

# 「考える力」を高める理科授業に関する考察 —構築した科学的な見方・考え方を基に、「未知の問題」を 解決する手立てを通して—

古市 博之

愛知教育大学附属名古屋小学校

## A Study of Science Class That Improves Power to Think —Through the Education Method of Solving an Unknown Problem Cultivated Based on a Scientific View and the Idea—

Hiroyuki FURUICHI

*Nagoya Primary School Affiliated to Aichi University of Education, Nagoya 461-0047, Japan*

### 要 約

理科学習に対する子どもたちの期待は高い。観察でも実験でも、子どもたちは喜んで取り組む。6年生になっても、アルコールでジャガイモの葉の色を抜いて、ヨウ素液をたらす時も喜んで取り組んでいる。しかし、「色をなぜ抜くの」とか「どの葉っぱを比べるの」と質問をすると突然自信を無くしたように話ができなくなる。これは、子どもたちが自らの考えをもって活動をしていないからおこると考えている。この状況を打破するために、本校の理科部では、子どもたちに問題解決の過程の中で、科学的な見方・考え方を得ることができる子に育てようとして取り組んできた。

本論文では、水溶液の性質の単元において、問題解決の過程の途中と終末で再思考させる場を設定し、その効果を検証した。身近な素材を使った「未知の問題」を提示し、構築した科学的な見方・考え方を基に解決する手立てを通じて、考える力を高めていく手立てを提案したい。

**Keywords** : 問題解決の過程 資質や能力 科学的な見方・考え方

## I 「考える力」を高める授業の必要性

### 1 社会的な背景

現在、世界は、グローバル化や情報通信技術の進展に伴い、人・モノ・金・情報や多様な文化・価値観が国境を越えて流動化するなど、変化が激しく先行きが不透明な社会に移行している。加えて、我が国は東日本大震災という危機を受け、復興に向けて新たな日本を創る時代を迎えている。

そのような背景の中、平成25年4月に中央教育審議会より「第2期教育振興基本計画について」の答申が出され、今後5年間（平成25～29年）の国の教育政策の基本が示された。その第一として「社会を生き抜く力の養成」を掲げられており、その中で「社会を生き抜く力」について、次のようにうたわれている。

多様な知識が生み出され、流通し、課題も一層複雑

化し、一律の正解が必ずしも見いだせない社会では、学習者自身が、生涯にわたり、自身に必要な知識や能力を認識し、身に付け、他者との関わり合いや実生活の中で応用し、実践できるような主体的・能動的な力が求められている。

つまり、これからの社会においては、課題に対したときに自分のもっている知識や技術の中から使えるものを選択し、複合的に組み合わせたり、自分のもっている知識や技術をどのように使うと効果的かを考え、多面的に物事に接したりすることで、解決への道を切り開いていくような問題解決型の能力が求められる。幅広い知識や技術の習得を前提に、それらを柔軟な思考力に基づいて活用していこうとすることが、一層重要になっていくのである。

そのような社会を生き抜いていくために、経済協力開発機構（OECD）が組織した「DeSeCo プロジェク

ト (=コンピテンシーの定義と選択のためのプロジェクト, コンピテンシーとは優秀な成果につながる行動特性)は「キーコンピテンシー」を定義した。このキーコンピテンシーは、三つの能力として考えられている。

一つ目は、自分のもっている言語や数学的なスキルを活用したり、知識や情報を取捨選択して活用したり、日々進化していくテクノロジーを活用したりする能力としての「①ツールを相互作用的に用いる能力」である。理科においては、問題解決の流れにおいて、これまでに得てきた知識や技能を活用することで、課題を解決したり、新たな思考を生み出したりする姿が考えられる。二つ目は、他者と円滑に人間関係を構築したり、その関係の中で同じ目的を共有し、協力することで解決したりする能力としての「②異質な集団で相互に関わり合う能力」である。理科においては、自分一人の考えだけでなく、他者の考えに触れることで、より広く、より深く、予想や観察実験の計画の考察を行うことが考えられる。最後は、自らの行動や決定を立場や影響を考えて行ったり、権利や利害を表明し、建設的な議論の上で調整や対案の提示を行ったりする能力としての「③主体的、自立的に行動する能力」。理科においては、疑問や課題を自ら解決しようとする意欲や、目的意識をもった事象への接し方が考えられる。これらのキーコンピテンシーは、個別に独立して存在するのではなく、重なり合い、それぞれの要素を出し合うことで、より効果的な力として発揮されるものである。

その三つのキーコンピテンシーの枠組みの中心にあるのが、「個人が深く考え、行動することの必要性」<sup>1)</sup>である。これは、経験から学んだことを自らの課題の解決に生かしたり、自分の立場や考えを客観的に捉えて柔軟に思考したりする姿勢が必要であるということに置き換えられる。そのような姿勢があることで、三つのキーコンピテンシーがバラバラにならず、重なり合う結果、より効果的な力として作用すると考えられているのである。そのより効果的な力というのは、理科においては、これまでに身に付けた知識・技能や他者との関わりによって得られる多種多様な考え方から必要なものを取捨選択し、生かしていくことで、自らがもった疑問や課題を解決していく力(以後、この力を「考える力」と呼ぶことにする)である。これは、まさに問題解決学習を根幹に据える理科という教科にとっても非常に大切な部分であり、育成すべき内容であるといえる。

