

理科教育における指導と評価の一体化をめざして

個に応じた指導法の研究

宿毛市立宿毛中学校 教諭 浜田五十鈴

生徒の基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実するために、生徒一人一人の特性等に応じた指導法の研究と、学習過程での評価を指導に生かす、「指導と評価の一体化」の研究を行った。今回の検証授業においては、自分で課題を選択し、一人で実験をして、レポートにまとめ、発表するという一人一課題の実験形態をとることで、生徒の興味・関心や知的好奇心を喚起させ、自らが思考・判断することをねらいとした。そして、検証授業を通して、学習活動や学習形態・指導形態などの個に対して重点をおいた指導法と、それにもなう教材・教具の開発・工夫についての有効性を検証した。

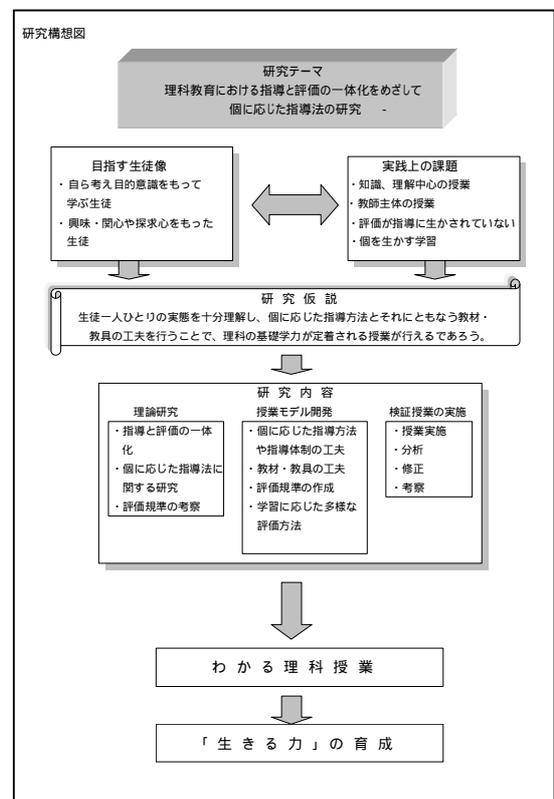
キーワード：「指導と評価の一体化」「基礎・基本の定着」「個に応じた指導法」「課題学習」

1 はじめに <テーマ設定の理由>

中学校学習指導要領の理科の目標は、「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察・実験を行い、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・現象について理解を深め、科学的な見方や考え方を養うこと」となっている。この目標を達成するためには、日々の授業そのものが、従来通りの教え込み、単に科学的な知識を覚えるような授業では、基礎学力は育めない。日々の授業を探究的に進めるように改善し、学習したことが生活に生かせるような資質や能力を育てる場を積極的に設定していくことが重要である。

生徒はそれぞれ能力、適性、興味、関心等が異なっており、教育の目標を実現するためには、それぞれの生徒の特性等に応じた適切な指導をしていく工夫が求められている。

そこで、教師の一方的な知識、伝達になりがちな指導を改め、生徒一人一人の特性に応じた指導を行うことが重要であると考え、この研究課題を設定した。



2 研究仮説

生徒一人ひとりの特性等を十分理解し、個に応じた指導方法とそれにもなう教材・教具の工夫を行うことで、理科の基礎学力が定着される授業が行えるであろう。

3 研究内容

(1) 理論研究

「指導と評価の一体化」 ・ S P D ・ S S 支援の工夫 ・ 指導の改善 P
「課題学習」の研究

< ブルーナーの理論研究から >

課題学習は探究志向的学習である。探究志向的学習がなぜ必要かについてブルーナーは次のように述べている。

- ・ 知的能力の向上（問題解決の基礎的な知力が身に付く）
- ・ 成就感が得られる（探究による発見は生徒に成就感をもたす）
- ・ 発見する方法を学ぶ（仮設の設定～実験計画～検証）
- ・ 記憶の保持を助ける（課題学習で得られた知識は体系化され、記憶される）

