

見えないもののしくみを実感を伴って理解する理科学習

～5年「もののとけ方」、6年「てことつり合い」の実践を通して～

名古屋市立山吹小学校 服部真由子

I 研究のねらい

私は理科の学習において、実感を伴って理解できる子を育てたい。実感を伴った理解は、子どもたちが問題解決の過程を経て、自然の事物・現象についての見方や考え方を科学的なものに変容させていく上で必要なものである。

新学習指導要領解説によれば、実感を伴った理解は次に示す三つの側面から考えることができる。

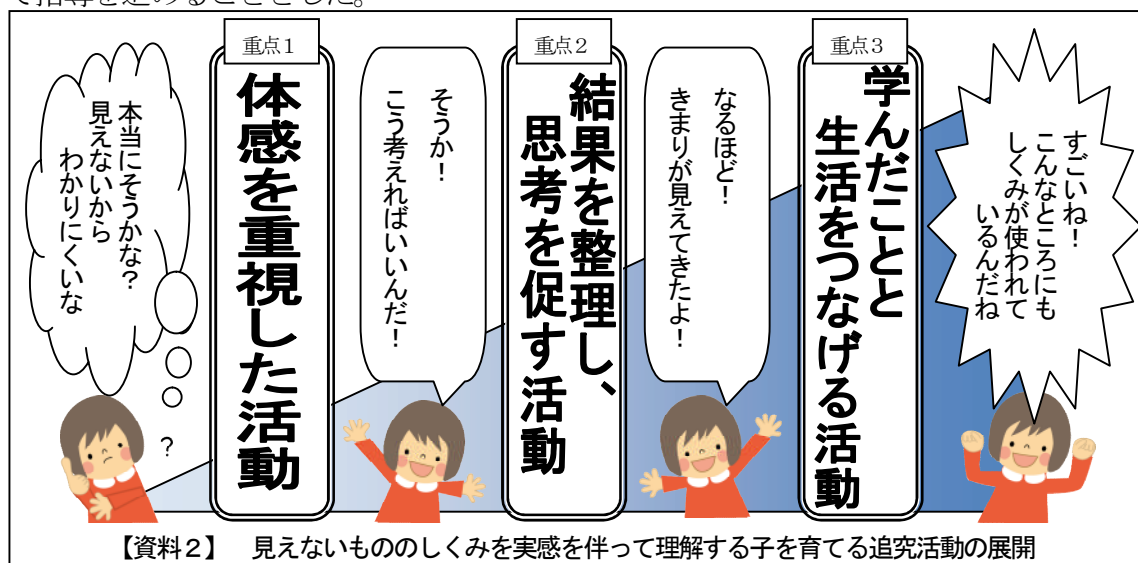
具体的な体験を通して 形づくられる理解 自然に対する興味・関心を高めたり、適切な考察を行ったりする基盤となるもの	主体的な問題解決を通して得られる理解 理解がより確かなものになり、知識や技能の確実な習得に資するもの	自然や生活との関係への認識を含む理解 理科を学ぶことの意義や有用性を実感し、理科を学ぶ意欲や科学への関心を高めることにつながるもの
------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

【資料1】 実感を伴った理解の三つの側面

このことから、実感を伴った理解ができた子は、体験を通して考察の基盤となる理解を得たり、追究活動を通して理解をより確かなものにしたたり、理科を学ぶことの有用性を実感できたりする子であると考えられる。

また、「もののとけ方」の粒子の保存性や「てことつり合い」の力のモーメントなど、物質やエネルギーなどの学習内容では、目には見えない要因によって事物・現象の規則性が成り立ち、子どもたちにとって実感を伴った理解が難しいものが多い。

