

# 主体的に自然事象を追究し，確かな学力を身に付ける 理科学習指導方法の研究

- 見通しを段階的に振り返る活動を取り入れて -

佐賀市立兵庫小学校 教諭 馬郡 弘貴

## 要 旨

本研究のねらいは，児童自らが「見通し」をもって主体的に自然事象を追究し，確かな学力を身に付けるための指導方法及び支援の在り方を明らかにすることである。そのためには，見通しを段階的に振り返りながら学習を進めることが最も大切であると考えた。その手立てとして話し合い活動によってお互いの考えを練り合う「相談タイム」や観察，実験に再挑戦することができる「トライタイム」を設定した。B区分4年生「もののかさと温度」の授業実践において，手立てを取り入れた学習を段階的に進めていくことで，観察，実験が反証した児童も確証にたどり着くことができ，観点別学力調査の結果，成績の向上が認められ，確かな学力を身に付けるために有効であることが分かった。

<キーワード> 見通し 段階的な振り返り 学力 話し合い活動 観点別学力調査

## 1 主題設定の理由

平成14年度から実施される小学校学習指導要領には、「自然に親しみ，見通しをもって観察，実験などを行い，問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り，科学的な見方や考え方を養う。」と示されている。そこで，本研究では確かな学力を身に付けるための方法として「見通し」に着目し，自らの問題を解決するために「方法の見通し」と，観察，実験によって検証される「結果の見通し」をもたせる。

そのために，まず，児童一人一人が事象に対してどのような知識やイメージを抱いているのかを把握するための実態調査を行うことで，事象提示の工夫をする。そして，導入段階では，観察，実験の方法について一人一人の見通した考えを持ち寄って話し合う活動を行うことにより，それぞれの妥当性について検討する。自分の考えについての友達の意見や友達が考えた方法を知り，再度，見直していく。次に，調べる段階では，自分が決めた方法について「結果の見通し」をもって観察，実験を行っていく。最後に，まとめる段階では，観察，実験した結果を全体で話し合うことで，観察，実験の方法を見直し，その妥当性を再検討していく。更に観察，実験を再度行ったり，他の方法で行ったりできる時間を設定することで，確かな知識へと導いていく。このように，見通しを段階的に振り返る活動を取り入れることで，確かな学力を身に付けることができると考え，本主題を設定した。

## 2 研究の目標

児童一人一人が，問題に対し見通しをもち，段階的に振り返りながら，主体的に問題解決することにより，確かな学力を身に付けるための指導方法及び支援の在り方を明らかにする。

## 3 研究の仮説

学習問題を見いだす場面や問題を追究していく場面で，次のように見通しを段階的に振り返る活動を取り入れれば，一人一人が進んで問題解決学習を行い，確かな学力を身に付けるであろう。

- (1) 単元や授業の導入段階では，一人一人が考えた観察，実験方法を持ち寄り，話し合うことによって自分が決定した方法の見通しをしっかりともたせる。
- (2) 調べる段階では，自分が決めた方法の結果がどうなるのかという見通しをもって問題解決させる。

- (3) まとめる段階では、結果を話し合うことで見通しの妥当性について再検討し、確かな知識となるように同じ方法や違う方法で再挑戦させる。

#### 4 研究の内容と方法

- (1) 理科の学び方や授業単元にかかわる意識調査と観点別学力調査を行い、分析する。
- (2) 主体的な学習と学力について文献による研究を行う。
- (3) 仮説に基づいた授業を実践し、分析及び考察を行う。

#### 5 研究の実際

##### (1) 見通しを段階的に振り返る活動

理科学習の目的の1つは、問題解決の能力を子どもに育成することであり、それは同時に生きる力の育成につながると考えられる。そのために子どもたち一人一人が自分の見通しをもって主体的な活動を行う必要がある。逆に、見通しをもたない活動は主体的な活動とはならないということを意味すると考えられる。問題解決活動全体を通して見通しをもち続けるためには、学習を段階的に振り返っていくことが必要である。何度も仮説や実験方法を見直し、振り返る機会を設定して構築された見方や考え方は、科学的に妥当なものとなり、子どもの新たな見方や考え方に変容させることができる。よって、学習を段階的に振り返ることは、見通しを振り返っていくことだと考えられる。

