

## 水深2 mの水圧でペットボトルはつぶせるか ～実感を伴った基礎学力の定着を図る終末の工夫～

工藤 敏郎<sup>1</sup>

1: 七宗町立神湊中学校

丹羽 直正<sup>2</sup>・江口 隆寛<sup>3</sup>・川上 紳一<sup>4</sup>

2: 七宗町立上麻生中学校

3: 岐阜市立長良西小学校

4: 岐阜大学教育学部

Is it possible to crush a pet bottle in the water pressure of 2m depth?  
Impressive ending in science classes for the establishment of basic academic skills  
accompanied by realistic understanding

Toshiro Kudo<sup>1</sup>

1: Kabuchi Junior high School, Hichiso-cho, Gifu, 509-0571, Jaapn

Naomasa Niwa<sup>2</sup>, Takahiro Eguchi<sup>3</sup> and Shin-ichi Kawakami<sup>4</sup>

2: Kamiasou Junior high School, Hichiso-cho, Gifu, 509-0402, Japan

3: Nagaranishi Elementary School, Gifu-shi Gifu 502-0832, Japan

4: Faculty of Education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan

### 要 旨

1年生理科の水圧の学習において、水深が深くなれば深くなるほど圧力が高くなることを学ぶ。その学習の授業の終末に学習した見方や考え方が確実に定着しているかを生徒に自覚させる事象として、2 mの亚克力製水槽を活用してペットボトルがへこむかを調べる実験を提示した。この事象提示では、ペットボトルが音を伴ってへこむ様子を生徒が目の前で視聴することができ、水深が深いほど水圧が高くなることを実感を伴って理解することができることが分かった。

【キーワード】：水圧、水深、終末事象、亚克力製水槽、中学校理科

### 1. はじめに

平成24年度から、全国学力学習状況調査に理科が追加され、基礎学力のさらなる定着が求められるようになった。この調査の目的は、学習指導の改善・充実であり、岐阜県では基礎学力の定着を目指し、「身に付けさせたい基礎学力の明確化のための基礎学力定着カード」の工夫や「学びの自覚化のための確認問題」の工夫などの取り組みが日頃から実践されている。とりわけ、理科の指導においては、教科の特性を考慮した

授業改善が必要とされている。本研究では、授業の終末において実感を伴った理解を促す事象を提示し、見方や考え方の定着の有無を自覚する学習活動を位置付けた。

本研究では、中学校第1学年の水圧の学習において、水深2 mの亚克力製水槽による演示実験を授業の終末に行った。水圧と浮力の学習においては、水圧も浮力も深さとともに大きくなるという誤った考えが多くある（堀・宮澤, 1994）。新里・古屋（2013）は、水圧の大きさを

正しく理解している学習者ほど、浮力についても正しい理解をしていることを明らかにしている。水圧と浮力に関しては、現行の学習指導要領の下で新たに導入された学習内容であり（文部科学省，2008），川瀬ほか（2009）は、水圧が深さとともに増加することを調べる実験器具を試作し、授業実践を行ってその有効性を調べている。また、藤原・川上（2012）は、浮力の大きさが物体の体積と関係していることを、実感を伴って理解させる学習過程を工夫し、授業実践を行っている。本研究では、水圧の大きさについて実感を伴って理解させるため、深さ2 mの亚克力製水槽を用意し、2 mの深さにおいてペットボトルが水圧でつぶれる事象を演示実験した。

## 2. 指導計画・教材開発

### ①「導入」の工夫

水圧が水の深さと関係があることに気付かせるために、側面に3カ所（上・中・下）の穴の開いた容器を用意し、それぞれから水の出る様子を提示する。ここで水の深さが深いほど水の勢いが強いことに気付かせることが、その後の課題追究の見通しを高めると考えた。

