

高 等 学 校

平成 2 3 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	2
III	研究の仮説	3
IV	研究の方法	4
V	研究の内容	6
VI	研究の成果	21
VII	今後の課題	23
	巻末資料	24

研究主題	<b>科学的な思考力・判断力・表現力を育成する ための指導法の開発</b> ～「既習事項の確認・興味関心の喚起・思考する場面提供」の流れによる目標の達成～
------	--

## I 研究主題設定の理由

### 1 高等学校理科学習指導要領改訂の基本的な考え方

平成 18 年実施の PISA 調査や平成 19 年の全国学力・学習状況調査の調査結果では、相当数の子供たちが基礎的・基本的な知識・技能をおおむね身に付けているものの、習得した知識・技能を活用して課題を解決する力に関しては、十分に身に付けられていないことが示された。これらの現状を踏まえ、中央教育審議会から平成 20 年 1 月に出された「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）」では、学習指導要領改訂の基本的な考え方を、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」、「思考力・判断力・表現力の育成の重視」、及び「学習意欲の向上」として示し、さらに、理科学習指導要領改訂の基本的な考え方として、①基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着と探究的な学習活動をより一層充実する。②基礎的な科学的素養を幅広く養い、科学に対する関心をもち続ける態度を育てる。③急速な進展に伴って変化した内容については、その変化に対応できるよう学習内容を見直す。ことが挙げられており、今後、我々が理科の教育活動を行うに当たり留意していく必要がある。

### 2 研究主題設定の理由

平成 18 年実施の PISA 調査における質問紙による調査結果では、我が国の生徒は、読解力を必要とする問題や記述式の問題に対して無回答であったり、考えようとしないうちもいたりするという報告がある。この報告に関しては、我々も日常行っている定期考査や小テスト等において実感することがある。科学を学ぶことは、周囲を取り巻く自然現象の中から、「なぜ?」「どうして?」といった疑問を見いだすことから始まり、観察や実験を通して規則性及び法則性を明らかにしていくことである。しかし、子供の自然体験活動の不足の現状として、平成 16 年川村学園女子大学子ども調査研究チームが行った「子ども達の体験活動等に関する調査研究」によれば、日の出や日の入りを見た事が無い者が 50.7%、海や川で魚釣りをした事が無い者が 47.4%、湧き水を飲んだ事が無い者が 53.4%であり、昭和 59 年に青少年教育活動研究会の調査結果に比べて自然体験活動の経験の減少が示されている（※1）。実際に授業の中で、なぜ空は青いのか、なぜ雲は白いのか、なぜ虹は 7 色（本来は無彩色であるが）なのかといった身の回りの自然現象に興味関心をもたない生徒がいることが確認されている。

また、日頃の授業において、既習事項や基礎的・基本的な「知識・理解」の習得の状況を十分把握しないまま生徒たちに「思考」させる活動を行ったり、仮説を立てることや実験で観察される事象を授業者が誘導し、授業の中で生徒自身が十分に考える場面を用意できていなかったりする実態もある。また、平成 18 年実施の PISA 調査では、理科の授業に関する生徒の意識調査の結果からも、我が国の生徒は、「自分の考えを発表する機会」、「授業中に討論する機会」、及び、「実験結果からどのような結論が得られたかを考察する機会」をあまり与えられていないという結果が出ている。

我々は、平成 24 年度の理科新学習指導要領先行実施にあたり、思考力・表現力・判断力を育

むために行う指導として、既習事項の確実な定着と、授業で獲得した新たな知識や観察・実験で得られた結果から分かる結論や法則、規則性を思考し、自分の言葉で発表する力の育成が必要であると考え、その具体的な指導方法の開発を主題として研究を行った。

## Ⅱ 研究の視点

我々は、読解力や記述力を必要とする問題に対する無回答の生徒が多いという報告に注目し、自分たちで記述力と読解力を確かめる24ページにあるようなオリジナルな検証問題（以降、「自作検証問題」と呼ぶ）を作成・実施し、その実態を調査した。この自作検証問題は二つの問からなり、問1は単語で解答する形式、若しくは選択肢から選ぶ形式であり、問2は問1で答えた理由を記述させる形式である。この調査から、問1は答えられるが、問2は答えられない生徒が多数いるという実態が明らかになった。我々は、教科書等に記述されている内容をそのまま解答することはできるが、自らが思考・判断を経た上で獲得した知識ではないために、根拠やその現象を具体的に答えられないのではないかと分析した。従って、授業で学習した内容を自分の知識として身に付け、活用することができる力を育む必要があり、そのために必要な学習活動がどのようなものであるかについての研究を行った。

### 1 思考力・判断力の育成

思考力・判断力は客観的な事実に基づいて科学的思考をする機会を作ることで育むことができると考えた。自然科学の本質は、自然と向き合うことであり、理科の学習活動の中では、生徒が思考や判断を経た上で知識の獲得がなされる。理科は、暗記科目、結果は覚えるものと思っていた生徒や、教科書の内容や学習活動から得られた結論だけが正しいと思っていた生徒も、客観的に自然の観察や観測を通して事実を受け止めることができれば、自然の仕組みの偉大さに素直に感動できるであろう。答えを求めるのではなく、科学的な思考をする過程に価値があることに気付く。普段の学習活動の中でも、「仮説」を立て、常に「なぜ？」を意識させることにより、生徒一人一人が自ら思考や判断を行う場面を増やすことができる。自然に対する「なぜ？」という疑問が常に生徒の中に生み出されるようになれば、自然科学への興味・関心の高まりとともに、主体的な授業への参加が期待できる。

### 2 表現力の育成

表現力は、生徒自身の思考の過程を振り返る機会を作ることで育むことができると考えた。疑問点を見付け、結論に導くというプロセスは、頭の中で考えさせる活動だけでは十分に育成できない。よって、結論に導くプロセスを育むには、自らが行った観察・実験の成果を他者に自分の言葉で伝達し、また、他者の成果に耳を傾け、自分の考えた内容を再度吟味し、自分の言葉で表現し直す場面が必要である。自分の考えを他者に伝達するという行為は、自身の思考を論理的に整理しておかなければできない。表現力を高めることで、思考力をも同時に高めることになる。また、他者の成果に耳を傾けた上で、自身の考えと比較して新たな視点を見付けるといった活動は、思考力・判断力をも必要とする。つまり、表現力は、思考力・判断力と相互作用しながら育まれていくのである。生徒の表現力を高めることができれば、クラス内でも、テーマに沿った協議が活発となり、記述式の問題に取り組みやすくなる。

このようにして、思考力・判断力・表現力の向上を図ることで、日々の授業の中で目的意識

※1) 「子供たちの自然体験・生活体験等に関する調査研究」(青少年教育活動研究会)(昭和59年)、  
「子どもたちの体験活動等に関する調査研究」(川村学園女子大学子ども調査研究チーム)(平成16年)

をもった観察・実験に取り組むことができ、科学的に探究する能力と態度の育成が期待できる。

### Ⅲ 研究の仮説

本研究では、科学的な思考力・判断力・表現力を育成するためのシステムとして「発表型授業」を考えた。この「発表型授業」は、次の一連のプロセスで構成させられている。

- 1 授業者が実験前に「仮説」を立てる場面を設定する。
- 2 仮説を基に観察・実験を行い、「結果」を出す。
- 3 観察・実験の結果を基に「考察」を行う。

この「仮説」→「結果」→「考察」のそれぞれのプロセスの中で、グループワークや表現活動を行わせる中で、科学的な思考力・判断力・表現力を養うことをねらいとする。この時に、重要なのは、生徒に授業前後の自身の思考の変化を経験させるために、授業者がグループワークや表現活動の「発表型授業」の最初と最後に、生徒が身に付けた学習内容を把握する質問を行い、生徒自身に身に付いていない学習内容を気付かせることである。各プロセスにおいて、グループワークや発表における活動を充実させることで、生徒は、自分の考えが変化することに気付く。本研究では、この思考の変遷を「思考の再構築」とした。

図1に示した「仮説」の場面では、生徒は、観察や実験の結果がどのようになるか仮説を立てる。仮説を基にグループで話し合いをし、グループで一つの仮説にまとめる活動を行う。グループワークを行う機会を設けることで、生徒は、各自が考えた仮説や結論に対する理由について話し合わなければならない。理由について話し合うことで、自らが思考・判断した内容を相手に分かりやすく伝えるための表現力を養うことにつながる。授業のまとめの部分で、生徒がグループで話し合ったことを全体に発表する。また、生徒が仮説を立てることは生徒が目的意識をもって観察や実験に臨むことにつながる。観察や実験の結果を予想することは、見通しをもった学習活動であり、科学的な思考力や判断力を育むことができる。

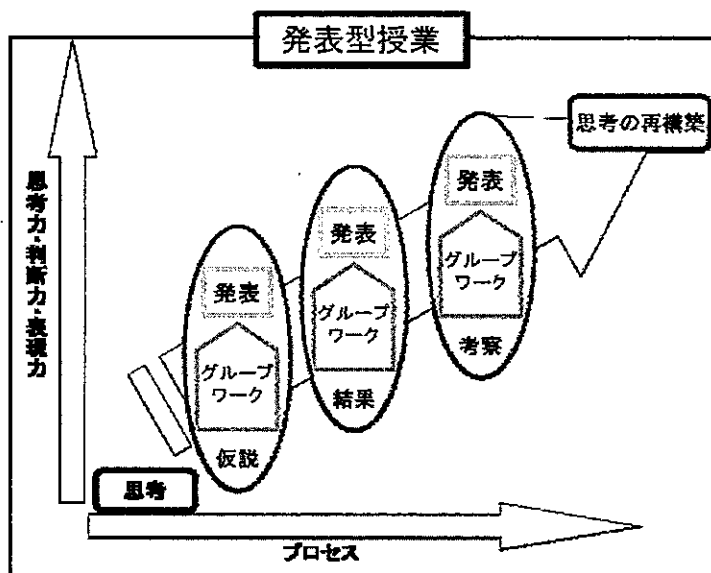


図1 発表型授業

「結果」の場面では、観察・実験から得られた結果についてグループワークを行い、全体に発表する。発表する機会を設けることは、他のグループの仮説、結果及び考察の内容に触れることができ、他人の科学的な見方や考え方を共有することにつながり、生徒が必要な情報を選別し、「考察」の場面へとつなげることは科学的な判断力の育成につながる。クラスメイトの前で発表する経験が不足している生徒にとって、グループで考えたことを自分の言葉で相手に伝えるように、相手が納得できるように表現する機会が貴重な経験となろう。

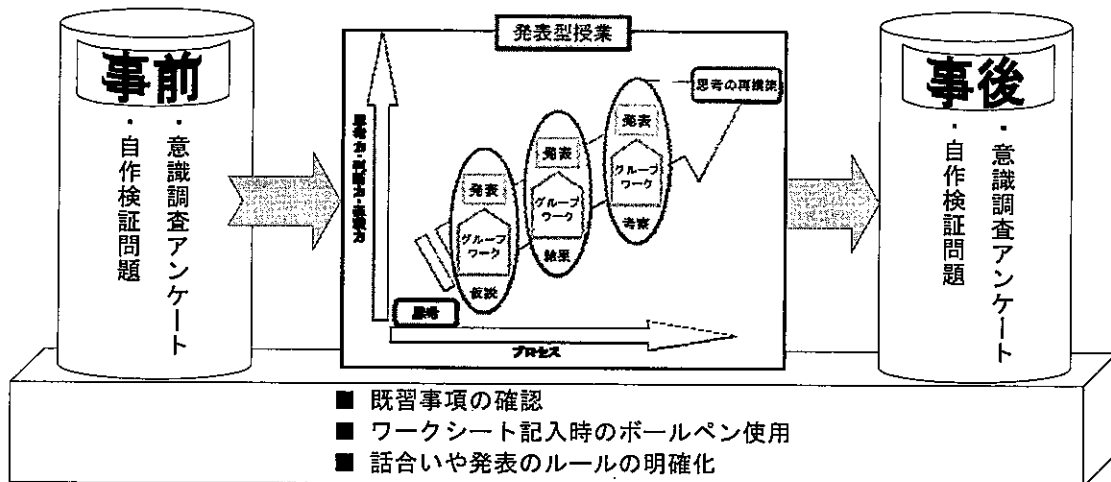
「考察」の場面では、生徒が予想した結果と観察・実験の結果についてグループワークをしながら考察する。最後に、生徒がグループで話し合ったことを、全体に発表する。これら三つ

