

科学的な思考力・表現力を高める理科授業の創造

－ 発想法を取り入れた、話し合い活動の工夫を通して －

教育実践研究科 教職実践専攻 教職実践基礎領域
坂本 晃伸

1 はじめに

我々が生きる社会は、身のまわりに目を向けると自然の恵みや科学技術が生み出した製品などに囲まれて生活している。その中には、我々の生活を豊かにしてくれると考えられているものが多いが、便利さと豊かさを求めた代償として生じた問題もある。酸性雨や大気汚染、森林破壊、土壌汚染といった環境問題や、3.11東日本大震災以降に我々が自然界の恐ろしさや原発問題を目の当たりにしたのはその一例であろう。そのため、これからの「社会をたくましく生きていく力」を育成するには、科学技術に関する基礎的・基本的な知識・技能の習得とそれらを活用して科学的な根拠に基づく意思決定・正しく判断することのできる力を身に付けることが大切である。

そこで、学校教育における理科授業を通して、身近な自然の事物や現象に興味関心をもち、主体的に知識・技能を身に付けて自ら探究しようとする姿勢や、科学的な見方や考え方のもとに思考・表現し、問題解決する力を持つ子どもを育成することが大切であると考え。本修了報告書においては、愛知県公立中学校における約1年半にわたる学校サポーター活動と8週間にわたる教師力向上実習Ⅰ・Ⅱを通して、本実践研究に取り組んだことを報告する。

2 主題設定の理由

(1) 今日の教育課題

2006年のPISA調査では、科学的リテラシーの項目において、日本の子どもは自然事象を科学的に考え、論述したり表現したりすることが苦手であると指摘された(OECD, 2007)¹⁾。

また、平成24年4月に実施された全国学力・学習状況調査において、初めて理科が実施され、この調査の結果について、同年9月に報告書が示された。この報告書の中で、理科においては、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することなどに課題がみられる」と示された。特に、中学校理科では「実験の計画や考察等を検討し改善したことを、科学的な根拠を基に説明すること」や「実生活のある場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用すること」に課題があるとされ、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする「活用力」(思考力・判断力・表現力)を高める授業づくりの必要性を述べている(国立教育政策研究所, 2012)²⁾。

(2) 科学的な思考力・表現力の育成について

中央教育審議会の答申においては、教育課程の改訂の重要事項の中で、児童生徒の科学的な思考力・表現力の育成について、次のように示している(中央教育審議会, 2008)³⁾。

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。

このことから、科学的な思考力・表現力の育成を行うためには、探究的な学習活動を基盤とした上で、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説明する学習活動が重要であることが分かる。

また、村山(2013)は、科学的な思考力・表現力の育成には「言語活動の充実」が重要であることを指摘し、理科授業において、科学的な言葉や概念などを使用しながら考えたり、説明したりできるように学習活動を工夫し、充実することや、グループや学級の中で互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる学習活動の必要性を述べている⁴⁾。

そこで、本研究では、理科学習の探究的な問題解決の中で、集団による話し合い活動の場を設定して言語活動の充実を図り、科学的な思考力・表現力を高めるための手立てについて検証する。なお、本研究においては、科学的な思考力・表現力を次のように捉えることにする。「科学的な思考力」とは、自然の事物や現象に対して科学的に捉えて自分の考えをもつ力や観察・実験の結果を自分の考えに基づいて解釈したり、考察したりする力である。「科学的な表現力」とは、科学的な言葉や概念を使って自分の考えを説明したり観察・実験の結果や考察を文章や図を用いて発表したりする力である。

(3) 実習校の生徒の実態

学校サポーター活動及び教師力向上実習Ⅰ・Ⅱを行った、実習校の生徒たちは、理科の授業の中で、教師が提示する自然や科学の不思議な事象に興味関心や強い疑問をもち、授業の冒頭では「ええ、すごい! どうして?」と声を発する生徒もいる。しかしながら、それらの事象を自ら科学的に探究していくことに苦手意識をもち、「先生、答え教えてよ。どうすればいいの?」とすぐに解答を求める姿が見受けられる。また、予想

や仮説を立てたり、観察・実験の結果から考察したりする等の思考を深める際に、少数の生徒しか自分の考えを表現することができず、集団による問題解決の場面では、話し合い活動を促してもなかなか深まらないという実態が見られる。

生徒の実態をより具体的に捉えるため、授業を受けもつ第2学年の2学級76名(男子：37名、女子：39名)を対象に質問紙による授業実践前のアンケート調査を実施した。調査実施時期は、教師力向上実習Ⅰの実施前にあたる平成25年5月である。

実習校における生徒のアンケート調査結果を図1に示す。また、比較基準のために平成24年度全国学力・学習状況調査におけるアンケート調査の結果についても示す⁵⁾。

しかしながら、注目したい点として、「③ 自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか。」や「④ 観察や実験の結果をもとに考察していますか。」、「⑤ 自分の考えや考察をまわりの人に説明したり発表したりしていますか。」という質問に対しては、全国調査の結果と比べて、肯定的な答えをする生徒の割合が下回る結果を示した。

また、独自の質問項目である「⑥ 問題や課題について自分の予想や考えをもち、表現することができますか。」、「⑦ グループで話し合っているときに、充実した話し合いができていますか。」より、自分の意見を表現することに苦手意識をもつ生徒や、グループ集団での話し合い活動が充実できていないと感じる生徒の割合が約半数以上に及ぶことが分かった。

これらの結果より、実習校の生徒の実態として、理科の授業に対して比較的良い印象を持っている一方で、問題や課題に対して自分の予想や考えをもち、まわりの人に表現して考えを深めながら科学的に探究する姿勢が低いことが分かった。また、自分の予想をもとに、観察・実験の計画を立てたり結果をもとに考察したりする力や、自分の考えや考察をまわりの人に説明したり発表したりする力が乏しいという実態も見えてきた。このことは、理科学習において科学的な思考力・表現力の育成が求められている今日的な教育課題と一致している。

このような生徒の実態からも、理科授業の中で科学的な思考力・表現力を高めることが重要であると考えた。身近な自然とのつながりの中から問題を見出し、仲間と共に話し合いながら解決の見通しを持ち、結果をまとめ、考察し説明する学習活動を通して、科学的な思考力・表現力を高める理科授業の創造－発想法を取り入れた、話し合い活動の工夫を通して－として、実践に取り組んだ。

