

# 主体的に探究する力を育てる発展的な理科学習の指導方法の工夫

唐津市立切木中学校 教諭 野崎 征久

## 要 旨

本研究のねらいは、生徒が、発展的な学習の中で、主体的にかかわり、自ら考え、自ら学ぼうとする力を育てるための、個に応じた指導方法及び支援の在り方を明らかにすることである。その手立てとして、各時間の終末に行う自己評価を用い、生徒一人一人の疑問を解決できる観察・実験を設定した。また、実験前に交流活動の場を設定し、問題意識を高め、観察・実験を行わせた。その結果、生徒は交流活動を通して、漠然としていた疑問から学び合いが活発化したことで、探究意欲が増し、具体的な問題意識をもたせることができた。さらに、実験課題に対して主体的に探究し、疑問を解決しようとする姿が見られた。

<キーワード> 個に応じた 発展的な学習 疑問を解決できる観察・実験 問題意識の高まり

### 1 主題設定の理由

学習指導要領には「科学的に調べる能力と態度を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う」ことが明記されている。これらを育てるためには、単に知識を覚えたりするだけでなく、探究的な学習を通して得られる資質・能力の向上が必要である。理科の授業の中では、観察・実験には、積極的に取り組む姿勢が見られるが、科学的に追究する活動までできていないことが多い。また、学習する中で生じた疑問などが解決されないで、残ったままになっていることもしばしば見られる。こうした、科学的に追究する姿勢を育てたり、生徒の疑問などを解決したりするために、発展的な学習を取り入れることが有効であると考え。

主体的な学びを実現するためには、生徒が生き生きと活動し、学習に充実感をもたせることが大切である。そのためには、観察・実験前の問題意識を高め、生徒の探究する気持ちを喚起させていき、観察・実験を自分で確かめる探究的な学習を取り入れることが必要である。単元の終末に、発展的な学習を位置付け、個に応じた観察・実験を行わせることで、生徒の主体性や探究する力を伸ばしていけるのではないかと考え、この主題を設定した。

### 2 研究の目標

単元の終末に行う発展的な学習の取組みを通して、主体的に探究する力(自ら考え、自ら学ぼうとする力)を育てる指導の在り方を探る。

### 3 研究の仮説

個に応じた指導をするために、発展的な学習の中で、生徒の疑問に応じた観察・実験を設定し、それを解決させる時、段階的に交流活動を取り入れていけば、生徒は自ら考え、自ら学ぼうとする力(問題意識をもって観察・実験をする力)を育てることができるであろう。

### 4 研究の内容と方法

発展的な学習の内容を吟味し、生徒の疑問に応じた観察・実験の設定を行う。

仮説を検証するために、「身の回りの物質」(第1学年)と「化学変化と原子・分子」(第2学年)で授業を行い、主体的に探究する生徒の変容の検証及び考察を行い、成果と課題をまとめる。

## 5 研究の実際

### (1) 問題意識を高める観察・実験の構想

理科の学習では、生徒が観察・実験の課題を主体的に探究していく過程の中で、科学的な知識や概念を身に付けていくことが大切である。生徒が主体的に探究しようとするためには、生徒自身が「自分で問題を見付け解決したい」という問題意識をもつことが必要である。言い換えると、生徒自身が、問題を自分のものとして受け止めることである。そこで、生徒一人一人が、直接体験できる観察・実験において、問題意識を高め、主体的に探究していくような授業の改善を図る必要があると考える。

### (2) 主体的に探究する力を育てるための要因及び授業改善の視点

観察・実験では、自ら探究しようとする強い意欲をもち、既習の知識や手法を用いた課題解決的な学習にすることが大切である。課題解決の過程の中で基礎・基本的な内容が強化されたり、発展的な内容の課題解決的な学習にも対応したりしていくものであると考える。

