

平成24年度 教科に関する研究
研究主題「思考力・判断力・表現力をはぐくむ学習指導の展開」

理 科

科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開

－問題解決の過程において，自ら考え表現する学習活動の充実
を図る授業づくりを通して－



目 次

平成24年度 教科に関する研究

研究主題「思考力・判断力・表現力をはぐくむ学習指導の展開」

1	主題について	1
2	授業研究	3
	【授業研究 1】 科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開 —小学校第5学年「電磁石の性質」における児童が主体的に探究 できる学習問題づくりと話し合う必要性がもてる場の工夫を通 して—	3
	【授業研究 2】 科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開 —中学校第1学年「いろいろな物質」におけるグラフの活用や話 合い活動を工夫し，密度の考え方を導く学習活動を通して—	9
	【授業研究 3】 科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開 —高等学校化学基礎「化学結合」における分子の溶解の規則性を 見いだす探究的な学習活動を通して—	15
	【授業研究 4】 科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開 —高等学校地学Ⅰ「火成岩の分類」における生徒の思考を引き出 し，発想を生かす表現活動を工夫したテフラの観察を通して—	21
3	研究のまとめ	27

教科に関する研究主題：「思考力・判断力・表現力をはぐくむ学習指導の展開」

平成21・22年度の2年間の研究では、学習指導要領や学校教育指導方針の趣旨を踏まえ、児童生徒に思考力、判断力、表現力をはぐくむことを目指して、創意工夫を生かした特色ある学習指導の研究を行った。平成23・24年度は、先の研究成果を踏まえて、より実践的な内容として、教科ごとに主題を設定し、研究を進めた。

理科研究主題

科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開
—問題解決の過程において，自ら考え表現する学習活動の充実
を図る授業づくりを通して—

1 主題について

(1) 理科の目標について

小学校学習指導要領解説理科編（平成20年8月 文部科学省），中学校学習指導要領解説理科編（平成20年9月 文部科学省），高等学校学習指導要領解説理科編（平成21年12月 文部科学省）に，理科の目標が次のように示された。

「小学校理科」 平成20年3月

自然に親しみ，見通しをもって観察，実験などを行い，問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに，自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り，科学的な見方や考え方を養う。

「中学校理科」 平成20年3月

自然の事物・現象に進んでかかわり，目的意識をもって観察，実験などを行い，科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め，科学的な見方や考え方を養う。

「高等学校理科」 平成21年3月

自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め，目的意識をもって観察，実験などを行い，科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め，科学的な自然観を育成する。

（下線は本資料作成者による。）

理科の目標では，下線のように，児童生徒の発達の段階を踏まえて，問題解決の能力や科学的に探究する能力と態度を育てることが示され，目標全体を通して，観察，実験などを中心とする問題解決の過程や科学的に探究する学習活動を重視している。

(2) 科学的な思考力，表現力の育成について

平成20年1月の中央教育審議会答申の改善の基本方針（以下「答申」という。）では，「科学的な思考力，表現力の育成」について，次のように示している。

- 科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、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、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。
(下線は本資料作成者による。)

科学的な思考力、表現力をはぐくむためには、答申で示す「観察・実験の結果を整理し考察する学習活動」、「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」、「探究的な学習活動」を工夫改善することが必要になると考える。

(3) 研究の基本方針

平成22年度の研究では、研究主題を「観察、実験の結果を考察し表現する授業の創造」とし、観察、実験の結果を整理し、考察し、表現する活動に重点を置いて授業づくりを行った。その研究において、現象の起こる科学的根拠を考える活動や言葉で表現する活動が、科学的な思考力、表現力をはぐくむことに有効であることを確認できた。しかし、単元の導入部分には研究の視点を置かなかつたため、児童生徒が自らの学習課題として捉えることが十分でなく、主体的な学習活動を展開することが難しかった。科学的な思考力、表現力をはぐくむためには、自ら問題を見だし把握し、主体的に問題解決したり科学的に探究したりすることが必要であると考え。

そこで、本研究では、前回の成果と課題を踏まえ、問題解決の過程や科学的に探究する学習活動において、主体的な学習活動を展開する授業づくりを行う。そのために、児童生徒が、自ら問題を見だし把握できるような導入の工夫をする。さらに、発達の段階を踏まえて、小学校では、問題解決のための観察、実験を繰り返し行えるようにし、予想や仮説と関係付けながら考察を言語化し、表現できるようにする。中学校では、観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動において、データを図、表、グラフなどの多様な形式で表したり、結果について考察したりできるようにする。高等学校では、観察、実験などを十分に行い、生徒が結果を分析して解釈できるようにする。

そのために、児童生徒の実態を捉え、観察、実験の結果を整理し考察する学習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学習活動、探究的な学習活動が充実できるような教材や場の工夫を行えるようにする。このようにして、科学的な思考力、表現力をはぐくんでいく。

(4) 主題に迫るために

科学的な思考力、表現力をはぐくむ学習指導を展開するためには、問題解決の過程や科学的に探究する学習活動において、下に示す2点を柱として、児童生徒の発達の段階や学習のねらいに応じた具体的な手立てを講じて、授業研究を行う。

- ア 自ら考え表現する学習活動の充実を図る教材の工夫
イ 自ら考え表現する学習活動の充実を図る場の工夫

2 授業研究

授業研究は、小学校1校、中学校1校、高等学校2校（化学領域、地学領域）で実践し、授業研究ごとに分析・考察した。

【授業研究 1】

科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開
 —小学校第5学年「電磁石の性質」における児童が主体的に探究できる
 学習問題づくりと話し合う必要性がもてる場の工夫を通して—

1 単元名 電磁石の性質

2 単元の目標と観点別評価規準

電磁石の強さの変化や電流の働きをそれらにかかわる条件に着目しながら調べ、見いだした問題を計画的に追究したり、ものづくりをしたりする活動を通して、電磁石の強さの変化や電流の働きの規則性についての考えをもつことができる。

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
電磁石の導線に電流を流したときに起こる現象に興味・関心を持ち、自ら電流の働きを調べようとしている。	電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数、電磁石の極の変化と電流の向きを関係付けて考察し、自分の考えを表現している。	電磁石の強さの変化を調べる工夫をし、その過程や結果を定量的に記録している。	電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻数によって変わることを理解している。

3 単元の指導について

(1) 教材について

電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化について興味・関心をもって追究する活動を通して、電流の働きについて条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらについて実感を伴いながら理解できるようにする。さらに、電磁石の性質の規則性を推論し話し合う活動や、それらを利用したおもちゃづくりを通して、自分の考えを深められるようにし、日常生活に結び付けながら電流の働きについての見方や考え方をもてるようにする。

(2) 児童の実態について

本校第5学年の児童は、これまで表現力の育成に向け、予想や考察の書き方の定型文指導や実験レポートの作り方の指導を重点的に行ってきた。しかし、5月に第5学年全体に意識調査を行ったところ（表1）、昨年度より数値の伸びは見られるものの「自分の考えを進んで発表している」や「分かったことを自分の言葉でノートにまとめている」といった科学的な思考力，表現力に関する項目につ

表1 理科学習に関する意識調査（平成24年5月31日実施，第5学年114人）

	4 あてはまる	3 どちらかというとあてはまる	2 どちらかというとあてはまらない	1 あてはまらない	平均
① 理科の授業で、自分の考えを進んで発表しています。	45	30	27	12	2.9
② 理科の授業で分かったことを、自分の言葉でノートにまとめています。	13	65	35	1	2.8
③ 理科の授業で学習することがよく分かります。	69	42	3	0	3.6

いて、苦手であると感じている児童が多いことが分かった。さらに、6月に行ったグループ活動に関する意識調査（表2）では、グループ活動や話し合い活動に消極的な児童や、考えることをあまりしない児童もいることが分かった。これらのことは、考えを深める段階での話し合いが形式的で表面的なものとなったり、教科書の記述内容に頼る考察になったりしているからと考えられる。

そこで、児童がグループの友達と解決方法を考え、話し合う必要性がもてる学習問題にしたいと考える。問題を解決する過程では、児童が学習問題のねらいを把握し、自ら問題を探究し考えを進んで表現したり、話し合いを通して友達と考えを深め合ったりして、科学的な思考力、表現力をはぐくめると考える。

表2 グループ活動に関する意識調査（平成24年6月29日実施、第5学年1組38人）

	4 あてはまる	3 どちらかというあてはまる	2 どちらかというあてはまらない	1 あてはまらない	平均
① 理科の授業でグループでの話し合いをすることは自分のためになります。	13	16	7	2	3.1
② グループでの話し合いでは、自分の考えを進んで発表しています。	13	11	13	1	3.1
③ 友達の発表を聞いて、自分の考えとよく比較することができます。	7	19	8	4	2.8

(3) 主題に迫るための手立て

ア 児童が主体的に探究できる学習問題づくり

児童が「調べたい。」、「実験してみたい。」と思うような知的好奇心を喚起する学習問題にするために、児童が試行錯誤できるようにゲーム的な要素を取り入れて教材を提示する。そうすれば、児童は興味・関心をもちながら問題を見だし、その問題について主体的に探究できると考える。

イ 話し合う必要性がもてる場の工夫

児童が主体的に考え、説明し、表現することで科学的な思考力、表現力がはぐくまれると考える。そこで、ミッション（指令）をクリアさせるためのルールを設定することで、グループで話し合う必要性をもてるようにし、電磁石の強さや電流の働きの規則性を探るための主体的な話し合いができると考える。

4 指導と評価の計画（10時間扱い）

第1次	電磁石の極	4時間
第2次	電磁石の強さ	6時間

時	学習内容	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
1	電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係について予想し、予想を検証する方法を考える。（本時）		○			電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係について、予想や仮説をもち、それを検証する実験方法を考えている。	行動観察 記述分析
2	電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係を調べる実験を行う。			○		実験器具を適切に使って、電磁石の強さを変える実験を安全に行っている。	行動観察 記述分析
3	電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係に関する実験結果を自分の言葉で表現する。（本時）		○			電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数を関係付けて考察し、自分の考えを表現している。	発言分析 記述分析

4	身の回りの電磁石について調べる。	○		電磁石の性質や働きを生かした製品を調べようとしている。	行動観察 記述分析
5	電磁石の性質を利用したおもちゃを作る。		○	電磁石の性質を活用しておもちゃ作りをしている。	行動観察 作品分析

5 本時の指導

(1) 目標

電池の数やコイルの巻数を変えて、電磁石につくクリップの数を調べる実験を行い、電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係について考察し、自分の考えを表現することができる。

