

一人一人が未来の創り手となる豊かな学びの創造

—理科における学びがつながることを目指した問いの工夫と振り返りの工夫を通して—

指導主事 有田 啓二

研究協力員 合志市立合志中学校 教諭 一安 恵

1 研究の視点について

(1) 視点1『見方・考え方』に着目した問いの工夫について

児童生徒が「見方・考え方」を働かせながら事象を見たり、多様な他者と協働したりしながら、問題を解決していくようにすることを目指し、『見方・考え方』に着目した問いの工夫を設定した。

理科においては、新学習指導要領解説理科編の中で、領域ごとに特徴的な「見方・考え方」の整理例が示されている。

本研究では、この整理例を基に、「問い」や学習活動がどのように変わるのを探ることとした。

図1は、「見方・考え方」を働かせたときに、どのような学習活動になりうるかを仮説として示したものである。

	エネルギー	粒子	生命	地球
見方 考え方	量的・関係的な視点	質的・実体的な視点	多様性と共通性の視点	時間的・空間的な視点
比較する	測ってみる	同じ操作をして反応を比べる	集めてみる	地点、時点を覚えて記録してみる
関係付ける	グラフや表に表す	粒(重さ)で考える	分類する	データを配置する
条件を制御する	決まりを見つける	モデルに置き換えて考える	並べる	モデルで考える
多面的に考える			関係図にまとめる	

図1 理科の各領域における特徴的な見方・考え方と主な活動例(仮説)

このように、「見方・考え方」を働かせることで、問いが変わり、問いが変わることで学習活動が変わるだろうと考えた。

これら一連の探究活動を通じた学びは、「見方・考え方」が広がったり深まったりし、ひいては「一人一人が未来の創り手となる」資質・能力の育成につながるものである。(図2参照)

特に、理科では、単元のまとまりを意識し、「見方・考え方」を働かせながら解決するような問いを設定する。この単元を貫く問いを、児童生徒が自らの「見方・考え方」をより豊かで確かなものにしなが

決していくような単元構成を工夫した。

(2) 視点2「学びを実感する振り返りの工夫」について

学習活動を通して、児童生徒が自身の成長を実感し、次の活動につなげることができるようにすることを目指し、「学びを実感する振り返りの工夫」を設定した。

ある自然事象に対して、始めに自分はどうのような知識・概念を持っていて、他者はどうのような知識・概念を持っていたのか。そして、その既存の知識・概念をどうのような手続きによって、より科学的に妥当だと納得できる知識・概念へと更新していったのか、その自らの学びの履歴を振り返ることによって、豊かな学びとしたい。(図2参照)

また、振り返りは学習の終末だけのものではなく、学習の初めに前時の振り返りを行うことにより、課題が焦点化され、「見方・考え方」を働かせた学習活動につながるようになる。

理科では、「学びを実感する」ために、学習の足跡となる単元シートやガイドブックの作成を検討した。

「何が分かったか」だけでなく、「どのように分かったか」さらに「何が分かっていないか」「何ができるようになるか」と振り返ることは、次の学びにつながるだけでなく、学びの全体像をつかむことにもつながると考えている。

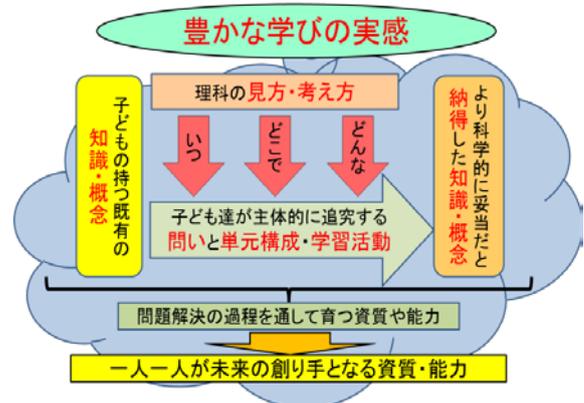


図2 本研究における理科の学びのイメージ

2 研究の実際

検証 中学校第3学年

単元名 水溶液とイオン「電流が流れる水溶液」

(1) 本単元の授業設計

① 生徒の実態から

学習内容の定着について、平成29年度熊本県学力調査の結果から実態を見取った。観点別に見てみると、「自然事象についての知識・理解」と「自然事象への関心・意欲・態度」の観点において県平均を上回っており、「観察・実験の技能」については県平均とほぼ同じである。小問分析によると、「観察・実験・測定方法を考える問題」や「比較して表現したり説明したりする問題」に多少の課題が見られる。また、同調査の質問紙調査の結果分析では、難問への挑戦に対する意識が県平均よりも低いことが分かった。

