

[理 科]

科学を学ぶ意義・有用性を実感させる理科学習指導

— 1 年「力と圧力」における科学技術と生活や社会を関連づけた発展学習の実践を通して —

大崎 貢*

1 はじめに

筆者は以前から、日本が誇る科学技術を生徒たちに知らせることにより、科学を学ぶ意義を感じさせ、将来そのような研究や開発に携わりたいという意欲を喚起する授業実践を行ってきた。

今、日本の子どもたちは理科をどう考えているのだろうか。例えば、国際教育到達度評価学会が、小学4年生と中学2年生を対象に行った、2007年の国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）の結果から、その実態を知ることができる。テスト問題のスコアは参加国の中で上位を維持しているが、意識調査で理科の勉強が「楽しい」と回答した子どもは、小4では90%程度、中2では60%程度と、国際平均よりかなり低いレベルであった。また、理科の学習が「日常生活に役立つ」と思う中2の割合は、最下位レベルだった。

また、本研究の調査対象の1年生（男子35名 女子49名 計84名）に対する4月の入学時の調査も上記と同様の結果を得た。理科が「好き」と回答した生徒は90.5%、理科の勉強が「楽しい」と回答した生徒は91.7%、理科の学習が「日常生活に役立つ」と思う生徒は97.6%と、理科に対する興味関心や重要性の認識は高いといえる。しかし、「将来、理科で学んだことを使う仕事をしたい」と思う生徒は42.5%と低く、今学習していることと自分の将来を結びつけて考えていない生徒が多い。

一方、中学校学習指導要領解説 理科編（2008）には、理科改訂の要点の三点目として、次のことがあげられている。

③科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること

国内外の様々な調査から、生徒が科学を学ぶ意義や有用性を実感していないことなどが課題となっている。そのため、科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていること、理科で学習することが様々な職業と関係していることなど、日常生活や社会との関連を重視して改善を図る。さらに、持続可能な社会の構築が求められている状況も踏まえ、環境教育の充実を図る。

科学を学ぶ意義や有用性を実感することとは、理科の授業において、科学の楽しさを感じ（知的なおもしろさ）、科学技術が日常生活や社会に役立っていることを知ることで（生活社会関連性）、将来の夢をもつことができるようになることである（職業観）と考える。本研究では、それらを具現化しやすい、1年生の単元身近な物理現象「力と圧力」での実践を通して論ずることにした。

2 研究仮説

理科の授業において、次の2点に着目した科学技術と日常生活や社会とを関連づけた発展学習を行うことにより、理科で学習することが様々な職業に関係していることに気づき、科学を学ぶ意義や有用性を実感させることができるであろう。

- (1) 科学技術を取り入れた学習指導過程の設定をする。
- (2) 発展学習において、科学技術に関連した豊かな教材を用いる。

3 研究内容と方法**(1) 内容****① 科学技術を取り入れた学習指導過程の設定をする。**

1年生の単元、身近な物理現象「力と圧力」において、科学技術の利用を軸として、力について基礎・基本を学ぶ

* 新潟県立柏崎翔洋中等教育学校

「習得」の段階、それを使って力を表現したり、体験したりする「活用」の段階、学んだことを活用し、実験をして調べる「探究」の段階が繰り返される複数サイクル型の学習過程を構成した。(図1)

