

中学校理科学研究部

I 研究主題

科学的思考力を高める授業の創造

～図やモデルを基に説明する力の育成～

II 主題設定の理由

21世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」の時代である。このような状況において確かな学力・豊かな心・健やかな体の調和を重視する「生きる力」を育むことはますます重要になってくる。しかし、OECDのPISA調査など各種の調査からは、我が国の児童生徒については、「思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題」がみられるところである。そこで、学校教育では、

- ・教育基本法の改正で明確となった教育の理念を踏まえ「生きる力」を育成すること
- ・知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等のバランスを重視

するなど、学習指導の上でも、教育の根本にさかのぼった学習指導要領の改正が行われた。

理科においては、思考力・判断力・表現力を育むためには、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能を活用する、いわゆる科学的に探究する学習活動を発達の段階に応じて充実させる必要がある。科学的に探究する能力の基礎や態度を身に付けることは、激しい変化が予想される社会の中で、生涯にわたって主体的、創造的に生きていくために必要であり「生きる力」につながるものととらえる。また、理科では、さまざまな原理や法則を学習するが、これらは日常生活や社会と深くかかわりを持っており、科学技術の発展を支える基礎となっている。

所沢市の理科教育の現状では、全国学力学習状況調査や埼玉県小・中学校学習状況調査の結果を分析してみると、自然現象への関心・意欲・態度が低い傾向にある。また、実験結果と知識などを合わせ、理由を説明することや、記述する設問において無回答が多かったり、グラフの解釈や作成につまずきがみられたりするなど「科学的な思考力」が低い傾向がある。これらのことは、PISAやTIMSSの調査においても共通しており、指導方法の改善が望まれる。研究員の学校（中学校3校）においても自然事象を科学的にとらえる力や観察実験の結果から考察する力、諸テストの結果からも国や県と同様、思考力や表現力を重視した指導方法の改善が必要であると考えられる。

そこで、本研究部では、科学的な思考力（ものの見方や考え方）や表現力を育てるために、以下の取組を実施していくことに視点を当てた。具体的には、

- ①実験や観察からわかったことを、図やモデルを使って表現する過程において、科学的「思考力」が高まるであろう。
- ②表現した図やモデルを自分の言葉で他の生徒に伝える言語活動を通して、「表現力」が高まるであろう。

説明活動を取り入れることで、今までに習得した知識（自然事象の中から得た体験的なものも含む）を使って、自分で考えたり、他者と意見交換したりしながら、自己の科学的な概念を形

成するとともに明確に理解したか否かを振り返させることができる。そして、自己学習の達成具合を判定できる力を養う。さらに、日常の自然事象を学んだことを使って説明することにより、科学的な思考力を養うことを目指す。

また、科学的思考力や表現力は1回の授業で身に付くものではないと考えた。そこで、単元の中にパフォーマンス課題を、計画的に、複数配置することで、「思考力」「表現力」の育成を連続的に効率的に行うこととした。

III 研究の方法及び内容

1 科学的な思考を育成するための必要な要素の洗い出し

科学的思考を育成するために、理科においてはどのような力が必要であるかを検討した。その結果、以下の項目が科学的思考を育成するための具体的な思考力・表現力を育てる要素ととらえた。これらの力を育むことで科学的思考を育成する。

- ・仮説をたてる力
- ・実験を計画し、実験を行う力
- ・実験の結果を正しく理解する力、筋道を立てて考察する力
- ・規則性を見出す力
- ・実験の結果を図やモデルで表す力
- ・図やモデルで表した内容を説明する力、情報を分析し、論述する力

2 「思考力」「表現力」を向上させるための指導法の絞り込み

今回の研究ではこれらの要素を絞り込み、「思考力」「表現力」を向上させるための手立てとして、次の2点を挙げた。一つ目は、『実験や観察からわかったことを、図やモデルを使って表現する過程において、科学的「思考力」が高まるであろう。』ということ。もう一つは『表現した図やモデルを自分の言葉で他の生徒に伝える言語活動を通して、「表現力」が高まるであろう。』ということである。

3 図やモデル・言語を活用し、思考力・表現力を高める授業の計画・単元の計画の作成

「思考力」や「表現力」は、単独の授業ですぐに身に付くものではない。そこで、本研究部では、単元全体を通して、段階的に生徒の「思考力」や「表現力」を高めていく場面を設定していくこととした。そのために、指導計画の中に重点的に「思考力」や「表現力」を養っていく場면을複数設定した。たとえば、物質と化学変化の単元全体を通して、指導案の中の表に示すような指導計画を立てた。そのことにより、できるだけ多くのパフォーマンス課題を設定するように工夫した。また、単元の構成を変えることにより、思考や表現をふくらませる要素になるものは、前に配置し、のちの学習に役立てることとした。

4 授業の実践

計画に従い単元全体を通し、授業実践を行う。授業研究は、「質量保存の法則」について授業実践を行い、その成果を発表する。

5 授業評価・ルーブリック評価の作成

ルーブリック評価については、段階を5段階にする場合もあるが、今回は3段階評価として、指導案の中に盛り込むこととした。評価項目ごとに、基準をはっきりとさせ、到達目標をはっきりさせて指導に当たることにした。

6 研究のまとめ

研究全体を通して、成果と課題をまとめる。アンケートの結果や、生徒の考察を活用して研究のまとめを行った。

IV 実践例

研究員授業研究会 第2学年6組 理科学習指導案

授業者 所沢市立向陽中学校 山元 丈司

1 単元名 化学変化と原子・分子

2 単元の目標

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、物質の成り立ちや変化の仕組みに対する興味・関心を高める。

