

# 活用力を育てる教材開発とその効果

## 一小学校理科第6学年「てこのはたらき」から

三重大学教育学部附属小学校 服部 真一

### 1. はじめに

単元の終わりにおこなう学習は、知識を活用させる場として最適である。そして、知識を活用して課題を解決できたという実感は、習得した知識の理解を深化させ、知識の有用感を高められる。このような、知識活用を目的とした教材は、学習内容を網羅していることが望ましい。そこで本稿では、第6学年「てこのはたらき」の単元で、学習した知識を全て活用できる教材を開発した。その教材を用いた実践から効果を検証する。

### 2. 開発した教材と課題について

本時は、全11時間中の第9時限目に位置づけた。それは、習得しなければならない科学的知識を全て習得させた上で、それらを活用させる授業をおこなうことをねらいとしたためである。なお、本時以降の2時間は、子どもたちそれぞれが習得した科学的知識を活用させて考えた、ものづくりをさせる時間として設定した。

本時まで習得した科学的知識は以下の6つである。

- ① 棒を支えている位置を支点、棒に力を加える位置を力点、棒が物にふれて力をはたらかせている位置を作用点という。
- ② てこを使って物を小さな力で持ち上げるには、支点から力点までの距離が長いほどよく、支点から作用点までの距離が短いほどよい。
- ③ てこの腕が水平につり合っているとき、左右の腕で、(おもりの重さ) × (支点からの距離) が等しい。
- ④ 支点から等しい距離につるされた物がつり合っているとき、物の重さは等しくなる。
- ⑤ てこのはたらきを利用した道具がある。
- ⑥ 道具によって、支点、力点、作用点の位置がちがう。

これら6つの科学的知識を全て活用させるために、教材「ごろごろスイッチ」(図1・2)を開発し、「おもりをてこAに置いてごろごろスイッチを作動させ、てこCをつり合わせよう。」と課題設定した。「ごろごろスイッチ」を用いて、課題を解決しようとするとき、次の図3のように習得した科学的知識の活用が期待できる。



