〈中学校理科（化学）〉

「思考力，判断力，表現力等」の育成を図る理科の授業の工夫

―「理科の見方・考え方」を働かせた対話的な活動を通して（第２学年）―

宮古島市立北中学校教諭　下　地　研　範

Ⅰ　テーマ設定の理由

平成 29 年告示中学校学習指導要領では、生きて働く「知識及び技能」の習得、未知の状況にも対応できる「思考力，判断力，表現力等」の育成、学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力，人間性等」の涵養といった三つの柱に整理される資質・能力を育成するために「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を推進することが求められている。そのためには、単元を見通した授業改善を日常化することが重要であり、主体的に学習に取り組めるような見通しを立てる活動、自身の学びや変容を自覚するような振り返る活動、自分の考えを広げ深めるような対話的な活動、学びの深まりをつくりだすために生徒が考える活動や教師が教える活動など、単元（授業）の中に効果的な学習活動の構成を行うことで、三つの資質・能力をバランスよく育成することが大切であると考える。

これまでの諸学力調査や定期テストの結果から本校生徒の実態を観ると、主として「活用」に関する問題の正答率が低く、無解答率も高い傾向にある。また、理科に関するアンケート調査より、「観察・実験」に対する興味・関心は非常に高いものの、自分自身の考えを持ち、他者と交流し考えを深め課題を解決することを苦手とする生徒が多いことが分かった。その原因を探るためこれまでの私の授業を振り返ってみると、以下のような課題が浮かび上がってきた。

① 生徒に、「量的・関係的な視点」や「質的・実体的な視点」といった、理科ならではの見方を曖昧にし授業を進めた結果、「理科の見方・考え方」を十分に働かせることができず、生徒自身が考えを広げ深める学びにつながっていない。

② 生徒同士の交流の場が個々の一方的な発表にとどまり、思考が深まる対話になっていない。

③ ①と②に対する指導の工夫が不十分であったため、三つの資質・能力をバランス良く育成するという観点から、特に「思考力，判断力，表現力等」の育成に課題がある。

そこで本研究では、「理科の見方・考え方」を働かせるための指導の工夫及び対話的な活動の工夫により「思考力，判断力，表現力等」の育成を図ろうと考え、本テーマを設定した。

〈研究仮説〉

「化学変化と原子・分子」の単元において、「理科の見方・考え方」を働かせた対話的な活動を取り入れ、生徒同士が自分自身の考えを持ちながら意見を交換したり根拠を持って議論したりすることで、生徒の考えが深まり「思考力，判断力，表現力等」を育成することができるであろう。

Ⅱ　研究内容

１　実態調査

(1) 目的

アンケート調査から生徒の実態を把握し、単元計画を立てる基礎資料とする。

(2) 対象

① 生徒：宮古島市立北中学校　２年４組（32 名）

② 実施期日：令和３年５月 12 日（事前アンケート）令和３年７月９日（事後アンケート）

(3) 事前アンケート結果及び考察

① 理科の見方（視点）について

平成 28（2016）年 12 月に、中央教育審議会から「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（答申)」（以下、中央教育審議会答申（平成 28 年 12 月）と表す。）が出され、理科の各領域における見方（視点）が示された（表１)。このことを踏まえ、生徒がどの程度理科の見方を働かせているかを把握するため、理科の見方に対する意識調査を行った（図１)。質問事項を以下に示す（表２)。

表１　理科の各領域における特徴的な見方（視点）

領　域	特徴的な見方（視点）
エネルギー	自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉える。
粒　子	自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉える。
生　命	生命に関する自然の事物・現象を主として多様性と共通性の視点で捉える。
地　球	地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える。

表２　理科の各領域における特徴的な見方（視点）に対応した質問事項

	見方（視点）	質問事項
①	量的・関係的	理科の授業で、実験結果を数字で表したり、グラフや表などを用いて決まりを見つけたりすることがある。
②	質的・実体的	理科の授業で、ものの性質や特徴を考えたり、イラストや図などを活用して考えを表したりすることがある。
③	共通性・多様性	理科の授業で、見たり調べたりしたことの共通点や異なる点などから気づくことがある。
④	時間的・空間的	理科の授業で、時間の変化に着目したり、距離や方位、高さなどに注目したりすることがある。

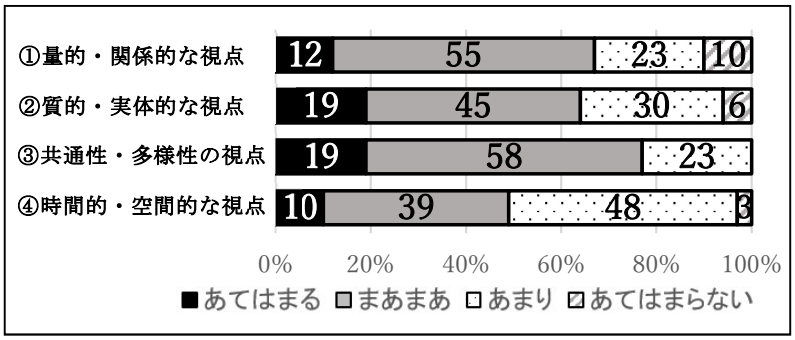

図１　理科の見方に対する生徒の意識調査（N=32）

図１より、理科の授業において、生徒の約半数は、「理科の見方」をある程度働かせて学習している様子が見てとれる。しかし、ほとんどの質問事項において「まあまああてはまる」との回答が最も多いことから、多くの生徒が、「理科の見方（視点)」を的確に持たないまま学習を進めていることもうかがえる。さらに、全体の約 30%が「あまりあてはまらない」、「あてはまらない」と回答していることも課題として捉えることができる。このことから、「理科の見方（視点)」について、授業の中で的確に指導することが必要であると考える。

② 対話的な活動について

生徒同士の交流場面においてどのような課題があるのかを把握するため、実態調査を実施した（図２)。その結果、項目①④については肯定的な回答が多いことから、生徒は自分なりに「思考,判断」し学習を進めていることがうかがえる。その一方で、項目②③については否定的な回答が多いことから「表現」の部分に課題があることが分かった。生徒にその理由

