

研究主題「科学的に解釈する力をはぐくむ指導法の開発」

- 小学校第5学年 単元『てことつり合い』を通して - 」

東京都教職員研修センター 研修部教育経営課
八王子市立長池小学校 教諭 国富 尊

研究のねらい

「教育課程実施状況調査（平成15年）」において、意味付けや関係付けを伴う説明活動に関する問題、実験の途中経過を考察する問題等において科学的な思考力・表現力が十分でない状況が報告されている。平成18年に実施されたPISA調査からも同様の状況が指摘されており、「科学的に解釈する力や表現する力の育成」を目指した授業の改善が求められている。

そこで、本研究では、探究の過程における教師の発問・指示と児童の話型の活用について工夫することにより、児童に科学的に解釈する力をはぐくむ指導法の開発をねらいとした。

研究の内容と方法

1 基礎研究

(1) 「科学的に解釈する力」について

文部科学省発行の「小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料（平成17年）」や「幼稚園・小学校・中学校・高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（平成20年1月）」を踏まえ、本研究における科学的に解釈する力を「観察・実験を探究的に行う中で、自分の予想や仮説及びその検証方法を自分なりにまとめ、その観察や実験の結果を踏まえて考察する力」と定義した。

(2) 小学校教員の意識から把握した指導上の課題

上越教育大学が実施した調査（平成18年）では70%以上の小学校教員が「児童に観察や実験の考察をさせるのが難しい」と感じているという結果が報告されており、同調査では、その理由を小学校教員が、理科の実験や指導法に関する知識や経験が不足していることによると考察している。同様の結果は、東京学芸大学実施の調査（平成15年）からも報告されており、児童に観察や実験の結果を解釈し、考察させる指導法の開発が求められている。

(3) 児童の科学的な解釈をはぐくむ指導の工夫

理科指導に関する文献や実践事例の分析から明らかにした、児童のつまづきの原因を基に、科学的に解釈する力をはぐくむための発問・指示と話型について整理した。

児童の思考を促す発問・指示（例）

発問・指示は、児童の活動を方向付けたり、思考を促したりする働きがある。発問・指示を工夫することで、児童の探究的活動が充実し、科学的な解釈をはぐくむことができる。

児童の科学的な解釈を促す発問の工夫は下記の通りである。

- ア 事象や現象を比べ、問題を見いださせる発問 「～と～の違い（共通点）は何ですか」
- イ 根拠や要因を見いださせる発問 「～は、何が関係するのでしょうか」
- ウ 実験結果を予想との関係で考察させる発問 「予想と比べて何がいえますか」

表現を通して思考を科学的なものとし、自然の事物・現象の解釈を見直す話型の活用(例)

児童が記述する活動は、自らの考えを書きとどめるだけでなく、話型で表現させることで、児童の思考が促され、事物・現象に対する自分の解釈を見直すことにつながる。

- ア 解決方法を見通した予想をもたせる話型 「～すれば、～になる」
- イ 実験の際の条件を明確にさせる話型 「変える条件は～、変えない条件は～」
- ウ 実験結果を予想との関係で整理し、考察させる話型 「結果は、予想と同じで(違って)～、このことから～といえる」

2 研究仮説

以上の基礎研究に基づき研究仮説を「自然の事物・現象について探究する活動において、教師が児童の思考を促すように工夫した発問・指示を行うとともに、児童が話型を活用して、探究の過程を表現することにより、科学的に解釈する力をはぐくむことができる」とした。

3 授業研究

(1) 単元設定の理由

教育課程実施状況調査において、てこのつり合いにおける達成率が低いと報告されている。このことから「てことつり合い」を研究の単元として設定した。

(2) 指導計画作成の視点

指導の過程を以下のア、イ、ウの場面に分け、それぞれの場面において教師の工夫した発問・指示と児童が活用する話型を指導計画に位置付けた。

- ア 問題を見だし、解決方法の見通しをもって予想をまとめる場面。
- イ 変える条件と変えない条件を明確にし、自分なりに解決方法をまとめる場面。
- ウ 実験結果を整理し、予想と観察・実験の結果の一致、不一致を明確にすることで、根拠を明確にして結果を解釈し、考察をまとめる場面。

(3) 指導計画の実際

指導計画作成の視点を基に、次のように指導計画を作成した。

表1 「てことつり合い」の指導計画<全11時間>(概要)

