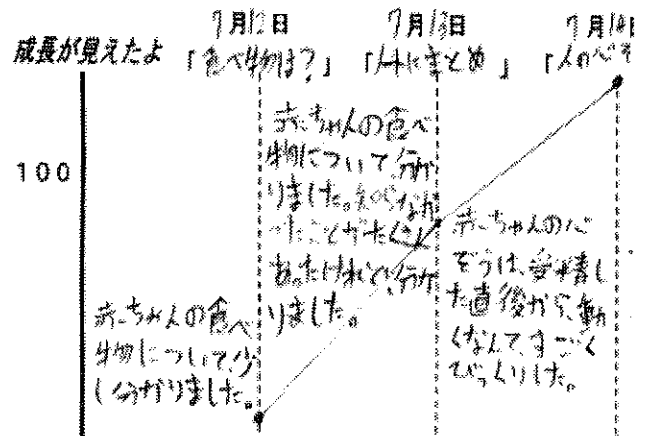


図4) B児の「人の誕生」振り返りシート

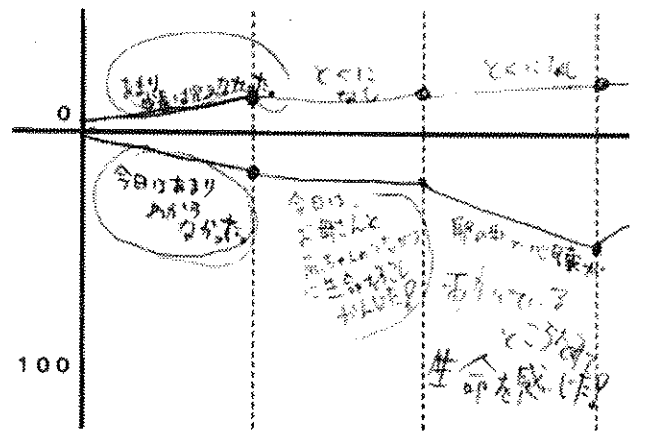


図5) C児の「人の誕生」振り返りシート

出来上がった表を見て、感想を書きましょう。
赤ちゃんは今、お母さんのお腹の中をめぐって、生まれるのを待っています。私もこうして生まれてきたんだと、初めて知りました。ほかの生き物も、こうして生まれてくるんだと知りました。

図6) B児の「人の誕生」振り返りシートに書かれた感想

図6) B児の感想には、「他の生き物も、こうして生まれるのか知りたくなりました。」と書かれている。人の誕生で学んだ連続性を基に、人と他の動物を関係付けて考えようとしているのである。これは、単に

(3) 生命の連続性を手立てに生命の神秘性を感じ取る。

振り返りシートに表れる子どもの成長や生命に対するとらえは様々である。図7) 左側のD児は、胎児のVTRを視聴するたびに成長や生命をとらえているが、右側のE児は、細胞分裂を繰り返し、だんだんと人の形になっていくVTRを見ても、さほど成長や生命を感じることはなかった。しかし、単元の後半に見た「心臓の最初の鼓動」「胎盤からどのようにして胎児に養分が渡されるか」といった内容のVTRを視聴したときは、生命

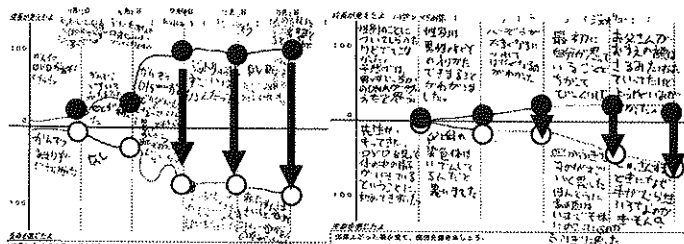


図7) D、E児「人の誕生」振り返りシート

を感じたグラフでプロットされた点の位置は大きく変化した。つまり、胎児の成長の変化をE児なりに「こうして成長するんだ」ととらえ、そのことから「生命が誕生するってすごいな」と感じた姿なのである。生命の連続性をとらえるためのVTRから、生命の神秘性を強く感じていたのである。

(文責 伏見小 新澤 一修)

そうした予想を立てることで、母体から胎児へどのような形で「養分」が送られているのかといった「送り方」に焦点化され、VTRを観る視点が明確になった。視点が明確になったことで、VTRを観ながら「あっ、これが養分だ。」「血液が吹き付けている。こうやって、送られているのか。凄いな。」という反応が見られた。VTR視聴後の振り返りを見ると、図10) G児の場合、調べ学習のまとめと比較すると「びっくりしました」「こわかったです」などの記述が見られた。胎盤を通してへその緒から養分が送られてくることを調べた時には見られない反応である。実際の映像を観たのだからこうした感想が生まれるのは当然であるが、調べ学習で得た知識を基に、視点を明確にしてVTRを観たことで、実際には目で見ることのできないことも自分ごととしてとらえることができたのである。また、「お母さんが」という記述も見られる。これは、他の子どもの振り返りにも調べ学習のまとめと比べ、非常に多く見られた。自分と映像の胎児を重ね、自分も同様にして生まれてきたのだと実感した姿と考えられる。

1お母さんの血が毎日ふき出していた
 2その場面があつてふき出さなくなりました

 小さい時の赤ちゃんのへその緒が
 大きくて、体が小さいのにすくすく育つ

 3お母さんのために血をたしなめ
 4へその緒をおくるため血をたして
 5ふき出しました。胎はお母さんが

 6物が後たいになつてそれがへその緒

 7りとおして養分をわたしてはると思つた

 実際は血をふきつけてるとこが

 こわかったです

図10) VTR視聴後のG児の振り返り
 自分と映像の胎児を重ね、自分も同様にして

以上のような実践結果から推測されることとして、調べ学習を行う前にVTR等の視聴覚教材を視聴した場合、その時の子どもの振り返りは、成長の過程をとらえたに過ぎない内容となり、G児のような自分ごととしてとらえた驚きや感動は薄くなるはずである。VTRを視聴する場合は、ただ見せるのではなく、明確な視点を調べ学習から生み出し、子どもが「観たい」「自分の疑問を解決したい」という思いを引き出し、子どもの感動をより強く生み出すための手立てとして視聴覚教材を位置付け、活用しなければならないと考えられる。

4. 「動物の誕生」における問題解決

(1) 幌西小学校実践の位置付け

「人の誕生」は、これまで述べてきたように調べ学習を基本に、人が誕生する過程をとらえる学習である。その中において、養分の受け渡しをVTRで見ることは、メダカの誕生では味わえない驚きと感動を与えるだけでなく、図10)のG児の振り返りからも読み取れるように、自分と母親とのつながりを感じさせる教材として有効であると言える。このような人の誕生の学習展開において、生命の連続性をとらえ、生命の神秘性を感じている子どもの姿が最も顕著に表れるのである。

(2) 子どもの変容

小学校学習指導要領解説理科編では、B区分の科学的思考・表現は、「諸感覚を通して働きかけ、追究する」となっている。明らかにA区分の「操作や制御を通して働きかけ、追究する」科学的思考・表現とは異なる対象へのかかわり方となっている。本実践と重ねると、「B区分の問題解決における子どもの見方や考え方は、諸感覚（五感）を通して、対象（生命）と、それに対する自らの感性にはたらきかけながら、追究する活動によって変容した」子どもの姿が見えてくる。諸感覚を通して追究してきたその「対象」は、メダカや人の誕生ではあつ



たが、観察や調べ学習を通してその誕生の過程、つまり「生命の連続性」を知ることだけを子どもは追究していたのではなかった。子どもは「生命の神秘性」を感じたいという自らの感性をはたらかせ、自分の感じ方を大切にしていたということである。A区分の問題解決で大切にしている子どもの「知的好奇心や素朴概念」と言われるものは、B区分「生命」に関して言えば、生命に対する一人一人のとらえ、つまり「感性」であり、その感性をいかに高めていくかが、B区分における子どもの問題解決の出口ととらえる必要性があるのではないかと考えているのである。

(文責 幌西小 高島 護)

V 分科会の記録

1. 討議の内容

(1) VTRの視聴から、生命の連続性をとらえ、生命の神秘性を感じる子どもの姿が表れていたか。

- ・「人の誕生」の学習において、1時間で生命の神秘性を感じさせるための問題意識が高まるわけではない。ただVTRを見せても、「へえ」で終わる。だから「おお」が生まれる学習にすることが大切。
- ・子どもにとっては、VTRを見てそこから感じたことを話し合うのは、非常に大変なのではないか。授業の最後で、子どもの考えていたことを引き出さないといけない。
- ・臓器への見方、血液型の話が大切だった。なぜこんな大変なシステムを取っているのか考えることで神秘性へつなげることができる。その点で本時の意味はある。
- ・明確な視点とは、子供の課題意識のことではないか。調べ学習をした後で、子どもが一斉に見た、過去の実践では、子どもの課題に合わせて映像を用意し、それぞれの子どもが調べ学習のときに見ることができるようにした。調べ学習を進める中で、「これが見たい」と思った瞬間が、課題意識をもっている瞬間と言える。

(2) 生命の連続性という科学的な見方を浮き彫りにする表現活動から、生命の神秘性が表れていたか。

- ・問題解決に入るVTRまでの時間が長かった。その後の話し合いから血液型の考えが出てきたのは大切だったように感じる。また、人について調べている子といない子がいた。その差について気になった。VTRが答えになっているような気がした。それゆえ、今回の映像がよかったのか検証が必要である。
- ・生命の連続性と神秘性について、知らなかったことがわかった感動なのか、生命への感動だったのか見えなかった。親からの手紙を読ませてもよい。
- ・授業の最初に実物は見せられないので、調べ学習が中心になる。「胎盤のしくみ」について調べている子ども、いない子どもがいてはいけない。基本的に押さえておかなければならない内容については、すでに学んでいることが前提である。本時は生命の連続性の自分ごととしてどうとらえていくかが大切である。
- ・胎盤の仕組みをとらえるためのジェット流の映像は感動した。その感動は予想への感動とは違い、初めて見るものへの感動だった。学級の問題解決するには、「胎盤」を全体の土俵に上げる必要があった。その後ジェット流を見るとよりはっきりするのではないか。「養分」については話し合われたが、「胎盤」についても理解する必要があった。
- ・メダカを育てているうちに愛情をもって育てるようにすることが大切である。同じように学習を通して、生命に近づこうとする態度を育てる「生命」を柱とした内容の学習が必要なのではないか。
- ・1時間での課題解決は出来ているが、この時間だけで生命の神秘について感じさせるのは無理。最初の頃との違いを明らかにする必要がある。

2. 助言者より

(1) 札幌市立鴻城小学校 柴田晴裕 校長より

- ・VTRから生まれた疑問は次の時間につながる（つまり課題が生まれた時間）ものだった。本時の課題は何だったのか。子供の変容が課題になり授業となる。
- ・連続性とは何か。「卵→幼生→成長」なのか「世代へのつながり」なのか。もっと具体的にする必要がある。言葉の意味についても指摘し合って理解を進めることが大切。言葉をシンプルにしていく。
- ・VTRの質を問わなければならないが、子供の変容を考えてセレクトすればよい。「こんな子供にこんなVTRを見せるとこんな考えが生まれる」を考えるとよい。
- ・個々の調べ学習の中で、どんな知識をもってどのように考えたかを広げることが大切である。

(2) 白糠町立庶路小学校 廣瀬 文彦 校長より

- ・観察できない人の体を、メダカの学習を生かして活動を構成する単元である。神秘性をどうとらえるのか、指導要領の文言をどう噛み砕いていくのかが、課題である。
- ・最初に調べ学習があって、次にVTRを視聴する流れは、子供にとってインパクトが強い。

(文責 二十四軒小 堀田 淳)

VI 研究の成果

1. 問題解決の道筋を明確にする表現のあり方

「生命の連続性」をとらえることによって、「生命の神秘性」言い換えれば「感性」を引き出すために、「子どもの生命観を可視化する」活動は有効な手立てとなる。

これまで述べてきたように、単元『新しい生命』における生命の連続性をとらえた子どもの姿とは、一つは、メダカの卵の観察を通して、「卵の中が時間の経過と共に変化し、やがて生まれてくるんだ」という成長の連続性を実感した姿である。もう一つは、単元『発芽と成長』『花から実へ』という植物単元を皮切りに、単元『人の誕生』までの学習を通して、「生命は、受け継がれていくんだ」という世代の連続性を実感した姿である。この二つの生命の連続性は、理科で言う「諸感覚を通してはたらきかける」ことで実感できる活動もあれば、諸感覚というよりむしろ「自らの感性にはたらきかける」ことで実感する活動もある。それが、単元『人の誕生』である。母体の疑似体験や、胎児の模型を触って実際の大きさを確かめるなどの活動を構成することで、重さや大きさなどといった諸感覚に働きかけるような単元を構築することも可能であるが、それはあくまでも連続性をとらえるための諸感覚の活用であり、生命観を揺さぶったり、生命の神秘性を感じたり、つまりは「感性にはたらきかけるために」行われるものではない。

本部会では、「生命の神秘性を実感した姿」は、子どもが振り返りシートに「自らの生命観を見つめ直そう」としたとき、プロットの位置と、そこに書かれた言葉によって表れると考えてきた。このことは、上記のような「諸感覚を通して」ではとらえきれない子どもの感性をとらえるために「子どもの生命観を可視化」する必要性、つまり「表現させることの必要性」と表裏していることを意味している。「子どもの感性そのものにおいても、自らはたらきかけるきっかけを生み出す手立てを打つこと」を、やはり表現のあり方として重要視しなければならないのである。このことから、子どもの感性においても、その表現方法を吟味し、可視化する活動が大切であると言える。こうした表現活動を構成したからこそ、生命の連続性をとらえた子どもが、それを手立てに自らの感性を引き出し、生命の神秘性を実感した姿が明らかとなったのである。

2. 他者との関係を明確にする表現のあり方

視点を明確にすることで「視聴覚教材（VTR）が問題解決に有効な手立て」となる。また、他者との視点の共有化が見方や考え方を深めていく。

本実践で扱った視聴覚教材（NHK スペシャル「驚異の小宇宙～人体～」）は、その映像の質的な高さから、観るだけで感動を呼ぶ。しかし、幌西小学校の実践からも明らかであるように、「視点を明確にした」ことで、「ここが観たい」「映像を観て、はつきりさせたい」というように、それまでにとらえてきた生命の連続性を手立てに、自らの生命に対する感性をより研ぎ澄まし、映像に釘付けになったのである。さらに、「自分は、こうした視点で観ようと考えている」と、他者と互いに視点を共有化することで、子ども一人一人が「新たな視点」を見出し、映像をとらえる視野を広げることができたのである。このように、視点を明確にして映像を観ることで、問題解決の手立てとなるだけでなく、他者と視点を共有化することで、見方や考え方に深まりを生み、自らの視野に広がりをもたせることができたのである。

ここで、「子どもの感性（生命観）を表現させ、可視化する」「一人一人の視点を明確にし、他者と共有する」必要性が明らかとなったことを踏まえ、「生命領域」の学習を見つめ直してみる。

これまで述べてきたような生命観につながる一人一人の感性は、今までは、学習感想の中に埋もれ、見過ごされがちになっていた。しかし、「生命（いのち）」について学習する以上、生命を「連続性」「順序性」「関係性」によってとらえただけで、果たして、子どもの知に問いかけるような問題解決と成り得るのだろうか。生命を扱う学習活動だからこそ、「子ども自らが生命と対峙する」活動構成が必要なのではないだろうか。

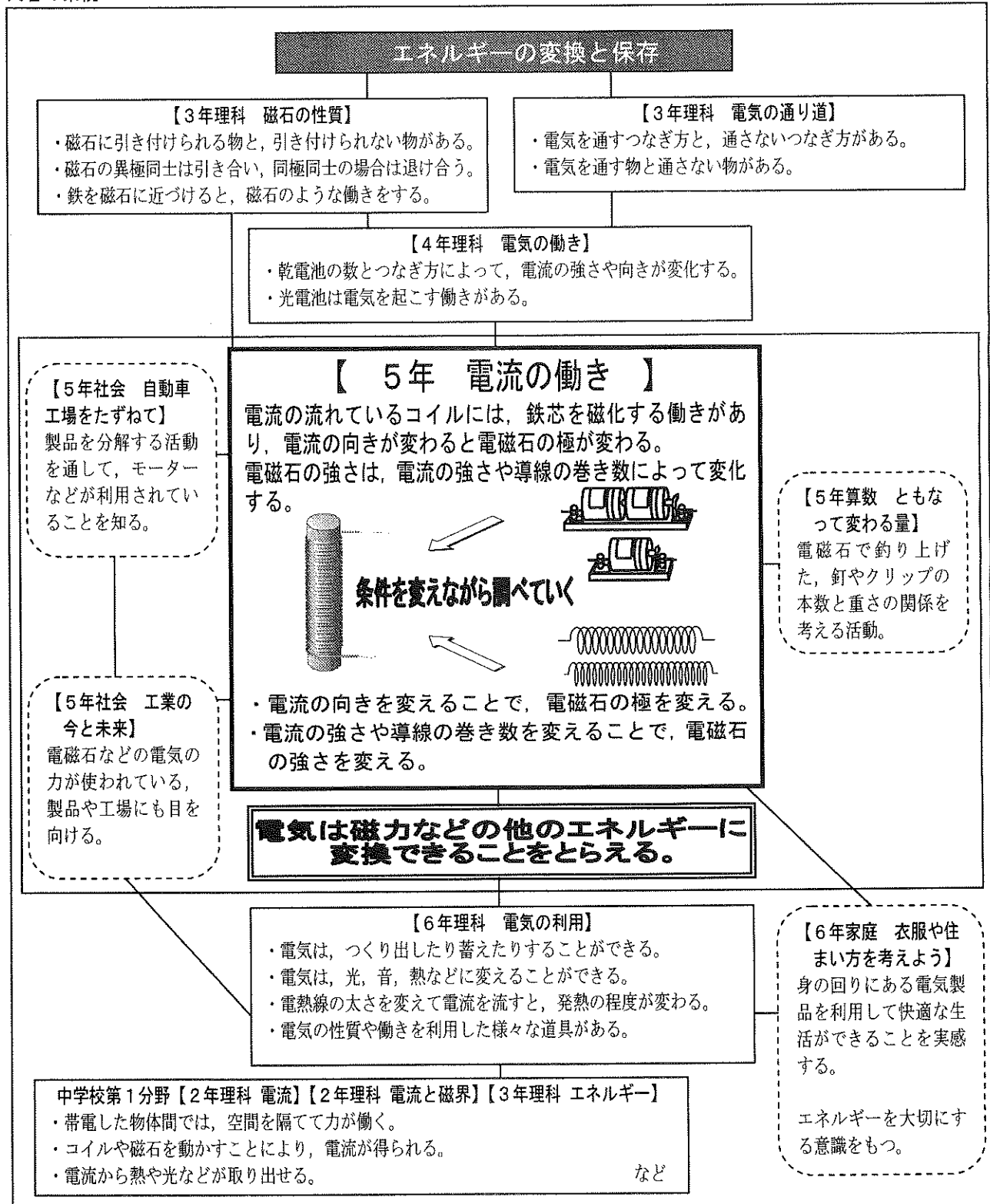
「生命（いのち）の尊さを感じる」ことは、生きる力の柱である。理科（生命の連続性）は、子どもの感性（生命の神秘性）にはたらきかけることができる。こうした可能性を「振り返りシート」を通して、子どもが示唆してくれた。真摯に生命と対峙し、その感性を磨き示してくれた子どもに感謝している。本部会の部員がこうした見方をする大切さに気付いたことも、大きな成果の一つである。

（文責 伏見小 新澤 一修）

「科学的な思考力を伸ばし、実感を伴った理解を図る問題解決のあり方」
 ～自然のすばらしさに感動でき、生活を科学的に見つめる児童生徒の育成～
 5年「電気が生み出す力」の実践を通して

共同研究者 ○高瀬 航平(大楽毛小) 藤森 健浩(大楽毛小) 遠藤 直人(富原小) 柴田 康吉(阿寒小)
 茂木 勇人(附属釧路小) 大島 健(附属釧路小) 岡田 康敬(音別小) 島山 和彦(音別小)
 綿谷 泰(音別小)

内容の系統



I 研究の仮説

平成20年3月に学習指導要領が改訂され、平成21年度からの移行期を経て平成23年度より全面実施される。理科教育においては、問題解決を重視し、一人一人の子どもの考えや心情を大切にするといった、これまでの理科教育のよさを再確認しつつ、「知識基盤社会」「国際的通用性」という新たな方向性についても、しっかりと見定めていかななくてはならない。理科の学習指導においては、「自然の事物・現象とかかわり」「科学的なかかわり」「生活とかかわり」の3つを重視し、問題解決の能力や自然を愛する心情を育て、実感を図った理解を図り、科学的な見方や考え方もつことができるようにすることが望まれている。

釧路支部では、研究の蓄積と学習指導要領の改訂を踏まえ、研究主題を「自然のすばらしさに感動でき、生活を科学的に見つめる児童生徒の育成」と設定し、児童が理科学習を通して、事物・現象と豊かにかかわり、仲間と共に学ぶ中で科学的な見方や考え方を自ら構築できるよう研究を進めてきた。

その中で、北理研から示された課題の追究を通して、「問題解決の能力を伸ばす」「実感を伴った理解を図る」という点において、体験を根幹に据えた学習活動が重要であることを検証することができた。また、仲間との交流や自分自身の振り返りを充実させることによって、科学的な見方や考え方を養うといった点においても、有効であることが明らかとなってきた。

