

[理 科]

実感を伴って理解し、科学的思考力を養う指導過程の在り方

- 5年生「てこ」の実践を通して -

阿部 誠也*

1 はじめに

新学習指導要領による学習がスタートしようとしている。現行の学習指導要領において、第2節理科の改訂の趣旨イ改善の具体的事項に記述されていた『実感を伴った理解』が今回の改訂では、目標に明確に記述されている。また、現行の学習指導要領において、第3節理科の改訂の要点 ア目標の改善の③に「日常生活との関連を一層重視する…科学的な見方や考え方を自ら構築できるようにする。」とあったが、今回の改訂においてはその方向性、即ち「生活との関連」がより一層強調されている。また、平成18年の初等中等教育分科会教育課程部会の「理科」においては、①知識・技能の定着②思考力・判断力の育成③学習・学習習慣に関係して様々な改善事項が提案された。「小学校理科」に着目してみると、上記3つの分野全てに実体験や実生活の言葉が出てくる。①では、TIMSS調査で小学校理科において実体験が裏付けとなっている設問に対する正答率が低いこと。②では、エネルギーなどの基本的な概念について実生活と関連付けたり、体験したりして理解することが大切であること。③では、実生活と関連付けた指導の充実を図るなどして、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会を持たせることが必要であること。(下線部筆者)が挙げられている。さらに、②では、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階に応じて、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探求的な活動を充実すること等が改善事項として挙げられている。

今、知識基盤社会を生きるためには、学習したことを生活に生かす力、探求する力、活用する力の育成が必要である。つまり、学習が、単なる知識の習得に止まることなく、「生きる力」となって子どもたち一人一人に身に付いていかなければならない。そのために実感を伴った理解を図るための工夫が必要であると考え。筆者は以前から「実感を伴った理解」「実生活との関わり」に注目するとともに、科学的思考力を育てる問題解決過程に焦点を当て、授業実践を行ってきた。その中でもそれらを具現化しやすかった「てこ」での実践をもとに論ずることにした。

2 研究仮説

自らの生活体験と関連づけて学習を進めたり、学んだことを活用していけるような単元構成をしたり、見通しを持って実験をしたりすることで、子供たちは、実感を伴って理解し、科学的な思考力を養うことができるであろう。

3 研究の内容と方法

(1) 対象

実施時期 2000年7月 男17名 女12名 全13時間

(2) 内容

① 学習と生活との関連を図った指導過程の工夫

実感を伴った理解を図るとともに、理科を学ぶことの意義や有用性を持たせ、科学への関心を高めるには、生活との関連を重視する必要がある。これまでの実践の導入段階では、単なる大型てこの感覚的追究の体験が多かった。そこで、生活との関連を図った導入を図ったり、終末段階における発展的な学習において、学んだ知識を活用できるような活動を行ったりし、生活との関連を図った授業展開を図る。そのことを通して、てこが実生活に役に立ち、生活の中に息づいていることに気付かせたい。

* 柏崎市立枇杷島小学校

② 見通しを持たせ、課題解決を図る指導過程の工夫

子どもが見通しをもって観察・実験を行い、見通しをもって追究できるように課題設定をした後、仮説をたて、実験をし、実験の結果を整理し、考察するという展開を図る。

③ 科学的な見方、考え方を身に付けさせる実験の在り方

大きな重いタイヤを棒で持ち上げ、てこの原理を体感した後、大型てこを使って力は重さに置き換えられることに気付かせる。さらに実験用てこを使い、正確に数値化し、てこのきまりを具体的に捉えさせる。このような体感から具体的な数値という目に見えるものにしていくという指導過程を通し、実感を伴った理解を図ることができると考える。

(3) 方法

1 次―体感でとらえるてこのはたらき（6 時間）

- ・身近にあるタイヤを使うとともに必然性を持たせることで、意欲を高める。
- ・どのような時に重いものを軽く動かせるか仮説を立て、検証する。そのために実験計画書を活用したり、説明活動を取り入れたりする。
- ・客観的に力の大きさを知るために力の大きさを量る器具を使う。