(2) 準備・資料

鉄釘，エナメル線，セロハンテープ，電池，工作用紙，導線，クリップ，ホワイトボード，ホワイトボードマーカー，電池ボックス，電卓，ストロー

(3) 展開

学習活動・内容	指導上の留意点・評価
<p>第1時</p> <p>1 「与えられた実験器具を使って電磁石を作り，3回の操作でジャスト17gを目指せ。」 (資料2，p7)というミッション(指令)をクリアできるかを考え，学習問題をつくる。</p> <p>2 学習問題をつかむ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>強さの違う電磁石を作るためには，どのような工夫が必要だろうか。</p> </div> <p>3 どうしたら電磁石の強さが変わるのか予想をする。</p> <p>・乾電池2個の直列回路では，豆電球が明るくなったので，乾電池の数を増やすと強くなると考える。など</p> <p>4 第1回作戦会議を行う。</p> <p>(1) それぞれの予想を基に，何を変えれば電磁石の強さが変わるのか話し合う。</p> <p>(2) データをとるための実験方法を考え，実験の計画を立てる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・100回巻，乾電池1本の電磁石を使い，1回の操作で何gのクリップを引きつけられるかを演示実験で示すようにする。 ・具体的な問題の場面を提示することで，電磁石の強さを変える必要があることを押さえる。 ・学級で共有したミッションをクリアするための学習問題をつくることで，児童自ら本時の学習のねらいを明確に把握できるようにする。 ・これまでの学習を振り返ることで，理由を付けて自分の考えを書けるようにする。 ・他の人の予想をよく聞き，自分の予想と比較するように助言することで，考えが深まるようにする。 ⑨ 電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係について，予想や仮説をもち，それを検証する実験方法を考えている。 <p>(科学的な思考・表現，行動観察・記述分析)</p>
<p>※第2時は省略</p>	
<p>第3時</p> <p>1 前時の振り返りをする。</p> <p>2 第2回作戦会議を行う。</p> <p>(1) 実験データから，それぞれの条件でどれくらいのクリップがつくのかということをグループで共有する。</p> <p>(2) 自分の考えを書く。</p> <p>(3) それぞれの考えを基に，クリップを17g移</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・事前に班長にアドバイスすることで，話がスムーズに進むようにし，自分と他の人の考えを比較できるようにする。 ・計算は電卓で行うようにし，実験を繰り返し行うための時間を確保する。 ・電磁石を継続して使うと熱くなることを伝え，クリップに付ける時だけスイッチを入れるように助言する。

<p>動させるための方法について話し合う。</p> <p>3 話し合った結果を基に実験する。</p> <p>4 実験結果を発表する。</p> <p>5 電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数の関係について考察する。</p> <p>6 各グループの実験結果を踏まえて結論を出す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 他のグループの発表を聞くことで、自分のグループの結果と比較できるようにする。 ⑧ 電磁石の強さと電流の強さや導線の巻数との関係について考察し、自分の考えを表現している。(科学的な思考・表現, 発表・ノート) 結論は他のグループの実験結果も参考にして書くように助言する。
<p>強さの違う電磁石を作るには、電流の強さや導線の巻数を変える。</p>	

6 授業の分析と考察

(1) 児童が主体的に探究できる学習問題づくりについて

単元の導入で教師が、電磁石（コイル100回巻，乾電池1個）で4.6gのクリップを引きつけることを提示したことにより，児童はちょうど17gにするためにはどうしたらよいか考えていた。児童のノートには，資料1のように，ミッションをクリアするためにはどうすればよいかを思考した記述が多く見られた。児童は，電磁石の強さを調整する考えを見だし，「強さの違う電磁石を作るためには，どのような工夫が必要だろうか。」という問題をつくることができた。児童は，電磁石の強さを変えるために何を調べたらよいかをグループで話し合い，解決に必要な学習問題づくりを行っていた。また，意識調査の結果（図1）において，②，③，④のように考えることについての問いでは，肯定的な数値が伸びている。これらのことから，自ら問題づくりをすることは，主体的な探究を促し，思考したり表現したりすることに有効であったと考えられる。

資料1 クリアするための記述

コイルのどう系泉のまき数を多くする。理由はみんな17gの回数だと4.6gずつと水で17gに足りなくなってしまうから。

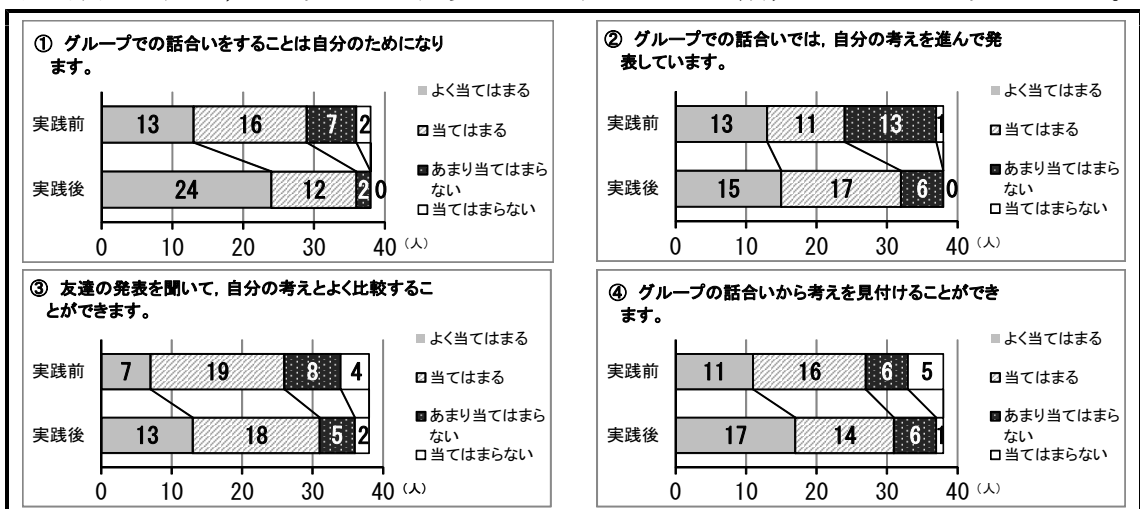


図1 理科学習に関する意識の変容

(事前：平成24年6月29日，事後：平成24年7月17日実施，第5学年1組38人)

(2) 話し合う必要性がもてる場の工夫について

資料2のように、ミッションを与え、ルールを細かく設定したことにより、グループで話し合う必要性が生まれた。また、授業の様子を見ると、これまで以上に活発に意見交換をしている姿が見られた。特に、これまでの話し合いではあまり積極的

でなかった児童が自ら話し合いに参加している姿がとても印象的であった。児童の意識調査の結果（図1，p6）では、グループでの活動に関する質問項目において肯定的な答えの数値に伸びが見られ、主体的な話し合いができたと考えられる。

資料3は、児童の実験の予想の記述である。ほとんどの児童が自分なりの理由を付けて予想することができていた。また、グループでも予想について話し合われていたことが記述からうかがえる。作戦会議では、目的をもって話し合いが進められ、グループでの役割分担を明確にしていた。

資料4は、実験データの記述の一部である。どのグループも実験の基本形を基に、電磁石の強さを調整するために考えた方法を試すことを通して、ミッションをクリアするために必要なデータを得ることができていた。また、児童は電池の数やコイルの巻数を変えながら、それぞれの条件について複数回試すことで、実験データの妥当性を高め、科学的な条件の側面である実証性、再現性、客観性を満たしながら取り組むことができた。そのため、実験で得たデータはグループで共有され、ミッションを達成するための作戦に欠かせないデータとして実験を進めることができた。児童の思考の様子は、資料5（p8）の児童の考察の記述やホワイトボードの記述からもうかがえた。

資料2 ミッションとそのルール

ミッション「与えられた実験器具を使って、3回の移動でジャスト17gを目指せ!!」（ルール）

- ①基本形;100回巻コイル，乾電池1個
- ②基本形から変えられる条件は1つだけとする。
- ③クリップ・エナメル線の太さ，乾電池，導線は同じ物を使う。
- ④電磁石を振ったり，クリップを手で触ったりしない。
- ⑤1つの実験を3回以上行い，その平均(1/10位まで)をとる。
- ⑥引きつけたクリップの合計が目標に一番近いグループの勝ちとする。
- ⑦操作は，交代で行う。
- ⑧電磁石は，静かにクリップに近付ける。

資料3 児童の実験の予想の記述

予想
電池の数やコイルをまく回数を増やせばいいと思う。理由は電池やコイルの巻き数を変えれば電流の量も多くなると思ったから。

班の予想
電池の数とコイルの巻き数を変えればいい。理由は電池とコイルの巻き数を変えれば磁石の強さが変わると思ったから。(電池を増やせば豆電球が明るくなる=電流がたくさん流れる)

資料4 児童の実験結果の記述

実験データ	回数	結果
電池1 コイル100	1回目	4.8g
電池1 コイル100	2回目	5.2g
電池2 コイル100	3回目	7.2g
電池1 コイル50	3回目	2.5g
電池1 コイル200	3回目	6.9g
	平均	4.9g

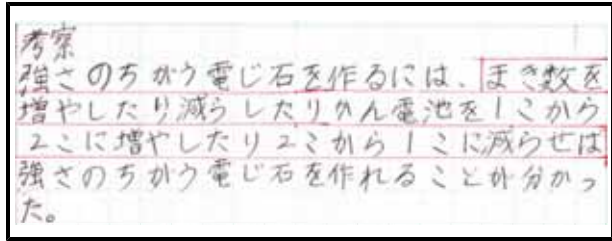
実験結果(たいたいの平均) 作戦

100 → 4.8g	200 → 7.3g	① 電池2 ← コイル100	
150 → 2.8g			② 電池1 ← コイル200
			③ 電池1 ← コイル50

16.9g

これらの記述から、自分の考えを比較しながら他の人の意見を聞き、考えを深めることができた児童がいたことが分かる。ほとんどのグループで、電磁石の力を強くするための条件だけでなく、弱くするためにはどうすればよいのかということまで書かれていた。

資料5 児童の考察の記述



児童は、ミッション達成に向けて電磁石の強弱を変えるために多面的に解決の方法を考え、電磁石の強さを捉えることができた。

以上のことから、ルールを細かく設定する工夫をすることで、各グループで必要性をもって話し合う場がもてた。また、目的を明確にしながら問題を解決するための計画を立てたり、電磁石の強さを調整する視点をもった考察を書けたりしたことから、科学的な思考力、表現力をはぐくむために効果的であったと考えられる。

7 成果と課題

(1) 成果

ア 児童が、主体的に探究し試行錯誤できる学習問題づくりをするために、ゲーム的な要素を取り入れて教材を提示したことで、学習問題のねらいを明確にしながら主体的に問題解決する姿が見られた。

イ 児童に話し合う必要性がもてるように、ミッションのルールを細かく設定したことで、グループでの話合いが活発に行われ、問題を解決するために、児童は主体的に思考したり、思考したことを表現し合ったりすることができた。また、実験データから規則性を見だし、データと整合する考察を書くことができた。

(2) 課題

表現力の育成に向けて、ノートやホワイトボードを活用して、個人やグループの考えを記述する活動にも重点を置いたが、表現方法には課題が残る。今後は、これまで以上に児童の思考を引き出し考えを整理できるようにしたり、深められるようにしたりした上で、絵や図、科学的な言葉を使い、効果的に表現できるようにしていきたい。