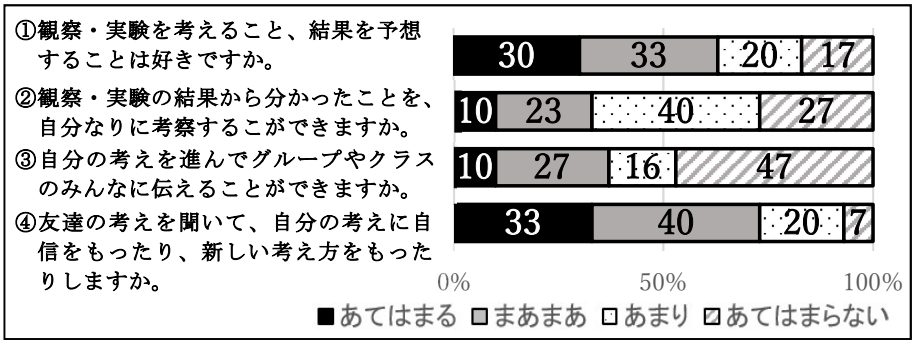

図２　対象クラスの交流場面における実態調査（N=32）

を求めると、「どのように考察したらよいか分からない」「自分の考えをまとめることが苦手で面倒」「説明がうまくできない」等の回答があった。このことから、言語能力の育成を念頭に置いた観察・実験の結果を分析し解釈する活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動等の充実が必要であると考える。

2　仮説検証の手立て

(1) 検証の観点

① 「理科の見方・考え方」を働かせて自分なりの考えを持つことができたか。

② 意見交換や議論など、対話的な活動を通して学びを深めることができたか。

③ ①②の活動を通して「思考力，判断力，表現力等」が育成されたか。

(2) 検証の場面・方法

① 事前、事後アンケートによる生徒の意識変容分析

② ワークシートの記述分析及び行動観察

③ パフォーマンス課題とルーブリックを活用した評価

3　理論研究

(1) 「理科の見方・考え方」についての基本的な考え方

理科で求められる資質・能力を育成するために働かせるのが「理科の見方・考え方」である。ここでいう「見方」とは、資質・能力を育成する過程で働く、自然の事物現象を捉える理科ならではの視点のことである(表１)。これらの特徴的な視点は、それぞれの領域固有のものではなく、強弱はあるものの、他の領域においても用いられる視点であることに留意する必要がある。「考え方」とは、事物を比較し、共通点や相違点を明確にすることや、既習事項、生活経験、要因などと関係付けて考えたりすることである（表３）。

表３　理科の考え方の例

考え方	活動の例
比較	対象を比較し、共通点や、差異、相違点を考えたり分類したりする。
関係付け	既習事項や経験、変化とそれに関係する要因と結びつけて考える。
条件制御	独立変数と従属変数を区別し、条件を統一する。
多面的思考	予想・仮説の振り返りや再検討、結果の考察等様々な視点で考える。
規則性	値の増加や減少等に決まりがないかを考える。
因果関係	原因と結果から、なぜそうなるのかを考える。
巨視的	大きなものを小さな視点で考える。事物を全体的に観察する。
微視的	小さなものを大きな視点で考える。事物を微細に観察する。

澤井陽介（2017）は、「見方・考え方」について、「『見方』とは『視点』であり、『考え方』とは、『思考』です。視点をもてるから思考することができる以上、この２つは一体不可分です。」と述べている（図３）。このことは、50 分間の授業の中で、本時の「着目」するポイントを生徒にしっかりと捉えさせることの重要さを意味している。

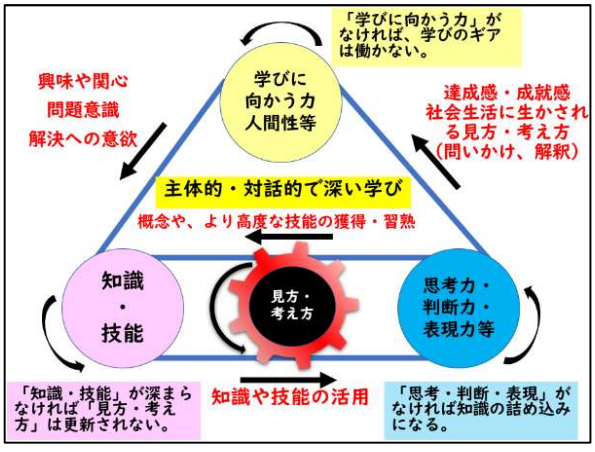

図３　資質・能力と「見方・考え方」のイメージ
澤井陽介（2017）

したがって、生徒が思考を深める場面を生み出すためには、授業をデザインする段階から、教師によるポイントを押さえた指導に加え、生徒が問題を解決する過程においてどのように考えていけばよいかといった生徒目線の視点や思考の把握が重要である。そして、生徒の思考が停止してしまわないよう、教師が生徒の「理科の見方・考え方」を働かせるように導く問いや発問、教材、教具等、手立ての工夫が重要である。

(2) 「対話的な学び」に向かう「学び合い」について

「対話的な学び」については、中央教育審議会答申（平成 28 年 12 月）の中で、「子供同士の

協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める」と示されている。子供同士の対話の中で考えを深めるだけでなく、様々な人との対話、先人の知恵を文献等で学ぶことも「対話的な学び」として含まれるということである。田村学（2018）は、「対話的な学び」に向かう「学び合い」を二つの面から整理するとして「一つは、『学び合い』が行われることで『主体的な学び』に向かう姿が生まれてくること・・・（中略）もう一つは、『学び合い』によって、物事に対する『深い学び』が生まれやすくなること」と述べている。さらに、他者との対話の価値として「他者への説明による情報としての知識や技能の構造化」、「他者からの多様な情報収集」、「他者と共に新たな知を創造する場を生み出す」の三つを述べている。「対話的な学び」に向かう「学び合い」については、異なる多様な他者との対話を重視し、他者との対話を通して自分自身のもつ知識、他者から得られる知識等、さまざまな知識がつながり、より高次な知識へと発展していく。そこに、個人の考えを単に相手に伝えるだけの一方通行の思考ではなく、あらかじめ個人で考え、相手と意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論し、自分の考えをより妥当なものにする「対話的な学び」が生まれ、理科における言語活動の充実ひいては「思考力，判断力，表現力等」の育成を図ることができる。