2 次―てこのきまり（3 時間）

- ・どのような時につりあうか仮説を立て、検証する。そのために実験計画書を活用したり、説明活動を取り入れたりする。また力のモーメントを数値化する

3 次―生活の中でのこ（4 時間）

- ・身の回りのてこを利用した道具について調べたり、てこのきまりを使い、重いものを持ち上げたりする。

(4) 検証方法

- 研究内容① ○振り返りカードに生活との関連に関して、そのよさが記述してある。
○学習の習得状況の自己評価が「よくできた」「よく分かった」または「できた」「分かった」となる。
- 研究内容② ○実験計画書に課題設定、仮説、整理、考察が自分なりに書かれている。
○実験計画及び実験の自己評価が「よくできた」または「できた」となる
- 研究内容③ ○振り返りカードに力を数値化することのよさが記述してある。
○学習の習得状況の自己評価が「よく分かった」または「分かった」となる。

4 指導計画 「てこのはたらき」

次 時	主な学習活動・教師の支援	研究内容との関連
一次体感でとらえるてこのはたらき 6 時間	1 ○タイヤを浮かせるにはどうしたらよいか考える。 ・総合的な学習の時間と関連させ、タイヤの下の生き物を調べるためにタイヤを浮かせることを提案する。	①学習と生活との関連 ・身近な生活と関連付けて課題を持つ。 (導入) ②見通しを持つ ③科学的な見方、考え方
	2 ○グループごとに、自分たちの考えた方法でタイヤを浮かせる。 ・棒を使うことで、浮かせることに気付くようにする。	
	3 ○どうすれば棒を使って重い物を動かせるか予想する。実験の方法を考える。	
	4 ○力を加える位置や、重い物をつるす位置などをいろいろ変え、どんな時に小さな力で動かすことができるか体感させる。	
	5 ○支点からの距離を変えた時の力点にかかる力の大きさを客観的に知る方法を考える。 ・力の大きさを測る器具を紹介し、力と重さの関係に気付くようにする。	
	6 ○力点の位置を支点から遠ざけながら、力点にかかるおもりの重さを調べる ・4 時で体感した力をおもりの重さに置き換える。	
第二次てこのきまり	7 ○てこ実験器を使い、おもりの位置によってうでを傾ける働きがどのように変わるか調べる。 ・作用点の位置は変えずに、力点の位置を支点から遠ざけるようにする。	②見通しを持つ ③科学的な見方、考え方
	8 ○てこ実験器を使って、左右のうでの重さや、つるす位置を変えてどのような時につり合うか調べる。	

3時間	9	<ul style="list-style-type: none"> ・最初は、自由に試させ、いくつかの方法でつり合わせることができるようになったら、一方のおもりの数と距離を固定して、もう一方のおもりの距離と数を変えて調べるようにする。 ○こ実験器がつり合う時、左右のうでの「おもりの重さ」と「支点からの距離」との間にどのようなきまりがあるか考える。 ・実験結果を表にまとめ、その表からきまりを導きだすようにする。 	
第三次 生活の中 のこ 4時間	10 11 12 13	<ul style="list-style-type: none"> ○身の回りからてこを利用した道具を探し、てこのきまりがどのように利用されているか調べる。 ・支点・力点・作用点の位置の組み合わせは様々であることに気付くようにする。 ○グループごとに重い物を持ち上げることに挑戦する。 ○モビールの設計図を書いて作る。 	①学習と生活との関 ・学習したことを生活と 関連付ける。(発展)

