

科学的思考力を高める理科学習指導 ～思考を視覚化する学習プリントの工夫を通して～

要約

平成 23 年度より全面実施されている中学校の新しい学習指導要領では、科学的な思考力・表現力等の育成の観点から科学的な知識や概念を使用して考えたり、説明したりするなどの学習活動を充実させることの重要性が明らかになった。理科の授業実践の中で、自然の事物・現象から課題を見出し、予想や仮説を立て、実験方法を考え、観察・実験を行い、その結果を基に考察する活動を繰り返し行うことで科学的思考が高まると考えられる。

これまでの観察・実験において、仮説とその根拠を書く時間の確保をしておらず、生徒が問題意識をもって取り組んでいなかった。また、実験方法は教師が全て指示したもので行っており、習得した科学的な知識や概念を使って実験方法を考える場面はなかった。

考察においては、自分の意見と他人の意見を書くスペースを用意していなかったために、自分の意見を持たないで交流活動を行ったり、自分の考えを書いても、他の生徒の意見を聞くと、自分の答えを消したりして書き写す生徒が多かった。

そこで観察・実験において、目的意識と科学的な知識や概念を用いて考える授業を展開するために、本主題「科学的思考力を高める理科学習指導」を設定した。

研究主題の解明のために、①予想や仮説の場面、②予想や仮説を調べるために観察や実験を考える場面、③観察・実験の結果をもとに考察する場面、④観察・実験後、感じたことや新たに生じた疑問をまとめる場面において、思考を視覚化する学習プリントを用いて自分の思考を確認しながら整理し、問題解決を行えば、科学的に思考する力が身に付くだろうという研究仮説を立てて取り組んだ。

- (1) 既習知識を基盤とした思考ができているか。
- (2) 科学的な知識や概念を用いて、考えたり説明したりしているか。
- (3) 結果から得られる表やグラフ等を活用したり、必要な条件をもとに結果を整理し、比較・分類・関連付け・推論を行ったりしながら考察しているか。

本研究を通して、次の成果と課題が明らかになった（○：成果、●：課題）。

- 観察・実験を行う前に仮説を立て、思考を視覚化する学習プリントを用いて根拠を明確にする活動を行うことで、自分の思考の過程を確認しながら考察を行うことができた。
- 実験方法を考え、観察・実験を行い、結果を分かりやすくまとめ、その結果を基に思考を視覚化する学習プリントを用いて、考察する活動を繰り返し行うことで実験方法設定力が高まり、科学的思考力が高まったと考えられる。
- 仮説設定力や考察力に比べて、実験方法設定力と問題発見力の高まりは低い。知識を獲得するために、提示した実験についても実験の意味を考える活動を行い、それを基にして、別の事象で実験方法を自分たちで考える活動をもっと増やしていく必要がある。
- 問題発見力については、学習プリントを見直し、今まで行ってきた【感想・気付いたこと】の欄を【新たな疑問】や【日常生活に生かせそうな所】と変えることで、生徒に問題提起することが可能と分かった。教師が学習したことを日常へと結びつけて考える機会を設けることで高まると言える。

キーワード：科学的思考力 視覚化 学習プリント

1 主題設定の理由

(1) 社会的要請・現代教育の動向から

21世紀は「知識基盤社会」と言われ、新しい未知の問題に試行錯誤しながらも解決が求められている社会である。世の中で起こっている多くの問題は、地球温暖化、核燃料を始めとする廃棄物、遺伝子組み換え、クローンの問題など、これまで人類が経験していないものばかりである。こうした判断を専門家だけに任せるのではなく、自分たちの生活を守るために、さまざまな場面で一人一人が責任と科学的根拠をもとに判断できるように、情報を科学的に読み取り、科学的に思考する力が必要となってくる。

TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）や OECD（経済協力開発機構）が行った PISA（学習到達度調査）の分析から、日本の中学生は推論を行うことによって得られる問題では、事象の原因や理由を説明したり、自分の考えを書いたりする問題の正答率が低いことが分かっている。これらのことから、社会において求められる問題解決能力をもった人材を育成するために、科学的思考力を高めようとする本研究は意義があると考えられる。