3 物質と化学変化の単元におけるパフォーマンス課題

	指導計画	学習・実験等	パフォーマンス課題
第1章 物質の変化	1. カルメ焼きはなぜふくらむのか	・カルメ焼きの作成 ・炭酸水素ナトリウムの分解	・カルメ焼きのふくらむ様子を図で表し説明する ・炭酸水素ナトリウムの分解をモデルで表す
	2. 物質はどこまで分解できるか	・酸化銀の分解 ・水の電気分解 ・塩化銅の電気分解	・水の分解・酸化銀の分解の様子を図で表す。モデルで説明する。 塩化銅の分解を図で表す。
	3. 物質は何からできているか	・ドルトンの原子説	・ドルトンの原子説
	4. 分子とは何か	・分子の組成 ・状態変化と化学変化の違い	・分子を原子のモデルでつくり、説明する。 ・状態変化の様子をモデルで説明する。
	5. 物質は記号でどう表されるか	・化学式 ・化学反応式	・化学式を、モデルを用いて説明する ・化学反応式を、モデルを用いて説明する
第2章 物質どうしの化学変化	1. 物質どうしはどう結びつくのだろうか	・鉄と硫黄の化合	・鉄と硫黄の化合の実験を行い、結果を図で表す。 モデルを使って説明する。
	2. 燃えるとはどのようなことか	・鉄と酸素の化合	・スチールウールの燃焼実験を行い、結果を図で表す。 モデルを使って説明する。
	3. 化学変化が起こるときに物質の質量は変化するか	・硫酸と水酸化バリウムの中和 ・塩酸・水酸化カルシウムの反応 ・銅の加熱	・化学変化における質量保存について実験を行い、結果を図で表す。モデルを使って説明する。
	4. 化学変化を記号で表すにはどうすればよいか	・炭素の燃焼・鉄と硫黄の反応 ・酸化銀、水の分解 ・銅、マグネシウムの燃焼	・化学式を、モデルを用いて説明する。 ・化学反応式を、モデルを用いて説明する。
	5. 化学変化が起こるときに物質の質量の割合はどうなっているか	・銅の燃焼 ・マグネシウムの燃焼	・化学変化における物質の質量のわりあいについて実験を行い、結果を図で表す。モデルを使って説明する。

4 本時の学習指導

(1) 本時の目標

＜関心・意欲・態度＞実験結果を進んで発表しようとすることができる。

＜科学的な思考＞物質の出入りに着目し、化学変化の前後における質量保存について説明できる。

＜技能・表現＞実験の結果をわかりやすく図やモデルにまとめ、発表し伝えることができる。

本時の展開（2時間続き）

過程	学習活動	教師の働きかけと予想される生徒の反応	評価及び指導上の留意点【評価方法】
導入	スチールウールの燃焼について話し合う	スチールウールを燃焼すると質量はどうなるでしょうか。 ○26 ページの図 13 のスチールウールの燃焼の結果から、質量の変化について化学反応式とモデルを活用して話し合う。	実験の結果を思い出させる。 モデルを活用するように示唆する。 【関心・意欲・態度】 A：質量の変化に化学反応式やモデルを活用して進んで話し合うことができる。 B：化学変化の前後での質量の変化に興味をもち、話し合いに参加している。 C：結合した酸素の質量について指摘できない。
	いろいろな化学変化について話し合う	今までに学習した化学変化においてはどうでしょう。 ○これまでに学習したいろいろな化学変化をとり上げ、その化学変化の前後で全体の質量がどう変化したかについて、化学反応式とモデルを活用して話し合う。	いろいろな化学変化の例を、図 14 を参考にして思い出させる。 モデルを活用するように示唆する。 【科学的な思考】 A：既習の化学変化から、化学変化の前後で、全体の質量がどう変化するかを化学反応式とモデルを活用し自分なりに考え発表できる。 B：既習の化学変化の前後で、質量が変化するものがあることを指摘できる。 C：化学変化と質量関係について指摘できない。
		○気体が発生する反応、金属と酸化する反応の前後で質量はどう変化するかについて化学反応式とモデルを活用して話し合う。	【科学的な思考】 A：気体が発生する反応、金属と酸化する反応の前後の質量について、予想できる。 B：化学変化における質量の変化に気づき説明できるが整合性がない。 C：気体が発生する反応、金属と酸化する反応の前後の質量について、予想できない。
展開	実験を行う 各自の結果をまとめる	実験 5 を行い、結果を表にまとめよう。 ○実験 5 を行い、物質が化学変化する前後の質量を測定し、結果を表にする。	教科書の注意事項を再確認し実験が安全に行われるよう配慮する。 【観察・実験の技能・表現】 A：計画通りの観察実験ができる。 B：計画通りに実験しようとするが、やり方が杜撰である。 C：観察・実験が計画通りにできず、その原因が認識できない。 【科学的な思考】 A：化学変化の前後での物質の質量を正しく測定し、表にまとめることができる。 B：化学変化の前後での物質の質量を表にまとめることができる。 C：化学変化の前後での物質の質量を正しく測定できない。

