

確かな学びを感じる子どもを育成する理科の学習指導方法の研究

論理的思考の獲得を重視した学習過程を通して

佐賀市立赤松小学校 教諭 岩本 武治

要 旨

本研究は、理科学習において、基礎・基本となる科学的思考を高めるために、その基となる論理的思考の獲得を促す指導方法を研究したものである。その手立てとして、学習問題に対する一人一人の初発の考えを類型化し、類型化されたそれぞれの考え方に対する支持の度合いとその理由を考えさせた。さらに、支持の度合いを意識させながら実験に取り組みさせた後、実験から得られた結果を基に、支持の度合いを再構成させ、自分の考えの変容を意識させながらまとめを行わせた。その結果、児童は自分なりの考えをもって実験に臨み、既習事項や既有経験及び実験結果などを基に、自分の考えの根拠を説明する姿が見られるようになってきた。

<キーワード> 論理的思考 初発の考えの類型化 支持の度合い 再構成

1 主題設定の理由

小学校理科では、問題解決の活動を通して、自然事象の性質や規則について実感を伴った理解を図ることにより、科学的な見方や考え方を構築させていくことが必要とされ、中でも科学的思考を高めていくことが求められている。つまり、自然事象から問題を見だし、見通しをもって事象を比較したり、関係付けたりして得られた結果を考察して、自然事象を科学的にとらえ、問題を解決する力を高めることである。しかし、これまでの指導を振り返ってみると、観察・実験の結果のみを重視するばかりに、どのような考えをもって観察・実験に臨み、どのような根拠を基に最終的な考えに至ったのか等、学習過程の中で筋道立てて考えさせること、つまり、論理的に考えさせる指導を怠ってきた感がある。

そこで、本研究においては、科学的思考を高めるために必要な論理的思考の獲得を促す指導方法を創出することにした。学習の中で一人一人に考えをもたせ、他者の考えと比較させたり、観察・実験や情報交換を通して自分の考えを再構成させたりして、常に自分の考え方と向き合う場を設定し、児童の考えに根拠をもたせる。このような学習過程を通して、論理的思考の獲得を促し、児童自らが考え、納得したことで、確かな学びを感じることができると考え、本主題を設定した。

2 研究の目標

学習過程の中で論理的思考の獲得を促すための指導方法を明らかにする。

3 研究の仮説

自分の考えをもつ段階において、児童から出された考えを類型化し、類型化した考え方に対する支持の度合いを構成させ、その理由を意識させる。さらに、自分の考えを確かめる段階において、類型化した考え方に対する支持の度合いを再構成させ、自分の考えをまとめる段階でその変化と理由を意識させていけば、根拠をもって自然事象を説明できる児童を育てることができるであろう。

4 研究の内容と方法

理科学習における論理的思考の獲得について、文献や資料に基づいた理論研究を行う。

論理的思考の獲得を促す学習過程を文献や資料を基に創出する。

第3学年，単元「豆電球にあかりをつけよう」「じしゃくでしらべよう」で授業実践を行い，仮説を検証する。

研究の成果と課題をまとめる。

5 研究の実際1（実践化への手立て）

(1) 児童の論理の進め方

一般的に，児童に自分なりの考えをもたせた上で観察・実験に取り組ませ，結果の考察に至らせる指導が行われているが，それだけでは，十分に児童なりの考えを引き出すことができないと考える。児童が授業の中で，どのように考えながら学習を進めていくのかということについて，森藤義孝は次のように述べている⁽¹⁾。

・ 子どもたちは，このような授業を通じて，自らが自発的に展開している概念とは異なる概念が存在しうることを察知し，それらを自らの概念形態内に捉え，自他の双方によってもたらされた概念の競合状況を見極めながら学習を進行させている。つまり「Aかもしれないし，Bかもしれない。でも今のところCと思うな。」といった感覚で学習を進行させているのである。

このように，児童は授業の中で自分の考えと他者の考えを比べ，自分なりに整理しながら結論へと導いていることには間違いはない。そこには，自分の意志を決定する何らかの根拠が存在するはずである。そこで，「Aかもしれないし，Bかもしれない。でも今のところCと思うな」という考えを支持の度合い（どの考えをどれだけ支持するか）として構成させたり，その考えと実験結果とを比較させたりしていけば，児童の考えとその根拠を引き出すことができると考える。

(2) 児童の思考パターン

福岡敏行は既存の概念を変換させ，新たな概念を構築していく児童の概念変換を「生成型，固執型，拡張型，修正型，縮小型，置換型」⁽²⁾等に分類している。この理論を本研究に応用し，初発の考えから実験前の支持の度合いに至るまでの児童の思考パターンを表1のように分類した。このような児童の思考パターンを教師が把握し，机間指導に生かすことによって，児童に論理的思考の獲得を促すことができなからと考える。