5 指導の実際

(1) 学習と生活との関連を図った指導過程の工夫（導入）～日常生活の事象から課題に気付かせ、見通しをもつ～

① 重いタイヤを浮かそうとする子供の様子

重い物でも棒をうまく使えば、簡単に動かせることを体感させた。この活動を通して、課題の設定と見通しを持たせることができると考えた。その際、ただ重いものを提示するのではなく、重いものを動かす必然性を持たせることで、生活との関連を意識したり、より意欲的になることを期待し、総合的な学習の時間との関連を図るようにした。柏崎の生き物調べをすることになり、タイヤの下にも何か生き物がいるのではないかという考えが出された。そこでタイヤを持ち上げて調べてみようと思った。タイヤはかなり重く、子供たちから「何か道具を使っていいか」という呼びかけがあり、長い金属の棒を渡して再度試みさせると、各班は次のようにして取り組んだ。子供たちは、様々な方法で棒を使って、素手では浮かすことができなかった重いタイヤを浮かすことができた。(表1)

	道具の使い方	力の方向	気 付 き
図1	タイヤの内側に棒を入れる。	下	タイヤの中に棒を入れ、棒の遠くの方を押すと軽く浮かせることができる。
図2	タイヤの内側に棒を入れる。	上	タイヤの中に棒を入れ、上に押すと軽く浮かせることができる。
図3	ブロックを支点にし、タイヤの下に棒を入れる。	下	支えになるものを置き、そこに棒を置いて、棒の遠くを押すと軽く浮かせることができる。棒の近くの方を押しても軽く浮かせることができない。

表1

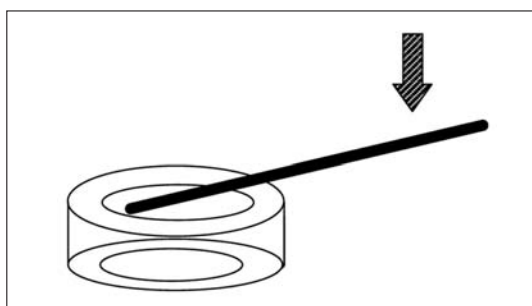


図1

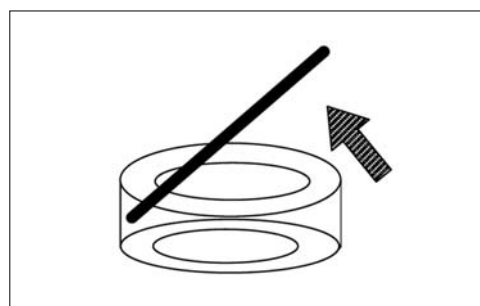


図2

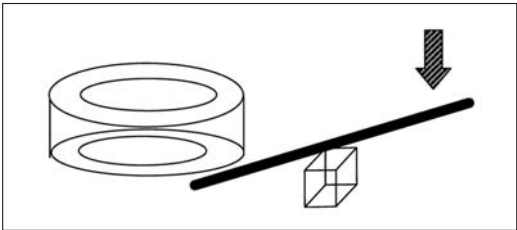


図 3

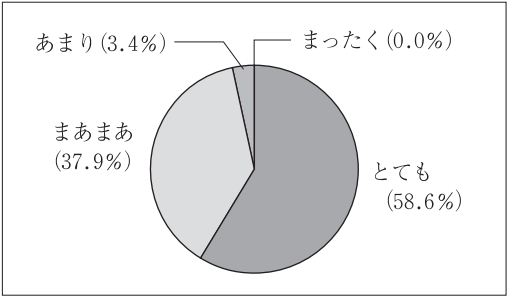
② 重い物を浮かせる必然性の場の設定

導入の段階で重い物を浮かせる際、意図的に行うのではなく、必然性を伴わせた。タイヤの下に生き物を調べるためにタイヤを持ち上げなければならないという場面設定をすることにより、重い物を持ち上げるための方法をより意欲的に考えることができた。

