

科学的に思考し表現する力の育成 ～見通しや振り返りを重視した学習過程を通して～

那覇市立石田中学校教諭 大城 優子

〈研究の要約〉

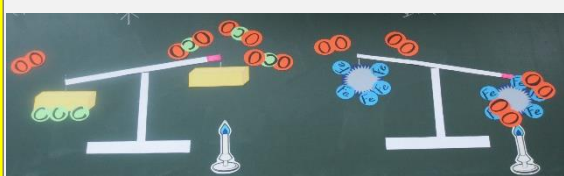
中学校学習指導要領解説（平成 29 年）「理科編」では、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力の課題を受け「科学的に探究する活動を通して、科学的な思考力，判断力，表現力等を育成すること」を一層重視することが示されている。そこで本研究では見通しと振り返りの場においてワークシートや「つながるシート」を学習指導に活用し，既習事項を生かしながら自分の考えを整理する活動を行った。また，個人の考えを持ち意見交換することで他者と自分の考えを比較し，より自分の考えを妥当なものにしていくことを繰り返し経験させ，その手立ての有効性を検証した。

その結果，既習事項を本時の課題解決に生かせないか思考し，意見交換することで自分の考えをより妥当なものにする姿が見られた。このことから，根拠に基づいた考えをもち，表現する生徒の育成につながったと考える。

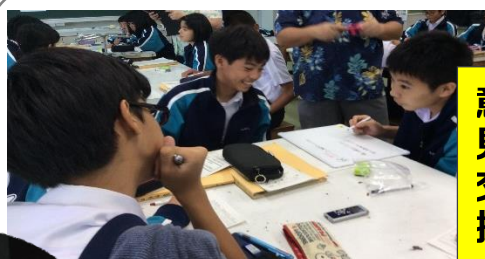
〈研究のイメージ〉

科学的に思考し表現できる生徒

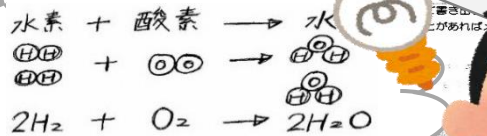
本時の課題



①提
示
を
基
に
考
え
る



意見交換



既習事項



⑤授業で学んだ大切なこと・新たな疑問
 $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ じゃ合わない
めで $(\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O})$

⑥
 $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ じゃ合わない
わかった $(2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O})$

⑦授業で学んだ大切なこと・新たな疑問
水素 + 酸素 → 水
酸素 + 水素 → 水

つながるシート
の活用

I	テーマ設定の理由	17
II	研究目標	17
III	研究仮説	17
	1 基本仮説	
	2 作業仮説	
IV	研究構想図	18
V	研究内容と方法	18
	1 「科学的に思考し表現する力」について	
	2 「見通しと振り返りを重視した学習過程」について	
	3 「思考の練り合い」について	
	(1) 「一枚ポートフォリオシート」について	
	(2) 「意見交換の場」の設定	
VI	授業実践（第2学年）	20
	1 単元名 単元1「化学変化と原子・分子」第3章「酸素がかかわる化学変化」	
	2 単元目標	
	3 単元の指導計画	
	4 本時の学習指導について	
	(1) 本時の目標 (2) 授業仮説 (3) 本時の展開	
VII	結果と考察	21
	1 作業仮説(1)の検証	
	【結果】	
	【考察】	
	2 作業仮説(2)の検証	
	【結果】	
	【考察】	
VIII	研究の成果と課題	24
	1 成果	
	2 課題	

《主な参考文献》

科学的に思考し表現する力の育成 ～見通しや振り返りを重視した学習過程を通して～

那覇市立石田中学校教諭 大城 優子

I テーマ設定の理由

中学校学習指導要領解説理科編（平成 29 年）では、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力の課題を受けて、「自然の事物・現象に関わり、それらの中に問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し表現するなど、科学的に探究する活動を通して、科学的な思考力、判断力、表現力等を育成すること」を一層重視することが示されている。

平成 30 年度全国学力・学習状況調査結果では「検討して改善すること」に課題が見られ、指導改善のポイントとして、予想や仮説を立てる場面ではまず習得した知識・技能や日常生活の経験から自分の考えをもたせるようにし、次に対話を通して生徒自身が検討して改善できるよう、助言や問い返しを行うことが掲げられている。