表1 児童の思考パターンの分類

他者の考えを支持しない	A A	固執型
他者の考えをすべて受容し同等に支持する	A ABC	拡張型
自分の考えを上位に支持し，他者の考えを受容する	A AB	修正型
他者の考えを上位に支持し，自分の考えも残す	A BA	縮小型
他者の考えを受容し，自分の考えを完全に転換する	A B	置換型
ABCは自然事象に対する児童の考え方の種類		

(3) 児童の論理を引き出す学習カード

実験前と実験後に，類型化した考え方に対して，児童がどの考えをどれだけ支持しているのか記述できるようにした（図1参照）。実験前は支持の度合いとその理由を，実験後は，実験の記録や気付いたことを基に支持の度合いを記入させる。このことにより，児童は幾つかの考えを競合させながら学習を進めることができ，そこに児童なりの論理を生み出すものとする。また，まとめの段階で，学習カードを使って自分の考えがどのように変わったのか振り返らせ，その理由を考えさせれば，自ら得た実験結果を根拠に自然事象を説明し始めると考える。



図1 学習カード

(4) 児童の論理的思考の獲得を促す学習過程

実験前と実験後に類型化した考え方に対する支持の度合いを構成させ，その理由や変容を意識させながらまとめさせれば，児童に論理的思考の獲得を促すことができると考える（次頁図2参照）。

段階	【学習活動】	【児童の考えと根拠】	【教師の手立て】
自分の考えを もつ段階 自分の考えを 確かめる段階 自分の考えを まとめる段階	<p>事象と出会い，学習問題を把握し，初発の考えをもつ</p> <p>↓</p> <p>初発の考えを類型化し，それぞれの考えに至った根拠を発表する。</p> <p>↓</p> <p>類型化した考え方に対する支持の度合いを構成し，その理由を考える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ どうしてだろう ・ なぜだろう ・ 不思議だなあ ・ たぶん～だから，こうなるだろ。 ・ きっと，～に違いない。 ・ Bのような考えもあるんだ。 ・ どうしてCなのかな。 ・ Aの考えが1番だと思う。なぜなら～だから。でも，Bの考えかもしれない。 <p>(支持の度合い)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 子どもの考えを揺さぶる事象提示・問題提示を行う。 ・ 考えをもたせる際には，何について考えるのか，視点をはっきりさせる。 ・ 自分の考えをカードに書かせ，同じ考えの所にカードを貼らせ，類型化していく。 ・ 類型化後，それぞれの考えに至った根拠を発表させる。 ・ どの考えをどれだけ支持するのか，支持の度合いを書かせ，その理由を意識させる。
	<p>実験方法を考え，支持の度合いを意識しながら観察・実験を行う。</p> <p>↓</p> <p>結果を基に，類型化した考え方に対する支持の度合いを再構成しその理由について話し合う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ この前習ったことを使えそうだ。 ・ Aの考えだと思ったけど，どうも違うようだ。Bかもしれないぞ。 ・ 初めはAの考えだと思っていたけど，今はBの考えだ。なぜなら～だから。 <p>(支持の度合い)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 問題の解決に迫らせることができる実験方法を考えさせる。 ・ 自分の支持の度合いを意識させながら観察・実験を行わせる。 ・ 分かったことや気付いたことを学習カードに記入させる。 ・ 支持の度合いを再構成させ，その理由を意識させる。
	<p>支持の度合いの変容とその理由について，実験結果を根拠にまとめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ Aの考えからBの考えになった。なぜなら，実験をして～ということが分かったから。 <p>(~~~~は根拠の部分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自分の支持の度合いの変容に目を向けさせ，なぜ変わったのか，あるいは変わらなかったのかを，実験結果を根拠にまとめさせる。

図2 論理的思考の獲得を促す学習過程

6 研究の実際2 (授業を通した実践的研究)

