

身近な不思議の出会いから科学的探究心が高まる導入の工夫

—マイクロスケール実験による個の思考に沿った水溶液の授業の展開—

平島和雄 芝原寛泰 綿越貴久

(京都教育大学附属桃山小学校, 京都教育大学, 京都市立第四錦林小学校)

Idea to raise the scientific inquiry from close-up mysterious encounter
—lesson of aqueous solution following the individual thinking
based on the microscale experiment—

HIRASHIMA Kazuo, SHIBAHARA Hiroyasu, WATAGOSHI Kiku

2009年11月30日受理

抄録:「子どもの理科離れ」が言われるようになって数年が経過している。しかし、小学校に入る前の子どもたちは、どろんこになりながら自然と遊んでいる。自然は好きなのに理科から離れることは、本来起こるはずがない。そこで、理科好きな子どもに育つように、もっと理科の学習が、身近に感じられるように、不思議な現象は、実験室で起こっているのではなく、自分の身の回りで起こっていることに気付けるように、本単元において、身近な不思議に出会えるような実践を行った。

キーワード: 身の回り, マイクロスケール実験, 水溶液, 個に応じた指導, 科学的探究心, 小学校6年理科

I. はじめに

平成14年度から完全実施された小学校学習指導要領¹⁾では、「個に応じた指導の充実」が提唱された。同年9月に出された「個に応じた指導に関する指導資料」²⁾には、「基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実するという新学習指導要領のねらいを実現するためには、子ども一人一人の特性等を十分理解し、それに応じた指導方法や指導体制の工夫改善を図ることが求められる。子どもはそれぞれ能力・適性、興味・関心などが異なっており同じ教育目標を実現するためには、それぞれの子どもに応じた適切な指導方法を工夫していくことが必要である。」と記載されている。また、平成15・16年度「科学技術・理科教育推進モデル事業」（「理科大好きスクール」事業）の実施の経緯からも分かるように、近年子どもたちの理科離れが課題と捉えられ、その対策が講じられているところである。

指導方法として、個別学習やグループ学習の実施や複数の指導者によるティーム・ティーチングなども提唱されているが、指導者の配置の難しさや実験器具の準備などに問題が生じ、十分に機能していないのが現状である。また、問題解決的な学習の展開が必要であることは十分理解していながらも、前述の理由により、一人の指導者では一斉学習的な展開を実施しているのが現状である。

個に応じた指導に関連して、芝原による「中学校におけるマイクロスケール実験の活用」³⁾などの先行研究や実践例がある。しかし、科学的探究心が高まるような導入に関する小学校における導入実践例の報告は、ほとんどない。

また、平成23年度完全実施の新学習指導要領⁴⁾の改定では、小学校理科の目標に「実感を伴った理解」という文言が位置づけられた。小学校学習指導要領解説の中には、「実感を伴った理解」の意義が次のように述べられている。

- ①具体的な体験を通して形作られる理解である。
- ②主体的な問題解決を通して得られる理解である。
- ③実際の自然や生活との関係への認識を含む理解である。

これらの学習指導要領の変遷を踏まえると、「実感を伴った理解」を子どもたちが獲得するためには、自分の思考に応じた問題解決的な学習、つまり「個に応じた指導」が必要であり、さらにその問題意識をもてるようにするためには、導入である出会いの場面が大切であると考ええる。

Ⅱ. 研究仮説

子どもたちからの聞き取り調査により、子どもが理科の学習を楽しんでいる時は、「実験をしても分からなかったことや不思議だなと思っていたことが分かる時」という回答が得られた。知らないことを知ることが、知的好奇心が高まり、追求の意欲が高まるのである。逆に、子どもが理科の学習を楽しんでいない時は、「何をやっているかわからない時」「結果のわかっている実験を行っている時」「教科書を使ってその通りに学習をする時」「実験の流れをすべて提示され、作業のような実験をする時」「植物などを育て、じっくりと観察をする時」という回答が得られた。

これらの子どもたちの実態から、「問題解決的な学習を望んでいること」「知らないことを知りたいということ」がわかった。さらに、問題を自分で発見すればより意欲が増すであろう。また、観察の重要性を感じていないとすれば、これまでの観察はやらされているものであり、自分の課題となっていないためであると考ええる。

このような実態を踏まえて以下のような研究仮説を設定し、研究を行った。

子どもの実態を捉え、子どもが不思議と感じる身近な出会いを体験すれば、自ら課題を設定し、追究することを楽しむ子どもが育つだろう。

そして、子どもたちの思考を広げるために「友だちと、いろいろな意見を交流し、ともに高めあうこと」を大切に、その交流の場を設定することを意識しながら、単元の導入を中心に研究を進めてきた。

