

大きな力で小さな力を得る「てこ」に気づく

—小学校5年「てこ大集合！」の実践から—

市瀬 和義・赤尾 秀康*

Noticing the Existence of the “Lever” Which Can Get Smaller Force by Using Bigger One

—A Case Study from “All Lever Gathering !” in the Fifth Grade of Primary School—

Kazuyoshi ICHINOSE and Hideyasu AKAO*

概要

本報告は、富山県射水市立中太閤山小学校の「理科大好きスクール」における実践報告である。子どもたちは「てこ」は「小さな力で大きな力を得る」ということを既有経験から知っている。しかし、「大きな力で小さな力を得る」ような「てこ」があることに気づいていない。この新しい驚きが子どもの心を揺るがせ、知的好奇心を刺激する。このことを通じ、どちらも皆同じ「てこ」であることに気づく。そして、これまでの全てをつなぐ基礎概念「力のモーメント」で説明できると知ったとき、初めて本当に理科が好きになることが分かった。

キーワード：てこ、力のモーメント、パンばさみ、小学校、理科教育

Keywords : Key words: lever, moment of force, breadpinch, primary school, science education

1. はじめに

(1) 理科大好きスクール

著者の一人である赤尾が在籍する富山県射水市立中太閤山小学校（以下、中太閤山小と略す）は、平成17～19年度まで富山県教育委員会から「理科大好きスクール」の指定を受けた。筆者（市瀬）はこの間、大学との連携によるゲストティーチャーとして、中太閤山小を訪問した。本論文は、そのうち平成18～19年度の2年間かけて行った5年生の「てこ」の授業を、どのように展開したらこの学校の掲げる目的である「意欲的学習」が達成できるか、を研究した実践報告である。

(2) 意欲的追究

中太閤山小学校では「自分の思いをもち、意欲的に追究する子どもの育成」を研修主題に掲げ、互いに研究授業を行い校内研修を進めてきた。平成19年度「研修のまとめ」¹⁾では、この意欲的追究についてp.1-2で次のように述べている（ここでは理科に関するところのみを抜粋して記述）。

①研修主題

『意欲的な追究』とは、自分の課題の解決に向かって

見通しをもち、試行錯誤を繰り返しながら、自分なりの方法で自分の考えをつくり上げていく姿ととらえている。

②研修仮説

「不思議だな」「おもしろいな」「調べてみたいな」と、思いや願いが膨らむ教材の開発や学習過程の工夫をすることにより、自ら課題を見つけ、意欲的に学習に取り組むことができる。

③仮説検証の視点

自分の課題を持って、意欲的に学習しようとしているか。

④理科部会の仮説検証の視点に対する手立て

- 心を揺さぶり、気づきを生み出す課題提示
- 子どもの思考の流れに沿った学習過程（単元構成）の工夫

(3) 心を揺さぶる

上記④の理科部会における手立てとしての、子どもが心を揺さぶられる場面とは何か。また、思いや願いが膨らみ、思考錯誤を繰り返しながら、自分の考えを作り上げていくにはいったいどうしたらいいのか。

筆者（市瀬）は大学教員として中太閤山小の先生方と

* 富山県射水市立中太閤山小学校

この研究を始めた。まず、平成17年度には「いかにして子どもの腑に落ちる理科授業を進めるか」について先生方に話をした。ここで話題にした「腑に落ちる理科授業」については、先に私が魚津市吉島小学校で実践した論文²⁾に記述してあるので、詳細はそちらを見てほしい。

中太閤山小でとりあげた授業「てこ」については、平成18年度に「すっきりと見通しの持てる授業の工夫」、平成19年度に「5年生理科・てこのはたらき」という話及び実験をし、先生方と研修を深めた。これらの研修の中で筆者(市瀬)は、子どもたちの身の回りに頻繁に見られ、多くの経験がある「てこ」の学習の持つ良さについて言及した。また、この単元を貫く最も重要な基本概念は「力のモーメント＝うでの長さ×力」であることを物理的に説明した。そして、この基本概念にできるだけ迫る発言が出るように授業を仕組むこと、生の子どもの声として出てくる場面を教師は決して見失わないことが肝要であると力説した。さらに、支点・作用点・力点の3要素による位置関係から「てこ」が3種類に分類されることを示し、この分類が子どもたちから自然と出るにはどうしたらよいか考えを話し合った。

子どもたちは、「てこ」は「小さな力で大きな力を得る」ものであるということを知っている。そこで、この認識を覆す「小さな力で大きな力を得る」という「てこ」もあることを使って、子どもたちの心に揺さぶりをかけることがひとつの手立てであることを提案した。この揺さぶりによって、子どもたちは「えっ」と思い、自分の元の考えと対比しながら、自分たちで意欲的な追究をしていけるだろうと考えた。