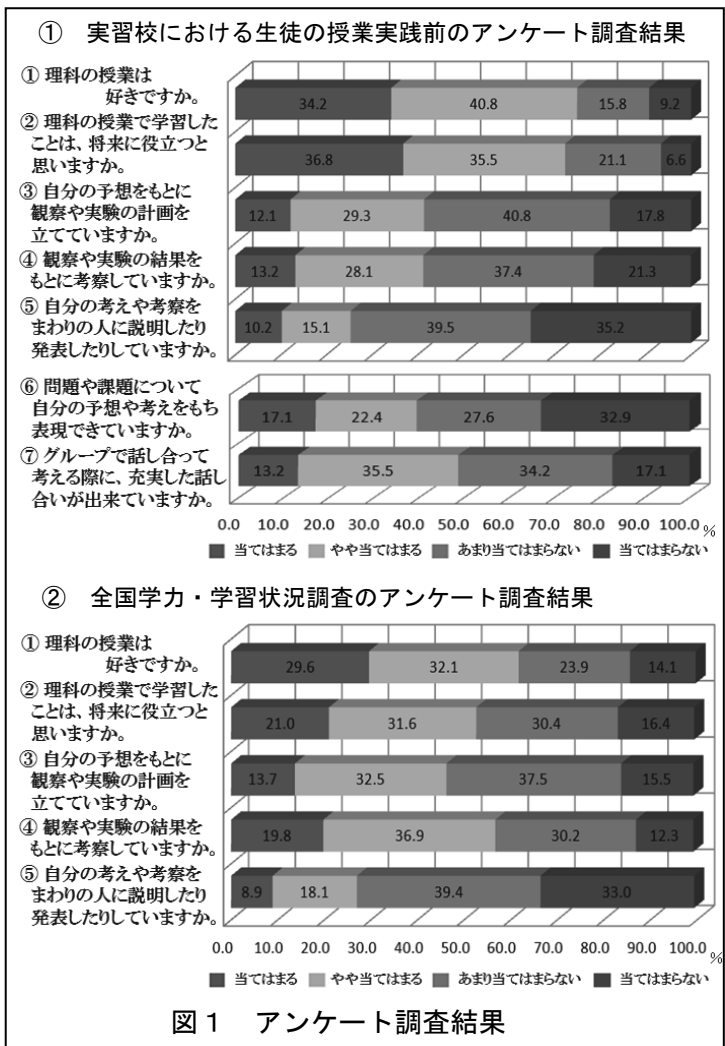
3 研究の目的、構想、方法

(1) 研究の目的

本研究では、目指す生徒像を以下に設定し、理科授業において科学を探究する中で話し合い活動による言語活動の充実を図り、科学的な思考力・表現力を高めることを目指して授業づくりに取り組むことを目的とした。

(2) 目指す生徒像

- 自然の事物・現象に興味関心を抱き、自分の予想や仮説を立てて、仲間と共に考えを深めながら科学的に探究しようとする生徒
- 探究する中で、自分の考えや実験結果をまとめ、表現することができ、仲間と科学的に深めながら、問題解決しようとする生徒



アンケート調査の結果より、実習校の生徒たちは、「① 理科の授業は好きですか。」という質問に対して、肯定的な答えをする生徒の割合は約75.0%(全国学力・学習状況調査は約61.7%)で、全国調査と比較して高い割合を占めた。また、「② 理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役立つと思いますか。」という質問に対しても、肯定的な答えをする生徒の割合は約72.3%(全国学力・学習状況調査は約52.6%)で、高い割合を示した。

(3) 研究の仮説

生徒の探究心や知的好奇心を喚起するような授業の導入を行い、展開における主体的な探究活動・仲間と共に話し合いながら考える場を設定すれば、問題解決をする中で科学的な思考力・表現力を高めることができるであろう。

(4) 研究の構想

一般的に、理科授業における話し合い活動の場面では、授業者が「話し合ってください」と指示を出し、授業の流れに従って話し合いが進む。しかし、それとは対照的に、生徒が指示に戸惑い、顔を見合わせるだけでなかなか話し合いが進まなかったり、話し合いに参加する生徒が限られて深まらなかったりするといった課題が見られることもある。そのような課題を克服するために、佐々(2013)は、ツイッターコーナーを活用したワークシートの工夫により、相互の意見交流を深める実践を行っている⁶⁾。

そこで、本研究においては、生徒の話し合い活動を充実させる手立てを次のように設定し、科学的な思考力・表現力を高める授業づくりの工夫を行った。

1) 手立て① 教材・教具の工夫

・探究の意欲を喚起する教材を用意し、見通す段階で考えをもたせる指導の工夫

田代(2012)は、生徒の科学的な思考力・表現力を高めるためには「問題解決の過程において探究の意欲が重要なポイントである。」と述べている⁷⁾。

そこで授業の導入部においては、生徒が探究意欲をもって学習に取り組めるよう、自然事象や現象と出合わせる際に、生徒が単に驚いたり、興味を示したりするだけの一過性のもので終わるのではなく、「なぜ」、「おかしい」、「調べてみたい」などの疑問や矛盾、問題意識が芽生えるような教材を用意したり、教材との出会いの演出を工夫したりした。また、生徒の身近に存在しながらも見過ごしてしまう事象でも、生徒に強い問題意識をもたせる試行活動や演示実験を行い、生徒の抱いた疑問や問題意識から学習課題を設定した。そうすることで、生徒の探究心や知的好奇心を強く奮い立たせ、自分の考えをもって問題解決に向かう原動力になるようにした。

・科学的概念をイメージ化するメディア教材の活用

目に見えない現象や抽象的な科学の現象を説明するための道具としてメディア教材を作成した。見えない現象を視覚化することにより、概念をイメージ化して理解できたり、説明を可能にしたりする。

なお、本研究においては、後述する実践研究1にて化学変化を扱ったので、粒子概念を視覚化して表現できるように原子モデルを用意した(図2)。



図2 原子モデル

2) 手立て② 授業展開の工夫

・問題解決のプロセスの中に話し合い活動の場を意図的に設定する

平成20年度版中学校学習指導要領解説(理科編)では、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、言語活動の充実を学習指導のポイントとして挙げている。また、言語活動充実に関する指導事例集には、具体的な学習場面として、「問題を見だし観察、実験を計画する学習活動」、「観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動」、「科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」を通して言語活動を充実させていくことが大切であると示されている(文部科学省、2011)⁸⁾。

そこで、本研究では、村山(2012)が提唱する問題解決の8つのステップ⁹⁾を参考にした授業展開を行い、生徒が思考する場面において、言語活動を充実させるための話し合い活動の場を意図的に設定した。

- | | |
|---------------------|--------------------|
| (1) 自然事象への働きかけ | |
| (2) 問題の把握・設定 | |
| (3) <u>予想・仮説の設定</u> | (4) <u>検証計画の立案</u> |
| (5) 観察・実験の実施 | (6) <u>結果の処理</u> |
| (7) <u>考察の展開</u> | (8) 結論の導出 |
| ※下線部の場面で話し合い活動の場を設定 | |

3) 手立て③ 考えを伝え合い、深め合う場の工夫

・生徒の思考を引き出す発想法の活用と、考えを交流する場『タイムライン』の設定

話し合い活動の際に、発想法であるKJ法を参考にすることで、付箋紙に自分の予想や考察といった考えを自由に記述させ、生徒の思考を引き出す工夫を行った。また、話し合い活動を通して考えが深まるように、生徒全員が個の考えを記述した付箋紙を持ち寄って交流し、グループで話し合った結果をホワイトボードにまとめて全体の場においても発表させた。さらに、話し合い後に、話し合った内容や仲間の意見を参考に、深めた考えを再度学習シートに記述させた。そうすることで、全ての生徒が話し合いに参加し、科学的な議論へ発展していくように試みた。なお、話し合いの場を4人グループとし、全ての生徒が活発に意見や考えを述べ合い、親しみをもって話し合いに参加できることを期待し、付箋紙を持ち寄って考えを深め合う場に『タイムライン』という名称をつけた。

