

中等教育研究開発室年報 第33号 (2020年3月31日発行) 別冊電子版
2019年度 授業実践事例

理科 中学校第3学年

運動とエネルギー—力学的エネルギー保存の法則—

授業者 佐々木 康子

(校内研究授業)

広島大学附属中・高等学校

中学校 理科（第1分野） 学習指導案

指導者 佐々木 康子

日 時	令和2年1月28日（金） 第2限 9:40～10:30
場 所	第2物理教室
学年・組	中学校3年A組40人（男子19人 女子21人）
単 元	運動とエネルギー
目 標	1. 運動とエネルギーに関する基本的な概念を理解するとともに、科学的に探究するために必要な基本的な技能を身に付けている。（知識・技能） 2. 運動とエネルギーに関する事物・現象から問題を見いだし、科学的に探究することができる。（思考・判断・表現） 3. 運動とエネルギーに関する事物・現象 に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりして、科学的に探究しようとしている。（主体的に学習に取り組む態度）

指導計画（全28時間）

第一次	力のつり合い	6時間
第二次	運動の速さと向き	6時間
第三次	力と運動	6時間
第四次	仕事とエネルギー	5時間
第五次	力学的エネルギーの保存	5時間（本時 2/5）

授業について

新学習指導要領において、理科の見方・考え方について「エネルギー」を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点でとらえることがこの領域における特徴的な視点として整理されている。また、理科で育成をめざす資質・能力のうち、思考力、判断力、表現力について、第3学年では探究の過程を振り返る活動に重点を置くことも示されている。従来もエネルギー領域では実験を通して、現象を定量的に取り扱い、データ処理や考察の方法を学んできたところであるが、第3学年理科1分野の学習の最後に、これまで取り組んできた様々なエネルギーについての実験を振り返り、エネルギー変換に着目し、エネルギーの変換効率を定量的に測定する実験を計画、実施することとする。本単元ではその前段階として力学的エネルギーに焦点を絞り、保存の法則を検証する実験を班ごとに計画を立て、実験の実施、考察を行い、「探す」ことにつながる「深い学び」の実現を図る。

本時までに「仕事とエネルギー」では、仕事の定義、仕事の原理などを実験の考察を通して学習した。続いて位置エネルギーの大きさが物体の高さと質量に比例すること、運動エネルギーの大きさが物体の速さの2乗と質量に比例することを、実験の考察を通して学習した。「力学的エネルギーの保存」では、力学的エネルギーが位置エネルギーと運動エネルギーの和であることを学んだのち、位置エネルギーの実験の振り返りを通して、エネルギーの移り変わりを確認した。

本時では高いところにある物体が基準面に到達する過程で、位置エネルギーと運動エネルギーの和が保存されるのかを調べる方法を各班で考える。実験計画に際しては、これまでに取り組んだ位置エネルギーや運動エネルギーについての実験方法や、「運動の速さと向き」や「力と運動」の小単元で扱った実験方法やデータ処理の方法を用いて、課題解決に迫ることを期待している。また、他者との意見交換を通じて、互いの実験方法やデータ処理の仕方について再考し、実験計画をより良いものに練り、実験の実施に臨む。実験後は実験結果の共有・考察の共有を行い、学びを深める。

