

情報を処理し、活用する力を育てる理科学習

－ 3年「運動エネルギーと位置エネルギー」の指導を通して －

名古屋市立E中学校

1 研究のねらい

理科の学習では、観察・実験を行って得た情報を基に自然の事物・現象に見られるきまりや規則性を見付け出すことが大切である。そのためには、観察・実験によって得た情報を適切に処理する方法を身に付けることが必要である。

中学3年「運動エネルギーと位置エネルギー」の学習では、物体のもつ運動エネルギーと速さや質量の関係性や、位置エネルギーと高さや質量の関係性を見いだして理解させることがねらいである。そこで、本実践では、どのような実験結果があれば、関係性を見付け出すことができるか考え、実験方法の改善などの試行錯誤をしながら、実験を行った。初めは上手くいかなかった実験結果に対して、自分たちで振り返り、必要なデータを収集・処理する手法を理解して、他の実験にも活用することのできる生徒を育成したいと考えた。

2 研究の内容

(1) 生徒の実態

本校の生徒は、理科の学習に意欲的で、観察・実験に積極的に取り組むことができる。しかし、観察・実験で集めたデータを適切に処理したり、そこから規則性を読み取ったりすることを苦手とする生徒が多い。実際に、以前に行った斜面上での物体の落下運動の実験では、集めたデータを適切に処理することができず、速さが時間に比例したり、移動距離が時間の2乗に比例したりすることについて見いだすことができなかった生徒もいる。また、教科書に記載されている実験をそのまま行うことも多く、実験結果について振り返って探究したり、実験方法を改善したりしながら取り組む経験に乏しい。

(2) 基本的な考え

物理単元の実験では、実験で得たデータの量が少なかったり、大きくばらついてしまったりすると生徒はきまりや規則性を見付け出すことが難しくなる。そこで、本実践では、ICTを活用し、取り入れ、各班で実験方法を振り返りながら、より多くのデータを集めて、処理する力を身に付けさせたいと考えた。

運動エネルギーの規則性を学ぶには、速さと質量の変化によって、エネルギーの大きさが変化することを捉えさせ、手で金属球を転がした際の物体の移動距離から、運動エネルギーと速さの関係について統計的手法で読み取らせる。しかし、手で転がすことには、限界があるため、より速いデータがもっと必要であることを結果から気付かせるようにする。そこで、発射装置を渡したり、各班の実験方法を改善させたりして、同じ実験を再び行わせ、そこから得たデータを加えて運動エネルギーは速さの2乗に比例するという関係を読み取らせたい。

また、位置エネルギーについても、運動エネルギーと同様にデータをどのように集めると規則性が分かるのかを班で話し合わせ、統計的手法を生かして位置エネルギーは高さに比例するという関係を読み取らせたいと考えた。

3 授業実践の内容

(1) 単元 中学3年「運動エネルギーと位置エネルギー」

(2) 指導計画

- ・ 運動エネルギーの大きさは何に関係しているのだろうか（1時間）
「とらえる」「あつめる」「まとめる」「よみとる」授業実践1
- ・ 運動エネルギーと速さの関係を調べるには、どのようなデータが必要だろうか（1時間）
「あつめる」「まとめる」「よみとる」授業実践2
- ・ 位置エネルギーの大きさは何に関係しているのだろうか（2時間） 「生かす」授業実践3

(3) 統計教育上の指導目標

「授業実践1」

- ・ エネルギーの概念を伝え、運動エネルギーの大きさは速さと質量に関係することを捉えさせる。（とらえる）
- ・ 手で金属球を転がし、物体と衝突させたときの移動距離と速さのデータを集めることができる。（あつめる）
- ・ 集めたデータをグラフにまとめることができる。（まとめる）
- ・ グラフを基に、運動エネルギーと速さの関係を読み取るためのデータが足りないことに気付かせる。（よみとる）

「授業実践2」

- ・ 発射装置を使って金属球を転がし、物体と衝突させたときの移動距離と速さのデータを集めることができる。（あつめる）
- ・ 集めたデータを授業実践1で得たグラフに加えて、まとめることができる。（まとめる）
- ・ 2回の実験で得たデータから、運動エネルギーと速さの関係を読み取らせる。（よみとる）