の場面を設定することで、科学的に思考したり、判断したり、表現したりする機会が増えることになり、これらの力を育むことができる。

「思考の再構築」では、学習前後の自身の思考の変化を知ることができる。クラスメイトの意見及び発表、自身の思考、授業者の説明、観察・実験の結果、若しくは、様々な刺激及び情報を与えて問題意識をもたせ、自らの思考の変遷を知ることが、思考力・判断力の育成につながる。

#### IV 研究の方法

「Ⅲ 研究の仮説」で「発表型授業」と示したように、「仮説」「結果」「考察」の各プロセスにおいてグループワークと発表を実際の授業で行い、「思考の再構築」を行う。単元の前後で思考力・判断力・表現力が育まれたかどうかを検証する方法として、「発表型授業」実施前後に自作検証問題と事後意識調査アンケートを実施する。



##### 1 「発表型授業」と表現活動の実践

実践事例において、「発表型授業」を実践した時に行った具体的な方法は次のとおりである。

###### (1) 既習事項の確認

「発表型授業」の各プロセスにおけるグループワークを論理的なものにするために、はじめに生徒の基礎的・基本的な事項の知識の理解の状況を確認し、必要に応じて既習事項の確認を行い、思考・判断の材料として活用させるようにする。知識が定着していないまま、生徒に学習内容に対する思考や判断の活動を行えば、授業中の生徒の態度が消極的になり、授業者主導の授業になることが予想される。既習事項の確認は、授業中の生徒の学習活動を活発にすることができる。

###### (2) グループワークの導入

「発表型授業」の三つのプロセスのそれぞれの場面で、グループワークと発表の時間を作った。グループワークを行うねらいは授業者の説明を受身として聞くだけでなく、生徒一人一人が主体的に自分の考えを表現し、周りの意見や考え方を聞く機会を作ることである。他者に納得してもらえる表現をするという活動の中で科学的な表現力を身に付けさせる。全体の場では意見を言えない生徒でも自分の意見を表現しやすいように少人数でグループを作ることが効果的である。また、自分の意見と他者の意見を共有し、お互いの共通点と相違

点を確認しながら一つの結論を導く場面が出てくる。そのような過程で科学的な思考力や判断力を身に付けさせる。

### (3) 話し合いや発表のルールの特明確化

グループワークや発表を有意義なものとするために、生徒の状況に応じて話し合いや発表のルールを定め、はっきりと示す。例えば、話し合いのルールとして、「一人1回は必ず発言をする」「相手の意見を否定しない」などのことが考えられる。また、発表のルールは「文言を定型文に合わせて発表する」「共通の発表用の図に書き込んだものを示して発表する」などが考えられる。これらのルールを踏まえて話し合いを進めると、生徒は発表をしなければならない状況の中であっても、自分の意見の述べ方が示されているため、話し合いの活性化とともに、無意識のうちの科学的な思考を伴う学習活動を展開することができる。

### (4) ワークシート記入時のボールペン使用

生徒に、自分の考えた思考の過程を残させるために、ワークシートの記入の際に鉛筆・シャープペンシルなど消しゴムで消すことができる筆記用具を使用させず、ボールペンの使用を徹底した。このことにより、生徒は無意識のうちに、結論が出るまでの思考の過程を記録し、結論まで導き出せないときも、どこまで考えることができたかを記録することができる。最近の高校生はワークシートや答案を丁寧に書こうとする生徒が多く、結論以外の部分を消してしまったり、最後までできないと消して白紙にしてしまったりすることが多いが、ボールペンを使用することでこれを防ぎ、グループワークのための材料となる自分の考えがたくさん書かれたワークシートを作らせることができる。

## 2 効果の検証

### (1) アンケート調査

Q1.理科の授業でグループワークを行ったことはありますか？ Q2.理科以外でグループワークを行ったことがありますか？ Q3.グループワークを行った場合、意見を出すほうですか？ Q4.グループワークを行ったとき、相手の意見を聞いて、相手の意見に納得して、意見を変えたことはありますか？ Q5.グループワークの中で、自分の意見を相手に納得させるために、あなたならどのようなことをしますか？ Q6.話し合いをしたことを、クラスの前で代表として発表したことはありますか？ Q7.授業で観察や実験を行う際、実験操作の意味を考えながら行っていますか？ Q8.授業で観察や実験を行う際、結果を予想してから行っていますか？ Q9.グループワークを行う際、自分が意見を出しやすくなるには、どのような工夫があればよいですか？ Q10.以下の計算を行ってください。ただし、電卓等を使用してはいけません。 (1) $12 \times 34$ (2) $242 \div 44$	Q1.理科のグループワークに参加しましたか？ Q2.理科のグループワークでは意見や考えを出せましたか？ Q3.相手の意見を聞いて、自分の意見に納得して変えることはありましたか？ Q4.相手を自分の意見で、納得させて変えさせることはありましたか？ Q5.グループで話し合いを行うことで、今までよりも、予想や考察を行いやすかったですか？ Q6.グループワークを行った感想 Q7.定型文があることで、グループの代表として、発表しようという前向きな気持ちになりましたか？ Q8.実際に発表を行った生徒にたずねます。発表を行った生徒は発表してみて、今までよりもグループの代表として発表しやすかったですか？ Q9.どうやって答えを導き出したか、相手にどのように説明すれば伝わるか、分かりましたか？ Q10.このような形式の授業を、今後も取り入れてほしいですか？
---	---

図1 事前意識調査アンケート項目

図2 事後意識調査アンケート項目

「発表型授業」の前に図1、後に図2のような意識調査アンケートを実施する。このアンケートでは、事前にグループワークや発表の経験の有無、相手を説得させた経験の有無や工夫の具体例などを聞き、事後にはグループワークに参加できたか、自分の意見を変えたか、相手の意見を変えたかなどを聞き、「発表型授業」の前後でどのような変化が見られるかを検証する。

### (2) 自作検証問題

我々は、思考力・判断力・表現力を問う自作検証問題を作成し、「発表型授業」の前後で行い、「思考の再構築」を検証した。検証問題の素材は、現行学習指導要領下での中学校理

科の学習内容から任意に選ぶ。検証問題の構造は、大問1問の中に小問を必ず2問作るものとし、第1問は一言で解答できる問題、第2問は前問の解答の理由を問う記述式の問題とする。特に第2問は採点基準をあらかじめ本研究員間で協議し、思考力・判断力・表現力が備わっている解答のみを正解とするようにした。授業で行う問題は「発表型授業」で扱った科目や分野とは関係なく、また事前と事後で異なる分野でもよいこととする。これは、「発表型授業」を行うことで生徒の思考力・判断力・表現力が養われれば、どのような分野の問題であっても効果が見られるという考えに基づいて行うものである。実践事例で使われた問題は巻末資料参照

本研究の研究構想図を図3のようにまとめた。

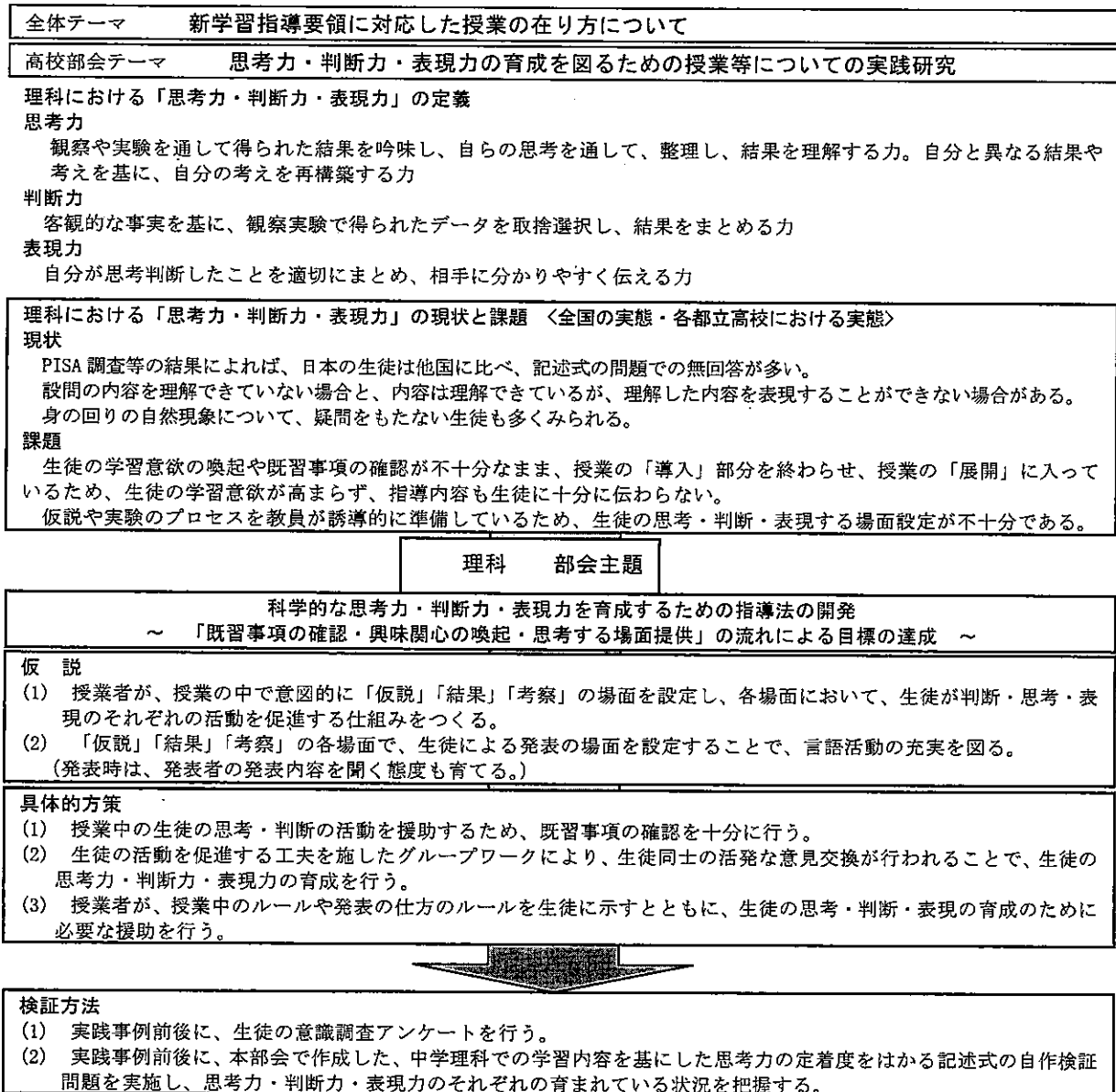


図3 研究構想図

## V 研究の内容

我々の視点に基づいた仮説と方法を検証するため、実践事例①（〔仮説→グループワーク→発



表][結果→グループワーク→発表][考察→グループワーク→発表]の一連の流れ)、及び、実践事例②(思考の再構築、ボールペン使用及び定型文による発表)を行い、「発表型授業」の有用性を確認するとともに、実際の授業で「発表型授業」を活用する際の留意点について議論を重ねた上で、実践事例Ⅰ～Ⅲの「発表型授業」を実施した。