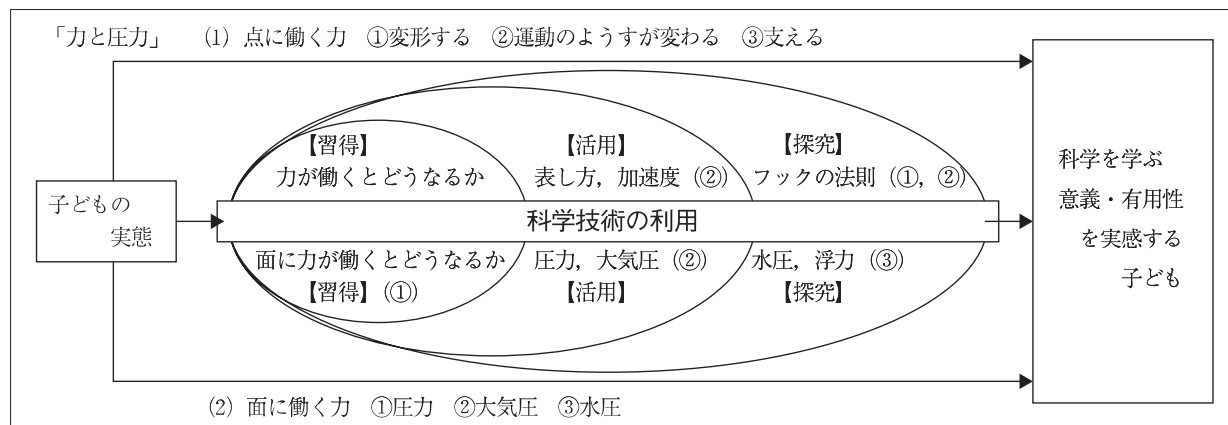


図1：1年生、身近な物理現象「力と圧力」指導の構想

この構想をもとに、科学技術の話題を効果的に取り入れることによって、知的なおもしろさを感じさせることと、科学の基本的概念を定着させることを目的に、他学年の学習内容との関連を重視した計画とし、小学校・中学校の学習内容の構造化を図った。以下の学習指導過程を工夫した指導計画では、波線部分が科学技術を取り入れた手だてである。(表1)

表1：1年生身近な物理現象「力と圧力」指導計画

| 次 | 時 | ○主な学習活動 ・教師の支援 | 他学年の学習内容との関連 |
|-----------|---|---|--|
| 第一次 習得 | 1 | ○ 物体に力が働くとうなるか、考える。(直接、力を加える場合) ・ 物体に力が働くと、①変形する ②運動のようすが変わる ③支える の3点をおさえる。 ・ 身の回りの道具や機械など、例をたくさんあげて考えさせる。 | ・ 風やゴムの働き (小3) ・ 科学技術の発展 (中3) エネルギー (中2, 3) |
| | 2 | ○ 物体に力が働くとうなるか、考える。(離れても働く場合) ・ 地球上の重力や磁力、静電気力について、説明する。 ・ <u>スペースシャトルの中での実験の映像を見せる。</u> | ・ 電気 (小3～6, 中2) 天体 (小3, 4, 6, 中3) |
| 活用 | 3 | ○ 力の大きさや単位、表し方を説明できるようにする。 ・ 100 g の物体に働く力の大きさを 1 N とすることを説明する。 ・ 力について、矢印を用いて表すことを説明し、練習させる。 | ・ 物と重さ (小3) てこの規則性 (小6) |
| | 4 | ○ 力が働くと「②運動のようすが変わる」現象を体験する。(※) ・ <u>Wiiを利用して、力と加速度の関係を体験によって、理解させる。</u> ・ <u>加速度センサは、Wiiリモコンだけでなく、デジタルカメラや航空機、歩数計、携帯電話などに利用されていることを説明する。</u> | ・ 運動の規則性 (中3) ・ 科学技術の発展 (中3) |
| 探究 | 5 | ○ 力の大きさとばねの伸びの関係を調べる。 ・ おもりの個数を増やすとばねの伸びはどのように変化する (①変形する) か、法則性を見つけて説明できるようにさせる。 ・ グラフの書き方を指導する。 ・ 力のつりあい (③支える) について、簡単に説明する。 ・ フックの性質を利用してはかりや体重計などのつくりの説明をして、重さと質量の違いについて理解させる。 | ・ 新学習指導要領の追加内容 振り子の運動 (小5) ・ 運動の規則性 (中3) ・ 新学習指導要領の追加内容 科学技術の発展 (中3) |
| 第二次 習得 | 6 | ○ 面に力が働くとどうなるか、考える。 ・ 面に力が働くときの効果について、身の回りの現象、道具や機械など、例をたくさんあげて考えさせる。 ・ ふれ合う面積が異なるときに、力を受ける物体の変形を一定にする方法について調べ、結果をまとめさせる。 | ・ 科学技術の発展 (中3) てこの規則性 (小6) ・ 物と重さ (小3) エネルギー (中2, 3) |

| | | | |
|----|----|---|---|
| 活用 | 7 | ○ 圧力や大気圧の変化について、考える。 ・ 圧力や大気圧について、説明する。押す力と面積から、圧力を計算させる。 ・ <u>パスカルの原理を利用して、自動車のブレーキやフォークリフトなど、強い力を出す機械のつくりについて説明する。</u> ・ 大気圧でドラム缶をつぶす演示実験を見せる。 | ・ 空気と水の性質（小4） ・ 天気（小4，5，中2） ・ 科学技術の発展（中3） |
| | 8 | ○ 水の深さと水圧の関係を調べる。 ・ ゴム膜をはったパイプで、水の深さと水圧の関係を調べさせる。 ・ ペットボトルに穴を開けて、深さによる水圧の違いを説明する。 | ・ 新学習指導要領の追加内容 ・ 空気と水の性質（小4） |
| 探究 | 9 | ○ 水圧は水の深さが深くなると大きくなることを説明する。 ・ 水などの液体に働く重力が、液体に働く圧力のもとになっていることを意識させる。 ・ <u>日本の科学技術である潜水調査船「しんかい6500」の説明をする。</u> | ・ 新学習指導要領の追加内容 ・ 科学技術の発展（中3） |
| | 10 | ○ 水圧の働く向きや浮力について、学ぶ。 ・ 水圧はあらゆる方向にはたらくことを説明する。 ・ <u>アルキメデスの原理を説明して、数学や物理学を技術に応用したエピソードを話す。</u> | ・ 新学習指導要領の追加内容 ・ 科学技術の発展（中3） |

