

# 自律的に活動する力の育成を目指した

## 理科授業実践に関する一考察

### — 「水溶液の性質」の学習プロセスの分析を通して —

佐藤寛之\*・松田侍子\*\*・山口孝治\*\*\*

Consideration on Science Class that Develops Ability to Act Autonomously

- Analysis of the Learning Process of Aqueous Solution -

Hiroyuki SATO, Hitoko MATSUDA, and Takaharu YAMAGUCHI

#### 【要約】

本研究では、理科学習場面において「自律的に活動する力」の熟達を支援する学習方略に関する知見を得ることを目的とし、小学校理科第6学年「金属をとくす水よう液」の授業を分析対象として、学習を通して子どもが保持した溶解概念と理科学習シートの記述内容から明らかとなる学習プロセスについて分析した。その結果、子どもに自分自身の学習の来歴を意識させる支援を教師が継続して実施していくことが自律的に活動する力を熟達させる一助となるということが明らかとなった。

#### 【キーワード】

コンピテンシー、子どもの概念構築、溶解概念、問題解決、学習プロセス

#### 1. はじめに

経済協力開発機構(OECD)の学習到達度調査(PISA調査)の結果を受けた、わが国の子どもたちの現状と課題として「読解力や記述式の問題の無答率が高く、学習意欲やねばり強く学習課題に取り組む態度に課題がある」という指摘がなされている<sup>1)</sup>。

また、文部科学省実施の理科の学習状況に関する調査からは、「実験や観察に意味付けを行い、自分の考えと比較して考察を深めるという能力に課題がある」とも指摘されている<sup>2)</sup>。つまり、意欲や意味づけからの学習に対する見通しを持たずに、子どもの学習が展開されていることが、今日的な

課題として明らかにされているのである。

義務教育修了段階の子どもが身につけるべき能力や、わが国においても学習指導要領における基本理念として育成を目指している「生きる力」という能力には、その基盤としてコンピテンシーという「成人に求められる、人生のどんな場面においても、すべての人に価値ある結果をもたらすような能力」<sup>3)</sup>という能力観が存在している。

上述の能力観に由来する学力観が、これまでの知識や技能の習得だけではなく、学習への意欲・関心から行動・行為に至るまでの幅広い能力までも包含しているのであれば、その熟達化の要因や過程について知見を得ることは、今後ますます重要となってくる。

\* 佐賀大学文化教育学部

\*\* 茅ヶ崎市立今宿小学校

\*\*\* 佐賀市立本庄小学校

## 2. 研究の目的

本研究では理科学習場面で熟達が望まれる能力の一つを「自律的に活動する力」と措定した。子どもが学習するとき、自身にとっての学習する意義を理解することができなければ、その学習は意味を成さない。子どもが自分の学習を振り返り、過去の自分と今の自分のつながりを把握することが必要なのである。このように、子どもが学習のつながりを意識し、「学習を行うことに意味がある」と感じることで、子どもの学習が能動的になるのである。

上記のことをふまえ本研究では、理科学習場面において「自律的に活動する力」の熟達を支援する学習方略に関する知見を得ることを研究の目的とした。

## 3. 学習プロセスを明らかにしていく必要性

子ども自身が何かを学ぶとき、その知識が子ども自身にとって有用であると意識できなければ、その知識は保持されることなく、学習も意味をなさない。このような考えのもとにオースベル (Ausubel, D.) によって提唱された意味学習を受けて森本は、子どもにとって意味のある理科学習について、次のように述べている。

断片的に知識をいくら記憶しても子どもには何ら意味ももたらされない。重要なことは、学習しようとする事象について、エッセンスとなるルールを理解させることである。このルールを中心に、子どもに個々の知識や経験をまとめさせるのである。このとき、個々の知識や経験は意味を持って (有意義に) 記憶される<sup>4)</sup>。

またノバック (Novak, J.D) は、この意味学習を説明するために、頭の中を図1のようなモデルで表した<sup>5)</sup>。ことばや知識だけを暗記するだけの学習は、子どもの考えを構築するのに意味をなさないため、バラバラの状態で記憶される。しかし、これらの新しい情報が既存の認知構造である包摂体とうまく結びつきを構築し意味のあるものとなるとき、子どもが学習内容を理解した状態、

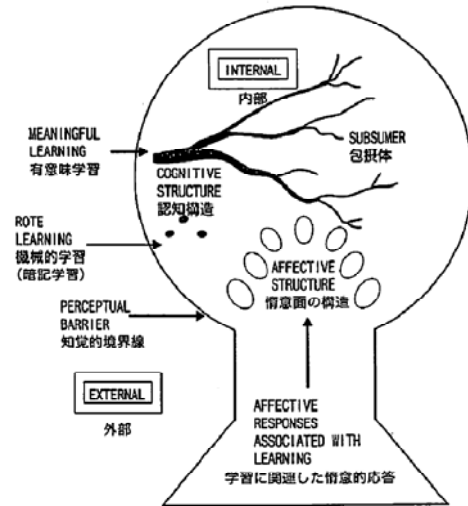


図1 ノバックの有意義学習のモデル図

つまり、意味学習が成立した状態となる。よって、子どもの既存概念を知ることは、理解を図る上ではとても重要な意味を持つといえる。

そして、オースベルのアイディアのもとでノバックは概念地図法 (concept mapping) という学習者の概念構造を知る手法を考案した。この概念地図では自然事象を表すラベルは、命題をリンクワードとして相互に関連を持ち、そのリンクの様子から子どもの概念構築の様子を知ることができるとしている。つまり、自然事象を表すラベルはそのつながり方からより一般性の高いラベルが上位に、具体的な自然事象が下位になると考えられ、このつながり方から子どもが自然事象に対してどのように考えているかを図り知ることができるというのである<sup>6)</sup>。

