

小学校理科における科学的リテラシーの育成に関する研究 理科に関する意識調査と授業実践を通して

筑後市立羽犬塚小学校

教諭 椎窓 敏広

1. 研究の目的

昨今、「理科嫌い」や「理科離れ」という言葉を、様々なメディアで目にしたり、耳にしたりする。PISA2003 や TIMSS2003 といった国際学力調査の結果によると、国際的に比較して、我が国の子どもは理科に関する知識は豊富だが、身につけた科学を生活に生かそうとする力が不足しているといわれている。国際的に比較すると、我が国の子どもの「理科好き」の割合は低いほうである。

実際に児童に対して理科の授業を行うと、「理科嫌い」という言葉は想起できない。児童は、いきいきとした目で自然事象に対して、観察や実験をしている。昆虫が好きなものもいれば、草花が好きなもの、実験器具を使って行う実験が好きなものと様々だが、理科に対する意欲を感じる姿を目にすることのほうが多い。

本研究では、小学校理科の授業で身に付けさせるべき科学的リテラシーを明らかにし、授業改善を目指したものである。科学的リテラシーに関しては、学力調査等で定義されている科学的リテラシーの共通点を見出すことで、児童に身に付けさせるべき力とした。児童や教師の理科に対する意識調査を実施することで、理科の授業場面における課題を明確にし、克服するための授業構想を提案する。検証授業により、児童の理科に対する意識や学習する姿の変容を分析する。

2. 研究の方法

本研究は、小学校理科において科学的リテラシーの育成を目指した学習指導を追究したものである。以下の項目で研究を進めていく。

- ・ 学力調査の概要と比較
- ・ 科学的リテラシーの定義に関する調査と比較
- ・ 児童、教師の意識調査と課題
- ・ 検証授業

3. 研究の実際

(1) 学力調査の概要と比較

次の学力調査の概要をまとめ、比較し、我が国の子どもの理科に対する実態の特徴を整理した。整理した学力調査は、PISA2003 とTIMSS2003、平成15年度小・中学校

教育課程実施状況調査、平成15年度福岡県学力実態調査である。

国際学力調査の結果における共通点は、我が国の子どもの成績は参加国の中でトップグループに位置しているということである。いずれの学力調査に関しても、前回調査と比較したときに、正答率はほぼ変化がなかった。一方で、科学的思考力に関する問題について課題が見られた。

共通する課題として、次の三点がいえる。

- ・ 表現力や科学的に解釈する力に関する課題。
- ・ 観察や実験に関する課題。
- ・ 小学校における理科学習を日常生活と結び付けることに関する課題。

調査実施した機関によって、指導上の改善点が練られている。

(2) 科学的リテラシーの定義に関する調査と比較

「科学的リテラシー」とは、原語は science literacy で、主としてアメリカにおいて理科教育の目標を表す言葉として使われてきた。科学的リテラシーは古くから議論されてきているが、時代、社会的背景、文化などの違いや科学教育思潮が依拠する原理の違いにより、様々な定義がされている。科学的リテラシーの定義を一つのものにまとめようとす動きは見られなかった。

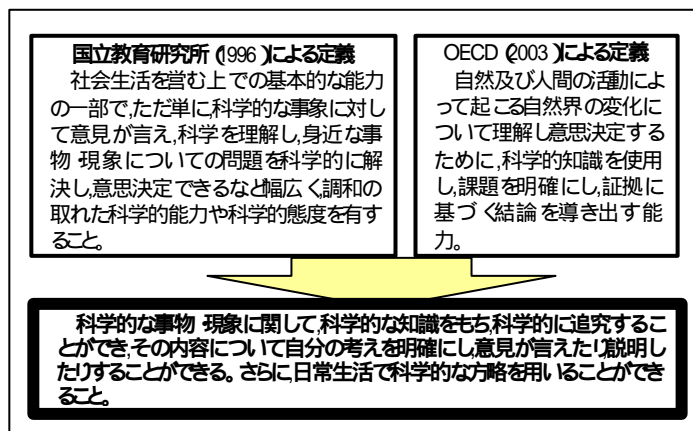


図1 科学的リテラシーの比較と整理

本研究では、平成8年に報告された国立教育研究所(代表者 三宅 征夫)による科学的リテラシー育成に重

点をおいた理科カリキュラムの開発研究」とOECDによるPISA2003で定義された科学的リテラシーについてまとめ、共通点を見いだすことで現代の子供達に必要な科学的リテラシーを整理した(図1)。二つの調査で定義された科学的リテラシーから、細かい内容までを分析し、共通点から本研究で児童に身に付けさせるべき力とした。

