

第3学年 理科学習指導案

日時 令和6年9月21日(土)

場所 岐阜大学教育学部

授業者 北村 佳之

1. 生徒観

本単元で学習する運動と力の関係運動とエネルギーの関係の事例は身の回りにあふれている。しかし、それらの原理を、科学的に追究した経験については乏しい。また、物体にはたらく力とエネルギーの関係についても混同しているような発言が授業内でみられる。事象を感覚的にとらえ、考えをイメージでは伝えられるが、筋道立てて話すことには難しさを感じる生徒が多い。したがって、本単元では可能な限り全員が実験で得られた事実を正確につかみ、考察できるようにしていく。また、図や、グラフを活用しながら事実に基づいて説明できるようにもしていく。

2. 教材観

本単元では、小学校で学習したエネルギーや力の基本的な概念を基に、生徒が日常生活の中の体験から、感覚的にとらえている事象を、観察・実験を通してその結果を分析、解釈する。特に、運動の測定、測定結果のグラフ処理力と関係させたグラフの解釈を通して、運動の規則性やエネルギーの基礎について物理的な概念を習得する体験を重視しながら学習させていき、段階的に物理的な定義へと一致させていけるようにしていく。

3. 指導観

本時扱う実験では、斜面を使って小球を転がし、物体に衝突させてエネルギーの量を測定する。物体のもつエネルギーの量は物体が他の物体になしうる仕事で測れるということを見出させる実験である。また、運動エネルギーの実験や位置エネルギーの実験と同じ斜面を使うため、運動エネルギーの実験では高さを変えているのではなく、速さを変えているという認識を、しっかりもたせてから実験を行うことで、混同させないようにしたい。実験の定量性を高めるためにも、何回か練習させ、データ入力にも慣れてから実験を行うようにする。グラフから考察する時間を確保し、個人の意

見から班の意見をまとめ、さらに全体に向けて発表することで、徐々に学びを深めていくことができるような協働的な学びの場を設定する。

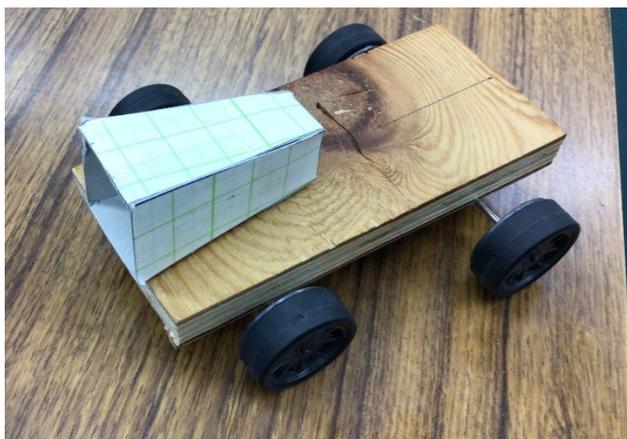
4. 本時扱う教材について

中学校理科「エネルギー」の単元では、高い位置にある物体がもつエネルギーを調べる実験として、斜面を転がる球を木片に衝突させる実験が教科書に記載されている。教科書では球のもつ位置エネルギーが木片を押す仕事に使われると解釈し、木片の移動距離が球の質量に対して比例するグラフを掲載しているが、実際に実験してみるとなかなか比例しないことがわかる。その原因について以下の3つの要因があげられる。

- (1) 始めに球のもつ位置エネルギーは、球が斜面を転がり下りることによって球の運動エネルギーに変換するが、球の回転エネルギーやレールとの摩擦によってエネルギーを損失する。
- (2) 球と木片の衝突は、運動量保存則およびエネルギー保存則の成り立つ弾性衝突と考えることができ、衝突前の球の運動エネルギーは、衝突後の球と木片の運動エネルギーにそれぞれ分配される。
- (3) 衝突後の木片の運動エネルギーは、プラスチック片とレールとの間の摩擦力による減速運動に使われる。