また、子どもがある学習を有用であると意識するためには、子ども自身が構築している概念について知る必要がある。このように、「自分自身の認知過程に関する認知」のことを、一般にメタ認知という。

学習におけるメタ認知のイメージでは、自分を客観的に見ることができるもう一人の自分がいて、学習を始める前の自分と学習によって進歩した現在の自分を見比べている。このことが学習を次のステップに進めようとする学習動機につながり、学習を進めた後の将来の自分という見通しを持つ

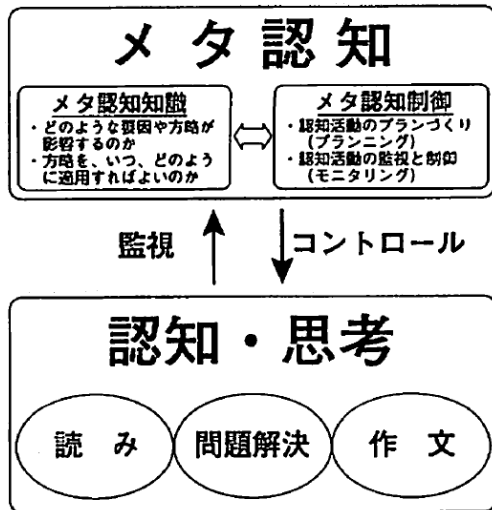


図2 メタ認知のプロセス

ことができる<sup>7)</sup>。このように自分の学習過程を客観的に見られることは、自己効力感を感じたり、学習の方向性を修正したりと子どもが学習を進める際に大きな役割を果たすと考えられている。

メタ認知は認知活動に関する知識であるメタ認知知識と認知活動を統制する過程であるメタ認知制御という二つの下位過程から成っており、図2に示すように、このメタ認知知識とメタ認知制御が相互に関連しあいながら認知活動を統制する<sup>8)</sup>。これらについて小野瀬は以下のように説明した。

「自分の走る速さを求める」という課題が与えられたとする。速さを求めるためには、「まず、距離と時間を測ろう」そして「 $\text{距離} \div \text{時間}$ 」を計算しよう」と自分に命令する。このように、知識が自分の認知活動を制御する機能を果たすとき、それをメタ認知知識とよぶ。さらに、子どもはグラウンドのコース距離を測り、時間を測りながら、走る速さは一定ではないことに気づき、測定方法や何を測っているのかについて考える。このように問題解決の中で自分の認知や思考をプランニング、コントロール、評価をすることがメタ認知制御である<sup>9)</sup>。

実際の授業場面では「これから学習することは何か」「自分が知っていることは何か」「何をどのような過程から導き出すのか」等を意識化させることが大切になる。つまり、子どもが学習を自分

のものとして捉えるためにも、メタ認知を促すことは学習場面において大切な活動となるのである。

そして、メタ認知を学習場面において考慮する長所を下條らは、以下のように述べている。

問題解決とメタ認知も関連が深い。適切な問題解決のためには、さまざまな知識や方略が適切な時期に適切な形で適用されなければならないため、問題解決活動の制御とも呼ばれるメタ認知的な判断や決定が行われる。たとえば、問題解決の途上において、知識の利用の適否、活動の適切さ、現在の活動の意味、問題解決の全体的な方向性の正しさなどの判断が行われたり、活動の継続や問題の定式化のやり直しなどの決定が行われる<sup>10)</sup>。

下條らの指摘からも、子どもが学習課題を解決しようとするとき、何が問題となっているかを知ること、問題を解決するための方法が適切であるかを知ることや現在行っている活動を価値づけること等のメタ認知を促すことは、学習に意味を持たせるうえで有効となることが理解できる。

前出のノバックの概念地図(法)も、このメタ認知を促すものとして考案された手法であり、概念地図に代表される子どもの理解を探る様々な手法を用いれば、子どもがその時点で保持している概念や自然認識を理解することができる。しかしながら、それだけでは子どもがどのような経緯でそのような考えを保持するに至ったのかについて理解することは難しい。

それ故に、前出のノバックは子どものメタ認知を明らかにする概念地図の有用性を、図3に示したゴーウィン(Gowin, D.B)の考案した認識論的Vee地図(Gowin's Epistemological Vee map)に当てはめて検証した。

この認識論的Vee地図の活用は、子どもの現在の学習状況を評価しつつ、次の発展方向を明瞭に示す教授方法論に示唆を与える。より正確に述べれば、認識論的Vee地図の作成は、子ども個々の概念構築、さらにはその上位の理論化、さらには「～観」構築といった子どもの自然認識の深化・拡大のプロセスに対応した科学の方法を記述しつつ、学習者自身にメタ認知を促すものである<sup>11)</sup>。