図1 ごろごろスイッチ

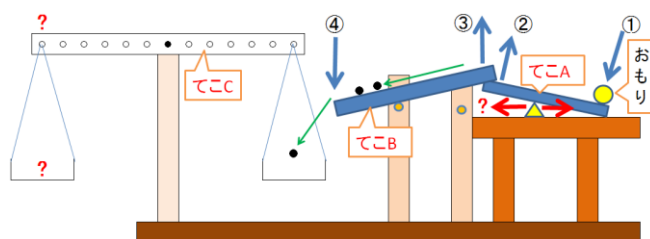


図2

# 習得した科学的知識の活用

## ごろごろスイッチのしくみ

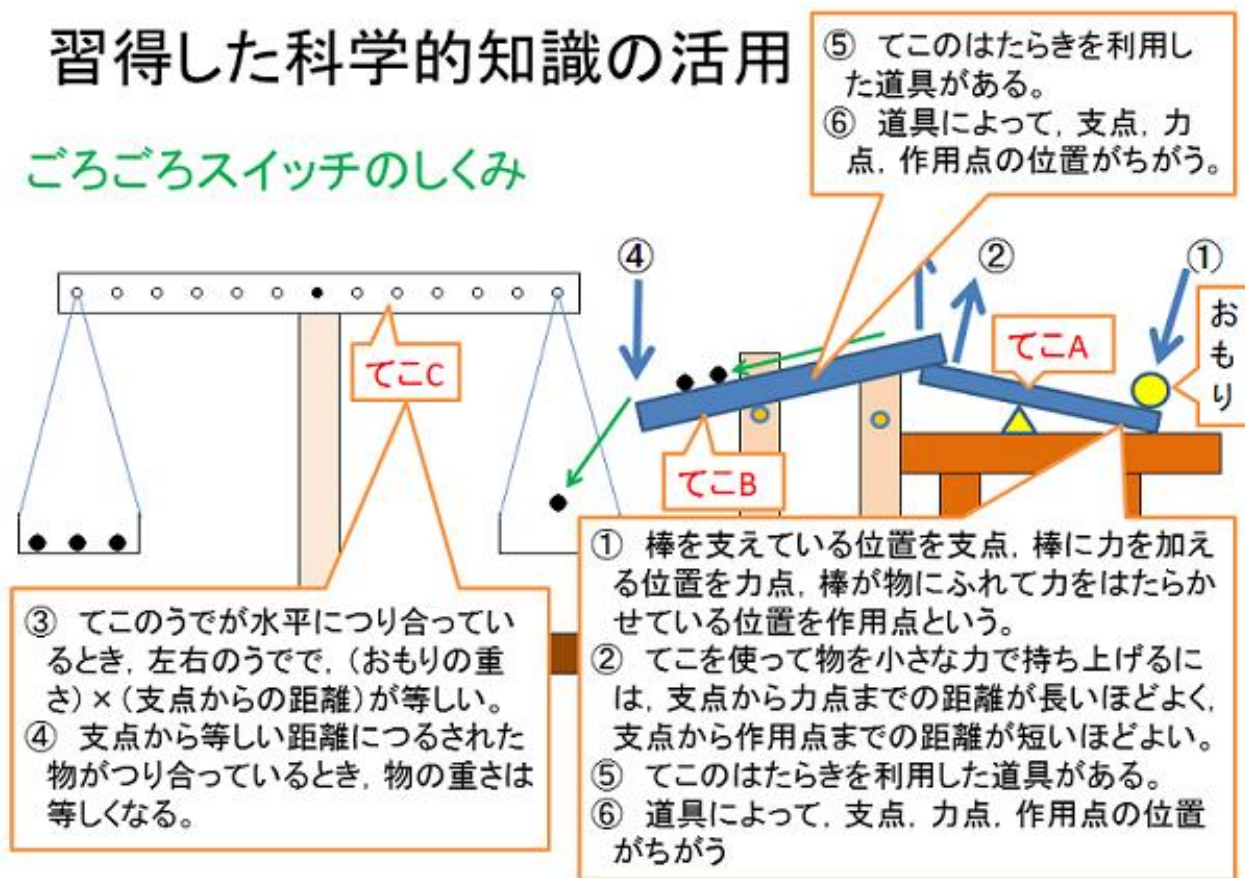


図3 習得した科学的知識の活用

【てこAについて】(番号は、前述の習得した科学的知識に対応する。)

子どもの思考	てこAがてこBの端を持ち上げるように、支点の位置を考えさせる。
習得した科学的知識の活用	<p>① てこAの作動を考えると、支点、力点、作用点の知識を活用できる。</p> <p>② 25gのおもりで45gを持ち上げることから、てこを使って物を小さな力で持ち上げるには、支点から力点までの距離が長いほどよく、支点から作用点までの距離が短いほどよいので、支点の位置を①か②と考えることができる。</p> <p>⑤ シーソーをイメージして考えることで、てこのはたらきを利用した道具であることを確かめる事ができる。</p> <p>⑥ 支点が中心にあるので、第1種のとこであることを確かめることができる。</p>

【てこBについて】(番号は、前述の習得した科学的知識に対応する。)

子どもの思考	てこBがてこAによって持ち上げられ、ビー玉が移動することを理解させる。
習得した科学的知識の活用	<p>⑤ せんぬきをイメージして考えることで、てこのはたらきを利用した道具であることを確かめる事ができる。</p> <p>⑥ 作用点を中心にあるので、第2種のとこであることを確かめることができる。</p>

【てこCについて】（番号は、前述の習得した科学的知識に対応する。）

子どもの思考	てこC（実験用てこ）をつり合うように考えさせる。
習得した科学的知識の活用	<p>③ 右腕に3個のビー玉が入ることから、右腕には、24の力がかかることを、（カップ1個+ビー玉3個）<math>\times 6=24</math>という式から導き出し、てこの腕が水平につり合っているとき、左右の腕で、（おもりの重さ）<math>\times</math>（支点からの距離）が等しいことを活用して、左腕につるすおもりの個数とつるす位置を考えることができる。</p> <p>④ 支点から等しい距離につるされた物がつり合っているとき、物の重さは等しくなるということを活用して、左腕に3個のビー玉を6の位置につるせばよいと考えることができる。</p>

