

中 学 校

平成 2 8 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	教員と生徒の意識	2
2	主体的に考える活動	3
III	研究仮説	3
IV	研究方法（研究構想図）	4
V	研究内容	
1	実態調査	5
2	指導方法	5
3	指導事例	7
VI	成果と課題	
1	調査結果	2 2
2	本研究の成果	2 2
3	本研究の課題	2 4

研究主題

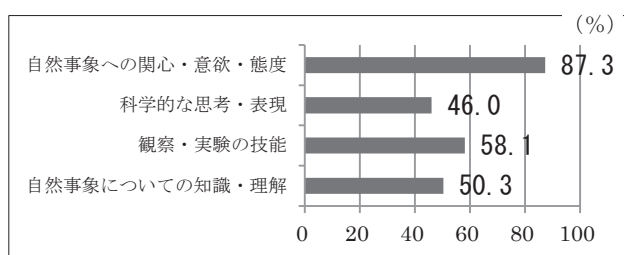
科学的な思考力を高める指導法の工夫

～主体的に考える活動を通して～

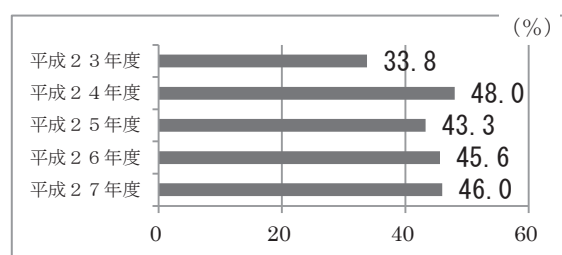
I 研究主題設定の理由

学習指導要領では、中学校学習指導要領解説理科編に「自然の事物・現象に進んでかわり、その中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験を主体的に行い、課題を解決するなど、科学的に探究する学習活動を一層重視して改善を図る。目的意識をもって観察、実験などを行うことについては従前のものを継承し、その上で、観察、実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置く。」とあるように、科学的な思考力、表現力の育成を図ることが重視されている。

しかしながら、「平成27年度『児童・生徒の学力向上を図るための調査』」（東京都教育委員会）において、理科の評価の観点ごとの正答率をみると、「科学的な思考・表現」の観点の正答率が46.0%であり（表1）、全観点の中で最も低い結果が出ている。過去数年間においても、同観点の正答率は50%を下回っており（表2）、科学的な思考力、表現力が十分身に付いていないことが分かる。



(表1) 平成27年度「理科の評価の観点ごと正答率」



(表2) 「科学的な思考・表現」の観点の経年正答率

また、「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」（文部科学省 平成28年8月26日）では、「理科においては、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の三つの視点から学習過程を更に質的に改善していくことが必要である。主体的な学びを実現していくためには、例えば、a 自然の事物・現象から問題を見だし、見通しをもって課題や仮説の設定や観察・実験の計画を立案したりする学習場面を設けることや、b 観察・実験の結果を分析・解釈して仮説の当性を検討したり、全体を振り返って改善策を考えたりする学習場面を設けること、c 得られた知識や技能を基に、次の課題を発見したり、新たな視点で自然の事物・現象を把握したりする学習場面を設けることなどが考えられる。」とあり、主体的な学びの重要性が強調されている。

そこで、本研究では、このような現状を鑑み、理科の学習を通して、激しい変化が予想される未来を生きる子供たちに、自らの考えをもつ、判断や表現ができる、自らの考えを説明できる力を身に付けさせたいと考えた。すなわち、理科の学習の中で「主体的に考える活動」を行うことが大切であり、そしてそれを繰り返すことで、「科学的な思考力」の育成につながると考え、本主題を設定した。

II 研究の視点

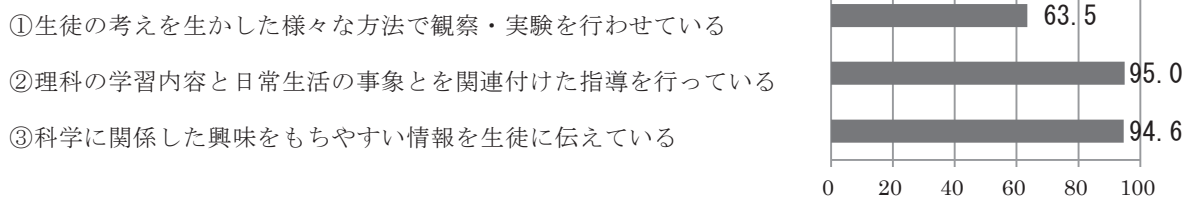
1 教員と生徒の意識

研究主題に迫るため、まず、教員と生徒の意識の違いに注目をした。(表3)が教員の意識調査の結果、(表4)が生徒の意識調査の結果である。

(表3)と(表4)を比較すると、教員は、生徒が主体的に考え活動する場面を多く確保した授業展開を意識しているにもかかわらず、その活動が生徒の思考力の向上や深い学びにつながっていないなど、指導者側と学習者側の授業に対する意識に差があることが分かる。

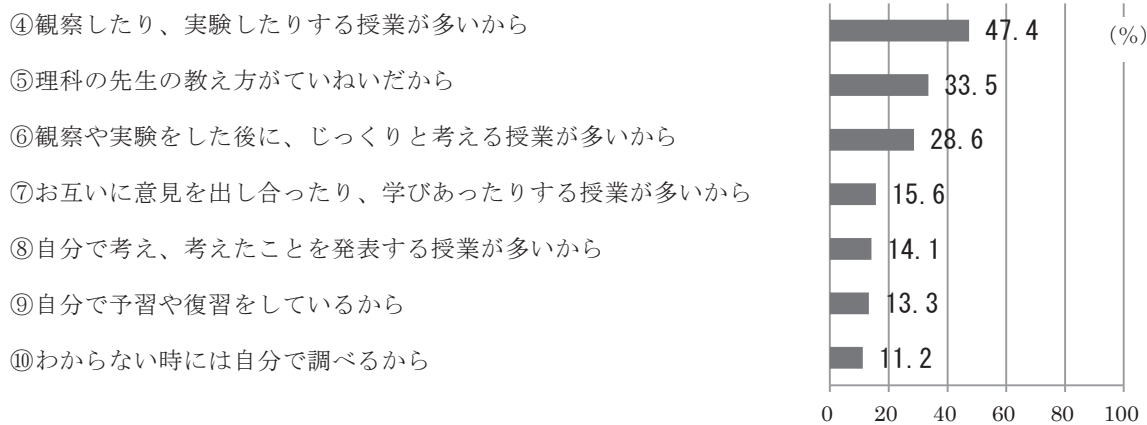
このことは、社会の利便性が高まり生徒の自然体験や日常的な体験が不足していること、授業の中で生徒にじっくりと主体的に思考させる時間を十分に確保できていないことなどが、生徒の科学的な思考力が身に付きにくい要因と考えられる。

(表3) 教員の意識調査の結果



(注) 「平成27年度『児童・生徒の学力向上を図るための調査』(東京都教育委員会)の学校質問紙調査
「理科にかかわる事項」の肯定的な回答(そうしている、どちらかといえばそうしている)の割合

(表4) 生徒の意識調査の結果



(注) 「平成27年度『児童・生徒の学力向上を図るための調査』(東京都教育委員会)の生徒質問紙調査
「授業の内容が分かる要因」の肯定的な回答(よくわかる、どちらかといえばわかる)の割合

さらに、前述の「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」(同)では、「スマートフォンなどの普及に伴い、情報通信技術(ICT)を利用する時間は増加傾向にある。情報化が進展し身近に様々な情報が氾濫し、あらゆる分野の多様な情報に触れることがますます容易になる一方で、視覚的な情報と言葉との結びつきが希薄になり、知覚した情報の意味を吟味して読み解くことが少なくなっているのではないか」との指摘がある。