これらのことから、自然事象への関心・意欲が高く、基礎・基本の定着ができてきている生徒が比較的多い反面、観察・実験の技能の定着が不十分で、自ら実験方法を考えたり、自分の考えを表現したりすることを苦手としている。知識技能の習得だけでなく、活用できる場の設定が必要だといえる。

また、本単元内容にかかる学習の定着状況においては、図3に示すとおりである。第1学年の学習内容「物質の状態変化」については80%の生徒が図や言葉で説明できている。また、「食塩と砂糖が水に溶ける前後の粒子の様子」については、80%の生徒が、食塩も砂糖も固体の時には粒子を詰めて示しており、水溶液になると拡散している粒子モデルを示している。これらのことから、本単元の学習内容に対して、物質の状態が変化しても（食塩水も砂糖水に変化しても）固体と同じ性質であると認識していることがうかがえる。

物質の状態変化について		
図と言葉で説明できた	図で説明できた	誤答・未記入
26人(72.2%)	3人(8.3%)	7人(19.5%)
食塩と砂糖が水に溶ける前後での粒子の様子		
食塩と砂糖が同じような粒子モデル、水溶液では拡散している粒子モデルで表現		29人 80.5%
食塩の水溶液のみ、電離した様子を粒子モデルで表現		1人 2.8%
未記入、沈殿など		6人 16.7%

図3 本単元内容にかかる定着状況

② 単元観

本単元は、小学校では、第6学年で「水溶液の性質」について学習している。また、中学校では、第1学年で「(2)身の回りの物質」、第2学年で「(3)電流とその利用」と「(4)化学変化と原子・分子」について学習している。

これまでの「水溶液中の粒子概念」、「電気分解における化学変化」及び「電流の正体としての電子」などの学習内容をふまえて、ここでは、様々な水溶液に適切な電圧をかけ、水溶液の電気伝導性や電極に生成する物質を調べる観察や実験を通して、結果を分析して解釈させる。特に、溶けている物質には電解質と非電解質があることを見いださせることとイオンの存在及びイオンの生成が原子の成り立ちに関係することを理解させることがねらいである。

中学校第1学年「物質のすがた」では、物質の溶解を溶質の粒子が水の粒子の間に拡散していることを学習しており、食塩水と砂糖水のそれぞれの溶けている状態を同じ現象として捉えている。また、中学校第2学年「電流とその利用」では、電流の正体が電子であることを理解しているが、水溶液中でのイオンの移動についての概念はまだ未形成である。

これらのように、今までの「物質が溶ける」という概念だけでは説明できないような水溶液の電気伝導性について、既習内容を組み合わせながら、既存の粒子モデルを修正して考えていくことは、生徒自らが理科における質的・実体的な見方を働かせながら知識を構築していくことにつながる。

本単元において、観察・実験結果と新たな粒子モデルとを関連付けて考えさせる学習活動は、「見方・考え方」が豊かで確かなものになっていくことにつながる。この学習過程を通じて、物事を見た目だけで判断せず、事物・現象の本質を見極めることのできる資質や能力の獲得、ひいては未来の創り手となる「豊かな学び」の創造につながるものであると捉える。

③ 指導観及び研究の視点

ア 指導観

固体では、色、伝導性及び溶解して透明になるといった同じ性質を持つ2つの物質が、水溶液になることで質的に変化していることに疑問を持たせていきたい。質的実体的に現象を見ていく視点を大事に

し、その見方・考え方を働かせながらイオンの存在に気付くだけでなく、その動きや各電極での変化についても説明できるようにしていく。

教材研究として、水溶液中のイオンを「電気を帯びる粒子の移動」と捉えることができるように、色の付いた粒子の移動とイオンを結び付けることができる「塩化銅水溶液の寒天」を用いた実験を開発する。その実験から見方・考え方を働かせ、次時の塩化銅水溶液の電気分解の実験につなげるようにしたい。

また、生徒が見方・考え方を働かせた変容を生徒自身が実感できるような単元シートを工夫する。生徒の実態が、「自ら実験方法を考えたり、自分の考えを表現したりすること」を苦手としていることを踏まえ、「比較する」「関係付ける」「条件を制御する」「多面的に考える」などの方法を、各学習活動の場面で適宜明確に提示していく。

イ 研究の視点

(ア) 研究の視点 1

見方・考え方に着目した単元構成を行い、次の①から③のように学習活動を展開していく。

- ① 実体的な視点でとらえることができるように、液中の溶質の状態を粒子モデルで考えさせる。
- ② 「比較する」「関係付ける」などの方法で、観察・実験結果を整理させる。
- ③ 観察・実験結果と粒子モデルを関連付けて考えさせる。

