

# 体感を通して学ぶ理科指導

— 運動とエネルギーの学習を通して —

名古屋市立名南中学校

小原 一郎

## I はじめに

私は、科学館で行われた「青少年科学の祭典」に講師として参加した。この祭典での参加者は、二日間で一万人を越していた。自分で交通費を払い、遠くからやってきた子供たちも多くいた。

土の中の小動物を顕微鏡で観察するために枯れ葉を必死に拾う子供、カエルの生態を不思議そうに観察する子供、合成洗濯のりから「スライム」を楽しく作る子供、超伝導カーを走らせて遊ぶ子供…。子供たちは目を輝かせて観察・実験に参加した。

興味を持って意欲的に参加している子供たちを目のあたりにして「この目の輝きを授業にも出してくれたら」と痛感した。

私のグループの実験は、果物に2種類の金属をくっつけると電流が流れだし、電子オルゴールなるという実験である。この実験は、中学3年生の1学期に行うイオンについての実験であるが、小学生でも、興味をもって、何度も戻ってきては実験して調べていた。

「なぜ、音が鳴るの?」「これは、何?」といった声。子供たちは、「不思議だなあ」「なぜだろう」という疑問を持った時、「知りたい」という気持ちが起こり、目の色が変わってくるのである。

そこで、今回の体験をもとに「目を輝かせて参加する授業」を目指して実践した。



## II 生徒の実態

生徒38名についてアンケートを行った。

Q：理科が好きですか、嫌いですか

好き 17名 嫌い 15名 無回答 6名

[好きと答えた理由]

- ・ 実験などで、今まで知らなかったことを知ることができた。
- ・ 動物や植物が好きで、身近だから

[嫌いと答えた理由]

- ・ 覚えにくい、計算が苦手で難しい
- ・ 目で見ることができなく、想像することができない
- ・ 生活に役立たない

好き



T君 実験などで、今まで知らなかったことを知ることが出来るから。

Yさん 動物や植物が好きだから。

Mさん 計算とかおぼえることがたくさんあるから。

Sさん 実際と目で見なくて、理解しにくいので苦手です。

D君 生活するのにあまり必要がないことを勉強しなくていいから。

ならないから。

嫌い



予想以上に「嫌い」と答える生徒が多かった。「なぜ、生徒は理科を嫌いになったのだろうか？」  
私は悩んだ。

理科が好きな生徒は、分かる喜びと、身近ですぐに調べられたことをあげている。

それに対し、嫌いな生徒は、考えたり記憶したりすることが苦手であり、抽象的な内容を具体的に考えることができなかった。

そして、理科を生活の場面で考えることなく、身近に感じるができなかったと答えている。

### Ⅲ 基本的な考え方

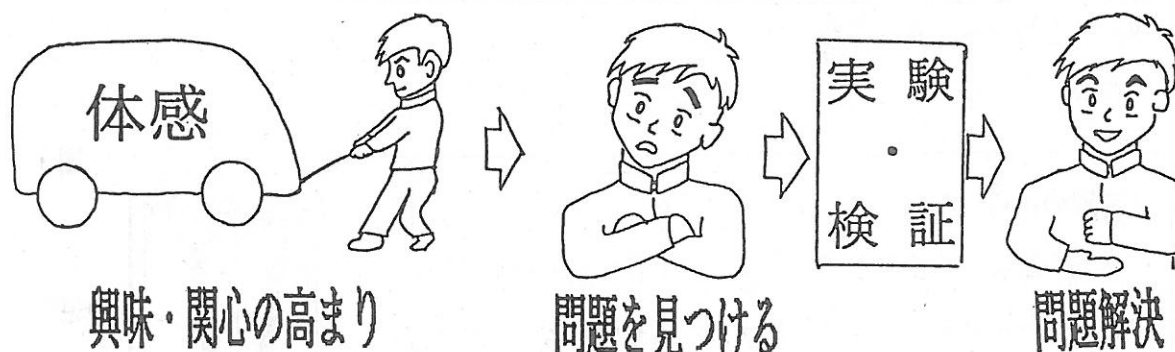
生徒の実態から次の点に留意する必要があると考えた。

- 1 抽象的な内容を体感を通して考える。
- 2 学習内容を具体的な生活の場面で、どう生かされるかを考える。

授業においては、導入段階で次の点に配慮して実践することにした。

- 1 生徒が喜んで取り組むような身近で、興味・関心がわくような内容を取り上げる。
- 2 教室の中にこだわらず、教室の外に出て、実際に体感して学習できる。
- 3 問題点を見つけ出し、学習の目標を明確化する。