本研究の事前アンケートでは、80%の生徒が「観察や実験を行うことが好き」と回答しており、既習事項を本時の課題の解決に生かしていると答えた生徒は 73%であった。また、見通しや考察を話し合う時、自分の考えを整理して話すと答えた生徒は 60%だった。生徒たちは、実験や観察に興味を持って取り組む姿勢はあるが、予想や考察を考える際に既習事項を十分に生かせず、また、話し合いの時間は意見交換に留まり、考えをより妥当なものに近づける場になっていないと考える。

これまでの実践を振り返ると、実験の見通しをもたせる場面では結果の予想を立てるだけになり、根拠に基づいた自分の考えを持たせる場面の設定がなかった。話し合いにおいても、時間の設定にとどまり明確な視点を与えられなかった。

本研究では、課題の把握、探究、解決という学習過程の中で、既習事項や生活経験を生かして見通しを持たせ、毎時間のつながりを意識した振り返りの活動を計画的に行う。また、学習過程の中で意見交換の場を設定し、様々な意見を基に自分の考えをより妥当なものにしていく指導を行うことで、根拠に基づいて表現する力が育ち、科学的に思考し表現する力が育成され则认为、本テーマを設定した。

II 研究目標

科学的に思考し表現する力を育成するために、学習の過程において見通しと振り返りを重視した活動を行うことで、その手立てについての有効性を検証する。

III 研究仮説

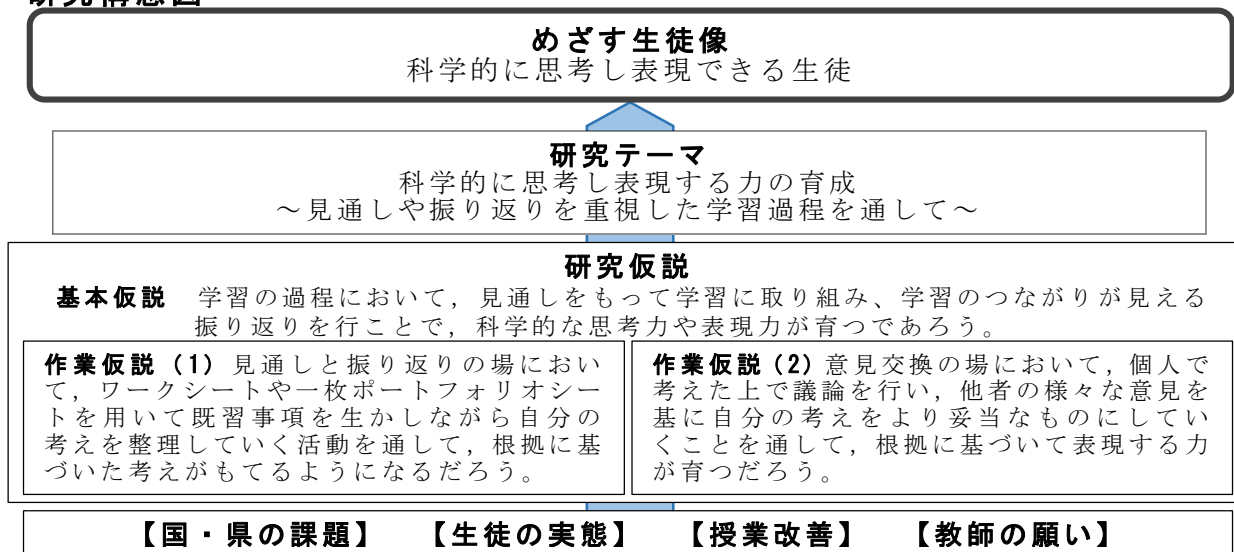
1 基本仮説

学習の過程において、見通しをもって学習に取り組み、学習のつながりが見える振り返りを行うことで、科学的な思考力や表現力が育つであろう。

2 作業仮説

- (1) 見通しと振り返りの場において、ワークシートや一枚ポートフォリオシートを用いて既習事項を生かしながら自分の考えを整理していく活動を通して、根拠に基づいた考えがもてるようになるだろう。
- (2) 意見交換の場において、個人で考えた上で議論を行い、他者の様々な意見を基に自分の考えをより妥当なものにしていくことを通して、根拠に基づいて表現する力が育つだろう。

