

平成8年度

児童生徒の興味・関心を高める理科教材開発研究

川崎市総合教育センター 理科教材開発研究会議

児童生徒の興味・関心を高める理科教材開発研究

理科教材開発研究会議

福山 昇宏¹ 渡邊 一浩² 葉倉 朋子³ 志村 辰也¹ 丹羽 敦子⁵
川崎 等⁶ 渡邊 希一⁷ (平成7年度)

要 約

今日の子供は、知識をたくさん持っているが、自ら調べる能力はアメリカやヨーロッパの子供達より劣っているといわれている。その原因の主たるものは、教師が「学習」の楽しさを子供達に十分体験させてこなかったことによると考えられる。教師は、知識を教え込むことから、子供自身で解決することを楽しんだり、発想をかえたり、創意工夫をしたりするような子供を育てていかなければならない。本研究会議のねらいは、昨今言われている子供の「理科離れ」「理科嫌い」等に歯止めをかけることにある。そのために研究の主な重点を以下のように捉えた。

- 自然の事物・現象に対して、子供が興味・関心を持つことは、理科学習のおもしろさを体得できる重要な要素である。そのためには、どんな教材・教具を子供に提示すればよいのかを開発の出発点とし教材開発をする。
- 理科の問題解決活動における単元構成の中で、教材・教具の提示・活用をどのように行えばよいかを検証授業を通す中で明らかにしていく。
- 開発した教材・教具は、教師への啓発のために理科指導法講座の中で紹介し、各学校の教師が今後の理科指導に生かせるようにする。
- 2年間の研究で蓄積した成果を「やってみよう、おもしろ実験」という冊子にまとめ、川崎市内の小・中学校に配布する。平常の学習指導やクラブ活動等で活用されることで、理科好きの子供の育成を図る。

キーワード：理科、教材開発、おもしろ実験、興味関心、問題解決、教材活用

目 次

はじめに	2. 理科指導法講座における実践	170
I 主題設定の理由	(1) 講座での実践	170
II 研究の方法	(2) 講座における受講者の反応	170
III 研究内容および結果の考察	(3) 講座の成果と考察	170
1. 主な教材開発の事例	3. 授業実践を通して	171
(1) 生徒自らが行える炎色反応の工夫	(1) 検証授業1	171
(2) 細胞分裂の観察におけるいろいろな植物 教材の検討とツインスコープの利用	(2) 検証授業2	172
(3) 液晶インクと使い捨てカイロの 効果的な利用法	(3) 検証授業3	173
(4) フロッピーディスクケースの利用	(4) 検証授業4	174
(5) フィルムケースの利用	(5) 検証授業5	175
	IV まとめと今後の課題	176
	おわりに	
	参考文献・指導助言者	

¹川崎市立宮崎中学校教諭 (研修員)

²川崎市立平間中学校教諭 (研修員)

³川崎市立登戸小学校教諭 (研修員)

⁴川崎市立高津小学校教諭 (研修員)

⁵川崎市立子母口小学校教諭 (研修員)

⁶川崎市総合教育センター研修指導主事

⁷川崎市立富士見台小学校教頭 (前川崎市総合教育センター研修指導主事)

はじめに

現代の子供が生活している社会は、多くの情報があふれさまざまな価値観が入り交じり、何が正しいのか判断が容易にできないほどである。また、インターネットなどのマスメディアの発達や都市化の生活に伴い、子供達が直接自然の事象に接する体験を通して感動を持ち、科学的な見方や考え方を深めていく機会は少なくなってきたと考えられる。このような社会背景の中で「理科離れ」「理科嫌い」が叫ばれるようになってきている。

このような現状を改善していくために、理科教材開発研究会議では、当センターの理科研修室の整備・充実とともに、教師の指導力の向上を図る目的で本研究に取り組んできた。

I 主題設定の理由

平成8年6月に出された中央教育審議会第1次答申では、子供の「生きる力」の育成がこれからの学校教育の根幹をなすと提言された。当センターの研究の重点(平成7、8年度)である自己教育力の育成も、これに合致するものである。そして、この力の育成は、基本的には子供の学習意欲を喚起するところから始まるといえる。

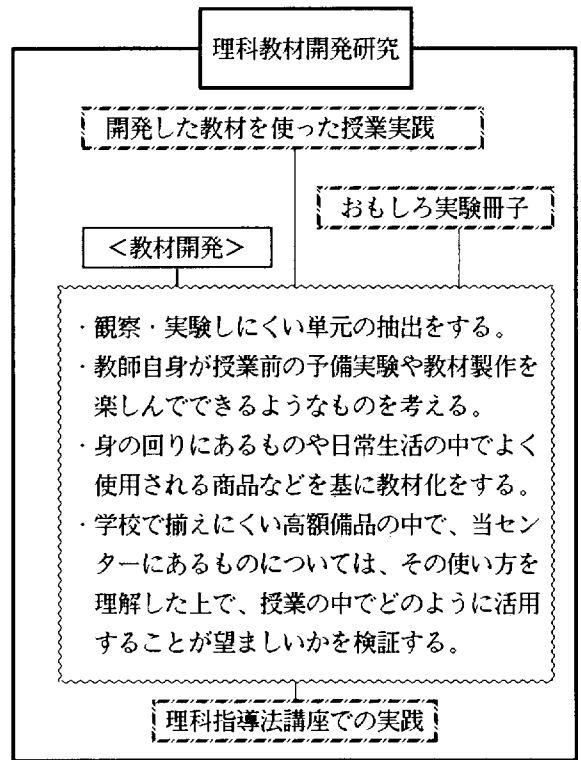
理科学習では、自然事象との出会いを大切にしなければならない。また、子供の発達段階や実態に照らして教材・教具を考え、子供の興味・関心を引きだし、観察・実験を通して「不思議だな」「なぜだろう」等という問題意識をもてるようにすることが求められる。また、学習活動の中では、子供の興味・関心の持続が問題解決を進める上で重要な要素となる。教材とは、教師の教育的な意図と学習者の主体的な活動の相互関係を成立させる媒介物である¹⁾とあるように、“生きた使える教材”を開発していきたいと考え、研究主題を「児童生徒の興味・関心を高める理科教材開発研究」とした。

II 研究の方法

理科教材開発研究会議では、研究のねらいを以下の4つに絞り研究を進めた。(表1)

- 児童生徒が興味・関心をもてる観察・実験における教材教具の開発を行う。
- 問題解決を進める上で、教材・教具の提示、活用をどのように行えばよいかを検証する。
- 開発した教材・教具を理科指導法講座の中で紹介し各学校の今後の理科指導に生かせるようにする。
- 研究で蓄積した成果を冊子にまとめ、平常の学習指導やクラブ活動等で活用できるようにする。

