

グループ活動を通して思考力を高める中学校理科授業の工夫

—身近な生活事象との関連を重視して—

教育実践研究科 教職実践専攻 教職実践基礎領域

衣川 修平

1 研究の背景

(1) 今日的な教育課題

国立教育政策研究所(2009)の「OECD 生徒の学習到達度調査 Programme for International Student Assessment ～2009年調査国際結果の要約～」によると、科学的リテラシーに関する問題の求答形式や論述形式の問題で、「無答」で解答する割合が高い傾向にあることに注目が集まった。しかし、3年後に行われた同調査の報告書(国立教育政策研究所, 2012a)からは、2012年に出题された53題中、2006年よりも無答率が低いものが39題、2009年より低いものが32題あるという結果が報告された。このことから、日本の15歳児は、科学的リテラシーに関する能力が上昇していることが明らかになっている。

また、「平成24年度全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」(国立教育政策研究所, 2012b)には、小学校の理科における2つの課題(表1)と、中学校の理科における5つの課題(表2)が示されている。以下に表1と表2を示す。

表1 小学校理科における児童の課題

- ・観察・実験の結果などを整理し考察することに課題がある。
- ・科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることに課題がある。

(国立教育政策研究所, 2012b)を一部改編

表2 中学校理科における生徒の課題

- ・観察・実験などにおいて、定量的な取り扱いをすることに課題がある。
- ・日常生活や社会の特定の場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用することに課題がある。
- ・基礎的・基本的な知識や技能を活用して、観察・実験の結果などを分析し解釈することに課題がある。
- ・基礎的・基本的な知識や技能を活用して、仮説を検証するための観察・実験を計画することに課題がある。
- ・基礎的・基本的な知識を活用して、根拠を基に、他者の計画や考察を検討し改善することに課題がある。

(国立教育政策研究所, 2012b)を一部改編

小学校、中学校の理科においてこれらの課題があることが明らかになった訳だが、「平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について(概要)」(国立教育政策研究所, 2012c)では、理科の問題の平均正答率が低いものを見てみると「観察実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などに課題が見

られるということも明らかとなった。

中学校においては、(i)実験の計画や考察などを検討し改善したことを、科学的な根拠を基に説明すること、に関する問題で平均正答率が最も低かった問題で7.8%、(ii)実生活のある場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用すること、に関する問題で平均正答率が最も低かった問題で38.5%であった(国立教育政策研究所, 2012b)。

(2) 科学的な思考力に関して

杉村(2008)は、『科学的な思考は、興味・関心や表現力、判断力等とともに、測定が困難な「見えない学力」である。科学的な思考を具体的な学習活動として明確に意識した指導及び評価によらねば、その向上を図ることはもちろん、成果を測定することも不可能である。』と述べている。また、中学校理科における評価の観点としての科学的思考に関して、文部科学省(2001)は、『「科学的な思考」は「自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、事象を実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決すること。』と記している。

これらのことから、科学的な思考力を養う具体的な場面は、「問題を見だし」「解決方法を考えて観察・実験などを行う」「考察し問題を解決する」という3つの学習過程に整理することができる。

表3 本研究における科学的思考力の定義

- (ア)自然の事物や現象、科学的な現象の中に問題を見だし、問題を解決するための方法を実証的・論理的に考えること。
=問題を解決するための方法を論理的に考えること。
- (イ)実験や観察の結果を、分析的かつ総合的に考察したり、既知の原理や法則をもとに新たな現象や事象を論理的に説明したりすること。
=結果を分析的に考察、または、説明すること。
- (ウ)実験や観察の結果を、分析的かつ総合的に考察し、科学的な用語や概念を使って文章で書くことができること。
=科学的用語を使って文章で考察できること。
- (エ)授業中での話し合いや協同活動において、自分の考えを述べたり、他者の考えを聞いたりし、問題を解決するにはどの考え方をするとよいのか、どの方法が適切であるのかを論理的に選択できること。
=考えを述べる、または、聞き、必要なことを論理的に選択できること。

さらに、片平(2009)は、理科における思考力を「科学の特徴である実験や観察の結果を分析的・総合的に

考察できる力や、既知の原理や法則をもとに新たな現象や事象を論理的に説明できる力。」と定義している。

これらのことを踏まえて、本研究では科学的な思考力を表3のように定義する。

(3) 科学的な思考力の育成に関して

中学生の思考力を高める理科授業の研究はこれまで多く行われてきた。坂本(2009)は、授業の導入部分で身近な生活事象を取り入れることで、授業への参加意欲が高まり、言語活動が活発になり、思考力が高まることが報告されている。また、八島(2010)においては、疑問や予想、仮説が生まれる導入をすることで、気付かせたい事象に子どもの目がいくように仕向け、考えたいという気持ちを引き出すことができると報告されている。さらに、村山(2013)は、科学的な思考力・表現力の育成には、「言語活動の充実」が重要であることを指摘し、科学的な概念や言葉を使用して説明することができる学習活動の工夫や、グループや学級での活動を通して、自らの考えや学級の考えを発展させる学習活動の工夫が必要であると報告している。

2 研究対象の生徒の実態

(1)-① 調査対象

愛知県公立 A 中学校第 2 学年-2 学級 80 名
男子 39 名, 女子 41 名

(1)-② 調査対象

愛知県公立 A 中学校第 3 学年-3 学級 90 名
男子 55 名, 女子 35 名

(2) 生徒の実態

研究対象とする愛知県公立 A 中学校の第 2 学年の生徒と第 3 学年の生徒に対して、生徒の実態をより具体的に捉えるためのアンケート調査を行った。第 2 学年の生徒に対しては平成 26 年 4 月に、第 3 学年の生徒に対しては平成 26 年 9 月にアンケート調査を行った。研究対象とする生徒の実態を全国の中学生と比較するために、全国学力・学習状況調査の報告書(国立教育政策研究所, 2012a)におけるアンケート調査の結果を、合わせて載せられる質問事項に関しては載せ、図 1 に示す。

アンケート調査の結果から、「①理科は好きですか。」という質問に対しては、全国学力・学習状況調査の肯定的解答の合計 61.7%という結果に対して、2 年生は 8.8%高く、3 年生は 8.3%低いという結果であった。また、全国学力・学習状況調査と同じ質問項目の、「②理科の授業で、自分の予想を基に、観察や実験の計画を立てていますか。」「④理科の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり、発表したりしていますか。」という質問に対する全国学力・学習状況調査の肯定的な回答の割合は、②46.2%、④27%であった。これに対し、②については、調査対象の 2 年生は 5.1% 低く、3 年生は 21.2%低いという結果が得られ、④に