一方、生活との関連を図ることについては課題が残った。生活に関連する記述の見取りやものづくりに終始するのではなく、学習で獲得した事象の性質や規則性をもとに、生活を科学的に見つめ、学びと生活とのつながりを実感できる単元の構想にしていかななくてはならない。

そこで私たちは、学習指導要領の改訂と、これまでの研究の成果と課題を踏まえ、次の3つの視点から研究を進めることで、問題解決の能力を伸ばし、実感の伴った理解を図っていくこととした。

- 1 自然の事物・現象と直接触れることのできる体験の場を多く設定すること。
- 2 自己の振り返りや仲間との交流を通して、疑問をより科学的に追究できる学習計画であること。
- 3 自然の事物・現象を総合的に理解、解釈するために、実生活との関連が意識できるよう配慮すること。

研究仮説

体験を根幹に据えた単元を展開し、自己または仲間との関わり深め、学びと生活との関連を密にすることによって、科学的な思考力を伸ばし、実感を伴った理解を図ることができるであろう。

II 研究の方法

1. 体験を根幹に据えた単元を展開する

問題解決の過程においては、自らの五感を通して事実を認識するといった「体験」が欠かせない。私たちは、「体験」が伴う学習活動で得られる見方や考え方は、やがて新たな知識の生産を支える問題解決の能力と自然に対する態度を含めた総合的な力の礎になると考える。

事物・現象との出会いにおける体験は、問題解決の出发点であり、実感を伴った理解への指針とも言える。また、単元の随所に位置付けられた体験は、五感を通して得られた事実を積み重ねることから、科学的な見方や考え方を構築していくための基盤となっていく。よって、児童一人一人が事物・現象に直接かかわることができる体験を根幹に据えて、単元を構成・展開していく。

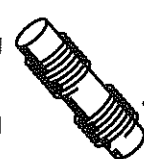
2. 自己・仲間との関わりを深める

自らの体験を土台に生み出される気づきや疑問は、児童一人一人にとって、自分が獲得した重要な情報となる。私たちは、そういった情報を、その子なりの言語を駆使して仲間と交流することで、互いの見方や考え方を何度も再構成しながら、仲間とともに科学的な見方や考え方を作り上げ、実感を伴った理解を図っていくと考える。また、学習を個々で振り返り、文章に表すことを継続的に行う。そこでは、科学的な言語や概念を用いることとなり、自己の科学的な見方や考え方をより腑に落ちたものにする可以考虑。よって、仲間との交流や自己の振り返りの機会を工夫し、充実させていく。

3. 学びと生活との関連を図る

事物・現象に潜む多くのきまりや法則は、私たちの生活の中にごく当たり前のこととして存在する。当たり前のことだけに、このきまりや法則を意識して生活していないことも事実である。よって、学んだ事実やきまり、法則を自らの手で試し、表現できる場が保証された単元構想を試みる。「理科の内容と他教科の内容や日常生活の現象を関係つけた活動」や「理科で身に付けた知識・技能を使って日常生活の現象を考察し、説明する活動」など、学びと生活との関連をより密にしていく。その中で、理科を学ぶことへの意義や有用性を実感し、理科を学ぶ意欲や科学への関心を高めることにも配慮していく。

3. 単元全体の指導計画 (12時間扱い)

活動の広がり と 深まり	留意点
<p style="text-align: center;">【第1次 電磁石を作って調べよう 4時間】</p> <p style="text-align: center;">《本時 1/12》</p> <p>○空芯コイル (タカセくん2号) との出会い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なんだこの動きは? ・導線と磁石はくっつかないはず ・おもちゃがつくれそう ・電気が流れないと止まるぞ ・コイルの所で何が起きているのかな? ・Nを近づけた時とSを近づけた時と反応が違う ・磁石と関係あるのだろうか ・磁石と呼ぶには弱すぎるけれど・・・ ・クリップや鉄はつかない ・真ん中の穴にクリップがすいこまれたぞ ・くぎも吸い込まれる!! ・吸い込まれたくぎにクリップがつくぞ! <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>電子ブランコは、鉄芯を入れると「電磁石」になる!!</p> </div>	<p>○飾り付け用リボンの芯に導線を巻き、磁石を近づけて反応を見る。</p> <p>○すぐに組み立てられるようにしておき、自由に触れさせる</p> <p>○気づきと疑問を整理する</p> <p>○わかったことを整理する</p>
<p>○電磁石づくり～いろいろ試してみよう!</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電池ボックス、導線、ミノムシクリップ、鉄芯、ツバ管などをもとに、全員150巻 ・磁石になった! ・N極S極あるのかな ・鉄心にくっくんだね ・もっとまきたい ・電池2こなら? <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>電磁石を調べよう!</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <ul style="list-style-type: none"> ●普通の磁石と全く同じなのかな? ●鉄心じゃなくてもいいのかな? </div> <div style="text-align: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ●もっと導線を巻いてみたい! ●電池の数を増やしてみたい! </div> </div> <p>○永久磁石との違いを調べる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・永久磁石と同じ?  ・永久磁石と違う?  ・鉄だけを引き付ける! ・離れていても引き付ける ・鉄を少しの間磁石にした ・N極とS極があるけど、友だちと違う ⇒ ・電池を入れ替えると極が変わった ・永久磁石はいつでも磁石だね。電磁石は電流を流した時だけ磁石になる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>極がある。電流を流した時だけ鉄心が磁石になる 電流の向きが変わると極が入れ替わる あとは永久磁石と同じ</p> </div> <p>○その他の疑問を解決しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄芯以外でも磁石になるのかな? ・巻く場所を変えると? <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>コイルだけでも、磁力があった! 鉄心が磁石になる 磁力が鉄心に集まる</p> </div>	<p>○自由に活動させる中で、気づきや疑問、今後行ってみたいことをミニホワイトボードに記入する。</p> <p>○ペア⇒グループ⇒全体と段階を分けて交流を行う。</p> <p>○単元をつらぬく大きな課題として意識させる</p> <p>○ボードをグルーピングしていくことで、小課題を明確にする。</p> <p>○各課題についての予想と確かめる方法について全体交流し、活動に見通しをもてるようにする。</p> <p>Ⓐ電池やエナメル線、鉄心が熱くなる場合があるので、長時間の使用や火傷に注意する。</p> <p>○永久磁石との比較から、導線に電流が流れる向きによる極の変化についてとらえられるようにする。</p> <p>○結論についてグループ交流する。</p>
<p style="text-align: center;">【第2次 電磁石を強くしよう 6時間】</p> <p>○超強力電磁石の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> ・工場でも電磁石が利用されているのか ・中はどんな仕組みになっているのかな? ・どうやったら強い電磁石が作れるのか考えてみよう!! <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>自分の電磁石を強くする方法は?</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・電池の数を増やすと ⇒ 電流が強くなる? ・巻数を増やすと ⇒ 磁力が集まるかな? 	<p>○工場見学のビデオでの大きな電磁石を見る。</p> <p>○気づきと疑問を整理する</p> <p>○確かめる方法について全体交流する。</p> <p>○交流の中で、なぜそう予想したのか、その根拠を考えさせる。</p>

○実験計画をたてよう

- ・強くする方法を知るにはどういふ実験をしたらいいだろう？
- ・電池をふやしたら・・・導線の巻き数は変えない
- ・巻き数を増やしたら・・・電池は一個にする
- ・強さの測り方は？
- ・電池の数や巻き数をどの程度増やしていくのか？

○電流を強くしよう！

電池を増やして電磁石の強さを調べよう！



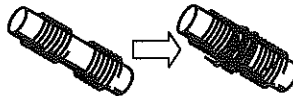
- ・電池を増やすと電流の強さが増えて、電磁石が強くなったよ。

電流を強くすると、コイルの磁力が強くなって、電磁石が強くなった！

○コイルの巻き数を増やしてみよう

巻き数を増やして電磁石の強さを調べよう！

- ・巻き数を増やしていくと、電磁石の力が強くなったよ！



巻き数を増やすと、コイルの磁力が強くなって、電磁石が強くなった！

○データをもとに結論をまとめてみよう

- ・600回巻いてみたら、すごい強い！ ・300巻きでも強いぞ
- ・電池を増やす方が強力になると思うな

こうすると、電磁石は、これぐらい強くなる！

○他の方法では強くなるのだろうか

- ・他の方法もきっと強くなるよ！
- ・どれだけ強くなるのかな？

グループごとに計画して実験しよう

【第3次 電磁石を利用したものをつくろう 2時間】

○電気を流して動くものって何があるだろう

- ・電子ブランコ！！ ・掃除機 ・ミキサー ・鉛筆けずり ・シェーバー

モーターはなぜ回る？

○モーターを分解してみよう

- ・導線がたくさんまいてある ・電流を流しても何も起きない ・磁石を近づけると？

モーターと電磁石には、関係があるようだ

- ・永久磁石とも関係があるよね ・永久磁石を近づけたら動いたからそれを利用する？

簡単なモーターをつくろう

- ・電磁石の性質が回る仕組みに生かされている ・電磁石が身近にあるんだね

電磁石は身の回りのものにも使われているんだね。
自分たちで、電磁石を利用したものを作ることができるんだね。

○調べたいことのみ変え、その他の条件は同じにすることを確認する。

○巻き数を変えても、電流の強さは変わらないことを確認する。

○表・グラフなど、結果をまとめる方法を考える。

☑電池やエナメル線、鉄心が熱くなる場合があるので、軍手等を着用する。

○電流の強さ、巻き数の2つの条件で電磁石が強くなったことを確認する。

○強さの差異に目を向けさせ、データを分析する方法を考える。

○結果を記録しておく。

○結論について話し合う。

○鉄芯や導線の太さなどについても実験する。

○空芯コイルとの出会いから、電気を流して動くものについて交流する。

○永久磁石と電磁石を用いたモーターの仕組みについて全体交流する。




○身近なものと電磁石の関わりについて考えさせる。

V 本時の展開

1. 目標

- ・電流が流れることによってコイルに起きる変化に関心を持ち、電流が生み出す力について意欲的に考えようとするができる。
- ・電磁石は、電流が流れているときに鉄芯が磁化されるものであることを理解できる。

2. 学習の展開 (1/12)

活動の広がりと深まり	留意点
<p>◎電気に関わる学習をすることを告げ、「空芯コイル（タカセくん2号）」を見せ、構造について話す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・材料は、巻いてある導線とリボンとかの芯、電池だね。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・真ん中に穴があいている。円盤みたいな形だね。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・導線を巻いてあるものを「コイル」っていうんだね。</p> </div> </div>	<p>◎導線を巻いたものを「コイル」ということを確認する。</p>
<p>◎「空芯コイル（タカセくん2号）」の動きを全体で観察する</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・先生が手をかざしたら動いたぞ！！</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・先生は手に磁石を持っている！！なあんだ・・・。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・ん？磁石につくものは何もないはずだぞ？？</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・不思議なげんしょうだなあ・・・。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・電気！！電流！！が流れているよね！</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・輪っかのところで何が起きているのか？</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>「空芯コイル（タカセくん2号）」を観察して、気づきや疑問を出し合おう</p> </div>	<p>◎既習の知識を想起させ、導線・磁石・リボンの芯などは、互いに反応しあわないことを確認する。</p> <p>◎課題を確認する</p> <p>◎準備 空芯コイルセット・くぎ・クリップ</p>
<p>◎「空芯コイル（タカセくん2号）」を、小グループで観察して、気づきや疑問を出し合う。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・電流が流れていないと反応しない</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・Nを近づけると逃げる。Sを近づけると寄ってくる（逆も）</p> </div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; margin-top: 10px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>もしかすると、磁石のようなものなのかなあ・・・。</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・でも、円盤にはクリップも釘もつかない</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・クリップが穴にすいこまれたぞ！真ん中があやしいな。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>・真ん中にクリップや釘を通すとつながってくっつくぞ！！</p> </div> </div>	<p>◎気づき・疑問は、ミニホワイトボードに記入させておく。</p>
<p>◎気づきや疑問を整理する</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 30%;"> <p>引き寄せるとそうでない面がある。磁石のN・Sのようだ。</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 30%;"> <p>電流を流したときだけ働きがある</p> </div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; margin-top: 10px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>穴に鉄を通すと、ホントに磁石の働きだね。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; margin-top: 10px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <p>コイル（中心）に引き寄せられる。</p> </div>	<p>◎黒板でボードを整理しつつ全体交流する。</p> <p>◎気づきをグループ分けし、わかったことを確認し合う。</p>
<p>◎「空芯コイル」に鉄芯が吸い込まれる様子や、クリップなどがつく所を全体で見る。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 30%;"> <p>これは「電流磁石」だ！</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: 30%;"> <p>実は、電磁石っていうんです！</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>「空芯コイル（タカセくん2号）」に鉄を通すと「電磁石」になる</p> </div>	<p>◎電磁石の必要条件を確認し、ノートにまとめる。</p> <p>◎次時は、自分の電磁石を作って残った疑問も解決することを伝える。</p>

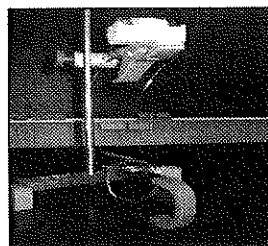
VI 子どもの活動の実際

1. 釧路市立大楽毛小学校の実践

(1) 「電流が生み出す不思議な力」を実感する

単元の出会いにあたって子どもたちに提示する教材について考えた。様々な方法がある単元であり、どの方法にもメリットがあると思われるが、はじめに「電磁石」として完成した物体を提示する方法の場合、電流が生み出す不思議な働きに目を向ける前にその磁力に対する驚きが起こる。電磁石を与えられた子どもたちは様々な試行のもと、電磁石の性質に気づいていくが、電磁石に鉄芯が入っていることの必然性や電流が磁力を生み出していることへの理解が後回しになる傾向がある。そこで、単元名「電流が生み出す力」に立ち返り、「電流が生み出す不思議な力」を子どもが実感でき、なおかつ出会いにおいてたくさんの気づきや疑問を生み出すような教材がないかと検討することにした。

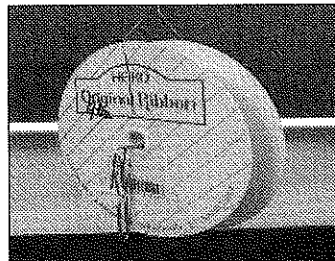
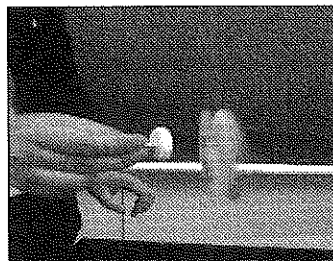
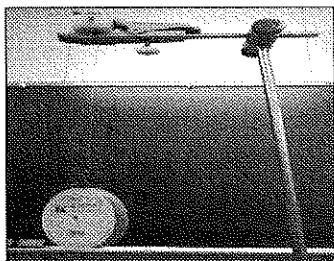
導線は一本であっても電流を流せば磁力を発することから、はじめは、鉄芯に巻かない状態でごく簡易なコイルをつくり電池をつけて実験台からぶら下げ、永久磁石を近づけると不思議なブランコのような動きをすることに注目し、装置を製作した。しかし、子どもたちがいざ自分の電磁石を作るときに、「同じ仕組みの物である」と実感できず、思考の流れが途切れてしまうことや、電流による磁力の発生は大いに意識できても、「コイルに鉄芯をいれて電流を流すと磁石になる」という気づきには至らないという問題点があった。子どもの思考の流れを妨げず、単元を通して持つてほしい課題「電磁石を調べよう」に行きつくために、いくつかの工夫をしてみた。



リボンの空芯に導線を巻き、コイルを作った。それに電池をつなげて回路にした写真のようなものを作った。この空芯コイルは、やはり永久磁石を近づけることによって逃げたり寄ったりと不思議な動きをする。そして、中心の穴に鉄を吸い込む働きがあり、クリップなどを近づけるとスッポリと穴に入り込んでしまう。さらに試行をしてみると中に入った「鉄芯」にクリップなどが連なってつくという気づきに至る。すなわち、電磁石が完成するまでの道すじを子どもの思考の流れを妨げることなくたどれるようにしたのである。

この空芯コイルを出会いの場面で用いることとし、あえて子どもが先入観を持たないように「タカセくん2号」と名づけた。

(写真)



この教材を用いる際に期待したことは

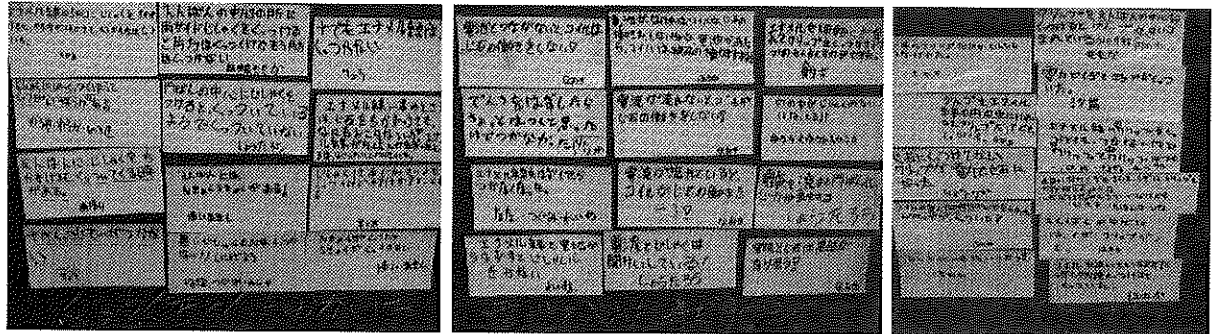
- ① 不思議な動きに対して単元全体に関わる気づきや疑問・つばやきが、既習の知識を生かしつつ自分なりの科学的根拠を持って出されること。
- ② 電流の働きによって磁力が生まれるということを実感すること。
- ③ 「電磁石」の構成要素に自ら気づき、鉄芯が入る必然性も含めて実感すること

である。

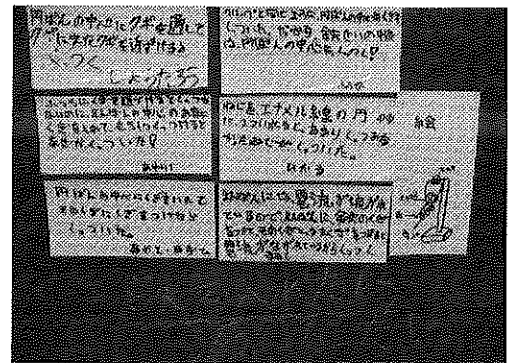
(2) 自発的交流から生まれる、気づきや疑問を表出させる

いよいよ「タカセくん2号」を子どもたちに提示した。教示の段階では、子どもが先入観を持たないように、永久磁石を近づけるとなぜかコイルが動くということだけ見せた。その時点で「えっ?」「なんで?」と声があがった。「電流」「電気?」という声もあがった。「自分でもためしてみたいか」と声をかけると「やりたい!」と声があがったので、体験活動に入ることにした。コイルを2~3名の小グループに与え、はじめは極がわかるようになっている丸型の磁石のみを持たせた。気づいたことや疑問は、ミニホワイトボードに書き込むことにした。子どもたちはコイルが揺れる様子を楽しんだり、コイルが熱くなったりする様子に気づきはじめた。そのうちに磁石を近づける方向によって、コイルの反応が違うことに気づき始める子が出てきた。「すいよせられる感じがする」「にげるような感じがする」との声があがったが、くっつい

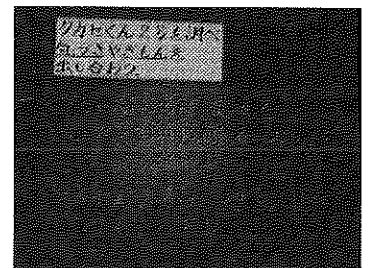
ているのではなく、吸い寄せられているだけである。子どもたちも正体のわからないものを前に、活動が停滞してきたように見えたその頃から、子どもたちは中心の穴に吸い寄せられる感覚にあやしさを感じ始めていた。磁石のような感じがする・・・と。「それなら」とクリップを与えると最初は円盤にくっつけては落ちる・・・を繰り返していたが、ほどなくクリップが穴に吸い込まれる現象を発見した。「大発見」を契機として、自発的交流の輪が広がり、釘を穴に差し込んでそれにクリップをたくさんつける子やクリップを連ねてつける子が続出し、気づきを書き込むミニホワイトボードが机いっぱいになった。子どもたちの力でここまでの発見をしたことには驚いた。活動中に「う～ん」と考え込んでいた子も表出されない中でも「磁石かもしれない」という漠然とした思いを持っていたのであろう。電磁石の性質にせまる子どもたちの気づきが大変すばらしかった。



また、個の気づきや疑問を全体の場合に出させ、全体交流するための手段として、ミニホワイトボードを用いたグルーピングを行った。2～3名の小グループでの活動では、お互いに相談し合ったり、自分の発見を紹介したりする自発的交流の姿が多く見られたが、ホワイトボードに書き込む段階でも、「この表現でいいかな」などと言葉を吟味する交流が生まれた。ミニホワイトボードは、全体に見えることや絵なども書き込めること、読んで発表できることなどから用いてみたが、自発的交流を表出させるという点でも子どもたちの良い姿を見ることができた。その後は子どもの思考の流れに沿って、ボードをグルーピングした。

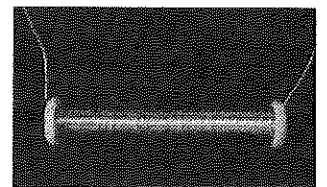


教師の考えた以上の反応に、重要な気づきを全体に返せていなかった点多々あったが、子どもたちは意欲的に発表し、仲間のボードも次々に貼り付けていった。まずは「くつつく方とくつつかない方がある」という発見から、「電池を入れた時だけ動く」ということ。「中心が磁石の働きをしているのでは？」という気づき。そして「鉄をいれたら磁石になった」という発見に至った。子どもたちは電流と不思議な磁力との関係を実感できたのではないかと思う。大発見を大いにほめ、みんなで発見したものが実は電磁石と呼ぶということを告げ、ノートに働きをまとめた。そして次の時間は1人1人電磁石をつくることを話し、その日に残った疑問を解決していこうということになった。