(3) 児童、教師の意識調査と課題

児童、教師を対象に理科に対する意識調査を実施した。児童に対しては、理科の学習および学習場面に関して、とても好き、やや好き、やや嫌い、とても嫌いの選択肢から回答するようにした。教師に対しては、理科の授業および指導場面に関して、とても得意、やや得意、やや苦手、とても苦手の選択肢からの回答とした。表1で示した調査対象ならびに日程にて実施した。

表1 意識調査の調査対象 期間

	調査対象	調査期間
予備調査	福岡県南部の公立小学校 A校第三学年から第六学年までの児童 404名	平成 16年 8月 21日
予備調査	福岡県南部の同市内公立小学校 10校の教諭 77名	平成 16年 10月
本調査	A校の第四学年から第六学年までの児童 302名ならびに近接するB校 222名、C校 226名の合計 750名	平成 17年 4月 11日 ~ 15日
本調査	A校の教諭 27名ならびにB校の教諭 7名、C校の教諭 11名の合計 45名	平成 17年 4月 2日 ~ 15日
本調査	本調査を受けた A校第五学年の児童 93名	平成 17年 11月 11日 ~ 14日

本調査に対する児童の回答による結果は次のようになった(図2)。問いの「理科は好きですか」とい問いに対して、「とても好き(39.7%)」、「やや好き(46.1%)」、「やや嫌い(11.9%)」、「とても嫌い(1.6%)」である。好きと回答している児童は750名のうち、85.8%である。

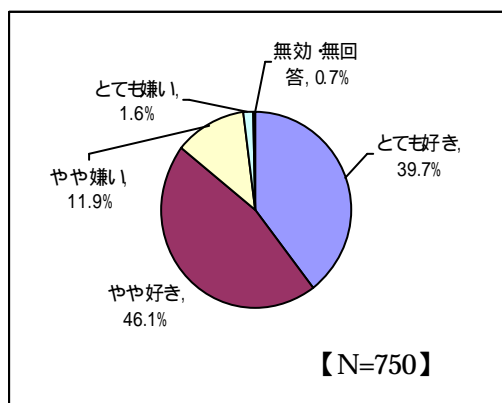


図2 本調査 問いの結果

学習場面の項目別に見ると、「好き」と回答した割合が高いのは、「新しい実験道具を使えること(94.1%)」、「知らなかったことが分かること(91.7%)」、「理科のテストでよい点が取れること(90.7%)」、「理科の授業では実験ができること(88.4%)」などであった(図3)。「好き」と回答した児童の割合が低かった項目は、「観察や実験で分かったことを発表すること(60.4%)」、「調べて分かったことを友達に説明すること(52.8%)」、「調べて分かったことをまとめること(61.2%)」となり、約半数の児童が「嫌い」と回答していることになる。