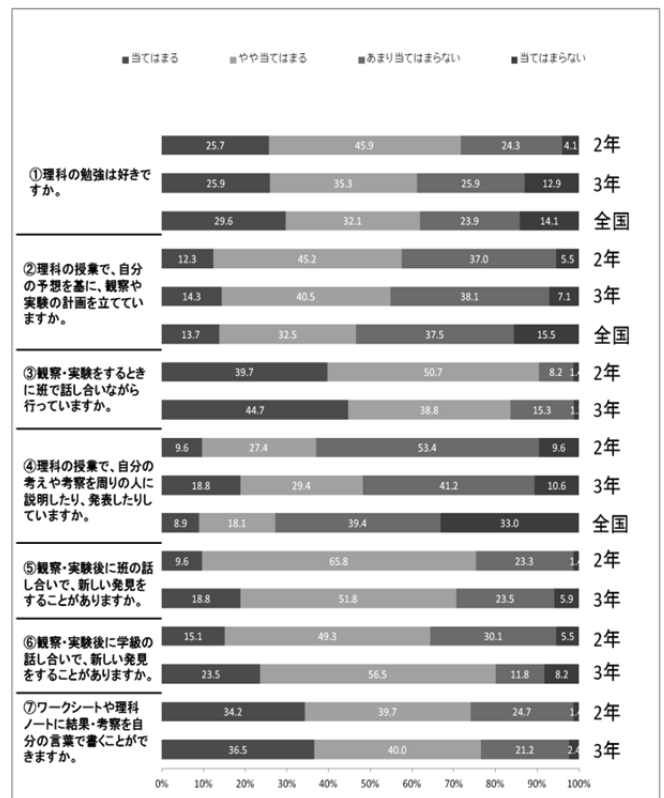


図 1 研究対象とした生徒の検証授業実施前のアンケート調査結果

ついては、2 年生は 15.3%高く、3 年生は 9.1%高いという結果が得られた。さらに、研究を行うにあたって独自に調べた質問からは、「③観察・実験をするときに班で話し合いながら行っていますか。」という質問に対する肯定的な回答が、2 年生では 80.6%、3 年生では 82.1%であり、⑤・⑥の質問事項「観察・実験後に班、または学級の話し合いで、新しい発見をすることがありますか。」に対しては、約 50%以上の生徒が肯定的な回答であった。

「⑦ワークシートや理科ノートに結果・考察を自分の言葉で書くことができますか。」という質問に対しては、2 年生で 72.7%、3 年生で 59.5%が肯定的な回答であった。

(3) 研究対象の生徒に考えられる課題

アンケート調査の結果から、研究対象とした生徒の理科の授業における課題は、表 4 のようなことが考え

表 4 研究対象とした生徒の理科の授業における課題

○自分の予想を持つことができず、その後の観察や実験を行っている可能性のある生徒が 50%以上いる。
○観察・実験をする際に、班で話し合いながら行うことができず、可能性のある生徒が約 20%いる。
○自分の考えを周りの人に説明したり、発表したりできていない可能性のある生徒が約 60%いる。
○観察・実験後の班や学級での話し合いで、新しい発見をすることができていない可能性のある生徒が約 40%いる
○考察を自分の言葉で書くことができない可能性のある生徒が約 35%いる。

3 研究の目的と方法

(1) 研究の目的

本研究の目的は、理科の授業において科学的な探究活動をする中で、「予想」と「実験の実施から考察をする」の2つの場面で『学び合い』による話し合い活動を工夫することを通して、学び合う時間をつくりだし、科学的な思考力を高めることを目的とする。

(2) 研究の方法

本研究は、第2学年と第3学年の2回に分けて行った。分析と検証方法については、以下の方法で進めることとした。

① アンケートの実施及び分析

研究対象とする生徒に対して、学習前と学習後にアンケート調査を行い、分析する。

② 授業記録の分析及びワークシートの分析

(ア) ワークシートの記述欄の分析を行う。

(イ) ICレコーダーを用いて、話し合いの際のプロトコル分析を行う。

(ウ) ビデオカメラによる授業記録の分析を行う。

(3) 研究構想図

本研究の研究構想図を図2に示す。本研究では科学的に問題を解決していく流れに沿って、以下の(4)で示す4つの手立てを授業の中で用いることで、科学的思考力が高まると考え、図2のような研究構想図を作成した。以下は、『学校の挑戦』(佐藤学, 2009)を参考にして考えたものの説明である。

「対象世界との対話」とは、教師が生徒に課題を与えてしまうのではなく、生徒が自ら科学的事象に興味・関心・疑問をもつことで、主体的な学びとしていくこととする。また、「他者との対話」は、生徒同士が互いに学び合い、より高次の理解へと移っていく段階とする。そして、「自己との対話」は、一人ひとりの興味・関心・疑問が、学び合いという話し合い活動で深まり、それを最終的に個人で整理し、確かな理解へと

定着させていくと同時に、新たな興味・疑問・関心を生み出し、より高次の思考へ変容していく段階とする。

(4) 手立て

以下に研究にせまるための4つの手立てについてまとめていく。

【手立て1】単元の導入や授業の導入部で身近な生活事象を教材として使う工夫

坂本(2009)は、「授業の導入部分で身近な生活事象を取り入れることで、授業への参加意欲が高まり、その後に行われる言語活動が活発になり、思考力が高まる。」と述べている。このことを踏まえて、本研究では、単元の導入や授業の導入部分で、身近な生活事象を教材として使い、生徒に興味・関心・疑問を抱かせる。これにより、生徒の「知りたい」「考えたい」という気持ちを引き出し、授業の中での話し合い活動や協同活動に積極的に参加できるようにした。

第2学年での検証のときには、化学変化と原子分子の単元の中の3章；酸化と還元、4章；化学変化と物質の質量、の授業を行った。その際、酸化する前後のホッカイロの粉や10円玉、鉄くぎなどを授業導入部で教材として使用した。実際に使用した教材の一部を図3に示す。