展開 2時間目	各自の実験結果をまとめる。 班で話し合い、結果を根拠に考察をまとめる。 結果と考察を発表し発表からわかったことをノートに付け加える。	昨日は、「硫酸と塩化バリウム」「塩酸と石灰石」「銅の燃焼」の実験を行いました。 今日、昨日の実験でわかったことを、ワークシートにまとめ、各班で意見交換して実験の結果をまとめましょう。 ○実験の結果から、化学反応式とモデルを活用して反応前後の質量変化の有無とその理由について、自分の考えをまとめる。 ○結果を小グループで発表する。 ○結果をまとめたものを、小グループごとに発表する。 ○発表を聞いて新たに分かったことをプリントにまとめる。	ワークシートの活用を行う。 実験計画書を参考にしてまとめることを促す。 【知識・理解】 A：質量保存の法則について、例をあげて説明できる。 B：ある化学変化について質量保存の法則を例にあげて説明できる。 C：実験・観察の結果しかまとめられない。
まとめ	説明を聞く	○質量保存の法則から、化学変化の前後で、反応に関係する物質の、原子の種類と数には変化がないことについての説明を聞く。 ○質量保存の法則から、化学変化の前後で、反応に関係する物質の、原子の種類と数には変化がないことについての説明を聞く。	実験の結果を参照させる。 【知識・理解】 A：質量保存の法則から、化学変化に関係する物質の原子の種類と数には変化がないことを、例をあげ化学反応式とモデルを活用して説明できる。 B：化学変化の前後で、物質の出入りに関連づけ、質量が保存されることを説明できる。 C：質量保存の法則と原子の種類と数の関連を指摘することができない。
		○図 18、19 を見て、質量保存の法則は化学変化だけでなく、状態変化など、物質の変化すべてになり立つことについて説明を聞く。	黒板の図を視覚教材として活用する。

5 ルーブリック

評価項目	A	B	C
○気体が発生する化学変化・金属が酸化する化学変化について反応の前後の質量について考察する。 【科学的な思考】	気体が発生する反応、金属と酸化する反応の前後の質量について、変化に気づいて、予想できる。	化学変化における質量の変化に気づいて説明できるが、整合性がない。	気体が発生する反応、金属と酸化する反応の前後の質量について、予想できない。
○質量保存の法則を確かめる実験を行う。 【観察・実験の技能・表現】	計画通りの観察実験ができる。	計画通りに実験しようとするが、やり方が杜撰	観察・実験が計画通りにできず、その原因が認識できない。
○質量保存の法則と化学変化の関連について考察する。 【科学的な思考】	質量保存の法則から、化学変化に関係する物質の原子の種類と数には変化がないことを、例をあげ、化学反応式とモデルを活用して説明できる。	化学変化の前後で、物質の出入りに関連づけ、質量が保存されることを説明できる。	質量保存の法則と原子の種類と数の関連を指摘することができない。
○質量保存の法則と状態変化の関連について考察する。 【科学的な思考】	溶解や状態変化などでは、その見え方や体積は変化しても、質量は変化していないことを指摘できる。	状態変化においては、物質の三態が変化していることを指摘できる。	状態変化と体積・質量の関連性を指摘できない。

研究員授業研究会 第2学年2組 理科学習指導案

授業者 所沢市立柳瀬中学校 三村 尚志

1 単元名 電流－電流とその利用「イ 電流と磁界」

2 単元目標

電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧の関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養い、電流に対する興味・関心を高める。

3 本単元におけるパフォーマンス課題一覧

	指導計画	学習・実験等	パフォーマンス課題
第1章 静電気と電流	1. 静電気とはどんなものだろうか	・静電気の発生 ・静電気の力と働き	・静電気が発生する様子を図で表し、説明する。 ・静電気の持つ力について、図で表し説明する。
	2. 電流の正体は何か	・真空放電と陰極線 ・電子の存在	・真空放電や陰極線、電流が流れることについて、電子をモデルとして図で表し説明する。
	3. 電流はどんなときに流れるか	・直列・並列回路の作成 ・電気用図記号や回路図の書き方 ・電流の道筋	・回路を組み立て、その様子を回路図として表す。また、回路図から回路を組み立てる。
	4. 電流は回路をどのように流れるか	・電流計の使い方 ・直列回路、並列回路と各点の電流の強さ	・直列回路、並列回路を流れる電流の強さを水流モデルで説明する。
	5. 回路によって電流を流そうとするはたらきはどうちがうか	・電圧計の使い方 ・直列回路、並列回路と各区间に加わる電圧の強さ	・直列回路、並列回路を流れる電圧の強さを水流モデルで説明する。
	6. 電圧と電流にはどんな関係があるか	・電熱線に加わる電圧と電流の関係 ・オームの法則と抵抗 (Ω) の概念 ・オームの法則を用いて抵抗の値の算出	・電熱線に加わる電圧と電流の関係を、表にまとめ、グラフで表して説明できる。
	7. 回路により抵抗はどうなるか	・直列回路、並列回路と抵抗の関係	
第2章 電流のはたらき	1. 電流による発熱発光はどんなときに大きくなるか	・電力の大きさと発熱量の関係	・電流の強さと発熱量の関係を、グラフで表して説明できる。
	2. 電力と電力量	・電熱線と発熱量の関係と水温上昇 ・熱量とその単位 ・電力 (W) と電力量 (Wh)	・電熱線と発熱量の関係と水温上昇を、表にまとめ、グラフで表して説明できる。
	3. 電磁石は棒磁石と同じはたらきをするのだろうか	・磁石の磁力や磁界、磁力線の観察 ・コイルの周りにできる磁界 ・電磁石と磁界	・さまざまな磁石、コイルのもつ目に見えない磁界を、磁力線をもちいて図で表し、その性質を説明できる。
	4. 磁界の中で電流はどのような力を受けるか。	・電気ブランコの揺れ方 ・磁界の向きと電流の向き、はたらく力の関係 ・モーターの原理 (クリップモーターの作成)	・電気ブランコが揺れる理由を、図やモデルを用いて説明できる。 ・磁界の向きと電流の向き、はたらく力の関係をモデルで表し、説明することができる。 ・モーターが回る仕組みを、図を用いて説明することができる
	5. 電流をつくり出すにはどうしたらよいか	・電磁誘導の規則性 ・誘導電流の強さと向きの変化	・電磁誘導の仕組みを図で表して説明する。 ・誘導電流の強さと向きを、図を用いて説明できる
	6. 直流と交流	・発光ダイオードの点灯 ・直流と交流の違い	・直流と交流の違いを、図を用いて説明する

