

群 教 七	G04 - 03
	平26.254集
	理科 - 中

中学理科における科学的な思考力・表現力を 高めるための工夫

— 「学習を整理する活動」を通して —

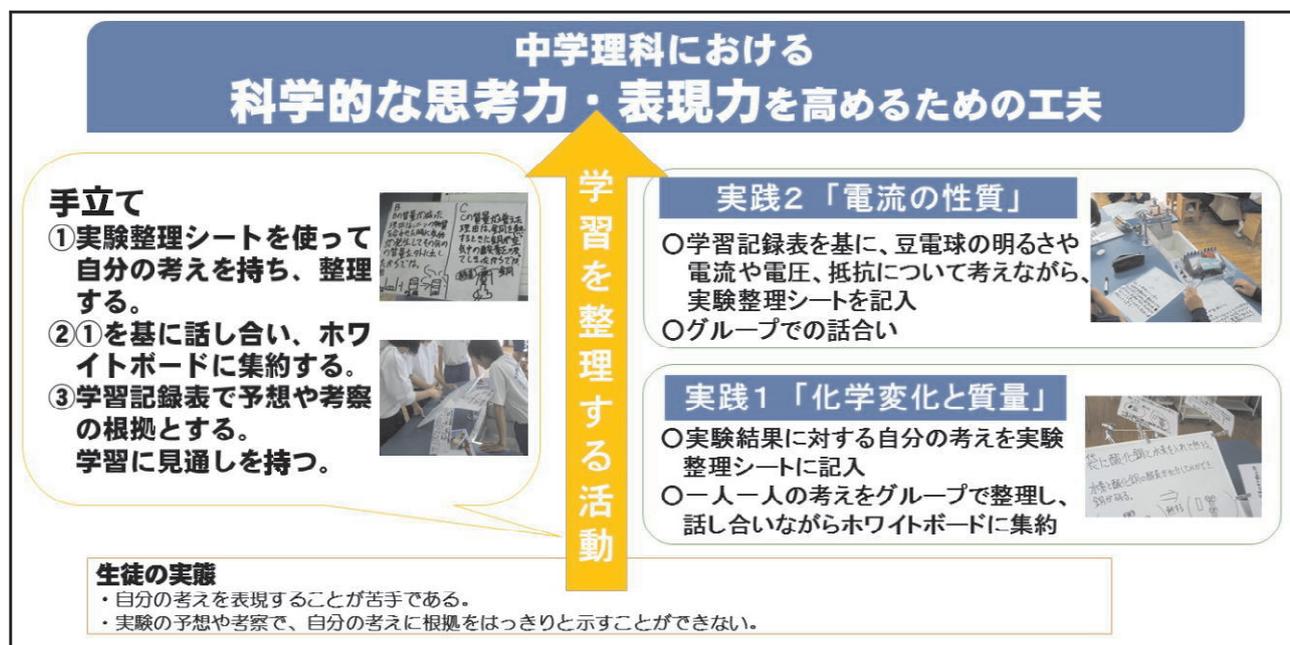
特別研修員 櫻井 徹

I 研究テーマ設定の理由

本学級の生徒は授業に前向きに取り組むことができ、授業中の発言も多いが、自ら積極的に実験の予想をしたり、得られた実験結果から規則性を見いだしたりすることができる生徒は少ない。予想や考察の場面では、自分の考えを持つことができても、その根拠が乏しく、自分の考えを表現することは苦手としている。生徒自身が課題や問題を「自分で考えるもの」としてとらえるとともに、根拠を明確にしながらか表現することは課題である。そんな生徒たちに「自分で考え、仲間と協力しながら考え、課題や問題を科学的に思考し、解決していく」ということを大いに経験させたいと考えた。そこで「学習を整理する活動」を通して、学習に取り組ませることとした。「学習を整理する活動」を積み重ねることによって、実験の予想や実験結果を基にした考察を科学的に思考し、根拠のある自分の考えをもちつつ、それを表現することができるようになってきた。また、自分の考えを基にして、生徒同士で話し合うことにより予想や考察が深まったり、規則性を見いだしたりすることにつながると考え、上記の主題として設定した。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