(3) 「思考力，判断力，表現力等」の育成について

① 「問い」をもたせるための発問・問題提示の工夫

本県は、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて、「問い」が生まれる授業を提唱している。令和３年度版「問い」が生まれる授業サポートガイドでは、「主体的・対話的で深い学び」について、学習の過程で生徒たちに「問い」が生じているかどうかが重要な視点であるとしている。そこで「問い」を生み出す発問や問題提示が重要になってくる。ここでの発問は、一言で答えられる閉ざされた問いではなく、生徒がある程度熟考し答えるような一定の文脈・ある程度の分量で答える開かれた問いであることが好ましいとされている。

開かれた問いの重要性について、田村は「開かれた問いが、子供の知識と知識を関連付け、結びつけて構造化した知識を生み出すことに向かう」と述べている。「問い」が生まれる授業を展開するためには、生徒がこれまでの学習で身に付けた知識を活用する場面等で「どうしてこうなるのだろう」「何が原因なのだろう」と自らに問い続ける状況を作り出すよう単元計画、授業構成、学習形態、学習活動等といった様々な場面において、発問や問題提示の工夫が必要である。

② 「思考・判断・表現」の評価について

「思考・判断・表現」の評価については、知識及び技能を自由自在に活用できるようになる生徒の姿を、明確に言語化し評価規準を設定する必要がある。なぜなら、生徒のワークシートやレポート等の課題を、チェックリスト形式（点検・確認すべき項目を並べたもの）で個別に○×をつけて「○が８個以上でＡ評価」としても、内容面の質を正確に見取れているとは言い難いからである。このような場合の評価に用いることができるのがルーブリックと呼ばれる評価規準表である。

表４　一般的なルーブリックの作り方

	手順	主な作業
①	課題の実施・回収	課題を実施し、学習者の作品を集める。
②	採点	集まった作品を並べて、数レベルで採点する。複数名で採点する場合は、お互いの採点がわからないように工夫する。
③	記述語の作成	採点が終わったら、お互いの点数を照らし合わせ、なぜそのような点にしたかを話し合いながら記述語を作成する。
④	記述語の改善	一通りの記述ができたら、評価が分かれた作品について検討し、それらの作品についても的確に評価できるように記述語を練り直す。
⑤	応用	必要に応じて評価の観点を分けて、観点別ルーブリックにする。

西岡加名恵（2018）は、ルーブリックの作成方法について、５つの手順で作成すると述べている（表４）。ルーブリックは、成功の度合いを示す数レベル程度の尺度と、それぞれのレベルに対応するパフォーマンスの特徴を記した「記述語」で作られている。また、ルーブリ

ックには、アンカー作品を添えておくことが大切であると言われている。アンカー作品とは、各レベルのパフォーマンスを代表するような作品（レポートや論説文、演示など）のことである。このアンカー作品があることで、各レベルの「記述語」だけでなく、具体的な作品のイメージをもって評価することが可能になる。

４　素材研究

(1)　「理科の見方・考え方」を働かせ学習に取り組ませるための工夫

中学校第１分野粒子の領域においては、目で見ることのできない原子・分子を、原子・分子モデルを用いて「質的・実体的な視点」で捉えさせることが非常に有効な手段として挙げられる。今回は、マグネットを活用し、物質を構成している単位として原子や分子があることを理解させ、原子や分子は記号で表されること及び物質の種類の違いは原子の種類の違いとその組み合わせによることを理解させ、原子や分子の概念形成に取り組んだ（図４）。また、個人の考えをグループや学級全体で共有する場面においては、各グループの考えをホワイトボードに表現させ、生徒にこの考えに至るまでの過程を発表させた（図５）。その際、生徒が実験結果と比較し、これまでに獲得した知識と関連付ける等といった「理科の見方・考え方」を働かせている発言を拾いながら、情報の共有化が図れるよう工夫した。

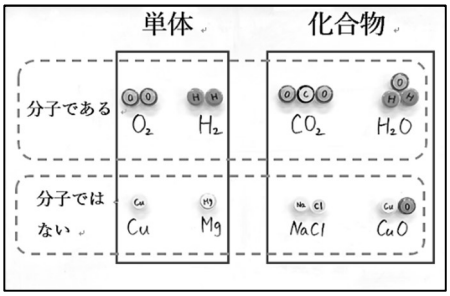

図４　授業で用いた原子・分子モデル

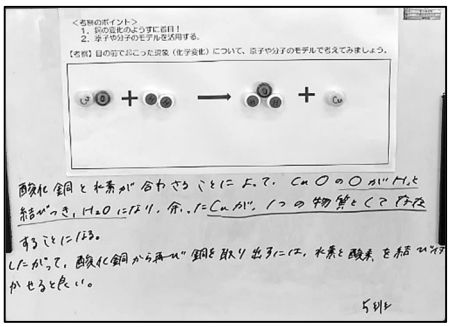

図５　生徒発表用ホワイトボード

(2)　「思考・判断・表現」評価問題及びルーブリックの作成

本研究では、生徒が各章の始まりから終わりまで見通しをもって学習を進めていくことができるよう「章を貫く問い」を設定し、章の導入で提示をした（表５）。更に、「章を貫く問い」をもとに、各章のまとめの時間に実施するパフォーマンス課題を作成し、「思考・判断・表現」を見取るための評価材料の一つとした。第３章酸素とかかわる化学変化のパフォーマンス課題とルーブリックを以下に示す（表６）。