そこで、著者の一人である赤尾のクラスにおける授業実践とその分析を通して、上述の小さな力で大きな力を得るものも「てこ」であるという新たな驚き・認識が果たして「本当に子どもたちの心を揺さぶったのか」考えようとした。

2. 「てこ」の学習における心の揺らぎ

(1) 「てこ」の教材のよさ

①身の回りに多く見られる存在

「てこ」は身の回りのいたるところに存在する。従ってそれらの道具に目を向けたり、これまでの生活経験を思い起こすことは十分可能である。ただ「てこ」であることに気づかず、無意識に使っていることが多いのも事実である。そこで「無意識に使っているが他にも「てこ」はないかと第1の揺さぶりをかける。

②「てこ」の3要素

- a) 力点：力を加えるところ。
- b) 支点：支えるところ。
- c) 作用点：作用するところ。実際に仕事をなし物を動かすところ。

子どもたちは体験によって「てこ」の3要素はよく分

かっている。しかし視点を変えたり、複雑にいくつかの要素がからまったものについては、なかなか理解できないとまどう。ここに第1の山、すなわち「心を揺るがせることができる」可能性が潜んでいる。

③決まりが見つけれない

子どもたちはシーソー他、これまでの日常生活の中で「てこ」を使えば「小さな力」でも手では動かせないような「大きな重いもの(力)」でもいとも簡単に動かせることは理解している。しかし、そこでストップし、材質・力を変えても同じであることや「つりあう」ことの意味が全く分かっていない。また、どのようにしたら「てこ」がつりあうのかという実験はよくするが、その記録から「おもりの重さ(力)」と、「てこの長さ」との関係が、どんな物でも一定になることになかなか気づかない。ここに第2の心を揺るがす場がある。

(2) つながる

①位置が変わっても皆同じ

上述した第1の山場、力点・支点・作用点の位置は、この関係がずれても(例えば、支点・力点・作用点、支点・作用点・力点等になっても)同じである。

真ん中に何が来るかによって次の3種に区別できる⁵⁾。なお、図1～6では、力点：●、支点：▲、作用点：◎として示し、いずれも参考文献5から引用掲載した。

a) 第1種てこ(支点が力点と作用点の間にくる)