そして、「水の勢いの強さが本当に水圧の大きさを反映しているのかを実験ではっきりさせたい」という思いを生徒たちにもたせようと考えた。

### ②「展開」の工夫

水圧感知器による水圧測定の実験は2，3人で実験を行ったが、その前のビニール袋を使って自分の手で水圧を実感する実験は、全員が行うこととした。事象に直接接触することで、「これが水圧なんだ、深くすると強くなるだろうか」と実感をもって学びを進めていくことを重視しようと考えたからである。

### ③「終末」の工夫

本時の課題のまとめを、各自があらためて書く場面を設定する。「水の深さが（深くなる）ほど、水圧は（大きく）なる」とはっきり書き上げる場面を設定することで、「何となくわかった」ではなく、何がどう分かったのか、自らの学びを自覚させる場としたい。

その上で、水深2 mの亚克力製水槽による演示実験を位置付けることで、自分たちが水圧感知器で調べてまとめたことを、別の場面にも「今日の学びを使えば、ここでもこうなるはずだ」と汎用でき、知識としてだけでなく実感を伴った基礎学力を身に付けていくことができると考えた。

### ④教材・教具の開発

③の「終末」における演示実験では、深さ2 mの円筒状の亚克力製水槽に水を満たしたものを用意した。この中にペットボトルを沈めて水圧によってつぶれる実験を行うには、ペットボトルの口から空気が抜けるようにする必要がある。そこで、長さ1 mの塩ビのパイプを2本用意し、ペットボトルとの接続部および塩ビのパイプの接続部で水が漏れないようにテープを巻きつけた。

深さ2 mの亚克力製水槽は、美濃加茂市蜂屋小学校で保管されていることが加茂CST研究会で話題になり、借用することができた。

## 3. 授業実践

### ①「導入」の様子

写真1の実験装置を見てビニールテープを取るとどうなるかという問いに対し、「下の方の穴ほど、水の勢いが強くなると思う」、「深いほど上にある水の重さがかかるから、それだけ水の勢いも強くなると思う」と生徒たちは既習学習の内容を使って予想していた。

そして予想の通り、水の深さが深いほど水の勢いが強いことを、生徒たちは確認した。

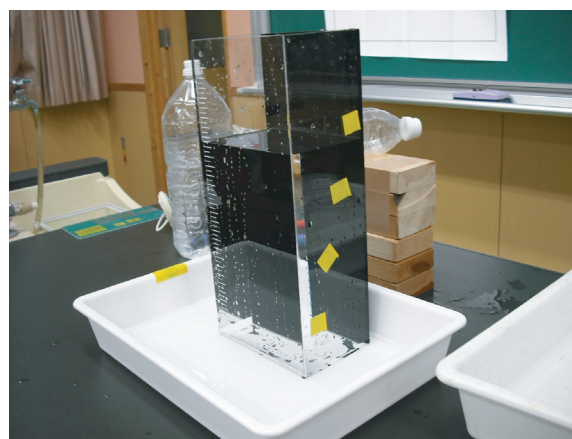


写真1

## ②「展開」の様子

ビニール袋による実験では、「水面に近い方が強く押されるような感覚がある」、「深く手を入れても、あまり水圧が強くなった感じがしない」という感想も多く聞かれ、水の勢いの実験結果と一致する結果にはならなかった。



写真 2

この相反する2つの実験結果を明確にするために、「水の深さで水圧が変わるのかをはっきりさせるために、水圧感知器で調べよう」、「水圧感知器はどう扱えば正確に測定できるのかな」、「はっきりさせるために、水の深さや水圧感知器の目盛りを正確に読み取らなければ」というように、水圧感知器の実験に対する必然性が一層強くなっていった。生徒は水圧感知器の実験を正確に測定していった。

## ③「終末」の様子

結果の交流の後、「課題に対するまとめ」を各自が書き上げ、そのまとめを生かして「確認問題」に取り組んだ。そしてその答え合わせを口頭ではなく「事実で」行うために演示実験を行い「水の深さが深くなるほど水圧は大きくなる」ことを全体で確認した。