4 本時の学習指導（2 時間扱い） 第二次 第 11～12 時

（1） 本時の目標

○電気ブランコの実験を行い、新たに生じる力の原因を直線電流による磁力線と永久磁石による磁力線を重ね合わせた磁力線から強め合う関係、弱め合う関係を見つけ、力の働く方向との関わりを説明することができる。

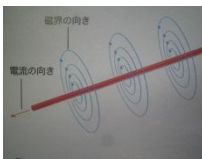
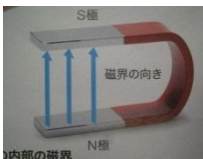
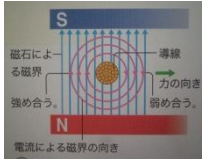
<関心・意欲・態度>実験結果から考えられること、わかることを、説明しようとする。結果を進んで発表しようとする。

<科学的な思考>電気ブランコが動く理由は、直線電流の磁界と永久磁石の磁界の重なり具合が原因であることが指摘できる。

実験結果から分かったことを、図や文章を活用してまとめ、論理的な説明をすることができたか。（班内での話し合い含む）

<技能・表現>実験から得られた結果を、図を活用してまとめ、発表し伝えることができる。

（2） 本時の展開

過程	学習活動	教師の働きかけと 予想される生徒の反応	評価及び指導上の留意点 【評価方法】
導入	1 これまでの確認を行う。	○磁力線や磁界の様子について確認させる。 ○棒磁石や U 字型磁石の磁界の様子について確認させる。 ○直線電流、コイルを流れる電流それぞれの磁界は「右手の法則」によって表すことができることを確認させる。	※今までの知識を活用する実験なので、これまでの実験結果を思い出させる。
	2 本時の課題設定をする。 3 実験を行う。 ①コイルの一部が、U 字型磁石の磁界の中につるし、回路を作って電流を流す。	電流が磁界から受ける力を調べる。 ○実験 7（P135：東京書籍）を行い、磁界の中においたコイルに電流を流した時の反応を記録し、結果を図やモデルを用いてワークシートにまとめる。	【観察・実験の技能・表現】ワークシート A：磁界の中においたコイルに電流を流した時の反応を調べる実験が計画通りにできる。 B：磁界の中においたコイルに電流を流した時の反応を調べる実験を計画通りに行おうとするが、実験方法にミスがある。 C：観察・実験が計画通りにできず、その原因が認識できない。
展開（二時間目）	②電流の向きや磁石の極の向きを逆にして、同様な作業を行う。 ③片づけを行う。 ④各自、結果をワークシートに図や言葉を用いてまとめる。	 ※コイルや電熱線の発熱やショートに気を付け、観察する時だけ電流を流す。	【観察・実験の技能・表現】ワークシート A：実験結果を図やモデルを活用して電流と磁界と働く力の向きの関係を正しくまとめることができる。 B：実験結果を文章で電流と磁界と働く力の向き関係を正しくまとめることができる。 C：実験結果を正しく記録できない。
展開（二時間目）	4 各自の実験結果をまとめる。 	○実験結果から、U 字型磁石と直線電流の作る磁界を活用しながら、実験結果について図やモデルでまとめ、なぜそのような反応をするのか、自分の考えをまとめる。 ※2 つの磁界の重なり方の特徴を発見させる。 ※支援が必要な生徒については机間巡視の際に、U 字型磁石の磁界と導線の作り出す磁界についての助言を行う。	【科学的な思考】ワークシート A：実験結果より、直線電流の磁界と永久磁石の磁界の重なり具合が原因となり、結果として磁界が弱まるほうに力がはたらくということを、説明できる。 B：実験結果より、直線電流の磁界と永久磁石の磁界の重なり具合が原因となっていることが指摘できる。 C：力がなぜ生じるのか説明できない。

	5 各自の考えを班で話し合い、結果を根拠に考察をまとめる。 6 小グループの代表者が結果と考察を全体で発表する。	○結果を小グループ（3～5人）で発表しあい、考察を深める。 ○小グループでまとめた結果を、スクリーンに映し、全体で発表する。	【関心・意欲・態度】ワークシート・観察 A: 結果からわかること、考えられることを、自らまとめていこうとする。 B: 発表を聞きながら、わかったことを記入しようとする。 C: ワークシートにわかったこと、考えられることを自ら記入できない。
まとめ	7 まとめ 電気ブランコが動く理由を各自で論理的にまとめる。 8 電流と磁界、はたらく力についてまとめる 9 次の予告。 自己評価記入。	○発表を聞いて新たに分かったことを加え、各自で自分の言葉で論理的に説明できるようにまとめさせる。 ○電流の流れる向き、磁界の向きが決まると、力がはたらく方向が決まる。（3つの力がかかっている） ○力の働く向きは、磁力を強め合う側から弱めあう側に働く。 ○電流、磁界による力が利用される場面の例を説明する。	※代表者のプリントをデジカメで写し、スクリーンに投影しながら発表させる。 【関心・意欲・態度】ワークシート・観察 A: 発表を聞いて新たに得られた考えを加え、図と言葉を用いてまとめようとしている。 B: 発表を聞いて得られた考えをメモしている。 C: 発表を聞いて、新たな考えをメモすることができない。