「授業実践3」

- ・ 統計的手法で得たデータを処理する力を生かして、位置エネルギーの大きさは高さや質量に関係していると仮説を立て、実験データのグラフから、関係性を考えることができる。（生かす）

(4) 授業実践1

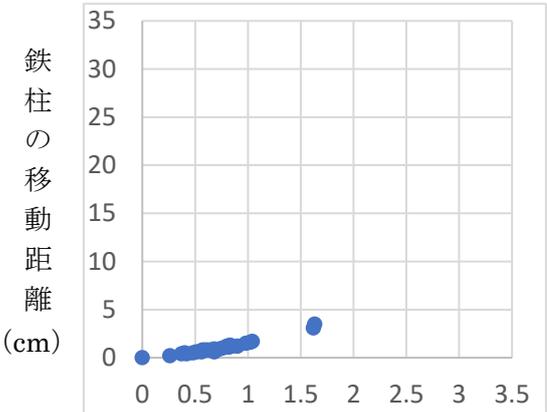
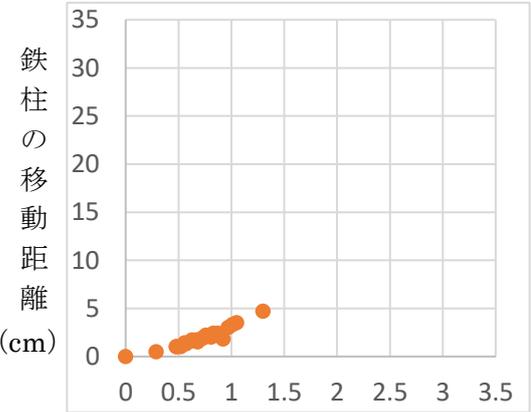
はじめに、エネルギーの概念を伝え、運動エネルギーとは何に関係するエネルギーなのかを考えさせる。そこで、ボウリングを例にして考えさせ、運動エネルギーは速さと質量に関係するのではないかと仮説を立てさせる。次に、仮説を検証するために、速さを変えながら金属球を手で転がすことで、物体と衝突させたときの移動距離を計測させる。データはエクセルに入力することで、点のばらつき方がすぐに確認できるようにさせる。その後、運動エネルギーと速さとの関係を読み取るためには、データが足りないことに気付かせたいと考えた。

① 本時の目標

点のばらつきから、運動エネルギーと速さがどのような関係性なのか読み取るためには、データが足りないことに気付くことができる。

② 指導の流れ

統計的手法	教師の主なはたらきかけ	生徒の主な活動や反応
	T 運動エネルギーの大きさは一体何に関係するでしょうか。ボウリングを例にして考えてみましょう。	S ピンをたくさん倒すためには、速く転がせればいいんじゃない。

と ら え る	<p>T 理科のグラフには、「比例」、「2乗に比例」、「一定」という三つの関係が多かったと思うけれど、運動エネルギーと速さはこのうちどの関係でしょうか？</p>	<p>S ボウリングの球を重いものにしてもいいんじゃない。</p> <p>S 比例して大きくなりそうだね。</p>  <p>【ボウリングでピンを倒す様子】</p>
あ つ め る	<p>T それでは、金属球をいろいろな速さで転がし、そのときの衝突直前の速さと鉄柱の移動距離のデータをエクセルに入力をして、どのような関係になるか考えましょう。</p> <p>○ 金属球は金属球小 (16g)、金属球大 (28g) の2種類。</p>	 <p>【金属球を転がす様子】</p> <p>S 速く転がそうとすると、レールからはみ出ちゃって難しいね。</p> <p>S 手で転がすには限界があるぞ。</p> <p>S もっと速く投げたいけどなあ。</p>
ま と め る	<p>T データを確認しましょう。</p> <p>○ teams を使って、結果を全体で共有する。</p>  <p>【金属球小のグラフ】</p>	<p>S 重い金属球の方は少しだけ移動距離が大きくなっていきそうだな。</p>  <p>【金属球大のグラフ】</p>
よ み と る	<p>T 今回の結果から、運動エネルギーと速さの関係は「比例」、「2乗に比例」、「一定」、のどれでしょうか？</p>	<p>S どれか分からないや…。</p> <p>S 一定ではないのは分かるけど、原点を通る直線にも見えるし、曲線にも見えるな。</p> <p>S もっと速さを大きくしたときの値を見ないと判断できないと思います。</p>