##### (2) 確かな学力

確かな学力について考えるためには、学力とは何かについて明らかにする必要がある。従来の学力のとらえ方では、特に、知識の量や技能が重視されてきた。しかし、変化の激しい現代社会では、一人一人の子どもが自分の課題や問題を見付け、自ら考え、よりよく課題を実現したり、問題を解決しようとする意欲や、実際に解決することができる資質や能力を獲得することが必要である。このように、自ら学ぶ意欲や思考力、判断力、表現力などを学力の基本とする考え方が新学力観である（表1）

表1 これまでの学力と新しい学力観にたった学力のとらえ方の違い

	これまでの学力のとらえ方	新しい学力観にたった学力のとらえ方
学力観	知識の量、技能を重視	知識の量や技能だけでなく、学習への関心・意欲・態度（資質）や将来の生活に関する課題に適応する能力を重視
指導方法	教師主導型の指導法	子どもの見通しからの仮説 確証・反証の過程を伴った指導法
探究活動	帰納的な問題解決活動	演繹的な問題解決活動
活動の主眼	いかに学習内容をとらえるか	いかに資質・能力を創造するか

このことが学力観の転換と言われるものであり、理科教育のみならず、これからの学校教育で重視されなければならないことである。つまり、学力を新学力観ととらえ、確実に身に付けさせるための方法として、見通しをもたせ、段階的に振り返る問題解決活動を行わせることによって検証した。

##### (3) 研究の全体構想

児童は自然事象と出会い、感じた驚きや疑問から、「どうして～だろう」という問題意識をもつであろう。お互いの問題意識を出し合う中から、全体で追究していく学習問題を設定していくことが大切である。それから、学習問題を解決するために一人一人が方法、結果の見通しをもち、検証活動を行っていき、その結果を更に検討し、言えることをまとめる活動までが、一連の問題解決過程であると考えられる。児童が考えた見通しは、その後の学習活動全体を貫くものである。その見通しを、段階的に振り返っていくことにより、こだわりをもった主体的な追究活動となる。学習前に抱いていた素朴概念は学習後には、より科学的な概念に変換され、確かな学力の獲得につながるであろう。図1に示したように、「相談タイム」と「トライタイム」を問題解決過程に取り入れることで、児童は見通しを段階的に振り

返っていくことになると思った。

(4) 手立てを取り入れた基本的な学習過程

ア 「相談タイム」

観察，実験によって，児童が事象に主体的に働き掛けを行っていくためには，その方法や結果の見通しをもたなければならない。しかし，考えた方法が思い付きに過ぎず，学習問題を解決するのに妥当でない場合も少なくない。また，どうしても多様な方法を思い付かない児童がいることも，実際の授業ではよく見受けられる。「きっと～だろう」という予想が結果と違って，見通しをもった妥当な実験方法であれば反証にたどり着き，最終的には確証にたどり着かせることができるが，方法として適切でないまま観察，実験に臨んでしまえば，その時間の学習が無為なものとなってしまう，最悪の場合，確証も反証もしないことが考えられる。このような事態を最低限避けることが，児童相互の話し合い活動である「相談タイム」を設定する第1の理由である。第2の理由として，多様な考えに気付き，場合によって他者の考えを積極的に取り入れることも可能となるような活動として位置付けたいと考えた。表2は具体的に「相談タイム」を取り入れる段階を示したものである。

イ 「トライタイム」

問題解決活動では，常に観察，実験の結果が自分の見通し通りになるわけではない。つまり，予想した結果が反証したとき，相談タイムで結果から観察，実験などの方法を見直して妥当性を再検討することになる。方法や結果が妥当であることが明らかとなる場合，再度，同じ方法で観察，実験して再現性を高めたり，1つの方法だけでなく，新たに別の方法で確かめて実証性を高めたりすることが必要となってくる。そこで，「トライタイム」と名付けた再検証の時間を設定することにした。この「トライタイム」は，確かな学力にたどり着かせるための手立てである。この活動中に，相談タイムも児童の判断で自由に行うことができるようにする。