<参考文献>

国立教育政策研究所「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料」
教育出版，平成23年11月

文部科学省「言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】」，平成23年12月
猿田祐嗣・中山迅編著「思考と表現を一体化させる理科授業」東洋館出版，平成23年11月

【授業研究 2】

科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開
—中学校第1学年「いろいろな物質」におけるグラフの活用や話し合い活動
を工夫し，密度の考え方を導く学習活動を通して—

1 単元名 いろいろな物質

2 単元の目標と観点別評価規準

身の回りの物質についての観察，実験を通して，物質の性質や変化についての考え方をもちとすることができるとともに，調べ方の基礎を身に付けることができる。

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
身の回りの物質について，科学的に探究しながら性質の違いを利用して区別しようとするとともに，事象を日常生活との関わりでみようとする。	身の回りの物質の性質を調べる実験を行い，実験結果を整理し，物質の固有と共通の性質や特性などについて自分の考えを導き，表現している。	物質を区別したり，密度を求めたりする実験を行い，実験器具の基本的操作を習得するとともに，結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	観察や実験を通して，物質による性質や密度の違いなどの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。

3 単元の指導について

(1) 教材について

本単元では，観察，実験を通して，身の回りにあるプラスチックや金属などの物質には，固有の性質や共通の性質があることを見いださせるとともに，実験器具の操作方法を習得させることがねらいである。

科学的な思考力や表現力をはぐくむためには，プラスチックや金属などの物質を区別したり，性質を調べたりする活動を通して，課題を解決する方法を導き出したり，規則性を発見したりする力を育てていくことが大切である。本研究で取り上げる単元「いろいろな物質」の「密度」は，実験結果を整理する際にグラフ化することが有効な学習内容である。そこで，結果を分析し解釈する過程においてグラフを作成し，グラフの長所を生かして分析していくことで，思考力，表現力をはぐくんでいきたい。

(2) 生徒の実態について

第1学年の生徒に科学的な思考力，表現力がどの程度身に付いているかを把握するため，昨年度実施した県学力診断のためのテストの結果を分析した。表1はその結果の抜粋であるが，本校の生徒は，科学的な思考力，表現力が県の平均を下回っていた。また，授業でも自分の力で実験の考察やまとめが書けない生徒が多く見られた。

一方，生徒の理科に関する意識調査を行った。表2（p 10）は，その結果である。

表1 県学力診断のためのテストの結果（平成24年1月11日実施，第6学年29人）

実態調査の設問内容	本校の平均正答率	県の平均正答率	県平均との差
科学的な思考力の設問（11問）について	71.5 %	75.8 %	-4.3 %
記述式の設問（7問）について	72.4 %	75.6 %	-3.2 %

このことから、自分の考えを書くことや考えを説明することができていると意識している生徒が多いが、実態調査の結果を踏まえると、科学的な思考力として活用できていないことが分かる。また、発表場面では、約半数の生徒が自分の考えがまとまっているときに発表しやすいと意識していることが分かった。

表2 理科に関する意識調査（平成24年5月31日実施，第1学年30人）

意識調査の調査内容	回 答			
1 実験結果から自分の考えを書くことができますか。	できる あまりできない	9人 2人	少しできる できない	19人 0人
2 自分の考えを友達に分かりやすく説明できていますか。	できる あまりできない	3人 11人	少しできる できない	15人 1人
3 どんなときに、自分の考えが発表しやすい（表現しやすい）ですか。	自分の考えがまとまっているとき 知っている内容のとき 答えを選んで言うとき			14人 7人 6人 その他3人

(3) 主題に迫るための手立て

ア 教材の工夫

生徒は、「鉄は他の金属と比べて重い」という概念をもっている。そのため、生徒の素朴な見方や考え方を揺さぶることで、実験への目的意識を生み出し、積極的な探究活動につなげられると考える。そこで、まず、密度の学習をするために、体積と質量を測定する必要性に目を向けさせる。次に、身近で、かつ、密度の差が小さく、手で持った感覚だけでは見分けにくい金属（鉄と鉛）を使い、二つの金属を見分ける課題を提示する。ここで、密度の考え方を導くために、大きさや質量の違うおもりを用意し、課題を解決するためには、質量だけでなく、比較のために体積を測定しなければならないことに気付けるようにする。このように、教材の工夫によって探究的な活動の充実を図り、密度の考え方を生徒が見いだせるようにしたい。

イ グラフの活用

密度の学習では、体積と質量の測定結果を表にまとめただけでは、両者の関係を捉えづらい。しかし、グラフ化することで、両者の関係とともに、物質がもつ固有の値も捉えやすくなり、同じ体積で質量を比べるという密度の考え方を導くことができる。グラフ化に当たっては、次のような工夫をする。

- ・縦軸は質量，横軸は体積とし，全員共通したグラフ用紙を使用する。
- ・1枚のグラフ用紙の中に鉄と鉛の二つの結果を記入し，比較をしやすいようにする。
- ・誤差を考慮し，大きな印となる「●」や「□」でプロットするようにする。

ウ 話し合い活動の場の工夫

一つの班（4人）で鉄と鉛の実験をするが，二人が鉄を，もう二人が鉛を担当するようにする。二人組での実験活動にすることで，一人一人の責任が大きくなり，なかなか考えを言えない生徒にも考えを伝え合う状況をつくり出すことになる。さらに，実験後は班で結論を導くために，鉄の担当者と鉛の担当者が結果を伝え合う情報交換が必要になる。

また，実験の結果を表にまとめた段階で「鉄と鉛ではどちらが重いのだろうか。」と問い直すことで，表では二つの量の関係を見いだしにくいことに気付けるようにする。そこで，数値で表した結果をグラフ化し，視覚的に捉えて考えやすく

し、鉛の方が重い金属であることを読み取れるように話し合う場を設定する。

このように、話し合い活動の場を工夫し、結果を整理し考察する活動を通して、科学的な思考力や表現力をはぐくんでいきたい。

4 指導と評価の計画 (8時間扱い)

第1次	物質とは	.....	1時間
第2次	有機物と無機物	.....	2時間
第3次	プラスチック	.....	1時間
第4次	金属の性質	.....	1時間
第5次	密度	.....	3時間

時	学 習 内 容	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
1	実験器具(電子天秤, 上皿天秤, メスシリンダー)の使い方を習得する。			○		電子天秤, 上皿天秤, メスシリンダーの基本操作を身に付けている。	行動観察
2 3	鉄と鉛の体積と質量を測定し, 結果をグラフ化しながら, 体積と質量の規則性を見いだす。 密度の公式を使って, いろいろな物質の密度を求める。(本時)		○			金属は, 一定の体積ごとに質量が決まっていることを考察している。 公式を用いて, 密度を求めている。	ワークシートの記述内容の分析 ノートの記述内容の分析

5 本時の指導

(1) 目標

形や大きさの違う金属を見分けるために, 体積と質量を測定したり結果をグラフ化したりする活動を通して, 金属は体積によって質量が決まっていることを見いだすことができる。また, 密度の公式を使って, 物質の密度を計算して求めることができる。

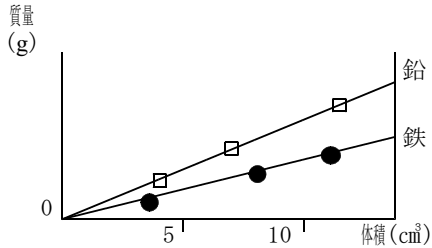
(2) 準備・資料

鉄製のボルト (1種類), 鉄のおもり (2種類), 鉛のおもり (3種類), 糸, ワークシート, メスシリンダー (100mL), 電子天秤, 洗びん, 発表ボード, ペン, グラフ用紙 (生徒用, 黒板掲示用), 駒込ピペット, ビーカー, 計算機

(3) 展開 (2時間扱い)

学習活動・内容	指導上の留意点・評価
1 本時の学習課題を確認し, 予想する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">鉄と鉛では, どちらが重いだろうか。</div> (予想) ・鉄の方が重いと思う。 ・鉛の方が重いと思う。 ・どちらも同じかもしれない。 2 質量と体積を測定し, 結果をワークシートに記録する。 (1) 電子天秤で質量を測定する。 (2) メスシリンダーで体積を測定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・前時で使用した鉄製とアルミ製のボルトを見せ, 鉄の重さを想起させ, 金属によって質量が違うことを確認する。 ・形や大きさが違う鉛のおもり, 鉄のおもりと鉄製のボルト1個を配り持たせることで, 大きさが同じでないと比較できないことに気付けるようにする。 ・課題解決のためには, 何を調べる必要があるのかを問いかけて, 「質量」と「体積」であることを押さえる。また, 質量の意味については, この後学習するので, 質量と重さの厳密な使い分けはしないこととする。 ・メスシリンダーの目盛りは1/10まで読み, 1回ごとに駒込ピペットで水面と目盛りを合わせることを確認する。 ・全員が実験に参加できるように, メスシリンダーは各班に2個準備し, ペアで目盛りを確認して実験するようにする。

3 体積と質量の関係をグラフに表す。



4 グラフを基に班ごとに話し合いをし、結論を発表する。

- ・グラフの線が、鉛の方が上なので、鉛の方が重い。
- ・同じ体積の所なら、鉛の方が上なので、鉛の方が重い。
- ・同じ重さなら、鉛の方が体積が小さいので、鉛の方が重い。

5 本時のまとめをする。

鉛の方が、同じ体積ならば重い。
鉛の方が、密度が大きいから重い。

6 密度の公式を知り、いろいろな物質の密度を計算して求める。

- ・グラフ化しやすいように、質量は0.01 gの単位を四捨五入するように指示する。
- ・結果を分析し、解釈しやすくするため、データ処理の方法を考える場をつくり、グラフに表すという考えを導き出せるようにする。
- ・密度の考え方につなげるために、質量は縦軸、体積は横軸にしたグラフ用紙を使う。
- ・鉄と鉛を比較しやすいように1枚の用紙に二つの結果を書き込むようにする。
- ・班での意見を発表ボードに書いて黒板に掲示し、クラス全体での話し合いに活用する。
- ・結論や理由付けまでできた班は、グラフの様子から体積と質量の間にある関係を問いかけ、体積と質量は比例関係にあることなどに気付かせる。
- ・同じ体積で比べることに気付かない場合は、何を揃えて質量を比べるのかなどの助言をする。
- ④ 金属は、一定の体積ごとに質量が決まっていることを考察している。

(科学的な思考・表現、ワークシート)

- ・一定の体積での質量を密度といい、物質ごとに決まった数値なので、物質を見分ける方法になることを知らせる。
- ・まとめは、密度という言葉を使って、学習課題の答えとなる表現で書くように指示する。
- ・小学校で学習した単位量での求め方を想起させ、密度の求め方を考える場面を作る。
- ④ 公式を用いて、密度を求めている。