本研究においては、学習シートの自分の考えを記述する欄に大きめの付箋紙をあらかじめ貼っておき、そこに生徒一人一人が自分の考えを言葉や図で自由に表出してから、話し合い活動の場で付箋紙を貼り合わせて考えの交流を促した。そうすることで、考えを表現することが苦手な生徒も話し合いに参加することができる。この点において本研究のオリジナリティーがある。図3に付箋紙を貼った学習シートの例と、図4に『タイムライン』における交流の流れを示す。

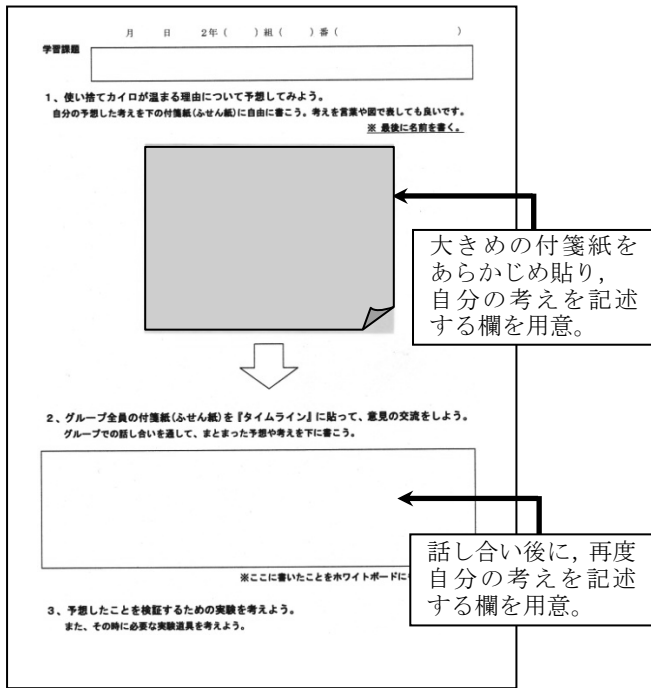


図3 付箋紙を貼った学習シートの例

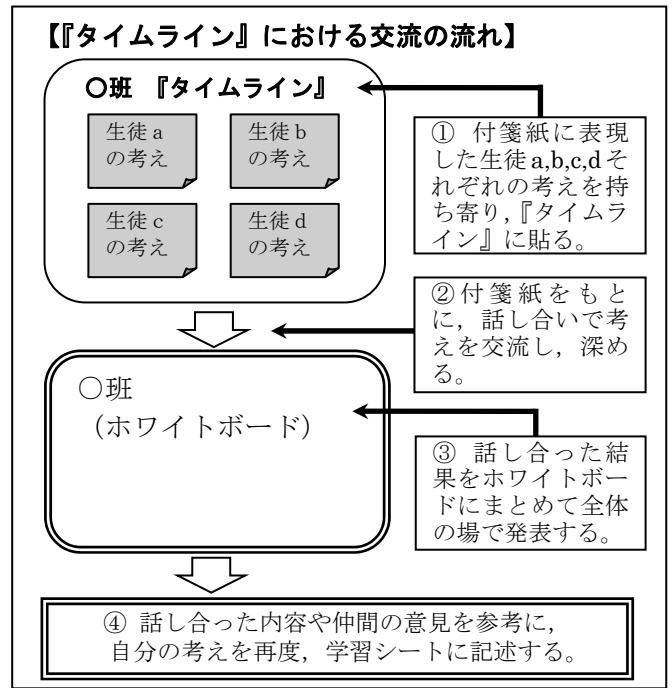


図4 『タイムライン』における交流の流れ

(5) 研究構想図

本研究の構想は、図5の通りである。

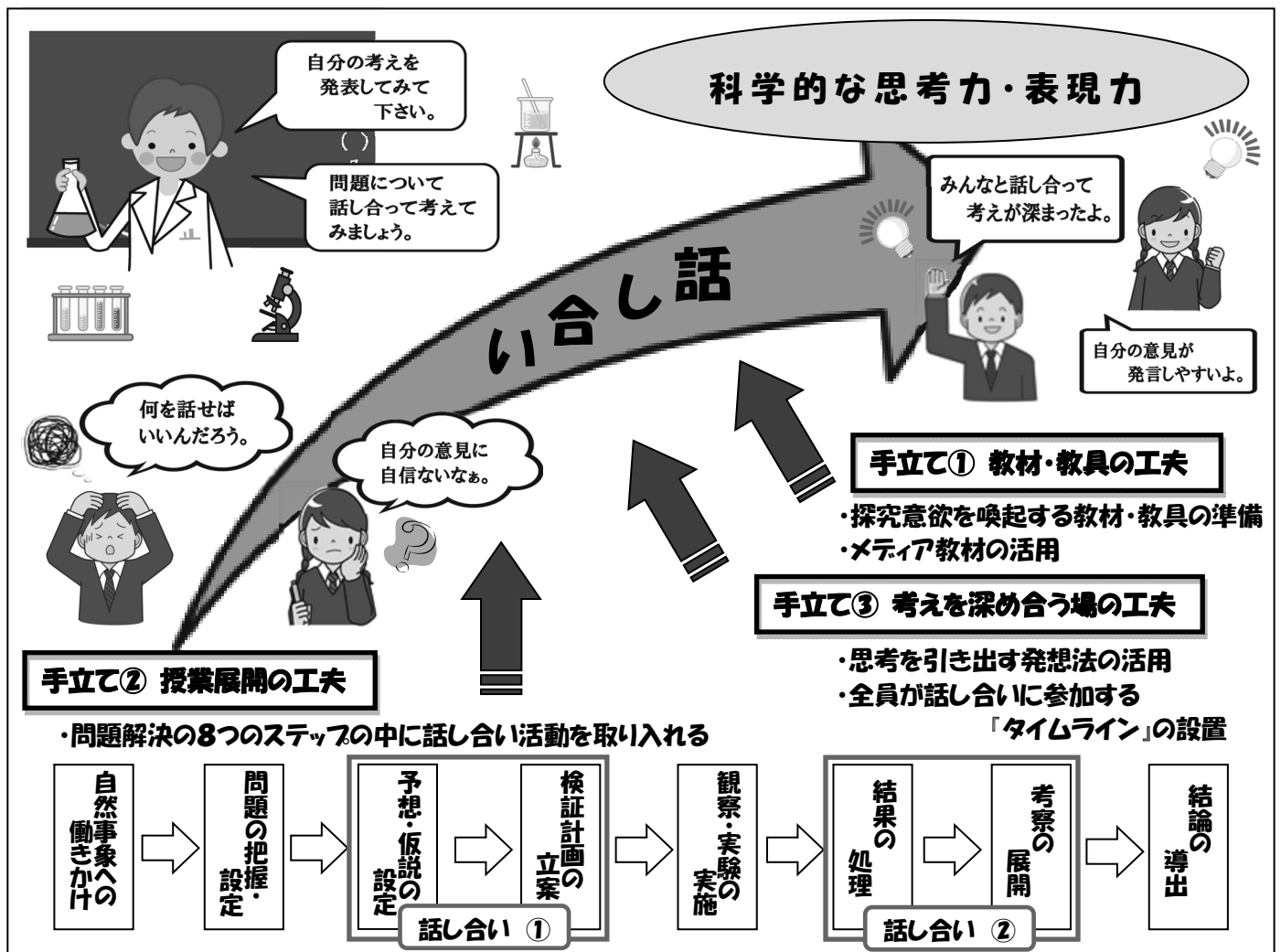


図5 研究構想図

(6) 研究の方法

① アンケートの実施とその分析

学習前と学習後に行う生徒へのアンケート

② 授業の記録と分析

ア 毎時間授業後に行う生徒の授業振り返り記録

イ ビデオによる授業記録とその分析

ウ ICレコーダーによる話し合い活動場面における発話記録のプロトコル分析

4 実践研究の報告と考察

(1) 実践研究1

調査対象: 愛知県公立中学校 第2学年
2学級 76名 (男子 37名, 女子 39名)
授業実施期間: 2013年6月
授業単元名: 「いろいろな化学変化」(5時間完了)

ア、単元目標

いろいろな化学変化を理解し、化学反応には、熱エネルギーが出る反応と熱エネルギーを吸収する反応があることを見いだす。

イ、単元の指導計画

次	時	主な学習活動	評価規準
1	1	○「加熱式弁当は、ひもを引っ張るだけでどうして温まるのだろうか」	○弁当が温まる原理について興味関心をもち、実験を通して酸化カルシウムと水が化学反応する際に発生する熱が利用されていることを理解することができる。
2	2	○「使い捨てカイロが温まるのはどうしてだろうか」	○使い捨てカイロが温まる原理について科学的に探究し、予想や仮説をもち、グループでの話し合い活動を通して考えを深め、検証する実験方法を考えて表現することができる。
	3	○「使い捨てカイロが温まるのはどうしてだろうか」 検証実験編	○使い捨てカイロが温まる原理について、検証するための実験を目的に沿って行い、得られた結果を記録して、分析・解釈しながら結論を導き、まとめることができる。
3	4	○「瞬間冷却パックが瞬時に冷たくなるのはどうしてだろうか」	○瞬間冷却パックが瞬時に冷たくなる原理について予想をもち、実験を通して硝酸アンモニウムが水に溶解する際に熱が吸収される化学反応が利用されていることに気付くことができる。
4	5	○「マグネシウムが二酸化炭素の中で燃えることができるのはどうしてだろうか」	○二酸化炭素中でマグネシウムが燃焼する反応に関心をもち、その現象について自分の考えをもって実験を行い、仲間と話し合って考え、原子モデルを用いて説明することができる。

ウ、研究の実際

手立て① 教材・教具の工夫

・探究の意欲を喚起する教材を用意し、見通す段階で考えをもたせる指導の工夫

生徒の学習意欲や問題意識を喚起するため、授業の導入部において化学変化による熱の出入りを利用した身近に存在する具体物を教材として用意した。