評価規準の研究

(2) 調査研究 「理科学習に関するアンケート調査」「プレテスト・ポストテスト」

対象：宿毛市立宿毛中学校 1年B組（36名）

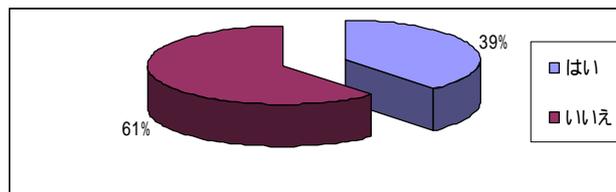
実施：事前 平成16年11月22日

事後 平成16年12月6日

事前に行った理科学習に関するアンケート調査の結果

このクラスの理科に対する意識調査として、次の項目についてアンケートをとった。

- ・ あなたは、理科の学習が好きですか。
- ・ 今までどんなときに授業を有意義に受けられましたか。
- ・ 理科の授業で、「なぜだろう」「もっと知りたい」と思うことはありましたか。
- ・ 理科の授業で、自分から進んで調べ、発表や発言をしていますか。



【グラフ1 あなたは、理科の学習が好きですか】

など、内容によっては、複数回答を求めたものもある。

このアンケート調査の中で、クラスの39%は理科が好きと答え、その理由のトップが「観察や実験がおもしろいから」と回答している。一方、61%の生徒が、理科が好きではないと回答している。その理由として、「学習内容が難しいから」「学習したことが生活に生かせないから」「考えたり調べたりすることが嫌いだから」と答え、「授業を有意義に感じたのはどのようなときですか」に対し、「先生の話す内容がよくわかるとき」「観察や実験をしているとき」と回答している。また「授業の中で自発的に調べ、発表・発言をしていますか」に対して、66%の生徒が「いいえ」と回答している。

このアンケートの結果から、生徒は観察、実験が好きだから理科が好きになり、また学習内容が自分たちの生活体験との関わりを感じ取ることができないから学習する意義を見いだせないため、理科が嫌いであると思われる。そこで、生徒の生活体験に結びつく教材等を用いて、身の回りにあるものや自然現象を取り上げ、それがどのような原理・法則と関わりがあるのかをつなぐ役割を授業の中で行うことで少しでも学習意義を見いだすことができるのではないかと考えた。

また、実験レポートやその内容をまとめ、他の友達にどのように伝えれば、より自分が伝えたい内容を理解してもらえるのかなど、表現力を身に付けさせることなどが必要である。

プレテスト（クラスの36名中30名を対象）

今回実施したプレテスト【資料1】は、第1分野 2章「物質のすがた」、3節「気体の性質」の学習内容の確認テストと位置づけて実施した。問題は全部で8問あり、その内容を観点別に分類すると以下のように分けることができる。

「知識・理解」...問(1)(2)(4)(5)(6)

「思考・判断」...問(3)(7)(8)

「技能・表現」...問(8)

そのうち、下の枠囲み内の問いについては、この学習段階で、理解してほしい内容である。

問(1) うすい塩酸に亜鉛を入れると発生する気体は何か。

問(4) うすい塩酸に石灰石を入れることで発生する気体を石灰水を用いて確認する場合どのような変化があるか簡単に述べなさい。

問(6) 集め方Aのようにして気体を集める方法を何というか。

しかし、実際には上記の3問すべてが正答であった生徒はクラスの25.8%であり、それぞれの正答率については、問(1)は36.6%、問(4)は60%、問(6)は63.3%であった。また、8問中正答が1問以下の生徒は、全体の25.8%であった。プレテストの結果から、クラス全体として、この小単元の基本的事項が十分に理解できていないと判断した。そこで、気体の性質についての総まとめとして、実験を行うにあたり、クラス全体として、その学習内容がおおむね満足のいく学習状況を得るためには、この実験に関する基本事項の再確認が必要であると考えた。

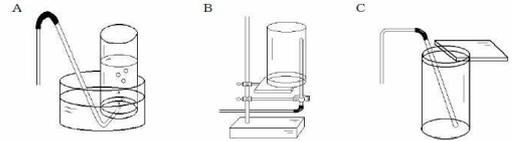
【資料1 プレテスト「気体の性質」】

プレテスト「気体の性質」 1年()組()番氏名()