(観察・実験の技能、ノート)

6 授業の分析と考察

(1) 教材の工夫について

まず、資料1のように形も大きさも異なる鉄製品と鉛製品を準備し、各班に配付した。授業の導入では、前時に扱った鉄とアルミニウムの同じ大きさのボルトを提示し、鉄の方が重かったことによりアルミニウムとの区別ができたことを想起させることから始めた。この導入をきっかけに「鉄と鉛ではどちらが重いか」という学習課題を生徒がつくり出すことができた。

資料1 実験に使用した鉄と鉛



生徒は、重さを比べようと左右の手に鉄や鉛を載せ、違いを感じようとしていたが、重さの差が小さいためその違いを区別することができなかった。前時の学習から生徒は「鉄は重い金属」と認識しているため、迷う様子が見られた。やがて、定量的に調べ数値化することが必要であることに気付き、電子天秤を使って質量を測定することになった。また、体積の測定については、「大きさが違っては比べられない」という発表をきっかけに、「重さだけではどちらが重いか比べることができない」とクラスでの意見がまとまった。このように、密度の差が小さく、形も大きさも異なる教材を活用したことで、質量や体積を測定する必要性に気付き、密度の考え方である「単位量ごとに比較する」という考え方が導かれた。

(2) グラフの活用について

実験を表にまとめた段階では、どちらが重いか結論付けることはできなかった。そこで、「表を分かりやすくする方法はないだろうか」という教師の問いかけからグラ

フ化の考えが出てきたので、各自でグラフ化することにした。

グラフをかいてみると、10人は図1のような比例になる直線のグラフを完成させることができた。折れ線グラフになってしまった生徒もいたが、机間指導に加え、班で教え合いながら目盛りの読み取り方や線の結び方を話し合ったことで、30人中27人が2本の直線のグラフを完成できた。グラフを基に班での話し合いを始めると「グラフにするとどちらが重いかわかりやすい」とか「体積と質量には決まりがありそうだ」などと、グラフにしたことで発見できた気づきが聞かれた。

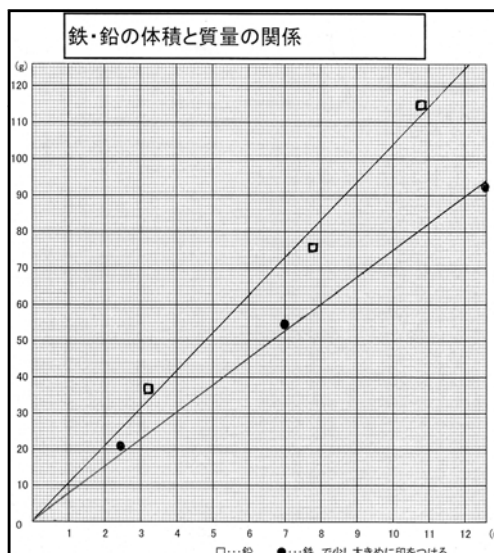


図1 生徒が作成したグラフ

また、資料2の6班の **資料2 発表ボードの記述**

ように、2本のグラフでは上にくるグラフの方が重い物質であると発表ボードに考えをまとめる班もあった。これは、グラフ全体の形や直線の位置

1班 (鉛) の方が重い	6班 (鉛) の方が重い
【理由】 10cm ³ のときに鉛が104gで鉄が78gなので鉛の方が重いと考えました。	【理由】 グラフで表したところ、鉛より鉛の線のほうが上にあったことから鉛のほうが重いと考えた。

関係から思考し判断した結果と考えられ、グラフ化する視覚的効果から思考を深める姿が見られた。

(3) 話し合い活動の場の工夫について

グループ内で鉄と鉛の測定を分担したことで、得られた結果を比較するために互いに情報交換する場面が自然に生まれた。さらに、測定した値が正しくない、鉄と鉛の重さを比較することができないことから、互いの結果を分析し、不自然な測定値について再実験する生徒も見られ、思考を伴う話し合い活動の場となった。

グラフ化した結果からどちらが重い金属かを話し合う場面では、グラフの見方や定規をグラフに当てて考える方法などの助言を行った。すると、「同じ体積で比べればどちらが重いかわかると思う。」という考えが発表され、この考えを基に各班で話し合いが進められた。考えが文章に書き表せない班には、何を基準にして比べたらよいかを捉えられるようにし、話し合っ考える時間を十分に確保することに配慮した。

その結果、資料2のように鉛が重い理由をまとめることができた。各班の理由から密度の考え方である「○○のとき…」のように単位量で比べようとする表現が8班中7班で見られ、科学的に表現することができた。

(4) 生徒の実態調査と意識調査から

生徒のワークシートを見ると、資料3のように密度という言葉を使い、根拠を示しながら課題の結論を書いている生徒が22人、鉛が重いことのみを書いた生徒が8人であった。何も書け

資料3 ワークシートのまとめの例

<まとめ>
 > 鉄と鉛で鉛の方が密度が大きいため鉛の方が重い。

なかった生徒がいなかったことから、グラフを活用した話し合いによって、どの生徒も質量を比較する考え方をもつことができたと考えられる。また、同じ体積で、質量が異なる2種類の金属について、計算を用いず文章表現で密度の大きさを説明する評価問題を出したところ、20人が正答できた。このことから、一定の体積で物質を比べ、大小関係を見極める科学的な思考力、表現力が身に付いたことが分かる。

さらに、授業の前後でどのように意識が変容したか意識調査を行った。図2は、その結果である。①から、目的意識をもって実験に取り組めるようになったと考える生徒が多くなり、教材選びの工夫の成果が見られた。②から、実験後の考察を書くことができたと感じている生徒が多くなった。考察が書きやすいと感じた理由に、20人が結果をグラフにしたことを挙げていた。③から、結論の理由を考える場面で、班での話し合いが考えをまとめることに効果があったと感じている生徒が多いことが分かった。生徒の感想には、「一人一人の意見を聞いて、一番正しい答えと思うものを選んだ。」という記述があり、班での話し合いが思考を深める場となっていたと考えられる。

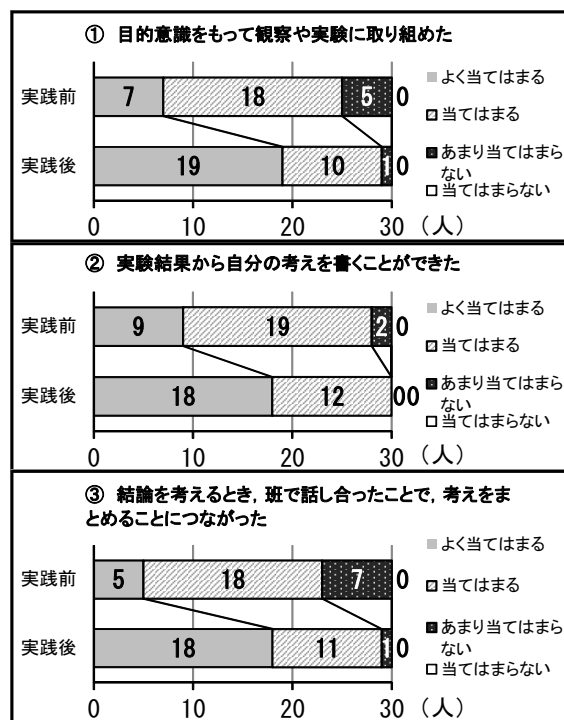


図2 生徒の意識の変容
(平成24年7月17日実施 第1学年30人)

7 成果と課題

(1) 成果

ア 密度に大きな差がなく、形や大きさが違う金属を実験に用いたことで、生徒に調べる目的意識をもたせ、課題解決の方法を考える場面をつくることができた。

イ 体積と質量をグラフ化したことで、物質の重い、軽いという概念を、同じ体積で質量を比べるという視点で見ることができるようになり、科学的な思考力をはぐくむことができた。

ウ グループ内でのペア学習やグラフを活用した話し合い活動を行うことで、結果を科学的に分析し、考えを分かり易く表現する力をはぐくむことができた。

(2) 課題

本実践より、思考を助けるグラフの効果が確認できたが、グラフを活用して考える経験が不足しているため、今後は、数値をグラフ化して考えるよさを実感できる経験をたくさん積ませたいと考える。

<参考文献>

猿田祐嗣・中山迅編著「思考と表現を一体化させる理科授業」東洋館出版、平成23年11月

【授業研究3】

科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開
—高等学校化学基礎「化学結合」における分子の溶解の規則性を見いだす探究的な学習活動を通して—

1 単元名 化学結合

2 単元の目標と観点別評価規準

原子の構造及び電子配置と周期律との関係を理解する。また，物質の性質について観察，実験などを通して探究し，化学結合と物質の性質との関係を理解し，物質について微視的な見方ができる。

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
化学結合について関心を持ち，意欲的に探究しようとする。	電子配置と関連付けて，いろいろな化学結合やそれらの化学結合でできた物質の性質について考察し，導き出した考えを表現している。	いろいろな化学結合のできた物質について観察，実験を行い，基本操作を習得するとともに，それらの過程や結果を的確に整理し，記録している。	電子配置と関連付けていろいろな化学結合と分子からなる物質の性質について理解し，知識を身に付けている。

3 単元の指導について

(1) 教材について

本単元では，化学結合としてイオン結合，共有結合，配位結合，金属結合，分子間の結合について学習する。共有結合の単元では，共有結合のしくみを理解し，電気陰性度に基づいて分子に極性分子と無極性分子があることを学習する。そして，分子の極性が物質の融点，沸点並びに溶解など物理的な性質に関係していることを学習する。

本授業研究では分子の極性と溶媒に対する溶解の規則性を見いだす探究的な学習活動を設定し，科学的な思考力，表現力をはぐくむことをねらいとする。

(2) 生徒の実態について

図1に事前に実施した化学基礎の授業に関する意識調査結果を示す。

生徒の化学基礎に対する意識調査の結果から自然現象に関心をもっている生徒は40

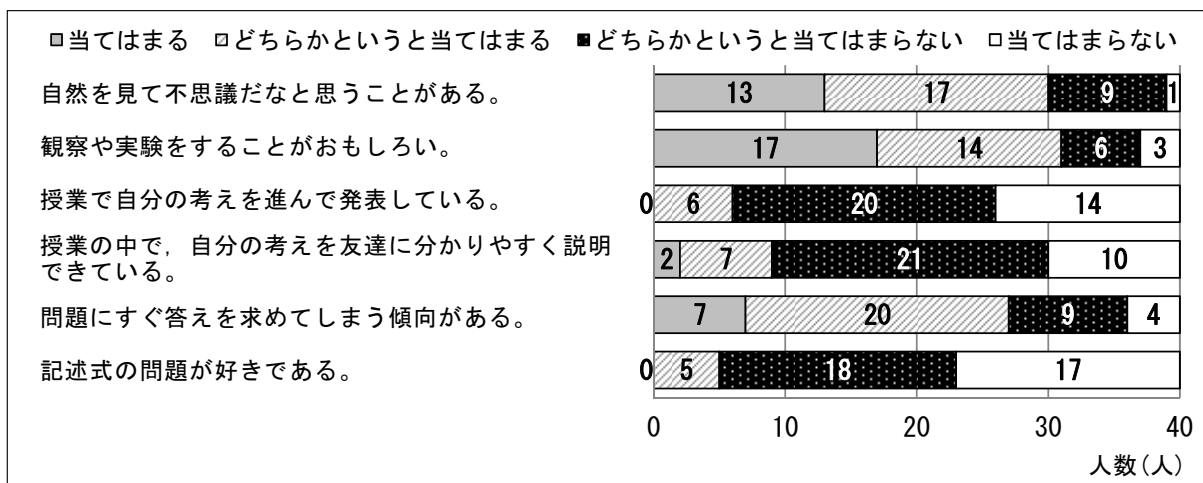


図1 意識調査結果 (平成24年8月29日実施，第1学年7組40人)