単元の導入においては、特に以下のことを大切にしながら研究を進めてきた。

- ① 不思議な現象は、実験室で起きているのではなく、日常生活の中にもあることを実感できるようにする。
- ② 「？」（気づきや不思議や疑問）が、自然に出てくるような出会いを工夫する。
- ③ 授業の導入だけでなく、先の単元をみこした有効な先行体験（思考の足場となる経験）ができるようにいろいろな場を設定する。
- ④ 個の実態を把握し、子どもの思考の流れを考えながら、「？」（「あれ」という気づきや不思議や疑問）から「！」（「そうか」という気づきや「分かった」という理解）に変容できるような授業の展開を工夫する。

このような出会いを経験した子どもは、現象の不思議さや疑問がひろがる。そして、自ら課題を設定し、仮説を立て、問題を追究していけるのではないかと考えた。

また、「自分で考え、自分で確かめる子ども」「じっくりと観察する子ども」「今までに獲得した知識を使い考える子ども」「多面的に事象を捉え、考える子ども」「追究を楽しむ子ども」の姿が見られ、子ども自らが科学的な見方や考え方をもとにした追究活動を通して、新しい知識を再構築できるような子どもの姿を目指し、本単元を進めていきたいと思う。

そのためにも、「子どもの実態」を把握することから始め、変容する子どもの姿を楽しみに研究を始めた。

Ⅲ. 個の思考に応じるための子どもの実態の把握

本単元「水溶液の性質」を始めるにあたって子どもの実態を把握し、子どもの思いや意識の流れを大切に学習を展開するため、これまでに実施したアンケートを集計しその傾向を分析した。平成16年～平成20年にわたり本単元導入前に行った、111名のアンケートの結果である。そのアンケートを参考に子どもの実態をふまえ、個の思考に応じた展開を行うために実施した。

1. アンケートによる分析

(1) 「酸」・「酸性」ということばを聞いたことがありますか。

111名中97名の子どもが、「酸」あるいは「酸性」という言葉を聞いたことがあると答えた。日常生活の中でこれらの言葉は、子ども達がよく耳にしていることがわかる。

(2) 「酸」「酸性」という言葉は、どういうところで使われていますか。(複数回答可)

図1に見られるよう、97名の言葉の認識の程度を知るための設問である。知識として知っている子もいるが、少数である。日常のニュースや生活経験から「酸性雨」「弱酸性シャンプー」「ホウ酸団子」という回答が多く見られた。また、「塩酸」のついたものをあげている子どもが9名いた。その他には、「水酸化ナトリウム」と解答した子どもも数名含まれる。

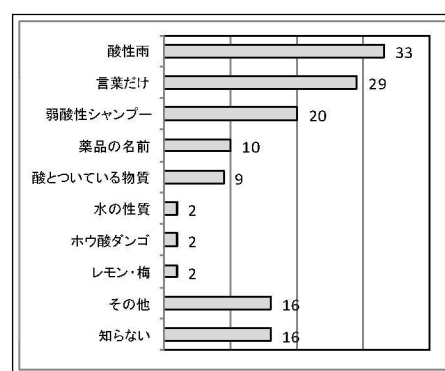


図1 「酸」「酸性」の使われているところ

酸について知っていることを自由回答させると、危険であることや「酸っぱい」というイメージをもつ子どももいた。また、「酸性雨」が木を枯らしたり、金属を溶かしたりするという現象を捉え、酸はものを溶かすはたらきがあるのではないかとということまで推測している子どももいた。BTB溶液などの呈色反応を知っている子どもも数名いた。

逆には、45名の子どもは「知らない」または「酸・酸性」という言葉は聞いたことがあるだけと回答した。しかし、言葉を「知っている」と答えてもそれは漠然としたイメージであったり、聞いた経験があったりするのみであることが多く、使える意味の知識ではなく、本当のところの意味やその特性はわかっていない子が大半を占めると考える。

逆に、45名の子どもは「知らない」または「酸・酸性」という言葉は聞いたことがあるだけと回答した。しかし、言葉を「知っている」と答えてもそれは漠然としたイメージであったり、聞いた経験があったりするのみであることが多く、使える意味の知識ではなく、本当のところの意味やその特性はわかっていない子が大半を占めると考える。

(3) 「アルカリ」「アルカリ性」という言葉を聞いたことがありますか。

111名中103名の子が聞いたことがあると回答した。若干の違いはあるが、「酸」「酸性」とほぼ同程度の子どもが「アルカリ」「アルカリ性」という言葉を知っている。

(4) 「アルカリ」「アルカリ性」という言葉は、どういうところで使われていますか。(複数回答可)

図2に見られるように、「アルカリ」「アルカリ性」という言葉を「聞いたことがあるだけ」もしくは「知らない」を含めると、半数の子どもが知らないということになる。

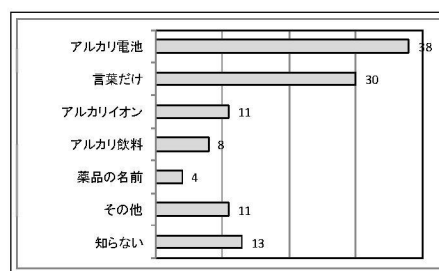


図2 「アルカリ」「アルカリ性」の使われているところ

「アルカリ電池」をあげた子どもは、3分の1強であった。他にも「アルカリ飲料」「コマーシャルなどでも聞いたことがある」という子どもが多くいた。また、アルカリがついた言葉は、酸と比べると記述は少ないが、認識は、同じ程度であると考えられる。