IV 研究構想図



V 研究内容

1 「科学的に思考し表現する力」について

学習指導要領（平成 29 年）では、中学校理科の目標(2)に「観察，実験などを行い，科学的に探究する力を養う」と記している。また，学習指導要領解説（平成 29 年）「理科編」には「目標(2)では，育成を目指す資質・能力のうち，思考力・判断力・表現力等を示したものである。科学的に探究する力を育成するに当たっては，自然の事物・現象の中に問題を見いだし，見通しをもって観察，実験などを行い，得られた結果を分析して解釈するなどの活動を行うことが重要である。（中略）第 2 学年では解決する方法を立案し，その結果を分析して解釈する活動，（中略）に重点を置き，3 年間を通じて科学的に探究する力の育成を図るようにする。」と示されている。

角屋（2013）は，「思考とは，ある目標の下に，子どもが既有経験をもとにして対象に働きかけ種々の情報を得，それらを既有の体系と意味付けたり，関係付けたりして，新しい意味の体系を創りだしていくことである。」と述べている。また，「理科における表現活動は，仮説のもとの観察・実験活動，結果を目的に対して的確に表出する活動が考えられる。表現するための前提として，表現する目的と表現すべき情報をもっていることが重要である。」としている。

本研究では，「科学的に思考し表現する力」を「本時の課題に出合った時，目的を明確にし既習事項を用いて解決できる方法を考え，根拠に基づいて自分の考えを表せる力」ととらえる。探究の過程において，既習事項を生かしながら自分の考えを整理し，

ワークシートに書き表し、グループでの議論を積み重ねることが、科学的に思考し表現する力の育成につながると考える。

2 「見通しと振り返りを重視した学習過程」について

田村（2018）は見通しについて「実際の学習活動を展開していく際には、到達点やそこへの道筋があることにより、学習者は前向きになり自ら学んでいく。併せて、見通しがあることによって、学びが連続し情報としての知識や技能がつながり、関連付いていくことも期待できる。」と述べている。また振り返りについて田村は『『振り返り』は、自らの学びを意味付けたり、価値付けたりして自覚し、他者と共有していくことにつながる。』としている。そして『『振り返り』では、比較的文字言語を使うことが多い。それは、文字言語を使うことで自らの学びを丁寧に見つめ直し、そこでの様々な情報としての知識を関連付け、自分の既存の知識の構造に新たな知識を組み込んでいくからである。』と、文章を書いて振り返ることの価値を述べている。

本研究において、章の導入時に本章とつながりのある既習事項を確認することで、見通しをもたせることにつながると考える。また、本時の目的を明確にして活動を行い、授業の振り返りにおいて書く場面を設定し、生徒に本時の学習と既習事項のつながりを意識させていく。見通しと振り返りの場において、一枚ポートフォリオシートを用いて既習事項でつなぐ活動を継続して取り組ませることで、根拠に基づいた考えを持たせることができると考える。

3 指導の手立て

(1) 「一枚ポートフォリオシート」について

堀（2013）は「授業の成果を学習者が一枚の用紙の中に授業前・中・後の学習履歴として記録し、その全体を学習者自身に自己評価させる方法」として一枚ポートフォリオ評価法を述べ、さらに堀は「一枚ポートフォリオシートは通常一単元のまとまりごとに構成されているので、学習前・中・後の関連性が明確にでき、見通しと振り返りが行いやすくなる。」と述べている。

本研究において、生徒が毎時間の学習内容を積み重ねる手段として一枚ポートフォリオシートを参考に「つながるシート」を作成した。

つながるシートは A3 用紙の両面を使い、章ごとに 1 枚作成した。学習前後の変容を確認する質問（図 1－①）は、生徒が学習前後で同じ質問に回答し、自己の変容を確認することができるようになっていく。既習事項の確認（図 1－②）では、章の導入時に本章の学習につながる既習事項を確認しメモをするようにした。毎時間の振り返り（図 1－③）には授業の要点

【表面】と原子・分子

第1章 物質のなり立ち

【学習前後の変容を確認する質問】 ①

【章全体の振り返り】 ④

【裏面】

【既習事項の確認】 ②

【毎時間の振り返り】 ③

図 1 つながるシート

を記録するよう指導し、単なる感想の記入にならないように指導した。章全体の振り返り（図1－④）は、章末につながるシートの記録を見ながら自己の変容について考えたことを記入する。

生徒が本時の課題に対して見通しをもつ際、つながるシートに綴られている既習事項が解決のヒントになることが実感できれば、毎時間の学習のつながりを意識し、本時の振り返りを次時へつなげようと意識できるようになると考える。学習の記録を本時の課題にどう結び付けられるか考えを整理していく活動を通して、根拠に基づいた考えがもてるようになることを目指し実践する。

