

中 学 校

平成22年度

教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

目 次

I	研究主題設定の理由	1
II	研究の視点	1
III	研究の仮説	2
IV	研究の方法	3
V	研究の内容	3
1	導入の工夫	3
2	グループ活動の工夫	3
3	生徒の実態把握と検証授業後の調査	4
4	思考ボードについて	4
5	実践事例	7
6	調査の結果・分析	13
VI	成果と課題	14
1	研究の成果	14
2	今後の課題	15

研究主題

「自然の事物・現象に進んでかかわり、科学的な見方や考え方を育てる授業の工夫」

I 研究主題設定の理由

中学校学習指導要領解説理科編（平成20年9月）における、理科改訂の要点では、改訂に当たっての基本的な考え方として、「科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること」、「科学的な思考力、表現力の育成を図ること」、「科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること」、「科学的な体験、自然体験の充実を図ること」の4点が挙げられている。

今回の学習指導要領改訂に当たり、OECD（経済協力開発機構）のPISA調査、文部科学省の教育課程実施状況調査など各種の調査から、理科については、

- ・ 科学的リテラシーは国際的に見て上位水準にあるが、科学への興味、関心や科学の楽しさを感じている生徒の割合が低く、観察、実験などを重視した理科の授業を受けていると認識している生徒の割合が低い。
- ・ グラフの読み取りや読み取った結果を考察する問題、実験の途中経過を思考する問題などにおいて、科学的な思考力・表現力が十分でない状況が見られた。

といった課題が指摘されている。

このような指摘を受け、実際の理科の授業への生徒の取り組み方を改めて見てみると、分からないからといって途中で投げ出してしまい考えることをあきらめてしまう、考えることに消極的になり結論だけを聞きたがる等の課題が挙げられる。このような、理科の学習への興味・関心の低さや探究的に活動しない学習への取り組み方の結果、十分に知識や概念を獲得することができない授業や単元が生じてしまい、知識や概念が断片化され、次の学習につながっていかないという現状が見受けられる。

学習指導要領に示された、改訂に当たっての基本的な考え方や、学校での学習状況を踏まえ、本研究では、生徒が興味・関心をもって主体的に探究する学習活動を行うようにすること、生徒が獲得した知識や概念をつなげて思考・表現できるようにすること、の2点に焦点を絞り研究を進め、授業実践をしていくこととした。

以上のことから、生徒が授業において自然の事物・現象に進んで関わる活動を通して、観察、実験の結果を分析して解釈し、表現する能力を育むために、本研究主題を「自然の事物・現象に進んでかかわり、科学的な見方や考え方を育てる授業の工夫」とした。

II 研究の視点

本研究では、生徒が自然の事物・現象に主体的に探究しようとするために、生徒の意識の中に「なぜ？ どうして？」という思いが自然に生じてくるような、知的好奇心を駆り立てる環境づくりをすすめる方法を探りたいと考えた。また、科学的な見方や考え方を育てるために、探究的な活動の中で「生徒が自然の事物・現象を根拠に、科学的な見方や考え方を深め表現することで、さらなる科学的な概念を形成していく」という、概念形成の過程に沿った効果的な指導法を探っていきたいと考えた。これらを達成するために、教師が学習課題を明確に示すことで、生徒が目的意識をもって観察、実験を行い、その結果を分析して解釈する学習活動や、科学的な概念に沿って考えたり説明したりといった探究する学習活動をより一

層重視することにした。

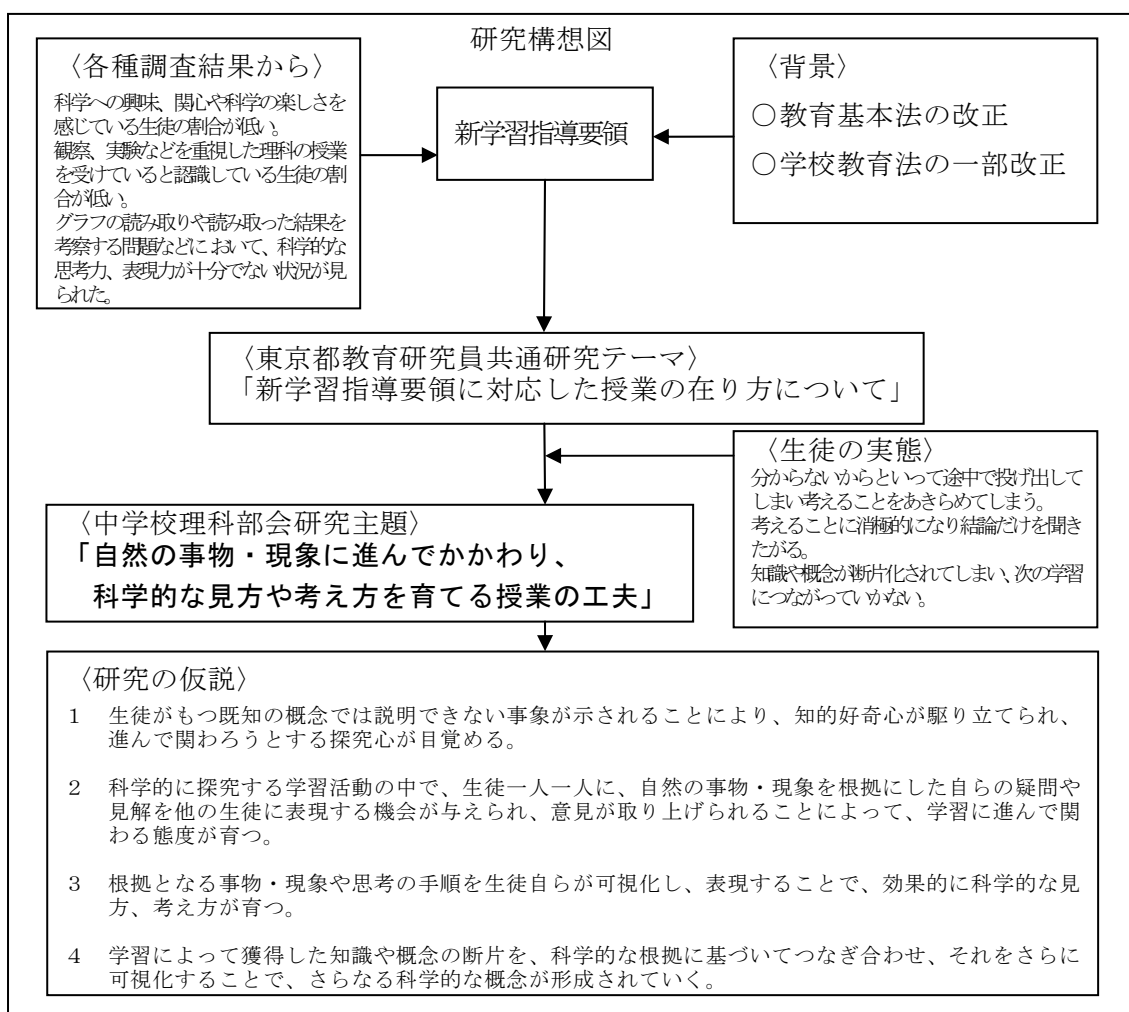
一方、新学習指導要領で教科横断的な改善の視点とされている言語活動の充実も、科学的な見方や考え方を育てる上で効果的であると考えた。科学的に探究する学習活動の中に、少人数での話し合い活動を効果的に取り入れることで、予想や結果を分析・解釈し表現する機会を増やすことにした。