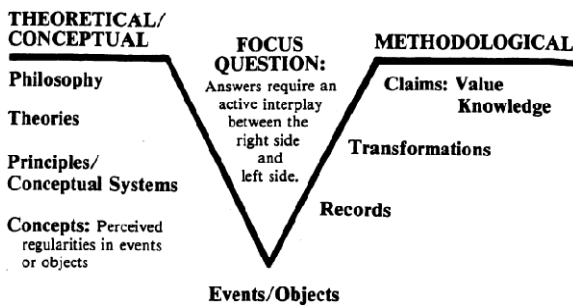
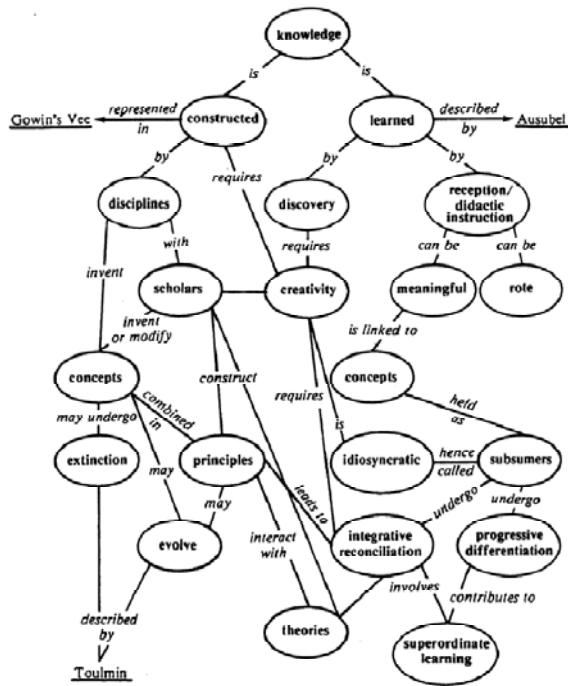


図3 知識の獲得と構築に関する概念体系を示した概念地図とゴーウィンの認識論的Vee地図<sup>12)</sup>

理科学習場面において実験や観察などの活動は、子どもが自分の構築している考えを、より確かなものとするために実施されるはずだが、実際の授業場面においては、子どもの考えに実験・観察が合致しておらず、子ども自らが活動に意味や価値を見いだすことができないという状況も存在する。

このような状況を解決する、すなわち、子どもが実験や観察の意味や価値を見いだして行うためには、学習課題に対して自分はどう考えていて、どのような方法を用いて解決すれば、自分の考えをより確かなものにできるのかということを外化する必要がある。そして結果として、学習課題を解決するためには「実験や観察は（それを行う）意味や価値がある」ということを子どもが意識しながら学習することができる。

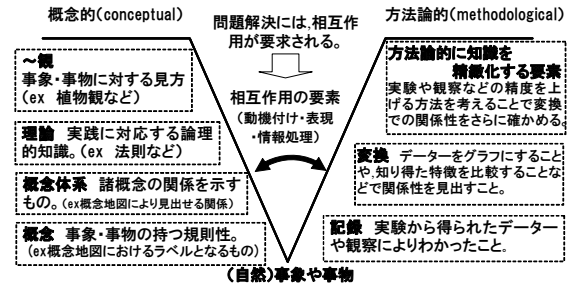


図4 認識論的Vee地図での記述の要素<sup>13)</sup>

このように自分の学習プロセスを外化していくことは、子ども自身による学びを促すために重要なものとなるのである。このような意味において、図4のような記述の要素をふまえて作成された認識論的Vee地図も、子どもの学習プロセスを自らが外化し理解するものとしては検討に値する。しかし、小学生が認識論的Vee地図の作成により学習プロセスについて理解を得るためには、記載すべき事項が多岐に渡ることや、作成に要する時間から鑑みても、理科の授業場面で導入することは現段階では難しいといえる。

そこで、小学生でも使用できる方法として、概念地図やイメージマップの作成を念頭に置いた、実験で行ったことなどを時系列に沿って記述していく、すなわち、自分が実際に作業したことや、考えたことなどをキーワードにし、時系列に沿ってそのキーワードを線で繋げ、メモを記すという方略を本研究では用いることとした。

この方略であれば、自らの学習について振り返りつつ学習を進めることが小学生でも可能であり、子どものメタ認知を促すことで、子どもが自律的に活動する力の育成につながると想起できる。

前出の理科の学習状況に関する調査の結果からは、子どもが理科を学習する際、観察や実験を意味づけたり、結果を自分の考えと関係づけたりしながら考察する能力に課題があることが指摘されていた。これらに代表される、今日の理科学習における課題に対し、その解決の糸口の一つとして、子どもが過去の自分を振り返り、自分の学習を価値づけながら学習を進めていくような支援が必要とされている。つまり、これまでの学習の来歴を

子ども自身が把握し、学習課題に対して見通しが得られるようにする教師の支援や、自らの問いとして問題の解決を図ろうとしたりする態度の育成、そして実際の活動を容易に展開できるようにする教師の支援が求められている。

#### 4. 研究の方法

本研究では、小学校理科第6学年で学習する「水よう液の性質」の「金属をとかす水よう液」における授業を分析対象とした。そして、子どもが学習を通して、目に見えないものに対してどのような自然認識を保持しているのかを把握するために、授業実践後に質問紙調査を実施した。

質問紙調査では、図5に示すような子どもが文章や描画を用いて自由に自分の考えを表現できる質問紙を用いて、実験結果に関する記述内容と記述量、また塩酸にアルミニウムがとけて見えなくなった後のビーカー中の様子に関する記述内容と見えなくなったアルミニウムの表現等の、学習後の子どもの水溶液に関する理解について分析した。

そして、質問紙調査で明らかとなった子どもの

理解の様態やイメージについて、その考えを保持するに至った要因、つまり学習の来歴について調べるため、実験の前後の学習で子どもが記述した理科学習シート(ワークシート)の分析を行った。

#### 5. 授業実践概要

##### 5.1 授業実践対象

佐賀市立H小学校6年生(1学級, 32名)

##### 5.2 授業単元名

小学校理科第6学年「水よう液の性質」

##### 5.3 授業実践期間

平成20年10月(質問紙調査: 10月)

##### 5.4 授業実践における単元計画と授業展開


「水よう液の性質」の学習では表1に示した単元計画のもとに、学習内容の項目で示した学習活動が展開された。前述のように本研究においては、「水溶液が金属を溶かすのか調べよう」の授業を分析対象とし、子どもの金属を溶かす水溶液に関する理解の様態と学習プロセスについて分析した。

**水溶液の性質・アンケート**

番号・名前 \_\_\_\_\_

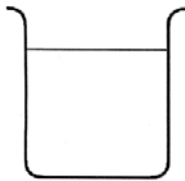
金属を溶かす水溶液があるということを学習したと思います。金属がアルミニウムで水溶液が塩酸だとすると、溶けるときビーカーの中はどのような状態になっていますか、気づいたことや自分の考えを、図や文章を使って自由に書いて下さい。また、どのように考える理由も一緒に書いて下さい。

塩酸にアルミニウムを入れたとき



.....