表５　章を貫く問いとパフォーマンス課題

章	章を貫く問い	パフォーマンス課題
1 ・ 2	物質どうしの化学変化を相手に正確に伝えるためには、どんな方法があるのだろう？	これまで、物質の化学変化について学習してきました。「化学変化とは何か」具体的に説明するとともに、あなたが知っている化学変化を化学反応式を用いて表して下さい。その際、原子や分子のモデルや化学式を使って分かりやすく説明しましょう。
3	私たち人間は、自然界からどのように金属を手に入れているのだろう？	私たちの身のまわりにはたくさんの金属製品であふれています。では、私たち人間は自然界からどのように鉄（金属）を手に入れているのでしょうか？鉄が自然界で通常どのような状態で存在しているのかを示すとともに、鉄を入手するまでの過程を３章の重要語句を用いながら分かりやすく説明してください。
4	質量が保存される？！って、一体どういうことだろう？	ゴム栓で閉じたフラスコの中でスチールウールを燃やす実験を行いました〈実験 1〉。この場合、フラスコ全体の質量は、燃やす前と後でどうなるでしょうか。また、フラスコにゴム栓をせずに〈実験 1〉と同様の実験を行いました〈実験 2〉。この場合、フラスコ全体の質量は、燃やす前と後でどうなるでしょうか。２つの実験結果を比較し、『質量保存の法則』について分かりやすく説明してください。
5	私たちの生活の中で、化学変化はどのように利用されているだろう？	私たちの生活の中で、化学変化はどのように利用されているだろう？『私たちのくらしと化学変化』というテーマで、生活の中で利用されている化学変化について具体例をあげ、分かりやすく説明してください。

表６　第３章のパフォーマンス課題とルーブリック

３章の問い	私たちの身のまわりにはたくさんの金属製品であふれています。では、私たち人間は自然界からどのように鉄（金属）を手に入れているのでしょうか?鉄が自然界で通常どのような状態で存在しているのかを示すとともに、鉄を入手するまでの過程を3章の重要語句を用いながら分かりやすく説明してください。

評価のめやす		
	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
A	鉄が自然界において、酸化物として存在していることを明記するとともに、酸化鉄から鉄を取り出すために還元させる必要があることを図や化学式・化学反応式、原子や分子のモデル、３章で学んだ「酸化」「還元」といった用語等を活用し、科学的根拠をもって分かりやすく説明している。	課題について、分からないところは、自分で調べたり、友達に教えてもらったりしながら、これまで獲得した知識（酸化・還元、化学式・化学反応式、原子や分子のモデル等）を活用し、自分の考えが読み手に十分に伝わるよう表現しようとしている。
B	鉄が自然界において、酸化物として存在していることや、酸化鉄から鉄を取り出すために還元させる必要があることなどを自分なりに説明している。	課題について、分からないところは、自分で調べたり、友達に教えてもらったりしながら、自分の考えが読み手に伝わるよう表現しようとしている。
C	鉄の入手方法について、説明することができていない。 【支援】 自然界において、鉄は酸素と結びついて酸化物として存在していることを理解させる。また、酸化鉄から酸素を奪い、鉄を入手し加工していることを「酸化」、「酸化物」、「還元」などの用語を用いて理解することができるよう支援する。	課題について、自分で調べたり、友達に教えてもらったりすることができていない。 【支援】 課題に対する考え方が教科書やワークシートのどこに記載されているのか、インターネットの検索キーワードを何にすればよいか、どのような内容を記載すべきか等、生徒同士や教師と共に確認しながら、課題解決に向けての方向性を示す。

Ⅲ　指導の実際

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　単元の目標

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
化学変化を原子や分子のモデルと関連付けながら、物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量を理解しているとともに、それらの観察、実験に関する技能を身に付けること。	化学変化について、見通しを持って解決する方法を立案して観察、実験などを行い、原子や分子と関連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やその量的な関係を見いだして表現すること。	化学変化と原子・分子に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度を養う。

３　単元１第３章の指導計画・評価計画

時間	○ねらい　◇学習活動	重点	記録	評価規準　【評価方法】
1	○ろうそくや木が燃える場合と同様に、鉄を燃焼させた場合においても酸素が使われていることを原子・分子モデルを用いて説明することができる。 ◇酸素を入れた集気びんの中でスチールウールを燃焼させる実験を行い、水面が上昇する現象を酸素の分子モデルを用いて説明する。	思		鉄の燃焼と集気びん中の水面が上がる現象を関連付けて、鉄の燃焼には酸素が使われていることを、原子・分子モデルを用いて根拠を示しながら自分の考えを表現している。 【記述分析、行動観察】
2	○鉄が燃焼すると酸素と結びつき、もとの物質と違う物質（酸化鉄）になることを実験の結果を比較検討し、理解することができる。 ◇鉄の燃焼前と燃焼後の物質の性質を調べる実験を行い、その性質を比較検討する。	態		集気びんの中の水面が上がった理由と、燃えた後のスチールウールを関係づけて、問題解決しようとしている。異なる考えが出た場合、自分や他の生徒の考えを検討して改善しようとしている。 【記述分析、行動観察】
3	○酸化、酸化物、燃焼、金属以外の酸化について理解できる。 ◇酸化、酸化物、燃焼、金属以外の酸化について、演示実験をもとにそれらの化学変化を原子・分子モデルと化学反応式を用いて説明する。	知	○	酸化、酸化物、燃焼、金属以外の酸化について理解している。 【記述分析】
4	○水素（気体）を用いて酸化銅から酸素を奪えば銅が再び取り出せることを理解できる。 ◇酸化銅が水素によって還元される現象を観察し、その化学変化を原子・分子モデルと化学反応式を用いて説明する。	知		還元について理解している。酸化銅と水素の化学変化がどのように進むか原子・分子モデルや化学反応式などを用いて説明している。【記述分析】
5	○還元の実験を体験させ、酸化銅は炭素（固体）によっても還元できることを理解できる。 ◇酸化銅が炭素によって還元させる現象を体験し、その化学変化を原子・分子モデルと化学反応式を用いて説明する。	思		酸化物から酸素をとる化学変化について、原子・分子モデルを用いて根拠を示しながら自分の考えを表現している。 【記述分析、行動観察】
6本時	○マグネシウムの燃焼は二酸化炭素のみでも起こることを理解し、マグネシウムがなぜ燃焼したのか原子・分子モデルを用いて説明することができる。 ◇二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃焼する現象を観察し、酸化反応・還元反応といったこれまで獲得した知識及び技能を活用して、その変化を原子・分子モデルを用いて説明する。	思	○	二酸化炭素中でマグネシウムが燃焼する現象を、酸化反応・還元反応といったこれまで獲得した知識及び技能を基に原子・分子モデルや化学反応式等を用いて根拠を示しながら自分の考えを表現している。 【記述分析、行動観察】
7	○日常生活における金属の利用について理解させる。 ◇金属の利用方法について、教科書、ノート、PC 等を利用して調べ学習を行い、レポートをまとめる。	思態	○	第３章で獲得した知識及び技能を活用して、日常生活における金属の利用について試行錯誤しながら説明しようとしている。 【記述分析、行動観察】