さらに、上記の学習活動の補助となる新たな教具についても工夫をしていくことにした。

Ⅲ 研究の仮説

研究の視点から、本研究では以下のような段階を経て、科学的な見方や考え方が育つのではないかと考えた。

- 1 生徒がもつ既知の概念では説明できない事象が示されることにより、生徒の「なぜ？ どうして？」という知的好奇心が駆り立てられ、進んで関わろうとする探究心が目覚める。
- 2 科学的に探究する学習活動の中で、生徒一人一人に自然の事物・現象を根拠にした自らの疑問や見解を他の生徒に表現する機会が与えられ、意見が取り上げられることによって、学習に進んで関わる態度が育つ。
- 3 根拠となる事物・現象や思考の手順を生徒自らが可視化し（紙面上に目に見える形で書き示す）、表現することで、効果的に科学的な見方や考え方が育つ。
- 4 学習によって獲得し可視化した知識や概念の断片を、生徒自らが科学的な根拠に基づいてつなぎ合わせ、それをさらに可視化することで、さらなる科学的な概念が形成されていく。



IV 研究方法

研究方法は以下の5点である。

- 1 科学的に探究する学習活動における生徒の実態を把握し、生徒の科学的な見方や考え方の課題を明確にした。
- 2 生徒が自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究する学習活動を行うことを目的として、授業を通して次のことを検証した。
 - (1) 生徒の知的好奇心を駆り立てる導入の工夫
 - (2) 新しい科学的な概念の形成、定着、表現を目指したグループ活動の工夫
- 3 上記2の(2)の工夫の一つとして「思考ボード」を開発し、授業を行い、単元を通じて利用できるよう単元の初期、中期、終期での活用方法について検証した。
- 4 検証授業によって、生徒の理科の学習に進んで関わる姿勢や、科学的な見方や考え方がどのように変化したかを調べるために、検証授業前後に生徒の調査を行った。
- 5 研究の成果をまとめ、今後の課題を検討した。

V 研究の内容

新学習指導要領における「科学的に探究する学習活動」において、科学的な見方や考え方を育てる指導方法の研究を進めた。

1 導入の工夫

本研究では、生徒がもつ既知の概念では説明できない事象を演示実験として導入に取り入れることで、生徒の知的好奇心を駆り立て、興味、関心を高める指導方法を検証した。

2 グループ活動の工夫

「科学的に探究する学習活動」において科学的な見方、考え方を育てるために、少人数グループ（班）による活動の中に話し合い活動を設定した。自分の考えを書いて班内で発表し、議論して班の意見をまとめる中で、思考力、表現力を高め合うことができると考えた。

また、積極的な授業への参加を目指し、班での話し合いの状況を学級全体に対して発表させ、一人一人の意見を授業に反映させるようにした。そして、発言の機会を均等にし、話し合い活動をスムーズに行わせるために以下のルールを決め、授業で実践した。

- (1) 班長を選出し、話し合いの司会者とする（副班長も選出し、交互に司会を行うのもよい。）。
- (2) 学級全体に対しての発表時には必ず理由をつけ、「〇〇という意見が〇名」という発表の方法を取り入れ、班員の意見をまとめて発表する。
- (3) 班内で順番を決めておき、学級全体に対しての発表者は授業ごとに交代する。発言の機会を均等にすることで、発表が苦手な生徒に対しても発言を促し、言語活動の活性化を図る。
- (4) 観察、実験の探究の時間を十分に確保するために、話し合いの時間はタイマーを利用して管理する。これは、時間内で自分の考えを書く、発表する、議論するといった言語技術の訓練にもつながる。

また、生徒が知識や概念を十分に獲得できていなかったり、学習によって獲得してきた知識や概念を十分に関連付けられないまま授業が次に進んでしまい、獲得してきた知識や概念が生徒の次の学習に生かされなかったりすることが多く見受けられる。本研究では、この課

題を解決するために、「思考ボード」を開発してグループ活動の中に取り入れた。これにより関連付けられていない知識や概念を生徒が自分たちの力でつなぎ合わせることができると考えた。そして、この場面を「科学的に探究する学習活動」と捉え、科学的な見方や考え方を育てる場として位置付けた。

3 生徒の実態把握と検証授業後の調査

検証授業による生徒の変容を見るため、事前に、検証授業を受ける生徒を対象に「考えることを中心にした学習」、「覚えることを中心にした学習」のどちらを望んでいるか実態を把握した。そして、検証授業後に、授業の効果を調べるために調査を行い、結果の分析を行った。

4 思考ボードについて

(1) 思考ボードとは

概念の形成、定着、表現の新しい教具として、思考ボードを開発した。思考ボードとは、学習の中での思考の過程を可視化することをねらいとして、付箋に記入して貼り付けていく、個別の学習教具である。思考ボードの利点をあげる。

ア 概念形成のための科学的な思考過程が目で確認できる。

イ 思考したことを繰り返し書くことで科学的な表現力が身に付く。

ウ 授業で積み重ねてきた思考の過程が可視化できるので、確実な概念の定着が図れる。

また、思考ボードは「科学的な思考・表現」の評価材料の一つとなると考えられる。

(2) 思考ボードの利用方法について

単元計画に沿って授業を進めていくときには、個人の思考を整理する「個人思考ボード」と班員の思考を整理する「班思考ボード」の2種類を使用する。また、単元の終期では、授ごとに獲得した概念の関連性をつなぎ合わせるときに「まとめ思考ボード」を使用する。

ア 個人思考ボード、班思考ボードとその利用方法

個人思考ボードは、

図1のように「課題」、「予想」、「実験から分かったこと」、「まとめ」の四つの欄に分かれている。また、班思考ボードは枠のない無地の紙であり、班員の付箋紙を集め、それに貼り、話し合い活動で見ながら利用する。

図1

課題	予想 (黄)	実験から分かったこと(青)	まとめ (赤)
光はどのように進むのだろうか。			

図2

課題	予想 (黄)	実験から分かったこと(青)	まとめ (赤)
光はどのように進むのだろうか。			

(ア) 課題の記入

図2のように、観察、実験で解決する課題を生徒が書く。

(イ) 予想の記入

図3のように、課題に対する自分の予想を黄色付箋紙に理由を付けて書き貼り付ける。

(ウ) 実験から分かったこと
の記入

図3

課題	予想(黄)	実験から分かったこと(青)	まとめ(赤)
光はどのように進むのだろうか。	窓からさす光のように光は真っすぐ進む。		

図4のように、観察、実験を行った後に、その結果を分析して気付いたこと、分かったことを青色付箋紙に書き、貼り付ける。

図4

課題	予想(黄)	実験から分かったこと(青)	まとめ(赤)
光はどのように進むのだろうか。	窓からさす光のように光は真っすぐ進む。	空気、水、ガラスの中を真っすぐ進んだ。	