(1) 単元 第3学年「じしゃくでしらべよう」

(2) 単元計画(全11時間) は検証授業を行ったところ

次	時数	主な学習内容
第1次 〔磁石に 付くもの〕	第1時	「磁石に付くもの」(どんなものが磁石に付くだろう)
	第2時	「磁石に付くもの」(校庭に出て，磁石に付くものを探そう)
	第3時	「やってみよう」(砂鉄を集めよう)
第2次 〔磁石の極〕	第4時	「磁石の極」(磁石は他の磁石を引き付けるのだろうか)
	第5時	「やってみよう」(磁石を水に浮かべて他の磁石を近付けたり，そのまま浮かべたままにしておいたりするとどうなるだろう)
	第6時	「やってみよう」 (2本の棒磁石を使って，引き付ける力を強くするには，どうすればよいだろう)
	第7時	「やってみよう」(磁石を切ると，切り口の極はどうなるだろう)《本時》
第3次 〔磁石と鉄〕	第8時	「磁石に付いた鉄くぎ」(磁石に付いた鉄くぎは，磁石になっているのだろうか)
	第9時	「物を見分ける」(身の回りの物から，金属を見付けよう)
	第10時 第11時	「やってみよう」(磁石のおもちゃ) (磁石や豆電球を使っておもちゃを作ろう)

(3) 本時の目標(第7時の授業)

半分に切った磁石の極を調べ，磁石の性質について実験結果を根拠にして説明することができる。

(4) 授業記録 は研究の仮説にかかわる学習活動

	主な学習活動	主な児童の反応 (C) 及び教師の手立て (T)																		
自分の考えをもつ	<p>1 本時の学習問題を知る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> 学習問題 棒磁石を半分に切ったら、切り口の極はどうなるだろう。 </div> <p>2 初発の考えをカードに書く。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> 3 初発の考えを類型化する。 自分と同じ考えの所にカードを貼る。 </div> <p>4 類型化した考え方に対する支持の度合いを構成しその理由を学習カードに書く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 理由を書き終えたら、ペアを組んで互いに自分の考えを説明する。 ・ 支持の度合いとその理由を発表する。 	<p>T 磁石の極を意識させるために、磁石の真ん中にクリップが付きにくいことを確認する。(事象提示)</p> <p>T 棒磁石を半分に切り、切り口にクリップが引き付けられる事象を見せ(事象提示), 切った部分の極はどうなっているか問い掛けて、本時の学習問題に迫らせる。 本時は、はさみで切れるゴム磁石を使用。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <p style="text-align: center;">事象提示</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> (類型化された初発のカード) </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">ア</td> <td style="text-align: center;">イ</td> <td style="text-align: center;">ア</td> <td style="text-align: center;">イ</td> <td style="text-align: center;">ア</td> <td style="text-align: center;">イ</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">A 15人</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">B 14人</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">C 1人</td> </tr> </table> </div> <p>【実験前の支持の度合いとその理由】(学習カードより)</p> <p>C 1 (思ったことをよく発言し、自分の考えを文章ではなく絵に表すことを得意とする児童) 「もう1回切ってくっ付いたら、SにNがあって、NにSがあると思うからB。切ってもくっ付くからA」</p> <p>C 4 (進んで発表することはほとんどなく、自分の考えを明確にもつことができない児童) 「何となく。Cは、絶体(絶対)にありえない」</p> <p>C 28 (発言力もあり、理科に対する興味・関心が高い児童) 「初めに、Nの磁石とSの磁石が、くっ付いていたから、切り離しても変わらない」</p>	ア	イ	ア	イ	ア	イ							A 15人		B 14人		C 1人	
	ア	イ	ア	イ	ア	イ														
A 15人		B 14人		C 1人																
自分の考えを確かめる	<p>5 棒磁石を半分に切って、切り口の極を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 他の磁石を近付けて調べたら分かる。 ・ 方位磁針を使って調べたら分かる。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px;"> (他の磁石を近付ける) </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px;"> (N極側の磁石を半分に切る) </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px;"> (結果を記録する) </div>	<p>T これまでの学習を踏まえて、磁石の極を調べる方法を幾つか挙げさせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 違う磁石にSとNを近付けて、引き合うか、退け合うか調べる。 ・ 方位磁針で調べられる。赤で塗ってある所はN極だから、切った部分がもしS極だったら、N極に近付けたらくっ付いてくる。 <p>T 支持の度合いを意識させながら実験を行わせる。また、実験で分かったことや気付いたことを学習カードに記録させる。</p> <p style="text-align: center;">C 1 児の実験の様子</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px;"> <p>あれっ、NとN同士が付く。あれっ、半分に切ったときSとNに分けられるんだ。</p> </div> <p>T 自分の考えを再構成させた後、実験をして分かったことや気付いたことを発表させる。</p> <p>C 1 【C 1の実験後の支持の度合いと発言】(黒板に絵を描きながら発言)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <p>SとNをどんどん切っていて、このぐらいに切っても、全部くっ付いて、大きい磁石になった。いくら切ってもSとNが分かれて、同じ極の部分も切ってもSとNが出てきた。</p> </div> <p>【話し合い後の考えと支持の度合いの変容の理由】(学習カードより)</p> <p>C 1 実験前はBが1番で、Aが2番だと思った。話し合い後はBであったのなら、いくら切っても、SとNが分かれるから。すごい力だった。</p> <p>C 4 実験前の考えはAが大きかったけど、話し合い後はAがBが変わった。なぜなら、磁石をどんなに小さくしても、SとNが出てきたのが分かったから。</p> <p>C 28 実験前は、Aだと思ったけど、話し合い後はBになった。なぜなら、どの大きさの磁石も切ってもちゃんとNとSがあったから。</p>																		
		<p>6 実験結果を基に、類型化した考え方に対する支持の度合いを再構成する。</p> <p>実験をして分かったことや気付いたことを話し合う。</p>																		
	<p>7 自分の支持の度合いの変容とその理由について、実験結果を根拠にまとめる。</p> <p>実験前と実験後の支持の度合いを振り返りながらまとめる。</p>																			

