

10	稲沢	治郎丸中学校	タナカ サアヤ
			氏名 田中 早彩
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）

研究題目 主体的に学び、科学的に探究する生徒の育成
—理科の見方・考え方を働かせた学習活動を通して—

研究要項

1 主題設定の理由

平成 29 年に告示された学習指導要領解説理科編では、「…理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察・実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に探究（解決）する…（括弧内は小学校）」ことを、教科の目標としている。これを受けて、稲沢市理科部会では、「協働的な学びの中で、科学的に探究する生徒の育成」として、生徒が学習に見通しをもつようにしたり、対話的な活動を工夫したりと、様々な手立てを講じてきた。

その結果、生徒が見通しをもち、自分の考えを伝えることができるようになった。その一方で、生徒は十分に根拠を明確にすることができず、「科学的に探究する」というテーマに十分に迫れなかったという課題が明らかになった。よって、本研究では、生徒が見通しをもつことで主体的に取り組み、明確な根拠をもち、科学的に探究することができるように、手立てを講じていく。

「理科の見方・考え方」とは、従来「科学的な見方・考え方」と言われていたものであり、平成 29 年の改訂において〈見方〉は分野毎に、〈考え方〉は学年毎にそれぞれ主なものが明言されている（資料 1）。

〈見方〉	エネルギー「量的・関係的」 生命 「共通性・多様性」	粒子「質的・実体的」 地球「時間的・空間的」
〈考え方〉	中 1 『自然の事物・現象に進んで関わり、その中から問題を見いだす』 中 2 『解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する』 中 3 『探究の過程を振り返る』	
資料 1 学年ごとの〈考え方〉		

資料 1 に具体化されるような「理科の見方・考え方」を自在に働かせることで、生徒はどのような視点で自然の事物・現象を捉え、どのような考え方で思考すればよいかを自覚しながら自然の事物・現象に関わることができるようになる。生徒が見通しをもち、これらの「理科の見方・考え方」を働かせることができれば、主体的に明確な根拠をもって、科学的に探究することができると思う。

2 研究の仮説と手立て

二つの仮説を設定し、二つの手立てを単元に位置づけ、具体的な方策を考えた。

【仮説Ⅰ】 単元導入で自然の事物・現象との魅力的な出会いを演出し、生徒が見いだした問題を基に「単元を貫く課題」を設定すれば、見通しをもって学習に取り組み、明確な視点をもって主体的に学ぼうとする生徒が育成できるだろう。

手立て① 単元導入時における教師による「再実験」

新たな見方や好奇心を生徒がもてるように、前単元で行った実験の条件を少し変えて、教師が再度演示する。また、単元の初めに生徒達が見いだした問題を基に学習課題を立て、単元計画を行う。

【仮説Ⅱ】 理科の見方・考え方を事前に示したり、自分の考えはどの見方・考え方を働かせたのか振り返られるようにワークシートを工夫したりすれば、生徒は既習事項と事物・現象を関わらせて、科学的に探究する姿に迫ることができるだろう。

手立て② 「理科の見方・考え方カード」と「考察シート」の活用

自分の仮説や実験結果から考察する際に、「理科の見方・考え方カード」と「考察シート」を活用

用する。「理科の見方・考え方カード」は、生徒に使ってもらいたい見方・考え方を示した一覧でいつでも使えるようにして、より科学的に探究できるようにする。また、「考察シート」には、どの見方・考え方を使ったか意識できるように、使った見方・考え方に印を付けるようにして、自身の理科の見方・考え方を振り返ることで、授業でどの見方・考え方を働かせたのかを生徒自身が自覚できるようにする。