5 ループリッパ

評価項目	A	B	C
【観察・実験の技能・表現】 ○磁界の中においたコイルに電流を流す実験を行い、はたらく力を調べる実験を行う。	磁界の中においたコイルに電流を流した時の反応を調べる実験が計画通りにできる。	磁界の中においたコイルに電流を流した時の反応を調べる実験を計画通りに行おうとするが、実験方法にミスがある。	観察・実験が計画通りにできず、その原因が認識できない。
【観察・実験の技能・表現】 ○実験結果を図やモデルを用いて記録できる。	実験結果を図やモデルを活用して電流と磁界と働く力の向きの関係を正しくまとめることができる。	実験結果を文章で電流と磁界と働く力の向き関係を正しくまとめることができる。	実験結果を正しく記録できない。
【科学的な思考】 ○電流・磁界・力の関係を実験結果を基に図やモデルを用いて考察する。	実験結果より、直線電流の磁界と永久磁石の磁界の重なり具合が原因となり、結果として磁界が弱まるほうに力がはたらくということを、説明できる。	実験結果より、直線電流の磁界と永久磁石の磁界の重なり具合が原因となっていることが指摘できる。	力がなぜ生じるのか説明できない。
【関心・意欲・態度】 ○自らの考えを書く。	結果からわかること、考えられることを、自らまとめていこうとする。	発表を聞きながら、わかったことを記入しようとする。	ワークシートにわかったことを自ら記入できない。
【関心・意欲・態度】 ○人の発表を聞き、自らのレポートを改善させる。	発表を聞いて新たに得られた考えを加え、図と言葉を用いてまとめようとしている。	発表を聞いて得られた考えをメモしている。	発表を聞いて、新たな考えをメモすることができない。

研究員授業研究会 第1学年2組 理科学習指導案

授業者 所沢市立安松中学校 吉良 悟

1 単元名 「身のまわりの物質」

2 単元目標

身のまわりの物質についての観察、実験を通して、固体や液体、気体の性質、物質の状態変化について理解し、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身に付ける。

3 身のまわりの物質の単元におけるパフォーマンス課題

	指導計画	学習・実験等	パフォーマンス課題
第1章 身のまわりの物質とその性質	1. 金属と金属でない物質を区別するには	・物質の通電、磁性を調べる ・プラスチックの性質	・物質の性質マップを作り説明する。
	2. 金属どうしを区別するには	・密度の計算 ・上皿天秤 ・メスシリンダー	・上皿天秤、メスシリンダー使い方シート作成
	3. 白い粉末状の物質を区別するには	・有機物と無機物 ・ガスバーナー	・ガスバーナーの使い方シート作成
	4. 目に見えない気体を区別するには	・二酸化炭素、酸素、水素の発生と水上置換 ・アンモニアの発生と上方置換 ・アンモニアの噴水	・気体の発生方法と集め方を気体の性質と関連付け図で表し説明する。 ・アンモニアの噴水のしくみを図で表し説明する。
第2章 水溶液の性質	1. 物質が水に溶けるとはどういうことか	・コーヒーシュガーの溶解 ・物質の溶解の粒子モデル	・ろ過を図とモデルで表し説明する。 ・物質の溶解を粒子モデルの図で表し説明する。
	2. 水に溶けている物質は取り出せるか	・硝酸カリウムの溶解度と再結晶 ・質量パーセント濃度の計算	・飽和状態を図、モデルで表し説明する。 ・溶解度曲線のグラフを用いて物質が再結晶するしくみを説明する。
第3章 物質の姿と状態変化	1. 物質はどのように姿を変えるのか	・空き缶つぶし	・缶のつぶれるしくみを水の状態変化とモデル図、大気圧の力の矢印で表し、説明する。
	2. 物質が状態変化するとき体積や質量はどうなるのか	・ろうの状態変化 ・エタノールの状態変化 ・状態変化の粒子モデル	・ろうの体積変化を図で表し説明する。 ・エタノールの状態変化をモデルで表し説明する。
	3. 物質が状態変化するときの温度は決まっているのか	・水とエタノールの沸点 ・水とエタノールの混合物の蒸留	・温度変化のグラフを作り物質の状態を説明する。