(2) 「意見交換の場」の設定

学習指導要領解説「理科編」では、『対話的な学び』については、例えば、課題の設定や検証計画の立案、観察、実験の結果の処理、考察などの場面では、あらかじめ個人で考え、その後、意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりして、自分の考えをより妥当なものにする学習となっているか等の視点から、授業改善を図ることが考えられる。」としている。田村（2018）は「他者とのやり取りを通して、自分一人で行き詰るよりも多様な情報が入ってくる可能性がある。また、相手に伝えようと自分で説明することで、自分の考えを確かにしたり、構造化することにつながる。」と述べている。

本研究では、実験方法の立案や結果の予想、考察を考える場面において、まず個人の考えを書き出してからグループで協議を行う。他者の考えと自分の考えを比較し、違いや共通点を捉え自分の考えを見返したり、グループの考えをまとめる活動を行うことで、自分の考えがより妥当なものになり、根拠に基づいて表現する力が育つと考える。

VI 授業実践（第2学年）

1 単元名 単元1 化学変化と原子・分子

第3章「酸素がかかわる化学変化」

2 単元目標

化学変化についての観察・実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解するとともに、これらの事象を原子・分子のモデルと関連づける見方や考え方を養い、物質のなり立ちや化学変化のしくみに対する興味・関心を高める。

3 単元の指導計画

※【実験1】～【実験3】は第1章、第2章で学習済み

小単元	時	主な学習活動	指導上の留意点	評価規準
酸素が かかわる 化学変化	1 物が 燃える 変化	1 既習事項について確認する。木と鉄が燃える様子を観察し、鉄の燃焼についての実験を考える。	木と鉄が燃えたときの違いに着目し、既習事項を生かして実験の立案を行う。	【関】 【思・表】
		2 【実験4】鉄を燃やしたときの変化を調べる。	燃焼によって鉄と酸素が化合することに気付かせる。	【技】 【思・表】
		3 実験結果から、燃焼と物質の酸化について確認する。	物質の酸化の違いを、原子・分子モデルを用いて説明させる。	【思・表】 【知・理】
	2 酸化物から 酸素をとる 化学変化	4 【実験5】酸化銅から酸素を取り出す実験をする。	酸化銅と炭素を混ぜ合わせて熱し、変化を観察する。	【技】 【思・表】
		5 実験結果を基に、酸化銅が還元される仕組みを確認する。	酸化と還元は同時に起こることに気付かせる。	【思・表】 【知・理】
		6 炭素以外での物質で酸化銅を還元させる。章のまとめを行う。	還元の化学反応式が表わせるようにさせる。	【関】 【思・表】

4 本時の学習指導について

(1) 本時の目標

木と鉄が燃えるときの質量の変化に着目し、既習の知識を基に鉄を燃やしたときの変化を調べる実験を立案することができる。

(2) 授業仮説

鉄を燃やしたときの変化を確かめる実験について、つながるシートとワークシートを活用し既習の知識を基に考え、グループでの話し合いにおいて互いの意見を比較させることで、よりよい実験方法を考えることができるだろう。

(3) 本時の展開（1/6時）

	学 習 活 動	指導上の留意点	評価項目
課題の把握 20分	1 第3章つながるシートを記入する。	○「物が燃えるとは、どういうことだろうか」の質問に学習前の考えを書きだし、既習の知識や考えの自己確認につなげる。	〈概ね満足〉 鉄の変化について既習事項を基に考え、確かめる方法を立案することができる。
	2 既習事項を確認する。	○本章の学習につながる既習事項を確認する。	
課題の探究 25分	3 章の導入の問題について話し合う。	○「物が燃えるとは、どんな現象か」の問いについて考えさせる。	〈十分満足〉 鉄の変化について既習事項を基に考え、様々な意見を比較し、よりよい方法を立案することができる。
	4 木と鉄が燃えるようすを観察し、起きたことを考える。	○木を燃やしたときに起きたことは、既習事項を基に説明ができることを確認する。木が燃える現象を原子・分子と関連付けて考えることで、鉄が燃える現象を考える手がかりにさせる。 (つながるシート、ワークシート)	
まとめ 5分	【めあて】鉄が燃えたときに起きる変化を確かめる実験方法を考えよう		【思・表】 (発言・記述)
	5 鉄を燃やしたときの変化を確かめる実験方法を立案する。	○実験方法を考える視点をおさえる。 (質量、性質、酸素が使われたか) ○根拠を基に自分の考えを書かせる。(ワークシート)	
まとめ 5分	6 各班で立案した実験方法を共有する。	○各自で考えた案をグループで議論させ、より妥当な実験方法をまとめさせる。 ○ホワイトボードには根拠をしっかりと示すよう指導する。 (いくつかの班に発表させる。)	【思・表】 (発言・記述)
	7 本時のまとめ	○生徒の発言を基にまとめる。 ○根拠を基に実験方法の立案ができたことを確かめる。	
まとめ 5分	【まとめ】鉄が燃えたときに起きる変化を確かめるための実験方法 ○質量を計測する ○性質を調べる(磁石、塩酸との反応) ○酸素が使われたか確かめる		【思・表】 (発言・記述)
	8 振り返りを行う。 つながるシートの記入	○本時の授業で大切なこと、新たな疑問などをつながるシートに記入させる。	