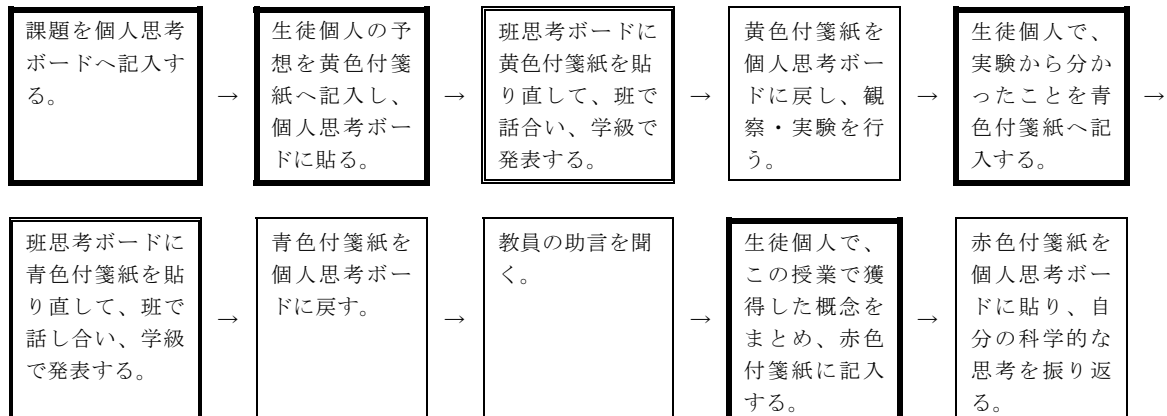
(エ) まとめの記入

図5のように、この授業を通して生徒が得た科学的な概念を赤色付箋紙にまとめて書き、貼り付ける。

図5

課題	予想(黄)	実験から分かったこと(青)	まとめ(赤)
光はどのように進むのだろうか。	窓からさす光のように光は真っすぐ進む。	空気、水、ガラスの中を真っすぐ進んだ。	光は空気や水やガラスの中を真っすぐ進む。

(オ) 思考ボードを利用した授業の流れ



班で話し合い活動を行った結果、生徒が自分の意見を直したり、書き加えたりするときには赤色ペンで記入し、思考の変化を記録していく。

イ まとめ思考ボードとその利用方法

単元の最後に使用するまとめ思考ボードは枠のない無地の紙であり、今までの観察、実験から得られた科学的な概念を記入した赤色付箋紙を個人思考ボードからはがし、まとめ思考ボードに貼り直して利用するものである。貼り直す時には科学的な概念の関連性を考えながら、似た概念を並べて貼って丸で囲み共通点を記入したり、概念から次の概念を導き出せるものを矢印で結んでその理由を記入したりする(図6、図7にまとめ思考ボードの利用例を示す)。

また、新しい単元を学習するときに、個人思考ボード、まとめ思考ボードのどちらも見直せるように、まとめ思考ボードに貼った赤色付箋紙の場所に概念を書き写したり、番号

を転記したりしておき、個人思考ボードに赤色付箋紙を戻しておく。

また、単元の初期、中期、終期において獲得した科学的な概念の数に違いがあるため、思考ボードの扱い方を変え、どの段階においても科学的に探究する学習活動を充実させるような授業展開を行った。初期の段階ではその単元で獲得した概念がまだ少ないために、観察、実験の検証方法について理解を深め、結果を予想すること（黄色付箋紙を用いた議論）を重視した授業を展開した。中期の段階では、その単元のそれまでの授業で獲得した概念を利用しながら、観察・実験の結果を分析し解釈する学習活動（青色付箋紙を用いた議論）を重視した授業を展開した。終期ではその単元で獲得した科学的な概念同士の関連性を考えたり説明したりするなどの学習活動（赤色付箋紙を用いた議論）を重視した授業を展開した。

(3) 思考ボードの評価への利用

思考ボードは、学習中の生徒の科学的な思考の過程を可視化したものであるため、文部科学省の通知(平成22年5月11日)において示された新しい評価の観点「科学的な思考・表現」の評価に利用できると考え、検証授業において、「科学的な思考・表現」の評価材料として取り上げた。