## 2 愛知教育大学附属名古屋小学校の実態から

愛知教育大学附属名古屋小学校の理科学習において平成20年度から平成22年度まで『『自分の考えをしっかりとつことができ子』の育成』<sup>2)</sup>を目指して教科指

導の研究を行ってきた。その成果として、子どもたちは、広い知識とともに、その知識を生かして柔軟に思考したり、判断したり、表現したりすることができるようになってきたと報告した。

さらに、平成23年度から平成25年度まで『『自己を磨き学び続ける子』の育成』<sup>3)</sup>を目指して教科指導の研究を行ってきた。その成果として、子ども一人一人が自ら進んで、資質や能力を身に付けよう、高めようと行動に移し、その状態を維持・継続していくことができるようになったと報告した。

しかし一方で、全国学力・学習状況調査では、全国的な傾向と同じように、「活用」力を求められる内容については、正答率が低くなる状況となっている。このことから、自分が習得した知識や技能を基にしながら、新たな問題に応用することがなかなかできなという課題があることが言える。

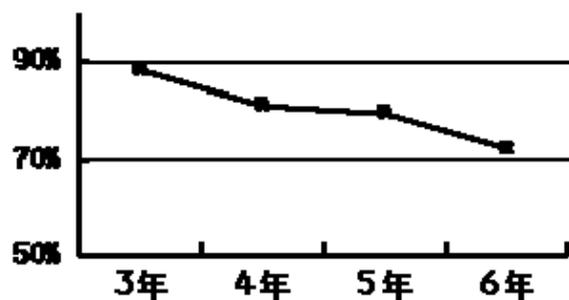
また、普段の学習においては、これまでの学習とは異なる場面や一律の正解が見いだせない場面で学習活動に取り組むことが少なく、自分が習得した知識や技能、考え方や学び方を基にしながら、新たな問題や課題に応用して自分なりの解決策を見いだすような経験が少ない現状がある。

## II 理科授業における課題

「考える力」が高まっていかない問題点として、理科授業に以下の点があるのではないかと考えている。

### 1 考えることが楽しい授業になっていない

「小学生の計算力に関する実態調査」<sup>4)</sup>によると、理科の授業が楽しいが、学年が上がるごとに楽しいと考えている子どもが少なくなっていると報告されている。



【図1】理科が好きと答えた児童の割合(学年別)

この傾向は、いくつかの要因が考えられるが「理科離れを引き起こす要因に関する研究」<sup>4)</sup>の中で、理科は好きだという児童が多い割に、興味を持てなかった理由として「わからなかった」「覚えるのが苦手だから」という理由が挙げられた。つまり「考えることが楽し

い」と感じている子が少ないと言える。

また、「日本型理科教育 理科でどんな力が育つか」<sup>5)</sup>の中で、教師の依存的態度や教師の都合が子どもの学びよりも優先しているなどの理由から、問題解決の過程を踏まえた授業がなかなか広まっていないことが述べられている。つまり、問題解決の過程を通すことで得られる「考える力」が高まる授業展開がなかなか実施できていないといえる。

さらに、国立教育政策研究所「PISA 調査のアンケート項目による中3調査集計結果」<sup>6)</sup>によると、「科学についての問題を解いている時は楽しい」と感じている子どもたちは、全体の29パーセントにとどまる。

## 2 言語活動と体験のバランスがとれていない

文部科学省教育調査官村山哲哉氏は、講演会<sup>7)</sup>の中で以下のように述べている。

体験をベースにしてもらいたい。実験や観察から気づきや考えを出す。言葉だけのやりとりで問題を出すのではない。体験をベースにした言語活動の充実を目指す。体験だけなら昭和30年代の這い回る経験主義になり、学力がつかなかった歴史がある。今回の理科の時間増を意味あるものにしていく責務が先生方にある。

子ども達は放っておいては体験しない環境にある。生活経験が違ってきている。自然に対して感覚を使って捉えていく。自分がどう見るか。理科は、一つの現象を見ながら、いろんなことを言うのは、経験や知覚が違うから。図の問題解決の矢印のように具体から抽象化していく。その中で言語活動が重要になってくる。(著者要約・図略)

つまり、言語活動と体験はバランスをとりながら繰り返されることが重要になってくる。言語活動に比重が偏ってはいけな。かといって、体験ばかりでは這い回ることになり得ると村上氏は警告する。

## 3 教師の多忙化

考える力を高めるためには、質の高い授業が必要である。質の高い授業とは、①系統的な学習を続けることや②実感の伴った授業を続けること、そして③子どもたちの意欲を引き出すことのできる授業を続けることが必要である。質の高い授業を子どもたちに提示するには、教材研究以外ない。しかし、教員の多忙化により、年々、教材研究の時間がとれなくなっていることが、OECDの国際教員指導環境調査(TALIS)<sup>8)</sup>でも指摘されている。このことは、考える力を高める上で、大きなネックになると考えている。優れた実践のノウハウを広めていくことが、急務であると言える。