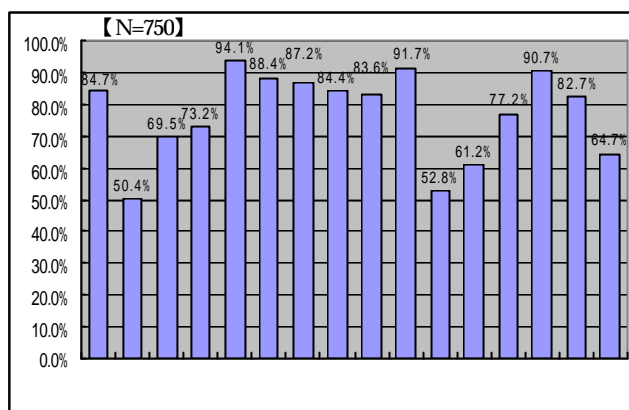


図3 本調査 問いの結果

本調査では「理科の授業は得意ですか」とい問いに関して、「とても得意(5.7%)」、「やや得意(28.6%)」と合わせても34.3%で調査対象の3分の2の教師は理科の授業に対して苦手だと感じている(図4)。その理由として「実験結果にばらつきがでて、どう説明したらいいか困る」、「実験準備が大変である」理科に関する十分な知識を持っていないなどといった記述が多かった。授業場面に関して特に「得意」と回答した割合が低かったのは、「子どもに実験の仕方を考えさせること(5.7%)」、「理科の学習で得た知識を定着させること(28.6%)」、「理科で学習したことを生活の中で生かそうとさせること

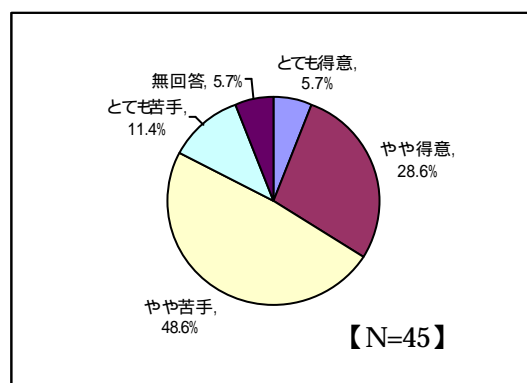


図4 本調査 問いの結果

(29.9%)」で、いずれも3割を切っている。得意」と回答しているのが高かったのは「子どもに観察や実験で分かったことを発表させること(68.6%)」、「子どもに新しい知識を教えること(65.7%)」である。

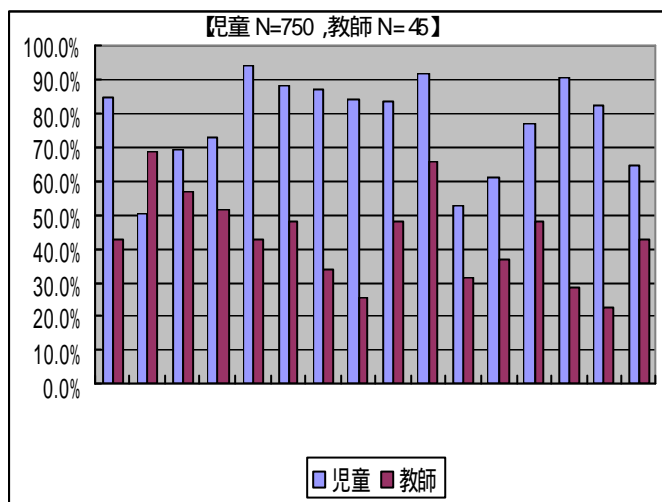


図5 本調査における問いの比較

意識調査の結果から児童と教師の傾向を比較すると次のことがいえる(図5)。理科好きの割合が高い児童に対して、理科の授業に対して苦手意識を持っている教師の割合が高い。児童は観察や実験といった活動を中心とした学習に対しては好意的だが、そこからわかったことをまとめたり、説明したり、発表したりという場面に対しては抵抗を持っている。多くの教師は観察、実験に対する指導に対しては苦手意識を持っており、観察や実験で分かったことを発表させあう交流場面に対しては得意としている。交流場面は理科に限らず、教科の内容を追究するところでもあり、一番盛り上げたい場面である。児童は観察や実験に対して好意的に学習し、新しい知識も獲得したいと感じている。教師は活動から自然の規則性を結びつけるまでの「思考すること」を重視したいと考える。ここに児童と教師の意識のずれがあるのではないかと考える。児童は活動から分かったことを規則性に結び付けるまでの「分かった。」、「なるほど。」といった思考する楽しさを実感していないのではないかと考えた。本研究では「思考する楽しさ」をいかに実感させ、交流場面を活性化させる授業作りをするかという観点から「予測観察説明法」を導入した授業によって検証することで、「児童の意識の変容」を分析する。

