

理科学習指導案

日 時 平成 27 年 6 月 4 日 (木) 研究授業 I
 学 級 岩手大学教育学部附属中学校
 1 年 A 組 40 名
 会 場 第 1 理科室
 授 業 者 佐々木 聡也

1 単元名 身のまわりの現象 第 3 章 「いろいろな力の世界」

2 単元について

(1) 生徒観

現在、本校理科では「振り返りシート」を活用している。これにより、生徒の学習前の事物・現象のとらえを把握することから単元の学びをスタートさせている。そして、授業の進行に合わせて学びの履歴を一枚の振り返りシートに記入させ、学習後の事物・現象のとらえがどのように変化したかを見ている。「いろいろな力の世界」の単元の学習の前に、以下の質問を該当学級 40 名に行った。本時の「浮力」に関わる内容で、学習前の生徒のとらえは以下の通りである。

① 水の中に入ると、体が軽く感じるのはどうしてでしょうか。

解答の内容	回答数
浮力がはたらくから	15
体内に空気があるから	7
水中では重力が減るから	6
水圧でおされるから	4
その他・無回答	8

【その他の解答例】

- ・水の中の空気が体を支えるから
- ・人は水より軽いから。

浮力がはたらくしているから
 (浮力というのは、よく分からないの
 ですが、聞いたことはあります。)

身体の中に空気が含まれているから。
 水の深い所へ行く程軽く感じる。

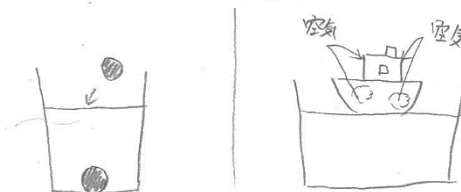
② 鉄球を水槽に入れると沈んでしましますが、鉄でできた船は沈まずに水に浮いています。船が浮いていられるのはどうしてでしょうか。

解答の内容	回答数
船内に空気があるから	16
水と触れ合う面積が大きい	11
船には動力がある	3
その他・無回答	10

【その他の解答例】

- ・船には浮く何らかの法則がある。
- ・船には特殊な機構がある
- ・船の下から空気、油が出ている。

鉄球には、空気(気体)が含まれて
 いないので沈んでしましますが、船に
 は気体が含まれているから浮いて
 いられるのだと思う。



①の質問に関して、「浮力」や「水圧」といった水中ではたらく力の名前を挙げる生徒が多く見られたが、その言葉の意味やそれらがどのような力なのかを説明した生徒はいなかった。また空気は水に浮くという実体験から、体内に空気があるから浮くという考えも多く見られた。浮き輪やビーチボールなど、

日常生活の中で浮いている物体には空気が入っているものが多い。決して間違った認識ではないが、「空気があれば必ずしも浮く」ではないことを確認する必要がある。明らかに間違った認識として、水中に入ると体にはたらく重力が減る、無重力になるという回答が目立った。感じ方としてこのような素朴概念は持ちやすいが、水中であっても重力が減ったりなくなったりすることはないということを、授業の中で確認しなければならない。

次に②に関する質問について、船が浮く理由について、①と同様に「空気が入っているかどうか」が決定的な理由になっていると考えている生徒が多い。こちらも事実として間違っただけはおらず、船内に空気が入っていることは確かであるが、物体が水に浮く本質的な理由としては十分ではない。本質に最も近い説明の仕方として、鉄球と船の形の違いや、水と触れ合う面積の違いについて触れている解答も多く見られた。浮力の授業を通して、より確かな知識として定着させたい。

目に見えない「力」の学習では、物体がどのような状態にある時に、どのくらいの大きさの力が、どの方向からはたらくのかということがイメージしづらいものである。圧力の学習では力のはたらく面積や、面を垂直におす力の大きさ、浮力の学習では物体の体積や流体の密度など、「力の大きさ」を決める様々な条件がある。「力の大きさを変化させるもの」を明らかにするために、条件を制御した実験を行い、その結果を考察し、物理的な規則性を導き出していく中で、思考力・判断力を育成していきたい。

(2) 教材観

本単元は、力や圧力に関する実験を行い、結果を分析して解釈することを通して規則性を見いださせ、力や圧力に関する基礎的な性質やそのはたらきを理解させ、力の量的な見方の基礎を養うとともに、力や圧力に関して科学的にみる見方や考え方を養うことが主なねらいである。