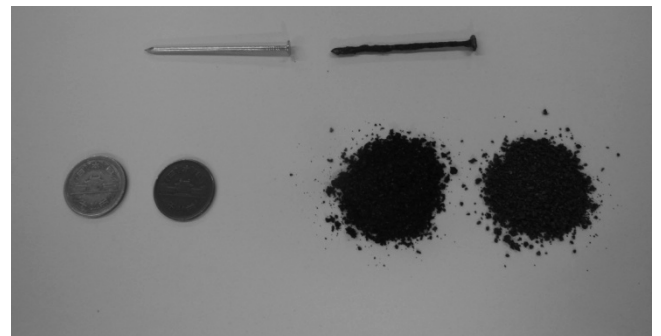


図3 第2学年の検証授業で使用した身近な教材

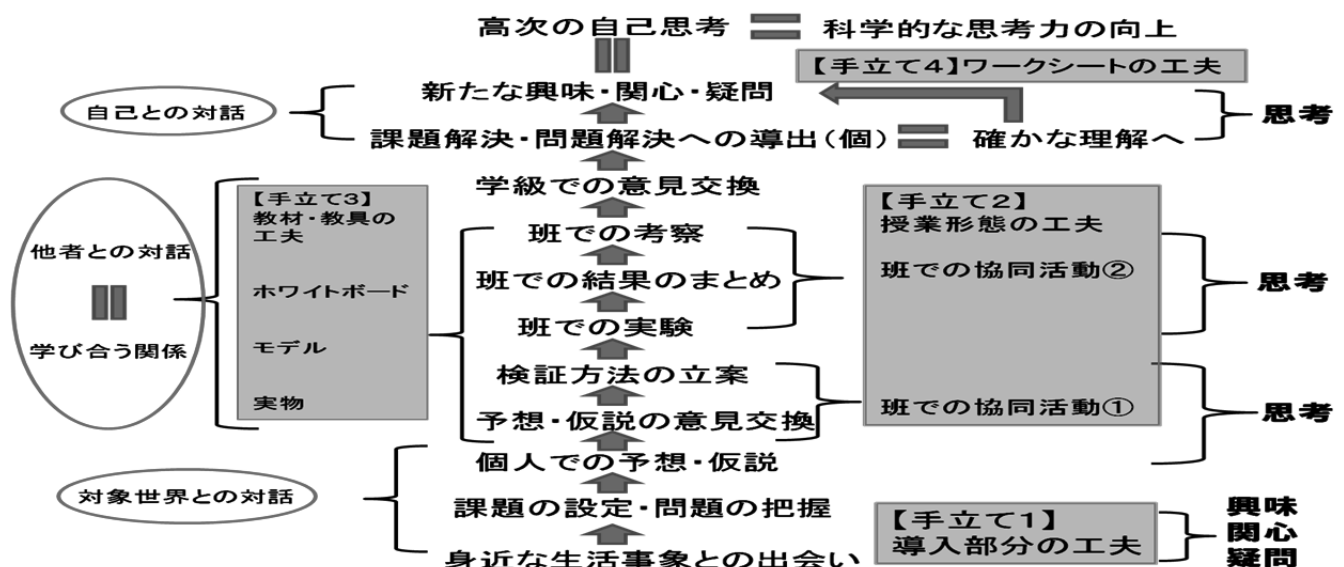


図2 研究構想図

第3学年での検証のときには、運動とエネルギーの単元の中の第1章；物体にはたらく力，第2章；物体の運動，の授業行った。その際、ひもで吊るした雑誌の束や台車，だるま落とし，水の入った水槽，台車の上にボールをのせたもの，そして，ナフキンなどを教材として使用した。実際に使用した教材の一部を図4に示す。

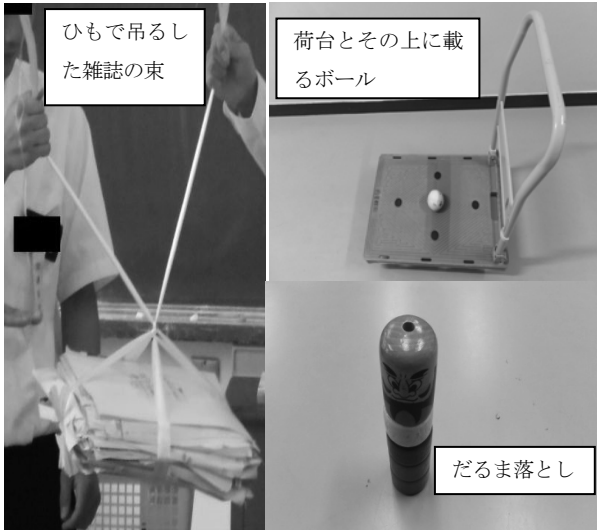


図4 第3学年の検証授業で使用した身近な教材

【手立て2】授業形態の工夫

本研究における事前のアンケート調査の結果から、調査対象とする第2学年，第3学年の生徒は、観察や実験を行う際に、班で話し合いながら行うことができるという実態が明らかとなった。その一方で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり，発表したりしていると答えた生徒は，全国平均と比べると高い割合を示したが，約6割の生徒が否定的な回答であった。

この生徒の実態と，文部科学省(2008)の学習指導要領改訂のポイントの一つである言語活動の充実を踏まえて，本研究では，理科における科学的な探究の過程の「予想」の段階と，「実験の実施から考察をする」段階の二つの段階で話し合いを中心とした協同活動を行った。話し合いは，表5のことを指導したうえで行われた。

表5 話し合い前に生徒に指導したこと

- ・教師が決めた人を班長とすること。
- ・話し合いにあたって，自分の予想や考えを班長から時計回りに一人一意見必ず発言すること。
- ・班長が班の意見を発表すること。
- ・班員の全員が，班長と同じ説明をできるようにすること。

班長は，話し合いが行われる度に前回とは別の生徒がなるようにし，自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりする機会を与えられるようにした。また，班員の全員が班長と同じ説明をできるようにすることで，理解が十分な生徒は理解が不十分な生徒に

説明すること過程で確かな理解が変わっていき，理解が不十分な生徒は説明を聞くことでより高次の理解が変わっていく。この生徒同士のやりとりの過程でも自分の考えを説明する機会を設けられるようにした。さらに，班長から時計回りに一人一意見発表させることで，話し合い活動に参加する流れを与えられるようにした。

【手立て3】話し合い活動の際の教材・教具の工夫

本研究では，話し合い活動の際に「ホワイトボード」を用意し，そこに班の意見や考えをまとめていくようにした。使用したホワイトボードのサイズは，第2学年では縦40cm，横55cmのものを，第3学年では，縦21cm，横29.5cmのものを使用した。これによって，一人では予想を立てることができない生徒や，考察をすることができない生徒が，ホワイトボードに書かれたことを視覚的に理解することができるようになったと考えた。また，ホワイトボードにまとめていくことにより，まとめるための話し合いが必要となる。ホワイトボードを使うことによって，必然的に話し合い活動が活発になると考えた。

また，話し合うにあたって，手にとって考えることができる「実物」や「モデル」を用意し，頭の中だけでの科学的な思考だけでなく，視覚的な科学的思考をできるようにした。これによって，実際の事象や現象に対するイメージをしながら班での話し合いを行うことができ，より高次の科学的思考の話し合いを行えるようにした。

図5に，各学年の授業で実際に使用したモデル図の一部を示す。

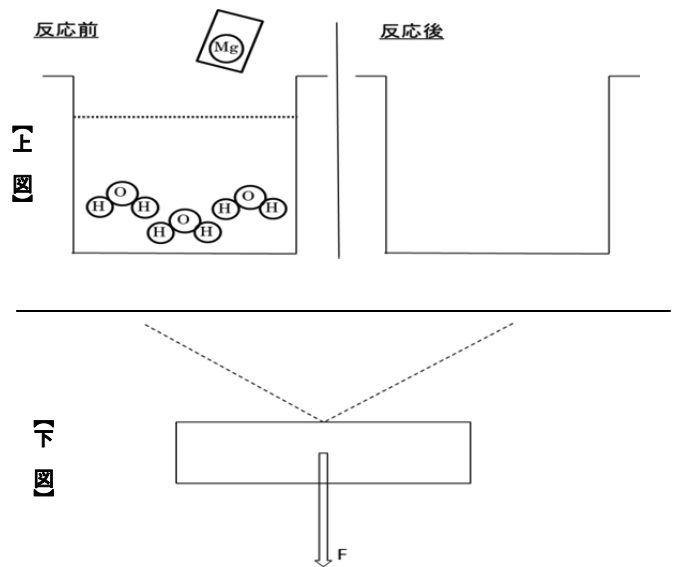


図5 検証授業で用いたモデル図
上図：第2学年，下図：第3学年

【手立て4】ワークシートの工夫

本研究では、生徒のワークシートに話し合いの際に使うモデル図や、話し合い活動後に書く考察欄を載せておくようにした。モデル図を載せておくことは、生徒個人がまず自分のワークシートを見て考えられるようにするためである。また、班で話し合いながらホワイトボードにまとめたモデル図とその内容を、自分のワークシートにも書くことで、あとで見直し振り返ることができるようにするためでもある。話し合い後に書く考察の欄を載せておくことは、話し合いの過程では生徒個人が書くことに徹するというわけではない。そのため、班での話し合いの結果得られた考えは頭の中にしか残っていない。書くことでどんな考えに至ったのか振り返ることができ、より確かな科学的な思考力として定着していくと考えた。

