「見る」から「感じる」理科教育

～体感型水圧教材の開発と実践～

都中理第１３期研究員

江戸川区立葛西中学校	教諭	井村　美宇	江戸川区立南葛西中学校	教諭	田辺　綾野
大田区立東蒲中学校	教諭	加藤　　優	世田谷区立用賀中学校	主任教諭	石川　　慧
江戸川区立瑞江中学校	教諭	坂口　　岳	江戸川区立清新第一中学校	主幹教諭	増田　穂高
品川区立鈴ケ森中学校	主任教諭	佐藤　亮二	江戸川区立小松川第二中学校	主任教諭	岩下　圭吾

1.　研究の背景と目的

現行の学習指導要領では大気圧の内容の取扱いについて、第２分野（４）（ア）㋐で「①空気中にある物体にはあらゆる向きから圧力が働くことにも触れる。例えば，空き缶を大気圧による力でへこませる実験などを行い，空気の圧力の存在を理解させる。…②空気には重さがあることを見いださせ，空気の重さと大気圧を関連付けて理解させる。」とされている。また水圧の内容の取扱いについて、第１分野（５）（ア）㋐で「③観察，実験を通して，それが水の重さによることを関連付けて理解させる。また，④水中にある物体にはあらゆる向きに圧力が働くことに触れる。例えば，ゴム膜を張った円筒を水中に沈める実験を行い，深いところほどゴム膜のへこみが大きくなることから，水圧と水の深さに関係があることを捉えさせることが考えられる。このとき，ゴム膜の上にある水がゴム膜に力を及ぼしており，水圧は水の重さによって生じていることを理解させる。また，ゴム膜の向きを変えたときのへこみ方から，水圧があらゆる向きに働いていることにも気付かせるようにする。」とされている。

下線部①について、空き缶の実験では、缶が形を保ったまま全体が均一に縮むのではなく、中心部分が大きく変形する。そのため、大気圧があらゆる向きから働くことを見いだしにくいという課題がある。下線部②・③について、空気・水に重さがあることは理解できても、それを大気圧や水圧と関連付けて理解できるような実験は十分とはいえない。下線部④について、ゴム膜を使った教材は、水圧と水の深さの関係や水圧があらゆる向きに働くことを理解するのに有効だが、専用のゴムが高価ですぐに劣化してしまうことや張りを一様にすることが難しいという器具の課題がある。

このような課題を踏まえ、力を加えたときの手ごたえなどの体感をもとにしながら調べることを重視した、水圧の学習教材について研究することとした。この教材開発を通して、「水圧と水の深さの関係」「水圧があらゆる向きから働くこと」「水圧と水の重さの関連」について、生徒が実感をもって理解することを目指す。

２章で紹介する、傘袋（スーパーマーケットなどに設置されているもの）に水を入れて水圧を体感させる方法や、これに類似した方法は、インターネット上でも紹介されている（『理科教育と道徳教育を科学する　ふたばのブログ』等）。しかし、飼育用のエアーポンプを用いた水圧実験については、管見の限り同様の先行事例は確認できなかった。

多くの教科書でも扱われているゴム膜を用いた水圧実験は、視覚的にその変化を確認することができる。本研究ではこれを応用し、手で触れることで体感的に水圧について学習できる教材を開発することを目標とした。

引用

1)文部科学省『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』第 1 分野（5）、第 2 分野（4）

2)文部科学省『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』

2.　開発した教材と作り方

本研究では、身近で安価な材料を用い、「水圧と水の深さの関係」を体感的に捉えられる教材を開発した。いずれも理科室にある器具と市販品で製作でき、各校で再現しやすいことを重視した。

（1）傘袋を用いた水圧体感教材（基本型）

【作り方】

①　傘袋に油性ペンで等間隔に線を引き、水深を簡易的に読み取れるようにする。



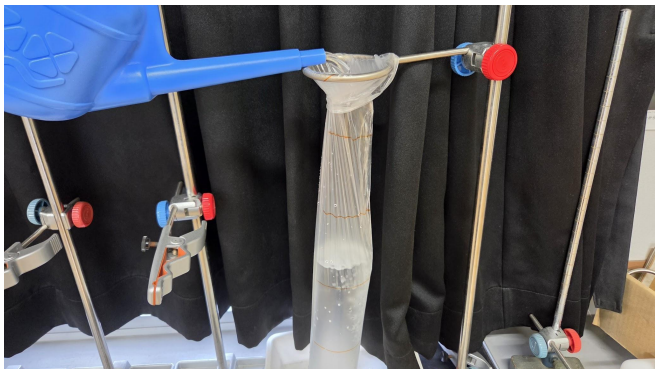
【材料】
傘袋（HEIKO 傘ポリ 0.012×115×795mm）
スタンド（支持環：外径約 10cm）
油性ペン、注水用ビーカー、バット