まず、物体に力のはたらいたときの变化から力のはたらきを見いださせ、力は大きさや向きによって表されることなど、力の見方の基礎を養っていく。物体の変形については、ばねに加える力の大きさとばねののびを測定する実験を行い、力の大きさはばねの変形の量で測定できることを理解させる。測定結果を処理する際、測定値には誤差が必ず含まれていることや、誤差を踏まえた上で規則性を見いださせるように指導し、誤差の扱いやグラフ化など、測定値の処理の仕方の基礎を習得させる。重さについては、小学校の学習をふまえながら、力の一種であることを理解させ、重さ（重力）と質量の違いにも触れる。圧力に関する実験では、単位面積あたりにはたらく力の大きさとしての概念を形成させ、水圧や大気圧を水や空気の重さと関連付けてとらえさせる。水圧や大気圧については、観察・実験を通して、それが水や空気の重さによることを理解させ、水中や大気中にある物体にはあらゆる向きに圧力がはたらくことに触れる。

今回の授業で取り上げる内容は、「流体中の物体は、その物体が押しつけている流体の重さ（重量）と同じ大きさで上向きの浮力を受ける」という「アルキメデスの原理」の基礎的内容である。本時は、物体が流体の中に入っていないときと、流体の中にあるときで、天秤のつり合いが異なることを導入とし、「浮力の大きさを決めるもの」は何かを考える時間としたい。生徒が水に沈める物体の条件を制御して実験が行えるよう、実験器具にも工夫をした。また「アルキメデスの原理」にせまる発展的な内容として、物体の質量・体積を同じにした状態で、物体を沈める流体の密度を変化させるなどして、真水に浮かない卵が食塩水には浮いたり、死海では海に浮かびながら新聞を読むことができたりするなど、日常生活の中で見られる物理現象の原理について考えさせたい。様々な実験の結果から、「浮力の大きさを決めるもの」について考察し、それが何であるのかを考えさせることで思考力・判断力を育成したい。

(3) 学びの本質に迫る指導について

本校理科では、『自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方や科学的に探究する能力の基礎と態度を身に付けること』を学びの本質ととらえている。この学びの本質に迫るための中心的な役割を担うのが科学的な思考力や表現力であると考え、それらをもつために次の①～③に重点を置き、研究を行ってきた。

- | |
|-------------------------------------|
| ① 学習内容の分析
② 教材開発
③ 単元のデザインの工夫 |
|-------------------------------------|

本単元では、特に①学習内容の分析と②教材開発に重点を置いた。

① 学習内容の分析

平成26年度学習定着度状況調査の結果を見ると、物体にはたらく浮力の大きさについての問題の正答率が8%と、他のどの問題よりも低い結果となった。問題の内容は「物体を沈める深さが変化しても浮力の大きさは変わらない」ことを見だし、「浮力は深さに無関係である」ことを理解させるものであった。しかし、調査の結果を見ると「浮力の大きさ=水圧の大きさ」と考え、「浮力の大きさは、水の深さが深いほど大きくなる」と間違えたとらえ方をしている生徒が多い。これは、「水圧の大きさは、水の深さが深いほど大きくなる」という水圧の学習内容と浮力の学習内容が混同し、勘違いしているものと考えられる。生徒の振り返りシートに書かれているような、生活体験で身に付いている素朴概念を払拭しつつ、上記の調査結果から明らかになった既習事項の水圧との区別を明らかにした適切な観察・実験を通して、浮力の正しい概念に迫ることが大切であると考えた。

② 教材開発

私たちは生活体験の中で知らず知らずのうちに「重いものは沈み、軽いものは浮く」という素朴概念を身につけている。生徒の多くも「質量が大きなのは沈み、質量が小さいものは浮く」また、「空気が含まれていないものは沈み、空気が含まれているものは浮く」などと考え、浮力の大きさは物体の質量や物質の中身に関係なく、物体の体積に関係しているということを理解している生徒はほとんどいない。その素朴概念を払拭する実験として、天秤を使った実験を行うこととした。天秤の実験は視覚的にその変化をとらえることができ、また条件を制御しながらの実験を行いやすいという点で、優れた実験器具になりえる。導入では質量が等しく体積の異なる物体をつり下げた天秤を水に沈める実験を行い、空気中と水中での違いを観察する。また終結では、質量・体積ともに等しい物体をつるした天秤を用意し、それぞれの物体を沈める流体を変える。天秤による実験は、変化がはっきりと表れ、シンプルに生徒の素朴概念を揺さぶることが期待できると思い採用した。また生徒実験では、質量を一定に保ちながら体積だけを変えていく実験器具を使い、物体の体積と浮力の大きさの規則性に気づかせたい。実験によって得られた結果やグラフをもとに「浮力の大きさを決めるもの」を考察させる中で、生徒の思考力、判断力を育成したい。

3 単元の指導目標と評価規準

第3章 いろいろな力の世界

① 指導目標

物体に力をはたらかせる実験を行い、物体に力がはたらくとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いださせるとともに、力は大きさと向きによって表されることを理解させる。また、圧力についての実験を行い、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いださせるとともに、水圧や大気圧の実験を行い、その結果を水や空気の高さと関連付けてとらえさせる。そして、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的に見る見方や考え方を養う。