#### 自ら（体感から）学んだ問題を解決する能力の育成



## IV 実践

### 1 指導計画

単元：第6章 運動とエネルギー（28時間完了）

項目	時間	実験	実践
1 力のはたらき			
1-1 二つの力のつり合い	2	実験1	実践例1 「車を動かそう！」
1-2 力の合成	3	実験2	
1-3 力の合成と浮力	2	実験3	
1-4 力の分解	2	実験4	
2 物体の運動			実践例2 「逆立ちをうまくやろう！」
2-1 速さ			
2-2 運動の記録のとり方	1		
2-3 速さと向きの変化	1		
2-4 速さの変わる運動	3	実験5	
2-5 等速直線運動	2	実験6	
2-6 慣性の法則	1		
2-7 力のおよぼし合い			
3 仕事とエネルギー			実践例3 「友達を滑車で持ち上げよう！」
3-1 仕事とは	2	実験7	
3-2 道具や機械を使ったときの仕事	2	実験8	
3-3 一定の時間にする仕事	1		
3-4 エネルギー	1	実験9	
3-5 エネルギーの移り変わり	2		
4 科学技術の進歩と生活			
4-1 科学技術の成果	1		
4-2 情報機器の発達	1		
4-3 エネルギーの利用	1		

対象生徒 名古屋市立名南中学校 3年4組38名

(男子19名女子19名)

### 2 実践例1 「車を動かそう！」

単元：力の合成（2，3時／3）

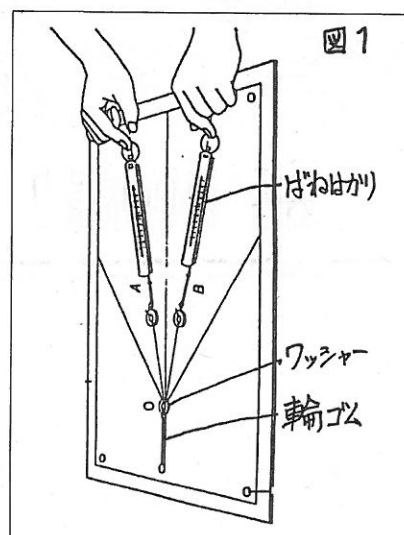
#### (1) ねらいと手法

##### [学習のねらい]

一つの物体に二つの力を加えると、それらの力は物体にどんなはたらきをするだろうか？という課題から、2力と同じはたらきをする力（合力）があることに気づかせる。

従来は、向きが異なる二つの力の合力については、図1のような簡単な教具を使い、合力について求めさせていた。

しかし、この実験をいきなり行うのでは、「生活に役立

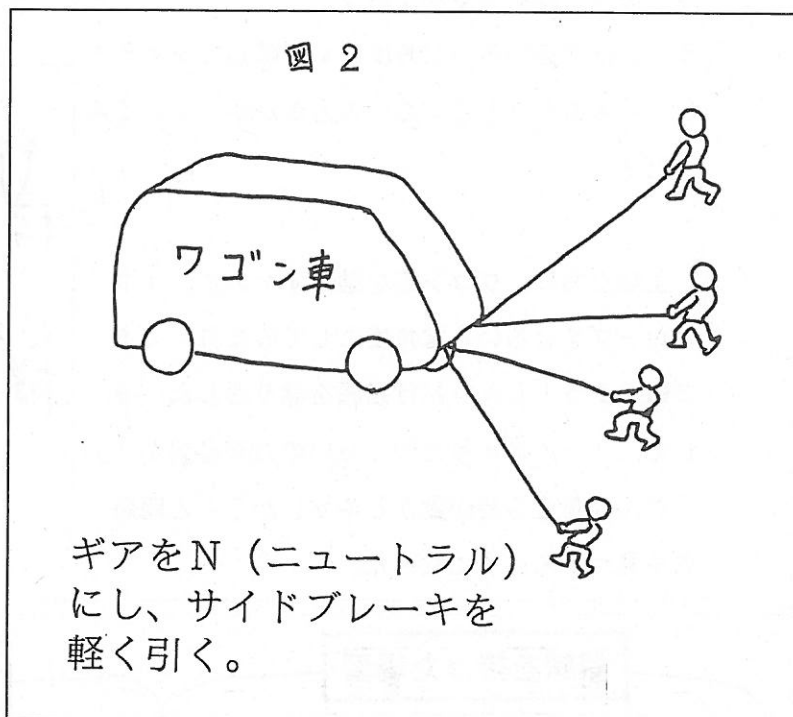


たない」「計算で考えることばかりでおもしろくない」という問題点を解消できない。

そこで、次のような導入を考えた。

導入として2トン近くあるワゴン車をロープで引っ張るという実験を試みることにした。自分で車を動かすという体感を通して、どのようなときが最も動かしやすいかという問題点を見出させる。