そこで、本研究では、主体的に探究する力の要因を「探究意欲」「問題を見いだす力」「問題を解決する力」ととらえ、発展的な学習の中で、個に応じた観察・実験を設定し、解決させることでこれらの育成を図りたい。

上記の3つの要因は相互に働き、一体となって学習活動が展開される。つまり、主体的に探究する活動にするためには、実験前の探究意欲を喚起させ、具体的な問題意識をもたせ観察・実験を行うことが大切となる。そこで、授業の改善の視点を次の3点で考えた。

- ・ 個に応じた観察・実験の設定(探究意欲の向上)
- ・ 同じような疑問をもつグループ編成(探究意欲の向上, 問題を見いだす力)
- ・ 交流活動(探究意欲の向上, 問題を見いだす力, 問題を解決する力)

### (3) 実践化への手立て

#### ア 個に応じた観察・実験の設定

生徒の疑問などを解決できるような観察・実験の設定を行った。以下その手順を述べる。

毎時間の自己評価の時、その時間の疑問点と追究したい点を記録させる。

小単元終了後、の自己評価を基に、クラス全体の疑問点を「a 未解決な疑問」、「b もう一度確かめたい疑問」、「c 発展的な疑問」に分け、実施可能な観察・実験を考える。

a, bの実験内容は、教科書などを中心に同じ内容で材料を変えたり、条件を変えたりした課題を設定する。cの実験内容は、日常生活と関連させたり、未習の方法を取り入れたりする。それぞれの観察・実験内容は、できるだけ結果が正確に出るものが望ましい。また、安全性にも配慮し、解決できる疑問点の絞り込みを行う(図1)。

単元終了後、それぞれの小単元のコース、実験課題、観察・実験内容をまとめた一覧表を用意して生徒に提示し、グループ編成に活用する。

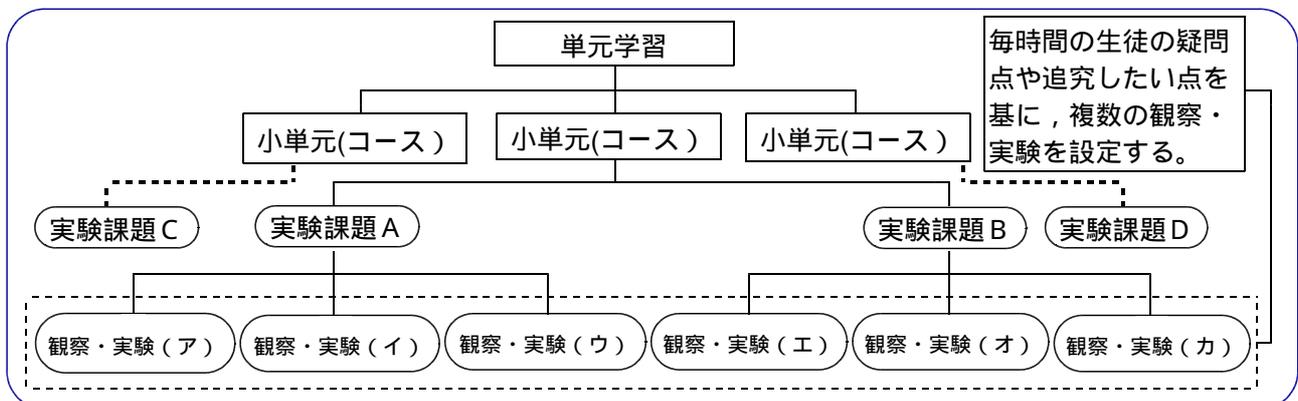


図1 個に応じた観察・実験

## イ 同じような疑問をもつグループ編成

単元終了時に、自己評価の記録を振り返らせ、イメージマップで疑問点を整理させ、この単元での一番の疑問点や更に追究したい点を決めさせる。それを基に、準備した観察・実験のコース及び課題まで決めていく。複数の疑問や更に追究したい点をもつ場合や興味・関心によって観察・実験のコース及び課題を決める場合があるので、生徒との相談活動を行い、決めていくことが大切である。そして、共通した疑問をもつ2～5名のグループにし、実際に行う実験内容を決定させる。