## Ⅲ 「考える力」を高める手立て

### 1 「未知の問題」に出会った子どもの行動

～5年生「ものの溶け方」の單元におけるA児の場合～

考える力が身についた子どもは、未知の課題に出会ったときに、もっている知識や技能を使い、仲間と協力し、積極的に解決へと向かっていくはずである。

昨年度、5年生「ものの溶け方」の單元において、以下のような姿が見られた。単元の学習内容がすべて終わった後、子どもから「ミョウバンの結晶が作ってみたい」という申し出があり、それを実践したときのことである。子どもが小瓶の中に作った結晶はとて大きく、立派なものであった。それゆえに、小瓶の小さな口からは取り出すことができなくなってしまったのである。教師のもとに子どもが何人か相談にきたが、発展学習であること、時間的な余裕があることから自分たちで解決できる方法を考えるよう指示を出した。すると、子どもは思い思いに集まり、グループを形成し、それぞれに考えを口に始めた。まず、一番に出る意見は「瓶を割ってしまっはどうか」という少々乱暴な意見であった。しかし、当然周りの子どもから却下され、瓶ではなく結晶の方をどうにかしなくてはならないという方向に話し合いが進んだ。結果、「結晶を溶かして口から出せるようにしよう」ということになった。しかし、子どもは、なるべく大きく、立派な結晶を手にしたという思いがあり、ただ溶かすだけでなく何らかの工夫をしなくてはならないことから、自分のもっている様々な知識から最善策を探り始めた。一人の子どもが「ミョウバンは水で溶けるのかな？」と疑問を口にすると、別の子どもが、「ミョウバンがホウ酸みたいに温度によって溶ける量が変わるなら、水には溶けにくそうだね」と既習内容を基に考えを出した。それに対し、「教科書に温度と溶ける量のグラフが載ってたはず。この間見たんだ」と、自分の経験から情報を提供した。みんなで教科書をのぞき込むと、「ミョウバンはホウ酸以上に温度変化による溶ける量の変化が大きいんだね」と話し、あまりに熱い湯の中に入れると一気に溶けてしまい、結晶が小さくなるのではないかという意見が出された。それらの話し合いの結果、結晶を溶かすための水の温度が、ミョウバンが溶けないほど低くてもよくないが、熱湯を用意すると急激に溶けてしまうということから、飽和曲線が大きく伸び始めるあたりの、40度ほどの湯で徐々に溶かしてなるべく大きく取り出そうとなり、実際に子どもは大きく、立派なミョウバンの結晶を手にして満足そうな表情を見せていた。

このときの子どもは、どうにかしてミョウバンの結晶をなるべく大きいまま取り出せないかという課題に対し、自分のもっている知識で使えそうなものを出していった。子どもは、これまでの経験から、発達段階に応じて様々な知識・技能を身に付けてきている。それは、理科の授業で学習したことのみならず、生活の中で自然に触れてきたものや、本やテレビなどで得てきたものもあるはずである。人によって経験は様々で、それゆえにもっている知識も様々である。このときの話し合いもグループで行われたことで、一人だけの考えではなく、より多面的な意見が出されていた。

互いに足りない部分を補い合おうという姿勢から、初めはぼんやりとした「水で溶けるのか」といった考えから、どんどん内容が高まっていた。また、自分だけでなくグループのみんなも同じ方法で行うという責任感から、「これでやろう」ではなく、まずは「これでできるのか」といった批判的思考を繰り返しながら、より精度の高い方法になるよう進んでいた。これらの話し合いが、「結晶を大きいまま取り出したい」という自発的な思いを基に行われていたため、子どもの活動は普段以上に積極的なものであった。

このときの子どもの姿を、今回の研究の視点で見直してみるとき、この思考を進んで繰り返しながら精度を高めていった姿こそが考える力が身についた子どもの姿なのではないかと思いついた。

## 2 仮説と「未知の問題」提示のタイミングについて

学習によって構築した科学的な見方・考え方を得た後に、「未知の問題」を与え、得た科学的な見方・考え方を活用して解決することを通して、子どもたちは、どのような問題にも自信をもって、前向きに取り組むことができるようになるだろうと考える。「未知の問題」とは、「構築した科学的な見方・考え方を基に、考えることのできる問題」であり「身近な素材を使った問題」であると考えている。「未知の問題」を提示する場面は指導過程において2箇所考えられる。

### (1) 中間提示

子どもたちが、問題解決の過程における、実験により得たデータの読み取り、誤差を踏まえた上での実験結果についての児童のコンセンサスを得る。その結果から考察を記述し、考察を話し合う。その考察についての児童のコンセンサスを得た段階で、教師が「未知の問題」の中間提示を行う。指導要領にある問題解決の過程には、考察を出し合った段階で、結論を導くこととなっているが、その間に提示を入れることで、その考えた結論がより強固な考えになることをねらっている。

