

# 基礎学力を向上させる理科の授業づくりについての研究

～知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成を目指して～

高知市立城西中学校 教諭 市原 辰也  
高知県教育センター 指導主事 進司 克己

平成 20 年 3 月に告示された新学習指導要領は、TIMSS や PISA 調査等の結果から示された理科教育の現状・課題を踏まえて改訂されている。また、これまでいくつかの先行研究で、小・中学校 7 年間の系統性を踏まえた指導が不十分であることが報告されているが、今回の新学習指導要領は小・中学校の学習内容の系統性もより重視したものとなっている。そこで本研究では、新学習指導要領の方針に基づいた授業改善策を考え、知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成を目指した指導例の開発を行うこととした。検証授業では、授業後の研究協議、事前・事後の生徒アンケートや単元テストの集計・分析、ビデオ記録の分析等から、授業改善策や指導計画の有効性について考察した。

キーワード：新学習指導要領、理科教育の課題、基礎学力、授業改善策、指導計画の作成

## 1 はじめに

TIMSS や PISA 調査、教育課程実施状況調査、特定の課題に関する調査の結果等から示された理科教育の現状・課題とされている主な内容は次の 5 点、①理科の大切さが伝わっていない、②自然体験や生活体験が不足している、③基礎的な知識・理解が十分でない状況がある、④科学的な思考力・表現力が十分でない状況がある、⑤学習意欲が国際的に見ると低い、である（田代 2008）。「高知県公立高等学校入学者選抜の状況及び学力検査の結果分析」（2009）による今後の中学校理科における指導の改善点も、上記の理科教育の課題③、④と同一のものであると捉えることができる。全国的にはまた、小・中学校 7 年間の系統性を踏まえた指導が不十分であることもいくつかの研究で報告されている。神奈川県相模原市立総合学習センター（2005）によると、各学年間や小・中学校間の学習内容のつながりを意識して授業を行ったことがあると答えた中学校教員の割合は 16%、現在使われている小学校の教科書を見たことがない中学校教員の割合は 65.9%、単元「水溶液の性質」について、小学校ではどのように指導されるか知らないと答えた中学校教員の割合は約 70%にもものぼっている。

平成 20 年 3 月に告示された新学習指導要領は、上記のような理科教育の現状・課題を踏まえて改訂されており、小・中学校の学習の系統性についても、内容の改善として小・中学校の一貫性を十分に配慮し、系統性の確保などを図っている。

## 2 研究目的

本研究では理科における基礎学力の要素を、平成 19 年に一部改正された学校教育法第 30 条第 2 項から「基礎的・基本的な知識・技能と思考力・表現力、その土台となる学習意欲」と捉える。学校教育法に基づいて、新学習指導要領では基礎的・基本的な知識・技能を「習得」する学習活動と、知識・技能を「活用」する学習活動のバランスを重視している。そして、各教科の指導においては基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着と、これらを活用する思考力・表現力の育成をいわば車の両輪として伸ばしていくことが求められている。

以上のようなことから本研究では、現在の理科教育の課題を踏まえた学習指導要領の改訂の方針に基づいた授業改善と、知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた指導計画の作成・授業実践が基礎学力の向上に効果的であると考え、研究仮説を以下のように設定した。

学習指導要領の改訂の方針に基づいて、基礎的・基本的な知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成を目指した指導計画の作成・授業実践を行えば、生徒の基礎学力は向上する。

### 3 研究内容

#### (1) 基礎研究

##### ア 学習指導要領改訂の経緯、学習指導要領の改訂の基本方針・要点

###### (ア) 学習指導要領の改訂の基本方針

平成20年1月の中央教育審議会の答申において理科の改善の基本方針、中学校理科の改善の具体的事項が示された。この答申を踏まえ、同年3月に新学習指導要領が告示された。

新学習指導要領の改訂の基本方針は次の4点である。

- ・ 科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること
- ・ 科学的な思考力、表現力の育成を図ること
- ・ 科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること
- ・ 科学的な体験、自然体験の充実を図ること

###### (イ) 目標の改善の要点

教科の目標は、中央教育審議会の答申や小学校から高等学校までの理科の目標の一貫性を考慮している。中学校では、「自然の事物・現象に進んでかかわる」とあるように、生徒が主体的に疑問を見つけ、自ら課題意識を持って観察、実験を行うなど、従前の「関心を高め」に比べ、自ら学ぶ意欲を重視した表現としている。また、「調べる能力」を「探究する能力の基礎」とし、科学的に探究する活動をより一層重視し、高等学校理科との接続を明確にしている。

###### (ウ) 内容の改善の要点

科学に関する基本的概念の一層の定着を図るため、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として構成している。その際、小学校・中学校の一貫性を十分に配慮し、国際的な通用性、内容の系統性の確保などの観点から改善を図っている。また、第1分野と第2分野に共通の最終項目「自然環境の保全と科学技術の利用」を新設した。

##### イ 学習指導要領の改訂の基本方針から授業改善策を考える

###### (ア) 科学に関する基本的概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成するために

この改訂の方針は、科学に関する基礎的素養の向上や科学に携わる人材育成が重要な課題になっていることを受けたものである。そのような経緯や語句の意味から、本研究では「基本的概念」を基礎的・基本的な知識・理解と同義であると考え、研究を進めた。

今回の学習指導要領の改訂では、科学に関する基本的概念の一層の定着を図るため、科学の基本的な見方や概念を柱として内容を構成し、小・中学校を見通した内容の系統性をより重視している。また、現状として小・中学校の系統性を踏まえた指導が不十分であることから、基本的概念の一層の定着を図るために、関連する小学校での学習内容の確認・復習を意図的に取り入れていくことが必要だと考える。生徒が小学校で何をどの程度学習しているのかという把握が十分でないために、忘れていた可能性の高い小学校での学習内容の復習の機会を逃したり、生徒が小学校で学習して知っている内容を中学校で初めて教えることのように扱ったりと、効果的な学習ができていない状況があることも推察される。

また、単元終了時の形成的評価として単元テストを実施することで、生徒の学力の把握、指導の改善を行い、指導と評価を一体化して展開することができると考えられる。あわせて単元の学習を個々にノートにまとめさせることで、単元テストに向けての基礎学力の向上、また家庭学習の充実や学習方法の習得等の効果も得られると考えられる。

###### (イ) 科学的な思考力、表現力の育成を図るために

中央教育審議会答申における中学校理科の改善の具体的事項には「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実

