

平成10年度

**児童生徒の興味・関心を高める  
理科教材開発研究（第2次研究）**

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（第2次研究）

理科教材開発研究会議

畠山 英之<sup>1</sup>

松野まゆみ<sup>2</sup>

菅原 紀子<sup>3</sup>

齋藤 祐子<sup>4</sup>

川崎 等<sup>5</sup>

## 要 約

本研究会議のねらいは、理科教育における子供の科学的な見方や考え方を養う上で、理科教材との出会いの重要性を明らかにしようとしたことである。また、教材・教具を授業の中でどのように生かせるのかを検証授業を通して分析し、メリット・デメリットを追究したことである。以下の4項は、研究内容の主なものである。

- 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した。
- 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った。
- 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した。
- 4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part II」という冊子にまとめ、川崎市内の小・中学校等に配布する。平常の学習指導やクラブ活動等で活用されることで、理科好きな子供の育成を図る。

研究成果としては、教材開発の過程の中で、教師自身が子供の立場に立って指導を行えるようになり、子供の理科学習への意欲が向上したということ、また、子供の問題（課題）解決的学習の活動が、子供自身の手で展開されていくという主体的な学習姿勢が育っていくことを検証できたことである。

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

I 主題設定の理由	195	(7) 食品添加物の検出実験	201
II 研究内容		(8) 有用微生物群による生ゴミの再生	201
1. 研究のねらい	196	4. 授業実践	
2. 研究の経過	197	(1) 検証授業1	202
3. 主な教材開発の事例		(2) 検証授業2	203
(1) 塩化ビニルパイプを使った		(3) 検証授業3	204
温度による体積変化	198	(4) 検証授業4	205
(2) 寒天を使った地層堆積実験	198	III 研究の成果と今後の課題	206
(3) わたあめ製造機	199	おわりに	
(4) 野菜紙づくり	199	参考文献	
(5) 野菜を利用した維管束の観察	200	指導助言者	
(6) 身近な材料による水圧の実験器具	200		

<sup>1</sup> 川崎市立西丸子小学校教諭（研修員）

<sup>2</sup> 川崎市立御幸小学校教諭（研修員）

<sup>3</sup> 川崎市立有馬中学校教諭（研修員）

<sup>4</sup> 川崎市立向丘中学校教諭（研修員）

<sup>5</sup> 川崎市総合教育センター研修指導主事

# I 主題設定の理由

本研究会議は、平成7年度より研究をスタートした。今次研究は、第二次研究となる。<sup>1)</sup>センター紀要No.10に掲げた今後の課題の中で、地学分野の教材開発が不十分であったこと、「やってみよう、おもしろ実験」冊子の改善をおこなうことが挙げられている。平成9年度からの第二次研究では、これらの課題解決に向け研究に取り組んだ。

この間に、第15期中央教育審議会は最終答申を平成10年6月に、教育課程審議会は、同7月に教育課程基準の改善についての答申を行った。教育課程の基準の改善のねらいの一つに、「自ら学び、自ら考える力を育成すること」が挙げられている。このことは、当研究会が目指す知的好奇心・探究心をもち、自ら学ぶ意欲と主体的に学ぶ力を身につけ、理科学習の楽しさを体得する児童生徒の育成と結びつくものである。

第一次研究でのテーマは、「児童生徒の興味・関心を高める理科教材開発研究」であったが、興味・関心を高めるといことは、理科学習を進める上で最も基本的なことと同時に、「興味・関心」なくしては、自ら学ぶ姿勢は育たないだろうと考えるものである。そこで、今次研究においても平成7年度からのテーマを引き継ぎ、研究の継続と深化を図ろうとした。

## II 研究内容

### 1. 研究のねらいと方法

理科教材開発研究会では、研究のねらいを以下の4つに絞り研究を進めた。

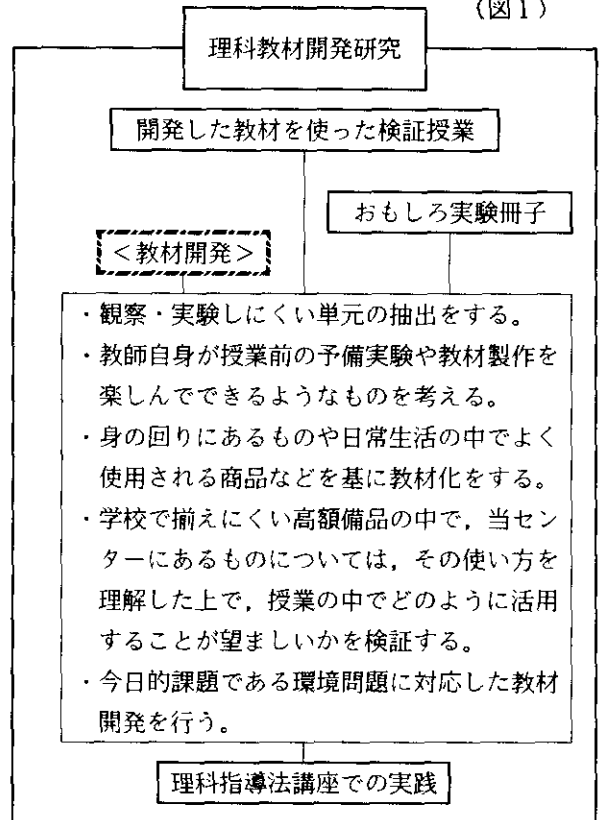
- 児童生徒が興味・関心をもてる観察・実験における教材教具の開発を行う。
- 問題解決を進める上で、教材・教具の提示、活用をどのように行えばよいかを検証する。
- 開発した教材・教具を理科指導法講座の中で紹介し各学校の今後の理科指導に生かせるようにする。
- 研究で蓄積した成果を冊子にまとめ、平常の学習指導やクラブ活動等で活用できるようにする。

研究の方法や進め方については、図1のような構想を立て研究を深めていった。ここに記載しきれない開発教材は、おもしろ実験冊子part II に紹介をした。

### 2. 研究の経過

研究の当初は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・実験の行いにくい単元を抽出した。そこで、上記の単元を中心に教材開発

(図1)



- <物理分野> 物のあたたまり方、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

研究を行っていくことで共通理解をし、研究を進めていった。

#### 平成7年度の研究

##### <取り組んだ教材開発>

- (1)液晶インクを使った、もののあたたまり方
- (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。