### (2) 章末提示

問題解決の過程を繰り返し、一つの単元を終了する。一単元終了すると、いくつかの科学的な見方・考え方を得る。そこで得た科学的な見方・考え方を使得、「未知の問題」に取り組みさせる。その場合、複数の単元で学んだことを融合させて解かせる場合もあり得る。

## IV 指導過程における手だて

### ～水溶液の授業を事例に～

ここでは、「未知の問題」に出会う子どもの姿を水溶液の授業を事例として取り上げながら、その指導過程と手立てについて検討したい。

## 1 6年生の児童観

本校の6年生には3クラスあり、担当しているのは2クラス38名と37名である。どちらのクラスとも実態はよく似ていて、普段なかなか見られない現象を提示すると、高い関心を示す。そして、反応よく考えを伝えあう姿が見られる。しかし、見た現象を今までの学習した知識や持っている知識と結びつけたがる傾向が高く、知識と結びつけることができないと考えを自ら話すことはしなくなる。逆に、発言を嫌がり、教師側から現象を解説すると安心して自分の考えを言うようになる。

## 2 水溶液を題材にする上での留意事項

### (1) キーワードを知っているということ

酸性という言葉を知っているか？と聞くと、ほとんどの子どもが知っていると答える。普段の生活の中でも「弱酸性の石けん」や「酸性雨」という言葉はよく耳にする。アルカリ性という言葉も「アルカリ電池」など、聞き慣れた言葉である。試験紙にあたるリトマス紙という言葉もよく知っていた。酸性雨という言葉のイメージから、ものを溶かす働きがあることは、社会科や総合学習などで学んでいることもある。

しかし、酸性とアルカリ性は別物ととらえていて、酸性とアルカリ性がつながっていると認識している子どもは少ない。また、ものを溶かす働きといってもどの程度溶かすのか、どの物質を溶かすのか、どのような早さで溶けているのかといった、変化の程度については全くイメージを持っていないであろう。つまり、言葉以外の点は、ブラックボックスになっている場合が多い。キーワードの意味を考えさせながら活用させることが、この単元には必要になってくる。

### (2) 危険な薬品を扱うため、反応が見えにくく、実感が伴わない

小学校の学習において一番メジャーなのが、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液であろう。しかし、その危険性から0.5mol/L程度の濃度の水溶液で実験をする。酸性かアルカリ性かの判定をするのであれば、薄くてもかまわないが、水溶液の働きを調べる場合、ある程度の濃度がなければ、反応が進まない。アルミニウムの反応を見る場合、塩酸の濃度を1mol/Lにしても、ゆっくりと泡が出る程度の反応しか見えない。5mol/Lにした場合、反応はすぐ見え、非常に危険な薬品であることを実感した。ただ、これだけ濃い濃度の場合、子どもたちに実験をさせるわけにはいかない。実感を伴った理解をさせるための活動が難しい単元でもある。

よって、演示実験とグループ実験を使い分けることや、濃度の高い薬品を使用した方が結果を理解しやすい場合は濃度の高い薬品を渡して実験をすることが必要になる。

### 3 学習展開

#### (1) 単元目標

水溶液や水溶液の中に入れた金属の性質や水溶液の変化を追究することにより、水溶液にはそれぞれ固有の性質があり、その性質や金属は質的变化をするという方向へ見方や考え方や追究の方法を広げたり深めたりする。

#### (2) 学習の流れ

##### ・ 1 時間目

導入時において、「様々な温泉水に、ムラサキキャベツ液を入れてみよう」という事象と出合わせる。まず初めに温泉のイメージを子どもたちに聞き、「肌がすべすべになる」「ほかほかする」などの話を引き出す。さらにムラサキキャベツを取り出し、ミキサーで細かく砕いた後不織布で濾し出す。



〔図2〕 導入時の事象の提示

その液と草津などから採取した温泉水と混ぜる。色の変化に驚ろかせ、その後、実際に子どもたちに実験をさせる。

混ぜ合わせた水溶液をさらに混ぜ合わせると、色が変わったり変わらなかったりする現象を体験する。子どもたちは、「身の回りの水溶液にも違いがあるのか」「混ぜても色が変わらない場合があるのはなぜか」「温泉水の動きの違いがあるのはどうしてか」といった興味関心や疑問をもった。そして、興味関心や疑問を教師とともに分類・整理して、「他の水溶液の性質を調べたい」「違う性質の水溶液を混ぜるとどのような変化があるのか調べたい」「水溶液の動きを調べたい」という調べたいことをもった。

##### ・ 2-3時間目

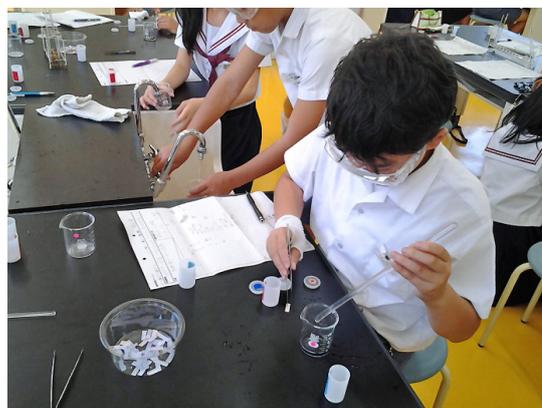
一つ目の調べたいこと「他の水溶液の性質を調べたい」から子どもたちがどんなことを調べていけばよいのが理解しやすい学習課題として「水溶液がどんな水溶液に分けられるのか調べよう」を設定した。子どもたちは、学習課題に対して、「すべての水溶液が、酸性・中性・アルカリ性に分けることができる」などの予想をもった。そして、それらを検証していくために、どのような方法で観察実験を行っていくのかを考えさせる。ここで教師よりムラサキキャベツ液の代わりに

