

「力の働き」を実感しながら学べる教材の開発

一井 武幸*

Development of the teaching materials to be able to learn
while realizing "a function of power"

by

Takeyuki ICHINOI

1. エネルギー領域「力」の学習に関する考察

1.1 新教育課程における系統

2017年7月に告示された小学校及び中学校学習指導要領解説理科編⁽¹⁾⁽²⁾、並びに2018年7月に告示された高等学校学習指導要領解説理科編⁽³⁾における「力」に関する学習内容及び系統は、以下の通りである。

(1) 小学校

①	3学年「風とゴムの力の働き」	風の力の働き	ゴムの力の働き
②	5学年「振り子の運動」	振り子の運動	
③	6学年「てこの規則性」	てこのつり合いの規則性	てこの利用

(2) 中学校

①	1学年「力の働き」	力の働き	(2力のつり合い)
②	3学年「力のつり合いと合成・分解」	水中の物体に働く力(水圧、浮力)	力の合成・分解 運動の規則性 運動の速さと向き 力と運動 力学的エネルギー 仕事とエネルギー 力学的エネルギーの保存

(3) 高等学校

①	物理基礎
	運動の表し方 物理量の測定と扱い方 直線運動の加速度 様々な力とその働き 様々な力 力のつり合い 運動の法則 物体の落下運動 運動エネルギー 位置エネルギー 力学的エネルギーの保存
②	物理
	曲線運動の速度と加速度 放物運動 剛体のつり合い 運動量と力積 運動量の保存 円運動と単振動 万有引力 惑星の運動 気体分子の運動と圧力 気体の内部エネルギー 気体の状態変化

1.2 エネルギー領域「力」の学習に関する課題

(1) 直接体験活動からの課題

理科におけるエネルギー領域「力」の学習は、小学校、中学校、そして高等学校の内容において、実験、とりわけ児童生徒が直接体験活動を通してながら、問題や課題の解決を図っていく代表ともいえる内容である。直接体験活動は、児童生徒が力に対して感性を直接働かせることで、その質的・量的な感覚を味わいながら学習していくもので、今日の理科教育で重要視されている「実感を伴った理解」につながるものと考えられる。

「力」の学習では、1.1の学習内容や系統の通り、力の働きを利用して物を動かしたり、逆につり合わせるために物の動きを止めたりして追究していく活動がある。

*東海大学 教職資格センター 教育学研究室 特任教授

このときの「物を動かす」、或いは「物の動きを止める」という活動中に感じる感覚的な学びを重視するのである。

しかしながら、小学校の段階でも自然事象の因果関係を、ある任意の条件と関係付けながら、或いはいくつかの条件を制御しながら思考していく過程を重視するために、実験の過程では数値データを集めて処理したり、解釈したりしている。このように、初めから定量的な実験を前提とした検証活動が中心となっているのである。これは、科学的な検証方法としては適切なのであるが、児童生徒が主体的に発想した予想や仮説を検証していくという一連の流れにかかわらず、感覚面・情意面での感動が少ない学習活動となっているという課題がある。

(2) 重さと質量、力の大きさの課題

中学校学習指導要領解説理科編によれば、「重さについては、小学校の学習を踏まえながら、力の一種であることを理解させ、重さと質量の違いにも触れ、質量は場所によって変わらない量で、てんびんで測定することができる量であり、重さは物体に働く重力の大きさで、ばねばかりなどで測定することができる量である。」とある。また、「力には、大きさ、向き、作用点という要素があり、力を矢印の大きさと向きを用いて表すことができることを理解させ、学習の中において、身近なところに存在している力の具体例などにも触れ、生徒の興味・関心を高めることも大切である。」としている。(一部抜粋)

このように、重さ、質量、力などの用語や関係性についての科学的認識を深めるために、日常生活の中での具体例を取り上げながら「実感を伴った理解」を図ることを促している。しかしながら、実際の授業での活動は、実験の試技数や時間も制限されてしまい、単なる知識の理解にとどまっているのが現状である。

2. 「力の働き」を実感しながら学べる教材の開発

2.1 代替教材について

(1) 「ばねばかり」に代わるもの

学校の授業の中で使用する「ばねばかり」は、今日の日常生活においてはほとんど使用しなくなっている。しかも、その備品そのものも見かけなくなりつつある。以前は小学校算数で「重さ」の学習でも使っていたが、現在では中学校理科の「力の働き」を学習する際に使うぐらいである。その中のフックの法則では、「弾性のある物体の変形の大きさは、加えた力の大きさに比例する」ということを学習する。そこで、さらに身近な物で、効果的な学習ができないものか「輪ゴム」を教材化してみた。