人中30人と多く、観察、実験をおもしろいと思っている生徒も31人と多い。その一方、自分の考えを進んで発表している生徒が6人しかいないのは、授業の中で発表の機会を十分とれなかったことが原因と考える。また、自分の考えを分かりやすく説明することができていない生徒が31人と多い。一方で、じっくり考えず問題の答えをすぐに求めてしまう生徒も27人と多く、問題の答えを文章で表現するのが好きという生徒は5人と少ないことが分かった。

そこで、一つの課題にじっくり取り組み、観察、実験を行ってその結果を自分なりに考え、それらを科学的な表現を用いてまとめて発表するという学習過程が、科学的な思考力と表現力の育成において必要であると考え。

(3) 主題に迫るための手立て

ア 規則性を見いだす探究的な学習活動の設定

共有結合の学習において、分子の極性と溶解性についての規則性を見いだす探究的な学習活動を設定する。この学習活動を設定することで、分子構造を示した図から生徒が種々の物質について分子の極性を予想し、得られた実験結果から溶解についての規則性を見いだすなどの科学的に思考する場面を位置付ける。なお、無極性溶媒については、毒性が低いことを考慮し、シクロヘキサンを用いることにする。

イ 発表をする機会の設定

得られた実験結果とその考察を発表する機会を設定し、比較をする観点に気付けるようにしたり、科学的な言葉を用いた表現にしたりすることで、自らの実験に対する思考を深め、よりよい科学的な表現を行えるようにする。また、他の班の発表を聞くことによって、自ら行っていない実験結果について共有し整理して、物質の溶解についての規則性を見いだせるようにする。

4 指導と評価の計画 (12時間扱い)

第1次	イオン結合	・・・・・・・・・・・・・・・・	3時間
第2次	共有結合	・・・・・・・・・・・・・・・・	7時間

時	学習内容	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
1	共有結合と電子式, 原子価	○				共有結合のしくみに関心をもち、電子式, 原子価, 構造式を意欲的に学習しようとする。	ワークシート 自己評価カード
2	分子の構造				○	分子の構造を理解し、知識を身に付けている。	ワークシート 自己評価カード
3	電気陰性度と分子の極性		○		○	電気陰性度と分子の形から分子の極性を思考している。 電気陰性度を理解し、分子の形から分子の極性を理解している。	行動観察 ワークシート 自己評価カード
4	実験 分子の極性と溶解性 (本時)	○			○	分子の極性を積極的に予想し、その溶解性についての規則性を見いだそうと意欲的に実験に取り組んでいる。 実験結果を的確に整理し、記録している。	行動観察 実験ワークシート
5	実験結果の発表 (本時)		○			実験結果, 考察及び結論を的確に発表している。 各班の発表から実験結果についての情報を集め、分子の極性と溶解性についての規則性を見いだしている。	発表シート 発表整理シート 実験まとめシート
6	分子からなる代表的な無機物質, 有機物質				○	分子からなる代表的な無機物質, 有機物質について理解している。	ワークシート 自己評価カード
7	共有結合の結晶				○	共有結合の結晶の特徴について理解している。	ワークシート 自己評価カード

第3次	金属結合	・・・・・・・・・・・・・・・・	2時間
-----	------	------------------	-----

5 本時の指導（2時間扱い）

(1) 目標

分子の極性及びその溶解性についての実験を通して、分子の極性と溶解性についての規則性を見いだすことができる。

(2) 準備・資料

試験管、試験管立て、駒込ピペット、ポリスポイト、スパチュラ、薬包紙、OHP、シクロヘキサン、オリーブ油、ヨウ素、ステアリン酸、グルコース、食用油、氷砂糖、スクロース、パルミチン酸、ラー油、ワークシート

(3) 展開

学習活動・内容	指導上の留意点・評価
<p>第4時</p> <p>1 前時の学習内容を確認する。</p> <p>2 本時の学習課題をつかむ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>分子の極性とその溶解性との間にはどんな規則性があるのだろうか？</p> </div> <p>3 シクロヘキサンについて無極性分子であることを確認する。</p> <p>4 実験で使用する11種類の物質の分子の極性について、分子構造を示した図を基に予想する。さらにその分子が溶媒である水とシクロヘキサンに溶解するか否かについて予想する。</p> <p>5 実験の手順について実験ワークシートを用いて確認する。 (実験手順)</p> <p>①試験管に溶媒として水、シクロヘキサンを入れる。</p> <p>②試料（AグループからCグループ）をそれぞれの溶媒の試験管に溶かす。 試料Aグループ（1班から3班が担当する。） →オリーブ油、ヨウ素、ステアリン酸 試料Bグループ（4班から6班が担当する。） →ステアリン酸、グルコース、食用油、氷砂糖 試料Cグループ（7班から10班が担当する。） →パルミチン酸、グルコース、スクロース、ラー油</p> <p>6 実験をする。 ・水、シクロヘキサンに対する溶解性の確認</p> <p>7 実験結果を実験ワークシートに記録する。</p> <p>8 実験結果を基に、物質の溶解の規則性についての考察を行う。</p> <p>9 各班で実験に対する各自の考察を基に話し合う。</p> <p>10 各班で話し合った実験の考察を、各班に用意した発表シートにまとめ、発表会の準備をする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・OHPを使用し、塩化水素分子、水分子、二酸化炭素分子の構造を示した図を掲示し、極性の有無を確認する。 ・シクロヘキサンの分子模型と分子構造を示した図を示し、シクロヘキサンが無極性分子であることを生徒が見いだせるようにする。 ・机間指導を行い予想の進捗状況を確認し、物質の極性の判断の方法を助言する。 ・この実験の目的が分子の極性と溶解性についての規則性を見付け出すということにあることを強調し、考察する視点を明確にしておく。 ・「試験管立てシート」などを活用し、実験しやすいように試験管の置き方や記録の仕方を工夫できるようにする。 ・溶媒は8mL試験管に入れる。 ・固体試料は、スパチュラの先に一杯とする。 ・パルミチン酸やステアリン酸などは溶質量に注意するとともに手で温めながら攪拌するように指導する。 ・ラー油、食用油の場合は、ポリスポイトを使用する。 ・オリーブ油は、粘性が大きいので直接に5mLを注ぎ込む。 ・机間指導を行い、実験の操作が適切に行われているか確認する。 ㊦ 分子の極性を積極的に予想し、その溶解性についての規則性を見いだそうと意欲的に実験に取り組んでいる。 (関心・意欲・態度、行動観察) ・各自の考察を書くように指導する。 ㊦ 実験結果を的確に整理し、記録している。 (観察・実験の技能、実験ワークシート) ・各班で話し合い、実験の考察を得るように机間指導する。 ・聞き手に分かりやすい発表シートの作成を工夫するように呼びかける。

<p>第5時</p> <p>11 発表の手順について説明を聞く。</p> <ul style="list-style-type: none"> 発表整理シートを受け取り，その記入法について教師から説明を聞く。 <p>12 各班の実験結果を発表する。 (発表2分，質疑1分)</p> <p>13 実験まとめシートを使用し，全体で各班の実験結果をまとめ，分子の極性とその分子の水とシクロヘキサンに対する溶解の規則性を見付け出す。</p> <p>14 実験のまとめをする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px 0;"> <p>極性分子同士，無極性分子同士は，よく溶ける。</p> </div> <p>15 自己評価カードを記入する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 各班の発表から自分の班でやっていない実験についての情報を収集し，整理するように全生徒に指導する。 ④ 実験結果，考察及び結論を的確に他者に発表している。(思考・判断・表現，行動観察) 実験まとめシートを配布し，各班の実験結果を一つ一つ検討しまとめながら，分子の極性とその溶解性の規則性を見付け出すように指導する。 ④ 各班の発表から実験結果についての情報を集め，分子の極性と溶解性についての規則性を見いだしている。(思考・判断・表現，発表シート・発表整理シート・実験まとめシート)
---	---

6 授業の分析と考察

(1) 規則性を見いだす探究的な学習活動の設定について

まず，既習の分子について結合の極性と分子の構造から，極性の有無を確認した。それを踏まえ，シクロヘキサンについて分子の形と構造から無極性溶媒であることを確認した。次に，物質の分子構造を示した図などを基に各分子の極性を予想し，溶解性を考えた。

資料1は，その予想の例である。カルボキシル基のある油脂などについては，分子の対称性に迷ったが，分子の極性と溶媒への溶解性について自分なりの予想を導き出した。また，グルコースなどについては，分子の構造を示した図からヒドロキシ基の存在に着目し，分子の極性の有無を予想していた。

生徒は，実験結果について言葉や記号などを用いてまとめていた。また，溶媒への溶解性を考察して文章化していた。さらに，班での話し合いを通して，一目で分かるように実験結果の整理方法を検討する姿が見られた。資料2，資料3は発表シートの一部である。溶解の規則性について，分子の極性と結び付けて考察が書かれていた。

単元の学習に物質の溶解についての実験を導入し，まず，分子の形と分子内の電荷の偏りの有無から分子の極性を予想し，その溶解性を考える場面を設定した。次に，その予想に基づいて観察，実験を行い，溶解の規則性を実験結果から見いだすという探究的な学習活動を設定することにより，生徒の科学的な思考力，表現力をはぐくむことができたと考えられる。

資料1 生徒の予想(実験ワークシートより)

No.	物質名	極性の予想	水に対する極性	シクロヘキサンに対する極性
例	ベンゼン	なし (予想した理由)	なし (予想した理由)	あり (予想した理由)
1	パルミチン酸	なし 二酸化炭素と同じ 形だから	なし 中々水が溶けて 見えないから	あり 水(同等)に溶けると 思ったから
2	グルコース	あり 水と同じ形も酸素形 だから	あり スクロースと同等の 理由から	なし 水では溶けないと 思ったから