VII 結果と考察

1 作業仮説(1)の検証

見通しと振り返りの場において、ワークシートや一枚ポートフォリオシートを用いて既習事項を生かしながら自分の考えを整理していく活動を通して、根拠に基づいた考えがもてるようになるだろう。

【結果】

本研究を進めるにあたり、毎時間の学習内容を記録し積み重ねるためにつなぐシートを活用した。章の1時間目にはその章につながる既習事項の確認を行った。毎時間の振り返りで要点を記入していった生徒Aは、4時間目で硫化鉄という化合物について学習し、二酸化炭素や水も化合物だと記録している(図2-1)。5時間目には、前時で学んだ硫化鉄について、化学反応式で表せたことが記録されている(図2-2)。

硫化鉄は 鉄と硫黄の化合物であることがわかった
二酸化炭素 → 酸素と二酸化炭素の化合物
水 → 水素と酸素の化合物

図2-1 4時間目の生徒Aの振り返り

鉄 + 硫黄 → 硫化鉄というものを化学式で表すと
モデル図 $(Fe) + (S) \rightarrow (FeS)$
化学式 $Fe + S \rightarrow FeS$ というふうに表す

図2-2 5時間目の生徒Aの振り返り

水素と酸素がまじった気体に点火すると、水ができる
~~~~~  
水だとわかった理由  
塩化コバルト紙が青→桃になたから  
と見える  
水素は燃える  
酸素は燃えにくい  
水は消える のでちがう性質だと思ふ

**【自分の予想】**  
水素と酸素が混ざった気体に火をつけたら水ができたのと同じで、鉄(Fe) + 酸素(O)で酸化鉄を作ったのかな? とも思う。  
質量...計りにのせる。  
性質...塩酸をくわえる、磁石を近づける。  
匂いが、したか...せやした鉄をよめたばんごにきんこうをよめる。

つながるシートのもう一つの役目として、生徒自身で学習前後の変容の確認ができることがある。章の学習の前後に章を通して押さえない質問に答える。第2章では「水素と酸素の混合気体が入った袋の中で点火すると何が起きるか」という問題であった。生徒Bは〈学習前〉の回答では「小さな爆発が起きた」と答えている。それに対し〈学習後〉には、第2章を通して学習した化合の考えを生かし、水素と酸素の化合をモデル図や化学反応式を用いて説明することができた(図4)。

### ＜学習前＞

ふくろの中では、  
何が起ったのだろうか。  
図や絵で表してみよう。

空気を流して  
点火!



・小さな爆発が  
おきた。(水素・酸素)

・塩化コバルト紙が  
少しだけ青→ピンク  
に変化していた。

→ 水蒸気?  
水?

### ＜学習後＞

ふくろの中では、何が起ったのだろうか。  
か。図や絵で表してみよう。

水素 + 酸素 → 水



$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

ふくろの中では水素と酸素が  
化合し、まったく違う物質、  
水(化合物)ができた。

①学習前と後の自分の考え方を比べて、あなたの考えはどのように変わりましたか？

また、自分の考えが変わったことについてどう思いますか。どんなことでいいので自由に書いてください。