(3) 電磁石づくり⇒調べよう！

いよいよ待ちに待った電磁石づくりの時間。子どもたちは基本的な電磁石の性質を理解していたが、出会いの場で示した装置と実際に作るものにずれが生じることを心配していた。しかし子どもたちは紙の円盤は磁力と関係がないことをすでに見抜いており、スムーズに作り方の説明に入った。材料はツバ管（電話線工事で壁に埋め込むためのもの）とエナメル線、入れ替えができるようにボルトとナットを用意した。そして、自分で作った電磁石であらためて試行体験を行った。「自分が作ったものもクリップがついた！」「今日ボルトを入れてみてやっとな電磁石が完成した感じがする」と感心する声があがった。鉄芯を入れる必然性について実感しているからこそその発言だろうと感じた。



ここでもホワイトボードを用いて「気づき」「疑問」「やってみたいこと」に分けて整理をした。ここで出てきた疑問は大きく分けて3つだった。

①鉄芯を入れないと電磁石は反応しないのか？

ボルトを入れずに試行した子が何人かおり、こんな疑問が出てきた。しかしこれについては、すぐに「反応する！」と答えが返ってきた。なぜかと聞くと「タカセくん2号はコイルだけでも反応していたから」と答えが返ってきた。でも何だかモヤモヤした空気が漂っていた。「なんでコイルは反応するんだろう？」「導線1本だったらどうなんだろう？」という根源的な「問い」が出会いの時から残っていたからであろう。

そこで、導線1本に磁力が起きるのかを調べる方法を考えさせると、「磁石は（タカセくん2号の時も）つかなかったよ」「磁力なんて起きないんじゃない？」「もっと精密に調べれば？」という話し合いになり、方位磁針で調べることになった。そこでかねて用意していた装置を見せて針が動く様子を見せると「おっすごい」「1本なのに」「電池入れ替えたなら逆に反応してる」と様々なつぶやきが聞こえてきた。結果からグループで結論を話し合わせると、「1本でも磁力がある」「コイルは導線が集まっているから磁力がより強くなるのではないか」という内容が発表された。単元で習得した知識を生かし、科学的な物の見方や考え方を全体で共有する1つの機会となった。



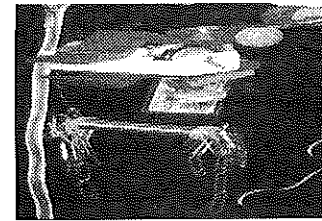
②鉄芯以外はだめなのか？

試行の段階で、ボルトではなく釘を入れて「やっぱりついた！」と喜んでた子がいた。そこから生じた疑問であるが、予想はほとんど「鉄でないとだめ」であった。「だって他のものは磁石につかないものでしょ」と根拠が示されたが、数名は「電気を通すものならつくのでは？」と予想した。これについては実験をしてすぐに解決することができたようだった。



③普通の磁石と同じなのか？

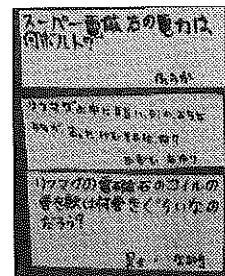
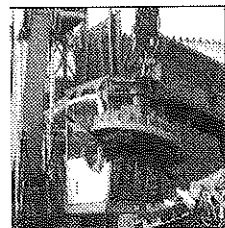
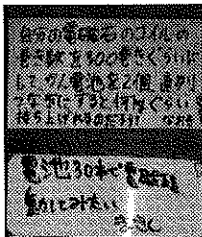
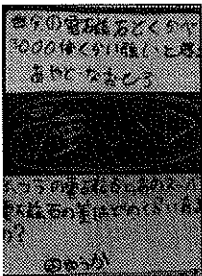
永久磁石との比較をしてから実験を行ったが、電流を流さないで磁石にならないという相違点については、予想の段階で全体で明らかにできた。更に電池を入れ替えると電磁石のNSが入れ換わることを発見している子が一人だけいた。これも全体で確かめる中で、正しいと確認することができた。



これまでに電磁石を「強くする」という視点は子どもたちの中にほぼなかった。これは「電流の働き」と「磁力」に目を向けた出会いをしたからであろうと推測できる。コイルだけでも磁力がおこることも、試し確認した。しかし、実験中の試行をもとにして、このころから徐々に、「電磁石を強くしたい」という思いが理科日記などでも記入されるようになってきた。電磁石の性質を実感を伴ってつかみ、第2次に向けて電磁石を強くする方法について考える土台ができてきた。

(4) 電磁石を強くするためには

第2次の学習に入る前に、「スーパー電磁石がある」と話し、リサイクル工場で見られている「リフマグ」という装置が動いている様子を映像で見せた。生活の中で生きる電磁石を、自分の作った電磁石に重ね合わせて考えるきっかけとしてほしかったからである。原理的に同じものであるという実感とともに、明らかな違いも見えてくる。気づきや疑問を整理する中で、大きさの違いだけに注目する子が、多く出てくるのではないかと予想（心配）していたが、や「リフマグは多分すごい電流を流してるのでは？」「コイルの巻き数もすごいんじゃない？」などと、電流やコイルなど、電磁石の仕組みに目を向けた予想が多く見られ、単元で習得した知識が生かされた様子が感じられた。ここでは、「自分の電磁石も強くなるのか」という疑問をもってほしかったのだが、子どもたちはすでに巻き数や電流の強さに着目して「こうすれば強くなるのでは？」という仮説を持つに至った。



(5) 問題解決の流れと条件制御

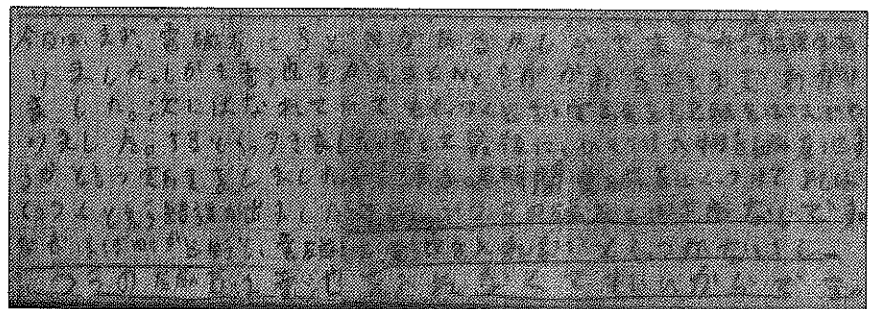
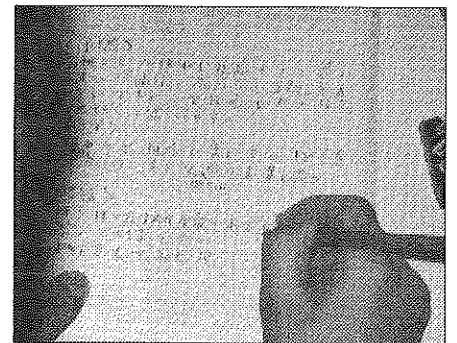
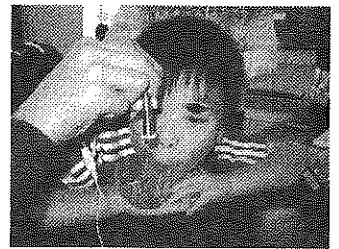
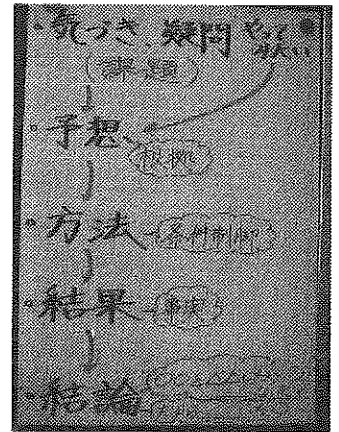
子どもたちの思考は自然と「電流を増やす」「巻き数を多くする」ことで電磁石が強くなるであろうという流れになったので、この2つについてグループごとに実験を行うことにした。単元の初めから意識していた問題解決の流れを再度意識させ、全体で話し合いつつ実験の作戦を立てた。まず、予想の段階では、根拠をもって話すことの大切さを伝えた。電流については「電池を増やしたら電磁石は強くなると思う。今までの実験で試してみたから」などというものから、「電流の量が増えるから磁力がアップするのではないか」「電流が速く通ることで磁力がアップするのではないか」という意見になった。巻き数については、「電流がコイルにとどまっている時間が長くなるから強くなるのではないか」「1本でも磁力があった。だから多ければ多いほど磁力は強まる」という意見がでた。また、「巻き数を増やすと電流が増える」と言った子がおり、「電池の数は同じだから変わらないんじゃない？」という考えが出され否定されたが、その子は「巻き数を増やすと磁化される部分が多くなるのでは？」と言いたかったようだ。このように全体で単元で習得した知識を活用しながら、自分なりに科学的なものの見方や考え方を考える子が多く、納得して進むことができたと感じる。

次は、条件制御について考える場面であったが、電池や巻き数という条件だけでなく、電磁石の「強さ」はどう測るのかやただ強くすれば実験になるのかといった点も話し合われた。測り方については、「つけるものがバラバラじゃだめだね」「何か数で測れるようにしたいよね」という話になったので、クリップ入れを吊るして測ることにし、電池や巻き数も、「一定の規則をもって増やすべきだ」という考えから子どもたちが決め、電池は1こずつ、巻き数は150ずつ増やすことになった。あらゆる場面で条件制御の必要性が生じる中、グループ内で条件をそろえるだけでなく、全体で条件を制御し、比べて検証しようとする態度が見られたことは、予想以上の成長だった。実験結果は「表をつくって比べたい」という話になり、意欲的に準備を進めていた。

結果から結論を導き出す活動についても単元を通して重視した。予想と比べつつ、結果という事実をもとに課題に対する答えを出すことであることを確認しながら進めた。「〇〇を△△したらこうなった」「〇〇と考える」などノート指導やグループ交流で結論を吟味する活動を通して、結論をもれなく全体で共有することができた。

授業の最後には、必ず理科日記にその日の振り返りを行った。実験結果への驚きや、新たな実験への意欲が多く書き込まれており、授業の中で表出されない小さな気づきや人と違う角度からのものの見方を知ることができた。また、授業中は結論を考えることを難しそうにしていた子どもでも、ノートを眺めながら日記を綴ることで、「友達の意見に納得できた」「先生の実験でなるほどと思った」などと書き込むなど、自己内会話の中で考えを整理していき、自分なりの科学的なものの見方や考え方を構築する姿が多く見られた。

この後の活動は、モーターの分解を体験することで、今まで学習してきた電磁石とのつながりを実感し、単元で習得した知識を生かしたモーターづくりをしたり、生活の中にある電磁石について考えたりする場面になる。これまで通り、子どもの思考に沿った展開で進めていきたい。これまでの子どもたちの教材への「出会い」や身につけてきた問題解決の流れや既習の知識を生かして予想し、結果から結論を導き出す活動の中で得た成果が発揮されることが期待される。



V 分科会の記録

1. 討議の内容

(1)科学的な「不思議」を生み出す教材として提示した自作のコイル（タカセくん2号）は有効だったか。

- ・子どもの既習の知識では、解決できない疑問を科学的な「不思議」とおさえ、そのような疑問を生み出す教材を提示したことで、子どもは電流を流すと永久磁石とコイルが反応することと、鉄を穴に入れることでコイルが磁石の働きを持つことを自ら発見できたという点で有効であった。
- ・タカセくん2号と自分が実際につくった電磁石にずれが生じることはないのか？という指摘については、円盤部分（紙できている部分）を除いては、同じ構造になるように配慮して電磁石を作成させることで、「同じものである」という押さえのもと子どもは制作した。その後の実験でも、鉄芯を入れない状態で磁力があるのか（タカセくん2号と同じなのか）を確かめる姿が見られたことは、「導線に磁力が生じる」というタカセくん2号の性質を押さえた上でのことと思われ、タカセくん2号との出会いが有効に生かされたといえる。
- ・中に鉄芯を入れたときに磁力が生まれることを発見した後に、「なぜ鉄芯でなければならないのか」という鉄芯の役割についての疑問が子どもに生まれるだろうとの指摘があった。子どもにとってははじめの出会いのインパクト（鉄が穴に吸い込まれる＝鉄しか穴に吸い込まれない）は、現象の提示として有効であり、様々な材質のものをコイルに差し込む実験等を通じて解決されていった。より根源的な疑問「鉄芯である理由」に気づかせる必要があるかどうか検証が必要である。

(2)仲間と関わる言語活動により、科学的なものの見方を広げることができたか。

- ・ミニホワイトボードを用いた交流は、疑問や気づきを全体で共有する手段として有効であった。考えをグルーピングしていくうちに、子どもから問題意識が生まれ、それをもとに実験方法を考えて確かめていくというプロセスを踏むことができた。
- ・ミニホワイトボードは、間違えを修正でき、子どもが失敗を恐れず書くことができるという点で有効である。反面、子どもの思考の流れが記録として残らないというデメリットがある。しかしノート指導を予想⇒方法⇒実験⇒結果⇒結論という学習プロセスに沿って行うことで、子どもの考えの変遷を記録することができた。ホワイトボードの交流は、自然事物との出会いの場面や体験の場面で用いることが適切であると考えているが、そこでの自発的交流の高まりは、教師の見とりのみに終始する傾向もあり、心情的な驚きや「内」との対話を促す理科日記の活用と合わせて一層の検証が必要である。
- ・ミニホワイトボードは、小さな気づきを見逃さず、全員が自分の考えを表現するための一方法として、言語活動の充実に照らすと有効であり、目の前の現象を何となく眺めるのではなく思考して根拠ある考えを持ち、グループや全体の交流生かしていくことが大切である。

2. 助言者より

(1)札幌市立鴻城小学校 柴田晴裕 校長より

- ・タカセくん2号のように仕組みが単純なものを提示したことが良かった。1時間目での出会いが、2時間目以降の見通しを持つことにつながっていったのではないかと推察されるが、1時間目でどの程度まで子どもが電磁石の性質を押さえたのかの説明がほしかった。
- ・学習の過程を大切にすることが必要であり、その点でミニホワイトボードを用いるなどの工夫がなされていた。子どもたちの考えを学習に位置付けるための方策となっていた。グルーピングをする際には教師が事前に整理をつけ、見通しを持ってすることが大切であろう。
- ・実験の中で、コイルのまき数を増やしていくと・・・という考えが否定されたりする場面などでは、条件制御について学んでいく上での配慮が必要であろう。

(2)白糠町立庶路小学校 廣瀬 文彦 校長より

- ・視点に沿っての発表であった。タカセくん2号が単元を通してどう生きていったのかや子どもの問題意識、解決との絡みなど、単元全体とのつながりという視点がほしかった。理科日記は、自分の課題意識を明確にする点で有効である

(文責 大楽毛小 高瀬 航平)

VI 研究の成果

1. 科学的な「不思議」を生み出す教材との出会いと十分な体験をもとにした単元構想

子どもたちは、単元の随所に位置づけられた「出会い」と体験活動を通して、「不思議」「驚き」を感じ、調べたい「疑問」を主体的に解決する中で実感を伴った理解を図り、科学的な物の見方や考え方を構築した。

出会いの場において、電磁石が発見される過程をたどる活動を設定したことにより、「不思議」と「驚き」が生まれた。その中で生まれた「疑問」は、子どもにとって調べたいと思える実感あるものとなった。

体験の場面では、自由な試行を十分に重ねる中で、既習の知識では動くはずのない円盤の動きから、電磁石を構成する「電流」「導線」などが強く意識され、さらに、クリップや釘が連なってくっつくことを発見した喜びが、「磁石」「鉄芯」というキーワードを生み出した。仲間との自発的交流の中で自らの気づきを吟味し、ホワイトボードに書き込み、それを全体で整理していく中で、「電流が磁力を生み出している」「鉄芯を入れると電磁石になる」という考え方をみんなで共有することができた。

工場で使われている電磁石との出会いの場においても、自分が造ったものとの違いや生活との関連に「不思議」と「驚き」が生まれ、「自分の電磁石も強くなるのか？」という切実な思いをもつことができた。さらに単元で習得した知識を根拠にして、「電流の強さ」「導線の巻き数」という電磁石の構造に目を向けた予想に至ることができた。

このように、子どもの思考の流れに沿った出会いの場と体験活動の場を設定することで、既習の知識がつながり、それをもとにした科学的な根拠や物の見方を身につけていった。

2. 仲間と関わる言語活動で、科学的なものの見方を広げる

「出会い」から生まれた自発的交流や、実験方法・予想・結論など、プロセスごとの話し合い交流、理科日記での振り返りを通じて、科学的な物の見方や考え方を練りあげ、実感を伴った理解へとつながった。

ミニホワイトボードを用いた活動では、仲間との自発的交流の過程が記録となって残った。教師が話し合いを設定しなくても気づきの内容・書き込む言葉について吟味がなされて表出された。「小さな気づきを大切に」「こうしたらこうなったという事実を述べる」という基本を指導することにより、起こったことを上手く説明しづらいうも、意欲的に自分の考えを出すことができた。

さらに、全体交流の場では、子どもの思考の流れにそって、ホワイトボードをグルーピングしていった。例えば工場の電磁石を見た後の気づき交流では、「とても強い」「なぜ強い」「電流がすごいからから強いのではないか」「電池を増やせば強くなるのではないか」などと単元で習得した知識をもとにした気づきを全体で共有することができた。

予想や条件制御、結論を導き出す過程においても、グループ交流を行った。「電流が強くなれば磁力が強くなるのではないか」「1本でも磁力があるのなら、たくさん巻けば巻くほど磁力が強くなるはずだ」「きまりを作って巻き数や電池の数を増やさなければならぬ」など、目に見えないものや実験の方法について、単元で習得した知識を生かしつつ科学的なものの見方や考え方をする力を身につけていった。

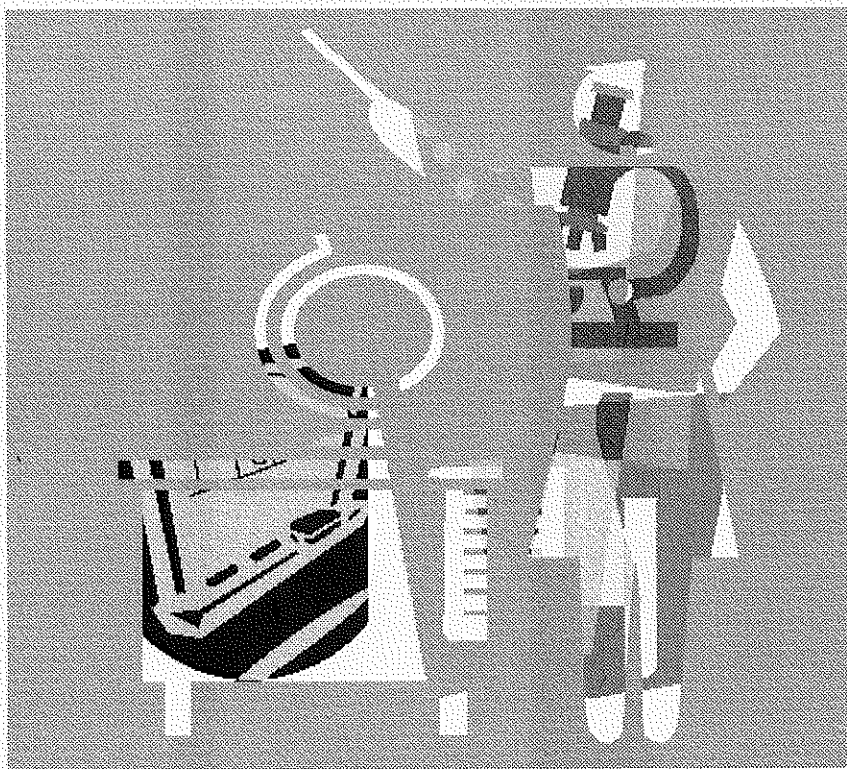
振り返りとして行った理科日記では、実験結果への驚きや、新たな実験への意欲など、自分の考えを整理しつつ記入することができていた。納得しづらいことや自らの予想と実験結果が異なった時でも、友達の話や先生の話の思い出し、改めて自己に問いかけることで、新たな自分の見方や考え方を構築していった。

3. 学んだことを実生活に生かす場の設定

自らの生活に密接に関わる教材との出会いや学んだ知識や法則を生かしたものづくり活動とあわせて、電磁石と生活が結びつき、実感を伴った理解へとつながった。

工場にある電磁石との出会いや、身近な道具に使われているモーターを分解することを通して、電磁石が生活と関わっており、切っても切れないものだという有用性を感じることができた。その後のモーターづくりの活動では、電磁石の仕組みを生かした上で、それを応用していることを実感し、磁力をオン・オフできる良さなどに気づいた理科日記の記述、電磁石の有用性に触れた表現を多く見ることができた。 (文責 釧路市立大楽毛小 高瀬 航平)

全国大会報告



THE HISTORY OF THE

REIGN OF

CHARLES THE FIRST

BY

JOHN BURNET

OF

GLoucester

IN

two VOLUMES.

LONDON, Printed by J. Sturges, at the Black-Swan in St. Dunstons Church-yard, in the Year 1724.

