

小学校理科における学び文化の創造(3)

——環境学習教材としてのリモネンを中心として——

柴 一実 山崎 敬人 秋山 哲
西井 章司 森本 泰史

はじめに

筆者らは、小学校の理科授業において、子どもが「もの」や「人」との関わりを通して、いかに自然科学に関する学び文化を創造するのか、という課題を掲げて、研究を続けて来ている。平成12年度は第4学年の単元「空気と水を調べよう」の問題解決課程において、児童が教師や他の児童などどのように関わり、自分の考え方を振り返るのか、そのメカニズムを探った。平成13年度は、第3学年の単元「じしゃくのひみつ」と第5学年の単元「おもりが動くとき」の学習を通して、子どもが「ものづくり」という製作活動を行うことによって、自分の認知体系をより確実にするメカニズムについて論究した。本年度はこれらの研究の継続として、子どもが「もの」との関係性をどのように形成して行くのか、そのメカニズムを探究することを目的とした。

現在、自然から得られたものを製品化するプロセスや使用したものを自然に戻すプロセスなどは、ブラックボックス化されている。それゆえに人々は、ものとの関わりが希薄になり、ものへの愛着も薄れ、ものを使い捨てることに慣れてしまっている。このように希薄化したものとの関わりを復権するために、ものを生産し加工するプロセス、ものを処理するプロセスに関わる学習機会を持たせることが必要である。主体的なものに関わる経験を通して、ものの価値を見極め、ものを大切にできる態度が形成されるようになるのである。ものに関わる学習を構想するに当たって、ものは有限であり、国や世代を超えて共有されなければならない存在である、という認識は重要である¹⁾。この視点に立って、理科で取り扱う環境学習に着目した。

ところで現行の小学校理科学習指導要領では、「(2)生物、天気、川、土地などの指導については、野外に出掛け地域の自然に親しむ活動を多く取り入れるとともに、自然環境を大切にできる心やよりよい環境をつく

ろうとする態度をもつようにすること。』²⁾が謳われている。

これらの目標を達成すべく、多種多様な環境学習教材を用いたさまざまな実践が試みられている。日本理科教育学会が編集した『これからの理科学習を支える教材』(2002)には、新しい環境学習教材として、①ゴミを用いた腐葉土作り、②中海に生息する動物のアクアリウム作り、③窒素酸化物の発生と検出実験、④食品用トレイのリサイクル実験、⑤水中の微生物によるデンブンの分解実験などが挙げられている³⁾。環境学習教材には、多種多様な教材が存在している。

今回筆者らは、熱を用いず安全に発泡スチロールを溶かし、リサイクルを容易にする天然溶剤のリモネンの教材化に着目した。リモネン(物質名:d-リモネン)はミカンなどの柑橘類の皮に約0.5%ほど含まれるオレンジオイルの成分であり、主に香料や食品添加物、洗浄剤などに利用されている。d-リモネンとポリスチレンの分子構造図は下図の通りである⁴⁾。

従来、中学校理科でリモネンを用いた課題研究などは報告されている。そこで筆者らは、新しい環境学習

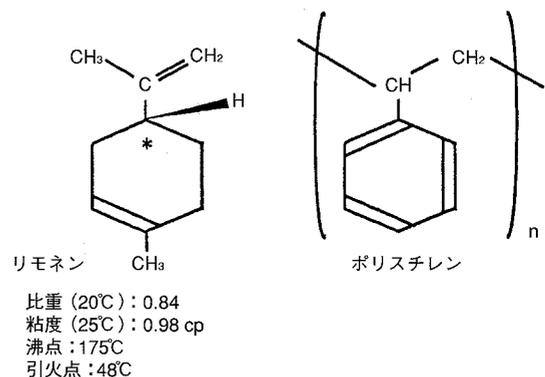


図1 d-リモネンとポリスチレンの分子構造図

教材としてのリモネンに着目し、新素材との出会いを通して、子どもが環境についてどのように考え、理解を深めて行くのか、子どもの認知変容のプロセスを探ることとした。

授業者は、広島大学附属東雲小学校、森本泰史教諭であった。児童は同校第5学年1組39名であり、実施日は2002年12月10日であった。

1. 研究授業の構想

(1) 理科学習のめざすもの

新学習指導要領において理科の目標で「見通しをもって、観察、実験を行い」という文言がある。この言葉は、子どもたちが問題に対して予想や仮説をもち、それを確かめるために観察、実験を工夫して行えるようにするということを強調するものである。「自ら考え、判断し、行動する」自立した子どもたちの姿が、理科学習を進めていく上でも求められているのである。