(4) 検証授業

検証授業対象

検証授業は平成16年度に予備検証授業を実施した第四学年の児童で、平成17年度に第五学年に進級した児童を対象に実施した。本校の第五学年は94名の3学級である。進級時の意識調査で理科の学習が「好き」と回答した児童の割合も94.6%と高い。観察や実験に関しては高い割合で「好き」と回答しているが、説明や発表に関して、全体の傾向と同様に「好き」と回答した児童の割合は低い。3学級の中でも特に観察や実験で分かったことを発表したり説明したりすることが嫌いだと回答した児童の割合が高い。検証学級に対して、「予測観察説明法」を導入した授業を実施した。その他A、B学級に対しては従来の授業を実施した。検証授業～まで実施したが、本稿では検証授業「ふりこの動きとおもりのしょうとつ」について述べる。

予測観察説明法とは

予測観察説明法とは、ホワイト(White .R.)らによって提唱された評価法ならびに表現法である。この予測・観察説明法はPOEとも略される。予測観察説明法のPOEとは、Prediction(予測)、Observation(観察)、Explanation(説明)の頭文字をとったものである。この予測観察説明法は三つの課題からなり、学習者がその課題に回答することによって、その学習者の理解について詳しく探ることができる学習法である。

その過程として、まず、学習者は学習する課題をつかみ、その事象が引き起こす結果を予測し、その予測を正当化しなければならない。ここで、最も重要なことは、すべての学習者が、予測するように求められている課題について、確実に理解することである。次に観察の段階では、観察している事象に何が起きたか述べなければならない。ここでは、学習者は観察している事象について起きている内容を、個別に記述させる必要がある。学習者が観察する際に、様々な視点での観察が行われる場合があること、他の学習者の観察を参考にし、観察したことを変更する学習者も出てくるため、観察の段階では、個別に観察させる必要がある。最後に説明の段階では、予測したことと観察したことの間の矛盾を調和しなければならない。この段階で、多くの学習者が難しいと感じる。ここで、教師の様々な助言や支援によって、学習者の説明の仕方が変わってくる。また、この段階で学習者が説明し

たことによって、学習者の理解していることについて、多くのことを探ることができる。

予測 観察 説明法を用いることで、児童が理科学習に対して主体的に取り組み、自然事象の知識だけではなく、なぜ、そのようなことが言えるのかという背景や原理まで思考する楽しさや、発見する喜びを実感できる授業を展開できるようにしたい。

予測 観察 説明法」を導入した授業像

本研究における検証授業は、第四学年において単元「とじこめた空気と水」による予備検証授業、第五学年において単元「生命のつながり」による検証授業、単元「ふりこの動きとおもりのしょうとつ」による検証授業を実施した。第四学年時の予備検証授業の際に、「予測 観察 説明法」を導入した際に、説明段階における課題が明らかになった。説明段階において「ペアによる説明」から「全体での交流」授業を進めたが、自分の考えを説明するにとどまり、お互いの考えをもとにさらに深めるといった姿が見られなかった。全体交流においても、教師主導で進めたため、十分な交流にはならなかった。したがって、本研究では、説明段階の形態を改善しながら、単元で学習する内容や児童の実態を考慮しながら、よりよい