第1次の第1時においては、駅弁等で見かける加熱式弁当(図6)を用意し、ひもを引っ張るだけで瞬時に弁当の中身が湯気を出して温まる現象に出会わせ、「すごい。どうして?」という生徒の疑問や問題意識から学習課題を設定し、自分の考えをもって問題解決に向かえるようにした(図7)。



図6 加熱式弁当 図7 問題意識をもつ生徒

この授業の導入場面における、加熱式弁当を教材として提示した際の教師と生徒の発話記録を表1に示し、プロトコル分析を行った。なお、Tは教師、Cは生徒、番号は発話した順番を表し、下線部・太字・番号は分析上重要な発話をさす。

教師の発話であるT1~5において、生徒たちの学習意欲を引き付けながら加熱式弁当(教材)との出合わせ方の工夫を行った。すると、中身の冷たかった弁当がひもを引っ張るだけで瞬時に温まる現象に、①や②の発話において生徒が驚き、興味を示している様子が分かる。また、③「ひもを引っ張るだけで、どうしてお弁当の中がすぐに温まるの?」や、④「お弁当の中はどんな仕組みになってるの?」という素朴な疑問や問題意識を抱かせることができた。さらに、⑤の「酸化カルシウムと水だけで、お弁当が温まるの? どうして? どうなっているの?」という探究意欲を引き出し、その後、生徒の抱いた疑問や問題意識から学習課題を設定し、問題解決につなげたことで、生徒から多くの予想や考えを引き出すことにつなげることができた。授業後の生徒Aの振り返りからは、表2のような授業感想を得ることができ、授業の導入部で自分の考えをもてたことが、その後の問題解決における探究する姿勢につながったと考えられる。

なお、第2次・第3次においても、使い捨てカイロや瞬間冷却パックを教材として用意し、同様な手立てで授業の導入を工夫して行った。また、第4次においては、マグネシウムを二酸化炭素の中で燃焼させる演示実験を行い、二酸化炭素の中では物は燃えないという生徒の既存概念を覆す現象から問題意識を醸成し、問題解決につなげる授業を行った。

表1 教材を提示した際の教師と生徒の発話の様子

T1: 今日、ある駅で見付けたお弁当を皆さんに見せたいと思います。
 C1: おお、駅弁だ。
 T2: お弁当の中にはご飯が入っています。ご飯を食べたい人いるかな？
 C2: はい！
 T3: どうですか？
 C3: あったか弁当って書いてあるのに冷たいです。
 C4: 「ひもをお引き下さい」って書いてあるよ。
 C5: ほんとだ。ひもを引っ張ったらどうなるのかな？
 T4: では、ひもを引っ張ってみるね。
 <お弁当が瞬時に温まる現象を演示で示す>
 C6: **おお！すごい！！①**
 お弁当から湯気が出てきてるよ！
 C7: お弁当から激しい音が聞こえるね。
 T5: もう一度ご飯を食べてみようか。
 C8: **わあ、すごい！②** ご飯が温まってるよ。
 C9: **ひもを引っ張るだけで、どうしてお弁当の中がすぐに温まるの？③**
 T6: 本当に不思議だよ！ どうしてだろう？
 C10: お弁当の中に何か入ってそうだよ。
 C11: **お弁当の中はどんな仕組みになっているの？④**
 T7: お弁当の中を調べてみようか。
 C12: 酸化カルシウムと水が入っているって書いてあるよ。酸化カルシウムって何だろう？
 C13: **酸化カルシウムと水だけで、お弁当が温まるの？ どうして？どうなるの？⑤**
 T8: 不思議だよ。じゃあ、今日の授業の学習課題は、みんなが疑問に思っている「加熱式弁当は、ひもを引っ張るだけでどうして温まるのだろうか」にして、問題解決していこうか。学習シートを配るから、まずはみんなの予想や考えを書いてごらん。 <以下省略>