### 1 実践事例① 物理

科目名	物理Ⅰ [物理基礎]	学年	2
-----	------------	----	---

#### 1 単元(題材)名、使用教材(教科書、副教材)

- ・題材名: (2) イ(イ) 音の干渉と共鳴 [(2) イ(イ) 音と振動]
- ・使用教材: 『高等学校物理Ⅰ』(三省堂)

#### 2 単元(題材)の指導目標

- ・固有振動数の意味、共振・共鳴の仕組みを理解する。
- ・弦・気柱の閉管・開管における定常波の様子を表現できる。
- ・気柱の開管中に生じる定常波には開口端補正が起こることに気付く。

#### 3 評価規準

	ア 関心、意欲、態度	イ 思考、判断	ウ 技能、表現	エ 知識、理解
単元の評価規準	① 音の伝わり方に関心をもち、意欲的にそれらを探究しようとする。 ② 音の干渉や共鳴に関心をもち、意欲的にそれらを探究しようとする。	① 音の発生や伝わり方を水やばねを伝わる波と関連付けて考察し、科学的に判断する。 ② 音の干渉や共鳴を水波の干渉と関連付けて考察し、科学的に判断する。	① おんさや振り子などを用いて波の基本的な性質を調べる観察、実験を行い、そこから得られた結果を的確に表現する。 ② 楽器やスピーカーなどを用いて実験、観察を行う方法を身に付け、そこから得られた結果を的確に表現する。	① 音は媒質中を伝わること、音の高さ、強さ、音色、ドップラー効果などについて理解し、知識を身に付けている。 ② 音の回折や干渉、気柱の共鳴などについて理解し、知識を身に付けている。

#### 4 単元(題材)の指導計画(4時間扱い)

時間	学習内容	学習活動	評価規準(評価方法)
1	・固有振動と共振・共鳴	・振り子の振動数が糸の長さで決まることを理解させ、糸の長さと同じ振り子だけが共振することを知る。	ア-②、ウ-①、エ-②
2	・気柱の共鳴(第二共鳴点の予想) [仮説]	・気柱は音が響くことを確認する。 ・気柱の第一共鳴点の観察を演示し、第二共鳴点の位置を予想させる。	イ-②、エ-②
3	・気柱の共鳴(第二共鳴点の観測) [実験]	・第二共鳴点の位置を観察する。	ア-②、ウ-①
4	・気柱の共鳴(開口端補正の発見) [考察](本時)	・第三共鳴点の観察を演示し、第一共鳴点、第二共鳴点の位置と比較して開口端補正を発見する。	イ-②、ウ-①、エ-②

#### 5 本時(全4時間中の4時間目)

##### (1) 研究の仮説に関して実践した内容の概要

気柱内の定常波に関する考察が中心となるため、既習事項である縦波の定常波の復習を十分に行い知識を定着させた上でグループワークを行う。定常波の説明はコンピュータによるアニメーションをプロジェクターでスクリーンに投影しながら説明を行う。答えを出すことに対しては積極的に取り組むことができる生徒が多いが、更に集中力を途切れさせることなく深く考えることができるよう授業展開の工夫を行う。探究心をもち科学的な思考力・判断力を養うため、グループワークを取り入れて考えさせる時間を授業内に取り入れる。また、グループワークの発表では、生徒たちの集中力を高めるため、発表内容をプロジェクターで投影しながら発表させる。グループワークの内容を発表させて表現力を育てるとともに、理

解の遅れている生徒が考えを深める材料とさせたい。

## (2) 本時の展開

過程	時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法 (ア～エ)
導入	15	挨拶、出欠確認 前時の学習内容の確認	授業プリントへの氏名と日付の記入を徹底する。 実験プリントを返却し、実験方法・結果を確認させる。	アー② 【行動観察】
		実験結果の確認	班ごとに気柱共鳴の第一共鳴点、第二共鳴点、第三共鳴点の結果を発表させる。 その際に、結果だけでなく、それぞれの共鳴点の位置関係を簡単に述べさせる。	ウー① 【発表】
展開	10	既習事項の確認	開口端、閉口端での反射、定常波のできる仕組み、周波数一定の場合は波長が一定であることの解説を行う。 理解を深めるために、ICT 機器を用いてアニメーションを提示する。	エー② 【ワークシート】
	10	実験結果の考察 (個人研究)  (班での検討)	最初に展開で発表した第一共鳴点、第二共鳴点、第三共鳴点の位置関係となる理由を班内で考えシートに記入させる。 班ごとに、個人で考えた内容を発表し合い、班としての考察をまとめ、発表シートに記入させる。 議論に集中できていない生徒には、記入や発表など、何らかの形で役割を与える。 議論が進まないグループには、ヒントを与えたり予想をさせたりするなど議論を促す。	アー② イー② 【ワークシート・行動観察】
	10	考察の発表	班ごとに考察結果を図に書かせ、実物投影機とプロジェクターを活用して発表させる。発表の際には、理由を付けて説明するよう指導する。 発表の仕方、発表の聞き方を指導する。	ウー② 【発表・行動観察】
まとめ	5	考察のまとめ  連絡事項、挨拶	積極的に考察をし、自分の意見を伝えることの重要性を伝える。気柱の開口端補正の仕組みについて、生徒それぞれの考え方から、正しい結論に導けるよう状況を見ながら説明する。 次回の予告をする。	エー② 【行動観察】

## 6 本時の振り返り

### (1) 既習事項の確認

今回の実践事例では、生徒が思考する機会を作るためにグループワークを重視した。しかし、既習事項の定着が不十分なままでは、グループワークを行っても生徒が十分に考えることができず、話し合いや議論が進まないのではないかと予想した。今回のグループワークでは、閉管の気柱にできる定常波を予測し、開口端補正を推測させることを目標として、既習事項である、開口端・閉口端での縦波の反射の様子、向きの異なる二つの進行波から定常波のできる仕組み、音波は周波数が決まると波長も一つに決まることを授業の始めに確認した。特に開口端、閉口端での縦波の反射の様子と向きの異なる二つの進行波から定常波のできる仕組みは ICT 機器を使用し、インターネットで現象を表す動画アニメーションを用いたことにより、短時間で生徒たちに印象付けることができたため、ねらいどおりグループワークを活性化することができた。

### (2) グループワーク

今回、グループワークの論点を明確化するために、あらかじめ気柱の図を入れてラミネート加工した記入用紙を用意した(図1、図2)。これはホワイトボードマーカーで記入し、ティッシュペーパーでこすることにより、消すことができる。また、裏面にはマグネットシートが付けられており、ホワイトボード

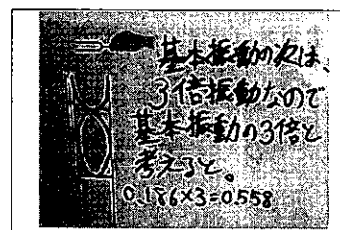


図1



図2

に貼り付けることができる。この方法は単元指導計画の2時間目で示した第二共鳴点の予想の授業でも同様の活用を行い、今回の授業が2回目であった。第二共鳴点を予想する授業では図1のような定常波を予想しているが、第二共鳴点の観測後の気柱中の定常波の予想では図2のように開口端補正を予想することができている。

### (3) 発表方法

今回の授業では、発表を口頭だけでなくグループワークに用いた記入用紙を、実物投影装置（書画カメラ）でICT機器のスクリーンに投影しながら発表を行った（図3、4）。記入用紙には気柱の図があらかじめ印刷されており、図中に記入した定常波の図と数値を計算した式を両方示しながら発表を行うことができ、具体的で意図していることが、聞き手に伝わりやすい発表となった。発表者は各グループから1名又は2名とし、準備ができたグループから発表とした。

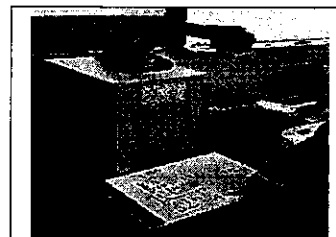


図3 実物投影装置



図4 スクリーン

## 2 実践事例② 物理

科目名	物理 I [物理基礎]	学年	2
-----	-------------	----	---

### 1 単元（題材）名、使用教材（教科書、副教材）

- ・題材名： 加速度（(3)ア（イ）運動の表し方）[(1)ア（ウ）直線運動の加速度]
- ・使用教材： 『物理 I 新訂版』（実教出版）、プリント1枚

### 2 単元（題材）の指導目標

- ・日常に見られる身近な運動の様子において、その物体に生じた加速度の存在とその性質に気付くことができる。
- ・変位、速度、加速度などの物理量を用いて直線運動を表すことを理解する。

### 3 評価規準

	ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断	ウ 技能・表現	エ 知識・理解
単元の評価規準	① 加速度運動の表し方に関心をもつ。 ② この概念を用いて、意欲的に運動を探究しようとする。	加速度運動の観察や実験を通して、運動の表し方を考察する。	日常に見られる運動の観測結果から物体に生じた加速度を見出した自らの考えを的確に表現する。	直線運動の加速度、 $v-t$ グラフの読み取り方に関する基本的な公式や概念を理解し、知識を身に付けている。

### 4 単元（題材）の指導計画（3時間扱い）

時間	学習内容	学習活動	評価規準・方法
1 (本時)	・速度の変わり方	・仮説を立て、観察し、その結果を使ってグループワークを介して発表する。	アー① アー② イ
2	・加速度の定義 ・加速度の正負	・単位時間あたりの速度変化でもって加速度を定義する。 ・加速度の正負により、速くなったり遅くなったり、運動の向きが変わったりすることを知る。	ウ
3	・ $v-t$ グラフと加速度	・ $v-t$ グラフに加速度の定義式を適用するとグラフの傾きが加速度を表すことを知る。2点間の平均変化率を平均の加速度、接線の傾きを瞬間の加速度と呼ぶことを知る。	エ

### 5 本時（全3時間中の1時間目）

#### (1) 研究の仮説に関して実践した内容の概要

速度の変化を学ばせるときには、速さの変化（遅くなったり速くなったりすること）と、特に、運動の向きの変化があることを強調する必要がある。それは、向きの変化を理解していなければ、平面運動における加速度（物理Ⅱの学習内容）の学習が困難になるからである。物理Ⅰの範囲では直線運動しか扱わないため、速度の変化量を正負の向きで表すようにすることで向きの変化を意識させる学習活動を行った。また、次時で加速度を「単位時間当たりの速度変化」で定義することから、速度が変化することを物理学的に説明するための表現力の育成も目標に入れて授業計画を立てた。