### 3. 授業の概要

最初に、本時で扱う装置について説明した。この装置を「ごろごろスイッチ」（図1）と呼ぶこととし、この装置は3つのてこが組み合わさり連動して動くことを伝えた。また、写真だけでは伝わりにくいと考え、図を用いて（図2）装置の仕組みを伝えた。

装置の仕組みが分かったところで、本時の課題「おもりをてこAに置いてごろごろスイッチを作動させ、てこCをつり合わせよう。」と提示した。課題を解決させるために、ごろごろスイッチの6つの約束を伝えた。6つの約束は、次のようである。①てこAに置くおもりは、約25gのアルミニウム製の円柱おもりを使う。②てこBの端は、約45gの重さがかかっている。③てこCの右腕の皿に入れるおもりはビー玉3個とする。④ビー玉は全て同じ重さである。⑤てこCの右腕につるす皿の位置は6とする。⑥てこCの皿1個の重さは、ビー玉1個分と同じである。この約束を伝えた後、考えさせることをはっきりとさせるために、予想することを次の2つとした。

予想① てこCの左腕のおもりの個数と、おもりをつるす位置について。

予想② てこAの支点の位置について。

ごろごろスイッチの仕組み、本時の課題、ごろごろスイッチの約束、予想することを理解させた後、予想を立てさせた。机間指導において、子どもたちは予想①について、右腕にかかる力を3個のビー玉が6の位置につり下げられたカップに入るため、 $3 \times 6 = 18$ と考えていた。授業者から、「カップの重さは考えていますか。」「どうして、右腕にかかる力は18になるのですか。」など、おもりを入れるカップの重さも考えなくてはいけない事に気づかせようと働きかけたが、右腕の力が、（カップ1個+ビー玉3個） $\times 6 = 24$ ということに気づく子どもは一人もいなかった。

子どもたちは、考えた予想とその根拠を次のように発表した。まず、予想①については、「ビー玉3個を6の位置につるす。」「ビー玉6個を3の位置につるす。」「ビー玉9個を2の位置につるす。」「ビー玉18個を1の位置につるす。」「てこCの右腕には、ビー玉3つが6の位置につるされているので、右腕の計算は $3 \times 6 = 18$ となり、左腕も18になるようにおもりの個数とつるす位置を考えるとつり合います。」（図4 予想①の当日の板書から）という意見が出た。また、予想②については、「支点の位置は、1か2がうまくいくと思います。」「物を小さな力で持ち上げようとするとき、支点と力点の位置を遠くした方がよいからです。」「支点の位置を3にしたとすると、支点3はてこAの中心にあるため、左腕が45g、右腕が25gの力がかかっているため、持ち上げることができないと思います。」「支点4

と支点5は、支点3よりも右側にあるので、持ち上げられません。」「支点2がうまくいく理由は、おもりの重さと支点からの距離で計算しました。左腕が $45 \times 2 = 90$ で右腕が $25 \times 4 = 100$ だから、持ち上げられると思います。」(図5 予想②の当日の板書から) という意見が出た。