図6 「火山活動と火成岩」におけるまとめ思考ボードの利用例

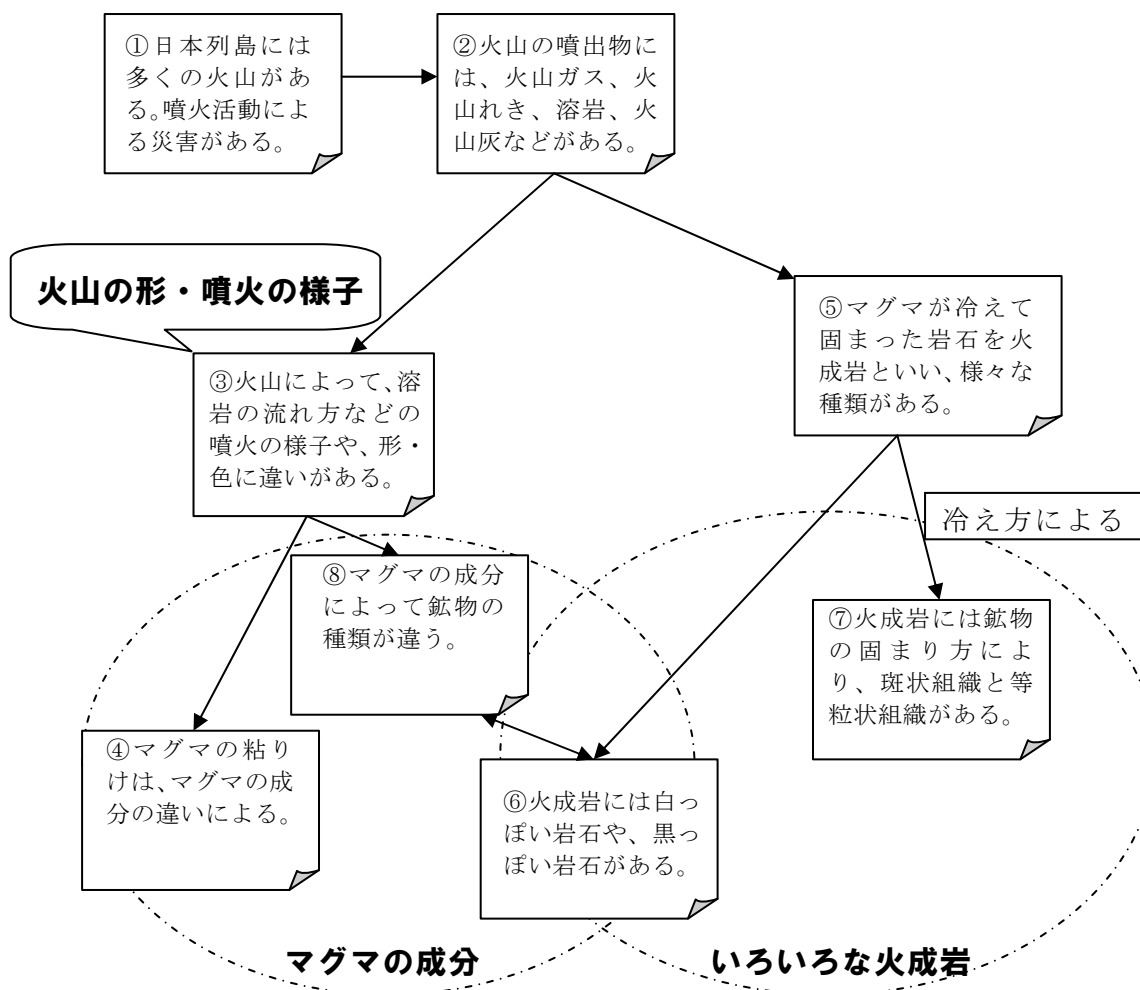
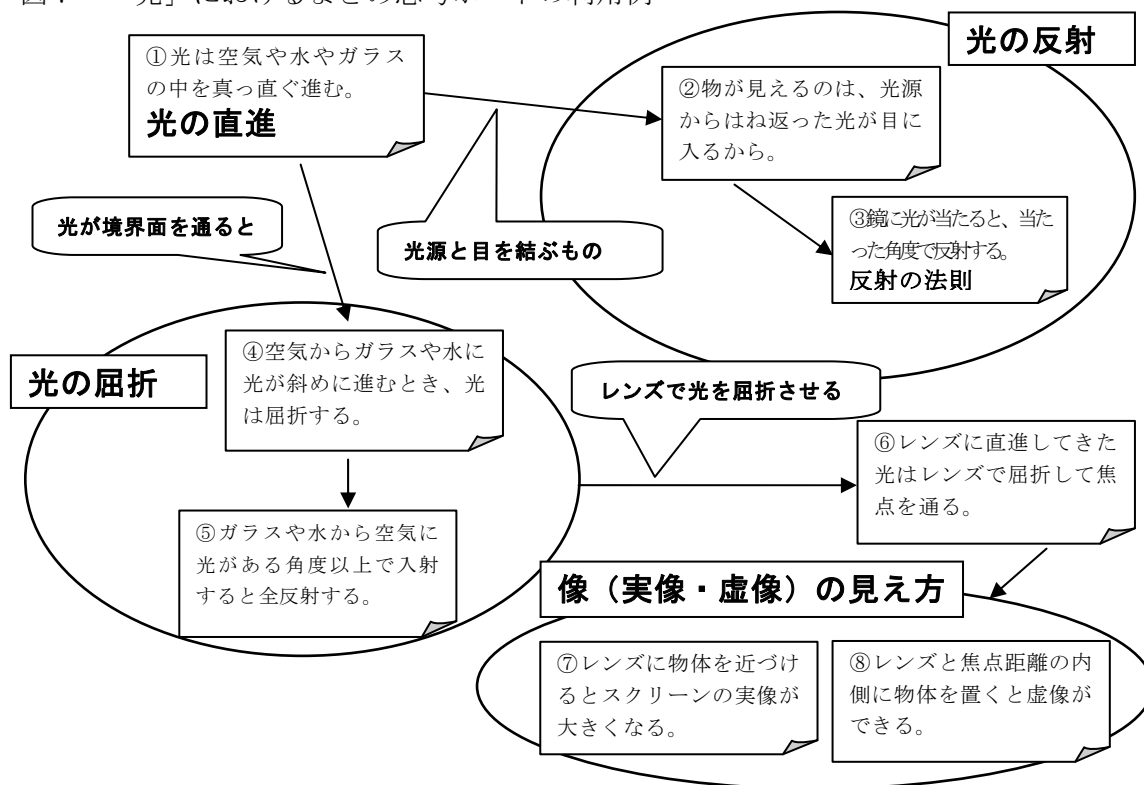


図7 「光」におけるまとめ思考ボードの利用例



5 実践事例

(1) 単元初期の事例

ア 検証の視点

(ア) 獲得した基礎的な科学概念を個人思考ボードで振り返り、未知の科学的現象の説明へ利用することができることを実践から確認した。

(イ) 今回の授業は、単元の初期に班や個人の思考ボードを用いた事例である。この単元での獲得概念が少ない段階であるため、個人思考ボードを用いて課題に対して展開される、予想（黄色付箋紙）、実験から分かったこと（青色付箋紙）、まとめ（獲得概念・赤色付箋紙）の3つの活動のうち、予想に配分する時間を、実験から分かったことに配分する時間の約2倍にした。

イ 単元計画

単元名「音の性質」（第1学年・5時間）

時間数	課題（個人思考ボードに記入）	獲得する概念（赤色付箋紙の主な記入内容）
第1時	音を出す原因は何か。	物体が振動して音を出す。これを音源という。
第2時 (本時)	音はどのような条件があれば聞こえるか。	音源と耳の間に物体がないと音は聞こえず、その物体は音源の振動を耳へ伝えている。
第3時	物体が振動すると全て同じ音が出るのか。	振動数により音の高低が、振幅により音の大小が変化する。
第4時	物体の振動の様子を分かりやすく表す工夫はあるのか。	オシロスコープを使うと振動の様子が見やすい波の形として表される。波の幅は振動数を表し、波の高さは振幅を表す。
第5時	個人思考ボードを振り返り、各時間の学習内容の関連性を説明しよう。	赤色付箋紙のグループ分けを通して単元の個々の概念の関連を見ることにより単元全体の科学的な概念をつかむ。