力点と作用点の左右の順番は、力点-支点-作用点、作用点-支点-力点のように力点と作用点を逆にしても同じである。

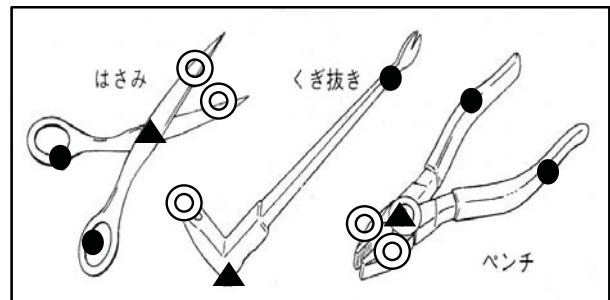


図1 第1種てこの例(支点が力点と作用点の間)
* 力点にかけた力の向きと、逆向きの力が作用点にかかっている。

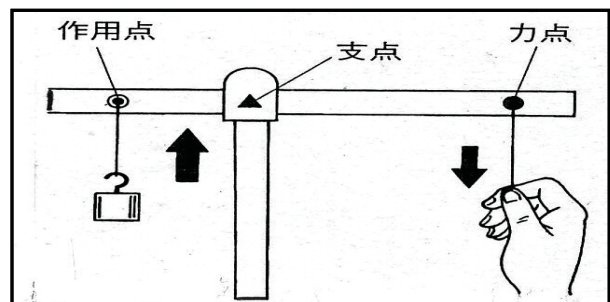


図2 第1種てこのしくみ
* 小さい力で大きい力を得る。

b) 第2種てこ（作用点が支点と力点との間にくる）

力点と支点の左右の順番は力点-作用点-支点、支点-作用点-力点のように逆にしても性質は同じ。

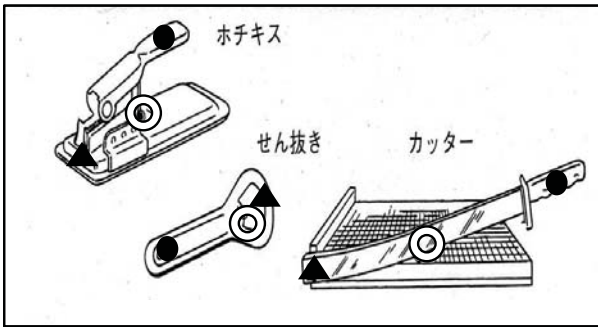


図3 第2種てこの例（作用点が支点と力点の間）

* 力点にかけた力の向きと、同じ向きの力が作用点にかかる。

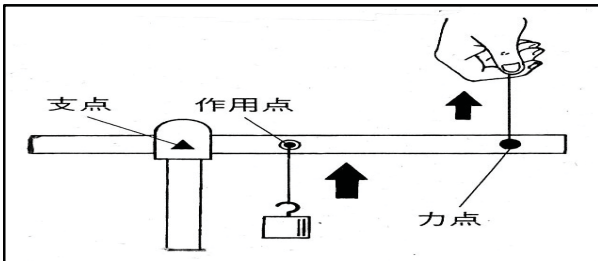


図4 第2種てこのしくみ

* 小さい力で大きな力を得る。

c) 第3種てこ（力点が支点と作用点の間にくる）

作用点と支点の左右の順番は作用点-力点-支点、支点-力点-作用点のように逆にしても同じ。

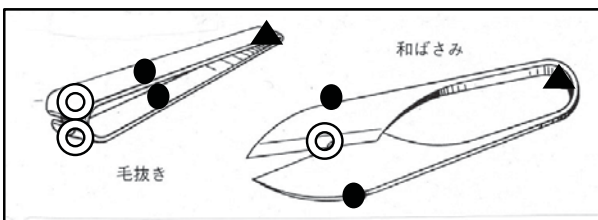


図5 第3種てこの例（力点が支点と作用点の間）

* 力点にかけた力の向きと、同じ向きの力が作用点にかかる。

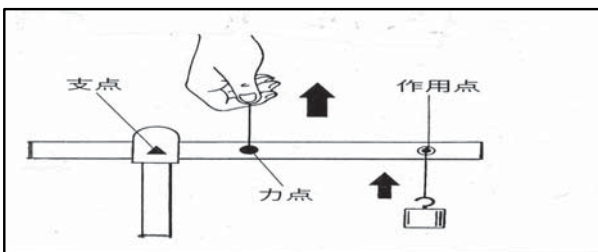


図6 第3種てこのしくみ

* 大きい力を小さい力にし、作用点の移動を大きくして細かい作業を容易にする。

* 第1, 2種と異なり、大きな力で小さな力を得る。

②きまりが見い出せない

前述したように「てこ」の学習で、子どもたちに理解してもらいたい最も重要な概念は、「力のモーメント＝うでの長さ×力」である。これが完全に理解できれば、時間が余っても一向に構わない。この基礎概念の理解という強い武器を持てば、あとは教師が放っておいても、次から次へと課題を見いだしていくだろう。しかし、現実はそのようではない。子どもは「てこ」遊びの中では単に「楽しい」としか考えず、錘の重さ（力）と長さとの関係に目を向けるまでには至っていない。「力のモーメント」は、この式が成り立ちさえすれば、どんな場合でも「てこ」といえるほど重要な基礎概念である。従って「うでの長さ×力＝一定」というきまりをどうしても見つけ出すようにさせなければならない。それは、生半かな場面では不可能である。深く腑に落ち納得させる場面、心に揺さぶりをかける場面を意図的に構築する。その中で疑問が解決し「あっそうか」と腑に落ち、心から「分かった」と感じる、そんな場面・授業にしたい。

③心を揺るがす

子どもの心を揺るがすのは一体どこか。可能性があるとするれば、上述の「第3種てこ」である。なぜなら、これは第1, 2種てこの「小さい力で大きな力を得る」とは全く正反対の「大きな力で小さい力を得る」ものだからである。子どもたちは「てこ」といえば「小さな力で大きな力を得るもの」であることは、これまでの学習者自身の既有経験から、感覚的に理解している。従って第3種のような「大きな力で小さな力を得る」ものを「てこ」と考えるには、あまりにも大きな飛躍があり理解しがたい、予想できないものだろうと思われる。そして、「てこ」だと思っていた第3種てこも「うでの長さ×力＝一定」という「力のモーメント」の基礎概念に従い、この原理から、第1, 2種てこと同じ「てこ」の仲間であることに気づいたとき、初めて子どもたちは、心の底から「あっ、そうか」と感じるだろうと予想される。

④つながる喜び

また、第3種てこを学ぶ場面で、子どもたちの既有経験が「力のモーメント」という基礎概念でひとつにまとめられ³⁾、つながると考えられる。それは正に「理科の良さ」である「すっきり感」を味わい、「理科を本当に好きになる」⁴⁾ときであると考えられる。

従って、そのような授業を意図的に仕組むべく表1のような展開を考えた。この授業は12時中の第10時にあたる。12時間中の第一次では、多くの子どもたちが経験したことのある「シーソー遊び」からスタートした。それを受け、第二次では実用てこやてこ実験器で仕組みやきまりを見直した。そして第三次は身の回りの道具に焦点を当てた。