本研究ではまず以下の二つの活動を「学習を整理する活動」とした。

(1) 「実験整理シート」に自分の考えを記入する活動

B5紙をラミネートしたもの、クリアファイルに紙を挟んだものを「実験整理シート」と名付け、水性ペンで実験の予想や、実験結果から分かることなどを記入させる。

(2) グループで話し合いながらホワイトボードに集約する活動

実験整理シートを記入した後、それらを基にグループで話し合い、考えを集約して、ホワイトボードにまとめる。その際、実験整理シートをホワイトボードの周りに固定し、グループ全員の考えを見ながら話し合いができるようにする。これら二つの活動を通して実践1を行った。

実践1「化学変化と質量」における手立て

- ・化学変化の前と後で質量が変化した理由について考え、実験整理シートに記入する。
- ・一人一人の実験整理シートを基に、グループで話し合い、ホワイトボードにまとめさせる。

単元の導入で、化学変化の前と後で質量は変わらないという仮説を立てたが、気体発生と酸化が起こる実験では質量が変化した。その原因について考察した。実践後さらに生徒の思考力・表現力を高めていけるように、新たに以下の活動を「学習を整理する活動」とし、実践2を行った。

(3)「学習記録表」を作成し活用する活動

B4用紙に単元の流れを示す項目だけを記しておく記録用紙を「学習記録表」とし、学習した内容を整理しながら記入して、今までの学習をまとめさせる。予想や考察の場面では既習内容や規則性の確認としても活用する。

実践2「電流の性質」における手立て

- ・既習内容をまとめた学習記録表を基に、電流や電圧、抵抗や豆電球の明るさについて考えさせる。
- ・自分の考えを実験整理シートに記入し、グループで話し合う。

学習記録表を基に、豆電球が三つ接続される回路について、豆電球の明るさを予想し、実験整理シートに記入させた。その後グループで話し合いながら電流に関する規則性について確認した。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

- 実験整理シートを使用したことで、自分の考えをしっかりと意識が高まり、問題に対して何らかの考えを持つことができる生徒が増えた。
- 学習記録表を活用することで、予想や考察にはっきりとした根拠が見られるようになった。
- グループで話し合う場面では、自分の考えを始まりとして、グループとして学び合い、考えを整理しながら深めていくこともできた。意見を交流させることによって、実験整理シートに記入された表現が詳しくなったり、絵や図がつけ加えられたり、モデル化されたりする様子が見られた。
- 学習を整理する活動を通して授業を行ったことで、本時に学習した内容が明確になり、次時へのつながりをはっきりとモチ、意欲を高めていくことができた。

2 課題

- 課題に対してなかなか手がつかない生徒でも何らかの自分の考えをもたせ学習させたい。実験整理シートが記入できないとグループでの学習も消極的になってしまう。最低限の内容でも自分の考えをもたせることができるように、課題を明確にし、何を考えるのかをはっきりとさせておく必要がある。
- 多くの教材を使用することになるので、学習に時間がかかる。問題によっては、生徒の活動がねらいとしていない方に向いてしまうこともある。活動させる単元をしっかりと見定める必要がある。

3 提言

- 実験の予想や考察をする場面において、実験整理シートに記入させると、自分の考えを明確にすることができる。また、学習記録表を活用することで、生徒が考えをもちやすくなるとともに、考えに根拠が増え、思考が深まる。
- 自分の考えをしっかりとまとめた上で、話し合いによりホワイトボードに集約させることで、一つ一つの考えが深まり、科学的な根拠のある意見への変容につながる。
- 全ての生徒が自分の考えをもち、それを表現することができるようにするために、課題を明確にし、何について考えるのかをはっきりさせる配慮が必要である。