(5) 水に溶けるとはどういうことですか。(複数回答可)

図3に見られるように、9割の子どもは5年生で学習した「もの」とけ方」についての知識の理解は十分であると考えられる。

しかし、1割の子どもが、十分でない現状を分析すると、同じ「とける」でも「何かにとけること」と「氷などがとけること」を混同している子がいる。「なくなる」と答えた子どもの中には、見えなくなるものと混同している子もいる。

(6) 水に溶けたものを取り出す方法（複数回答可）

溶けたものを取り出す方法を問う質問では、図4のように48名の子どもが「水分を蒸発させる」回答し、「温度を下げる」を含めるとのべ82名の子どもが回答した。しかし、「温度を下げる」と「水分を蒸発させる」を両方答えた児童は、10名ほどであり、子どもたちは、一つの答えに満足してしまうという傾向がうかがえる。

(7) 知っている金属の名前を書きましょう。（複数回答可）

金属については、図5のように、鉄と答えた子が一番多かった。これは、中学年で磁石や豆電球の単元を学習したためだと考えられる。何度も出てくるものは、やはり頭に残るのであろう。ほとんどの子どもが、3つ以上の複数回答が見られた。

興味深いのは、オリンピックが開催される時期には、「金」「銀」「銅」の割合が多く、スポーツという文化を通して、生活経験と結びついていることが伺える。また、針金、バット、金網など、金属を使った道具などを答えている子どももいた。

金属について十分な学習をこれまでしているわけではないので、金属と非金属の違いなどについてもあいまいな部分が多いのは当然である。

(8) 金属は、どういうものですか。（複数回答可）

金属はどういうものかという質問には、図6のように、硬いものと答えた子が31名、磁石につくと答えた子が18名いた。熱膨張や高温になるととけることを知っている子どももいた。その他には「金属特有の光沢をもつ」「熱を伝えやすい」などの回答があった。わからないと回答した子どもと回答からずれた答えをしている子どもを合わせると31名いた。

以上のアンケートの結果から子どもの実態を考察すると次のようなことが考えられる。

5年の「もの」とけ方」での学習については、ほとんどの子どもが学習内容について定着していると考えられる。また、「酸」「アルカリ」という言葉は、生活経験として知っていても、本来の「酸」や「アルカリ」についての知識はない子がほとんどであるといえる。そして、金属についての知識も漠然としたものであると考えられる。また、酸とアルカリを混ぜると塩ができることや中性になること、BTB溶液やリトマ