## ウ 交流活動

生徒一人一人が抱いた疑問点や発想が十分に生かされ、活発な交流活動にするために、イメージマップ法(単語連想法)を用いる。小單元ごとの学習後に、個人でイメージマップの作成を行い、学習を振り返らせる。個人の疑問点や追究したい点をグループの中で出し合い、テーマを設定させる。次に実験内容のテーマに沿って、グループでイメージマップを作成させる。この時、意見を出し合い、交流させることで、共通の問題意識をもたせるようにする。次に、実験前の予想を個人で立てさせる。個人の予想をグループで話し合わせて、予想の修正や実験計画を立てさせ、選択した実験を追究させる。実験後、実験結果をグループでまとめさせ、考察させる。最後に、グループで実験前に作ったイメージマップに新たな発見や分かったこと等を付け加え、学習を振り返らせる。

## (4) 授業構想

以上のことを踏まえ、図2のように、学習過程を考えた。個に応じた観察・実験により内発的動機付けを行い、グループの交流活動を通して問題意識を高めさせる。各グループで選択した実験内容を協力して探究させることで、課題を解決させていきたいと考える。

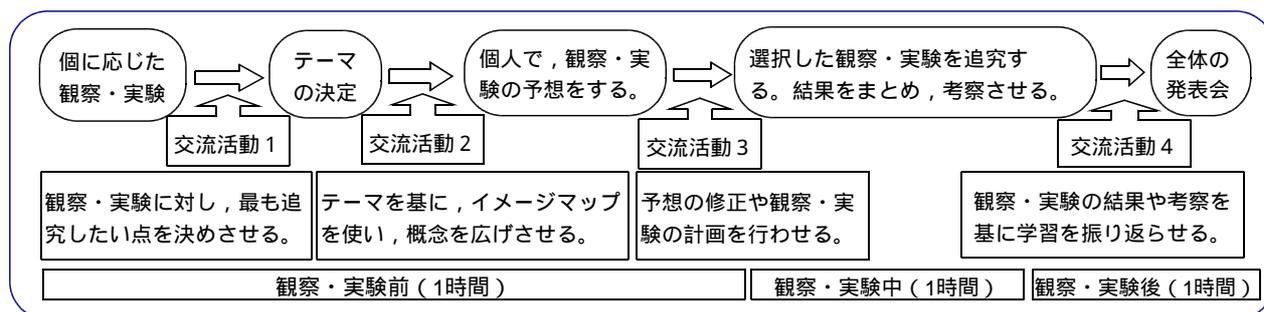


図2 交流活動を取り入れた授業構想

## (5) 検証授業の実際

### ア 個に応じた観察・実験の設定

第1学年「身の回りの物質」の単元における、個に応じた観察・実験の設定について述べる。

「身の回りの物質」の中の小單元「状態変化」が終了後、まず、自己評価による疑問点と追究したい点について記録させた。その記録を基に、a未解決な疑問、bもう一度確かめたい疑問、c発展的な疑問に分け、それらの疑問に対して、実施可能な観察・実験を設定した(表1)。

表1 クラス全生徒の「状態変化」の学習後における疑問点及び準備した実験内容

番号	クラス全生徒の疑問(疑問の種類)	準備した実験内容
1	口ウが液体になる時なぜ、体積が小さくなるのか (3名)(c)	1 ドライアイスを入れたビニール袋に入るとどんな変化が見られるか
2	状態変化の体積変化がよく分からない (2名)(a)	
3	エタノールを袋に入れた実験を他の物質で調べたい(1名)(b)	
4	様々な物質で固体⇄液体に変化する実験をしたい(1名)(b)	2 ドライアイスを入れた水中に入れ、どんな変化が起こるか調べよう
5	気体とは一体、どんな状態か (1名)(a)	
6	水は氷になる時なぜ、体積が大きくなるのか (2名)(c)	今回は、実験を見送った疑問他にドライアイスを入れた風船に入れ質量を計り、その後、質量は変化するかという実験内容も準備した。