験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。」と示されている。また、平成 22 年に示された中学校理科の評価の観点「科学的な思考・表現」の趣旨は、「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、実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、表現している。」である。よって科学的な思考力・表現力は、①目的意識をもって観察・実験を行わせる、②観察・実験の結果を考察・表現させる、ことにおいて主に育成していくものであると考えられる。

a 目的意識をもって観察・実験を行わせる

目的意識をもって観察・実験を行わせることについて、『中学校学習指導要領解説理科編』(2008)には次のような記述がある。「『目的意識をもって観察、実験などを行うこと』は、観察、実験を行う際、生徒自身が観察や実験を何のために行うか、観察や実験ではどのような結果が予想されるかを考えさせるなど、観察や実験を探究的に進める上で大切である。」このことから、目的意識をもって観察・実験を行わせるためには、観察・実験の結果を予想させることが有効であると考えられる。

また、結果を予想させる際に、予想した理由を文章で記述させることも思考力・表現力の育成に効果的であると考えられる。自分の考えを文章で記述させることは、口頭での発表よりも全員を授業に参加させやすく、多くの生徒の表現力育成に有効であると思われる。有田(2011)は「まず、一人ひとりに、その子らしい『考え』を持たせることである。言語活動は、一人ひとりに考えを持たせることから始まる。そのためには、書くことと結ばなくてはならない。資料を見たら、気づいたこと、考えたことなどを、まずノートに書くことだ。いきなり発言するのは無理である。(中略)表現力を鍛える場合、書くことから始めるのが効果的だと考えて実践してきた。つまり、私の仮説は書くことを中心に、思考力、判断力につなぎ、言語表現へと発展させるということであった。」と述べている。生徒の学力状況によって有効な表現活動は違ってくるであろうが、本研究では上記のような考えに基づいて、表現活動については記述活動を中心に取り入れていきたい。

b 観察・実験の結果を考察・表現させる

結果からの考察を充実させるために多くの先行研究で言われているのが結果と考察の違いを理解させることである。結果と考察を区別できることは、論理的に思考を進めていく上で非常に大切なことであると思われるが、国際調査において、結果に基づいた考察を問う設問で、日本の生徒は結果のみを書いてしまうということが散見される(田代 2008)。

また、『中学校学習指導要領解説理科編』(2008)に記述されているように、科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動の充実を図ることも、科学的な思考力、表現力の育成において大切である。他にも、結果からの考察を個人に考えさせノートに文章で記入させる、結果を表やグラフなどにまとめさせる、ワークシートやレポートにまとめさせる活動を充実させることなどが考えられる。

(ウ) 科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めるために

理科の大切さが伝わっていないという現状・課題から、このような改訂の方針が出されている。TIMSS(2003)や PISA(2006)での質問紙調査においても、「理科の勉強は楽しい」、「自分の望む仕事に就くために理科で良い成績を取る必要がある」、「科学を必要とする仕事に就きたい」、「先生は科学が実生活に関わっていることを授業で解説してくれる」等の項目で課題が見られる。よって、学習が日常生活にどう関係しているのか、どのように日常生活や世の中で役立っているのか等、学習と日常生活との関わりについてこれまで以上に意識して多く知らせていく必要があると考えられる。

また、学習意欲が国際的に見ると低い現状から、学習と日常生活との関わりについて多く知らせていく以外にも、科学への関心や学習意欲を高めることを考えていく必要がある。吉崎(2008)

は学習意欲に影響する要因として、「知的好奇心」、「効力感（有能感）」、「自己決定感」、「有用性（必要感）」、の4つを挙げている。学習と日常生活との関わりについて多く知らせていくことは、この4つの要因のうち「有用性（必要感）」に関連することであると考えられる。「知的好奇心」については、すでに持っている内部情報と新しく獲得しようとする外部情報との間にズレがあるときに喚起されるとされている。学習の中で意外性のある課題や発問、情報を与えていくことは、生徒の「知的好奇心」を喚起し、学習意欲を向上させることができると考えられる。また、理科の楽しさを伝えるためにも大切である。よって、既習知識などの内部情報とズレを生じさせるような課題、意外性のある学習内容を提示することで知的好奇心を喚起し、科学への関心や学習意欲を高めていくことにも取り組んでいきたい。

(エ) 科学的な体験、自然体験の充実を図るために

『中学校学習指導要領解説理科編』に「生徒の自然体験などの不足が課題になっており、観察、実験の充実をむろんのこと、原理や法則の理解を深めるためのものづくり、継続的な観測や季節を変えての定点観測など、科学的な体験や自然体験の充実を図ることに配慮し改善を図る。」とある。この科学的な体験、自然体験の充実は、実感を伴った理解を図ることが目的であり、「基本的概念の一層の定着」と方向性は同じものであると考えられる。

(2) 実践研究

ア 単元指導計画の作成

(ア) 指導計画の作成に当たって

(1) ーイで述べたような授業改善策を取り入れ、また、単元全体を通して知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成を目指した指導計画を作成するに当たって、単元を、検証授業実施時期、検証授業実施校の年間指導計画や生徒の様子、小学校での学習内容との関連性等の特徴から、「状態変化」（中学1年生）に決定した。

まず学習指導要領に記載された内容から指導目標を設定した。そして、単元全体を見通して知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成ができるように配慮しながら指導計画を作成した。小学校の学習内容については、学習指導要領とともに小学校の教科書に目を通し、その学習内容をどのような実験や教材、学習過程で学習しているかということを把握した。授業時間については単元テストを最後に行うことを考慮して、目安となる配当時数より1時間多い8時間で計画した。

単元全体で基礎的・基本的な知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成を行うことについて、加藤(2010)は、「(前略)単元にはここは子どもに任せ、失敗や遠回りもよしとして考え、追求させるところや、ここは教師が前面に出て大切な所をまとめて共有化を図り、ドリルによって習熟を図るところ等々があり、それらを統合するのが単元を単位とする授業づくりである。」と述べている。当初はこのような考えに基づいて単元全体を見通した上で1時間ごとに重点的に付けたい力を考え、単元全体を通して知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた指導計画を作成するように考えていたが、授業時間の制約等の理由から、例えばドリルによって知識の習熟を図るようなことは特別にできなかった。単元全体を通しては実験活動の充実を考え、あわせて実験前後の思考・表現活動の充実も考えながら指導計画の作成を行った。

学習指導要領及びその解説における指導内容に関する文末表記は「見いだす」となっている場合が非常に多い。「見いだす」という文末表記では、観察・実験を行って現象や規則性を教えるのではなく、原則として、観察・実験を通して現象や規則性に気付かせるようにしなければならない。そのようなことから、理科の授業では、観察・実験やその前後での思考・表現活動が学習活動の中心となると考えられる。