③ 体感させる場の設定

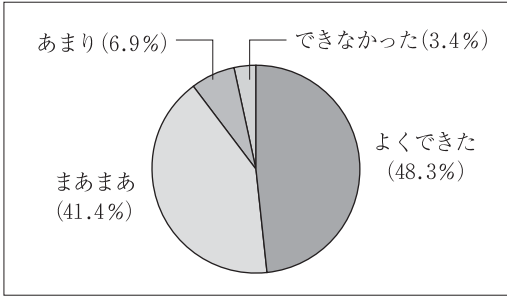
導入の段階で、棒を使い、重いものを小さな力で持ち上げる活動を行った。最初から実験用でこを使うのではなく、まず、重い物を持ち上げる体験を通し、そこに重い物を軽く持ち上げられるきまりがあるよだということに気付かせるようにした。棒をどこに入れるかによって支点や作用点の位置が変わる（表 1）ことから、支点や作用点などの位置は一定ではないことも体感させることができた。子供たちは、棒を使って軽く持ち上げられたことに驚きを感じるとともに、その驚きはそれから以後の学習の原動力となっていったと考える。この導入の学習を通して子どもたちは、表 1 にあるような気付きをもった。また、自己評価（グラフ 1、 2）の結果は以下の通りである。

楽しく活動し、次の活動に興味をもてたか



グラフ 1

タイヤを軽くせる方法を考えることができたか



グラフ 2

(2) 見通しを持たせ、課題解決を図る指導過程の工夫

実験計画書を活用し、次のような問題解決過程を行った。

① 問題を見出す（2 /13）

個々にタイヤを浮かせる方法を考えさせ、グループ内で説明した後、グループで考えをまとめ、重いタイヤを棒を使って浮かせる体験をした。その後、グループごとに代表が方法を説明した。子どもたちの作文には、次のような内容のことがいくつか書かれてあった。「自分の手では持ち上げることができなかったのに、なぜ棒を使うと浮かせることができたのだろう」「支える所を作り、ほうのはしの方を押すと軽く浮かせることができるようだ」このようにして、子どもたちは、問題を見だし、「ほうを使って、物を軽く持ち上げるときのきまりを見つけよう」というクラスの共通課題を設定した。

② 問題の事象を説明できる要因を見出す（仮説を立てる）（3 /13）

次にどのように棒を使うと軽く持ち上げることができたのかまず、個人で考え、説明した後、グループで考えをまとめた。そしてクラス全体として次のように整理された。

- 1 支点を作用点に近付ける。 2 作用点を支点に近付ける。 3 力点を支点から遠ざける。
- 4 支点を力点から遠ざける。 5 おもりを支点に近付け、力点を支点から遠ざける。
- 6 支点を作用点に近付け、力点を支点から遠ざける。

③ 実験の立案と実行（3～4 /13）

場所、道具、変数制御等、どのように実験をしたらよいのか考えさせた。場所は、体育館。道具は、鉄等ぶら下げても簡単に曲がらないもの、持ち上げる物は、子どもの力では簡単に持ち上げられないもの。椅子を用意し、その上に置く支点となるものが必要だという意見が出た。また、棒にはテープを等間隔に貼り、正確な実験を目指した。道具は基本的には子どもたちが用意し、用意できないものは教師が用意することにした。ここでは、基礎的な技能の習得ということで、てこの実験で気を付けることを考えさせた。その際、種子の発芽や成長の実験の際、気を付けたこ

制御しない要因	制御する要因
力点	支点, 作用点
支点	力点, 作用点
作用点	力点, 支点

とを想起させた。そして左表のことを確認した。このようにして、調べるある要因に着目したときは、それ以外の要因を制御するという、変数制御の技能を確認し合って実験を行った。

④ 整理し考察する。(4/13)

実験の結果から自分たちの考えを発表した。

- ＜力点を移動した場合＞ C力点が支点に近いと重く感じた。力点が支点から遠いと軽く感じた。
 ＜作用点を移動した場合＞ C作用点が支点に近いと軽く感じ、作用点が支点から遠いと重く感じた。
 ＜支点を移動した場合＞ C支点を作用点の近くにすると、軽くなった。