時間を尺度として質的变化に迫る理科学習の在り方

～6年「物の燃え方と空気」の実践より～

北海道札幌市立元町小学校教諭

小林 明弘

具体的な根拠のない予想を重ねる展開では

1. はじめに

子どもの「かもしれない」、「だとしたら」が重なり続け、最後に決定的な実験による検証が行われる。このような展開の理科学習を私たちは繰り返してきた。なんとなくわかっていることを根拠として仮説を立て実験方法を考える追究にも価値はあると考える。しかし、水溶液の性質の学習では、塩酸に反応した鉄が元の鉄とは全く質の異なる塩化鉄に変化する反応を扱うが、元の鉄が変化したのではなく、塩酸の中の別の成分が出てきたと考えてしまうことが多い。これは、溶質と溶媒の体積や反応中の温度変化などの「変化を裏付ける事実」のとらえが弱い場合によく生じる問題である。子どもが観察実験から得た多くの具体的な根拠をもとに推論していかなければ「質的变化」に迫ることは難しいのである。

本単元「物の燃え方と空気」の学習でも、同様な問題が生じることがある。空気の中で物が燃えることで酸素が二酸化炭素に変化する現象である。本実践でも用いたペットボトルとろうそくの炎による実践は数多く報告されている。ろうそくを燃やし続けるために、ペットボトルに開ける穴の数や位置は、「空気が関係していそうだから」、「空気の通り道がないとだめじゃないかな」という考えから決められるが、そこには具体的な根拠はほとんどないことが多い。また、予想図に描かれる空気の流れの図もそれぞれの子どもの想像から生まれたものである。

また、本単元の実践では「ろうそくの炎を燃やし続けるにはどうしたらよいのだろうか。」という問題意識をもって追究に向かうことが多い。しかし、穴を開け、燃やし続けることができた時点で「燃やし続けたい」という活動目標を達成し満足してしまい、本来とらえさせたい空気と燃焼とのかわりについて推論する追究になりにくいことがある。

高学年、特に6年生の学習では、

「～したいな。うまくいくにはどうしたらいいかな。」

「この現象をまた起こしてみたい。」

といった現象面の追究から、

活動目標の達成の満足による追究の停滞

「きっこうだよ。仕組みを明らかにしたいな。」

「～ということは、きっこうなるはずだ。」

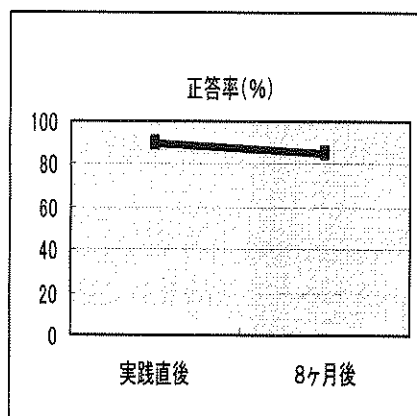
など、本質へと踏み込もうとする問題意識をもち、さらに追究を深めていこうと、主体的に問題解決していく子どもの姿を実現したいのである。

時間と共にうすれていく内容を定着させるには

次のデータは前年度に、本研究の考え方を反映せずに同単元を展開した後に、燃焼のとらえの定着を測ったものである。

Q1 缶の中で木が燃え続けるためには、何が必要ですか。

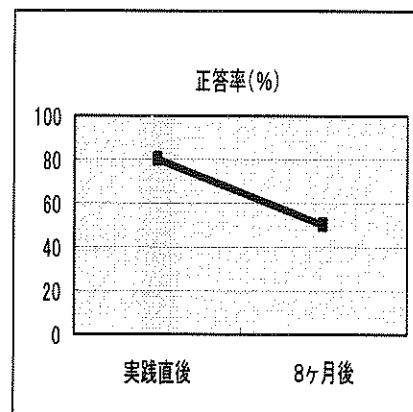
正答：(新しい) 空気



2009年度6年生 98名

Q2 広口びんの中で木を燃やした後の空気には、酸素は全部なくなっていますか。

正答：なくなっていない



2009年度6年生 98名

単元の学習が終了した直後の5月には、9～8割以上の子どもがとらえていた内容が、3学期には6～5割程度の子どものみしか定着していないことがわかる。注目すべきは、空気と燃焼が関係あることはとらえていても、その「質的变化」についてはあいまいにとらえているということである。

そこで本研究では、「ものの燃え方と空気」の具体的な指導方策並びに授業実践を通して、子どもが主体的な問題解決のなかで「質的变化」に確実に迫るための理科学習の在り方について明らかにしていく。

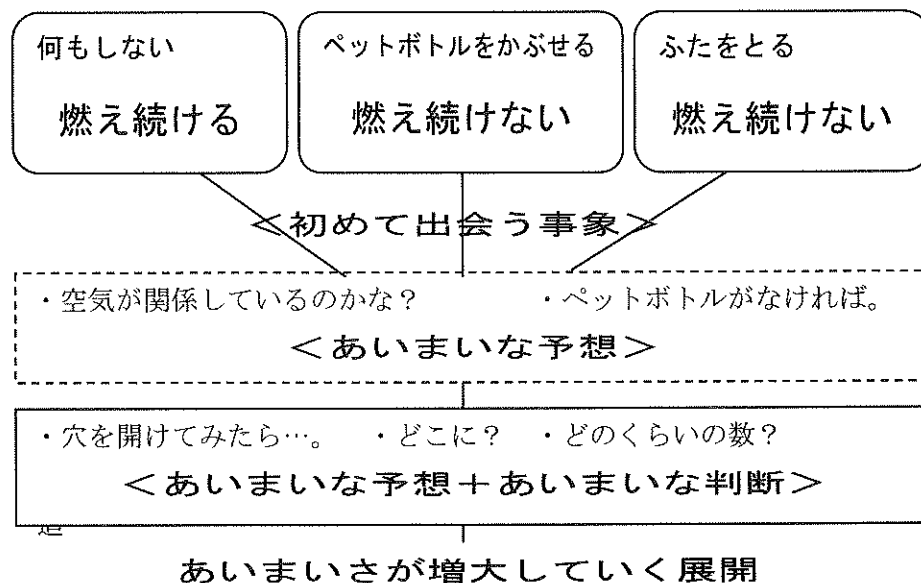
あいまいさにあ
いまいさを重ね
る展開

2. 研究内容

(1) 過去の実践より

これまでに行われた同単元の実践で見られた子どもの学習の様子から、本研究の主張設定の根拠を述べる。

過去の実践でも、主たる教材はペットボトルとろうそくであった。子どもの問題意識は「燃やし続けるにはどうしたらよいのだろう。」というものに集約されていき、追究が始められた。始めは「キャップをとれば燃え続ける。」と予想し試したが燃焼時間はほとんど変化しなかった。この後、子どもたちはペットボトルに穴を開け始めたが、空気との関係を根拠としていられる子どもと、ペットボトルのない状態に近づけようという目的で穴を開ける子どもが見られた。その後の展開において、様々な穴の位置が試されていったが、その根拠は単元内での経験則と、4年生での「暖かい空気は上に行く」というものだけであり、明確な見通しとはいえないものであった。また、ペットボトルのふたを外した時点では、空気の流れや量について考えていたのだが、確かめることができず、検証が困難な「空気の温度」に目を向ける子どもが増えてしまった。



追究があいまいな予想とあいまいな判断で進められていくと、追究の視点がぶれ、意欲も弱まっていく。また、結論に向かう際には教師の強いリードが必要になる。

より主体的な問
題解決を

子ども自身がより主体的に問題解決を進めていくためには、

- ・子ども自身が事象を見つめるなかから問題意識を生み出すこと、
- ・見通しをもった実験によって得た事実やデータをもとに考察すること、
- ・見通しが徐々に明確な根拠に基づいたものになっていくこと

が重要である。また、本単元は一学期に実施される場合が多く、質的变化

空気との関係に
視点をしぼる展
開に

を初めて扱う単元として、事象の見方とそこから得た情報の解釈の大切さを実感させ、他の単元の重要な土台をつくる単元でもある。

そこで、本研究では、早期に「空気との関係」に問題意識を絞り、「時間」の尺度を用いることで燃焼とその工夫を関係付け、燃焼による空気の質的变化に迫る、より意図的で主体的な問題解決の実現を目指した。

(2) 研究の方法

本研究では、教材と学習展開の2つの柱から研究を具体化していった。

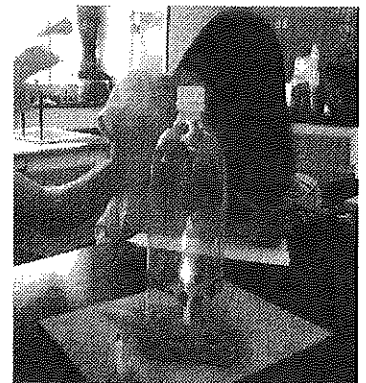
① 推論の根拠を生み出す教材

本研究で主たる教材として用いるペットボトルろうそくには、他に用いられることの多い缶や広口びんと比べ、教材としてのよさが主に3つある。

1つ目は、

「燃える部分が限りなく点に近いこと」

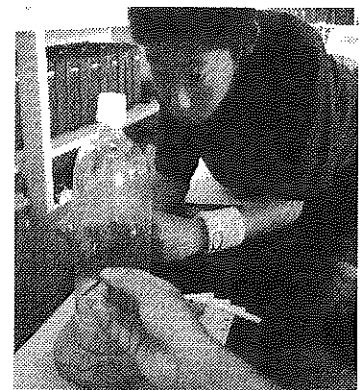
である。ろうそくの高さが空気を取り入れる穴の位置を決める指標になったり、空気の流れを考える際にもその道筋を推論しやすかったりと、燃焼部分と空気の間隔をとらえやすい。



2つ目は、

「炎と中の空気の動きを観察できること」

である。ろうそくの炎の大きさの微細な変化や、炎が消える瞬間を判断したり、線香の煙を用いて空気の動きを直接観察したりすることができるというよさがある。



観察の視点が明
確になる教材

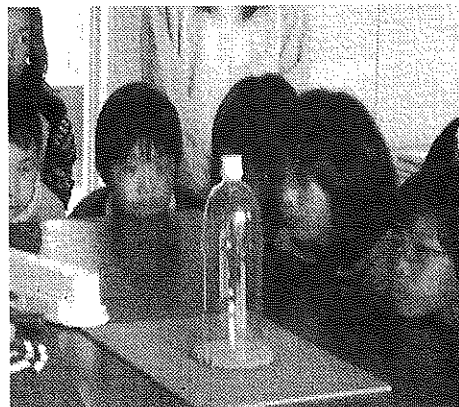
様々な要素や変
化を確実にとら
えさせる教材化

見通しから工夫
が生まれる教材

3つ目は、

「空気の量や動きと燃焼時間の関係をとらえやすいこと」

である。火のついたろうそくに底を切ったペットボトル（1.5L）をかぶせると、30秒程度で消えてしまう。この事象から、「どうして消えたのだろうか。」「どうしたら燃やし続けられるだろうか。」という問題意識が生まれ、子どもは空気との関係を考え出し、穴をあけたりあおいだりと様々な工夫を始め



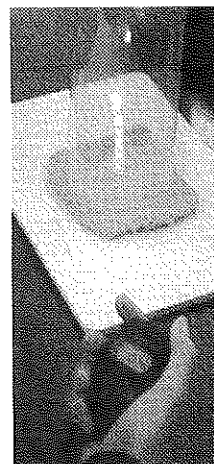
る。また、ペットボトルの切り方やサイズ（500ml、1l、1.5l、2l）によって空気の量を調節し、燃焼時間を変えることもできる。

尺度をもって事
象をみつめる

② 時間を尺度として事象を追う学習展開

長く燃やし続けるために子どもが考える工夫は、「空気が～になっているかもしれない。」という仮定に依存していることが多い。そして、燃え続けるようになるまで、「こちらが空気の出口だとしたら」、「ここに空気の入り口をあけて」と考えながら、穴の場所や数を変えていくのだが、空気の動きや量に関する根拠はほとんどない。このまま追究を続け、燃え続けるという現象を実現できたとしても、空気への問題意識にはつながりにくいのである。

そこで、本研究では、



・ストップウォッチによる燃焼時間の計測

・空気の流れを見る方法（線香）の早期導入

によって、新しい学習指導要領でも重視されている「より明確な見通しをもった実験」が展開されることをねらった。

自分の工夫に「空気の流れ」という明確な根拠が存在することによって、「こうすれば燃えるための空気が流れるはずだ。」といった明確な見通しが生まれる。このように見通しを徐々に確実なものにしていく過程を通して

燃焼の仕組みの本質へと向かうことができるのである。

また、子どもがペットボトルに工夫を施した結果が、「燃焼時間」と「空気の流れ」の図で表現されることによって、それぞれの工夫と空気との関係が明らかになり、後に質的变化をとらえることへとつながっていくと考えたのである。

(3) 研究仮説

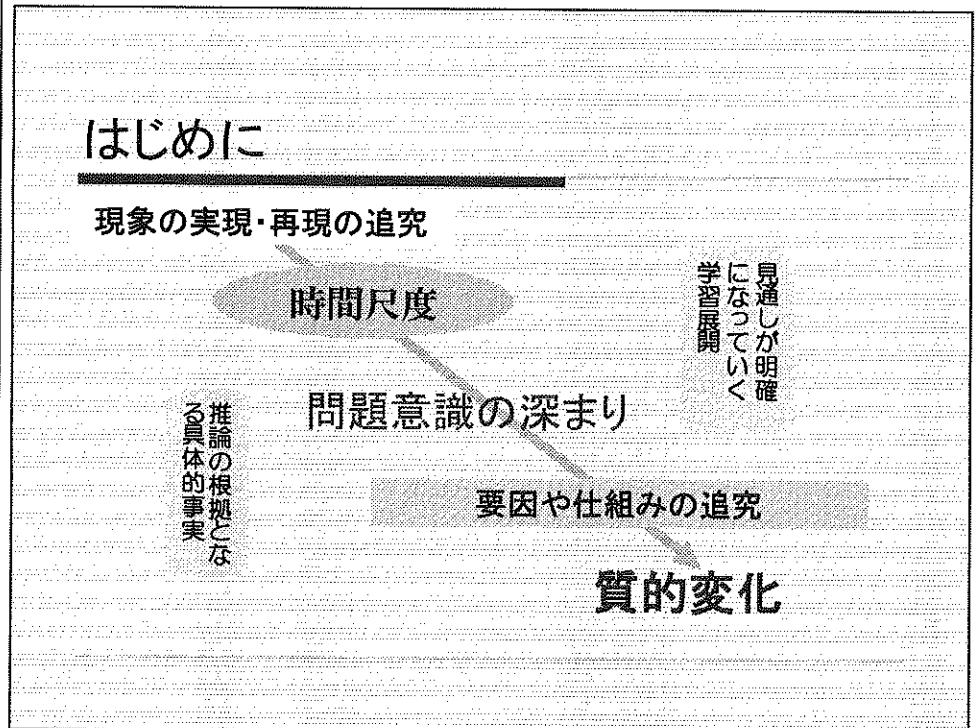
以上のことから、次のように研究仮説を立てた。

時間を尺度として事象を見つめ、観察実験から得た具体的な根拠をもとに推論する学習展開によって、質的变化に迫ることができる。

(4) 研究の具体化に向けて

本研究で目指す問題解決の過程を以下に示す。

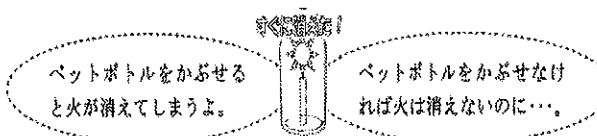
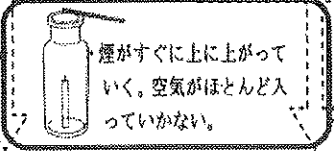
要因や構造、質的变化など、事象の本質に迫る問題解決の過程



このような問題解決の過程をふまえて単元の全体指導計画を作成し、実践を行った。

3. 研究実践

(1) 単元の全体指導計画

活動の広がりや深まり	留意点
<p>【第1次 ペットボトルの中で火を灯し続けるには(4)】</p> <p>◇ペットボトルの中でろうそくに火をつけてみよう。</p> 	<p>○ペットボトルをかぶせるとろうそくの炎が消えてしまう現象を繰り返し観察することで、「燃えること」についての問題意識を生み出す。</p> <p>☑火の扱いについて十分に指導し事故防止に努める。教室の換気にも留意する。</p>
<p>ペットボトルの中でろうそくを燃やし続けるにはどうしたらよいのだろうか。</p> <p>キャンプでは火をおこすのにうちわであおいだね。 まきはすき間が空くように組んだら上がったよね。</p> <p>空気が関係しているのでは？</p> <p>ふたをとって空気が入るように。</p> <p>あれ？少し時間がたつと火が消えてしまう…？</p>	<p>○宿泊学習での火おこしや生活経験から、「燃えること」と「空気」との関連に焦点化していく。</p> <p>○ふたをとることの根拠を明確にしておくことで、「空気をどうしたいのか」という視点で見通しをもてるようにする。</p> <p>○どのくらい長くなったのかを具体的な秒数で記録することで、燃える時間と燃える様子とを合わせて中の空気について考えるようにする。</p>
<p>【まだ空気が足りないのでは】観音で… 空気が入っていかないのでは？</p> 	<p>○ふたをとったことと空気を関係付けていく段階で、線香の煙で空気の動きを確かめられることを示唆する。</p> <p>☑火を上からのぞきこまないよう指導する。</p> <p>○線香を使い、空気の流れを確かめながら、穴のあけ方や空気の送り方を工夫しながら繰り返し活動できるようにする。</p>
<p>《もっと空気を》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・たくさん穴をあけて。 ・大きな穴をあけて。 ・ポンプで空気を入れて <p>《空気の通り道を》</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気の入り口と出口をつくって。 ・新しい空気が火の所を通るように穴の場所を工夫して <p>やった！燃え続けるぞ。穴の位置によっては消えてしまうこともあるよ。新しい空気を入れればいいんだ。</p>	<p>○「空気の流れ」について意識できるような版書構成にする。</p> <p>☑燃えやすいものであおがないよう指導する。</p>
<p>中の空気を入れかわり、新しい空気が入るようにすれば火を燃やし続けることができるんだ。</p> <p>・空気にはものを燃やすはたらきのある気体がふくまれているのかな。</p>	
<p>【第2次 ものを燃やすはたらきのある気体(3)】</p> <p>◇空気中には</p> <p><ちっ素(約78%)>、<酸素(約21%)>、<二酸化炭素など(約1%)></p> <p>がふくまれているんだね【指導事項】。</p> <p>・どの気体にもものを燃やすはたらきがあるのかな？</p>	<p>○空気の組成を提示し、それぞれの成分と燃焼との関係に焦点を当てる。</p>

空気の流れに問題意識を

時間尺度の導入

空気の流れを見る手立てを

工夫を空気との関係で価値付ける

空気にはものを燃やすはたらきのある気体がふくまれているのだろうか。

びんの中に、それぞれの気体を送りこんで、中のろうそくの燃え方を観察すればいいね。

【酸素の場合】

・燃え方が激しくなった。

【ちっ素・二酸化炭素の場合】

・酸素のように燃えなかった。



空気中の酸素には、ものを燃やすはたらきがあるんだ。

・酸素を送りこんだ場合も、しばらくすると火が消えてしまった…。

【第3次 ものが燃えるときの空気の変化 (5)】

・ものが燃えると空気に変化するのかな。

ものが燃えたあとの空気は、もとの空気とどのように違うのだろうか。

酸素が使われて無くなってしまったんじゃないかな。

呼吸のように、二酸化炭素が増えたんじゃないかな。

【気体検知管を使って】

・燃やす前よりも空気中の酸素が減った。蒸気がはじないんだね。二酸化炭素は増えたよ。

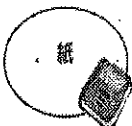
【石灰水を使って】

・燃やした後の空気では石灰水が白くにごったよ。二酸化炭素が増えたんだ。

これまでの追究を基に
空気の変化を推論

ものが燃えた後の空気は、もとの空気よりも酸素が少なくて二酸化炭素が多いんだね。酸素は全部使われてしまうのではないんだ。

◇ろうそく以外のものを燃やすとどうなるのかな？



【気体検知管を使って】

・ろうそくの時と同じように、酸素が減って、二酸化炭素が増えたよ。

【石灰水を使って】

・どれを燃やした後の空気も石灰水が白くにごった。やっぱり二酸化炭素が増えたぞ。

ものを燃やすと酸素が使われ、二酸化炭素が増えていくんだ。燃料の使用や燃えるごみの量が増えていくにつれて、空気中の二酸化炭素が増えていってしまうんだね。

○水上置換の方法を指導する。

■ボンベから火に直接気体を送らないよう十分指導する。

○酸素の場合も火が消えるまで観察し、第3次の問題につなげていく。

○「生きていくための体の仕組み」の既習をもとに、実験の方法を計画する。

■酸素用気体検知管が熱くなること、検知管の先を折った後、けがを防ぐために必ずゴムキャップをつけることを指導する。

○身近なものを燃やしてみると、燃焼と空気の変化についてとらえ直すと同時に、人間が空気中に呼吸以外にも二酸化炭素を放出していることについても考えさせたい。

■燃やすと有害な気体が発生する場合があるので、燃やすものについては教師が確実に把握する。

(2) 子どもの姿から

2010年5月、札幌市立元町小学校6年生の児童を対象に実践した際の子どもの追究の姿から、仮説を検証する。

時間尺度を導入する

①ろうそくの燃焼時間からペットボトルの中の空気の流れへ

火のついたろうそくを提示し、ペットボトルをかぶせようとしても「火は消えないのではないか。」と考えた子どもが大多数であった。しかし、しばらくすると消えてしまう現象を繰り返している、