4　本時の展開（第 6 時間/全 7 時間）

過程	学習活動	予想される生徒の反応	学習への支援・【評価方法】
つかむ	1．酸化と燃焼について再確認する。 2．使用する集気瓶内の気体のようすを確認し、学習課題につながる問題を出題する。	・物質が酸素と結びつくことを酸化という。 ・木が燃えるときのように、物質が熱や光を出しながら激しく酸化することを燃焼という。	・話し合いが円滑に行えるように、あらかじめ個人の役割を提示する。 ・酸化と燃焼について確認できるように、電子黒板に提示する。
	問題：二酸化炭素しか入っていない集気瓶に、火をつけたマグネシウムを入れるとどうなるか。		
見通す	3．問題の結果を予想し、その理由（根拠）を考える。 4．予想したこと、その理由を発表する。 5．演示実験を行い、予想を確かめる。 6．実験結果から本時の学習課題を導く。	・集気瓶の中には酸素が入っていないから、火は消えるんじゃないかな？ ・二酸化炭素にも酸素原子があるから、酸素の場合と同じで燃焼するんじゃないかな？ ・マグネシウムは酸素と結びつきやすい物質だから、集気瓶の中で酸化と還元が起こるんじゃないかな？ ・集気瓶の中の気体が酸素なら燃焼するはずだけど、二酸化炭素の場合どうなるか分からない。 ・分からない。（根拠をもって予想できない） ・なぜ、マグネシウムは酸素がないのに燃焼したのだろう。	・グループでの考察が深まるように、個人の予想する時間を十分に取る。 ・単純な予想だけでなく、根拠（理由）も合わせて発言させる。その際、燃焼などの用語を必要に応じて用いるよう助言する。 ・実験結果を基に分析しやすいよう、考察のポイントを提示する。 〈考察のポイント〉 集気びん中のマグネシウムの変化のようすに着目する。
	学習課題：マグネシウムは、なぜ二酸化炭素だけでも燃焼したのだろうか。		
深める	7．各個人の予想を確認し、それを基に自分の考えをまとめグループで話し合い考察する。その際、自分なりに本時のまとめまで記述する。 8．グループの考察を前へ出させ、発表を行う。	・マグネシウムの燃焼を原子・分子モデルを用いて理解し、マグネシウムは二酸化炭素の中の酸素原子と結びついて燃焼することを理解することができた。 ・集気瓶の中の気体が酸素なら燃焼するはずだけど、二酸化炭素の場合どうなるか分からない。 ・生じた黒い物質は炭素であり、二酸化炭素が還元されて生じた物質であると理解することができた。 ・酸化と還元が同時に起こり、マグネシウムは酸化され酸化マグネシウムになり、二酸化炭素は還元され炭素になることを理解することができた。 ・どのように考察を進めてよいか分からない。	・実験結果を基にワークシートに自分の考えを書いた後、グループで話し合わせる。 ・自分たちの考えを他のグループと共有することで、より確かな定着につながるように支援する。 ・考察がまとめられない生徒にはキーワードを示しながら対話によってマグネシウムの燃焼における集気瓶内の化学変化のようすに着目できるよう支援する。 （必要であれば、別途ワークシートを用意する。） 【行動分析】
広げる	9．本時の課題に正対するまとめを共有する。 **まとめ： マグネシウムは、二酸化炭素の中の酸素と結びつくことで燃焼することができた。**	〈想定される他のまとめ〉 ・酸素のない状態であっても、マグネシウムは二酸化炭素から酸素をうばうことで、火が消えずに燃焼することができた。 ・二酸化炭素の中の酸素が、炭素よりも結びつきやすいマグネシウムと結びつくことで、マグネシウムは燃焼することができた。	・ホワイトボードを使って各グループの考えを全体で共有することによって、本時のねらいの達成につながるように支援する。 ・マグネシウムが燃焼するために必要な酸素は、結局どこからきたのかを全体で確認する。【記述分析】

Ⅳ　仮説の検証

1　「理科の見方・考え方」を働かせて自分なりの考えを持つことができたか

(1) 理科の見方に対する生徒の意識調査分析

本単元では、生徒が理科の見方を働かせて考えをまとめることができるように、自然の事物・現象を「質的・実体的な視点」で捉えるといった粒子領域における特徴的な理科の見方を主とし、グラフより原子・分子の結びつき