このうち、実際の運動は球が木片(プラスチック片)を押す仕事をするのではなく、球と木片が衝突することによって衝突前の球の運動エネルギー K_t が衝突後の球と木片に分配され、その分配された木片の運動エネルギー K_2 が摩擦力に逆らった木片の運動に使われる。

したがって、上3つの要因のうち、(2)の要因をできるだけ小さくし、実験の操作性を上げた台車の開発に取り組んでみた。



【図 開発した台車 レールを転がってきた小球は台車の上のポケットに入る】

5. 今まで大切にしてきたこと

理科の授業において、(今まで自分が配属された学校では、) 実験は好きだが、その後の考察で手が止まってしまう生徒や、実験の目的を理解せずにただほかの班員が実験しているのを眺めているだけの生徒がいた。理科についてのアンケートを取ると、実験は楽しいけれど、考察やまとめを考えるのは苦手であるという回答が多かった。何とかして、自分が考えたことに対して主体的に追究し、自分の考えを確かにする楽しさを実感させることが出来ないかを考えてきた。今回は、その中の一部を紹介できたらと考えている。

実験で得られた事実を基にして自分なりの考えを説明するためには、まず、確かな事実を実験中に掴むことが必要である。そのためには、以下の2点をおさえる必要があると考えている。

①その実験がどのような目的で行われ、何を明らかにしようとしているか理解していること。

②確かな事実をつかむために、その実験からどのような結果が得られそうなのか見通しをもっていること。

①は実験に対する目的意識を高めるということである。導入時に事象提示をする際、「今日明らかにすべきことは何か」をはっきりとさせ、全体で確認後、課題化することを大切にしたい。また、見通しの交流時や、実験中にも今日の実験の目的を確認させた。その際の中心的存在として、「サイエンスリーダー」を位置付けた。希望者制で、班に一人位置付けた。役割は、以下のような内容である。

【サイエンスリーダーの役割】

- ・話し合いの場において、実験の目的を確認する。
- ・仲間の意見を聞きだしたり、意見に対して質問をしたりして、ホワイトボードに記録する。
- ・実験操作を決まった人だけが行わないように気を配る。
- ・実験後、どんな事実がつかめたかを確認し、予想に対してどんなことが言えそうか確認する。

こうすることで、どの生徒もが実験に参加する機会を自分たちの手で作るができると考えている。

②は、見通しをもって観察・実験を行わせることである。場合により、教師から実験方法を指定される場合と、自分たちである程度実験の計画を立てる場合とがあるが、どちらもどのような結果が得られそうなのか見通しをホワイトボードや、タブレットを活用して話し合わせる。そうすることで、実験を行う際に見るべき視点を共通理解させる。その後、実験終了時に、ホワイトボードやタブレットに書いてある見通しの記録を見ながら得られた実験結果についてどのようなことが言えるのかをサイエンスリーダーを中心に話し合わせる。そして、各自考えがまとまってから片付けを行う。

こうすることで、どの生徒も実験や観察に参加し、自分なりの考えをもつことが出来ると思った。

4. 本時のねらい

斜面で小球を転がして木片にぶつけた時の木片の移動距離を調べることを通して、小球の高さや質量が大きいほど木片に対する仕事に使われたエネルギーが大きいことに気づき、物体にした仕事が高いほどその物体がもつ力学的エネルギーは大きいことを説明できる。

5. 本時の展開 (5/12)