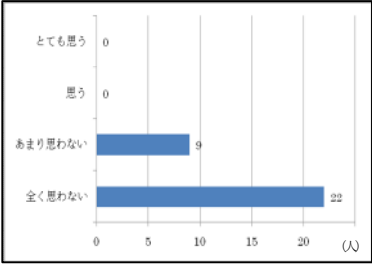
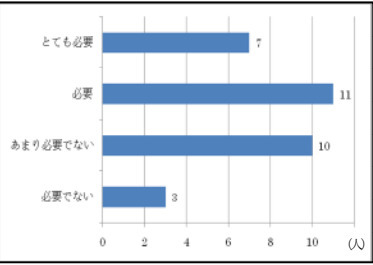
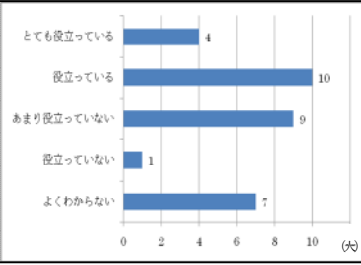
そこで、本研究では、見えないもののしくみを子どもたちが実感を伴って理解するために必要な追究活動の3要素として「体感を重視した活動」「結果を整理し、思考を促す活動」「学んだことと生活をつなげる活動」が必要であると考え、この3点に重点をおいて指導を進めることとした。



II 子どもの実態

- 1 調査の対象 名古屋市立山吹小学校5年生（平成21年度） 31人
6年生（平成22年度） 29人
- 2 調査の方法 質問紙法（平成22年1月実施）
- 3 調査の目的 追究活動を進める際に、実験や観察などの直接的な体験をどの程度重視しているか、記録をとったり結果をまとめたりする活動は必要であると思うか、学習したことは生活に役立っていると思うか、など子どもたちの問題解決に対する意識について調査・分析する。そして、実践後にその変容を見取る。

4 調査の結果と考察

《質問1》 わざわざ観察や実験をしなくても本を読めばわかると思いますか。【資料3】	《質問2》 観察や実験をした結果を記録したり、まとめたりすることは必要だと思いますか。【資料4】	《質問3》 学習したことは、生活に役立っていると思いますか。【資料5】
		
<p>質問1から、子どもたちは、理科学習を進める際に、実際に観察や実験をすることは大切であると考えていることがわかる。これまでにも、体感を重視した取り組みを行ってきた成果もあり、「理科は、実際にやってみないとわからないことがたくさんある」と記述している子どもが多かった。</p>	<p>質問2から、観察や実験をした結果を記録したり、まとめたりする必要性を感じている子は約6割、4割程の子どもは必要性をあまり感じていないことがわかる。「なくても実験すればわかることが多い」「まとめた方がいいのかもしれないけれど、あまり好きじゃない」という記述もあった。</p>	<p>質問3から、学んだことが生活に役立っていると感じている子は約半数いることがわかった。しかし、あまり役立っていないも含めると役立っていないと感じている子が約3割、「役立っているような気もするし、直接は役立っていない気もするから」とよくわからないと答えた子どもが約2割いた。</p>
<p>追究活動に、「体感を重視した活動」を取り入れることは、子どもたちにとって、理解するための第一歩として欠かせないものであり、その後の子どもたちの思考活動を支える経験となるものであると考えられる。</p>	<p>記録や結果をまとめたものをうまく考察に生かし切れていない状況があると考えられる。記録やまとめた結果を意図的に活用し、「考えやすくなった」「きまりが見えた」と子どもが実感できる手だてが必要である。</p>	<p>生活に役立っている意識がそれほど高くないのは、学習内容を意識的に生活に当てはめて考える経験があまり多くなかったからであると考え。意識的に身近なもののしくみに当てはめて考える経験が必要である。</p>

III 研究の方法

1 指導の重点

重点1 「体感を重視した活動」	重点2 「結果を整理し、思考を促す活動」	重点3 「学んだことと生活をつなげる活動」
<p>既存の概念を表出、自覚した上で、体感比較を取り入れた追究活動を行うことで、考察の基盤となる理解が得られるようにする。</p>	<p>数値化・図表化して整理した実験結果をもとに、話し合いや確証・反証の再実験を行うことで、理解をより確かなものにできるようにする。</p>	<p>身の回りにある身近なものを、学んだしくみに基づいて、見つけたり、分類したりすることで、理科を学ぶことの有用性を実感できるようにする。</p>