研究の方法や進め方については、下図のような構想をし研究を深めていった。



平成7年度の研究

文献と小学校理科研究会・中学校教育研究会理科部会での実態から観察・実験のしにくい単元を抽出した。

- <物理分野> 物のあたためり方、動くものはたつき、力のはたつき
- <化学分野> 水よう液の性質、化学変化と原子
- <生物分野> 生物の成長と細胞(顕微鏡の使い方)、ヒトや動物のからだ
- <地学分野> 大地のでき方、天体(星・月の動き)、天気とその変化

上記の単元を中心に教材開発研究を行っていくことで共通理解をし、(表1)のねらいに沿って研究を行う。

<取り組んだ教材開発>

- (1)液晶インクを使った、もののあたためり方
- (2)新しい熱源としての使い捨てカイロ
- (3)高真空保存容器の利用
- (4)フロッピーディスクケースの利用

<おもしろ実験の実践>

理科指導法講座において小・中・高校の先生方を対象に、研究に取り組んでいる教材を含めた、児童生徒の興味・関心を引き出す化学領域を中心とした研修を行う。また、事後アンケートをとり教材開発の資料とする。

¹⁾【新理科教育用語事典】 初教出版 1986年 P.96

Ⅲ 研究内容及び結果の考察

<開発した教材を使った授業実践>

小学校4年「物のあたたまり方」

ー使い捨てカイロ・液晶インクを利用してー

小学校理科教育研究会4年部会が作成した学習活動計画をもとに、金属のあたたまり方の学習で、児童にとって新教材の有効性がどうであったのかを検討する。

平成8年度の研究

平成7年度に取り組みなかった教材の開発を行うと同時に、今後の課題として引き継がれた児童生徒の立場に立ち、興味・関心が高まり問題解決につながるような教材・教具の開発をより意識した取り組みを行った。

<取り組んだ教材開発>

- (1)生徒自らが行える炎色反応の工夫
- (2)手軽で見られる染色体/細胞分裂の観察法
- (3)手作り電池とよく回るクリップモーターの開発
- (4)色の変化で児童生徒を引きつける化学実験
- (5)細胞分裂における各種植物の教材化とツインスコップの効果的な活用法
- (6)フィルムケースの利用

<おもしろ実験の実践>

理科指導法講座において小・中・高校の先生方を対象に、研究に取り組んでいる教材を含めた児童生徒の興味・関心を引き出す生物・物理・化学領域を中心とした研修を行う。また、クラブ活動などで気軽に実践でき、児童生徒に興味・関心が高くなるような教材についての紹介も併せて行う。また、前年度に引き続き、事後アンケートをとり教材開発の資料とする。

<開発した教材を使った授業実践>

中学校3年「水溶液の性質」

ーいろいろな炎色反応についてー

いろいろな方法で種々の水溶液の炎色反応を行い、塩の炎色反応の色を知る。

中学校3年選択理科「生物のつながり」

ー植物細胞の分裂と染色体を見ようー

動物と植物を総合的にとらえ細胞レベルでの共通性に気づき多種多様な生物間のつながりを理解する。

小学校4年「もののあたたまり方」

金属を熱したときに起こる変化の様子を身の回りの現象と結びつけて説明する。

小学校5年「天気の変化」

ー雲を作ってみようー

天気の変化の学習をもとに、実際に雲を自分たちで作ることにより他の気象の変化の要因について興味を広げていく。

小学校6年「水よう液の性質」

身近な指示薬を作り、いろいろな水溶液を入れて色の変化を調べる。

1. 主な教材開発の事例

(1)生徒自らが行える炎色反応の工夫

<開発の意義>

炎色反応は、水溶液の性質を知る重要な分析の方法である。また、火を用いていろいろな色が見られることから、生徒にも実験として大変興味ももてるものであると考えられる。しかし、従来の方法では炎色反応が十分に見られず、物質の違いによる色の違いまでは、区別しにくいというのが現状であった。そこで、炎色反応が長くはっきり見られ、簡単にできる教材として開発した。

<開発までの工夫>

1)炎色反応が見られる物質を多くした。

中学校の教科書で扱っている炎色反応の見られる物質は4種類であったが、可能な限り種類を多くした。採用した物質は、次の8種類の試料塩である。

Na・Ca・K・Cu・Ba・Sr・Liの塩、硝酸

2)いろいろな方法で炎色反応をすることにした。

- a. 試料塩の状態と燃やし方については次の通りである。
 - ・試料塩の固体(粉末)のままや水に溶かし飽和水溶液にしたものはガスバーナーの炎にかざす。
 - ・試料塩をアルコールに溶かしアルコール飽和溶液にしたもの、アルコールに火をつけ燃やす。
 - ・試料塩の固体(粉末)を固形燃料に混ぜ燃やす。
- b. 炎色反応の方法については、次のようにした。
 - ・試料塩が固体(粉末)の場合には、針金に試料塩を糊でつけ、ガスバーナーの炎にかざす(針金炎色)。粉末にした固形燃料に試料塩を混ぜ燃やす(固形燃料炎色)。
 - ・試料塩を水に溶かして水溶液にしたものでは、目の細かい金網を浸したり(金網炎色)、または、セラミック製軽石を浸して(セラミック製軽石炎色)、それらをガスバーナーの炎にかざす。
 - ・試料塩をアルコールに溶かしてアルコール溶液にしたものでは、直接火をつける(アルコール炎色)。また、霧吹きにアルコール溶液を入れて、ガスバーナーの炎に吹きかける(霧吹き炎色)。
 - ・色をよりはっきりさせるために固形燃料炎色、または、アルコール炎色では、炎に酸素を吹きかける。

<考察>

生徒による炎色反応の実験では、針金炎色・金網炎色・アルコール炎色が簡単ではっきりと炎色反応が見られると考えられる。霧吹き炎色が、一番劇的に炎色反応を見ることができるとは、安全面から教師による演示実験がよいと考えられる。

(2)細胞分裂の観察におけるいろいろな植物教材の検討
とツインスコープの利用

<開発の意義>

細胞分裂の観察は、教科書では、タマネギの鱗茎から発根させたものを使って教材としているが、特に近年、発根抑制処理済みのものが多く、処理してなくとも休眠期にあたり、予定していた観察が実施できないことが少なくなかった。また、根が太すぎ、押しつぶしきれない場合もみられた。顕微鏡を使った観察そのものについても扱う時数が少なく、技能が自分のものとなっていない生徒が多い。少しでも確実性の高い教材を用いることと技能そのものをサポートしていく工夫の研究を積み重ねることによって、生徒の興味・関心を引き出すことができるはずである。