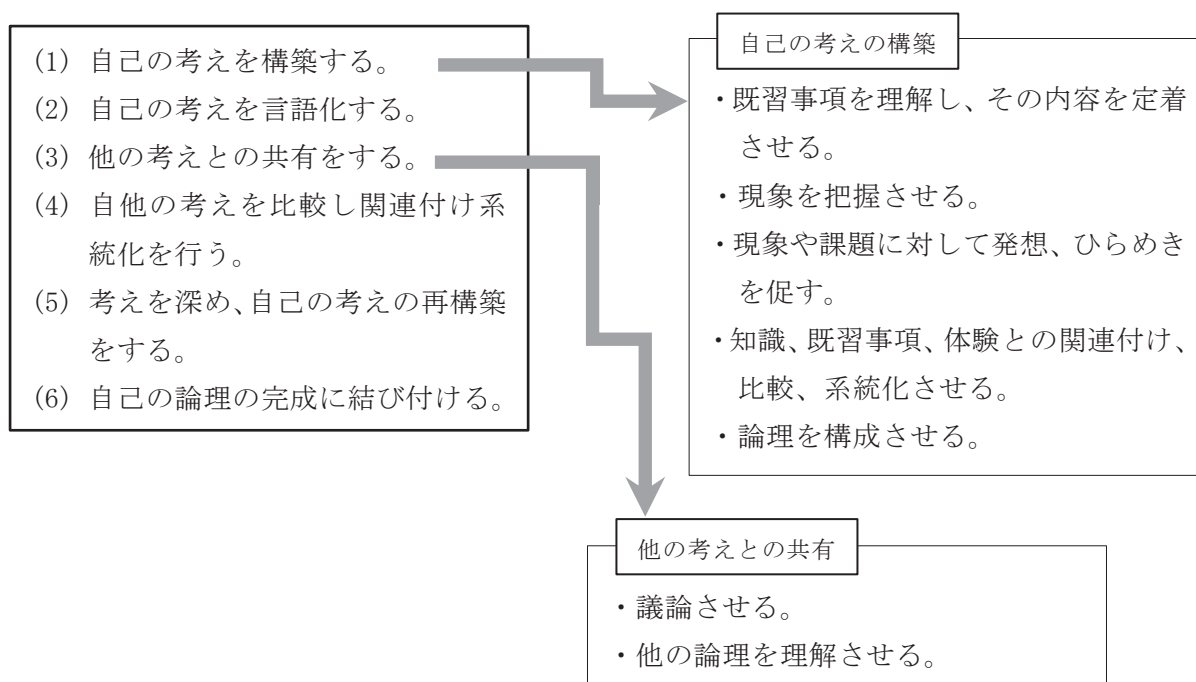
2 主体的に考える活動

このような背景から本研究では、生徒の「科学的な思考力を高める」ために、生徒が「主体的に考える活動を設定した授業」について、効果的な工夫を検討することとした。

そして、主体的に考える活動を通して思考力を高めるため授業を実施するために、以下の点が重要であると考えた。

(図1) 「生徒が主体的に考える活動の流れ」

【特に留意すべき点】



Ⅲ 研究仮説

本部会では、研究の視点から、以下に示した生徒が主体的に考える活動を多く取り入れ、積み重ねることで、論理を構成する力が身に付き思考力の向上につながるという仮説を立てた。

自己の考えの構築

既習事項・実体験・発想やひらめきを用いて、発問に対する自分の意見を熟考し言語化することで思考力の向上をもたらす。

他の考えとの共有

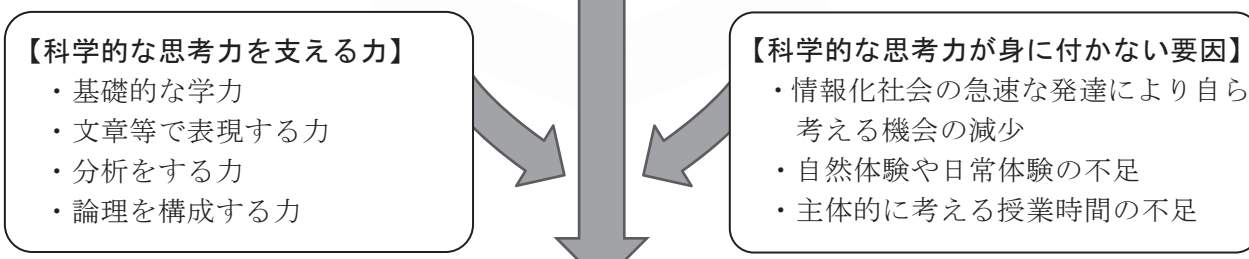
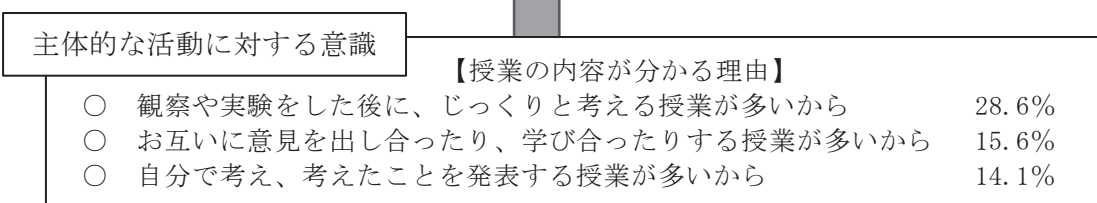
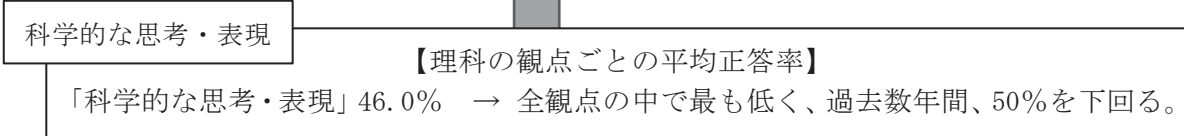
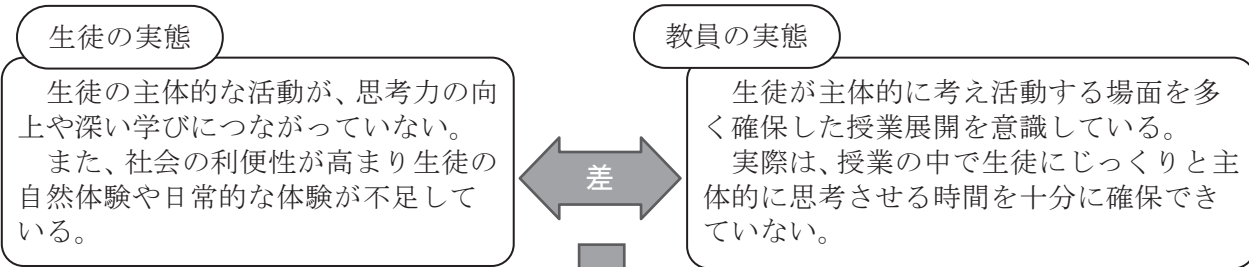
複数の考えを共有し、議論・他者の意見の理解・自他の理論の関連付け・比較・系統化を行う過程で深く思考し、主体的に表現する力や多くの意見から判断する力が身に付く。

自己の論理の完成

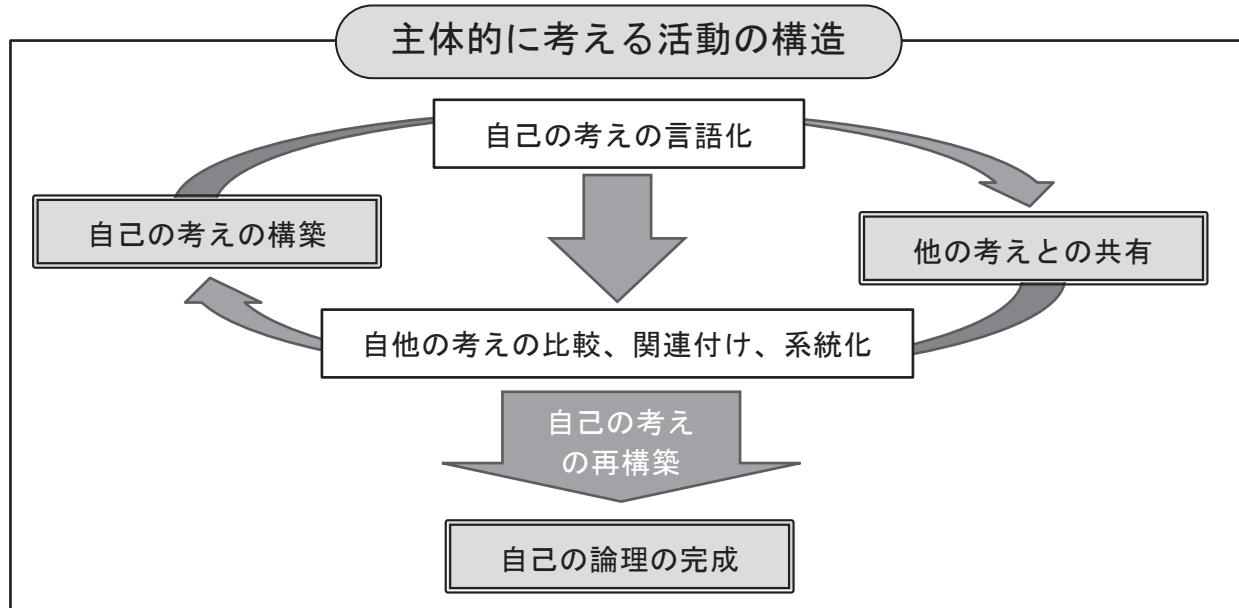
上記の「自己の考えの構築」と「他の考えとの共有」の過程を繰り返し自己の考えを再構築することで、論理を構成する力が身に付き、更なる思考力の向上が期待できる。