題 目 力学的エネルギー保存の法則

本時の目標

位置エネルギーが運動エネルギーに変換される過程で、力学的エネルギー保存の法則が成り立っているかを確認する取り組みにおいて、科学的に探究することができる。

本時の評価規準（観点／方法）

既習事項を振り返り、これまでに得た知識や実験技能を活用し、実験計画について自分の考えを導き出し、説明している。（思考・判断・表現／ワークシートの記述）

本時の学習指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点
<p><導入> 前時の想起(5分)</p>	<p>○課題，本時の問題(解決のために明らかにすること，取り組むこと)を確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【課題】位置エネルギーが運動エネルギーに変換される過程において，力学的エネルギー保存の法則は成り立っているのかを確認せよ。</p> </div>	<p>・力学的エネルギーが位置エネルギーと運動エネルギーの和であること，位置エネルギー，運動エネルギーがそれぞれ物体の質量，高さ，速さを用いて，どのように表すことができるかを確認する。（個人）</p>
<p><展開> 取り上げる現象の決定と実験原理の確認(15分)</p>	<p>○実験で取り上げる現象を決め，実験原理を考える。 (運動の例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レール上での小球の運動 ・斜面上での台車の運動 ・振り子 　　　　　　　　など 	<p>・位置エネルギーが運動エネルギーに変換されている現象を複数あげるよう促す。（個人から班へ） …日常生活の中でみられる現象や，これまでに学習した物体の運動などを想起させる。</p>
<p>実験計画の作成(10分)</p>	<p>○班ごとに，実験計画を作成する。 発表用資料(ホワイトボード)を作成する。</p>	<p>・課題に適した現象であるか検討を促す。（班から個人へ） …実験原理 …測定が必要な物理量，一定にする条件等</p>
<p>各班の交流(15分)</p>	<p>○実験計画案の説明と意見交換を行う。</p>	<p>◎既習事項を振り返り，得た知識・実験技能を活用して実験計画について自分の考えを導き出して説明している。（思考・判断・表現／ワークシートの記述）</p> <p>・2 交代で発表を行う。</p>
<p><終結> 振り返り(5分)</p>	<p>○振り返りを行い，実験計画の修正を行う。</p>	<p>・各自が聞いた意見や参考になる事例を共有する。 ・次時の学習の見通しをもたせる。</p>
<p>備考 教科書：未来へひろがるサイエンス3（啓林館）</p>		

課題

位置エネルギーが運動エネルギーに変換される過程において、力学的エネルギー保存の法則は成り立っているのかを確かめよう。

確認

○力学的エネルギーとは

○位置エネルギーとは

○運動エネルギーとは

現象と
実験原理

現象

現象

現象

原理

原理

原理

装置図
準備物

実践上の留意点

1. 授業説明

例年では第1分野の学習のまとめとして、エネルギーの変換効率を求める実験計画を行い、実際に実験に取り組んでいる。例えば電気ポットや電磁調理器などを用いて、電気エネルギーから熱エネルギーの変換に着目したり、水車を作って位置エネルギーから電気エネルギーへの変換に着目するといったように、生徒たちは中学3年間で学習してきた様々なエネルギーについて取り上げている。今年度は、力学的エネルギーを学習したのち、力学的エネルギー保存の法則に絞って取り組むこととした。位置エネルギーと運動エネルギーの量について、中学校ではそれぞれ物体の質量と高さ、あるいは質量と速さの2乗に関係しているという程度までは学習するが、その量の求め方までは学習しない。しかし定量的に実験を行うことにこだわり、教科書の発展の記載を活用して、それぞれのエネルギーの値を求め、エネルギー変換の際にそれらの量が「保存」されているのかどうかに着目させることとした。また、位置エネルギーと運動エネルギーの2種類のエネルギーの移り変わりを、日常生活にみられる現象や、「運動の速さと向き」や「力と運動」の小単元で取り組んだ実験と結びつけて考えられることを目指した。

本時の活動において、位置エネルギーが運動エネルギーに変換している現象を一人3つ挙げるという場面では、直前に学習したレール上で小球を運動させて位置エネルギーが物体の質量および高さに比例していることを調べる実験を多くの生徒が挙げていた。また教科書の図を参考にして、振り子やブランコを想定している生徒も見られた。さらに以前に学習した内容についてのノートや教科書を確認して、自由落下運動や斜面上での物体の運動を書き出している生徒もみられた。(他クラスでは、高等学校で行う反発係数を求める実験などに取り組むグループも見られた。)各自の案を班で出し合い、実際に実験が可能かどうか、位置エネルギーと運動エネルギーを求めるためには、どの物理量を測定するのかを確認する場面では、それぞれ意見を出し合う様子が見られた。このような実験計画に取り組み、実際に実験し、得られた結果を考察するといった探究の過程を振り返ることで、これまでに獲得した概念を再構築し、「探す」ことにつながる「深い学び」が実現すると考えている。

2. 質疑応答

Q：本時で生徒が計画したエネルギー変換の過程で、実際に力学的エネルギーは保存するのか。

A：実際には力学的エネルギーは保存されない。実験の条件を工夫することで、減少量を少なくすることはできる。例えば、自由落下ならば、記録タイマーではなく速度測定器を用いたり、振り子の運動では、おもりをつるす糸を細くすることで、減少量をかなり小さくできる。このような工夫をして、実験を繰り返して変換効率をあげる取り組みも考えられる。

Q：変換効率を求めたとして、この値が正解というものがないと思われるが、どうか。

A：この場合は何パーセントという正解はない。正確に測定するために各班がどのような工夫をしたのかを、実験後の考察の発表の場面や作成した実験書を互いに評価することで、学びあえると考えている。

Q：位置エネルギーから運動エネルギーの変換の途中過程も考えられるとよいのではないか。

A：まさに、授業者としても深めたいポイントであった。力学的エネルギーの保存という視点で、運動のはじめと終わりのみに着目するだけでなく、その途中ではどうなっているのだろうかという問いを、この実験の後に行いたいと考えている。