3. 本時の学習

表1に本時の展開、図7に学習カードを示す。

4. 授業記録と分析

以下、点線の枠内は平成19年10月31日（水）5限に実施した授業記録である。発言や動き、つぶやきも記した。記号について、Tは教師、T①はTの第1発問の意味である。数字は発問順を示す。Cは児童全員のことである。C1などは、個々の児童の発言を表す。ただし、授業記録のうち、本論文に直接関係ない部分は省いた。枠内の授業記録の後の文は、著者らによる分析及び考察である。

(1) 前時までの復習場面

T①：みんなずっとこの勉強をしていて、身の回りの道具の中に、てこの働きをしたものを調べてきたね。その道具はてこの働きを利用しているかな？

（くぎぬきの写真を掲示）

T②：これは何？

C：くぎぬき。

T③：みんなで話し合ったとき、てこのはたらきは？

C：てこのはたらきがある。

T④：ちなみにくぎぬきは何する道具？

C：くぎをぬくもの。

（以下、あきかんつぶし・せんぬき・はさみ・糸切りばさみの順でこれと同じ型でTによる質問、Cによる応答が続く）

【分析】

この部分、教師が、まず写真を掲示し、子どもたちにそれが何か問い、てこのはたらきがあるかと聞き、何をやる道具なのかと質問している。子どもたちは、既にやったことでもあり、写真があるため、はきはきとよく答えていた。

第3の発問「てこのはたらきは？」について子どもたちは「てこのはたらきがある」と当然のように言っていた。今「てこ」の学習をしており、実験を重ねて10/12時なのでそう答えたと考えられる。ただし、最後の糸切りばさみは、やや自信がなさそうであった。糸切りばさみは実際に使っておらず経験がない子が多いため、少し自信がなかったと想像される。

(2) パンばさみの登場

そこで教師は、これまで授業でやってないパンばさみの写真を掲示した。ここには、前述した「心が揺らぐ」場としたいねらいが潜んでいた。

T⑤：ところでこれは何かな？

（子どもたちは興味あり気に黒板の写真に見入っている。しばらく間を置いて）

T⑥：これは、調べている人がいない「パンばさみ」で「トング」と呼ばれているものです。今日はこの道具を調べてみよう！

T⑦：今までの授業ではどんなことを調べていた？

C1：支点、力点、作用点がどこにあるか調べた。

C2：軽い力で仕事ができるかどうか調べた。

C3：支点、力点、作用点と思うところにシールを貼った。

T⑧：そうだったね。（くぎぬきの写真を示し）じゃあ、この「くぎぬき」の支点、力点、作用点はどこかな？

T⑨：支点ってどんな場所？

C4：支点は支えているところ。

C5：動かないところ。

T⑩：力点とは？

C6：力を入れるところ。

T⑪：どんなところが作用点？

C7：力が作用しているところ。

C8：道具の力で、くぎをぬくところ。

T⑫：そう、道具に、ものにかかっているところだね。

T⑬：他の道具に支点・力点・作用点はあるかな。シールをはってみよう。

【分析】

この部分、「パンばさみ」を出したところは授業で最大の山場であった。じっくりと時間をとって考えさせたい場面でもあった。T⑥で教師は「パンばさみは調べてないから、今日はこの道具を調べてみよう」と子どもたちに問いかけた。そして、先ず子どもたちに「今までの授業ではどんなことを調べたかな」と想起させている。この発問に対し、子どもたちは、支点・力点・作用点はどんな場所か発言している。

一見スムーズに見える流れではあるが、この場面はこれでよかったか少し考えてみたい。教師の発問、児童の回答という繰り返しのうちに山場を作り、揺さぶりをかえるとしたらどうしたらよいだろうか。例えば、十分間（ま）をとって、実際にパンばさみにさわらせながら「このパンばさみ、何か今までのものと違ったところはないかな？何か変だなと思うところはないかな」と視点を定めた発問をするのはどうだろうか。そうすると、いつも通りの調べ方でなく「何か違ったところはないか」という目を持った調べ方ができる。このように、どんな目的で、それを達成するためにどこを見るかを、教師側がきちんと決めてやるのが何よりも大切である。そうすれば子どもたちは、目的と視点を定めて道具を見、それなりの気づきを出してくるであろう。