その後にペットボトルを提示し、「じゃあこのペットボトルを水に沈めていくと、つぶれるかな」と聞くと、「中の空気を抜かないとつぶれない」とか「空気を抜いても、もっと深くないと無理だ」、「プールでやったら出来るかも」というつぶやきが聞かれた。

「この理科室で実験できないかな…あ、ここにいい物があった」と隠してあった水深2m



写真 3

の透明アクリル製水槽を登場させ、演示実験を行った。

空気抜き用の塩ビパイプ（ホースで2カ所にジョイントをつけてある）をつけたペットボトルを持ち出し、少しずつ沈めていった。

途中で止め「あれ、みんなつぶれるって予想したけど、つぶれないよ」というと、「もっと深くしないとつぶれない」、「深くした方がペットボトルの上にある水の重さが増えるから」と本時の基礎学力である「水の深さが深くなるほど水圧は大きくなる」の定着が確認できるつぶやきが聞かれた。

それを受けて「よし、だんだん深くしていくから、何か変化があったら教えてね」と注意深い観察を促し、更に沈めていった。すると水深約1.4mあたりで、ペットボトルが「ポコッ」と音を立てて突然つぶれ、「わあ、つぶれた!」という生徒たちから驚きの声が上がった。

「じゃあ、もっと沈めていくとペットボトルはどうなるの」と問いかけると、「水圧がもっと強くなるから、もっとペチャンコにつぶれると思う」という予想が出され、それを確かめるために、水槽の底までペットボトルを沈めると、写真5のように変形は激しさを増した。

## ④授業後における生徒の振り返り

水圧に関する授業の実践後に、この授業の振り返りを記述させ、演示実験の効果を追跡した。生徒の記述には、次のようなものがあった：

- 今日の理科は、最後に巨大な水そうの実験をした。パイプを口に付けたペットボトルを少しずつしずめていくと、底の方で「ポコン」と音がしてペットボトルが急につぶれた。これが水圧の力なんだと思った。もっと深くペットボトルをしずめれば、もっとペチャンコにつぶれると思った。
- 今日は理科でペットボトルを水にしずめました。真ん中ぐらいの時に先生が「あれ、へこまないね」と言うと、みんなは「もっとしずめればへこむ」、「深いほど、水圧は大きくなるから」と言っていました。そしてゆっくりしずめていくと、思った通り、いちばん底では半分ぐらいまでへこみました。水圧は強いなあと思いました。
- 今日は理科で水圧の勉強をした。水深が深いほど水圧測定器の膜が大きくへこむんだ。最後にやった大きな水そうだとペットボトルがつぶれるぐらいの大きな水圧がかかっていた。