学校で、日進月歩の科学技術や、私たちを取りまく様々な自然現象や現象をすべて取り上げることは不可能である。それ故、子どもたち自身が考え、判断し、行動しなければならない場面を教育的見地からモデル化して供給することが必要となる。こうした場において主体的な問題解決活動を行うことや自己の考え方や行動を改める態度を身に付けることを通して、日常生活の中で様々な問題に対処して力強く生きていける自立した子どもの姿が求められているのである。

そこで、学習したことがらを使ってものづくりを行ったり、日常生活の中で起こる現象を説明したりすることは、学校を離れて子どもたちが生きていく上で重要なことであると考えられる。

環境教育の側面においてもどのような現象が起こっているのかにとどまらず、可能な限り何に起因して現象が起こるのかや現象の規則性にまで目を向ける力を培うのが理科教育の役割であると考えられる。そのとき、教科で学習した科学概念が生きてはたらくこととなると思うからである。

(2) 理科教育の中で扱う環境教育

日常生活の中で、環境の問題が取り上げられるようになって久しい。酸性雨や河川の汚れ、ゴミ問題などは、子どもたちにとっても身近な問題である。特に本研究授業で扱うゴミ問題は、4年生の社会科でも扱っている。また、広島市のゴミ焼却場の側にある本校の児童にとって、ゴミ問題は興味の高いものであるといえる。

本研究授業で扱うホームポリスチレンは、焼却処分することが難しく、埋め立てるとその容積の大きさが問題となる。しかし、軽いこと、水に強く保温性に優

れていることなどから、トレイなどの容器として利用されており、リサイクルするために容器の回収も行われている。そして、こうしたリサイクルのメリットやデメリットについての学習はこれまでも行われてきた。

しかし、回収されたホームポリスチレンが、どのようにしてホームポリスチレンに再生されるのかということの詳細を学習する場面は少なかった。理科学習で、ホームポリスチレンのリサイクルを学習するに当たっては、リサイクルを実感できることが不可欠である。つまり、子どもたちが、実際にホームポリスチレンを溶かすために、オレンジの皮から、オレンジオイルを取り出し、身近にあるホームポリスチレンの容器を溶かしてみること、科学技術が生きて人々のためにはたらくことを実感できなければならないと考える。

ホームポリスチレンをどのようにしたら、リサイクルできるかという問題解決を行うことは子どもたちには不可能である。しかし、教師がリサイクル方法を教示することで実際に経験することはできる。今年度は、第5学年「もののとけ方」の単元の中で発展的に扱った。それは、次のように考えたからである。

- ① 水だけでなく様々な溶液がものをとくことを理解できること。
- ② 学習したことがら、身近にはたらくことを知ることで、学習と日常が結びつくこと。
- ③ 物質を分離することが、「もののとけ方」の学習に沿っていること。
- ④ 第6学年で学習する自然環境の興味を高めることができること。
- ⑤ 第4学年では、明らかにならなかったリサイクルの方法が明らかになること。
- ⑥ 自分では解決できないような日常の疑問を大切にすることを養うこと。

理科学習でリサイクルを取り上げるとき、現象を実証したり再現したりすることが、誰にでもできなければならないと考える。主体的な問題解決には直接つながらないが、日常の現象を自分の力で確かめてみようとする態度こそ養えるのではなかろうか。

2. 研究授業の構想と実際

—第5学年「もののとけ方」実践から—

(1) 理科における環境教育がめざすもの

理科教育では、自然の事物や現象について興味・関心を持ち、これらについて理解することをめざしている。これに対して、環境教育では、人間の環境について関心を持ち、理解することをめざしている。つまり、自然を対象とするだけでなく、人間とのかかわりを考える場を設けた自然的環境を対象にしていく必要がある。

る。また、「自ら考え、判断し、行動する」自立した子どもたちの姿が、理科学習を進めていく上でも求められているのである。

このような教育的見地からモデル化して授業を実施することが必要となる。第五学年の「もののとけ方」の単元において、オレンジオイルのリサイクルを発展的な学習として扱うことは、人間とのかかわりという視点を明確にしていくモデル化ではないかと考える。つまり、自然を対象とした学習を土台として、最後に発展的に扱うことで、環境に対して主体的な問題解決活動を行うことや自己の考え方や行動を改める態度を身に付け、日常生活の中で様々な問題に対処して力強く生きていけるようになるのではないかと期待している。