この実験によって、生徒の合力についての考え方を容易にするとともに、理科の内容が日ごろの生活や具体的な場面でも生かされることを印象づける。



## (2) 授業の様子

### ア 興味を持った場面

T 今日、先生の車（ワゴン車）をロープで引っ張って動かすぞ！

T A君！動かしてごらん。

S よし。…動かないよう。

S 動かないぞ！K君たちもいっしょに引っ張れよ。

S わあ、動いた！



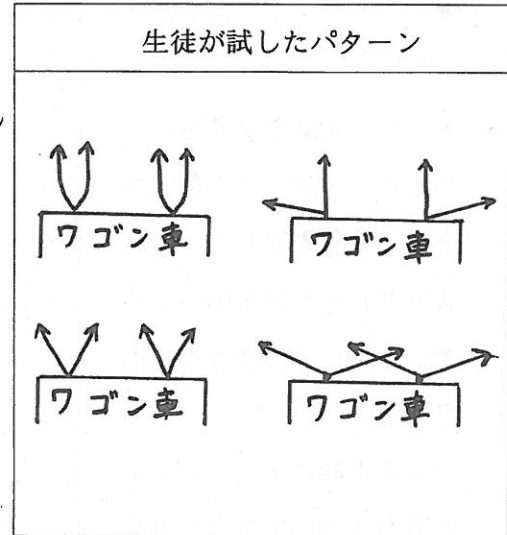
写真1：ワゴン車を動かす場面

今まで、授業であまり意欲を見せなかったA君やK君が、自分からすすんでやろうとする姿勢を示した。興味・関心を高めることができたと考えられる。

イ 問題を見つける場面

S 何人で動かせるんだろう？  
 S ロープをいろんな角度にして試してみよう！  
 S 一人あたりどのくらいの力がかかっているんだ？

生徒たちは、ワゴン車を動かすために、4本のロープをいろいろな角度にしてみたり、1本で動かそうとしたり試行錯誤を繰り返した。そして、「一人あたりどのくらいの力が必要か？」「どんな角度の時が動かしやすいか？」と問題点を見つけるようになった。



興味を持った場面

M君 車が思っていたより簡単に動いたのが意外だった。  
 S君 もっとたくさん人数じゃないと動かないよ。  
 ・思ったのと4人で動くとは正直思わなかった。  
 H君 車が重くはよおもわなかった。  
 動いたのを見てびっくりした。

問題を見つける場面

M君 角度が小さく作ればと車を動かそうとイイ力が必要だった。  
 K君 角度が小さい方がより小さな力で動かすことができる。  
 M君 一人あたりどのくらいの力で引ければいいのか？

ウ 問題解決の場面

T 物体を2つの方向から引く時のそれぞれの力の大きさを調べよう！  
 S 角度が大きいと、大きな力が必要だ。車と同じだ。

T君の実験プリント

考察(わかったこと)

・角度が大きければ大きいほど大きな力が必要で、小さければ小さいほど力が少なくて済む。

↑  
 規則性の発見



写真2：合力を調べる場面



2トンのワゴン車を実際に動かす体感をした結果、生徒は、力の大きさがどのようになるかをイメージしながら実験に取り組んだ。

そして、自分のデータから、角度が小さいときに小さな力で動き、角度が大きときに大きな力が必要であるという規則性を発見することができた。

### Kさんの実験プリント

考察(わかったこと)

角度を△ぐらにして引棒が力があまり使わない!