<開発までの工夫>

1)より扱いやすい植物を探した。

- ・細胞自体も大きめで、染色体数が適当である。
- ・発根、発芽時期が通年である。
- ・個体差が少なく、再現性がある。
- ・手に入れやすい。・押しつぶしやすい太さである。などの条件から、検討した。

a 長ネギの種子

- ・時期によっては苗しか市販されていない。
- ・種子も気温等の関係か、蒔き時が指定されている。

b 葉味用小ネギの種子

- ・1年中に蒔き時がある。11月にも十分に発芽する。
- ・太さは鱗茎に比べ、種子の方がよい。

c タマネギの種子

- ・何種類か用いたが発芽率が不安定である。

d ニンニクの鱗茎

- ・条件が複雑であり、発根しにくい。

e 小タマネギの鱗茎

- ・時期によっては外国産も多く同品質かどうか疑問。
- ・室内では5～6日で1学級分の数の根が生える。
- ・栽培にはフィルムケースがぴったりである。

2)顕微鏡操作を援助した。

実物が見えているのにそれが認識できないことが多かった。今回のツインスコープでは生徒が接眼レンズからのぞいたままの状態をTVに映すことができ、また、生徒が作ったプレパラートも同じ操作で提示することができた。

<考察>

葉味用小ネギ、小タマネギの利用(併用)は有効である。ただ、種子が水から離れて分裂していない状態になることには気をつけなければならない。ツインスコープは分裂像を見つける操作のサポートとして多いに効果を上げることが期待できる。

(3)液晶インクと使い捨てカイロの効果的な利用法

<開発の意義>

金属板の温まり方を調べる際に、液晶インクと使い捨てカイロを組み合わせて利用する利点は、次の4点が考えられた。

- ・使い捨てカイロは火を使用しないので、安全性が高い。
- ・使い捨てカイロの温度は、液晶インクが色の変化を見せる温度域(約30℃から40℃)にちょうど適している。
- ・液晶インクの色の変化は、温度によって現れる色が違うので、温められた所を起点として、熱が順に伝わっていく様子がよく分かる。
- ・液晶インクはサーモテープより大変安価で、一度金属板に塗っておけば、何回も使用することができる。

<開発までの工夫>

昨年度の検証授業で、その効果は実証できたのだが、欠点がなかったわけではない。それは、使い捨てカイロは熱源としては弱く、室温や金属板の温度によって反応が左右されてしまうことであった。

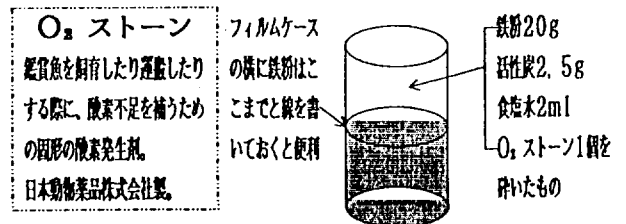
そこで、今年度は、研究のポイントを「使い捨てカイロの熱量を、安全性を失わない程度に高めること」にしようとして取り組むことにした。

具体的な方法としては、酸素を補給することによって、鉄の酸化を促進することが最良の方法と考え、固形の酸素発生剤(商品名:O₂ストーン)を砕いて混入することにした。

O₂ストーンを使用した際としない場合の使い捨てカイロの温まり方の違い

	使用した場合	使用しない場合
最高温度	平均約71℃	平均約71℃
最高温度になるまでの時間	平均4～5分 (食塩水2ml入れてから)	平均5～6分 (食塩水2ml入れてから)
フィルムケースにぶたをすくと	50℃前後まで下がる	45℃前後まで下がる

※室温22℃、どちらもフィルムケースを10個づつ用意し、順番にガラス棒で攪拌した。



<考察>

表にあるように、O₂ストーンの効果はわずかながら認められた。また、断続的に攪拌することで70℃近くの温度を持続できることもはっきりとしたので、液晶インクを塗った金属板を温める熱源として、使い捨てカイロは、今後、実用化できるのではないだろうか。

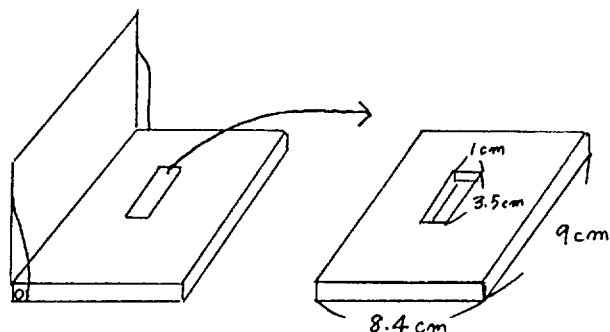
(4) フロッピーディスクケースの利用

〈開発の意義〉

小学校6年・中学校2年の単元では、血液の流れをメダカのおびれを用いて観察することが取り入れられている。スライドガラスの上で、メダカをガーゼで覆って観察するのであるが、短い時間で手早く観察することが困難な児童生徒もいる。そこで、観察時間が少しでも長く取れるように、フロッピーディスクケースを用いてメダカのプールを作って観察する。

〈開発までの工夫〉

メダカが余り動かない観察しやすい状態で、しかも、より長く水槽から出していられる環境を作るために、フロッピーディスクケースとスチレンボードを使ってメダカの体に合わせた小さなプールを作った。プールの大きさ、深さについても工夫し、ビニルテープを重ねたプールから、より簡単に作れる発砲スチロールへ、そしてさらにカッターナイフで切りやすいスチレンボードへと改良した。また、水のもれを防ぐために、フロッピーディスクケースとスチレンボードの接着に耐水性ボンドを用い、長時間の観察を可能にした。



〈考察〉

従来のガーゼでメダカを覆い、スライドガラスに乗せて見る方法では、10分間程度の観察時間が限度であった。この方法で行うと、次のような結果が得られた。

時期	室温	観察可能時間
8月	28℃	15分間
10月	20℃	20分間
12月	19℃ 水温5℃	45分間

技能面に差のある児童生徒の扱いでも、十分な観察時間を取ることが可能である。

(5) フィルムケースの利用



フィルムケースは、

- ・材質が丈夫であり、落としても割れない。
- ・少量の物を入れる容器として適切である。
- ・酸、アルカリなどの薬品に強い。
- ・ふたをすると気密性が高い。 ・保温性がある。
- ・手軽に集められる。 ・加工しやすい。