4 授業研究の概要と授業計画

(1) 愛知県公立 A 中学校第 2 学年-2 学級 80 名

男子 39 名, 女子 41 名

① 調査期間

平成 26 年 4 月 28 日～平成 26 年 5 月 23 日

② 調査単元

化学変化と原子・分子

3 章：酸化と還元, 4 章：化学変化と物質の質量

③ 授業計画

検証授業 1 における授業計画を表 6 に示す。

表 6 検証授業 1 の授業計画

時間	授業内容
第 1 時	○さびていない鉄くぎ, 10 円玉, ホッカイロの粉と, さびた状態の同じものを用意し, 酸化についてのイメージをもたせ, 「酸化」が酸素と結びつく反応であることを学ばせた。
第 2 時	○鉄粉を用いて酸化実験を行い, もとの物質と酸化物の状態や性質の違いについて調べ, 考えられることをまとめさせた。
第 3 時	○マグネシウムリボンを用いて, 空気中での酸化実験と, 水中での酸化実験を行い, 「酸化」が酸素原子と結びつく反応であるということを理解させた。
第 4 時	○酸化銅の粉末を使って, 「還元」とは物質から酸素原子がとれる化学変化であることを理解させ, 実験の様子と化学反応式から, 「酸化」と「還元」は同時に起こるということを理解させた。
第 5 時	○「酸化」と「還元」に関する化学反応式の問題を解かせ, 「酸化」と「還元」の化学反応式の理解を深めさせた。
第 6 時	○石灰石とうすい塩酸, ポリエチレン製の容器, また, 硫酸ナトリウム水溶液と塩化バリウム水溶液, ビーカー, を用意し, てんびんを使って質量を計測し, 物質の出入りが無い状態では, 「質量保存の法則」が成り立つということを理解させた。
第 7 時	○銅粉の酸化実験を行い, 時間ごとに質量を計測し, グラフを描かせることで, 銅と酸素, 酸化銅の質量の割合は一定であるという「定比例の法則」について理解させた。
第 8 時	○「定比例の法則」についてのまとめを行い, 問題演習を行うことで, 定比例の法則についての理解を深めさせた。

(2) 愛知県内公立 A 中学校第 3 学年-3 学級 90 名

男子 55 名, 女子 35 名

① 調査期間

平成 26 年 9 月 16 日～平成 26 年 10 月 10 日

② 調査単元

運動とエネルギー

第 1 章：物体にはたらく力, 第 2 章：物体の運動

③ 授業計画

検証授業 2 における授業計画を表 7 に示す。

表 7 検証授業 2 の授業計画

時間	授業内容
第 1 時	○ばねばかりと輪ゴム, 画紙, そして紙を使って, 角度をもった二つの力の合力と一つの力の合力についての関係について考えさせた。
第 2 時	○角度をもってはたらく二つの力の合力の作図による求め方を班で話し合わせ, 正しい作図の方法について理解させた。
第 3 時	○モデル図を使って, 一つの力の分力の作図による求め方について班で話し合わせ, 正しい作図の方法について理解させた。
第 4 時	○台車を用意し, 台車が斜面を下っていく仕組みについて, 力のつり合いと力の分解を用いて考えさせ, 理解させた。
第 5 時	○記録タイマーと記録テープを使って, 自分が記録テープを引っ張る際の運動の様子について記録させ, その運動の速さと距離に関して考えられることをまとめさせた。
第 6 時	○あらかじめ用意した記録タイマーの実験記録を使い, ある区間の平均の速さ, 瞬間の速さ, 移動距離について, 正しく読みとったり計算したりすることで, 記録テープの情報を正しく処理できるようにさせた。
第 7 時	○摩擦がないと仮定した空間での物体の運動について, どのような運動が起こるのかを班で話し合わせ, 予想し, 生徒に各班の考えを発表させ, お互いの考えを深めた後に, 「等速直線運動」について理解させた。
第 8 時	○「等速直線運動」する物体の速さと移動距離に関して, 考えられることを生徒に発言させ, まとめを行い, 残りの時間を使って, だるま落としや台車の上のつたボール, 水槽, 生卵とゆで卵などを使い, 慣性についてのイメージをつかませた。
第 9 時	○慣性に関する説明を行い, さらに, 慣性についての問題を解かせることで理解を深めさせた。

5 検証授業 1

(1) 日時

平成 26 年 5 月 8 日(木), 2 年 B 組, 第 3 時の授業。

(2) 本時の目標

- ・原子モデルを使って, 酸化の反応の仕組みを考え表現することができる。
- ・酸化とは, 酸素原子が物質と化合する化学変化であると理解できる。

(3) 授業の概要

本時の授業では, 授業の導入部分で今までの既習事項を踏まえた上で, 「マグネシウムを水中に入れても酸化は起こるだろうか」という発問をした。すると生徒の多くは, 酸化は燃焼することや空気中の酸素と化合することで起こると考えており, 水中で酸化が進むとは考えにくいようであった。そこで, 実際に実験を行うことで, マグネシウムを水中に入れると酸化が起こるのかどうかを確かめさせた。この実験を行う際に, マグネシウムが酸化した状態を確認するために, 空気中でのマグネシウムの燃焼実験も同時に行わせた。結果は, 確かに水中でも酸化が起こっているというものであった。生徒の表情や声からは「なんでだろう」「どうして」という様子を見ることができた。この時点で生徒はなぜマグネシウムが水中で酸化したのかという仕組みを理解できていなかった。

生徒の理解を深めるために, 班ごとにこの実験の化学反応で使われた原子のモデルを用意し, 班で話し合いながらその仕組みをホワイトボードにまとめさせていった。

(4) 検証授業 1 の実際

検証授業 1 に関しては、【手立て 2】の授業形態の工夫と、【手立て 3】の教材・教具の工夫、【手立て 4】のワークシートの工夫によって得られたことのみを記載する。