ワゴン車を動かした時をイメージしている。

### (3) 実践1のまとめ

この実践から次のような学習効果があったと考えられる。

- 1 ワゴン車を動かすという体感活動に、生徒は興味・関心を持った。
- 2 人数を変えたり、角度を変えたりして、車を動かすという活動が見られ、自ら問題発見しようとする姿勢が表れた。
- 3 体感を通して力の規則性を見つけることができた。

D君 実際にやってみないとわからないこともあるなあ。

T君 実際に口で言うよりやってみたほうが  
すごくわかった。

「実践にやってみないと分からないこともあるなあ!」「説明を聞くよりも実際に(車を動かす)実験をやってみた方がすごく分かった」という感想から、ワゴン車を実際に動かした体験が、学習の意欲を引き出し、机上での実験でも意欲的に参加できたと考える。

Mさん 三人で重い荷物を引く時角度が△いられていると力が失くさん  
必要になるので二人の間の角度をせまくする。

Kさん 長さは、重い荷物を引っ張ると、ショルダーバック長と  
ショルダーバックの長さ、オビの長さ、紐の長さ、  
紐の長さ、紐の長さ、紐の長さ、紐の長さ、紐の長さ、

日頃の生活に振り返って考えている

「手揚げよりリュックサックの方が楽な理由が分かった。」「力のはたらきが使われているものをさがすなど、気をつけてみたい！」と日頃の生活を振り返って考えるようにもなった。

Fさん  
家のザマがつかなくなってきたので、力のはたらきを使っているものなどをさがしてみたり、気をつけてまわりを見まわす。

### 実践例2「逆立ちをうまくやりたい！」

単元：力の分解（1，2時／2）

#### (1) ねらいと手法

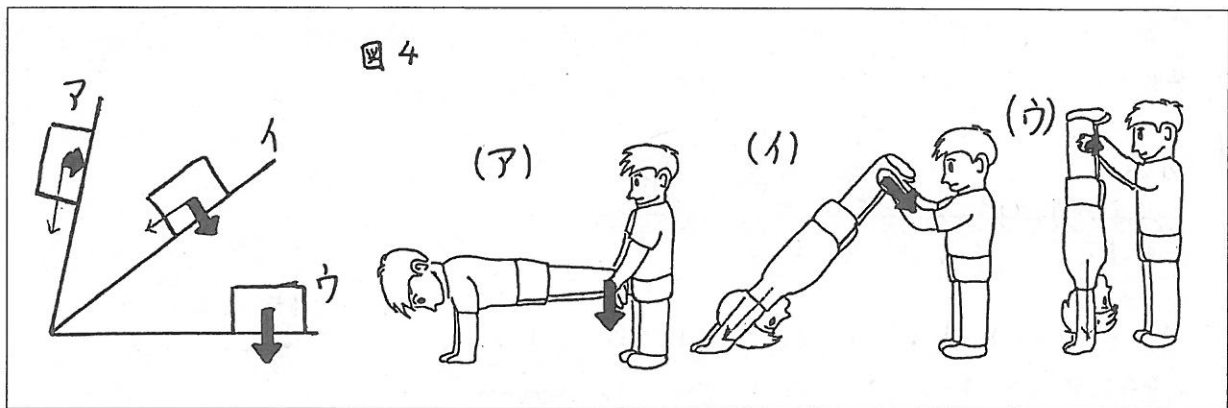
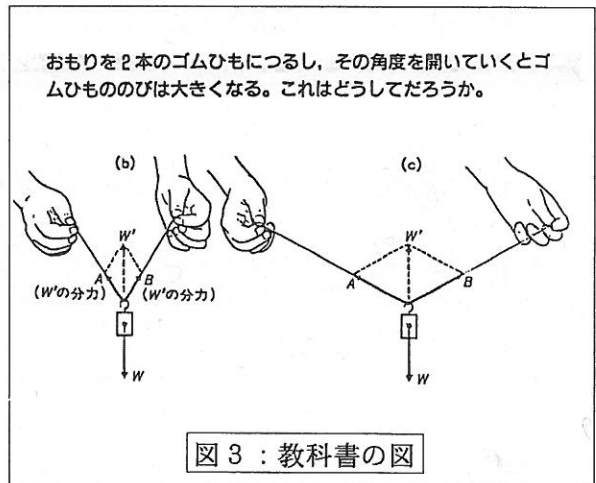
##### [学習のねらい]

斜面においた物体にはたらく重力の斜面に沿う分力と斜面に垂直な分力を求める。斜面の傾きを大きくすれば、物体にはたらく重力の斜面に沿う分力は大きくなり、斜面に垂直な分力は小さくなることに気づかせる。

今までは、図3のような演示実験を行ってから斜面上の物体にはたらく分力の大きさを調べる実験を行い内容をとらえさせていた。

しかし、この方法では、物体にかかっている力や分力の大きさを直接目で見ることができない。その結果、生徒は力の大きさがどのように変わるかをとらえることができなかった。生徒の興味を引くこともできなかった。