などの利点がある。この利点を生かした理科教材・教具を以下のようにまとめた。

〈利用のいろいろ〉

☆フィルムケースの中に何かを入れると、・・・

入れる物	利用の仕方
粘土	てんびんのおもり 振り子のおもり 線香差し (ふたなし)
砂	水圧の実験 
水	小タマネギの栽培 (ふたなし)
磁石	砂鉄集め
コイル	手作りモーター 

☆一人一人がフィルムケースを容器として何かを作る・・・

- ・使い捨てカイロ・・・鉄粉20gと活性炭25g、食塩水2を攪拌する。
- ・ミョウバンの結晶・種結晶をつるしたナイロン糸を割り箸につけ、ミョウバンの飽和水溶液の中に入れる。
- ・スライム……………合成洗濯ノリとホウ砂の飽和水溶液を混ぜる。

☆容器として主に使うとき・・・

- ・薬品を入れて、児童生徒に配る。
- ・フィルムケースに目盛りをふり、必要な分量を量りとる。
- ・いろいろな水溶液、微生物を集める。
- ・作った結晶、指示薬などを保存する。
- ・採集したものを入れる。
- ・ピーカー代わりに、指示薬を加えて色を見る。

2. 理科指導法講座における実践

(1) 講座での実践

理科指導法講座の中で、研究を行っている教材を含め児童生徒や教師が興味・関心の持てるものを紹介した。

平成7年度の指導法講座

- ①高真空保存容器を使って
 - a 雲を作ろう
 - b 真空中での音の伝わり方を調べよう
 - c 低温で水を沸騰させよう
- ②熱の出入り
 - a 使い捨てカイロを作ろう
 - b 瞬間冷却剤を作ろう
- ③金属・水・空気のあたたまり方
 - a 空気の対流がわかるよ
 - b 液晶インクを使ったもののあたたまり方
- ④エメラルド・クリスタルを作ろう
- ⑤結晶の花（マジック・フラワー）
- ⑥金属樹の美しさの不思議
- ⑦夢の錬金術（銅から銀そして金を作ろう）
- ⑧びっくり！マジック・インク
- ⑨青色が出たり消えたり
- ⑩つぎつぎに色が変わる溶液
- ⑪振動反応（無色透明と茶色の繰り返し）
- ⑫フロッピーディスクケースで観察（メダカの血流）

平成8年度の指導法講座

- ①顕微鏡の世界で遊ぼう（ミクロの世界をのぞいてみよう）
 - a 基本的操作と周辺機器・その原理について
 - b 染色体／細胞分裂を見よう
 - c 微生物を見よう
 - d スンプ法で観察しよう
- ②炎のマジック
 - a アルコール炎色と酸素炎炎色
 - b 針金炎色
 - c 霧吹き炎色
 - d セラミック製軽石炎色
 - e 炎色反応観察セット
 - f 固形燃料炎色と酸素炎炎色
 - g 金網炎色
 - h 試験管炎色
 - i 簡単な花火
 - j 炎色たいまつ
- ③大空に向けて、発射 go！
 - a ブーメランを飛ばそう
 - b ペットボトルロケットを飛ばそう
- ④手作り電池でクリップモーターを回そう！
 - a クリップモーターを作ろう

- b 手作り電池を作ろう
- ⑤科学マジック（実験名人になろう）

- a 白色と白色を混ぜて黄色に？
- b ぶどうジュースがコーラになり、水になり、牛乳に
- c 植物で指示薬を作ろう
- d 空っぽのビンから、煙が・・・
- e スライムを作ろう

上記の観察・実験についての内容等については、別冊資料「おもしろ実験」に記載してある。

(2) 講座における受講者の反応

研究のねらいの中で、「開発した教材・教具を理科指導法講座の中で紹介し、各学校の今後の理科指導に生かせるようにする」という項目を設定したが、受講者の生の声を集約すると、以下のことが言える。

- ・受講した理由の多くが、次の3つに類別できる。
- 1) 研修講座の内容がおもしろそう、楽しそうである。
- 2) 自分自身の理科に対する苦手意識を克服し、指導力の向上を図りたい。
- 3) 学校に戻り、すぐにでも役に立ち実践できる内容が網羅されている。

・実際に研修した後の受講者の意見の主なものを挙げると次のようになる。

- 1) 観察や実験・製作をたくさん行うことができ、楽しかった。
- 2) 実験などの色々な方法を学ぶことができ、とても参考になった。
- 3) どの実験も子供たちと一緒にやってみたい。

(3) 講座の成果と考察

理科指導法講座に至るまでには、理科教材開発研究会の研修員が何度となく予備実験を行い、教材・教具として安全で、しかも使いやすいものを試行錯誤の中から見つけていく過程がある。

一概に教材開発といっても、新たにゼロから開発できるものは少ない。教科書教材では、児童生徒の問題意識や追究の意欲が持続しないだろうと考えるとき、「こんな教材にしたらどうだろう」また、ある本で、「こんな実験があったが、これを応用して児童生徒に提示できないだろうか」又あるときは、「こんなおもしろいものが、コンビニに売っていたけれど、これを教材にできないだろうか」などと、お互いのアンテナを張り巡らせて開発への意欲を持ち続けてきた。その成果が、参加された先生方から評価を得られたことは嬉しいことである。今後は、受講者の声を参考にしながら、実験・観察の難しい教材やコンピュータ利用などについての講座を実施していきたいと考える。

3. 授業実践

(1) 検証授業 1

中学校3年「水溶液の性質」

—いろいろな炎色反応について—

1) 検証授業のねらい

炎色反応の見られる物質の種類を増やし、いろいろな方法で、炎色反応を生徒実験としてさせることにより、生徒の興味・関心を高め、観察や実験の難しいといわれている炎色反応について理解させる機会とする。最終的に、炎色反応が水溶液の性質を知る分析としての有効な手段であることを学習する。また、生徒自ら自分で実験・観察をすることにより、自分で見た色と参考書などに載っている色との違いについても気づかせるようにする。

教材観としては、水溶液の性質の発展学習として、系統的に水溶液を定性分析する一方法を学習する教材である。(P. 167参照)

2) 学習の主な展開と生徒の反応

a. 授業展開

炎色反応の方法として、生徒実験用に開発したり採用した次の六種類を用意した。そして、各班(12班編成1班3人)で、順次すべてやらせることにした。

1. 針金炎色……針金に試料塩の粉末をつけ火にかざす。
2. 金網炎色……金属棒につけたステンレス金網に水溶液をつけ火にかざす。
3. セラミック製軽石炎色……セラミック製軽石を水溶液につけ火にかざす。
4. アルコール炎色……アルコール溶液に火をつける。
5. 固形燃料炎色……粉末を混ぜたメタアルデヒドに火をつける。
6. 炎色反応観察セット炎色……市販の製品に火をつける。