2 各単元における具体的な手だて

	重点1	重点2	重点3
「もの のとけ方」	日常言語である「とける」に対する既存の概念を表出し自覚する。その上で、「とける」現象を視覚化したり、重さを体感できる量にして比較したりすることで、考察の基盤となる理解が得られるようにする。	思考を促すために、実験結果を、体感とデータをつないで数値化・図表化してまとめる。順次、各班の結果を黒板に記入し、他班の結果を見て、自分たちの班の結果の妥当性について話し合い、確証・反証の再実験等を行うことで、理解をより確かなものにできるようにする。	身近な水溶液見つけを行い、見つけた水溶液をとけている物質で分類する。身の回りには、水溶液を用いたものがたくさんあることについて知ることで、理科を学ぶことの有用性を実感できるようにする。
「てこと つり合い」	日常言語である「つり合う」に対する既存の概念を表出し自覚する。その上で、「つり合う」現象を体感できる大きさにして、一人一人が支点になって比較することで、考察の基盤となる理解が得られるようにする。	思考を促すために実験結果を、反比例の様子がわかる絵とデータをつないで数値化・図表化してまとめる。順次、各班の結果を黒板に記入し、他班の結果を見て、自分たちの班の結果の妥当性について話し合い、確証・反証の再実験等を行うことで、理解をより確かなものにできるようにする。	身近なてこ見つけを行い、見つけたてこを利用用途の違いや支点等の位置の違いで分類する。身の回りには、てこのしくみを用いたものがたくさんあることについて知ることで、理科を学ぶことの有用性を実感できるようにする。

3 単元構成と指導の重点の位置づけ

単元名 「もののとけ方」 (13 時間完了)		重点の位置付け
① ～ ③ 時	【1次】とけるってどういうことだろう ・ 「とける」ってどういうことだろう。 ・ 水にとけるものを見つけよう。 ・ とける瞬間を見たいな。	重点1
④ ～ ⑩ 時	【2次】とけ方のひみつを見つけよう ・ とかす前ととかした後で、水の重さはどうなるのかな。 ・ どれぐらいとけるのかな～食塩をとかしてみよう。 ・ 砂糖も同じようにとけるのかな。 ・ とけ残ったものをとかすことはできるのかな。 ・ 水溶液を冷やすとどうなるのかな。 ・ ろ液の中には、もう何もないのかな。	
⑪ ～ ⑬ 時	【3次】身近な水溶液をさがそう ・ なぞの水溶液 A・B・C・D を当てよう。 ・ 身近な水溶液を見つけて、何がとけているのかさぐろう。	重点3

単元名 「てことつり合い」 (10 時間完了)		重点の位置付け
① ～ ③ 時	【1次】つり合うってどういうことだろう ・ 「つり合う」ってどういうこと。支点になって、同じものをつり合わせよう。 ・ 違う重さのものでもつり合わせることができるだろうか。 ・ 「つり合う」ときにきまりはあるのだろうか。	重点1
④ ～ ⑥ 時	【2次】つり合いのきまりを見つけよう ・ もっと正確にしらべたいな。 ・ つり合いのきまりを見つけよう。 ・ これでもつり合うのかな。作用点や力点を複数にしてみよう。	
⑦ ～ ⑩ 時	【3次】身近なてこをさがそう ・ 身近なてこを見つけよう。 ・ いろいろなてこがあるんだね。特ちょうを見つけて、てこを分類してみよう。 ・ てこやつり合いのしくみを使ったおもちゃや道具を作ろう。	重点3

IV 第1次授業実践（単元「もののとけ方」）の記録と分析

《指導の重点1》 体感を重視した活動（第1時～第7時）

◇ 授業の様子

第1時では、子どもたちが日常言語として用いている「とける」という概念を表出させ、分類する活動を行った。子どもたちが分類した「とける」は次の通りである。

とける①	とける②	とける③	とける④	とける⑤
ガムシロップ 砂糖 食塩 あめ 粉薬 洗剤 空気(水そうの中)	アイスクリーム チョコレート バター ろう プラスチック 雪 ゴム ガラス	なぞ 縄 のろい 問題 封印	カレー粉 みそ 片栗粉 トイレット ペーパー	歯 石 から 骨
水に入れると見えなくなる「とける」	温度によって、固体から液体にかわる「とける」	何かを解決する「とける」	にごっている「とける」	何かにかかされてしまう「とける」