リトマス紙を紹介する。子どもたちは、「身の回りの水溶液や理科室にある薬品をリトマス紙で調べる」という追究方法を明確にした。次に、観察実験に取り組みせ、それぞれが取り組んだ観察実験の経過や結果を視覚的に集約させ、再現性や客観性を意識させながら自分の考えを記述させていく。子どもたちは「水溶液は、酸性・中性・アルカリ性の3つに分けることができる」と記述した。



〔図2〕 子ども達が希望した対象物を準備した様子

さらにリトマス紙では中性を示した市販のお茶を再提示して「BTB溶液というもっと精度の高い薬品を使うとどうなると思う」と発問し、再度観察実験を行わせる。その上で、観察実験の経過や結果、友達の発表などから分かることを整理させる。そして、学習前後の考えを比べながら振り返らせる。子どもたちは、「水溶液は、酸性・中性・アルカリ性の3つに分けることができる。しかし、酸性・アルカリ性には強さがあって、リトマス紙を使った場合、弱い酸性やアルカリ性だと反応を示さない場合がある」などと、学習のまとめとして記述した。最後に、次時に行う問題解決の方向性を、本時における問題解決の活動を振り返らせた上で選択させる。その上で子どもたちは、引き続き問題解決の活動を通して科学的な見方や考え方を獲得したいと思い、次にしてみたいことを記述したり発表したりする。



〔図3〕 リトマス紙を使って液性を調べる様子

## ・4-5時間目

前時に子どもたちが記述した次に行いたいことを「性質の違う水溶液を混ぜ合わせたらどうなるか」を基に話し合わせ、子どもたちがどんなことを調べていけばよいかを理解しやすい学習課題として「アルカリ性の水溶液に酸性の水溶液を入れると性質はどのような変化を示すか調べよう」を設定する。子どもたちは、学習課題に対して、「中性になる」「だんだんアルカリ性になる」などの予想をもつ。そして、それらを検証していくために、どのような方法で観察実験を行っていくのかを考えさせる。子どもたちは「水酸化ナトリウム水溶液の中にBTB溶液を入れ、塩酸又は炭酸水を少しずつ入れる」といった追究方法を明確にしていく。

次に、観察実験に取り組み、それぞれが取り組んだ観察実験の経過や結果を視覚的に集約させ、再現性や客観性を意識させながら自分の考えを記述させていく。子どもたちは「予想とは少し違って、すぐには性質が変わることはなく、少しずつ入れるとだんだん中性に近づき、酸性に変わる」と記述した。

そして、さらに一旦酸性になった水溶液を再提示して「酸性になって水溶液に水酸化ナトリウムを入れるとどうなると思う」と発問し、再度観察実験を行わせる。その上で、観察実験の経過や結果、友達の発表などから分かることを整理させる。そして、学習前後の考えを比べながら振り返らせる。子どもたちは、「アルカリ性の水溶液に酸性の水溶液を入れると、すぐには性質が変わることはなく、少しずつ中性に近づき、酸性に変わる。再びアルカリ性の水溶液を入れると、中性になった後、アルカリ性になる」などと、学習のまとめとして記述した。

最後に、次時に行う問題解決の方向性を、本時における問題解決の活動を振り返らせた上で選択させる。その上で、子どもたちは引き続き問題解決の活動を通して科学的な見方や考え方を獲得したいと思い、次に行いたいことを記述したり発表したりする。

## ・6-7時間目

前時に子どもたちが記述した次に行いたいことを基に話し合わせ、子どもたちがどんなことを調べていけばよいかを理解しやすい学習課題として「塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、ものを変化させる働きがあるのか調べよう」を設定する。子どもたちは、学習課題に対して、「塩酸も水酸化ナトリウム水溶液はものを溶かす」などの予想をもつ。そして、それらを検証していくために、どのような方法で観察実験を行っていくのかを考えさせる。子どもたちは「塩酸や水酸化ナトリウム水溶液の中に様々なものを入れる」といった追究方法を明確にしていく。