## (2) 本時の展開

過程	時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法 (ア～エ)
導入	15分	・既習事項の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プリント1枚配布</li> <li>・下記6点を板書し、既習事項を思い出させる。授業中、板書内容は消さずに、後のグループワークの際の手助けとする。</li> <li>・変位 ⇒ 位置の変化量</li> <li>・速度…単位時間当たりの変位</li> <li>・速度が変化しない運動 ⇒ 等速直線運動</li> <li>・変位はベクトル量である。</li> <li>・速度はベクトル量である。</li> <li>・速さはスカラー量である。</li> </ul>	ア①
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・解答をプリントに記入する。</li> <li>・授業者に任意に選ばれた代表生徒3名が、「考え」を発表する（〔仮説-発表〕）。なぜそのように考えたかも短時間で発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発問「加速されるとどうなるか。考えを述べよ」</li> <li>・プリントへの記入は、思考の再構築を行いやすくするために、ボールペン等で記入するよう指示する。</li> <li>・本時学習内容の動機付け。</li> <li>・加速度についての注意喚起を兼ねているため、曖昧な問いかけになっている。</li> <li>・この段階では正確な答えを引き出すことが目的ではなく、「どのように考えたか」を「発表させる」ことが目的である。</li> <li>・一人の発表時間を1分程度に制限する。</li> </ul>	ア② ウ
展開	10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループごとに分かれて各班の担当するプリント問題を解く。</li> <li>・グループワークのなかで様々な意見を出し、そして、まとめる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループワークさせるために6班に分ける。</li> <li>・発問「物体の速度が変化しているかどうかを判定せよ。また、そのように考えた理由も答えよ。」</li> <li>・班ごとに指定された1問と、班員で任意に選んだ1問の合わせて2問を考えるように指示する。</li> <li>・2問以上という指示は、よく理解している者とそうでない者への学力バランスを考慮してのものである。</li> <li>・議論時間が余った場合は3問目、4問目、…に取り組みさせるよう机間指導で指示する。</li> <li>・グループ内で議論させながら、発問に対する解答を準備させる。</li> </ul>	イ
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループワークで引き出された結論を発表する（〔結果-発表〕、〔考察-発表〕）。</li> <li>・定型文による発表を通して物理学的な表現力を身に付ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発表者はグループ内で決めさせてもよいが、時間を区切って授業者が指名する。</li> <li>・班の代表者に、物理学的な表現に基づいた定型文を使わせながら発表させる。</li> <li>・授業者は挙げられた解答を定型文に沿って板書していく。</li> <li>・問題が単純化されているため、班ごとに意見が異なる可能性は低い。異なる意見が提出された場合、生徒同士に議論させた。そのために、なぜそう考えたのかという問いを授業者から発し、生徒たちが発表しやすい雰囲気を作る。</li> <li>・議論のキーポイントを板書しつつ、授業時間に合わせて議論時間を制御する。</li> </ul>	ウ
	10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・振り子の演示実験を観察する。</li> <li>・プリントの定型文にそって振り子の速度変化の問いを解く。</li> <li>・プリントの確認問題を解く。</li> <li>・「導入」での問いかけを再度解く（思考の再構築）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発問「振り子の運動は速度が変化しているかどうかを判定せよ。また、そのように考えた理由も答えよ。」</li> <li>・班を解体し、個人で考えさせるように指示する。</li> <li>・振り子の運動の様子が、速さと向きの両方が変わっていることに気付かせる。</li> <li>・授業を聞く前と聞いた後での思考の移り変わりを意識させ、思考の再構築につなげさせる。</li> <li>・発問「加速させたときに変化するのは何か。」</li> </ul>	イ エ
まとめ	5分	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加速されることが速度が変化することが等価であることを知る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・まとめの内容を加速度の定義へとつなげる。</li> <li>・プリントを回収する。</li> <li>・回収されたプリントを点検しながら、思考の再構築が行われた頻度を集計する。</li> </ul>	ア② イ

## 6 本時の振り返り

「発表型授業」の導入が、生徒の科学的思考力、判断力、及び表現力を育成することを確かめることがこの実践事例の大きな目標であった。その視点に基づいて振り返る。

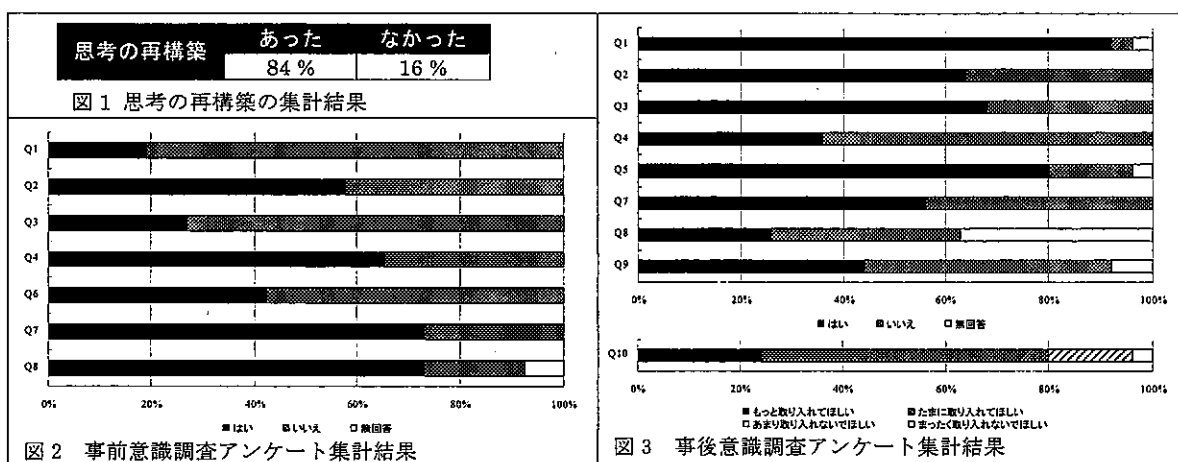
### (1) 指導上の工夫

本時では、「発表型授業」の実践に必要なツールとして、小グループに分かれてのグループワーク、定型文を用いての代表者発表、そして、思考の変遷をたどらせるためのボールペン使用を取り入れた。また、「発表型授業」の前後で「思考の再構築」がなされていたかを判定するために、授業用プリントの最初と最後にほぼ同じ内容の問いを用意した。

クラスの生徒を小グループに分け、「仮説」「結果」「考察」の各段階でグループワークと代表者発表をさせた。グループでの討論の中で、自分が意見を出す、他者の意見を聞く、自分の考えをグループのメンバーに聞かせる、聞いた意見を基に思考を再構築するといった学習活動を通して、表現力の育成を目指した。また、グループワーク中は、ボールペンを用いてメモを取らせるように指導した。グループワーク中に書き取ったメモを見ながら、自らの思考の変遷をたどっていったほしかったからである。グループワークそのものは、机間指導により観察することができる。

グループによる結論を代表者に発表させるときは、「(正解は) ○○である。なぜならば、△△だからである」という定型文にあてはめて答える形式にした。これは、自分の考えを上手に表現できない生徒や発表が苦手な生徒たちにとって、他の生徒の前で発表することは、心理的負担が大きいのが、発表用の原稿を渡すことで負担を減らすことができる。

### (2) 基礎的・基本事項の定着(既習事項の確認)



思考力及び判断力の育成を確かめるためには、「思考の再構築」がなされたかどうかを判定すればよい。その判定は、10 ページに示した導入時（基本事項を知らない状態）と最後の問い（基本事項を知っている状態）との答えを比較して行った。最初は質問に対して単語を並べただけだったり、文章になっていなかったり、そもそも、物理学的に誤りであったりしたものが、最後の問いでは、何を答えれば良いかを把握した上で回答している。この結果（図1）から、基礎的・基本的事項を定着するために「思考の再構築」が効果的であることが分かる。また、机間指導中に、グループワークの様子を観察したところ、グループワーク中の議論や意見発表の際に、基本事項による知識をもち出して、仲間に対して自分の考えを主張するなど、議論する生徒も見られた。

これらの集計結果と観察結果から、基本事項の定着は、思考力及び判断力の育成に大きく寄与していると言える。ボールペン使用による消せない記録については、「思考の再構築」には有効であるが、ボールペンを使い慣れていない生徒は最初のうちは違和感をもつ。しかし、単に慣れていないだけで、継続的に使用していると、有用な方法として彼らに認識され、定着していくことが予想される。

### (3) 発表練習用定型文を用いての発表

科学的な表現に慣れていない生徒は多いという我々の仮定と事前意識調査アンケートの集計結果(図2)を考慮し、発表練習用定型文に沿って発表させる方法をとった。定型文で表現技法を練習した生徒たちの文は、授業前と授業後では確実に変化があり、より論理的になっていた(図1)。従って、定型文を用いることは、科学的表現力の育成に効果があると言える。ただし、人前で発表することを苦手とする生徒が、定型文を活用することにより人前で発表できるようになったかという点必ずしもそうではない(実践事例の対象学級では、事後意識調査アンケートQ7「定型文により発表しやすかったかどうか」で肯定的意見は56%であるが、学年全体では33%であった。 )。

### (4) 発表を逐一はさむことは表現力の育成に役立つか

この実践事例においては、1単位時間の中で思考力、判断力及び表現力を育む「発表型授業」を行うことは、時間的には厳しい状況であるため、グループワーク中に議論した意見を生徒間でまとめ、代表者が発表する形式であることをあらかじめ伝えておいた。それにより、代表者だけが発表の機会を与えられたにもかかわらず、発表者以外の生徒たちも発表者の手助けをしていたので、生徒たちの参加意欲も引き出した。これは、事後意識調査アンケートQ10「今後も取り入れて欲しいか」において、肯定的な回答が80%に達していることから分かる(図3)。

このことから、生徒たちは、グループワークでの議論や発表での手助けの中で、科学的に表現することを実感できたようである。また、生徒は、授業の中で発表する機会を与えられることは、表現力を高めるため機会が増えることであり、積極的に意見を述べる意欲の醸成につながった。

### (5) まとめと考察

以上から、グループワークと定型文を用いた「発表型授業」は、思考力、判断力、及び表現力を育成すると言える。特に、議論と発表は生徒の印象に残りやすく、学習意欲を向上させていることが分かった。また、事後意識調査アンケートQ6「グループワークの感想」では、「一人で考えるよりみんなで考える方が分かりやすい」「いろんな意見を聞いてよかった」「自分の考えをある程度理解してもらえてうれしかった」「自分の答えに自信がなくても他人の意見を聞いて自信がもててよかった」等の意見が見受けられた。また、思考力及び判断力を養う前に、基礎的・基本的な知識を身に付けさせておかなければならないという我々の仮説が正しかったことも分かった。ただ、限られた授業時数の中でグループワークを取り入れるには、綿密に授業計画を立てて行わなければ実施することができず、授業の時間が不足するので注意が必要である。

### 3 実践事例Ⅰ 化学

科目名	化学Ⅱ [化学]	学年	3
-----	----------	----	---

#### 1 単元(題材)名、使用教材(教科書、副教材)

- ・単元名: (1)ア(ウ)液体と固体(溶液) [(1)イ(イ)溶液とその性質]
- ・使用教科書: 化学Ⅱ(実教出版)

#### 2 単元(題材)の指導目標

- ・溶解の仕組みや物質の溶解度について理解する。
- ・溶液には共通の性質として、沸点上昇と凝固点降下があることを学ぶ。
- ・コロイド溶液の性質について、実験を通して理解する。

#### 3 評価規準

	ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断	ウ 技能・表現	エ 知識・理解
単元の評価規準	溶解現象など、溶解や溶液の共通な事象について、法則性を予測しようとする。	①溶解度に関して、溶液には共通した法則があることを考察できる。 ②溶解の仕組みについて考察できる。	①溶液の性質に関する観察、実験の操作や記録の仕方を習得できる。 ②実験結果から法則性や事物・現象の裏付けになる理由などが表現でき、報告書が書ける。	溶液の性質の法則性、コロイド溶液に関する事象が理解でき、それらの知識を応用することができる。

#### 4 単元(題材)の指導計画(6時間扱い)

時間	学習内容	学習活動	評価規準・方法
1、2 (本時)	・水和 ・溶解	・溶解について立てた仮説の内容をボールペンにより記述する。 ・実験を行い、得られた結果を基に各自が考えた内容をボールペンで考察する。	ア イー② ウー①②
3、4	・溶解度 ・溶解度曲線 ・気体の溶解度	・固体の溶解度や溶解度曲線、ヘンリーの法則などについて知る。	イー① エ
5、6	・再結晶 ・沸点上昇、凝固点降下 ・コロイド溶液	・沸点上昇や凝固点降下について知る。 ・コロイド溶液の性質や種類について知る。	エ