主な学習活動	教師の○指導●援助 評価規準
<p>1. 導入</p> <p>ボウリングの玉を投げるとき、重い球を選んだほうが多くのピンが倒れるのかどうか考える。</p> <p>2. 課題設定</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>課題内容 仕事と力学的エネルギーにはどのような関係があるのだろうか。</p> </div> <p>3. 予想を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動エネルギーに関わる速さや質量が大きくなると、力学的エネルギーが大きくなるから、速さや、質量を変えてみよう。 ・位置エネルギーに関わる高さを変えて実験をしよう。 <p>4. 予想ごと (質量・高さ・速さ) に分かれて実験の計画を立てる。</p> <p>5. 課題追究 (追究テーマごとに分かれて実験を行う。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小球の質量を変えて衝突実験を行うグループ。 ・小球の高さを変えて衝突実験を行うグループ。 ・小球の速さを変えて衝突実験を行うグループ。 ・実験結果から表計算ソフトを用いてグラフを作成する。共有フォルダに入れ、保存する。 <p>6. 班交流</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グラフの交流をし、そこから小球の高さや質量と木片が動く距離の関係をまとめる。 <p>7. 全体交流</p> <ul style="list-style-type: none"> ・木片が動く距離 (仕事の大きさ) は、小球の高さや質量とは比例の関係にある。 <p>8. まとめ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>物体にした仕事が高いほど、その物体がもつ力学的エネルギーは大きい。</p> </div> <p>9. 終末事象</p>	<p>《実態を見届ける》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ボウリングの玉がピンを倒すという事象がボウリングの玉がピンに対して仕事をしたということであることに気づいているか見届ける。 ●運動する物体の持つエネルギーは何によって決まっていたか投げかけ、運動エネルギーや位置エネルギーについて調べる必然性をもつことができるようにする。 ○変えることができる条件として、球の質量、球の持つ運動エネルギー(球の速さ)、球の持つ位置エネルギー(球の位置)があることに気づいているか見届ける。 ○予想ごとに、グループに分かれて実験方法を考える。 ●変える条件と変えない条件について、整理して実験を行うよう助言する。 <p>《学習状況を見届ける》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○実験の条件を統一し、複数回 (5回) 行って平均値を出しているか見届ける。 ●台車を置く位置は毎回基準点に置かれるようにし、向きをまっすぐにして実験値を正確に読み取れるようにする。 ○グラフを根拠として規則性を見出し、考察しているか見届ける。 ●他の実験グループの結果から言えることについても仲間の意見や、共有箱の中のデータから考えるよう促す。 ●関係性を見出すことがねらいだが、速さが二次曲線になることには深入りしないようにする。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>評価規準【思・表】</p> <p>結果のグラフをもとに、物体にした仕事が高いほどその物体がもつ力学的エネルギーは大きいことを説明できる。</p> <p>評価の方法 ノート、発言内容</p> </div> <p>《定着状況を見届ける》※</p> <ul style="list-style-type: none"> ○実験で得られた事実や作成したグラフを基にまとめが書いているか見届ける。