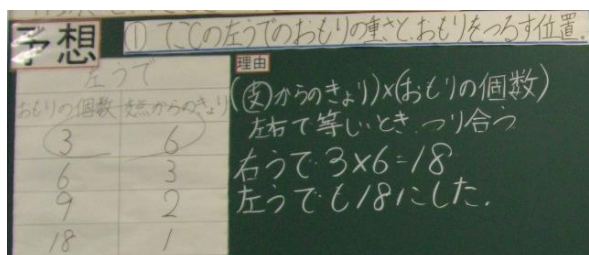


図4 予想①の当日の板書から

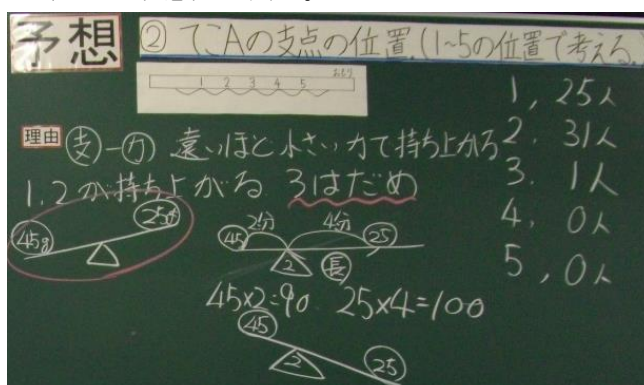


図5 予想②の当日の板書から

その後、予想したことを確かめるための、実験をさせた(図6)。始まってすぐに、予想①の考えではつり合わないことに気づいた。計算が間違っていないか考え直す班、試行錯誤をしながらつり合う重さを見つけ出そうとする班、実験道具の不備を探そうとする班、もう一度習ったことを確認して予想を考え直す班など、さまざまな行動が見られた。机間指導では、間違えていたことに気づいたか、習得した科学的知識は活用させることができたか尋ねた。何度も試行錯誤したり、班の仲間と話し合ったりすることで、次第に予想①が間違っていた原因を突き止めていった。授業者が、「習ったことは使えましたか。」と尋ねると、子どもたちは、「予想の段階では使えませんでした。」「カップがつるさされていることを考えると、 $4 \times 6 = 24$ になるので、左腕も24で考えればいいです。」「最初からつり合っているところから始めないといけない事に気がつきました。」「てこAの支点は、予想通りでした。アルミのおもりは軽いので、支点と力点を離して、支点と作用点を近くすることを考えました。」などと、答えることができた。しかし、時間がたっても理解できない班もいた。そこで、授業者から、「他の班が何をしているのか見てよろしい。」と伝え、話し合いの人数を増やすことで、理解を進めさせた。

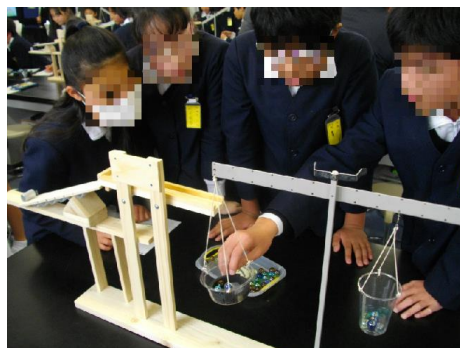


図6 実験の様子

実験終了後、全員で結果の確認をし、結果について話し合った。子どもたちは、予想①について、「ビー玉3個を6の位置につるす。」「ビー玉5個を4の位置につるす。」「ビー玉7個を3の位置につるす。」「ビー玉11個を2の位置につるす。」「ビー玉23個を1の位置につるす。」「カップ1個はビー玉1個と同じ重さなので、右腕は、(カップ1個+ビー玉3個)  $\times 6 = 24$ だから、左腕も24に合わせるとうまくいきました。」と答えた。また、予想②については、予想通りであったと答えた。

最後に考察において、活用した科学的知識を確認した。子どもたちは、「支点から力点までの長さが長いほど、小さな力で持ち上がる。」「支点から作用点までの長さが短いほど、小さな力で持ち上がる。」「左右の腕で、(おもりの重さ)  $\times$  (支点からの距離) が等しいときつり合う。」「等しい距離に等しい重さのおもりをつるすとつり合う。」という4つの科学的知識を挙げることができた。また、今日の授業で、改めて確認できたこととして、「実験用てこが最初からつり合っているとき、左右の腕で、(お

もりの重さ) × (支点からの距離) が等しいときつり合う。最初から傾いていたら、計算が合っていないとつり合わない。」ということを発表した。

#### 4. 習得した科学的知識の活用について

##### (1) 授業中の子どもたちの様子から

子どもたちの様子から、科学的知識が活用できていると思われる所を抽出し検討する。なお、抽出は授業記録からおこない、授業者の働きかけを波下線で、科学的知識が活用できていると思われる所を点下線で示す。