② 評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
力のはたらき、圧力に関する事物・現象に進んでかかわり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活とのかかわりでみようとする。	力のはたらき、圧力に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、力のはたらいた物体の形や運動の様子の変化、圧力と力の大きさや面積との関係、水圧や大気圧と水や空気の高さとの関連などについて自らの考えをまとめ、表現している。	力のはたらき、圧力に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	物体に力のはたらくと変形したり運動の様子が変わったりすること、力は大きさと向きによって表されること、圧力は力の大きさと面積に関係があること、水圧や大気圧が水や空気の高さと関連するなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

4 単元の指導計画

第3章 いろいろな力の世界（ 11時間 ）

時	テーマ	内 容	関心	思考	技能	知理
1	日常生活の中の力	【振り返りシート「学習前」への記入】 力のはたらきの理解し、身のまわりにはたらく力を分類する。	○			○
2	力の表し方	重力・力の単位、力の表し方を理解する。				○
3	力の大きさとばねののびにはどのような関係があるか？	【実験】力の大きさとばねののび ばねを使った実験から「フックの法則」を見出す。		○	○	
4		【実験】ばねを複数個つなげたときののび 複数個のばねのつなぎ方によって、のび方が異なることを理解する。		○	○	
5	力の3要素と力の表し方	力を矢印で表現する方法を理解する。 重力と質量の違いを理解し、それらの量り方を確認する。			○	○
6	圧力とは何か？	【実験】圧力の大きさを決めるもの 実験を通して、圧力の大きさを決めるものは何かを見出す。		○	○	
7	水圧とは何か？	【実験】水圧の大きさやはたらく向き 水中ではたらく圧力について、その大きさを決めるものやはたらく方を理解する。		○		○
8	【本時】浮力とは何か？	【実験】浮力の大きさを決めるもの 実験を通して、浮力の大きさを決めるものは何かを見出す。		○		
9	浮力のまとめ	【実験】浮沈子の浮き沈みの理由 浮沈子が浮いたり沈んだりする理由を説明する。		○	○	
10	大気圧とは？	大気圧の存在と大気圧によって起こる現象について理解する。				○
11	第3章のまとめ	【振り返りシート「学習後」への記入】 学習後の「いろいろな力の世界」のふり返しを行う。	○			○

5 本時について

(1) 主 題 「アルキメデスの原理」

(2) 指導目標

浮力の大きさを決めるものについて、水に沈んでいる物体の体積と、物体にはたらく浮力の大きさの関係を考察させ、その規則性を実験データやグラフから説明できるようにする。

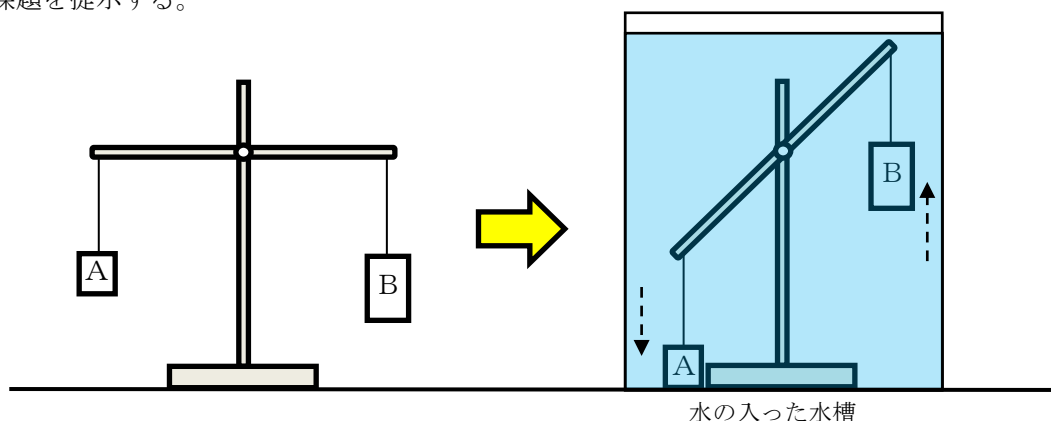
(3) 評価規準

浮力の大きさは、沈んでいる物体の体積に比例すること。またその物体が押しつけている水にはたらく重力の大きさに等しいことを実験結果から見だし、説明することができる。…(科学的な思考・表現)

