

中学3年3組 理科学習指導案

指導者 宮下健太

仕事を基に滑車のはたらきについて、自分の考えを相手に伝え、話し合いによって考えを深めるような学び合いを行ったことは、思考力・判断力・表現力を高め合うことに有効であったか

1 単元名 いろいろなエネルギー（仕事とエネルギー）

2 授業の構想

(1)生徒は、スイッチ一つで電源を入れ、明りをつけたり、ドライヤーやテレビなどの家電製品を使ったりして日常生活を送っている。また、多くの生徒は、質量が大きくてより高い位置から落下した物体ほど大きな衝撃があることや、水平面を移動している物体では質量が大きくて速さが速いほどぶつかったときの衝撃が大きいことを経験的に知っている。しかし、それらの現象や事象に対して「エネルギー」の概念からとらえることはできていないと考えられる。エネルギーは抽象的な概念であり、日常用語として使われることが多いにも関わらず、生徒にとっては認識しにくいものである。したがって、身近なものを使って観察・実験を行うことで、さまざまな場面にエネルギーが関係していることに気づき、エネルギーを多面的にとらえることが可能になると考える。そして、観察・実験を定量的に扱うことによって、規則性を見だし、エネルギーの理解を深めていきたい。

生徒は、小学校では、第5学年で「振り子の規則性」、第6学年で「てこの規則性」について学習している。また、中学校では、第1学年の「身近な物理現象」で、力の基本的な働きや力の表し方、調べ方、2力のつり合う条件、第2学年では、電流のはたらきとして、電力量や熱量などを学習している。本単元の事前調査の結果から、振り子の規則性については、振り子が一往復にかかる時間は、糸の長さだけでなく、質量にも影響を受けると考えている生徒が7割以上いることがわかった。力については、ほぼ全員が力を矢印（作用点、力の大きさ、力の向き）で表すことができていたが、力のつり合いについての正答率は約半数であった。道具（調査は1つの定滑車）を使うときの力の大きさについては、手でする力の大きさよりも小さくなると考えている生徒が7割近くいた。これらの結果から、生徒たちの力の概念形成はまだ不十分であり、力を感覚的にとらえていることが多いことがわかった。（事前調査結果の詳細については別紙参照）。

本学級は、男子17名、女子18名、計35名から構成されている。理科学習で男女2名ずつの4名の班をつくり、グループ実験や、班の話し合い活動を多く取り入れている。男女の仲は良く、実験や観察は班で協力して意欲的に取り組むことができる。話し合いの場では、活発に意見交換をし、考えを深めることができやすい。しかし、論理的に説明することを困難に感じていたり、感覚的な用語での説明になっている生徒も中にはいる。また、班の中で影響力のある生徒の意見が通りやすい傾向もみられる。したがって、まずは事物・現象に対して、論理的に考え、自分の考えを科学的に表現する力を育てていきたい。そのために、これまでの科学認識を活用して取り組む課題を意図的に設定していく必要がある。

(2)本単元の目標は、「運動やエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動の規則性やエネルギーの基礎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運動やエネルギーの初歩的な見方や考え方を養う」ことである。また、新学習指導要領では、「物体のもつエネルギー量は物体が他の物体になしうる仕事で測れること」を理解することとあり、エネルギーを仕事の単位ジュール（記号：J）として扱うことになった。したがって、さまざまな種類のエネルギーをジュールという共通の単位で表すことでエネルギー概念を理解しやすくなり、エネルギーをより定量的にとらえやすくなった。したがって、導入の段階で理科における「仕事」について理解させ、身近なものを使った観察・実験を通して、仕事を認識させたい。また、新学習指導要領では、「仕事の原理に触れること」とあり、仕事の原理は

日常生活のあらゆる道具で考えることができるので、日常生活と関連させながら展開していきたい。

力学的エネルギーに関する実験は、条件を制御して、分析して解釈し、規則性を見出しやすい展開が考えられるので、ここで数量的にグラフ化するなど分析する力や規則性を読み取る力を養いたい。