アルミニウムが溶けて見えなくなったとき、ビーカーの中はどのような様子になっていると思いますか、自分の考えや、イメージを自由に書いて下さい。



テストではないので、思ったことを自由に書いて下さい。

図5 調査に用いた質問紙

表 1 「水溶液の性質」単元計画と学習内容

段階	主な活動	時配	学 習 内 容
ふれる	水溶液を仲間分けしてみよう	4時間	<p>①食塩水、石灰水、ホウ酸の水溶液を判別する 5年生の「もののとけ方」の単元において学習した内容をもとに熱する、冷やす、二酸化炭素を通す等の方法で3種類の水溶液を判別する実験を行った。</p> <p>②リトマス紙を用いて液性を調べる ①で用いた水溶液を、リトマス紙を用いて液性によって仲間分けし、水溶液が液性によって仲間分けできることを学習した。</p> <p>③リトマス紙を用いて液性を調べる 塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア水、炭酸水の4種類の水溶液についても、リトマス紙を用いて液性によって仲間分けした。</p> <p>④紫キャベツ液を用いて水溶液の液性を調べる ③で用いた水溶液を、紫キャベツ液を用いて液性によって仲間分けし、弱酸性や弱アルカリ性など、同じ液性でも幅があることを学習した。</p>
せまる	水溶液が金属を溶かすのか調べよう	4時間	<p>①金属を溶かす水溶液があるのか調べる 酸性の水溶液の代表として塩酸、金属の代表としてアルミニウムを用いて、塩酸にアルミニウムを溶かす様子を観察した。塩酸にはアルミニウムを溶かす働きがあることを学習した。</p> <p>②塩酸に溶けたアルミニウムを取り出すことができるか調べる アルミニウムを溶かした塩酸を熱して蒸発させ、塩化アルミニウムを析出する実験を行った。出てきた塩化アルミニウムに塩酸をかけ、溶ける様子を観察し、塩酸にはアルミニウムを変化させる働きがあることを学習した。</p> <p>③塩酸に溶けているものを取り出すことができるか調べる 塩酸を熱して蒸発させる実験を行った。何も析出しないことから、塩酸は気体が溶けた水溶液であることを学習した。</p> <p>④塩酸は鉄も溶かす性質があるのか、アルカリ性の水溶液にも金属を溶かす性質があるのか調べる 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液にアルミニウムとスチールウールを入れ、反応を観察する。塩酸は鉄もアルミニウムも溶かす働きがあり、水酸化ナトリウム水溶液は、アルミは溶かすが鉄は溶かさないと学習した。</p>
	気体が溶けている水溶液を調べよう	3時間	<p>①二酸化炭素は水に溶けるのか調べる 二酸化炭素と水を入れたペットボトルを振ってつくった炭酸水を、リトマス紙や石灰水を用いて、水ではないものに変化したことを確かめる。</p> <p>②二酸化炭素が溶けた水溶液が何に変化したのかを調べる 二酸化炭素が溶けた水溶液と炭酸水を用い、石灰水やリトマス紙の色の変化を比べる実験を行った。いずれの水溶液も石灰水を入れると白濁し、青色リトマス紙が赤く変化することから、二酸化炭素の水溶液は炭酸水であることを学習した。</p>
<p>この他に</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● せまる段階で「水溶液を区別してみよう」(1時間)</li> <li>● いかす段階で「身近な水を仲間分けしてみよう」(1時間)</li> </ul> <p>が実施されたが、授業が参観できなかつたので調査対象外とした。</p>			

## 6. 質問紙調査により明らかとなった子どもの理解

### 6.1 質問紙調査の分析の視点

図5の質問紙を用いて実施した質問紙調査では、学習後の調査であることをふまえ、実験結果に関する記述内容とアルミニウムが見えなくなった後の水溶液の様子に関する記述内容について分析を行うこととした。表2は、その分析の視点について示したものである。

### 6.2 質問紙調査の分析結果

#### ①実験結果に関する記述内容の分析

塩酸にアルミニウムを溶かす実験において、学級の9割以上の子どもが泡の存在を記述しており、ほとんどの子どもが実験での気体の発生を観察できていた。さらに、表3に示すように、泡に伴って発生する音については学級の5割の子どもが記述できており、「熱くなる」などの反応熱の発生や塩酸とアルミニウムが反応した際の色の変化についても3割の子どもが記述できていた。

そして、図6に示すような「あわがたくさんできてきて」という記述からは泡の発生について理解できていることが、また、「アルミニウムが散らばり、最後は全部溶ける」という記述からは、アルミニウムが水溶液中で見えなくなることについて理解できていることが読み取れた。これらの記述を通して、子どもは視覚的に確認できる現象をもとに理解しようとしていることが明らかとなった。

#### ②アルミニウムが見えなくなった後の水溶液の様子に関する記述内容

アルミニウムが溶けて見えなくなった後の水溶液の様子に関する設問についての分析では、表4に示すように学級の4割の子どもが実験中に観察したことをそのまま記述していた。また、学級の4割弱の子どもは、見えなくなっただけではいるがアルミニウムは存在していると記述しており、学級の2割弱の子どもは、塩化アルミニウムという用語を記述し説明しようと試みていた。