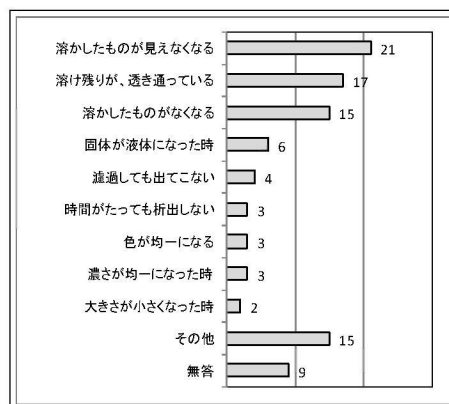


図3 水に溶けるという認識

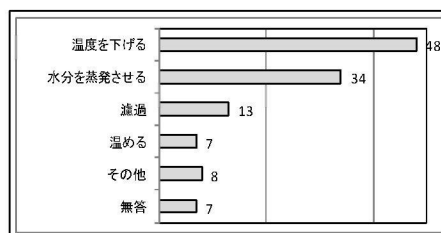


図4 溶けているものの取り出し方

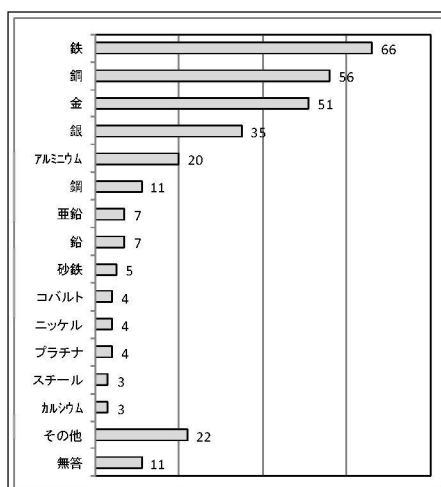


図5 知っている金属

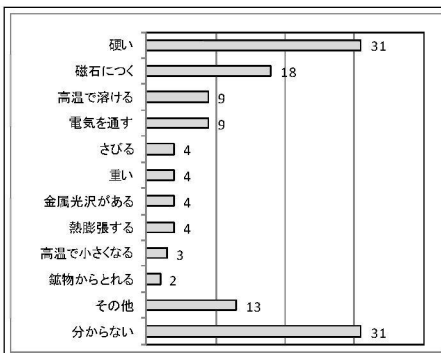


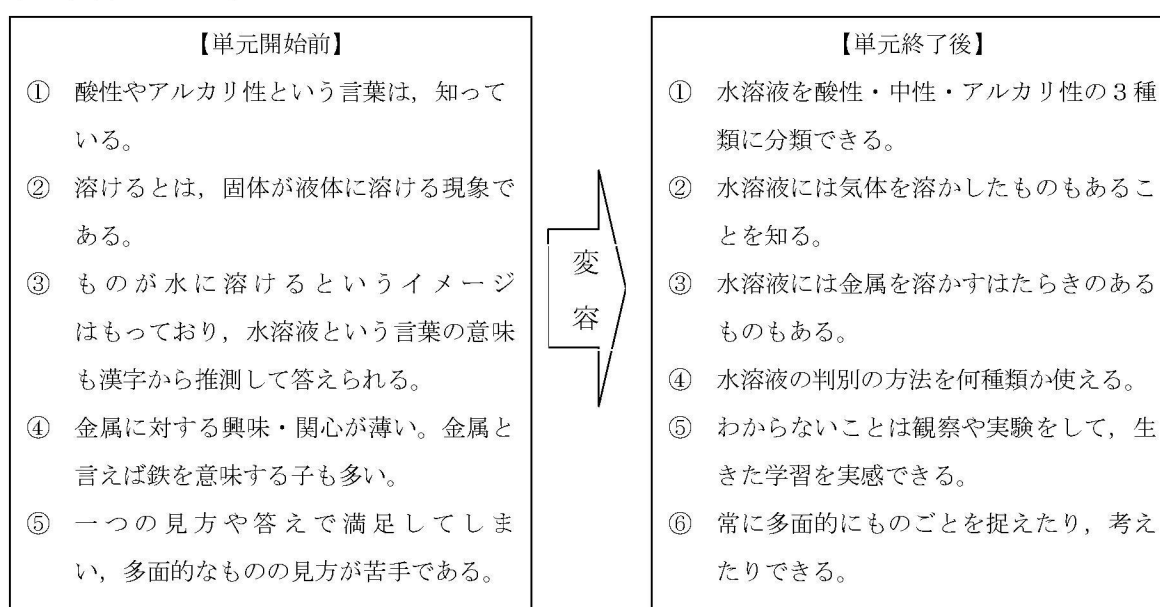
図6 金属のイメージ

ス紙の呈色反応を知っている子どももいた。しかし、体験を通じた知識ではなく、机上の知識であることが聞き取りにより確認できた。また、「聞いたこと」をあたかも「知識」と思いこんで混同する傾向もある。言葉に表せない子どもがいることから考えると、しっかりとした知識にはなっていないことが考えられる。漠然とした言葉としての知識はあるが、実感を伴った本当の意味での知識ではない場合が多いのが現状である。

また、一度学習したもののでも使わないと忘れてしまうので、既習事項をもう一度見返しながら、本単元を実施することが必要であると考ええる。

2. 「子どものものの見方や考え方」の再構築

アンケートの分析の結果をもとに、単元開始前の「子どものものの見方や考え方」をまとめた。そして、単元終了時の新しく構築し直された「子どものものの見方や考え方」を設定し、それをめざし子どもが変容できるように本単元を進めた。



Ⅳ. 身の回りの水溶液との出会いにおける導入

単元の導入において、事象や現象との出会い方は重要である。そして、「知っているようで知らない」ことやあやふやな知識を揺さぶり、子どもたちが本来持つ「知りたい」という探究心を高揚させるような出会い方を心がける。また、「見ているようで見ていない」ことも多く、知らぬ間に通り過ぎていることが多いのも現実である。そのためには、通り過ぎている自然現象を立ち止まってじっくり見ることを意識できるような設定も必要である。そして、日常の自然の中にある「？」に好奇心をもち、その現象を「なぜ」、「どうして」と考える問題解決的な学習を通し、「なるほど!」「そうなのか!」という実感を伴った知識こそが、生きた知識、つまり知恵へと繋がっていくと考えている。この過程を楽しむ子どもを育てたいと考えている。ただ現象を見てとらえるだけでなく、現象の意味を科学的に比較・分析し、考察させるような活動が必要である。そして、子どもたちのもつ既存の知識を自らの課題解決にフルに活用し、実感を伴った理解を経て、新しい知識への変容させていくことが大切である。これらの過程は、子どもが、理科学習を楽しむためには重要不可欠であると考ええる。

そのためには本単元では、まずは、「水溶液博士になろう!」と水溶液の知識を揺さぶり、さらに「ホットケーキ作り」という生活経験からの導入と「身の回りのいろいろなものを調べる」といった身近なものからの導入の二本立てを考えた。そし