ウ 授業の展開

	時間	指導の流れ(番号) 生徒の動き(○)	指導のポイント(☆) 思考ボードを用いた「科学的な思考・表現」の評価(□)
導入	5分	1 個人思考ボードを開かせる。 2 「音のしない防犯ブザー」を演示実験し、なぜ音が聞こえないかを問いかける。 ○予想される生徒の意見： 「入れ物(真空鐘)の壁がじゃまして聞こえない。」「電池がなくなって音が出ない。」「音はしているが小さくて聞こえない。」	☆班机には黄色、青色、赤色付箋紙と班思考ボードを用意しておく。 ☆個人思考ボードから前回得た概念と思考の道筋の確認を行う。 □個人思考ボードを活用し予想することができる。【思考・表現】 ☆この演示実験では防犯ブザーが鳴っても音が聞こえなければ、前回学習した概念の反証となることを示唆し生徒の科学的な探究心を喚起する。
展開	2分	3 「音はどのような条件があれば聞こえるのだろうか。」という課題を提示する。	☆課題は個人思考ボードの指定の場所に書き取らせる。
	13分	4 予想(考え方)の発表をさせる。 1) 黄色付箋紙に自分の考えをキーワードまたは単文で書かせる。 2) 司会の合図で順に班思考ボードに黄色付箋紙を貼り付けながら班内で発表を行わせる。 3) 教師の指示により、班の意見の様子を担当に発表させる。 黄色付箋紙記入例：「物体が振動していれば音は聞こえる。」「音源の他に音が聞こえるために必要なものがある。」 ○班で予想について話し合い活動を行い、教師の指示で担当が発表する。	☆音源の存在だけが音が聞こえる条件なのか他にも何か必要な条件があるのかを考えさせる。 ☆思考ボードの利用初期なので、課題に対する予想を考えることに十分時間をかける。 □課題についての自分の予想を個人思考ボード記入や発言で表現できる。【思考・表現】 □話し合い活動の中で班思考ボードを活用し、意見を述べることができる。【思考・表現】
	17分	5 以下の4つの実験の方法の説明を行う。 実験1：木の棒の端に時計を置き、反対側に耳を付けその音を聞く。 実験2：水中に時計を置き聴診器で音を聞く。 実験3：金属線を使った糸電話で声が伝わる時金属線の振動を確認する。 実験4：CDデッキのスピーカから音を出し、風船中の空気の振動を確認する。 ○説明を聞いた後、班ごとに実験を行う。	☆課題の答えが4つの実験で明らかにされることを伝え、実験に取り組ませる。 ☆実験は順番で行わせるが、終了した班は先に進めさせる。実験4は大音量なので、別室で行わせる。 ☆実験が終了した班ごとに後片付けをさせ、青色付箋紙を書かせながら待機させる。
7分	6 青色付箋に記入させ、個人思考ボードと班思考ボードを使用して実験から分かったことをまとめさせる。方法は黄色付箋紙の発表と同じ方法、順番による。 青色付箋紙記入例：「空気だけでなく水や木でも音が聞こえるので音源の他に何かの物体があればよい。」「風船や糸電話の糸の振動から音源と耳の間にある物体は音源の振動を伝えている。」 ○班で実験結果の考察について話し合い活動を行い、担当が発表する。	☆青色付箋紙の記入、発表を通して自分の考えを表現する。 □実験から分かったことを自分で考え、個人思考ボードへの記入や発言で表現できる。【思考・表現】 □話し合い活動の中で班思考ボードが活用できる。【思考・表現】	
まとめ	6分	7 実験結果の考察を教師の方で再度まとめ、鳴っていないはずの防犯ブザーの音がなぜ聞こえなかったのかを再び問う。また、宇宙では音が聞こえるのかを問いかけ、意見を発表させる。 ○教師の説明を聞き、問いかけについて学習結果を基にして思考する。 8 「まとめ」を赤色付箋紙に書かせる。 ○個人思考ボードに黄色、青色、赤色付箋紙を指定の場所に貼り付け、自分の思考の道筋を振り返る。	☆真空鐘の中で防犯ブザーの音源の振動を伝える物体(空気)がないことに気付かせる。 □科学的探究心をもち未知の状況を思考ボードに示された獲得した概念で説明できる。【思考・表現】 ☆「まとめ」が本日獲得した科学的な概念となる。獲得した概念の定着化のために思考過程を振り返らせる。 自分でまとめを記入できない生徒には教師の用意したまとめを写させる。 □個人思考ボードを活用し、本時の授業の思考過程を振り返ることができる。【思考・表現】

(2) 単元中期の事例

ア 検証の視点

- (ア) 生徒がもつ既知の概念では説明できないような事象を演示実験として導入に取り入れ、生徒の興味、関心を喚起させ、演示実験の事象を学習した概念で説明できることを通して、自然の事物・現象への関心が深まることを確認した。
- (イ) 前時までに獲得した基礎的な科学概念を個人思考ボードで振り返り、新たな事物・現象の説明へ活用することができることを検証した。特に、結果を分析し、解釈する活動である青色付箋紙の記入と話し合い活動に重点をおき、時間配分を多く設定することで、より科学的な見方や考え方が深まることを確かめた。

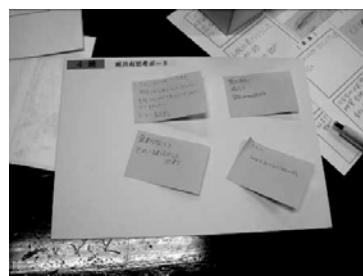
イ 単元計画

単元名「物質どうしの化学変化」(第2学年・16時間)

時間数	課題(個人思考ボードに記入)	獲得する概念(赤色付箋紙の主な記入内容)
第1時 第2時	鉄と硫黄の混合物を加熱すると化学変化を するか。	2種類以上の物質が結びついて別の新しい物質ができる化学変化を化合という。
第3時 第4時	燃えるとはどのようなことか。	熱や光を出しながら、激しく酸素と化合することを燃焼という。
第5時 (本時) 第6時	化学変化の前後で、物質全体の質量は変化 するか。	化学変化の前後で、物質全体の質量は変化しない。これを質量保存の法則という。
第7時 第8時	化学変化を化学式を使って表すと分かること は何か。	化学反応式から、反応する物質、反応によってできる物質が何か分かる。化学式の前の数字から、反応する物質、反応によってできる物質の、分子や原子の数の関係が分かる。
第9時 第10時 第11時	銅粉(マグネシウム粉)の質量と生成する酸化 銅(酸化マグネシウム)の間にどのような関係 があるか。	元の金属の質量と、化合した酸素の質量、化合物の質量は比例している。また、二種類の物質が化合する場合、いつも一定の割合で化合する。
第12時 第13時	化学変化をするときに、熱の出入りはあるか。	化学変化に伴い熱エネルギーを周囲に出す場合は温度が上がり、化学変化をするために熱エネルギーを周囲からうばう場合は温度が下がる。
第14時 第15時	酸化銅に炭素の粉末を混ぜて加熱すると、ど のような反応が起こるか。	物質が酸素と化合して酸化物ができる化学変化を酸化といい、酸化物が酸素を奪われる化学変化を還元という。
第16時	個人思考ボードを振り返り、各時間の学習内 容の関連性を説明しよう	化学変化と化合、燃焼などを結び付け、化学変化における質量の変化と関連付けてまとめることができる。