資料2 生徒の発表シートの例1

			物質名	水	シクロヘキサン
			極性	あり	なし
			状態	液体	液体
物質名	極性	状態	状態	液体	液体
パルミチン酸	無	固	予想した「溶ける」「溶けない」 「溶けない」	実験結果 「溶けない」	実験結果 「溶ける」
グルコース	有	固	溶ける	溶ける	溶けない
スクロース	有	固	溶ける	溶ける	溶けない
食用油	無	液	溶けない	溶けない	溶ける

資料3 生徒の発表シートの例2

極性のある分子同士もまぜると溶ける
極性のない分子同士もまぜると同じく溶ける。
逆に
極性のある分子と極性のない分子もまぜると溶けない

(2) 発表をする機会の設定について

生徒は、発表シートを用いて班での実験結果と考察内容を発表した。資料4、資料5に示すように、発表整理シートを用いて全ての班の発表内容を整理した。資料4に見られるように、生徒は記号を用いて溶解の様子を簡潔に整理し、資料5のように溶解の規則性を考えていた。「普通の授業より周りの人と意見交換ができて、分からないところが分かったり、いろいろな考えに出会ったりして深い学習になった。」と生徒の感想もあり（資料6）、発表する活動が充実したことで思考が深まったことが感じられる。班によって違う実験結果が報告された際には、教師が実験を再度行い、正しい実験結果を提示し、それを基に再度考察した。

発表会を通じて実験結果が明確になり、その際に記録した発表整理シートの記述を基にして実験まとめシートに記入し、そこから溶解の規則性を見いだした。生徒の作成した実験まとめシートの例を資料7、資料8に示す。生徒は分子の極性と溶解性の規則性について文章化して結論をまとめていた。

このように、実験結果及びその考察を発表する機会を設定し、発表内容をまとめる活動を通して、自らの実験結果に対する思考を深め、科学的な表現にすることができた。また、他の班の発表を聞き、自ら行っていない実験結果を整理して考察することを通して、物質の溶解についての規則性を見いだすことができた。これらのことから、科学的な思考力、表現力をはぐくむことができたと考える。

(3) 事後のアンケート調査の結果について

事後の意識調査の結果（図2、p20）から、実験の目的をしっかりと把握して予想を立てることができた

と答えた生徒が37人と多く、見通しをもって実験に臨んだことが分かる。また、結果をきちんと書くことができた

資料8 実験まとめシート（結論記入欄）

極性のある物質は極性のある水に溶けるが極性のないシクロヘキサンには溶けない。
極性のない物質は極性のないシクロヘキサンに溶けるが極性のある水には溶けない。

資料4 発表整理シートの例1

物質名	極性	状態	2班		3班	
			液体	溶解	液体	溶解
			水	シクロヘキサン	水	シクロヘキサン
水	有	液体	○	×	○	○
オリーブ油	無	液体	×	○	×	○
ヨウ素	無	固体	×	○	×	○
ステアリン酸	無	固体	×	○	×	○

資料5 発表整理シートの例2

2班	3班
極性のある物質は極性のある水に溶けない	極性のある物質は極性のある水に溶けない
極性のない物質は極性のないシクロヘキサンに溶けない	極性のない物質は極性のないシクロヘキサンに溶けない
極性のある物質は極性のないシクロヘキサンに溶けない	極性のない物質は極性のある水に溶けない
極性のない物質は極性のある水に溶けない	極性のある物質は極性のないシクロヘキサンに溶けない

資料6 生徒の話合い活動や考察についての感想

ほかの班のやり方と自分のやり方を見比べて分らないところが分がたり、いろいろな考えに出会って深い学習になった。

資料7 実験まとめシート（結果記入欄）

物質名	分子の極性	状態	水	シクロヘキサン
			有	無
水	有	液体	溶ける	溶けない
シクロヘキサン	無	液体	溶けない	溶ける
ヨウ素	無	固体	溶けない	溶ける
オリーブ油	無	液体	溶けない	溶ける

成や発表活動については29人が肯定的な意見を述べており，科学的に表現する上で有効だったことがうかがえる。一方，物質の極性と溶解性についての規則性を見いだすことができたと答えた生徒が34人おり，多くの生徒が学習課題を解決したといえる。物事をじっくり考えて自分なりに答えを出すことについては全員が，自分の考えを友達などに分かりやすく説明することについては35人ができたと答えていて，授業前と比べて大きく改善した。今回の発表活動を取り入れた授業は学習を深めることに役立ったという生徒が38人おり，話し合ったり発表したりする活動のよさを感じていた。

以上のように，思考力や表現力に対する生徒の意識にプラスの変化がみられたことから，探究的な学習活動を授業に取り入れることは，科学的な思考力や表現力をはぐくむことに効果があったといえる。

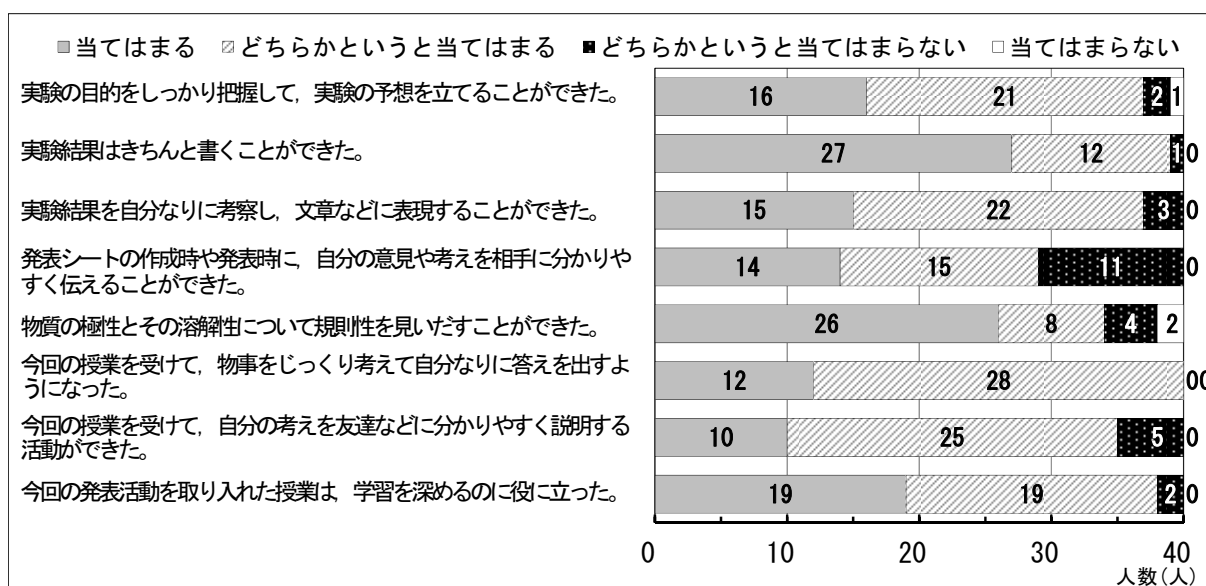


図2 事後の意識調査結果 (平成24年9月21日実施，第1学年7組40人)

7 成果と課題

(1) 成果

- ア 探究的な学習活動を取り入れることで，授業の中に科学的な思考を行う場面や表現をする場面が設定され，科学的な思考力や表現力をはぐくむことにつながった。
- イ 発表の機会を設定することで，生徒は発表に向けて考察を整理し表現を練り上げることができた。そのため，発表によって共有した情報に基づいて規則性を確かなものにすることができ，科学的な思考力や表現力をはぐくむことにつながった。

(2) 課題

- ア 実験で扱う試料について，ヨウ素などの取り扱いが難しい無極性分子ではなく，安全で取り扱い易く，実験結果の現れやすい物質を検討したい。
- イ 各班の発表内容の共通点と相違点を明確にする発表整理シートの構成を工夫したい。

<参考文献>

文部科学省「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校理科）」平成24年7月

【授業研究 4】

科学的な思考力，表現力をはぐくむ理科学習指導の展開
 —高等学校地学 I 「火成岩の分類」における生徒の思考を引き出し，発想を生かす表現活動を工夫したテフラの観察を通して—

1 単元名 火成岩の分類

2 単元の目標と観点別評価規準

火成岩やテフラを構成する鉱物の組合せや色指数を調べることを通して，マグマの化学組成を考察し，マグマの粘性や噴火様式と関連付けて表現することができる。

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
火成岩の分類に関心をもち，化学組成の違いを，意欲的に学習しようとする。	テフラの鉱物組成から，マグマの化学組成について考察し，粘性や噴火様式と関連付けて表現している。	火成岩やテフラについて観察，実験を行い，基本操作を習得すると共に，それらの過程や結果を的確に記録し整理している。	火成岩の主な造岩鉱物の特徴や，火成岩の分類を理解し，知識を身に付けている。

3 単元の指導について

(1) 教材について

本単元では，主要造岩鉱物の組合せによる火成岩の分類法を学ぶ。その上で，生徒自身の手でテフラ中の鉱物を取り出し，それを観察して鉱物を同定し，化学組成や噴火様式を考察する過程を設定する。この過程を通して思考力や表現力の育成を図る。

(2) 生徒の実態について

本校で地学 I を履修している生徒は全員文系クラスの生徒である。結果を暗記することに終始してしまい，その

結果の生じる理由を思考したり表現したりすることに苦手意識をもつ生徒が多い。図 1 に示す意識調査では，自然現象を自分の言葉で説明することについては，あまりできないと答えた生徒が 27 人であった。実習や観察のデータを基に自分で考えをまとめることや，実習や観察のデータをまとめる際に表やグラフを自分で作ることをまあまあできると答えた生徒が多かったものの，かなりできると答えた生徒はそれぞれ 1 人であった。

また，資料 1 のように，実態調査とし

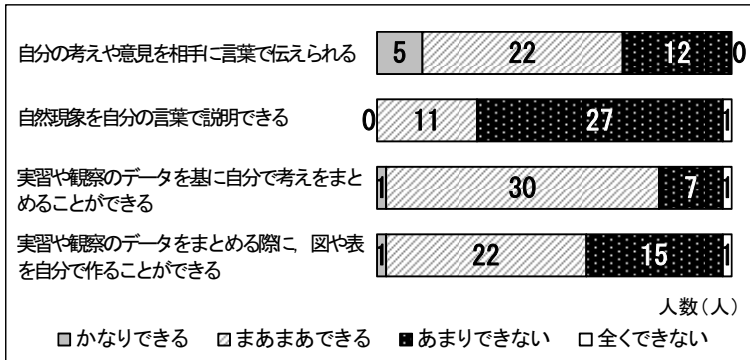


図 1 意識調査の結果（事前）

（平成 24 年 7 月 9 日実施，第 2 年次地学 I 選択者 39 人）

資料 1 実態調査における問題（事前）

太陽系の惑星において，偏平率が最大の惑星は木星でその値は約 1/15 である。一方，最小の惑星は金星で値はゼロである。「自転周期」「遠心力」「偏平率」という語を必ず用いて，惑星による偏平率の違いが生じる理由について，2 つの惑星について比較し，違いが明確になるように説明せよ。