(4) 指導の構想

本時では、天秤を使った浮力の実験を行い、浮力の大きさと物体の水に沈んでいる部分の体積の関係を考察させ、理解を深めさせたい。

本時までの授業で、生徒は質量の等しい物体は天秤で釣り合うことを学習している。導入では、質量が等しく体積が異なる二つの物体を天秤に吊るし、釣り合うことを確認した後、それらを水の中に入れたとき、どのようになるか問いかける。この時、生徒たちには天秤がどのようになるのか、根拠をもって予想させる。その後、演習実験を行い、結果を確認する。水中に天秤を入れストッパーを外すと、それまで釣り合っていた天秤が動き始める。質量が等しいにも関わらず、天秤が傾いたことから、物体に重力以外に何らかの力が加わったことが推測される。ここで、水中ではたらく浮力について触れる。導入で行った実験から、生徒自身に「浮力の大きさには、物体の体積が関係していそうである」という気づきを導き出し、本時の課題を提示する。



展開では、質量を一定にした状態で、物体の体積だけを変えていったとき、浮力の大きさがどのように変化するか確かめる実験を行う。この時、浮力の大きさはニュートンばかりを使って測定し(浮力=水に入る前の重さ-水に入れた時の重さ)、物体の質量は押しつけた水の体積としてメスシリンダーで測定する。少しずつ体積を大きくしていったとき、いずれは物体にはたらく重力と浮力が釣り合い、物体が水に浮く現象が起こる。その後も少しずつ体積を増やして実験を続けるが、押しつけた水の体積は変わらない。これら一連の結果から、物体にはたらく浮力の大きさは、物体が沈んでいる部分の体積に比例し、その値は押しつけた水の重さと等しいことに気づかせる。実験の結果は、学習プリントの他にパソコンに入力させ、10班全ての班の実験結果を確認できるようにする。ここで、自分の班の実験結果や見出した規則性を一般化させる。「浮力の大きさは、沈んでいる物体の体積に比例する。また、その物体が押しつけている水にはたらく重力の大きさに等しい」ことを確認したうえで、水圧とは違い、物体が完全に沈んではたらく浮力の大きさは水深に関わらないことも確認しておく。また浮力に関する身近な現象として、鉄でできた船が水に浮いていられる理由を、船の構造(体積)に着目して説明させる。

終結では、発展的な課題として、真水と塩水など物体が沈む流体が異なるとき、物体にはたらく浮力の大きさが異なることを確認する。

(5) 本時の展開

段階	学習活動 および 学習内容	時間 (分)	■ 学びの本質との関わり
導入	<p>1 問題を把握する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質量が等しく体積が異なる二つの物体を天秤に吊るし、つり合うことを確認する。 ・天秤を水の中に入れたときの様子を予想し、確かめる。 ・水圧を矢印で表した図などから、水中にあるものは必ず上向きの力が加わり、それを浮力と呼ぶことを確認する。 <p>2 課題化する。</p>	10 (10)	<ul style="list-style-type: none"> ・生活体験や既習事項などを根拠に、天秤のふれ方を予想する。
展開	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;"> 浮力の大きさは、物体の何によって決まるのだろうか。 </div> <p>3 仮説を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浮力の大きさを決めるものについて仮説を立てる。 「浮力の大きさは物体の〜〜によって決まるのではないか。」 <p>4 実験方法を確認し、実験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・準備物、操作手順について確認する。 ・物体の体積のみが変化する器具を水に沈め、水に沈んでいる物体の体積と、物体にはたらく浮力の大きさを記録していく。 ・実験結果を学習プリントと PC に記録し、グラフ化する。 <p>5 結果をもとに考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PC のデータをまとめ、各般の実験結果を一般化する。 ・浮力の大きさは何によって決まるのか考える。 「浮力の大きさは物体の体積に比例する。」 「浮力の大きさは、物体が押しのかけた水にはたらく重力に等しい。」 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;"> 浮力の大きさは、沈んでいる物体の体積に比例し、その物体が押しのかけている水にはたらく重力の大きさに等しい。 </div> <p>6 課題を振り返り、説明する。</p> <p>7 浮力に関する身近な現象について考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄でできた船が海に浮いている理由を、本時の学習内容を使って説明する。 	35 (45)	<ul style="list-style-type: none"> ・導入の実験から、浮力の大きさは、物体の体積に関係がありそうだということに気づく。 ・どのような実験を行えば、仮説が実証できるかどうか考える。 ・自他の実験データ・グラフをもとに、浮力の大きさと物体の体積の関係について、自分の考えを表現する。 ・船の構造（体積）に触れながら、船が浮く理由を説明する。
終結	<p>8 発展的課題に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質量、体積ともに等しい物体を異なる流体に入れた時の天秤の様子を観察し、その理由を考察する。 	5 (50)	<ul style="list-style-type: none"> ・押しのかけた「水」の違いが浮力の違いとなっていることに気づく。