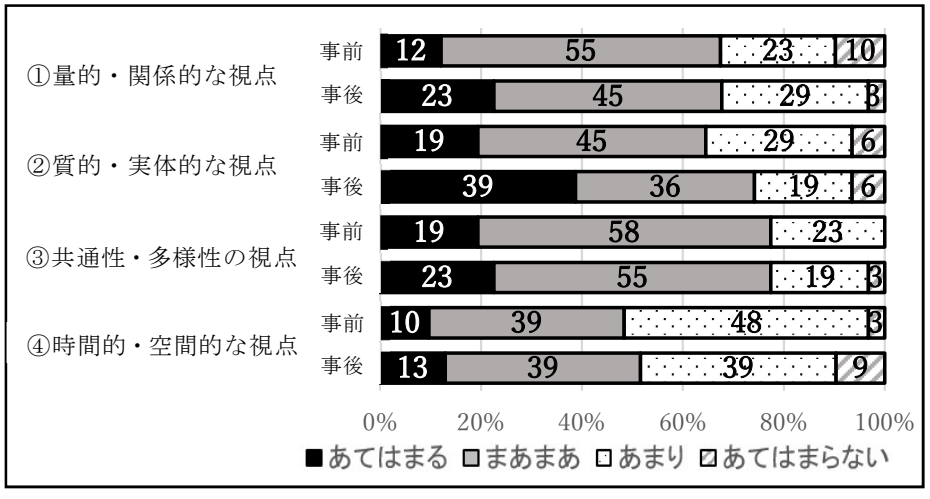

図６　理科の見方に対する意識の変容（N=32）

を考える場面では「質的・量的な視点」、周囲の温度変化を捉える場面では「時間的・空間的な視点」等、単元計画及び授業づくりを行った。生徒の「理科の見方」に対する意識の変容を示す（図６）。どの項目においても肯定的な回答をする生徒の割合が増加している。特に、項目②においては、「あてはまる」と回答した生徒の割合は、事前アンケートと比較し約２倍増加している。このことから、生徒は以前よりも理科の見方を働かせながら学習に取り組んでいると判断できる。

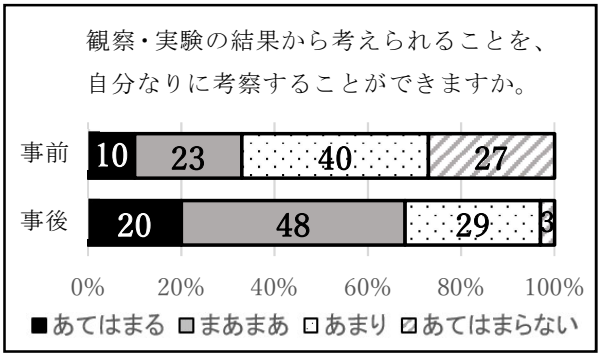

図７　自分の考えを表現できる生徒の割合（N=32）

(2) 授業における生徒の思考分析

本単元では、対話的な活動を効果的に進めるため、まずは自分の考えをしっかりと持つことを意識させた。本時（第６時）の学習課題につなぐ問いに対して、ほぼ全員が「火のついたマグネシウムを集気瓶に入れると、マグネシウムの火が消える」と予想した。そう考える理由として、小学校で学習したろうそくや木が燃えるとき「空気中の酸素の一部が使われ二酸化炭素ができる」といった知識と関係付けて、「ろうそくや木は二酸化炭素中において燃えないため、マグネシウムも燃焼しない。」と根拠を示していた。授業導入時の予想の段階では、前時までに学習している「酸化」と「燃焼」を酸素のかかわる化学変化と捉え、習得した知識を活用することができていないが、単に予想するのではなくしっかりと自分なりの根拠を持って問題解決に取り組もうとしていることが分かる。他に、上記の小学校で得た知識と前時までに学習した「燃焼は熱や光を伴う激しい酸化であること」の二つの知識を合わせて、「激しく燃える現象と、火を消そうとする現象が打ち消しあって、マグネシウムの火はだんだん小さくなっていく。」と根拠を示す生徒もいた。これまで学習した知識と関係付けて考え、知識を基に多面的な思考で根拠を示す様子が見られた。また、事後アンケートにおいて、自分なりに考察することができる生徒の割合は、「あてはまる」が20%、「まあまああてはまる」が 48%と授業前より増加していることから、「理科の見方・考え方」を働かせて自分なりの考えを持つことができるようになってきていると考える（図７）。

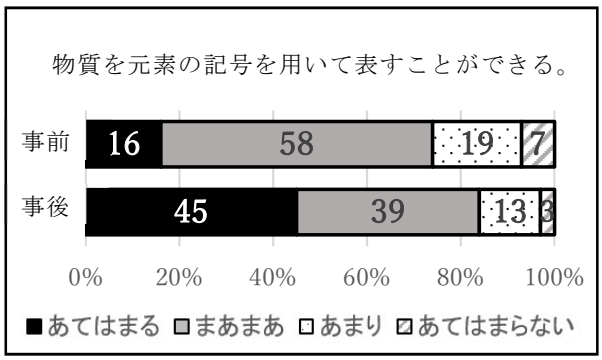

図８　知識の定着自己評価アンケート①（N=32）

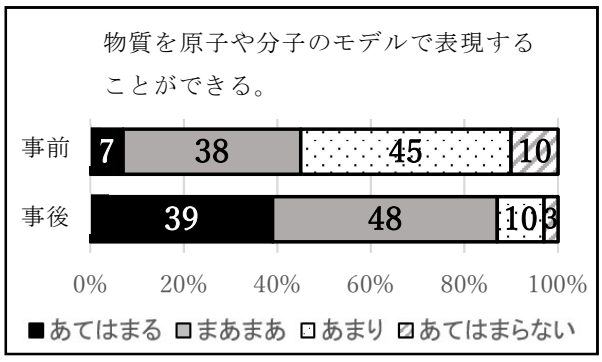

図９　知識の定着自己評価アンケート②（N=32）

(3) 「知識及び技能」と「思考力，判断力，表現力等」の関係

本単元第２章と第５章終了時には、知識定着に関する生徒の自己評価アンケートを行った。第５章終了時には、生徒のほとんどが物質を化学式や原子・分子のモデルで表現することが「できる」または「まあまあできる」と回答した（図８、図９）。図６や図７で示したアンケート調査において、肯定的に回答した生徒の割合が増加した要因の一つとして、化学式や原子・分子モデルといった知識の定着を図ることができ、かつ、生徒自身ができるようになっていると認識することができているからであると考える。このように、「見方・考え方」を働かせながら自分の考えを持つためには、考えを持つために活用する知識が必須であり、知識の広がりによって「思考力，判断力，表現力等」も深まると考える。