(2) オレンジオイルのリサイクルについての教材化

① 単元構成について

理科教育は、環境教育の重要な基礎となるものである。環境教育の目標である環境や環境問題への関心・理解を達成するためには、その環境になる自然に関心を持ち、よりよく理解する必要がある。そこで、まず、もののとけ方についての確かな理解できる教材となるように客観性・合理性・再現性に焦点を当て、科学的な思考が養えるように工夫した。

次に、これまでのカリキュラムから自然に扱えるように、水以外の液体に溶けるものを探る段階を取り入れた。これは、溶剤によるとけ方の違いを比較させてみるねらいもあった。

最後に、オレンジオイルによるリサイクルについて考える段階を設けた。オレンジオイルの特性を調べる実験だけで終わらず、実際にオレンジオイルを抽出する実験も試みた。環境への興味・関心を持たせることが、環境教育にとってかけがいのないものであり、そのもとになる自然への興味・関心を持つことができるように直接自然に接する学習が大切であると考えたからである。身近なものから取り出すことができるという体験は、感性を育むことにもなるのである。

② リモネンを取り出す素材について

柑橘類の皮には、オレンジオイル（物質名：d-リモネン）が約0.5%ほど含まれている。そこで、身近に手に入る素材として、オレンジ、グレープフルーツ、ミカンを探り上げ、発砲スチロールの溶解性を比較してみた。予備実験の結果、オレンジとグレープフルーツがその効力が比較的高いことが分かった。

また、抽出するに当たって、皮の表面に細かな傷をつける、皮を細かく刻む、皮を下ろし金でおろすという3つの方法を考えた。その結果、下ろし金による方法が最も効果的であり、皮の薄いグレープフルーツよ

りもオレンジの方が取り出しやすいことが判明した。

③ オレンジオイル抽出実験について

小学生が容易に実施できる実験方法としては、蒸留してオレンジオイルを抽出することが適切である。そこで、冷却する手段であるが、本来、リービッヒ冷却器などを用いる方法が妥当である。しかし、簡易に氷水で行う方法についても予備実験を実施した結果、両者とも大差なくオレンジオイルを抽出する事ができた。よって、下記のような簡易な冷却方法による抽出実験を行うことにした。

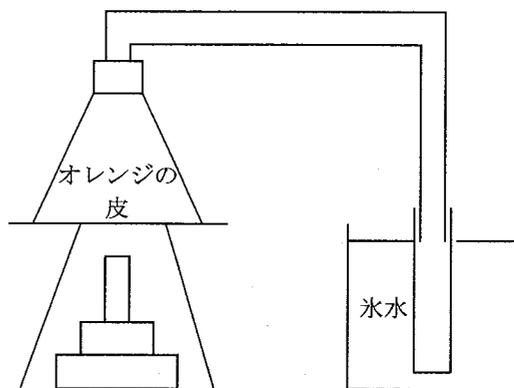


図2 抽出実験装置

3. 学習指導案の実例

日時 平成14年12月10日（火）

第5・6校時 13:20~14:40

学年 第5学年1組（理科室）

指導者 森本泰史

単元 もののとけ方

単元について

本単元では、ものが溶ける変化の規則性について、水温や水の量によるという見方を深め、目に見えない水溶液に対して科学的な見方・考え方を養っていった。ものが溶けるという目に見えにくい事象を、みんなが納得するように検証していくことが求められている。誰がやっても同じか、何度やっても同じか、自分の持つ見方や考え方をより適切で妥当ものにしていくことが大切である。また、予想と一致しない結果の場合も価値を認め、大切に取り上げるために、子どもどうしのかかわりも大切にしたい。また、水以外にもものを溶かす溶剤があることを確かめ、身近なものからその物質を取り出すことも行った。

子どもたちは日常生活の中で、飲み物に砂糖を入れて飲んだり、お風呂に入浴剤を入れたり、いくつかの溶かす活動をしている。しかし、溶けることを深く

考えたり、観察している子どもは少なかった。事前アンケートでは、子どもたちの溶けるイメージは熱を加えると溶けると一面的に考え、他にも方法があると多面的に捉えることが少ない。本単元では、事象をもとに、一人一人が発想した思いに対応できる課題を考え、実験装置も考えながら方法を検討するところから出発し、結果が予想と一致しなかったことも、一致した時と同じような価値を認めることで、より確かな知を作り出せるようにしていった。