(イ) 研究の視点 2

単元シートの活用においては、次の④から⑦のように振り返りを行う。

- ④ 観察・実験方法や結果を整理できる単元シートの工夫を行う。
- ⑤ 単元の学習前後で、見方・考え方がどのように働いたか生徒自身が気付くことができるように、各時の終末で自分の考えを確認させる。
- ⑥ 電解質水溶液や電解質について粒子モデルを用いて班内で互いの意見を伝え合う活動を通して、結論を練り上げさせる。
- ⑦ 生徒自身で本時の学習をふまえた振り返りができるように、「振り返りの視点」を明確に定めて、自己評価をさせる。

④ 単元の目標及び評価規準

単元の目標	水溶液に電流を流す実験を行い、水溶液の電気伝導性について理解するとともにこれらの事物・現象をイオンのモデルと関連付けて考えることができる。
自然事象への関心・意欲・態度	水溶液の電気伝導性、原子の成り立ちとイオンに関する事物・現象に進んでかかわり、それらを科学的に探究しようとしている。
科学的な思考・表現	水溶液の電気伝導性、原子の成り立ちとイオンなどに関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験を行い、水溶液の種類と電気伝導性、イオンの存在、イオンのモデルと関連付けて自らの考えをまとめ、表現している。
観察・実験の技能	水溶液の電気伝導性、電気分解などに関する観察・実験の基本操作を習得するとともに、観察・実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。
自然事象についての知識・理解	水溶液には電流が流れるものと流れないものがあること、イオンが存在すること、イオンの生成が原子の成り立ちに関係することについて基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。

⑤ 単元計画

単元を貫く問い:食塩水と砂糖水では、「溶けている」状態にはどのような違いがあるのだろうか？

次	時	学習活動	評価及び研究の視点
1	1	1 砂糖水、食塩水、塩化銅水溶液、食紅の水溶液の電流の流れ方の違いについて知る。	【関心・意欲・態度】①行動観察、単元シート 【研究の視点2】 ⑤単元の学習前後で、見方・考え方がどのように働いたか生徒自身が気付くことができるように、各時の終末で自分の考えを確認させる。
		2 溶ける前と後で性質が変わる物質と変わらない物質の違いについて、粒子モデルで考える。	【関心・意欲・態度】①行動観察、単元シート 【研究の視点1】 ①実体的な視点でとらえることができるように、液中の物質の状態を粒子モデルで考えさせる。
		3 塩化銅水溶液寒天を用いた電気分解を行い、色が移動する原因を考える。【本時】	【科学的な思考・表現】①単元シート、発表 【研究の視点1】 ②「比較する」「関係付ける」などの方法で、観察・実験結果を整理させる。 ③観察・実験結果と粒子モデルを関連付けて考えさせる。
	4	4 塩化銅水溶液の電気分解を行い、電極こできる物質と前時で移動した青色の粒子の性質を関連付けて考える。	【科学的な思考・表現】①単元シート、行動観察 【研究の視点1】 ②「比較する」「関係付ける」などの方法で、観察・実験結果を整理させる。 【観察・実験の技能】①行動観察 【研究の視点2】 ④観察・実験方法や結果を整理できる単元シートの工夫を行う。
		5 塩化銅水溶液には電流が流れるが、固体の塩化銅に電流が流れない理由を、今までの粒子モデルを基に考え、イオンの存在について知る。	【知識・理解】①単元シート、発表 【研究の視点1】 ②「比較する」「関係付ける」などの方法で、本時の実験結果もふまえて、粒子モデルで記入させる。 【研究の視点2】 ⑤単元の学習前後で、見方・考え方がどのように働いたか生徒自身が気付くことができるように、各時の終末で自分の考えを確認させる。 ⑥電解質水溶液や電解質について粒子モデルを用いて班内で互いの意見を伝え合う活動を通して、結論を練り上げさせる。 ⑦生徒自身で本時の学習をふまえた振り返りができるように、「振り返りの視点」を明確に定めて、自己評価をさせる。

(2) 指導の実際 (3/5時間)