2　意見交換や議論など、対話的な活動を通して学びを深めることができたか

本単元において、自分の考えを他者と意見交換し議論する対話的な活動の場面では、ホワイトボードを活用した。初めに班の中で意見交換しながら、班としての考えをまとめていく（図10）。その際、対立する意見があり考えをどうしても一つにまとめることができない場合は、複数の考えを全体の場で伝えることとした。次に、各班の考えを学級全体へ共有していく（図 11）。黒板に張り出されたホワイトボードを全体で確認し、考え方が同じまたは似ているもの、全く異なるもの等、各班の考えを分類した後、気になる考えの班へ生徒が質問する流れにした。発表者がうまく説明ができない場合、同じような考えの班が追加で説明を行い、どうしても納得できない場合は再度質問するなど、意見交換や議論をしながら自分自身の考えを深めていった。生徒が進んで対話的な活動に取り組んでいった様子は、アンケート調査からも見取ることができる（図 12）。項目①の質問に対し、事前アンケートで「あてはまる」と回答したのは全体の16%であったが、事後アンケートでは 49%に増加した。項目②の質問に対し、事前アンケートで肯定的に回答したのは全体の37%であったが、事後アンケートでは 55%に増加した。生徒の変容が特に顕著だったのは、「あてはまらない」と回答した生徒の割合で、47%から 16%に減少した。このことから、生徒は進んで対話的な活動に取り組み自分の考えを他者と共有できるようになってきたと考える。

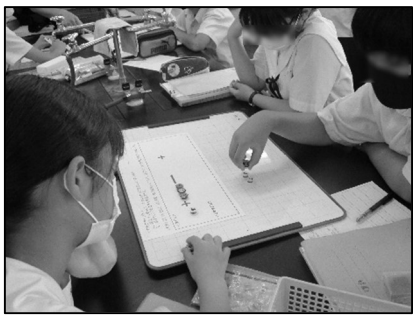

図 10　班で考えを共有する様子

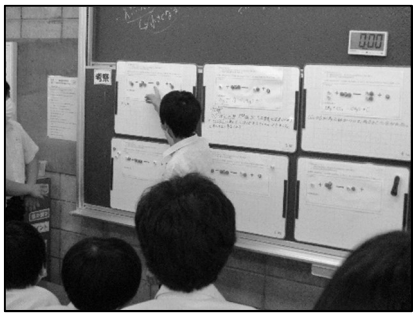

図 11　学級で考えを共有する様子

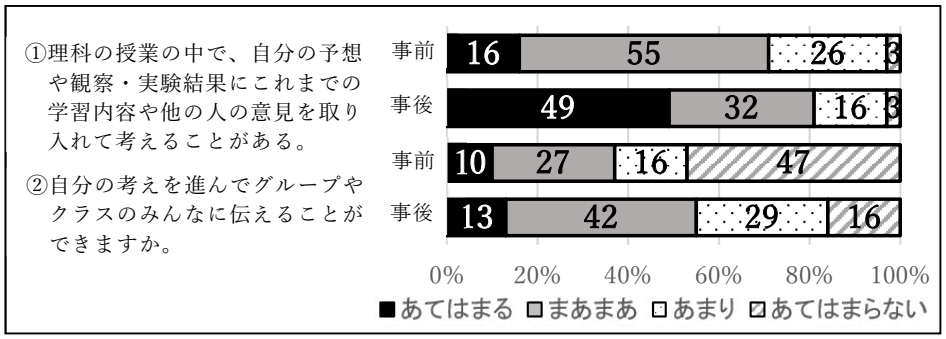

図 12　対話的な活動における生徒の変容（N=32）

3　１・２の活動を通して「思考力，判断力，表現力等」が育成されたか

(1) ワークシートからの「思考力，判断力，表現力等」の見取りについて

本時（第６時）の学習課題は「マグネシウムは、なぜ二酸化炭素だけでも燃焼したのだろうか」である。授業後における生徒のワークシートの記述を示す（図 13）。班で考えを共有しまとめるまでの時点では、問題解決のための糸口を見つけることができていない。しかし、学級全体での意見交換や議論に参加することで、他者の考えを取り入れ、新たに自分の考えとして表現できていることが分かる。また、個人で考えさせ記述させた本時のまとめも、きちんと本時の学習課題に正対するまとめになっ

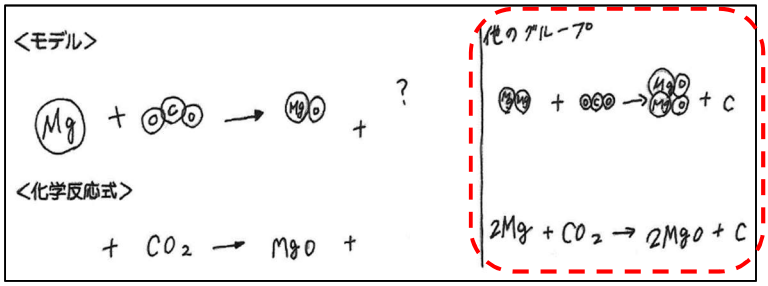

図 13　他班の考えを取り入れ表現している記述

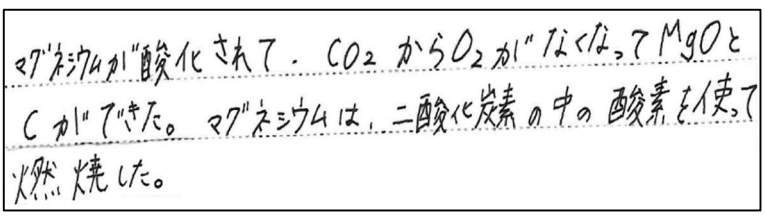

図 14　生徒自身が導いた学習課題に正対したまとめ

ている（図 14)。このことから、授業の中で新たな知識を習得し、問題解決に向けて「見方・考え方」を働かせ、思考を深めることができたと判断できる。生徒Ｋの振り返りでは、学習課題における自身の考えを具体的にモデルで表し、授業が進む中で「思考力，判断力，表現力等」の高まっていく様子が見られた。生徒Ｓは、気体の二酸化炭素から、固体の炭素を取り出せることから、目に見えない二酸化炭素中においても炭素の原子は実体としてそこに存在していることに気づき、新たな知識を獲得していた。生徒Ｔは、学習課題を解決し、「酸素の結びつき」について「酸素と最も結びつきやすい物質は何だろう？」と新たな疑問が生じており、更なる思考の深まりがうかがえた。