(イ) 指導計画と取り入れた授業改善策の概要

	主な学習内容	取り入れた授業改善策
事前指導	事前アンケート、事前単元テスト(前単元「圧力」の内容)	
第1時	水以外の物質も状態変化することを知り、状態変化は物質そのものが変化するのではなくその物質の状態が変化することを見いだす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 課題を発問化することにより明確にする</li> <li>・ 実験結果等を予想させる、考えた理由をノートに書かせる</li> <li>・ 既習知識などの内部情報とズレを生じさせるような課題を提示する</li> </ul>
第2時	ろうやエタノールの状態変化から、状態変化するときには体積は変化するが質量は変化しないことを見いだす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小学校での学習内容の確認・復習を意図的に取り入れる</li> <li>・ 課題を発問化することにより明確にする</li> <li>・ 実験結果等を予想させる、考えた理由をノートに書かせる</li> <li>・ 学習内容と日常生活との関連を知らせていく</li> </ul>
第3時	状態変化するときの体積・質量変化を調べる実験結果や、固体、液体、気体それぞれの状態の特徴から、各状態での粒子の集まり方を考え、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを理解する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動の充実を図る</li> <li>・ 小学校での学習内容の確認・復習を意図的に取り入れる</li> <li>・ 意外性のある学習内容を提示する</li> </ul>
第4時	パルミチン酸が融解するときの温度変化を調べる実験を行い、水以外の物質も融点を境に状態変化することを見いだす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小学校での学習内容の確認・復習を意図的に取り入れる</li> <li>・ 結果を表やグラフなどにまとめさせる</li> </ul>
第5時	実験結果から、物質は融点を境に状態が変化することを見いだす。融点や沸点は物質によって決まっていることを理解する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 結果からの考察を個人に考えさせ、ノートに文章で記入させる</li> <li>・ 結果と考察の違いを理解させる</li> </ul>
第6時	水とエタノールの混合液を蒸留する実験を行い、混合液から物質の分離ができることを見いだす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 課題を発問化することにより明確にする</li> <li>・ 実験結果等を予想させる</li> </ul>
第7時	水とエタノールの混合液を加熱すると物質が分離できるのは沸点の違いによるものであることを見いだす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動の充実を図る</li> <li>・ 学習内容と日常生活との関連や、どんなところで役に立っているかを知らせていく</li> </ul>
第8時	単元テストによって単元の学習内容が身に付いているかを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 単元テスト、単元の学習のまとめ(宿題として実施)</li> </ul>

イ 検証授業について

(ア) 検証授業の概要

検証授業はA中学校1年B組、1年C組、計56名を対象に、11月9日から12月3日にかけて行った。研究協議についてはB組の授業後に行い、取り入れた授業改善策の有効性について主に意見を出していただいた(研究協議には教科担任とともに、理科がともに専門である実施校の校長、教頭にも可能な限り参加していただいた)。また、検証授業終了後には単元全体の指導に関する研究協議も行った。第1時、第2時、第4時のC組の授業については、先に行ったB組での授業を修正して行った。事前アンケートと事前単元テストについては事前指導で行い、事後アンケートと事後単元テストについては第8時に行った。

(イ) 研究協議で出た主な意見

以下の a～q は研究協議で出た主な意見である。

- a. 課題提示や発問の工夫、実験結果を予想する活動、演示・生徒実験などが思考力の育成に効果があったように思われる。
- b. 課題の発問化や、予想とその理由をノートに書かせることは、実験の目的意識を高める、思考力・表現力を育成することに効果があった（ただし発問は生徒の学習意欲を向上させるようなものでなければ効果がない）。
- c. 実験結果の予想とその理由をノートに書かせる活動は大変良かった。
- d. 思考させる時間を十分にとっていなかったため、理解が速い生徒の思考力の育成には効果があったが、思考に時間のかかる生徒や学力が低い生徒の思考力の育成は不十分であったのではないか。その改善のためには各時間の展開の工夫が必要である。
- e. 表現力などは短期間では身に付かないので長期的な指導が必要である。
- f. 自分の考えをノートに書くことやグループでの意見交換は言語能力の育成に効果的であった。そのような活動をもう少し増やす方向で改善すると良いのではないだろうか。
- g. ノートに書く活動が最小限で、その分考えさせる、話し合わせる活動を多く取り入れたことが良かった。
- h. グループでの話合いのときに、自分ではうまく言葉にできないが、人の意見を聞いて言葉が見つかる生徒などがおり、グループで話したり意見を聞くことが思考力の育成につながるように思った。
- i. 発問に対して簡単な選択肢を与えることで生徒が考えやすくなり、挙手で全体確認することにより授業に全員の生徒を引き込むことができていた。
- j. 小学校の学習内容の復習は良かった。これまであまり実践されていないのではないだろうか。
- k. 「小学校では空気鉄砲を使って空気は圧縮できることを学習した」など、小学校で学習したことを具体的に思い出させるような言い方は、学習がだんだんと積み重なっていていることを生徒に意識させることができることから良い。
- l. 食塩の液化実験では、それまで集中力が低かった生徒も含めて全員が集中して演示実験を見ていた。また、食塩を加熱した後に試験管が高温になっていることをマッチを近づけて発火させる演示をしたことも生徒の興味・関心が大変良く集まっていた良かった。
- m. （温度の上限はないが下限はあることを知らせたことについて）新しいことを知ることができたという感じが生徒にあった。良かった。
- n. 思考・表現活動でグループ形態での活動を取り入れたときに、質問に対して「班の友達に聞いて」という声かけが良かった。「沸点って何？」と班員に聞く生徒もおり（第6時）、思考の過程が知識の復習にもなっていた。
- o. 機械的に覚えさせるなど、受動的に頭に入った知識は定着しにくいだが、思考しているときに思い出した知識は定着する。思考・表現活動、グループでの話合いの中で既習知識の確認や復習ができるような展開を増やせると良い。
- p. 生徒実験を多く取り入れることで、加熱器具の使用など、実験技能の習得について効果があった。
- q. 演示・生徒実験など体験的な活動が多く、聞くだけでなかったことが生徒の集中力の維持にも効果があったように思われる。

(ウ) 生徒の感想

以下は生徒が単元の学習のふり返しとして記入した感想の一部である。B組、C組の両クラスから、事後単元テストの成績上位者、中位者、下位者をそれぞれ数名抜粋し、成績上位者から順に掲載した（波線、二重下線とも筆者。波線部は「実験を行ったから理解しやすかった」という内容の意見（4-(5)-イに関連）、二重下線部は小学校での学習内容「水が氷になるときは体積が増える」ことについて、今回初めて学習したかのように記述している意見（4-(3)-イに関連）である。授業に対して否定的な内容を書いている生徒は2名であった）。