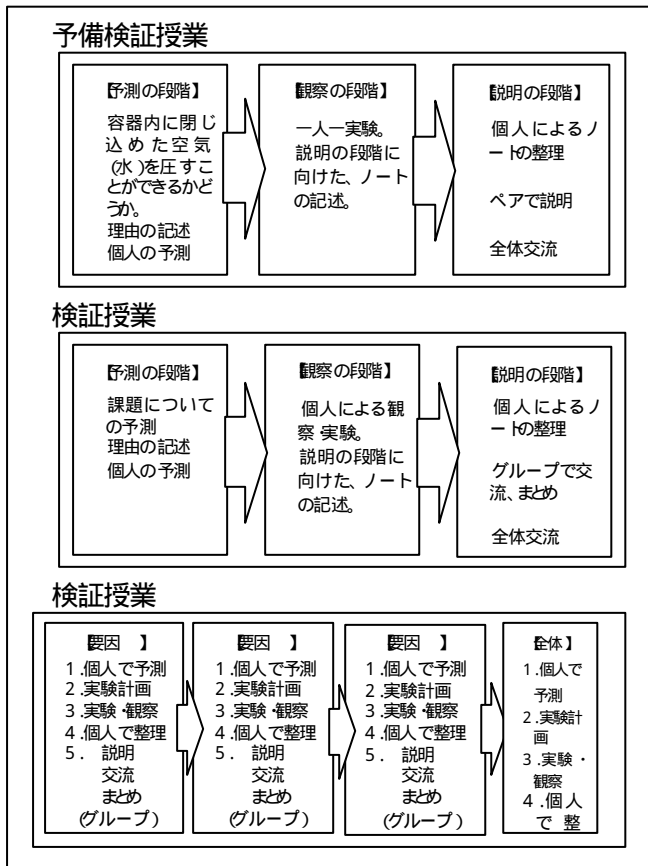


図6 各検証授業における「予測 観察 説明法」の展開

交流の在り方を探った。各検証授業における授業形態は図6のようになる。

検証授業「ふりこの動きとおもりのしょうとつ」

ア 授業構想

「予測 観察 説明法」を導入した検証学級の単元計画は表2である。児童は自分が選択した課題について追究する仮説の順番を決定した。追究する順番が同じ児童で小グループを作り、一つの仮説を追究した後、まとめを行う。検証外のA、B学級では三つの仮説を追究した後、最終的に全体でまとめた。検証学級では小グループによるまとめの整理が3回、全体で1回に対して、検証外学級は全体で1回である。本検証授業は課題選択のため、検証学年の学級担任と少人数指導にて実施した。筆者が指導した「衝突」コースについて述べる。

表2 第五学年「ふりこの動きとおもりのしょうとつ」の単元計画

配時	学習内容
2	(1)振り子の1往復の動きの速さをできるだけ速くしたり、衝突の実験機においておもりの衝突による力の大きさをより大きくしたりする活動をともに、自分が追究した課題を選択する。 (2)振り子、又は「衝突」のうち、いずれかの課題を選択し、選択した課題を解決するための要因や方法を考え、仮説を立てる。 振り子コース……振り子の1往復の動きを速くするためには 考えられる要因【おもりの重さ、振り子の触れ幅、糸の長さ】 衝突コース……おもりを衝突させ、物を遠くに飛ばすためには 考えられる要因【おもりの重さ、おもりが動く距離、おもりがスターする高さ】
6	(3)各コースで課題を解決するために、仮説をともに追究する。 振り子コース 1~3時半において、おもりの重さ、振り子の角度、振り子の糸の長さについて、その時間に同じ仮説で追究した児童のグループで交流する。そのために、個人で仮説【P予測】をたて、実験【O観察】し、グループで結果を交流してまとめる【E説明】。 全体で分かったことを交流する【E説明】。 衝突コース 個人で追究したい仮説の順番を考え、順番が共通している児童でグループ編成。 1~3時半において、おもりの重さ、おもりを走らせる距離、おもりをスターさせる高さについて、個人で仮説【P予測】をたて、実験【O観察】し、グループで結果を交流してまとめる【E説明】。 各グループでまとめた考察を全体で交流する【E説明】。 (4)各コースで、課題を解決するための要因（振り子：振り子の糸の長さ、衝突：おもりの重さ、おもりが動く速さ）をまとめ、その規則性を生かした新たな課題に挑戦する。 振り子コース……往復1秒計を作る。 衝突コース……衝突の力を計算して飛ばそう。
2	(5)他のコースに自分たちが学習した内容を説明するために、学習した事をまとめ、報告会をする【E説明】。

イ 予測の段階

予測の段階において、児童はおもりの衝突する力をいかに強くするか仮説を立てた。例えば児童はおもりが転がる距離を長くすると強くなると予想し、その根拠として助走が長くなると勢いがついて強くなると記述している。単なる予想に終わらず、自分なりの根拠をもとに述べるできるようになっている。

ウ 観察の段階

衝突」コースにおいては衝突の実験機を各グループに1台準備した。この段階では前時に立てた実験計画をもとに追究した。調べたい要因に関しては、数値等を変化させながら追究し、1つの数値に関しては三回以上追究することとした。複数回の結果から平均値を出し、その平均値を比較して結果を出すこととした。この段階では、次の説明の段階に向けて、個人で追究の結果のまとめを行うことを告げていた。説明の段階では個人のまとめを持ち寄り、グループとしてのまとめ、考察を整理することをあらかじめ告げての追究となった。