(2) 信頼性のある「輪ゴム」の選別

市販されている輪ゴム「100%pure rubber 折径70

mm sizeNO.18 320本」を使用した。

同規格の商品であったが、目測でも径の大きさや太さの違いを感じたので、以下の手順で、フックの法則が成り立つと思われる輪ゴムを選別することにした。

① 均一な円形で、同一の直径のものを選別する。(図1)

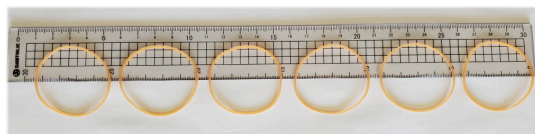


図1：目測により320本から282本を選別

② ①で選別した輪ゴムに、1Nの重力のおもりを吊り下げ、同じ伸び方をする輪ゴムを選別する。(図2)



図2：282本から92本を選別

③ ②で選択した輪ゴムにそれぞれ0.3N, 0.6N, 0.9N, 1.2N, 1.5N, 1.8N, 2.1Nの重力のおもりを吊り下げ、輪ゴムのびが重力の大きさと比例関係にあるものを選別する。ばね定数 $k = 0.6 \text{ N/m}$, 弾性限度あり。(図3)

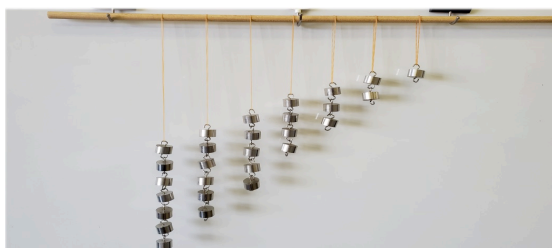


図3：92本から61本を選別

2.2 選別した輪ゴムを使っての実践例⁽⁴⁾

(1) 中学校1年理科「力のつり合い」

2つの力がつり合うとき、以下の3つの条件が成り立つ。力の大きさや向きはどのような関係になっているのかを、実感しながら学べる実験法である。

- ① 2つの力は、大きさが等しい。
- ② 2つの力は、一直線上にある。
- ③ 2つの力は、向きが反対である。(図4, 図5, 図6)

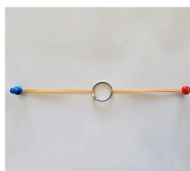


図4

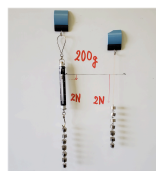


図5



図6

(2) 中学校3年理科「力の合成」

向きが違う2つの力の合力の大きさや向きは、どのようになるのかを実感しながら学べる実験法である。向きが違う2つの力の合力の大きさは、それぞれ2つの力の

和よりも小さい。(図7, 図8) また引く角度により、同じ合力の大きさでも、それぞれ2つの力の大きさは異なる。

(図9)

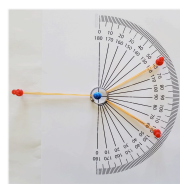


図7

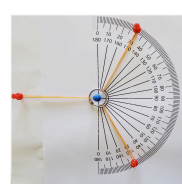


図8

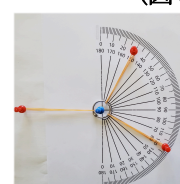


図9

(3) 中学校3年理科「力の分解」

1つの力(図10)を2つに分けた場合、それぞれの力の大きさや向きはどのようになっているのかを実感しながら学べる実験法である。1Nの重力のおもりを下向きに吊り下げてつり合っているとき、上向きに働く2つの力に分けることができる。(図11, 図12)



図10



図11



図12

(4) 3つの力がつり合うときの力の合成と分解

3点の赤色ピンから、それぞれ輪ゴムを黄色ピンに掛けて中央方向に向けながら動かすと、ある一定のポイント(黄色ピンの位置)で止まる。(図13, 図14)

この操作は、指先にかかる3方向からの力を感じ取りながらできる。このとき赤色ピンに対して、黄色ピンを対称の中心とする位置に青色ピンを立てると、3つの力の合成と分解の関係を一目で捉えることができる。(赤色-青色-赤色-黄色-赤色のピンを結ぶと平行四辺形ができる。)

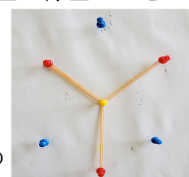


図13

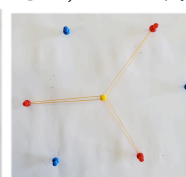


図14

3. まとめ

この教材は、中学校理科1年及び3年の学習単元である「力の働き」を、重さや質量、そして力に対して、身近な輪ゴムを簡単に操作しながら追究できる。また、生徒自身が指先にかかるゴムの伸びの力や視覚等の感覚を感じ取りながら学べ、「実感を伴った理解」ができる。

- (1) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 理科編 (2017)
- (2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 理科編 (2017)
- (3) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 理科編 (2018)
- (4) 大日本図書：理科の世界1・3 (2020年 文科省検定済)