表2 生徒Aの授業後の振り返り・感想

ひもをひっぱるだけで、弁当が温まったのはとても驚きました。はじめは、中に火薬みたいなものが入っていて、ひもをひっぱったときの摩擦で熱が発生したのかと予想したけど、実験で調べてみると酸化カルシウムと水が化学反応をして、水酸化カルシウムになるときに発生した熱を利用していることがわかりました。身近なところに化学反応が利用されていてすごいと思いました。

・科学的概念をイメージ化するメディア教材の活用

第4次の第5時において、「どうして、マグネシウムが二酸化炭素の中で燃えることができるのか」を探究していく際に、目に見えない現象や抽象的な科学の現象を考えたり説明したりするためのツールとして原子モデルを2人に1つずつ用意した。

その結果、原子モデルを活用して思考を深める生徒の姿が見られた。また、話し合い活動の中では、CO₂からOが奪われてMgOになる様子を原子モデルを使って表現し合う様子が見られ、二酸化炭素の中でマグネシウムが燃焼する理由についての問題解決の糸口を見付けることにつながった(図8)。



図8 原子モデルを使って思考・表現する生徒

手立て② 授業展開の工夫

・問題解決のプロセスの中に話し合い活動の場を意図的に設定する

実践研究1においては、問題解決の予想・仮説を考え、検証実験を考える場面で、話し合い活動の場を意図的に設定し、授業展開の工夫を行った。

その結果、解決すべき問題を自分の既存概念や知識などと関係付け、仲間と話し合いながら推論して検証実験を考える姿が見られた(図9)。話し合い活動の実際の場面は、手立て③の結果にて示す。

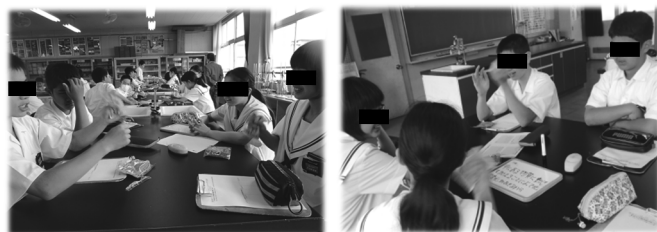


図9 仲間と話し合いながら考えを深める生徒

手立て③ 考えを伝え合い、深め合う場の工夫

・生徒の思考を引き出す発想法の活用と、考えを交流する場『タイムライン』の設定

第2次の第1時「使い捨てカイロが温まるのはどうしてだろうか」に対して予想・仮説を考える際に、生徒の思考を引き出す発想法の活用を取り入れた。

その結果、学習シートの付箋紙に自分の予想や考えを積極的に記述する生徒の姿が見られた。なお、授業を实践した2学級76人中75人(約98.7%)の生徒が付箋紙に自分の考えを記述することができ、普段の授業では学習シートに自分の予想や考えを記述することのできない生徒も学習シートの付箋紙に自分の予想や考えを記述する様子が見られた。また、付箋紙には、自分の考えを絵や図を用いて記述する生徒も見られ、自分の考えを分かりやすく表現しようとする様子が見受けられた(図10)。

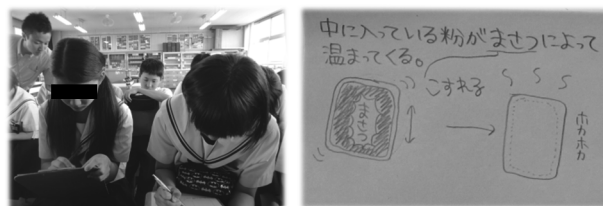


図10 付箋紙に考えを記述する生徒とその付箋紙

抽出グループ①の4人の生徒(B, C, D, E)が付箋紙に記述した予想の内容を表3に示す。この中でも、生徒Cは、自分の考えを学習シートに記述することに消極的であったが、付箋紙には自分の考えを記述することができていた。また、グループ①4人の生徒(B, C, D, E)の記述内容を見ると、使い捨てカイロが温まる原理について、大きく分けて2つの考えに基づいた予想を抱えていることが分かる。1つには、カイロが振ることで温まると考えた「摩擦説」で、2つには、カイロの

中で何かしらの化学反応が起こって温まると考えた「化学反応説」である。次の授業展開において、これらの個々の予想を記述した付箋紙をもとに、考えを伝え合い、深め合う話し合い活動につなげた。

表3 抽出グループ①の生徒の付箋紙への記述内容

	付箋紙への記述
生徒B	中の粉が混ざって化学反応をして発熱するから、かいろが温かくなると思う。
生徒C	振って摩擦ができて、温かくなると思う。
生徒D	かいろを振ったり動かしたりすると、発生する衝撃みたいなものがかいろの中にある物をゆすり、こすれるため熱が発生すると思う。
生徒E	かいろを動かすと、かいろの中にあるものがゆれて、摩擦で温まる。

考えを伝え合い、深め合う話し合い活動では、図4に示した『タイムライン』における意見交流の流れに沿って、個々の考えを記述した付箋紙を持ち寄り、意見の交流を促した。また、使い捨てかいろの実物をグループに2個ずつ用意し、話し合い活動の中で実際にかいろに触れながら科学的な議論が深まるようにした。

表4に、第2次の第1時における話し合い活動時の抽出グループ①(生徒B, C, D, E)の発話記録を示す。この発話記録よりプロトコル分析を行い、話し合い活動における科学的な思考・表現の深まりの検証を行った。なお、B～Eは発話した生徒、番号は発話した回数を表し、下線部・太字・番号は分析上重要な発話をさす。

プロトコル分析の結果、抽出グループ①においては、①～④の発話において、付箋紙に記述した内容をもとにグループ全員が各自の考えを確実に発表していることが分かる。中でも、生徒B, Cは、今まで自分の考えや意見を発表したり説明したりすることに苦手意識をもち、話し合い活動時にはあまり積極的に参加する様子が見られなかったが、今回の話し合いでは2人とも自分の考えを表現することができていた。また、その後の話し合いの中で、メンバー4人全員が話し合いに参加し、かいろの温まる原因について、「化学反応説」に焦点を当てながら科学的な思考のもとに議論を深めている様子が見えてくる。特に、生徒Eの⑤「ところでさ、かいろを封から開けないで、このまま振ったらどうなるんだろう？」という疑問から、生徒Dが⑥、⑦において、かいろが温まる要因に空気に触れることが必要であると、仮説を立てながら推論する話し合いが展開されている。さらに、4人の生徒(B, C, D, E)がそれぞれ発話した⑧、⑨、⑩、⑪、⑫において、前単元で既習した「酸化」の化学反応と関係付けて思考し、考えを深めていることが明らかとなった。

