

力のはたらきを意識できる指導過程の工夫

- 生徒の誤った認識を生かして 3年「力と運動」 -

1 指導の立場

理科には4つの領域があるが、生徒が苦手とするものの筆頭は、やはり「物理領域」であろう。力・電気・光や音などは、実際に目に見えないもの、手にとって確認することができないものであり、そのはたらきは意識できても、力・電気・光や音など、そのものを意識しにくい。

大半の生徒は、「正体は分からないが、そういうのはたらきをするものがある。」などと、今ひとつはっきりしない思いを持ちながら物理の学習を終えるのではないだろうか。

今回「運動とエネルギー」の単元を扱ったわけであるが電気や音・光などとは違い、この単元で扱う「力」には実体がない。それゆえ、体験や感覚的なものに基づいた考え、誤解が生じやすい。

生徒が学習内容を身につけるためには、学習内容に対し主体的にかかわり、生徒自身が「分かった・分かる」と実感し、その体験を繰り返すことが必要だと考える。

「百聞は一見しかず」のことわざ通り、本単元ではできる限り具体的な事象・身近な事象を提示し、生徒が力のはたらきについて具体的なイメージを持てるような単元指導計画や事象提示のあり方を考えていくこととした。

2 実践

(1) 生徒の意識の把握

実践を始めるにあたり、本単元学習前の生徒の意識を確認することにした。

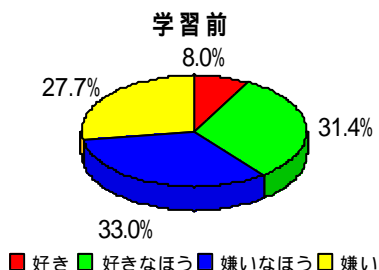


図 1

図1は物理領域の好き嫌いの割合である。

「物理領域」が嫌いな理由として、

「複雑、理解しにくい」「計算が難しい」
「覚えることが多い」

などがあった。その要因として次のようなことが考えられる。

物理嫌いの原因

見えないものに対する苦手意識。
実験観察結果と理論を結びつけることができない。

(2) 研究仮説と研究内容

そこで下記のような研究仮説をたて、実践を行うこととした。

身近な例を提示しながら、力のはたらきについて考えていくことで、力や運動に関する関心が高まり、理解を深めることができる。

研究内容としては

力のはたらきを意識できる単元指導計画の作成
生徒の考え方の把握
学習内容の定着度・理解度の把握

の3点で行うこととした。

力のはたらきを意識できる単元指導計画の作成

単元計画をたてる上で次のことに留意した。

- ア 身近なものをを用いた事象を提示しながら、力のはたらきについて考えることができる。
- イ 地球上にいる限り重力は必ずはたらいていることが意識できる。
- ウ 教具などの工夫により、できる限り例示・演示し生徒の理解を深める。