表1の番号1～5の疑問については、身近にある物質で、状態変化を起こしやすい物質であるドライアイスを使用した。ドライアイスは、固体から気体への状態変化を観察することができることや第

2 学年での霧の発生の実験でも使用する物質である。また、次の小単元「気体の性質」でも、二酸化炭素の性質調べで活用できる。「水溶液の性質」では、二酸化炭素が水に溶け、酸性を示すことから中和の実験にも使用することができる。このように、ドライアイスは単元を通して使用できる素材であり、実験後のまとめを発表する際にも、それぞれの実験を関連付けることができるなど利用価値が高い素材である。表 1 の番号 6 の疑問については、粒の概念を取り入れて、大きさの異なるビー玉を使用した観察・実験を考えてみた。しかし、物質の三態において、粒の並んだ状態の理由を説明するためには、粒の運動の様子を理解させる必要があることから、今回は観察・実験からはずした。同様に、「気体の性質」「水溶液の性質」についても実験課題に応じた観察・実験を設定し、単元全体の観察・実験を設定した(表 2)。

表 2 グループの実験課題に応じた観察

小単元のコース	実験課題(グループ)	観察・実験
状態変化調べ	ドライアイスの状態変化	ドライアイスの状態変化による実験 1: 体積変化, 実験 2: 質量変化など
気体の性質調べ	気体 X (窒素) 調べ	気体ボンベ(窒素)の中の気体の性質を調べる
	身近な物質による気体の発生	発砲入浴剤, オキシドール(レパー), ベーキングパウダーと酢, ドライアイスと水から選択
水溶液の性質調べ	アンモニアの噴水	塩化アンモニウムと水酸化ナトリウムによるアンモニアの発生
	酸の強さ調べ	スポーツ飲料, 持ってきた水溶液, トイレ用洗剤, 食酢を身近なアルカリで中和
	リトマス紙の変化の原因調べ	酸の中に金属を入れ, 水素を発生, リトマス紙の電気泳動(旧教科書内容)
	5つの水溶液の識別	アンモニア水, 砂糖水, 食塩水, 炭酸ジュース, うすい塩酸の識別, 指示薬: B T B 液, リトマス紙, ブドウジュース, 紫キャベツ液などから選択

イ 相談活動によるグループ決定

単元終了後、この単元で最も追究したい点や疑問点を振り返らせ、観察・実験をまとめた一覧表を基に、発展的な学習

資料 1 相談活動をした生徒の疑問

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 なぜ、液体から固体になる時に体積が減るのか(c)</li> <li>2 水は氷になる時になぜ、体積が大きくなるのか(c)</li> <li>3 リトマス紙はなぜ、青⇔赤に変化するのか(c)</li> </ol> <p>( )は疑問の分類を示す。</p> |
|---|

で行う課題を決め、同じ課題の生徒でグループを作っていく。この時、疑問点や追究したい点が複数出たり、小単元にまたがったりすることがある。また、興味・関心から実験課題を決めることがあるので、相談活動を行い課題を絞らせ、グループを決定させる。資料 1 は相談活動を行った発展的な疑問点を示したものである。この生徒は、3つの疑問点をもち、幾つかの小単元の内容を含んでいた。相談活動をする中で、状態変化の中でも状態変化の体積の変化について多くの疑問点をもっていることが分かったので、ドライアイスの状態変化の実験課題を勧めた。