子どもたちは、「とける①」と「とける④」は、水に「とける」と予想し、第2時では、一人一人が水に「とける」ものを見つける活動を行った。実際に、とかしてみると、透き通っているときと濁っているときがあることに気が付き、「みそや片栗粉は、本当にとけたんじゃなくて混ざっているだけだね」と、「とける」とは、とかすと透明になり、もとのものが見えなくなることであることという理解を得ることができた。



【資料6】とけ方の違いに気付く子



【資料7】とけ方を観察する様子

気付いたことの交流では「とけているときに糸のようなものが見えたよ」という発言から、「とけている瞬間が見たい」という声が高まった。そこで、第3時では、透明なアクリルパイプを用いて、ものがとける瞬間を見る実験を行った。

とけるということが、どういうことなのかよくわかった。とけるしゆん間に、もやもやがめくれるように見えた。本当にとけるととう明で見えなくなることに、すごくなっとくがいった。 【A児の感想】

第4時では、2ℓペットボトルに入れた1ℓの水に10gずつ食塩をとかして、とかす前後で重さがどうなるのか、体感と測定した数値を比較しながら調べる活動を行った。

同様に、2ℓペットボトルを用いて、第5時では、どこまで食塩はとけるのか、第6・7時では、砂糖も同様にとけるのかについて、1ℓの水に100gずつとかして、体感と測定した数値とを比較しながら調べる活動を行った。



【資料8】重さや存在を実感している様子

とけて見えなくなっても、ちゃんとあることがわかった。始めはわからなかったけれど、とかせばとかすほどどどんと重くなっていった。目をつぶって持ってもわかるくらいだった。 【B児の感想】

◇ 結果と考察

子どもたちの授業での様子やワークシートへの記述から、重点1の手だては有効であったと考えられる。日常言語である「とける」に対する既存の概念を自覚した上で、水に「とける」現象をより視覚的にとらえたり、存在としてのものの重さを体感したりすることで、「とける」の本当の意味がわかった」「見えなくてもあるということがわかった」という科学言語としての「とける」という概念を構築する上での根拠となる子どもの言葉が現れ、考察の基盤となる理解が得られたと考えられる。

《指導の重点2》 結果を整理し、思考を促す活動（第4時～第10時）

◇ 授業の様子

第2次「とけ方のひみつをみつけよう」では、体感と測定した数値を比較しながら調べる活動を行った。ワークシートに結果を記録する際には、【資料10】のように、体感を言葉で、測定した結果を数値で、併記するようにした。

また、1回目の実験が終了した班から、順次、結果を黒板に記入し、実験結果を他班と見比べられるようにした。他班の結果と自分たちの班の結果を見比べて、結果の妥当性について、話し合い、確認・反証の再実験を何回でも行ってよいこととした。



【資料9】 結果の記入→妥当性の話し合い→確認・反証の再実験をしている様子

5年 組 番 名 前 () 理科ワークシート	
今日の学習のめあて	
① 食塩は、水にとける量に違いがあった。砂糖ほどうまくとけるのだろうか。 ～自分の予想～	
実験に対する予想と見通し	
○ 1000mlの水を、メスリンダーを使って、正確に計り取った。ペットボトルに入れよう。そして、100gずつ砂糖を入れて調べよう。 ～結果～ (水1000mlのとけ)	
砂糖 (g)	とけ方の様子や手ごたえなど
100	測定した数値
200	
300	
400	
500	
600	
700	
800	
900	
1000	

【資料10】 ワークシートの一例

始めは、砂とうを温めたときと同じように、食塩も温めたら、よくとけると思っていた。でも、もう一度実験したら、ふってからしばらくまわっていると、塩の粒が落ちてきたから、本当はとけていないことがわかった。とける量は、ものによって違うということがよくわかった。 【B児の感想】

◇ 結果と考察

体感したことと測定した数値を併記することで、子どもたちはより詳しく細かなところまでよく観察した実験を行うことができた。また、他班の結果を見て、自分たちの班の結果の妥当性について話し合い、確認・反証の再実験をすることで、子どもたちは事象に対する理解をより確かなものにしていくことができていた。