実験後、記入用紙に自分で見た色について記入し、参考書などの色と比較する。

最後に演示実験として、霧吹き炎色や固形燃料やアルコール炎色に酸素を吹きかける事を行い、その炎色反応の物質が何であるかを確認させる。

b. 生徒の反応

実験授業前と後での生徒のアンケートから、授業後に大変興味を持たたという生徒が倍近く増加した。さらにぜひやってみたいという生徒も倍近く増加した。

いろいろな炎色反応の実験をすることは約7割近くの生徒がよかったと判断しており、炎色反応がわかったという生徒も6割に達した。教科書以外の物質についても炎色反応を観察したことは、5割以上の生徒がよかったとしている。また、今回の教材で炎色反応が、長くはつきりと見えたという生徒も5割を越えた。

授業最後の教師による霧吹き炎色の演示実験で、炎色反応の色を確認させたところ多くの生徒が意欲的に挙手をし、炎色反応の色について答えた。

3) 考察

生徒一人一人がとても意欲的に実験に取り組んだことは、もともと火を使う実験に興味があるという以上に、次の3つの理由が考えられる。一つは、生徒一人一人が自分で炎色反応の実験ができるようにしたことにより、納得いくまで十分に炎色反応ができたからであると思われる。二つ目に、多くの種類の物質を取り上げることで教科書以外の物質の炎色反応が見られたということである。三つ目は、反応の方法も六種類あり、簡単にはつきりと長く見られたという事である。違う方法でも同じ色の炎色反応が見られるということの確認が十分されたからであると考えられる。

生徒が行った方法でよかったと判断される方法は、アルコール炎色であった。これは、試料塩をアルコールに溶かしたアルコール溶液を蒸発皿に入れて火をつけるだけで、炎も大きくはつきり長く見られる簡便なものである。しかし、水溶液の性質を知るという目的からするとアルコール溶液を使うことはあまり適切ではないと考えられる。

そこで今回の実験授業では試みなかったが、水溶液にアルコールを混ぜ、それを燃やして炎色反応を観察する方法が、水溶液の性質を知る分析の方法として一番妥当ではないかと考える。

また、生徒にとって大変評判のよかった炎色反応の物質は、教科書に載っている物質以外のK、Sr、Liであった。これには二つの理由が考えられる。一つは、教科書に載っている物質のNa、Caは、ほぼオレンジ色の炎色反応で、これはろうそくの炎の色と同じで、花火のような鮮やかな炎色反応でないためと考えられる。もう一つの理由は、Kの炎色反応の色は紫色であり、日常的には、あまり見られない色であるということとSr、Liは鮮やかな赤色の炎色反応であることから、色彩的に生徒に大きな驚きを与えたためと考えられる。そのために教科書以外にこれらの物質を取り上げることもとてもよいと考えられる。

さて、演示実験ではあったが霧吹き炎色が一番生徒には評判がよかった。これは、霧吹きでバーナーの炎に吹きかけたアルコール溶液がとても大きな炎となって発色し、色も大変はつきりと劇的に見えたことから、生徒に大変強い印象を与えたからであると考えられる。しかし霧吹き炎色を生徒実験として実際の授業においてやらせることは安全面からいっても問題があり、今回の授業展開のように教師による演示実験がよいと考える。

(2) 検証授業 2

中学校 3年 選択理科「生物のつながり」

— 染色体をみよう —

1) 検証授業のねらい

今回の検証授業のねらいは、第一に観察・実験の再現性を高めて生徒の知的好奇心を満足させること、第二に観察・実験の技能を機器を用いて補完することで、生徒の細胞や染色体に対する興味・関心をさらに高めることである。この2つのねらいを達成するために、授業前の1週間を生徒全員で試料となる植物の栽培にあてた。

—— 栽培した植物の種類 ——

- ・小タマネギとプライゲルベール（全員栽培）
- ・ふつうのタマネギ3種（1種類を選択して栽培）
- ・長ネギ ・葉用小ネギ（教師のみの栽培）

2) 学習の主な展開と生徒の反応

a. 自分で栽培した植物を選択し、発根を観察する。

タマネギの種子は発根しにくかったが、生徒は、鱗茎種子・枝からの発根の様子の違いを、大変興味深く観察していた。観察するための植物を自分で栽培したことについての事後のアンケート結果では、約84%の生徒が「おもしろかった。」と答えている。

b. 染色体を顕微鏡で観察するためのプレパラートをつくる。

短時間に、しかも確実にプレパラートを作るために以下の3点を中心に支援した。

- ・細めの根を用いることを指示（塩酸処理：固定・解離の時間を短縮するため）
- ・染色液を加えた後は、アルコールランプで温める。（染色を早めるため）
- ・押しつぶし法を行う。（厚さを薄くすることで、細胞一つ一つを観察しやすくするため）

c. 顕微鏡で染色体を観察し、ワークシートに記録する。

顕微鏡観察の技能をサポートするために、ツインスコップを活用した。（P. 168参照）

顕微鏡観察では、顕微鏡で観察できているのかどうか分からないうちに対象を見逃したり、時間が足りなくなってしまうことが多く、ビデオや写真などで事前学習を行っても、色合いや見え方がほんの少し違うだけで実物と結びつかないのが現状である。今回はツインスコップを使い、生徒が接眼レンズをのぞきながら見る世界の動きや変化をできるだけそのままテレビに写し出すことで分裂中の細胞を見つけだすためのサポートを行った。

個々の生徒のもつ技能の差もあり、一概には言えないが、ツインスコップを使用しないで観察を行ったA組に対し、このB組はほとんどの生徒が確実に染色体を観察することができた。

本時のB組生徒4名のワークシートから

染色体を観察した後の感想

「染色体がみえて感激した。教科書の（写真）と同じであった。」

「染色体がよく見えた。本当にひもが見えておもしろかった。」

「植物の染色体は、細くてウニョウニョしていました。あの染色体が自分の体の中にもあると思うと不思議です。」

*植物の種類による（細胞分裂の）違いについて
「微妙に大きさが違う。見え方も違う。染色体の数が違うのかも……。」

3) 考察

与えられる教材より、単純なものでも自分で準備することで、発根を身近にとらえ、より興味・関心を高めることができる。また、数種類・複数の教材を用意することで選択の楽しみが生まれ、同時に失敗してもやり直しができるという安心感も持つことができる。このゆとりは生徒にとって、より楽しい、自主的に取り組める観察へつながったと確信している。

染色時間については、染色液の製造会社によって染色力に差があり、また古くなると染色力が落ちるので、工夫の成果を数字で表すことは困難である。押しつぶし方についても、細かい点を指示はしたが、押しつぶし方で染色力に十分な差は見られなかった。生徒自らが何度も繰り返しながら押し方を工夫し、互いに情報交換しながら上達し得たのは、生徒自身の学び取ろうとする力の成果として評価できよう。