② 発展学習において、科学技術に関連した豊かな教材を用いる。

①では、学習指導過程を設定するときに「科学技術の利用」を柱として計画を立てた。特に、何を教材として利用するかが一番悩み、時間をかけて検討した。本研究で特に重要なのは、豊かな教材を用いて、生徒に科学と生活社会関連性や職業観を結びつけることである。豊かな教材という観点では、身の回りにある道具や機械は、すべて教材として取り上げることができる。しかし、何を、どのタイミングで、どのように紹介するかでその教材としての意味がまったく変わってしまう。そこで、むやみに道具や機械を紹介して、科学技術の宣伝番組になってしまうことのないように、以下のような5つの観点でルールを設けて、身の回りの道具や機械の中から必要なものだけを選定して教材化することにした。

ア 生徒にとって身近なものであること

イ 授業後、自分で作ってみたり、試してみたりできるものであること

ウ しくみを説明することで、疑問に思うことや知らないことが発見できたり理解できたりするものであること

エ なるべく日本の研究者や企業が開発したもので、なるべく最新の話題や技術であること

オ その科学技術のメリットだけでなく、デメリットも考えることができるものであること

この5つの観点をすべてクリアする教材でなければ、授業で取り上げる上で、本研究の目的に合っていない。例えば、表1の（※）部分の発展学習において取り上げた、「Wiiモーションプラス」（任天堂株式会社の製品）というリモコンの加速度センサは、5つの観点をすべてクリアし、1年生の力の学習で教材化できたひとつの例である。

(2) 検証方法

① 知的なおもしろさ

〔検証の視点〕 理科の学習に対する意欲が高まったか。学習内容を理解できているか。

〔検証の方法〕 アンケートの分析（実践前後の比較）、事後定期考査の分析

② 生活社会関連性、職業観

〔検証の視点〕 理科を生活の中で必要と感じているか。将来の夢をもてたか。

〔検証の方法〕 アンケートの分析（実践前後の比較）

4 指導の実際

(1) 単元：身近な物理現象「力と圧力」

(2) 単元目標：物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動のようすが変わったりすることを見いだすとともに、力は大きさと向きによって表されることを知る。

(3) 単元の構想：3 研究と内容 (1) 内容 ①の図1を参照

(4) 構想に基づいた単元の活動計画：3 研究と内容 (1) 内容 ①の表1を参照

(5) 指導の実際と考察

実証本時〔第4時〕

ア ねらい

- ・力が働くと「②運動のようすが変わる」現象を体験する。

イ 効果的に行うための支援

- ・力と加速度の関係を，科学技術の利用の観点から教材を工夫して体験によって理解させる。教材の工夫として，今回は「Wiiモーションプラス」（図2）というリモコンの加速度センサを取り上げた。
- ・加速度センサは，Wiiリモコンだけでなく，デジタルカメラや航空機，歩数計，携帯電話などに利用されていることを説明する。