最初は、水が $H_2O$ でできても何で、どのように  $H_2O$ ができたのかはわからなかったけど、今では水は酸素と水素が $H$ と $O$ 合して $H_2O$ また化合物だとわかったし、モデル図や化学反応式でも簡単に詳しくあらわされるようになった。

②感想や新たな疑問

他にも、どんな化合物をしたらどんな化合物ができるのか調べてみたくなった。

| 時期 | 当てはまる | どちらかというと当てはまる | どちらかというと当てはまらない | 当てはまらない |
|----|-------|---------------|-----------------|---------|
| 事前 | 52.6  | 28.9          | 18.5            | 0       |
| 事後 | 43.6  | 48.7          | 7.7             | 0       |

- 22 -

本研究では実験3と実験4において実験方法の立案の時間を設けた。立案をせず実験を行った時と立案をさせて実験に臨んだ時と比較すると、立案を行った実験において根拠に基づいた考察が書ける割合が高くなった（図7）。事後アンケートでは「自分達で立案することが実験についての理解をより深めた。」の質問に100%の生徒が肯定的に回答している。

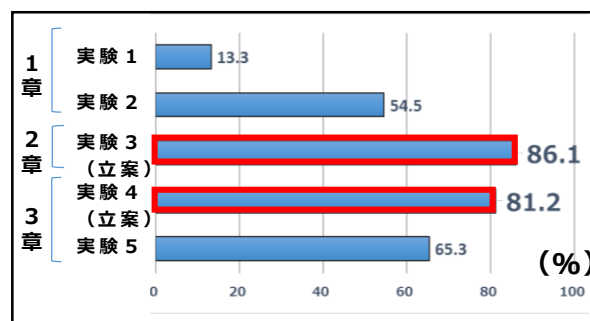


図7 根拠に基づいて考察を書くことができた生徒の割合

## 【考察】

生徒はつながるシートを用いて、既習事項を本時の課題解決に生かせないか思考し、自分の考えを整理する作業に生かしていたといえる。また、立案を行うことで実験の見通しが立てやすくなり、より根拠に基づいた考察が書けるようになったと考える。

根拠に基づいた考えをもたせるために、見通しと振り返りの場において、つながるシートを章ごとに活用しながら自分の考えを整理する活動を継続して行ったことは、有効な手立てだったと考える。

## 2 作業仮説(2)の検証

意見交換の場において、個人で考えた上で議論を行い、他者の様々な意見を基に自分の考えをより妥当なものにしていくことを通して、根拠に基づいて表現する力が育つだろう。

## 【結果】

本研究では、実験方法の立案や結果の予想、考察を考える場面、原子モデルを用いて化学反応式を考える場面で意見交換を設定した。図8は第3章実験4「鉄を燃やして起きた変化を確かめる」ための立案においての、生徒Cの考えとグループの意見交換の流れを示したものである。まず個人の考えをワークシートに記入した。グループの意見交換ではそれぞれ自分の考えを出し合い、互いに質問をしながら議論をすすめた。グループでの議論を経て、鉄が燃えた時に起きる変化を確かめる実験方法についてグループの意見をまとめ、ホワイトボードを用いて全体で共有した。

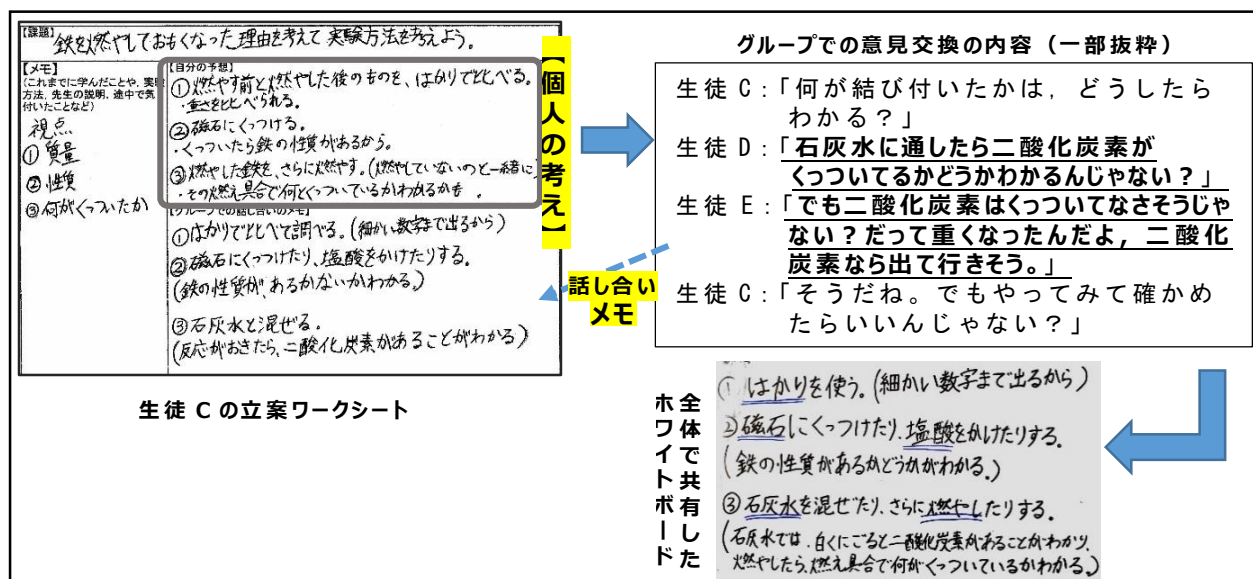


図8 立案における個人の考えと意見交換の流れ