(2) 生徒の実態・学校教育目標の具現化から

本校は、新興住宅地の中心にあり、落ち着いた環境にある。保護者の教育に対する関心も高く、家庭の教育力も高いこともあり、生徒の学習に対する意欲も高い。実際に、学力検査等の結果からも生徒の学力は相対的に高く、暗記したり、基礎的・基本的な事項を的確に用いたりすることに長けている。しかし、文脈に応じて判断したり、帰納的に物事を考え付加・修正したりするというような問題解決能力が不十分である。

TIMSS や PISA における日本の中学生の課題と同様に、論述形式問題に対する苦手意識が強く、正答率の低い生徒が多くいる。また地域柄によって、生徒は目立った行動を避ける傾向にある。自分の意見を人前で言わなかったり、発表して間違えることを過度に嫌がったりする生徒が多いため、自分の考えを自分の言葉で書くことさえもしくなくなり、模範解答を自分の答えとする傾向にある。

そこで本校では、学級教育目標を「知・徳・体の調和がとれ、志をもって生きる生徒の育成」としている。重点目標「豊かな心と確かな学力を身につけ自分の考えを表現することのできる生徒の育成」を目指し、主体的に取り組む質の高い授業を掲げている。

(3) 教科の本質から

平成 23 年度より全面実施されている小・中学校の新しい学習指導要領では、「時数の増加」と「学習内容の増加」とが打ち出されている。また、科学的な思考力・表現力等の育成の観点から科学的知識や概念を使用して考えたり、説明したりするなどの学習活動を充実させることが推進されている。しかし、授業時間数や学習内容を増やすだけでは生徒の学力を伸長させることに直接つながらない。日々行われる理科の授業実践の中で、自然の事物・現象から課題を見出し、予想や仮説を立て、実験方法を考え、観察・実験を行い、結果を分かりやすくまとめ、その結果を基に考察する活動を繰り返し行うことで科学的思考が高まると考えられる。

(4) 指導上の反省・問題点から

これまでの観察・実験において、予想を書く時間を十分確保していないことや予想とその根拠を書かせない時があり、生徒が問題意識をもって取り組むことができていなかった。また、実験方法を全て指示して行っており、習得した科学的な知識や概念を使っ

て実験方法を考える授業を行ってきていない。観察・実験をした際の結果を指定した表やグラフの形にまとめることは行ってきたが、各自で工夫して結果をまとめる授業を行うことは少なかった。考察においては、自分の意見と他人の意見を書くスペースを用意していなかったために、自分の意見を持たないで交流活動を行ったり、自分の考えを書いても、他の生徒の意見を聞くと、自分の答えを消したりして書き写す生徒が多かった。

そこで、自分の思考の過程を視覚化することで、自分の考えの変化や間違ってもっていた考え方や知識に気づき、自分の考えを付加・修正できる本研究は意義深いと考える。

2 主題と副主題の意味

(1) 主題の意味

「科学的」とは実証性や再現性、客観性があるもので、実証性とは観察・実験などを通して、仮説を検討できること、再現性とは同じ条件下で必ず同じ結果が得られること、客観性とは仮説の実証が多くの人に承認され、共有されることである。

「科学的思考力」とは科学的に導き出された科学的な知識や概念を基に、自然の事物・現象と様々な情報を関係付けたり、説明したりする力のことである。

「科学的思考力を高める」とは、これまで習得した科学的な知識や概念を活用して論理的に考えることができるようにすることである。そのためには、ある課題に対して、①仮説あるいは予想を立て（仮説設定力）、②観察・実験の方法を見つけ出し（実験方法設定力）、③観察・実験を実施し、④結果を分かりやすくまとめ、その結果を基に考察することのできる（考察力）。考察の結果、新たな疑問を発見することができる（問題発見力）に①～④のプロセスが繰り返されることにより科学的な知識や概念が深まると共に、仮説設定力、実験方法設定力、考察力、問題発見力が高まるので、科学的思考力が高まると考えられる。

(2) 副主題の意味

「思考を視覚化する」とは予想や仮説を文章化することや、結果をもとにして考察する段階で自分の思考を図式化、モデル化、文章化することである。

「思考を視覚化する学習プリント」とは、①予想や仮説の場面、②予想や仮説を調べるための実験や観察の方法を考える場面、③観察・実験の結果をもとに考察する場面、④観察・実験後、感じたことや新たに生じた疑問をまとめる場面で、自分の思考を視覚化する学習プリントである。