#### 5 本時(全6時間中の1、2時間目)

##### (1) 研究の仮説に関して実践した内容の概要

- ア 物質が溶解する場合、溶媒と溶質の関係について考えた内容をボールペンで記述させる。
- イ 仮説や実験結果、考察時に発表や班での話し合いの時間を設けることで科学的な表現力を身に付ける(グループワークの活用)。

##### (2) 本時の展開

過程	時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法 (ア～エ)
導入	10分	・物質が溶解するとはどういうことなのか考える。 ・解答をプリントに書く。 ・既習事項の確認をする。	・思考の再構築を行いやすくするために、ボールペン等で記入するように指示する。 ・電気陰性度と極性について復習する。	イー②
実験前	15分	・実験①～③の予想と仮説を班で相談する。 ・何故そのように考えたのか班での意見をまとめて発表する。 【発表】 ・全ての班が発表する。	・発表の際は「発表のヒント」を使わせながら、相手に伝わるように発表させる。 ・グループワークの意味を説明する。	ア
実験	40分	・実験の説明・注意・心構えを理解する。 ・3本の試験管に水3mLを入れ、別の試験管3本にヘキサン3mLを入れる。【実験①】 ・塩化ナトリウム、ナフタレン、グルコースの各物質を少量加え、溶解するか調べる。【実験①】 ・プリント表のA、B、Cそれぞれの組合せの液体を試験管に入	・実験の説明中は私語をしない。 ・実験操作の説明をプリントに沿ってする。 ・適宜机間指導を行う。 ・実験結果を記入させる。	ウー① ウー①

		れる。【実験②】 ・液体1を液体2の試験管に全て移し、混ざるか(均一になるか)を調べる。【実験②】 ・メスシリンダーで、エタノール4 mLと水5 mLを測りとる。その際、液温を測定しておく。【実験③】 ・それぞれを1本の試験管に入れ、混合液をメスシリンダーに戻して体積変化を調べる。【実験③】 ・片付けをする。	・体積変化を見るのが目的なので、正確に体積を量らせる。 ・片付けの説明をし、片付けさせる。 ・班員全員で取り組むように指示する。	ウー①
実験後	20分	・片付けが終了した班から、「考察1、2、3」について班で意見を出し合ってまとめる。(グループワーク) ・班ごとに、実験結果と考察を発表する。【発表】 ・全ての班が発表をする。	・考察3は、水分子は水素結合しており、分子間に隙間があることに気付かせる。	イー② ウー②
まとめ	15分	・物質が溶解するということはどういうことなのか、まとめる。 ・実験前の考えと実験後の考えを比較しながら発表する【発表】(思考の再構築)	・実験前と実験後との思考の再構築を意識させる。 ・時間があれば全員発表させる。	ウー② イー②

## 6 本時の振り返り

### (1) 「発表型授業」に取り入れた工夫

「発表型授業」を実践するために、話し合いのツール(分子モデルとホワイトボード)を用意した(図1)。今まで授業の中でグループワークや発表する場を設けていなかったため、話し合いを行いやすくするために必要だと判断したからである。生徒は戸惑っていた様子であったが、発表する際に定型文や分子モデルのマグネットを用いることで、グループワークや発表を効果的に行うことができた。

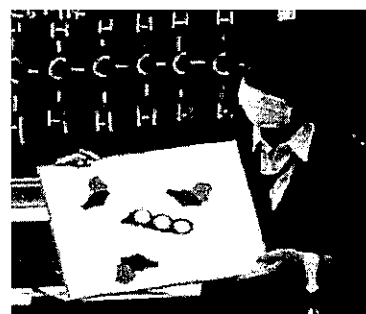


図1 分子モデルを用いた発表の様子

発表は三つの場面(仮説・結果・考察)でそれぞれ各班行った。生徒は、最低1回は発表を行った、全生徒が科学的な表現力を養う機会をもつことができた。自分の意見だけでなく、班で出された意見を自分の言葉で表現しなければならないので、科学的な表現力の育成の効果はさらに高まると考えられる。さらに、生徒は、実験結果を予想して、実験に臨むことができたため、実験に対する姿勢も積極的になっていた。既習事項の確認を確実にすることや、発表の際の聞く姿勢・態度の大切さも分かった。さらに、これらの学習活動の際はボールペンのみを使用するように指導も行った。

### (2) 「発表型授業」による生徒の変容

事前・事後の自作検証問題の結果を図2、3に示す。

この調査結果により、事前検証問題では無解答や単語のみの解答をした生徒が4名いる。事後検証問題ではそのような生徒がいなくなった。随所に発表の場面や班での討論の場を設けることが、表現力の育成につながっていると考えられる。また、ボールペンを使用することで、自分の思考の過程をたどりながら自然現象を分析することができた事後検証問題の答案が見付かった。図3の解答は、鉛

事前の自作検証問題1 (問2)		事後の自作検証問題2 (問2)	
無解答	14名中 3名	無回答	14名中 0名
単語のみ	1名	単語のみ	0名
理由が不十分	5名	理由が不十分	6名
理由が十分書けている	5名	理由が十分書けている	8名

図2 事前事後の自作検証問題の結果

問1 親子の会話をもとに、ドライアイスからでてくる白い煙の物質名を答えよ。	$\begin{matrix} \text{二酸化炭素} \\ \text{二酸化炭素} \\ \text{水} \end{matrix}$
問2 問1で答えた理由を答えよ。	$\begin{matrix} \text{ドライアイスが昇華して} \\ \text{水蒸気になるから} \\ \text{ドライアイスが昇華して} \\ \text{水蒸気になるから} \\ \text{ドライアイスが昇華して} \\ \text{水蒸気になるから} \end{matrix}$

図3 事後自作検証問題の生徒の解答

筆を使用することで、自分の思考の過程をたどりながら自然現象を分析することができた事後検証問題の答案が見付かった。図3の解答は、鉛

	学習前	学習後
生徒A	イオンに分かれる	溶媒分子が溶質分子を取り囲む(水なら水和)こと。分子やイオンが液体中でばらばらになって拡散していく現象
生徒B	物質が状態変化して他の形状に変わること	溶媒分子が溶質分子を取り囲むということ。
生徒C	物質が液体に混ざりあうこと	溶媒分子が溶質をとりかこむ(水和すること)。

図4 学習前後の生徒の回答の変容



筆で書いているが、消しゴムを使わずに解答している。生徒の思考の変化や思考の変化がよく分かる解答である。また、理由が十分書けている生徒も増加した。発表の際に発表の定型文や、相手に分かるように伝えることを意識させることが表現力の育成につながっている。

### (3) 思考の再構築

学習前後に「物質が溶解するとはどういうことか」という質問を行った。記述内容の比較により、生徒の変容を調べた。発表や討論を重視した授業が自らの思考の再構築にどのように影響したのか一部の生徒の学習前後の変容を図4に示す。

学習後で、科学的な表現を用いながら答えることができているのが分かる。特に、生徒Aは学習前では「イオンに分かれる」という主語がない表現をしている。しかし、学習後では、相手に分かりやすい表現で記述している。また、全ての生徒が学習した内容を具体的な言葉を使って記述することができていた。学習前後に同じ質問を行うことで、自らの思考の変遷や思考の再構築を確認することができた。

### (4) 成果と課題

事前意識調査アンケートと事後意識調査アンケートの内容・結果を図5、6に示す。

事前意識調査アンケートの結果から理科における科学的な表現力を養う経験が不足していることが分かる。特に、Q3「グループワークで意見を出すか」の結果からグループワークでの意見を言う積極性のある生徒が少ないことが分かる。事後意識調査アンケートQ1「参加できたか」、Q2「意見や考えを出せたか」、Q3「相手の意見に納得し、自分の意見を変えたか」、の結果からグループワークでの積極性が向上している。また、Q5「グループワークを行うことで予想や考察が行いやすかったか」の結果から、仮説を立てることでの実験や考察への取組み方も向上していることが分かる。発表を重視した「発表型授業」の[仮説→グループワーク→発表][結果→グループワーク→発表][考察→グループワーク

→発表]の一連の流れが、思考力・判断力・表現力の向上に期待できることが分かった。Q4「相手を自分の意見で納得させることができたか」はできた生徒が30%程度しかいなかったことや、Q7「定型文により発表しやすかったか」の結果も低い結果となった点が課題である。発表させる時の雰囲気や発表の工夫を充実させるとともに、表現する機会をできる限り多くつくることが重要である。また、事後意識調査アンケートQ10「今後も取り入れてほしいか」の結果にもあるように、生徒は発表や討論を取り入れた授業に意欲的である。今回だけの取組に終わらず、「発表型授業」を継続して実施していくことで、思考力・判断力・表現力を確実に育むことができると考えられる。

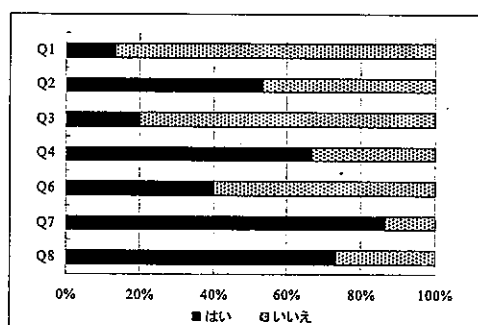


図5 事前意識調査アンケート結果

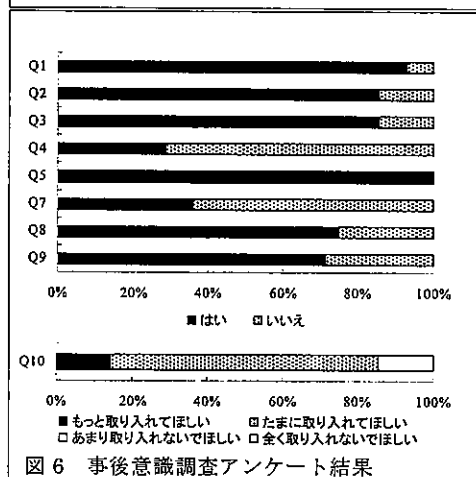


図6 事後意識調査アンケート結果

#### 4 実践事例Ⅱ 生物

科目名	理科総合B	学年	1
-----	-------	----	---

##### 1 単元（題材）名、使用教材（教科書、副教材）

- ・ 単元名： (2)イ（ア）生物の変遷 [ (5)ア生物の進化の仕組み ]
- ・ 使用教科書： 高等学校 理科総合B 改定版 （啓林館）

##### 2 単元（題材）の指導目標

- ・ 進化は遺伝的な変異であり、長い年月をかけて、その変異が様々な地球環境の変化の中で、蓄積した結果、枝分かれし様々な生物が誕生したことを理解する。
- ・ 化石標本の観察を通して、生物学的なスケッチを習得し、観察レポートを作成する。
- ・ 生物の移り変わりと地球環境の移り変わりを関連付けて考える。

##### 3 評価規準

	ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断	ウ 技能・表現	エ 知識・理解
単元の評価規準	①観察や実験、グループワークなどに積極的に参加する。	①生物の移り変わりと地球環境の移り変わりの、因果関係について考察し、その要因を見いだす。	①化石標本などの観察を通して、観察の仕方を習得する。 ②自分の考えを相手に分かりやすく伝えることができる。	①原始生命体の誕生から生物が陸上へ進出するまでの道筋を地球環境の変化と関連付けて理解し、知識を身に付ける。 ②進化が遺伝的な変異であると理解する。