4 本時の学習指導（2時間扱い）

（1）目標

＜科学的な思考＞ 沸点の低い物質から気体になることを指摘できる。

＜技能・表現＞ 混合物の温度変化をグラフで表すことができる。

＜知識・理解＞ 混合物の気化のしかたを、気体を集めたときの温度と物質の沸点とを関連付けて説明することができる。

（2）展開

	学習活動	教師の働きかけと 予想される生徒の反応	評価及び指導上の 留意点【評価方法】
導入	1. 前時の復習を行う。	・ 水は 100℃、エタノールは 78℃で沸騰し、気体に変化することを再確認させる。	
展開 （1時間目）	2. 課題を知る。 3. 予想を立てる。 4. 実験を行う。 ①エタノール 3ml と水 17ml を混ぜてつくった混合物を、枝つきフラスコの中に入れ、加熱する。30 秒ごとに温度を測定する。 ②出てきた液体を約 2ml ずつ 3 本の試験管に集める。1 本集めるごとに、そのときの温度を測定する。 ③試験管にたまった液体の温度が下がってから、において液体の引火性を調べる。 5. 片付けを行う。 6. 実験結果をワークシートにまとめ、グラフを書く。	水とエタノールの混合物を加熱すると、「何℃」で「どのような物質」が出てくるか調べる。 ・ ゴム管、ガラス管が高温になるのでやけどをしないように机間巡視する。 ・ グラフはなめらかな曲線で描くようにさせる。 ・ 試験管に集めたときの位置がわかるように、グラフ上に印をつけさせ、そのときの温度も目立たせる。 ・ 集めた液体の、 ア：において イ：引火性 ウ：集めたときの温度から、エタノールが先に多く気体となって出てきたことに気付かせる。	【科学的な思考】 <u>ワークシート</u> A: アイウからエタノールが先に沸点に達し気体になったことを指摘している。 B: アイからエタノールが先に気化したことは指摘しているが沸点からの考察がない。 C: 集めた液体が燃えたことしか指摘していない。 【実験観察の技能表現】 <u>ワークシート</u> A: 測定値をもとに温度変化のグラフをなめらかに書くことができ、気体を集めたときの位置も示してある。 B: グラフを書くことができていない。 C: 測定値をもとになめらかな曲線でグラフを書けていない。
展開 （2時間目）	7. 結果からわかることを班内で話し合う。 8. 実験結果・わかったことを実物投影機を使って班ごとに発表する。	・ なぜ、エタノールが先に気体となって出てきたのか考えさせる。 ・ 沸点の違いから混合物を分けることができるという見方を持てるようにさせる。 ・ 試験官に気体が集まったときの温度と水とエタノールの沸点とを比較させる。 ・ スクリーンのグラフを使って説明するように指示する。	【知識理解】 <u>ワークシート</u> <u>発表</u> A: 水とエタノールの沸点と集めたときの温度を関連付けて気化を説明し、沸点の違いによって分けることができたことを指摘できている。 B: 水とエタノールの沸点と集めたときの温度を関連付けて気化を説明できている。 C: 集めた気体の①において、②引火性から先にエタノールが気体になり、後から水が気体になったことを説明できている。
まとめ	9. 混合物を加熱したとき、沸点の低い物質から気体になること、沸点の違いを利用して混合物を分けることを蒸留と呼ぶことを知る。	・ 混合物の沸点は決まった温度にならないことを補足説明する。	

5 ルーブリック

評価項目	A	B	C
○沸点の低い物質から気体になることを指摘できる。 【科学的な思考】	におい、引火性、集めたときの温度からエタノールが先に沸点に達し気体になったことを指摘している。	アイからエタノールが先に気化したことは指摘しているが沸点からの考察がない。	集めた液体が燃えたことしか指摘していない。
○混合物の温度変化をグラフで表すことができる。 【実験・観察の技能・表現】	測定値をもとに温度変化のグラフをなめらかに書くことができ、気体を集めたときの位置も示している。	グラフを書くことができていない。	測定値をもとになめらかな曲線でグラフを書けていない。

V 研究のまとめ

本研究では「科学的思考力を高める授業の創造」～図やモデルを基に説明する力の育成～を研究テーマに掲げ、これまで研究を進めてきた。

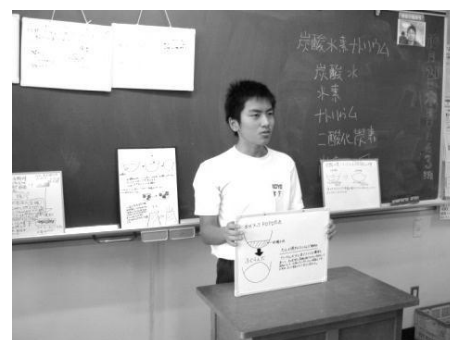
具体的には、科学的思考力・表現力の育成のための手段として、実験や観察からわかったことを、図やモデルを使って表現する「思考活動」、表現した図やモデルを自分の言葉で他の生徒に伝える「言語活動」を通して、「思考力」「表現力」の育成を行ってきた。また、これらの力の育成のためには、ひとつの授業を通して、思考力や表現力を育成するのではなく、単元ごとに、「思考する場面」「表現する場面」を計画的に配置することにより、「思考力」「表現力」の育成を効率的に行うことを目指してきた。その結果として以下のような成果が上がり、思考力・表現力の高まりが見られた。

1 成果

(1) 思考力の向上

図やモデルを使って考察することは有効であることがわかった。成績上位者にとっては90%以上の生徒にとって、また、成績の下位者にとっても75%以上の生徒が、事後のアンケートでは図やモデルの有効性について解答している。すなわち、成績に関わらず、全ての生徒に対して、図やモデルの活用は有効である。特に、成績上位・中位の生徒にとって、モデルを使って考察することは、それぞれの考察の深まりにつながる。(資料1参照) また、成績の下位者にとっても、図やモデルを使った説明は、わかりやすく、理解の手助けになることが考えられる。これは成績の上位者・中位者にとっても95%以上の生徒が、わかりやすく回答していることからわかる。(資料2)

個人で考える時間を充分にとることにより、実験の結果をしっかりと分析し、考察することができた。また、小グループを活用して、説明活動を取り



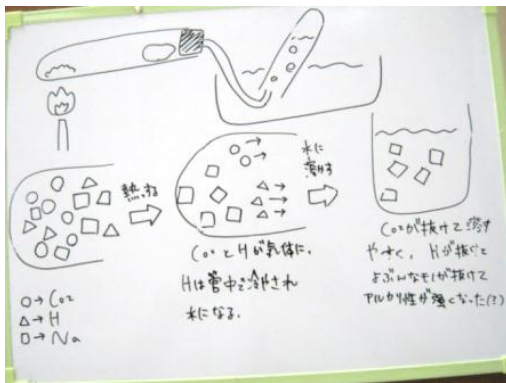
入れたところ、自分の考察に足りなかった部分に気付き、付け加えることができるようになり、考察が深まった。