次に、観察実験に取り組み、それぞれが取り組んだ観察実験の経過や結果を視覚的に集約させ、再現性や客観性を意識させながら自分の考えを記述させてい

く。子どもたちは「予想通り、水溶液で溶ける物と溶けない物がある」と記述した。

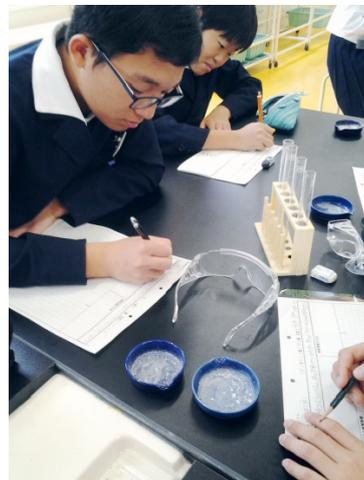
そして、蒸発皿を提示して「アルミニウムを溶かした塩酸を蒸発させるとどうなると思う」と発問し、再度観察実験を行わせる。その上で、観察実験の経過や結果、友達の発表などから分かることを整理させる。そして、学習前後の考えを比べながら振り返らせる。子どもたちは、「水酸化ナトリウムや塩酸の中に物を入れると、溶ける物と溶けない物がある。水溶液によって溶けた物はなくなった訳ではなく蒸発させると析出する物もある。」などと、学習のまとめとして記述した。

最後に、次時に行う問題解決の方向性を、本時における問題解決の活動を振り返らせた上で選択させる。その上で、子どもたちは引き続き問題解決の活動を通して科学的な見方や考え方を獲得したいと思い、次に行いたいことを記述したり発表したりする。

## ・8-9時間目

前時に子どもたちが記述した次に行いたいことを基に話し合わせ、子どもたちがどんなことを調べていけばよいかを理解しやすい学習課題として「塩酸にアルミニウムを入れて溶かし、その水溶液を蒸発させて出てきた物は、アルミニウムなのか調べよう」を設定する。子どもたちは、学習課題に対して、「違う」「同じ」などの予想をもつ。そして、それらを検証していくために、どのような方法で観察実験を行っていくのかを考えさせる。子どもたちは「アルミニウムと同じ性質があるのか」「電気が通じるのか」「塩酸や水酸化ナトリウム水溶液に溶けるのか」といった追究方法を明確にしていく。

次に、観察実験に取り組み、それぞれが取り組んだ観察実験の経過や結果を視覚的に集約させ、再現性や客観性を意識させながら自分の考えを記述させていく。子どもたちは「予想通り、アルミニウムではなくなった」と記述した。



〔図4〕溶解物を調べている様子

そして、塩酸に鉄を入れた物を提示して「鉄が反応した物を同じように蒸発させるとどうなると思う」と発問し、再度観察実験を行わせる。その上で、観察実験の経過や結果、友達の発表などから分かることを整理させる。そして、学習前後の考えを比べながら振り返らせる。子どもたちは、「塩酸によって溶けた金属は、蒸発乾固させて取りだすと、別の物質に変わる」などと、学習のまとめとして記述した。

最後に、次時に行う問題解決の方向性を、本時における問題解決の活動を振り返らせた上で選択させる。その上で、子どもたちは引き続き問題解決の活動を通して科学的な見方や考え方を獲得したいと思い、次にしてみたいことを記述したり発表したりする。

#### ・10-11時間目

前時において子どもたちが記述した次にしてみたいことを基に話し合わせ、子どもたちがどんなことを調べていけばよいかを理解しやすい学習課題として「塩酸やアンモニア水は、蒸発させると何も残らないのか調べよう」を設定する。子どもたちは、学習課題に対して、「残らない」などの予想をもつ。そして、それらを検証していくために、どのような方法で観察実験を行っていくのかを考えさせる。子どもたちは「さまざまな水溶液を蒸発させる」といった追究方法を明確にしていく。

次に、観察実験に取り組み、それぞれが取り組んだ観察実験の経過や結果を視覚的に集約させ、再現性や客観性を意識させながら自分の考えを記述させていく。子どもたちは「予想通り、蒸発させると何も残らない水溶液がある」と記述した。

そして、ペットボトルを提示して「この中に二酸化炭素と水を入れるとどうなると思う」と発問し、再度観察実験を行わせる。その上で、観察実験の経過や結果、友達の発表などから分かることを整理させる。そして、学習前後の考えを比べながら振り返らせる。子どもたちは、「水に溶ける性質のある気体がある」などと、学習のまとめとして記述した。



〔図5〕 二酸化炭素を水に溶かしている様子

#### ・12時間目

初めに、教師が6種類の透明の水溶液を提示して、「何が溶けているか分かるかな」と問い掛け、子どもたちがこれまでもった願いを大切にしながら話し合い、これまでの学習を生かすことができる学習課題として「水溶液をみわけよう」を設定する。子どもたちは、今までの学習を根拠に、学習課題に対して、「水溶液の性質や働きを調べることで見分ける」という見通しをもつと考える。次に、自分で立てた見通しを基に今までの学習を生かして観察実験を行わせ、その経過や結果を整理して記述させる。そして、確かめたことを発表させる。子どもたちは、今までの学習が他の場面でも役立てられていることを確かめ、「見通しで考えた通り、性質や働きを調べればどのような水溶液であるかわかる」などと学習のまとめとして記述する。

その上で、実生活で今までの学習が活用されている事例として「酸性雨」や「車のマフラー」などの資料を提示する。子どもたちは、この資料を基に、公害を防ぐ技術が、身の周りの生活で活用されていることを話し合うことで、今までの学習と実生活がつながり、実生活の中でも役立っていることを確かめていく。