IV 研究方法（研究構想図）

平成 28 年度 教育研究員共通研究テーマ「思考力・判断力・表現力等高めるための授業改善」



【研究主題】 科学的な思考力を高める指導法の工夫
 ～主体的に考える活動を通して～



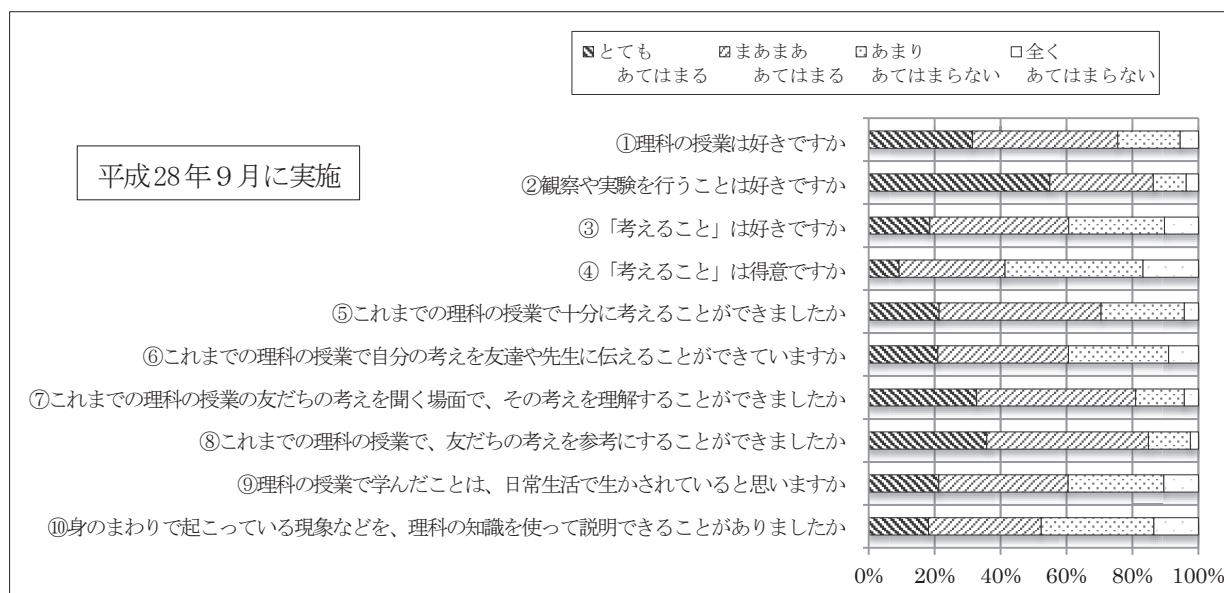
V 研究内容

1 実態調査

研究を進めるにあたって、研究員が所属する学校において生徒の実態調査を実施した。また、検証授業による生徒の変容を見るために、同様の調査を9月と12月に行った。

9月の調査結果は下表のとおりであり、次の3点が分かった。

- (1) 8割程度の生徒が、①「理科の授業は好き」、②「観察・実験を行うことは好き」と肯定的に感じている。
- (2) 6割の生徒が、③「考えることが好き」と感じているにもかかわらず、④「考えることが得意」と感じている生徒は4割に留まっている。
- (3) 8割程度の生徒が、⑦「友達の意見を聞き、理解することはできたか」、⑧「友達の意見を参考にすることができたか」と肯定的な意見をもっており、自分以外の人の意見を参考にして理解していると捉えている。

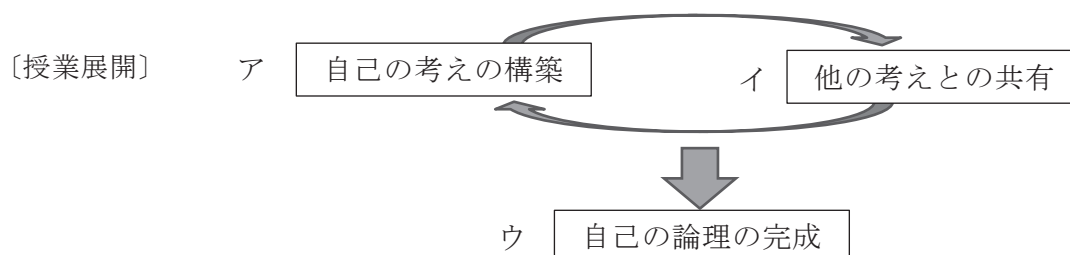


2 指導方法

本研究では、思考力を高める授業を実践するために、主体的に考える活動を積み重ねることが重要であると確認した。

ア「自己の考えの構築」とイ「他の考えとの共有」という思考サイクルの繰り返しが、ウ「自己の論理の完成」へのステップであり、その結果が科学的な思考力向上につながるものであり、毎回の授業で取り入れることが必要であると考えた。

そのサイクルを促すために、次の授業の流れの中で、効果的な指導方法を工夫した。



(1) 授業展開の工夫

ア **自己の考えの構築**を促す工夫

(ア) 個人の考えを引き出すために、既習事項の振り返りや、その現象にまつわる実体験を想起させる時間をとる。

(イ) 生徒の多様な意見を導き出せる発問を行う。

(ウ) 個人の考えをまとめるために、十分に時間を確保する。

イ **他の考えとの共有**を意識させ、思考を深めさせるための工夫

(ア) 各班のつまづきに応じたヒントを出したり、役割分担をさせたりすることで、グループの議論を促す。

(イ) 発問やねらいに応じ、4人組の学習班や隣同士、または席を離れた自由な議論をさせるなど、グループ編成の仕方を工夫する。

(ウ) グループの意見を黒板やテレビ画面に提示して発表させたり、グループ同士での意見交換をさせたりするなど、更に幅を広げて共有させる。

ウ 自己の考えを再構築し、**自己の論理の完成**させるための工夫

(ア) 考えを再構築させるための時間を十分に確保する。

(イ) 様々な意見の中から比較・関連付け・系統化ができるよう、必要に応じて補助発問を行う。

(2) ワークシートの工夫

上記の思考のサイクルを促すために、思考の流れがわかるようなワークシートを作成した。授業に合わせ、タイトルや補足事項は適宜、変更して利用した。

年 組 氏名
問：
自分の考え
他の人の考え
結論

(3) 主体的に考える活動における留意点

ア **自己の考えの構築**→**他の考えとの共有**のサイクルと**自己の論理の完成**を教師が意識し、授業を展開する。

イ 授業の単元や進度に応じ、上記サイクルの流れを考え計画を立てる。一時間の中で全ての段階を完結させなくてもよい。

3 指導事例

(1) 第2学年 第2分野「動物の生命と生物の進化」における事例

ア 単元名 「脊椎動物のなかま」

イ 単元の目標

- ・動物には、脊椎の有無という相違点があることに気付かせ、脊椎動物と無脊椎動物になかま分けできるようにする。
- ・動物を分類させる活動を通して五つのなかまに分類できることを見出させる。