##### <開発した教材を使った検証授業>

- 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

<sup>1)</sup>川崎市総合教育センター研究紀要10:p.176 1997

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証した。

#### 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)手軽で簡単に見られる染色体/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ー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・関心が湧く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した。

##### <開発した教材を使った検証授業>

中学校3年「水溶液の性質」

—いろいろな炎色反応について—

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」

—植物細胞の分裂と染色体を見よう—

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」

—雲を作ってみよう—

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。

#### 平成9年度の研究

##### <取り組んだ教材開発>

- (1)インクボトルを利用した水の深さと水圧の関係を調べる実験器具

(2)わたあめ製造機

(3)短時間にできる紅花染め

(4)寒天を使った地層堆積実験

(5)有用微生物群による生ゴミの再生

(6)野菜を利用した維管束などの観察

(7)テストープを使った植物体の糖の検出

(8)花粉管の観察

(9)赤ワインを使った蒸留

##### <開発した教材を使った検証授業>

小学校6年「大地のでき方」

できあがった地層を寒天で固めることで、層の重なりや広がりやを切ることにより視覚的に実感できる。この活動から大地のでき方を推論する。

中学校1年「いろいろな力の世界」

身近な材料による実験器具で水圧の大きさを求め、水の深さと水圧の関係を定量的に調べる。

#### 平成10年度の研究

##### <取り組んだ教材開発>

(1)身近な材料による水圧の実験器具

(2)食品添加物の検出実験

・着色料の検出

・発色剤の検出(定性)(定量)

・漂白剤の検出

・小麦粉改良剤の検出

・酸化防止剤の検出

(3)簡単に作れるカルメ焼き

(4)野菜を使った紙づくり

(5)塩化ビニルパイプを使った温度による体積変化

(6)いろいろなスライム

##### <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開発教材を中心に、物理領域、化学領域、地学領域、環境の4分野で実践をした。特に「大地のでき方」の寒天を教材化したことは、地学分野の成果として意義深いものがある。また、環境問題への対応を意識した取り組みも行った。

##### <開発した教材を使った検証授業>

中学校3年選択理科「地球と人間」

—食品添加物と生活環境—

身近な生活環境の体験から「食」をとりあげ、その中に含まれている食品添加物を実験により調べる。また、「食」においての現実を科学的な目で追究し自然環境への興味・関心を引き出す。

小学校4年「温度と物の変化(3) 氷・水・水蒸気」

開発した実験器具を使い、水が温められると温度が上がるだけでなく、水の状態変化がおこるといふ見方や考え方ができるようにする。

### 3. 主な教材開発の事例

#### (1) 塩化ビニルパイプを使った温度による体積変化

##### <開発の意義>

この実験では、温度による水の体積の変化を、できるだけ大きく、視覚的に捉えやすいようにと考え、細い塩化ビニルパイプを使用した。

また、子供の中にはガラスが壊れないかと怖がり、積極的に実験に関われないことも考えられる。そこで、そんな心配もなく、安全に実験に取り組めることもねらい開発を試みた。

##### <開発までの工夫>

##### 1) 安全性を考えた。

実験中ふとしたはずみで、管をぶつけても壊れることなく、子供が安心して使える。

2) 短い時間で、変化をとらえやすくした。

塩化ビニルパイプの太さを3mmと細くすることで、短い時間で、しかも視覚的に、体積変化の様子がわかりやすい。

##### 3) 簡単に作れる。

材料は、細い透明塩化ビニルパイプと、ペットボトルですむ。ふたに千枚通しなどで穴を開け、管を通し、そこに塩化ビニル用の接着剤をつけるだけで作れる。材料がそろいやすく、手軽に自分用の実験装置ができる。

##### 4) 水の量を変えて実験できる。

容器にペットボトルを使っているので、管のついたふたを、別の大きさの容器につけるだけで、違った量の実験もできる。

##### <考察>

ガラス管を使っても、水の体積の変化をとらえることができるが、塩化ビニルパイプが細い分、大きく変化するので、子供が驚きをもち、取り組むことができた。

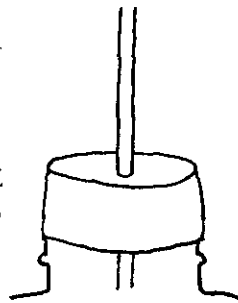
また、ガラスを怖がって、活動が消極的になることなく、どの子も伸び伸びと、安心して使えるという意味では、よかったように思われる。

ペットボトルの大きさは、500mlが一番手頃なようである。それより大きいと、水を温めるのに多少時間がかかってしまう。

子供の中には、大きなペットボトルを使って、お風呂の中で実験をしてみたいという子もいた。興味を持続させるという意味では、安全面の上からも、やらせてあげることが可能である。

水にインクなどで着色しておくと、塩化ビニルパイプ内の水の変化がとてもわかりやすくなった。

ペットボトルのほか、フィルムケースも使った。開閉がしづらいという欠点をのぞけば、手軽に使用できる。



#### (2) 寒天を使った地層堆積実験

##### <開発の意義>

これまでの地層の堆積実験は、水槽や高価な堆積実験装置などを利用して、横から観察するということが多かった。そこで今回は、寒天を利用して、土砂を固めることで層の広がりを見やすくし、いろいろな場所の層が型崩れすることなく見られるようにと考え開発した。

##### <開発までの工夫>

##### 1) 見たい場所の層が見やすい。

寒天で固めている事で、見たい場所を縦に切っても、横に切っても層がほとんど崩れることなく見られる。また、フィルムケースのような丸い筒を使うとポーリングサンプルのように、自分の見たい場の地層を取り出して見ることができる。

##### 2) 堆積装置は身近な物を利用した。

水槽では地層の広がり具合を捉えにくいので、図工室にある画板や粘土板を利用した。まわりをダンボールを切った物で枠を作り、底が汚れないように上に透明ビニル袋を敷き、広い範囲で堆積できるようにした。川の役割を果たす所は、雨どいがなければペットボトル2ℓ用を縦に切り、2個ぐらいいっかり接着剤などでつけると立派な雨どいがわりになる。

##### 3) 堆積させる物は、層になりやすいものを準備した。

流した堆積物がうまく層になるように粒の大きさを考え、水槽用の小石、砂、そして赤っぽい赤玉土を砕いたものを使用した。

##### <考察>

子供たちは目的意識をもって興味深く取り組むことができた。

広い範囲でいろいろな場所の層を自由に取り出して見られるので、層と層のつながりや広がり具合を理解しやすかったようである。さらに、地層はどの部分も同じように層になっていると考えている子供もいたが、場所によって層の厚さが違うことや堆積物の重なり具合が違うことも実感することができたようである。