##### 【仮説・予想】

前述の通り、考えさせることをはっきりとさせるために、予想することを次の2つとした。

予想① てこCの左腕のおもりの個数と、おもりをつるす位置について。

予想② てこAの支点の位置について。

##### 予想①の話し合いで見られた、科学的知識の活用。

(OY)

カップ2つのおもりはビー玉1個分なので、この2つをいっしょにつるすっていうことは、てこCの右腕のカップに入るビー玉は3つあるので、このてこCの左腕のカップにはいるビー玉を3つにすると、支点からの距離は6と6なのでちょうどいっしょにつり合うからです。

(NN)

おもりの個数は6、支点からの距離が3。前の授業の科学的知識で、(支点からの距離) × (おもりの個数) は、もう片一方の(支点からの距離) × (おもりの個数) が等しくなるということを知って、右腕と左腕の個数が同じになったら、等しいときにつり合う。この場合、てこCの実験用てこの右腕にビー玉3個で、 $3 \times 6$  となって、それと等しくなるのは、左腕の  $6 \times 3$  です。

(MI)

おもりの個数が9個で、支点からの距離が2。理由は、NNさんと同じです。と同じで、18にした。

(NM)

おもりの個数を18にして、おもりをつるす位置を1にして、NNさんと理由はいっしょで、18にしました。

OYの発言は、習得した科学的知識を根拠としてはっきり述べられていないが、それでも点下線の箇所から、支点から等しい距離につるされた物がつり合っているとき、物の重さは等しくなるという知識を活用して、左腕に3個のビー玉を6の位置につるせばよいという④の科学的知識が活用できた。

また、NN、MI、NMの発言から、左右の腕で、(おもりの重さ) × (支点からの距離) が等しいことを活用して、左腕につるすおもりの個数と、つるす位置を考えることができるという③の科学的知識を部分的に活用させていることが分かる。しかし、ビー玉を入れるカップそのものがおもりになっていることに気づくことができず、さらに、左腕のカップをつり下げる位置を変えていくと、実験用てこがつり合

わなくなるということにも気づけていない。カップの重さを無視して考えていることが分かる。つまり、てこの腕が水平につり合っているときのみを活用できる計算ということを理解できておらず、習得した科学的知識が十分でないことが考えられた。しかし、このように考えた子どもは、NN、MI、NMの3人だけでなかった。机間指導において、右腕に3個のビー玉が入ることから、右腕には、24の力がかかることを、(カップ1個+ビー玉3個)×6=24という式から導き出している子どもは1人もいなかった。誤りに気づかせるために、「カップの重さは考えていますか。」「どうして、右腕にかかる力は18になるのですか。」などと働きかけおこなったが、結局、全員の子どもたちが右腕にかかる力を18と計算し、誤った科学的知識の活用となっていた。

#### 予想②の話し合いで見られた、科学的知識の活用。

(NM)

3は持ち上がらないと思います。カップの位置と、持ち上げる作用点の位置がいっしょくらいに見えるので、45gと25gで違うので、持ち上がらないと思います。で、2と1は支点から力点の長さが遠いから、小さい力で持ち上がると思います。

NMは、てこAの作動を考えながら、支点、力点、作用点を区別して説明することができた。これは、支点、力点、作用点の①の科学的知識を活用させていることが分かる。さらに、25gのおもりで45gを持ち上げることから、てこを使って物を小さな力で持ち上げるには、支点から力点までの距離が長いほどよいので、支点の位置を①か②と考えることができた。なお、支点と作用点の関係については発言には現れなかったため、②の科学的知識の一部を活用していると判断できる。

(KI)

僕は1番と2番が持ち上がると思って、まず3番が持ち上がらない理由で、3番は板の中心やからそれぞれ両方に同じ力がかかるので、25と45やったら、25の方が軽いから、持ち上がらないと考えました。1、2が持ち上がる理由は、実験用てこ、てこCのやつを見てもらって、例えば2を支点にした場合、1にかかる力は2を1とした場合2になって、左腕にかかる重さが2になって、めもり2になって、右腕にかかる力はめもり4になるので、左腕は2個分空いとるで、45×2をして90で、25×4で100に右腕には100の力がかかるから、100の方が重いので、持ち上がると思います。で1は、それ以上に大きな力がかかるので、持ち上がると思います。

