

エネルギー変換効率を調べる実験

<理科学習指導プランP42・43参照>

（1）はじめに

生徒は、中学3年生の「運動とエネルギー」の単元で、エネルギーの変換と保存について学習します。それを基に「科学変化と人間」の単元では、エネルギーの変換効率の向上について学習します。生徒はこれまでの学習でエネルギーに対する基礎的な概念を形成しており、紹介する実験はその基礎的な概念を活用する場面として設定しています。エネルギーの変換効率の向上はエネルギーを有効活用するために必要であり、持続可能な社会の実現につながります。生徒自身が実験を通してエネルギーについて深く学べる機会にしたいと思い、授業を展開しました。

（2）課題について

生徒に実験を通してエネルギーに対する基礎的な概念を活用させ、問題解決に主体的に取り組ませるためには、課題設定の工夫が重要です。生徒一人一人がその課題を身近なものとして捉え、主体的に解決したいと思うような課題を設定し提示することで、生徒はより意欲的に学習に臨むことができます。そこで、本時では前時の実験を通して、変換効率が100%にならないことを学習させた上で、「家電メーカーの開発者として、省エネをコンセプトにした電気ポットを開発する」という「Mission」を提示しました。生徒は前時の実験から、この「Mission」を解決するためには、エネルギーの変換効率を100%に近づけることが必要だと気づきます。そこで本時の課題である「どのような工夫をすれば、エネルギーの変換効率が100%に近づくだろうか。」という問いを生徒から引き出すよう工夫しました。

（3）授業の実際

本単元は、総時数3時間で計画しました。1時間目はプラスチックのコップを用いて、エネルギーの変換効率を求める実験を行い、変換効率の求め方や、実験の操作技能を習得しました。2時間目には前時の実験をもとに、生徒が設定した課題について、予想を立てたり、実験計画を立てたりしました。3時間目には班ごとに実験を行い、結果を発表し、その結果をもとに考察しました。1時間目に予備実験を行わせることで、生徒は2時間目に設定した課題のイメージをつかみ、課題解決に向けた予想や仮説を立てる活動をスムーズに行うことができました。2時間目では水をあたためる容器の形状や素材、電熱線のワット数や水の質量など変えられる条件をいくつも挙げ、多種多様な意見を出していました。3時間目では、班ごとに自分たちの考えをもとにした実験を行い、どんなポットがよいか活発に話し合いを行いました。断熱容器の性質に気付かせるために、加熱中の温度変化だけでなく、加熱後の温度変化も測定させてみました。

(4) 授業のポイント

本授業において教師が生徒に実践させたいことは、次の3つです。

- ① 既習事項を振り返り、活用すること。
- ② 主体的に話し合い、考えを深め合うこと。
- ③ 科学の有用性に気づくこと。

1時間目の授業では、実験を通して力学的エネルギーだけでなく、全てのエネルギーにおいて、エネルギーの損失があるため、エネルギーの保存は成り立たないことに気づかせます。2時間目の授業につながるよう、なぜエネルギーが損失するのかも考えさせておくとよいでしょう。また、ここではエネルギーの変換効率の計算技能の習得も重要です。変換効率を求める有用性も確認しましょう。単元計画を立てるときから、系統性を十分に研究し、つながりのある授業をすることが生徒の知識や技能の定着につながります。

2時間目の授業では予想を立てさせる場面に十分時間をかけました。既習事項をもとに仮説を組み立てているか、条件制御がきちんとなされているか、実験計画は実現可能かどうかなど机間支援の中で確認しました。教師からアドバイスするだけでなく、問題点を生徒に問いかけ、生徒同士の話し合いを大切にしましょう。また、班対抗のような競争ではなく、協力して知恵を出し合いより良いものを作り出そうとする姿勢も伸ばしたいものです。

3時間目の授業では、各班からの考察をもとに全体で結論をまとめていきました。時間を十分に確保して生徒主体で結論に向かっていくことが大切です。生徒一人一人が充実感、満足感を得られるようそれぞれの意見を尊重し合う話し合い活動になるよう支援しました。既習事項をもとに生徒が主体的に問題解決することが、科学の有用性に気づくことにつながります。