例えばおもりの重さについて追究した児童は、おもりの重さに変化をつけるために、木、ビー玉、鉄でできた球をおもりとして活用している。ここで、そろえる条件として、従来のおもりを転がし始める位置の高さや転がす距離のほかに、球の大きさもそろえることにした。重さが変わっても大きさは変わってはいけないという条件に目をむけ、実験し、その様子を観察することができた。

エ 説明の段階

これまでの検証授業における説明の段階では、はじめグループごとに交流の形態をまかせていたが、教師側が意図するように話し合いが進まなかったため、司会を決めた上での交流を行わせた。検証授業でも、司会を決めて交流することとした。さらに、仮説が三つあるため、追究した後のグループ交流では1,2回目に関しては、その仮説の検討とまとめをし、3回目には三つ目の仮説の検討と3回分の仮説の検討と最終的なまとめを行うように指示をした。

説明の段階で話し合った内容は班の学習ノートに記録していくこととした。1,2回目はその時間の仮説を検討した結果から分かった規則性を導き出すようにしている。3回目に関しては、3回目の仮説を検討した結果から分かった内容とこれまでの3回分の実験結果から導き出す規則性を記録するようにしている。3回目のまとめとしては、おもりの重さを大きくするための条件として、おもりの重さを大きくすることとおもりが転がる速さを速くすることが児童から出された。速さに関してはおもりが転がる距離の長さとおもりが転がし始める高さから、転がる速さの変化に目をつけた児童から

出された。

オ 考察

検証授業後に、検証学年に対して意識調査(本調査)を実施した。検証外学級に関しては理科の学習に対して「好き」と回答した児童が減少したのに対し、検証学級に対しては本調査で90.9%に対して、93.8%と上昇している(図7)。

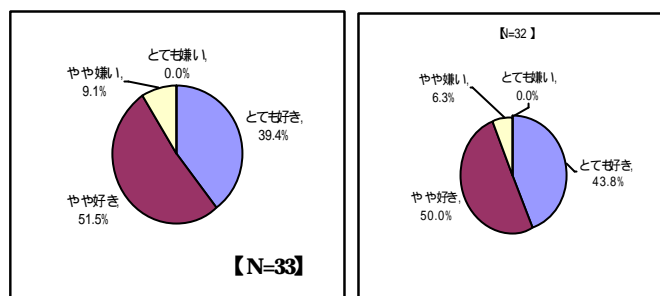


図7 検証学級の意識の変容

項目別に見ても、他学級では大きく減少している項目に対して、「観察や実験で分かったことを発表すること(69.7% 65.6%)」と僅かな減少、「調べて分かったことを友達に説明すること(75.8% 81.3%)」と上昇している(図8)。「調べて分かったことをまとめる