①【手立て 2】授業形態の工夫

検証授業 1 では、4 人または 5 人の班をつくり、マグネシウムが水中で酸化した仕組みについて話し合わせ、どの生徒も理解に近づけられるようにした。

表 8 検証授業 1 の話し合い活動の際の発話記録

A1: じゃあ一人ずつ発表していこう。酸化はしてるってことでいいんだよね。
B1: いいんじゃない。
C1: いいと思う。空気中で酸化させたときと同じ色のやつができたし。
D1: うん、いいと思う。
A2: じゃあ酸化はおきているってことで。
B2: これ使おうよ。
D2: そうだね、これ使って話し合いなさいって言ってたしね。
C2: <u>酸化マグネシウムの化学式って MgO だよ。①</u>
A3: <u>Mg2O じゃないっけ、違っただけ。①</u>
C3: <u>たしか MgO だよ。①</u>
D3: <u>私も MgO だった気がする。①</u>
B3: 覚えてない。どっち。
C4: とりあえず MgO にしよう。オッケー？
A4: オッケー。
D4: オッケー。
C5: <u>反応前と反応後でこの原子の数が変わらないって言ってたから、酸化マグネシウムになるには、水のところからこの O をもらうしかないんじゃない。②</u>
B4: じゃあ残った 2 つの H はどうなるの？
A5: それは後にして、 <u>酸化マグネシウムができたんだから原子の動きとしてはそれでいいんじゃないかな。②</u>
D5: なるほどね。じゃあ反応後のところに MgO をつくってと。
B5: 貼る貼る。MgO と。オッケー。で、 <u>残り 2 つの H はどうなるの。③</u>
D6: <u>水の中でばらばらに存在するとか。③</u>
A6: <u>でも水素って単独で存在しないんじゃないか？水素って気体でしょ。気体はなんとか 2 つで言ってたじゃん。③</u>
C6: <u>俺も単独はないと思うな。H2 って形になるんじゃない。③</u>
B6: <u>じゃあ反応後のこの水の中に HH っってくっつけて貼るね。④</u>
C7: <u>水の中でいいのか？気体って水ん中だと泡みたいになって出てくことない。④</u>
D7: たしかに、気体だったら泡みたいになる。泡みたいなの出たっけ？
A7: 一瞬だったから覚えてないし、見てないよ。
B7: 同じく。
A8: <u>気体ならぶくぶく泡みたいになるし、水の中じゃなくて外でしょきつと。外に HH を貼る。④</u>
C8: 水素って気体のはずだからそれでいいと思う。
B8: じゃあ、外のところに HH 貼るね。これで完了でいいの？言葉で説明は書かなくていいのかな？
A9: たしかに。
D8: 化学反応式は？
C9: マグネシウムと水が反応して、酸化マグネシウムと水素ができる反応式書けばいいんじゃない。だから、Mg たす H2O が MgO と H2 じゃない。
B9: 数は。
C10: Mg が 1 個で H が 2 つ、酸素が 1 個でしょ。で右も Mg が 1 個で H が 2 つ、O が 1 個だから、なんもつけなくていいんじゃない。
D9: あってる。じゃあこのままでいいね。
A10: 書くスペース無いし、ワークシートに書いとこ。
B10: もう一回教えて。 <以下省略>

表 8 に、本授業の話し合い活動における抽出班の発話記録を載せる。科学的に思考したと考えられる発話には、太字で下線を引いてある。

この班の話し合いでは、生徒 A、C を中心にして話し合いが進められていった。本時の内容に関して理解が深い生徒 A と C が基本的なおさえつつ、生徒 B と D がわからないことや疑問に思ったことをつぶやくことで、話し合いが活発になり、マグネシウムが水中で酸化した仕組みの核心に迫ることができていた。

また、下線①の発話は表 3 の(エ)、下線②の発話は表 3 の(イ)、下線③の発話は表 3 の(ア)、下線④の発話は表 3 の(ア)と(エ)に関する科学的に思考したと考えられる会話がみられた。

②【手立て 3】教材・教具の工夫

検証授業 1 では、話し合い活動の際に生徒の話し合いを活発にさせ、考えさせやすくするために、「ホワイトボード」を使い、さらに「原子モデル」を用意し、これらを使って話し合いを行わせた。班で話し合いを行った際には、原子モデルを手にとり動かしながら話し合いを進めていた。また、ホワイトボードに書き込みができることで、原子の動きを書いたり、起こったとされる化学反応式を書いたり、工夫した使い方それぞれの班が話し合いを進めていた。

図 6 に、検証授業 1 で生徒がまとめたホワイトボードの図を示す。

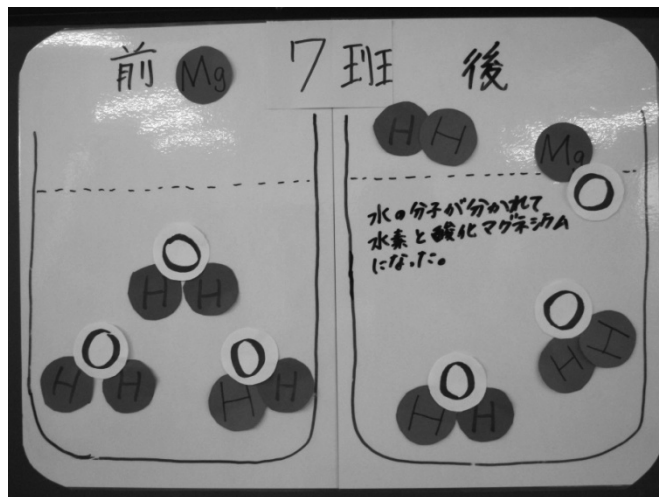


図 6 検証授業 1 の話し合い活動の際に生徒がまとめたホワイトボード

③【手立て 4】ワークシートの工夫

検証授業 1 では、ワークシートに視覚的情報として実験の流れや、考える際の参考図を載せた。また、話し合いの際に考えるための参考図をワークシートに載せ、話し合いをしながらワークシートに書きこんだり、話し合いによってまとめたホワイトボードの中身を書き写したりできるように工夫した。さらに、話し合いによって得た聴覚情報と、ホワイトボードにまとめた

視覚情報を、改めて自分のワークシートに書いて整理する欄を設けた。

生徒は、話し合いながらワークシートに書きこんだり、話し合い後にワークシートに考え方を整理したりするなどして、なぜマグネシウムが水中で酸化したのかを、自分の中で確かな理解になるようにワークシートを活用することができていた。

図7に、検証授業1で用いたワークシートの一部を示す。

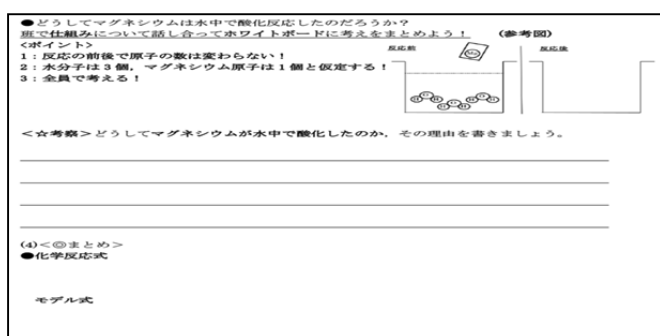


図7 検証授業1で用いたワークシート

(5) 検証授業1の考察

① 話し合い活動に関する考察

検証授業1では、ホワイトボードやモデル図・参考図、そして実験の実物を用いることで、班での話し合い活動を充実させ、生徒の科学的思考力を向上させようと試みた。図8に研究対象とした生徒の検証授業実施前と後のアンケート調査結果の比較を示す。

