

物理コース：力を見て感じて物の動きを攻略しよう！

理科（物理） 朝 倉 彬

1. はじめに

中学校での物理分野の力の取り扱いは、「運動とエネルギー」で取り扱われており、物体の運動と力の関係について理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けて考察できるようにすることが求められている。中学校では等速直線運動、運動エネルギーなど運動とともに力を定性的に理解することが多い。物体が静止している場合は「力のつりあい」「力の合成・分解」などは知識や思考の順序としてはわかりやすい部分があるが、力の本来の意味が曖昧な部分は多々あり、力学の素朴概念・誤概念は物理学の中でも根深い内容の1つである。今回の体験授業は、中学校で取り扱う内容を踏まえつつ、力センサーなどを用いて可視化しながら、力を感じてもらうことを目的に実施した。

2. 授業構成

2.1. アイスブレイクと力のイメージについて

4名単位で参加者には自由に着席してもらいグループを組んでもらった。はじめはグループ内の自己紹介等をアイスブレイクとして物理分野の概要を俯瞰してもらいながら、「物理分野のイメージ」「力ってどう説明する？」という問いからイメージなどを列挙してもらった。ここでは「理解するのが難しい」「計算が多い」「見えないからよくわからない」など前述した苦手になる傾向の意見が見られた。

2.2. 「力」の性質

次に、力の概要と性質をまとめた。中学3年で学習する内容のため多くの生徒がまだ学習していない状況を鑑みて、少し時間をかけて丁寧に講義を行った。さらに、高校で学習する「運動の三法則」についても解説を行った。日常生活内では摩擦力が存在するために考えにくい「慣性の法則」、力は速さではなく加速度（中学生では加速度を学習していないので「速さが変化する」という伝え方）を含む運動方程式の内容に関しても、定性的には中学段階で十分理解ができるように配慮した。さらに「作用・反作用の法則」についても、2つの物体の相互作用としての理解を深めるよう配慮した。

さらに、中学段階では言及されない「接触力」と「遠隔力」の区別を行った。物体どうしが接触することで生じる接触力と、重力に代表される遠隔力を理解することで、「物体が他の物体に接触している場合には力が生じている」「地球上にある物体には鉛直下向きに重力が生じている」を状況的にも言語的にも理解することができた。

2.3. 「力」の素朴概念から脱却するためのセンサーの利用

力の性質を理解した後、復習の位置付けとして、机の上にある木片にはどのような力がはたらいているのか、その物体を上から手で押した時どのようなようになるか、グループ内でディスカッションを行った（図1）。一見簡単なディスカッションでもあるが、理解した内容を自分自身で他者に説明をしながら伝えることは難しいため、多くの生徒は議

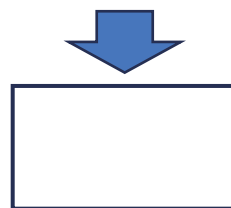


図1 木片を上から押した様子

論をしながら理解を深めていった。

前述の性質の理解を促した後の中学生にとって「力」は見えないため、力センサーを利用し数値として可視化されることで理解の促進と素朴概念からの脱却を行った。先ほどと同じく、図 1 の木片をゆっくり押ししたときに、押す側に力センサー、はかりの上に木片を置き、センサーとはかりの値の変化から「押す力」「垂直抗力」「重力」が同時に存在することを確認した。また、木片を持ち上げ、はかりの値が 0 になったとき、木片をつりあげるために必要な力や、木片をゆっくり上に動かしている場合の力センサーの値を確認した。このことで、常に重力が存在していることや、物体の動きと力との関係などを定量的に理解することができた。また、力センサーのカートを用いて、作用・反作用の法則の確認を行った。作用・反作用は必ず 2 つの物体で同じ大きさの逆向きの力がそれぞれはたらくという点においても、センサーを用いることで可視化できた。

2.4. 「力」の理解応用編

力センサーを用いた実験の後、物体が空中を斜めに動いているとき、どのような力がはたらいているのか、またその力の向きと大きさ（図 2）や、2 つの物体が重なって静止している場合の力のはたらき（図 3）についてグループでデ

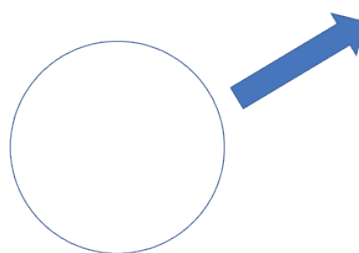


図 2 空中で運動している物体

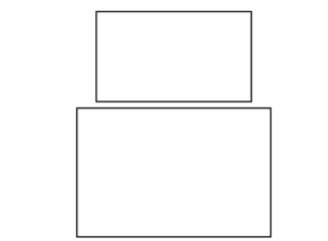


図 3 2 つの物体が重なっている様子

イスカッションをしてもらった。これらは高校生でも物理基礎の力学分野を学習した後で行っても、理解に苦しむ内容である。これらを先ほどの実験内容を踏まえた上で図示および言語化する議論はそれぞれのグループで非常に活発に行われた。今回は時間が不足して実施できなかったが、摩擦力の議論も同様にできるであろうと考えられる。

3. 参加生徒等からのコメントから理解度をみる

本授業は、中学校理科で学ぶ「力」の内容を力センサーや実験活動を通して体感的に理解させる構成となっており参加者からも概ね高い評価を得た。授業内容については「ちょうどよかった」と回答した参加者が多く、「少し難しい感じがしたけれど、理解できないわけではないという、ちょうどいい感じの難易度だった」「苦手だった力学が少し分かるようになった」など挑戦的でありながらも理解可能なレベルとして受け止められていた。一方で、「やや難しかった」とする回答もあり、慣性や作用・反作用などの抽象概念については、中学生にとって一定の難しさがあることも示唆された。

授業構成に関しては、冒頭のアイスブレイクやグループ活動が初対面の参加者同士の交流を促し、学びやすい雰囲気づくりにつながっていたことが感想から読み取れる。「最後にはもっと受けていたいと思った」「グループの話し合いが多くて理解を深め合うことができた」といった記述からも、対話的な活動が理解の促進に有効であったことがうかがえる。さらに、力センサーや記録プログラムなど、学校ではあまり扱わない機器を用いた実験は新鮮な体験として受け止められており「作用・反作用の法則や慣性の法則について理解を深めることができた」という声も見られた。特に「止まっているのに力がはたらいている」「空中のボールにはどんな力が働くか」といった誤概念が生じやすい内容について実験を通して考察できる構成が効果的に機能していたと考えられ、本授業が物理への関心喚起や理解につながる機会となっていたことが示された。