本学校園理科部で願う豊かな学びの姿を「子どもが自然の事象と出会い、その体験の中で不思議だなと感じた疑問を見つける姿。そして、その疑問に対して、発達段階に応じた課題を設定し、見通しをもって、科学的な根拠に基づいて課題を解決していく姿」とし、それらを具体的に五つにまとめている。その中の一つに「周囲の人に自分の考えを伝え、人と力を合わせて、追求の道筋を大切にしながら、共通課題や問題を解決していく子ども」を挙げている。“三人寄れば文殊の知恵”とことわざにあるように、一人では気が付かなかった視点を他人がもち合わせていることもある。また、人に説明することによって、自分の考えを整理することができ、考え方の間違いに気がついたり、新たな発見をすることもできる。また、人に説明をすることで、メタ認知能力を養ったり、自己効力感などを感じることも期待できる。したがって、授業の中で、自分の考えを相手に伝え、話し合いによって考えを深めるような学び合いを行うことは理科が得意な生徒、苦手な生徒の双方に有用であると考えられる。そのような学び合いを行う中で、科学的思考力が高まり、本学校園理科部で願う豊かな学びの姿へ近づくことができると考える。

(3)先に述べた2点を配慮し、単元を以下のように展開する。第1次で理科における仕事について理解し、滑車を使った実験から仕事の原理を押さえ、てこや斜面の場合も仕事の原理が成り立つことを学習する。その後、身のまわりの様々な道具にも仕事の原理が成り立つことを紹介し、生活の中では、効率の面から仕事率が重視されることを知る。この単元は、いろいろなエネルギーについて仕事を柱として捉えていくので、仕事についての理解が大切となる。さまざまな道具で仕事の原理が成り立つことなどから仕事について興味・関心を高めたい。そして、実験を行うことで仕事を知識だけでなく、感覚的にも捉えられるようにしたい。第2次・第3次では、エネルギーの定義を理解した上で、位置エネルギーや運動エネルギーが何に関係しているか、実験を通して学んでいく。このときに、エネルギーは他の物体に仕事をすることのできる能力であることを押さえるようにしたい。第4次では、位置エネルギーと運動エネルギーにはどのような関係があるのか実験を通して調べ、力学的エネルギーの保存について理解する。力学的エネルギーの実験では、条件制御を行い、数量的にとらえてグラフ化して規則性を見いだせるようにしたい。そして、第5次では、いろいろなエネルギーの姿について考え、エネルギー変換の実験を通して、エネルギーのつながりを考えていく。

本時は、第1次の仕事の活用として、手でする仕事と道具を使った仕事の比較から仕事の原理を見いだしていく。日常で滑車がどのように使われているかを紹介し、道具を使うと仕事は得をするか考えさせていく。多くの生徒が、道具を使うことで力の大きさが小さくなると感覚的にとらえているので、定滑車の演示実験から道具の中には、力の向きだけを変えるものもあることを認識させたい。次に、定滑車と動滑車の組み合わせたモデルを紹介し、力の大きさと移動距離の関係について考えていく。このときに、定滑車とは異なる動きをする動滑車に注目させる。課題に対して、自分の考えを深めることができるように、考えを図や言葉で表現できるワークシートを用意し、思考する時間を十分に確保する。次に、そのワークシートを使って班で話し合いをする。そして、班のホワイトボードの記述をもとに学級全体で学び合いを行う。その過程で、様々な広がっている生徒の思考が科学的な根拠にもとづいて収束することができるように、教師は生徒の考えや思いをつないでいくような働きかけを行っていく。学級での学び合いを終えたあと、生徒は実際に実験を行い、仕事の原理を見いだしていく。そして、学び合いの内容と実験結果を踏まえ、2つの滑車モデルのはたらきを自分なりの表現方法でワークシートにまとめるようにする。そのようにして、班や学級での学び合いが個人の科学的認識の変容に結び付いているか、確認しながら授業を組み立てていくように意識する。

生徒支援の観点では、どの子どもにもわかりやすい授業づくりとして、以下の4つの環境を整備する。

I	時間環境	<ul style="list-style-type: none"> ・授業のはじめに、学習の見通しがもてるようにスケジュールを提示する。 ・発表や話し合いの仕方，時間配分について示す。 ・話し合いの前には，自分の考えをまとめる時間を確保する。
II	空間環境	<ul style="list-style-type: none"> ・黒板の使い方（文字の大きさ，色や線，効果的なイラスト。学習の過程がみえる板書。） ・プロジェクターを利用し，どの生徒にも同じように見えるようにする。
III	物的環境	<ul style="list-style-type: none"> ・解釈が可能で視覚的にも印象的で，学習意欲が高まるような教材を使用する。 ・自分の考えを図や言葉で表しやすいワークシートを作成する。 ・話し合いツールとして，ホワイトボードを活用する。 ・実験方法はワークシートに加えて，プロジェクターによって視覚的に説明する。
IV	人的環境	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の伝え方や教師の話し方，説明の仕方を工夫する。 ・班の話し合いで考えを深めることができるようなメンバー構成をする。