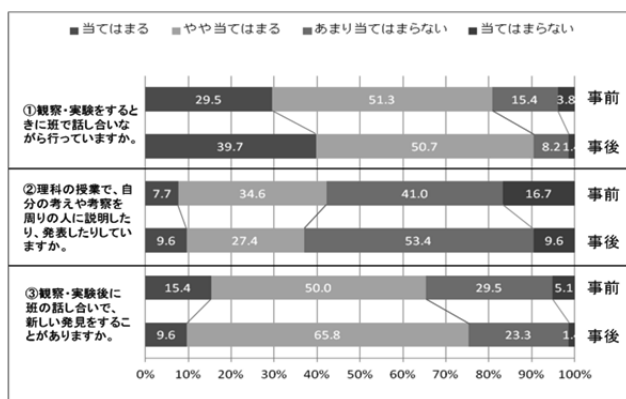


図8 検証授業1の生徒の検証授業実施前と後の話し合い活動に関するアンケート調査結果の比較

図8のアンケート結果①からは、これらの手立てを用いたことによって、生徒が話し合い活動に積極的に参加するようになった可能性が考えられる。これは、調査実施前から調査実施後の全体の割合が肯定的に推移していることから、妥当だと考えられる。また、これに関連してアンケート項目③からは、話し合い活動が充実したことによって、質問③に対して否定的に答えた生徒が、「やや当てはまる」と肯定的に考えるようになったことが考えられる。ただ、「当てはまる」と

答えていた生徒が5.8%減ったことから、普段から話し合いには積極的に参加しており、ある程度学力が高い可能性がある生徒にとっては、話し合い活動の機会を増やしたことによって、「教える」立場に回る機会が増えてしまったために、個人として新しい発見をする機会が減ってしまったのではないかと考えられる。今後は、普段から話し合いに積極的に参加する生徒が新しい発見をしたり、「教える」ことの価値を実感させたりする手立てを考えていく必要がある。

ここで、アンケート項目②を見てみると、この質問に対して否定的に感じている生徒の割合が事前の57.7%から事後の63%へと5.3%増加している。このことから、班の中での意見を述べたり発言したりすることができても、全体の間では自信をもって発表できない生徒が多いのではないかと考えられる。話し合い活動の場面以外でも、生徒が積極的に発言しやすくなるような手立てを考えていく必要がある。

② ワークシートへの考察記述に関する考察

話し合い活動を充実させたことによって、科学的思考力が向上したのかを判断するために図9のような質問を行った。

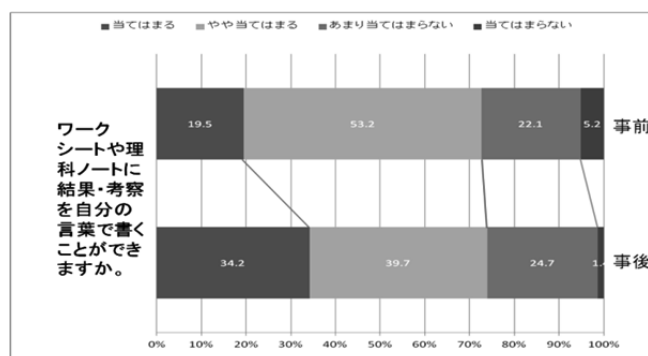


図9 検証授業1の生徒の検証授業実施前と後のワークシートに関するアンケート調査結果の比較

図9のアンケート結果からは、事前調査で「やや当てはまる」と答えていた生徒が「当てはまる」と答えるようになったことがわかる。このことから、話し合い活動が充実しても、普段から文章表現ができるとは思っていない生徒にとっては、結果や考察を言葉で書くことの向上にはつながらない可能性が考えられる。また、ある程度文章表現できていると感じていたであろう「やや当てはまる」と答えた生徒にとっては、話し合い活動の充実によって、結果や考察を自分の言葉で書くことができるようになったと考えられる。今後は、この質問項目に対して否定的に感じている生徒が、結果や考察を自分の言葉で書けるような、話し合い活動と繋がりのある手立てを考えていく必要がある。

6 検証授業2

(1) 日時

平成26年9月18日(木), 3年A組, 第3時の授業。

(2) 本時の目標

1つの力を2つの分力に分解し, その分力作図によって表すことができる。

(3) 授業の概要

本時の授業では, 授業導入部分で前時までの力の合成の作図による求め方を復習した。その後, 「1つの力を2つに分解することができるのか。」という発問をした。生徒の発言からは, 「力だから分解することは不可能である。」や, 「2つの力を合成することができたのだから, その逆もできる。」と言った意見を聞くことができた。そこで, 雑誌の束をひもで縛ったものを身近な生活事象として用意した。それを任意に指名した生徒1人に持ちあげさせ, 次に生徒2人で持ちあげてもらった。ここで生徒にこれがまさに力の分解であることを教え, 新たな専門用語として, 「力の分解」と「分力」という専門用語を教えた。

その後, 本時では1つの力を2つの分力に分解し, その分力作図によって表現することを目標としていたので, 班で話し合いを行わせ, 1つの力の2つの分力の求め方をホワイトボードにまとめさせた。全生徒が同じ力の分解を考えられるように, 雑誌の束を持ちあげたときの参考図を用意し, それを使って話し合いを行わせた。

(4) 検証授業2の実際

検証授業2に関しては, 【手立て1】の導入部分で身近な生活事象を教材として使う工夫と, 【手立て2】の授業形態の工夫と, 【手立て3】の教材・教具の工夫によって得られたことのみを記載する。

①【手立て1】導入部分で身近な生活事象を教材として使う工夫

検証授業2では, 物理的事象に関する内容であったため, 授業の導入部分や展開部分で身近な生活事象を使うことで, 生徒に興味・関心を抱かせ, 授業への参加意欲を高めると同時に, 内容の理解を深められるようにした。

また, 検証授業2では, 本時の内容の導入部分で「ひもで吊るした雑誌の束」を身近な生活事象として用いた(図10)。導入部分で力の分解について視覚的にイメージをもたせることで, その後の話し合いの際の考える手立てとした。班での話し合いの中で, 「さっき2人で持ち



図10 ひもで吊るした雑誌の束

あげたとき, 空中で止まっていたよね」という声が聞かれた。実際に目でみたことにより, 見えていなかった分力とつりあう力「重力」に気付くことができた生徒がいた。また, 「2人で持ちあげたときのひもの向きが分力の向きだよ。」という声も聞くことができた。

②【手立て2】授業形態の工夫

検証授業2でも, 4人または5人の班をつくり, 1つの力を2つの分力に分解し, その分力作図によって表現する方法について話し合わせ, どの生徒も理解に近づけられるようにした。