- ・ 実験をとおしてわかりやすく授業をうけた。（中略）実験などに予想を立ててできた。あたっていたのもあったし、はずれていたのもあった。はずれたのは結果をしってまた覚

- えれた。状態変化の蒸留では蒸留はみんなの役に立つと知った。
- 状態変化の学習で面白かったことは物質によって融点や沸点があるのが分かって面白かった。日常との関連は、氷を凍らすときに半分ぐらいしか水を入れていないのになぜか2.5/3ぐらいになっているのが、なんでだろうなあと思っていたけど、この授業を受けてわかりました。状態変化の感想はいいとわかりやすくてたのしかった。
  - 実験が多くて分かりやすかった。疑問も解決してとても楽しかった。氷をつくるときに少し少なめに入れた方がいいと思った。
  - この学習をするまで、私は、なぜ氷をつくったりするとき、水るときはみぞの深さより少なかったのに、氷になるとみぞぴたりになっていることが不思議でなりませんでした。同じ量のはずなのに冷やされると大きくなるのはどうしてだろう？とっていました。でも今は、水のような液体はめずらしく、普通は固体→液体になると体積は増えることも知っています。新しいことを知るのはとても楽しいと思いました。(後略)
  - 状態変化の学習は、実験も多くて今までの理科の中で一番好きな部分だと感じています。状態変化は石油などをほり出して、取り分けるときにも役立つということを知っている。わかりやすくてすごく楽しかった。
  - 状態変化は理科の中で一番覚えやすかった。(中略) 授業もしんげんに出来たと思う。
  - 私は理科の授業をしっかりと聞いても記憶に残らないことが多いので、いつも困っていました。でも今回状態変化の学習をして理科がほんの少しだけ楽しく感じました。それと訳は分からないけれど色々な言葉が頭に入ってくるようになりました。スラスラ書けてきたし分からないことはまだあるけれどテスト期間中にしっかりと頭に入れておいてテストを受けたいです。(後略)
  - 全部の物質はなぜ沸点とか融点とかいっしょじゃないのだろう。状態変化の授業をまともに受けてないと、生活にこまるし、ごはんが作りにくい。状態変化の授業をして、日常生活につかっていきたいです。実験が楽しかった。どんどん分かって楽しかった。
  - 面白かったことは、実験をやった自分のやった結果から学習できたこと。小学校のときと比べて、少し分からなかった所はあったけど、楽しんで授業に取り組めたので良かったです。
  - 理科の実験で実際に見たりさわったりすることが面白かったし、よく分かった。お湯をわかしたり沸とうさせたり、実際にやってみるとあたまに入ると思った。
  - 融点と沸点のところが一番面白かった。蒸留のともものすごく理解できた。
  - 言葉をおぼえたり、じっけんしたりして、たのしかったです！学習も、すごくたのしかったです！状態変化のことをもっと学習したいと思いました。
  - 実験がすこしいへんだったけど、すごくおもしろくて授業もわかりやすくてとても、いいいけんになりました。でも、すこしわからないこともあったけど実験とか授業でわかるようになりました。状態変化の授業は、とてもたのしくてよかったです。実験もグループでできてとてもおもしろくてたのしかったです。
  - あんまりおもしろくなかった。
  - 状態変化の学習をして、実験しかわからないことがわかってしまいました。ノートを見ておぼえたりするよりも実験をしたらおぼえやすくなりました。
  - スピード早すぎて、ついていけんし全然わからん。
  - 状態変化の学習のかんそうはほんとにおもしろかったいろいろなやんでわかったときあっそうかとおもったことが理科をもっとすきになれたきっかけだった。
  - 状態変化はむずかしかったけど、状態変化の実験は楽しかった。

(エ) 事前・事後に行った単元テストとアンケートの結果

a 事前・事後単元テストの結果

基礎学力の定着をみるために、事前指導と第8時に単元テストを実施した。その結果を表したのが右の表である。

「状態変化」の直前の単元「物質の性質」の学習

表1 単元テストの結果

	達成率(%)			
	思考・表現		知識・理解	
	事前	事後	事前	事後
B組平均	29.6	40.7	47.2	58.9
C組平均	26.9	41.6	44.8	67.4
B・C組平均	28.2	41.2	46.0	63.1

が授業進捗の関係で終了していなかったため、事前テストは検証授業前に学習済みの単元「圧力」について、事後テストは検証授業での単元「状態変化」について、学習指導要領に示された内容について「知識・理解」、「思考・表現」の2つの学力要素を評価する問題を作成し実施した。

b 事前・事後アンケートの結果

(a) 事前・事後アンケートの内容

「理科の学習についてのアンケート」として行った事前アンケートの項目は右の①から⑩の10項目である。

各設問に対する回答の選択肢は、4が「はい」、3が「どちらかといえば、はい」、2が「どちらかといえば、いいえ」、1が「いいえ」の4つとした。

事後アンケートの項目は、事前アンケートの①～⑩の内容に加え、右の⑪～⑮の項目を加えた（各設問に対する回答の選択肢は、事前アンケートと同じである）。

(b) アンケート結果

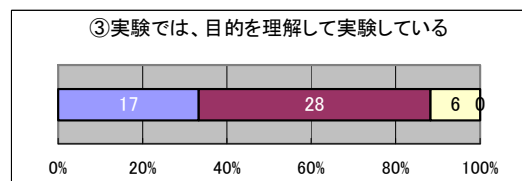
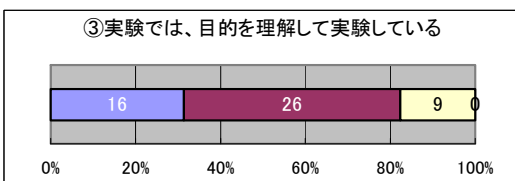
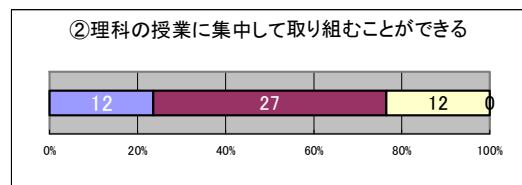
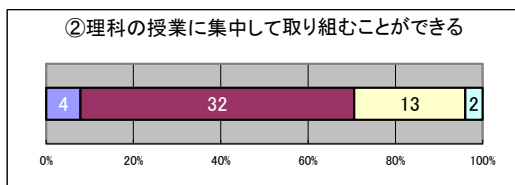
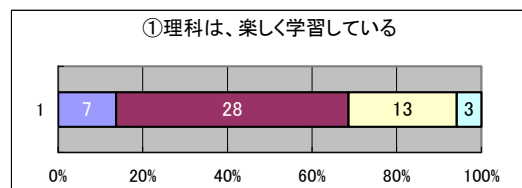
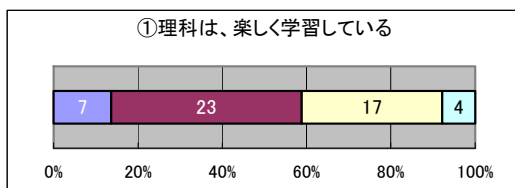
B組、C組を合わせたアンケート結果を図1、図2に示す（検証に関係しない項目④、⑩は除いてある）。