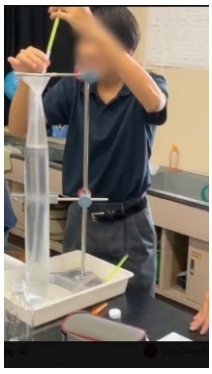
②　傘袋の口を支持環の内側から通し、外側に折り返して二重に巻きつける。





③　傘袋に水を入れる。（水量が増えるほど摩擦が大きくなるため、固定は外れにくくなる。）





【使い方】
・袋の上部と下部を手で押し、手ごたえの違いを比べる。
・チューブを各深さまで差し込んで息を吹き込み、吹き込みにくさを比べる。
・袋をＬ字型に折り曲げ、水平部分では（深さが同じため）手ごたえに違いがないことを確かめる。

【工夫・留意点】
・使用する傘袋によっては接着部分が弱いことがあるため、二重にして水漏れを防ぐ。
・水がこぼれることがあるため、バットの上で実験する。
・袋の口は縛らず、開けたまま使用する。縛ると袋の中の空気や水の量が袋ごとに変わり、同じ高さでも班によって手ごたえに差が出てしまう。

(2) ポスター袋を用いた大型水圧体感装置

【作り方】



【材料】
ポスター袋（いいなプランニング 筒形ビニール 0.05×115×20000mm を約 5m 切って使用）
スタンド（支持環）
水槽用エアーポンプ（ニッソー エアーポンプサイレント β-90）

① ポスター袋を約 5m の長さに切る。
② 傘袋と同様に、袋の口を支持環の内側から通して外側に折り返し、固定する。
③ 水を入れる（水深約 1.4m）。

【使い方】
・エアーポンプの吹き出し口を水面から沈めていくと、ある深さを越えたところで泡が出なくなる。ポンプの空気圧はほぼ一定であるため、深くなるにつれて水圧が大きくなり、やがてポンプの空気圧を上回ることが分かる。このことから、水圧が水面からの深さによって変わることを見いだせる。
・装置の形を利用して、水圧が水面からの深さによって変わることを予想させ、実際に確かめる。
・息を吹き込ませ、深いところほど吹き込みにくい（水圧が大きい）ことを実感させる。

【工夫・留意点】
・大型にすることで、水圧による力の大きさをより強く体感できる。
・教室全体で共有することができる。

(3) 水圧体感器（ニギニギ）

【材料】
ポリ袋
ペットボトル（口部分を切断して使用）
アクリル管付きゴム栓（ゴム栓 6 号・アクリル管 30cm 程度）
※ゴム栓ではなくアクリル管の径に合うホースクリップでも代用できる