そこで、次のような導入を考えた。身体を斜面の傾きにみたてて図4のような実験をさせた。





支える生徒の力が斜面へ垂直な分力の大きさであり、逆立ちをしている生徒の力が斜面に沿う分力の大きさである。逆立ちをしている生徒の身体の傾きが変わると、それぞれの生徒にかかる力がどのように変わるかを体感からとらえさせる。

(2) 授業の様子

ア 興味を持った場面

T 逆立ち、手押し車、体を斜めにした時の3つの場合をやってごらん！  
S よし、やるぞ！

勉強は嫌いだが、身体を動かすことが好きな生徒は多い。生徒たちは、逆立ちをする方、支える方を交代しながら必死に取り組んでいた。

イ 問題を見つける場面

S 逆立ちをしている時、支えている方は楽だ。  
S 逆立ちをする方は、腕に、すごい力がかかった。  
S 体を傾けたときは、支えている方は、大きい力がかかったので疲れた。  
支えられる方は少し楽だった。  
S 支える方は、最初は重いけど、逆立ちができるにしたがって、軽くなった。

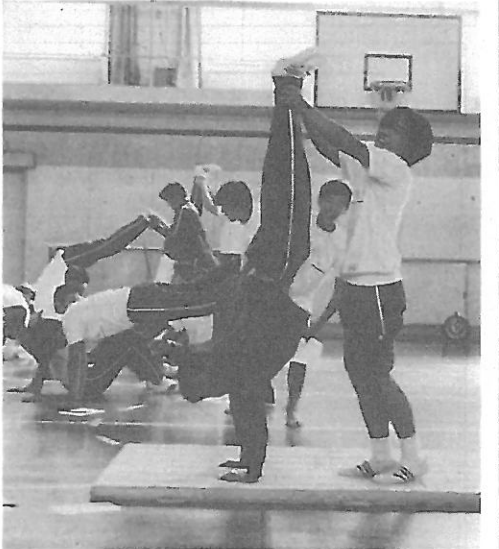


写真3：逆立ちをする場面

Kさん (女子) 体育でやった実験の時、Bさん (男子) は上に足をあげていくほど使った力は軽くなっていった。おろすときは反対に力がかかっていることになっていった。

体感から腕にかかる力の変化に気づく

生徒は、逆立ちや手押し車をするうちに、角度によって、支える方と支えられる方の腕にかかる力が変わってくることに気づいた。

ウ 問題解決の場面

T 物体を斜面に置いたときには、物体にはどんな力がかかっているのかなあ？台はかりと台車とばねはかりを使って調べてみよう！

S 斜面の角度が大きくなると、ばねはかりにかかる力は大きくなるが、台はかりにかかる力は小さくなった。

S 体育の時の実験と似ている。

S 逆立ちをした人の力とばねはかりの力、支えている人の力と台はかりにかかる力が同じなのかなあ？



写真4：斜面に向かう分力を調べる場面

考察（わかったこと）

角度が大きくなるとばねはかりの重さは増えるけど、台はかりの重さは減る。



**倒立** (上げると)

ちょっとあげるとえら!!か!!  
かなりあげるとかえって楽!!

(上げるとき)

ちょっとあげたけどどう!!  
がらく。かなりあげると  
うで!!いた!!。

**台車** (台はかり)

ちょっと上げると台はかりに大変!!か!!か!!  
あげる時はなかがかかる。

(ばねはかり)

ちょっと上げると台はかりはかる!!。かなり上げると重い。

さかがたで足と重さのふきに直にちかいかん!!になるから重い。さかがたで台車のふきに重さがかかると台はかりは軽くなる

評価

(5・・・できた)

1・・・できなかった)

1 すずんで実験に  
参加できましたか

1 2 3 4 **5**

--	--	--	--

2 おもしろかった  
ですか

1 2 3 4 **5**

--	--	--	--

3 協力してでき  
ましたか

1 2 3 4 **5**

--	--	--	--

生徒の学習プリント

ろいにかわるかは、角度が大きくなるにつれて大きくなっていった。これは今回の実験と同じだと思え。

つまり、倒立したときにろいにかわる力とばねはかりの力が同じ役割で、倒立した人をささめる人にわがる力と台はかりにかわる人が同じということ。ばねはかりか？

1 体育の倒立でも(私は支えているからだ)角度が大きくなるにつれて重くなっていったことを思い出した。

逆立ちの時の支える方と支えられる方のかかる力と実験を比較している。

生徒は、斜面に沿う分力と垂直の分力についてを、体育時の授業で行った逆立ちのことを思い出しながら(イメージ)実験に取り組んだ。

### (3) 実践2のまとめ

この実践から次のような学習効果があったと考えられる。

- 1 逆立ちをするという体感活動で、力について興味・関心を持った。
- 2 体感を通じた経験から、斜面の角度と分力の関係をとらえることができた。

体育の授業と関連づけてまとめている生徒が多かった。

体育の授業で力を体感し、理科の実験で検証することとなり、斜面の傾きを大きくすれば、物体にはたらく重力の斜面に沿う分力は大きくなり、斜面に垂直な分力は小さくなることに気づくことができた。