また、授業後の研究会において固定・解離と同時に染色できる酢酸ダーリア液を教えていただいたので、今後その使用も検討していきたい。

ツインスコップは機器自体が比較的高価であり、手軽な教材提示装置やビデオルーペが登場してきていることを考えると、その使用価値は当初疑問であった。

しかし、この授業実践を通して、生徒にとっては実物と全く同じものをテレビ画面で確認できるということがいかに効果的な支援方法であるかを、改めて認識することができた。

今回の検証授業において、必修も含めると2度目の観察であること、選択のクラスであることを考慮しながら判断しても、この展開は、生徒の興味・関心を高め、自ら問題解決を行っていく姿勢を培うのに大いに有効であると思われる。

(3) 検証授業3

小学校4年「物のあたたまり方」

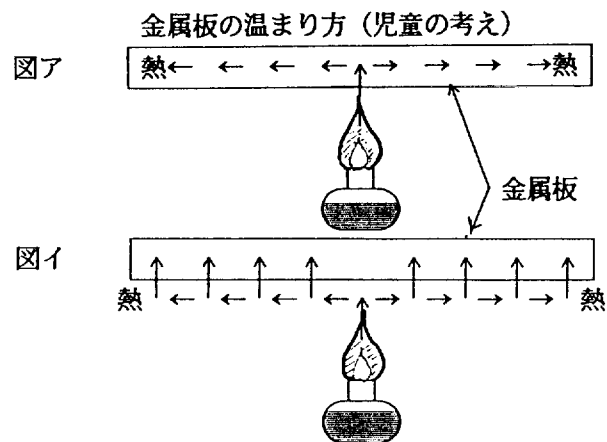
1) 検証授業のねらい

教材開発の事例 (P.168) でも述べたとおり、金属板の温まり方を実験する際の液晶インクと使い捨てカイロの組み合わせは、安全性の高さ、反応の顕著な現れ方などの点から有効性が高いと考えた。さらに、今年度は使い捨てカイロの熱量を少しでも上げるようO₂ ストーンを砕いて混入したので、その効果を実証するのが、検証授業の主なねらいとなる。

また、二つ目のねらいとして、液晶インクを塗った金属板に対して、はんだごては有効な熱源となるか調べることである。はんだごてを利用する目的は、金属板を温める際、炎を使わず上方から一点で温めることにある。

なぜそのように留意したかといえ、昨年度の検証授業で、使い捨てカイロの熱が足りなかったときに、アルコールランプを使用して液晶インクが塗ってある金属板を温めたことが出発点になっている。

児童は、同心円を描くように金属板が温まることは、よく捉えていたが、熱が金属板の中を伝わったのではなく(図ア)、金属板の下を横に広がっていった熱気によって板が温められた(図イ)と捉える場合が多かった。単に温まり方と捉えるならば、小学校4年生程度なら、図イのように考えてもさほど問題はないのだろうが、熱の伝わり方の基礎とすれば、図アのように児童が捉えられた方がよいはずである。

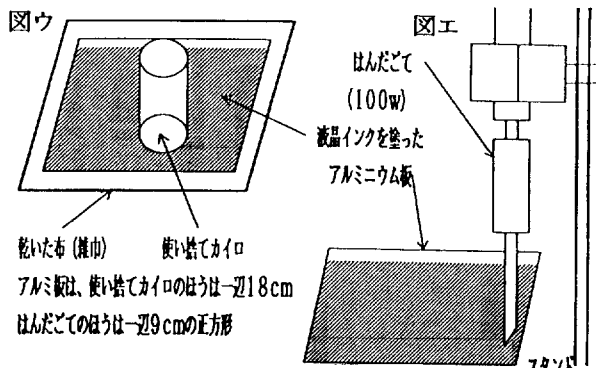


2) 学習の主な展開と児童の反応

液晶インクと使い捨てカイロの方法は、児童からは出てこない。したがって、初めは児童から出てきた方法で実験に取り組んだ。金属板にロウを塗る、サーモテープを貼る、マーガリンやバターを塗る等の方法が出てきた。それらの実験を通して、ほとんどの児童は金属板が熱した所から同心円を描くように温まっていく様子を確認できていた。

この時点で児童に金属板はどのように温まったのか、質問したところ、クラス31名中21名の児童が図イの

ように温まると考えていることがわかった。そこで、液晶インクと使い捨てカイロ、はんだごてを利用した方法を紹介し、さらに実験を行った。使い捨てカイロについては、高温の状態を保てるように、断続的に攪拌するよう指示した。



事前に室温を22℃に上げておいたので、液晶インクの反応がよく、児童は嬉々として実験に取り組んでいた。自分たちの実験方法で一度確かめた後になるので、児童は自分の方法と液晶インクを使った方法を比較したことになる。ほとんどの児童が虹色に色が変化していく液晶インクと使い捨てカイロ、または、はんだごての組み合わせの方が見やすいと感じていた。この炎を使わない実験を通して、全員の児童が熱は金属板の中を広がっていったと捉えるようになった。

- ・液晶インクは、ほかのより見やすいからいい。
- 児・ほかの実験より変化がよく分かった。
- 童・液晶インクは、色が次々に変わっていくから熱の伝わり方がわかりやすい。
- 反・使い捨てカイロはゆっくり、はんだごての方は早く色が変わった。
- ・火を使わないで温めることができるなんて、すごいと思った。(本時ワークシートより)

3) 考察

使い捨てカイロはO₂ ストーンを加え、攪拌を繰り返すことによって高温を保つことができ、液晶インクの熱による色の変化を広範囲にわたって十分に引き出すことができる。

また、はんだごては、炎を使わず上方から一点で温められるので、熱が金属板の中を伝わることを、はっきりと捉えることができる。発生する熱量も、液晶インクを塗った6~9cm角の金属板を温めるのにちょうどよい。

液晶インクと使い捨てカイロ、はんだごてとの組み合わせは、児童の興味・関心を高め、科学的な見方や考え方を培うのに優れた教材であり、検証の結果からも効果が高いことから、今後十分に活用が期待されると考える。

(4) 検証授業 4

小学校5年「天気の変化」

1) 検証授業のねらい

高真空保存容器（エアーフレッシュ）は、中の空気を吸い出すことにより、空気が薄くなる状態を簡単に作ることができる。この容器を用いて、児童の手で安全で簡単に雲を作ってみる。実際に雲を作ることで、より天気の変化に興味をもたせ、天気の変化をみる一つの観点である雲ができることには、条件が必要であることに気づかせたい。さらに、天気の変化など自然界の不思議について興味をもたせていきたいと考えた。