これらの場面において思考の質を高めるために、次の点に注意しながら学習プリントに記入できるよう指導することが大切だと考える。

- 既習知識を基盤とした思考ができているか。
- 科学的な知識や概念を用いて、考えたり説明したりしているか。
- 結果から得られる表やグラフ等を活用したり、必要な条件をもとに結果を整理し、比較・分類・関連付け・推論を行ったりしながら考察しているか。

3 研究の目標

思考を視覚化する学習プリントの工夫を通して、科学的思考力を高める理科学習指導方法を究明する。

4 研究の仮説

理科の学習における自然の事物・現象を調べる活動において、予想や仮説の場面、予想や仮説を調べるための観察や実験の方法を考える場面、観察・実験の結果をもとに考察する場面、観察・実験後、感じたことや新たに生じた疑問をまとめる場面に思考を視覚化する学習プリントを用いて授業を展開すれば、仮説設定力・実験方法設定力・考察力・問題発見力が高まるので、科学的思考力を高めることができるだろう。

5 仮説検証の内容と方法

- (1) 検証の対象 小郡市立三国中学校
 研究対象学級 第1学年8組（男子17名、女子23名）
- (2) 検証の内容・方法

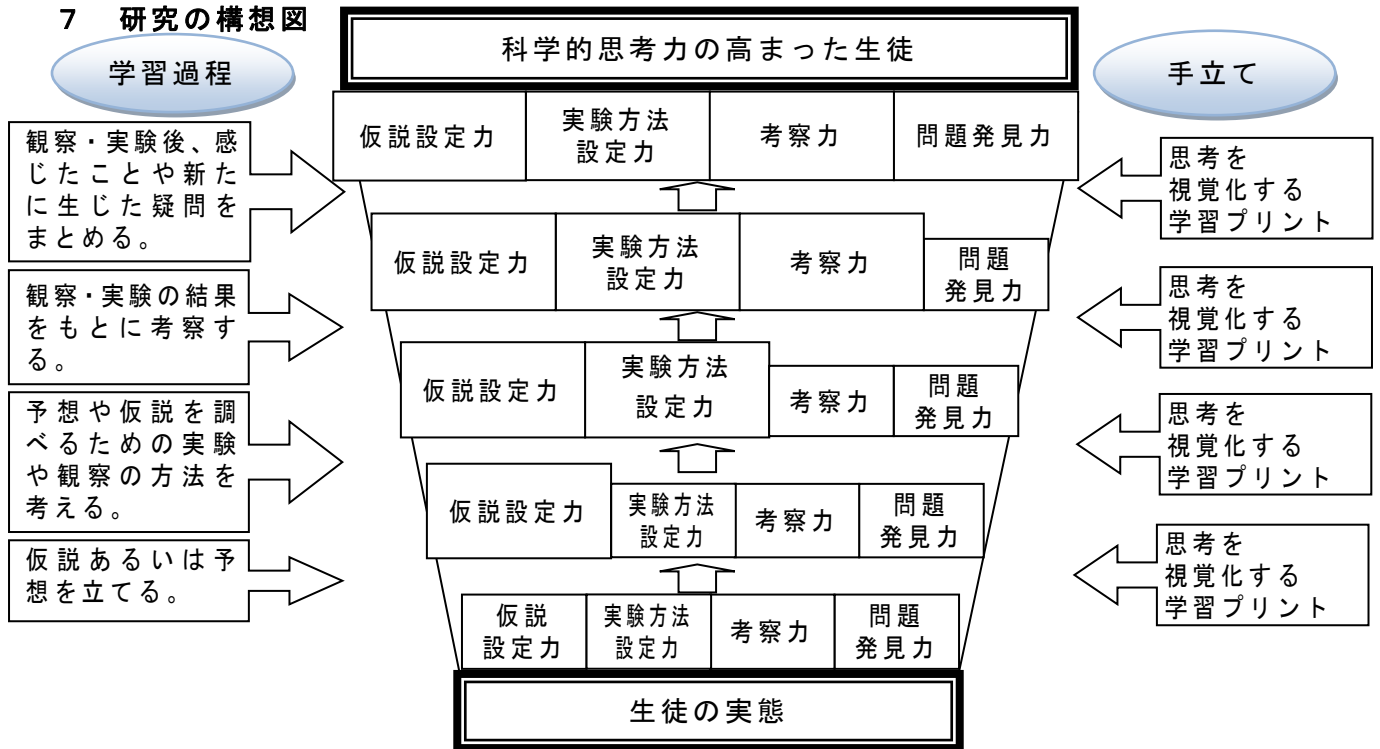
	検証内容	検証方法
仮説設定力	予想や仮説の根拠に既習の科学的な知識を用いて思考をしているか。	学習プリント
実験方法設定力	予想や仮説を検証する実証性、再現性のある実験計画を立てているか。	学習プリント
考察力	結果から得られる表やグラフ等を活用したり、必要な条件をもとに結果を整理し、比較・分類・関連付け・推論を行いながら考察しているか。	学習プリント
問題発見力	実験観察結果や考察と、日常生活やこれまでの学習を比較して、矛盾を見つけることができているか。または、日常に活かせる場面を見つけることができているか。	学習プリント