ウ 授業の展開

	時間	指導の流れ(番号) 生徒の動き(○)	指導のポイント(☆) 思考ボードを用いた「科学的な思考・表現」の評価(□)
導入	5分	1 丸底フラスコ内で木炭を燃焼させる演示実験をする。 ○結果の予想をし、挙手する。 2 本時の実験へのつながりを説明する。	☆班机には黄色、青色、赤色付箋紙と班思考ボードを用意しておく。 ☆演示実験により、生徒の興味・関心を喚起し、進んで関わる気持ちをもたせる。
展開	5分	3 「化学変化の前後で物質全体の質量は変化するか」という課題を提示する。 4 予想(考え方)の班発表をさせる。 1) 黄色付箋紙に自分の考えとそうように考えた理由を書かせる。 2) 司会の合図で順に班思考ボードに付箋紙を貼り付けながら班内で発表を行わせる。 黄色付箋紙記入例:「前回の鉄の燃焼で増えたから増える。」「物質の出入りがないから変わらない。」 ○班で予想について話し合い活動を行い、自分の考え発表する。	☆根拠を考える際に前時までに記入した個人思考ボードの付箋紙を振り返り、活用するように促す。 □課題についての自分の予想を個人思考ボード記入や発言で表現できる。【思考・表現】 □話し合い活動の中で班思考ボードを活用し、意見を述べるができる。 【思考・表現】
	15分	5 実験の方法について説明する。 実験1: 硫酸に水酸化バリウム水溶液を加える。 実験2: 塩酸に石灰石を加える。(開放系) 実験3: 塩酸に石灰石を加える。(閉鎖系) 6 実験を行い、結果をまとめさせる。 ○説明を聞いた後、班ごとに実験を行う。	☆班ごとに実験を終了させたら、実験器具を片付け、青色付箋紙の記入を行うように指示する。
	15分	7 以下の順で実験結果の考察を班発表させる。 1) 青色付箋紙に、実験結果を分析し、導き出される考察とそうように考えた理由を書かせる。 青色付箋紙記入例:「実験2では気体が逃げたが、実験3では気体が逃げられないので変わらない」「実験2で減ったし、実験3は気体が抜ければ質量は減るから、質量は変わる」 2) 司会の合図で順に班思考ボードに付箋紙を貼り付けながら、班内で発表を行い、班の意見をまとめさせる。 3) 教師の指示により、班の意見の様子とその根拠を担当が代表で発表させる。 ○班で実験結果の考察について話し合い活動を行い、担当が発表する。	☆根拠を考える際に前時までに記入した個人思考ボードの付箋紙を振り返り、活用するように促す。 □実験から分かったことを自分で考え、個人思考ボードへの記入や発言で表現できる。 【思考・表現】 □話し合い活動の中で班思考ボードを活用し、意見を述べるができる。 【思考・表現】
まとめ	10分	8 教師により実験のまとめの話をする。 9 赤色付箋紙に今日分かったことをまとめさせ、教師が「質量保存の法則」について補足する。 ○教師の説明を聞き、問いかけについて学習結果を基にして思考する。 10 導入実験の結果を再度予想させ、演示して、物質全体の質量が変化しないことを確かめる。 ○各自が個人思考ボードに自分の記入した3枚の付箋紙を貼り付け、自分の思考の道筋を振り返る。	☆「まとめ」が本日獲得した科学的な概念となる。獲得した概念の定着化のために思考過程を振り返らせる。 □未知の状況を獲得した概念で説明できる。 【思考・表現】 □個人思考ボードを活用し、本時の授業の思考過程を振り返ることができる。 【思考・表現】



(3) 単元終期の事例

ア 検証の視点

(ア) 単元のまとめとして、生徒各自が作成してきた個人思考ボードの記入内容を振り返らせた。

(イ) 各授業時間でまとめた獲得概念（赤色付箋紙に記録した内容）がその単元の中で、他の獲得概念とどのように関連しているかを思考させ、まとめ思考ボードに全体構成を考察させた。

(ウ) まとめ思考ボードを発表し合い、班または学級での意見交換を通して、より広い科学的概念を獲得させた。



イ 単元計画

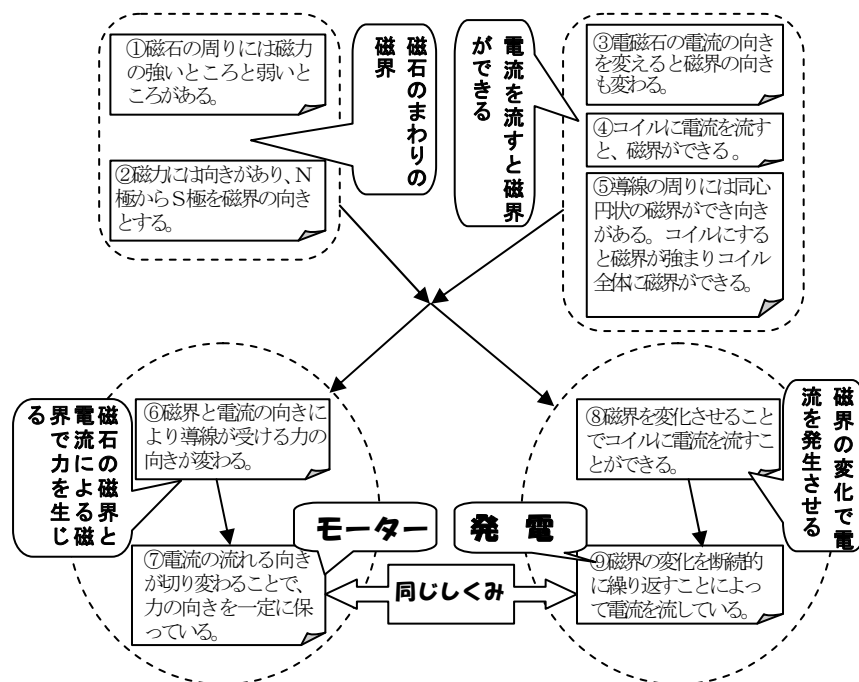
単元名「電流の利用」（第2学年・8時間）

時間数	課題（個人思考ボードに記入）	獲得する概念（赤色付箋紙の主な記入内容）
第1時	永久磁石の周りの磁力はどのように広がっているか。	磁石の周りには磁極を結ぶ磁界が広がる。磁力には強いところと弱いところがある。
	永久磁石の周りに方位磁石を置くと方位磁石の向きはどうか。	磁力には向きがあり、N極からS極を磁界の向きとする。
第1時	電磁石の電流の流れる向きを逆にすると、磁界の向きはどうか。	電磁石の電流の向きを変えると磁界の向きも変わる。
	鉄芯を抜いたコイルに電流を流しても、コイルの周りや中に磁界はあるか。	鉄芯を抜いたコイルに電流を流しても磁界ができる。
第1時	1本の導線に電流を流すと導線の周りの磁界はどうか。	導線の周りには同心円状の磁界ができる。コイルにすると磁界が強まり、コイル全体の磁界ができる。
4時間目	U字形磁石の間にコイルを置き、電流を流すとコイルは動くか。	磁界と電流により、コイルが動く。磁界と電流の向きによって導線が受ける力の向きが変わる。
5時間目	モーターが連続して回転するにはどのようなしくみになっているか。	電流の流れる向きが切り変わることで、力の向きを一定に保っている。
6時間目	コイルと磁石を用いて電流を発生させるためにはどうすればよいか。	磁界を変化させることでコイルに電流を流すことができる。
7時間目	発電機が電流を流すためにはどのようなしくみになっているか。	磁界の変化を断続的に繰り返すことによって電流を流している
8時間目 (本時)	個人思考ボードを振り返り、各時間の学習内容の関連性を説明しよう。	モーターのしくみや発電機のしくみを、磁石による磁界と電流による磁界に関連付けてまとめることができる