資料 2 交流活動 3 による予想の修正

<p>自分のテーマ(アンモニアの噴水)実験を絶対成功させ噴水を見たい。</p> <p>個人の予想</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アンモニアの発生量を増やすと成功すると思う。</li> <li>グループで交流後の予想</li> <li>・ 塩化アンモニウムの量が少なかったのではないか。</li> </ul> <p>だから、塩化アンモニウムの量を増やすと成功すると思う。</p>
--

ウ 交流活動による問題意識の高まりと振り返り活動

交流活動 1 においては、個人の最も追究したい点を基に、交流活動によるテーマ設定を行った。同じような疑問をもつグループ構成だったので、グループ内の話し合いが活発になり、観察・実験に対するテーマも比較的容易に設定することができた。交流活動 2 においては、イメージマップの作成を取り入れた。学習前に個人で、イメージマップの作成をさせたが、広がりのあるものをあまり作ることができなかつた。そこで、グループでの作成の時、大きなボードと付箋を使い、次のような工夫をした。

ボードの中央に交流活動 1 で設定したテーマを書き、その回りに 4 つの視点(身の回りのもの、観察・実験にかかわること、環境への影響)を加えた。また、思考が止まっている時は、「例えば」「どのようにして(方法)」「どうして(原因)」「なぜ(理由)」という言葉で補い、広がりをもたせるようにした。すると、次第にグループ間で交流活動が活発になり、次々に言葉を付箋に書き込み、ボード上に貼ることができるようになった。また、ボード上の付箋を移動させながら言葉をつなげることができた(図 3 実験前)。個人のイメージマップは、あまり広がりをもたできなかったが、交流活動で広がりのあるイメージマップを作成することができた(図 3 実験前)。さらに、交流活動 3 において、個人で実験の予想をさせると資料 2 に見られるように、具体的な実験の予想や方法等を書くことができる

ようになった。個とグループの学び合いが活発化したことで、探究意欲が増し、具体的な問題意識をもたせることができた。

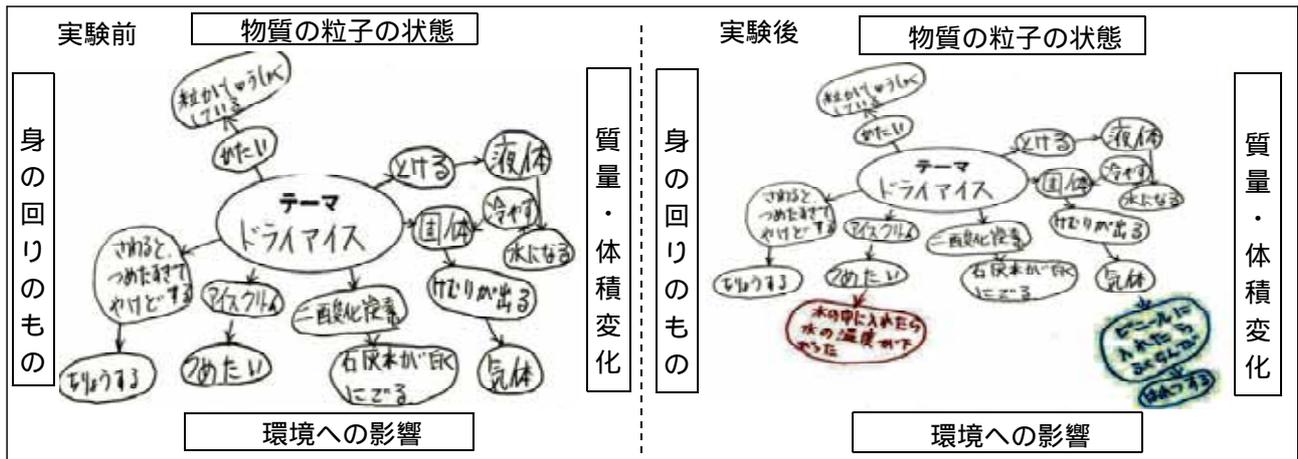


図3 グループによるイメージマップ(状態変化)