層は上からだけでなく、上手にひっくり返すと下からも堆積の様子を観察することができる。ビニル袋の上に堆積させているので、張り付いてとれないということもない。

また、堆積させる土砂は、色のはっきりした物の方が層の様子はより分かりやすいが、費用がかかりすぎてしまう。今回使用した水槽用の小石、砂、赤玉土の方は、費用もあまりかからず、十分に層のでき方を観察することができる。

流す寒天は、沸騰した状態で作るのので、一度鍋からじょうろなどに移してから流すと安全にできる。

### (3) わたあめ製造機

#### <開発の意義>

4年生の「電流のはたらき」の学習の最後におもちゃを作る時に、身近な材料を使い簡単に作れる物、クラブ活動でもみんなで楽しく活動できる物とを考え開発した。

#### <開発までの工夫>

1) 子供にも入手しやすく、扱いやすい材料を探した。

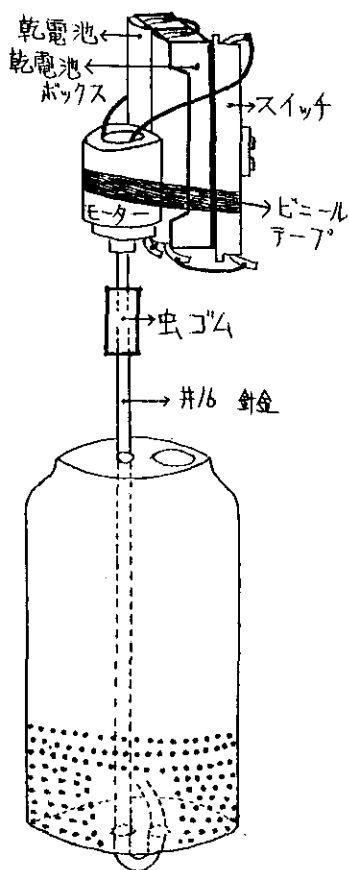
空き缶とモーターをつなぐ針金の太さは、16~18番が適当であった。細いとモーターが回った時、空き缶が左右に大きく振れアルコールランプを倒しやすくなる。太いと子供の力では曲げるのが大変だった。接合部分には、虫ゴムとゼリー状瞬間接着剤を使った。虫ゴムは、自転車屋や模型材料店などで安価で入手しやすい。ハンダづけと違い、すぐ直す事ができゼリー状であれば余計なところを付ける心配も少ない。

2) 学習に使った回路をそのまま使えるようにした。

モーターなどを学習した通りに直列につないで、手に持ちやすいようにビニールテープで固定するだけなので、自分にも出来ると考え自信を持って取り組める。

#### <考察>

わたあめ製造機を作りながら「直列回路の作り方が良くわかった。」という子供もいた。わたあめを作る時には、アルコールランプに点火・消火を繰り返すので、アルコールランプにあまりふれる機会がなかった子供にとって良い習熟の機会になった。また、缶が温められ細い糸状のあめが出てきた時「本当に出てきた。」と喚声をあげていた。アルコールランプの火で温められたざらめ(固体)がとけて、水飴状(液体)になった物が缶から飛び出してくるといふ事に気が付いた子供もいた。この後の「氷・水・水じょう気」の学習にもつながっていった。わたあめがこんなに簡単な仕組みで作られていたのかと感心している子供もいた。日頃使っているいろいろな機械の仕組みに興味を持ち始める子供もいた。



### (4) 野菜紙づくり

#### <開発の意義>

3年生の「物のせいしつ(4) 電気でしらべよう」や4年生の「電気のはたらき」の学習で、いろいろな作品作りに取り組めるように、豆電球をつないだ回路を箱などに取り付け、野菜紙で作った「ミニあんどん」をかぶせる作品を紹介した。また、クラブ活動でも短時間で作品(しおりやコースター)が作れる物と考えた。

野菜の堅くて食べられない外葉や皮のように捨てられる部分を使って、自分の使う物を作る事で物を有効に使うという姿勢を身に付け、身近な環境に目を向けるきっかけにしたいと考えた。

#### <開発までの工夫>

1) 資源の有効活用を目指した。

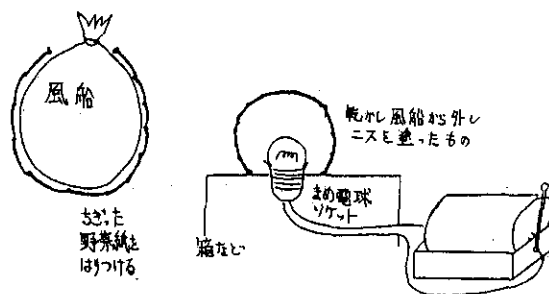
家庭の台所からよく出るキャベツや白菜やレタスの外葉、茶殻、バナナの皮、ブロッコリーの芯などで試みた。また、外葉は、給食室にも依頼しておくことで大量に一度に入手しやすい。

2) 用意しやすい道具を使うようにした。

片手鍋や重曹、洗濯用化学糊、排水口用ネット、アイロンなど家庭にあるものや、乳鉢・乳棒、葉書大の紙作り用の枠など学校にあるものを使用した。

3) 作品に仕上げ使う楽しさを味わえるようにした。

コースターやしおりの形に切り、ニス塗れば作品になる。小さく膨らませた風船に余分な水分を取った野菜紙をちぎって張り付け、自然乾燥させた後、風船をしぼませてニスを塗ればミニあんどんができる。



#### <考察>

家で捨てようと思っていた野菜から紙が作れ、作品作りができた事に子供はびっくりしていた。葉書大の枠に繊維を流し込み紙が作れた時は、「とても素敵にできた。」「自分でもうまくできたと思った。」と嬉しそうであった。「家でも出来そう。」「なしやリンゴの皮も捨てちゃうけど、これでもできないかな。」など、活動に興味をもっていった。これから自分達でもいろいろな材料を工夫し挑戦していけそうである。資源の再利用をして、役に立つ物を作っていくという意識が芽生えはじめたようである。(詳しい手順は、別冊「やってみようおもしろ実験II」を参照)