ウ 単元計画

時間	学習項目	学習活動
1 (本時)	脊椎動物はどのように分類できるか。	動物には背骨がある脊椎動物と背骨がない無脊椎動物がいることを知り、動物は一定の基準で分類できることを理解する。脊椎動物の例を自分の基準で分類し、それぞれの基準とした特徴を話し合う。
2	脊椎動物の分類について学習する。	脊椎動物が五つのグループに分けられることを理解する。脊椎動物のそれぞれのグループの特徴を理解する。
3	脊椎動物の特徴を基にして分類表を作成する。	脊椎動物の特徴について理解し、動物の分類表を作成し、説明する。

エ 本時の目標

色々な動物を分類して話し合い、分類の基準としたことを説明することができる。

オ 本時の評価規準

	自然現象への関心・意欲・態度	科学的な思考・表現
評価規準	脊椎動物のなかまに関する事物・現象に進んで関わろうとする。	脊椎動物がいくつかの仲間に分類できることについて自らの考えを導き、表現している。
本時の学習活動に即した具体的な評価規準	脊椎動物の写真を見て、共通点や相違点を見いだそうとする。	脊椎動物を仲間分けするときの特徴を生活の様子や体つきのちがいなどと結び付けながら分類の根拠を説明できる。

カ 指導の工夫 (★は、「キ 本時の展開」を参照)

自己の考えの構築	A4版の動物の写真を黒板に複数掲示し(★1)、動物を分類する基準や方法を考えさせた。その基準や方法をワークシートに記入させ、自己の考えの構築をさせた。
他の考えとの共有	定期券サイズの動物のカードと貼付用の表が書かれた模造紙(★2)を各班に配り、班ごとに自分の意見を出しやすいようにした。班で話し合った内容をクラス全体で共有できるよう、タブレット端末で撮影した表をモニターに映して(★3)、それを見ながら発表をさせた。

自己の論理 の完成	ワークシートの最後にもう一度自分の考えを記入させることで、動物の分類にはいくつかの基準があることを理解させた。
--------------	---

その他、指導の工夫


・写真の利用


A 4 版の動物の写真と定期券サイズの動物のカードを利用することで動物を視覚化し、分類する際、その基準や特徴をとらえやすくした。

・ICT 器機の活用

各班で分類した表をクラス全体の生徒が確認できるよう活動の手助けとして、タブレット端末を使い撮影し、電子黒板に映し出した。

キ 授業展開

時間	学習活動	指導上の留意点・配慮事項 (Q ; 発問、A ; 予想される回答、○ ; 留意点)	評価 方法
動物とは、どのような生物なのか確認する			
導入 5分	<input type="checkbox"/> 黒板に複数掲示された写真の動物名を答える。  <input type="checkbox"/> 動物は「食べることによって栄養をとり入れること」など既存の知識を確認する。	<input type="checkbox"/> 動物の写真を黒板に複数掲示していき、動物名を答えさせる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;">「自己の考えの構築」工夫★1</div> <input type="checkbox"/> 動物は「食べることによって栄養をとり入れること」など既存の知識を確認し、分類には基準があることを気付かせる。	
動物を二つに分類する			
展開 1 10分	<input type="checkbox"/> 動物の写真を見て、二つに分ける方法を個人で考え、ワークシートに記入する。 自己の考えの構築 <input type="checkbox"/> 脊椎動物と無脊椎動物の2つに分ける。ワークシートに予想を書かせる。 <input type="checkbox"/> クラス全体で確認し合う。	<input type="checkbox"/> 複数の分け方が出てくることが予想される。 <input type="checkbox"/> 背骨があるかないかで二つに分けるよう指示する。 <input type="checkbox"/> はっきりしないものに関しては写真等で確認する。 <input type="checkbox"/> 無脊椎動物の写真は黒板からはがし、脊椎動物の写真だけを残しておく。	【関】 ワークシート

脊椎動物を五つのグループに分ける①			
<p>展開2 20分</p>	<p>□脊椎動物を五つのグループに分ける方法を個人で考え、ワークシートに個人の考えを記入する。</p> <p style="text-align: center;">自己の考えの構築</p> <p>□個人の考えを基に脊椎動物を五つのグループに分ける方法を班で話し合う。</p> <p>□各班に脊椎動物のカードと班用のワークシート（模造紙）を受け取り、カードを班用のワークシート（模造紙）の上に置きながら、五つのグループに分け、分け方などを記入し、自分達の考えを整理する。</p> <p style="text-align: center;">他の考えとの共有</p>	<p>Q；動物はどのような特徴のちがいで分類できるか考えてみよう。</p> <p>A；水中や陸上などの住んでいる場所</p> <p>A；体表の様子</p> <p>A；呼吸の方法</p> <p>○どのような特徴で分けたのか、根拠などを記入させる。</p> <p>○脊椎動物のカードと班用のワークシート（模造紙）を用意する。</p> <p style="text-align: center;">「他の考えとの共有」工夫★2</p> <p>○司会者を決め、一人ずつ意見が出せるよう指示する。</p> <p>○机間指導を行い、分類の基準や特徴の違いが明確に説明できるよう助言を行う。</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>【思】 ワークシート 発表</p>
脊椎動物を五つのグループに分ける②			
<p>まとめ 15分</p>	<p>□班ごとに話し合いの結果を発表し、クラス全体で共有する。</p> <p style="text-align: center;">他の考えとの共有</p> <p>□ワークシートに感想や疑問を書く。</p> <p style="text-align: center;">自己の論理の完成</p>	<p>○タブレット端末を使用し撮影を行い、班用のワークシート（模造紙）を電子黒板に映して班の代表者にクラス全体に説明させる。</p> <p style="text-align: center;">「他の考えとの共有」工夫★3</p> <p>○各班の発表した内容と自分たちの班の考えを参考にまとめさせる。</p>	<p>【思】 ワークシート 発表</p>

ク 使用したワークシートの例

<p>自分の考え</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海で生活する動物と陸で生活する動物 ・大きさ
<p>友達と先生の話を聞いて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食べられるか、食べられないか ・手足があるか、ないか ・ほ乳類か、はちゅう類か ・骨があるか、ないか
<p>5つに分ける方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨の数 ・大きさ ・足の数 ・動物の種類 (1班) ・どこで活動するか (2班) ・空、陸、水陸、川、海 (3班) ・体つき、身近にいる (4班) ・手足の数 (5班) ・動物の種類 (6班)

最初の自分の考えでは分類の方法を二つしか考えることができなかった。

他の考えとの共有 をすることで多様な分類方法に気付くことができた。

五つに分類する方法について、他の班の考えを聞き、分類の基準には様々な着眼点があることを理解した。

ケ 生徒が考えた動物の分類方法の例



コ 検証授業を終えて

① 成果

- ・導入に多くの動物の写真を活用することで、生徒の興味関心が高まり、主体的に考える動機付けができていた。
- ・授業の中に **自己の考えを構築** する時間を多く取り入れることで、生徒が主体的に活動する充実した授業になり、生徒の関心が高まっていった。
- ・ **他の考えとの共有** する機会を増やすことで、様々なアイデアが生まれ、授業の発展性を感じた。

② 課題

- ・導入の時間が長すぎたため、生徒が **自己の考えを構築** する時間、 **他の考えとの共有** する時間、 **自己の論理を完成** する時間が短くなってしまった。
- ・発問の仕方に課題があった。主体的に考える活動の発問は、「五つのグループに分けなさい」といった作業の指示ではなく、「どんな分け方が考えられるだろう」といった事象の「理論」、「原理」、「しくみ」などを考えさせる議題（テーマ）にした方が良かった。
- ・作業が中心になってしまい、思考する時間が無くなってしまったため、主体的に考える活動と作業を合わせない方が良かった。

(2) 第1学年 第1分野「身の回りの物質」における事例

ア 単元名 物体の姿と状態変化 蒸留

イ 単元の目標

- ・エタノールと水の混合物の加熱を行い、沸点の違いによる蒸留の仕組みを理解する。

ウ 単元計画

時数	学習項目	学習活動
1 (本時)	混合物の蒸留を行う。	水とエタノールの混合物を蒸留し、水とエタノールがなぜ分かれたのかを考察する。
1	蒸留の仕組みを確認し、どのように利用されているか学ぶ。	石油の分留や蒸留などの方法を日常生活や社会と関連付けて説明する。