表2 質問紙調査の分析の視点

分析項目	分析の視点
①実験結果に関する記述内容	塩酸にアルミニウムを溶かす実験から学習したことを記述する際、子どもは、その反応をどのように捉え、理解を図ろうとしているのかについての知見を得るため、子どもが記述したキーワードを分類した。
②アルミニウムが溶けて見えなくなった後の水溶液の様子に関する記述内容	アルミニウムが溶けて見えなくなった後の水溶液の様子について、実際には目に見えない現象を、子どもがどのようにイメージしているのかについての知見を得るために描画と描画を補足する文章表現に関して項目に分けて分析を行った。 また、子どもが記述した描画をもとに、見えなくなったアルミニウムが塩酸の中に存在している状態をどのように捉えているのかの知見を得るために描画について分析を試みた。

表3 実験結果に関する記述内容の割合

記述内容	回答した割合
泡が出る	94%
アルミニウムが見えなくなる	50%
音がする	50%
熱くなる	31%
色が変わる	31%
アルミニウムが浮く	22%
煙が出る	16%
アルミニウムが小さくなる	9%

註) 複数の内容について記述している子どもの回答も、上記の内容項目ごとに集計し、学級における割合を示してある。

塩酸にアルミニウムを入れたとき

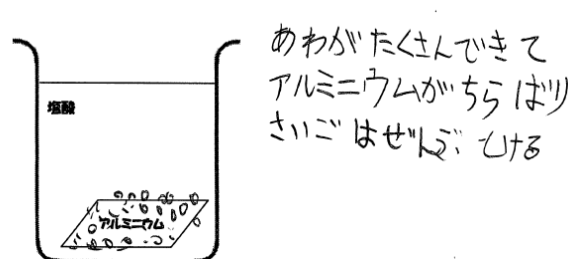


図6 実験結果に関する記述例

しかし、この結果は設問における問いが漠然としていたことが原因と考えられる。実際には図7のように、見えなくなったアルミニウムについての記述している子どももいれば、図8のように、実験で見たことをそのまま記述している子どももあり、小学校の学習内容から鑑みると、ここで表出した子どもの考えは、そのどれもが「正しい」と評価できる。また、蒸発乾固した際の生成物である塩化アルミニウムについて記述した子どもは描画をしていないことが多く、塩酸にアルミニウムを溶かすと塩化アルミニウムができるという知識だけを記憶していることも明らかとなった。

「見えないアルミニウムがある」というように記述した子どもの描画について分析した結果を表4として示す。その結果、この学級の4割弱の子どものうち、図9のように見えないアルミニウムを「粒（粒子）」で表現している子どもが7割を占め、その他の2割弱の子どもは、ビーカーの中に何も描くことができていなかった。その他にも、見えないアルミニウムを線や黒く塗ることで表現した子どもも少数ではあるが存在した。このことから、見えなくなったものは小さな粒で表現することが容易であると考えている子どもが多いということが改めて理解できた。

### 6.3 調査から明らかとなった子どもの学び

「塩酸にはアルミニウムを溶かす働きがある」という学習内容について子どもは、「泡がでる」、「アルミニウムが見えなくなる」、「音がある」、「熱くなる」、「色に変化する」などの反応について記述することで説明しようとした。これらは、図10に示した板書からも明らかなように、アルミニウムを溶かす実験において、「泡」「音」「熱」「見えなくなった」「黒ずんで」等が実験中の気づきとして挙げられ、学級全体で合意が形成されているためであったと推測することができる。

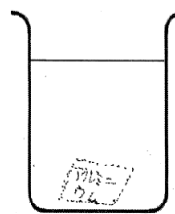
それに加え、板書されていない「煙が出る」という反応については、多くの子どもが観察できていたにも関わらず、記述した子どもが少なかったことから、学級全体で共有されたものが記憶に

表4 アルミニウムが見えなくなった後の水溶液の様子に関する記述内容の割合

記述内容		回答した割合	
実験結果に関する記述		41%	
見えないアルミニウムがある	粒で表現	38%	26% (69%)
	線で表現		3% (8%)
	塗りつぶす		3% (8%)
	未記入		6% (15%)
塩化アルミニウム		16%	
その他		6%	

註) 表中の割合は、数値の小数第1位を四捨五入し、整数で示している。( )内は見えないアルミニウムがあると回答した子どもだけで算出した割合である。

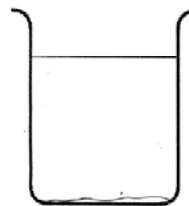
アルミニウムが溶けて見えなくなったとき、ビーカーの中はどのような様子になっていると思いますか、自分の考えや、イメージを自由に書いて下さい。



なくなっているけど、目には見えない。  
黒いのも見えなくなると、(ほかにはちょっと見えただけ)だから、無色でした。

図7 アルミニウムが見えなくなった後のビーカーの中の様子に関する記述例①

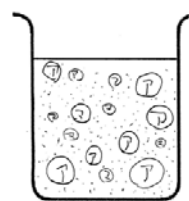
アルミニウムが溶けて見えなくなったとき、ビーカーの中はどのような様子になっていると思いますか、自分の考えや、イメージを自由に書いて下さい。