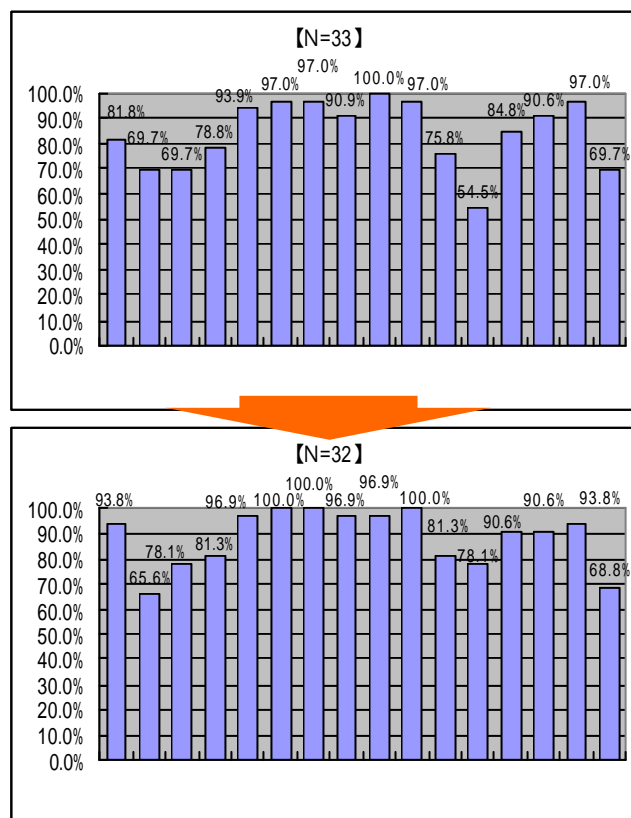


図8 検証学級の学習場面での意識の変容

こと」は 54.5%から 78.1%と大きく上昇している。予測「観察 説明法」を導入した授業により、観察や実験で分かったことから自分なりの規則性を導き出し、友達に説明する場を設けた。当初は、どのように整理したらいいか戸惑う児童も見られたが、授業を重ねるに連れてまとめることや説明、発表することに対して抵抗を感じなくなっている。

4. 成果と課題

成果

児童や教師における理科学習や授業に対する意識が明確になり、そのずれから授業の課題が明らかになった。

様々な学力調査によって我が国の子どもが理科に対してどのような意識を持っているのかが明確になった。また、どのような力が不足しているのかが明確にし、そこから本校児童との共通点を見いだすことができた。

国際学力調査や我が国の先行研究から科学的リテラシーに関する事項を整理し、共通点を見だした。そのことによって、本研究における科学的リテラシーの内容が方向づけられた。

予測「観察 説明法」を導入した理科学習指導を提案した。そのことにより、児童の意識の変容も見られ、発表した！説明したりすることに対して抵抗を感じていた児童が、好意的に学習するようになったことが意識調査からも明らかになった。予測「観察 説明法」を導入したことで獲得すべき知識も保証されたことを明らかにできた。

理科の学習の過程で結果から自然の規則性に結びつけるために、これまでは十分に思考する機会を与えていなかったが、この時間を確保することにより、観察や実験結果から自分なりのまとめを考えようとする児童が増えた。少人数によるグループ内での意見交流が活発になった。

課題

科学的リテラシーが提唱された歴史から背景等をさらに整理する必要がある。今後の小学校理科学習指導において必要な科学的リテラシーを細かく分析し、単元単位で位置付けし、重点的な指導をしたいと考える。

情意面と知識の関連について追究し、「科学的知識」をいかに獲得させるかという面での検討も必要だと考える。

小グループによる説明活動を設定したことは、児童の意識の変容に大きく表れたが、話し合い形式等、理科の授業外での指導も必要である。

1 単位時間内における説明活動の設定の仕方をさらに研究する必要がある。

予測の段階で仮説をじっくりと考慮する時間を設け、仮説を練り上げることで、観察や実験に見通しを持った学習ができる授業法を研究する必要がある。

同質的な考えの児童でグループ編成するか異質的な考えの児童でグループ編成するか、内容によって異なる児童どうしをグループ編成するか等、単元の内容を含めて考慮していく必要がある。

参考 参考文献

- ・ 数学教育 理科教育の国際比較 第 3 回国際数学 理科教育調査の第 2 段階調査報告書」国立教育研究所 2001 年 ぎょうせい
- ・ ここが大切！教科指導の重点 小学校編 2004 年 福岡県教育委員会
- ・ PISA2003 年調査 評価の枠組み OECD 生徒の学習到達度調査 国立教育政策研究所 監訳 2004 年 ぎょうせい
- ・ PISA 調査 (科学的リテラシー) および TIMSS 調査 (理科) の結果分析と改善の方 文部科学省 2005 年
- ・ 理科教育の国際比較 国際数学 理科教育動向調査の 2003 年調査報告書」国立教育政策研究所 2005 年 ぎょうせい
- ・ キーワードから探る これからの理科教育 日本理科教育学会編 東洋館出版社
- ・ 科学的リテラシー育成に重点をおいた理科カリキュラムの開発研究 国立教育研究所 代表 三宅 征夫 1996 年
- ・ 子どもの学びを探る 中山 迅 稲垣 成哲 監訳 1995 年 東洋館出版社
- ・ 小学校学習指導要領解説 理科編 文部省 1999 年 東洋館出版社