交流活動4では、交流活動2で作成したイメージマップを基に、学習を振り返り、新たな発見や分かったことを付け加えさせた。実験結果を交流して振り返ることで、図3(実験後)のように、新しい言葉を付け加え、イメージマップを広げることができた。同じイメージマップを活用することで、実験前の考え方を想起させることができる。更に、実験結果と関連付けることで、学習全体を振り返らせることができる。

(6) 検証授業の考察

ア 個に応じた実験内容の有効性について

生徒が行った観察・実験について自己評価させた。図4にあるように自分の疑問を解決できたとした生徒の割合が、9割程度であった。それは、図5に示すように、各グループの実験内容が適切であったことや同じグループの交流活動等で、協力して何度も繰り返し観察・実験に取り組んだことができた、達成感や成就感を得ることができたためだと考えられる。これは、実験前に生徒一人一人の抱える疑問を考慮し、個を伸ばすために観察・実験を工夫したことが大きく影響したと言える。また、図4の示すように「自分の疑問を解決できる実験をまたやりたいか」について、生徒は「またぜひやってみてみたい(16名)」「できるだけやってみてみたい(11名)」であった。理由として、「自分の疑問をもっと調べて、分からなかったことが分かると楽しい」「疑問をどんどんなくしたい」などがあり、次の学習への意欲も高まっている。また、生徒のアンケートより同じ疑問をもつグループ分けについて、「非常によいと思う(約6割)」「よいと思う(約3割)」であった。理由として、「同じ目的なので分からないことがあれば、一緒になって考えてくれたり、教え合うことができた」のように課題解決に向けて、協力し学習を深めることができたためであると思われる。

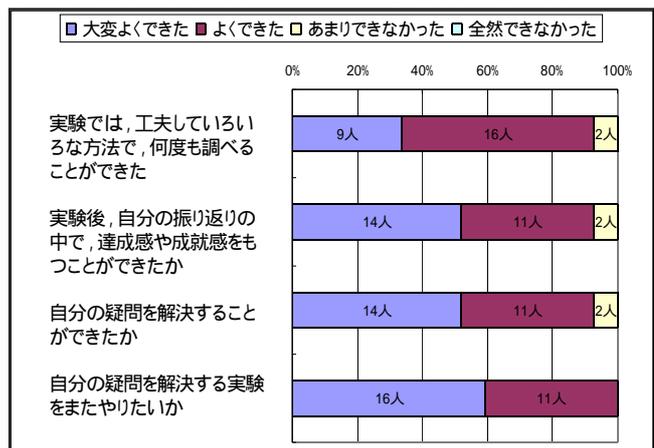


図4 実験後の疑問の解決についての自己評価

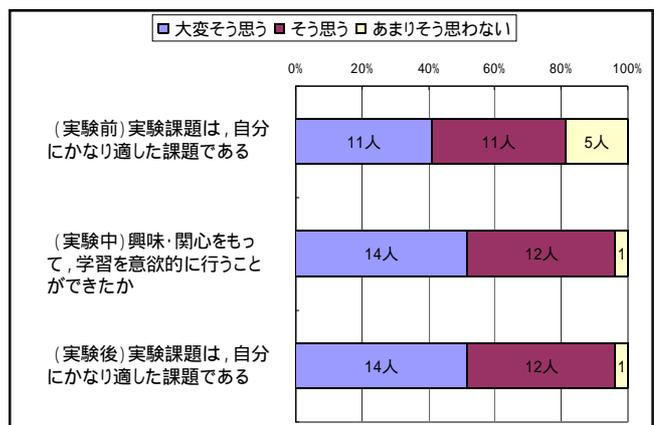


図5 観察・実験についての自己評価

## イ イメージマップの有効性について

図6に示すように、実験前は、それぞれの小単元に関する言葉を3個以下しか書けなかった生徒が、15名であったが、書けた言葉の後に、「例えば」「どのようにして(方法)」「どうして(原因)」「なぜ(理由)」を付け加えると、言葉の広がりが出てきた。実験後は、24名の生徒が、7個以上の言葉をつなげることができるようになった。また、付箋を使用することにより言葉の関連を考える時に、手軽に場所の移動ができ、言葉のつながりを幾つも考えさせることができた。それは、個に応じ観察・実験を行っ