エ 本時の目標

蒸留を終えた液体の性質が、最初と最後で異なる理由を、水とエタノールの沸点の違いに気づき、考察することができる。

オ 本時の評価規準

	科学的な思考・表現	観察・実験の技能
評価規準	蒸留の仕組みを考察することができる。	蒸留の実験に協力して取り組むことができる。
本時の学習活動に即した具体的な評価規準	蒸留を終えた液体の性質が、最初と最後で異なる理由を、水とエタノールの沸点の違いに気づき、考察することができる。	班で協力し、蒸留の実験を行い、温度変化の表を完成させ、液体を集めることができる。

カ 指導の工夫 (★は、「キ 本時の展開」を参照)

指導事例(1)における研究員の協議の中で、主体的に考える活動を行うためには、ある程度まとまった時間を確保する必要があるとあり、実験時間と「自己の考えの構築」・「他の考えとの共有」・「自己の論理の完成」を行う時間を両立させるのは難しいのではないかと意見が出た。


一方、実験をコンパクトに行うことで、実験の前後に思考する時間を十分に確保できれば、両立も可能なのではないかと意見も出た。1時間の授業の中で、どのようにすれば実験と思考の両立ができるのか、という観点に基づき、指導事例(2)を行った。

以下は、本時の授業における工夫点である。

実験時間の短縮	<p>以下の①～④に示した「実験時間の短縮」を行うことにより、実験を行う授業でも「自己の考えの構築」・「他の考えとの共有」・「自己の論理の完成」を行う時間を確保した。</p> <p>①実験装置を授業前にあらかじめ組み立てておき実験時間を短縮した。★1</p> <p>②前時の水の沸点、エタノールの沸点を求める実験において、枝付きフラスコを使い、実験装置の使い方の確認をあらかじめ行った。★2</p> <p>③班内での仕事の役割を分担しておき、実験にかける時間を短縮した。★3</p> <p>④実験結果をあらかじめ板書に書いて見えないようにしておき、結果を共有する時間を短縮した。★4</p>
---------	---


他の考えとの共有	全体で自由に意見交換を行わせることにより、班以外の人だけでなく、多くの人と考えを共有できるようにした。★5
----------	---

キ 授業展開

時間	学習活動	指導上の留意点・配慮事項 (Q; 発問、A; 予想される回答、O; 留意点)	評価方法
本時の実験課題の確認			
導入 3分	<input type="checkbox"/> 名前のわからないなぞの液体を加熱し、温度変化を表にし、出てきた液体を調べることを確認する。	<input type="checkbox"/> あらかじめ実験装置は組み立てておく。	「実験時間の短縮」工夫★1
実験 なぞの液体を試験管に集める			
展開 23分	<input type="checkbox"/> 実験の注意点を確認する。 <input type="checkbox"/> ガスバーナーを点火し、ガラス管の先から出てきた液体を2 cm ³ ずつ3本の試験管に液体を集める。 <input type="checkbox"/> 係（計時、温度計、記録、試験管交換）の分担する。	<input type="checkbox"/> 前時と同じ実験であることをふまえて、注意点の確認を素早く行う。 <input type="checkbox"/> 火傷に注意して、実験をさせる。 <input type="checkbox"/> ガラス管の先がたまった液の中に入らないようにさせる。 <input type="checkbox"/> 計時（ストップウォッチで30秒ごとの時間を知らせる。） <input type="checkbox"/> 温度計（30秒ごとに温度を読み取る。） <input type="checkbox"/> 記録（表に温度を記入する。3人班は温度計係と兼任する。） <input type="checkbox"/> 試験管交換（2 mL たまった試験管を火傷に気を付けながら次の試験管と交換する）	【技】 机間 指導
「実験時間の短縮」工夫★3			
	<input type="checkbox"/> 係の決まった班からすぐガスバーナーに点火し、蒸留を開始する。		
			
	<input type="checkbox"/> 30秒ごとに温度変化を読み取り、表に記入する。 <input type="checkbox"/> 試験管に液体が3本採れたら加熱を終える。		

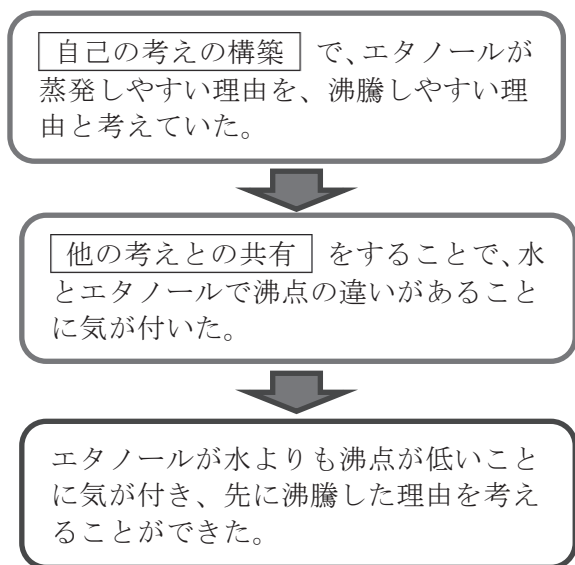
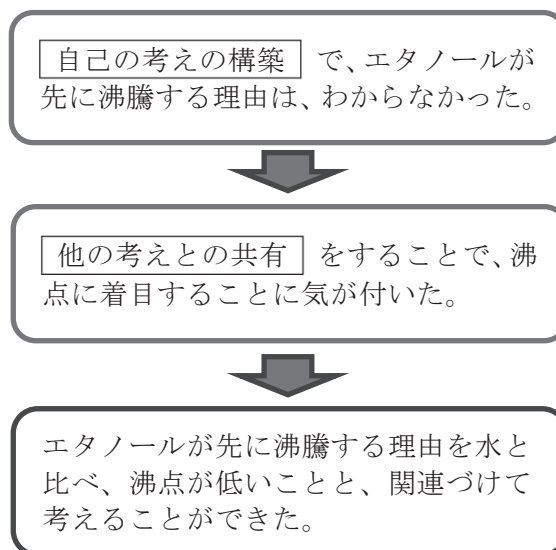
<p>□記録系の温度変化の表の結果を他の班員が写す。</p> <p>□1本目と3本目の試験管の中身を蒸発皿の上に出し、においの確認、火をつけた時の反応を全体で確認する。</p> <p>□片付けを行い、考察の準備を行う。スタンド、ガスバーナー、蒸発皿、試験管を素早く片付ける。</p> <p>□片付けが終わったら、黒板に書かれた結果を写す。</p>	<p>○全班の加熱が終わるまで待ってから行う。</p> <p>Q ; この液体の正体は何だろう？</p> <p>A ; 水とエタノールの混合物。</p> <p>A ; 水</p> <p>A ; エタノール</p> <p>○生徒が片付けの間に、あらかじめ書いておいた結果を黒板に掲示する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>「実験時間の短縮」工夫★4</p> </div>
---	---

水とエタノールの混合物は、なぜ分かれたか、考える

<p>まとめ 15分</p>	<p>□ワークシートの問いに、自分の考えを記入する。(5分間)</p> <div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>自己の考えの構築</p> </div> <p>□意見交換を、自席を離れて自由に行い、他の人の考えをワークシートに記入する。(5分間)</p> <div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>他の考えとの共有</p> </div> <p>□自席に戻り、自分の考えや他の人の考えを参考にして最終的な考えを書く。(5分間)</p> <div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>自己の論理の完成</p> </div>	<p>Q ; 混合物だった水とエタノールはなぜ、分かれたのだろうか。</p> <p>A ; エタノールの沸点は78℃で、水の沸点は100℃である。したがって、最初の試験管は沸点の低いエタノールがでてきて、後から水がでてきたのではないか。</p> <p>○自分とは違う意見の生徒と意見交換をさせる。</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <p style="text-align: right;">【思】 ワークシート</p>
--------------------	---	---