これらの記述から、水圧が深さとともに大きくなることになるという学習内容の定着度が高まったことが読み取れる。

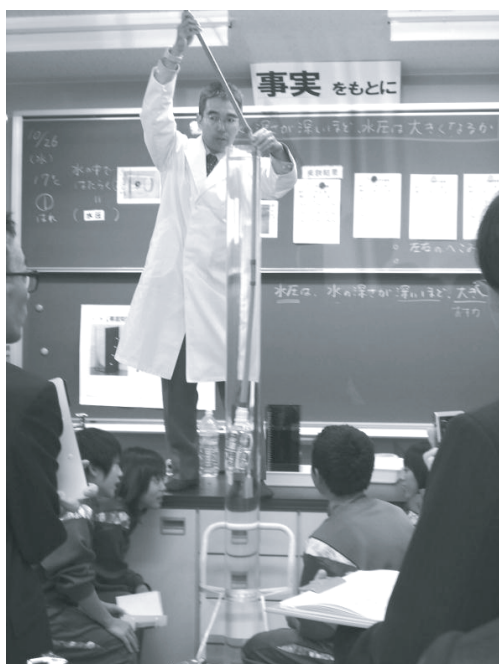


写真 4

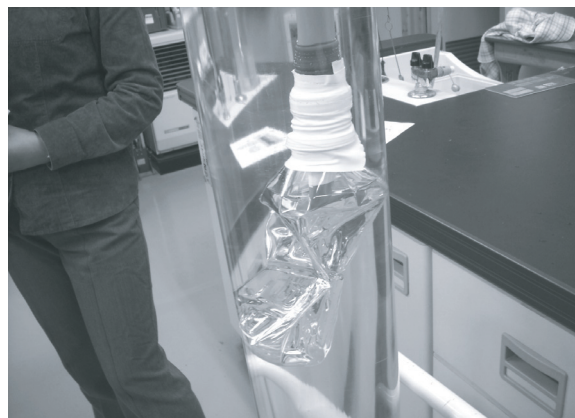


写真 5

#### 4. 議論

導入において、写真1のように3つの穴から水が飛び出す事象を提示することで、「水の深さと水圧の関係」を生徒に着目させることができ、本時の学習の見通しを持たせることができた。導入において、事象を提示することは、事実を元に予想させることにつながり生徒に課題意識を持たせるには効果的であった。

また更に、ビニール袋の実験のように、「あれ、おかしいな」、「本当はどっちなんだろうか」、「もっと詳しく正確に調べてみたい」と思わせるような体験を展開の前段に位置付けることも、追究への必然性を高めるためには効果的であると言える。

まとめの後に自己の学びの自覚を図るために、「確認問題」の終末事象を位置付けたことは、水深と圧力の関係について曖昧な理解にとどまらず見方や考え方を定着させることに有効であった。日頃、終末ではテスト問題形式の確認問題を位置付けていたが、事象を示し事実で示すことも大切であることが分かった。

#### 5. おわりに

この2 mの透明アクリル製水槽の実験を準備する段階で、透明アクリルパイプの値段を調べると、最低5～6万円もすることがわかった。

しかし、加茂CST研究会での情報交換を行うなかで、周辺の小学校に本実践で使える水槽があることが分かってきた。最終的には個人所有の水槽をお借りできることになったのだが、こうした歩みの中で、改めて理科教師のネットワー

クの大切さを再認識することができた。

さらに、2 mの水槽の水圧でつぶすのに適切なものを探す過程でも、インターネットでの情報探しはもちろん、予備実験にも加茂CST研究会で議論しつつ進めた。その中で、

- 2 m程度の水深では、コーヒー等のアルミ缶はつぶせないこと。
  - ペットボトルの口を下向きに沈めた場合、中の空気の圧力によりつぶれない。今回の塩ビパイプのような空気抜き工夫が必要であること。
  - ペットボトルの種類によって、数十cm程度の水圧でつぶれてしまうものから、2 mの水圧にまで耐えてしまうものがあること。
- などがわかってきた。

写真4のような、水圧によるペットボトルの変化を食い入るように見つめている生徒の姿は、こうした試行錯誤の集大成そのものと言える。

## 文 献

- 藤原玄宜・川上紳一（2012）浮力の大きさが物体の体積に関係していることを実感できる観察・実験の工夫：第1学年「身近な物理現象」. 岐阜大学教育学部研究報告（自然科学）, **36**, 55-60.
- 堀哲夫・宮澤研（1994）科学的概念の形成と理解-「浮力」概念の形成と教科書の内容構成について. 日本理科教育学会研究紀要, **35**, 1-10.
- 川瀬秀樹・伊藤貴範・蟹江康弘・栗本和宏・川上紳一（2009）水圧学習における効果的な教材・教具の開発：中学1年生理科「身近で起こる不思議な現象」. 教師教育研究, 第5号, 89-93.
- 文部科学省（2008）中学校学習指導要領-理科編, 大日本図書.
- 新里和也・古屋光一（2013）中学生から大学生までの水中の「浮力」に関する認識調査：「浮力」概念に関する指導方略の提言. 日本理科教育学会理科教育研究, **54**, 403-417.