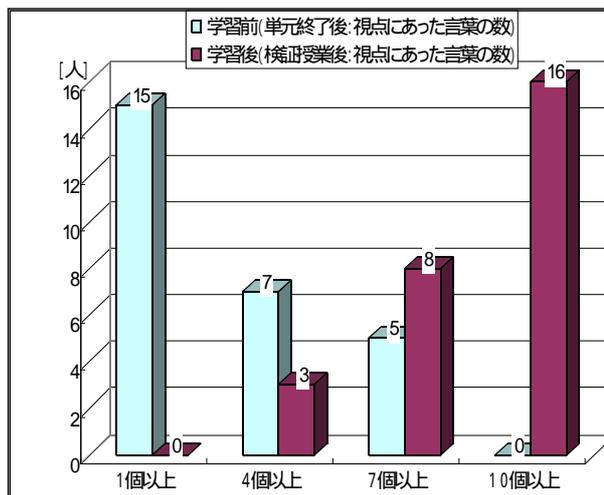


図6 イメージマップ(個人)分析表

たことや同じ疑問をもつグループで交流活動をさせたことで、協力して学ぶことができた成果だと言える。その後、個人でテーマを具体的に書かせると「ドライアイスは何でできていて溶けたらどうなるか」など約八割の生徒が、自分の行う観察・実験に対して、具体性のあるものが書けていた。実験後、個人で、再度イメージマップを作成させ、学習したことを基に、広がりのあるものを作ることができた。

下に示した資料3は、検証授業で、個に応じた観察・実験を実施した後の生徒の感想である。段階的に交流活動を取り入れ、問題意識をもって観察・実験を追究したことで、自分の疑問を解決することができ、理解を深め、満足感が得られたようである。単元のまとめの段階で、個に応じた観察・実験を行ったことが、自ら考え自ら学ぼうとする力を養うことに有効であったのではないかと考える。

### 資料3 実験後の生徒の感想

- ・ 教科書には答えがないので、自分で調べていかなくてはならなかったから、よく考えて実験ができた。
- ・ 自分で実験方法を考え、自分で実験を一生懸命調べることができて、とても分かるようになった。
- ・ 分からないことを深く追究すれば、理解できることが分かった。
- ・ 疑問にあった実験をその人に合わせてやっていたので、自分の分からない所がよく分かった。
- ・ 自分たちの疑問を解決するための実験だったので、分かるようになった。

## 6 研究のまとめと今後の課題

### (1) 研究のまとめ

ア 個に応じた観察・実験は、自分の問題としてとらえることができたので、主体的な探究活動を行うことができた。また、同じ目的をもつグループを編成をしたことで、より協力して実験を行うことができ、疑問の解決にもつながったと言える。

イ グループ内で具体的なテーマもつことで、観察・実験の予想や計画をスムーズに立てることができた。グループでのイメージマップづくりは、生徒の多様な発想や参加意識を喚起することができ、問題意識を高めるために非常に有効な手段であるということが分かった。また、実験後に学習活動を振り返らせることにも有効であった。

### (2) 今後の課題

ア 個に応じた観察・実験を行うためには、日頃から観察・実験の技能を習得させておく必要がある。

イ 実験後のイメージマップの活用法について工夫する必要がある。

ウ 各実験のまとめを発表させる時は共通して使えるモデルやキーワードなどを設定する必要がある。

### 《参考文献》

- ・ 江田稔編 『中学校理科課題学習・選択学習の事例集』 1996年 明治図書