(5) 授業の実際（第4学年 単元名「ものの温度とかさ」）

図2は，温度と金属というキーワードで概念地図を書かせた例である。このように，検証授業を実施する前に概念地図を書かせることで，空気，水，金属の体積変化の要因

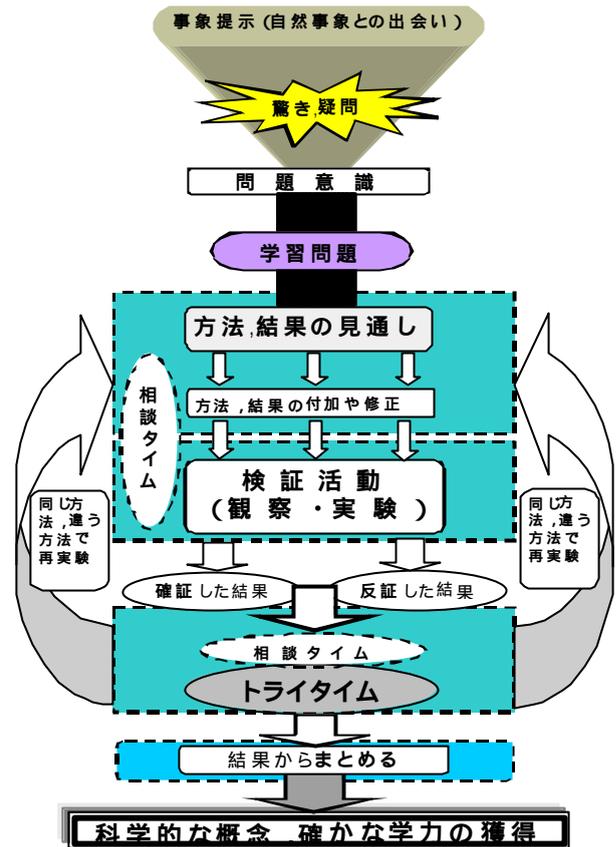


図1 学習段階の構想図

表2 相談タイムを取り入れる段階

児童一人一人が観察，実験の方法を考えた後の段階
観察，実験をして検証種かしている段階
検証種か終わった後の段階
再度，観察，実験をするトライタイムで検証種かしている段階
トライタイムの後，確認，反証したことを明らかにし，結論としてまとめる段階

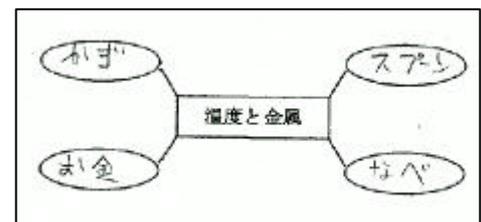


図2 温度と金属の概念地図の例

が温度であることについての児童の素朴概念を知ることによって、授業の指導に生かそうと考えた。その結果、温度によって空気、水、金属の体積が変化するという概念をもっていないことが明らかとなった。また、検証授業前の第1目目に手立てを取り入れた学習の進め方についてオリエンテーションを行った後、単元全体にかかわる児童の素朴概念を知るために、空気マジック（蓋をしたフィルムケースを、ブラックボックス状態にした使い捨てカイロの上に置き、しばらくすると、大きな音を出して蓋が飛ぶ。）の事象を提示し、空気が熱膨張する様子について描画させた。その結果、目に見えない空気膨張についての児童のイメージは、表3に示した8つの説になることが分かった。図3は、1番多かった上昇説の描画例である。これらの調査を基に、小単元「空気の温度とかさ」、「水の温度とかさ」、「金属の温度とかさ」で検証授業を行った。検証の視点と方法を位置付けた指導の実践が図4である。相談タイム、トライタイムの2つの手立てを取り入れて、検証授業の実践を進めていった。