これらのことを踏まえ、以下に研究構想図を示す。



3 研究計画（単元名「化学変化と物質の質量」8時間完了）

知識・技能	○化学変化を原子や分子のモデルと関係付けながら、化学変化と質量の保存、質量変化の規則性についての基本的な概念や原理・法則などを理解するとともに、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付ける。			
思考・判断・表現	○化学変化と物質の質量について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、実験結果を原子や分子と関係付けて分析して解釈し、化学変化における物質の変化やその量的な関係を見いだして表現する。			
主体的に学習に取り組む態度	○化学変化と物質の質量に関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする。			
時	学習課題	本時の目標	評価規準	手立て
1	化学変化の前後で、物質の質量はどのようになるのだろうか。	○質量保存の法則の学習に進んで関わり、それらと関係するさまざまな事物・現象について、問題を見いだす。	○化学変化が起こるときの物質の質量が保存される現象についての学習に進んで取り組み、事物・現象と日常生活を関係付けて問題を見いだそうとしている。	1
2		○質量保存の法則について、原子や分子のモデルと関係付けて、反応前後で質量の総和が等しいことを見だし、自らの考えを見いだす。	○反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいことについて、原子や分子のモデルと関係付けて、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	2
3		○質量保存の法則について、原子や分子のモデルと関係付けながら、反応前後で質量の総和が等しいことを理解する。	○化学変化の前後で物質の質量の総和が等しいことについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	
4	銅と酸素が反応するとき、その比にどのような規則性があるのだろうか。	○反応する物質の質量の割合の学習に進んで取り組み、それらと関係するさまざまな事物・現象について、科学的に探究しようとする。	○反応に関係する物質の質量の間にどのような関係があるかを調べる学習に進んで取り組み、それらを科学的に探究しようとするとともに、事物・現象と日常生活を関係付けて考えようとしている。	
5		○金属を酸化させたときの質量の変化を測定する実験の技能を習得するとともに、結果の記録や整理の仕方を身に付ける。	○反応する物質の質量の割合について調べる実験を、実験器具を正しく操作して行い、結果の記録や整理の仕方を身に付けている。	
6		○金属を加熱したときの質量変化について、見通しをもって解決する方法を立案する。	○反応する銅と酸素の質量の比について、見通しをもって解決する方法を立案し、表現している。	2
<探究活動>				
7	マグネシウムを二酸化炭素中で加熱すると、どんな化学変化が起こるのだろうか。	○二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼について、原子や分子のモデルや化学反応式で表すことに興味をもち、科学的に探究しようとする。	○化学変化を原子や分子のモデルや化学反応式で表すことに興味をもち、今まで実験した化学変化をモデルで考えたり化学反応式で表そうとしていたりしている。	
8		○二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼について、原子や分子のモデルと関係付けながら、実験結果を分析して解釈し、二酸化炭素が還元されることを見だし、表現する。	○化学変化について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験を行い、原子や分子のモデルと関係付けてその結果を分析して解釈し、化学変化における物質の変化を見いだして表現しているなど、科学的に探究している。	2
資料2 研究計画				

4 対象生徒と抽出生徒

(1) 対象生徒

稲沢市立治郎丸中学校 2年生 131名

(2) 生徒の実態

単元の初めに生徒に実施した事前アンケートの結果を示す（資料3）。

質問項目		はい	いいえ
1	実験は好きか。	126人 (96%)	5人 (4%)
2	考察することは好きか。	43人 (32%)	88人 (67%)
3	考察の書き方、考え方を分かっているか。	73人 (55%)	58人 (45%)
4	「理科の見方」を働かせることができているか。	40人 (30%)	91人 (70%)
5	「理科の考え方」を働かせることができているか。	55人 (41%)	76人 (59%)
資料3 事前アンケート結果			

事前アンケート結果（資料3）から、実験自体が生徒達の目的となっており、何を確かめるための実験なのかが明確になっていないと考えた。また、理科の見方・考え方について質問しても、「見方・考え方って何？」という声が大半であった。さらに「見方・考え方を働かせることができている」と答えた生徒に「理科の見方って例えばどんなものがあるのか」と質問しても、答えられた生徒はいなかった。つまり、そもそも理科の見方・考え方自体への理解度が低く、自在に働かせられていないと考えた。

以上のような実態を踏まえ、本実践では、抽出生徒を以下のように設定した（資料4）。

生徒	生徒の実態	教師の願い
A	友達と実験すること自体は好きだが、見通しがもてていない。また考察時には、何を書いてよいか分からず、書かないこともしばしばある。	実験の目的を明確にし、見通しをもって行う実験の楽しさを実感してほしい。また理科の見方・考え方を意識して科学的に探究できる力を付けてほしい。
B	理科が好き。授業中に自分の考察を全体交流のときに発表することもある。しかし、偏った見方や考え方の考察になってしまう。	様々な理科の見方・考え方を知り、自在に働かせられるようになってほしい。
資料4 生徒A・Bの様子と教師の願い		

5 研究の実際

(1) 手立て1を講じたときの様子

第1時の導入で、教師による「スチールウールの燃焼実験」を演示した。電子ばかりに乗せたまま実験を行ったことで、生徒達はスチールウールの様子の変化に加え、電子ばかりの目盛りの変化に着目することができた。このスチールウールの実験は、前単元に生徒達自身が行った実験である。前単元での実験後と今回の電子ばかりを用いた実験後に生徒が見いだした問題を資料5に示す。