##### 4 単元（題材）の指導計画（10時間扱い）

時間	学習内容	学習活動	評価規準・方法
1、2 (本時)	・ 進化の仕組み	・ グループワークを通して、進化が突然変異と自然選択によって起こることを理解する。	アー① イー① ウー② エー②
3、4	・ 地質時代と化石	・ 地質時代の時間スケール、地質年代区分について理解する。 ・ 示準化石と示相化石の特徴を理解する。 ・ 代表的な示準化石の観察を行う。	アー① イー① ウー①②
5、6 7、8	・ 地球環境と生物の変遷	・ 様々な地球環境の変化と、生物の形質を関連付けて、大局的に理解する。	イー① エー①
9、10	・ 人類進化	・ 霊長類と人類の形態の違いについて理解する。 ・ 霊長類と人類の脳容積の計測を行う。	アー① エー① ウー①②

##### 5 本時（全10時間中の1、2時間目）

###### (1) 研究の仮説に関して実践した内容の概要

ア 進化は突然変異と自然選択によって起こることを、グループワークの中で気付かせ、理解させる。

イ 自分の考え（仮説）を、相手に伝えることができ、グループワークを通して、よりよい考察を行うことができる。

###### (2) 本時の展開

過程	時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法 (ア～エ)
① 導入	10分	・ 17ページに示した自作検証問題4を解く（色の三原色）。	・ 生徒には、理科の答え方の練習だと説明し、問題を解答させる。	
導入②	15分	・ 既習事項の確認をする（染色体とDNA）。 ・ 本時の授業の概要の説明を受ける。	・ 思考の再構築を行いやすくするために、ボールペン等で記入するように指示する。 ・ グループワークを行う意味を説明する。	ウー②
		・ 進化とは何かを考える。 ・ 全員、自分が書いたことを発表する。	・ 自分の考えを記入させる。 ・ クラス全体の前で、どのようなことでも良いので、一人ずつ発表させる。	
展開①	20分	・ 授業プリント相談I（グループワーク） ①～④の例文に含まれる「進化」という言葉が生物学的に正しいものを選ぶ。	・ グループの代表者に、発表例文に従って発表するように指示する。 ・ 事前知識がないため、ここでは、理由を答えさせない。	アー①

		・進化には、突然変異が起こる必要があることを理解する。	・④のみ世代交代が行われていること、親子の形質が変化していることを生徒と話をし、気付かせる。	
展開②	15分	・授業プリント相談Ⅱ (グループワーク) なぜ、オオシモフリエダシヤクの野生型 (明色型) が工業地帯では暗色型が多くなったかを班で話し合う。	・発表者を、各グループの中から選出するように指示する。	ア-① イ-① ウ-②
		・授業プリント相談Ⅱの発表を行う。	・班で複数の案が出た場合は、もっともよいものを選ぶように指示する。	ウ-②
まとめ①	20分	・授業プリントのまとめを行う。(グループワーク) 進化はどのようにして起こるかを記入する。	・今回の授業で勉強した言葉を使用するように指示する。	ア-①
		・発表を行う。 ・発表した班で、他の班の意見を聞いて間違いがないか考える。(思考の再構築)	・発表形式は授業プリント相談Ⅱと同様。	ウ-② エ-①
まとめ②	10分	・17 ページに示した自作検証問題 5 と事後意識調査アンケートを行う。(光の三原色)	・相手に説明するときには、どのようにすればよいか、確認を行う。	

## 6 本時の振り返り

### (1) 生徒の現状とそれを踏まえた「グループワーク」の工夫

事前意識調査アンケートによると、「自分一人だけが意見を言い、他の生徒が黙ってしまうことがあり、自分が意見を出すのをためらってしまうことがある。」と答えている生徒が複数いた。また、日頃の授業では、真面目に取り組む生徒が多いが、自ら質問したり、発問に答えたりする習慣のある生徒は少ない。このような生徒の現状を踏まえ、授業では「グループワーク」が円滑に進むように3点の工夫を行った。

1点目は、授業者主導で、仮説を全員に発表させることである。人前での発表を苦手とする生徒の場合は、生徒の代わりに授業者がプリントに書かれていることを読んだり、単語でしか答えられない生徒には授業者が単語で答えたものを文章にしたりする。授業者主導で発表させることによって、自信のない生徒を授業者が把握でき、それに加え、支援をすることで安心して意見を言える環境を整えてあげることができる。図1は授業で行った板書である。図1の左側は生徒が発表した意見を全て記している。ホワイトボード右下は授業のまとめで出た生徒の意見で、全員で自分の意見がどのように変化したのか、確認を行った。

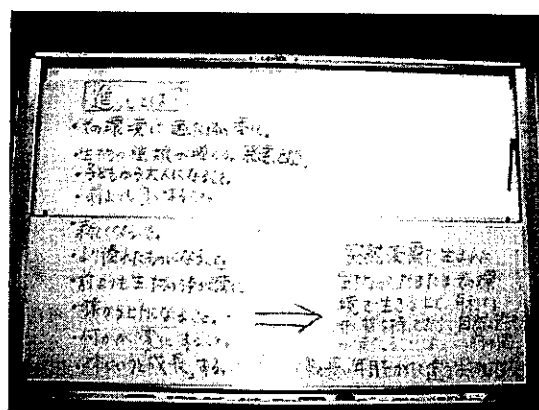


図1 授業の板書の様子

2点目は、ICT機器の利用である。「グループワーク」や「発表のルール」、「グループワークの題材」などを、全員が注目し、同じもので確認することができる。授業展開②では、オオシモフリエダシヤクの画像などをICT機器で掲示し、話合いの支援とした。

3点目は、意見のまとめ方の指示である。各グループで出た意見を発表するのは、代表者一人である。「複数の意見が出た場合は、全員で一番良いものを選び、定型文で発表するように」と一人だけの責任にならないように指示をした。

### (2) 生徒の変容

事前意識調査アンケートQ10「二桁同士の掛け算」では、途中計算を記入していない生徒が49.1%であった。また、日頃の授業プリントでも自分の意見を記入する欄では空欄が目

立つ。授業中に各自で考えていることはあっても、自信がなく書かなかったり、結果のみ記入し途中結果を消してしまったり、自分の考えたことを記録に残す習慣があまりない。「ボールペン」の使用は、今回の授業だけでなく、4時間指導し、ある程度慣れさせていた。ノートをきれいに書くことも必要だが、自分の記録を残すことが今回は重要だということを生徒に強く伝え、習慣化させた。こうしたことにより、授業に参加した生徒の全員が「仮説」と「まとめ（考察）」を記入し、自身の変化を確認することができた。

事前意識調査アンケート Q3「グループワークで意見を出すか」に「はい」と答えた生徒は56.1%であるのに対し、事後意識調査アンケート Q2「意見や考えを出すことが出来たか」に「はい」と答えた生徒は76.0%である。また、話し合いを行うことで、事後意識調査アンケート Q5「グループワークを行うことで予想や考察を行いやすかったか」に「はい」と答えた生徒は86.0%であった。これらのアンケート結果から、思考力や表現力が高まったことを生徒が自覚できていることが分かる。自作検証問題（事前は自作検証問題4、事後は自作検証問題5）では無解答率が61.7%から52.9%へ減少し、科学的（論理的）に回答できた生徒が8.5%から19.6%へと増加している。また、図5に示すように、進化を説明する際、誤った認識であった生徒が「グループワーク」で意見を交換し、話し合いをした結果、進化がどのようにして起こるか科学的に解答することができている。「グループワーク」を通して、様々なことを考えてみようとする姿勢も養われたと期待できる。

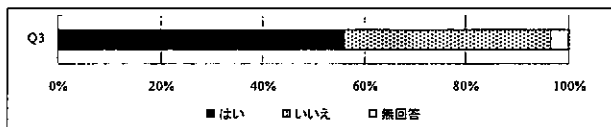


図2 事前意識調査アンケート結果 (Q3)

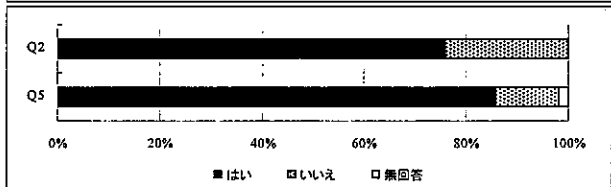


図3 事後意識調査アンケート結果 (Q2, Q5)

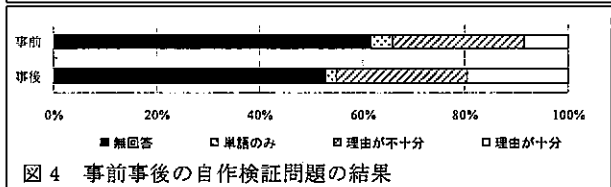


図4 事前事後の自作検証問題の結果

進化とは？  
（仮説）  
虫が幼虫から成虫になる。

進化とは？ （仮説）	進化とはどのようにして起こるのか？ （まとめ・考察）
虫が幼虫から成虫になる。	⇒ 親から子が生まれるとき、突然変異で親と異なる子が生まれ、その子の変異がたまたま環境に有利なものだったため、自然選択により個体数を増やすことによって起こる。

図5 生徒の変容

### (3) 課題

今回の授業では、「グループワーク」での話し合いを通して、突然変異と自然選択を理解することに重点を置いた。しかし、進化の仕組みを学習する際には、遺伝的浮動や空間的、時間的な隔離による種分化も取り扱うことが必要だと考える。今回の授業では遺伝的浮動などを学習する時間を作ることができなかった。「発表型授業」を行うには、内容を整理し、時間を十分確保することが難しい。また、「定型文」があることで生徒は、科学的に答えるにはどのようにすればよいか練習になった。また発表者にとっては、「定型文」があることで、発表がしやすくなった。しかし、いつも同じような「定型文」で答えられるわけではない。また、どのように答えればよいか生徒が思考・判断することも必要である。思考力・判断力・表現力を育成するには、更に工夫が必要である。

## 5 実践事例Ⅲ 地学

科目名	地球科学(学校設定科目)(地学Ⅰ[地学基礎])	学年	2
-----	-------------------------	----	---

### 1 単元(題材)名、使用教材(教科書、副教材)

- ・単元名: (1)イ(ア)地球の内部構造と構成物質 [(1)イ(ア)地球の内部構造]
- ・副教材: 新訂 地学図表(浜島書店)、(学校設定科目のため教科書は使用していない。)

### 2 単元(題材)の指導目標

- ・地球表層や内部に見られる地学的事象を観察・実習などを通して探究する。
- ・地球表層や内部構造を相互に関連させ、地球の歴史の経過の中で捉えることができるようにする。

### 3 評価規準

	ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断	ウ 技能・表現	エ 知識・理解
単元の評価規準	①地球の内部構造や構成物質に関心をもつ。 ②地球の内部構造や構成物質をどのような方法で推定できるか意欲的に探究しようとする。	①地球内部の構造について、地震波などから得られる資料を基に推定する。 ②地球内部を構成する物質について、岩石の観察結果などを基に考察する。	①地震波の伝わり方に関する資料(データ)を基に、地球の内部構造を調べる。 ②地震波の伝わり方に関する資料(データ)を基に、調べた結果を的確に表現する。	地球の内部構造や構成物質、活動について、理解し、知識を身に付けている。