て、言葉を用いて二つの事象を比較し、表現させる問題を実施した。図2にその結果を示す。正確に答えられたのは40人中12人であったのに対し、不十分な解答が18人、誤答・無答が10人であった。この結果から、相違点の比較がされていなかったり、言葉が足りなかったりした生徒が多く、科学的な表現力が十分でないことが分かった。そこで、観察や実験を通じて、二つの事象を比較して相違点を見だし、その相違の理由を思考して表現する活動を充実させることで、科学的な表現力が身に付くと考える。

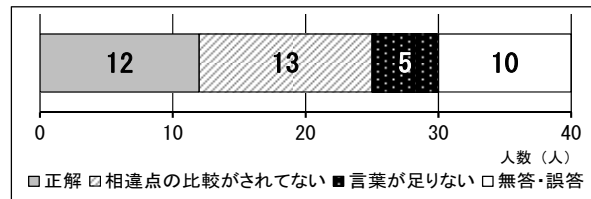


図2 問題の解答状況 (事前)

(平成24年6月22日実施, 第2年次40人)

(3) 主題に迫るための手立て

ア 探究的な学習活動の設定と主体的な活動を促す導入の工夫

2種類のテフラを洗い出し、鉱物組成を調べてその違いを表現する探究的な学習活動を設定することで、科学的に思考する場面を位置付ける。その導入において、実習の意義を防災の観点から提示し、生徒自身の生活に関わりがあることに気付けるようにすることで、生徒が身近な問題と捉え、一連の学習を主体的に進められるようにする。主体的な学習活動を展開することで、科学的な思考力、表現力がはぐくまれると考える。

イ 生徒の思考を引き出すワークシートの工夫

生徒が思考しやすくなるように、ワークシートにテフラについての比較の観点や考察の観点について提示する。生徒は提示された観点到に沿って思考することができ、文章による表現活動がしやすくなると考える。

ウ 生徒の発想を生かす表現活動の設定

個人で科学的な言葉を用いて考察をまとめた後、班ごとに考察内容を図や表を用いた分かりやすい表現にする活動を取り入れる。発表すべき最低限の事項のみ提示し、班ごとに自由な発想で表現してよいことにする。どのように表現するか班員同士が話し合う中で、表現力がはぐくまれると考える。

4 指導と評価の計画 (6時間扱い)

時	学習内容	評価の観点				評価規準	評価方法
		関	思	技	知		
1	火成岩の化学組成	○				火成岩の分類に関心をもち、化学組成の違いの生じる理由を、意欲的に学習しようとする。	行動観察
2	火成岩の鉱物組成		○		○	火成岩の主な造岩鉱物の特徴、火成岩の分類を理解し、知識を身に付けている。 火成岩の組織と、岩石中に含まれる造岩鉱物の量を基にして、岩石名を決定している。	小テスト 発言 ノート
3	色指数の実習			○		岩石の色指数を求め、そこから岩石名を決定している。	ワークシート
4	テフラの洗い出し (本時)			○		テフラに含まれる鉱物の取り出し方を習得し、2種類のテフラ中の見た目の鉱物組成の違いを見いだしている。	行動観察 ワークシート

5	テフラの観察 (本時)		○	各テフラについて、ルーペや実体顕微鏡による観察を通して、鉱物を同定し、鉱物組成の違いを見いだしている。	行動観察 ワークシート
6	観察結果のまとめ (本時)		○	テフラの鉱物組成から、マグマの化学組成について、粘性や噴火様式などと関連付けて思考し表現している。	ワークシート 発表内容 自己評価

5 本時の指導（3時間扱い）

(1) 目標

2種類のテフラに含まれる鉱物を洗い出し、実体顕微鏡やルーペによる観察を通して、鉱物を同定することができる。また、2種類のテフラの鉱物組成の違いから、これらのテフラをもたらしたマグマの化学組成について、粘性や噴火様式などと関連付けて思考し表現することができる。

(2) 準備・資料

テフラ2種類（K P 鹿沼軽石とKMT 貝塩上宝テフラ）、実体顕微鏡、ルーペ、蒸発皿、時計皿、タライ、実験ワークシート、わんがけの仕方資料、鉱物同定用資料、発表用シート

(3) 展開

学習活動・内容	指導上の留意点・評価
<p>第4時</p> <p>1 本時の学習課題を確認する。</p> <p>テフラを観察することにより、各テフラの給源のマグマの性質を考察しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> テフラは鉱物の集合体であり、鉱物はマグマが冷え固まったものであることを思い出す。 各テフラ中の鉱物を取り出して、構成鉱物を比較すれば、マグマの性質が分かることをつかむ。 <p>2 テフラの洗い出しの実習の説明を聞き、テフラから鉱物を取り出す手順を知る。</p> <p>3 グループごとにテフラの洗い出しを行い、洗い出した2種類のテフラを比較し、色調などの見た目の相違点を各自のワークシートにまとめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実習への意欲を高められるよう、実習の目的や意義を明確にしておく。 各テフラ中の鉱物を取り出して、構成鉱物を比較すれば、マグマの性質が分かることを復習する。 給源が異なり、鉱物組成も大きく異なる2種類のテフラ（K P 鹿沼軽石とKMT 貝塩上宝テフラ）を用意する。 洗い出しの手順を、わんがけの仕方資料に示し、更に実演しながら説明する。 ⑩ テフラに含まれる鉱物の取り出し方を習得し、2種類のテフラ中の見た目の鉱物組成が異なることを見いだしている。 (観察・実験の技能、行動観察・ワークシート) 各テフラの色調などの、見た目の相違点が生じる理由が、鉱物組成の違いであることに気付かせ、次時の観察へつなげる。
<p>第5時</p> <p>4 本時の学習内容を再確認する。</p> <p>5 グループごとに、2種類のテフラ中の構成鉱物を実体顕微鏡やルーペを用いて観察し、観察結果（鉱物の種類、各鉱物の割合など）をワークシートに各自記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 鉱物の同定がこの実習の最終目的でなく、テフラをもたらしたマグマの性質を追究することが主目的であることを強調する。 実体顕微鏡の使い方を説明する。 鉱物同定用資料を配布しておく。 机間指導をし、鉱物の同定について助言をする。 ⑩ 各テフラについて、ルーペや顕微鏡による観察を通して、鉱物を同定し、鉱物組成の違いを見いだしている。 (観察・実験の技能、行動観察・ワークシート)

<p>第6時</p> <p>6 観察結果より、各テフラをもたらしたマグマの化学組成を推定し、各マグマの粘性、噴火様式とどのように関連するのかを考察し、言葉で表現する。</p> <p>7 2つのテフラについて、構成鉱物の観察結果と給源のマグマの化学組成や粘性、噴火様式の相違について、一目で相手に伝えるためにはどのような表現方法（例えば、表やグラフ）でまとめればよいか、グループごとに検討する。</p> <p>8 まとめ方を決めた後、発表用の用紙へ記入する。</p> <p>9 グループごとにまとめた結果を、教材提示装置を用いて発表する。</p> <p>10 他のグループの発表を聞き、図や表のまとめかたや考察の内容を評価する。</p> <p>11 観察のまとめをする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>KPは、長石・磁鉄鉱・斜方輝石・角閃石を主に含み、KMTは、石英・黒雲母を主に含む。 よって2つのテフラを鉱物組成から相対比較すると、KPはより苦鉄質なマグマ起源で、KMTと比較してマグマの粘性は相対的に小さく、噴火は穏やかである。一方KMTは、より珪長質なマグマ起源なので、マグマの粘性は大きく、噴火は激しい。</p> </div> <p>12 ワークシートを提出し、後片付けをする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・机間指導をし、客観的なまとめ方の助言をする。 ・必要に応じ、化学組成、粘性、噴火様式の復習を行わせる。教科書の参照ページや授業ノートの参考にすべき場所を伝える。 ・机間指導をし、図や表の作成の助言をする。作成が進まない班には、最低限表中に載せるべき項目を再確認させ、無理に表にせずに箇条書き等でまとめる工夫をさせる。 <p>㊦ テフラの鉱物組成から、マグマの化学組成について、粘性や噴火様式などと関連付けて思考し表現している。 (思考・判断・表現、ワークシート・発表内容・自己評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各班の発表をよく聞き、発表評価欄に記入するように指示する。 ・ただしKPは純粋な苦鉄質ではなくて、あくまでも「相対的な」苦鉄質であり、カンラン石が入っておらず、無色鉱物の量比が高いことから、島弧型の安山岩質マグマであることを補足する。これは、KMTの火砕流があまりにも異常な規模のものであり、あくまでも相対比較した結果であることを伝え、KPの噴火が決して穏やかであったわけではないことを強調しておく。
--	---

6 授業の分析と考察

(1) 探究的な学習活動の設定と主体的な活動を促す導入の工夫について

2種類のテフラの鉱物組成を調べ、そこからマグマの化学組成を推定し、マグマの粘性や噴火様式と関連付けて表現する探究的な学習活動を設定したことで、生徒は結果を基に思考し、思考したことを表現していった。また、導入時に観察の意義を提示したことで、生徒はテフラを身近なものとして捉え主体的に取り組んだ。その結果、資料2のように、マグマの化学組成から噴火のタイプを予測し、災害の発生リスクと結び付けて科学的に思考し、科学の用語を用い比較しながら表現することができた。

資料2 火砕流の発生リスクと結び付けて思考することができた生徒の例

(2) KMT

石英、長石が多く含まれていて、少量黒雲母が含まれていた。
珪長質に近い。お2 SiO₂が多く含まれていることが分かるので、激しい噴火をおこす火山から噴出した火山灰であることが分かる。
無色鉱物の割合が大きい。
噴火がおこった場合火砕流をとらう危険があるから、おこるとしたらおこる方がよい。

(2) 生徒の思考を引き出すワークシートの工夫について

資料3 (p25) は、実験ワークシートの一部である。洗い出した直後に2種類のテフラの見た目の相違点を見いだす活動では、具体的な観察の観点を示さなかったため、漠然とした記述が多く見られた。そこで、実体顕微鏡を用いて鉱物の同定を進めていく中で、生徒の思考を引き出せるように、ワークシートに比較の観点（鉱物組成）や

考察の観点（マグマの化学組成と粘性や噴火の様式の関係）を提示した。生徒は提示された観点を基に思考することで、両者を比較し、相違点を明確にした文章で表現することができた。