て、子どもがどれだけ身近なことから考えることができるのかということを検証すべく実践を試みた。

1. 身の回りの生活体験である「食」からの共通体験

生活の中で「食べること」は、子どもたちにとってとても関心が高い。これは、人間の欲求の一つであるのでいうまでもないが、家庭科の調理実習など食べることが含まれる学習の参加意欲の高さからも明らかなことである。ムラサキキャベツやムラサキイモがもつアントシアニンという色素は、ブルーベリーの果実やアサガオやあじさいの花弁などにも含まれる。この色素は、酸性領域で鮮明な紫赤色から薄い紫赤色、紫青色そしてアルカリ性領域になると青、緑、そして黄と pH 値に対応して呈色が見られる。平成 18 年度までの授業で、ある子どもたちが、「先生、どうしてリトマス紙が酸性やアルカリ性のもので変化するのですか？」という疑問を投げかけてきた。リトマス紙は、見分けるためには便利であるが、なぜ色が変わるのかということに疑問を持ったのである。「リトマス紙は、リトマスゴケという植物から・・・」という話をしたが、頭では理解できても本当の「！」（わかった！）の状態ではなかった。そこで、ムラサキキャベツで反応液を作り、実験を行った。すると、「ムラサキキャベツの色が・・・」と本当にわかったような顔をした。これこそが、「わかった」を実感した瞬間であったのではないかと考える。

そこで、これらの経験を生かし、子どものわかったことが実感できるように、生活の中からの導入、とりわけ台所にあるものからの導入を考え、平成 19 年度は、「ムラサキキャベツの焼きそば」の実践、平成 20 年度は、「ムラサキイモのホットケーキ」の実践を行った。普通のホットケーキの生地の色は、黄色であるが、ムラサキイモのホットケーキは、紫色である。そして、この生地を焼くとホットケーキの粉の中に含まれる「ベーキングパウダー」（重曹）が熱せられ、より強いアルカリを示す。炭酸水素ナトリウムが炭酸ナトリウムに変化し、アルカリ性を示し、緑色のホットケーキとなったからである。そこに、味付けの口実でレモン果汁をかけると鮮やかな赤色を呈色する。これは、アルカリ性ホットケーキが、レモン果汁を加えることにより、酸性に変化したためである。そしてまた、重曹の水溶液をかけると緑色のホットケーキにもどるのである。ここでは、現象の再現性を実感できるものでもある。

また、この現象を科学的にアプローチするために、その要因を抽出しムラサキイモ水溶液、レモン果汁、炭酸水素ナトリウム水溶液による反応を見る活動を行うのであるが、その対応関係を見るためにセルプレートによる実験を実施する。

2. 身の回りの水溶液の分類から個の課題の発見へ

子どもたちの身の回りには、様々な水溶液が存在する。しかしながら、知っているのだが、それはどんなものであるかをあまり考えたことは少ない。「食塩水は食塩水であり、砂糖水は砂糖水なのである。」どんな違いがあるのかと聞いたとしても、しょっぱいか甘いかの違いしかないのである。これが、子どもの水溶液の知識の現状である。しかし、前時でムラサキイモ水溶液という新たな半別ける物質と出会い、これらは、どんなふうに呈色するのかに興味を持った。そして、身の回りにある水溶液を持ち寄り、それらを色という基準で仲間分けを行う。その分類から考えられることを交流する活動を通して、その共通性から酸性・アルカリ性・中性の性質に迫るアプローチを考え実施した。

それぞれバラバラな存在であるおのおの水溶液。その共通点と相違点の知識を総動員してグループ分けされた性質の共通性にせまるのである。

ちなみに、これまでの研究の中で子どもたちが集めてきたものは、みりん、醤油、寿司酢、米酢、石けん水、野菜ジュース、ポン酢、料理酒、ガムシロップ、うがい薬、化粧水、ポピドンヨード液、紅茶、コーヒー、タバスコ、カシス酢、イオンクリーナー液、梅昆布茶、梅酒、リキュール、ビタミン飲料、スポーツドリンク、梅汁、レモン汁、しそ酢、コンタクトレンズの洗浄液、食塩水、カツオのたたきのたれ、ソーダ水、ラーメンの汁、液体洗剤、トンカツソース、ウスターソース、お好み焼きソース、玉子豆腐のたれ、餃子のたれ、ゆず酢、ハーブティ、合成洗剤液、食器用洗剤液、にがり、納豆のたれ、泡立つ手を洗う洗剤、塩酸、酢酸、水酸化ナトリウム水溶液、ホウ酸水、日本