ワークシートへの文章記述が増えると、記録に時間がかかりすぎる場合があり、グループによっては、十分な再実験の時間を確保することが難しい場合があった。簡便で詳しい記録の取り方の工夫と全ての班への再実験の十分な時間の確保が今後の課題である。

《指導の重点3》 学んだことと生活をつなげる活動（第11時～第13時）

◇ 授業の様子

これまでに、学習したことを生かして、身近な水溶液見つけを行った。実際に飲んだことがあるものは味覚から、飲めないものは表示ラベルなどから、何がとけているのかを調べて分類した。子どもたちは、ジュースなど、飲み物の多くには、砂糖ではなくてもいろいろな糖類がとけていることや、何も入っていないように見えたお茶などにも、酸化防止剤としてビタミンCなどがとがされていることに驚いていた。

身の回りには、意外に多くの水よう液があるんだと思った。もし、水よう液がなかったら、不便になるなど思った。今まで、お茶以外に何も入っていないと思っていたのに、お茶のペットボトルに、ビタミンCがとがけていてびっくりした。【A児の感想】

◇ 結果と考察

身の回りの様々な水溶液に目を向けることができ、私たちの生活に水溶液が欠かせないものであることに、気付くことができた。理科で学んだことをもとに、もっと調べてみようとする姿勢を多くの子がもつことができた。

V 第2次授業実践（単元「てことつり合い」）の記録と分析

《指導の重点1》 体感を重視した活動（第1時～第3時）

◇ 授業の様子



第1時では、まず始めに、子どもたちが日常言語として用いている「つり合う」という概念を説明し合う活動を行った。

- T : 「つり合う」ってどういうことかな。
 C1 : 同じ重さのものが、両端このつて、揺れずに同じ高さを保つことだと思います。
 C2 : 私もどちらかがすごく重いかじゃなくて、どちらも同じ重さで棒が水平になることだと思います。
 C3 : ぼくは、水平っていうところには、賛成です。
 けど、何ものせなくてもとにかく棒が水平になればつり合っているって言うっていいと思います。
 T : じゃあ、ここにある棒で、「つり合う」状態をやってみてごらん。(C3 : 何ものせずに棒をつり合わせる)
 C4 : (それを見て) のせているとかのせていないとか関係なく水平なら「つり合う」って言うっていいと思います。
 C5 : 私もそう思います。棒が水平になってれば、「つり合う」でいいと思います。
 T : みんなはどう思う。(意見を言い合う)
 C6 : C1さんが言った、同じ重さのものがのつて水平になっているっていうのも間違っていないと思います。
 去年、上皿てんびんでやったし・・・。
 T : 水平になってれば、つり合っているというのは、みんないいのね。(子どもたちうなづく)
 じゃあ、まずは、同じ重さのものをつり合わせることから、つり合いのしくみを調べましょう。

その後、自分が支点となって、同じ重さのものをつり合わせる活動を行い、同じものをつり合わせるときは、つり合うポイントが必ず真ん中にあることとつり合うポイントを支点ということ子どもたちは理解として得ることができた。第2時では、ソフトテニスボールとバスケットボールを「こんなに違う重さのものでもつり合わせることはできるのかな」と提示し、違う重さのものをつり合わせる活動を行った。



【資料11】 同じものをつり合わせている様子

B 児の活動	C 児の活動
<p>「水筒とビニル袋でもつりあうかな」と重さに差のあるものを選び、自分が重い方に移動することで支点の位置を変えて、つり合わせる活動を行った。</p> 	<p>「いろいろなものをつり合わせたいな」と考えて、ボールと様々な学用品等を選び、支点の自分は動かさず、班のみんなに協力してもらい、つるす位置を変えてつり合わせる活動を行った。</p> 
<p>「支点を重い方に近づけていけばつり合うよ」</p>	<p>「重いものを支点に近づければつり合うよ」</p>

