

自由研究を取り入れた探究的理科授業の検討

——小学校第5学年への浮力単元導入を事例として——

石田 詩音*

抄録 現状の小学校の理科教育の理念として学習指導要領には、「課題の把握・課題の探究・課題の解決」の重要性について述べられており、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて様々な指導法が模索されている。しかし、教育現場では ICT 機器などの導入により実物を介さない仮想的な学びが多くなり、実物を使って探究を行う「探究的な授業」は十分に実践できていないといえない。実際に、単元ごとに学習活動の中心ともいえる「実験」は、子どもたちにとって体験的に知識が得られ、主体的に学びながら事象の再確認ができる重要な活動であるが、結果のみを確認して終わってしまうことも多い。そこで、本研究では、主に夏休みの課題として扱われてきた「自由研究」の内容を「探究的な学習」として理科の授業に導入することを検討した。この様な「探究的な学習」は理科における「問いを立てる」ことを身近にし、子どもたちに科学の理屈を構築させる機会を与えると共に、理科に対する興味・関心も深めていくことが重要であると考える。

そして、本研究を行うにあたり、まずは、小学校理科では単元として扱われていない2種類の実験を行い、それらの実験内容を実際に理科の「探究的な学習」として、どのように活用することができるのかを考えた。次にその2種類の実験の中で特に子どもたちにとって身近で興味深く、実際に探究的な学習の授業として活用することができるものについて、学習指導案のモデルを1つ提案した。

キーワード 自由研究, 探究, 浮力, 密度, 小学校第5学年

1. はじめに

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説によると国際調査において日本の生徒の多くは理科が「役に立たない」「楽しくない」と回答したことが分かり、理科の好きな子どもが少ない状況を改善する必要があると記載されている。つまり、子どもたち自身が理科の面白さを感じることができるように児童自身が自ら進んで観察・実験を中心とする探究活動に取り組み、課題を解決する姿勢が求められているということである。また、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説によると現代的な諸課題に対応するために必要な資質・能力の育成には「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を行う上で探究的な学習を充実することが重要であると記載されている。以上のことから、児童自身が自ら進んで観察・実験を中心とする探究活動を重要視しながら実際に取り組みを行うことが重要であると考える。しかし、小学校の夏休みの自由実験で実際に児童が取り組む

ような実験の多くは、なぜその事象が起こるのかという理屈の理解したり、考察したりすることが求められることが少なく、実験することが目的となっている。

2. 本研究の目的

本研究では、探求的な学習として自由研究を授業に取り入れた探究的な学習指導案の1つモデルを作成し、児童らにとっての学習の意義や必要性を見出だすことを本研究の主たる目的とした。

3. 本研究の方法

自由研究を取り入れた探究的な学習指導案作成の手順は以下の通りである。

（手順1）夏休み期間に本授業で「学研の小学生のまとめ方がよくわかる！自由研究科学編」という参考書を用いて、その中から2種類の実験を行った。それぞれの実験の内容及び結果は以下の通りである。その結果・考察から探究授業の学習指導案として相応しいかということを検討する。

*大阪大谷大学教育学部教育学科学校教育専攻

(手順2)そして、探究的な学習の学習指導案に選択した自由研究の内容を実際に授業として組み込むために、単元の目標、教材観、児童観、指導観、本時の指導計画もあわせて検討する。

4. 研究の結果と考察

4.1 2つの自由研究の試行検討

(1)「野菜の浮き沈み比べ」の概要

① 実験の方法

身近な野菜（ダイコン、ニンジン、ナス、キュウリ、メークイン、男爵芋←品種による違いがあるのかも知るため）をそれぞれ同じ分量を輪切りにし、水・砂糖水・サラダ油がそれぞれ入ったコップに入れて浮き沈みを観察する。

② 実験結果と考察

表1 浮き沈みの結果（※○浮いた ×沈んだ）

	水	砂糖水	サラダ油
ダイコン	×	○	×
ニンジン	×	○	×
ナス	○	○	○
キュウリ	○	○	×
メークイン	×	×	×
男爵	×	×	×

表1から読み取れるようにナス→キュウリ→ニンジンダイコン→ジャガイモの順に浮きやすいことがわかった。また、品種による違いはなく、液体の持つ体積の密度と物体の体積の密度の押し合いで浮き沈みが決まるといふ科学的な理屈がわかった。引用文献には野菜の生育環境によって浮き沈みがわかるという記述があったが、本単元は野菜に注目するのではなく、密度に対する重力と浮力の関係なので、小学校5年生段階での知識でこの実験を理解するためには中学校理科の知識も必要であると考察した。また、本自由研究は身近な科学的事象として児童にとっても疑問や興味を持ちやすいという点からも探究的な授業に取り入れる価値があると考察した。