したにちいさいなまのこの、ているとおもうそれはアルミニウムには、とけるのかげんがあるから

図8 アルミニウムが見えなくなった後のビーカーの中の様子に関する記述例②

アルミニウムが溶けて見えなくなったとき、ビーカーの中はどのような様子になっていると思いますか、自分の考えや、イメージを自由に書いて下さい。



肉眼では見えない①がじゅうまんしていると思う

図9 見えなくなったアルミニウムの表現例



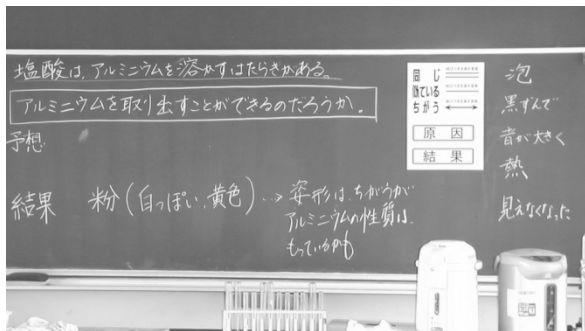


図 10 授業後の黒板のようす

残り易いということが改めて明らかとなった。

また、アルミニウムが溶けて見えなくなったときのビーカーの中の様子についての設問では、「見えないアルミニウムがある」と記述した子どもは学級の 3 割弱であった。これらの子どもたちは、見えなくなったアルミニウムはどこに行ったのか、そして、どのような状態で存在しているのかなどについても考え、「塩酸はアルミニウムを溶かす働きがある」という知識を得るだけでなく、見えなくなったものについて類推することができていたと解釈することができる。質問が漠然としていたとはいえ、実験中に観察したことのみを記述した学級の 4 割の子どもは、見えなくなったものに関心が及んではないことも明らかとなった。

「見えなくなったアルミニウムがある」と記述した子どもの多くは、見えなくなったアルミニウムを目に見えない小さな粒と表現していた。実際、塩酸に溶けたアルミニウムは水溶液中でイオンとして存在し、中学校などの学習ではイオンを粒子として扱うことが多い。また、化学反応における電子のやり取りなども粒子で表現されることが多いことから、目に見えない小さな粒という考え方は今後の学習に繋がっていくといえる。

## 7. 質問紙調査を受けた理科学習シートの分析

### 7.1 授業実践で用いた理科学習シートの構造

前項の質問紙調査における子どもの回答はどのようにして導き出されたのか、それを保持するに至った来歴について精査するために、水溶液の学習の授業で子どもが記述した理科学習シート（ワークシート）の分析を行った。授業では単元を通

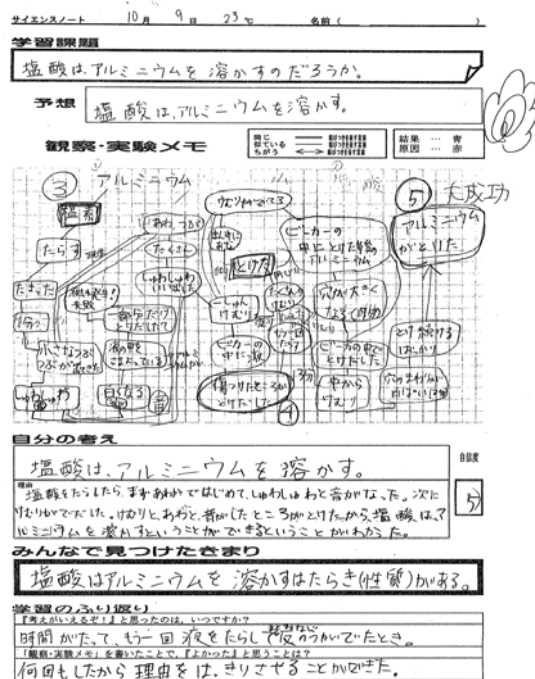


図 11 理科学習シートの記述例

して同じ理科学習シートを使用しており、図 11 はその記述例である。

この理科学習シートでは、学習課題と予想を書き、観察や実験のメモを記述するようになっている。観察・実験メモは実験の要因（「もの」・「行為」・「原因」・「結果」）をキーワードとして抽出し、時系列で並べて記述するように指示がなされており、キーワードは、それぞれに意味を持たせるため「同じ」「似ている」「違う」の 3 種類の線で結ぶこととなっている。

そして、この理科学習シートでは実験メモをもとにして自分の考えとその理由を書き、学級全体で見つけた「きまり」を記述する欄も用意されている。最後に、「考えがいろいろ！」と思ったのはいつか、観察・実験メモを書いて「よかった」と思うことはなにかを自由に記述させることで、学習の振り返りを促している。

### 7.2 授業実践で用いた理科学習シート分析

本研究における理科学習シートの分析では、まず、子どもの学習活動の来歴について知るために、観察・実験メモの記述内容を分析した。その結果、記述量に差はあるものの、学級のすべての子ども

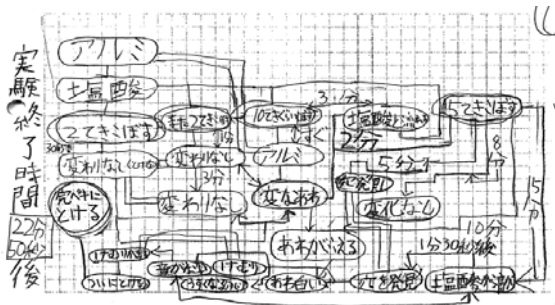


図 12 実験・観察メモの記述例①

が時系列で記述できていることが明らかとなった。

そして、授業において必要とされていたキーワードへの意味づけについては、塩酸にアルミニウムを溶かす実験（以下、実験Ⅰと記す）において、学級の3割の子どもが結びつきを表す線を用いてキーワードを結べていることも明らかとなった。しかしながら、塩化アルミニウムを析出する実験（以下、実験Ⅱと記す）では、記述量と意味づけの線の本数がともに減少していた。