## (5) 野菜を利用した維管束の観察

### <開発の意義>

植物の根・茎・葉の維管束の観察は、植物体内の物質の運搬を知り、また、単子葉類と双子葉類の区別をするためにも欠かせない観察である。これらの観察を行うにあたって、教科書では適当な教材としてホウセンカの茎やツバキの葉などが紹介されているが、これらの教材は学校によっては常に身近にあるものではないようだ。また、この観察ではプレパラート作成にごく薄い切片が必要だが、生徒には作製に時間がかかる上、薄い切片が得られにくい。そこで、身近な素材で入手しやすく、適当な大きさがあり扱いやすいものとして、野菜を教材に使うことにした。

### <開発までの工夫>

#### 1) 身近な材料を用いる

野菜は日常生活で身近なものであり、観察の目的を生徒に理解させたいうえで材料を準備させると、意欲的に取り組むことにつながる。

#### 2) 扱いやすい

適当な大きさがあり、ごく薄い切片ではなく数mmの厚みのある切片で十分観察できる。切片を作るときも果物ナイフやカッターナイフで簡単に切ることができ、切りやすいので失敗してもやり直しがきく。短時間で全員に切片が行き渡る。水の吸い上げもよい。

#### 3) 切片を肉眼で確認できる

適当な大きさがあるので、十分肉眼やルーペで観察ができる。細かいつくりを観察する場合は、双眼実体顕微鏡が適している。

#### \*教材の例\*

双子葉類…	パセリ	チンゲンサイ	レタス
	セロリ	ブロッコリー	ゴボウ
単子葉類…	トウモロコシ (柄の部分)		
	アスパラガス		

### <考察>

この教材は、身近なものを用いることで生徒の関心意欲を高めることができ、扱いやすく再現性が高い。また、観察のしやすさからも学習の個別化にもつながり、適切なものと思われる。

維管束の観察では、根・茎・葉のすべての部分について比較しながら同時に観察できることが望ましい。その点については、この教材は植物体の一部分であるため不十分である。しかし、この教材も資料などと比較しながら用いれば、道管・師管の位置から観察しているのが植物体のどの部分なのかを捉えさせることができる。また、これによって、植物体内の物質の運搬を部分ごとに捉えるだけでなく、全体の流れとしてつかむことができる。

## (6) 身近な材料による水圧の実験器具

### <開発の意義>

水圧の学習は、生徒にとってやや捉えにくく、水圧の向き、深さによる大きさの違いについて定着させにくいようである。また、水圧の実験では特殊な器具が多く、実験用のセットなどが無いと実験も行いにくい。そこで、身近なものであるペットボトル・ゴム手袋・曲がるストローを利用して、視覚的・感覚的に水圧の向きや大きさをとらえることができる教材を開発した。

### <開発までの工夫>

#### 1) 身近な材料を用いる

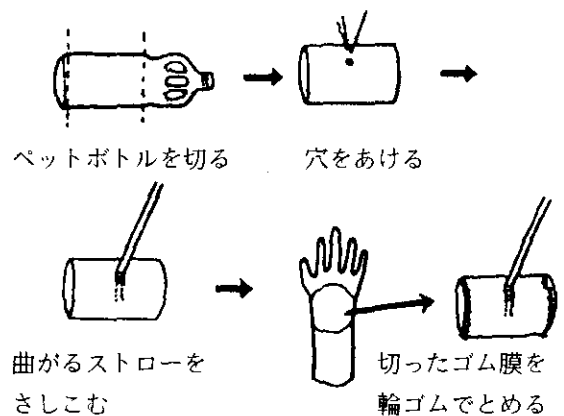
ペットボトル (500ml)、ゴム手袋 (極薄)、曲がるストローを材料とし、いずれも身近なもので入手しやすい。また、生徒が材料を自分で用意したうえで取り組むと実験への意識も高まる。

#### 2) 短時間で簡単に製作できる

カッターやはさみで切る、熱した針金や釘で穴を開ける、輪ゴムでとめるなど簡単な工程で製作することができる。また、多くの器具を必要としない、短時間で製作できることから、生徒がひとりひとり自分用の実験器具を作ることができる。

#### 3) 視覚的・感覚的にとらえられる

ゴム膜のへこみ具合を目で見る、さわって感じることで水圧の向きや大きさを視覚的・感覚的にとらえることができる。



### <考察>

簡単に自作でき、また身のまわりにあるものを利用しているため材料費もさほどかからない。水の深さによる違いをよりはっきりさせるには深さが必要だが、ストローに少し切り込みを入れてつなぐことで水面から30cm程度の深さまで使うことができる。また、ストローが曲がるので実験器をあらゆる向きで使うことができる。学習の導入として、ゴム膜のへこみによって感覚的に水圧をとらえさせるには効果的な教材である。

## (7) 食品添加物の検出実験

### <開発の意義>

この実験においては、環境問題を自分の身近な生活の中で生じていることとしてとらえられるようにするために「食」をとりあげた。

また、この実験を行うことにより、自然環境への興味・関心を引き出し、さらにそこから地球環境へと発展させて、自然界の一員としてより良く生きようとする態度を育てたいと考えた。

### <開発までの工夫>

1) 短時間で簡単に扱えるようにした。

1時間の授業の中で結果まで得られるようにし、さらに1つの班が複数の実験を行えるように実験を簡略化した。

簡略化の一例として、発色剤として使用される亜硝酸塩の検出実験においては、短時間で含有量が求められるように食品中亚硝酸塩検出用試験紙を用いた。

2) 日常的な食品を用いた。

日常の食生活の中で頻りに口にしている食品について調べられるようにした。そのことにより、自分の食生活と直接結びつけてとらえることができ、生徒の実験意欲を引き出すことができるものと考えた。

3) 結果が判断しやすい食品添加物を選んだ。

使用される頻度が高く、実験結果が判断しやすい食品添加物について調べられるようにした。

#### ・結果が判断しやすいもの

食品添加物名	成分	添加物を含む食品例
漂白剤	過酸化水素水	冷凍里芋、水煮山菜、ささがきごぼう
発色剤	亜硝酸塩	ハム、ソーセージ
着色料	カラメル色素	水出し用麦茶、ソース
	天然着色料、合成着色料	飲料、あめ、ゼリー、漬物

#### ・結果が分かりにくいもの

酸化防止剤	BHA	スナック菓子、干物
小麦粉改良剤	臭素酸カリウム	食パン、菓子パン
漂白剤	亜硫酸ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウム	もやし、かんぴょう