過程	学習活動及び指導上の留意点
導入	<p>1 前時の粒子モデルを確認する。</p> <p>学習目標 (めあて)</p> <p>塩化銅水溶液に電流が流れる理由を粒子モデルで説明しよう。</p> <p>[本時の問い] 塩化銅水溶液の中の青い粒子は、電流が流れるとき、どのような動きになるのだろうか？</p>
	<p>2 課題について調べる。</p> <p>(1) 塩化銅水溶液寒天に電流を流し、どのような変化が見られるか予想を立てる。</p> <p>(2) 塩化銅水溶液寒天に電流を流し、青色の移動について調べる。</p> <p>「塩化銅水溶液の寒天」を用いた実験</p> <p>実験前 実験後</p> <p>陰極 陽極</p> <p>食塩水の寒天 塩化銅水溶液の寒天</p> <p>陰極の方へ移動しているのが分かる</p> <p>(3) 結果を整理する。</p> <p>(4) なぜ青色の粒子が一極に寄っていたのかを考える。</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>② 「比較する」「関係付ける」などの方法で、観察・実験結果を整理させる。</p> <p>③ 観察・実験結果と粒子モデルを関連付けて考えさせる。</p> <p>評価：科学的な思考・表現 (単元シート、発表)</p> <p>B基準 塩化銅水溶液の寒天に電流を流したときの結果を基に、色の変化と電気を帯びた粒子の動きとを関連付けて考えることができる。</p> <p>A基準 B基準に加え、一極に青色の粒子が移動したことを粒子モデルで説明することができる。</p> <p>〈B基準に達していない生徒への手立て〉</p> <p>○色の動きが電流を流した結果であることに着目させて表現させる。</p> <p>○粒子モデルと関連付けて発表させる。</p>
展開	<p>(3) 結果を整理する。</p> <p>(4) なぜ青色の粒子が一極に寄っていたのかを考える。</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>② 「比較する」「関係付ける」などの方法で、観察・実験結果を整理させる。</p> <p>③ 観察・実験結果と粒子モデルを関連付けて考えさせる。</p> <p>評価：科学的な思考・表現 (単元シート、発表)</p> <p>B基準 塩化銅水溶液の寒天に電流を流したときの結果を基に、色の変化と電気を帯びた粒子の動きとを関連付けて考えることができる。</p> <p>A基準 B基準に加え、一極に青色の粒子が移動したことを粒子モデルで説明することができる。</p> <p>〈B基準に達していない生徒への手立て〉</p> <p>○色の動きが電流を流した結果であることに着目させて表現させる。</p> <p>○粒子モデルと関連付けて発表させる。</p>
整理	<p>3 本時の学習を振り返り、次時の内容を知る。</p> <p>○次時は、色付きの電気を帯びた粒子が、移動する結果から、そのまま電流を流し続けると、電極でどんな変化がでるか調べるについて伝える。</p>

(3) 検証結果と考察

① 「豊かな学び」について

検証授業の前後における「豊かな学び」に関するアンケート結果は以下のとおりである (表1)。

表1 「豊かな学び」に関する変容 (N-36) 4件法

	質問	事前	事後
学習活動の充実	1 理科の学習のとき、現象をモデルに置き換えて、比較したり関係付けたりしながら問題を解決しようとしている。	2.64	3.19 **
	2 理科の学習のとき、様々な解決方法を試しながら、問題を解決しようとしている。	2.86	3.19 *
	3 理科の学習のとき、一人一人ができることを生かしながら、友達や先生と一緒に問題を解決しようとしている。	2.97	3.39 **
成長の実感	4 理科の授業のとき、「分かるようになった」や「できるようになった」と感じる。	3.33	3.50
	5 これまで学んだことを活かして理科の学習に取り組んでいる。	3.11	3.39 *
	6 理科の学習で学んだことをこれからの学習や生活に生かそうとしている。	3.06	3.19

有意確率※: P<0.05 ※※: P<0.01

全ての項目について、事後において肯定的な変化が見られた。これらの結果は、研究1の視点による単元を通して解決する問いと、その解決のために一時間毎の問いを設定することで、そのつながりを意識して学習活動が展開できたことによるものだと考えられる。また、その取組により、生徒が理科の見方・考え方を働かせて試行錯誤したり、他者と協働したりする場面が増えたことも関連が深いといえる。

具体的には、アンケート項目1, 3の結果から、生徒は、単元を通して解決する問いで、電解質が水に溶けたときの質的な変化や電解質水溶液と非電解質水溶液の違いを粒子モデルとして表すことができた。また、この学習過程を通じて、観察・実験結果を基に自分の見方・考え方を働かせ、班内や全体で共有したり、深め広げたりすることにつながっている。さらに、単元を通して、現在の見方を意識して、観察・実験結果を粒子モデルで表すことで、「ここまでは分かったが、この現象については、更に調べる必要がある」など、次の学習へのつながりを生徒自身が意識することが可能になり、次に解決すべきことが何かを明確に意識することができている。