このことは、実験における作業の性質が異なることに原因があると考えられる。実験Ⅰでは、ビーカーに蓋をするようにアルミニウムを被せ、その上に塩酸を数滴垂らすという内容であった。この際、垂らした塩酸が少なすぎたり塩酸が漏れたりしていたため、塩酸の量を増やしたり、やり直しをして、条件を自分なりにコントロールしながら実験を行うことが必要とされた。その結果、図12の記述例のように記述量が相対的に増加し、1回目と2回目の実験を比較しながら、キーワード間をリンクすることも可能であった。

しかし、次時の実験Ⅱでは水溶液を蒸発乾固させて塩化アルミニウムを析出し、それがアルミニウムとは異なる性質を持っていることを調べるという内容であったため、条件のコントロールを自分なりに行う必要はなく、試行錯誤せず容易に実験から結果を導き出したため、記述量も全体的に少なく、その結果、リンクの必要性が減少したと考えられる。

つまり、記述量の大小は実験を試行錯誤しながら行うことができたか否かにその要因があり、自分で考えて活動する場面の有無に起因していると

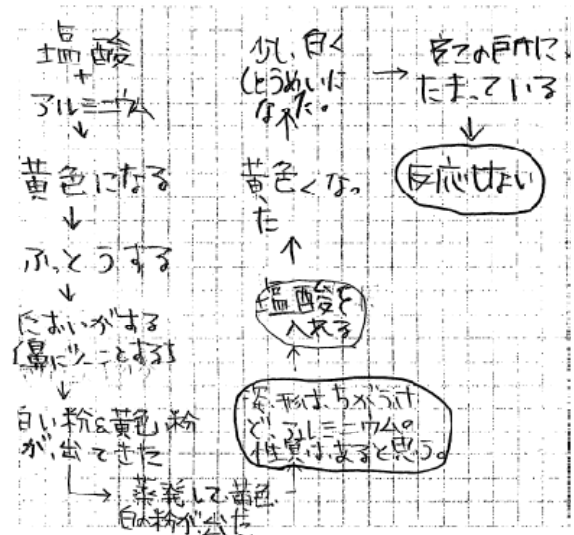


図 13 実験・観察メモの記述例②

ということが明らかとなった。

次に、実験・観察メモの中に自分の考えや疑問も交えながら記述がなされているかについての分析を試みた。実験・観察メモに結果だけでなく自分の考えや疑問も交えて記述することは、その時点での自分の考えを確認し、過去の自分の考えを振り返ることを可能にし、結果として子どもの能動的な学習を促すと考えることができる。

その結果、授業時間によって自分の考えを記述している子どもの割合に差が生じていることが明らかとなった。子どもの記述内容から鑑みた、その差異の要因とは、学習内容の差異というよりも、他者の意見を取り入れるか否かの影響が大きいといえる。

その一例として、図13の子どもの記述を示す。この実験・観察メモを記した子どもは、析出した塩化アルミニウムの様子について、他者の意見である「姿、形は違うがアルミニウムの性質を持っているかもしれない」をふまえて、それに賛同し、自分の考えとしている。これは他者の考えを踏まえることで、自分の考えを表現し易くなるということを示唆している。

さらに、理科学習シートにおいて、実験・観察メモを用いて学習を振り返り、「原因」と「結果」を関係付けながら、自分の考えを記述しているか否かについても分析を試みた。授業で用いた理科

学習シートを活用する際には、自分の考えを理由と共に記述することが求められており、実際に教師からも指導がなされていた。そのため、自分の考えとその理由については、全員が記述していた。

「泡がでて、シュワシュワ、パチパチなって～」というように実験場面で観察し、メモしたことを根拠に自分の考えを記述することは、学習課題の如何を問わず、9割以上の子どもができていた。このことから、学級のほとんどの子どもが実験・観察メモで記述した内容を、自分の考えを表現するために活用することが明らかとなった。

最後に、実験の要因を抽出して時系列で記述する実験・観察メモを、子どもがどのように価値づけながら使用しているのかを知るために、理科学習シートの「実験・観察メモを書いたことで『よかった!』と思うことは?」という項目の記述内容についても分析を試みた。

ここでは、「よかった」と思うことについての記述を求められているため、子どもが肯定的な意見

を比較的に表出させ易いという面もあるのだが、表5に示すように、学級の8割以上の子どもが実験・観察メモの記述を肯定的に捉えていることも明らかとなった。

同時に、学級の6割以上の子どもは授業実践で用いた理科学習シートを「考えをまとめるのに役に立つ」と、その他の子どもも「結果がよくわかる」と価値づけていた。「気づきをいろいろ書けたからよかった」と実験・観察メモを価値づけた子どもは、「粒が見えた」、「湯気みたいなのがでてきた」、「音が大きくなった」等の気づきを実験・観察メモに記述しており、この実験・観察メモをもとにして、自分の考えの理由を「粒々がでて、煙がでたり音がでたりしたこと」と記述していた。

このことは、実験・観察メモに結果だけでなく抽出した要因を記述することで、学習を振り返って自分の考えを書く際の手がかりが増え、考えを表現し易くなるということを示唆している。

また、表6に示したように、つながりを書くことで、実験結果や自分の考えを書きやすかったと記述している子どもが、授業時間を追うごとに若干ではあるが増加していることも明らかとなった。このことは、小単元での学習が進むにつれて、つながりを書くことに対する有用感を子どもが抱く可能性を示している。このように過去の学習を振り返り、現在の学習課題を把握して、先の学習を見通す学習活動は、子どものメタ認知を促し、能動的な学習へと繋がっていくものと考えられる。