- ① 理科は、楽しく学習している
- ② 理科の授業に集中して取り組むことができる
- ③ 実験では、目的を理解して実験している
- ④ 正しく安全に実験に参加している、取り組んでいる
- ⑤ 実験の前に結果の予想を立てている
- ⑥ 実験の結果と考察の違いを理解している
- ⑦ 授業内容が理解できる
- ⑧ 授業や実験で考えたことや分かったことを自分の言葉で書くことができる
- ⑨ 授業や実験で考えたことや分かったことを友達に説明することができる
- ⑩ 理科の家庭学習に取り組んでいる
- ⑪ 単元の授業を通して、予想したり考えたりする力が伸びたと思いますか
- ⑫ 単元の授業を通して、自分の考えや分かったことを発表したり、言葉で書いたりする力は伸びたと思いますか
- ⑬ 実験の目的がよくわかったうえで実験できていましたか
- ⑭ 小学校での学習内容もよく思い出せましたか
- ⑮ 状態変化の学習は日常生活にも関係していると思いますか

各項目に対する回答は、  
 はい   
 どちらかといえば、はい   
 どちらかといえば、いいえ   
 いいえ  
 としてグラフ化している。

事前アンケート(回収数51)

事後アンケート(回収数51)





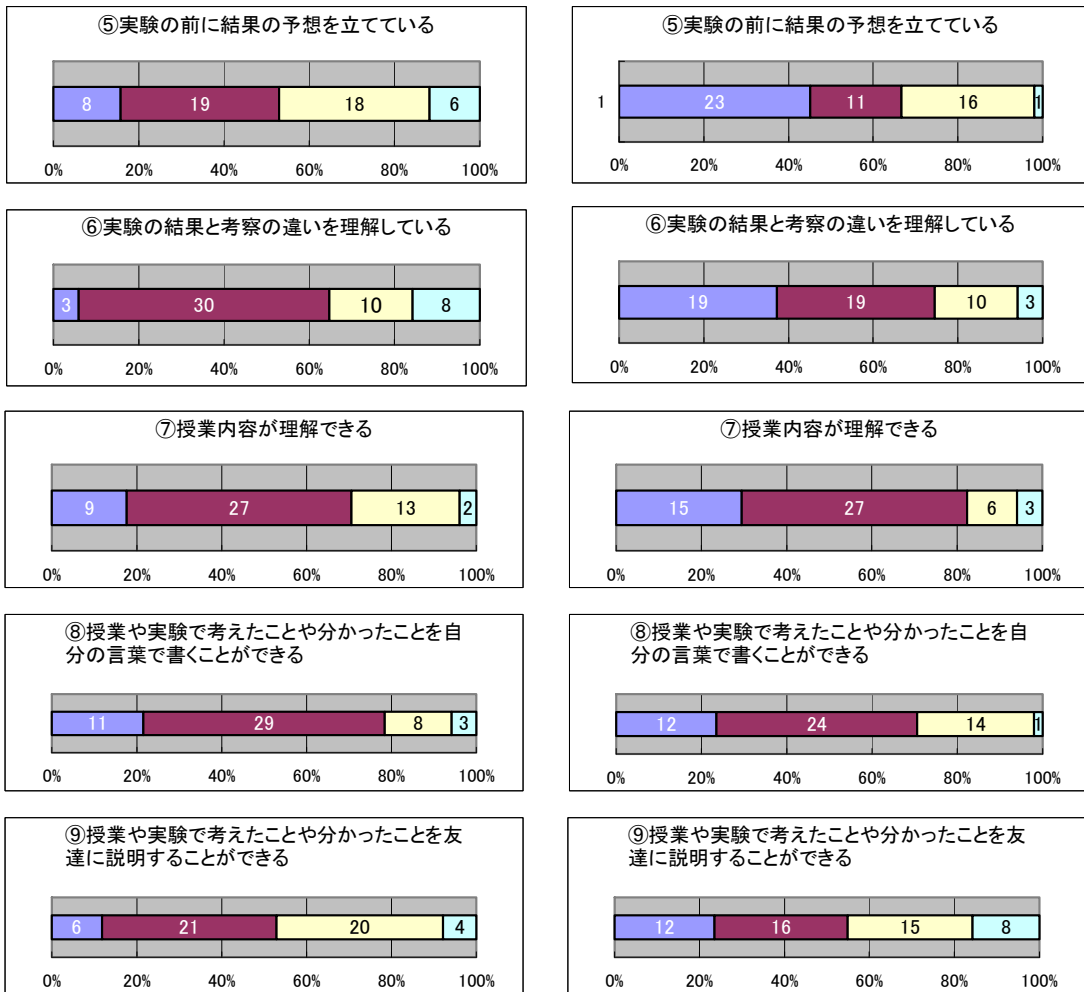


図1 B組、C組を合わせたアンケート結果（事前・事後ともに実施した項目）

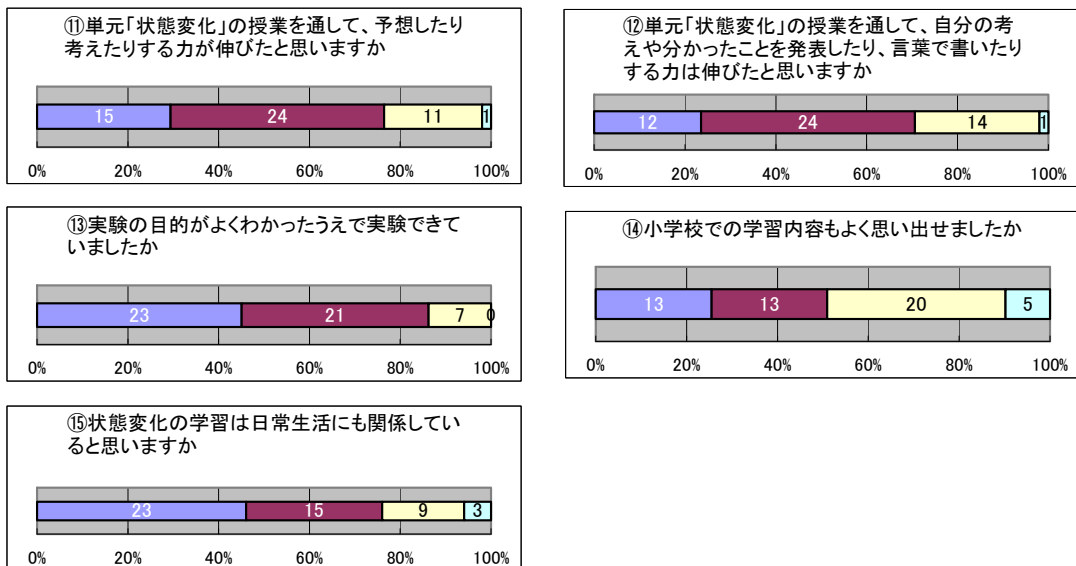


図2 B組、C組を合わせたアンケート結果（事後のみの項目）

#### 4 研究仮説の検証

##### (1) 検証方法と検証内容

研究仮説の検証として、事前・事後アンケートや単元テストの結果分析、ビデオ記録やノート・ワークシートの分析、研究協議の内容、生徒の授業の感想から、学習指導要領の改訂の方針に基づいた授業改善策が有効であったか、基礎学力は向上したか、知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成ができたか、の3点について検証を行った。

##### (2) アンケート結果の分析

生徒集団全体として向上が見られるアンケート項目は、図1、図2から

- ② 理科の授業に集中して取り組むことができる
- ③ 実験では、目的を理解して実験している
- ⑤ 実験の前に結果の予想を立てている
- ⑥ 実験の結果と考察の違いを理解している
- ⑦ 授業内容が理解できる
- ⑪ 単元「状態変化」の授業を通して、予想したり考えたりする力が伸びたと思いますか
- ⑫ 単元「状態変化」の授業を通して、自分の考えや分かったことを発表したり、言葉で書いたりする力は伸びたと思いますか。
- ⑬ 実験の目的がよくわかったうえで実験できていましたか
- ⑮ 状態変化の学習は日常生活にも関係していると思いますか

である（事後のみのアンケート項目については、肯定的な回答が70%を超えているものを高い評価と判断し、事後に向上が見られる項目と同様に扱っている。以下同様）。

今回の検証授業において、事後単元テストの結果が事前に比べ大きく向上した生徒はかなり多かった。そこでアンケート結果の分析に当たっては検証授業後に成績が大きく向上した生徒にも注目した。事後単元テストの結果が事前に比べ達成率で30%以上伸びた生徒は、事前・事後ともに単元テストを受けた生徒50名中14名であった。その14名の集団で向上が見られるアンケート項目は⑤、⑥、⑦、⑨、⑪、⑫、⑬、⑮であり、生徒全体のアンケート結果とおおむね同様の傾向が見られた。したがって、これらの項目に関連する授業改善策や授業方法は、基礎学力向上に効果があった可能性が高いと考えられる。