### <考察>

食品添加物の中には、保存料や酸化防止剤など品質を維持するために欠かせないものもある。したがって、食品添加物の使用を否定するのではなく、必要なものを使用基準内で正しく用いることが重要であると生徒は考えることができた。

この実験は、食品添加物の検出を通して身近な「食」から環境問題へと興味・関心を広げ、現在地球環境で生じている諸問題への学習意欲を高めることにつながるものと期待できる。

## (8) 有用微生物群による生ゴミの再生

### <開発の意義>

現在、地球上で発生しているさまざまな環境問題は明日を待たない状況にある。その中でも、ゴミ問題に関しては本質的な解決法が見出せず、深刻化している。そこで、今回の取り組みにおいては、水分が多く燃えにくい生ゴミを有用微生物群で発酵させ、それを堆肥として自然に戻すことを考えた。余った食べ物から新たなエネルギーを取り出すという具体的な活動を体験させることにより、自分との関わりとして環境問題をとらえ、すすんで環境保全につとめようとする態度を育てたいと考えた。

### <開発までの工夫>

有用微生物群は嫌気性であるため、分解の過程で空気に触れると腐敗が進み、悪臭がしたりウジがわいたりする。そこで、空気を遮断して発酵分解を促すために、次の点に注意した。

1) なるべく新鮮なうちに処理をする。

温度や湿度との関係があるが、腐敗分解が生じる前に生ゴミを処理する必要がある。

2) 水気をよく切る。

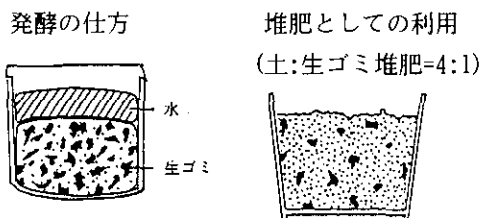
水分を多く含むものは腐敗しやすいので十分注意をする。

3) 密封できる容器を使用する。

しっかりと蓋ができる容器を選ぶ。

4) 水の入った袋を中蓋に使う。

ポリエチレンの袋は、水は通さないが空気は透過する性質をもっている。密封性をより高めるために、下の図のように水の入った袋を中蓋にし、空気に触れさせないようにする。



### <考察>

コマツナを用いて生ゴミ堆肥の有無による生育の違いを比較した。結果は以下の表にあるように堆肥の効果は明らかなものであり、プランターや花壇等で有効に利用できるものと考えられる。

#### ◎種蒔きから40日後の生育

	発芽	アブラムシによる害	生育のようす
堆肥 有	2日後	無	堆肥有の方が成長が速い。また、株が大きく、葉の枚数も多い。
堆肥 無	4日後	有	



## 4. 授業実践

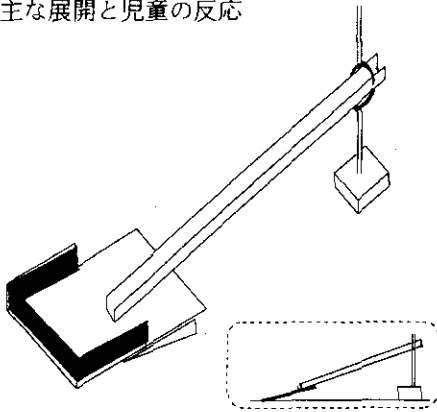
### (1) 検証授業1

小学校6年「大地のでき方」

#### 1) 検証授業のねらい

これまでの地層のでき方の検証実験でも、層のでき方を水槽の横などから見ることで、小石、砂、粘土の重なりをとらえることはできた。しかしそれは、あくまでも水槽の横からながめたものであり、切ってみようとしても、砂や小石などが崩れてしまいしっかり確認することができないことが多かった。そこで今回は、できあがった地層を寒天で固めることで、いろいろな場所をボーリングサンプルのように取り出しても、縦、横に切っても、層が崩れることなく、重なりを見ることができる上、層の広がりも実感できるという点が教材化できるのではないかと考えた。また、この過程（取り出す）でボーリングサンプルがどのようにしてとられたのかなどの理解にもつながると思われる。

#### 2) 学習の主な展開と児童の反応



##### a. 授業展開

子供たちは、学校の地面の下が地層になっていることを、ボーリングサンプルによって確認することができた。それと同じように、自分たちが行う地層のでき方のモデル実験でも、いろいろな所をボーリングのように取り出して、堆積の様子を見られたら、という思いを持っている。しかし、そのままでは崩れたりして、うまく観察することはできない。そこで、寒天を水のかわりに流すことで、固まった後、ほとんど崩れることなく、観察することができることを告げ、検証実験を行うことになった。

実験では、グループごとに、小雨が続いて川の流が緩やかな時、また、大雨（嵐）などがあり川の流が急な時などと、状況を想定し、寒天液で土砂を流した。堆積の様子の観察では、堆積した土砂を崩れないように、上手にひっくり返して、粒の大きさによる広がり様子を調べたり、いろいろな場所をボーリングのようにフィルムケースを使って取り出し、堆積の様子、地層の広がり様子を調べたりした。

##### b. 児童の反応

実験前に、装置のどの部分を実際にはどこにあたるのか、雨どいの角度は何を表すかなどを確認した。また、固まった寒天を観察する段階には、ただ単に、縦や横に切って、堆積の様子を調べるのではなく、始め寒天上に、学校や近くの駅などの施設を想定させた。そのようなことをしたことで目的をもって子供が活動し、予想がどうであるかという意識で実験に取り組んでいけたように思った。

#### ＜学習の振り返りから＞

- ・いろいろな方向から切り、「広がり」「つもり方」などが観察しやすかったのでよかった。
- ・層を縦や横に切ってみて、いろいろな場所で見られてよかった。層はまっすぐになっているのではなかった。
- ・小さなボーリングだから、あまり見えないと思っていたけど結構見えた。
- ・思ったよりはっきり分かれていて、わかりやすかった。切ったりして、いろいろなところから見られてよかったと思いました。

##### 3) 考察

今回、堆積させる道具として画板をビニル袋（ゴミ用）で包み、周りをダンボールで作った枠をつけて物を使ったことは、手軽な上に観察しやすいという面でよかった。

広い範囲で堆積するので、地層のでき方、広がりを上から見てとらえるという点で、よかったのではないかとと思う。土砂の準備は、多少かかるが、一人一人が活動するためには、グループ単位で取り組ませてあげたい。