資料5より、前単元後に質的な見方で鉄を見ていた生徒達が、電子ばかりを用いて行った再実験によって、量的な見方を新たに働かせた記述が多く見られた。また、下線部のように前時で学習した「鉄+酸素→酸化鉄」という知識を基に、スチールウールの量に着目するだけでなく、そこに結び付く酸素の量に考えが広がっている記述も見られた。

前単元	第1時
<ul style="list-style-type: none"> ・なんで鉄を加熱しただけなのにポロポロになるの。 ・なんで色が銀色から黒色になったの。 ・どんな化学変化が起きたの。 ・鉄とは違う別のものになったのかな。 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃やすと重さは減るイメージなのに、なんで増えたの。 ・<u>酸素ってそんなに重いの。</u> ・目盛りの値が少しずつ大きくなっていったのはなぜ。
資料5 前単元後と本実験後での生徒の疑問	

話し合いの中で「スチールウールの量を増やしたら、どうなるのか。」という問題をクラス全体で見だし（資料6）、追実験を行うことになった（資料7）。

追実験後に生徒 A、B が問題を見いだした（資料 8）。生徒 A の「質量が+になった」という発見は、酸化鉄の量に着目できている。生徒 B の「スチールウールの…変わらない」という発見は、少ないものと多いものを比較し、スチールウールの量と酸化鉄の量の増減との関係に着目している。また、2人に共通していることは「どうして」「なんで」という新たな疑問ももったということである。

そこで、質量の増減について問題解決を行う課題を第1時～第3時に設定し、はじめの物質の質量と化学変化後の質量の増減についての課題を第4時～第6時に設定した。

(2) 手立て 2 を講じたときの様子

事前アンケートの質問項目 4、5（資料 3）を踏まえ、単元初めに「理科の見方・考え方とは何か」「理科の見方・考え方を自在に働かせるようになる」とどんないことがあるのか」を説明した。生徒が「この単元で理科の見方・考え方を自在に働かせるようにするぞ」という共通認識をもった後に、「理科の見方・考え方カード」を配付した（資料 9）。このカードは A6 サイズの画用紙で作成し、表には「理科の見方」、裏には「理科の考え方」を示した。「具体的に何に着目すればいいか」の例や、文のフォーマットを示し、イメージをもちやすくした。

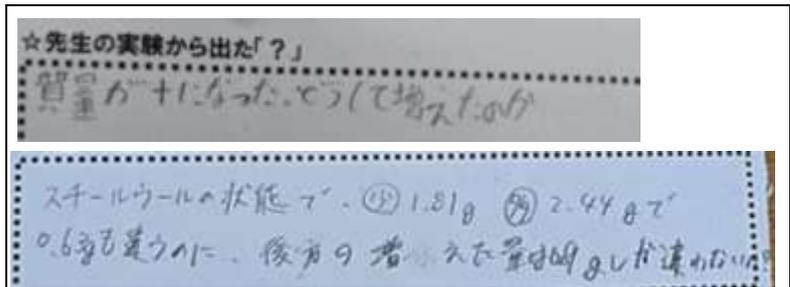
生徒達は、予想や考察時にこのカードを用いて酸化鉄の量や銅と酸化銅の量の増減の関係など、着目するポイントを意識して考える様子が多く見られた（資料 10）。

(演示実験後)
 生徒：重さが少しだけけど、増えたね。
 生徒：やっぱり鉄が燃えるのってずっと見てられるわ。
 生徒：線香花火みたいで綺麗だもんね。
 生徒：もっとスチールウールがたくさんあったらよかった。
 教師：まだスチールウールが余ってるから、やってみる？
 生徒：え、いいの！