＜授業実践＞

実践 1

1 単元名 「化学変化と原子分子（化学変化と物質の質量）」（第2学年・前期）

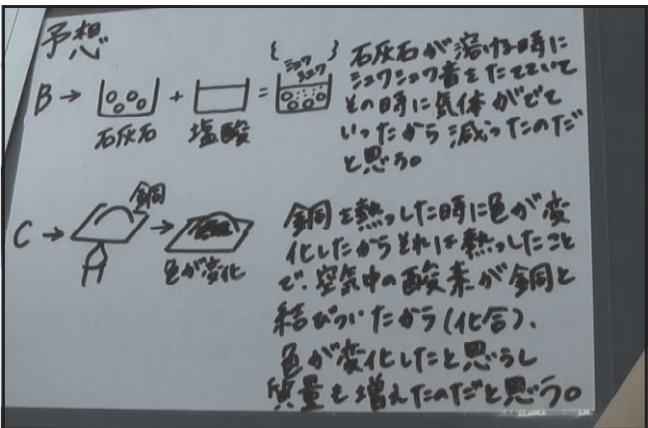
2 本単元及び本時について

本単元は原子や分子などの粒子の学習を通して、実験した事象のいくつかを原子・分子の組み合わせで考えることができるようになった生徒に、既習の科学的知識を用いながら、化学変化の前後における質量の変化について考えさせるものである。実験について既習内容や身近な出来事と結び付けて予想し、その結果を検証する。予想や実験結果の分析において、「～だから○○になると思う」というような、根拠を説明させることで、科学的な思考力・表現力を育成する。また、すでに学習した化学変化や原子・分子のモデルをヒントとしながら、実験結果や、そのとき発生するエネルギーについて考えさせる。

前時に、化学変化の前後で質量は変わらないという仮説を立てて、三つの化学変化の実験を行った。三つの実験のうち二つは質量が変化した。本時はその理由について考え、実験整理シートに記入させた。質量が変化した理由を考えながら、どのように実験を行えば質量が保存されることが確かめられるのかも併せて考えることとした。

3 授業の実際

化学変化の前後で質量は変わらないという仮説を前提として実験を行った結果、塩化バリウムと硫酸ナトリウムを混ぜる実験（実験A）では質量は変わらず、石灰石に塩酸を加える実験（実験B）では減少し、銅の酸化（実験C）では増加した。生徒の仮説を裏切る結果になったために、なぜその結果になったのかを考える意欲が高められた。そこで本時は、まず実験結果が仮説通りにならなかった理由を個人で考え、実験整理シートに記入することとした（図1）。

質量が変化した理由についての生徒の記述	
<p>T : A、B、Cの実験の結果、Aの質量は変わらなかったけれど、Bは減少して、Cは増加した。なぜか。</p> <p>S1 : Bの実験は化学変化が起きて気体が出た。気体が出ていったから質量が減った。</p> <p>S2 : Bは化学変化が起きて、液体だった塩酸から気体の二酸化炭素が発生した。その結果質量が減った。</p> <p>S3 : Cは銅を加熱したら色が変わった。銅が酸素と結び付いたから、質量が増えたのだと思う。</p> <p>S4 : Cが増加したのは銅を加熱したことで、</p>	 <p>図1 実験整理シートの記入</p>
<p>空気中の酸素を吸ってしまったからではないか。</p>	

意見交流の様子	
<p>T : 自分が書いた実験整理シートを基にして、グループで話し合い、考えをまとめよう。</p> <p>S1 : 石灰石と塩酸の組み合わせで、二酸化炭素が発生したから、もともと容器の中にあった原子が分子になって外に出て行ったのではないか。</p> <p>S2 : CuにOが結びついて CuOになったわけだから、Oの分だけ質量は大きくなるはずだ。</p> <p>S3 : 外に気体が出て行ってしまうと質量は減るから、密閉した状態で実験したら質量は変わらないのではないだろうか。</p> <p>S4 : Cの実験も気体の出入りがないような状態で実験できれば、質量は変化しない様子が見られるはずだ。</p> <p>S5 : 原子・分子の組み合わせが変わるのが化学変化だから、原子や分子の数や種類は変わらないので、</p>	