##### (3) 授業改善策の有効性について

ア 科学的な思考力・表現力の育成を図るために取り入れた授業改善策

研究協議で出た意見（3-(2)-イ-(1)のaからfを参照）や、(2)のアンケート結果から、取り入れた授業改善策

- ・ 課題を発問化することにより明確にする
- ・ 実験結果を予想させ、考えた理由をノートに書かせる
- ・ 実験結果からの考察を個人に考えさせる、ノート等に文章で記入させる
- ・ 科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動の充実を図る
- ・ 結果と考察の違いを理解させる

は、科学的な思考力・表現力の育成に有効であると思われる。そして、予想を挙手で全体確認することも、生徒が授業に主体的に参加することや目的意識を持って観察・実験を行うことにつながり、有効であると思われる。

思考力・表現力については、思考した際の記述内容から判断することが必要であると思われるが、今回の検証授業の思考・表現活動における個々の生徒の記述内容、または生徒集団全体の記述傾向に大きな変容や向上は見られなかった。課題・発問が授業毎に違う中で、ノート等の記述内容の変容から思考力・表現力の向上を捉えるためには、もう少し長期にわたる思考力・表現力の指導・検証が必要であったと考えられる。



理が石油精製などに利用されていることを取り上げた（第2時には、水は特殊な状態変化のため氷が浮き、そのため池や湖が底まで凍らないことや、「氷山の一角」について伝える計画であったが、授業時間の関係でできなかった）。教科書に写真で掲載されている食塩の液化実験を実際に行ったことについては、それまで集中力が低かった生徒も含めて全員が集中して演示実験を見ていたという研究協議で出た意見（3-(2)-イ-（イ）の1を参照）からも、科学への関心を高めることに有効であったと思われる。その後行った、高温となった試験管にマッチを近づけると発火するという演示も生徒の集中力が非常に高く、「自然にマッチが発火する」という、既習知識などの内部情報とズレを生じさせるような内容として、科学への関心を高めることに有効であったと考えられる。

事後アンケートの項目⑮の結果（3-(2)-イ-（エ）-b-(b)を参照）からも、この単元の学習内容が日常生活に関係していると考えている生徒は多いと判断できる。また、ビデオ記録で生徒の様子を確認してみると、授業に日常生活と関連が深い内容が出てきたとき、生徒の集中力も上がっているように感じられる。

以上のようなアンケート結果や生徒の様子、研究協議で出た意見（3-(2)-イ-（イ）の1、mを参照）から、今回行った、既習知識などの内部情報とズレを生じさせるような課題や意外性のある学習内容を提示していくことや、学習内容が日常生活とどう関連しているか、どんなところで役に立っているかを多く知らせていくことは、科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めることに有効であったと考えられる。

#### エ 科学的な体験、自然体験の充実を図るために取り入れた授業改善策

科学的な体験、自然体験の充実を図るために、実験活動の充実を考え単元指導計画の作成・授業実践を行った。事後単元テストの時間を除く全7時間に5つの実験（3つの生徒実験、2つの演示実験）を行ったこと、研究協議で出た意見（3-(2)-イ-（イ）のp、qを参照）、生徒の感想に実験に関する肯定的な意見が多いこと（3-(2)-イ-（ウ）を参照）から、実験活動を充実させることができたと考えられる。