著者の一人である長尾が、この単元を終え述懐してい

表1 本時(10/12時)の展開

学 習 活 動 (時配)	教師の働きかけと評価
<p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">身の回りにある道具を、学習してきたことをもとに見直そう</p> <p>1 調べたり見つけたりした道具の支点・力点・作用点の位置について考え、仲間分けを行う。(20分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点・力点・作用点の位置を考え、仲間分けを行う。 <p>(支点が真ん中)  シーソー, はさみ, 釘抜き, ペンチ</p> <p>(力点が真ん中)  パンばさみ, ピンセット, 和ばさみ</p> <p>(作用点が真ん中)  栓抜き, 大型カッター</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気づいたことを発表する。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> 支点・力点・作用点の位置が同じ物もあれば、違う物もあるな。 </div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> 位置が違うのに、同じ仲間とっていいのかな。 </div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> 位置の違いによって、てこの働きが変わるのかな。 </div> </div> <p>2 道具の中に、てこの仕組みやきまりがどのように働いているか話し合う。(20分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点・力点・作用点の位置関係が違うのにどうして同じ働きをするのか話し合う。 <p style="text-align: center;"><釘抜きと栓抜きを取り上げて></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 25%;"> 力点の位置を変えると仕事がしやすくなったから、力点の位置が関係しているのかな。 </div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 25%;"> 作用点が両方とも支点の近くにあるぞ。 </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 30%; margin: 10px auto;"> 支点から力点・作用点の距離の関係が同じだから、てこの働きが同じなんだね。 </div> <p>3 本時の学習について振り返る。(5分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「一枚ポートフォリオ」を使って自分のがんばりについて自己評価・相互評価する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもたちが持ち寄った道具の画像が入った学習カードを用意し、支点・力点・作用点の位置を色シールで付けるようにする。 ・支点・力点・作用点の意味を全体で確認し、作業に入る。作業後、グループで考えを確認し合う場を設ける。位置が分からない物について取り上げ、全体で考える場をもつ。 ・支点・力点・作用点の位置の違いによる仲間分けを行い、気づいたことを話し合う場を設定する。道具を使った経験を引き出すようにし、道具の中でのこの働きについて目を向けていけるようにする。 ・釘抜きと栓抜きを取り上げ、てこの仕組みやきまりが、道具にどのように働いているのか考える。一人一人が自分の意見をしっかりとめるように、考えをノートにまとめる時間をとる。 ・自分の考えをもてない子には、既習経験からこのきまりを思い起こさせ、支点から作用点、力点の距離について目を向けるよう助言する。 ・支点から力点・作用点の距離の関係を考える際、実際に長さを測ったり、これまでの学習から得たてこのきまりと比べたりするよう助言する。 ・他の道具でもてこのきまりがあるか調べ、てこの働きや道具の使い方について考えるように、うながす。 ・自分や友達のよさについて全体に広げる。

身の回りの道具を見直そう！

▲支点 ●力点 ◎作用点 と思うところにシールをはろう。

名前

くぎぬき



あきかんつぶし器

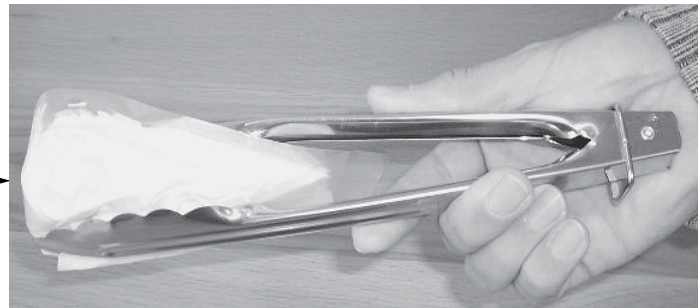


せんぬき



はさみ

パンばさみ



糸切りばさみ

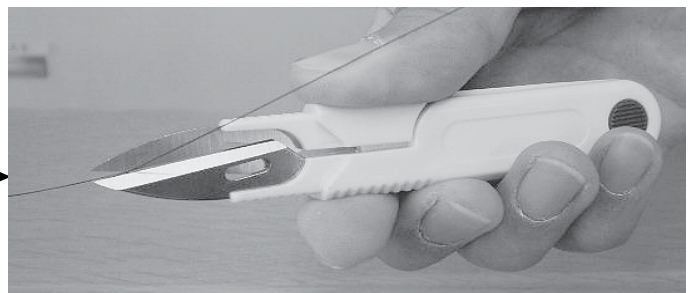


図7 本時の学習カード

ることの一つに「子どもたちが、うでの長さ×力＝一定ということをも十分とらえていない」というのがある。このことは、たくさん道具を扱っても、肝心の「力のモーメント」という基礎概念を子どもたちに定着させることは至難の技であることを示している。

では、全く解決方法はないのだろうか。それを探るために子どもたちの発言に目を向けてみると、意外とおもしろいことを言っていることに気づく。例えばC2の発言「軽い力で仕事ができるかどうか」は子どもの認識が浮きぼりにされおもしろい。

正確に言えば、力に「軽い」「重い」という言い方はない。力はベクトルであるので、その長さで大きさを示し、矢印で向きを示す。ただし「軽い力」と子どもが言うのは、大人にとっても何となく分かりやすく、まして同じ子どもたちにはすぐに分かる、とてもいい言葉でもある。何となく自分がてこを扱っていて、手に感じるような言葉である。そこでこの発言の良さを讃えながら「軽い力っていいのはとってもいい表現だね。何か自分がてこを操って、自分の手にその力を感じるような気がするね。でも、軽いか、重いかは人によって違うでしょう。みんなの代わりに、赤ちゃんがやったらどうなるかな。力持ちのおすもうさんだったらどう感じるかな。力は目に見えないから難しいね。だから、これからは、この軽い力っていうのをどの人も分かるように、小さい力って言おうね（そう言いながら、C2の子どもの発言、軽い力と板書した部分を○などで囲んでチョークの色を変え、小さい力とはっきり示す）」のはどうだろうか。