酒、焼酎、紹興酒、赤ワイン、白ワイン、シャンパー、リンス、ボディシャンプー、カレーシチュー、粉ミルク、酒粕、ココア、コンソメスープ、ラムネ、シナモン、重曹水、ミョウバンの水溶液、コーラなどの炭酸飲料、牛乳、豆乳、オレンジジュース、ブドウジュース、リンゴジュース、石灰水、ビール、発泡酒、水、井戸水、雨水、池の水、カルキ抜きをした水、トイレ用洗剤、お風呂洗い用洗剤、和風だし、緑茶、ウーロン茶、麦茶、ウイスキー、三杯酢、カニ酢、ポン酢、絵の具を溶かした水溶液、卵の白身、液体ワックス、かき氷のシロップ、かゆみ止め、消毒薬（オキシドール）、入浴剤、味噌汁、ポタージュスープ、オニオンスープ、アンモニア水、お茶漬けの汁、漂白剤と100種類以上に及ぶ。

V. 出会いにおける科学的探究心が高まる子ども達とその後の展開

1. 「ムラサキイモのホットケーキ」の導入での子どもの様子

いつものホットケーキとは違うホットケーキということだけで興味が増している上に、色の変化を目の当たりにした子どもたちは、その変化に興味津々に観察していた。加熱されたホットケーキに穴があき、そのまわりから紫色が緑色に変わっていくことを観察により発見した。そこで、意見交流の中で「穴が開く」→「気体が発生」→「この気体がムラサキイモ水溶液の色と反応した」のではないかと考えたグループと「穴が開く」→「気体が発生」→「この気体が抜けたことにより残ったものが、ムラサキイモ水溶液の色と反応した」のではないかと考えたグループに分かれた。しかし、ここで、酸性であるレモン果汁をかけることにより、かかった部分だけが赤色に変化したのを見て、前者ではないとの結論を子どもたちは自ら導き出して行った。そして、再び炭酸水素ナトリウム水溶液をホットケーキにかけると、今度は緑色に戻った。子どもたちの探究心に火がつき、何度もレモン果汁と炭酸水素ナトリウム水溶液をかけてその現象を再現していた。

これらの現象を科学的にアプローチするために、その要因を抽出しムラサキイモ水溶液、レモン果汁、炭酸水素ナトリウム水溶液による反応を見る活動に入った。その際、対応関係を見るためにセルプレートによる実験をおこなった。ムラサキイモのホットケーキに起きている現象を、セルプレートの上に再現したのである。子どもたちは、ここでも自由に思考を働かせ、実験を行っていた。最初は、1対1対応で行っていたが、ムラサキイモ水溶液とレモン果汁を混ぜて赤色を呈色した溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を入れ、赤→紫→緑への色の変化を再現する子どもやその逆の反応を再現する子どもも現れた。

そして、それらの活動を十分に堪能した授業後の子どものふりかえりには、次のようなものが見られた。

- ・いろいろなものをこのムラサキイモの水溶液を使って分類してみたいと思いました。
- ・ホットケーキをつくったとき、紫の生地がなぜ緑色になるのか気がになりました。
- ・ホットケーキを焼くときの穴は、空気だと思っていたけれど違ったのでびっくりしました。
- ・これまでは、ホットケーキを何も考えずに食べていたけれど、いろいろ考えたり、調べてみたりすると、いろいろなことがわかるのだと思った。
- ・レモンの汁をかけるとピンク色になったのがびっくりした。酸性のものはすべてピンク色になるのかな。
- ・紫芋以外のものでも調べることができるらしいからやってみたい。
- ・酸性のレモン汁や重曹で色が変化するのはおもしろい。
- ・調味料はほとんど中性ではないだろうか。
- ・レモン汁が酸性なのであれば、酸性のものは果物が多いかもしれない。
- ・アルカリ性は、重曹なので、人工的につくったものが多いのではないかな。

2. 「身の回りの水溶液の分類」の導入における子どもの様子

今回の授業では、40人での実験において各自2種類をもちよった。これに学習指導要領に示されている水溶液をこちらが加え、重複するものを除くと合計45種類のものが集まった。いかに生活の中で水溶液は多いかを実感できるよい機会となった。

ちなみに集まったものは、酢酸、塩酸、ワイン、梅酒、カニ酢、レモン汁、梅汁、しそ酢、ポン酢、カニ酢、コーヒー、炭酸水、清涼飲料水、梅酒、日本酒、ソース、タバスコ、餃子のたれ、トイレ用洗剤、みりん、食塩水、にがり、紅茶、シロップ、醤油、炭酸水、カシス水、卵豆腐のたれ、納豆のたれ、エタノール、ミカンのリキュール、ワイン、砂糖水、鰯のたたきのたれ、水酸化ナトリウム水溶液、液体洗剤、ヨウ素液、手洗い石けん水、ヨウ素液、マイナスイオンクリーナー、コンタクトレンズ洗浄液、シャンプー、重曹水、炭酸飲料であった。

これらの溶液を、ムラサキイモ水溶液とセルプレートを用い半別実験を行った。その中で、子どもたちの中で判定できたものについて交流を行った。今回は、酸性、中性、アルカリ性を分類することにより次のようにまとまった。また、色の濃いものは希釈するなどの実験上の工夫も見られた。