6、単元指導計画

単元	題材	ねらい	主な学習内容	評価規準
エネルギーと仕事	物体の持つエネルギー	生活経験を基に「物体がエネルギーをもつ」とはどのようなことなのかを考える	1 エネルギーをもつとはどのような状態なのだろうか <u>物体がエネルギーをもつとはどういうことだろうか</u> 2 エネルギーに関係がありそうなものを挙げてみる ・自動車が走る ・高いビルに登る ・隕石の衝突 3 物体が他の物体へ与える影響の違いを考える ・止まっている物体は影響がないが、動いている物体は速ければ速いほど影響が大きい。 ・高いところにあるものは影響が大きい。 ・質量が大きいものほど影響が大きい。 4 まとめる <u>ほかの物体を動かしたり変形させたりすることができる物体はエネルギーをもっている</u>	「物体がエネルギーをもつ」とは他の物体を動かしたり変形させたりできる状態のことであることを例を挙げて説明できる 【思・表】
	運動エネルギー・位置エネルギー	物体の持つエネルギーの大きさは何によって決まるのかを実験を通して考える	1 動く物体の持つエネルギーはどのように決まるのか <u>物体がもつエネルギーは何によって決まるのだろうか</u> 2 予想をする ・速さが速いほど、質量が大きいほどエネルギーは大きい ・物体の高さが高いほどエネルギーは大きい 3 キャップを使った実験をする 4 考察をする ・速さや質量が大きい物体ほどエネルギーが大きい 5 物体の高さと物体のもつエネルギーの関係に関する演示実験を見る ・物体の高さや質量が大きい物体ほどエネルギーが大きい 6 まとめる <u>物体の持つエネルギーは物体の質量や速さで決まる運動エネルギーと物体の質量や高さで決まる位置エネルギーがある</u>	実験の結果から、質量が大きく、速い物体ほどエネルギーが大きく、物体の高さが高いほど物体のエネルギーが大きいことを説明することができる 【知・理】
	力学的エネルギーの保存	ジェットコースターやふりこの運動で運動エネルギーや位置エネルギーがどのように変化するか考える	1 ジェットコースターでは運動エネルギーや位置エネルギーはどのように変化するのか <u>運動エネルギーや位置エネルギーはどのように変化するか</u> 2 予想をする ・位置エネルギーが減ると運動エネルギーが大きくなる 3 教科書の図や振り子の運動を参考に運動エネルギーや位置エネルギーの変化についての説明を聞く ・位置エネルギーが小さくなると運動エネルギーが大きくなる ・位置エネルギーが大きくなると運動エネルギーは小さくなる 4 ループコースターを作成し、なぜループの頂点で小球が落ちないのかを考える ・ループコースターの頂上よりも高い位置から小球を落とせばループコースターの頂上でも運動エネルギーが残り落ちずに運動を続ける 5 まとめる <u>位置エネルギーと運動エネルギーの和を力学的エネルギーといい運動の過程で一定に保たれる</u>	振り子やジェットコースターの運動での位置エネルギーや運動エネルギーの変化について説明できる 【知・理】
仕事	運動エネルギー		1 運動エネルギーや位置エネルギーを大きくする方法を考え	ボールを同じ

	ギーや位置エネルギーを大きくする方法を考える	<p>る</p> <p>エネルギーの大きさを変えるにはどうすればよいだろうか</p> <ol style="list-style-type: none"> 予想をする <ul style="list-style-type: none"> 物体を持ち上げたり、力を加えたりすればよい 仕事と力と距離の関係、仕事の単位や求め方についての説明を聞き、練習問題を解く <ul style="list-style-type: none"> 仕事(J) = 物体に加えた力(N) × 力の向きに移動させた距離 重力に逆らってする仕事の考え方についての説明を聞く 摩擦力に逆らってする仕事の考え方についての説明を聞く まとめる <p>物体に対して仕事をすることでエネルギーを得ることができる</p>	力でおし出した場合、おす距離が長い方が速くなり運動エネルギーが大きくなることや、同じ重さの荷物を持ち上げる場合、高くすると位置エネルギーを大きくできることに気づくことができる【思・表】
	仕事と力学的エネルギー	<ol style="list-style-type: none"> 仕事をする物体の力学的エネルギーが変化すると仕事の大きさはどうなるだろうか <p>小球のもつ位置エネルギーと木片が動く距離(木片に対する仕事)にはどのような関係があるか</p> <ol style="list-style-type: none"> 予想をする <ul style="list-style-type: none"> 位置エネルギーが大きくなるほど木片が動く距離(木片に対する仕事)は大きくなる 斜面で小球を転がして木片に衝突させるときの小球のもつ力学的エネルギーの大きさと、木片の摩擦力による仕事との関係について実験を行う 結果をグラフにまとめる 考察する <ul style="list-style-type: none"> 物体の高さと木片の移動距離には比例の関係がある まとめる <p>小球の位置エネルギーが大きいほど、木片に対してした仕事大きい</p>	実験を行い、小球の高さや小球の質量、斜面の傾きと木片が動く距離との関係について、結果を表やグラフなどにまとめることができる【技】
	本時	<ol style="list-style-type: none"> 仕事をする物体の力学的エネルギーが変化すると仕事の大きさはどうなるだろうか <p>小球のもつ運動エネルギーと木片が動く距離(木片に対する仕事)にはどのような関係があるか</p> <ol style="list-style-type: none"> 予想をする <ul style="list-style-type: none"> 運動エネルギーが大きくなるほど木片が動く距離(木片に対する仕事)は大きくなる 平面で小球を転がして木片に衝突させるときの小球のもつ力学的エネルギーの大きさと、木片の摩擦力による仕事との関係について実験を行う 結果をグラフにまとめる 考察する <ul style="list-style-type: none"> 物体の速さや質量が大きいほど木片の移動距離は大きい まとめる <p>小球の運動エネルギーが大きいほど、木片に対してした仕事大きい</p>	実験を行い、小球の速さや小球の質量と木片が動く距離との関係について、結果を表やグラフなどにまとめることができる【技】