そして、この定義とは反対の、重い力、力いっぱい力・・というような、感じのよく分かる言葉が出てきたら、小さい力と対比させ、共通用語としての大きい力ということをもきちんとさし示したい。細かいことではあるが、「軽い力」というのは「小さい力」と呼んだ方がすっきりし、誰にでもわかりやすいということを理解させたい。このようなことを続けることが、やがては「理科を好きになる」ことにつながっていくのではないかと考える。

さらに素晴らしい子どもの発言はC5である。この子は支点を「動かないところ」ととらえている。「支える点」よりはさらに一歩ぬきん出ている。その通りであって、支点は動かない。だからこそ、左（回り）の「うでの長さ×力（重さ）」と右（回り）の「うでの長さ×力（重さ）」が「同じ」になるのである。すなわち「うでの長さ×力＝一定」という基礎概念「力のモーメント」につながる可能性のある言葉である。だから、この子どもらしい発言を見逃さないで、きちんととりあげたい。例えば「動かないか。いい言葉だね。確かに支点は動かない。だか

らこそ、みんながみつけたきまり、左の「うでの長さ×力（重さ）」と右の「うでの長さ×力（重さ）」が同じになれるんだね。すばらしい発言だよ。いいことみつけたね」とほめることをしたい。これが、子どもの感覚的で素晴らしい言葉を見逃さない唯一の方法である。また逆にそこから、動かないことによって、どんなものでも「力のモーメント」が成り立つという大原則に迫ることができる。

(3) 分からない、迷うところに本質が垣間見える

このあと授業はT⑬として「他の道具に支点。力点。作用点はあるかな？シールを貼ってみよう」の発問で進められる。子どもたちは 図7 に示した学習カードの道具の写真にシールを貼っていく作業に入る。分からないければ実物に触って、実際に道具を使いながら考えてもいいし、3人グループで相談し合ってもいいことにした。教師はこの間、机間巡視し、子どもたちに助言して回った。だいたいシール貼りの作業が終わってきたら同じグループの3人で答え合わせをした。頃合いを見計らって教師はT⑭で「3人とも同じだった？迷っているところある？」と発問した。

この後が正念場である。子どもたちが迷うところ、分からないところにこそ、本質をつく問題が潜んでいる。従って、これを皆に示し、徹底的に討論することで子どもたちは本質に迫っていくことが可能となる。そして前述した「心を揺さぶる」場面となり得るのである。

以下、T⑭から本論文の鍵である第3種てこに関わる場面のみ授業記録から抜き出して記述する。

T⑭：3人とも同じだった？迷っているところある？。

C1：「糸切りばさみ」と「パンばさみ」の支点の場所が分からん。予想としては、あの一。

ここだけど（とってパンばさみの角を示して）、何といたらいいか・（と、その呼び方に苦労し、言葉を詰まらせた）。

C7：そこにでっぱりがあるところが＝支点じゃないかな（このときの「でっぱり」という言い方が言い得て妙であり、その場所を言葉でうまく表現できなかったC1は「あっそう言えばいいのかわ」というような顔をして頷いた）。

C2：動かんから。

C9：支点から力点が近かったら、小さい力でできはず。

C10：作用点はここ（シールを貼る）。力点はここ（シールを貼る）。

T⑮：パンばさみはどこを持つ？

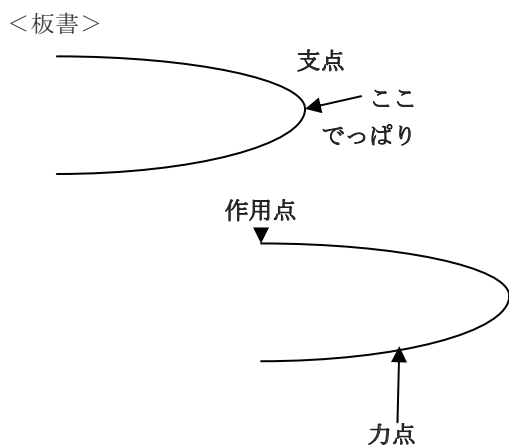


図8 「パンばさみ」の板書

【分析】

パンばさみの予想される支点を何と云えばいいのか言葉に詰まったC1に、C7は明確に「でっぱり」と応えた。本当にぴったりの言い回しである。これを受けてC1は「なるほど、そう云えばいいのか」と感心した様子であった。このように子どもの言葉の中には言い得て妙と思われるような、言われてみれば確かにそうともいえる内容が多い。うまい言い方をするものだと思える。