1 気体の性質を調べるため、次の発生方法A～ウの実験を行った。次の問に答えなさい。

- 【発生方法】
- A うすい塩酸に亜鉛を入れる。
 - イ うすい塩酸に石灰石を入れる。
 - ウ 二酸化マンガンにうすい過酸化水素水を入れる。

【集め方】 下のABCの方法。



- (1) Aの発生方法で発生する気体は何か。
- (2) Aの発生方法で発生する気体を集める方法は、A、B、Cのどれか。
- (3) Aと同じ方法で集めることができる気体は、イ、ウのどれか。
- (4) Iの方法で発生する気体を、石灰水を用いて確認する場合、どのような変化があるか簡単に述べなさい。
- (5) Uの方法で発生する気体を確認する方法を簡単に説明しなさい。
- (6) Aのようにして気体を集める方法を何というか。
- (7) Cの方法で集めることができるのは、どのような性質をもつ気体か。簡単に述べなさい。
- (8) アンモニアは、Aの方法で集めることができるか。そう考えた理由もあわせて述べなさい。

(1)	(2)
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	(7)
(8)	

(3) 実践研究

今回は、第1学年、第1分野 2章「物質のすがた」、3節「気体の性質」の学習のまとめとして、単元の最後に位置づけて授業実践を行った。今回は、ブルーナーの理論に基づいた「課題学習」を取り入れ、生徒の能力や適性、興味、関心に応じて課題を選択し、学習を行った。「基礎・基本の定着」「興味、関心、意欲の向上」をねらいとし、学習内容としては、自分でテーマを決めて、一人で実験し、実験レポートにまとめ、それを発表するという形態をとった。まず、事前のアンケート調査やプレテストの結果で生徒の実態を把握し、次のような工夫・開発をして、実践研究を行った。

個々の生徒に興味を持たせる教材・教具の工夫・開発
 個に応じた指導方法の工夫
 ア 学習活動の工夫 イ 学習形態の工夫 ウ 指導形態の工夫
 分析をもとに工夫

個々の生徒に興味を持たせるような教材・教具の工夫・開発
 個々の生徒に興味を持たせるような教材を実験や観察に取り入れることにより興味が高まるようにした。ストロー2本とフィルムケースを使って、一人で実験や観察が行えるような、自作の気体発生装置を開発した。



また、通常の授業では理科薬品を使って実験していたのが、今回は毎日の生活で使っている漂白剤、発泡入浴剤、卵の殻、ジャガイモ、鶏のレバー、オキシドールなどの、身の回りの物質を使い、実験をより自分たちの身近なこととして受け止めることができるような、課題となる教材を工夫した。

個に応じた指導方法の工夫

ア 学習活動の工夫

理科の「個に応じた指導法」には、様々な方法が考えられる。今回の検証授業では、「課題学習」を取り入れた。

イ 学習形態の工夫

通常の実験では、6人程度の班編成を行うが、今回は個に視点をあてて、自分で思考して学習するために、一人で一つの課題に対して実験を行う形態をとった。

ウ 指導形態の工夫

主に一斉授業の形式をとり、理解が十分できていない生徒へ対応できるように、支援する教材などを積極的に用いて指導形態を工夫した。

分析をもとに工夫した点

今回の学習活動において、特に「身の回りの物質を選択し、発生する気体の予想」「実験手順」「実験」がスムーズに進むために、事前の十分な支援計画が必要である。そこで、事前に次の内容を考えた。

- 物質の組合せの選択ができない生徒に対して、あらかじめ準備した【資料2】のような組合せを提示した。(注意：水素が発生する組合せは扱わないように配慮した。)
- 実験レポートの準備物の欄や、気体の性質を調べる方法の欄は、あらかじめ必要と思われるものを列挙し、丸を入れて選択するような形式をとった。【資料3】
- 生徒間で支援ができるように、座席を配慮した。