3 展開計画（全12時間 本時3/12）

次	主な学習活動 ・内容	時	具体的な学習活動	理科における思考力・判断力・表現力の評価の観点
1	仕事 ・仕事とは何か ・仕事の原理 ・仕事率	1 2 ③ 4	<ul style="list-style-type: none"> ・理科における「仕事」について説明を聞き，仕事を量として表すことについて考え，力の大きさと移動距離に関係していることを見いだす。 ・手でする仕事と道具を使った仕事について，既存の知識を活用して予想し，実験結果から仕事の原理を見いだす。 ・日常生活では，効率の面から単位時間にする仕事の量が重要であることを見いだす。 	手でした仕事と道具を使った仕事の実験結果を分析し，解釈して道具を使っても仕事の大きさは変わらないことを説明している。
2	位置エネルギー ・エネルギーとは何か ・位置エネルギーは何に関係しているか	5 6	<ul style="list-style-type: none"> ・仕事の概念を用いてエネルギーの定義を理解する。 ・位置エネルギーは何に関係しているのか調べる実験を行い，結果をグラフに表して分析する。 ・実験結果をもとに，班で話し合い発表して位置エネルギーは質量と物体の高さに比例していることを見いだす。 	位置エネルギーについての実験を条件制御をして行い，結果をグラフに表すことによって，位置エネルギーが物体の質量や高さに関係していることを説明している。
3	運動エネルギー ・運動エネルギーは何に関係しているか	7 8	<ul style="list-style-type: none"> ・運動エネルギーは何に関係しているのか調べる実験を行い，結果をグラフに表して分析する。 ・実験結果をもとに，班で話し合い発表して運動エネルギーは質量と速さの二乗に比例していることを見いだす。 	運動エネルギーについての実験を条件制御をして行い，結果をグラフに表すことによって，運動エネルギーが物体の質量や速さに関係していることを説明している。
4	力学的エネルギー ・位置エネルギーと運動エネルギーにはどんな関係があるか	9 10	<ul style="list-style-type: none"> ・ジェットコースターの運動の連続写真を参考にして，位置エネルギーと運動エネルギーの移り変わりについての説明を聞く。 ・ふりこの運動を観察するなどして，位置エネルギーと運動エネルギーが移り変わるとき，力学的エネルギーがどうなっているのか班で話し合い発表して力学的エネルギーは保存されることを見いだす。 	位置エネルギーと運動エネルギーとが移り変わるときに，力学的エネルギーが保存されることをもとにして，ふりこの運動で，糸の長さの違いによる運動エネルギーの違いを，ふりこの位置エネルギーの変化と関連づけて，説明している。

			・ふりこの運動で、糸の長さの違いによる運動エネルギーの違いについて、班で話し合い発表して位置エネルギーの変化と関係していることを見いだす。	
5	いろいろなエネルギー ・エネルギーのすがた ・エネルギー変換と保存	11 12	・物体を動かすことができる能力を基準にして、身のまわりの様々なエネルギーの姿を考える。 ・エネルギー変換の実験を行い、エネルギーのつながりを見いだす。 ・エネルギーが変換される時、摩擦などを考慮すれば、移り変わったエネルギーは一定に保たれていることを理解する。	いろいろなエネルギー変換の実験の様子から、エネルギーのつながりを表現し、力の大きさの大小や温度差によって変換されるエネルギーは増減することを説明し、数値的關係から変換効率を考え、エネルギー保存を説明している。

4 本時の学習

(1) ねらい 滑車において、荷物にはたらく重力の大きさと向きに着目して、人がヒモを引く力の大きさと手で引く距離を説明することができる。

(2) 展開

学習場面と子どもの取り組み	教師の支援と願い・評価
<p>1 本時の見通しをもつ、前時の振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本時の見通しをもつ <p>仕事 (J) = 力の大きさ (N) × 力の向きに動いた距離 (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・60 Nのおもりを手で持ち上げるときの仕事 $60 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 120 \text{ J}$ <p>2 校内で滑車はどのようなところに使われているか写真とVTRで確認する。</p> <p>3 滑車モデルについて説明を聞き、動きの異なる2種類の滑車について考え、VTRの実験から、定滑車のはたらきについて理解する。</p> <p>4 滑車を使った仕事について考える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ホワイトボードに書いた“授業の流れ”を伝える ・本時で使う教具を用いて、手でする仕事を計算で求めさせる。 ・スクリーンに“校内で滑車が使われている様子”を投影する。 ・定滑車と動滑車を組み合わせた道具を使った仕事と手でする仕事を比べることを伝える。 ・VTRの実験から、定滑車のはたらきは、力の向きを変えることであることを認識させる。