項目	評価	評価の観点
仮説設定力	A	既習知識を用いて、検証可能な方法を挙げて仮説を設定することができる。かつ、結果を予想して全て正しく仮説を設定することができる。
	B	既習知識を用いて、検証可能な方法を挙げて仮説を設定することができる。
	C	A, B以外
実験方法設定力	A	仮説を検証するために具体的な実験方法を設定している。かつ効率的な実験方法を設定している。
	B	仮説を検証するための具体的な実験方法を設定している。
	C	A, B以外
考察力	A	規則性や法則性を導き出したり、仕組みを図やモデルを使って分かりやすく説明したりすることができる。
	B	規則性や法則性を導き出したり、仕組みを説明したりすることができる。
	C	A, B以外
問題発見力	A	科学的な問題と日常に活かせる場面の両方を挙げて簡潔に表現している。
	B	科学的な問題、または日常に活かせる場면을簡潔に表現している。
	C	A, B以外

6 研究の計画

	研究内容		研究内容
5月	理論研究	10月	仮説の見直し、
6月	実態調査の結果分析	11月	実証及びデータ収集・データ分析
7月	教材分析	12月	実証及びデータ収集・データ分析
8月	教材構成	1月	研究のまとめ
9月	教材作成	2月	研究報告

7 研究の構想図



8 研究の実際

実践Ⅰ 「固体を識別する方法を探ろう」

① 第一次

身のまわりの物質についての観察・実験を通して、物質の性質に着目して物質を分類できることを見出せるようにする。

この学習では、身のまわりにある物質が固有の性質を持つことを理解する内容で、今後の科学的思考の基礎となる知識を獲得する。それぞれの物質が燃えるのか、燃えないのか、二酸化炭素が発生するのかわからないのか、予想を立てた。その際思考が視覚化できるように予想の根拠を記述できるように学習プリントを工夫した。

全ての物質が燃えるものでないことは理解しているが、物が燃える様子を見る機会が少ない。どの物質が燃えるのか、二酸化炭素を出すのか予想を立てその理由を書いたところ、「砂糖と食塩がもし燃えたら料理は作れないと思います」、「紙と木は燃やしている所を見たことがあるし、ストローもプラスチックだから燃えると思った。」、「紙や木は物を燃やすときに使うから燃える。砂糖は生物からできているので燃える。ストローはプラスチックだから燃えると思います。」など日常生活の知識を使い、根拠をもって予想する姿が見られた。【資料 1-1】

また考察の段階では学習プリントに自分の意見とみんなの意見を書く欄を設け視覚化したことで、全ての生徒が自分の意見を結果から考察して記入することができた。そして、その考察を交流することで、他の生徒の考察についても吟味するとともに自分の考えと比較して、自分の考察について再度考

【資料 1-1】 予想の記述

【仮説】 加熱したときの変化を予想しよう。

	紙	ガラス	鉄	木	砂礫	ストロー	食塩
燃える	○	X	X	○	X	○	X
二酸化炭素が発生する	○	X	X	○	X	○	X

その理由は
紙は、木は、ストローは燃えるかきに入るけど、
ガラスや鉄は燃えないかきに入るから
砂糖と食塩がもし燃えたら料理は作れないと思います



【資料 1-2】 考察の記述

①加熱したときの变化から分かること

<p>自分の意見</p> <p>ストロー、紙、砂糖、木の燃え具合は鉄よりも赤くなくて燃えていた。それに対して、鉄は燃えなかった。ストローは、プラスチックの特殊な素材により、とけて燃えなかったと思う。金塩は、燃えてはじけるのかもしれない。鉄は燃えない物質でも、高温で燃える可能性があるかもしれない。</p>	<p>みんなの意見</p> <p>燃える、燃えない。</p>
--	--------------------------------