さらに理科に関するアンケート調査の結果や、「気体の性質」についての学習状況を分析した結果から、当初計画していなかった次の支援を行った。

ア 気体の発生方法とその性質

- 教科書等を活用して、水素、酸素、二酸化炭素、アンモニアなどを中心に説明する。

イ 気体の捕集法

- 詳しく説明した図を模造紙に書き込み、それを活用しての説明する。
- 班ごとに置換法など演示実験を行い、取り扱いや手順、注意点などを指示する。

ウ 実験レポートの書き方やその留意点

- 実験プリントを配布し、その記入内容を細かく口頭で説明する。

エ 教師が能率的に支援できる実験の座席配置の工夫

- プレテストの結果と前時の実験レポート、予測された気体の種類などをもとに、座席の配置

【資料2 物質の組合せの選択例】

実験の概要

実験課題は、次の課題から選択しても良いし、又は自分でやりたい課題を見つけてもよい。

→ いずれも簡単に実験できる課題を選択し、実験の細かいやり方については、自分で考えるようにする。

- () () ()
- ジャガイモ (1かけら) にオキシドールを加える
 - 漂白剤 (大1) に二酸化マンガン (小1) と水を加える。
 - レバー (1かけら) にオキシドールを加える。
 - パイプ洗浄剤 (大1) をぬるま湯に入れる。
 - きざんだ野菜にオキシドールを加える。
- () () ()
- 発泡入浴剤 (大1) をぬるま湯に入れる。
 - ベーキングパウダー (大1) に酢を加える。
 - 卵のから (細かくきざんだ) にうすい塩酸を加える。
 - 卵のから (細かくきざんだ) にサンボールを加える。
 - チョコレート (大1) に酢を加える。
 - チョコレート (大1) にうすい塩酸を加える。
 - 貝がらにうすい塩酸を加える。
 - 貝がらに酢を加える。
 - サンボールに重そう (大1) を加える。
- *全容量がフィルムケースの四分の一以下にする。

【資料3 準備物】

器具：発生装置、試験管、水そう、燃えがら入れ、試験管立て

() () ()

薬品：線香、マッチ、リトマス紙、石灰水、シャボン玉液、

() () ()

を決める。

(4) 生徒の学習状況に対する支援・評価の具体例

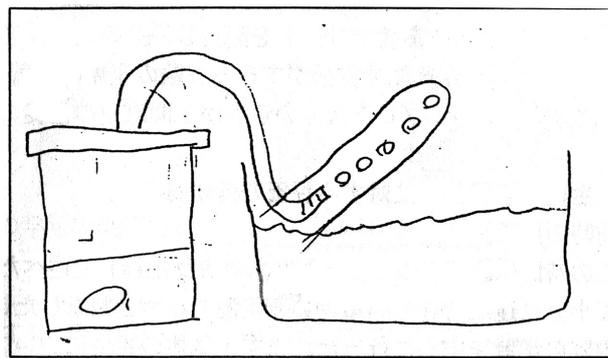
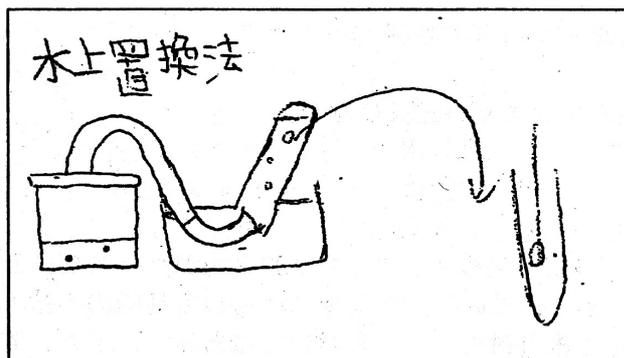
<1時間目>

「気体の性質」の学習内容がクラス全体として十分に理解できていないと判断したことから、時間の前半を活用して基礎的・基本的な内容の学習を中心に復習を行い、本時の学習内容へ入っていた。ここでの大きなポイントは、3つある。「気体を発生させるための物質を自分の興味・関心から物質を選択すること」「選択した物質から、どのような気体が発生するか予想すること」