表9に, 本授業の話し合い活動における抽出班の発話記録を載せる。科学的に思考したと考えられる発話には, 太字で下線を引いてある。

この班の話し合いでは, 学力上位であった生徒Eを中心にして話し合いが進められていった。下線①の発話では, Eの説明に対して, Gが重力Fとそれにつり合う力F3の関係についてつぶやき, E, F, Hが確認の返答をしているという発話である。これに関しては, 表3の(イ)にあたる科学的に思考した発話であった。また, 下線②の発話に関しては, Gの疑問に対して, FとHも疑問に感じ, Eが疑問に対して説明をするという発話である。これに関しては, 表3の(イ), (エ)にあたる科学的に思考した発話であった。

③【手立て3】教材・教具の工夫

図11に, 検証授業2で生徒がまとめたホワイトボードの図を示す。

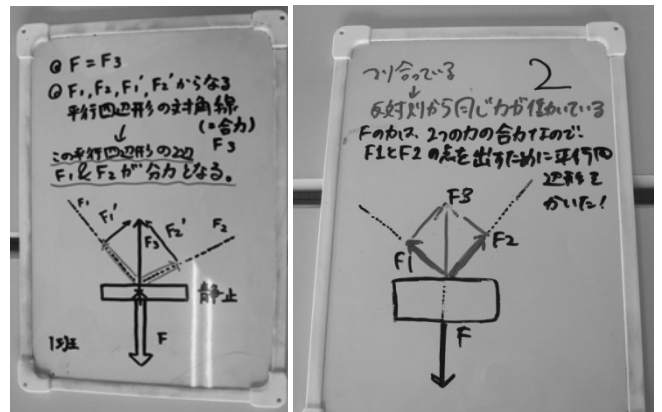


図11 検証授業2の話し合い活動の際に生徒がまとめたホワイトボード

検証授業2では, 検証授業1と同様に話し合い活動の際に生徒の話し合いを活発にさせ, 考えさせやすくするために, 「ホワイトボード」を用いた。検証授業2では, ホワイトボードに書いて考える図を統一し, それを使って分力の作図による求め方について考えさせた。検証授業2の中で, 班ごとの話し合い活動は活発に行われていたが, なかなかホワイトボードへの記述が進まないという状況が見られた。そこで, 気付いている生徒もいたが, 「雑誌の束を持ちあげたときに空中

表9 検証授業2の話し合い活動の際の発話記録

E1: がんばりたまえ。
 F1: やるか。
 E2: 今日の班長の意見を聞こう。
 G1: えっと、この矢印と同じ長さをここから引っ張って、ここから、重力と合力が一緒だと思ったので、まず合力になる線を引いて、ここに向かって合力がくるように、引っ張る向きから平行四辺形を描いて、こここここの頂点を結ぶと思いました。
 H1: 平行四辺形の角度がわからんことない。
 E3: 俺か。説明ね。俺が思うに、この力を引いたとき、まず例えば片方の力のF1だけ見ると、引っ張る方向が決まっています、どこまでの大きさかわかんないじゃん。だから、重力につり合う力が分かっているから、これを合力として、引っ張る方向を平行移動して、F2と交わる場所が、F2の力の大きさなんじゃない。今言ったことをとりあえず書いてこ。
 H2: 書く？
 G2: 説明ができないよ。
 E4: 合力よりこっちの方が断然むずい。
 H3: これってここから測るのか、ここから測るのかどっち
 F2: 中心から測った。
 G3: 中心からか、なんでずれるんだろう。あつ、あたしのちよつとずれてんのか。
 E5: 重力が中心からじゃない？で、つり合う力が上のところからじゃない、ここ、ここ。ひもが結んであるとこ。
 G4: もうホワイトボードに説明すること書いてこようよ。
 E6: **じゃあ、重力をFにしよ。それにつり合う力をF3にしよ、おけ？①**
 G5: **結局これって持ちあげたときに静止してるからFとF3って同じ大きさなんだよね？①**
 H4: **そうじゃない。①**
 F3: **オケ。①**
 E7: **そうそう。で、分力をF1, F2にしよ。①**
 F4: 分力ってこの引っ張る向きのこと？
 E8: そうそう。
 H5: 分力をF1, F2と。
 E9: で、F1とF2の引っ張る向きを、F3に向かって平行移動すると。
 G6: 平行移動する。それで。
 E10: それで、そこで線引いて、交わった場所までが、分力の大きさ。
 H6: こんな感じがいい？
 E11: いいんじゃないかな。
 G7: **思ったんだけど、これって引っ張る向き決まっても、やることは同じってこと？②**
 F5: **どゆこと。②**
 E12: **ああ、そうじゃない。向き変わっても、同じように平行四辺形描く操作すれば、分力の大きさでるし。②**
 H7: **え、どゆこと。②**
 E13: **じゃあここに書いてみようか。F1とF2をこうしてと。で、F3がこの大きさだったら、平行四辺形を描く操作すると、こうなって、こうなるから、大きさが求まると。だから、引っ張る方向はなんだっていいんじゃないかな。②**
 F6: **たしかにあってそう。②**
 G8: 私は説明するときに、重力Fにつり合う力F3があって、F3が合力になるように、引っ張る向きが決まっている分力F1とF2をF3の先端まで平行移動して、そこで線を引いて、それぞれF1とF2が交わった場所までが、分力の大きさだと思います、でいいのかな？
 E14: いいと思う。 <以下省略>

た。すると、ホワイトボードに「重力」を書き入れ、2つの分力の求め方をまとめていく様子が見られた。

(5) 検証授業2の考察

① 話し合い活動に関する考察

検証授業2では、ホワイトボードやモデル図・参考図を用いることで、班での話し合い活動を充実させ、生徒の科学的思考力を向上させようと試みた。図12に、研究対象とした生徒の検証授業実施前と後のアンケート調査結果の比較を示す。

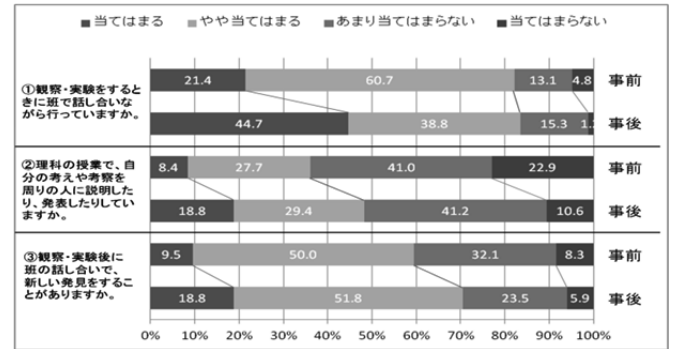


図12 検証授業2の生徒の検証授業実施前と後の話し合い活動に関するアンケート調査結果の比較

図12のアンケート結果①からは、検証授業2の実施前「当てはまる」と答えた生徒の割合が21.4%であるのに対し、実施後は23.3%増の44.7%であった。このことから、「やや当てはまる」と事前調査で答えていた生徒が、班での話し合い活動に積極的に参加するようになったことが考えられる。ホワイトボードやモデル図・参考図を話し合う際に用いたことで、「やや当てはまる」と答えた生徒のうち、学力中位層であると考えられる生徒にとっては、話し合いに積極的に参加させることができる手立てであったと考えられる。また、図12のアンケート結果②からは、調査実施前から調査実施後にかけて、生徒の回答が全体的に肯定的な方向に遷移している。これは、表5の事項に即して話し合い活動を行ったために、説明や発表をしたという実感をもつことができたためではないかと考えられる。さらに、図12のアンケート結果③を見てみると、調査実施前から調査実施後にかけて、生徒の回答が全体的に肯定的な方向に遷移していることがわかる。このことから、ホワイトボードやモデル図・参考図を用いて話し合いを行わせ、話し合い活動が活発に行われるようになることで、どの学力層の生徒にとっても新しい発見をする機会を与えることができる可能性が示唆される。