《密閉されたペットボトル内での燃え方を見つめる》

「ふたを外せば燃え続けるよ」

と主張する子どもが出てきた。燃え続けると考え何度も試したが消えてしまう。そして燃焼時間について問うと、

ちょっとだけ長く燃えたよ

燃える時間は変わっていないよ

とそれぞれの評価が分かれた。そこで子どもは、

尺度のよさを感じる場面

「本当に伸びたのか。

伸びたとしたらどれぐらいか」

を確かめるためにストップウォッチを求めてきた。算数の平均を学習したばかりであったため、数回実験を行い平均値を求めたところ、どのグループにおいても3～4秒ほど長く燃えることが明らかになった。この事実をおさえた時点から消えた原因について問題意識を持ち始めた。「ちょっとだけ」、「あまり～」などの言葉をより具体的なものにしていく過程で、事象を客観的にとらえるために尺度を用いることのよさにふれることができたのである。

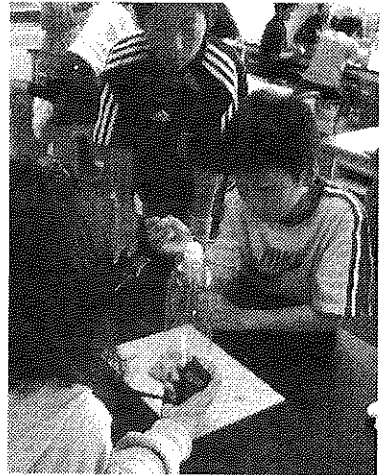
行為の裏側にある見方や考え方を引き出す

「空気の動き」に焦点を
→単元を通じた
追究の視点を

ふたを外す際に、

「どうして外すのか」

と問うと、「空気が入るから」、「煙が混じった汚い空気を外に出してあげるため」などのペットボトルの中の空気の流れについてふれた発言が出てきた。そこで、4年生「物の温まり方」の学習での経験を想起することで、空気の流れを見るための線香を導入した。子どもは、ふたを外したペットボトルの口から一瞬入って出て行く煙を見て、ペットボトルの中の空気について、主に2つの考えをもった。



外の空気が燃える時間を延ばしたと考えた子どもたちは、

「外の空気が入れればよいのではないか」、

中の空気が原因で消えると考えていた子どもは、

「中の空気が出ていけばよいのではないか」

とそれぞれ予想し、中の空気の動きと燃えることとを関連付け、活動の見通しをもって燃え続けるための工夫へと向かうことができた。予想図に描かれた矢印にも空気の流れについての見通しが含まれていた。

しかし、この時点では互いの考えを話し合いながら共有することが難しく、矢印などの図化する方法について指導し、ノート記入や説明が充実するようかかわることが必要だった。見えない事象についての見通しを表現する力を育てることの大切さが浮き彫りになった。

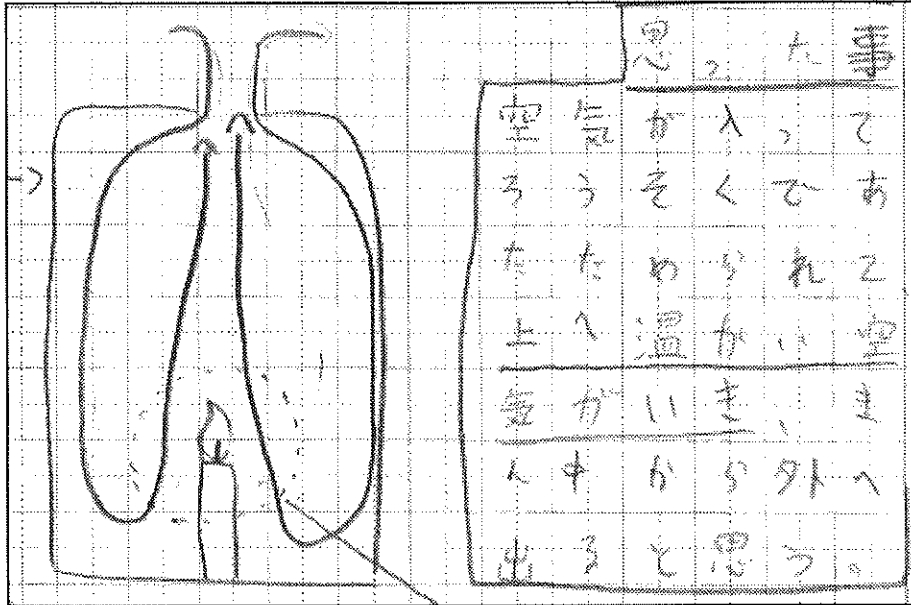
で	開	め	た	時	に	空	気	の	通	る	所	が
な	く	な	っ	て	い	ま	ら	か	ら	い	り	が
か	を	消	え	る	と	思	う	。	(空	気	が
か	ま	え	い	な	り	が	あ	る	。)		

〈閉めた時〉

〈開けた時〉

この図、あなたの考え

予想した空気の
流れを実現する
ための計画



自分の見通しを
検証しながら追
及する姿

② 「空気の流れ」から「空気の量」へ

ペットボトルに穴を開ける工夫が主だったが、子どもは新しい穴を開ける度に線香の煙で

予想した空気の流れが起きているか

を確認しながら活動していた。

予想通りに空気は流れているのに燃え続ける時間が思うように伸びていかないという状況にぶつかった子どもの追究の方向は、主に2つに分かれた。

- ・ 燃焼時間と流れる空気の量とを関係付ける姿
- ・ 燃え方（炎の大きさ）と空気の量とを関係付ける姿

である。どちらの方向の追究においても、空気の動きを煙で見ながら、燃焼時間によって空気の動きを価値付けていた。

◎燃焼時間と流れる空気の量とを関係付ける姿

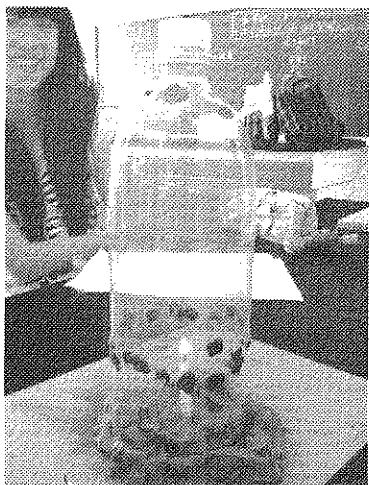
「たくさん空気が入れば長く燃えるはずだ」

という見通しをもって取り組んだ子どもの姿である。

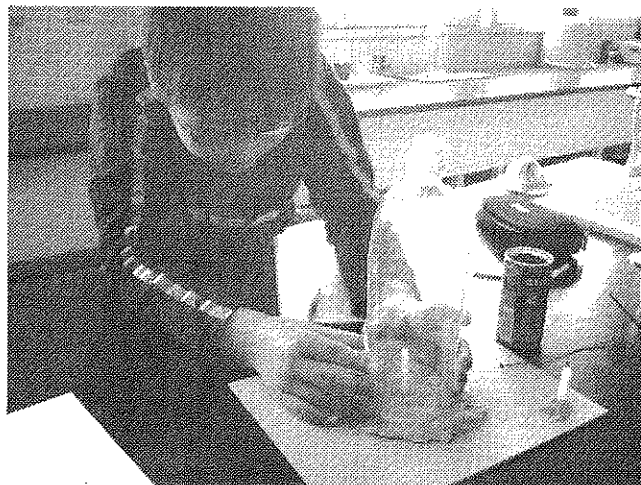
炎の位置と穴の位置の関係はさほど気にはしていないが、穴の数をペットボトルの中に入る「空気の量」として考えたのである。そこで穴の数と燃焼時間の関係を明らかにするために、表をつくり、**最低限必要な穴はどれだけなのか**を考える子どもが見られた。この追究によって、空気がたくさん入れば燃焼時間が伸びるという傾向をとらえた子どもは、入って

くる空気の量と出ていく空気の量を関係付けることができたのである。

「この穴の数と位置なら燃えるよ」



「必要なだけ空気が流れれば全ての穴は必要ないのでは」



空気の流れと燃え方を確かめながら
粘土で空気の量を調節する

多くの子どもは炎とほぼ同じ高さに穴を開け、そこから空気を入れようとしていたが、かなりたくさん開けなければ燃え続けられないことから、空気の入り口と出口の位置を細かく吟味し始めた。

空気の流や量を
調節しながら燃
焼と空気の関係
に迫る

「入った空気が炎の部分を通るようにすればよい」

と考え、炎より下部とペットボトルの上部に穴を開けていた。それまでは、ペットボトルの中に空気が入ればよいと考えていた子どもも、

「炎（燃えている部分）に空気を送ることが必要だ」

と、燃焼と空気とを強く結び付けることができたのである。

穴の数	穴のち	穴10	穴15	穴20	
タイ4	24.56s	28.48s	3分以上	3分以上	
					おかん?
穴5	穴10	穴15			
こゝに かんい?					
りゆう					
ろうそくに空気が					
あたりやすしように					

穴の数	5	10	15	20
タイム	24	56	28	48
穴の場所	かがいの穴			
5この時	10この時		15この時	
空気の通り道				

◎燃え方（炎の大きさ）と空気の量とを関係付ける姿

また、消えるまでの炎の大きさをじっくりと観察していた子どもは、炎の大きさと穴の数の関係に着目した。入る空気が少ない（穴の数が少ない）と炎は小さく、入る空気が多い（穴の数が多）と炎は大きくなることから、燃焼と空気の量とを関係付け、穴の数を調度よい数まで増やそうとしていた。事象（炎）をじっくりと見つめることによって見えないもの（空気）と現象（燃え方）とを結びつけることができたのである。

前の時（穴が多いとき）より
 リヤを少なくする
 と炎が小さくなった
 といった、消えたど
 きもあった

炎の大きさを見つめながら、空気の量を調節している。

かがいすきと、火がういそいあとき
 は、穴を、いすうふさいで
 いったら、消えそうにほ、たけや
 けき、消えそうにほ、たきま
 だにうけたわらどきと、たけ
 またういたんで、実験が成さう

見えない空気を見つめる視点を獲得する

どちらの方向の子どもも、燃焼の条件を探ることを通して、「流れ」と「量」という2つの視点からとらえ、見えない空気のイメージをより具体的にすることができたのである。

初めの事象に返
ることで本質に
迫る

③ 空気の量から空気の質的变化へ

空気の流れや量とろうそくの燃え方の関係をとらえた子どもたちに、
最初にペットボトルをかぶせたときの事象について

再度思考する場面

を設けた。

子どもは、これまでの追究を通して得た「空気の流れ」と「空気の量」という2つの視点から閉鎖されたペットボトルの中のろうそくの燃焼について考えた。ろうそくが燃えることによって

「ペットボトルの中の空気が燃えにくい空気に変化した」

と、空気の質的变化について推論することができた。

しかし、一部の子どもは、

「中の空気がなくなったからではないか」

と推論していた。「空気の流れ」のなかでも「空気の入り口」に視点が向き、空気の量と燃え方を強く関連付けていた子どもたちである。

イメージを表現
する手立てを

空気の質的变化をその組成の変化としてとらえられるよう、見えない空気の様子を表現する方法を、4年生「ものの温まり方」の学習を想起させながら示唆した。子どもは、円の数で空気量や組成変化を描くことで、自分のなかのイメージを具体的に表現することができた。

① 空気は空気を燃やして燃やしたものがなくなると消える。そして燃やしたものがなくなると消える。

② 燃やしたものがなくなると消える。

③ 燃やしたものがなくなると消える。

空気がなくなってしまったと考えた子ども。

空気がなくなってしまうと考えた子ども。

空気が変わってしまったと考えた子ども。

④ 燃やしたものがなくなると消える。

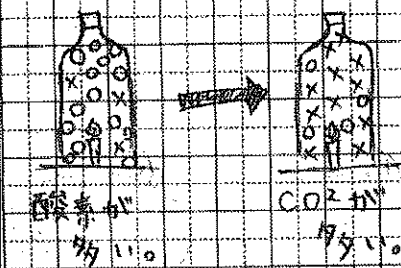
燃やしたものがなくなると消える。



「とても明るく燃えるね」

ろうそくが燃えることによる空気の変化を推論した段階で、燃える前の空気の組成についておさえた。酸素、二酸化炭素、窒素それぞれについて広口びんを用いてものを燃やすはたらきがあるかどうかを調べた。酸素にものを燃やすはたらきがあることをとらえた子どもは、ペットボトル内の酸素がなくなるから燃えなくなるのだと考えた。また、空気が全てなくなると考えた子どももいた。

予想
最初は酸素が多いと思う。火が消えた後は、二酸化炭素が多いと思う。



人間と同じように、火が酸素をとり、CO2に変えると思う。

空気の全体量の減少と質的变化を混ぜて考えている子ども。

ペットボトルの中は、火が燃え、酸素がなくなり、二酸化炭素が増えると思う。酸素は、同じくらい減るとも思います。

空気の組成と現象が結びつく
→質的变化へ

燃やす前と消えた後での空気の組成を気体検知管を用いて調べた。酸素と二酸化炭素の増減量に焦点化した話し合いによって、空気の組成の変化とろうそくの燃焼との関係をとらえることができた。

《実験結果から》

上の結果は、予想どおりでした。酸素と二酸化炭素は、この関係を下がり、たり、上がり、たりと関係があります。

酸素は変わっていないと思います。理由は、酸素と二酸化炭素は変化して酸素と二酸化炭素の割合をたし算をし、同じ数になるからそう思いました。酸素は燃え方に関係していません。

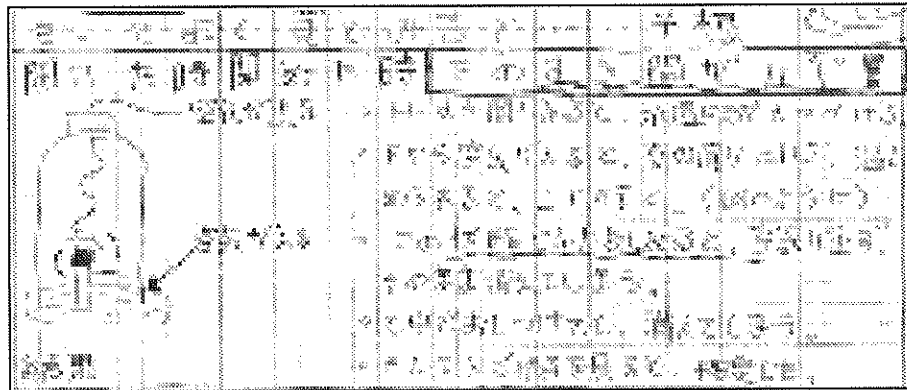
4. 考察と研究のまとめ

授業実践でみられた子どもの姿と、実践後の内容の定着に関する調査結果を基に本研究における仮説の妥当性を検証する。

- ① ペットボトルの中でろうそくが燃焼する事象を、時間を尺度として見つめることが、空気の流れや量と燃焼の関係をとらえることにつながったのか。

<子どもの追究の姿から>

- 燃焼時間のわずかな伸びに着目することで、条件の違いによる燃焼時間の変化に問いをもち、燃焼の様子を詳しく観察しながら空気の流れや量と燃焼の関係を考えることができた。



- 空気に関する根拠のある工夫を、燃焼時間で評価することによって、炎の様子を詳しく見つめたり、追究意欲を持続させたりする姿がみられた。
- 工夫を施した後の燃焼時間が、想定よりも短くなった際に、予想した空気の流れができていないのかを自ら検証する姿がみられた。
- 燃焼時間を計測するために炎を見つめていても、「消える瞬間」にばかり意識が向き、炎の大きさ（燃え方）と空気の量をつなげるには教師のかかわりが必要な子どももいた。

ペットボトルの中でろうそくが燃焼する事象を、時間を尺度として見つめることで、事象を詳しく観察しながら追究し、自分の見通しや実際の工夫と空気の流れや量とを関係付けるとともに、燃焼の仕組みに対する追究意欲を持続することができる。

数値にすることでわずかな変化を逃さない

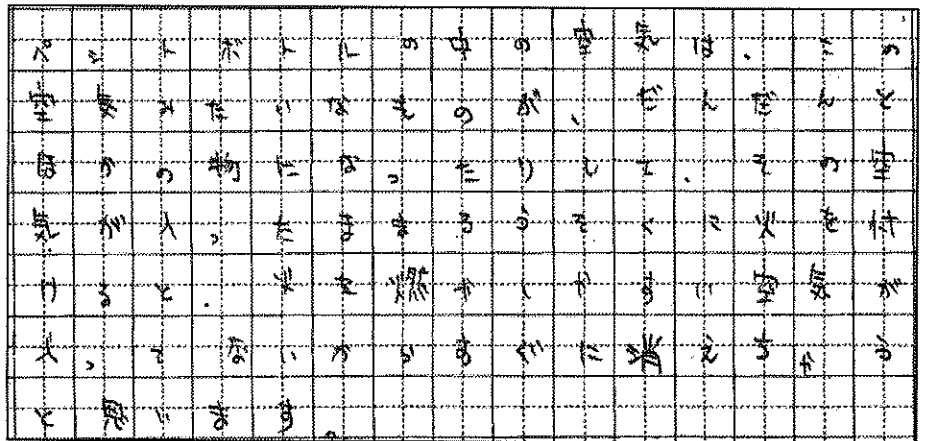
基本は詳しく観察する目

時間尺度が推論の根拠となる事実を明確にする

② ペットボトルの中でろうそくが燃焼する事象を、時間を尺度として見つめることが、燃焼にともなう空気の質的变化を推論することにつながったのか。

<子どもの追究の姿から>

○ ペットボトルの中でろうそくが燃焼する事象を、時間を尺度として見つめることによって獲得した空気の流れと量という視点から、ろうそくが燃えなくなった後の空気について推論することができた。



○ 空気の質的变化を推論する際に、もう一度もとの事象（閉鎖されたペットボトルの中でろうそくを燃焼させ消えてしまう事象）に返すことで、それまでの追究の過程で獲得した視点や炎の様子についての気づきを活用しながら考える姿がみられた。

● 個々の子どもは空気の質的变化について推論するが、推論したことを図や文章、発言で表現（言語化）する際には、具体的な指導が必要であった。初めて出会う質的变化であるため、これまでに身につけてきた表現方法をどう活用すべきかが分かるようかかわることで、集団での学び合いの質を高めることができると考える。

<内容の定着の調査より>

前年度、同校6学年の同単元での実践における、燃焼による空気の質的变化を問う質問の正答率のデータと比較することで、その定着を評価した。前年度の実践では、ペットボトルとろうそくを教材としたが、燃焼時間は詳しく扱っていない。指導者は同一教諭である。

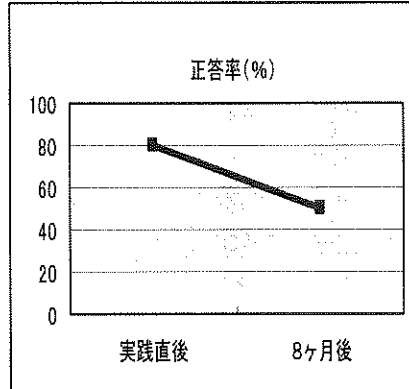
また、定着の程度を評価するために、実践直後と同様のテストを数ヶ月経過後にも行っている。

(ただし、前年度実践は8ヶ月、今年度実践は4ヶ月と、実践後の経過期間に差があるため今後の継続調査が必要である。)

時間尺度を扱わない実践との比較から

Q2 広口びんの中で木を燃やした後の空気には、酸素は全部なくなっていますか。

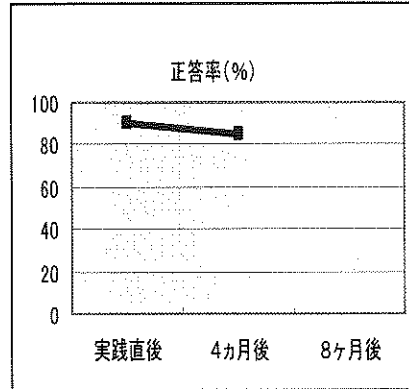
正答：なくなっていない



2009年度6年生98名

Q2 広口びんの中で木を燃やした後の空気には、酸素は全部なくなっていますか。

正答：なくなっていない



2010年度6年生67名

前年度と比較すると今年度の正答率の低下の傾きの方が緩やかであることが読み取れる。今後は8ヵ月後にも再度測定することでデータの条件をそろえ定着の程度を測っていききたい

ペットボトルの中でろうそくが燃焼する事象を、時間を尺度として見つめることで、燃焼にともなう空気の質的变化を推論することができ、より確かな理解につながる。

仮説を他単元に当てはめて一般化する

③ 時間尺度の他単元での活用

本単元以外でも、時間尺度を用いることで見えないものを推論する展開を構築できると考える。以下にその例を示す。

5年『発芽と成長・結実』

「一週間で、Aのインゲンマメは5cm、Bのインゲンマメは10cm伸びたよ。Bの方が2倍成長している」

4日間、一週間など、一定の時間で切り取って異なる生育条件下のインゲンマメの個体を観察することで、同じ期間にどれだけ伸びたのか、葉が何枚増えたのか、といった成長の違いが明らかになり、成長に強く関係する条件について考えることができる。ただしこの場合は「長さ」や「枚数」などの変化の度合いをはかる尺度も必要になる。



植物の成長の条件を導き出す時間尺度

6年『水溶液の性質』

「Aの水溶液は鉄が溶け切るまで1分しかかからなかったよ。働きが強いんだね」

一定量の様々な水溶液の中で特定の「物質が反応し切る（例：金属が溶け切る）までの時間を比べることで、その働きの強さをとらえることができる。塩酸の濃度を様々に変えながら調べることで見た目の同じ水溶液でも、その働きの強さは異なる場合があることを実感することができる。