課題 道具を使った仕事は手でする仕事と比べて、得をするかどうか説明しよう。

・滑車を使うことで仕事は得をするか予想する。

実験：定滑車と動滑車を組み合わせた道具の仕事

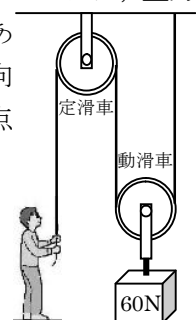
・滑車を使って人がする仕事について考える
(個人→班→学級→個人)

予想

- ・仕事は大きくなる
- ・仕事は変わらない
- ・仕事は小さくなる

・滑車を使うことで、仕事は得をするかどうか挙手により、全員の意見を確認する。

・机間指導を行い、物を持ち上げるためには、重力と等しく反対向きの力が必要であること伝え、考える視点を力の向きと力の大きさ、移動距離に焦点をあてるようにはたらきかける。



<ul style="list-style-type: none"> ・個人で考えたことを基に、班で話し合い、意見をホワイトボードにまとめる（まとめられない場合は複数可）。 ・班の意見を書いたホワイトボードをもとに、学級で学び合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに自分の考えを図や言葉で表現するように指示する。このとき、ワークシートをもとに説明して、相手が理解しやすいように工夫させる。 ・自分の考えを基にして班で話し合いをし、ホワイトボードに意見をまとめるようにさせる。 ・各班のホワイトボードを、力の大きさによって分類して掲示する。 ・それぞれの分類ごとの代表に発表させ、全体で考えを把握する。
<p>— 学級全体の学び合い —</p> <p>A. 力の大きさ</p> <p>A 1 : 力の大きさ 30 N</p> <p>動滑車は左右 2 本のヒモで支えられているので、左右のヒモで力が分かれて、天井が 30 Nを支える。</p> <p>A 2 : 力の大きさ 60 N</p> <ul style="list-style-type: none"> ・定滑車を使っても仕事は変わらなかったため、動滑車と定滑車を組み合わせても仕事は変わらない。 <p>B. ヒモを引く距離</p> <p>B 1. 距離は変わらない</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷物を 2 m上に引き上げるためには、ヒモを 2 m引くから。 <p>B 2. 距離は 4 mになる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・動滑車は左右 2 本のヒモで支えているため、ヒモは 4 m引かれる。 <p>○仕事は変わらない。(A 1 と B 2, A 2 と B 1)</p> <p>○仕事は小さくなる。(A 1 と B 1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・力の大きさや移動距離について、図や言葉などで表現した、それぞれの考えを取り上げる。 ・多くの生徒がそれぞれの考え方を理解できるように、説明の言い換えを求めたり、補足させたりする。 ・考えについて問い返したり、掘り起こしたりして考えを整理する（力の矢印と方向の矢印を色分けする）。 ・自分の考えと対比させ、共通な部分と違う部分を明らかにしていく（まずはヒモを引く力について考えさせる。） ・定滑車と動滑車の動きの違いに目を向け、動滑車のはたらきを考えさせる。
<p>5. 演示実験をみる</p> <p>実験結果</p> $\left(\begin{array}{l} \text{引く力} : 30 \text{ N} \\ \text{引く距離} : 4 \text{ m} \end{array} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> ・手でする仕事と実験結果から、道具を使うことで、力の大きさは小さくなるが、その分、距離が長くなるため、仕事は手でする仕事と変わらないことを見いだす（仕事の原理）。 <p>6. 最終的な考えをワークシートにまとめる。</p> <p>7. 振り返り</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・定滑車と動滑車を組み合わせた道具を使った実験を行い、結果をまとめる。 ・実験結果から考察させ、仕事の原理をおさえる。 ・学び合いと実験結果を踏まえて、最終的な自分の考えをワークシートに表現させる。 <p>— 評価の観点（思考力・判断力・表現力） —</p> <p>滑車において、おもりにはたらく重力の大きさと向きに着目して、人がヒモを引く力と距離を考え、道具を使って仕事をして、手で直接する場合と仕事の大きさは変わらない（仕事の原理）ことを見いだしている。</p> <p>【評価方法 発表、ワークシート】</p>