3-(1)-イ-（エ）で述べたように、実験活動を充実させる主な目的は、実感を伴った理解を図ることであり、実験活動の充実が、理科における知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成につながると考えられる（このことについては後述の(5)を参照）。

#### (4) 基礎学力は向上したか

知識に関連するアンケート項目⑦「授業内容が理解できる」、思考・表現に関するアンケート項目⑪「単元の授業を通して、予想したり考えたりする力が伸びたと思いますか」、⑫「単元の授業を通して、自分の考えや分かったことを発表したり、言葉で書いたりする力は伸びたと思いますか」について、生徒集団全体で向上が見られる（図1、図2を参照）。

単元テスト結果については表1の通り、事後に知識・理解、思考・表現とも向上している。前述の通り、今回の単元テストは事前、事後で領域が異なったものであるため、このテスト結果だけでは学力が向上したとは判断できないが、上記のようなアンケート結果や、生徒実験を多く行ったことで技能の習得は一定の効果があつたと考えられること（3-(2)-イ-（イ）のpを参照）、「学習が分かりやすかった、楽しかった」という内容の生徒の感想が多かったこと（3-(2)-イ-（ウ）を参照）、事後単元テストの結果が事前に比べ達成率で30%以上伸びた生徒が50名中14名いることもふくめて総合的に考えると、検証授業を通して基礎学力を向上させることができたと考えられる。

#### (5) 知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成ができたか

##### ア 単元の指導における学習活動の特徴

単元の指導においては、多くの実験や思考・表現に関する活動を計画・実施した。実験については、前述の科学・自然体験の充実から、全8時間の学習計画で3つの生徒実験、2つの演示実験を計画・実施した。そして科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、実験に対する目的

意識を高め、実験結果を考察・表現させるために、実験前後での思考・表現活動の充実を図った。実験を実施しない第3時にも、気体の状態での粒子の集まり方を思考・表現させる活動を取り入れ、思考・表現活動についてもほぼ毎時間、計画・実施した。

#### イ 知識・技能と思考力・表現力の学力の関連性について

安彦(2008)は、基礎的・基本的な知識・技能について次のように述べている。「『基本的な知識・技能』というものは、ある意味では、固定的なものとして丸暗記のように覚えてだけでは活用できないことが多い。むしろ、その知識ができてくる過程や、その知識の使われ方を経験することで、しっかり身に付くことが多い。(中略)しかも、その際、『基礎的な知識・技能』を使ってそうするのであり、そうすることで『基礎的な知識・技能』も強化・修正されて、一層しっかりと身に付くのである。」

理科において「技能」は実験操作で獲得する実験技能が中心となるため、「知識」に限定して考えると、上記の記述のように、「知識」は思考・表現活動等に活用することで定着しやすく、思考・表現や実験等の活動を通さない知識は定着しないことが多いと考えられる。

検証授業を振り返ってみると、例えば、混合液を加熱するとエタノールが取り出せる理由について思考している際、ある生徒が同じ班の生徒に「沸点」について聞き、教えてもらっていた。質問をした生徒はもとより、「沸点」について理解できている生徒にとっても、この思考活動の過程が「沸点」についての一層の定着につながると想像できる。このようなことが、思考・表現活動の過程が知識の定着につながる例であるといえる。文部科学省も『習得・活用・探究』の学習活動は相互に関連し合っており、截然と分類されるものではない。各教科での『習得』や『活用』、総合的な学習の時間を中心とした『探究』は決して一つの方向で進むだけではない(「習得→活用→探究」の一方通行ではない。)と説明している。

また、生徒の感想に「実験を行ったから理解しやすかった」という内容の意見が多いことも、活動を通した知識は定着しやすいことを示していると考えられる(3-(2)-イ-(ウ)の波線部を参照)。よって、今回の検証授業で多くの生徒実験を行ったことは、知識の定着にも効果があったと考えられる。

#### ウ 知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成ができたか

(4)で述べたように、アンケートや単元テストの結果から、知識・理解と思考力・表現力の両学力とも向上したと考えられる。そして、多くの生徒実験を行ったことは、イで述べたように、技能の習得とともに知識の定着にも効果があったと考えられる。

また、アで述べた通り、今回の検証授業では実験結果の予想や考察などに関する思考・表現活動をほぼ毎時間実施した。そのことも思考力・表現力の育成とともに知識の定着にも効果があったと考えられる。

以上のことを総合的に考えて、検証授業を通して知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成ができたと考えられる。

### 5 その他の基礎学力向上に関すること

検証授業では、3、4で記述した学習指導要領の改訂の方針に基づいた授業改善策以外にも、基礎学力の向上に有効、または大切であると改めて気付くことがいくつかあった。

#### (1) 思考・表現活動ではグループ形態での学習が有効な場合が多い

研究協議ではグループ形態での学習が有効であったという意見がいくつか出ている(3-(2)-イ-イ-(イ)を参照)。授業においてもグループ形態での学習にするとクラスの全体的な集中力が上がりやすい印象があった。ビデオ記録からも、グループ形態での学習になれば、それまで集中力が落ちていた生徒が同じグループの生徒と学習内容について話し合ったり、分からないことをグループの生徒に聞きながらノートに記入したりする様子が確認できた。

クラス全体の学力にもよるが、思考・表現活動のときには、グループ形態での学習が以下の理由からも有効である。

- ・ 学力が低い生徒が思考しやすくなる。教室内に様々な学力の生徒がおり、活動時間にも限りがある中で、学力が低い生徒の思考力・表現力を育成するためにはグループで意見交換できるようにすることが効果的である。できなくてあきらめたり、机に伏せたりする生徒も少なくなる。
- ・ グループで意見交換すること自体が思考力・表現力の育成に効果があると思われる。

生徒の学力の状況や授業での様子などに応じて、グループで意見交換させる機会をとることや、グループ形態に座席を変えることを授業で行っていくことが有効であると思われる。

(2) 考えたことをまとめさせたり表現させたりすることにノートを使う

生徒にノートに記述させる目的は大きく分けて2つあると考えられる。1つは重要事項を記述させることにより、その過程で学習内容の理解・定着を深めさせることである。そのようなノートは後から見返すことにより重要事項を確認することにも役立ちやすい。そしてもう1つは、自分の考えをまとめさせたり表現させたりすることである(そのようなノートは後から見返すことにより、授業の様子を思い出すことに役立ちやすい)。

今回の検証授業では、主に後者の目的でノートを使用することが多かった。図4の生徒のノートからも、検証授業前(左側)は学習内容に関する重要事項が主に書かれているのに対し、検証授業(右側)では自分の考えや理由を主に書いていることが分かる(検証授業では、重要事項のまとめにはワークシートも利用した)。