環境教育への発展的な学習

身のまわりには、様々な水溶液を見つけることができる。液体洗剤もその1つであり、台所用、風呂用など用途により使い分けられている。その中で、最近注目されているのがオレンジオイルであり、入浴剤、着香料などとしても用いられている。柑橘類の皮に含まれ、洗浄力が強く、人体や環境への影響が少ない天然素材である。オレンジオイルの主成分であるリモネンは、発砲スチロールを常温で溶かすことができるのでリサイクルにも使われている。そこで、オレンジオイル

をテーマに、物質の分離や環境学習へと発展させていった。まず、水以外の身近な溶剤としてアルコールを取りあげ、水の場合との比較をした。次に、オレンジの皮からオレンジオイルが抽出できること、それから発砲スチロールを溶かすことによりリサイクルに使われることを確かめた。このように、実物を取りあげて実験・考察していくことで、環境問題を考えていく1つの切り口になり得ると考えた。

単元のねらい

- 1 ものの溶け方について課題解決の方法を考え、見通しを持って実験しようとする。
- 2 水の温度や量による溶け方の違いを調べ、ものの溶け方の規則性について考えを持つことができるようにする。
- 3 必要な器具を使い、条件を整え溶け方の量的な違いを調べることができるようにする。
- 4 ものが水などに溶ける現象の特徴及びものの種類や水温によるものの水などへの溶け方の違いが理解できるようにする。

単元計画 …………… 全15時間（本時第五次第1・2時）

- | | | |
|-----|---|-----|
| 第一次 | いろいろなものを溶かしてみよう。 | 1時間 |
| 第二次 | ものの溶けた方について、学習課題づくりをしよう | 1時間 |
| 第三次 | ものの溶け方の秘密を探ろう 方法の見通し→検証実験→結果のふりかえり
(溶けると混ざる、溶けた食塩の行方、食塩の溶ける量、重さの変化等) | 9時間 |
| 第四次 | 結晶を作ろう (ものづくり) | 2時間 |
| 第五次 | 水以外の液体に溶けるものを探ろう (オレンジオイル) | 2時間 |

本時の目標

水以外の液体に溶けるものがあることを理解し、発砲スチロールがオレンジオイルに溶ける現象から環境問題を考えることができる。

準備物 試験管4本、試験管たて、アルコール、オレンジオイル、食塩、油性マジック、下ろし金、ガラス棒、発砲スチロール、オレンジ、アクリル板、ティッシュペーパー、三角フラスコ(300ml)、字管付きゴム栓、ゴム管、ビーカー(500ml)、氷、三脚、金網、ガスバーナー、燃えがら入れ、マッチ、ぞうきん、ワークシート

評価の観点

自然事象への関心・意欲・態度	オレンジオイルによるリサイクルについて関心を深めることができる。
科学的な思考	環境問題について考えを持つことができる。
実験・観察の技能・表現	ものの溶け方の違いを調べたり、物質の分離を行うことができる。
自然事象についての知識・理解	溶剤の違いによって、ものの溶け方が変化することを理解することができる。

学習の展開

学 習 活 動	教 師 の 働 き かけ
1 学習課題を確認する。 ・酒(アルコール) ・様々な油 水以外の液体に溶ける物の特徴を調べよう	1 溶かすものは、水以外にもあることを想起できるようにする。 ・身近なものから作られることにふれる。
2 アルコール・オレンジオイル	2 アルコール・オレンジオイルはどんなものを溶かすか結果を予想しながら

<p>ルを用いて溶ける現象を調べ る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩 ・油性マジック ・発泡スチロール <p>3 オレンジの皮からオレンジ オイルを取り出す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オレンジの皮をおろす ・蒸留してオレンジオイルを 抽出する ・取り出したオレンジオイル で発泡スチロールを溶かし てみる。 <p>4 オレンジオイルによるリサイ クルについて話し合い、環 境問題について考えをまとめ る。</p>	<p>実験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水の場合と比較しながら、特徴を整理できるようにワークシートを活用す る。 ・学習の見通しがもてるように実験の視点を明確にして板書を整理しやすく しておく。 <p>3 実際にオレンジからオレンジオイルを分離し、発泡スチロールが溶けるこ とを体験できるようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験装置をみて、どのようにして取りだすことができるか考える場を設け てから、実験を行うようにする。 ・安全面を再確認しながら、実験の準備を行う。 ・火を使う実験を行う時の注意する点を確認する。 <p>4 ポリスチレン系樹脂のオレンジオイルによるリサイクルのよさについて考 える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体積が小さくなること、常温で溶けることなどのよさにもふれる。 ・ワークシートを活用しながら、リサイクルの大切さや苦労していることな どについて自分の考えをふりかえる。
--	---