資料 6 第 1 時の話し合い



資料 7 スチールウールの量を増やした追実験



資料 8 追実験後に見いだした生徒 A (上)、B (下) の問題

理科の「見方」カード

エネルギー 粒子

① 量
「g」「m」「秒」などの「数」に着目！

② 関係
「長さ」「高さ」「長さ」など「数量と結果」に着目！

⑤ 共通性
「まじり」「種類」などの「同じ」に着目！

⑥ 多様性
同じように見えるものの「違い」に着目！

③ 質
「硬さ」「色」「匂い」などの「性質」に着目！

④ 実体
「原子」「分子」などの「見えにくいもの」に着目！

⑦ 時間
「〇秒後」「〇分前」などの「時間経過」に着目！

⑧ 空間
「空気」「液体」「物質」などの「あらゆる方向への広がりに着目！

生命 地球や宇宙

理科の「考え方」カード

① 比較する
「〇〇と△△を比べると…」

② 関係付ける
「〇〇すると△△になる」

③ 条件を制御する
「〇〇と△△の関係を変えるために、変える条件は…」

④ 多面的にみる
「〇〇や△△、□□の結果から考えると…」

⑤ 推論する
「一だから一だから…」

⑥ 分類する
「〇〇の特徴ごとにまとめる…」

⑦ 順序立てる
「〇〇順にする…」

⑧ 構造化する
「〇〇と△△の関係を図に書くと…」

⑨ 要素に分ける
「〇〇(全体)を△△の視点から分ける…」

資料 9 理科の見方・考え方カード



資料 10 カードを使用している様子

「考察シート」(資料 11) を使用した第 5 時での生徒 A の考察を示す(資料 12)。下線部から、量的な見方で考察を書いている。

また、生徒 B の第 2 時、第 5 時での考察(資料 13)を示す。下線部から、実験によって質、量、実体の見方で物事を捉えており、比較の考え方で自分の考察を考えている。

6 考察

(1) 手立て 1 単元導入時における教師による「再実験」

新しい実験を見せるのではなく、前単元で行った実験の条件を少し変えて、教師が追実験したことで、スチールウールの燃焼という一つの現象を今まで

と違う見方で捉え、新たな問題(資料 8)が生まれ、好奇心を高めることができた。また、前時の学習内容を関係付けて問題を見いだす生徒が見られた(資料 5)のも、再実験の効果であると考えられる。よって、手立て 1 は新たな理科の見方を生み、「もっと化学変化について探求したい」という生徒の意欲を高めるための有効な手立てだったといえる。

さらに、生徒に自身が見いだした問題を書かせた。生徒 A は酸化鉄の量に着目でき、生徒 B はス

資料 11 考察シート

資料 12 第 5 時の生徒 A の考察記述

資料 13 第 2 時、第 5 時の生徒 B の考察記述

チールウールの量と酸化鉄の量の増減との関係に着目できていた（資料8）。また、他の生徒達も様々な問題を見いだしていた。それらを基に単元計画を立てることで、より生徒達自身が主体的に課題解決に取り組めた。

しかし、全体の共通の課題にできなかった個々の課題については、単元末の振り返りに主体的にインターネットで調べて問題解決をしている生徒もいたが、問題をもったまま単元を終えてしまった生徒もいた。単元最後に自分の気になったことを実験・調べ学習できる「自由実験」という時間を設けることも一つの手であると考えます。

(2) 手立て2 「理科の見方・考え方カード」と「考察シート」の活用

考察の書き方が分からなかった生徒Aが理科の見方・考え方を使って考察を記述できるようになり（資料12、13）、生徒Bも実験によって理科の見方・考え方を選択しながら自分の考えをまとめることができた。これは「理科の見方・考え方カード」（資料7、8）を常に見られるようにしており、「考察シート」（資料11）で毎時間自分の働かせた見方・考え方を振り返ったからである。

質問項目		はい	いいえ
2	考察することは好きか。	42人（1%↓）	89人
3	考察の書き方、考え方を分かっているか。	78人（4%↑）	53人
4	「理科の見方」を働かせることができているか。	96人（43%↑）	35人
5	「理科の考え方」を働かせることができているか。	105人（39%↑）	26人
資料14 事後アンケート結果			

また、質問項目4、5（資料14）より、単元を通して「理科の見方・考え方」を働かすことができたと自覚している生徒が増えた。よって、手立て2は、「自分はこの授業でどの見方・考え方を働かせたのか」を生徒自身が認知できるようにするための有効な手立てであったといえる。

一方で、「理科の見方・考え方を自在に働かせる」には課題が残った。考察シートには量や質の見方で記述できているのに、見方の欄に自分で印を付けることができなかった。教師が「こう書いた人は〇〇の見方ができているよ」と価値づけると、印を付けることができるようになった。また、「理科の見方・考え方カード」（資料9）の選択肢が多く、その授業で働かせるべき見方・考え方が正しく選択できなかった生徒の姿も見られた。より「自在」に働かせられるようにするには、単元ごとにカード項目を精査する必要があると感じた。

7 まとめ

今後子供たちが生きていく中で何か問題に直面した時に、様々な教科の様々な見方・考え方を自由に働かせて解決していく姿こそが、教師の願う姿である。そのために、理科の授業では「この見方・考えた方を使って考察してみよう」と見方・考え方を選択して自在に働かせられる姿を今後も目指していきたい。