ウ 授業の展開

	時間	指導の流れ (番号) 生徒の動き (○)	指導のポイント☆ 思考ボードを用いた「科学的な思考・表現」の評価 (□)
導入	5分	1 本時の授業の流れについて説明。 ○授業の流れを聞き、目的を理解する	☆まとめ思考ボード (B4画用紙) とサインペン等を用意しておく。 ☆下記図8のような参考例を提示しイメージをもたせる。
		2 単元の全体像として、参考を示し簡単に解説する。	
展開	5分	3 「電流の利用」に関するそれぞれの課題に対するまとめ (赤色付箋紙) に通し番号を記入させる。	☆個人思考ボードを開かせ見直しをさせる。
		4 各まとめ (赤色付箋紙) に書かれている内容を確認させ、未記入又は不十分な場合には班で話し合わせ、色ペンで追加記入させる。	
	10分	5 個人思考ボードから各まとめ (赤色付箋紙) を取らせ、まとめ思考ボード (B4画用紙) にそれぞれの内容を関連付けながら貼り付けさせる。	☆作業内容が理解できていない、又は遅れている生徒への助言を行う。 □まとめ思考ボードにこれまでのまとめを関連付けて貼り付けることができる。 【思考・表現】
		6 関連するものを枠で囲ったり、線で結び付けさせ、その理由を記入させる。	
10分	7 班内で「電流の利用」についての自分のまとめについて発表させる。 ○個人ごとにまとめ思考ボードにまとめたものを班で紹介し合う。	□話し合い活動の中で思考ボードを活用し、意見を述べるができる。 【思考・表現】 ☆司会の指示により自分の考えを班内で発表させる。	
	8 班としての考えを話し合う。 ○班内の発表で最も共通理解が得られたまとめ思考ボードを中心として、クラス全体への発表準備をする。		
	12分	9 「電流の利用」について班でまとめた内容を発表させる。	☆班の代表者に、教材提示装置を利用して学級全体に説明させる。
まとめ	5分	10 それぞれの班の発表を基に、共通する内容を確認する。生徒には「分かったこと、考えられること」をまとめ思考ボードにまとめ、記述させる。	□「電流と利用」で学んだ科学的概念のつながりを、「分かったこと、考えられること」としてまとめ思考ボードにまとめることができる。【思考・表現】
	3分	11 まとめ思考ボードに赤色付箋の内容を記録させ、個人思考ボードに赤色付箋を貼り戻させる。	

図8
「磁界と電流」
関連付け



6 調査の結果・分析

(1) 事後アンケート結果（アのみ事前にも調査を実施）

（対象生徒：中学校3校 1年生120名、2年生264名 計384名）

ア 単元・教材をどのように学習していきたいか。

	考えることを中心にした学習 (思考・表現)	覚えることを中心にした学習 (知識・理解)
単元学習前	47.0%	53.0%
単元学習後	65.9%	34.1%

イ 自ら進んで授業に関わることができたか。

とてもできた (44%)

すこしできた (50%)

あまりできなかった (5%)

全然できなかった (1%)

ウ 進んで関わることができた理由は何か。（複数回答可）

授業で行った実験 (86%)

導入で行った実験 (56%)

話し合い活動 (35%)

発表 (20%)

思考ボード (10%)

エ グループごとの話し合い活動は、学習に役立ったか。

とても役に立った 役に立った あまり役立たなかった 役立たなかった

(13%) (70%) (16%) (1%)

オ 課題や設問について、自分で考え、その考えを表現することができたか。

できた だいたいできた あまりできなかった できなかった

(25%) (56%) (18%) (1%)

カ 思考ボードは学習の役に立ったか。

とても役に立った 役に立った あまり役立たなかった 役立たなかった

(27%) (60%) (12%) (1%)

その他（自由記述から）

- ・ 話し合いで、他の人の考えを聞くことができたし、自分の考えも主張することができた。
- ・ 赤色付箋紙にまとめるとき、自分で考え、要点をまとめて書くことでより頭に入りやすくなって良かった。
- ・ 青色付箋紙を使い話し合うと、みんなの意見がまとまりやすいところがとても役立ったと思う。
- ・ 「なんで？」って疑問に思ったことが班のみんなと協力することで解決したり、理解できたりするので頭に入ってくる。
- ・ 進んで関わらないと、その実験で分かったことや変化したことが分からないままだから。
- ・ 思考ボードに貼り付ける付箋紙に書く「理由」が、自分でうまく、どう表現したらいいのかなかなか難しかったから。
- ・ 発表が苦手だから、言葉が出てこない。

(2) アンケートの分析

ア 生徒の関心・意欲・態度について

自らが観察・実験を行うことで、理科の授業に進んで関わる事ができたと回答する生徒が多く見られた。また、自由記述には、授業の導入で行った演示実験によって関心を高め、その後の観察・実験に進んで関わる事ができたとする回答が見られた。授業の冒頭において、生徒がもつ既知の概念からは説明ができない事象を提示することで、課題に対する生徒の探究心が高まったと考えられる。一方、話し合い活動の中で、自分の考えを他の生徒に上手に表現できなかった生徒は、授業に進んで関われなかったと回答していた。

イ 思考ボードの活用について

学習に思考ボードが役立ったとする回答が87%あった。自由記述には、個人思考ボードを使うことで既知の概念を根拠として考えやすくなった、班思考ボードを利用することが、話し合い活動において自分の考えを表現したり、他の生徒の考えを理解したりするのにも役立ったとする回答も見られた。

VI 成果と課題

1 研究の成果

本研究では、以下のことについて成果があった。

(1) 興味・関心が高まり、課題に進んで関わる生徒が多くなった。

授業の導入における生徒がもつ既知の概念からでは説明ができない事象の提示は、生徒の知的好奇心を駆り立て、その後の学習において興味・関心を高める事ができた。また少数人数グループにおける話し合い活動を効果的に授業に取り入れることで、課題に対して自ら考えようとする生徒が増えた。タイマーを利用して時間を意識させ、付箋紙への記入やグループでの話し合い活動の時間をコントロールすることで、生徒自らが行う観察・実験の時間を十分に確保すれば、生徒の興味・関心は高く維持でき、生徒は課題に対して進んで関わろうとすることも分かった。

なお、本研究で実践した思考ボードを活用した話し合い活動は、繰り返し行い習慣化することで導入当初の2、3割の時間の短縮が図れ、各授業において無理なく組み込むことが可能である。

(2) 科学的に考え、表現できる生徒が多くなった。

事後アンケートで、話し合い活動に思考ボードを利用することで既知の概念を根拠として考え、表現できたという回答がみられた。課題に対する予想、結果、まとめを個人思考ボードに整理することで、既知の概念を根拠として考えやすくなったと思われる。また、話し合い活動における班思考ボードの利用は、自分の考えを表現したり、他の生徒の考えを理解したりするのにも役立ったと思われる。授業での話し合い活動の様子からも生徒の表現力が向上したと考えられる。