4. 授業の実際 (授業記録)

教 師 の 働 き かけ	学 習 活 動
<p>・今日は特別バージョンで授業を行っていきます。い つもは物を溶かす場合は、水を使っていましたね。水 以外の液体で、溶けるものを調べてみようと思います。</p>	
<p>ものとのけ方</p>	<p>水以外のえき体にとけるものを調べる</p>
<p>・今日の課題は、こういったテーマでやっていこうと 思います。じゃ、みんな水以外の液体で知ってるもの 言ってみて下さい。どんなものがありますか。(数人 の児童が挙手する。</p> <p>・実はヨウ素液はね、ヨウ素を溶かしているものがある んですね。何を溶かしているか知っていますか。ヨ ウ素プラス、この溶かしているものです。ただヨウ素 液というのは、うん、例えば食塩水だったら水と食塩 というよね。水以外のもので溶かしているもの。炭酸 水も塩酸も同じです。醤油もいろいろなものを溶かし ながら作っています。</p> <p>・今日溶かしてみようと思うものを、先生2つ見つけ てきました。1つはみんなから出てきたアルコール、 もう1つは油なんです。</p>	<p>C 1 : お湯 C 2 : 水蒸気 C 3 : ヨウ素液 C 4 : ジュース C 5 : 醤油 C 6 : アルコール C 7 : 塩酸 C 8 : 水銀 C 9 : 炭酸水</p> 

・油は何から作られているか知っている人。油の原料。

・今日使うのは、何を使うかという、みんなちょっと知らないかもしれませんが、オレンジを使います。

・聞いたことある人いますか？オレンジオイルです。

・先生は、深夜のテレビショッピングでよく見ます。

・もう1つ。アルコールは何から作られているか知っていますか？お酒もそうですね。

・身近なものからできているアルコールを使って、色々なものを溶かしてみようと思います。まず最初に思い出してみてください。これ食塩で、ものの溶け方の勉強をしてきましたね。水は食塩、溶けますか？

・アルコールは食塩を溶かしますか？

・これは、オレンジオイルです。溶けるでしょうか？

・今から配るワークシートに、それぞれの課題の予想をまず書いて下さい。

(教師、ワークシート記入の説明を行う。)

・まず一つ目アルコールです。試験管の底をよく見て下さい。食塩はどうなっていますか。(提示実験)

・そうです。アルコールは×なんですね。ほとんど溶けません。それでは、オレンジオイルです。よく振りますよ。どうなっているでしょうか。(提示実験)

・アルコールやオレンジオイルには、ほとんど溶けないということが分かりました。では、油性のマジックはどうでしょうか。今からみんなにやってもらいます。どんなふうにして実験をしたらいいと思いますか？



・色々な方法がありますね。どれもやってみたくなる方法ですが、今日は先生が考えた方法で行いましょう。C20が言ってくれた方法と同じです。アクリルのシートに、まず油性マジックで書きます。爪楊枝ではなく、こういった綿のものコットンにそれぞれの液をつけて行ってみましょう。溶けるならば、マジックは消える。そうでなければ、残りますね。

C10：なたね

C11：アブラナですよ。

C12：ゴマもそうです。

C13：オリーブオイルもあります。

(児童から驚きの声が出てくる)

(結構手が上がる。)

C14：テレビで見えました。

C15：レストランの中で見たことがあります。

C16：あ、オレンジクリーナーじゃろ。

C(多数)：オレンジクリーナーだ！！

C：麦、米、トウモロコシ…

C：溶けるー。

C：溶ける……。溶けない……。

(意見は半々である)

C：溶ける。溶けない。

(個人個人ワークシート記入に取り掛かる。)