アンケートにおいて「話し合いで自分と同じ意見や違う意見を聞くことで、自分の考えを深めたり、新たな疑問を持つことがある。」の質問に、事前アンケートでは「当てはまる」と答えた生徒の割合は29%だったのに対し、事後アンケートでは71.8%になっていた（図9）。記述回答では、生徒は意見交換を行うことで新たな考えに出会い、疑問を持ち、考えを広げることができたと回答している（表1）。生徒の振り返りには議論を行うことで考えが変わり、それを実験で確かめたいという記述も見られた。

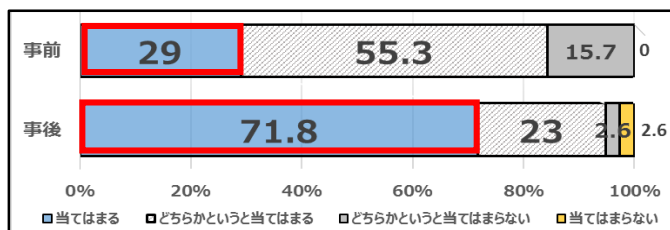


図9 質問「話し合いで自分の考えを深められる」

表1 質問「話し合いで自分の考えを深められる。」の記述回答

- ・自分の考えと違うと自分では思い出せなかった事や新たな考えに出会い、最初と違う考えをもったり、それは違うのではと疑問を持つことがあった。
- ・同じ意見でも内容や考え方が違うことがあり、考え方が広がった。
- ・思ってもいなかった意見を聞くと自分の知識が増えたみたいで嬉しい。

### 【考察】

意見交換を行う際、まず個人の考えを書く時間を設けたことで、生徒は自分の考えをもち、他者の様々な意見と比較しながら自分の考えを深めることができたといえる。さらにグループの意見をまとめる活動を行うことで、自分の考えを修正したり、補強したりしながら、より妥当な考えへ近づけることにつながったと考える。

根拠に基づいて表現する力を育むために、意見交換の場において個人で考えた上で議論を行うことは有効な手立てだったと考える。

## Ⅷ 成果と課題

### 1 成果

- (1) 見通しと振り返りの場において、既習事項を生かしながら自分の考えを整理できるワークシートや一枚ポートフォリオシートを用いることで、根拠に基づいた考えが持てるようになった。
- (2) 意見交換の場において、個人で考えた上で議論を行い、他者の様々な意見を基に自分の考えをより妥当なものにしていくことを通して、根拠に基づいて表現することができた。

### 2 課題

- (1) 生徒によってつながるシートの記入内容に差があった。個人の考えを表出する場面では生徒に十分な時間を与えるとともに、これまでの学びで得た知識や技能で思考がつながることに気付かせるような支援を続ける必要がある。
- (2) より学習が深まる意見交換の場になるよう、単元指導計画の中に意図的・計画的に意見交換の場を設定し、実践していくことが必要である。

### 《主な参考文献》

- |                            |       |             |
|----------------------------|-------|-------------|
| 「中学校学習指導要領解説理科編」           | 文部科学省 | 平成29年7月     |
| 「深い学び」                     | 田村学   | 東洋館出版社 2018 |
| 「なぜ、理科を教えるのかー理科教育がわかる教科書ー」 | 角屋重樹  | 文溪堂 2013    |
| 「教育評価の本質を問う一枚ポートフォリオ評価」    | 堀哲夫   | 東洋館出版社 2013 |