(2)「ミョウバンの結晶作り」

① 実験の内容

メスシリンダーに80℃のお湯を入れ、そこにミョウバンを溶け残りができるくらいになるまで溶かす。そこに割り箸にたこ糸を括り付けたものをメスシリンダーに吊るし、ゆっくりと冷やして結晶ができる過程を観察する。引用文献に従ってこの手順で行ったが、たこ糸は水

よりも軽いため沈まなかった。そのため、石をさらに括り付けて再度行った（深見，2015）。

② 実験結果と考察

写真①
約3時間後の結晶



写真②
約2週間後の結晶

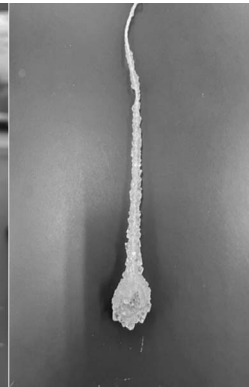


写真1、2の通り水溶液の温度が低くなると溶けきれなかったミョウバンが結晶として現れる（再結晶）ことがわかった。そのため、物質は水の温度によって溶ける量が決まっているということを理解させることが授業で取り入れる際のねらいだと考えた。どれだけ溶けているのかを視覚化するためにも溶解度曲線があればより良いと考察した。またこの題材を実際に授業で扱う際には、なぜたこ糸が沈まなかったのかもあわせて考えさせ、浮力を理屈でわかるような指導が必要と考察した。

(3) 探究的な学習としての妥当性の検討

本研究において2種類の自由実験を行ったが、「ミョウバンの結晶づくり」の実験では、結晶ができるまでの所要時間が長い点や児童に80℃の湯を扱わせる上で安全面に問題があることから、適さないと考察した。一方、「野菜の浮き沈み比べ」の実験は「ミョウバンの結晶づくり」と比べ、題材が身近な野菜ということもあり、児童にとって親しみやすいと考察した。また、日常生活の中で体験する浮き沈み現象の多くは水におけるものである。そのため、様々な野菜ではどうなるのかという疑問が湧き、興味・関心を持って学ぶことができるだろう。そこで、今回「野菜の浮き沈み比べ」を選択し、実際に小学校5年生の理科の授業で探究的な学習として導入するための学習指導案のモデルを1つ作成した。これにより児童らにとって身近な不思議から理科教育に接続し、今後理科に興味を持つことにつながると考える。

4.2 自由研究を導入した探究的な理科学習指導案モデルの概要

今回提示する学習指導案モデルは、引用文献の実験内容を踏まえ、探究的な学習の授業に導入するために以下の項目を設定した。また、指導内容は浮力体験から密度概念に焦点を当てることを目的とした。

(1) 単元の目標

身の回りの野菜を使つての観察・実験を通して密度の概念から浮力を理解させるとともに、実験方法の基礎を身につける。

(2) 教材観

本教材は自由研究を取り入れた探究的な学習として既存のカリキュラムに新規に導入したため、小学校5年理科の単元としては存在していない。しかし、小学校3年で体積が同じ物の種類によって重さが違うということに既に学習していることから、発展的な学習として導入した。今回の「野菜の浮き沈み」では野菜の体積や重さを扱うため、既習内容をもとに探究的に学ばせたい。また、本単元は身の回りの身近な野菜についての観察・実験を通して物質の性質などについて調べるという基礎を身につけさせることがねらいである。さらに、探究活動を通して、中学化学分野の知識や実験結果の整理の仕方などの、理科の基礎的な技能もしっかりと習得させたい。

(3) 児童観

本学級の児童は概ね理科の授業に積極的に取り組み、教師の発問に対しても積極的に挙手する児童が多い。日頃から少人数での実験を実施しているが、支援を要する児童へのサポートも学級全体で助け合えるため、スムーズに行うことができている。しかし、単元末のテストでは探究的な問題の正答率はあまり高くなく、事前に野菜の浮き沈みに関する予想を聞いた際には、生活経験が乏しいためか、答えられる児童は少なかった。