C17：まだ、残っています。

C18：残っている……。

C19：油性マジックの端っこを試験管の中に入れてと分かると思います。

C20：透明のひらひらのプラスチックみたいなものに、ピーッとマジックを塗って、それぞれの液につけた爪楊枝で塗ると分かると思うんですけど。

C21：えーと、インクを押さえて絞り出して、その液を溶かしてみるといいと思います。

C22：マジックのついたプラスチックの板を試験管の中に入れてらいいと思います。



・それでは、今から油性マジックの予想を立てて下さい。実験道具を取りに来て下さい。

・まず水の場合はどうだったでしょうか？

・アルコールはどうですか

・次に、オレンジオイルはどうだったですか？

・だから、オレンジクリーナーとして使われるのですね。じゃ最後に、発泡スチロールをやってみようと思います。発泡スチロールはペトリ皿の中に置いてあります。これにガラス棒で1滴ずつ付けてみて、その反応を見て下さい。どんな反応が起きたのか、先ほどと同じように予想を立てて、結果を調べてみましょう。

・どうでしたか？



・オレンジオイルは、アルコールと違って簡単に発泡スチロールを溶かすことができるのです。すごい力を持っています。実際に本当にオレンジオイルを、取り出すことができるか、実際にやってみようと思います。どのようにしたらですね、取り出せるとおもいますか？

・皮から汁が出ると、予想したんですね。実際に今から皮から汁を取り出してもらおうと思います。

・先生が考えた方法はですね。これです。(道具を持ってくる。)皮から汁を取り出す方法(おろしがねを見せて)、これは何でしょう？

・この下ろし金を使って、皮だけを上手におろしてください。思いっきりやると、実までおろしてしまうので気をつけてください。

・実験装置の図を見て下さい。(図を出す)まず、今、おろしたものがありますね。これをまず100mlの水に混ぜて、漏斗を使って三角フラスコの中に入れてみましょう。それからガスバーナーで火を点けて、沸騰するまで温めます。

・沸騰したらどうなるでしょう？

・水蒸気と共にオレンジのオイルも一緒に出てきま

(児童、実験道具を取りに行く。そのまま実験へと入っている。)

C23: ×です。

C24: ○です。マジックを溶かしました。

C25: ○です。オレンジオイルもおとします。

(児童、予想を立て、班で実験を行う。)

C20: 予想とは逆に、発泡スチロールが溶けたということです。

C26: オレンジオイルが……、少量でもすっげえ穴があきました。

C3: 溶ける前は、最初は発泡スチロールは白かったけど、どんどん透明になっていきました。

C27: えーと、アルコールは溶かすことはできませんでした。

C28: オレンジの実を搾るんじゃなくて、皮を搾るといいと思います。

C1: 理由なんですけど、オレンジオイルをこうやって手に塗って見たんですよ。そしたら、オレンジの皮の匂いがものすごくしました。

C29: オレンジオイルってのは、オレンジの皮のおかげだから、オレンジはみかんみたいだから、みかんの皮を絞ればいい。

C19: 同じことなんですけど、柑橘類の皮の汁をつければいいと思います。

C: えーっ。

C: 大根おろしのする道具!



C: ボコボコボコボコ……。泡が出ます……。

C: 水蒸気!

C30: 水蒸気を冷やすと液体になるから。

(これよりオレンジオイル抽出実験)

す。これは氷水です。なんで氷水入れてるのかな？
・ここで冷やして液体として取り出すことができる。
1つ目はオレンジをおろす。2つ目、実験装置を組み立てる。3つ目、ガスバーナーの準備をする。それでは準備をして下さい。

(火を使う実験を行う時の注意する点を確認)

(ヒントカードによるガスバーナーの使い方の確認)

(水蒸気が出てくるガラス管周りの扱い方の徹底)

・実際に自分達が作ったオレンジオイルが先ほどと同じように、溶かす事が出来るかどうか、実際にオレンジの皮で作ったもので、確かめてみましょう。

・オレンジオイルが発泡スチロールを溶かすことは、リサイクルにとっても役に立つのです。みんなで読んでみましょう。(板書しながら)

・リサイクルとはどういうことですか。

・もう一回再利用するためには。どうするの、普通は？

・そう、普通はね燃やすんです。今日は燃やさないで、どうしたの？

・溶かしたただけだったでしょう。火をつけて最近燃やしちゃいけないの知っていますか？ダイオキシンが出るものもあるのです。だから、昔は小学校に必ず焼却場があったんですが、今はありません。オレンジオイルで溶かすと、どんないいところがあるんでしょうか？