働きの強さを浮き彫りにする時間尺度

6年『電気の利用』

「発光ダイオードは豆電球よりも大分点灯時間が長いね。電気を少しずつ使っているんだよ。」

新しい学習指導要領の解説でも述べられているが、手回し発電機を使い、同じだけ蓄電したコンデンサーに、豆電球と発光ダイオードをつなぎ、その点灯時間を比べると、発光ダイオードは豆電球よりかなり長く点灯し続けることが分かる。このことから、それぞれの電流の使い方を推論することができる。ただし、それぞれの明るさやその変化、触ったときの温かさなど、事象から得られる様々な情報を重ね合わせることが重要である。

今後も、様々な単元での検証を進めていきたい。

働き方を浮き彫りにする時間尺度

本研究を通して、事象をみつめる際に、時間尺度をもつことが、複数の事象を比較する基準となったり、継続的で詳細な観察への意欲を生み出したりすることで、質的变化を推論することに有効であることが分かった。

また、時間尺度が子どもの問題解決にとって有効に働くためには、

- ・本質に迫る追究に向かうための教師のかかわり
- ・推論したことを表現する力を高める具体的な手立て

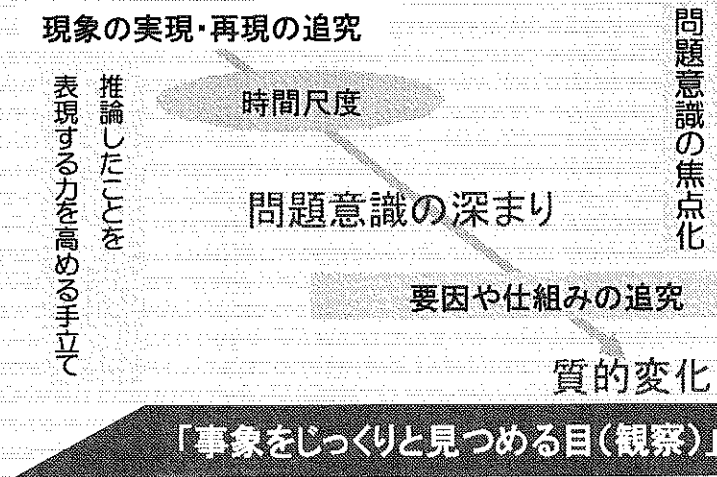
などの、いくつかの条件があることも見えてきた。

基本は事象をじっくりと観察すること

理科の対象は「事象」であり、時間や長さなどの数値ではない。理科において問題解決の基本となるのは事象を見つめる「観察」である。時間尺度を有効に活用するためには、見えないものをより具体的なイメージとしてとらえるための「観察」を支えるものであるということを強く意識しな

くてはならないことも分かった。

考察と研究のまとめ



5. おわりに

本研究は、子どもの主体的な問題解決が実現する授業構築を目指して進めてきたものである。しかし、今回の授業実践で見られた

「事象をじっくりと見つめる目」

「考えたことを表現しようとする姿勢」

は、担任教諭の日々の実践によるところが大きいと考える。主体的な問題解決の大切さは、理科に限ったことではない。担任教諭が日々の授業のなかで、問題意識をどう生み出すか、ということについて悩み、教材研究を重ねてきたことで、子どもに問題解決の基本となる「事象を見つめる目」が育っていたのだと考える。

様々な方々に支えていただきながら、本研究をまとめることができたことに深く感謝し、今後も実践を通して、子どもの問題解決の在り方を探り続けていきたい。

00. 発表後の考察

全国大会・札幌大会それぞれにおいていただいたご意見をもとに、本研究の今後の課題を考察する。

(1) 「推論の根拠を生み出す教材」について

全国大会の発表では、「個々が根拠を明確にもってはいないが、子どもによって穴をあける位置や数が異なり、条件が整理されていないのではないか。」というご指摘をいただいた。札幌大会の発表では、「ペットボトルの大きさを統一したのでは空気の量と燃え方との関係に迫りにくいのではないか。」というご指摘をいただいた。

どちらも、個々の問題意識や問題解決の過程が子ども間で明確につながりをもてていなかったのではないかと、ということへのご意見である。

「閉鎖系から開放系まで実現できる」というペットボトルの特性を、空気の「存在」や「量」をとらえることに生かしきれていなかったためと考える。問題解決の各段階において、どのように扱うことが有効であるかを再検討したい。「教材」と「学習展開」のつながりの大切さを改めて感じることができた。

(2) 「時間を尺度として事象を追う学習展開」について

全国大会の発表では、「燃焼時間の変化の要因を空気の流れから追っていくのは子どもの思考に沿っていないのではないか。」というご指摘をいただいた。札幌大会の発表では、「時間を尺度として事象を見ることは質的变化のとらえに直接はつながらないのではないか。」というご指摘をいただいた。

ペットボトルの中には、見えなくても空気が存在する、ということを見ずとらえなくては、「量」や「流れ」が問題とはなりにくいというご意見である。

空気の存在を強く意識することで、燃焼時間の変化と空気の量の関係に焦点化され、それを追究する過程で「あるけど消えるのはどうしてだろうか。」という、質的变化に迫る問題意識が醸成されていくのだと考える。今後は、「量→流れ」という問題解決の過程のなかで、燃焼による空気の質的变化に迫る学習展開を構築していきたい。

また、札幌大会の発表では、「炎の変化をじっくりと見つめる姿は、子ども自身の問題意識から生まれたものではないのではないか。」というご指摘もいただいた。

日常の教師のかかわりのみに頼るのではなく、事象とかかわるなかで、問題意識が生まれたことによって、じっくりと見たくなる、見ざるを得なくなる教材や展開の在り方を探っていきたい。

第43回全国小学校理科研究大会 石川大会 同行報告

平成22年10月21日（木）、22日（金）の2日間に、第43回全国小学校理科研究大会石川大会が、石川県文教会館、金沢市立明成小学校、中央小学校、杜の里小学校を会場に開催された。北理研では、庄司会長の理事会・総会参加、山田校長の指導・助言、小林先生の研究発表を行い、全国大会の場で、北理研の取組を発表した。

今回の同行報告では、その概要を報告する。



【1日目 総会・研究全体会・講演会】

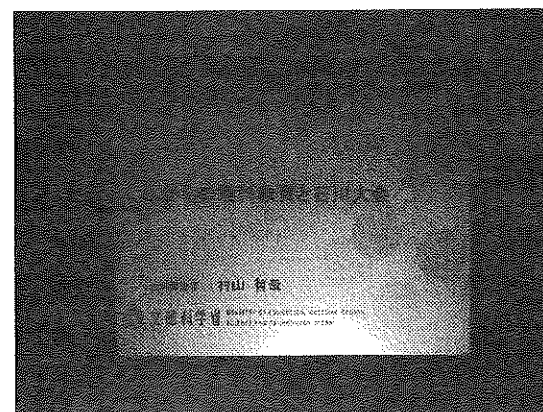
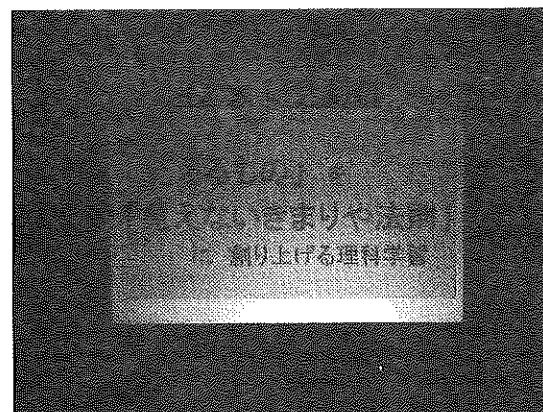
石川県文教会館を会場に総会・研究全体会・講演会が行われた。研究全体会では、「知を創造・更新していくための科学的思考力・表現力の育成」～「見えるもの」を「見えないきまりや法則」に創り上げる理科学習～という内容で研究基調が行われた。「見えるもの」とは、検証され科学的に共通理解され明らかになったものと定義し、授業の中で「働きかけ見えてくる事実や特徴」としてあらわれるものとしている。「見えないもの」を個の頭の中で創り出すもので、全体には全体で見えないものと定義している。個々の中で創造される「見えないもの」を交流を通して科学的に承認された「見えるもの」に高めていくという主張である。その過程で科学的な追究が生まれ、納得できる表現が必要になるということである。目指す授業像として4つの段階を設定している。

- ② 「見えないきまりや法則」の気づきにつながる事象との対峙
- ② 「見えないきまりや法則」を表現し追究すること
- ③ 共有化されたきまりや法則」を認識
- ④ びを確かなものにするための「活用」「振り返り」

を単元の中に位置付けることが手立てとして主張された。

新学習指導要領の趣旨を受け、思考を表現することで「見えないもの」を「見える」ようにするという主張に共感できる。手立てとしての4段階も問題解決の過程では重要であるが、「見えないきまりや法則」を表現したくなる事象との対峙、問題意識の醸成の過程をより強く主張すべきではないかと感じた。

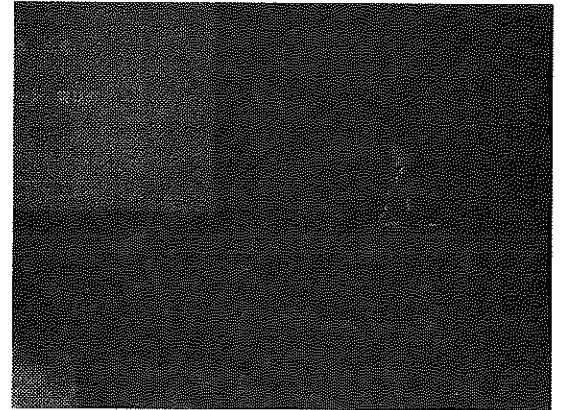
研究基調に引き続き、文部科学省初等中等教育局教科調査官、村山哲哉先生の「これからの理科教育と石川大会」という題目で指導講話が行われた。言語活動の充実にふれ、「感受・表現」「理解・伝達」「解釈・説明」「評価・論述」「構想・改善」「討



論・協同」が思考・判断・表現の育成を効果的に図るために必要であると述べた。また、思考と表現の一体化が重要であり、児童の発言や記述などの言語活動を通して評価することが重要であることを示した。

1日目の日程の最後に「新しい太陽系の姿—冥王星を超えて—」という演題で国立天文台准教授 渡部 淳一先生の講演が行われた。惑星の数が5つだった時代の様子や7つの天文の起源、惑星の位置関係など天文学の広い視点で「見えない」ものを「見える」ものに明らかにしていく過程を示唆していただいた。また、冥王星が惑星から除外される過程で検討委員として携わった裏話などをしてくださった。

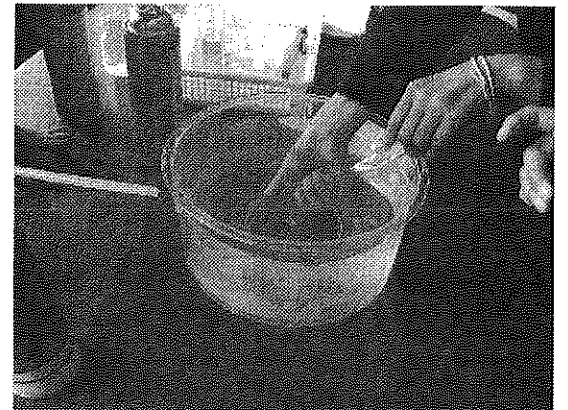
村山先生の指導では、改めて言語活動重視の必要性を感じた。また、思考と表現の一体化では、子どもの思考を発言に頼るのではなく、事象との対峙の場面や事象に働きかける場面で見取る必要性を認識することができた。渡部先生の講演では、普段知ることのない宇宙科学に関するお話を聞いたことが有意義であった。まさに「見えない」ものを「見える」ようにしていただき、見方や考え方が広がった1時間であった。



【2日目 金沢市立明成小学校 授業公開・分科会・指導講和】

○授業公開 6年「水溶液の性質とはたらき」

6年生の授業公開は2実践であったが、1次・2次の公開ではなく、2実践とも90分授業であった。学校の教育課程の取組として、90分の授業の中で、思考し表現すること、そして、次なる活動の方向性を明らかにすることをねらっているとのことだった。子どもの思考が90分間、連続するのか少々疑問を抱きつつ、授業を参観した。1実践は、塩酸と水酸化ナトリウムを合わせた水溶液にアルミを入れるとどのように反応するのか追究する『中和』の場面であった。子どもは、2つの水溶液を混ぜ合わせた後、どのように反応するか予想し、実験に取り組んだ。子どもは、「今まで以上に



強くなる」「弱くなる」「変わらない」と予想していた。しかし、その予想に根拠が弱く、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせる必要感が弱い。つまり、子どもの問題意識になっていないような気がした。これは、後に述べる生活とのつながりで酸性化された土を石灰で中和し、土壌改良する場面への布石となっているのである。この場面を前提に授業が構築されており、問題意識の連続が見られないことが残念であった。子どもは、主張にあるように実験の様子や結果を学習カードに表現していた。結果から言えることを表現する姿は素晴らしいものがあったが、そこに「見えない」水溶液の内部で起こっていることに対する見方や考え方がなかなか見られない。事象を表面の結果を捉え、その裏側にある変化の要因や構造を見方や考え方として高めていく必要性を感じた。

もう1実践は、「気体が水に溶けるのか」を問題意識として授業が行われた。酸素・二酸化炭素・窒素が用意され、それぞれを水に溶かし、ペットボトルのへこみや泡の出方、試験管への指の吸いつきなどで、溶けたかを判断をしていた。

子どもは、気体の種類による事象の変化の表れを非常によく読み取っていた。二酸化炭素を入れたペットボトルが、量を増やしていくとへこまない事象から、「溶ける量があるはずだ」と水の中の様子を推論する姿や、「酸素は少し試験管に指が吸いつくから溶けるはずだ」とわずかな変化を見逃さない姿に子どもの育ちを感じた。それらの発言を全体に広げる教師のかかわりもよく、子どもの発言を関連付け、水に気体が溶ける様子を「見えるよう」にしていたところが素晴らしかった。しかし、気体を溶かすことに対する問題意識が弱いように感じた。「気体を溶かしてみよう」と教師の投げかけから授業が展開されているが、子どもが事象と対峙し疑問をもち、問題意識を高めていく場面を検討する必要があると感じた。

○分科会 小林先生発表「時間を尺度として質的变化に迫る理科学習の在り方」

午後から、小林先生の研究発表が行われた。「時間を尺度として事象を見つめ、観察実験から得た具体的な根拠をもとに推論する学習展開によって、質的变化に迫ることができる。」という仮説のもと、子どもの見方や考え方の変容を明らかにしていった。事象とのかかわりで生まれた問題を解決する過程で、事象の実現・再現の追究が行われ、時間尺度を早期にもちこみ、推論したことを表現する力を高め、問題意識を焦点化するかかわりで、子どもの思考が要因や仕組みの追究に向かう。このような事象をじっくり見る目を基盤とし、時間尺度を取り入れることで、質的变化に向かうことができる。

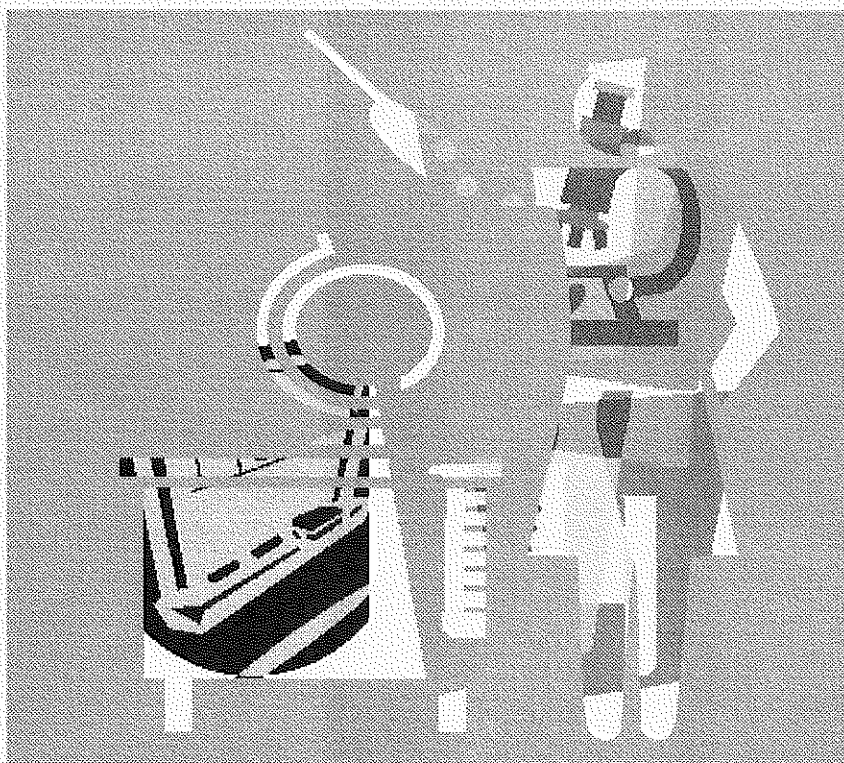
発表に対し、ペットボトルを用いた教材化は、中に空気の種類で燃焼時間に差が生まれることから、時間尺度の目が向かいやすいという教材に対する評価が得られた。また、時間尺度を用いて、ろうそくの燃焼を捉えることで働きかけによる事象の表れから、空気の流れの存在や空気の質的变化に見方や考え方が高まっていききっかけになっているという評価もあった。その反面、時間尺度が、空気の質的变化に直結するものではなく、わずかな事象の表れの違いに着目する子どもの目が必要であるという意見もあった。また、時間尺度を導入することと、内容定着の推移のデータの関係性を問う質問もあった。研究発表全体に言えることだが、発表に対して意見が非常に低調であった。発表者が時間をかけて研究し、提案している内容だからこそ積極的に議論する必要があると感じた。特定に参加者との議論が続いたことが残念であったし、司会の進め方も自分自身が勉強しなければいけないと思った。



○指導講和「理科教育が目指すこれからの方向性」

国立教育研究所基礎研究部長 角屋重樹先生が、指導講和を行った。公開授業をもとに教材研究のよさや子どもの学習に取り組む姿勢を高く評価していた。また、これからの理科教育では、その単元の系統性を分析し、どのような見方や考え方を高めていくのか分析する必要がある。3年「ものと重さ」では、働きかけをすれば全てのものが「変えられる」と考える子どもの思考を、「変えられない」ものが存在するという思考に高めることが大切である。これが、5年生「ものどけ方」では、「見えなくても存在する」「形が変わっても存在する」という思考により高まっていく。この提案が、非常に分かりやすく今後の授業づくりに生かせると考えた。

研究部公開研



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

50 EAST LAKE STREET, CHICAGO, ILLINOIS 60607

TEL: (773) 707-5000 FAX: (773) 707-0838

WWW.CHICAGO.PRESS.EDU

© 2005 THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

ALL RIGHTS RESERVED

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ISBN 0-226-00000-0

HARDCOVER \$45.00

PAPERBACK \$25.00

9 780226 000000

0 226 00000 0

0 226 00000 0

0 226 00000 0

5年「ものの溶け方」の指導について

児童 5年4組 男子13名 女子15名 計28名

指導者 高島 護 (幌西小)

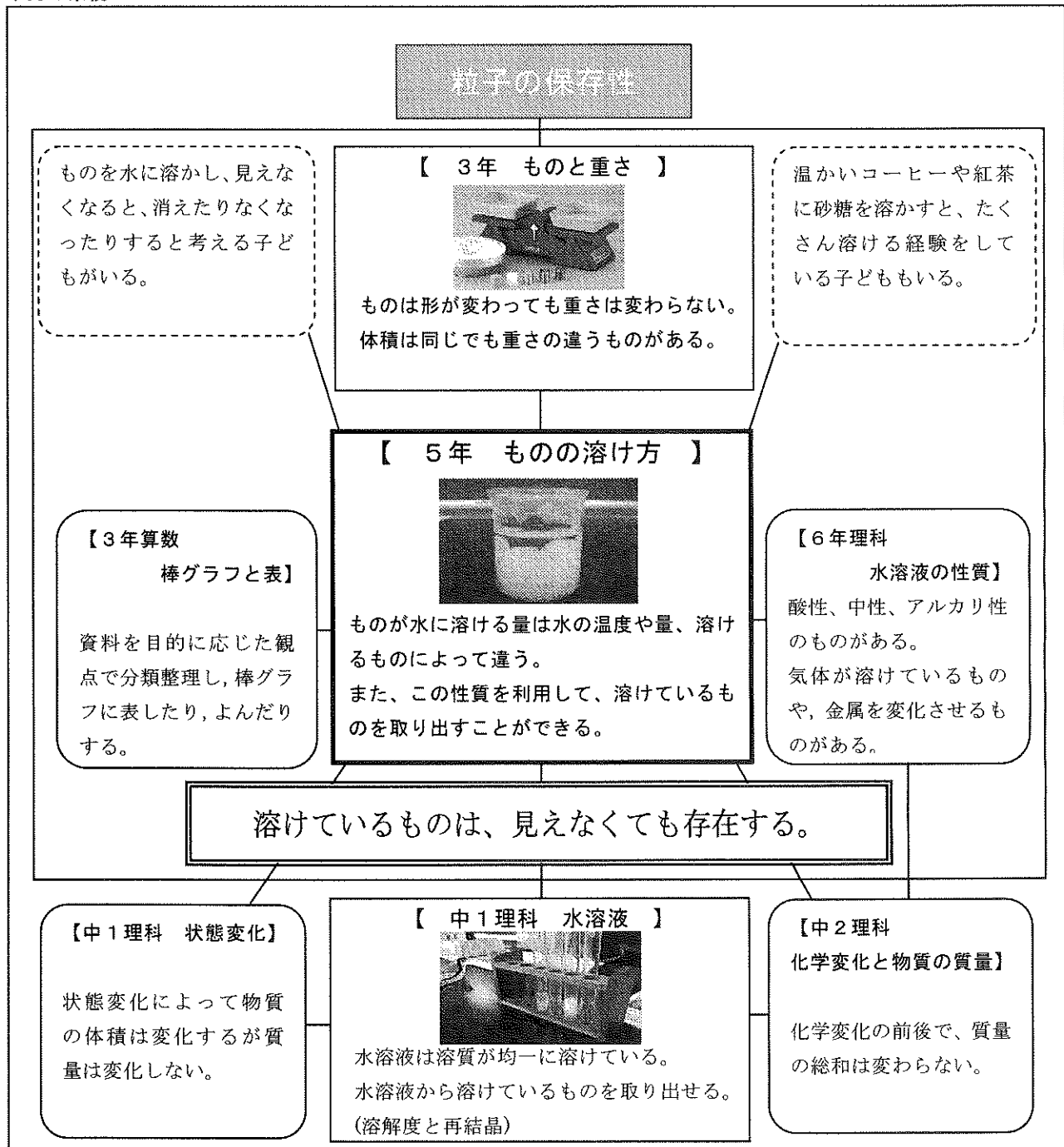
協力者 和田 諭 (大谷地小)