ク 使用したワークシートの例

問 混合物だった水とエタノールはなぜ分かれたのか
<p>自分の考え</p> <p>温度が上昇するにつれ、エタノールは蒸発してしまい、水の割合の方が多くなった。だから、3本目の混合物は、エタノールよりも水の方が多かったため、火がついた。</p>
<p>他の人の考え</p> <p>・水とエタノールでは、沸点が異なるため。</p>
<p>結論</p> <p>エタノールよりも水の方が沸点が高いため、なかなか蒸発しなかったが、エタノールは、水より沸点が低いため、水より早く蒸発した。だから1本目は、早く蒸発したエタノールが多く入っているため、火がついた。2本目は、早めに蒸発してしまっただけで、エタノールが集まらず火がつかなかった。</p>



問 混合物だった水とエタノールはなぜ分かれたのか
<p>自分の考え</p> <p>水とエタノールだと、エタノールの方が蒸発しやすい物質だから</p>
<p>他の人の考え</p> <p>・エタノールはアルコールなので、水よりもはやく燃えた</p> <p>・沸点が違うから。先に沸騰したエタノールが蒸発して1本目にたまった</p>
<p>結論</p> <p>エタノールの方が沸点が低いので、先に沸騰したエタノールが蒸発して1本目にたまり、沸点の高い水が後から蒸発し、2本目の試験管にたまった。</p>

ケ 検証授業を終えて

① 成果

- ・授業の導入で使用する混合物を「謎の液体」という工夫した表現をしたことで、生徒の関心が高まっていた。
- ・他の考えとの共有 で、クラス内の生徒に自由に考えを聞きに行く展開が良かった。自己の考えが改まったり、広がったり、更に深くなっていく様子が見えた。
- ・主体的に考えさせる活動をメインの授業構成することで、生徒にとって充実した50分間となっていた。

② 課題

- ・実験の時間をなるべく短縮したが、考えさせる時間が足りなかった。
「**自己の考えの構築**」と「**自己の論理の完成**」の時間をもう少し増やした方がより充実したと思われる。
- ・実験後、1本目と3本目がエタノールと水であることを明確にした後、すぐに「なぜ分けられたのか」という発問をする展開であったが、沸騰した温度に注目させ、それぞれの試験管がおよそ何℃の時に得られた蒸気なのかを押さえた上で「なぜ分けることができたのか」という迫りの方がよかった。
- ・「**他の考えとの共有**」に工夫が必要であった。クラス内の生徒に自由に考えを聞きに行くことは、考えの広がりとしては良いが、「正解探し」になってしまっていた。

(3) 第1学年 第1分野 「身の回りの物質」における事例

ア 単元名 「学んだことを生かす ～水溶液を特定する～」

イ 単元の目標

- ・物質について学んだ知識を基に実験、観察の計画を立てることができる。
- ・物質に対する興味・関心を高め、物質の見方や考え方を深めることができる。
- ・物質の性質や変化の調べ方を用いて中身が不明な水溶液を特定することができる。

ウ 単元計画

時間	学習項目	学習活動
1 (本時)	中身が塩酸、炭酸水、アンモニア水、食塩水、砂糖水のいずれかである5種類の液体の正体は何か、特定するための実験計画を立てる。	溶質の性質に着目して液体を特定する方法を考える。特定方法を基に実験計画を立てる。
1	中身が塩酸、炭酸水、アンモニア水、食塩水、砂糖水のいずれかである5種類の液体の正体は何か、特定するための実験を行う。	実験計画に沿って実験をし、記録する。実験結果から液体の正体を特定する。レポートにまとめる。

エ 本時の目標

- ・水溶液（塩酸、炭酸水、アンモニア水、食塩水、砂糖水）の性質を思い出し、特定する方法を考えることができる。
- ・自分の班や他の班と意見を共有することにより、効率の良い特定方法を導くことができる。

オ 本時の評価規準

	自然現象への関心・意欲	科学的な思考・表現	観察・実験の技能
評価規準	身の回りの物質に関心を持ち、意欲的に物質の性質を利用して区別しようとするとともに、身の回りの物質に当てはめて考えてみようとする。	物質を性質の違いに着目して、目的意識をもって物質の特定方法を考え、自らの考えを導いたり、まとめたりして、表現している。	物質を区別するため、予想を立て、実験を計画できる。
本時の学習活動に即した具体的な評価規準	ワークシートに個人の考えを記入している。話し合い活動に積極的に参加している。	液体を特定する方法や実験手順を考えている。	ワークシートに実験計画を記入している。

カ 指導の工夫（★は、「キ 本時の展開」を参照）

指導事例(2)における研究員の協議の中で、実験と考えることの両方の授業展開は、工夫をすれば、時間を確保できるが、十分な時間の確保には至らなかった。



そこで、考えることだけにした授業展開を構成したらよいのではないかという意見が出た。また、依然として「**自己の考えの構築**」・「**自己の論理の完成**」を行う時間が少ないので、その時間を十分確保するための工夫が必要であるという意見も出た。

さらに、発問の工夫をより一層行うことや「**他の考えとの共有**」を行う際に、メモの取り方等を工夫し、考えが深まることにつなげていくことができると良いのではという意見も出た。これらの観点に基づき、指導事例(3)を行った。以下は、本時の授業における工夫点である。

時間の短縮	以下の①～②に示した「時間の短縮」を行うことにより、「 自己の考えの構築 」・「 他の考えとの共有 」・「 自己の論理の完成 」を行う時間を確保した。 ①五つの水溶液の溶質の性質が、あらかじめ記入されたプリントを用意し、生徒が板書を写す作業をなくし、時間を短縮した。★1 ②9班を3グループの小グループに分け、意見交換の時間を短縮した。★2
構築	五つの水溶液の溶質の性質を表にしたプリントを用意し、特定するための方法を自分で考えやすいようにした。★3
共有	班の考えをA2版の用紙に書いて発表させたり（★4）、9班を3グループの小グループに分けて意見交換をさせたり（★5）して共有しやすいようにした。
完成	各班の考えを黒板に貼り出し、考えを視覚化し、自分の考えと比較しやすいようにした。★6

キ 本時の展開

時間	学習活動	指導上の留意点・配慮事項 (○;留意点)	評価方法
導入 5分		○本時の課題・目標と流れを、前黒板に記入しておく。 課題 ある無色透明の液体A、B、C、D、Eの正体は何か、特定しよう。 ただし、液体は塩酸、炭酸水、アンモニア水、食塩水、砂糖水のいずれかである。	

		<p>目標 知識を整理して、実験計画を立てよう</p> <p>○班の構成：3～4名で男女混合の班</p> <p>○筆記用具以外は机の中に入れる。</p>	
本時の課題と目標を提示			
	<p>□本時の課題と目標を確認する。</p>	<p>○前黒板に注目させ、板書の本時の課題を指さし、読み上げる。</p> <p>○目標を示し、知識の整理をして、実験計画書を作る流れを説明する。</p>	
水溶液の性質の整理			
<p>展開1 5分</p>	<p>□候補となる5種類の溶質の性質をプリントで確認、整理する。</p>	<p>○プリントを使い、性質を思い出させる。</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 「時間短縮」工夫★1 </div>
水溶液の特定方法を考える			
<p>展開2 30分</p>	<p>□ワークシートを受け取る。</p> <p>□説明を聞く。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> 「自己の考えの構築」工夫★3 </div> <p>□5種類の性質を参考に水溶液の特定方法を個人でワークシートに考えを書く。(8分間)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center; background-color: #cccccc;"> 自己の考えの構築 </div>	 <p>○机間指導しながら、考えが書けない生徒に助言をする。</p> <p>○相談せず、一人で考えさせる。</p>	<p>【関】 ワークシート話し合う姿勢</p> <p>【思】 ワークシート</p>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> 「他の考えとの共有」工夫★4 </div> <p>□候補となる5種類の性質を参考に、班で効率の良い(操作や手間のかからない)特定方法をA2版の用紙とワークシートに書く。(10分間)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center; background-color: #cccccc;"> 他の考えとの共有 </div>	<p>○他人のプリントを写すのではなく、言葉で交わしたことをメモするように指導する。</p> <p>○記入は、箇条書きにさせ、時間短縮を促す。</p> <p>○作業が進まない班に指導をする。</p>	



- 三つの班が班の机に常駐し、他班の生徒と意見交換をする。
(3分×3)