そして、各グループが発表し、クラス全体で話し合いながら、次のようにまとめた。

- ・力点を動かし、力点から支点からの距離を長くするほど小さい力で物を動かすことができる。
- ・作用点を動かし、作用点から支点までの距離を短くするほど小さい力で物を動かすことができる。
- ・支点を力点から離したり、作用点に近付けたりしても小さい力で動かすことができる。

(3) 科学的な見方, 考え方を身に付けさせる実験の在り方 (5～6/13)

大型てこを使っての実験でこのきまりを体感したが、もっと数値的に表す方法を考えさせた。子どもたちからの体重計を使えば良いという意見を用い、実験を行った。体感の実験の時には、重りがどの程度上がった時が、持ち上がった時なのかを意識させなかった。しかし、次の「実験用てこ」を使った実験へのつながりを考えた時、棒が水平になったときに左右に同じ力がかかっており、この状態がつり合っているということを理解させる必要があった。そこで、棒が水平になった時の重さを量ることにした。力点が支点から遠いところでは、支点から近いところよりも数値が低く、力点を固定し、作用点が支点に近いほど数値が低かった。子どもたちは、「楽だ」「軽い」というような曖昧な表現から、具体的な数値として力を重さに置き換えることを知ることができた。

子どもの感想には、「力を重さで表すことができることが分かった」「大体の感じが、はっきりした」というように、数値化するよさが書かれていた。また、「加えた力を重さで表すことができることが分かりましたか」という質問に対しては、全員の子どもがYESと答え、「どのような時の重さを量ればよいですか」という質問に対し、「水平になったとき」と答えた児童は93%であった。「支点から力点を遠ざけたり、支点到作用点を近づけたりすると少ない力で物を持ち上げることができることが分かりましたか」という質問に対し、「よく分かった」「分かった」と答えた子どもは97%であった。

(4) 学習と生活との関連を図った指導過程の工夫（発展）

① てこ「力もちチャンピオン大会」の設定, 身近なてこの道具探し

重い物を小さな力で動かせることを知った子供たちは、身近な重い物を動かしてみたいという思いにかられた。そこでグループを作り、てこを使い、重い物を動かすことにチャレンジする場を設定した。

各グループは学校にある重いものを探し、取り組んだ。石、タイヤ、鉄棒、ブロック等、各グループが持ち上げるものを相談して決め、てこを使って持ち上げる活動に取り組んだ。まず、手で持ち上げて重さを体感し、次にてこを使った。それぞれの持ち上げたものを体重計に乗せ、重さを量り、グループの力もちチャンピオンを決めた。

身近な物で、てこが使われていないかを考え、それを持ち寄り、試すとともに、それぞれの道具の支点、力点、作用点の場所を確認し合った。ペンチ、釘抜き、穴あけパンチ、裁断機等である。ペンチは他の道具と違って、支点と作用点の距離に比べ、力点と支点の距離がかなり長い。また、普通のはさみと剪定ばさみを比べると、剪定ばさみの方が、支点と作用点の距離に比べ、力点と支点の距離がかなり長いことも確認した。

② モビール作り

最初にモビールの設計図を作った。2段の設計図が書けた子どもは、80%、3段以上の設計図が書けた子どもは20%であった。そして、設計図をもとにモビールを作り、つり合ったモビールを作ることができた子どもは、90%であった。モビールがつり合わなかった子どもは、再度設計図を検討し、つり合うモビールを作ることができた。

6 考察

学習と生活は遊離させてはならないものであり、両者を結び付けることで、子どもの関心・意欲が高まるとともに、課題を把握し、見通しを持つことができ理解も深まっていくと考える。てこは、生活と結び付けやすい単元であり、