表3 空気膨張のイメージ

- 上昇説（約56%）
- 膨張説（約14%）
- 上昇+膨張説（約7%）
- 合体膨張説（約3%）
- 熱による空気押し上げ説（約3%）
- 増殖説（約7%）
- 運動説（約3%）
- 回転対流説（約7%）

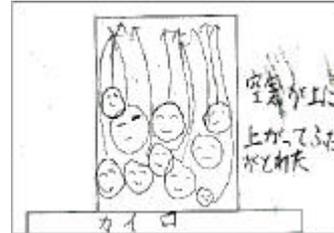


図3 上昇説の描画例

小単元	検証授業	検証授業	検証授業	検証の視点と方法
段階	空気のかさと温度	水のかさと温度	金属のかさと温度	
つかむ	学習活動	学習活動	学習活動	
見通しをもつ	1 空気を温めたり、冷やしたりすると、かさがどうなるかを予想し、発表する。 2 方法、結果の見通しを考える。 3 見通しを持ち寄り、グループや他の友達と話し合う。 4 観察、実験をして検証活動を行う。	1 水を温めたり、冷やしたりすると、かさがどうなるかを予想し、発表する。 2 方法、結果の見通しを考える。 3 見通しを持ち寄り、グループや他の友達と話し合う。 4 観察、実験をして検証活動を行う。	1 金属を温めたり、冷やしたりすると、かさがどうなるかを予想し、発表する。 2 方法、結果の見通しを考える。 3 見通しを持ち寄り、グループや他の友達と話し合う。 4 観察、実験をして検証活動を行う。	【検証】 話し合い活動を行う相談タイムは、方法の見通しや結果の見通しをもたせる上で、児童の考えを深めたり、広めたりするのに有効であったか。 教師による行動観察 ・話し合いの記録分析（VTR等） ワークシートの記述分析 ・方法の修正、新たな方法や結果の見通しの把握
相談タイム	見通しを振り返る	見通しを振り返る	見通しを振り返る	【検証】 主体的に自然現象を追究し、納得のいく活動を保障するトライタイムは有効であったか。 教師による行動観察 ・話し合いの記録分析（VTR等） ワークシートの記述分析 ・方法の修正、新たな方法や結果の見通しの把握 ・トライタイムの実験についての自己評価
トライタイム	5 検証した結果について、グループや他の友達と話し合う。 6 再度、観察や実験を行う。	4 観察、実験をして検証活動を行う。 5 検証した結果について、グループや他の友達と話し合う。 6 再度、観察や実験を行う。	5 検証した結果について、グループや他の友達と話し合う。 6 再度、観察や実験を行う。	【検証】 児童自身に素朴概念を意識させ、見通しを段階的に振り返らせる学習活動を行うことで、確かな学力を身に付けさせることができたか。 概念地図法、描画法 観点別学力調査
まとめ	7 結果を発表した後、見通しを振り返り、分かったことから、きまりとして言えることをまとめる。 「空気は温めるとかさが増え、冷やすとかさが減る。」	7 結果を発表した後、見通しを振り返り、分かったことから、きまりとして言えることをまとめる。 「水は温めるとかさが増え、冷やすとかさが減る。」	7 結果を発表した後、見通しを振り返り、分かったことから、きまりとして言えることをまとめる。 「金属は温めるとかさが少し増え、冷やすと少しかさが減る。」	

図4 手立てを取り入れた単元の指導の実践

表4 検証授業 でのC16のワークシート

自分 友だち	方法（ と を使って～をする。）	結果の予想
自分	しけんかんに入れた水をお湯で温める。	たぶん水がふえる。
友だち	入れものに水をまんたんに入れてアルコールランプで温める。	たぶんあふれます。
自分	氷と水とで、しけんかんに入れた水を冷やす。	たぶんへる。