②石灰水の変化から分かること

<p>自分の意見</p> <p>実験的に、加熱したときに燃えるのかわりに、白くにごった。燃えないものは、白くにごらなかった。つまり、二酸化炭素がたまり出したという。鉄は燃えなかった。二酸化炭素がたまり出した。それは、色が変化して鉄自体が変化しなかった。二酸化炭素が発生せず、石灰水が白くにごった。</p>	<p>みんなの意見</p> <p>二酸化炭素が重要。 燃える物の全てが二酸化炭素を発生させるわけではない。</p>
--	---

えることができた。【資料 1-2】
学習後の生徒の感想・気付いたことでは、有機物と無機物の違いの理由について知りたいといった新たな疑問を記述する生徒が見られた。【資料 1-3】

【資料 1-3】 気付いたことの記述

【感想・気付いたこと】
鉄は今まで、燃えるものはすべて二酸化炭素が発生すると思っていたので、発生するものと発生しないものがあるときにおどろきました。他に発生しないものがあるかもしれません。

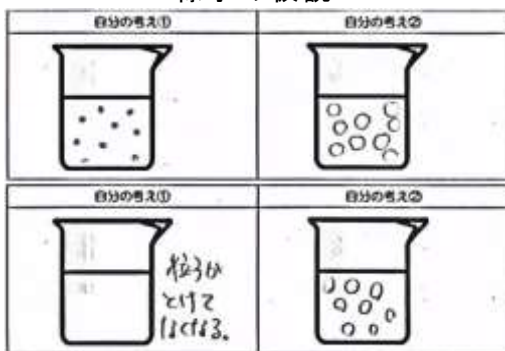
② 第二次

物質の溶解について、粒子モデルで説明できるようにする。

溶質が溶ける様子を観察・記録し、その様子を思考を視覚化する学習プリントに粒子モデルで表した。初めて物質を目に見えない粒子で表す際に戸惑うことを予想していたが、何の疑問も持たずに粒子で表す姿が多く見られた。生徒の仮説としては、粒子の概念が曖昧なため、粒子自体が小さくなっていく考えや、粒子がばらばらになる考え、溶質が溶解すると見えなくなることから、粒子がなくなる考えを書く生徒もいた。【資料 1-4】

水に溶けた時も質量が変わらないことから粒子はなくなることを見出し、全員が砂糖の粒子が水の中に均等に広がるモデルを書くことができた。【資料 1-5】

【資料 1-4】 砂糖が水に溶けている様子の仮説



【資料 1-5】 モデルを学習プリントに記述する様子



③ 第三次

科学的思考を視覚化する学習プリントを用いて分類し、4種類の粉末を区別することができるようにする。

これまでに学習した科学的な知識や概念を活用して、思考を視覚化する学習プリントを用いて、自分たちで実験を順序立てて計画し、確認することで科学的思考力を高めることをねらいとした。まず、4種類の粉末（砂糖・食塩・デンプン・ミョウバン）を識別するために、それぞれの性質を個人で学習プリントに書き出した。【資料 1-6①】

【資料 1-6】 思考を視覚化する学習プリントの記述

初めて 4種類の色粉末がそれぞれ何なのかを調べる実験をしよう

① 【知識の確認】

- (1) 砂糖
 - 有機物 ①
 - 熱するとこける ②
 - 水にとける ③
- (2) 無機物
 - 水にとける ④
 - 蒸発すると白く残る ⑤
- (3) デンプン・片栗粉
 - ヨウ素液に反応する(青くなる) ⑥
 - 有機物 ⑦
 - 水にとけにくい ⑧
- (4) ミョウバン
 - 熱したとき白く残りが多い ⑨
 - 無機物 ⑩
 - 冷やると結晶がでる ⑪