(5) 考察

ア 全体の児童の思考の変容

論理的思考の獲得を促すためには、事象に対する自分なりの考えとその根拠をもたせなければならない。そして、その根拠が既習事項や既有経験及び実験結果に沿うものであればあるほど、より論理的に思考できるものとする。

そこで、表2のように実験前の支持の度合いの根拠と、まとめの段階での自分の思考の変容に対する根拠の質に評価基準を設け分類してみた。

初発の考えがA、Bにかかわらず、半数の児童が既習事項を根拠に支持の度合いを構成し、そのほとんどの児童が、まとめの段階でも支持の度合いの変容を実験結果を根拠に説明できている。しかし、実験前に支持の度合いに対する理由がもてない児童は、まとめの段階でも支持の度合いの変容を実験結果を根拠に説明できていない傾向があること、また、結果を得ていても、上手く表現できないために、実験結果を根拠に説明できない児童がいることから、自然事象を根拠をもつて説明させるために、一人一人の児童に応じた表現方法を取り入れる必要性を感じる。

イ 抽出児（C1、C4、C28児）の思考の変容

C1児は、初発の考えはBであり、実験前の支持の度合いを構成する場面では、Bの考えを上位に、Aの考えを下位に支持している（C1）。学習カードを見るとBを上位に支持する理由として、S極側の切り口にN極、N極側の切り口にS極が現れるという意味合いのことを書いており、これまでの磁石の性質を想起して判断しているものと考えられる。また、Aを下位に支持する理由として、切り口がN極とS極になるので引き合うという意味合いのことを書いており、N極側にはN極、S極側にはS極が出現するかもしれないという予測の基に判断していると考えられる。このように、支持の度合いに差はあるものの、初期段階においてC1児の中に2つの考えが存在し、A、Bそれぞれの考えを支持する理由を児童なりの根拠で説明していることがうかがえる。また、実験後の支持の度合いを再構成する場面では、Bの考えだけに修正し、その理由も実験後の話し合いの中で黒板に絵を描きながら発言できた（C1）。さらに、自分の考えをまとめの段階では、支持の度合いの変容を意識し、切った磁石の両端にS極とN極が現れた実験結果を根拠に、自分なりの言葉で自然事象を説明していることがうかがえる（C1）。

C4児の場合、実験前の支持の度合いに対する理由は、既習事項と結び付けた具体的なものではなかった。「何となく、そんな気がする」という状態で理由がもてないまま実験に取り組んでいる（C4）。しかし、実験で棒磁石の切り口が他の磁石のS極やN極と引き合ったり退け合ったりする結果を得、そのことを根拠として実験後の支持の度合いをBに修正したことが推測できる。さらに、自分の考えをまとめの段階では、支持の度合いの変容を意識し、磁石を小さく切ってもS極とN極が現れた実験結果を根拠に自然事象を説明していることがうかがえる（C4）。

C28児は、初発の考えも実験前の支持の度合いを構成する場面でもAの考えを支持していた（C28）。Aの考えを支持する理由としてN極側とS極側の磁石は別々の物で、それをくっ付けてあるので極性は変わらないという意味合いのことを書いており、既習事項の「極」に目を向け、自分なりの