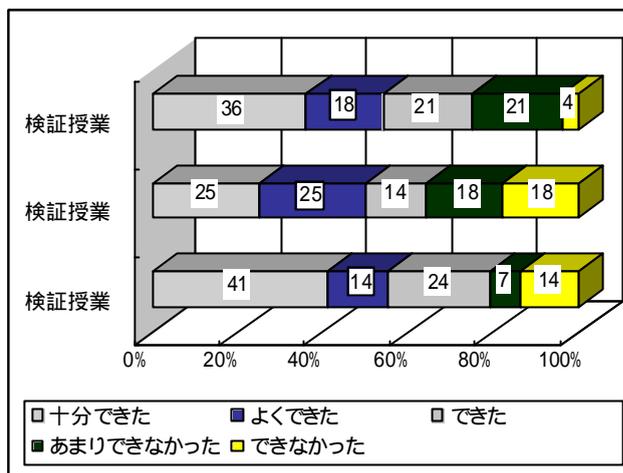


図5 トライタイムの実験についての自己評価

(6) 検証授業の全体考察

ア 「相談タイム」の有効性

表4は、検証授業 「水のかさと温度」でのC16の見通しの記録を示している。自力で1つしか見通しをもてなかったが、最初の相談タイムで友達のアイデアを1つ見通しに付け加えている。その後、観察、実験を通して、更に自分のアイデアとして氷水で冷やす実験を付け加えていることが分かる。C16は見通した実験をすべて確認していた。授業後の感想には、「水は空気とおなじように、へったりふえたりした。」と記入していた。このように、児童は相談タイムを行うことで、見通しを振り返り、付加修正させていたことが行動観察やワークシートの記録から明らかとなった。このことから、相談タイムは考えを深めたり、広めたりするために有効であることが分かった。

イ 「トライタイム」の有効性

図5は3つの検証授業でのトライタイムの実験について、よくできたかどうかを自己評価した結果を示している。「十分(実験が)できた」、「よくできた」、「できた」という数値が検証授業 では75%、検証授業 では64%、検証授業 では79%で平均して73%だったことから、トライタイムは確認にたどり着く観察、実験を保障する時間として有効であると言える。

(7) 観点別学力調査結果の考察

「相談タイム」や「トライタイム」によって見通しを段階的に振り返ることが、確かな学力を身に付けさせるために有効かどうかを明らかにするために、観点別学力調査を作成し、学習前、学習直後、学習から約1か月後（1月）の計3回実施した。

ア 「関心・意欲・態度」

図6は「温度によって空気、水、金属が変化する性質」を利用した概念を表す語として、妥当なものだけを抽出した総数の推移を表している。このことから、関心・意欲・態度の学力を観ることにした。対象によって語数に違いがあるが、いずれも回を追う毎に増加していることが分かる。例えば、「熱気球、クーラー、ストーブ、冷蔵庫、使い捨てカイロ、風船」など温度と空気を結び付けた概念を表す語が学習前は8語であったが、学習後は10語、1か月後には23語に増えていることが分かる。1か月後に急増しているのは、授業後も興味、関心を持続させ、日常生活と関連させて思考していったのではないかと考えられる。

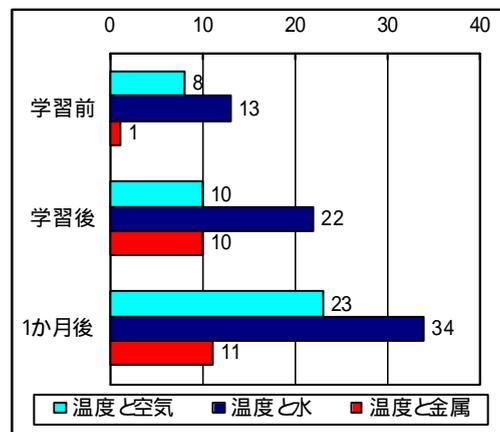


図6 空気・水・金属の概念を表す語数の推移

### イ 「科学的思考」

図7は、科学的思考を観る2つの問題の正答率を平均した数値の推移を示している。1問目は、空気と水の温度による膨張率の違いを問う問題、2問目は、金属の膨張から起こる事象を図で示して問う問題である。学習前に27%だった正答率が、学習後は58%に上がっている。