② 【実験方法を考える】

砂糖・食塩・デンプン・ミョウバン

00 熱する

砂糖・デンプン

砂糖を冷やす

砂糖・食塩・デンプン・ミョウバン

③ 【決定した実験方法】

砂糖・食塩・デンプン・ミョウバン

00 熱する

有機物
砂糖・デンプン

砂糖を冷やす

食塩・デンプン・ミョウバン

④ 【考えが変わった理由】

水に溶けを冷やすという意見でしたが、ミョウバンの量で冷やす温度が学校ではできないと判断して無機物の実験はしないことにしました。

【感想・気付いたこと】

物質の性質を使えば、なめたりしないで、言問べられることが分かりました。

【反省】

- 物質の性質を整理できた。
- 自分で考えて実験計画を立てることができた。
- 考えの根拠を書くことができた。

5-4-3-2-1
5-4-3-2-1
5-4-3-2-1

その後、全体で性質の確認を行い、どのような実験をどのような手順で行えば、より効率よく分類することができるのかを個人で考え発表した。書く活動の際には、系統樹（フローチャート）を用いて実験の流れを考えた。【資料 1-6②】

同じ実験方法を選択した者同士で交流し、実験方法を付加したり、根拠を確認したりしながら、実験計画書を完成させた。【資料 1-6③】 その際、自分の考えが変わった理由について記述することで、自分の思考を整理することができた。【資料 1-6④】

実験グループのメンバーで実験の手順を確認した後、必要な道具を自分たちで用意して実験を行った。系統樹の流れに沿って実験を行っていき、それぞれの物質が何であるのかの識別実験を行った。その後、感想・気付いたことを記述した。【資料 1-7】 しかし、生徒の記述には疑問や日常生活に活かす視点が少なかった。

【資料 1-7】 感想・気付いたことの記述

【感想・気付いたこと・反省】

少しかんちがいて、手際が悪くなると、最後まで実験できてよかったです。

もう少し男子が手伝ってくれればよかったと思う。

<実践 I の考察>

4 種類の物質の性質について整理することは比較的簡単なようであったが、実験方法を考える際に、どのようにすれば正しく識別することができるのか、どの手順が効果的なのか、など深く考える様子があった。実験方法を設定する場面と、自分の方法を話し合っもう一度考える場面で、根拠を記入できるよう学習プリントを工夫したことで、自分の思考が視覚化された。また、学習プリントの欄で【感想・気付いたこと】を書かせるだけでは、疑問に思ったことや日常に結びついた考えを表す生徒が少なかったため、新たに記入欄【新たな疑問】と【日常生活で活かそうなところ】を設けて【実践 II】を行うことにした。

実践Ⅱ 「気体を識別する方法を探ろう」

次	時	学習活動・内容	ねらいと手だて(○)	評価基準
一	1 ④	1 気体の発生と性質 (1)身のまわりの気体 ・酸素と二酸化炭素の性質 ・空気中の気体 ・気体の集め方 (2)いろいろな気体 ・アンモニア・水素	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">気体を発生させてその性質を調べる実験方法を理解できるようにする。</div> ○気体の発生方法や性質を理解できるように、性質と捕集方法を関連付けて考える活動を行う。	知：気体によってそれぞれに特有な性質があることを理解し、知識を身につけている。
二	1 ⑦	2 物質の状態変化 (1)状態変化と質量 ・液体⇄固体の変化 ・液体⇄気体の変化 (2)状態変化と粒子の運動 ・粒子のモデル ・粒子の運動 (3)状態変化と温度 ・沸点 ・融点の測定 ・混合物と純粋な物質 (4)蒸留	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">物質の状態変化を粒子概念で説明できるようにする。</div> ○状態変化を粒子モデルで説明することができるように、状態によって質量は変化しないが、体積は変化することを最も適切に表す粒子モデルを思考を視覚化する学習プリントを用いて考える活動を行う。	思：状態変化を粒子モデルで適切に表現している。 ※仮説設定力
三	1 ②	3 気体Xは何か (1)4種類の気体(酸素・二酸化炭素・水素・窒素)の区別をする。 ・水への溶け方 ・密度 ・性質	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">正体のわからない気体を識別できるようにする。</div> ○それぞれの気体の性質を想起するため、既習内容の復習をする。 ○気体Xの正体を識別できるように、気体の性質の違いと実験方法を視覚化する系統樹を用いて、思考を視覚化する学習プリントを用いる。	思：物質を性質のちがいに着目して区別することができる。 ※実験方法設定力 ※考察力 ※問題発見力