② ワークシートへの考察記述に関する考察

話し合い活動を充実させたことによって、科学的思考力が向上したのかを判断するために、検証授業1と同様に図13のような質問を行った。

で静止している。ということは、それとつり合う力があるはずである。」という、考える視点を全生徒に与え

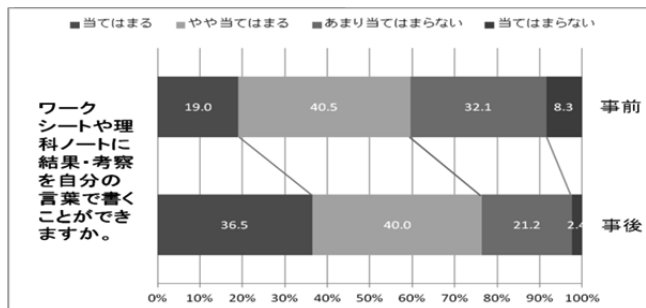


図13 検証授業2の生徒の検証授業実施前と後のワークシートに関するアンケート調査結果の比較

図13のアンケートの結果からは、調査実施前から調査実施後にかけて全体的に肯定的な回答に遷移していることがわかる。また、調査実施前で肯定的な回答が59.5%であったのに対し、調査実施後では17.0%増の76.5%の生徒が肯定的な回答を示している。本調査では、結果や考察の書き方に関する指導は行っていないことから、話し合い活動での表5の指導に即して話し合いを行わせたことにより、話し合い活動が活発に行われることで、このような結果が得られたと考えられる。そして、このことは、図12の②を踏まえると、周りの人に説明や発表したりするために話し合いに積極的に参加するようになったことで、考えていることに対する理解が深まり、図13のような結果が得られた可能性も考えられる。

7 研究のまとめ

(1) 身近な生活事象を教材として使う工夫の成果

身近な生活事象を授業の導入部分で教材として使うことで、生徒が疑問や興味をもつことができ、その後の話し合いを積極的に行わせることができた。

(2) 授業形態の工夫に関する成果

話し合いの際に表5のような指示を生徒に与えることで、積極的に話し合いを行っているという実感をもたせることができた。

検証授業2の第3学年の生徒に関しては、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていると思える生徒が全体的に増加し、表3に定めた科学的な思考力の(ア)・(イ)・(エ)に関する会話が活発になり、科学的な思考力の向上につながることができた。

(3) 話し合い活動の際の教材・教具の工夫の成果

ホワイトボードのみでなく、手にとって考えることのできる「実物」や「モデル」を用意し、これらを使って話し合いを行わせることで、積極的に話し合いを行わせることができ、科学的に思考する会話を引き出す手段として有効であるとわかった。

8 今後の課題

(1) 科学的思考力を高める要因の決定

本研究では、科学的思考力が高まったという成果を

得ることができた訳だが、それが本研究で行った4つのどの手立てが有効に作用したために得られた成果なのかは明らかにすることができなかった。今後は、本研究で行った4つの手立てを単独または組み合わせて行い、それぞれでデータをとっていくことで、どのような手立ての使い方がより効果的に科学的思考力を高めるのかを分析していく必要がある。

(2) 説明や発表をしたという実感をもたせる

検証授業1・2ともに、話し合い活動には多くの生徒が積極的に参加できるようになったと答えているにも関わらず、自分の考えや考察を周りの人に説明や発表できていないと否定的に感じている生徒が、調査終了後も55%前後いた。本研究で定めた科学的思考力の定義(イ)では、説明することも科学的思考力の一部としている。今後、話し合い活動の前の個人の考えをもつ場面に3分以上の時間をかけ、考えをもったうえで話し合い活動を行わせるようにしたり、教師の意図的な指名で発言させる機会を与えたりすることで説明や発表をさせ、生徒に説明や発表をしたという実感をもたせていくことが必要であると考えられる。

【引用文献】

- ・片平克弘；『科学的な言語能力の育成の意義と課題』、理科の教育,58号, pp. 531-534, 2009.
- ・国立教育政策研究所；『OECD生徒の学習到達度調査(PISA)～2009年調査国際結果の要約～』、2009.
- ・国立教育政策研究所；『OECD生徒の学習到達度調査(PISA)～2012年調査国際結果の要約～』、2012a.
- ・国立教育政策研究所；『平成24年度全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント』、2012b.
- ・国立教育政策研究所；『平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について(概要)』、2012c.
- ・村山哲哉；『「問題解決」8つのステップ』、東洋館出版社, 2013.
- ・文部科学省；『小学校児童指導要録、中学校生徒指導要録、高等学校生徒指導要録、中等教育学校生徒指導要録並びに盲学校、聾(ろう)学校及び養護学校の小学部児童指導要録、中学部生徒指導要録及び高等部生徒指導要録の改善等について(通知)』、2001.
- ・坂本有希；『自然現象の読解からはじまる言語活動』、理科の教育, 58号, pp. 401-403, 2009.
- ・佐藤学；『教師たちの挑戦』、小学館, 2006.
- ・杉村秀二；『科学的な思考力を高める理科授業の工夫』、和歌山県教育センター学びの丘, 2008. (http://www.wakayama-edc.big-u.jp/kenkyuroku/H19/H19_05.pdf)
- ・八嶋真理子；『「考えるから楽しい」理科授業を創る - 子どもに考えさせる授業づくりの視点 - 』、理科の教育, 59号, pp. 235-238, 2010.

【付記】

本研究は、愛知教育大学教職大学院の実習の一環として、連携協力校で行わせていただきました。実習中は、ご多忙の中、校長先生をはじめとする多くの先生方に丁寧に指導をしていただきました。連携協力校の全ての諸先生方に心から御礼申し上げます。

最後となりましたが、愛知教育大学大学院での講義、学校サポーター活動、教師力向上実習Ⅰ・Ⅱ、修了報告書の作成において指導をくださった宮下 治教授をはじめ、温かく丁寧に御指導・御助言してくださった教職大学院の全ての先生方に、心から感謝申し上げます。