「その気体をどのように捕集するのか、その実験の手順を考えて示すこと」である。生徒自身が実験をテーマから手順までを考えて計画することができるように、これらのポイントに支援を絞って行った。については、積極的に実験に取り組もうという意識が物質の選択状況に表れてくると考え、「実験テーマを決めることができる」という評価内容で、生徒たちの「興味・関心・意欲」を机間指導によって見とることを計画した。物質の選択が決められない生徒に対しては、あらかじめ準備した物質の組合せを提示して、その中で、少しでも興味・関心のある組合せを自分で選択できるようにした。については、「中学1年生であるということ」と、「このような実験を行うことが初めてである」という二つの理由から、今回は予想することだけにとどめた。最終的に、予想を立てることは全員の生徒ができた。これは、本時の前半に行った気体の性質の復習が、学習活動の直接的な支援につながったのではないかと考える。については、生徒自身が実験方法を決め、その方法を図示する。ここでは、予想した気体がどのような性質を持っていて、それに応じた気体の捕集法は何かを考えなければならない。生徒にとっては、かなり難しい内容である。一般的に実験の方法は教師側から与えられることが多く、自分が決めて実験を行うという経験は、非常に少ないのではないと思われる。ここでは、「科学的な思考」を見とることができると考え、「予想した気体に応じた適切な実験方法がとられているか」を実験レポートから見とることとした。例として、実際に生徒が記入した例を【資料4】に示した。左側を「おおむね満足できる」状況と判断し、右側を「努力を要する」状況と判断した。このときの評価に関する判断基準は、気体の性質と捕集法との組合せが最も適切であるかを見とることとした。ここでは、表現力を見とるものではないので、図は必要最小限の情報でどのような捕集法であるかが理解できればよいと考えた。

【資料4】 「おおむね満足」

「努力を要する」



<2時間目>

この時間は準備した実験プリントをもとに、各自が実際に実験で気体を発生させ、その気体がどのような性質を持っているかを確認し、その気体を同定する実験を行った。

36名が一斉に別々の物質を使って実験を行うので、実験がスムーズに運ぶために、前時の復習を再度行った。また、プレテストで正答が1問以下の生徒に対しては、基本的に一つの実験台のまわりに座るように座席を決めた。さらに、同じ気体を予想した生徒ができるだけ同じ実験台になるように配慮した。通常よく行われる班別の実験では、席の変更をすることは難しいが、今回のような

一人で実験を行う場合には、このような座席の配置を組むことが可能である。また、支援を必要とする生徒についても、選択した物質の組合せは違っていても、発生する気体はできるだけ同じ気体になるように、前時の中で指導を行った。こうすることで、一斉に実験を行っても、一人の教師で支援を必要とする生徒への手だてが十分行うことができると感じた。全般的に、生徒自身が選んだ物質、実験方法ということもあって、とても積極的に実験に取り組んでいる姿が印象的であった。また、気体の確認方法では、「こうなるのでは？」という予想を立てることで、観察するときにも「こんなふうになるはずだ」「発生した気体でつくったシャボン玉がどうなるか」といった目的意識をもってみんなが臨んでいると感じた。また、班での実験と違い、自分で準備をし、実験・観察を行い、結果をまとめて・・・と、とにかく自分でやらなければならないという意識が、実験レポートの中の「実験からわかった気体の性質」や「実験の考察、感想」欄の記述から見とることができる。たとえば、下記の生徒の書いたものをみてもわかるように「シャボン玉が下に落ちた、という事はこの気体が空気より重い。」などのように、実験結果から具体的に思考や判断をしている過程がうかがえる表現が記述されているという印象を受けた。

石灰水が白くにごった、シャボン玉が下に落ちた、という事はこの気体が空気より重い。

また、授業のあとでとった「授業評価表」や事後の「理科学習に関するアンケート調査」からも、生徒の変容がうかがえる。たとえば、授業評価表では「はい」「いいえ」を「4 3 2 1」の四検法で行った結果、「意欲的に取り組めたか。」では「4」または「3」と回答したものは、94%であり、「授業の内容が理解できましたか。」では、「4」または「3」と回答したものは、97%であった。また、「授業について、何か思ったことや要望があれば書いてください。」という欄では、次のような内容が上げられた。

- ・ 実験のチョークと酢の組合せがおもしろかった。
- ・ 初めて一人で実験して印象的だった。
- ・ 実験をやったら難しかったけど、楽しかった。またやってみたかったし、実験して良かった。
- ・ 一人で実験して、成功したのがちょっとうれしかった。 など