〔図6〕 準備した未知の水溶液

## 4 検証授業の結果と考察

### (1) 結果

#### ・学習プリントの読み取り

今回の単元では、5回の中間提示と1回の章末提示を行った。

2-3時間目で行った1回の中間提示では、リトマス紙では中性を示した市販のお茶を再提示して、BTB溶液で再度観察実験を行わせた。子どもたちは「水溶液は、酸性・中性・アルカリ性の3つに分けることができる」という記述から「水溶液は、酸性・中性・アルカリ性の3つに分けることができる。」の他に「リトマス紙ではわからなかったが、お茶は弱い酸性をしめすことがわかった」という記述が加わった。

リトマス紙では  
分からなかったが  
B.T.B. 溶液で  
やってみると  
おーいお茶が黄色  
になった  
→弱酸性である

(資料1) 児童B 学習プリント

4-5時間目で行った2回目の中間提示では、アルカリ性の水溶液に酸性の水溶液を混ぜ、一旦酸性になった水溶液を再提示して、さらに水酸化ナトリウムを入れる観察実験を行わせた。子どもたちは「すぐには性質が変わることはなく、少しずつ入れるとだんだん中性に近づき、酸性に変わる」という記述から「アルカリ性の水溶液に酸性の水溶液を入れると、すぐには性質が変わることはなく、少しずつ中性に近づき、酸性に変わる。再びアルカリ性の水溶液を入れると、中性になった後、アルカリ性になる」という記述に変わった。

た物を提示して、反応後水溶液を蒸発させる。この実験を行うことで「アルミニウムではなくなった」という記述から「塩酸によって溶けた金属は、蒸発乾固させて取りだすと、別の物質に変わる」との記述に変わった。

鉄や銅も蒸発させたら  
ちがう物に変わった

(資料4) 児童E 学習プリント

10-11時間目で行った中間提示では、ペットボトルを提示して二酸化炭素と水を入れ、ペットボトルを振る実験を行わせる。この実験を行うことで「蒸発させると何も残らない水溶液がある」という記述から「水に溶ける性質のある気体がある」との記述に変わった。

学習のまとめ  
何も残らないことや、においがあることから、  
気体がとけることもある。

(資料5) 児童F 学習プリント

学習のまとめ  
酸性とアルカリ性の水溶液をまぜると  
アルカリ性に酸性性をたんだん入れると、  
中性になってから酸性になる。

→酸性に入れたら、逆になる

(資料2) 児童C 学習プリント

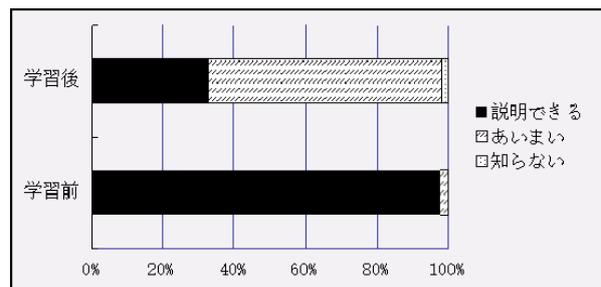
6-7時間目で行った中間提示では、塩酸の中に入れたアルミニウムが見えなくなった後の水溶液を蒸発させるとどうなるか考えさせる。「水溶液で溶ける物と溶けない物がある」と記述から「水酸化ナトリウムや塩酸の中に物を入れると、溶ける物と溶けない物がある。ただ水溶液によって溶けた物はなくなった訳ではなく蒸発させると析出する物もある」という記述に変わった。

	A	B	C	D	E	F
1	砂	水	水	水	水	水
2	砂	水	水	水	水	炭酸水
3	砂	水	水	水	水	炭酸水
4	砂	水	水	水	水	炭酸水
5	砂	水	水	水	水	炭酸水

(資料6) 実験結果を集約した板書

どうなる? 蒸発させると何が残ったか  
→何も残らない

(資料3) 児童D 学習プリント

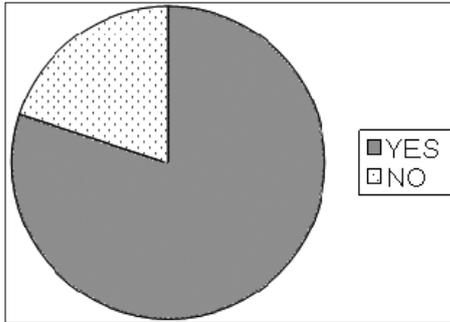


(図7) 説明ができる状態になった児童の割合

8-9時間目で行った中間提示では、塩酸に鉄を入れ

・児童のアンケート結果から

酸性・中性・アルカリ性や、リトマス紙と塩酸・水酸化ナトリウム水溶液について、説明することができるかという、アンケートをとったところ、学習前と学習後では、名称を知っているだけのあいまいな状態から、説明できる状態に多くの子が変容した。