資料3 同じ生徒の実験ワークシートの記入内容の変化

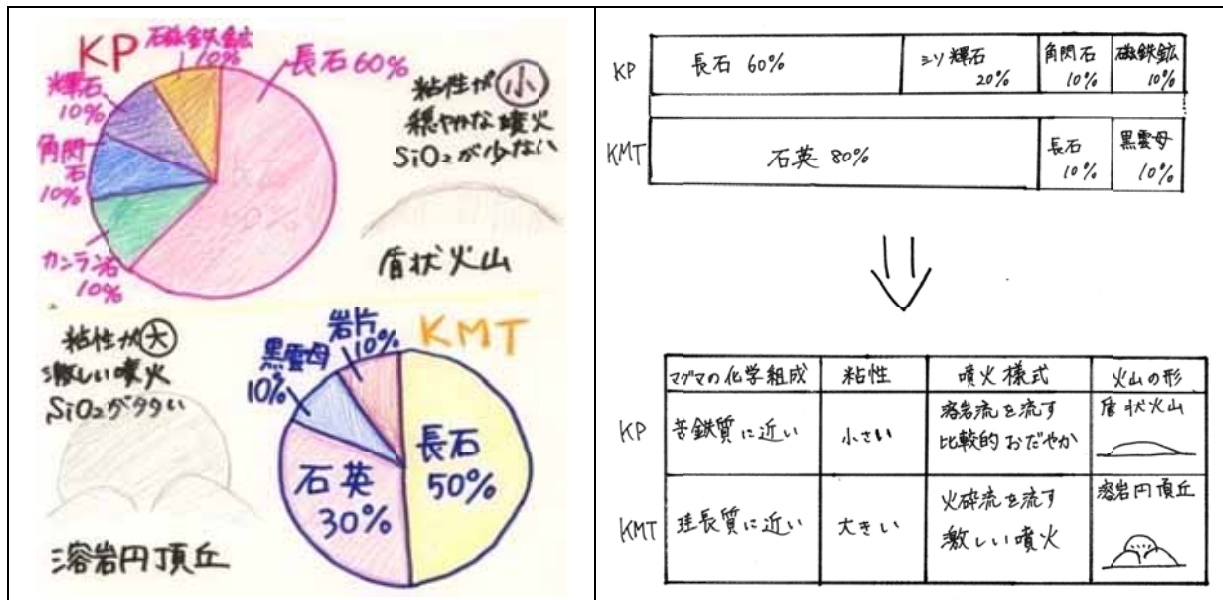
（上：ワークシート工夫前，下：ワークシート工夫後）

<p>(1) KP 鉱物の粒が大きくて、黒い鉱物がFMTより多い。 →黒っぽい。(有色鉱物)</p>	<p>(2) KMT 粒が細かくて、灰色の鉱物が多い。 →白っぽい。(無色鉱物)</p>
<p>(1) KP 全体の約6割を長石が、次いで2割を角閃石、1割を磁鉄鉱、残り1割を輝石や火山岩片が占めている。つまり、基鉄質の中性岩質マグマが「給源」にあると思われる。このため、粘性が少し弱くやや穏やかな噴火をする成層火山よりの盾状火山によるマグマであると思ふ。</p>	<p>(2) KMT 全体の約9割を石英が、次いで2割を長石、0.5割を黒雲母、と角閃石が占めている。無色鉱物の割合が多いので、SiO₂の量が多い珩長質のマグマと考えられる。つまり、粘性は強く、噴火の時に爆発的な噴火を起すと考えられるため、火山の形は溶岩円頂丘だと思ふ。</p>

(3) 生徒の発想を生かす表現活動の設定について

各自考察して言葉で表現したことを、班ごとに図や表を用いた分かりやすい表現にして発表用シートを作成した。表現を工夫するために、班内で意見を活発に伝え合ったり話し合ったりする姿から思考が深まっていく様子が見えてきた。その活動の結果、資料4のように、円グラフを用いたり帯グラフを用いたりするなど、科学的に思考したことを多様な表現でまとめることができた。

資料4 発表用シートの一例



(4) 意識調査・実態調査から

図3（p26）は授業前後の生徒の意識調査の結果をまとめたものである。全ての項目において、かなりできると答えた生徒の人数が事前調査よりも増加し、あまりできない・全くできないと答えた生徒は全ての項目で減少した。これは、今回の授業において、文章で表現し更に班内で発表用シートにまとめる活動を通して、科学的に思考し表現した結果と考える。

また、この授業後に、事前調査と同様に、二つの事象を比較し、表現させる問題を実施した。資料5にその問題を示し、結果を図4に示す。正解者が増加し、事前の調査で見られたような、相違点の比較がされていない記述や言葉が足りないような記述は大きく減少した。事前調査よりも難易度を高く設定したため無答や誤答がやや増加したが、今回の授業を通し、科学的な表現力が身に付いた生徒が増えたため、正解も増えたと考えられる。

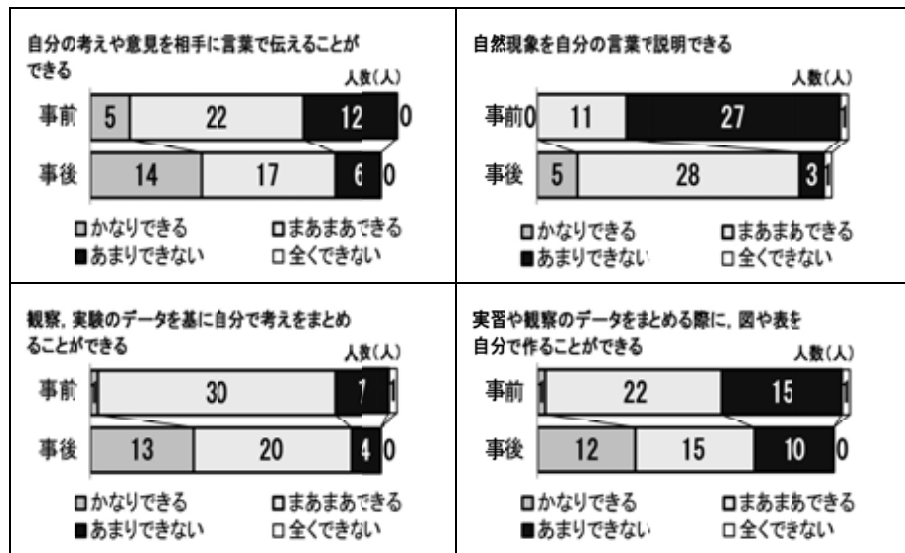


図3 意識調査の結果 (事前・事後の比較)

(事前：平成24年7月9日実施39人，事後：9月10日実施37人)

資料5 実態調査における問題 (事後)

苦鉄質マグマと珪長質マグマについて、「SiO₂の含有量」「噴火の激しさ」「山体の形」の観点についてそれぞれ比較して説明せよ。

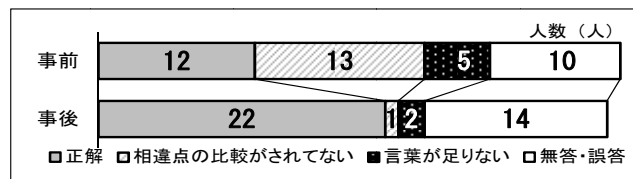


図4 設問の解答状況

(事前：平成24年6月22日実施40人，事後：10月17日実施39人)

7 成果と課題

(1) 成果

ア 主体的な活動を促す導入の工夫を

したことで、生徒が実習の意義を見だし、より主体的な活動へとつながり、思考力・表現力の育成につながった。また、探究的な学習活動を設定したことで、科学的な思考・表現を行う場面を意図的に作り出すことができた。

イ 生徒の思考を引き出せるよう、比較の観点や考察に盛り込む内容を提示したワークシートを工夫したことで、生徒が観察結果を的確に考察し、それを科学的な言葉を用いて表現することができた。

ウ 班ごとに考察内容を発表する活動を通して思考を深め、更に分かりやすい表現方法を検討したことで、多様な表現形式の表や図を作成でき、表現力を高めることができた。

(2) 課題

鉍物の同定について、区別が曖昧であった生徒がいた。事前に標準プレパラートを作らせ、もっと同定の精度を上げた方がよい。また、鉍物の量比の測定に関しては、素早く客観的に測定できる方法を検討する必要がある。

<参考文献>

野尻湖火山灰グループ著「火山灰分析の手びき」地学団体研究会，1989年

3 研究のまとめ

理科では、研究主題「科学的な思考力、表現力をはぐくむ理科学習指導の展開」に向け、問題解決の過程において、自ら考え表現する学習活動の充実を図るための手立てとして「教材の工夫」と「場の工夫」を柱とした授業づくりを通して、科学的な思考力や表現力をはぐくむ研究を進め、県内小学校1校、中学校1校、高等学校2校で授業研究に取り組んだ。

以下、授業研究の取組から、本研究について主な成果と課題を述べる。

(1) 成果

ア 自ら考え表現する学習活動の充実を図る教材の工夫

小学校では、ミッションをクリアするというゲーム的な要素を取り入れた電磁石作りにより、児童の知的好奇心を喚起し、電磁石の強さを調整するための方法を考えることができた。また、考えた方法を繰り返し試すことにより、問題を解決するための実験データを収集し、考察を言語化して表現することができた。

中学校では、見た目や手に持った感覚だけでは区別できない2種類の金属を提示することにより、違いを見いだすための方法を主体的に考え、実験結果を表やグラフに表現し、科学的に分析し、解釈することで思考を深めることができた。

高等学校では、探究的な学習活動となるように観察、実験を設定することや、思考を促すワークシートを工夫することで、問題意識を高めながら科学的に思考し表現することができた。

イ 自ら考え表現する学習活動の充実を図る場の工夫

小学校では、活動への取組方を示すルールの設定により、グループでの役割分担や、実験の取組方についての話し合いが必要になり、科学的に思考する場をもつことができた。

中学校では、実験を班の中で分担して行うことにより、実験結果を伝え合う場が生まれ、自分の取組や考えを進んで表出することができた。

高等学校では、発表の機会を設定することにより、実験結果や考察した内容を分かりやすく伝えるための方法を話し合い、その過程で規則性や関係性を見いだすことができた。

(2) 課題

個人やグループの考えを引き出す場面では、思考する活動を十分に保障し、児童生徒の考えを図や表、グラフなど適切な方法で分かりやすく表現できるようにしていくことが課題である。そのために、実験結果を整理する場面では、図式化やグラフ化のよさを実感できる機会を増やしていくことが大切である。

また、児童生徒の科学的に思考し表現する力の高まりを、どのように見取っていくかが課題である。

<引用文献>

文部科学省「小学校学習指導要領解説 理科編」平成20年8月

文部科学省「中学校学習要領解説解説 理科編」平成20年9月

文部科学省「高等学校学習指導要領解説 理科編」平成21年12月

関係者一覧

1 研究協力員

筑西市立川島小学校	教諭	谷島 敏浩
常陸太田市立里美中学校	教諭	廣木 一博
県立水戸桜ノ牧高等学校	教諭	佐藤 健太郎
県立牛久栄進高等学校	教諭	菊地 信吾

2 茨城県教育研修センター

所長	谷田部 佳見
教科教育課 課長	佐藤 誠
同 指導主事	佐藤 義明
同 指導主事	磯邊 裕一