寒天液を作って堆積させるまで、2時間かかる。また、沸騰させないといけないため、安全面という点でも多少問題になるが、鍋で作った液をじょうろなどに移し替えるなどの方法をとれば安全に実験できる。さらに安全を考えると、60℃ぐらいに下がるまで多少時間はかかるが、この温度でも可能である。

堆積させる物としては、雨どいを流れやすく、堆積した時に層になり、それがわかりやすいものとして水槽用の砂利、砂、赤玉土を砕いたものを使用した。見やすくするために色つきの砂なども考えたが、金額的に多少かかりすぎということがあった。今後はより見やすく、わかりやすい堆積物の工夫もしていきたい。

寒天を用いた堆積実験の場合、ほとんど型崩れすることなく、いろいろな場所をボーリングサンプルのように取り出せたり、縦や横に切った断面をしっかりと確認できる。その結果、単に地層の重なりでき方の検証実験にとどまらず、場所ごとの重なりの違い、層の広がりも実感できることにもつながったように感じた。

## (2) 検証授業 2

小学校 4年 温度と物の変化(3)

「氷・水・水じょう気」

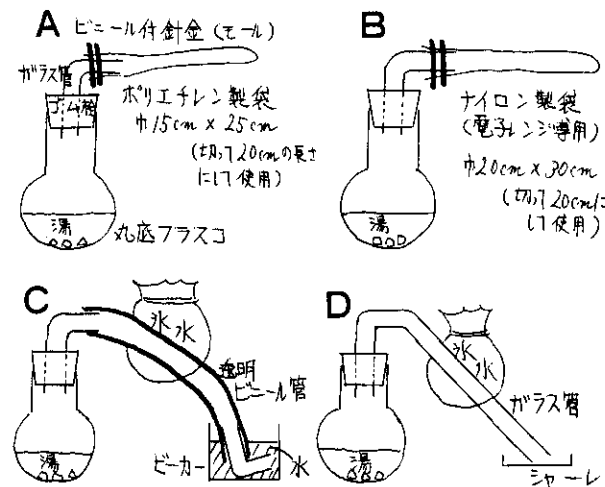
### 1) 検証実験のねらい

子供たちは、水を加熱すると温まることや温め続けると沸騰することを経験的に知っている。沸騰する時に出てくるものは、あわとして認識している。お風呂の浴槽で洗面器を伏せてあわを出して遊んだ経験があったり、3年の「空気や水の不思議」で、空気は水中であわになることを学習したりしているので、あわは空気であるとして理解している子供が多い。そこで、水（液体）から水蒸気（気体）へと状態を変える熱の存在にも目を向けていけるように、あわの正体について検証する実験を取りあげた。丸底フラスコから出てくるあわを集め、それが何であるのか考えやすい装置を考え、安全に実験できるようにした。

### 2) 学習の主な展開と子供の反応

a. 導入「どうやったらあわの正体を確かめられるか。」

子供と一緒に実験方法を考えるようにしたが、4年の現段階として、装置を提示しその中から選択することにした。Cの装置については、あわは空気だとすると水中に取り出した方が分かりやすいという子供の考えから、はじめはシャーレに取り出す方法だったが変更した。



b. 実験・結果「あわを取り出して正体を確かめる。」

Aの装置は、ポリエチレン製の袋がすぐパンパンに膨れ、内側が曇り水がたまったことで、「すごい。」と驚き水蒸気が出ていることを理解していた。予想で、空気と水蒸気の両方だと思っていた子供も、軍手をしてゴム栓ごとはずし粘土の上に置くとすぐしぼんで元のビニール袋に戻ったことで空気は出ていないことが納得できていた。

Bの装置は、ナイロン製の袋で熱に強く透明なので選んだグループも多かった。ゴム栓をした瞬間に湯気がシューと勢いよく入ってくる様子を観察しやすく、結果はAと同様だったが、袋の膨らみは今一つであった。

Cの装置は、ビーカーの水がどんどん増えるだけであわは出ない。一方で、フラスコ内の水が減っていくので温められた水が水蒸気に姿を変えて出て行ったということがよく理解できていた。

Dの装置は、水がポタポタとシャーレに溜まっていく様子で、あわの正体は水蒸気であると考えていた。

### c. 子供の反応

各装置とも実験結果からあわの正体は水蒸気であると納得していた。

#### <子供の感想>

- ・沸騰の意味もよく分かった。あわは、水蒸気と知ってびっくりした。
- ・この実験をする前は空気だと思っていた。結果が出てからも、あわをよくみても何か水蒸気だと分かっていても不思議になる。
- ・水蒸気の正体が、水が姿を変えたものだと分かったので、頭の中を切り換えたいと思った。

### 3) 考 察

教材の開発に当たり、以下の点に留意した。

- \*アルコールランプの火力を考えて、勢いよく沸騰を続けさせるために300mlの丸底フラスコを使用したこと
- \*小型のビニール袋（張りのある素材で、なるべく透明に近く熱に強いもの）の素材を工夫したので、袋を支えるための割り箸などを使わないようにした。袋に余計な空気が入り込む心配のない装置にしたことで実験結果がわかりやすくなったこと
- \*透明ビニール管やガラス管を使い、途中を氷で冷やすことで、水蒸気（気体）が水（液体）に変わっていく様子を目で見て確かめながら集めることができること

「あわが水蒸気だと分かって、すごい実験だと思った。」  
「あわの正体は水蒸気だと新しいことを発見した。」のように、これらの実験装置が、温めると水から水蒸気へ状態を変えると考える方を育むのに有効であった。また、「実験の他のやり方を考えてみたい。でも、私が考えたやり方が大成功してとてもよかった。」のように、子供の考えも入れながら装置を変えられるので、主体的に実験に取り組めて、これからもいろいろな実験をしてみたいという意欲を高めることもできた。

「自ざいばきみなどがうまく使えるかどきどきしていたけど、友達に教えてもらっているようなことができるようになったし、分かってよかった。」のように、グループで協力しながら実験を進め、教え合いながら共に高め合えたという充実感を持つこともできていた。