学習活動	場面	発問・指示の意図及び工夫	話型の意図及び話型
棒を使って重い砂袋を動かしてみる (1・2/11) てこの仕組みを知る	ア	<ul style="list-style-type: none"> 小さな力で重いものを動かす仕組みに興味・関心をもたせる 棒を使って、砂袋の乗ったいすを指一本で動かすにはどうしたらよいのだろうか 現象の要因に気付かせる 試した方法で共通点は何ですか ないと困ってしまう場所は？ 	<ul style="list-style-type: none"> 解決方法の見通しをもたせる ・～すれば、～になる
棒をどのように使えば、小さな力で持ち上がるか調べる。 (3・4 / 11)	ア	<ul style="list-style-type: none"> 児童の考え方を揺さぶり、問題をもたせる 砂袋は、指一本で動かした方法で持ち上がるのだろうか 問題を明確にし、方法の見通しをもたせる <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 【問題】砂袋をできるだけ小さな力で持ち上げるには、てこをどう使えばよいのだろうか </div> <ul style="list-style-type: none"> 解決方法の見通しをもたせる ・「～すれば、小さな力で砂袋が持ち上がる」を使って予想を考えよう 	<ul style="list-style-type: none"> 方法の見通しをもたせる ・～すれば、～になる
	イ	<ul style="list-style-type: none"> 条件を明確にさせる ・予想を確かめるための実験方法を絵や図を入れて書こう 	<ul style="list-style-type: none"> 条件を明確にさせる ・変える条件は、変えない条件は
	ウ	<ul style="list-style-type: none"> 結果を予想と関係付けて整理させる ・実験の結果は、予想と比べてどんなことがいえますか 探究の過程で行ったことを基に、確かな根拠をもって説明できるようにする ・追究してきたことを、記録文にまとめよう てこと実生活との関連に気付かせる ・自転車は、てこを利用している場所がいくつかありますどこにありますか 	<ul style="list-style-type: none"> 結果を予想との関係で整理させる ・結果は、予想と同じで～ / 予想とちがって～ 探究の過程で学んだことを自分の言葉に置き換えてまとめさせる (記録文の話型は、表2に示す)
てこを使った道具を調べる。 (5/11)			

<p>力の大きさを、おもりに置き換える。 てこ実験器を使って、おもりがつり合う時のきまりを調べる。 (6～10/11)</p>	<p>ア</p>	<p>てこを動かす力を数量的にとらえさせる ・てこを手で押す時の小さい力とは、どのくらいの力といえるのですか 児童の考え方を揺さぶり、問題をもたせる ・力点に物をつり下げて、砂袋とつり合わせることはできるのでしょうか</p> <p>【問題1】同じ重さのおもりを左右どこにつるすと、つり合うだろうか</p> <p>【問題2】重さが違うおもりを左右どこにつるすと、つり合うだろうか</p>	
<p>おもりを傾ける働きは「おもりの重さ」×「支点からの距離」によって表せることに気付く。 (11/11)</p>	<p>イ ウ</p>	<p>方法の見通しをもたせる ・「～すれば、てんびんはつり合う」を使って予想を考えよう</p> <p>条件を明確にし、結果の見通しをもたせる ・予想を確かめるための実験方法を絵や図を入れて書こう</p> <p>結果を予想と関係付けて整理させる ・実験の結果は、予想と比べてどんなことがいえますか 実験の結果を整理し、きまりを見いださせる ・実験結果の表から、棒を左や右に傾ける働きは、距離と重さにどのような関係があるといえますか 探究の過程で行ったことを基に、確かな根拠をもって説明できるようにする ・追究してきたことを記録文にまとめよう</p>	<p>方法の見通しをもたせる ・～すれば、 条件を明確にさせる ・変える条件は、変えない条件は</p> <p>結果を予想との関係で整理させる ・結果は、予想と同じで～ / 予想とちがって～ 探究の過程で学んだことを自分の言葉に置き換えてまとめさせる (記録文の話型は、表2に示す)</p>

研究の結果と考察

1 検証授業の結果（検証授業は、平成19年11月、所属校第5学年62名で実施）

(1) 児童の思考を促す発問・指示

砂袋を小さな力で持ち上げる方法を調べる活動の「問題をもち予想をまとめる場面」において、児童は、指一本で砂袋を動かすことができた結果を、支点と力点の距離を意識せずに図1のように表した。この図から、てこの使い方に誤りがあることを気付けるよう「砂袋は、この方法で持ち上がるか」と発問を工夫したところ、てこの使い方に着目させることにつながり、児童は「てこをどのように使えばよいか」を問題として見いだすことができた。



図1

砂袋を小さな力で持ち上げる方法を調べる活動の「解決方法をまとめる場面」で、「予想を確かめるための実験方法を絵や図を入れて書こう」と指示したことが、要因に着目して解決方法を考えることにつながり、約98%の児童がてこの仕組みを確かめる解決方法を考えられた。

てんびんがつり合うきまりを調べる活動の「結果を踏まえ考察する場面」では、「実験の結果と、予想を比べてどのようなことがいえるか」と発問した。このことから、要因を明らかにし、仮説に立ち返って結果を解釈することにつながり、児童は「～すると」「～すれば」という表現を使って「予想と同じで、支点から同じ長さの所におもりをつるすとつり合った。つり合うことは、支点からの距離が関係しているといえる」と考察することができた。