ウ 学習の流れと教師のはたらきかけ

| 時 | 学習の流れ | ○主な学習活動 ・教師の支援 | ○科学技術の観点 ※高める手だて |
|----|---|--|--|
| 5 | 力が働くとどうなるかを復習する。 | ○物体に力が働くとどうなるかを思い出す。 ・物体に力が働くと，①変形する ②運動のようすが変わる ③支えるを板書して，前時までの学習を振り返らせる。 | ○身の回りの道具や機械など，例をたくさんあげて考えることができる。 ※実際に力が働いている写真等を見せて，具体的に考えさせる。 |
| 20 | 展開1 物体に力が働くと，物体の運動のようすが変わる現象について考える。 | ○物体の運動のようすが変わる現象には，どのようなものがあるか考える。 ・力と速度の変化の関係を演示実験から考えさせ，加速度という概念を教える。 ・ニュートンの運動の法則について説明する。 | ○力と加速度の関係について，具体例をあげて理解・説明することができる。 ※1分野下「運動の規則性（中3の学習内容）」や高校の物理の教科書を使って，加速度の説明をできるだけ簡単にする。 |
| 40 | 展開2 物体に力が働くと，物体の運動のようすが変わる現象を体験する。 | ○加速度センサを使って，力と加速度の関係を体験する。 ・Wiiモーションプラスの加速度センサの説明をする。（図2） ・実際に生徒にゲームをやらせて，加速度センサの機能を体験させる。（図3） | ○Wiiモーションプラスの加速度センサに興味関心をもつことができる。 ※生徒にとって身近なおもちゃである家庭用ゲーム機を授業で用いることによって，理科の学習と日常生活を結びつけて考えさせる。 |
| 48 | 身の回りの加速度センサを利用している例を考える。 | ○その他に，日常生活の中に加速度センサを利用しているものはあるか考える。 ・デジタルカメラや航空機，歩数計，携帯電話などに利用されていることを説明する。 | ○Wiiのリモコン以外に加速度センサを利用しているものが，身の回りにあることに気づくことができる。 ※実際に加速度センサの実物や写真等を見せて，具体的に考えさせる。 |



図2：授業で使ったWiiモーションプラス（リモコン）



図3：加速度センサを体験している生徒のようす
（壁に投影しているため，部屋を暗くしている）

エ 生徒の反応

加速度センサを体験する学習で、理科の授業で家庭用ゲーム機を用いることによって、「こんなことまで理科に関係しているのか。」や「学校の勉強でゲームの話が出てくると思わなかった。」などという驚きの声が上がった。その他にも、本時のレポート用紙の感想記入欄には、以下のような感想が書かれていた。

- ・身の回りにいろいろな機械があるけれど、これからは、使ってみて、しくみを考えてみたり、どういう欠点があるかなどを考えてみたいしたい。
- ・今回の授業は、遊びみたいだったけれど、説明されて納得した。中学生になって、小学校の頃とは違う分野があってもおもしろいと思った。身の回りの科学を良く知ることができて、楽しい。
- ・日頃から、テレビや本やゲームで理科に関係しているものがあると覚えるようにしている。でも、Wiiは、理科に関係しているとは思わなかった。
- ・たまに先生がする、ほぼ最新の科学技術の話はとてもおもしろいし、なんとなく興味がわくから理科は好き。
- ・理科は、他の教科と違って、不思議なことが無限にあるから楽しい。

筆者は、毎時のレポート用紙に感想記入欄を用意し、生徒からその授業の素直な感想を書いてもらうことで、授業の振り返りをするだけでなく、次の教材を考えるヒントをもらったり、パワーをもらったりしている。今回のように、その授業に関するコメントだけでなく、理科の授業全体を通して感じたことや、日頃考えていること、不思議に思っていることなどを書いてくれる生徒が多い。

5 成果と課題

(1) 研究の成果

本研究が生徒にとって、有効であるかどうかを以下の2点で分析した。

① 知的なおもしろさについて

実践前後のアンケートを比較すると、(1) 理科が好きか、(2) 観察や実験が好きか、(3) 理科を勉強することは楽しいかのすべての項目について、肯定的に答える生徒が増加していることがわかる。さらに、(4) 理科の勉強は難しいかという項目について、「難しい」と答える生徒が大幅に増加していることから、(1)～(3)は、単なる楽しいと感じているだけの授業ではなく、科学を学ぶ楽しさを実感できる学習指導過程であったと評価できる。(表2)

表2：アンケート比較1

| | 事前アンケート | 事後アンケート | 前後の比較 |
|---------------|---------|---------|------------|
| (1) 理科が好き | 90.5% | 92.7% | 2.2ポイント上昇 |
| (2) 観察や実験が好き | 90.5% | 95.2% | 4.7ポイント上昇 |
| (3) 理科の勉強は楽しい | 91.7% | 92.7% | 1.0ポイント上昇 |
| (4) 理科の勉強は難しい | 44.0% | 59.8% | 15.8ポイント上昇 |

また、実践後の定期考査（9月11日実施）を分析すると、「光」と「力と圧力」の分野の両方について、ほぼ全員が解答欄に考えを書いてあり、解答率は高かった。これは、科学技術に対して興味・関心が高まった結果である。しかし、正答率は70%程度と、定着度は低いといえる。(表3) 光の分野では、赤外線、紫外線、及びLEDに関する問題を解答させ、力と圧力の分野では、加速度センサ、潜水艦「しんかい6500」に関する問題を解答させた。いずれも、授業では科学技術の利用に関する話題として提示したものである。