〔図8〕学習後、水溶液が身近になった児童の割合

また、身近にある水溶液について説明するように設問を設けたところ、学習前には平均2.5項目の記述が、学習後には4.2項目まで上昇した。

さらに、「水溶液が身近になったか」との設問には、80パーセントの子どもが、YESと答えた。

## (2) 考察

子どもの学習プリントの記述やアンケート結果から、子どもたちの「考える力」は高まったと考える。さらに、「考える力」を高めるためには、構築した科学的な見方・考え方を基に、身近な素材を使った「未知の問題」を解決する手立てが有効であるといえる。

## V まとめと課題

### 1 まとめ

今回は、子どもたちの考える力を高めるために、教材面からのアプローチを行った。観察実験を行うたびに、子どもたちの考える力が高まっていく事がわかった。これは、「未知の問題」をただ提示すればいいという訳ではなく、構築した科学的な見方・考え方を基に考えさせることや、子どもたちにとって身近な素材を使うことで、考えることができる。子どもたちは、何もないところから考えることはしない。学習の中で学んできたことや、身近にあるありふれた素材だから考えを始めることができる。以上のことが、改めて大切であることがわかった研究となった。

また、この単元は、学ぶことが多岐にわたるため、単元を貫く課題を設定しにくい。更に、今まで、初めの事象提示として、多岐にわたる事象をなかなか見つけることができなかった。今回、温泉水とムラサキキャベツ液という身近な素材を提示して単元を提示できた。そこから、目先を変えた提示や、新たな物をつ

かった観察実験を行うことで、単元を構成し提案できたのは成果であったと考える。

## 2 今後の課題

考える力を高めるためには、どのように学習集団と関わるかという視点も大切である。他の子どもが、自分とは違う考えを提案したとき、どのように話し合うのか考えさせることで、考える力は高まるだろう。しかし、この視点においては、課題に対する予想をする時や予想に対する根拠の交流や実験結果に対して考えを述べ合う場などでしか行っていない。未知の問題が出たときにも、話し合うことが大切になってくるだろう。

更に、どの単元でも同じような構成で授業を実施していくことで、更に考える力を高めていくことが大切である。その分、教材研究を進め、質の高い学習を維持していく必要があるだろう。

## 《引用文献》

- 1) 文部科学省ホームページ「OECDにおけるキー・コンピテンシーについて」
- 2) 愛知教育大学附属名古屋小学校紀要48  
「自分の考えをしっかりとつとめることができる子の育成をめざした教科指導～自分の考えをもつ子に迫る～」(2008)  
愛知教育大学附属名古屋小学校紀要49  
「自分の考えをしっかりとつとめることができる子の育成をめざした教科指導～自分の考えを再構築する子に迫る～」(2009)  
愛知教育大学附属名古屋小学校紀要50  
「自分の考えをしっかりとつとめることができる子の育成をめざした教科指導～再構築した自分の考えを生かす子に迫る～」(2010)
- 3) 愛知教育大学附属名古屋小学校紀要51  
「自己を磨き、学び続ける子の育成～感動のある授業を通して自己を磨く子に迫る～」(2011)  
愛知教育大学附属名古屋小学校紀要52  
「自己を磨き、学び続ける子の育成～学び続ける子に迫る～」(2012)  
愛知教育大学附属名古屋小学校紀要53  
「自己を磨き、学び続ける子の育成～各教科の改善点を基にした指導方法の工夫～」(2013)
- 4) 石川智恵・坂本憲明 福岡教育大学「理科離れを引き起こす要因に関する研究—子どもと教師の意識のずれを中心に—」科教研報vol. 24 No. 2 P 96-97 (2009)
- 5) 日置光久・矢野英明編著「シリーズ日本型理科教育3理科でどんな『力』が育つか」東洋館出版 P 15-P19 (2007)
- 6) 文部科学省ホームページ「平成23年版科学技術白書 第2節 社会と科学技術との新しい関係構築に向けて1 科学技術リテラシーの涵養 (2) 我が国における科学技術リテラシーの現状 第1-2-10図 科学を学ぶことへの楽しさを感じているか (PISA2006及び日本の中3調査結果より)」
- 7) 村山哲哉氏 講演 玉川小学校 (2012)
- 8) 文部科学省ホームページ「OECD国際教員指導環境調査 (TALIS) のポイント P 5 表5 職能開発の参加の障壁 (2014)」

## 《参考文献》

- 文部科学省「小学校学習指導要領解説 理科編」(2008)
- 日置光久著「日本型理科教育1『理科』で何を教えるか」東洋館出版 (2007)
- 日置光久・星野昌治編著「日本型理科教育2『子ども』はどう考えているか」東洋館出版 (2007)
- 日置光久・矢野英明編著「日本型理科教育3理科でどんな『力』が育つか」東洋館出版 (2007)
- 日置光久・猿田祐嗣編著「日本型理科教育4理科の『授業』をどうつくるか」東洋館出版 (2007)
- 日置光久・森本信也編著「日本型理科教育5『体験』で子どもを動かすには」東洋館出版 (2007)
- 村山哲哉著「『自分事の問題解決』をめざす理科授業 (シリーズ教育の羅針盤)」図書文化 (2013)
- 村山哲哉著「『小学校理科問題解決8つのステップ』—これからの理科教育と授業論」東洋館出版 (2013)

(2014年11月20日受理)