研究協議では「ノートに書く活動が最小限で、その分考えさせる、話し合わせる活動を多く取り入れたことが良かった。」という意見が出された。思考力・表現力を育成する、そしてその過程で知識・理解もより深めるために、考えたことをまとめさせたり表現させたりすることにノートを主に使うように考えていくことが有効ではないだろうか。

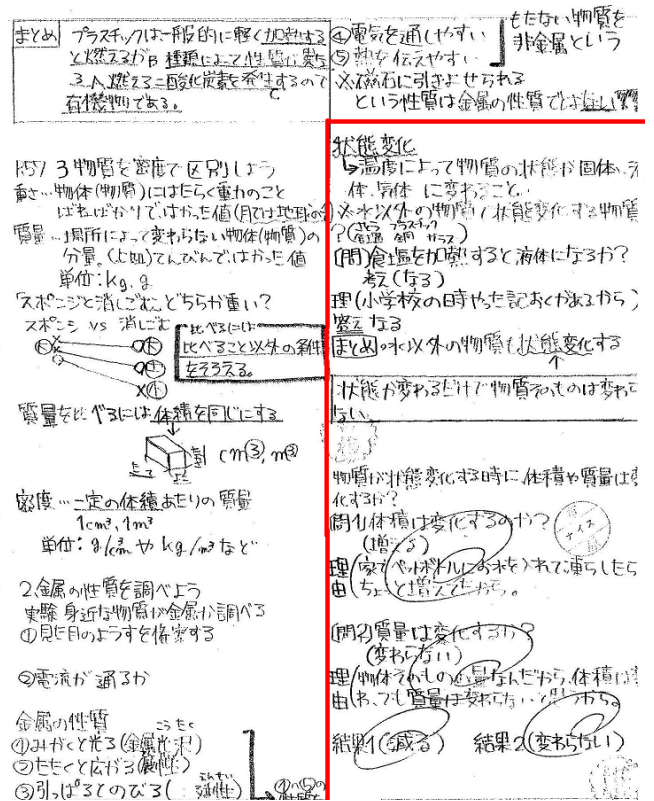


図4 検証授業前後の生徒のノートの記述(太線の左が検証授業前、右が検証授業でのノートの記述)

6 研究の成果と今後の課題

(1) 成果

学習指導要領の改訂の方針に基づいた授業改善策については、課題を発問化することにより明確にする、実験結果を予想させる、予想した理由や実験結果からの考察等、考えたことをノートに記述させる、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動の充実を図る、結果と考察の違いを理解させることは、科学的な思考力・表現力の育成に有効であった。また、関連する小学校の学習内容の確認・復習を行っていくことは基本的概念の一層の定着に有効であり、生徒の持っている内部情報とズレを生じさせるような課題、意外性のある学習内容、学習内容と日常生活との関連を多く提示していくことは、科学への関心を高めるために有効であった。そして単元終了時に単元の学習をノートにまとめさせることと単元テストをあわせて実施することも基礎学力の定着・向上に有効であると考えられる。

知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成について、検証授業では、単元全体を通して実験やその前後での思考・表現活動を多く行ったことが、知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成につながったと思われる。知識・技能の「習得」とその「活用」である思考・表現活動は相互に関連し合っている、「習得」から「活用」の一方通行ではない、という内容の文部科学省の記述の通り、本研究においても「習得」した知識を思考・表現活動や実験で「活用」することによって、より「習得」させることができることを、生徒の感想や授業での様子、研究協議での意見から見て取ることができた。理科においては知識・技能の「習得」と思考・表現活動等による「活用」を分けて考えるのではなく、「活用」することで知識・技能を定着させていくことが、知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成のための基本的な道筋であると考えられる。よって、思考・表現活動をできるだけ多く取り入れていく、実験前後の予想・考察等もふくめて実験活動を充実させていくことが、知識・技能と思考力・表現力のバランスのとれた学力形成、基礎学力の定着につながっていくと考えられる。

## (2) 課題

課題を発問化することや実験結果を予想させることに関連して、学習意欲や科学への関心をより向上させることができるような発問の工夫が大切になってくる。そのような発問についての研究が今後の課題である。また、教室には様々な学力の生徒がおり、授業時間にも限りがある中で、学力が低い生徒や思考に比較的時間を要する生徒の思考力・表現力の育成についても課題が残っている。また、理科では思考力・表現力の育成にレポートの活用が大きく期待されているが、本研究では思考力・表現力の育成につながるレポートの活用ができなかった。レポートについて、学力差や指導時間の制約がある中でどのような指導が思考力・表現力の育成に有効であるかも今後研究する必要がある。さらに、新学習指導要領でも重視されている科学的に探究する活動における「問題を見だし観察、実験を計画する学習活動」について、各単元や年間の指導計画において具体的にどのような方策が有効であるかについても今後研究が必要である。

\* 掲載物使用承諾済

## 【参考・引用文献】

- ・ 田代直幸「これからの理科教育」北海道立理科教育センター研究紀要 第20号、2008
- ・ 文部科学省『中学校学習指導要領解説理科編』2008
- ・ 高知県教育委員会「高知県公立高等学校入学者選抜の状況及び学力検査の結果分析」2009
- ・ 神奈川県相模原市立総合学習センター『基礎・基本に関する子どもの実態とこれからの理科教育のあり方～小・中学校の学習内容のつながりや教材の関連性を意識した指導の工夫～』2005
- ・ 有田和正「表現力が弱く育ちにくいから問題になる」現代教育科学No. 652、明治図書、2011
- ・ 清水誠・中道貞子『平成20年改訂 中学校教育課程講座 理科』ぎょうせい、2009
- ・ 無藤隆・嶋野通弘編『学習指導の工夫改善と充実』ぎょうせい、2008
- ・ 吉崎静夫「新教育課程で求められる教師力」『学習指導の工夫改善と充実』無藤隆・嶋野通弘編、ぎょうせい、2008
- ・ 加藤明「基礎学力論争を乗り越え、それらを統合、止揚する方法の確立こそ～単元によって統合する授業づくりを～」現代教育科学No. 647、明治図書、2010
- ・ 無藤隆・嶋野通弘編『確かな学力の育成』ぎょうせい、2008
- ・ 安彦忠彦「基礎的・基本的な知識・技能と課題解決的思考・活動の関連付け」『確かな学力の育成』無藤隆・嶋野通弘編、ぎょうせい、2008
- ・ 左巻健男・髯本格『最新中学理科の授業・1年』民衆社、2002
- ・ 文部科学省「新学習指導要領・生きる力」[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/index.htm)