表3：事後定期考査の結果

| | 解答率 | 正答率 |
|--------------------------|-------|-------|
| 「光」の分野に関する、科学技術の利用の問題 | 98.5% | 64.3% |
| 「力と圧力」の分野に関する、科学技術の利用の問題 | 97.3% | 70.3% |

② 生活社会関連性、職業観について

実践前後のアンケートを比較すると、(5) 理科は生活の中で大切かという項目について、肯定的に答える生徒は前後を問わず多くいることがわかった。また、(6) 将来、理科で学んだことを使う仕事につきたいかという項目について、肯定的に答える生徒が大幅に増加していることがわかる。さらに、(7) 将来やりたい仕事を具体的に書かせる項

目では、実際に具体的に書けた生徒が増加した。内容も、事前アンケートでは、身の回りで知っている職業を漠然と書く生徒が多かったが、事後アンケートでは、本研究で取り上げた内容から予想される以外の職業名を書く生徒もいた。このことから、科学と日常生活や社会とを関連づけて考えることができる生徒が増加したと評価できる。(表4)

表4：アンケート比較2

| | 事前アンケート | 事後アンケート | 前後の比較 |
|---------------------------|--|---|------------|
| (5) 理科は生活の中で大切 | 97.6% | 97.6% | 同じ |
| (6) 将来、理科で学んだことを使う仕事につきたい | 41.5% | 76.8% | 35.3ポイント上昇 |
| (7) 将来やりたい仕事がある | 69.5% | 75.6% | 6.1ポイント上昇 |
| 生徒が書いた職業名 | 大工、宇宙の科学者、料理家、先生、保育士、薬剤師、小説家、新聞記者、デザイナー、弁護士、プロバスケット選手、検察官、美容師、警察官、通訳、看護師、漫才師、建築士など | 航空管制官、科学者、技術者、車関係の研究、盲導犬訓練士、理科の仕事、薬の発明、科捜研、機械の研究者、ホテルマン、ゲームプログラマー、発明家など (前にあったものは省略) | |

また、アンケートには、「日頃から、理科に関して取り組んでいること、がんばっていることなどがあったら書いてください。」という項目を用意し、自由記述とした。「授業をしっかり聞く」や「レポートやワークで復習をする」などの意見が多かったが、以下のような感想を書いた生徒もいた。この記述からも、生徒が科学と日常生活や社会とを関連づけて考えることができているとわかる。(図4)

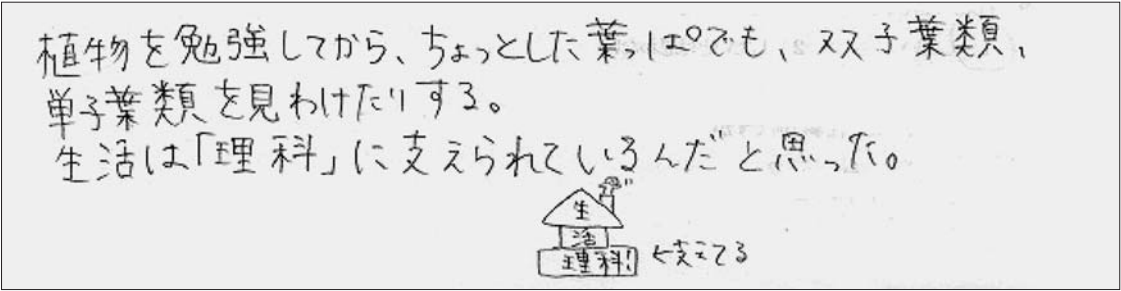


図4：生徒のアンケートの記述

(2) 今後の課題

今回の実践単元は、新学習指導要領によって指導内容の変更があったため、科学技術の利用を取り入れた学習指導過程の計画を立案することができた。しかし、他の単元については、授業時数確保の観点から、授業計画の立案を工夫しないと難しいと考える。生徒の実態と指導内容のバランスをよく考え、全体の計画を立て直す必要がある。

また、科学技術に関しては、便利な部分だけでなく、技術が発達することで起きる弊害や問題点をしっかりと理解させ、伝えさせたり考えさせたりすることも、今後の理科教育の重要な役割になるだろう。

6 参考文献

小森栄治 『科学技術の発達への対応』, 明治図書, 2008年
左巻健男 「小学校・中学校の理科はどうなる?」『理科の探検』 3月号, 星の輪会, 2009年
マコーレイ 『道具と機械の本』, 岩波書店, 1990年
文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』, 2008年