ここでの話し合った結果をホワイトボードにまとめて全体場で発表した際に、抽出グループ①は図11のように話し合いの内容をまとめている。

表4 抽出グループ①における話し合い活動時の発話記録

- D1: 付箋紙をタイムラインに貼っていきよ。じゃあ一人ずつ付箋紙に書いたことを発表していきよ。俺から言うね。
- D2: かいろを振ったり動かしたりすると、発生する衝撃みたいなものがかいろの中にある物をゆすり、こすれるため熱が発生すると思う。①
Eさんはどう思う？
- E1: かいろを動かすと、かいろの中にあるものがゆれて、摩擦で温まると思う。②
じゃあ次、Cくんはどう？
- C1: こすったりすることで摩擦ができて、温かくなると思う。③ Bさんは？
- B1: 中の粉が混ざって化学反応をして発熱するからだと思う。④
- D3: 僕とEさんとCくんの考えは、摩擦派の考えだね。Bさん、化学反応するっていったけど、根拠を教えてくださいよ。
- B2: えー。根拠かあ……。化学反応で熱を発生するって習ったからかなあ。
- D4: まさか、かいろが温まるのは、化学反応が原因ってことですか？
- B3: うん……。
- D5: どうなんだろう。かいろの封を開けていい？
- C2: いいと思うよ。
- D6: とりあえず、かいろを振ってみましょうか。
- E2: 温かい？
- C3: あ、少しずつ温かくなってきてる。
- E3: ところでさ、かいろを封から開けないで、このまま振ったらどうなるんだろう？⑤
- B4: 空気に触れないと無理なんじゃない？
- D7: そうか！空気が。これを、空気に触れるからじゃない？これ空気に触れるから化学反応が起きるってことだよ。⑥
- E4: そうなのかな？
- D8: 空気に触れない限りさ、熱くならないじゃん。だから、袋から出すことで空気に触れて化学反応するんじゃないかな。⑦
- C4: だから、使う前は袋に入れてあって空気に反応しないようになってるのか。
- E5: じゃあさ、空気に触れることでどんな化学反応が起こって熱くなるんだろう？⑧
- B5: かいろの中身の材料にヒントがあるかも。見てみようよ。袋に書いてない？
- D9: えーっと。原材料名は、鉄粉・水・活性炭・塩類・パーミキュライトとか。
- B6: 鉄粉が空気と触れて、温まってるんじゃない？⑨
- C5: あ、そっか。鉄が空気の酸素とくっついて、化学反応が起こってるんだ。⑩
- E6: 酸化ってこと？
- D10: そうだ酸化だ。そのときに熱が発生するだ。⑪
- C6: わかった。じゃあ袋から出したら空気と触れてそれを振ることで、中の鉄粉が空気中の酸素とより触れて、温まるってことか。⑫
- D11: じゃあ、実験では、それを検証してみよう。話し合った結果をホワイトボードにまとめるね。
<以下省略>

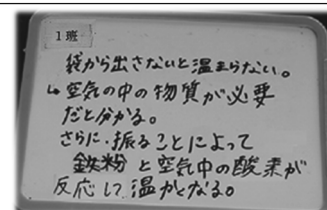


図11 抽出グループ①の話し合った結果のまとめ

また、話し合い活動後に、話し合った内容や仲間の意見を参考に、自分の考えを再度学習シートに記述するように促したところ、多くの生徒の記述内容に変容が見られ、科学的な言葉や概念を用いて自分の考えを表現していることが分かった(表5)。この変容は、話し合い活動において、生徒一人一人が科学的に思考することができた結果であると考えられる。

表5 話し合い活動後の考えの記述

	付箋紙への記述
生徒B	袋を開けると、 <u>かいろの中の鉄粉が空気中の酸素と酸化して、そのときに熱が発生するからかいろが温かくなる</u> と思う。
生徒C	<u>かいろの中の鉄が、酸素とくっついて、化学変化するとき</u> に温かくなるから。
生徒D	かいろを袋から出さないと温まらないから、 <u>空気の中の酸素と反応して、温かくなった</u> 。
生徒E	<u>かいろの中の鉄粉が空気中の酸素と酸化してかいろは温まっている</u> 。

予想や考えの交流を行った後の授業展開においては、グループごとに検証する実験方法を再度話し合っただけで考える機会を与え、次時でその実験を行い、得られた実験結果を考察してまとめる一連の問題解決を実施した。

授業後の生徒Fの振り返りからは、仲間と共に考えを深めながら探究し、問題解決することができたことに対する喜びや有用感が伺える(表6)。

表6 生徒Fの授業後の振り返り・感想

かいろが温まる理由についてグループで話し合い、一人一人の意見がちがったけど、納得のいくまで話し合うことができました。かいろが温まる理由について、最初は、まさつで温まると思っていたけど、友達の意見を聞いて考えると、袋から開けて空気に触れると温まるから酸化によるものだと思います。予想を確かめる実験も自分たちで考えて調べることができて楽しかったです。

授業後において、本研究のオリジナリティーである発想法と『タイムライン』における話し合い活動の手立ての有効性を調べるため、授業実践後にアンケート調査を行った。その結果を図12に示す。

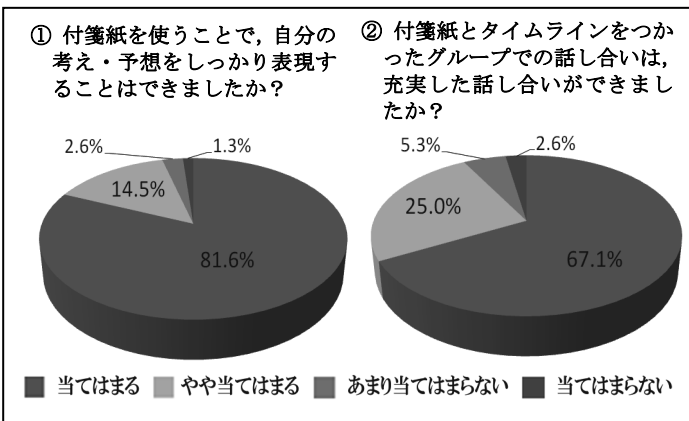


図12 授業実践後のアンケート調査の結果

エ、研究の考察

実践研究1において、話し合い活動を充実させる手立ては、アンケート結果や生徒の話し合い活動時の姿から分かるように有効であったと考える。問題解決の予想・仮説を考え、検証実験を考える場面で話し合いを充実させることで、生徒が自らの既有経験や既習知識をもとにしながら、グループで活発に話し合う姿が見られ、科学的な思考力・表現力の向上にもつなげることができた。また、話し合い活動を充実させることで、問題解決の見通しをしっかりとつことができ、その後の探究的な学びを明確にすることができたと考えられる。実践研究1においては、話し合い活動の場面を問題解決の予想・仮説を考え、検証実験を考える場面としたが、今後は問題解決の観察・実験の結果の処理と考察の展開場面においても取り入れることとし、実践研究2へとつなげた。

(2) 実践研究2

調査対象：愛知県公立中学校 第2学年
2学級 76名(男子37名, 女子39名)
授業実施期間：2013年9月～10月
授業単元名：「行動のしくみ」(5時間完了)

ア、単元目標

身近な動物についての観察・実験を通して、動物の身体づくりとはたらきを理解し、いろいろな動物を比較して共通点・相違点について分析・解釈することによって動物や生活についての認識を深める。