### 4 単元(題材)の指導計画(14時間扱い)

時間	学習内容	学習活動	評価規準・方法(ア～エ)
1, 2	・地震波の種類と性質 ・地震波の伝わり方	・地震波の種類とその伝わり方を知る。	ア② エ
3, 4	・走時曲線と地下構造 ・走時曲線の作成と解析【実習】	・走時曲線について知る。 ・走時曲線から地下構造が推定できることを知る。	ア② ウ①② イ① エ①
5, 6	・アイソスタシー ・固体地球の層構造	・固体地球が層構造になっていることを知る。 ・地球内部を構成する物質について知る。	ア① ウ① イ①
7, 8	・プレートの分布とプレート境界 ・地震災害	・地球上のプレートの分布と境界の特徴について知る。 ・地震による災害について知る。	ア① エ
9, 10	・マグニチュードと震度 ・等発振時線【実習】	・マグニチュードと震度について知る。 ・地震波の伝わり方をデータから調べる。	ウ② エ
11, 12	・震源決定【実習】 ・地震の分布【実習】	・震源の決定方法について知る。 ・実際のデータから震源を決定する。	ア①② イ②
13, 14(本時)	・等震度分布図の作成【実習】	・等震度分布図と日本の地質構造の相関について知る。	ア①② ウ② イ① エ

### 5 本時(全14時間中の13、14時間目)

#### (1) 研究の仮説に関して実践した内容の概要

ア 地震の等発振時線図と等震度線図の各地の分布の違いを個人研究及び各自が出した結論をグループワークにおいて比較検討することにより理解させる。

イ 地震の等震度分布図から、地質構造との相関について、個人研究した内容の発表を通して気付かせる。

#### (2) 本時の展開

過程	時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法(ア～エ)
導入	15分	・地震波の基本的な性質(①伝わり方 ②震度)について復習する。 ・等発振時線図について復習する。 ・ある一つの地震における等震度線図がどのような形になるか予想を立てる。[仮説] ・他の人の意見を聞き、自分の予想と比べる。[発表]	・以前学習したプリントを参照させて、実習によって見出した知識の確認をする。 ・なぜ、その形になるのか、論理的な理由を付けて考えさせる。 ・思考の過程を目に見える形で残すため、ボールペンを使用させる。	エ ア①② イ①
展開1(実)	60分	・実習の目的と方法を理解する。 ・資料(地震のデータ表)を見て、ワークシートに各地の震度を書きこむ。 ・書きこんだ震度ごとに色分けをする。 ・震度ごとの境界をなめらかな曲線で分け、等震度線図を作る。	・比較対象のために、グループ内で異なる地震のデータで等震度線図を作らせる。 ・観測点をつなぐ線ではなく、境界線を引くことに注意させる。	イ① ウ①

展開2	15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>2種類の等震度線図を見ながら、その特徴を調べて発表する。【発表】</li> <li>等発振時線図と比較して、同じ点・違う点についてまとめる。</li> <li>等震度線図と図表の日本列島の地質構造図とを比較して、まとめる【発表】。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>等発振時線図と違い円状でなく、楕円状につぶれた形をしていることに気付かせる。</li> <li>地質構造の伸びの方向と、等震度線図の伸びの方向が一定していることに気付かせる。</li> </ul>	ウー② イー①
まとめ	10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>伝わった地震波の揺れ方の強弱と地下構造の関係について理解する。</li> <li>一つの地震における等震度線図がどのような形になるかを、改めて考える【思考の再構築】。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質構造が異なると、媒質が異なるので地震波の揺れが変わることに気付かせる。</li> <li>実習と別の場所で起きた地震の等震度線図についても、考えられるようにする。</li> </ul>	アー② エ

## 6 本時の振り返り

### (1) 授業内に取り入れた工夫

地震及び地震波を扱う単元では、今までも実習を多く取り入れて授業を行ってきたが、一人一人が個別に行う実習ばかりであった。そこで、本時ではグループワークを取り入れた実習を行うことにした。実習を前半・後半の二つに分け、前半では、グループ内でも一人ずつ異なるデータで個別に実習を行わせ、後半では、自分の結果と他の生徒の結果を比較検討させることによる考察を行わせた。前半部分は、個別に実習を行うことで、実習の内容及びデータの詳細について把握させ、後半での自分の結果を他者に説明する際材料として理解させておく。この説明は客観的な根拠に基づいた科学的な表現をさせることに注意した。後半部分のグループワークでは、他者の意見を取り入れ自身の結果と比較検討することで、思考の再構築をさせることがねらいである。

また、実習プリントには、作業を始める前とグループで結果を出した後に同じ質問項目をおいた。これには二つのねらいがある。一つは、予想を立ててから実習を行うことにより実習の意義を捉えることであり、もう一つは、実習の前後で生徒の思考の変遷を確かめるためである。

### (2) 授業の前後での生徒の変容

実習の作業前に予想を立てるという課題に対して、予想は立てられたが理由を付けて書けたという生徒は一人もいなかった(図1)。どうしてその予想を立てたのか、と発問してみても、「なんとなく」や「勘」という答えである。しかし、予想を立てられたということは、表現はできていないがそこには何かしらの理由が存在しているはずである。また、事前アンケートにおいても、83%の生徒がグループでの話合いで意見を出さないと答えていることより、自分の考えをどう表現してよいのか、その表現の仕方が分からないことが推測される。

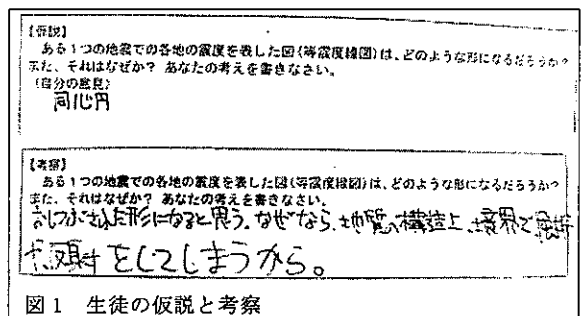


図1 生徒の仮説と考察

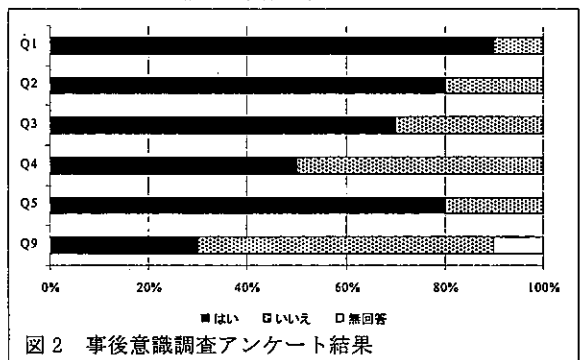


図2 事後意識調査アンケート結果

ところが、グループワークを取り入れた実習後の同じ課題には、77%の生徒が「なぜならば…」という書き出しで理由を付けて答えている。これは、グループワークを取り入れることにより、他者と意見交換する中で、自分の思考を他者に表現する方法を試みた結果と見ることができると考えられる。図2に示すように、事後意識調査アンケートでも、9割の生徒がグループでの話合いに参加しており(Q1)、その多くの生徒が話合いの中で自分の意見

を出している (Q2)。

### (3) 成果と課題

一人一人個別に実習を行っていた際には他の生徒に声をかけることすらしなかった生徒が、グループで相談をしている姿を見ることができたのは一つの成果である。事後意識調査アンケート Q6「グループワークの感想」には、「自分とは違う意見が聞けて良かった」「相手の意見も聞けるし、おもしろかった」「みんな違う考えだった」などの記述があった。ここからも、生徒が活発に意見交換をしていること、及び自分の意見との比較検討を行っていることが裏付けされる。

また、普段の授業では、個別に作業させているためか、考察の部分に関しては、「どのように考えてよいか分からない」や「考えるのが面倒だから」と空欄のままにしてしまう生徒が多かった。このことから考えると、考え方を整理することにより、他者の意見を自身の結論と比較検討しながら、思考の再構築をさせることができる。ただし、事後意識調査アンケート Q9「相手にどのように説明すればいいか」に対しては、60%の生徒が分からないと回答している。本時では、結果的には「なぜならば…」の出だして思考結果を書くことができたが、実際にはなんとなく書けたという生徒が大半である。つまり、表現力においては、一定の成果が上がったと見なすことができるが、科学的な思考力・判断力については、まだ意識して行っている段階ではないことが分かる。今後、客観的な根拠に基づいて説明する過程の意識付けを意図的に行っていく必要性が感じられる。

生徒の思考力・判断力・表現力の変化を確かめるために、本授業の事前・事後で自作検証問題を行っている。本事例では、事前には自作検証問題 3、事後には自作検証問題 2 を使用した。事前・事後の結果をまとめたのが図 3 である。

一見すると事後の方が、解答の理由が不十分な(客観的な理由を付けて答えられていない。)生徒が増えており、中には無回答の生徒もいた。ところが、答案を見ると生徒の約半数は事後に

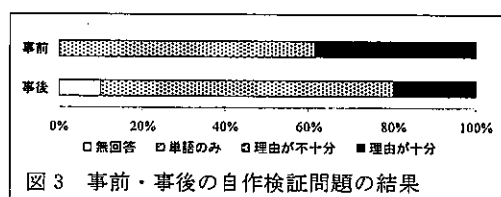


図 3 事前・事後の自作検証問題の結果

行った自作検証問題 2 の問 1 に出てくる「物質」という言葉の意味を正しく理解できておらず、物質の「状態」で解答していた。事前に行った自作検証問題 3 の問 1 が 2 択で答える問題であり、どこに着目して考えたらよいか明確であったことを考えると、調査の結果は既習事項の定着がしっかりなされていないために起こったことであると言える。全ての自作検証問題は中学校での既習事項の中から問題を作成したが、生徒の実態に合わせ、手直しをして利用する必要があることが分かった。

生徒に、科学的思考力・判断力を身に付けさせるために、科学的な思考・判断がどのようなものであるかを具体的に認識することが必要である。その意味では、本時の生徒の活動は、科学的な思考・判断を身に付ける入口の段階にあり、今後、このような活動を継続していくことで、生徒に科学的な思考・判断が備わることが考えられる。

## VI 研究の成果

本研究は、「Ⅲ 研究の仮説」に基づいた「発表型授業」を行い、それぞれのプロセスの中で、

生徒に「発表」させる内容を生徒自身に考えさせる活動を通して、科学的な思考力・判断力・表現力を育成しようとした。授業者が表現の機会（発表の機会）を与えること、生徒が「思考の再構築」を行うことが「発表型授業」の要である。

### (1) 表現力の育成（表現の機会）

本研究で行った「発表型授業」の実践事例では、生徒がグループ内で行った発表、グループの代表としてクラスで行った発表を支援するための工夫を授業者が行っている。我々が行った工夫の中で有効なものとして、「話し合いのツール」の利用、「定型文」の利用、「グループワークのルール」である。

「話し合いのツール」の具体例は「実践事例Ⅰ 化学」に示す分子モデルのマグネットの利用である。言葉でうまく説明できないものでも図で表現することにより、聞いている他の生徒の理解を深める効果があり、話し合いのきっかけを作ることができる。また、グループのメンバー全員が同じものに注目するため、話し合いに参加する意識も高まった。

グループの代表として発表を行う際は、自分の意見として発表するのではなく、グループの意見を「定型文」を利用して行うため、発表を行いやすかったという生徒の意見があった。また、授業者が「定型文」を示すことで、生徒はどのように答えればよいかを考え、練習させる目的があった。実践事例や授業前後に行った自作検証問題の結果から、各学校で科学的な理由を答えられるようになった生徒が増加した。事後意識調査アンケート Q3「相手の意見に納得し、自分の意見を変えたか」では、図1に示すように、「発表型授業」を実践した学校で、8割の生徒が「はい」と答えている。グループワークはそれぞれが出した意見をよりよいものにしよう、又は違う意見が出たものをまとめようと積極的に取り組む姿が見られた。図2に示す、事後意識調査アンケート Q2「意見や考えを出した」と答えた生徒は7割だった。