他の考えとの共有

「他の考えとの共有」工夫★5

「時間短縮」工夫★2

- 意見交換が進まない場合には、助言する。

水溶液の特定方法の修正と実験計画

まとめ
10分

- 他班の意見も参考にして、特定方法の修正をする。

自己の論理の完成

- ワークシートを班長に回収し、提出する。

- 実験計画書を受け取る。
- 挨拶

- 各班の特定方法を書いたA2版の用紙を黒板に貼り、参考にできるようにする。

「自己の論理の完成」工夫★6



- 実験計画書を配り、次回までに計画を立てるように指示する。

【技】
ワークシート
【思】
ワークシート

実験 5種類の水溶液が何か、特定する

No.50

課題) ある無色透明の液体A、B、C、D、Eの正体は何か、特定しよう。
 ただし、液体は塩酸、炭酸水、アンモニア水、食塩水、砂糖水のいずれかである。
 目的) 知識を整理して、実験計画を立てよう

性質を考える

本時の課題と目標を
 黒板だけでなく、プリン
 トにも明記した。

物質	溶けているもの	性質
塩酸	塩化水素	酸性 刺激臭
炭酸水	二酸化炭素	弱酸性 石灰水→白くにごる 炭酸水の見え目→泡がみえる
アンモニア水	アンモニア	アルカリ性 刺激臭
食塩水	食塩 (塩化ナトリウム)	しょっぱい 加熱→こげない 結晶の形→立方体 無機物
砂糖水	砂糖	あまい 加熱→こげる、あまいにおい 有機物

あらかじめ性質が記入されたプリントを用意することで、生徒が板書を写す作業をなくし、時間を短縮した。
 「時間短縮」工夫★1

あらかじめプリントに記入してある水溶液の溶質の性質を参考に、特定するための方法を考える手掛かりにした。
 「構築」工夫★3

特定方法(実験方法) 自分の考え

塩酸 においをかく(刺激臭) 青色リトマス紙にたらし	食塩水 加熱する(こげない)
炭酸水 見え目(泡が見える) 石灰水と混ぜる(白くにごる)	砂糖水 加熱する(こげる)
アンモニア水 赤色リトマス紙にたらし においをかく	

自己の考えの構築の時間を十分にとることにより、ほとんどの生徒が自分の考えを書くことができた。

他の人の考え(班の考えや他班の考え) ※誰からの意見か書く

塩酸 BTB液 リトマス紙 2班の意見	食塩水 加熱する 3班の意見
炭酸水 見え目(しゃわしゃわ) 1班の意見	砂糖水 加熱する
アンモニア水 BTB液 リトマス紙	

他の考えとの共有をすることにより、BTB液を使って特定する方法を新たに見出すことができた。

結論(実験の手順)

手順
 ①振ってからの見え目(シャワッシュワ→炭酸水、変化なし→残りの4つ)
 ②BTB液に入れる(その手前→残りの2つ、黄色→塩酸、青色→アンモニア水)
 ③②でその手前だった2つを加熱する(こげる→砂糖水、こげない→食塩水)
 ※BTB液に入れた時、炭酸水と塩酸は同じ反応だから①を先にする。

自己の論理の完成では、自分の考えと他の人の考えを参考にし、実験計画を立てることができた。

ケ 検証を終えて

① 成果

- ・板書を事前に用意しておき、既習事項の確認をなるべく少ない時間に収めるなど、考える時間を確保するための工夫が凝らされていた。
- ・既習事項を振り返りやすい資料の準備や班編制の工夫、机間指導における細かいヒントの提示など、配慮が細やかであった。
- ・実験との併用や作業がメインの展開ではなく、50分のうち大半の時間が自分で主体的に考えたり、他の人に考えを伝えたり、他の考えを聞いたりする時間であった。そのため、すべての生徒が生き生きと活動していた。
- ・**「他の考えとの共有」**を班内だけでなく、別の班に聞きに行ったり、自分の班の考えを紹介したりするなど、生徒の主体性を高める工夫が凝らされていた。考えが広がったり、考えを修正したり、考えが深まったりして授業が活性化した。
- ・実験の準備で主体的に考える活動を行わせるのは、有効的であった。生徒達が次回の実験を楽しみにしている様子が表情や発言から伝わってきた。主体的に考える活動が興味関心をより高められることが分かる検証であった。

② 題

- ・主体的に考えるテーマが「各溶液を特定する方法を考える」と「各溶液を一番効率良く短時間で特定する手順を考える」の二つが合わさってしまい、目的意識がはっきりしなかった。そのため、考えが深まりづらい様子も伺えた。主体的に考えるテーマは一つにしぼった方が良かった。しかし、実際は主体的に考えることに集中しやすい授業構成であったため、生徒自身が「各溶液を特定する方法」を用いて、「各溶液を一番効率良く短時間で特定する手順」を話し合いにより結論付けていたので、生徒が主体的に活動し、考えを変容させていく様子も伺えた。
- ・**「自己の論理の完成」**（結論）の部分は個人でなく、班内で話し合い、書いた方が良かった。考えたことは「実験手順」であり、次の授業で実験をする際、その「実験手順」をもとに班で行うため、班全体で結論に導いた方が良かった。**「自己の論理の完成」**において、「理論」や「原理」、「仕組み」を考える場合は個人で、「実験手順」や「作業」を考える場合は班で行うなど、場合に応じた工夫が必要である。
- ・発問は最初に明確に分かりやすく提示するために更なる工夫が必要である。
- ・生徒が考える時間に、教員はなるべく声を出さず、じっくり考えさせた方が良かった。
- ・理科室の机では、生徒同士が話しやすく、**「自己の考えの構築」**・**「自己の論理の完成」**など個人で考える時、**「他の考えとの共有」**をする様子が見られた。個人で考える活動は教室の机を個別の環境にして、**「他の考えとの共有」**をできないようにする工夫が必要であった。
- ・実験の効率性だけでなく、安全性も課題の要素に入れた方が良かった。
- ・良い考えを書いているのに言えない生徒がいたり、特定の生徒が話し合いの中心になったりしていた。**「他の考えとの共有」**の際は、司会を立てる、全員発言させる、他の意見を聞くときは静かにする等、話し合いのルール作りをした方が良かった。

VI 成果と課題

1 調査結果

本研究による「主体的に考える活動を工夫した」授業に取り組む前後で、生徒の意識の変容を調査した。【調査対象：中学校6校の生徒（集計数 事前 761人、事後 766人）】

質問	質問項目	事前アンケート				事後アンケート				肯定的回答の増加 (※)
		あてはまる とても	まあまあ あてはまる	あまり あてはまらない	全く あてはまらない	あてはまる とても	まあまあ あてはまる	あまり あてはまらない	全く あてはまらない	
1	理科の授業は好きですか。	31.4	44.2	18.9	5.5	36.9	45.3	13.7	4.0	20.4
2	観察や実験を行うことは好きですか。	54.9	31.4	10.0	3.7	59.3	31.2	7.0	2.5	13.8
3	「考えること」は好きですか。	18.5	42.2	29.0	10.2	23.6	41.6	27.4	7.3	17.2
4	「考えること」は得意ですか。	9.2	32.1	41.9	16.7	10.4	34.2	41.0	14.4	10.1
5	これまでの理科の授業で十分に考えることができましたか。	21.3	49.1	25.3	4.2	23.6	50.1	22.6	3.7	9.4
6	これまでの理科の授業で自分の考えを友達や先生に伝えることができましたか。	20.9	39.7	30.4	9.0	29.6	43.0	22.8	4.6	37.0
7	これまでの理科の授業の友だちの考えを聞く場面で、その考えを理解することができましたか。	32.7	48.4	14.8	4.2	41.5	42.4	12.7	3.4	15.5
8	これまでの理科の授業で、友だちの考えを参考にすることができましたか。	35.8	49.0	12.8	2.4	47.6	44.2	6.3	2.0	26.0
9	理科の授業で学んだことは、日常生活で生かされていると思いますか。	21.2	39.3	29.1	10.4	22.1	40.4	27.6	9.9	5.4
10	身のまわりで起こっている現象などを、理科の知識を使って説明することがありましたか。	18.2	34.2	34.2	13.4	22.6	33.0	32.5	11.9	12.5