閉じているような状態で実験することができれば質量は変わらない。

S6：Aの実験も化学変化が起きているので、原子の組み合わせは変わっている。でも、液体のままなので原子がどこにもいかないから、質量は変化しなかった。

生徒一人一人に実験整理シートに記入させたことで、質量が変化したことに対する自分の考えを持つことができた。また、洗濯ばさみを活用して実験整理シートをホワイトボードに固定し、話し合わせたことで、グループの中で一人一人の意見を取り入れながらホワイトボードにまとめようとする姿が多く見られた(図2)。また、自分の考えに自信がもてずにいた生徒でも、グループの意見と同じであることが分かると安心した様子を見せ、違った意見を見付けると、どこまでが共通していて、何が異なっているのかを積極的に考えようとする様子うかがえた。



図2 話し合いの様子

さらに、話し合いをすすめていくなかで、「泡が出た」というような表現が「気体発生」に変わったり、原子や分子の概念によって化学変化を説明したり、質量が変わらないようにするための実験方法を記入したりするなど、たくさんの情報や新しい視点で見た説明が加わっていき、一つ一つの意見が科学的な根拠のあるものへと変容していく様子が見られた。

グループでの話し合いの後、ホワイトボードを理科室前に集め(図3)、生徒全員がその場に集まって、見合う時間を設定した。生徒たちはグループごとの共通点・相違点を探すとともに、同じ考えでも絵やモデル図の示し方がさまざまであることに気付き、次時に活かそうとしている様子うかがえた。

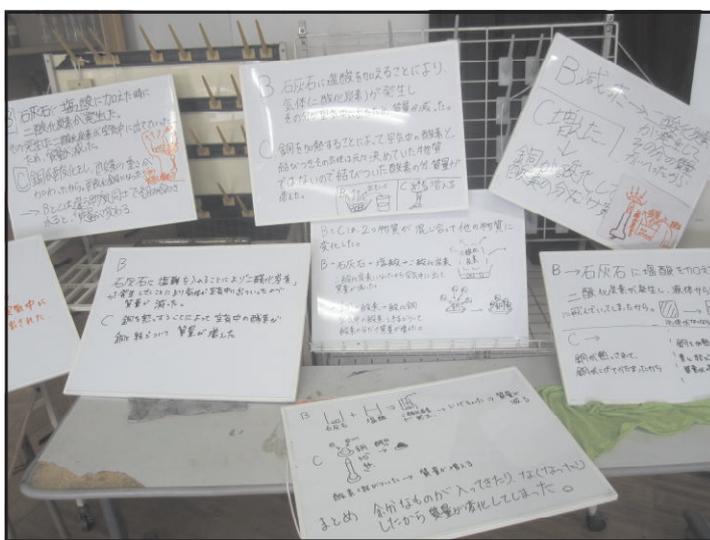


図3 全てのグループのホワイトボード

4 考察

- 実験整理シートに個人の考えを書かせたことで、自分の考えが整理され、友人と考えを話し合うときにも、活発に意見の交流ができるような効果がある。
- ホワイトボードに考えを集約させることは、個人の考えを深め、グループの意見を取り入れたものを練り上げる効果が期待できる。
- 実験整理シート・ホワイトボードに記入する場合はいろいろな見方や考え方がもてる問題であるほうが望ましい。たくさんの意見から共通するところやホワイトボードに残すところを考える過程こそが思考力・表現力をつけることにつながる。と考える。
- 実験整理シートは水性ペンで記入するので少し触っただけでかすれてしまう。記録した内容を次時に活かすのが難しい。その1時間内や単元を通しての生徒の変容をしっかりと見取るためにもデジタルカメラなどによる撮影は必ず取り入れようと考えた。

実践 2

1 単元名 「電気の世界（電流の性質）」（第2学年・後期）

2 本単元及び本時について

本単元は回路の作成や電流計、電圧計、電源装置などの操作技能を習得させながら実験を行い、その結果を分析して解釈させ、回路の電流や電圧の規則性を見だし、性質を理解させるものである。結果を分析し解釈する能力を育て、科学的なものの見方や考え方を養うことができる。