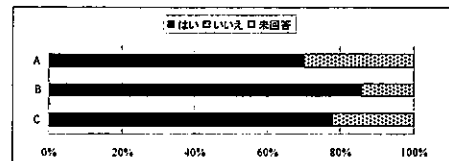


図1 事後意識調査アンケート結果 Q3

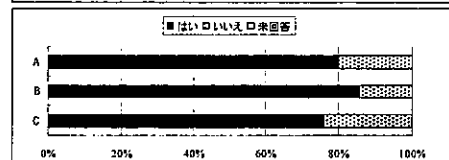


図2 事後意識調査アンケート結果 Q2

「定型文」を利用しただけでなく、相手に分かりやすく伝わるような工夫をそれぞれの生徒が行っていた。生徒が意見を出しやすく、活発にグループ活動が行われるためには、グループ内でそれぞれの意見を批判的に捉えないように、授業者があらかじめ声をかけ、授業をコントロールすることが大切である。これらのことより、「発表型授業」の各場面で意識して、発表の機会を数多く与えることは、表現力の育成を行うことができることが分かった。

### (2) 思考力・判断力の育成

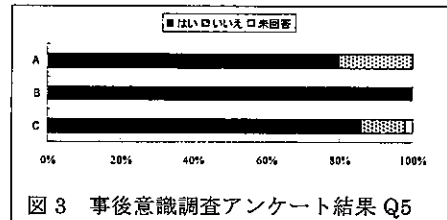
生徒が授業プリントを「ボールペン」で記入することによって、「仮説」から「考察」までの思考の過程を記録として確実に残させた。ボールペンの使用は、生徒に記録を残すという意識をもたせることの良い機会であった。「実践事例② 物理」で示されたように、「仮説」と「考察」の生徒の記録から、「思考の再構築」がなされている生徒は84%である。「仮説」と「考察」の思考の変化だけでなく、グループワーク中にも「思考の再構築」が行われている。事後意識調査アンケート Q3「相手の意見に納得し、自分の意見を変えたか」に「はい」と答えた生徒は、グループメンバーの意見によって自分の考えを再構築している（図1）。生徒に授業内で「思考の再構築」を自分が行っていたことを気付かせるには、授業者が生徒



に自分の書いた授業の終わりに、「仮説」と「考察」で見比べさせ、考えの変化を確認させる時間を設けると効果的である。「思考の再構築」を生徒に意識させることで、授業で学んだ内容がより生徒の印象に残り、思考の過程で得た知識が定着することが期待できる。

### (3) 生徒の変容

本研究の研究者が、実践事例として各学校で「発表型授業」を行った結果、「今までよりも予想や考察を行いやすかった」と答えた生徒は7割という結果だった(図3)。また、授業プリントや実験プリントの空欄も少なく、これは「グループワーク」において、話し合いの中で出た



意見をヒントにして、自分の意見を記入していると考えられる。このことから、「グループワーク」の中で、生徒は思考・判断を今までよりも積極的に行っていることが分かる。「グループワーク」は思考力・判断力・表現力を養うだけでなく、普段の授業で参加しない生徒や、考えることが苦手な生徒も授業に参加できる利点がある。事後意識調査アンケートでは、「自分以外の人意見を聞いてよかった」などグループワークを肯定的に捉えている生徒が多い。生徒は「発表型授業」で、積極的に授業に取り組むことが分かった。

以上のことから、授業者が話し合いや発表などに工夫を取り入れることにより、「発表型授業」が生徒の思考力・判断力・表現力を育成することに有効であることが分かった。

## VII 今後の課題

本研究は、共通研究テーマ「新学習指導要領に対応した授業の在り方について」と高等学校全体テーマ「思考力・判断力・表現力の育成を図るための授業等についての実践研究」を受けて、理科の授業について「科学的な思考力・判断力・表現力を育成するための指導法の開発」を研究主題として行ってきたものである。これまで述べてきたように、授業の各段階に「仮説」「結果」「考察」の各プロセスを設定し、それぞれの段階でグループワークや発表という表現活動の機会を与える「発表型授業」は、科学的な思考力・判断力・表現力の育成と学習意欲の向上に成果を上げていると考えている。しかし、次に示すような課題も明らかになった。

- (1) グループワークや発表という表現活動をする場面に重点を置いたため、基礎的・基本的な知識を身に付ける時間が不足してしまう。「知識・理解」の習得型授業と「思考・判断・表現」の探究型授業をバランスよく配置することが必要である。
- (2) 各学校における生徒の実態は一様ではないので、それぞれの実態に合わせたグループワークの方法を検討すべきである。
- (3) 表現力の育成のための道具として「定型文」を活用し、一定の効果が得られた。しかし、「定型文」による活動を継続すると、生徒は深く考えずに、「定型文」に当てはめるだけの活動を行う傾向を示すようになった。真に科学的な思考力・判断力・表現力を身に付けさせるには「定型文」がなくても生徒が表現できるようになることが必要である。また、生徒の思考の再構築のための道具として「ボールペン」の使用を導入した。これについても、将来的にはボールペンに頼らなくてもよくなるように指導すべきである。
- (4) 本研究の授業により生徒がどのように変化したのかを、授業実践の事前及び事後に「アン

ケート」及び、我々自作の「検証問題」をに取り組みさせることにより調査することにした。しかし、アンケートの質問項目が事前と事後で対応させることまではできなかったため、アンケート結果の分析が課題として残った。また、検証問題についても生徒の変化を的確につかめるような問題になるようにしていく必要がある。

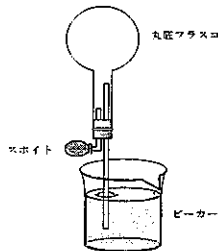
(5) 本研究によって科学的な思考力・判断力・表現力の育成を図る方向性を示すことができた。生徒一人一人の学習活動を把握し、どのように生徒の学習評価に反映させるのかの検討を行うことはできなかった。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、東日本大震災を引き起こし東北から関東にかけての東日本一帯に甚大な被害をもたらした。特に、福島第一原子力発電所などの事故は深刻な影響をもたらしている。これらの経験は、我々に、日常生活を豊かにしてくれていた科学技術が、いとも簡単に我々の生活を脅かす存在に変貌し得ることを、改めて認識させるものである。このような状況の中で、次代を担う才能豊かな子供たちを継続的、体系的に育成していくために、科学的な思考力・判断力・表現力を身に付けさせることが今後ますます重要になっていくことであろう。理科の教員である我々は、これらのことを常に意識しながら研さんに励まなければならない。

## 巻末資料 自作検証問題

### 自作検証問題 1

図のような装置を組み立てた。丸底フラスコは気体のアンモニアで満たされている。フラスコにはガラス管のほかにスポイト付のガラス管も接続されており、スポイトには少量の水が入っている。ビーカーの水に BT B 溶液を滴下したところ、緑色になった。このとき、以下の問いに答えよ。



- 問1 スポイトの水をフラスコ内に入れると、ビーカー内の水が勢いよくフラスコ内に入ってきた。このとき、フラスコ内の水の色は何色になるか。赤、緑、青の中からふさわしいものを選び、  
問2 ビーカーの水がフラスコ内に侵入してきた理由を簡潔に述べよ。

### 自作検証問題 2

### 自作検証問題 2

次の親子の会話を読み、問いに答えよ。

- 子ども 「ただいま〜」  
母 「おかえり。学校はどうだった？」  
子ども 「楽しかったよ。理科の授業が面白かった〜」  
母 「どんな内容だったの？教えて」  
子ども 「身の回りにある固体と液体と気体のものがあるって話。水が凍るときに、氷から出てくる白い湯気は固体、液体、気体のどれだと思う？」  
母 「ん〜、水蒸気だから気体じゃないかしら」  
子ども 「お〜、不正解！水蒸気は目で見ることができないから湯気は気体じゃなくて液体なんだよ」  
母 「そうなんだ。冷やされて水蒸気から水に戻ったものが湯気なのね。液体だから目で見ることが出来るのね」  
子ども 「そうだね。空に浮かんでいる雲も気体じゃないんだよ。雲は水の粒とか水滴なんだ」  
母 「あまり意識したことはないけれど、雲も湯気も気体だと思っていたわ。勉強になるわね」  
子ども 「それじゃあ、ドライアイスから出てくる白い煙は何なのかしら？」  
母 「え〜って、それは〜」

- 問1 親子の会話をもとに、ドライアイスからでてくる白い煙の物質名を答えよ。  
問2 問1で答えた理由を答えよ。

### 自作検証問題 3

次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

マグマが冷え固まってできた岩を火成岩と呼びます。ある火成岩の結晶をよく観察したら、地下深い場所で冷え固まった特徴を示していました。

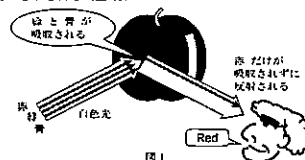
- 問1 この火成岩は「急激」に冷え固まったのか、「ゆっくり」冷え固まったのかどちらだと思いますか。  
問2 また、そのように答えたわけを書きなさい。

### 自作検証問題 4

太陽からの光をプリズムに通すと、プリズムを通った太陽光は、虹のように、連続的にさまざまな色の光に分けられる。このことから、太陽の光には、赤から青までの様々な色の光が混じっていることがわかる。また、赤から青の光が混じると、白色になることもわかる。

太陽からの光が、物体の表面に当たった場合、物体の表面で光は吸収されたり、反射されたりする。吸収されずに反射した光が、私たちの目に届くことで、私たちはその物体を見ることが出来る。

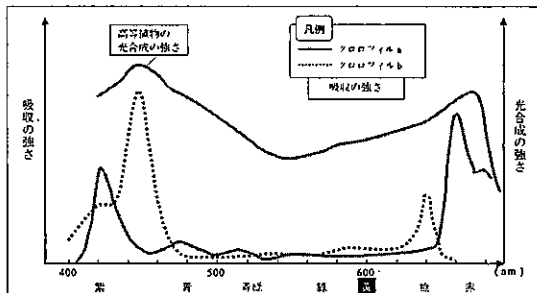
例えば、赤いリンゴが赤く見えるのは、白い光の成分のうち、青色と黄色の光が吸収され、赤色の光が反射しているからである(図1)。



- 問1 絵の具の赤色、青色、黄色を混ぜ合わせると、白色と黒色どちらになるか。  
問2 どうして、問1の色と答えたのか。理由を説明しなさい。

### 自作検証問題 5

図2は、高等植物のもつ光合成色素のうち、クロロフィルa, bの光吸収の強さ、および光合成作用の強さである。これを見て、以下の問いに答えよ。



- 問1 図2から、葉緑体中のクロロフィルa, bが、光合成において吸収している光は、赤、緑、青のどれか。あさわしいものを全て答えよ。  
問2 葉緑体をもつ植物の葉が緑に見える理由を簡潔に述べよ。

# 平成23年度 教育研究員名簿

## 高等学校・理科

学校名	課程	職名	氏名
都立足立工業高等学校	全日制	教諭	小林 一人
都立松原高等学校	全日制	教諭	○ 北野 賢一
都立北園高等学校	全日制	主任教諭	駒井 敏秀
都立大山高等学校	全日制	主任教諭	大志保 栄子
都立北豊島工業高等学校	全日制	教諭	◎ 篠田 元樹
都立稔ヶ丘高等学校	定時制	教諭	辰田 康代

◎世話人      ○副世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部高等学校教育指導課  
指導主事      佐藤 聖一

平成 23 年度  
教育研究員研究報告書

高等学校 理科

東京都教育委員会印刷物登録

平成 23 年度第 181 号

平成 24 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) 5320-6836

印刷会社 有限会社 シーダー企画