※ 肯定的回答の増加の集計は「とてもあてはまる」を2ポイント、「まあまああてはまる」を1ポイント、「あまりあてはまらない」を-1ポイント、「全くあてはまらない」を-2ポイントとして変動を集計

2 本研究の成果

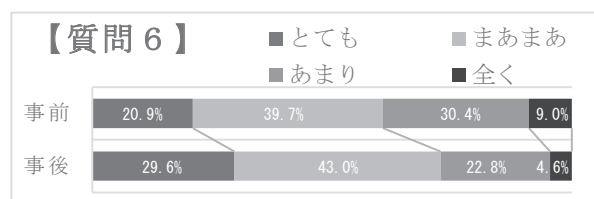
本研究を通じて、学習の中で『主体的に考える活動』を行い、それを繰り返すことで、『科学的な思考力』が向上したと考えられる。具体的な成果として以下の2点が挙げられる。

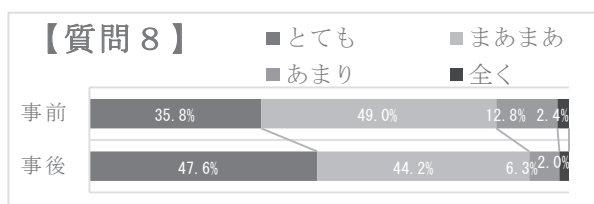
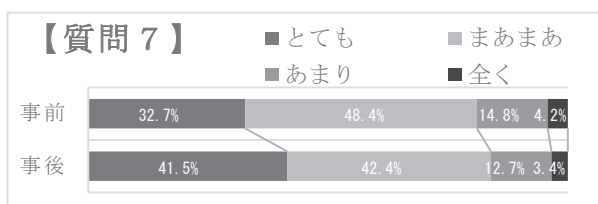
(1) 主体的に表現する力の向上

本研究では、『主体的に考える活動』を行うために、自己の考えを他者と話し合いや議論する時間をつくり、それぞれの考えを書かせる場面を多く設定するなどの指導法の工夫を行った。

その結果、「【質問6】これまでの理科の授業で自分の考えを他の生徒や先生に伝えることができましたか。」に対して肯定的に回答した生徒が37.0ポイント、「【質問7】これまでの理科の授業の友だちの考えを聞く場面で、その考えを理解することができましたか。」に対して肯定的に回答した生徒が15.5ポイント、

「【質問8】これまでの理科の授業で、他の生徒の考えを参考にすることができましたか。」に対して肯定的に回答した生徒が26.0ポイントと、それぞれ増加が見られた。



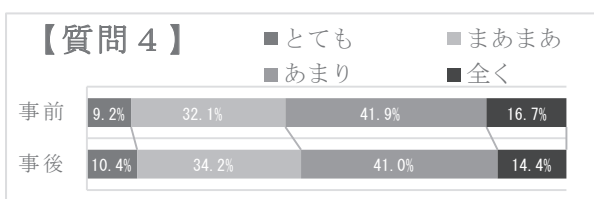
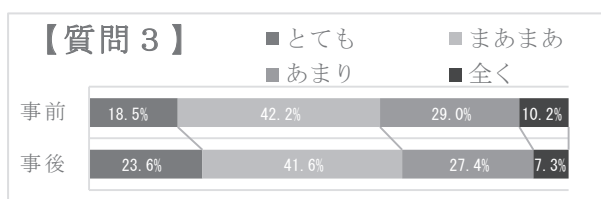


【質問 7】【質問 8】については、本研究以前にも高い値を示していたものが、さらに増加し、【質問 6】については、本研究を通して大きく増加している。

つまり、従来の授業においても他者の考えを聞くことで、自己の考えを深めることはできていたものが、本研究における『主体的に考える活動』のうち、「他の考えとの共有」する場面を多く設定したことで、これまでより主体的に自己の考えを表現する力が伸びたと考えられる。

(2) 科学的な思考力の向上

生徒の科学的な思考力を高めるために、『主体的に考える活動』として、授業においてワークシートに考えるテーマを与え、自己の考えを構築する時間をつくり、他者と議論や話し合いにおいて、考えを共有し、再び自己の考えを深め、まとめることで自己の論理を完成させるサイクルを多く設定した。その結果、「【質問 3】「考えること」は好きですか。」に対して肯定的な回答をした生徒が 17.2 ポイント、「【質問 4】考えることは得意ですか。」に対して肯定的に回答をした生徒が 10.1 ポイント増加した。



【質問 4】については本研究以前において、最もポイントが低いことから多くの生徒が考えることを苦手と感じている。しかし、本研究を通し、生徒が『主体的に考える活動』を多く取り入れ積み重ねていくことで、論理を構成する力が身に付き、考えることに充実感や自信をもつことができるようになった。

また、下のワークシートの例のように、9月と12月と比較して、「自分の考え」を書いた内容が大きく変容している。動物のなかま分けについて、自分なりに考えたものである。

9月

(ほぼ白紙で自己の考えが記入できていない)

12月

- ① 住んでいる場所でなかま分けをする。
 - ・水中 ・陸の上 ・空中
- ② 足の本数でなかま分けをする。
 - ・2本 ・4本 ・0本(ヒレなど)

このことから、『主体的に考える活動』を通して科学的思考力が向上したと考えることができる。

3 本研究の課題

自己の論理の完成させるための十分な時間の確保

検証授業の課題にもあるように、『主体的に考える活動』において、自己の考えの構築する場面、他の考えとの共有する場面を設定し、授業の中で十分な時間をとることができたが、自己の論理の完成を行う場面を設定してはいるものの、時間が十分にとられないまま授業が終わってしまうことが多かった。そのため、「【質問3】「考えること」は好きですか。」、「【質問4】考えることは得意ですか。」に対して肯定的に回答をした生徒は増加したものの、全ての質問の中で伸びたポイントは低いものと思われる。

課題解決の手立てとしては、自己の考えの構築、他との考えとの共有、自己の論理の完成というステップを無理に1時間の授業に入れるのではなく、1単位時間の中に位置付けて計画しても良いと考えられる。また、作業や実験と主体的活動の両立は時間的に難しいため、事前や事後に行う方が良いと考えられる。

4 本研究の今後の展望

(1) 科学的な関心・意欲の向上

本研究を通して、「【質問1】理科の授業は好きですか。」、「【質問2】観察や実験を行うことは好きですか。」についてもポイントが増加している。

『主体的に考える活動』を通して、生徒自身が問題解決のために自ら進んで考えることで授業に充実感を感じ、科学的な関心・意欲も伸びているのではないかと考えられる。

(2) 自己の論理を活用する力の向上

本研究を通して、「【質問9】理科の授業で学んだことは日常生活で生かされていると思いますか。」、「【質問10】身のまわりで起こっている現象などを、理科の知識を使って説明できることがありましたか。」についてもポイントが増加した。

授業の中で、自己の考えを深めたり、他者と話し合ったり、議論する機会を増やすことで、その知識を活用する力や日常生活に結び付けて、科学的に表現する力を伸びたものと推測する。

以上、『主体的に考える活動』を通して科学的な思考力が高まりが確かめられた。これらが自然科学に対する関心・意欲・態度や、既習事項の日常生活への活用にどのような効果をもたらすか、研究を継続していくことで、さらなる教育活動への還元が期待することができる。

平成28年度 教育研究員名簿

中 学 校 ・ 理 科

学 校 名	職 名	氏 名
港 区 立 高 松 中 学 校	主任教諭	菊地 孝枝
江 東 区 立 深 川 第 五 中 学 校	主任教諭	橋田 直隆
葛 飾 区 立 一 之 台 中 学 校	主任教諭	◎ 河野 晃
江 戸 川 区 立 春 江 中 学 校	主任教諭	酒井 優
調 布 市 立 調 布 中 学 校	主任教諭	中尾 知之
福 生 市 立 福 生 第 二 中 学 校	教 諭	○ 高崎 紀昭
武 蔵 村 山 市 立 第 五 中 学 校	主任教諭	有沼 賢二

◎ 世話人

○ 副世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部義務教育指導課
指導主事 榎本 卓也

平成28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28年度第142号〕

平成29年3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) 5320-6849
印刷会社 株式会社オゾニックス