またC2は少し前にC5が言った、支点は「動かない」という言葉をちゃんと覚えており、うまく「つないで」話を進めた。この間、わずか10分。これこそ正に我々が求めてきた「つながり」に他ならない。おそらくC2はC5が前に言ったときに、それに共感し「心を揺り動かし」ていたと思われる。そして、心の中で「その通りだよ。支点は動かない」と強く感じ、「動かない」という言葉がその子どもの腑に落ちたのではないかとと思われる。

C9の発言には重要な内容が含まれている。この発言には、点からの距離および力の関係が明確に示されなければならないからである。C9の言うようにもし、支点からの距離が近ければ、うでの長さが短いことになるので、必要な力はより大きくなければならない。

パンばさみの場合、実際に働く力を↓で示す。このパンばさみを一直線にし、「てこ」として分かりやすくするには、パンばさみの両端を持って外側に力を加えて広げ、水平にすれば、図9下部のように示すことができる。

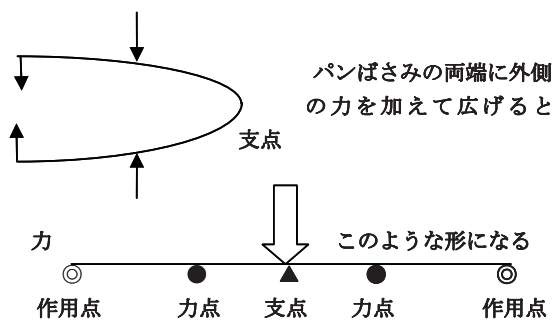


図9 「パンばさみ」にはたらく力

(4) とらえきれていない基礎概念

図9を見れば分かるが、C9のいうように、支点から力点の距離が支点から作用点の距離よりも近いときは、小さい力ではなく大きい力が必要である。また両端の作用点は、支点からの距離が長いので力は小さくなる。このようにして、支点を中心にして、左も右も「うでの長さ×力＝一定」となるのである。

なぜC9は間違えたか。その理由はこの段階では何とも言えない。惜しむらくは、このC9の発言を、教師がもう少し時間をとってとりあげたら、さらによくなったと思われる。C9の発言はどんな意味なのか説明させ、討論させたい。もしC9が、パンばさみは、図9のように引き伸ばし平らにすることができると分かれば、「支点から近いので小さい力」というような間違いは起こらないだろう。ここにはまだ、基礎概念「うでの長さ×力＝一定」がよく分かっていない事実が見え隠れする。

この発言の後、教師はC10に黒板の図8にシールを貼らせる。そして、T15で「パンばさみはどこを持つ」のかと問いかけている。

そして、空きかんつぶし、せんぬき、はさみ、糸切りばさみとシールを貼っていく。このうち、せんぬきの授業風景を図10に示す。



図10 せんぬきの支点・力点・作用点はどこ？

そして「シールを貼った紙を見て気づいたこと」を言わせていった。

(5) 位置の違いと仲間わけ、本当にてこか？

この話し合いの中で子どもたちは支点、力点、作用点の並び方で仲間わけができることに気づいていった。

- C11: 本当にてこかどうか分からないけど、支点、力点、作用点には3つの並び方がある。
 T16: 支点、力点、作用点の位置が違うけど、てこの働きがあるのかな？
 C12: くぎぬきはてこ。シーソーと同じで、支点が真ん中であって力点、作用点が両端にあるから。
 C13: 全部てこかと思ったけど、パンばさみと糸切りばさみは違う。支点がどこにも接触していないから。
 (途中、他の道具の話なので略)

C14：・・・糸切りばさみやパンばさみは、支点から力点近くて、支点から作用点の方が遠いから、てこではないと思う。

C2：(糸切りばさみとパンばさみは他のものとは) 正反対。大きな力で小さい仕事しかできない。

【分析】

その後、糸切りばさみとパンばさみはてこの働きがあるかを問いかけたところ、多くの子どもたちは「てこの働きがない」と言った。しかし、何人かの子どもたちからは「わからない」という声が上がった。そして「パンばさみはもしかしたらてこかもしれない。大きい力を小さくすることだってあるんじゃないかな」と一人の子どもが発言したことをきっかけに、「ぼくもそう思う。パンをはさんだり、サラダをはさんだりするのに大きな力はいらないし」と賛同する子も現れた。これを機に、実際にパンばさみを試してみることにになり、大きい力を小さくするてこの働きを確認することになった。

この単元で「糸切りばさみ」を課題としていたS児のノートを見ると次のような変容が見てとれた。

<話し合い前>

支点、力点、作用点はあるけど、位置関係がてこと違うから、てこじゃないかも？今日改めて見てみると、本当にてこのかなとちょっと考えた。そしたら、ぐるぐるして分からなくなった。