第3時では、より体感を数値に近づけていくために、500mlペットボトルをおもりにして、ペットボトル1個と2個のとき、1個と3個のときと数を増やしながら調べた。棒の端からの距離は関係なく、つり合わせるにはおもりの数と支点からの距離が関係しており、重いおもりと支点の位置を近づければつり合うという理解を得ることができた。

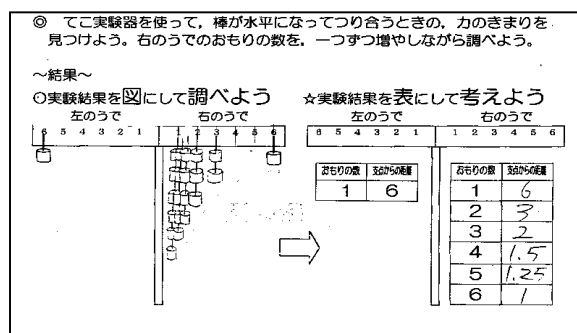
◇ 結果と考察

自分が支点になってつり合わせるという体感比較活動を行うことで、子どもたちは重いものと支点との距離を近づければ、どんなものもつり合わせることができるという自信と理解を得ることができた。また、あえて目盛りのない園芸用支柱を用いることで、手の平で長さをはかって、支点からの左右の距離の割合を考え、体感を通して納得している子どもたちの姿が見られた。ただし、園芸用支柱は、端の方に支点の動かす程、棒自身の重さが影響してくるため、誤差が生じる。今回は誤差の取り扱いに触れ、「より詳しく実験器を使って確かめたい」という気持ちを高め、次の活動に取り組むこととした。

《指導の重点2》 結果を整理し、思考を促す活動（第4時～第6時）

◇ 授業の様子

この単元では、おもりをつるす位置を整数の目盛りに固定し、いくつのおもりでつり合うのかを調べる方法をとることが多いが、今回は前時までの体感活動で得られた理解「重い方に支点を近づければ、必ずつり合う」を生かせるよう、おもりの数を増やししながら、つるす位置をずらして調べることで、つり合いのきまりを子どもたちが見つけられるようにした。また、一方が増えると他方が減っていくという反比例の関係がとらえやすいように、【資料12】のように、つるしたおもりの絵を描いていくと、反比例の曲線が浮かび上がるような絵になるようにしたり、測定値の傾向がとらえやすくなるような表の配列をしたりして、結果を意図的に整理することで、子どもたちの発想から、左右のおもりの重さとうでの長さの積が等しい場合はつり合うという法則性に気付かせたいと考えた。



【資料12】 思考を促すワークシートの記述の様子

第1次実践のときと同様に、1回目の実験が終了した班から、順次、結果を黒板に記入し、実験結果を他班と見比べられるようにした。他班の結果と自分たちの班の結果を見比べて、結果の妥当性について、話し合い、確認・反証の再実験を何回でも行えるようなワークシートを設定をした。



【資料13】 1回目の実験→結果の記入→妥当性の話し合い→確認・反証の再実験をしている様子

◇ 結果と考察

子どもたちは、前時までに得られた理解を用いて、おもりを重くすればするほど支点に近づける位置にすることができていた。反比例の曲線が浮かび上がるような絵になるようにしたり、測定値の傾向がとらえやすくなるような表の配列をしたりして、結果を意図的に整理したことで、子どもたちは、自らの話し合いで法則性を見つけていくことができた。

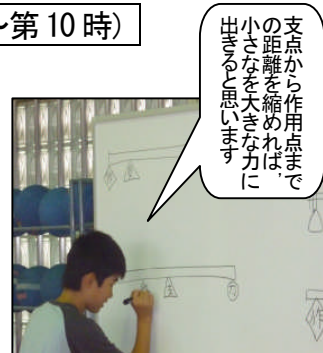
つり合うときは、必ずおもりの数×支点からの距離になるなんて最初に、考えた人はすごいなと思った。実験したら、小数まで、計算がぴったり合ってうれしかった。
【B児の感想】

《指導の重点3》 学んだことと生活をつなげる活動（第8時～第10時）

◇ 授業の様子

第8時では、つり合いのしくみを使って、指一本で10kgの水を簡単に持ち上げられる方法を考え合った。支点からの距離が1対10の関係だと、力点にかけた十倍の作用点があればたらくことを知り、似たしくみをもっているてこを使った道具を身の回りから見つける活動を行った。