表2 支持の度合いの変容と評価

	初発の考え	実験前の支持の度合い	理由付けの評価	実験後の支持の度合い	話し合い後の考え	まとめの評価
C1	B				B	
C2	B				B	
C3	B				B	
C4	A				B	
C5	A				B	
C6	A				B	
C7	B				B	
C8	C				無記入	
C9	A				B	
C10	B				B	
C11	A				B	
C12	A				B	
C13	B				無記入	
C14	B				B	
C15	A				B	
C16	A				B	
C17	B				B	
C18	A				B	
C19	B				B	
C20	B				無記入	
C21	B				B	
C22	B				B	
C23	A				B	
C24	A				B	
C25	B				B	
C26	A				B	
C27	A				B	
C28	A				B	
C29	A				無記入	
C30	B				B	
	実験前の支持の度合いの根拠			まとめの段階の支持の度合いの変容の根拠		
	既習事項を使った自分なりの根拠	15人	実験結果を基にした自分なりの根拠	15人		
	自分なりの根拠	8人	自分なりの根拠	9人		
	理由がない	7人	説明できていない	6人		

根拠をもつて判断していると推測できる。また、実験後、支持の度合いを再構成する場面では、Aの考えからBの考えに修正している。さらに、自分の考えをまとめる段階では、自分の支持の度合いの変容を意識し、磁石を小さく切ってもN極とS極が存在した実験結果を根拠に自然事象を説明していることがうかがえる。

ウ 児童の思考パターン

初発の考えから実験前の支持の度合いに至るまでの児童の思考パターンを表1に基づき、グラフ化した。その結果、授業ごとに思考パターンにばらつきはあるものの、自分の考えを上位に示し、他者の考えを受容する修正型が常に多いこと、また、思考パターンが1つに限定されていないことから、児童は、幾つかの考えを競合させながら学習を進めていることが分かる。支持の度合いを構成させることによって、このような競合の状況を児童自身に認識させ、

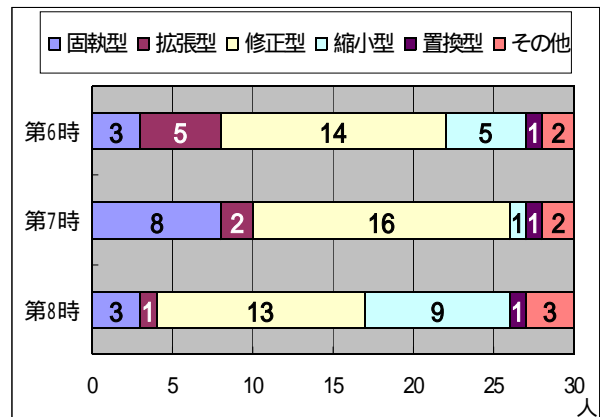


図3 初発の考えから実験前の支持の度合いに至るまでの児童の思考パターン

「どうして考えが変わったのか。なぜ、自分の考えを残しているのか」等考えさせることによって、その理由をそれまでに得た情報を根拠にして、自分なりの論理で説明させることができた。今回は、実験前の支持の度合いを構成させた後にその理由を互いに説明させる活動を取り入れたが、このような競合の状況を児童にもっと感じ取らせ、その根拠を引き出すためにも、「なぜAの考えを1番にして、Bの考えを2番にしたのか」等の質問を意識的に行わせるべきであったと考える。

7 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

初発の考えを類型化し、その考えに対する支持の度合いを構成させ、さらに、実験後に支持の度合いを再構成させ、まとめる段階でその変容とその理由を意識させる手立てを取ったことによって、児童に他者の考えと自分の考えを比較させる機会を与え、そこから児童なりの考えを引き出し、実験結果を根拠に自然事象を説明させることができるようになった。このように、学習過程の中に、自分の考えと他者の考えを競合させる場を意図的に仕組むことによって、自分の考えを根拠をもって説明する姿が見られるようになり、論理的思考の獲得を促すことができたと思われる。また、児童は自分の思考の変容をみつめ直す機会を得、自然事象に対して積極的にかかわって、問題を自ら解決する方向に向かい、本主題である「確かな学びを感じる子ども」に迫ることができたと思える。

(2) 今後の課題

ア 3年生のこの段階では、自分の考えや実験記録を明確に文章や図に書き表すことは難しい。そこで、学習カードから児童の考えや思いをいかに推測して読み取るか、その効果的な分析方法を探りたい。

イ 論理的思考の獲得を促すためには、児童同士が自分の考えを相手に説明する場が必要である。そこで、児童同士が対話する場を学習過程の中のどこに位置付ければ効果的であるかを探りたい。

《引用文献》

- (1) 森藤 義孝 『理科の教育』 2004/vol.53通巻625号 東洋館 p.21
- (2) 福岡 敏行 『理科の教育』 1999/vol.48通巻559号 東洋館 pp.5-6

《参考文献》

- ・ 森本 信也編著 『論理を構築する子どもと理科授業』 2002年 東洋館