(2) 表現を通して思考を科学的なものとし、自然の事物・現象の解釈を見直す話型の活用

「予想をまとめる場面」では、「～すれば、～になる」の話型で考えを表現させることで、解決方法を見通して予想を考えることにつながり、「力点の位置を支点から遠くすれば、砂袋は小さな力で持ち上がる」と支点と力点、作用点の位置関係に着目して予想がまとめられた。

「解決方法をまとめる場面」において、「変える条件は～、変えない条件は～」の話型を用いて表現させたことで、制御する条件を考えることにつながり、調べる条件とそろえる条件を明確にした検証方法をまとめることができた。

考察をまとめる場面では、「(問題)は、～すればよい」という話型を示すことで、問題に即

して結果を解釈し考察することにつながり、「重い砂袋を小さな力で持ち上げるには、支点から作用点までの距離を短くし、支点から力点までの距離を長くするとよいといえる」と考察を記述できた。また、授業の最後に「問題 仮説 解決方法と実験結果 結果から確かになったこと 疑問や今後、調べてみたいこと」の型で、学んだことを説明する記録文を書かせた。その記録文の例を表2に示す。1回目から記述例のように書ける児童は約半数だったが、繰り返すことにより約8割の児童が書けるようになった。

このことから、繰り返し記録文に取り組み、話型を身に付けることによって、観察・実験の過程の表現がより科学的なものとなり、自然の事物・現象を科学的に解釈する力が高まったことが伺えた。

2 児童の意識調査からの考察

児童の意識の変容について、検証授業前と検証授業後に実施した理科授業に対する意識調査から分析した。質問項目の「考えることが好きである」について、とてもそう思う・そう思うと答えた児童は、検証授業前の53%から検証授業後では69%となり、質問項目の「結果から何が分かるか考えることが好きだ」と答えた児童は、授業前の53%から検証授業後では74%となった。検証授業は、探究活動で児童の考えることに対する意識を高める効果があった。

この意識調査の結果から、教師の工夫した発問・指示と児童が話型を活用して表現することが、児童が科学的に解釈するための思考や表現を促し、考える楽しさや探究活動を充実させることにつながったことが伺えた。

表2 「てことつり合い」における児童の記録文の例
(太字は話型、波線は、科学的な解釈につながる表現)

てこを使って、重いものをできるだけ小さな力で持ち上げるには、どうすればいいだろうか？
これが今日の問題だった。
この問題について私は、
支点から力点の位置を遠くすれば、砂袋は小さな力で持ち上がる。
支点から作用点の位置を近くすれば、砂袋は小さな力で持ち上がる。と予想した。
この予想を確かめるために、(2)つ実験した。
1点目は、支点から力点の位置だけを変え、支点到近い場所から手ごたえを確かめてみた。その結果、予想と同じで、支点から力点を遠くするほど手ごたえは軽くなり、指一本という小さな力でも砂袋が持ち上がった。
2点目は、支点から作用点の位置だけを変え、支点到近い場所から手ごたえを確かめると、予想と同じで、作用点が支点到近いほど手ごたえが軽くなり、小さな力でも砂袋が持ち上がった。
つまり、てこを使って重いものを小さな力で持ち上げるには、力点をできるだけ支点から遠くし、作用点をできるだけ支点到近くするとよいといえる。
これから私は、てこを使って重いものを動かしたり、自分の周りでてこがどのように使われているか調べたりしたい。

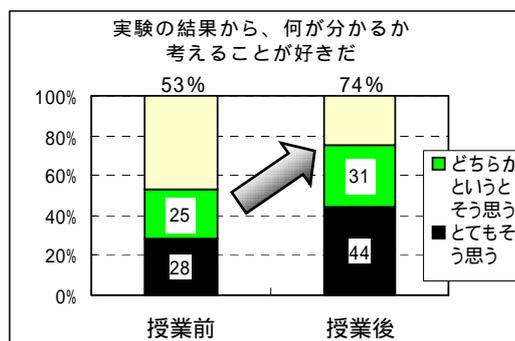
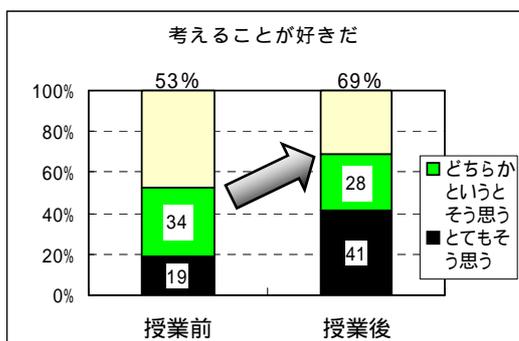


図2 「そう思う」「とてもそう思う」と答えた児童の割合

今後の課題

- 1 児童の変容の要因を教師の発問・指示の工夫によるものか、児童の話型の工夫によるものかを明確化し、より効果的な発問・指示、話型の在り方を追究すること。
- 2 教師の発問・指示の工夫と児童の話型活用の有効性を追究し、他の単元へも適用できるように一般化すること。