<酸性の水溶液>

レモンなどの柑橘系の溶液やカニ酢などなどすっぱい味のものが多い。〇〇酢や〇〇酸と名付けられているのは、酸性である。餃子のたれなどは、「醤油とお酢が混ざっているので、お酢の力が働いて酸性になったのではないかな」ということになった。「味を付けたり、料理に使われるものが多いのではないかな」という意見となった。

<アルカリ性の水溶液>

苦い味のものが多い。シャンプーで頭を洗っていたときに口に入って苦かったことやうがい薬の味の経験を思い出し発言する子どももいた。そして、主に掃除に使うものが多く、汚れを落とす（ついたものを溶かす）働きがあるのではないかなという意見や多くは薬局で売られているものであるもので、取り扱いを慎重にしなければならないのではないかなという意見となった。

<中性の水溶液>

いろいろな味があり、調味料が多く、口に入っても安全である。つまり取り扱いは、アルカリ性の水溶液よりも安全という意見となった。

このうちワインと炭酸水は、酸性であるものと中性であるという結果が出てきた。「ワインを飲みきらずに置いておくと味が変わるという話をお母さんたちがしていた。」「炭酸飲料は、きがぬけたからではないかな。」ということから、空気中で時間を置くと性質が変わるものが他にもあるのではないかなという意見が交わされた。前年までの取り組みでも炭酸飲料や泡の出る入浴剤で同様のことが見られたが、今回は、ワインも出てきたことにより炭酸以外にもそのようなものがあるのかということにこだわる子どもも見られた。

また、家に帰ってすっぱいという感じは「酸っぱい」と書くことを調べてくる子がおり、やはり、口にできない酸性のものも味はすっぱいはずであるという結論に至った。この活動と交流により子どもたちのもつ酸性・アルカリ性・中性のイメージは、より身近なもの結びつき、知識的理解ではなく体験的な理解に結びつく結果となったことが、子どもたちのノートからうかがうことができる。

そして、それらの活動を十分に堪能した授業後の子どもの振り返り（授業後に子どもたちが、毎時間行う、授業のまとめと感想や考えたことを記述した自己評価のこと）には、以下のように次時からの追究課題がすでに見られる子どもがほとんどであった。

- ・調味料は、ほとんどが中性ではないだろうか。
- ・見分ける条件（におい、色、成分、味、何かを投入する）を替えて反応を見る。
- ・何が溶けているのかを知りたいので、冷やすか蒸発させて結晶をだしてみたい。
- ・水溶液を空気中に放置して変化するかを見たい。
- ・銅像が酸性雨で溶けるという話を聞いたことがあるので、酸は、何かを溶かす性質があると思う。だから、いろいろな水溶液にいろいろなものを溶かしてみたい。
- ・酸性雨の降ったあとは、何も残っていないので、酸性雨は、何かの気体が溶けたものであると思う。だから、いろいろな水溶液を蒸発させて気体が溶けているか固体が溶けているかを判別したい。
- ・炭酸水は、二酸化炭素が溶けていると思う。炭酸入りのジュースから炭酸が抜けたら砂糖水になるのは、二酸化炭素が抜け

たからだと思うので、二酸化炭素が溶けている水溶液と二酸化炭素が抜けた水溶液で色の変化を見てみたい。

3. 個の思考の流れに沿ったその後単元の展開

導入終了時、次時の課題につながるものをほとんどの子が発見できた。そして、そのことを交流し考えを深め、ひとりひとりが、自分の課題を設定した。図7は、子どもたちの思考の流れを図式化したものである。導入からの水溶液の分類の実験により子どもたちの疑問は、大きく次の3通りに分かれた。

①水溶液は、本当にいろいろなものを溶かすのだろうか。

身の回りのものを溶かしてみたいということは同じであるが、身の回りにあるものにこだわったグループと金属にこだわったグループに分かれた。

②水溶液に溶けているものは、何なのだろうか。

溶けているものは取り出したい、と5年生のものの溶け方で学習したプレパラート蒸発乾固法と冷却法を用いるグループに分かれた。

③水溶液を空気中に放置しておくと水溶液の性質が変わるのではないか。

性質が変化しているかを調べるためにムラサキイモ液とリトマス紙の両方を用いて、時間をおいて観察してみたいというグループもどの水溶液を放置し様子を観察するかで、グループに分かれた。

この3種類の実験を①は溶かすもの、②は取り出す方法、③は放置する水溶液の種類で、さらにグループが分かれ、実験を行った。多少の課題の重複もあるものの、2人ずつ20班に分かれ、おのおのの思考の流れに従って「水溶液博士」になるための追究活動を進めていった。