上記のことについて配慮しながら作成した指導計画を次に示す。

3 年生「力と運動」単元指導計画

回数	学 習 項 目	学 習 内 容	学習する上での配慮事項
1	すべての物質には、重さがある	問：空の容器と水素をつめた容器の重さを比べると、その重さは？ まとめ：重さがあるということは重力がはたっているということ	・軽い物、浮き上がる物には重さはない、「軽さ」があるという思考を打ち破ることですべての物には重さがあることをつかむ。
2	重さはなくならない（浮力）	問：バネばかりにつり下げた物体の重さは水中ではどうなるか？ 問：台ばかりにのった水槽の中に石や木を入れると重さはどうなるか	・水中にある物体には上向きの浮力がはたらき、その大きさは物質の重さではなく、その物質の体積によることをつかむ。 ・物体に浮力がはたらいても、重さはなくならないことを（質量保存は保存されることを）確認し、重さ（重力）は決してなくならないことをつかむ
3	力の原理	問：磁石にひもにつなげたクリップを近づけると宙づりにできるだろうか？ 「力の原理」 静止している物体は受けた力の方向に動き出す 静止している物体が反対向きの2つの力を同時に受けると、大きい力の方向に動き出す。 静止している物体が反対向きで大きさの等しい力を受けると、物体は動かない（つりあいの関係）	・磁石とクリップの位置を変えていくことにより、直線上の2力の大小関係により物体がどのように運動するかをつかむ。また、ここでつりあいの関係について触れる。
4	バネにはたらく力	問：バネ、針金、糸、ガラス棒におもりをつり下げる、おもりにはどうな力を受けるだろうか？ 実験：机を押したり離したりすると、ゆがみに変化が生じることを、レーザー光線で確認する	・おもりがバネにひかれる力をもとに、一見バネに見えないような物にもバネの性質が潜んでいることをつかむ。 ・スポンジを用いた演示教具で、机の抗力は原子・分子の間隔が変化しそれが元に戻ろうとするはたらくによることをつかむ。また、そのことからどんな物にもバネの性質があることを確認する。
5	作用・反作用	問：バネの両端におもりをつるした場合と、一方を壁に固定、もう一方におもりをつるした場合を比べると、バネののびはどうなるか？ 「つりあいの関係と作用・反作用の関係」 つり合い：注目している物が受けている力の関係 作用・反作用：2つの物が及ぼし合うペアの力を考える	・同じバネを用いながら、2つの異なる状況でバネにはたらく力を考えることにより、おもりが引く力も壁が引く力も同じであることを理解する。そこから、作用の力があれば必ず反作用の力がはたらくことをつかむ。
6	力の合成・分解	合力の求め方（力の平行四辺形） 分力の求め方	・力の平行四辺形について知る
7	力の平行四辺形	問：荷物を2人で運ぶとき、互いの腕が平行なときと角度をつけて運ぶときでは、どちらの方が力があるか 問：荷物を2人で運ぶとき、背が高い人と背が低い人では、どちらの方が力があるか。 身のまわりにある力の分解例 ・斜面上にある物体にはたらく力 ・斧で木が切れるわけ ・こうりしばりについて	・身近な例を通して、力は合成・分解できることをつかむ。また、それを考える際「平行四辺形の法則」が活用できることを知る。
8	速さについて	問：速さを求めるにはどうするか？ 作業：記録タイマーの使い方を修得しよう。	・速さ＝距離÷時間 以外に表される速さ「瞬間の速さ」を定義し、記録タイマーの使い方、その後のデータ処理の方法を学びながら、「平均の速さ」と「瞬間の速さ」の違いをつかむ。
9	力と速さ	実験：台車についたバネののびを一定にしたまま、台車を引いて（押して）いくとどうなるか。	・物体に力がはたらくと、はたらいた力の向きに動くことを体感する。また、力がはたらき続ける限り、その物体の速さは変化し続けることを体感する。
10	落下運動と速さ	問：同じ面積の板きれと紙片を、同じ高さから同時に落とすと、どのように落ちるか。 問：板きれに紙片を重ねて落とすと？ 問：パチンコ玉と丸めた紙を同時に落とすと？ 「アリストテレスとガリレオの考え方」 アポロによる月面上の落下実験のVTRを見る	・ガリレオのピサの斜塔の実験で、質量がちがう物体でも同時に落ちることは有名であるが、重い物ほど先に落ちるという根強い考え方を、実験を通して砕いていく。 ・両者の考えを提示することで、物体が落下するとき、それぞれの速さはそのものの形状・空気抵抗によって変化し、重さでは変わらないことを確認する。
11	平面上の運動と落下（斜面）運動	実験：平面上の運動と、斜面上の運動の様子を記録タイマーで残そう 作業：速さと移動距離をグラフで表す	
12	慣性	問：走っている電車の床に落ちている空き缶。電車がブレーキをかけるとどのようになるだろうか？ 問：止まっている電車の床に落ちている空き缶。電車が動き出すとどのようになるだろうか？ 問：電車の中でボールを落とすとボールはどこに落ちるだろうか？ 「天動説が信じられていたわけ」と「ガリレオの反論」を聞き慣性についての理解を深める。	・身近に体感したことのある電車内での運動の様子から、慣性について考える。 ・慣性の発見により、それまで大勢を占めていた天動説という考え方が覆され、地球が動いていることを証明する有力な手がかりの一つになったことを紹介する。

生徒の考え方の把握

本単元内においては、下記に示すような問題を各授業ごとに提示し、予想についても選択形式をとった。そうすることで生徒は自分の立場を持つことができ、より授業に参加している意識が高まると考えたからである。

問「空の容器と水素をつめた容器の重さを比べると、その重さは」

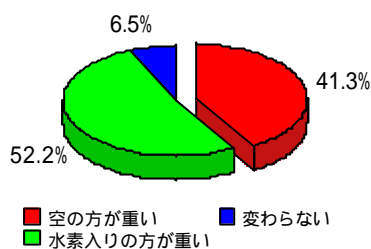


図 2

この質問に対する生徒の考え方は図2のようであった。空の容器の方が重いとする生徒の理由の大半が「水素は軽いから」であるが、水素が詰まっても軽くなると考える生徒も4割いる。ここには「軽いものには重さがない」、「浮く力が重さを打ち消す」といった誤解がある。

ここでは、「ものには全て重さがある」ことを押さえた。

問「水の入った水槽にものを入れたときの全体の重さは？」

水中に沈む場合



図 3

水に浮く場合



図 4

この問に対しては「水中に沈む場合」は「全ての合計である」と正しく考えられる生徒が7割いるが、「水に浮く場合」になると半数に減る。軽くなると考える生徒の多くは「水に浮くから」と考えている。ここにも、先の問題と同じく「浮く力が重さを打ち消す」といった誤解がある。

これは、重さというものの本質(定義)が意識で

きていないことが考えられる。よって、ここでは「重さというものは、物体にはたらく重力(力)の大きさ」であることを押さえ、重力と浮力というような、異なる向きの力がはたらくことで重さが変わるように感じることを確認した。