(2) 表現力の向上

図やモデルを活用したことにより、小グループにおける説明活動や全体の意見発表のときに、自分の考察した結果を、よりわかりやすく友だちに伝えることができた。また、十分に小グループで話し合い、意見の交換をしたため、発表内容に自信が持て、堂々と発表することができた。このことから図やモデルの活用は、表現力の向上につながったと分析できる。

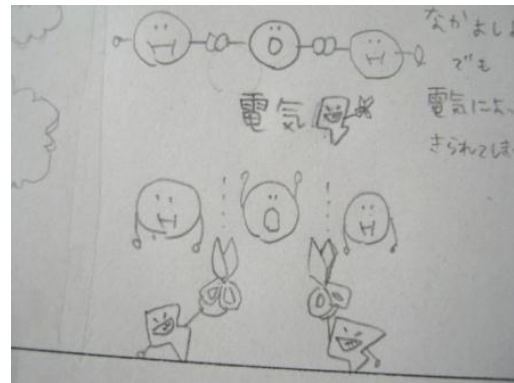


資料1 生徒の実験計画書・ワークシートから



【炭酸水素ナトリウムの分解のボード】

CO₂ や H、Na など記号化して置き換えている。思考力の芽生えがみられる。



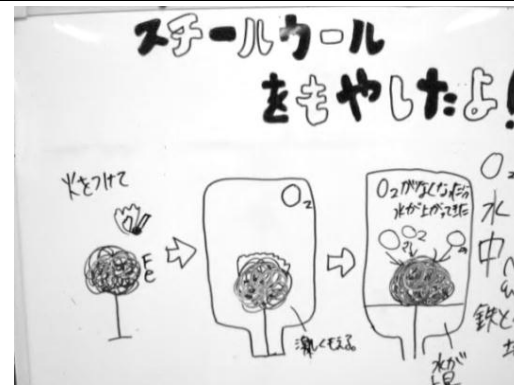
【水の電気分解のワークシートの部分】

電気がはさみを持っていて水素原子と酸素原子の結合を切り離している。



【エタノールと水の混合物の融点】

グラフや記号を用いて、まとめている

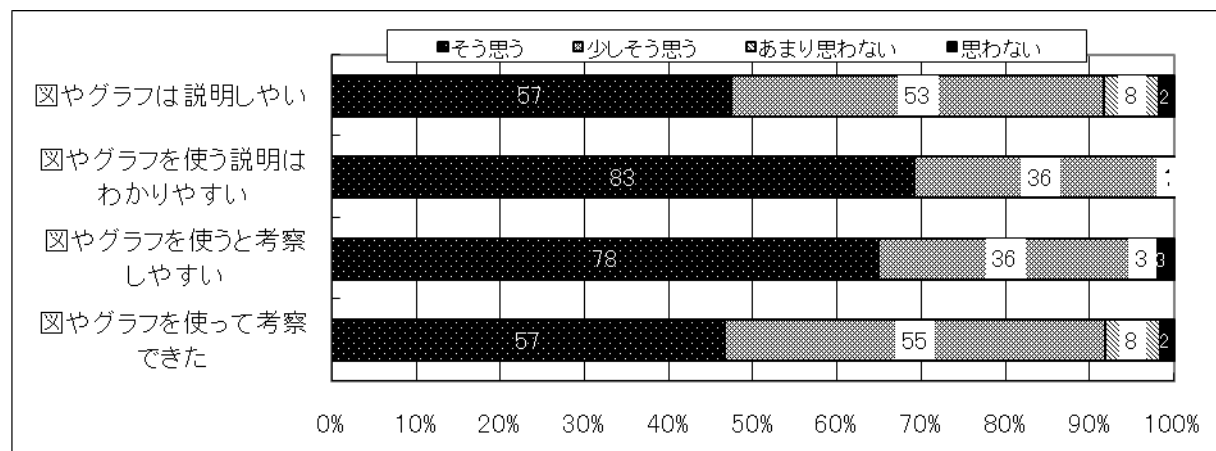


【鉄の燃焼の発表用ボード】

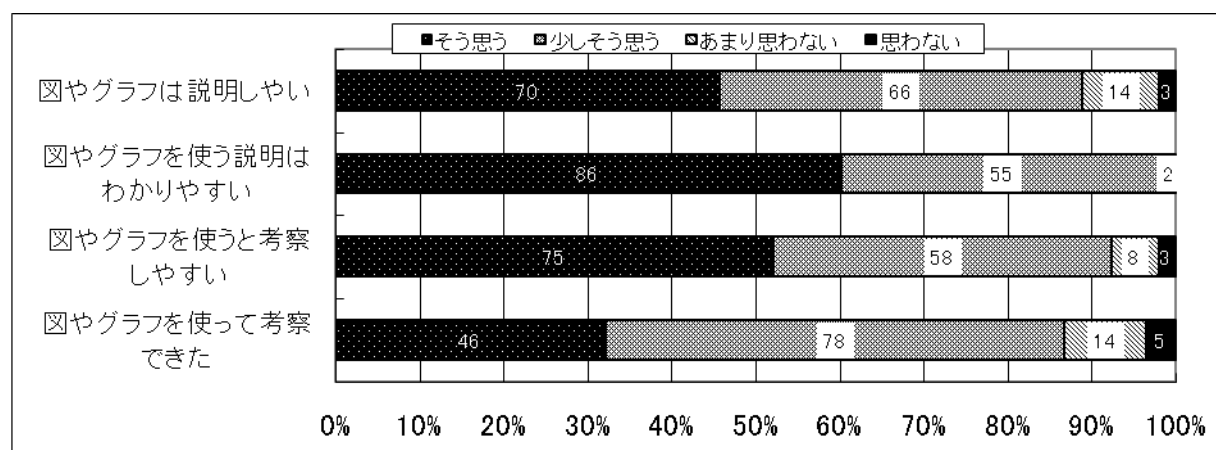
言葉は少ないが、図で的確に実験内容をとらえているため、発表しやすい。

資料2 アンケート

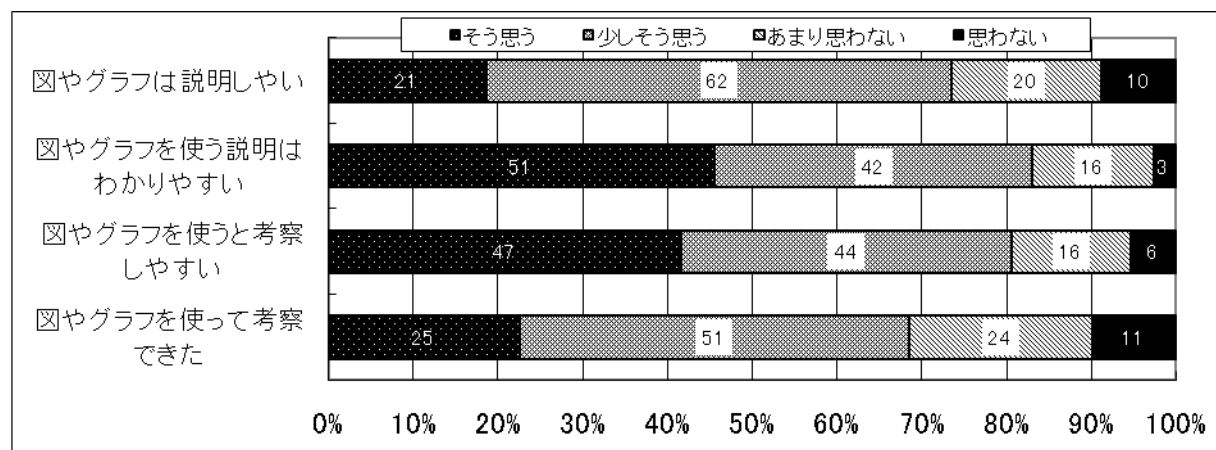
成績上位群の回答



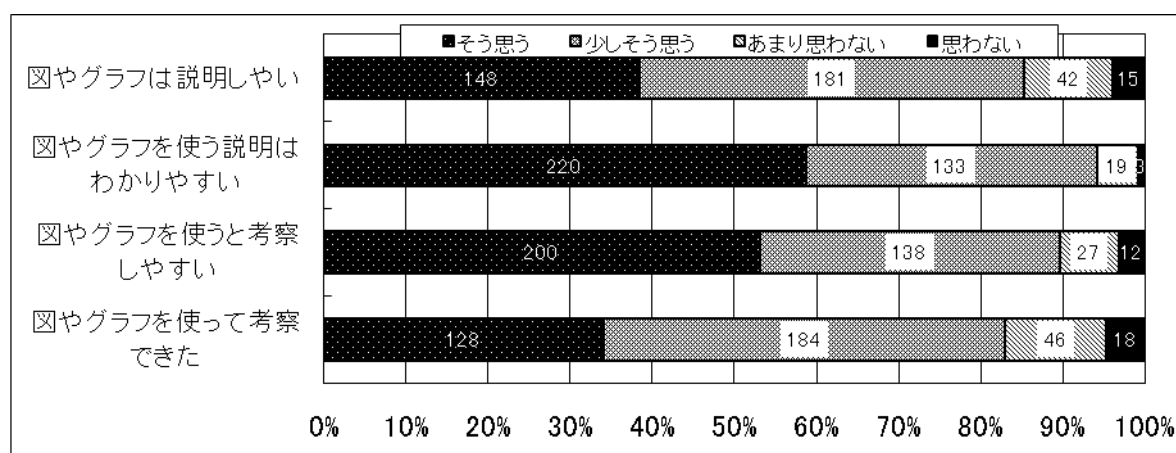
成績中位群の回答



成績下位群の回答