KIは、てこAの支点の位置を1か2と予想した。3ではうまくいかない理由として、シーソーをイメージしながら両端にかかる重さを比較させて持ち上がらないとした。また、1と2で上手くいく理由については、実験用てこの学習で習得した(おもりの重さ)×(支点からの距離)を発展させて説明した。しかしこのときの説明は、科学的知識を活用できたとは言えない。支点を1や2にすると、てこが水平につり合わないため、(おもりの重さ)×(支点からの距離)を計算しても両端にかかる力を計算したことにはならない。しかし、つり合わない状態から両端にかかる力について求める科学的知識は第6学年では扱わない。その学習状況の中で、KIは、なんとかして説明しようと習得した科学的知識の中から説明に使えるような科学的知識を抽出し、当てはめて考えることができた。科学的知識を活用しようとする態度が十分に身についていた様子が分かる発言であった。

#### 【実験】

仮説・予想の発表のとき、子どもたちの結論は左右の腕にかかる力を18とすることに落ち着いた。授業者の方から24に修正したり気づかせたりすることはしなかったため、子どもたちは、実験を始めると

すぐにつり合わない現象を目にした。そこで、なぜつり合わないのかを試行錯誤して考えたり、仮説・予想を考え直したりする子どもたちが多く現れた。このような中で授業者が、机間指導を通して、さまざまな働きかけをおこない、子どもたちに習得した科学的知識の活用を気づかせていった。

### 3 班の活動の様子から

授業者	<u>予想は合っていましたか。習ったことは使えてたか。</u>
NM	さぶろく 18 くんさん 27
OH	ただどさ、これあれやん。あの一、21 やろ、
TS	なんで。
OH	7×3 になっている。
NM	あーカップの重さがある。
NN	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
NM	しろく 24・・・。あーほんとや。
授業者	<u>さあ、どうすればうまくいきそうですか。ええことに気がついている君たち。習ったことを上手に活用しな。だから、どう修正すればうまくいくの。</u>
OH	<u>カップはビー玉 1 個分と考えて、どっちも 24 にすればいいんじゃない。</u>
NM	<u>あーそうか、これは。あっ、つり合った。</u>
TS	<u>やっぱり 24 や。</u>

NM は 18 で考えていたが、カップの重さを考えなくてはいけないことに気がつく。そこで OH が NM の発言を受けて気づいたことを班のメンバーに伝えた。カップを入れたおもりの重さで計算し、(カップ 1 個 + ビー玉 3 個) × 6 = 24 ということに気づき、習得した科学的知識を活用させて、右腕にかかる力を 24 と計算し直し、実験で確かめていく様子が確認できた。

### 8 班の活動の様子から

授業者	<u>お一つり合っているやん。習ったことは活用できましたか。</u>
MI	これ、何個か分からん。
YN	ちょっと不正があった。
MI	1, 2, 3, 4, 5,・・・11 や。
YT	11 個。
NJ	不正や。でも、18 に対して、これが 18 になってない。
授業者	えーでも、なんでそれでつり合うのよ。よく考えて。
MI	なんで、なんで。
NJ	<u>(おもりの個数) × (支点からの距離) が等しいからやろ。</u>
MI	<u>ろくさん 18 やろ、11×2 で 22? あはは。なんでなん。どれか (ビー玉の重さが) が違うの。</u>
授業者	<u>いっしょです。ちゃんと計り直しましたから。なんで、これどういう計算なん。今 11 個やろ、これ 3 個やろ、どういう計算なん。なんでつり合ってるの。</u>
YN	あっ、こっちが、違うんや。
授業者	違わへんって。こっちは 3 個なんやって。気がついている班、おったよ。
NJ	<u>カップの重さ忘れてない。</u>