このことから、「思考力，判断力，表現力等」を育成するためには、問題解決の過程において、「理科の見方・考え方」を働かせながら対話的な活動を行うことにより、新たな知識を獲得し自分の考えを深めていくことが有効であると考える。

(2) 章末のパフォーマンス課題における評価

前述の通り、本単元では各章末にパフォーマンス課題を実施し「思考・判断・表現」を見取る評価材料とした（表５、表６)。ここでは、第３章におけるパフォーマンス課題の評価事例を紹介する。生徒Ｍは、鉄は鉄鉱石から入手していることや、その入手方法について酸化や還元などといったこれまで習得した知識を活用して自分なりに表現している。このことから、「思考・判断・表現」の観点で「おおむね満足できる」状況（Ｂ）と判断できる（図 15)。

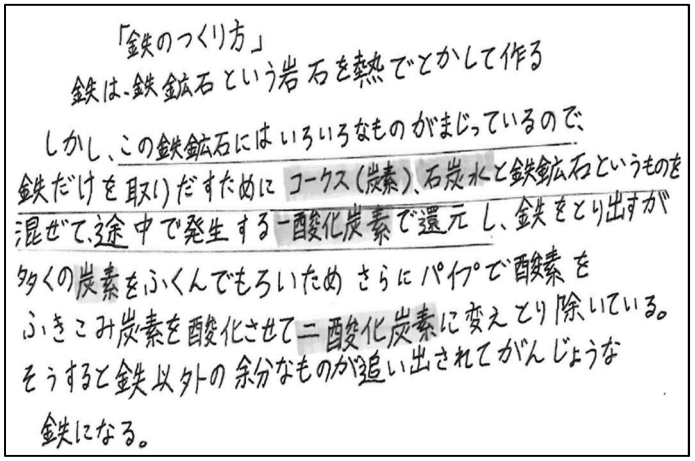
「鉄のつくり方」
鉄は、鉄鉱石という岩石を熱でとかして作る
しかし、この鉄鉱石にはいろいろなものがまじっているので、
鉄だけを取り出すためにコークス(炭素)、石炭水と鉄鉱石というものを
混ぜて、途中で発生する一酸化炭素で還元し、鉄をとり出すが
多くの炭素をふくんでもろいためさらにパイプで酸素を
ふきこみ炭素を酸化させて二酸化炭素に変えとり除いている。
そうすると鉄以外の余分なものが追い出されてがんじょうな
鉄になる。

図 15　生徒Ｍの記述内容

このように、知識及び技能を活用して課題を解決するために必要な「思考力，判断力，表現力等」が育っているかどうかということについての評価は、ルーブリックの活用が有効であると考える。

Ⅴ　成果と課題

１　成果

(1) モデルを使って原子・分子を実体的に捉えさせたり、本時の着目するポイントをしっかりと捉えさせることで、生徒の視点が定まり「理科の見方・考え方」を働かせ自分の考えを持つことができるようになった。

(2) 実験結果を分析し解釈する活動や科学的な概念を使用して考えたり説明したりする活動において、個別で考えをまとめたり、グループや全体で意見交換や根拠を持って議論をしたりすることで、生徒同士の意見の交流が活発となり対話的な活動の充実を図ることができた。

(3) 「理科の見方・考え方」や「対話的な活動」の指導を工夫することで、「思考力，判断力，表現力等」を育成することができた。

(4) 章を貫く問いに関連したパフォーマンス課題の実施、ルーブリックを活用した「思考・判断・表現」の評価を行うことで、「指導と評価の一体化」につなげることができた。

２　課題

(1) 「思考力，判断力，表現力等」の育成に向けた基礎的・基本的な知識及び技能の確実な習得。

(2) 「理科の見方・考え方」を働かせた対話的な活動の更なる充実に向けた単元計画、授業構成、学習形態、学習活動の工夫。

(3) 「指導と評価の一体化」のための評価方法や評価規準の検討。

〈参考文献〉

田村学　2021　『学習評価』　東洋館出版社
国立教育政策研究所教育過程研究センター　2020　『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料　中学校理科』　東洋出版社
鳴川哲也　2019　『理科における「見方・考え方」を働かせて資質・能力を育成する授業』　『初等教育資料 9 月号』　東洋出版社　18-21 項
田村学　2018　『深い学び』　東洋館出版社
西岡加名恵・石井英真編　2018　『Q&Aでよくわかる！「見方・考え方」を育てるパフォーマンス評価』　明治図書出版株式会社
文部科学省　2018　『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編』　学校図書株式会社
澤井陽介　2017　『授業の見方「主体的・対話的で深い学び」の授業改善』　東洋館出版社
山口晃弘・江崎士郎編　2017　『中学校「理科の見方・考え方」を働かせる授業』　東洋館出版社
田村学　2015　『授業を磨く』　東洋館出版社

〈参考 WEB サイト〉

沖縄県教育委員会　2021　『令和 3 年度版「問い」が生まれる授業サポートガイド』
https://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/gakuryoku/toisapo/toisapo.html（最終閲覧 2021 年 7 月）
沖縄県教育委員会　2021　『〔令和 3 年度版〕学力向上推進 5 か年プラン・プロジェクトⅡ～学びの質を高める授業改善・学校改善～』
https://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/jujitsu/shisaku/documents/r03_pp2.pdf(最終閲覧 2021 年 7 月)
文部科学省　2016　『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の改善及び必要な方策等について（答申)』
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm（最終閲覧 2021 年 6 月）