この利点を生かすことがポイントと考えた。てこの学習において、子どもの身近な生活と関連づけて学習を進めたり、学んだことを活用したりしていけるような単元構成をした。導入段階において身近にあるタイヤを浮かせる体験後に次のような感想をもった。

C手では、なかなか動かせないタイヤが、棒を使って動かして不思議に思った。

Cタイヤを動かす活動は楽しかったし、なにかきまりがあるような感じがした。

C棒を使うときは、はじの方を押すと軽く持ち上げられるみたいだ。

Cタイヤの下から生き物を見つけたときは、こんな所にもいるんだなあと思った。

授業後の感想に次のような記述がみられた。「てこのきまりを使うと3段でもつり合うことが分かった」「てこのきまりが生活に生かされていることが分かった」[生活の中にてこのきまりが生かされていることが分かりましたか]という質問に対し、「よく分かった」「分かった」と答えた子どもは93%であった。

これらの結果から、導入段階において身近な生活事象と関連させ、必然性を持たず設定をすること、発展学習として身近な道具のてこ調べ、道具作りをする等、生活と関連させるという活動は有効であったと考える。子どもたちは、身近な所に理科の学習が存在することに気付くとともに、子どもが意欲的に取り組む姿から、意欲・関心を高めることができたことを実感した。

また、課題設定、仮説、実験の立案と実行、整理と考察という過程を経ることで、課題の解決方法を知り、内容をよく理解できたと考える。2～4/13において、課題設定ができた子どもは93%、仮説を立てることができた子どもは97%、整理し、考察（仮説と実験結果を比べ、検討する。）し、てこのきまりを考えることができた子どもは、97%であった。仮説を立てる段階で、「人が乗る」「支点を高くする」等妥当でない仮説を立てた子どもは3%であった。ほとんどの子どもが、実験計画書を作成し、課題設定、仮説、実験、整理・考察という過程を経ることで、見通しをもち、てこのきまりを考えることができた。また、個々の班内での説明、班の代表者の全体での説明を4時まで4回取り入れたが、次のような感想がみられた。

C友達の考えをたくさん聞くことができ、自分の考えとの違いが分かった。

C友達の考えの方が、自分より分かりやすかった。

これらのことから、見通しを持たせるための実験計画書の活用や説明活動は有効であったと考える。このような学習過程を繰り返すことで、見通しを持つ学習が身に付き、主体的な学習につながっていくと考える。

さらに本単元では、身近な生活におけるてこの体感→棒に目盛りをつけての体感→力を重さという数値に置き換えるというように次第に客観的、具体的な課題解決に迫っていった。学習直後のてこのきまりの定着率は89%であり、しばらく時間が経過してからの定着率は、85%であった。定着率の減少は僅かである。

①生活との関連を図る。②課題設定、仮説、実験の立案と実行、整理と考察という指導過程を設定する。③体感から数値化する。という3つの支援を通し、子どもたちは、実感を伴って理解し、科学的な思考力を身に付けていくことができたと考える。

7 課題

今回の導入の段階での生活との関連では、総合的な学習の時間と関わらせて、タイヤの下生き物を探すためにタイヤを浮かすことの必要感を持たせることができた。しかし他教科や総合的な学習との関連により、いつもこのようにいくとは限らない。状況に合わせて導入の仕方を考えていくことが必要である。

重いものを軽く持ち上げる方法の仮説を立てた時、「人が乗る」という考えがあった。授業の際には取り上げることはなかったが、これには力を重さに置き換える視点が含まれており、この考え方も授業の中に生かすべきだったと反省する。仮説を立てたり、整理をしたり、仮説と結果を比べ考察したりする際、グループや全体での話し合いは、とても大切と考える。その力の向上を図るため、教育活動全体を通してスキルを身に付けさせていきたい。

参考文献

「新しい発展学習の展開5～6年」森田和良著 小学館 2005

「新学習指導要領準拠 小学校 授業クリニック 理科 5年」森田和良著 学事出版 2002