(3) 検証授業 3

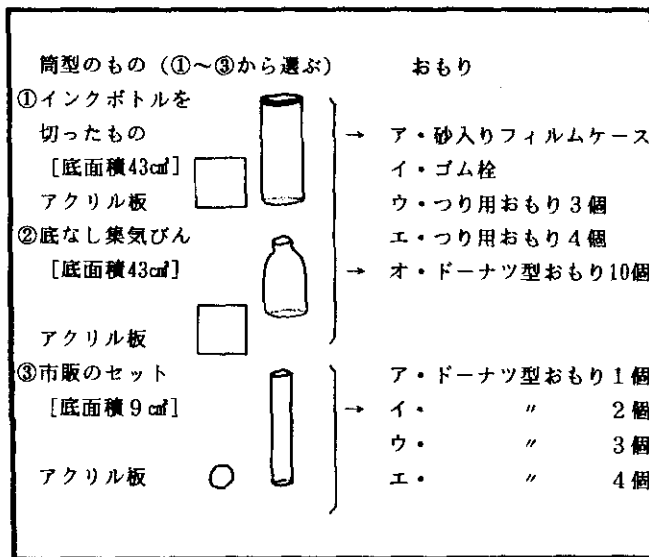
中学校1年「いろいろな力の世界」

—身近な材料を使った

水の深さと水圧の関係の実験—

1) 検証授業のねらい

水の深さと水圧の関係を調べる実験は、市販の器具が単純な作りの器具であるにもかかわらず比較的高価であり、また、実験結果からの計算が生徒にとってはやや難しく、時間のかかる割りには良いデータが得られにくい。教師による演示実験、または、資料集などのデータによる説明に終わってしまう場合もあると思われる。そこで、身近な材料を使って取り扱いやすく再現性の高い水の深さと水圧の関係の実験器具を製作し、生徒実験として行わせることで生徒の興味関心を高め、水の深さと水圧の関係についての理解を深める機会とする。



2) 学習の主な展開と生徒の反応

a. 授業展開

1. 実験器具①~③から班ごとに1つを選択し、実験を行う。
  - ・おもりの重さ(板に加わる力の大きさ)を測定する。
  - ・おもりを置いてから筒を水中に入れ、筒をゆっくり引き上げていき、板が落ち始めたときの水の深さを読み取る。
2. 実験結果から、水の深さと水圧の関係をまとめる。
  - ・力の大きさと底面積から水圧の大きさを求める。
  - ・板が落ち始めたときの水の深さと水圧の関係をグラフに表す。
3. グラフから水の深さと水圧は比例の関係にあり、水の深さ1cmにつき水圧は1g重/cm<sup>2</sup>ずつ大きくなることをまとめる。

b. 生徒の反応

生徒は、実験からどのような関係が導き出されるのかを調べたい、また、実験器具を選択して実験を行うこと

から違う器具でも同じ結果になるのかを確かめたいという意欲が強く感じられる活動になった。また、実験が能率的に行えるよう生徒どうしで自然に役割分担を行い、協力して積極的に活動する様子が見られた。

使用した実験器具によって、筒を水中に入れる際に水が入りこみやすいもの、おもりの入れ方によって板が傾きやすいもの、水槽の水の量が少ないと実験しにくいものなどもあったが、各班で実験しながらそうした問題点を解決していく様子も見られた。

実験結果から1つのグラフを書き、そのグラフを使ってまとめていくことができたため、生徒にとっては学習内容を自分のものとして感じる事ができ、演示による学習に比べて学習内容を定着させることができたのではないと思われる。

\* 興味関心と意欲

いろいろ不思議な事がわかっておもしろかった。どうして深さと水圧が比例するのかなあとときもんに思った。もっとくわしく知りたいなあ…。  
「水をしみこませないようにするのがむずかしかった。機会があったらぜひもう1度再挑戦したい。」  
\* 実験結果から比例関係に気づいて  
「水圧について全然知らなかったけど、こんなに計算的になってるなんてビックリした!!楽しかった。ドキドキした。」

3) 考察

身近な材料を使って製作した実験器具は、市販の器具に比べて生徒には取り扱いやすく、実験もスムーズに行われており、時間的にも短時間で結果が得られている。また、底面積が大きいため、おもりの重さを何回も変えて測定することができる。実験結果の誤差の原因としては、アクリル板の大きさ・重さの影響や、また、筒がやや傾いていても水の入り込みにあまり影響がないために測定が可能であるということなどが考えられる。

市販の器具は、筒の底面積が小さく、そのために実験にはかなりの水の深さが必要であり、普通に使われている円形の水槽では難しいところがあった。実験結果の誤差は少ないが、その分取り扱いも微妙なところがあるようで、わずかな傾きにも水が筒に入り込み何度も測定のやり直しをする班があった。このため、実験終了までに時間がかかっている。

今回開発した実験器具は、身近な材料で簡単に製作できること、取り扱いやすいことが大きな利点である。生徒の感想にもあるように、実際に自分の手で実験を行うことは学習に対する興味関心を高め、また、学習内容の理解にもつながっていくと思われる。

#### (4) 検証授業 4

中学校 3年 選択理科 「地球と人間」

— 食品添加物と生活環境 —

##### 1) 検証授業のねらい

中学校理科第2分野の最終単元7「地球と人間」では地球や自然環境が、いかにかけがえのないものであり、限られたものであるかに気づかせ、自然と人間との関わり方について、人類の一員としての方向性を探らせることをねらいとしている。そこで、今回の実験では環境問題をただ漠然としたものではなく、自分を取り巻く生活環境で起きているものとして認識させるために、身近な体験の中から「食」をとりあげた。そして、その中に含まれている食品添加物を検出する実験により、環境問題への興味関心を引き出すことをねらいとした。さらにそこから地球の自然環境へと発展させて、自分も自然界の一員であり自然界との調和を保ちながらより良く生きようとする態度を育てたいと考えた。

また、実験方法については、1時間の授業の中で明らかな反応を示し、安全に操作できるように工夫をした。

##### 2) 学習の主な展開と生徒の反応

###### a. 指導計画

(10時間)

1. 身近な食品の成分表示調べ	1時間
2. 食品添加物とは何か	1時間
3. 食品添加物の検出実験(本時)	1時間
4. 身近な生活環境を振り返って	2時間
5. 地球の自然環境について	3時間
6. 自然と人間との関わり方を考える	2時間