1 時間目のワークシート

理科ワークシート：第3章「エネルギーと仕事」3年 組 番氏名
 【学習】今までの授業の復習：位置エネルギーと運動エネルギーについて
 (1) 物体が持つエネルギーには () エネルギーと () エネルギーがある。
 (2) 振り子の運動では () エネルギーと () エネルギーは、絶えず変換し合うことが分かった。
 (3) 小球の持つ力学的エネルギーについて、仕事の大きさを測ることで調べた実験を話し、有用性を調べた。
 実験から、位置エネルギーは物体の () と () に比例し、運動エネルギーは () と () に比例し、() の2案に比例することが分かった。
 (4) 公式をもとに計算した結果、小球の持っていた位置エネルギーの値より、下りきった後の小球が持っている運動エネルギーの値は () だった。
 この結果から、力学的エネルギーは () や () があると保存 () ことがわかった。…自分の算のエネルギー変換効率 () %
 力学的エネルギー以内のエネルギーはどうだろう？

◎本時の目標：
 【電熱線を用いる理由】
 ○電気回路において () 場という。
 ○最も身近なエネルギーである () エネルギーと () エネルギーの変換が起こる。
 ○2つのエネルギーは () することができる。
 電気エネルギー：仕事をすると
 電力 (J) = 電力 (W) × 時間 (s)
 熱エネルギー：仕事をされる側
 熱 (J) = m × c × ΔT
 【水を使う理由】
 ○空気で計算できない。電熱線が熱で切れてしまう。

準備物
 電源装置 (6Vに設定)
 電圧計 (電圧を測る)
 電流計 (電流を測る)
 電熱線 (6V・9W・4Ω)
 ストランジャー (質量を測る：100g)
 タイマー (5分測る)
 くり抜いた水
 フラスコカップ
 温度計
 スイッチ
 導線
 スタンド

【結果】
 ○電気エネルギー
 W × 秒 = J
 ○熱エネルギー
 4 × 2 × g × ΔT = J
 ○変換効率
 %

2 時間目のワークシート

理科ワークシート：第3章「エネルギーと仕事」3年 組 番氏名
 ◎本時の目標：
 【Mission】君たちは有名な企業「YAYOI」の開発担当で働く社員です。社長から社運をかけた電気ポットを開発するよう指示されました。コンセプトは「省エネ」です。
 クラス一丸となって様々な研究を行い、どんなポットはよいか考えましょう！
 (条件)
 ・水をあたためるのは電熱線とします。
 ・従量給電 (従量) は課料にのみならず、または自分たちの身近にあるものとします。
 ・実験は研究員 (生徒) で行います。

＜ステップ1＞改良すべきポイントを見つけてよう！
 前回の実験をもとに、どんな条件を変えると変換率が上がるか思い浮かべてください。

＜ステップ2＞どの条件を研究するかを決めよう！
 自由発想を基盤での研究です。挙げた条件を順番に選んでどの条件について研究するか決めましょう。

自分の班が研究する条件：
 ○ステップ3＞条件制御！
 小球の実験の時を思い出してください。調べたい条件以外はそろそろなければなりません。そろそろ調べ条件を確認しておきましょう。

＜ステップ4＞予想・仮説
 ○ステップ5＞準備物

＜ステップ6＞方法
 前回の実験から変換率と時間を求めておきましょう。また、操作時や注意点など必要なことはメモしておきましょう。

3 時間目のワークシート

＜ステップ7＞結果：
 変換させた条件
 使用した電気エネルギー (J)
 水が受け取った熱量 (J)
 エネルギーの変換効率 (%)
 電力 (J) = 電力 (W) × 時間 (s)
 熱 (J) = m × c × ΔT

＜ステップ8＞考察
 ○ステップ9＞各班からの研究結果
 研究班I. 変換条件: 考察
 研究班II. 変換条件: 考察
 研究班III. 変換条件: 考察
 研究班IV. 変換条件: 考察
 研究班V. 変換条件: 考察

＜ステップ10＞結論
 ○エネルギー変換率が100%に近づけ、省エネのポットを作るには、

(所属：玉川村立泉中学校 小林史尚)