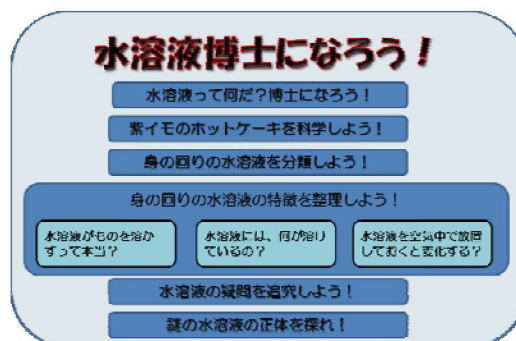


図7 単元構想図

VI. まとめ

子どもたちの活動の様子や授業後の自己評価を見てみると、子ども達の探究心は高まり、意欲的に活動していたことが伺える。また、生活からの導入であったこともあるが、子どもたちには、生活経験と照らし合わせた思考がいろいろなところに見られた。常に生活に結びつけて考えようとする子どもが育つことは、科学の有用性を感じる上で大切なことだと考える。また、ホットケーキの実験で起こった現象をセルプレート上で再現した実験により、子どもたちは、不思議な現象は実験室で起こっているのではなく、自分たちの身の回りで起こっていることを実感していた。実験室では、それを再現しその不思議を究明しているのだということに気づいていた。条件さえ整えれば、同じ状態を再現できることは、科学的な思考を育てる上で重要な要素であると考え。また、ムラサキイモ水溶液とレモン果汁を反応させた赤色の溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を入れることにより紫色を通りから緑色へ変化させたり、またその逆の反応を行ったりして、可逆性を見ることができると同じく科学的な思考を育てる上で重要な要素であると考え。

セルプレートを用いたマイクロスケール実験により個別の課題追究が可能となる。子どもは、やりたいことをしたいという欲求が大きい。その欲求を充足させるためにこの実験方法は、有効であった。そしてこの実験器具を使い、



図8 実験の様子

与えられた課題ではなく、自分たちの集めてきた水溶液を分類するという自ら設定した課題を子どもたちは、図8のように真剣に取り組んでいた。この姿から考えても、出会いからの課題追究の過程は、子どもたちにとって有効であったことを感じさせてくれた。

そして、そこから共通性を見いだす活動を充足させるためには、理科における言語活動も重要である。様々な意見が飛び交う中、どう整理し、どう関係づけ、どういう結論を出すのかという力も必要である。子どもたちは、右往左往しながらも探究心が高まっていたからこそ自分たちで交流を進めていけたと考える。交流は、図9にみられるのは、4人組の交流であるが、2人組、4人組、課題別グループ、全体と必要に応じて形態を変えながら行ってきた。さらに、その交流を元に自分たちで、追究課題を設定し、個別の追究ができたことから探究心の高まりはあったといえるだろう。さらに、追究活動中も同じ課題の子ども同士の自然発生的な交流が生まれ、課題の焦点化を行う姿もあった。



図9 結果の交流の様子

導入の授業後の感想の中に次のような記述が見られた。

・「これが～です。」と言われるよりも、疑問から考え、自分たちで実際に実験して考えていく方が身につけやすいとおもうので、今回の実験はわかりやすくてよかったです。

・ホットケーキでの実験はわかりやすかった。家の中から水溶液をいっぱい探して実験したいと思った。

・水溶液ってたくさんあるのだなと思った。いろいろな水溶液を調べてみたい。

これらの感想からも「？」→「！」になる喜び感じられ、科学的探究心がたかまり、自分の思考に単元を進める喜びを感じていることがわかる。

いかに効果的な出会いのある導入を行い、単元を通した追究課題が設定できるようにすれば、子どもの追究意欲は高まり、自発的に実験を進めようとするのが改めて分かった。その課題追究の元になる体験が多いほど子どもたちの思考ももとなる足場は広がり、常に生活に結びつけて考えようとする子どもが育つことが改めて子ども達の感想から伺える。

また、ホットケーキの導入を参観日に実施したのだが、後日、家で親子一緒に、ムラサキイモやブルーベリージャムを使ってホットケーキを焼き、実験を再現する家庭もあり、その生活への反映が見られたことは、意欲の高まりにつながったからだと考える。大人にとっても子どもにとっても不思議で興味深い実験なのであろう。

最後に、個の思考の流れに応じた展開を行うためには、個別の実験を行うことになる。以前は、子どもたちは、一人が試験管を10本以上使い、判別実験を行っていた。そのために、準備にも片づけにも時間がかかった。しかし、図10のようなセルプレートを用いたマイクロスケール実験は、多くの対象を調べることができたり、反応の対応関係を明確にすることができたり、準備する溶液の量を減らすことができたりと子どもも指導者もその有益性を感じている。



図10 マイクロスケール実験

文献

- 1) 文部科学省 平成10年 小学校学習指導要領解説(理科編)
- 2) 文部科学省 平成14年 個に応じた指導に関する指導資料(小学校理科編)
- 3) 芝原寛泰「中学校におけるマイクロスケール実験の活用」中学理科通信 p.8-16 2006年秋号(教育出版)
- 4) 文部科学省 平成20年 小学校指導要領解説(理科編)

本研究は科研費(基礎研究C課題番号20500753、代表者 芝原寛泰)により実施された。