イ、単元の指導計画

次	時	主な学習活動	評価規準
1	1	○「草食動物と肉食動物でからだの作りが異なるのはどうしてか」	○草食動物と肉食動物の身体づくりの違いに気付き、それぞれの動物が生活する環境に適したつくりの特徴になっていることを見いだすことができる。
2	2	○「動物はどのようなしくみで運動できるのだろうか」	○身体の動きに関心を持ち、骨格と筋肉のはたらきによって運動が行われていることを理解することができる。
3	3	○「感覚器官のつくりを調べよう」	○動物やヒトが外界の刺激に反応していることを調べる実験を工夫して、自らの考えを導き出すことができる。
4	4	○「動物の反応について調べよう」	○刺激に対するヒトの反応時間を調べる実験を通して、刺激と反応までの結果を神経のしくみやはたらきと関連づけて考えることができる。
5	5	○「神経系のつくりとはたらきを調べよう」	○外界からの刺激に適切に反応するようすに関心を持ち、刺激と反射のはたらきやしくみを意図的に調べようとするすることができる。

ウ、研究の実際

実践研究2においては、手立て①の記載を省略し、手立て②・③における研究の実際のみを記載する。

手立て② 授業展開の工夫

・問題解決のプロセスの中に話し合い活動の場を意図的に設定する

実践研究2においては、問題解決の観察・実験の結果の処理と考察の展開場面で、話し合い活動の場を意図的に設定し、授業展開の工夫を行った。

その結果、観察・実験の結果を表で記録して結論を出し、仲間と話し合いながら原理や法則性を見いだし出して説明する姿が見られた。

手立て③ 考えを伝え合い、深め合う場の工夫

・生徒の思考を引き出す発想法の活用と、考えを交流する場『タイムライン』の設定

第1次の第1時「草食動物と肉食動物でからだのつくりが異なるのはどうしてだろうか」を問題解決する授業で、草食動物と肉食動物のからだの写真から、それぞれの動物のからだのつくりを観察し、観察結果をまとめて考察を行う際に、生徒の思考を引き出す発想法の活用を取り入れた。その結果、学習シートの付箋紙に、観察結果から分かったことを積極的に記述する生徒の姿が見られた。

また、考えを伝え合い、深め合う話し合い活動では、図4に示した『タイムライン』における意見交流の流れに沿って、個々の考えを記述した付箋紙を持ち寄り、意見の交流を促した。

表7に第1次の第1時における話し合い活動時の抽出グループ②(生徒F, G, H, I)の発話記録を示す。この発話記録よりプロトコル分析を行った結果、①・②・④・⑤の発話において観察結果を肉食動物と草食動物で比較したり、それぞれの動物の生活の仕方と関係付けたりしながら考察し、③・⑥の発話のように法則性を見い出して説明する様子が見られた。

表7 抽出グループ②における話し合い活動時の発話記録	
F 1 :	一人ずつ付箋紙に書いたことを発表していこう。俺は、シマウマとライオンでからだのつくりがちがうのは、食べ物がちがうからだと思う。
G 1 :	私は、 <u>草食動物のシマウマは草を食べやすいつくりで、肉食動物のライオンは肉を食べやすいつくりになっていると思う。</u> ①
H 1 :	僕も似てるけど、 <u>シマウマは草を食べるから歯は平らで、ライオンは獲物の肉をかみちぎるからとがっている歯だ</u> と思う。②
I 1 :	歯もそうだけど、目の付き方も爪の形もライオンとシマウマの生活の仕方にあったつくりになっていると思う。
F 2 :	<u>歯のつくりは食べ物に合わせたつくりになってることだね。</u> ③じゃあ、目の付き方はどう？
I 2 :	<u>シマウマの目が横についてるのは、いつ敵に襲われるか分からないから、広く見渡せすために横になっている</u> と思う。④
G 2 :	目が横についていたら見える場所が広がるんだ。

H 2 :	うん、シマウマは斜め後ろまで見えるんだよ。
F 3 :	じゃあライオンは？
I 3 :	前の獲物だけを見ればいいから前に目がついてると思う。
H 3 :	<u>ライオンは人の目と同じで、前に付いてるから、前のものがしっかりと見えるようになっている</u> と思う。⑤
F 4 :	<u>シマウマとライオンの目の位置は生活に合うようになっているんだ。</u> ⑥じゃあ足の爪の違いは？ <以下省略>

授業後の実施した生徒へのアンケート調査の結果からも発想法による効果を確認することができる(図13)。

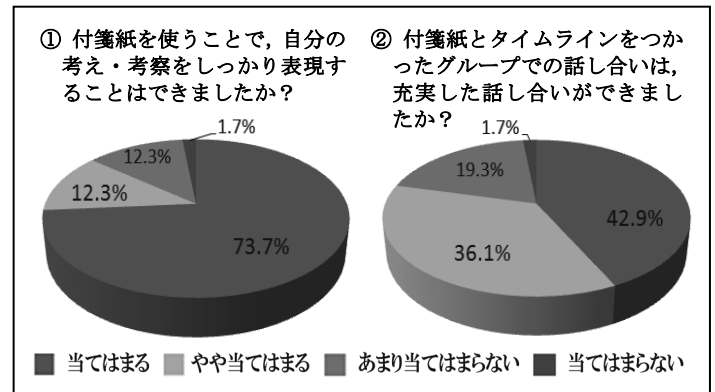


図13 授業実践後のアンケート調査の結果

エ、研究の考察

実践研究2においては、生徒の話し合い活動を充実させる手立てとして、問題解決の観察・実験の結果の処理と考察の展開場面で、話し合い活動の場を意図的に設定し、生徒の話し合い活動時の姿やアンケート結果から、この手立ては有効であったと考える。また、話し合い活動において、科学的な議論が活発になることで、生徒同士で主体的に考えを深め、学び合う姿勢も見られた。石井(2006)は、『学び』は、多様な考えの交流と未知のものへの探究によって、ある種の感動を伴って姿を現す。そのような学びを実現するのが、互いの考えを出し合い、聞き合い、考え合う『学び合う授業』である」と述べている¹⁰⁾。本実践において、話し合い活動を促す手立てを取り入れたことで、生徒の学び合いを促進し、科学的な思考力・表現力の向上につながったと考える。

5 本研究の成果

(1) 教材・教具の工夫の成果

導入部において生徒の疑問や問題意識が芽生える教材の用意や出会わせ方の工夫を行った。その成果として、生徒の探究する意欲を喚起し、見通す段階で生徒が試行錯誤しながら自分の考えをもち、話し合い活動での積極的な意見交流につながった。生徒の素朴な疑問を出発点に、学習課題を設定して探究的な授業展開を行ったことが、その後の話し合い活動を活発な議論へとつなげる要因の一つになったと考える。

また、科学的概念をイメージ化するメディア教材の

活用を行った。その成果として、目に見えない現象や抽象的な科学の現象について、積極的に自分の意見を表現し、交流する姿が見られた。表現することのできる伝達ツールを用意したことで、自分の考えを表現する意欲につながり、話し合い活動の充実につながったと考える。