【作り方】
① ペットボトルの口部分を切断する。

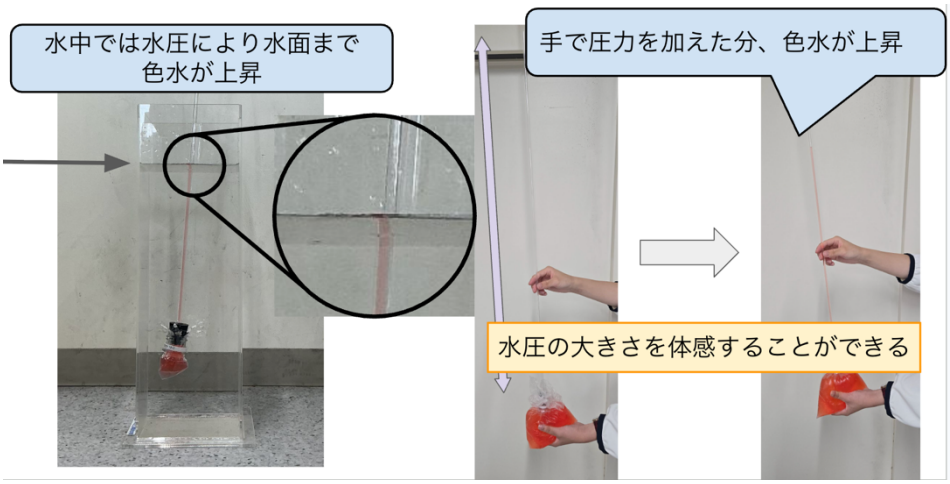


② ペットボトルの口部分にポリ袋を通し、折り返す。



③　ポリ袋に水を満たし、アクリル管付きのゴム栓を取り付ける。





【使い方】
・水の入ったポリ袋を水に沈めたときと、手で握ったときのアクリル管内の水面の上昇した高さを比較し、水圧の大きさを手の力と結びつけて捉える。
・アクリル管の角度を調整することで、水圧の大きさが水深によって変わることも見いだせるため、探究的な学習に活用できる。
【工夫・留意点】
・水漏れや管の外れを防ぐため、ゴム栓はきつく締める。
・袋の大きさを工夫することで演示用にすることもできる。

3.　アンケート結果

授業後アンケートの 341 件を集計した。回答校は清新第一中学校 129 件、葛西中学校 111 件、東蒲中学校 101 件であった。5 段階評価は「4・5」を肯定的回答とし、無回答を除いた設問ごとの有効回答数を分母とした。

（1）理解の実感と興味・関心

「水圧の仕組みや知識が身についたと感じる」の肯定的回答率は 89.1%（304／341 件）、「水面からの深さと水圧の関係を実感できた」は 87.7%（299／341 件）であった。また、興味・関心の向上は 86.1%（292／339 件）、授業の楽しさは 91.2%（310／340 件）であり、体感的な学習が理解の実感と学習意欲の両面で高く評価された。

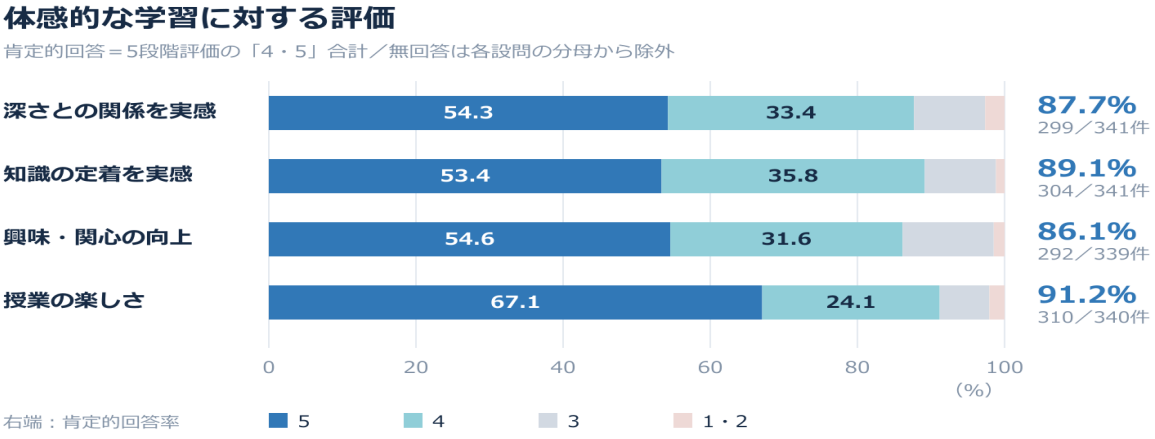


図 3-1　体感的な学習に対する評価（4・5 の合計を肯定的回答として集計）

(2) 理解の助けになった実験の比較

実験・活動の選択率は、傘袋 40.0%（136 件）、プール・大型袋 32.4%（110 件）、ニギニギ 27.6%（94 件）、ゴム膜 23.5%（80 件）であった。開発した 3 種の実験はいずれも、従来教材であるゴム膜の実験より多く選択された。ゴム膜との差は、傘袋が 16.5 ポイント、プール・大型袋が 8.9 ポイント、ニギニギが 4.1 ポイントであった。