電流や電圧の性質を実験で調べながら、2種類の豆電球を使い、豆電球の明るさと関連させて考えさせるようにした。直列回路と並列回路における電流・電圧・抵抗のイメージをつかむために、学習したことを整理しながらまとめ、学習記録表とした。本時はその学習記録表を活用し、電流や電圧の性質を振り返りながら、2種類の豆電球を三つ使用した回路における豆電球の明るさを予想させ、それを確かめる実験を行った。

3 授業の実際

導入では電流や電圧とは何か・直列回路や並列回路における電流や電圧の規則性・抵抗の性質などを確認した。それらは全て学習記録表に整理しまとめてある内容であることを伝え、本時もそれを活用して考えるよう促した（図4）。

乾電池一つで回路を組んだときに明るく光る豆電球（1.5V・0.3A）とやや暗くつく豆電球（3.8V・0.3A）を使って、回路を組んだときの豆電球の明るさを予想し、実験整理シートに記入させた。本時の実験整理シートはB4サイズのクリアファイルの中に、B4用紙を挟み込んだものを使用した。ファイルの中に挟んだB4用紙には図5のように回路図を上半分に印刷し、下半分は自分の考えをしっかりとかけるようにスペースを空けた。

生徒は実験整理シートの記入に慣れ、自分なりの考えをまとめられるようになってきた。本時は回路図が印刷されているB4用紙をクリアファイルではさみ、その上から水性ペンで書くようにしたので、矢印や吹き出し、強調する丸印などを使ってそれぞれの表現で自分の考えを実験整理シートにまとめていった。また、一度書き込んだ後もすぐに書き直しができるので、たくさんの考えを書いたり消したりを繰り返している生徒も多く見られた。その過程で自分の考えを見直したり、間違いに気付いたりするような生徒もいた。

生徒は学習記録表を見ることで電流や電圧、抵抗の規則性について確認しながら、実験整理シートを記入していた（図6）。特に並列回路における電圧がどの区間でも同じになることや、回路が枝分かれするところで電流も分かれること、直列回路では各抵抗に加わる電圧の和が全体の電圧になることなどに目を付けた生徒は自信を持って自分の実験整理シートを記入することができていた。

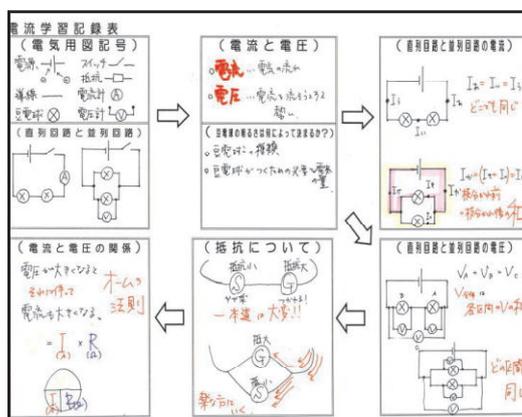


図4 学習記録表

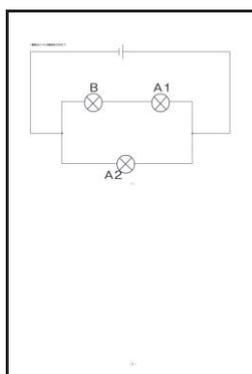


図5 本時の
実験整理シート

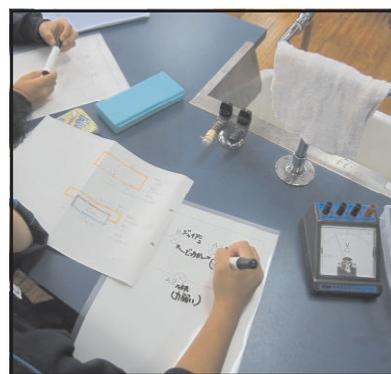


図6 学習記録表の活用

一番明るくつく豆電球についての生徒の記述

T：回路図のように回路を接続したら、一番明るくつくのはどの豆電球だと思いますか。

S1：一番明るいのはA2だと思う。A2の方がA1、Bの方より抵抗が少ないから（次ページ図7）。

S2：A 2が一番明るく光る。Aの電球が抵抗が弱いものだとすると、並列回路の分かれている部分でそれぞれ弱い抵抗が入り、上に分かれた道には抵抗のBがあるので、抵抗が少ない下の分かれ道に電気が多く流れるから（図8）。