授業で用いた理科学習シート分析からは、自分の学習プロセスを記述し、自身の学習の来歴について振り返る場面を設定することで、子どもは学習の繋がりを意識するようになるということが明らかとなった。そして、子どもが学習の来歴を理解することに関して、その有用性を認識し活用するためには、本研究の授業実践のように「もの」・「行為」・「原因」・「結果」についてメモしていくといった活動を構想し、教師が支援を続けていくことが重要であることも改めて明らかとなった。

表5 「実験・観察メモを書いたことで『よかった!』と思うことは?」の項目に関する記述の割合①

授業時間 記述内容		水溶液が金属を溶かすのか調べよう							
		①		②		③		④	
肯定的な意見	考えをまとめるのに役立つ	93%	63%	84%	60%	92%	67%	83%	62%
	結果がわかる		17%		16%		13%		21%
	その他		3%		8%		12%		0%
「未記入」又は「ない」		7%		16%		8%		17%	

註)表中の丸数字は小単元における授業回数(時数)を表している。

表6 「実験・観察メモを書いたことで『よかった!』と思うことは?」の項目に関する記述の割合②

授業時間 記述内容		水溶液が金属を溶かすのか調べよう			
		①	②	③	④
つながりを書くこと		3%	8%	8%	27%

註)また、表中の丸数字は小単元における授業回数(時数)を表している。

## 8. 本研究の成果と課題

子どもが学習のつながりを意識することを「意味のあること」と感じ、既存の知識と学習内容との関連を考えていくことができるのであれば、学習場面だけでなく、日常生活での様々な場面においても自分で考え、自分で行動することが可能になると考えることができる。このため本研究における授業実践での授業構想や授業方略は、理科学習で熟達を目指すコンピテンシーとして注目した、「自律的に活動する力」の育成の一助になると考えることができる。

そして、過去に学習したことを現在の学習に活かすという点においては、理科学習を通じて熟達することが望まれている科学的リテラシーの育成に必要とされる「道具を相互作用的に用いる力」の熟達も望むことができるであろう。

授業で用いた理科学習シートに記述されていた「つながりを書くことで実験結果や自分の考えが書きやすかった」という子どもの意見からは、子ども自身も学習の前後のつながりを意識しようとしている姿が見て取れる。さらに、授業を経ていく毎に学習のつながりを意識する子どもが若干ではあるが増加しているということからも、子ども自身に学習の来歴を意識させることを教師が継続して支援していくことの重要性も明らかとなった。

本研究では、子どもが授業場面における学習プロセスを記述し、自身の学習の来歴について振り返る場面を設定することが、子どもの能動的な学習、すなわち、本研究において注目した「自律的に活動する力」を熟達させる一助となることを明らかにした。

しかしながら、自然事象に関する子どもの理解の様態を詳細に探る方略や、「自律的に活動する力」をさらに熟達させるための要因の検討に関しては、必ずしも十分とはいえず、今後も更なる検討と改善が必要であり、課題となっている。また、分析の方法にも改善の余地が大いに存在する。この他にも本研究における課題は様々なものがあるであろうが、それらの課題については、更なる授業実

践を通じて少しずつ改善を図っていきたい。

## 附記

本論文は、『佐賀大学教育実践研究第 26 号 (2010)』に掲載された「自律的に活動する力の育成を目指した理科授業実践に関する一考察 — 『水溶液の性質』の学習プロセスの分析を通して —」(pp.65-75)を、査読により加筆修正したものである。

## 【引用・参考文献および註】

- 1) 文部科学省：「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申案)」, 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会 (第 72 回, 平成 19 年 12 月 25 日) 配布資料, 2007  
([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/07122601/001/004.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/07122601/001/004.htm))
- 2) 国立教育政策研究所：「特定の課題に関する調査 (理科) 結果のポイント」, 2007  
([http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei\\_rika/06002040000007001.pdf](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_rika/06002040000007001.pdf))
- 3) ドミニク・S・ライチェン, ローラ・H・サルガニク編著 (立田慶裕 監訳)：「キー・コンピテンシー 国際標準の学力をめざして」, 明石書店, 2006
- 4) 森本信也：「有意義な学習の成果として生まれる理科の学力」, 理科の教育 10 月号 (651 号), p11, 東洋館出版社, 2006
- 5) 福岡敏行編著：「コンセプトマップ活用ガイド」, pp.23, 東洋館出版社, 2002  
(ただし、図 1 はノバックが以下の著作において示した図に、福岡が日本語訳を加筆したものである。Novak, J.D. : *A THEORY OF EDUCATION*, p27, Connell University Press, 1977)
- 6) 佐藤寛之・森本信也：「認識論的 Vee 地図の教授論的な活用に関する考察」, 理科教育学研究 (日本理科教育学会), Vol.49, No1, pp. 53-63, 2008

- 7) 小野瀬倫也：「みんなと学ぶ小学校理科 教師用指導書 小学校理科 50 のキーワード」, p149, 学校図書株式会社, 2005
- 8) 岡本雅彦：「メタ認知－思考を制御・修正する心の働き」, 森敏昭編著・21世紀の認知心理学を創る会著『認知心理学を語る 第3巻 おもしろ思考のラボラトリー』, p144, 北大路書房, 2001
- 9) 前掲書 7)
- 10) 下條隆嗣・内藤誠一：「キーワードから探るこれからの理科教育」, 東洋館出版社, p167, 1998
- 11) 前掲書 6), pp.53-54
- 12) Novak, J.D. & Gowin, D.B. : *LEARNING HOW TO LEARN*, pp.2-3, Cambridge University Press, 1984
- 13) 前掲書 6), p54