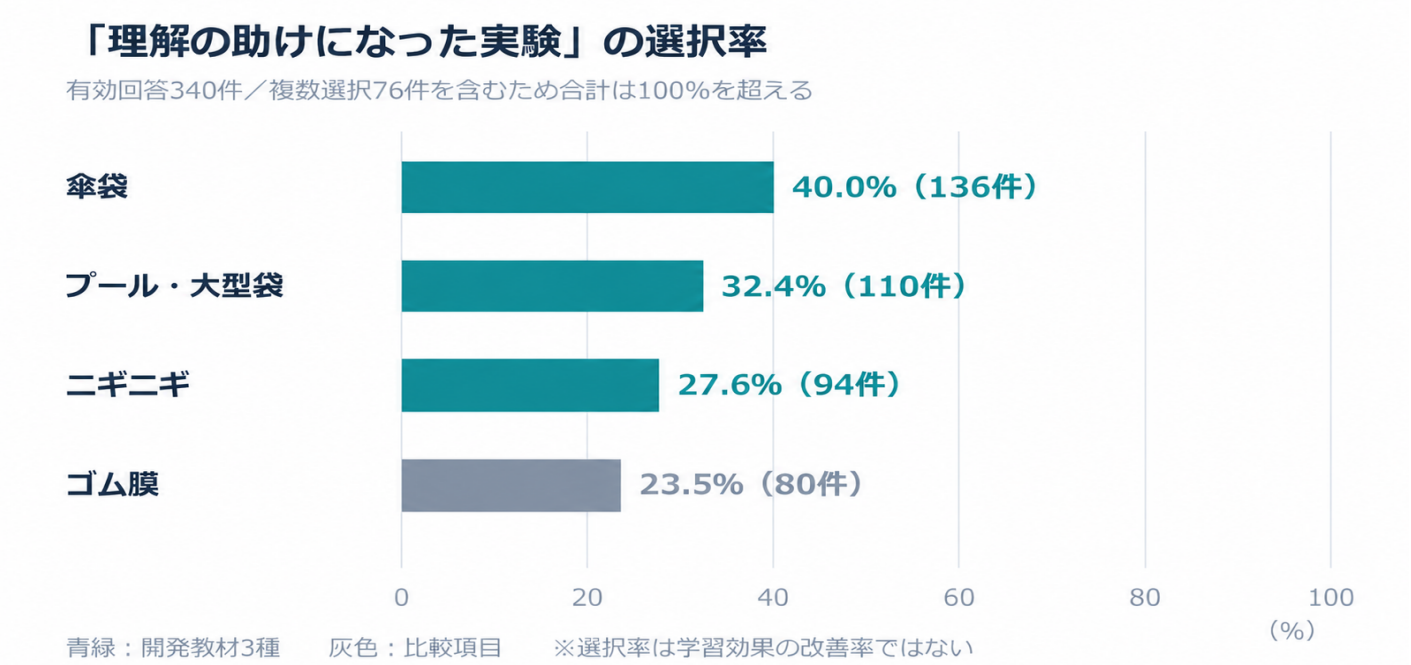


図 3-2　理解の助けになった実験の選択率（有効回答 340 件、複数選択を含む）

傘袋の選択率は 3 校ともゴム膜を上回った。実施形態は、東蒲中学校がプールで大型袋のニギニギ、葛西中学校がプールで小型ニギニギ、清新第一中学校が教室で大型袋のニギニギであった。

(3) 生徒の記述

自由記述には「水圧という目に見えない力を目で見たり、手の感触で感じたりできてわかりやすかった」「言葉でまとめて覚えるよりも体験することで記憶に残ったし楽しかった」など、視覚と触覚を結び付ける意義を示す回答がみられた。一方、楽しさが理解を上回ったという意見や、実験の目的が分かりにくかったという意見もあった。体験後に、手ごたえの違いを深さや水の重さと関連付け、結果を言葉で説明する活動を位置付けることが重要である。

以上より、傘袋、ニギニギ、プール・大型袋の実験は、生徒が水圧を実感し、理解を深める手掛かりとして有用であることが示唆された。

各校での略案等
実践の詳しい記録はこちら
←
（令和８年３月３１日まで公開）

4.　今後の展望

本研究では、傘袋やニギニギ（水圧体感器）など、身近な材料で水圧を手ごたえとして捉える教材を開発・実践した。授業後アンケートでは、知識の定着を実感した肯定的回答が 89.1%であり、開発した 3 種の実験はいずれもゴム膜の実験より多く「理解の助けになった実験」として選ばれた。これらは体感的な学習の有用性を支持する結果である。今後は、この理解の実感が、科学的な説明や知識の定着にどのようにつながるかを確かめたい。