次に、事後の「理科学習に関するアンケート調査」は、主に記述式で行った。たとえば、次のような回答がそれぞれあった。

「この学習で、成長したな、力がついたな、と思うことはありますか。」という質問に、

- ・ 一人でも実験ができるようになった。(人に頼らなくても良くなったから)
- ・ 実験レポートがうまくまとめられたと思う。
- ・ 失敗しても、もう一度やり直そうと思った。 など

「今回は一人で実験をしましたが、班でする実験と比べてどうでしたか。」という質問に、

- ・ 難しかった。
- ・ 誰かいない人がいるから、一人でしたほうがよいと思った。
- ・ 班はみんなが助け合ってできるけど、でも自分のしたい実験ができるのはいいと思う。
- ・ 一人で緊張するけど、他の人に任せるとか、人のせいにするのとかがなくて、自分のためになったから良かった。
- ・ とてもやりがいがあった。
- ・ 班のほうがよい。 など

このように、授業形態や授業内容をさまざまな角度から調査・分析したり、実験レポートの途中

の段階で教師側があらかじめ計画した評価をもとに子どもたちの変容をとらえたりすることで、そこから見える教師自身の指導法の課題や子どもたちのつまずきの状況を把握し、それをもとに授業改善へつなげることが、少しずつではあるが子どもたちの変化のようすが見とれるのではないかと実感した。

<3・4時間目>

最後の2時間で、発表会を行った。実物投影装置で自分の実験レポートを投影し、一人ずつ実験結果を発表し、その発表に対しての相互評価を行った。今まで人前で発表したり、他の人を評価するという経験がなかったので、みんなの前に立つだけで緊張して実験レポートをそのまま読むだけで精一杯の生徒が多かったが、努力し頑張っているという雰囲気伝わってきた。この2時間では、次の2つのポイントで評価をした。「発表を聞いての感想や、新たな疑問などを書いている」...「関心・意欲・態度」を相互評価表で見とる。「実験結果や気体の確認方法などをわかりやすくまとめたり、発表することができる」...[技能・表現]を相互評価表、自己評価表から見とることにした。生徒たちの相互評価の内容を見ると教師が思っていた以上に、誠実で適正な評価を行っていた。一人の教師による評価より、多人数の生徒の評価をプラスすることで、より高い妥当性が得られるのではないかと感じた。これらの評価をもとに、生徒への学習の支援につなげることもできると考える。

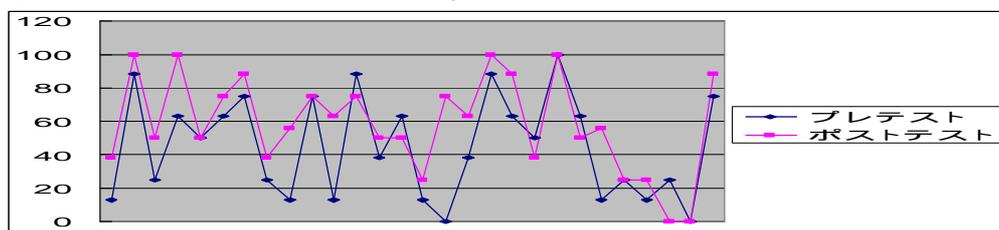


4 成果と課題

この実践授業を通して、3つの成果を上げることができた。

今回、実験レポートや授業評価表、理科学習に関するアンケート調査の記述に、「もっと...したい」という形で表現されたものを見ると、この学習内容を通して少しずつではあるが学習意欲が高まりつつあると考えた。これは、個人で課題を選択し、実験方法と実験、まとめを個人の学習活動として行うことで、生徒の興味・関心や知的好奇心を喚起させ、実験を通して成就感や達成感を得たことで、学習意欲を引き出すことができたのだと思われる。

次にプレテストとポストテスト結果【グラフ2】を分析すると、プレテスト正答数45%、ポストテスト正答数58%と正答数が上がっている。正答数が上がって効果があったと思う内容は、授業で実際に実験を行った内容と一致している。そして、3(2)で述べた、理解してほしい基本的な内容の3問のうち2問は、この授業で取り扱っているため、この2問の正答率をみると、45%から71%に伸び、基本的な内容の定着がみられたと判断できる。