・そうよね、発泡スチロールはすごく大きいですね。先生が調べたところですね、これ、この中で空気がです。ね98%も含まれています。(小さく切った発泡スチロールを提示) オレンジオイルの中にリモネンという物があって、そのリモネンが発泡スチロールを溶かすので、あっというまにみるみる小さくなります。

・そうですね、まさに一石二鳥。ゴミを利用できますね。今、このオレンジオイルを作るために火を使ったけども、一旦オイルを取り出したら、熱を加える必要は？

・常温で、熱を加えないで使えるという事も、使いやすさの一つです。リサイクルで作られたのが、これ(チップを提示)です。見てください。チップになっています。このチップで作られた再生のものがこのペ



(抽出したオレンジオイルで発泡スチロールを溶かす実験)

(溶けた発泡スチロールを触わって糸をひくほど溶けることに驚く。)

S : オレンジオイルによるリサイクル

S 1 : 再利用。古いものを新しくして新しく使うことです。

S : 燃やす

S : 溶かしました。

S 2 : 人に害が少ないと思います。

S 1 : 費用がかからないと思います。

S 3 : 理科の実験でできるように作りやすい。

S 4 : 発泡スチロールがとけるので、量が少なくてすみます。

S : ええ！



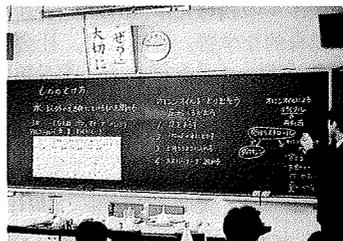
S 5 : ええと、オレンジを食べた後の残った皮から、作れます。一石二鳥。

S : ありません。

S : すげー

ンです。

・S社では、電化製品が壊れないように発泡スチロールが詰めてありますが、このリサイクルシステムを使って再利用しているんですよ。このオレンジオイルのリサイクルですと、ほとんど純粋のものが出来るそうです。それでは、ワークシートを取り出して、自分の考えたことをまとめてください。



5. 指導教師の所感

この単元計画を立てる時点においてオレンジオイルを扱うためには、溶剤の違いによるつけ方の比較を行うことが不可欠であると考えた。しかし、この学年の子どもたちにとって、溶剤とはどのようなものなのか、イメージ化しにくいのではないかと考えた。具体的なものを提示しながら、科学的概念の理解を図ることが大切であり、小学校の段階では、教師側から教育的見地からモデル化した教材を提示していくことが必要である。

オレンジオイルについて、子どもたちの反応は、とても親しみのあるものと捉えていた。約半数の子どもが、オレンジクリーナーやオレンジオイルを使った製品などを通じて、おぼろげではあるがその存在に気づいており、皮から汁が出ることもよく知っていた。今後、さらに身近な素材になっていくものと考えられる。

オレンジオイルの抽出実験については、実際に行う必要があったのか、検証されなくてはならない。簡易な方法による抽出実験ではあるが、発展的学習として妥当であったか。まず、実際に身近なものから取り出すことができるかどうか確かめるために実験を行っていくことは、直接事象に触れることで、感性を研ぎ澄す効果がある。現実的には、精製されたオレンジオイルを用いても、リサイクルの学習を行うことはできるけれど、直接抽出実験を行うことによって驚き、気づくことは理科学習上に変意義のあることである。次に、実際に実験道具を組立て、抽出する方法を理解していくことは、もちろん実験の技能を養うだけでなく、科学的に考える能力や態度、判断力を高めることにつながる。条件を設定することはもちろん、器具を正確に扱うこと、また、結果を正しく分析することも必要である。実際に取り出したオレンジオイルは、精製されたものと比べればもちろん純度は低いものの、抽出実験を通してオレンジオイルが得られるという活動を経験することは、科学的探究の一端を子どもが追体験し、科学的活動を深く理解することに繋がるのではないと思われる。

子どもたちが書き込んだワークシートの振り返りの感想を見てみると、「オレンジオイルのすばらしさがよ

くわかった。」と記述している子が多く、「ゴミが再利用できるので家でもやってみたい。」「とても楽しかったので、もう一度実験したい。」などという子も含めると、大多数にのぼった。「洗剤を使わなくていい。」「環境にやさしい。」「自然はすばらしい。」「燃料を節約できる。」「地球や人の害など考えていかないといけない。」「一人一人が気をつけていかないといけない。」など、環境問題に対して自分なりの意見を持つきっかけにもなったようである。自己評価は次の通りであった。