### 実践3 友達を滑車で持ち上げよう!

単元：道具や機械を使ったときの仕事

#### (1) ねらいと手法 (1, 2時/2)

##### [学習のねらい]

道具を用いても仕事の大きさは変わらない。

動滑車を使うと持ち上げる力は1/2ですむが、力のはたらく距離は2倍になり、仕事の大きさは動滑車を使っても変わらない(仕事の原理)ことに気づかせる。

今までは、教科書の「クレーン車に用いられている滑車」の写真を初めに見せていた。

工事現場でクレーンを見たことがあるが、滑車がどのように用いられているのかを詳しく見たことがあるという生徒はいなかった。

これでは、滑車を身近な道具であるという感じを受けない。

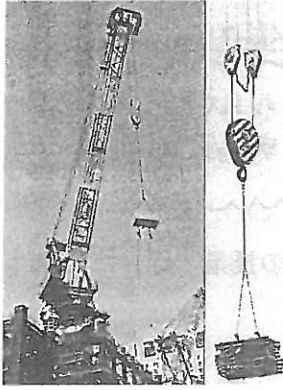
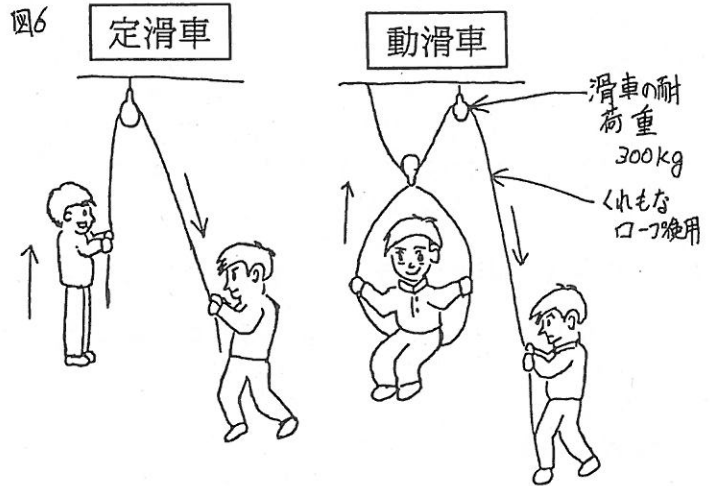


図6-41 滑車 滑車はクレーンなどに用いられている。

図5：教科書の写真



そこで、次の導入を考えた。

強度の強い滑車とロープを購入し、図6のように“友達を定滑車と動滑車で持ち上げる”実験を行うことにした。

理科室での従来の実験は、図7のように、滑車を使い、ばねばかりで100g程度のおもりを20cm持ち上げるという簡単なものである。

この実験では、「おもしろい」と興味を持って取り組む生徒は少なかった。

そこで、身近なものに感じるように、生徒にいろいろな道具を使ったときの仕事を考えさせ、実験に取り組ませることにした。

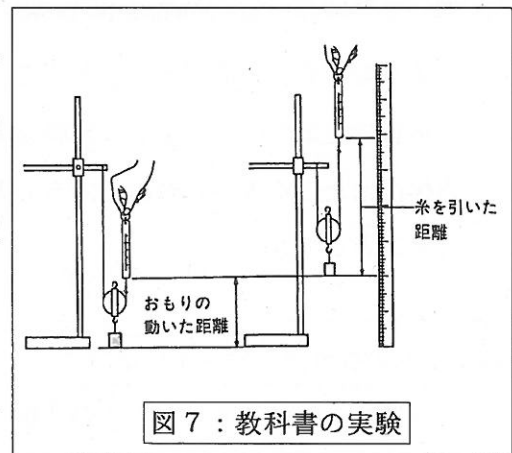


図7：教科書の実験

## (2) 授業の様子

### ア 興味を持った場面

- T 今日は、滑車で人を  
持ち上げよう！
- S 滑車って、何？
- S 持ち上がるの？
- S わあ、すごい！  
持ち上がった。
- S 私もやりたい！