【グラフ2】プレ・ポストテスト結果

この分析から、教師が把握した生徒の学習状況をもとに、必要な学習内容を絞り込み、授業への工夫・改善を行うが、教師側の学習内容の提示や指導などの方法によって、生徒の理解や定着に大きな違いがでることがわかった。このことは、生徒の学習状況の把握と授業(指導)への工夫・改善、さらに生徒の学習状況の把握といったサイクルを、常に続けることが必要不可欠であることを示していると改めて感じた。ここでの学習状況の把握を行うためには、教師側のしっかりとした評価の計画と視点を持って実施していくことが最も大切である。

3つ目の成果として、この学習は「努力を要すると判断した生徒」に対しても有効であった。プレ・ポストテストからも、ほとんどの生徒の正答数が上がっていた。また、自己評価表や授業評価表の感想欄には、「実験らしい実験ができた。」「私はいつも班で実験をしていても、ほとんど他の人にまかしていたけど、一人だけで全部できたから、今までよりも力がついたんじゃないかと思う。」という記述からも、生徒の成就感や達成感がうかがえる。また、プレ・ポストテストともに正答はない生徒だが、この授業では生き生きとして意欲的に授業を受けていた。授業評価表での感想欄には、「実験で一人でもとてむずかしかったけど、やってみてたのしかった。またやってみたかったし、実験をしてよかった、一人で」と書いている。班活動では、ほとんどこのような生徒はかげにかくれて目立たないし、ほとんど実験しないまま終わってしまう。一人で一つの実験は時間がかかって大変だが、このような学習も必要だと思った。

課題としては 評価の返し方、効果的な評価方法、課題提示の仕方、発表会の行い方と4つあげられる。「評価の返し方」は、実験レポートも実験前から終るまで2回以上は評価をして返すことができるが、レポートに評価欄を設けるなどの工夫も必要であり、評価の返し方を工夫することで、おおむね満足できる状況の生徒に対しても、より深い学習への指導ができると思った。効果的な評価方法については、今回実験中に観察法で評価したが、やはり大変難しかった。実験レポートなどの記録に残る客観性のある評価方法など、適切な評価方法を研究する必要があると感じた。課題提示の仕方については、事後のアンケート調査の結果から「実験にあまり興味がない、実験する前から、結果がわかるから、おもしろくない」という回答があり、身近なものを取り上げて課題を提示したが、クラスの状態を判断し支援プリントを配ったのが原因ではないかと思った。課題学習での課題提示については、事前に十分な生徒の学習状況の把握とそれにもなう計画を行うことが大切であると感じた。3・4時間目に発表会を行ったが、今回は初めてということもあり、レポートをそのまま投影装置で写したが、画面が小さくて、見えにくかったりしたので、次からは、一歩発展させてパワーポイントを使ってやっても楽しい活動になると思った。

最後に、今回の実践授業を通して、生徒自らが考えて行う活動を意識的に取り入れることで、従来の実験とは全く違う生徒の意識を感じ取ることができた。従来の方法であれば、実験結果が妥当なものかどうかで満足していたが、結果がたとえ妥当なものでもなくとも、どうして結果がこうなったか、どうしたらよいかなど、次の学習活動へつなげるような思考が芽生えてきていると感じた。

今後も、「基礎・基本の定着」のために、「指導と評価の一体化」をすすめ、日々の授業を工夫・改善して、全員の生徒が毎日の授業が、「わかる」,[楽しい]理科授業を目指していきたいと思う。

【主な参考・引用文献】

岡本夏木	ブルーナー認識能力の成長	明治図書	1968年
広岡亮蔵著	ブルーナーの研究	明治図書	1974年
江田稔・三輪洋次編著	中学校学習指導要領の展開	明治図書	1999年
文部科学省著	個に応じた指導に関する指導資料	教育出版	2002年
遠藤純夫著	[教師用指導書]	大日本図書	2002年
佐々木和枝編	中学校理科 絶対評価の方法と実際	明治図書	2003年
遠藤純夫編	中学校理科の新絶対評価問題	明治図書	2003年
北尾倫彦・角田陸男	観点別評価実践事例集	図書文化	2003年