(4) 指導観

本単元では身の回りの身近な野菜から密度概念を用いて「重力と浮力の釣り合い」という科学における重要な考え方を学ぶ。これらの内容は本来中学校で学習する内容であるが、児童たちは生活の中で疑問に感じることが多いことから、小学校理科の探究的な学習として取り入れることによって、児童たちは課題解決に向けて目的意識を持って実験したり、予想して確かめたりする活動を多く取り入れ、思考を深められる学習にしたい。また、

結果・考察を話し合い、発表するような学習活動も設定し、児童に科学的根拠を自分の言葉で言語化できるように工夫したい。

(5) 本時の展開

時間(分)	学習活動	指導上の留意点	評価
導入(7分)	・日常生活で浮き沈みがどのような場面で見られるか話し合う。	・教師の実体験も紹介することで、グループワークを円滑にする工夫を行う。	・浮き沈みについて興味を持ち、自分の体験を話し合っている。 【主体的に取り組む態度】
展開(30分)	・演示実験を見て仮説を立て、それぞれの野菜を水に入れ、観察する。 ・浮き沈みを(表1 浮き沈みの結果のプリント)に書き込む。	・実験を行う前に、それぞれの野菜(さいの目状の1cm ³ 同体積に揃えたもの)を天秤にかけて質量を比べる実演を行う。 ・体積1cm ³ あたりの質量が野菜の種類ごとに異なり、それを体積1cm ³ の水の質量と比べることで、浮き沈みが決まることを実験結果をもとに考察する。	・普段から見聞してきた経験から、どのような特徴で浮き沈みが決まるのかという自分の考えを持つことができる。 【思考・判断・表現】
まとめ(8分)	・野菜の浮き沈みには「密度」が関係していたことというを知る。	・同じ野菜でも状態によって浮き沈みが変わることを伝え、今後の理科への意欲を高める。	・実験結果と前時の予想を比べ、密度によって浮き沈みが変わったことを理解している。 【知識・技能】

4.3 密度概念から浮力に迫る指導案モデル作成の理由

今回の「探究的な学習」の授業づくりに至った経緯として、小学校の生活科・理科において「浮力」について触れる機会が指導要領のカリキュラムにおいて希薄であることから、理科における自由研究を取り入れた。「浮力」は幼児教育の段階である0歳～5歳の間に体験するプール遊びや水遊びのなかで触れる機会があり、そこで幼児は浮き沈みする物体について疑問を持ち、「浮力」の存在を知ることとなる。しかし、小学校では中学校段階の「浮力」については生活科・理科ではカリキュラムになく、中学1年まで触れる機会がないことが現状である。中学理科では「浮力」の単元に限らず、これまで小

学校で学んできた内容の応用的な問題で公式を使い、受験に向けて演習的に解くことが多くなり、理科の楽しさである「科学の理屈」を構築するということが希薄になっていると思われる。このため、幼児から中学1年までの間である小学校で浮力体験を探究的な学習で行うことで、学びの幼小接続・小中接続が可能になると考える。

5. 今後の展望

本研究の内容は、現状の小学校での理科教育では実践できている学校が多いとは言えない。しかし、低学年では、生活科、中高学年では総合的な学習において自由研究を今回の探究的な授業として取り入れることで、児童は身近な疑問として感じていた科学的事象を体験を通しながら理屈で理解できると考えた。今回の学習指導案モデルの授業では、今後の小学6年算数の「伴って変わる量」の単元で質量は体積に比例することを知り、その上

で中学1年理科の「密度」を学習することで段階的に定着できると考える。「4.3」でも述べた通り、本研究の意義は中学校理科で形式的に計算するだけで終わっている「密度」の単元を、小学校理科で探究的な学習を通して概念を養うことで、理屈を考えながら学ぶことにあると考える。

引用文献

- 遠田 潔：「小学生の自由研究科学編」，学校教育出版
2003
- 深見 公子：「小学生の自由研究パーフェクト5・6年生」，成美堂出版，2015
- 文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年告示）解説
(2023年3月1日 受理)