また、アンケート項目2, 5の結果が示すように、生徒は、探究的な学習過程を通して、自分の成長の実感や、様々な方法で解決を試みている実感及び現在の学びを次の学びに生かしている実感につながったと感じている。

研究の視点2による単元シートの作成とその活用により、単なる知識の理解だけでなく、生徒が、自分の学びの過程を意識し、変容を把握することができるようになった。「見方・考え方を働かせることで、もっと調べてみないと分からないこと、新たに導いた考え方」が分かるように単元シートに記入していくことで、自らの成長や現在の学びを次に生かしている実感につながっている。

実際に生徒が作成した単元シートに、図4が示すように、生徒の現象に対する考え方が修正され、思考が深まっていく様子や過程が見て取れた。

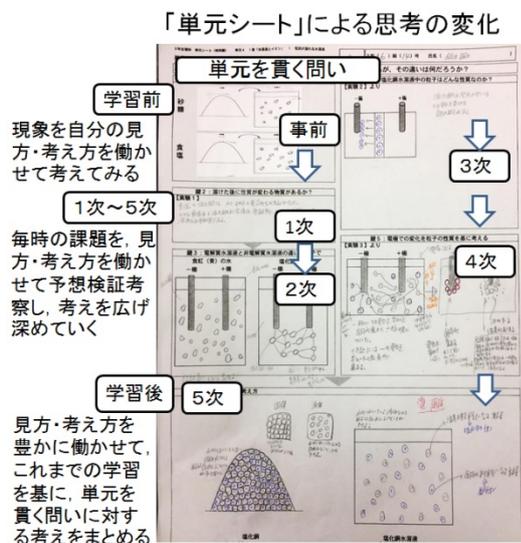


図4 「単元シート」による思考の変化

② 「未来の創り手」について

検証授業の前後における「未来の創り手」に関するアンケート結果は以下のとおりである(表2)。

表2 「未来の創り手」に関する変容 (N=36) 4件法

質問	事前	事後
1 自分が成長したと思う。	3.11	3.36※
2 周りの人が成長していると思う。	3.39	3.56
3 周りの人から成長を認められていると思う。	2.67	2.64
4 学んだことをもとに、自分自身が主体的になったと思う。	2.78	2.97
5 周りの人が、学習を通して、主体的になったと思う。	3.00	3.28

有意確率※: $P < 0.05$ ※※: $P < 0.01$

5項目4項目について、事後において肯定的な変化が見られた。

アンケート結果項目1, 2から分かるように、生徒自身が自分の成長だけでなく、周りの成長を実感することにつながっている。同時にそれは、表1「豊かな学び」に関する変容で示した、試行錯誤して問題を解決しようとしている姿勢(表1中の項目2)

やこれまでの学習で学んだことを生かそうとする意識(表1中の項目5)にも反映されている。

以上のことから、単元を貫く問いに対して、毎時間の課題を解決していく学習過程をつなげて構成することは、生徒自身が自分の見方・考え方が豊かになり、学びに対して主体的になっていく結果につながるものだといえる。

3 研究のまとめ

(1) 成果

検証結果①②から、研究の視点1, 2に基づいた取組が、学習活動をより豊かな学びとしたといえる。

単元構成を考え、見方・考え方に着目した問いの工夫は、見方・考え方を豊かにしていく学習活動の展開につながり、生徒達が協働して課題解決する姿やこれまで学んだことを活用して解決しようとする姿へと導くことができた。同時に、一つ一つの学習がつながる学習過程を通して、生徒自身が学びや成長を実感することにつながった。

この他、課題解決を理科の見方・考え方といった思考の枠組みで予想し、課題を解決する学習過程は、物事を見た目だけで判断せず、同じように透明な水溶液であっても、水溶液中の粒子の様子が異なることに気付くといったような事物・現象の本質を見極める大切さを実感できているといえる。

(2) 課題

単元のまとまりとして問いの設定を行い、学習過程を計画するので、生徒の実態把握とその既習事項の復習を必要とする。本単元に関連する学習の復習を十分に行う必要がある。

アンケート結果(表2)の項目3が示すように、周りからの成長を認められる機会を再考する必要がある。今回の単元では、個人思考から班や全体思考への流れに重点を置いていたため、単元の終末における個人思考の時間が不足していた。自らの見方・考え方が豊かになった大切さを、他者に伝える場を今後は設けていく。

《引用・参考文献》

- ・中学校学習指導要領解説 理科編(平成29年3月告示)
- ・中央教育審議会答申「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及び必要な方策等について」
- ・全国学力・学習状況調査 過去問題及び質問紙調査