①「天気の変化」への興味・関心が高められるか。

②雲ができるための条件を、捉えられるか。

③自然界のメカニズムにも興味を広げられるか。

の3点を、検証授業のねらいとした。

なお、エアーフレッシュは雲作りや音の伝わり方、低温での水の沸騰などができるものとして教材開発したものである。

2) 学習の主な展開と児童の反応

5年「天気の変化」の学習では、学習に入る前のアンケートですでに雲の種類や色、形の変化の仕方などに疑問を持っている児童が多く、関心が高いことがうかがえる。そして、単元の始めから雲に目を向け、天気の変化の要因として考える児童が多い。しかし、雲ははじめから存在するものであり、気象の変化で作られるものだという意識は低い。そこで、発展学習として1時間「雲作り」を行うことにした。天気の変化など気象現象には、何らかの条件が必要であることを知ることで、自然界について、より興味・関心をもてるのではないかと考えた。

本時では、エアーフレッシュが「空気が薄くなる状態を作るものである」ことを知り、高い山登りなどで気圧が低くなる状態の中での経験を思い出した児童もいた。

そこで、小さな密封された菓子袋が、空気が薄くなるにつれて膨らんでくることを見た後、空気がうすくなる状態の中で何があれば「雲ができるか。」を考えさせた。

児童が予想した水分以外に中心となるもの（核）の必要性を考えさせ、エアーフレッシュを用いて一人一人が雲作りを行った。少量の水分と線香の煙の準備を含めても、全員が数分後には雲を作ることができた。自分たちの手で安全に、しかも簡単に雲を作ることができることは、多くの児童に驚きをもたせた。

学習後のアンケートから明らかになったことは、この学習を単元の最後に位置づけたことで、雲のでき方を天気の観測や間接的な情報と組み合わせて考えるようになったことである。また、雲は水分以外に中心となるもの（核）が必要なんだということを実験を通して実感した。

3) 考察

・ねらい①について

5年生の児童が、エアーフレッシュを用いることで簡単な操作で空気が薄い状態を作り出し、自然界にある雲を作ることができたことは大変興味深かったようだ。授業後のアンケートによると、30人中22人の児童が、「雲を作った」ことで天気のことについて「大変興味がわいた」「まあまあ興味がわいた」と答えている。「大変興味がわいた」児童から聞き取り調査を行い、その理由を調べた。傾向を探っていくと、

・自ら体験し、雲を作ることができた喜びから

・自然界のしくみの不思議を知ったから

・体験したことで、新たな疑問が生まれたから

・新たな知識を得たことでの驚きから

の4つに大きく分類できた。（「興味が余りわかなかった。」という児童の理由は、自分が想像していたより雲が薄かったため驚きが少なかったことがわかった。）

このことから、雲作りを実際に自らの手で行うことでの体験、しくみについての理解、そこから生まれる疑問などから、興味・関心が高まったことがわかる。また、事前のアンケートでは、雲への興味がなかったある児童でも、「私は天気には余り興味がなかったけれど、雲を作ってみたらいろいろなぞろがあつて楽しいと思いました。雲は自然にあるだけかと思っていたのに自分の手で作ることができたのでよかったです。」と、自然界のきまりに気づき関心もち始めた。

・ねらい②について

楽しかったという体験だけでなく、体験したことで雲を作るための条件は全員の児童の中に残り、次の感想にもみられるように新たな疑問へとつながっていった。

「いろいろな種類の雲も人工的に作れるのか。」「厚い雲は、どのくらいの中心が必要なのか。」

雲が作られるには、条件が必要ということはどの子も理解できる。今の指導要領では小学校では「気圧」を扱わずにいるが、天気情報の中でも低気圧や高気圧が出てくることを考えると、このような体験を通して扱うとより理解しやすくなるを考える。その点で、エアーフレッシュは、難しい気圧を身近なものとして扱えるというよさがあるであろう。

・ねらい③について

児童の感想からも「自分たちで作った煙が雲になったが空には煙の代わりに何があるのか。」「水と煙で雲ができるなら、ゴミを燃やした煙も雲を作る一つになって雲がいっぱいになるのでは？」など、雲作りと自然界の現象をつなげて考える児童も出てきた。このことは、今後、身の回りの自然をみつめていく上で、科学的な見方考え方ができる素地となっていくであろう。

(表2)

レモン汁	——	ピンク色	} 酸性
酢	————	うすい桃色	
合成洗剤	——	うすい桃色	
スポーツ飲料	——	うすい オレンジ色	
台所洗剤	——	変わらない	} 中性
雨	————	変わらない	
風呂洗浄剤	——	緑色	} アルカリ性
カビ取り剤	——	黄色	

(5) 検証授業5

小学校6年「水よう液の性質」

—身近な水溶液について調べる—

1) 検証授業のねらい

- ・酸とアルカリによって色が変わる色素は、特別な色素で「指示薬」と呼ばれている。ハーブの一種といわれている「ブルーマロウ」のハーブティーは青色の飲み物である。そして、レモンを入れるとピンク色になる。そこで、このブルーマロウティーを児童が身近な水溶液の性質を調べるときの指示薬として使い、児童の興味・関心を高められるかをみる。
 - ・児童が水溶液の性質を調べる際、液体を入れる容器として透明な卵パックを用い、児童にとって扱いやすいものなのか、色の変化が見やすいものなのかをみる。
- 以上のことを単元最後の発展授業で検証することにした。

2) 学習の主な展開と児童の反応

a. 指示薬として、ブルーマロウティーを知る。

ブルーマロウティーを知っている児童は一人もいない。もちろんレモンを入れると色が変わる飲み物であることは知らない。そこで、ブルーマロウティーを入れて児童に飲ませることにした。レモンティーにしてよいことを話した。

児童は、ブルーマロウティーの青色、そしてレモンを入れた後のピンク色に驚きの声をあげた。

レモンは酸性なので、青色がピンクになることを話すと、この単元の導入で使用したブドウ液のことを思い出し、ブルーマロウティーは指示薬として、今までと同じように使えることを理解したようだった。

b. 手作り指示薬でいろいろな水溶液の色の変化を調べる。

指示薬・・・ブルーマロウティー・ブドウ液・ムラサキキャベツの汁

指示薬毎のコーナーを設け、使いたい指示薬のコーナーの所に行き、各自で指示薬を作って、各自が持ってきた水溶液の性質を調べた。

児童の様子をみると、ブルーマロウティー：ブドウ液：ムラサキキャベツ＝5：2：3で、圧倒的にブルーマロウティーを指示薬として選んだ児童が多かった。

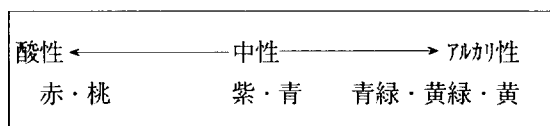
容器として使用する透明な卵パックの下には、色が見やすいように白い紙を敷いて実験を行った。また、調べている水溶液が何であるか分かるように、水溶液の名前を小さいシールに書き、卵パックの一つ一つのくぼみのそばに貼っておくようにした。