写真5：低滑車にぶら下がっている場面

<sup>M</sup>君  
あんなにかんたんにくるものが、思った。

<sup>D</sup>体を使った実験だったのでとても楽し  
かった。

<sup>A</sup>道具を使って、あんな簡単に人が持ちあがるん

だよね、とびっくりした。

<sup>F</sup>いきなり実験より身近に感じられる実  
験がおもしろかった。

生徒の驚きの声  
↓  
興味・関心  
の  
高まり

初め生徒たちは、「本当に、人が持ち上がるのか」と思っていた。しかし、実際に人が持ち上がった時は、「すごい！」という声があがり、「私も・僕もやりたい」と生徒たちは積極的に実験に取り組んだ。

「あんなに簡単に浮くのか」と驚きの感想とともに、「身近に感じられる実験でおもしろかった」「体を使った実験だったので、とても楽しかった」など「おもしろい」「楽しい」という感想が多く、授業では無気力であった生徒や集中して受けられない生徒も興味・関心を持って取り組んだ。

#### イ 問題を見つける場面

- S 定滑車だと、すごく思い！
- S 動滑車にしたら、軽くなった？
- S すごい！定滑車より軽く上がるよ。
- S 半分くらいの力ですむみたいだ！
- S でも、ロープをたくさん引かなければいけ  
ないよ。

<sup>K</sup>定滑車は、1人で上げるのに2~3人くらいかかる  
のに、動滑車だと1人で上げるのに2人、  
動滑車の力が半分くらいで済むから、  
いい。



写真6：動滑車で人を持ち上げる場面

定滑車は体重の重さだけの力が必要であり、  
 動滑車は、半分の力で十分である。生徒たち  
 は、この二つの道具を実際に使い、体感する  
 ことで、「力の大きさが変わるんだ」という  
 ことと「引くロープの長さが違う」ことに気  
 づいた。

F之人  
 定滑車と動滑車では動滑車の方が力が定滑車  
 より少ないとわかった。けれど、動滑車は力が  
 少なくてよくても引く人が1回引いたら  
 足もぐら下がった人は少ししかあがらなかったよ  
 うな気がした。

ウ 問題解決する場面

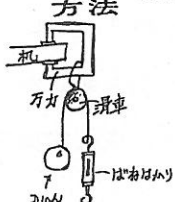
T 滑車や板などの道具を使って仕事の大きさを調べよう！  
 準備するもの：ばねはかり（200g用，10kg用），滑車，クランプ（固定用）  
 S 新聞紙や定滑車や動滑車で調べよう。 S バケツに水をくもう！

分銅で調べるだけ  
 でなく生徒は、いろ  
 いろなもので調べる  
 ことと、自分たちで  
 考えた実験を行った  
 ことで、興味・関心  
 を持って取り組めたと考える。


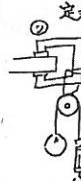
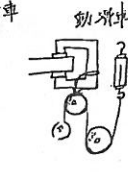

生徒の学習プリント

準備  
 動滑車、30cm定規、分度器、ばねはかり、ひも、おもり、ワカ、おかん、  
 エロハンター、袋、糸、はり

方法



① おかんの重さを測る。  
 ② 動滑車と定滑車の実験を行う。  
 ③ おかんの個数を増やす。

結果

おかん1個 90g

30cm あげる { 2個の動滑車...140g重  
 3個の動滑車...150g重 } 高さによっちゃう。

おかん3個を20cm あげると126g重

[動滑車]	15個	[定滑車]	14個 (1個真傷)
10cm	500g重	定滑車のワカ	10cm 1kg重
20cm	600g重	ばねのワカ	20cm 1kg重
30cm	700g重	ワカ大きい	30cm 1kg重
			40cm 1.1kg重

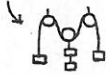
M5人 ひもを横にひくところを工夫した。おんなたてに引いているから、ふっ。  
 うちの班がやると、非力な力がでた。  
 M6 自分たちが考えて行った実験なので楽しくできた。ただし準備に時間が  
 かかっていたんだ。時間がなくて定滑車だけにして実験ができなくて残念だった。