全体の回答



2 今後の課題

(1) 課題設定について

単元の中で、思考させる場面を数多く設定すると、非常に多くの時間がかかることは課題である。しかし個人で考える時間を充分確保すること、お互いの情報交換の場面を設定すること、発表によりわかったことなどを考察に付加させることを繰り返し行い、考えを深めさせることは大切である。そこで、3年間を通して単元のどの場面で、思考力・表現力を高めていくかを計画的に配置し、教育課程の編成を工夫することにより解決できると考察できる。

また、課題提示の方法については、それぞれの授業の中で、本時の目標を意識して、どこで、どのようにして課題を与え、どのように考えさせるのかをきちんと把握しておく必要がある。さらに、考える時に、考えるためのヒントを、前提条件として、どこまで与えるかは検討の必要がある。

一方、課題の内容については、科学的な説明活動を取り入れたことで効果があった課題とそうでない課題を精選し、より有効と推測される課題の解決に

に時間の配分をするなどの工夫が必要である。

(2) 評価について

ルーブリック評価の基準の作成については、今後の課題である。どの場面で、どのような評価が、それぞれの評価基準に合うのかを、充分時間をかけて検討していく必要がある。

(3) その他

日常生活の事象を学習事項を使って説明させる機会を意識して設けることが大切である。

3 参考文献

・山際 隆 2009

中学校新学習指導要領の展開 明治図書

・高浦勝義・松尾知明・山森光陽 2008

ルーブリックを活用した授業づくりと評価 教育開発研究所