仕事の原理と仕事率		<ol style="list-style-type: none"> 力を小さくできる場合に仕事の大きさは異なるか考える <u>仕事の大きさは小さくできるのだろうか</u> 予想をする <ul style="list-style-type: none"> 力が小さくできるのだから仕事も小さくなる 移動する距離がその分大きくなる 滑車を使った実験を行う 結果を表にまとめる 	正しい操作で実験を行い、結果を表にまとめることができる【 技 】
仕事の原理と仕事率		<ol style="list-style-type: none"> 前時行った実験について考察をする <ul style="list-style-type: none"> 力が小さくなった分、移動させた距離が大きくなっている 仕事の原理についての説明を聞く 動滑車や輪軸、てこの説明を聞く 仕事率についての説明を聞き、練習問題を解く まとめる <u>道具を使うと必要な力を小さくすることはできるが仕事の大きさは変わらない</u> 	実験結果から、道具を使った場合でも使わなかった場合でも仕事の原理がなり立っていることに気づくことができる【 思・表 】
エネルギーの移り変わり		<ol style="list-style-type: none"> これまでに学んだエネルギーについて思い出し、他にどのようなエネルギーがあるか P. 158～159 の写真を見て考え、それらがどのように移り変わっていくか考える <u>様々なエネルギーの利用にはどのような課題があるか</u> 身近にあるエネルギーの変換の例を調べる <ul style="list-style-type: none"> 私たちはさまざまなエネルギーを変換して利用している 変換の際に利用できないエネルギーも生じる 熱についての説明を聞く まとめる <u>目的のエネルギーに無駄なく変換する工夫が必要である</u> 	私たちはさまざまなエネルギーを変換して利用していることや、変換の際に利用できないエネルギーも生じることについて考えている。【 関・意・態 】
エネルギーの保存		<ol style="list-style-type: none"> エネルギーの変換と総量について考える <u>さまざまに姿を変えるエネルギーは失われていくのか</u> 予想をする <ul style="list-style-type: none"> 熱エネルギーも含めて考えればエネルギーは失われない 変換をすればするほどエネルギーは失われる 位置エネルギーから電気エネルギーへの変換の実験をする 結果をまとめる 	エネルギー変換の際に生じるエネルギー量の変化について、関心をもって調べている【 関・意・態 】
エネルギーの保存		<ol style="list-style-type: none"> 前時の結果から考察をする エネルギーの変換効率は約 24%であった。 エネルギーの保存についての説明を聞く まとめる <u>エネルギーはさまざまに姿を変えても総量は一定である</u> 	位置エネルギーが、音エネルギーや熱エネルギーといった利用できないエネルギーに変換されていることに気づくことができる。【 思・表 】
章のまとめ		<ol style="list-style-type: none"> 「チェック」でこれまでの学習事項を確認する。 「学んだことをつなげよう」で各節で学んだことを確認し、自分の考えをノートに記述し、発表する。 	問題の解答を理由や例をあげながら説明できる【 知・理 】