中島 寛子 (平岸高台小)

富田 雄介 (二条小)

幡宮 嗣朗 (本通小)

単元の系統



(文責 大谷地小 和田 諭)

I 授業づくりの重点

1. 問題意識の道筋を明確にする表現の在り方

(1) 子どもの実態

子どもは、これまでの生活経験から溶けることに関して「消える」、「無くなる」、「見えなくなる」、「混ざる」など、様々な考え方をしている。水にもものを入れて溶かす活動の際、子どもは「できるだけたくさんとかしたい」という願いをもって活動に取り組み、かさが増えることや溶ける速さが遅くなることに気が始めるはずである。上記の体験や重さを量る活動から、視覚的に見えなくても、無くなってはいないという見方に高めていきたい。さらに、溶かしたものを取り出す活動の際には「確かにそこにある」という見方をもとに、取り出し方を見出しつつ、溶けているものは全て存在するという見方や考え方を深めていけるような学習の展開を考えている。活動の際は水の量や温度、溶かすものの量といった、子どもが調べたいと願う条件を教師側から規制して調べるのではなく、見通しをもって条件に目を向けながら定量的に調べる姿を求めている。

(2) 問題解決の道筋

本実践は、ものを水に溶かすときの規則性をとらえていく上での子どもの思考の流れを重視し、以下のような単元の構築をした。

第1次「ものをとかそう」では、食塩を自由に溶かす活動から始まる。食塩の粒が溶ける様子を観察し、溶け方が遅くなったりかさが増えたりする事実や重さを量る活動から、溶かしたものは見えなくても無くなってはいないことをとらえる。また、食塩がミョウバンより多く溶けることや、ミョウバンが少量を溶かすとすぐに溶け残りを生じることから、その差を明確にすることで「もっとたくさんとかしたい」と願いが生まれ、2次に向かうと考えた。

第2次「もっととかそう」では、1次での溶ける量に限度があるという既習から水の量を増やしたり、生活経験から温度を上げたりと、より多く溶かすための要因に目を向けながら見通しをもって調べる活動を行う。ここでは、水の量や温度を変えることで食塩やミョウバンの水に溶ける量が変化することをとらえ、ものによって溶け方が違うという見方や考え方に高められるようにする。また、加熱を止めるとミョウバンが析出する事象から、一度溶かしたものが再び出てくることに気づき、その析出する要因に目を向けていくと考えた。

第3次「とけているものを取り出そう」では、ミョウバンが自然に析出している様子から、まだ上澄み液には含まれているのか見通しをもって調べる活動を行う。ミョウバンが析出する要因をとらえた子どもが、食塩の析出も同じ要因だと見通しをもつと想定している。しかし、冷やしても析出しないことから、必然性をもって既習に立ち返り、食塩を取り出す方法を見出していく。この活動を通して、食塩やミョウバンを水に溶かしても、全て存在するという見方や考え方が深まるものとする。単元の最後では、ものによる溶け方の違いや溶かしたものの取り出し方の違いを振り返りながら、結晶づくりを行う。

(3) 道筋を明確にする表現

1次では同じ水の量における食塩とミョウバンの溶け方の違い、2次では水の量や水の温度によるそれぞれの溶け方の違いをグラフに表す活動を行っている。また、1次では重さを量る活動を行っており、溶かしたものは無くなるわけではないことを学習している。これらの既習をもとに、3次において見通しに反して溶かしたものが取り出せないときも、「まだあるのではないか」という見方や考え方から、グラフをもとに析出するための要因を見出していける子どもの姿を想定している。

2. 他者との関係を明確にする表現の在り方

(1) 他者との関係を明確にした学び合い

本時は、食塩が少量析出している事象に出合う場面から始まる。ミョウバンのとくときと同様に冷えたことで析出したと予想し、「ミョウバンと同じように食塩も取り出すことができないだろうか」という課題のもと、さらに冷やして取り出そうとする子が出てくると想定している。この見通しをもとに活動を行うが、冷やしても取り出せない事象から問題意識をもつと考える。交流では、「食塩を大量にとかしたのに少量しか出てきていない」という事実から「上澄み液には、まだあるはずだ」という見方や考え方を再び位置付けることで、食塩は冷やせば取り出せるという見通しに見直しがかかり、別な取り出し方へと目を向けると考える。この話し合いでは、既習に立ち返り、食塩やミョウバンの溶かしたときの様子やグラフをもとにした発言を全体に広めるようにする。食塩とミョウバンの水への溶け方の違いに着目した子は、水の量を減らそうとして蒸発させるであろう。また、水の温度に着目し、まだ冷やし足りなかったと考えた子はさらに冷やすはずである。これらのように、子どもの思いを生かして二回目の活動へと進む姿を想定している。

本時のまとめの話し合いでは、食塩を取り出すには蒸発させる方法が有効であるということに留まらず、より冷やす活動を行った子たちからミョウバンとの結果の違いを引き出すようにしたい。こうすることで、溶かしたのによって取り出す方法が違うことをとらえると共に、溶かしたものは確かに存在すること改めてとらえ直し、ものの溶け方に対する見方や考え方がさらに深まるものと考えられる。

(2) 学び合いを組織する表現

本時における学び合いを組織する表現として、以下の2点に重点をおいた学習の展開を考えている。

まずは、活動前の子どもの見通しを明らかにし、確かめる必要感が生じるように学習を展開する。1回目の活動前の食塩がわずかに析出した事象に対する見通しとして、「ミョウバンの時ほど析出していないから、上澄み液にはまだあるはず」という見通しや、「温度を上げてもとける量が少ししか増えなかったから、冷やしても少ししか取り出せないはず」という異なった見通しを子どもからしっかりと引き出すようにする。これらの見通しがあるからこそ、食塩が自然に析出した理由をはっきりさせたいという意欲が高まると考える。

次に、食塩水を冷やしても析出しなかった理由について話し合いを行い、析出させるための別な方法を見出すために、食塩とミョウバンの溶け方の違いを示すグラフを活用した展開を行う。「きっと冷やし足りないから、さらに冷やす」と考える子は、「水の温度」が析出しない要因だという見方をしている。一方、「ミョウバンは温度が上がるほどとけるようになる」、「食塩は水の温度ではあまりとける量が変わらなかった」と考える子は、食塩を取り出す方法として「水の温度」以外の要因へと追究の目が向いている。この段階で、既習の食塩やミョウバンの溶ける様子やグラフの違いをもとにした発言を価値付けていく。そうすることで、ものの溶ける量を表していたグラフが、同時にものを取り出すための要因にも結びついていることに気付かせたい。このようにして溶かしたものは確かに存在し、再び取り出すことができるという見方や考え方を深められると考える。

II 単元の目標

総 ものを水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違い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、ものづくりをしたりする活動を通して、ものの溶け方の規則性についての見方や考え方もつことができるようにする。

関 ものが水に溶ける現象に興味をもち、水の温度や量によるとけ方の違いを進んで調べようとする。


科 ものが水に溶けるときの規則性についての見方や考え方もつことができる。

実 ものを水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べることができる。

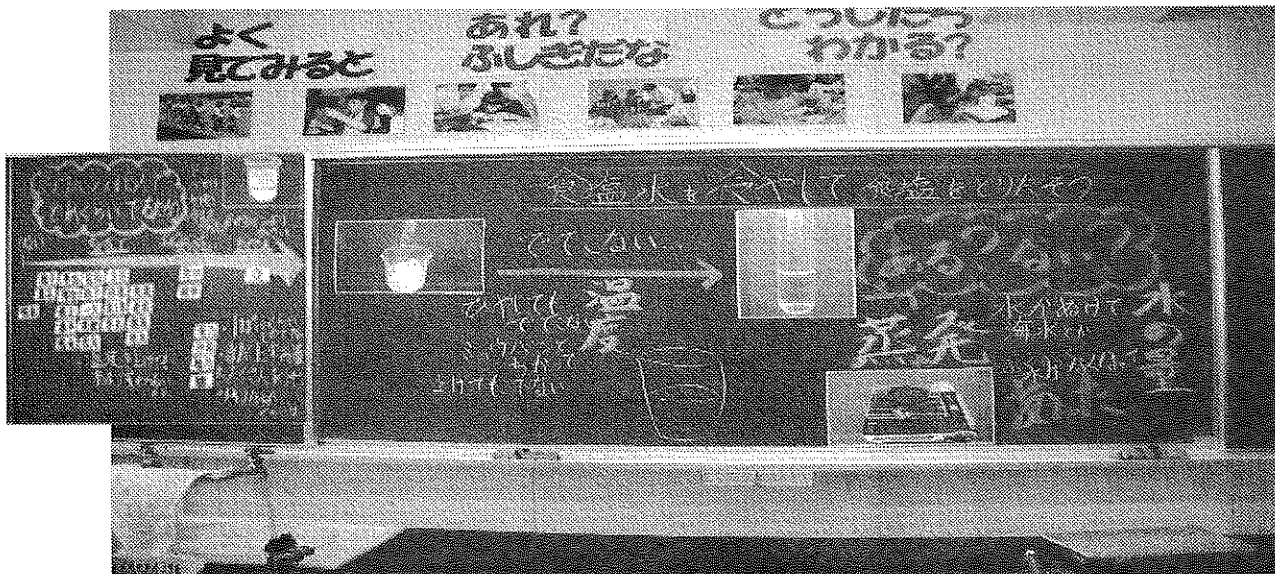
知 ものが水に溶けても、水とものを合わせた重さは変わらないことや、ものが水に溶ける量には限度があること、水の温度や量、溶けるものの種類が変わると、ものの溶ける量が変わることがわかる。

(文責 大谷地小 和田 諭)

子どもの反応	教師の対応
<p><本時の課題・実験の見通し></p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩は、底に沈んでたし、でてくると思ったんだよね。 ・少ししかでないで迷っているんだよね。 ・ミョウバンと比べて、出ないと思うんだよね。 ・昨日と予想が変わって、下にたまっている量をみて、ミョウバンと同 じぐらい出ると思ったんだよね。 <p><活動① グループごとに食塩水を冷やし食塩の析出を調べる実験></p> <ul style="list-style-type: none"> ・全然出てこないよ。 ・これ以上冷やしても無理なんじゃないかな。  <p><話し合い①></p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩水を冷やしても何も出てこなかったんだよね。 ・温度を下げても、ミョウバンのように出てこないと思ったんだよね。 ・温めたときに、ミョウバンと塩ではすごい差がありましたよね？ だから出てこない性質かなと思ったんだよね。 ・溶かしたら、冷やしても出てこない性質なんじゃないかな。 ・前の学習でやったように、目に見えなくてもあると思うんだよね。 ・塩を作るとき、熱して作るから、冷やしても出てこないと思う。 ・冷やしてもでてこないってことは、冷え切ったと思った。 ・前、食塩水を温めたら、上に白い膜がでたから、温めたら出てくる と 思ったんだよね。 ・食塩は、温度を上げてあまり溶ける量は変わらないと思いました。 ・溶けてない分があるはず。 ・水がぬけてって、蒸発させたら残ると思う。 ・食塩は水の量によって溶ける量が違いましたよね。だから、水がな くなれば、出てくるはず。 ・え、でも。もうないんじゃないかと思う。 ・もっと冷やせば、出るのかな……。 	<p style="text-align: center;">改善の視点（1）</p> <p>【溶かしたものは見えなくても確かに存在するという意識が高まる単元構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前時までの学びで、ミョウバンを溶かしたり、析出したりする事象を繰り返して観察することや、上澄み液からもミョウバンを取り出す活動を行うことで、溶けているものは必ず取り出すことができるという見方や考え方に高められると考える。 ・このように見方や考え方が高まった上で、食塩水の析出の事象と出会わせ、食塩も取り出せるはずだという考えをもたせる。 ・このように食塩を取り出せるはずだという見方や考え方をしっかりもたせることで、冷やしても析出しないことから、蒸発させる方法に向かうことができるかと考える。 <p>○上澄み液を冷やしても食塩が出てこないという事実と、「まだ食塩はこの中にあるはず」という見方を引き出し、あるはずの食塩をどうすれば取り出せるのかという追究に向かわせる。</p>

子どもの反応	教師の対応
<p><活動② 食塩水を蒸発させて調べる実験></p> <ul style="list-style-type: none"> ・すごい！蒸発してる！ ・膜みたいのができてる。  <p><話し合い②></p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩はあたためたらでてきたんだよね。 ・食塩は冷やしてもでてこなかったけど、温めたらでてきたんだよね。 ・水を蒸発させたから見えてきたんだと思うんだよね。 ・熱したら蒸発して塩がでてきたから、水がなくなって、塩を受け入れられなくなったから塩がでてきたんだよね。 ・ミョウバンは温度をあげたら、とけちゃうと思う。 ・ミョウバンは80度ぐらいでなくなったし、蒸発しちゃう。 ・ミョウバンは水の量によって溶ける量が違ったから、どうなるかな。 	<p>○上澄み液を蒸発させ食塩を取り出せたことから、溶かした食塩は見えなくても存在しているという見方や考え方を深める。</p> <p>○ミョウバン水を蒸発させる活動を行うとどうなるか予想を引き出し、次時への活動意欲を高める。</p>

板書記録



(文責 幌西小 高島 護)

IV 分科会の記録

1. 討議の柱

- (1) 既習との矛盾から問題意識が高まる単元構成になっていたか。
- (2) グラフを活用して溶かすものを取り出す要因を見だし、ものの溶け方の見方や考え方が深められたか。

2. 討議の内容

(1) 問題意識が高まる単元構成について

- ・食塩が析出していたのを見て、水が減ったことには気付かず、温度を下げればもっと取り出せるという子どもの考えに違和感があった。水の量に目が向いていくのが自然な流れなのでは。
- ・「見えないけど確かにある」「水の量によって溶ける量は変わる」ということを既にやってきているのに、「ミョウバンは温度を下げると析出した」というところだけを切り取って、そこを既習との矛盾とするのは子どもの思考にそっていると言えないのでは。
- ・「食塩水の温度が40度から20度まで下がると、下がった20度分の食塩が出てくるんだ」という見通しを子どもはもちかけていた。これが既習を生かした問題解決であって、大切にすべき。
- ・本時では「食塩は温度によって溶ける量はあまり変化しない」ということを求めているのか、「上澄み液の中の透明な部分には溶けているものがまだある」ということを求めているのかははっきりしていないのでは。
- ・本時では食塩水を冷やしても食塩が「出てこない」ということではなく、「思ったより出てこない」という問題意識になるのでは。

(2) グラフの活用によるものの溶け方の見方や考え方の深まりについて

- ・子どもは「ちょびっと」とか「たくさん」という言葉を使っていたが、その曖昧な部分の解決のために、グラフのデータを活用すべき。
- ・子どもたちがどのグラフをどう使って考え、今何を表現しようとしているのかわからなかった。
- ・単にグラフを使えばいいわけではなく、ビーカーの中にこれだけの食塩が入り込んでいるという感覚が必要であり、そういう見方ができれば展開のしかたも変わってきたのでは。
- ・「食塩水を冷やしても取り出せない」と言い切ってしまうといいのか。20度の温度差だと試験管の量ではでてこないが、ビーカーで冷やせばきらきらしたものが出てくると思う。
- ・ミョウバンの析出場で、析出の原因を考える際にグラフを多く活用していれば、食塩の析出場面でももっとグラフを使って考えたのでは。
- ・「こらえきれなくて出てきた」など水に対するイメージを軸に交流させることにより、「グラフではね…」という活用に向かうのでは。

3. 助言者より

札幌市立川北小学校 西 博志 校長先生より

- ・上澄み液の中という漠然とした目に見えないものに対し、どうイメージをもたせて、蒸発乾固につなげていくかがこの単元の課題となる。グラフの活用はその手立てのひとつである。
- ・グラフには、水が何グラムの時に食塩を何杯溶かしたかという事実の読み取りの段階と、グラフに出てくる曲線の意味を感じ取っていくことで、ものとのけ方に対するイメージがだんだんとはっきりしていく次の段階がある。こうしたステップを踏んでいくことが大切である。
- ・本時では、子どもは食塩が出てこないことに対して納得した雰囲気ではなかった。温度を上げて食塩を溶かす実験でも、あまり溶けない事象に出合った子どもたちは「まだとけるはずだ」と納得しない。こうしたことから、ミョウバンや食塩の固有の性質を感じ取っていくことは簡単なことではないと改めて感じた。
- ・この単元で大切な量や温度の条件制御について、もう少し丁寧に扱っていく必要がある。
- ・かつての大先輩がこの単元の授業をしたときは、授業の最初に「方向性の話をやるから」と言った。問題解決には方向性と限定がある。追求の方向性をはっきりして問題が絞られていくような展開を大切にほしい。

(文責 本通小 幡宮 嗣朗)

V 授業の改善に向けて

1. 改善の視点

(1)溶かしたものは、見えなくても確かに存在するという意識が高まる単元構成

改善のポイント

ミョウバン水溶液からミョウバンを取り出す活動を繰り返すことで、上澄み液に視点が向くようにする。

前時までに、ミョウバンの析出をビーカーで確認し、その上澄み液を試験管に取り出す実験を行っており、本時も同様に、溶け残りが生じた食塩水のビーカーから上澄み液を試験管に取り出し、さらに析出するか調べる活動を行った。本部会では、溶かしたものが見えなくても溶けて存在しているという見方や考え方に高めるためには、子どもの上澄み液に対する見方や考え方が高まっていくような再構成が必要だと判断した。

そこで、ミョウバンのビーカーを再度温めて溶かしては冷やす活動を行うようにすることと、その後上澄み液を試験管に取り出し、冷やすことでさらに析出するか調べる活動の時間を設けることにした。このように、ビーカーでの析出と試験管での析出を調べる時間を分けることで、溶けているものは取り出せるという見方や考え方がさらに高められると考えた。

子どもは、ミョウバンを溶かす活動を行い、話し合いの最中に析出してきた様子を見ている。その後、そのミョウバン水溶液を一晩置いておき、ミョウバンがさらに析出している事象と出合わせることで、「また温めたらとけるのかな」「さらに冷やしてミョウバンを取り出したい」という意識に向かうと考える。その際、ミョウバンのビーカーを再び温めて溶かした後、冷やしてビーカーの中に析出してくる様子を目の当たりにする。この事象を繰り返し観察することで、一度溶かしたものは取り出すことができるという見方や考え方に高められると考える。その後、試験管に上澄み液を取って調べる時間を設けるようにし、さらに冷やすことで、上澄み液にもまだとけていることを確認する。ここで、見えなくても溶けているものは取り出せるという見方や考え方に高められるのではないかと考える。このように、前時までのミョウバンの水への溶け方に対する見方や考え方が高まった後に、本時の食塩水の学習を行うようにすることで、「ミョウバンの上澄み液には見えなくてもあったから、食塩水の上澄み液にもまだとけているはず」と、上澄み液に対する見方や考え方がさらに高められると考えた。

(2)事象に対するかかわりと変化の量を強く意識させる教師のかかわり

改善のポイント

ミョウバンや食塩を溶かした際のグラフを生かし、量的な見方や考え方を高める。

本時では、これまでの経験をもとに見通しをもって食塩水から食塩を取り出す活動を行った。ミョウバン水溶液からミョウバンを取り出す際に冷やしたことから、子どもたちは食塩の場合も、冷やすと取り出すことができるという見通しをもっていた。しかし、ミョウバンや食塩を溶かした際のグラフを用いて考えてみると、「取り出す」ことだけではなく、「どのくらいの量が取り出せるのか」という量的な見方や考え方ができるのではないかと本部会では考えた。

上澄み液の量から取り出せる量について、経験を生かして考える姿を目指したい。グラフを用いて考えることで、定量的な見方や考え方が高まると考える。

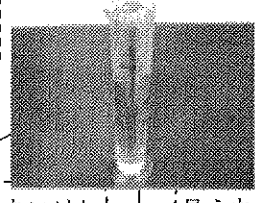
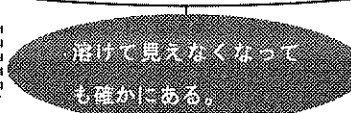
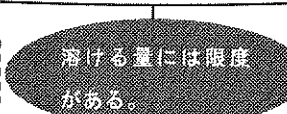