① 第一次

気体を発生させてその性質を調べる方法を理解できるようにする。

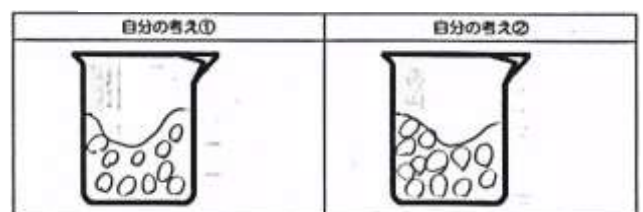
酸素・二酸化炭素・水素・アンモニアを発生させて、性質を調べた。それぞれの気体には特有の性質があり、その性質を利用した適切な気体の捕集方法を理解することができた。また、その他に窒素や硫化水素、塩化水素などの性質は資料で調べて表にまとめた。そして水への溶解度や密度、特有の性質とそれを利用したものが身の周りであることを学んだ。

② 第二次

物質の状態変化を粒子概念で説明できるようにする。

ろうの液体→固体の状態変化を調べる実験において、ろうの質量が変化せず体積だけが変化することを観察した。この様子を、ろうの粒子を用いて表した。水溶液の溶解を学習する段階で粒子モデルを用いているので、粒子の大きさが変化しないこと、粒子の数が変化しないという科学的知識や概念は獲得済みである。しかし、生徒の意見としては、粒子の数が減少するモデル(自分の考え①)を描く生徒も数人見られたが、班で交流することで正しいモデル(自分の考え②)に修正することができた。【資料 1-8】

【資料 1-8】粒子モデルの記述



③ 第三次

思考を視覚化する学習プリントを用いて、正体のわからない気体を識別できるようにする。

これまでに学習した科学的知識や概念を活用して、自分たちで実験を順序立てて計画し、確認させることで科学的思考力を高めることをねらいとした。

【資料 1-9】 思考を視覚化する学習プリント

めあて 気体の正体を調べよう。

【知識の確認】

(1)酸素
① このを燃やす時、
② 水に溶けにくい。
③ 空気のおよそ五分の一を占める。

(2)二酸化炭素
① 石灰水を白く濁らせる時、
② 水に溶けやすい。(強酸性)
③ 燃えない。(不燃性)

(3)水素
① よく燃える。酸素と反応して爆発しやすくなる。(可燃性)
② 水に溶けにくい。
③ 空気より軽い。

(4)窒素
① 水に溶けにくい。
② 空気より密度が大きい。
③ 燃えたり、酸化したりしない。

① 【実験方法を考える】

酸素・二酸化炭素・水素・窒素

マッパの火と線香の火

酸素、水素 二酸化炭素、窒素

線香の炎で確認できるもの

酸素 水素

② 【決定した実験方法】

酸素・二酸化炭素・水素・窒素

マッパの火と線香の火

酸素 水素 二酸化炭素、窒素

試験管の中に反応させた様子

酸素 水素 二酸化炭素、窒素

線香の炎で確認できるもの

酸素 水素

【自分の意見を他の意見と比較し、考えが変わった部分を書こう】

【新たな疑問】

なぜ、水素はマッパの火では燃えませんが、線香の火では燃えるのでしょうか？

【振り返り】

自分で考えて実験計画を立てることができた。 5・4・③・2・1

考えの整理を書くことができた。 5・4・④・2・1

4種類の気体（酸素・二酸化炭素・水素・窒素）のうち1種類の気体を5本の試験管に入れて配った。各々が自分の思考を視覚化する学習プリントを書いた。【資料 1-9①】

班の交流活動では気体の確認で用いる火について、マッチの火と線香の火のどちらかで水素と酸素の確認ができないか、線香の炎で二酸化炭素と窒素の違いが確認できるか、について話し合う姿が多く見られた。また、安全な方法や効率的な方法、確実な方法を選択しようとする話し合いも行われており実験する場面を想定して実験計画を立てていた。

【資料 1-10】 記述の様子



また気体の密度に着目する生徒もいたが、密度に関する確認方法ははっきりと識別できないことに交流活動の中で気づき、他の方法を選択していた。【資料 1-9②】次に、思考を視覚化する学習プリントを基に実験を行い、各班の気体は何であることを識別した。窒素を選択した中で、線香の炎の変化から二酸化炭素と窒素の区別で悩む班もあった。そして確実に特定できなかったのが、急遽石灰水も利用して識別する班もあった。実験後のまとめの場面