<話し合い後と実際に確認した後>

昨日てこじゃないと思っていたもの(糸切りばさみ、パンばさみ)がてこの働きを利用した道具だということが分かってびっくりした。大きい力を小さくするのてこのはたらきを利用しているんだと思った。

【単元を終えて】

最初はてこって何だろうと思っていたが、実験を通して、てこのきまりが分かり、こういう働きをしているものなら身の回りにもあるかもしれないと思い、そういう目で身の回りのものを見るようになった。いろいろな道具を調べてみて、てこが見つかったのでおもしろかった。てこはすごく便利なものだった。

【分析】

全体的話し合いの場では特に、支点、力点、作用点の位置の違いや働きに違いのある道具について、その並び方や、てこであるかどうか議論し合った。話し合いの中で得られなかった結論は「納得できない」と言い「もしかしたらこうではないか」とさらなる追究へ向かうこととなった。また「てこ」学習を通して、より生活へ目を向けることができるようになった。

いろいろな疑問を一気に解決したのは、やはりパンばさみを使って実際にパンをつかんでみることであった。しかもこの実験は、各自が話し合いの中で出た疑問を

持っており、焦点化され視点のピシッと定まった実験であった。それだけに、心にストンと落ちる、腑に落ちる実験であったと思われる。

5. 心を揺さぶる場面の効果

(1) 本当に揺さぶられたのか

子どもの理解の特徴的な変容は、そう頻繁に起こるものではなくS児のノートにあるように、やはり長い時間がかかる。子どもたちは、今回の授業を通していろいろ揺れながら、絶対譲れない、納得できないと言えるまで成長していった。これはやはり、心の葛藤を通して徐々に磨かれたものに相違ない。

正直言って、まだ本当に心を揺さぶられたかの検証はできていない。もう少し大きくなって「ああ、あのときこの学習はこういうことだったのか」と気づくこと、そのとき初めて今回の授業実践の効果がどうであったか語れるだろう。

(2) 揺さぶりの仕組み

この授業ではいくつかの場面で、対立が起こるようなしかけをした。一番大きなものは、てこは「小さな力で大きな力を得る」ものだと思っている既存概念に「大きな力で小さな力を得る」てこをぶつけることであった。これは予想通り、「えっ」と大きく揺さぶりをかけるものとなった。常識を覆すだけの効果はあったように思われる。

(3) 力のモーメントの定着

しかし、予想外な実態も目にする事ができた。身の回りのてこに目を向けさせるあまり、肝心の「うでの長さ×力(重さ)＝一定」というところではややその確認の甘さが露呈した。ここは機械的に、てこ実験器でデータをとり、そこから何がいえるか徹底して相互で話し合う必要がある。最後に確かめとして実験しているが、やはり実験し、それを体感することで、本当に心から「分かった」と言えるのだと思う。

(4) 子どもの発する言葉の豊かさ

力を「軽い」と表現することや、「支点が動かない」など、子どもの発する言葉の斬新さ的確さを、改めて認識した。あとはそれをしっかりとほめ、早い段階で正確な言葉に置き換えることである。例えば「軽い」を「小さい力」に置き換えることは大事なことである。

6. まとめ

(1) 既存経験を覆す内容(大きな力で小さな力を得る)は、子どもたちの心を揺さぶるにふさわしい内容であった。

- (2) 各授業の盛り上がる場では、対立点を明確にさせ、ゆっくりと時間をかけて、討論させたい。そのためには自分の意見を思い通りに言える土壌と他人の意見に耳を傾けることがまず必要である。
- (3) 自分の意見をしっかりと持ち、互いにきちんと話し合うことで更なるステップアップが可能である。

7. 謝辞

本論文をまとめるにあたり、中太閤山小学校の校長先生をはじめ、多くの教職員の方々に大変お世話になり、心より感謝申し上げます。理科大好きスクールという特殊な場合ではあったが、先生方が一丸となって取り組んだ姿は大変素晴らしかった。その苦労と成果は文献1に見てとれる。

子どもたちの一人でも、理科が好きになってくれたら幸いである。

参考文献

- 1) 射水市立中太閤山小学校, 平成19年度 研修のまとめ (2008) pp.91.
- 2) 市瀬和義・長田英行, 熱伝導の本質に迫る子どもの発言ー小学校4年「金属板のあたたまり方」の実践からー, 富山大学教育実践総合センター紀要,第6号(2005) pp.59-68.
- 3) 玉田泰太郎, 新・理科授業の創造ー物質概念の基礎を教えるー, 新生出版, (1997) pp.386.
- 4) 市瀬和義, 本当に理科が好きになるにはどうしたらいいのか, KOFES (Korean federation of Science Education Societies) (2006) pp.38.
- 5) 学校図書株式会社, みんなと学ぶ小学校理科5年上教師用指導書, (2000) p.138.

(2008年9月1日受付)

(2008年11月5日受理)