改善のポイント

数値だけに頼らず、実際に溶かした量を観察する。

一方で、グラフによる数値だけを扱うのではなく、実際の量も観察する機会をもつようにする。ミョウバンは、特に60℃以上に温めた際に溶けるようになる量がかなり増す。この重さを測り、グラフで扱うだけにするのではなく、その実際の量を葉包紙等に載せて観察する活動も行わせたい。温度を上げることで溶かせられるようになった量を目の当たりにすることで、数値だけではとらえることのできない体感が得られるものとする。温度を変えるだけで溶かす量がこんなに変われるということを感じることが、3次の食塩水の上澄み液に溶かしても「あれだけとかけたのに、これしか出てこないはずはない」という見方につながるものとする。

(文責 平岸高台小 中島 寛子)

2. 単元構成の改善

おもな学習活動	改善点
<p style="text-align: center;">【第1次 ものをとかそう(5)】</p> <p style="text-align: center;">食塩のとける様子を見よう。</p> <p style="text-align: center;">少量の食塩を水に溶かす活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>しょっぱくなったよ。</p> <p>モヤモヤが見えるね。とけているのかな。</p> <p>水が増えているし、見えないけれど中にきっとあるよ。</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>粒がだんだん小さくなって見えなくなったよ。</p> <p>完全に消えちゃったよ。</p> <p>見えなくなってしまっ、全部あるのかな。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">とかした分だけ増えているのかな。</p> <p style="text-align: center;">溶かす前と溶かした後の重さを量る活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>とかした分だけおもしろくなるよ。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>溶けて見えなくなっても確かにある。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>消えたんじゃない、見えなくなったんだね。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">とかした分だけ重くなった。 ものがとけると見えなくなって、水の中にあるんだね。</p> <p>○溶けるスピードが遅くなったり、溶けにくくなったりする事象を取り上げる。</p> <p style="text-align: center;">とける量に限度はあるのかな。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>時間をかければ、どんどんとけるよ。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>とけにくくなっているから、限度がありそう。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">水の量や溶かす食塩の量をそろえて溶かす活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>30mlにはさじ4杯とけるんだね。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>溶ける量には限度がある。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>時間をかけてもとけないね。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">食塩がとける量には限度があるんだね。</p> <p>○他の物も溶かしてみたいという子どもの願いを引き出す。</p> <p style="text-align: center;">食塩ととけ方にちがいはあるのかな。</p> <p style="text-align: center;">ミョウバンを水に溶かす活動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>とかした分だけ重くなったよ。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ものによって溶け方が違う。</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>食塩よりとけにくいよ。</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">ミョウバンも確かにとけているけれど食塩よりはとけにくいんだ。</p>	<p style="text-align: center;">改善の視点(1)</p> <p style="text-align: center;">【溶かしたものは、見えなくても確かに存在するという意識が高まる単元構成】</p> <p>食塩を溶かすと子どもは中にあるはずだという見方や考え方をすると考える。しかしそれはすべて中にあり、減ったり増えたりはしないという見方や考え方までは高まっていない。そこで、食塩を溶かす前に重さを量り、溶かして目に見えなくなった後も重さを量ることで、溶けて見えなくなっても中にまだすべてあるという見方や考え方を高めていく。さらに、その活動を繰り返し、食塩を増やしても、減らしてもやはり、重さは変わらないという事実から、溶かした物は中にすべてあるんだという見方や考え方をより確かな物にしていく。この見方や考え方は、溶かした物を取り出す際に、まだ確かに中にあり、取り出せるはずだという子どもの思いを高めることができると思う。</p>

【第2次 もっととかそう(6)】

○少量のミョウバンが溶け残る事象を取り上げる。

もっととかすにはどうすればよいだらう。

水の量を増やせばとかすことができるよ。

料理のように温めればとけるかもしれない。

水の量をふやしてミョウバンをもっととかせるかな。

水の量を増やしてミョウバンを溶かす活動

水の量を増やせば増やすほどとける量が増えた。

水の量を増やすとミョウバンのとける量が増す。

とける量は増えたけどやっぱり少ないね。

水の量を増やした分だけミョウバンのとける量が増えた。

水の量をふやして食塩をもっととかせるかな。

水の量を増やして食塩を溶かす活動

ミョウバンと同じで水の量を増やすほど、とける量が増えた。

食塩も水の量を増やすととける量が増す。

とけられる場所が増えるからたくさん溶けるのかな。

水の量を増やすと増やした分だけ食塩のとける量が増えた。

温度を上げるとミョウバンのとける量が増えるのかな。

温度を上げてミョウバンを溶かす活動

ミョウバンは温度を上げるとものすごくとけるようになるよ。

ミョウバンは温度を上げるととける量がかなり増える。

2倍3倍どころか、何倍にも増えるね。

温度を上げれば上げるほどたくさんのミョウバンをとかすことができた。

温度を上げると食塩のとける量が増えるのかな。

温度を上げて食塩を溶かす活動

食塩は温度を上げてあまりとける量はかわらないね。

食塩は温度を上げるととける量が少し増える。

温度を上げるととける量は少しだけ増えるよ。

温度を上げると食塩も少しだけとける量を増やすことができた。

改善の視点(2)

【事象に対するかかわりと変化の量を強く意識させる教師のかかわり】

もっとミョウバンや食塩を溶かそうという願いから子どもは水の量を増やしたり、温度を変えたりなどのかかわりをする。このかかわりによって変化が生じるが、変化の量を数値だけで追うのではなく、溶けた量を実際に溶かさずに見てみるなど、数値だけに頼らず実際に体感する活動を取り入れる。そうすることで、事象に対するかかわりと変化の量を強く意識させることができ、食塩やミョウバンの溶け方に対する見方や考え方をより高められると考えた。

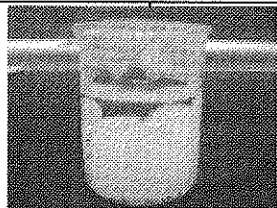
このように事象に対する自分のかかわりと変化の量を強く意識させることで、変化させられたという成就感と共に、第3次での溶けている物を取り出す活動の考察に重要となるなどの程度溶けているのかという見方や考え方をもちせられると考える。

【第3次 とけているものを取りだそう(5)】

○ミョウバンが自然に析出している事象と出合わせる。

ミョウバンはどうして出てきたのかな。

話し合っているときに、
少し出てきていたよね。
温度が下がって出てしまっ
たのかな。



もう全部出て来たのかな。
もっと冷やせば、さらに出
てくるんじゃないかな。

析出したミョウバン水を温める活動

温めたらまたとけたよ。

ミョウバンは冷える
と出てくる。

冷えるとミョウバンが
出てきたみたいだ。

ミョウバン水溶液が冷えたから、ミョウバンが出てきたんだ。

まだミョウバンはあるのかな。

ミョウバン水溶液の上澄み液を冷やす活動

やっぱり少しだけ出て
きたよ。

冷やすと溶けているミ
ョウバンを取り出せ

グラフで残っていたと
ころが出てきたんだよ。

上澄み液を冷やすともっと取り出すことができるんだ。

○食塩水から食塩が自然に析出している事象と出合わせる

《本時 13/16》

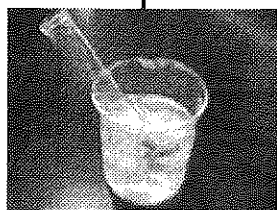
上澄み液を冷やして食塩を取りだそう。

ビーカーの中に少し出ているか
ら、もっと冷やしたらミョウバン
と同じよう出てくるはずだよ。

温度を上げてミョウバンのように
溶ける量がたくさん増えた訳じ
ゃないから少ししかでないよ。

食塩水の上澄み液を冷やして食塩を取り出す活動

冷やしてもぜんぜん出
てこない。もう少し冷や
さないとだめかな



この中に食塩があるはずなのに、全く食塩が出
てこないよ。

どうすれば食塩水から食塩を取りだせるのだろう。

もっと冷やしたけど、全
然出てこなかったよ。温
度は関係ないのかな。

食塩の溶け方は温
度よりも水の量に
関係がある。

蒸発させるとたくさん出
てきた。水が減らせばい
んだね。

食塩は温度をあげてもとける量があまり変わらないから、温度を下げて
も取り出すことはできないんだね。蒸発させればすべて取り出せるんだね。

改善の視点(1)

【溶かしたものは、見えなく
ても確かに存在するという
意識が高まる単元構成】

80℃まで温度を上昇させ飽和状態にしたミョウバン水溶液が自然に析出している事象と出合わせる。子どもは冷えて出てきたのではないか、水が減ったからだろうかなど、その析出の理由について考え始める。そこで、再びミョウバン水溶液を温める活動をすることで、析出したミョウバンが再び溶け、温度が下がってくるとまた析出する様子を観察できる。ミョウバンが溶けたり、析出したりする事象を繰り返し観察することで、溶けているものは再び取り出すことができるという見方や考え方に高められると考える。また、上澄み液からもミョウバンを取り出す活動をすることで、溶けている物の中には限り取り出すことができるという、見方や考え方に高まっていく。

そして、このように見方や考え方が高まった上で、食塩水の析出の事象と出合わせ、食塩も取り出せるはずだという考えをもたせる。

このように食塩を取り出せるはずだという見方や考え方をしっかりとらせることで、冷やしても析出しないことから、蒸発させる方法に向かうことができると思う。

○ミョウバンをとり出した事象と食塩をとり出した事象を比較させる。

ミョウバン水を蒸発させてミョウバンを取り出そう。

どろどろしてきたよ。水が減ったからかな。

ミョウバンも蒸発させて取り出せる。

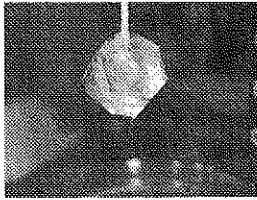
少量だけとって蒸発させてみよう。

ミョウバン水の水を蒸発させてもミョウバンをとり出すことができるんだ。

○様々な結晶に出会わせる。

結晶を作ろう。

結晶ができたけど、けっこう小さいな。



一晩おいたときは小さかったよ。

ゆっくり結晶をとり出せばいいのかな。

食塩やミョウバンをゆっくり結晶化させる活動

ゆっくり冷やした方が大きくなるね。

結晶の大きさは速さで変わる。

ゆっくり蒸発したら、形がきれいになったよ。

結晶のできる速さで大きさや形が変わるんだね。

(文責 二条小 冨田 雄介)

VI 研究の成果と課題

1. 問題意識の道筋を明確にする表現のあり方

上澄み液にもまだ溶けているかを調べる活動を行うことが、見えなくても存在するという物の溶け方に対する見方や考え方を高める。

2次において、水の量を増やしたときの食塩やミョウバンの溶ける量や、水の温度を上げたときの食塩とミョウバンの溶ける量をグラフに表す活動を行い、ミョウバンを温めて溶かす活動を行った後に食塩を温めて溶かす活動を行う予定であった。しかし、温めて溶かしたミョウバンがその時間内に冷えて析出してきたため、食塩を温めて溶かす活動より先にミョウバンが析出した理由を調べる活動へと進んだ。本部会では、ミョウバンが冷えて析出したという経験や、ミョウバンの上澄み液をさらに冷やすと析出したという経験から、本時の食塩水でも同じように上澄み液を冷やすと析出するはずとの見通しを子どもがもつと考え、冷やす活動を本時場面の前半に設定した。本時では、ミョウバンの温度を変えて溶かす活動の後に食塩の温度を変えて溶かす活動という流れになったこともあり、食塩は冷やしたら取り出せるという考えをもつ子がほとんどではあったが、「食塩は温度を上げてでも増える量が少なかったから、冷やしてもほんの少ししか出ない」という見通しをもつ子が多くなったと考える。この時点で、「食塩はなぜ出てきたのか」とそれぞれの子の見通しをもたせる際に、冷やしても少ししか析出しないと考える子に対し、析出した別の要因を調べる活動を位置づける必要性があったと考える。しかし、一方では、最初から水の量を減らすと析出するという見通しをもつ子に水を蒸発させる活動をさせた場合は、問題意識をもつ場面が生じないため、単元構成全体における再構成を検討する必要があると考える。

本単元において最も大切なのは、溶けているものは見えなくても存在するということである。ミョウバンや食塩のとけ残りが生じている際、溶かしたものが全てが出てきているのかを問うようにする。そうすることで、上澄み液に目が向き、上澄み液にもまだ溶けているのか問題意識が高まっていく。このような展開の構築が必要だと本部会では考えており、より上澄み液に対する見方や考え方を高められるようにするため、ミョウバンの上澄み液を試験管で調べる時間を設定するべきと考えた。

2. 他者との表現を明確にする表現のあり方

事象に対するかかわりと変化の量を強く意識させることが、物の溶け方の見方や考え方を高める。

本時の2時間前に温度を上げて食塩を溶かす活動を行った。前時では少しだけ食塩が析出した様子を観察し、冷やすとどのくらい析出するかを予想した。「ちょびっと」「ミョウバンと同じくらい」「たくさん」という形で析出する量を表し、本時で冷やす活動を行い、ほとんど析出しない状況になった際、グラフを用いた説明をさせても良かったと考えている。2次では、ミョウバンや食塩の水への溶け方をグラフに表す活動を行ってきたため、どのくらいの量を取り出せるのか、グラフを根拠に話し合うことで、自分たちで表したグラフに対する理解が高められたとも考える。

また、前時までの間にミョウバンを温めて溶かす活動を行っている。この時、80℃まで温めて溶かしたものがその後冷えてたくさん析出してきたが、その析出した量は「何度まで冷やしたから、何g析出してきているはず」とグラフをもとに析出した量を予想して活動するようにする。こうすることで、実際に出てきた量を体感しつつ、グラフに対するさらなる理解が深められるものとする。また、ミョウバンを80℃まで温めて溶かしたときの量を、水に溶かさずに実際に観察することも有効だと考える。このように「ミョウバンは温めるとこんなにたくさんとかができる」と体感することが、逆に冷えて析出した際に「あんなに溶かしたのだから、まだ上澄み液には溶けているのではないだろうか」という見通しをもつことにもつながり、事象に対する自らのかかわりとその変化の量を強く意識することで、物の溶け方の見方や考え方が高められるものとする。

(文責 大谷地小 和田 諭)

あ と が き

事務局長 太田 俊一
(札幌市立有明小学校長)

北理研会員の皆様、1年間の研究活動、大変お疲れ様でした。研究や運営に積極的に携わってきた先生方にとって、成長の1年間だったと確信しております。さらに、『執筆活動、授業助言や授業協力、関係機関での講師』などの関連事業に対しても、真摯に取り組んでいただき、心より感謝申し上げます。私がこの1年間の授業づくりや研究発表などの助言を通して感じた3点について述べてみたいと思います。

◎定量化の視点

「3年 風やゴムの力で動かそう」で、「ゴムの働き」について取り上げた事例がありました。「駐車場に車を止める」という問題と、「うまくぴったりと止めてみたい」という子どもの思いを重ね合わせて活動することで、ゴムの力や働きを試行錯誤の中から学ぶという問題解決を目指した授業でした。

ここでは「何回も駐車場に車を止めるには、ゴムをどのくらい、ひっぱったらいいのだろうか」という問題を解決するため、繰り返しの活動の中から、「ゴムを大きく引っ張ったときの強い手応えや車の進み方」、逆に「ゴムを少し引っ張ったときの弱い手応えや車の進み方」を一回一回比較しながら体得させ、さらに「どのくらい」を自分自身で繰り返すため、あるいは他の友だちに伝えるために、「引っ張り方」を「引っ張る長さ」に置き換えるという共通言語が生まれてきた場面がありました。数値をデータとして記録したり、友だちとコミュニケーションしながら一定の結果を得ようとし、風の力のところの学習で身に付けた、「風の強弱による働き」というやや感覚的な学びから、データで比較し合う学びへと、子供達は「定性から定量への流れ」を踏まえていったようです。

◎経験化の視点

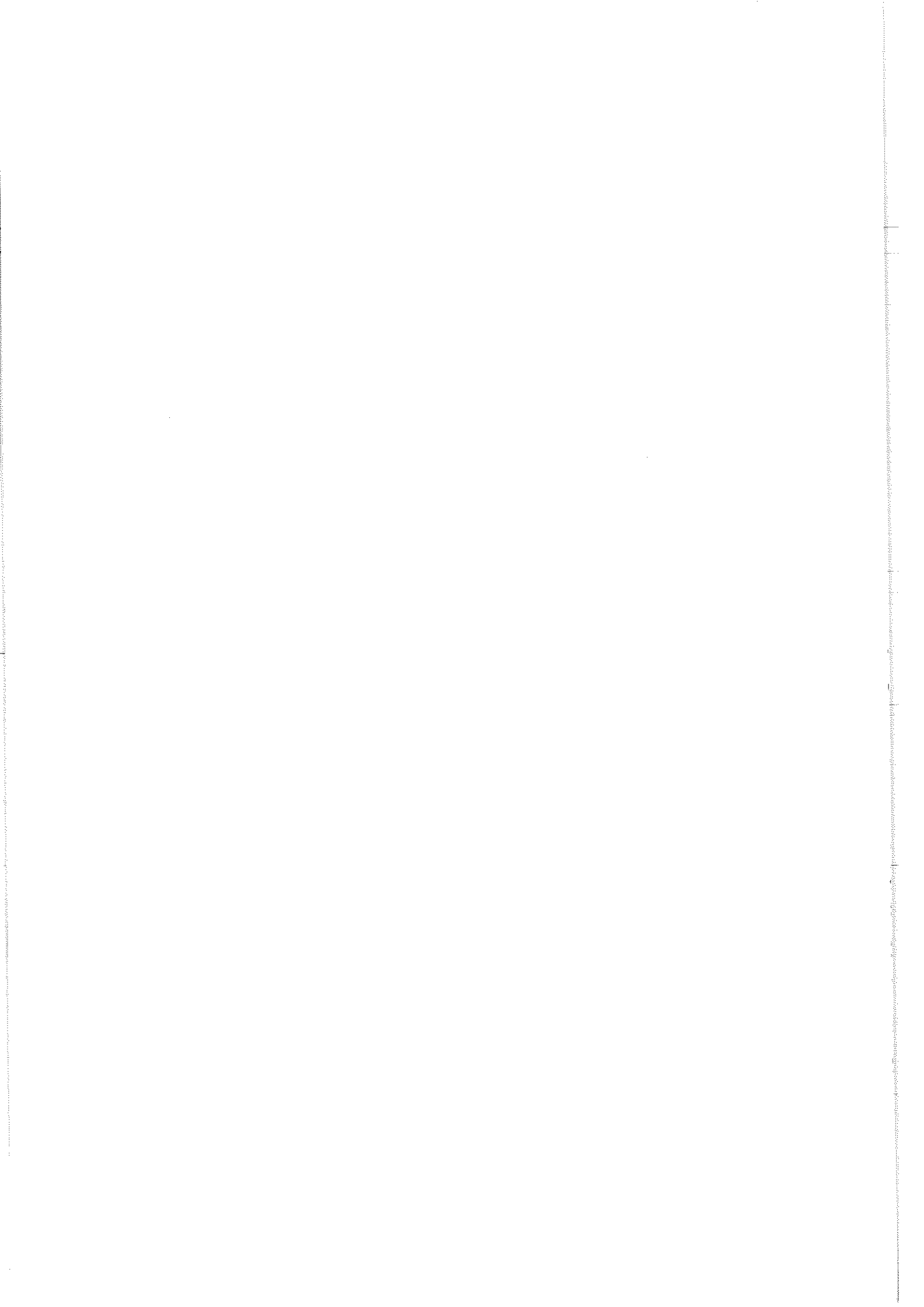
- | |
|--|
| <p>○体得(からだ)・・・「どんな時にぴったり止まったのか」【事象の一面をとらえる】</p> <ul style="list-style-type: none">・一人一人の活動の中で、「ゴムを引っ張ったときの手応えや車の進み方」を体験を通し理解する。 <p>○習得(あたま)・・・「どのくらいゴムをひいたら止まったのか」【事象の関係をとらえる】</p> <ul style="list-style-type: none">・車を駐車場に止めようとする活動の中で、「引き方と走行距離の関係」を習得しながら理解する。 <p>○納得(こころ)・・・「このポイントなら何度でも車を止められる」【事象の意味をとらえる】</p> <ul style="list-style-type: none">・目盛りを付けたり、記録したりして「引き方から引き幅へ」という納得から活用へ広がる理解となる。 |
|--|

教師は、この「体験が経験化する」ことの意味をよく理解し、交流場面では取り上げ方の順序性も考える必要があります。この順序性を知り、考慮することによって、子供達の見方や考え方を深めることにもなります。ある意味、理科の「実感的理解」の手順を踏むことが、問題解決の深め方を実践できるとも言えます。

◎経営化の視点

個々の活動の様子を全体で交流したときに、「そうはならなかった」とか「そうは行かなかった」とか、子供達がこだわりを見せ、結果を交流しても思うような結論に結びつかないときがあります。しかし「理科は目的ある試行錯誤の教科」です。むしろ授業場面で、自分の思いや気持ちを堂々と述べられる子供達や、そのようなことが言い合える学級作りは、学級経営とともに教科経営の視点に対しても成長を予感させます。

理科で大切にしたい「自然現象へのわくわく感や感動」を、個人でもグループでも学級全員でも共感できる展開をすること、そして教材研究の大切さを学ぶことなど、多くの実践が北理研に大きな研究財産をもたらしたと感じています。私はこの3つの視点を伸ばすことが「授業力を伸ばすこと」と考えています。北理研会員の今後のさらなる「授業力」の成長を期待しています。





北理研

Hokkaido
syogakko-Rika
kenkyukai
sapporo