【資料 1-11】 実験後の生徒の記述

【新たな疑問】

石灰水を入れた時、ちいど白く濁り、たけれど、しばらくしてなんかどうかいになったのでよくかららなかつた。

【日常生活で活かせるような例】

消火器（二酸化炭素の火を消す性質で火事などで活用）

【資料 1-10】では、【新たな疑問】の欄を設けた所、「窒素を消去法ではない方法で確定させることができないのか」など、実験計画や実行中にもった疑問を文章化することができ、思考の過程のどこで悩んだのかが明確になった。【日常生活に活かそうな所】については、「二酸化炭素が消火器に使えると思いました」などの記述があったが、【資料 1-11】記述に時間がかかり、日常生活の関連付けが難しいことを改めて感じた。

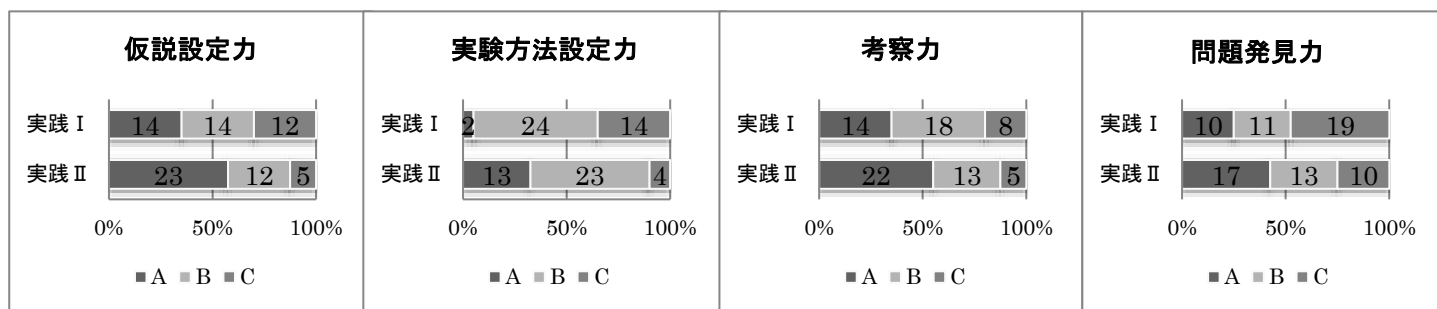
<実践Ⅱの考察>

気体 X を調べる実験計画については、効率的で細かな操作まで書ける生徒が実践Ⅰと比べて多かった。また、学習プリントの欄で【感想・気付いたこと】を【新たな疑問】と【日常生活に活かそうな所】と変えたことで、問題発見力については、生徒に問題提起することが可能となった。さらに、教師が学習したことを日常へと結びつけて考える機会を設けることで高まると言える。

9 研究の成果と課題

【資料 2-1】は、学級全体の 4 つの能力について評価基準表をもとに、実践ごとに分析した。実践に複数回あるものについては、その平均を結果に表した。

【資料 2-1】検証結果（評価の観点は、「仮説検証の内容・方法」を参照）



(1) 研究の成果

- 仮説設定力・実験方法設定力・考察力・問題発見力のいずれも**実践Ⅰ**より**実践Ⅱ**の方が高まっていることが分かる。このことより、科学的思考力が高まったと考えられる。
- 観察・実験を行う前に必ず仮説を立て、その根拠を明確にする活動を取り入れることで、自分の思考の過程を学習プリントで整理できたので、思考を確認しながら考察を行うことができる生徒が多くなった。
- 実験方法を考え、観察・実験を行い、結果を分かりやすくまとめ、その結果を基に考察する活動を繰り返し行うことで、実験方法設定力が高まるとともに、仮説・実験方法をもとにした考察ができ、科学的思考力が高まったと考えられる。

(2) 今後の課題

- 仮説設定力や考察力に比べて、実験方法設定力と問題発見力の高まりは低い。知識を獲得するために、提示した実験についても実験の意味を考える活動を行い、それを基にして、別の事象で実験方法を自分たちで考える活動をもっと増やしていく必要がある。
- 問題発見力については、学習プリントを見直し、今まで行ってきた【感想・気付いたこと】の欄を【新たな疑問】や【日常生活に活かそうな所】と変えることで、生徒に問題提起することが可能と分かった。教師が学習したことを日常へと結びつけて考える機会を設けることで高まると言える。