(2) 授業展開の工夫の成果

問題解決の予想・仮説を考え、検証実験を考える場面と、観察・実験の結果の処理と考察の展開場面で話し合い活動の場を意図的に設定する工夫を行った。その成果として、生徒が自らの既有経験や既習知識をもとにしながら、グループで活発に話し合う姿が見られた。問題解決の予想・仮説を考え、検証実験を考える場面で話し合いを充実させることで、生徒たちが問題解決の見通しをしっかりとつことができ、その後の探究的な学びを明確にすることができたと考える。また、観察・実験の結果の処理と考察の展開場面で話し合いを充実させることで、観察・実験結果を正確に処理し、分析して解釈する力の育成につながることができたと考える。

(3) 考えを伝え合い、深め合う場の工夫の成果

生徒の思考を引き出し、考えを交流する場において発想法であるKJ法を参考に、『タイムライン』における話し合い活動の場を設定した。その成果として、ほぼ全員の生徒を話し合い活動に参加させることができた。全ての生徒が話し合いに参加することで、話し合い活動が充実した議論へと発展し、科学的思考が繰り返される中で、生徒の科学的なものの見方や考え方を深めることができた。また、発想法を取り入れた話し合い活動の工夫は、生徒が自分の考えを言葉や絵、図で自由に記述できる点と、話し合いの場で自分の考えを容易に表現できる点から、自分の意見を表現することに消極的な中学生という発達段階において、コミュニケーションを活発にする効果的な手法であることが分かった。

6 今後の課題

(1) 科学的な根拠に基づく表現力の育成

本研究において、自分の考えを学習シートに記述したり発表したりすることに消極的だった生徒の表現力向上は顕著に見られた。その一方で、科学的な言葉や概念を使って自分の考えを説明したり、観察・実験の結果や考察を文章や図を用いて発表したりする力の育成には、まだ改善の余地がある。そこで、今後は自分の考えを発表する際に、実証性、論理性、再現性、客観性といった科学的な根拠のもとに表現をする力や他者に分かりやすく説明する力を育成することに力を入れていきたい。

(2) 限られた時間の中での話し合い活動の確保

予想・仮説を立て、見通しをもった実験計画を考え

る場面や、実験結果を整理し、考察してまとめる場面において話し合い活動を充実させるためには、十分な授業時間の確保が必要になってくる。すべての授業でこれらの時間を確保することは難しいため、単元や授業内容を見極め、どこで話し合い活動を充実すれば効果があるのかを吟味し、計画的な指導を行う必要がある。

【引用文献】

- 1) 文部科学省;『OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2006年調査国際結果の要約』『OECD 生徒の学習到達度調査(PISA2006)』, 2007.
- 2) 国立教育政策研究所;『平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について(概要)』『平成24年度全国学力・学習状況調査報告書・集計結果』について』, 2012.
- 3) 中央教育審議会;『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について(答申)』, 2008.
- 4) 村山哲也;『「問題解決」8つのステップ』東洋館出版社, 2013.
- 5) 国立教育政策研究所;『平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書』, 2012.
- 6) 佐々恵;『科学を学び合いたくなる理科授業の創造(小学校)ー「推論する力」を育成するための工夫を通してー』愛知教育大学教育実践研究科修了報告論集第4輯, 2013.
- 7) 田代直幸;『理科における言語活動 再考』, 理科の教育, 2012.
- 8) 文部科学省;『言語活動の充実に関する指導事例集 ~思考力, 判断力, 表現力等の育成に向けて~【中学校版】』, 2011.
- 9) 村山哲也;『「体験」と「言語」で織りなす問題解決の学習指導』, 理科の教育, 2012.
- 10) 石井順治;『ことばを味わい読みをひらく授業 子どもと教師の「学び合う学び」』, 2006.

【主な参考文献】

1 文部科学省関係資料

- ・中央教育審議会答申, 2008.
- ・小学校学習指導要領解説 理科編, 2008.
- ・中学校学習指導要領解説 理科編, 2008.

2 理科教育関係

- ・村山哲也;『「問題解決」8つのステップ』東洋館出版社, 2013.
- ・森本信也;『考える力が身につく 対話的な理科授業』東洋館出版社, 2013.
- ・猿田祐嗣・中山迅;『思考と表現を一体化させる理科授業』東洋館出版社, 2011.
- ・宮下治・益田裕充;『理科授業の理論と実践 子どもの「すごい!」を引き出す手作り授業』関東学院大学出版会, 2011.
- ・日本理科教育学会;『理科の教育ー理科における「言語活動」の充実ー』, 2009.
- ・日本理科教育学会;『理科の教育ー理科の授業における「話し合い活動」ー』, 2009.
- ・日本理科教育学会;『理科の教育ー理科における言語活動を再考するー』, 2012.
- ・日本理科教育学会;『理科の教育ー学習論と理科授業ー』, 2012.
- ・日本理科教育学会;『理科の教育ー全国学力・学習状況調査の結果を受けてー』, 2013.
- ・日本理科教育学会;『理科の教育ーわくわくする理科の導入ー』, 2014.

3 その他

- ・川喜田二郎・田中実;『発想法(KJ法)による社会科学習』明治図書出版, 1970.
- ・川喜田研究所;『人間のルネッサンス』プレジデント社, 1984.
- ・川喜田二郎・牧島信一;『問題解決学 KJ法ワークブック』講談社, 1970.
- ・清水誠;『協同的な学習を支援する学習環境の構築ー上尾市立上尾小学校の授業実践ー』『知の創造を図る協同的な教授学習システム及び教師支援プログラムの開発』, 2004.
- ・高木展郎;『各教科等における言語活動の充実:その方策と実践事例』教育開発研究所, 2008.
- ・横浜国立大学人間環境科学部附属横浜中学校;『各教科等における「言語活動の充実とは何か」:カリキュラム・マネジメントに位置付けたリテラシーの育成』三省堂, 2009.

4 実践的文献・先行論文

- ・佐々恵;『科学を学び合いたくなる理科授業の創造(小学校)ー「推論する力」を育成するための工夫を通してー』愛知教育大学教育実践研究科修了報告論集第4輯, 2013.
- ・牛嶋健;『科学的な思考力, 表現力を高める理科学習指導ー中学校第1学年におけるレポート作成を通してー』南さつま市立金峰中学校, 2012.
- ・竹下文則;『言語活動を充実させ, 科学的な思考力や表現力を高める理科学習』熊本県立教育センター, 2009.

【付記】

教職大学院の実習は、連携協力校で行わせていただきました。実習中は校務ご多忙の中、校長先生をはじめ、多くの先生方に丁寧なご指導や実習体制をつくっていただきました。この場では、一人一人のお名前をあげることができませんが、全ての諸先生方に深く御礼申し上げます。最後になりましたが、本大学院での授業ならびに学校サポーター活動、教師力向上実習Ⅰ・Ⅱ、修了報告書の作成等においてご指導して下さった宮下治先生、教師力向上実習Ⅲでご指導して下さった佐藤洋一先生、多様なフィールド実習でご指導して下さった川北稔先生をはじめ、親切丁寧にご指導・ご助言をくださった教職大学院の全ての先生方に心から感謝申し上げます。