楽しくできた  
 ことがうか  
 がわれる  
 ↓  
 意欲的



生徒が調べたパターン

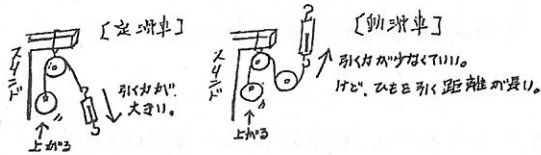
- ・板の角度を変えて調べる・・・12名(3グループ)
- ・滑車を使って調べる
  - ・古新聞・・・7名(2グループ)
  - ・水をくんだバケツ・・・8名(2グループ)
  - ・みかんを入れたかご・・・4名(1グループ)
  - ・ダンベル・・・4名(1グループ)
  - ・いす・・・4名(1グループ)
- ・分銅でつりあいを調べる・・・4名(1グループ)



生徒の学習プリント

考察(わかったこと)

- ・定滑車でも動滑車でも持ち上げる量は、変わらない。
- ・定滑車の時は、みかんをばっけはかりでさげるとか、動滑車よりも大きかった。
- ・みかんを、定滑車であげると、動滑車であげるとでは、動滑車のほうが引ばたみもの長さが長かった。
- ・個数が増えると動滑車のほうが早くもち上がった。



板や滑車などを使って調べる場面

(3) 実践3のまとめ

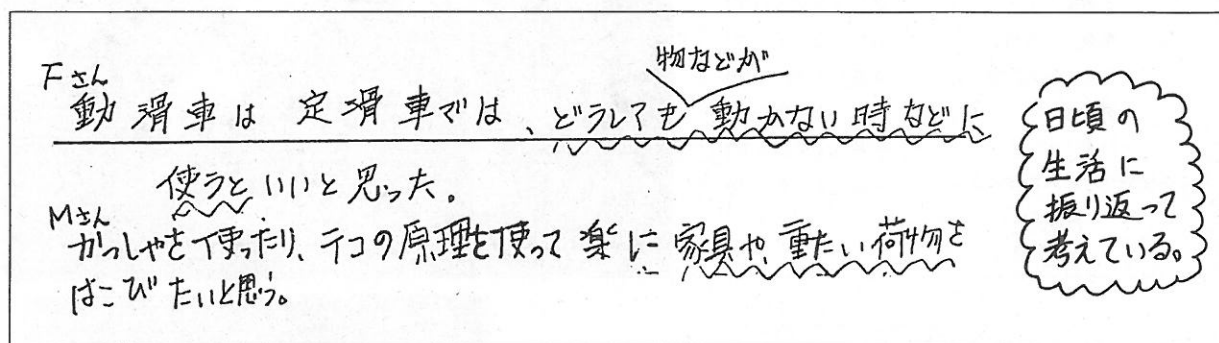
この実践から次のような学習効果があったと考えられる。

- 1 滑車で人を持ち上げるという体感活動に興味・関心を持った。
- 2 体感を通じた経験から、力の大きさと力をはたらかす距離の規則性に気づくことができた。
- 3 体感活動を通して、自らの問題を解決する方法を考えることができた。

H21  
動滑車がどんなものかあまり知らなかったのじ  
どんなもので、どんな役割を果たすのかがわかった  
 M20  
図1書い理解が深り、案さいにみつけた方が定滑車か動滑車  
かどのほうが重いのかわかった。

理解を  
 深めることが  
 できたことが  
 うかがわれる

「教科書などの図を見て理解するより、実際に見た方が定滑車や動滑車がどのようなものかよく分かった」という感想から生徒は、理解が深まり、次の実験への発想もしやすくなることのできたと考える。



「今度、重い荷物は滑車を使って楽に運びたい」という感想からも分かるように、日頃の生活に役立てるという実感を持たたと考えられる。

## V 実践を振り返って

今回の実践は、教室の中で、問題を問いかけて始めるのではなく、教室の外に出て、生徒が体感することから始めた。導入段階での体感を通して、次のような成果が見られた。

- 1 学習内容を身近な場面での内容に置き換えて考えさせると、生徒の興味・関心が高まる。
- 2 体感を通して学習させると、力の大小関係についての規則性を容易に導き出すことができる。
- 3 導入段階での工夫により、生徒の活動を活発にさせることができる。

以上の3点である。

無気力だった生徒や集中して授業を受けることができなかった生徒も夢中になって実験に取り組んだ。

また、分からないことを実際に体験し、体験することで分かったことや新たな問題点を自分なりの方法で解決しようとする能力を育てることができたと考える。

今後も、導入段階で工夫し、生徒の目が輝くような授業に取り組んでいきたいと考えている。

科学の祭典に参加して、おもしろい実験を数多く見ることもできた。このようなイベントや研究会に参加しもっと学んでいきたい。