###### b. 本時の授業展開

- ①～⑤の実験から班ごとに課題を選択させて実験を行う。
  - ①冷凍の里芋やささがきごぼうなどに含まれる漂白剤(過酸化水素)を調べよう
  - ②麦茶やソースなどに含まれる着色料(カラメル色素)を調べよう
  - ③漬物・菓子に含まれる着色料(天然・合成)を調べよう
  - ④ハム・ソーセージに含まれる発色剤(亜硝酸塩)を調べよう<定性>
  - ⑤ハム・ソーセージに含まれる発色剤(亜硝酸塩)を調べよう 検出用試験紙による定量  
\*紀要201ページ参照
2. 実験の結果から、食品添加物の有無や含有量などを考察して発表する。

###### c. 生徒の反応

今回実験に使用した食品は、生徒が直接店頭に行き、日常的に利用しているものを購入させた。そのため、普段口にしていないものの安全性を確かめたいという意欲が感じられた。また、実験の操作では、定量分析をする班が正確に分量をはかろうと細心の注意を払ったり、漂白剤について調べた班が表面と断面の違いを比較したりと自主的な取り組みが見られた。

実験結果については、いろいろな食品添加物が検出されると、「よく飲むグレープジュースに使われている着色料が天然色素だった。これからは安心して飲むことができる。」など、自分の食生活と照らし合わせて考える生徒が多かった。

また、カブやエノキダケに漂白剤が使われていると予測して実験を行った班があった。実験の結果、漂白剤は使われていないことが分かり、自然界にも真っ白いものが存在することを理解できた。

###### <生徒の感想>

- ・色をつけるだけで体に悪い物質なら使わないほうがよい。自然が一番。
- ・発癌性物質である添加物は危険なものなので、我々消費者は知る権利があると思う。
- ・食品ならば、色ではなく味で勝負してほしい。(発色剤について実験した班)
- ・これからは、発色剤である亜硝酸塩が使われていないソーセージを買いたい。
- ・成分表示は、一切見ずに食品を購入していたが、今回の学習によって、以前よりも気にするようになった。

###### 3) 考察

班によって取り組んだ実験課題は異なっていたものの実験を通して正しく理解をし、実験結果と自分の「食」の環境を結び付けて考えることができた。また、「食品の成分表示を見るようになった。」「色のきついものは避けるようになった。」など、日常的に関心を払うように変容してきたようである。そして、「食」からさらに発展させて身近な生活環境に対して関心が深まり、大気汚染、資源、地球温暖化、異常気象、ゴミのリサイクルなど、現在地球上で生じている諸問題について詳しく調べてみたいといった学習意欲を高めることができた。

環境問題は明日を待てない状況にある。今回の試みにより、人間と自然との関わりで成り立っている現代社会に目を向けさせ、その現実を科学的な目で追究し、より良く生きようとする態度を育てることにつながっていくと思われる。

### Ⅲ 研究の成果と今後の課題

#### 1. 開発の意図と結びつく成果と課題

開発の進め方(p.196参照)では5項目を取りあげ研究を進めてきた。今次研究では、主に「児童生徒の問題解決が主体的に行える観察・実験の器具等の開発」「身近にある材料を使い手軽に行える実験器具等の開発」「環境問題に視点を当てた教材等の開発」に力を入れて取り組んだ。それらの主な成果をあげると以下ようになる。

- ・「児童生徒の問題解決が主体的に行える観察・実験の器具等の開発」として、寒天を使った地層堆積実験が挙げられる。
- ・「身近にある材料を使い手軽に行える実験器具等の開発」として、身近な材料による水圧の実験器具・わたあめ製造機・野菜を利用した維管束等の観察などが挙げられる。
- ・「環境問題に視点を当てた教材等の開発」として、有用微生物群による生ゴミの再生・食品添加物の検出実験・野菜を使った紙づくり等が挙げられる。

多くの参考資料をもとに児童生徒が扱いやすい材料や観察・実験の結果が得られやすい工夫を重ね開発してきた。今後は実践を通す中で改良を積み重ねていきたい。

#### 2. 授業実践による開発教材の有効性

- ・寒天を使った地層の堆積実験(小学校6年生)では、地層を点や線から面として捉えられるという点において有効性が認められた。
- ・加熱による水の状態変化を調べる実験(小学校4年生)では、結果が目ではっきりと捉えられ、児童の生き生きとした話し合い活動に発展した。
- ・水圧実験(中学校1年生)では、生徒は実験を短時間で正確に行うことができた。また、結果から法則を導き出す過程でも生徒の力で見出すことができた。
- ・食品添加物の検出実験(中学校選択理科)では、生徒が興味深く活動している姿が見られた。環境問題について、生徒の意識を高める大きな動機づけとなった。

#### 3. おもしろ実験partⅡの冊子作成と改善

4年間で開発をした理科教材・教具をこの冊子の中に集大成したものである。指導者が活用しやすいように、<準備するもの><方法><分かりやすい図解><解説>等の項目に分けた。また、項目一覧では、理科学習で活用できるもの、クラブ等で活用できるもの等に分け、児童生徒に科学のおもしろさや不思議さが実感できるように構成したつもりである。市内の先生方に大いに活用いただき、分かりにくい部分を指摘していただくことで、今後、さらに活用しやすいものにしていきたいと考えている。

#### おわりに

通算4年間にわたり理科教材の開発研究を進めてきたわけだが、一年ごとの研究の成果が紀要以外に「おもしろ実験partⅡ」として、各学校現場に配布できることは大変意義深いと同時に、川崎市内の児童生徒に理科学習のおもしろさや驚き、探究心等をさらに高めていくことにつながるものと期待している。今後は、実践を重ね理科好きな児童生徒の育成に努力していきたい。

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『化学を楽しむ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<br>「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<br>『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<br>『やってみよう、何でも実験』            | NHK出版   | 1996年       |
| 川崎市総合教育センター紀要No.10                        |         | 1997年       |
- ・指導助言者
- |                    |       |
|--------------------|-------|
| 元川崎市立小学校理科教育研究会長   | 北原 俊雄 |
| (元川崎市立栗木台小学校長)     |       |
| 川崎市立小学校理科教育研究会長    | 小室 富  |
| (川崎市立末長小学校長)       |       |
| 川崎市立中学校教育研究会理科部会長  | 大久保 忠 |
| (川崎市立宮内中学校長)       |       |
| 前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)     |       |
| 前川崎市立中学校教育研究会理科部会長 | 石垣永太郎 |
| 川崎市教育委員会指導主事       | 見富 信義 |