S3：上の列は豆電球が二つあって、電流は疲れにくいA 2の方に多くいくと思うから。大変そうな方がやる気を（電圧を）発揮しようとするから明るく光る（図9）。

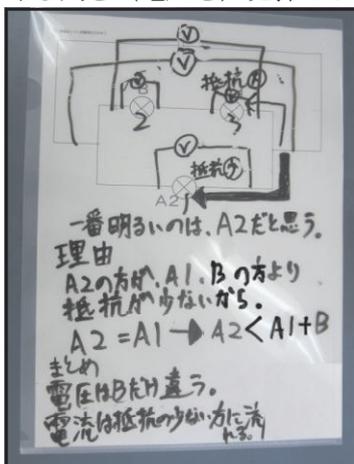


図7 S1の実験整理シート

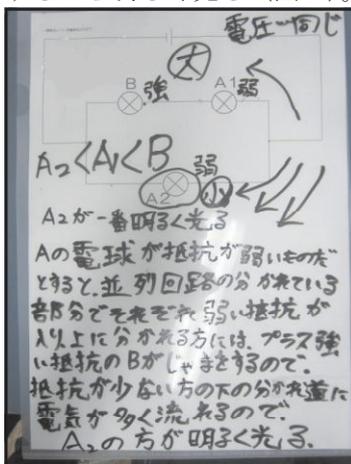


図8 S2の実験整理シート

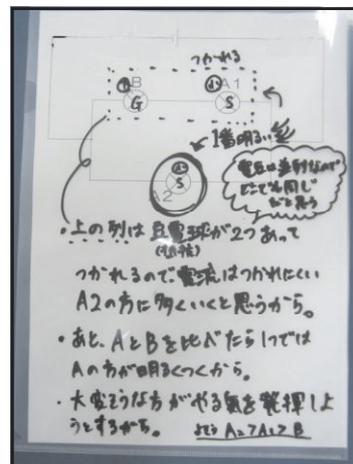


図9 S3の実験整理シート

実験整理シート記入後、それを基に、どの豆電球が一番明るくつくかをグループで話し合った。電流の大きさだけに目を付けていた生徒が多くいたが、話し合いをしていく中で、並列回路だからどの区間も電圧が同じ大ききで加わることと、抵抗が一本道にあるときの大きさや電圧の加わり方から明るくつく豆電球を特定することができた生徒が多く見られた。自分の考えに科学的な裏付けを感じ、理解できた喜びや納得の声を漏らす生徒も多くいた。



図10 回路を組む生徒の様子

その後自分たちが予想したとおりの結果になるかを、実際に回路を組んで確かめた。豆電球が三つ入っているやや複雑な回路であるが、生徒はすぐに回路を組むことができた（図10）。豆電球の明るさについても予想が当たったことを喜んだり、予想が外れた理由をすぐに考え始めたりする様子などが見られた。

個人が記入した実験整理シートは授業終了後回収、デジタルカメラで撮影し、グループの予想をB4紙にまとめて貼り付け、次の時間に配付した。それを見ながら電流や電圧によって豆電球の明るさが変わることや、直列回路や並列回路における電流や電圧の規則性、抵抗の大きさに対する電流や電圧の性質などを確認した。

4 考察

- 実験整理シートは回路図が書いてあったため、自分の考えを言葉や記号、強調する印などで表すことができた。自分の考えを整理するとともに、グループで学び合いも活発になった。
- 学習記録表が手元にあると、今までの学習を一目で振り返ることができ、実験の予想や実験結果の考察の練り上げの場面では非常に有効であると考えられる。
- 実験整理シートや学習記録表の活用により、自分の考えをしっかりとちながら学習を進めていくと、グループでの話し合いが活発になると同時に、回路のイメージをはっきりと持ち、実際に回路を組むこともスムーズにできるようになると考える。
- 実験整理シートに何も書くことができない生徒が3名ほどいた。学習記録表を用いても手がつかない生徒に対する手立てを用意しておく必要がある。