1か月後、46%に下がったのは2問目の事象が2段階の科学的思考を要したためだと考えられる。

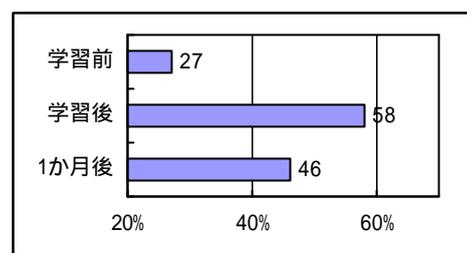


図7 科学的思考の正答率の推移

### ウ 「観察・実験の技能」

図8は、観察・実験の技能を観る2つの問題の正答率を平均した数値の推移を示している。アルコールランプの使い方、空気の体積変化を調べるために使う器具を選ぶ2問である。学習前の65%から学習後、そして、1か月後も90%と高い数値を示したことから、見通しをもった学習で身に付けた技能は定着したと考えられる。

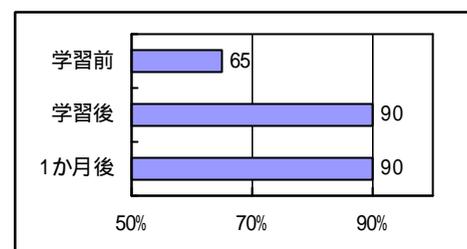


図8 観察・実験の技能の正答率の推移

### エ 「知識・理解」

図9は、知識・理解を観る問題の正答率の推移を示している。授業前47%、授業後66%、1か月後78%と回を追う毎に正答率が上がっている。その理由として、本単元後に「ものの暖まり方と温度」の学習をしていることや、ワークシートの感想に「家でも試してみたい。」と書いていた児童が約60%いたことから、学習後も、更に知識・理解を深めていったことが、1か月後の数値の向上となって表れていると考えられる。

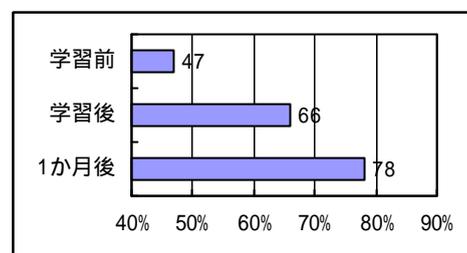


図9 知識・理解の正答率の推移

## 6 研究のまとめと今後の課題

### (1) 研究のまとめ

ア 相談タイムの時間を設定したことで、初め自力で見通しをもてなかった児童でも、見通しをもって観察、実験に臨むことができるようになった。また、見通しを振り返りながら学習を進めることで、実験が反証したときでも、実験方法を修正することで確認することができるようになった。

イ トライタイムの時間を設定したことで、反証した実験を確認させることができた。また、同じ実験を繰り返したり、違う方法で実験したりすることで実証性、再現性を確かめることができた。

ウ 観点別学力調査から、学習前に比べ学習後は学力の向上が明らかとなった。また、1か月後の調査でも極端な正答率の低下が認められないことから、確かな学力を身に付けることができたと言える。

### (2) 今後の課題

ア 本研究で話し合いを行う相談タイムでは、子どもたちの自由なコミュニケーションを促すために、話し合いの時間確保だけを手立てとした。今後は、更に質の高い練り合いの場とするために、日常生活の経験や学習で得た知識を関連させて想起し、話し合い活動の中に組み入れるような話し合いのさせ方や、教師の有効な支援の在り方について、理論と実践の両面から研究を進める必要がある。

イ 見通しを段階的に振り返る学習を実践することで、確かな学力を身に付けることができたかどうかを確かめるために、さらに、評価規準について研究し、規準に基づく絶対評価に対応した観点別の学力調査を行う必要がある。

### 《参考文献》

- ・ 小川正賢他共著 『キーワードからさぐるこれからの理科教育』 1998年 東洋館出版