問「同じ面積の木と紙を同時に落としたら」

別々に落とした場合

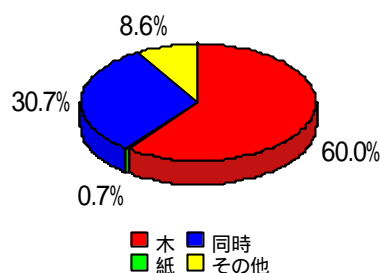


図 5

さらに、重さの違うものを落下させるとどうなるかという問題である。これはガリレオの斜塔の実験で有名であるが、我々は、感覚的に日常生活の経験から重い物ほど速く落ちると考えている。この問を出したところ、6割の生徒が「木の方が速く落下する」と予想している。これは日常の体験からも明らかなことであるが、両者を重ねて落とした場合に対しては下記の様な結果になった。

重ねて落とした場合

(木を下にした場合) (紙を下にした場合)

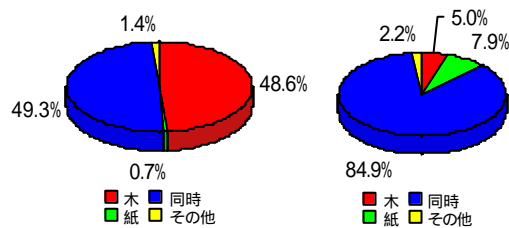


図 6

図 7

木を下にして落とした場合は先の問題と同じように「木が先に落ちる」と考える生徒は多い。紙を下にした場合は「同時」と考える生徒が急増するが、その理由として「木の方が重いので紙が押されていく」と落下する速度は重さによって決定され则认为ている。

それは、次の問への予想からも明らかである。

問「パチンコ玉と丸めた紙を同時に落としたら」

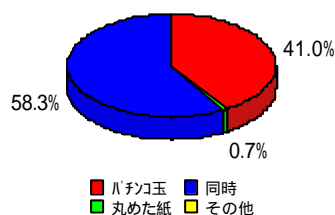


図 8

先の問に対して実験を行い実際に落下にはものの重さには関係がないことを明示しても、この問に対して「重いパチンコ玉の方が速く落下する」と予想する生徒は4割にのぼる。「落下の速さは重さによって変わる」という誤解は、なかなか解けないことが分かる。

この様に生徒の陥りやすい考え方を、あらかじめ予想しながら単元計画を立て、実際に生徒の考えに合わせて条件設定をし、誤解を解きながら授業を進めていった。

学習内容の理解度・定着度の把握

この学習終了後、生徒に対し物理領域に対する意識調査をしたところ、次のような結果になった。

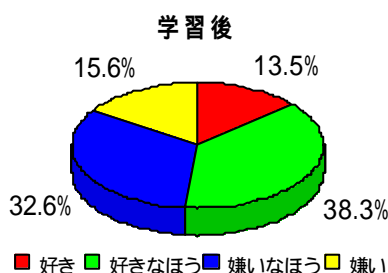


図 9

学習前にとった調査と比較すると、「好き」「好きなほう」であると好意的にとらえている生徒の割合が12.4%上昇した。また「嫌い」だと感じている生徒の割合が12.1%減少した。

生徒の感想をあげてみると

学習する前に比べて、日常生活の中のことを利用したりして、わかりやすかったと思う。自分の予想とちがうことが多くて、悔しかったけど、自分が考えていたことと違う、本当のことが分かったから楽しかった。

日常生活でのことが問題になっていて、自分でやってみて楽しみたいと思う内容だった。

例が多くて少し混乱した。

実験が多く面白かったが、単調だった。

少し数が多かったので、忘れそうになることがある。

この感想から、この単元計画を用いた授業は生徒の興味関心を喚起したと感じられる。また、身近な例を用いたことにより「分かった、分かる」という実感を持つことができたと考える。

次に、学習内容の定着度であるが、下記の表は、この単元計画を使って学習した学級とそうでない学級についての理解度(平均点)の違いである。内容は合力・分力を求める問題である。

	使用学級	不使用学級
男子	13.4	11.9
女子	13.6	13.0
合計	13.5	12.4

理解度については、若干の向上が見られる。しかしながら、この単元計画によるものであるとは言い切れない。

3. 成果と課題

本実践において次のような成果があげられる。

身近なものを使うことにより、力に関する関心を高めることができた。

力や運動に関する概念形成の場面において生徒の関心を高め、理解を促すことができた。

また、次のような課題があげられる。

関心を高めることはできたが、身につけた概念もとに、力や運動に関する諸法則を考えられているかどうか、判断しかねる。

最も効果的な提示方法や、単元指導計画内の配置について再考する必要がある。

<参考文献>

(1) たのしくわかる物理100時間

東京物理サークル 編著：あゆみ出版

(2) 図解雑学 物理のしくみ

井田屋文夫 著：ナツメ社

(文責 不破郡垂井町立不破中学校 高田治彦)