MI	<u>あつ、カップや。</u> (中略)
授業者	ここは解決した。
YN	MI が気づいたって。
MI	だからな、24 でやってみろって言われてな、23 入れる。
授業者	<u>なんで 23 なん。</u>
YN	えっ、1 のときは 23 やで。
授業者	<u>なんで 23 なん。</u>
YN	カップがさあ、ビー玉 1 個分の重さやから、
授業者	<u>でも、さっきあんたら 18 って言ってたやん。</u>
YN	それはさあ、カップの重さがさあ、
MI	えっ、18 と違うの？
授業者	え、だからさ、さっき 18 に計算を合わせるって言ってたやん。
MI	あつ、それはあほやったん。
授業者	結局いくつに合わせたらいいの。
MI	24。
授業者	で、MI、なんで 24 なん。
MI	えっ、なんで。
YN	<u>だからさ、右腕のビー玉は 3 個やろ。カップ 1 個はビー玉 1 個やろ、だから、ここはビー玉 4 個分やんか、それが 6 のところにつるされているんやから、しらくで 24 やんか。せやから、左も 24 で計算する。</u>

8 班へは授業者が 2 回机間指導をした。1 回目は、どうすればつり合うのか考えられなくなり、1 個ずつビー玉を入れていきながらつり合う個数を探す試行錯誤がおこなわれていた。左腕の 2 の位置にカップをつるし、つり合うビー玉の個数を数えたら、たまたま 11 個を発見した。しかし、つり合う理由は見つけられずにいた。MI は右腕は  $3 \times 8 = 18$  に対し、左腕は  $11 \times 2 = 22$  となるのにつり合っていることに疑問を感じていたが、NJ の指摘から、どうやらカップの重さを考える必要がありそうなことに気がついた。このときは、習得した科学的知識を活用しようとしているが、うまく活用できていない状況であった。2 回目は、MI はまだ気がつかない様子であった。YN は計算を 24 ですることに気がつき始めていた。そこで、授業者が、なぜ 23 個を 1 の位置につるすのか尋ねた。MI は説明できなかったが、YN が習得した科学的知識を活用させて、右腕にかかる力を 24 と計算し直すことを説明することができた。それを聞いていた MI も自らのノートに、つり合わなかった理由と、どうすればつり合うのか分かったと記述し、理解できた様子であった。

#### 7 班の活動の様子から

授業者	これ、支点の位置は結局どうやった。
KH	1 と 2 がうまくいった。
授業者	予想通りやったん。
MM	Y e s。
授業者	<u>てこ A には、どんな習ったことを使ったん。</u>



KI	えっと、これは、あれやん。おもりが軽いから、支点と力点を離して、支点と作用点を近くすることを考えた。
----	--

7班の活動の様子から、予想①について、習得した科学的知識が活用できたか尋ねた。KIは、てこを使って物を小さな力で持ち上げるには、支点から力点までの距離が長いほどよく、支点から作用点までの距離が短いほどよいという②の科学的知識を活用したことを説明することができた。

以上から、子どもたちは、仮説・予想、実験、考察で、習得した科学的知識やその活用を挙げさせることができたと考える。これは、開発した教材が、活用力を育てる一定の効果があつたと考える。

## (2)子どもたちのノートから

子どもたちのノートから、習得した知識の確認と納得、知識を活用できた喜び、日常生活への活用を読み取ることができた。

### 習得した知識の確認と納得

(HY) 知識を活用することで授業が分かりやすい。 前の実験で活用することで忘れずに、これらがなくなるが 見つけた知識	(OH) どんな知識を今まで習ってきたか確かめることができている いいと思う。
(TS) 今までの授業の内容を覚えていない と活用することができないので 理科の授業の内容がしっかり定着する ようになった。	(KA) 知識を活用すると 身につきやすい。 覚えやすい。

上記のように、HYは「身につけた知識がこんらんがない。」、OHは「知識を確かめることができる。」、TSは「学習が、定着するようになった。」、KAは「知識を活用すると、身につきやすく覚えやすい。」と記述した。これらからは、習得した科学的知識を活用させることで、確認と納得ができる実感していることが読み取れた。