第9時では、集めてきたさまざまなてこについて、支点、力点、作用点に、印をつけたり、子どもたちなりの視点をもって分類したりする活動を行った。



【資料14】 つり合いのしくみを応用しててこのしくみについて説明する子



【資料15】てこを分類する子どもの様子

C: 使い道で分けたら、いいんじゃない。
 C: 切るで、分けると、支点・力点・作用点が一直線上にあるよ。
 C: はさむでも分けられるね。
 C: わかった! はさむのは、力を弱めるてこだよ。支点から力点までの距離よりも、支点から作用点までの距離の方が長いよ。
 C: なんで、力を弱めるの。てこは小さい力を大きくすることじゃないの。
 C: パンとか、ケーキとか強い力ではさんだら、つぶれちゃうよ。
 C: 大発見したよ。爪切りは、2個のてこを組み合わせているよ。
 C: ぼく、ドアノブの絵を描いてきたんだけど・・・。
 C: 丸いからてこじゃないんじゃない?
 C: ぼく、本で読んだことがあって、ほら、ここを支点として考えるとてこと同じように力点までの距離が大きいほど、小さな力で開けられるんだよ。だから、てこだと思って・・・。
 C: なるほどね。他の班でも丸いてこを見つけた子はいるのかな。

上のグループのように、用途別に分類して特徴をとらえる班、支点・力点・作用点の位置の違いから分類して、共通点を考える班等、いろいろな視点から、子どもたちなりに分類することで、第1種てこから第3種てこについては、どの班もその特徴をとらえることができた。ドライバーを持ってきた子が2名、ドアノブの絵を描いてきた子が1名おり、それをきっかけに、てこかどうかについて学級でも話し合い、輪軸についても知る事ができた。

トンガやピンセットはわざと弱い力がかかるようにしてあって、とても頭がいいと思った。日常生活の中で、役立っていることがわかった。【B児の感想】

てこは、V字や直線だけだと思っていたけれど、ドアノブや蛇口など円形のてこもあることにびっくりした。【C児の感想】

◇ 結果と考察

子どもたちは、思いもかけないものもてこのしくみを利用していることに気付き、大変驚いていた。自分たちで、道具を探し、分類したことで、理科で学んだしくみが、身の回りでたくさん使われていることを実感できていた。

VI 研究のまとめ

本実践を通して、観察や実験した結果を記録したり、まとめたりすることが必要であるととらえる子どもが約9割となった。また、ほとんどの子どもが、学習したことが生活に役立っているという有用感を味わうことができていた。

これは、数値化・図表化して整理した実験結果をもとに、話し合いや確証・反証の再実験を行うことで、理解をより確かなものにししたり、身の回りにある身近なものを、学んだしくみに基づいて、見つけたり、分類したりすることで、理科を学ぶことの有用性を実感できたりしたからであると考えられる。

今後の課題は、限られた学習時間をいかに有効に運用するかということである。

第1次実践の反省を踏まえて、ワークシートの内容を重点を絞って簡素化したことで、第2次実践は比較的ゆとりをもって、実験に子どもたちは取り組むことができたが、まだまだ改善の余地がある。今後も実践を積み重ね、実験場面、まとめ思考する場面、話し合う場面を工夫していきたい。

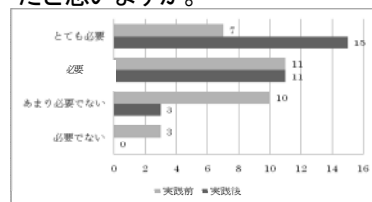
《参考文献》日置光久・村山哲也「実感を伴った理解を図る理科学習」東洋館出版社(2009)

《協力者》梅村聡(神宮寺小)、佐野知章(小幡北小)、柴田真介(名城小)

松田正道(科学館)、川原佑(川中小)

《質問2》

観察や実験をした結果を記録したり、まとめたりすることは必要だと思いますか。



《質問3》

学習したことは、生活に役立っていると思いますか。