『自分なりの考えを持つことができましたか』

- | | |
|-------------|-----|
| ○ できた | 69% |
| ○ だいたいできた | 28% |
| ○ あまりできなかった | 3% |
| ○ できなかった | 0% |

このように、オレンジオイルを通じて環境問題を考える機会となり、自分なりに考えを持つことができたこと児童は捉えていた。

また、見通しをもって実験に取り組むことができたかについては次の通りであった。

『たしかめる方法や結果の予想など考えることができましたか』

- | | |
|-------------|-----|
| ○ できた | 52% |
| ○ だいたいできた | 38% |
| ○ あまりできなかった | 10% |
| ○ できなかった | 0% |

このように、児童は見通しを持ちながら実験を行っていたと答えている。油性マジックが溶けるかどうかの調べる方法について児童は、「マジックの先をそれぞれの試験管につけてみる。」「マジックで書いてあるプラスチックの板を試験管に入れてみる。」など、様々な方法を考えていた。しかし、実験に対するイメージが貧弱な子どももいることが明らかになった。発展的学習で取り入れた溶剤が未履修のものであったことなどの要因として考えられる。

今後は、子どもの考えの変容の様子を明らかにしていくことで、子どもが何をきっかけに自分の問題として考えをもっていくのかということについて探っていきたい。

さらに、オレンジオイルの教材化は、第6学年の「ヒトと自然」の単元や総合的な学習、さらには、社会科や図画工作科、家庭科とのクロスカリキュラムなどに適用できる可能性を多分に含んでいる。様々な関連を図っていく必要があるであろう。

おわりに

環境教育においては、「環境や環境問題に関心・知識をもち、人間生活と環境とのかかわりについての総合的な理解と認識の上にたつて、環境の保全に配慮した望ましい働きかけのできる技能や思考力、判断力を身に付け、より良い環境の創造活動に主体的に参加し環境への責任ある行動がとれる態度を育成する」⁵⁾ことが、強く求められている。本研究は、こうした資質の基礎を形成する目的で行われたものであった。

子どもの発言から、オレンジオイルの持つ香料や洗浄剤などの性質については、既に日常生活を通して気づいていることが分かる。次に子どもは、溶剤としての性質の違いを見るために、水とアルコールとオレンジオイルを用いた比較実験を行った。その結果、発砲スチロールがオレンジオイルに溶けるのを見て、驚いたのである。本授業はこの発見を出発点として、オレンジの皮からオレンジオイルを抽出する実験を行い、再び発砲スチロールを溶かすという活動を行ったのである。こうした体験をもとに、オレンジオイルによる発砲スチロールの減量化やリサイクルへと考えを発展させ、環境問題と向かい合わせ、関係性を意識させるのが、本研究授業のねらいであった。

授業後の子どもの自己評価を見ると、「自分なりの考えを持つことができましたか」については、97%の

子どもが、「たしかめる方法や結果の予想などを考えることができましたか」については、90%の子どもが肯定的な評価を下していた。また、子どもの感想文にもオレンジオイルの利点やゴミの再利用、同オイルの洗剤としての利便性などを指摘する声が多かった。自己評価の高い肯定的な数字や感想文でもって、授業による子どもの変容を肯定的に評価したい。

今後、個々の子どものイメージマップやインタビューなどを通して、子どもの変容をより精緻に把握するように努めることが課題として残された。

最後に、ソニー株式会社リモネン・リサイクル推進室の平船保寛氏には、リモネン実験キット及び関連資料をご提供いただきました。記して、深謝申し上げます。

引用参考文献

- 1) 中間美砂子「家庭科がめざす知と学び」『学校教育』No.1025, 2002, p.13.
- 2) 文部省『小学校学習指導要領』大蔵省印刷局, 1999, p.60.
- 3) 日本理科教育学会編『これからの理科学習を支える教材』東洋館出版社, 2002, pp.112-121.
- 4) 野口勉「オレンジオイルを用いた発砲スチロールリサイクルシステム」『子どもの科学』Vol.61, No.7, 1998, p.34f.
- 5) 文部省『環境教育指導資料(小学校編)』大蔵省印刷局, 1992, p.6.
- 6) 水島裕「オレンジオイルの教材化」『理科の教育』Vol.51, No.12, 2002, pp.42-45.
- 7) 野口勉「リモネン溶解法によるリサイクル技術」Vol.9, No5, 2000, pp.269, 273.