～児童の学習カードから～

<指示薬 ブルーマロウティー> (表2)

3) 考察

各液に指示薬を加えると、



のような色の変化になるので、これを基に、児童は自分の持ってきた水溶液の性質を判断していった。児童は、ブルーマロウティーを指示薬として、酸性・中性・アルカリ性を判断することができた。

ブドウ液、ムラサキキャベツと同様な指示薬として新しくブルーマロウティーが使えることが分かり、この小学校6年「水よう液の性質」の学習の導入や発展授業で使う指示薬として利用価値が高いのではないかと考えられる。

ただ、ブルーマロウティーは時間がたつと、青色が抜けてしまう。その場合でも、酸・アルカリによって色が変わり、指示薬として使える。

透明な卵パックを容器として利用してみてどうだったか児童にアンケート（複数回答）をとると・・・
○入れるところが何個もあるので個別に分けられ、実験が一度にできる（58%）

○透明なので色が見やすい（39%）

○入れやすく使いやすい（12%）

○その他（リサイクルしている、繰り返し使える、使い捨てもできる、身近に簡単に手に入る）を挙げている。

上記の結果から、この学習における透明な卵パックの利用は適切であったといえるのではないだろうか。使用に際し注意する点は、入れすぎるととなりの液体と混ざるので入れすぎないようにすることである。上記の卵パックのよさを生かし、他の単元でも利用できないか今後開発していきたい。

1ヶ月半程たってから、家庭でも指示薬を作り、水溶液の性質を調べたという児童の話聞き、本授業が児童の関心・意欲を高めたのではないかと思われる。

IV まとめと今後の課題

1. 理科教材開発の成果と課題

〈開発の意図と結びつく成果〉

- 教師自身が予備実験や教材製作を楽しんでできるようなものとして、「炎色反応の工夫」「手作り電池とよく回るクリップモーター」等の開発ができた。
- 日常生活の中にある物から教材化していこうという意図で開発されたのが、「液晶インク」「使い捨てカイロ」「フロッピーディスクケース」「ブルーマロウティ」「フィルムケース」である。素材を学習に生きる教材にまで高めた大きな成果である。
- 高額備品については、開発というより機器の特性を生かす活用法にねらいがあったが、ツインスコープの活用が児童生徒の観察する意欲の向上に有効であることが確かめられた。

〈今後の課題〉

2年間の研究で開発した教材は、10程度ある。一つの教材開発が試行錯誤の繰り返しの中で行われていることを考えると、予想以上の成果が得られた。分野別に比較すると、物理分野4、化学分野2、生物分野3、地学分野1で、地学分野の教材開発が不十分だったことは否めない。研究のスタートが、観察・実験しにくい単元の洗い出しから始まったことを考えると、今後残された単元についての研究の継続が必要である。

2. 授業実践による開発教材の有効性と今後の課題

開発教材の有効性については、各検証授業の考察の中で述べられている(P.171~175)。どの教材も児童生徒にとって何らかの興味・関心を高める教材として今後、活用が期待される。しかし、開発教材を授業で活用すれば、児童生徒の興味・関心が高まるという安易な考えはしていない。教材の提示の仕方、単元のどの部分で活用するのか、教材が児童生徒の問題解決に有効に機能するためには、どんな活用の仕方を工夫していくことが必要なのか等、教材を取り巻く教師の支援が適切に働いて、初めて教材の価値を評価できるものである。今後は、開発した教材を授業で生かしながら改良していくべき点を探っていきたいと考える。

3. おもしろ実験冊子作成と改善

この冊子は、理科指導法講座(1995~1996年度)で先生方の研修として行った内容(P.170)を児童生徒に指導しやすいよう編集に工夫を加え作成したものである。児童生徒の興味・関心を高め、理科学習の楽しさを見いだすことに多少なりとも貢献できると考えている。活用された先生方のご意見を集約し、今後さらに使いやすいものにしていきたい。

おわりに

理科という教科は、自然事象に触れ、そこからの疑問や問題意識を膨らませ、そこに隠されている「不思議」を追究し、自然に対する見方や考え方を育てていくものである。「教材の価値」が問われるのは、児童生徒にとって興味・関心を引き起こすものであったかどうか、また、教材を教師自身がどのように児童生徒に提示し、児童生徒の問題解決活動に生かし、支援できたかということであろう。更なる検証と研鑽を積み重ねていきたい。

最後に、本研究を進めるにあたり、ご多忙中にもかかわらずご指導いただきました多くの先生方をはじめ、各所属校の校長先生ならびに教職員の皆様に心より感謝申し上げます。

・参考文献

- L. A. フォード【化学マジック】 白揚社 1960年
- 日本化学会編 【化学を楽しくする5分間】 化学同人 1986年
- 日本化学会訳編 【実験による化学の招待】 丸善株式会社 1987年
- 山崎 昶 【化学マジック・タネ明かし】 講談社 1988年
- 日本化学会訳編 【続 実験による化学の招待】 丸善株式会社 1989年
- 中島博和他 【やってみようリサイクル実験】 東洋館出版社 1990年
- 川崎市立中学校教育研究会理科部会 教材教具推進部 「ポスターセッション資料」 1993、1994年
- 全国理科教育センター研究協議会編「身近な素材を生かした小学校理科教材の研究」 東洋館出版社 1994年
- 「サイエンスニュース2月号」 日本教育通信社 1994年
- 楽しい理科を創る会編【おどろきわくわく理科実験】 小学館 1995年
- 中学校理科教育実践講座刊行会編 【教材・教具の開発と利用】ニチブン 1996年
- NHKエデュケーショナル 【やってみよう、何でも実験】NHK出版 1996年
- 小学館編 「BE-PAL」 小学館2月号 1996年

・指導助言者

- 川崎市立小学校理科教育研究会長 安部 恭夫 (川崎市立千代ヶ丘小学校長)
- 川崎市立中学校教育研究会理科部会長 石垣永太郎 (川崎市立野川中学校長)
- 川崎市教育委員会指導主事 見富 信義
- 川崎市総合教育センター教育相談員 北原 俊雄