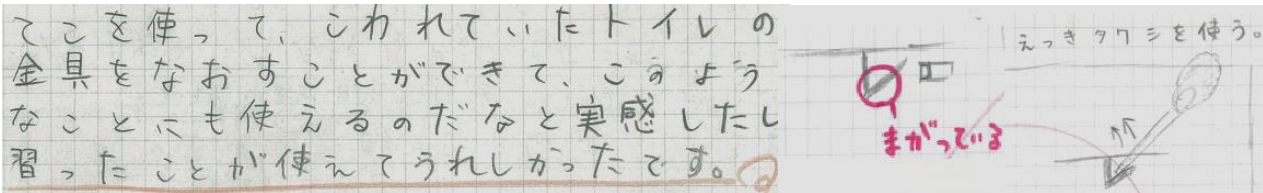
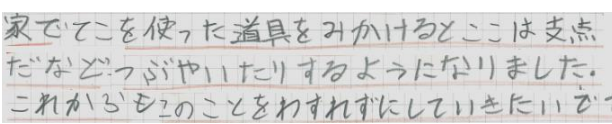
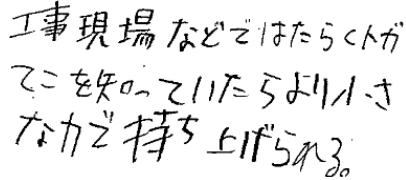
### 知識を活用できた喜び

(YK) 今までの習ったことを 使って考えるので、宝探しが しみたいて楽しかった。	(KH) 知識を活用すると前に習ったことを このように使えるのだから、習ったけど 忘れていたことも、また思い出して、 楽しい。
(KK) これまでに習ったことを活用して 問題を解決した時はおもしろ う楽しかった。	(MI) また新たな知識を生み出 せる的ないかいをして、 とても楽しい

上記のように、YKは「宝探しみたいて楽しい。」、KHは「習ったけど忘れていたことをまた思い出して

楽しい。], KKは「これまでに習ったことを活用して問題が解けたときは、面白く、嬉しかった。], MIは「また新しい知識が生み出せる感じがして楽しい。」と記述した。これらからは、習得した科学的知識を活用できた喜びを実感していると読み取れた。

### 日常生活への活用

<p>(KH)</p> 	
<p>(TH)</p> 	<p>(TN)</p> 

上記のように、KHは「壊れていたトイレの金具を直すことができて嬉しかった。], THは「家で、てこを使った道具を見かけると、支点だなどつぶやくようになった。」TNは「工事現場などで働く人がてこを知っていたら、より小さな力で持ち上げられる。」と記述した。これらからは、習ったことが日常生活で活用できると実感をしていることが読み取れた。

## 5. 成果と課題

成果は、2つである。

1つは、子どもたちの習得した科学的知識が十分でなかったとき、実験を通して、仮説・予想を考え直したり、試行錯誤をして得られた結果を検証したり、話し合ったりすることで、科学的知識やその活用を確かにしたり、修正したりしていくことが確かめられたことである。それは、本時の仮説・予想において、全ての子どもが習得した科学的知識を十分に活用できず、課題に合わない予想を立てた。しかし、仲間とともに実験をし、つり合わないという結果が出ると、なぜつり合わないのか子どもたちは考え始め、てこCがつり合うための仮説・予想を考え直し、再実験した。その結果、本時の課題を達成することができた。子どもたちは仲間とともに自ら科学的知識の活用を確かにしていくことができたのである。2つは、習得した科学的知識を日常生活で活用させようと、自ら探究する活動につなげることができた子どもたちも数多く現れたことである。例えば、トイレ掃除のときに壊れた金具を直すことを思いついたKHは、同じ班の仲間とともに習得した科学的知識を活用して、えつきたわしの棒で修理した。また、普段使っている道具のとらえ方が変わったTHや、社会科の資料集に描かれていた、古墳を作っている人がてこのはたらきを利用していることに気づいたNNもいた。

課題は、1つである。習得した科学的知識が十分でなかったことである。本時では、全員が課題に合う予想を立てられなかった。これは、確かな科学的知識を習得していなかったことが考えられる。つまり、単元計画で設定した、習得すべき科学的知識を確かに習得させることに課題が残った。

これらの成果と課題を活かし、これからもさらに有効な活用力を育てる教材開発を進めていきたい。