(3) 話し合い活動を、有効に授業に取り込めた。

単元の中で一貫して思考ボードを活用した話し合い活動を行ったが、生徒がもつ既知の概念

が少ない単元の序盤では、予想を立てる場面（思考ボードの黄色付箋紙）での話し合い活動に重点を置いて授業を展開した。既知の概念が増えてきた中盤では実験の考察（思考ボードの青色付箋紙）を使った話し合い活動に時間をかけた。獲得概念がある程度出そろった終盤では獲得概念（思考ボードの赤色付箋紙）の関連付けを話し合い活動とした。このように単元計画の中で話し合い活動の重点を設定し、思考ボードを使用した作業時間を計画的に授業に組み込むことで、効果的に思考する方法を身に付けさせることができた。

(4) 各授業で獲得した概念を、関連付けることができた。

単元計画の中で、各授業において生徒に獲得させたい概念（赤色付箋紙に記入させたい「まとめ」）を設定して計画的に授業を行った。単元の終期に行った、単元のまとめの授業（実践事例(3)）において、まとめ思考ボードを活用することによって、各授業で獲得できた概念を関連付けることができた。特に、生徒の様子として、生徒自身が作成した内容であるため、各自が関連付けを完成させようと進んで関わる姿や、付箋を貼り付ける位置や関連付けの理由について慎重に思考する姿勢が多く見られた。今後、これまでの学習で作成した個人思考ボードや、単元の最後に作成したまとめ思考ボードを生徒が見返すことにより、別の単元での学習活動においても、生徒が課題に対する予想をしたり、獲得概念と関連付けたりする場面で、さらに生徒の概念形成や理解の深化につながっていくことも考えられる。

2 今後の課題

本研究の今後の課題として、以下のことが挙げられる。

(1) 他の単元の検証

本研究では、研究内容が様々な単元で有効であることを検証するため、研究員の年間計画に基づいて単元を決めて検証したが、全ての単元・学習内容についての検証はできていない。今後、全ての単元について思考ボードを活用した単元計画を立て、検証していく必要がある。

(2) 概念形成の苦手な生徒への対応

成果の(3)で、科学的に考え、表現できる生徒が多くなったことを述べたが、自分の考えを表現することが難しい生徒や、最初から理科に関心を示さない生徒にとって、本研究で試みた学習方法はやや困難な様子も見られた。特に、思考ボードの導入初期には、他の生徒の考えを自分の付箋に記入することしかできない生徒や、付箋への記入もできず、グループでの話し合い活動に参加しない生徒も見られた。話し合い活動中の教師による机間指導や、班内の仲間からの声かけといった手立てを意識的に行うことでかなり改善が図れたが、さらに個別の対応の仕方を工夫する必要がある。

(3) 思考ボードの評価への利用

単元計画に沿って使用し学習活動を積み重ねてきた個人思考ボードや、単元のまとめとして生徒が作ったまとめ思考ボードは、生徒が考えた道筋にもなっているため、思考ボードを見ることで、課題に対する生徒の思考をたどることができる。また、根拠を含め生徒の考えが文章として書かれているので、表現力も見ることができる。完成した思考ボードは、個人思考ボード、まとめ思考ボード共に、文部科学省の通知(平成22年5月11日)において示された、評価の観点「科学的な思考・表現」を評価する材料の一つとして利用できると考え

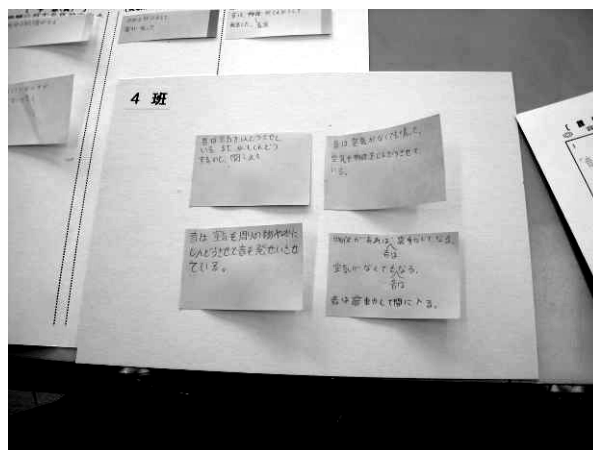
られる。本研究では、評価材料として取り上げることまで実践することができたが、単元の目標に即した適切な評価規準をさらに検討し、指導と一体化した評価計画を作成していく必要がある。

(4) 指導計画における思考ボードの位置付け

中学校学習指導要領解説理科編(平成20年9月)では指導計画作成上の配慮事項として、①生徒自らが問題を見出し観察、実験を計画する学習活動、②観察、実験の結果を分析し解釈する活動、③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の充実が必要であることが記述されている。本研究で検証した思考ボードの活用による話し合い活動は、青色付箋紙を使った活動で②の活動を、赤色付箋紙を使った活動で③の活動を充実させるのに利用できることが考えられる。生徒がもつ既知の概念と獲得概念とが関連付けられ、新たな科学的概念が形成されていくことを踏まえれば、新たに獲得した科学的概念が、別の単元における①の活動において生徒自らが課題を見出す科学的な根拠になると考えられるが、本研究では、数単元に渡って実践することは時間的にできなかつたため、検証はできなかつた。

今後、指導計画の中に、どのように思考ボードの活用を位置付け、科学的に探究する学習活動を充実することができるかを検討することも必要であると思われる。

主題設定の理由でも述べたように、本研究では、生徒が興味・関心をもって主体的に探究的な活動を行うようになること、生徒が獲得した知識や概念をつなげて思考・表現できるようになること、の2点に焦点を絞り研究を進め、授業実践、検証を行った。しかしながら、学習指導要領の、改訂にあたっての基本的な考え方に示された、「科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること」、「科学的な思考力、表現力の育成を図ること」、「科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること」、「科学的な体験、自然体験の充実を図ること」の4点全てに関して実践ができたわけではない。今後、本研究の内容を「科学を学ぶ意義や有用性を実感させること」、「自然体験の充実を図ること」に関連付けることが大きな課題であり、授業実践を重ねながら研究を発展させていきたい。



平成22年度 教育研究員名簿

中 学 校 ・ 理 科

地区	学 校 名	職名	氏名
台東区	上野中学校	主任教諭	野口 大和
江東区	深川第四中学校	主任教諭	稲山 喜昭
練馬区	開進第二中学校	主任教諭	龍崎 宗子
練馬区	石神井中学校	主任教諭	佐々木文枝
八王子市	第六中学校	主任教諭	◎高橋 一浩
三鷹市	第三中学校	主任教諭	服田 昌樹
あきる野市	秋多中学校	教 諭	志村 芳明

◎ 世話人

[担当] 東京都教育庁指導部指導企画課 指導主事 岡田 俊樹

平成 22 年度
教育研究員研究報告書
中学校 理 科

東京都教育委員会印刷物登録

〔平成 23 年度第 46 号〕

平成 23 年 6 月

編集・発行 東京都教育庁指導部指導企画課
所在地 東京都新宿区西新宿二丁目 8 番 1 号
電話番号 (03) 5320-6836
印刷会社 有限会社 シーダー企画
住 所 東京都新宿区西五軒町 7-10
電話番号 (03) 5228-3451