他の単元でも体感的な学習を希望するかを尋ねたところ、「すべての授業でやってほしい」は 68.2%（232 件）、「時々あればやってほしい」は 30.6%（104 件）であり、両者を合わせると 98.8%（336／340 件）であった（図 4-1）。「あまりやりたくない」は 1.2%（4 件）であった。この結果は、体感的な学習を継続して取り入れることへの生徒の強い期待を示している。

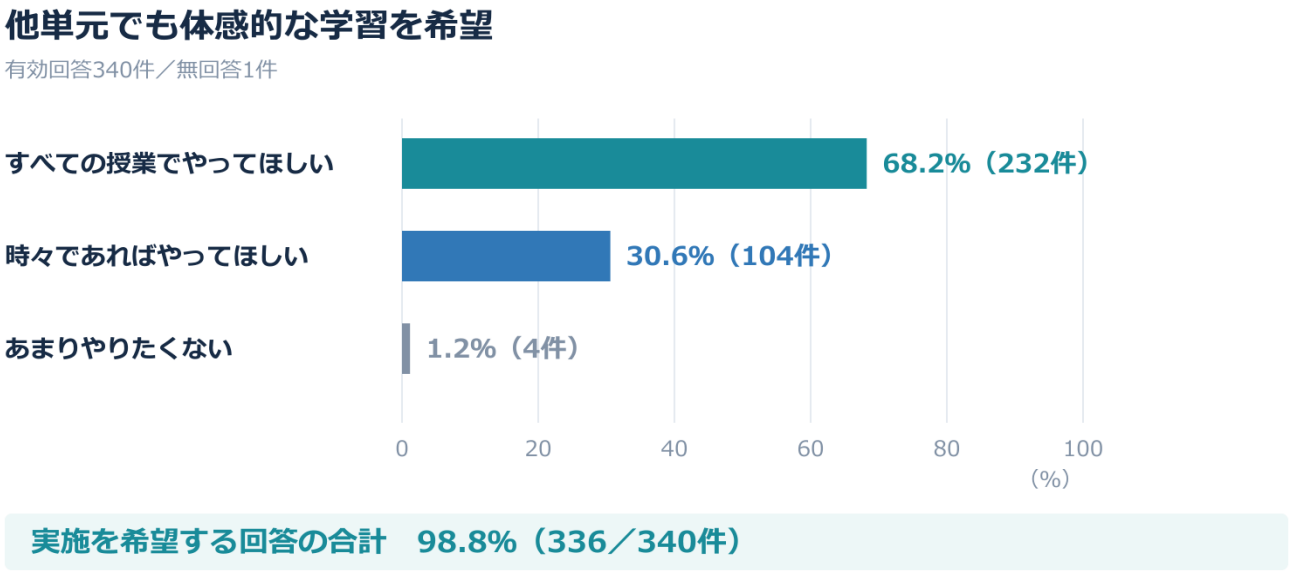


図 4-1　他単元での体感的な学習への期待（有効回答 340 件、無回答 1 件）

この期待を、科学的に説明できる理解や知識の定着につなげるため、今後は次のような展望が考えられる。

一つ目は、体感を科学的な説明につなぐ授業の改善である。自由記述には、実験の目的が分かりにくかったという意見もあった。実験前に何を比べるのかを明確にし、全員が手ごたえを確かめる機会を確保する。実験後には、感じた違いを水面からの深さや水の重さと関連付けて言葉や図で説明する活動を設け、その記述を基に理解を確かめたい。

二つ目は、体感した違いを数量で確かめ、浮力の学習につなぐ実践を開発したい。沈める深さと管内の水位を記録して比較し、袋の張りや残留空気が測定に与える影響を検討する。水中の物体の上面と下面にはたらく水圧による力の差に着目し、手ごたえと測定結果を結び付けて浮力が生じる仕組みを考察する授業へと発展させたい。

こうした生徒の期待を踏まえ、他の単元でも触れて比べられる教材を開発し、理解の変化を検証したい。あわせて、自由記述にあった袋の破れやすさを受け、材質・接続部の耐久性や水漏れ対策を改善する。教室・プールそれぞれの実施条件に応じ、安全で継続して活用できる教材と授業の提案を目指す。