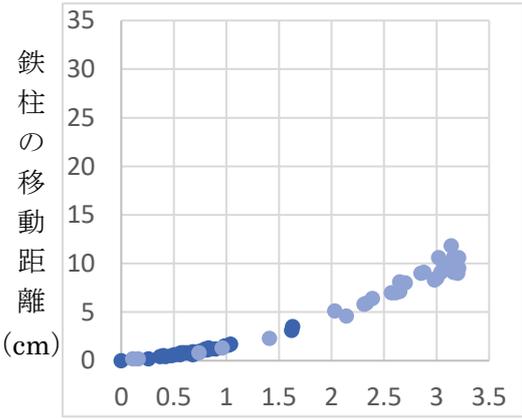
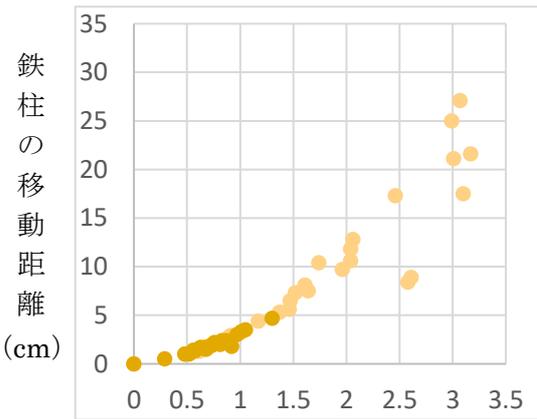
(5) 授業実践2

授業実践1での実験を振り返り、運動エネルギーと速さの関係を探るには、どのようなデータが必要であるか班で考えさせる。そして、より速いデータが必要なので、発射装置を与え、データが偏っている班には均等にデータを取ることを助言し、再び実験を行わせる。その結果を前回の実験結果に加えて、運動エネルギーは速さの2乗に比例することを読み取らせたいと考えた。

① 本時の目標

前時での実験を振り返り、どのようなデータがあれば運動エネルギーと速さの関係が読み取れるか考える。そして、発射装置を用いて、再び実験を行い、その結果を基に運動エネルギーは速さの2乗に比例する関係を読み取ることができる。

② 指導の流れ

統計的手法	教師の主なはたらきかけ	生徒の主な活動や反応
あ つ め る	<p>T 前回のデータに加え、どのようなデータがあれば運動エネルギーと速さの関係が読み取れるでしょうか。班で話し合ってみましょう。</p> <p>T それでは、班ごとに話し合った改善点を基に、もう一度前回と同じ実験をやってみましょう。</p> <p>○ 発射装置を使うと、最大で3.5m/sぐらいまでは速さが出ることを演示実験で見せておく。</p>	<p>S もっと速さが速いデータが欲しい。</p> <p>S グラフの間を埋めるように、速さの変化をつけよう。</p> <p>S 投げる回数を多くしよう。</p>  <p>【発射装置を使って金属球を転がす様子】</p>
ま と め る	<p>T データを確認しましょう。</p> <p>○ 前時に入力したデータをそのまま残して、追加で結果を入力する。</p>  <p>鉄柱の移動距離 (cm)</p> <p>金属球の速さ (m/s)</p> <p>【金属球小のグラフ】</p>	<p>S どの班もグラフの形が曲線みたいになったね。</p> <p>S 金属球の大きい方はカーブがきついね。</p>  <p>鉄柱の移動距離 (cm)</p> <p>金属球の速さ (m/s)</p> <p>【金属球大のグラフ】</p>
よ み と る	<p>T 前回と今回の結果から、運動エネルギーと速さの関係は「比例」、「2乗に比例」、「一定」のどれでしょうか？</p>	<p>S グラフの形が曲線になっていることから、2乗に比例する関係だと思う。</p>

移動距離と高さの関係は2乗に比例する関係だということがわかった。170cmで落ちる時は誤記録もあつたので、慎重にやるように遅くとも速くも両方を170cmで落とすことと決めた。金属球の質量は比例することもわかった。

【生徒の感想】

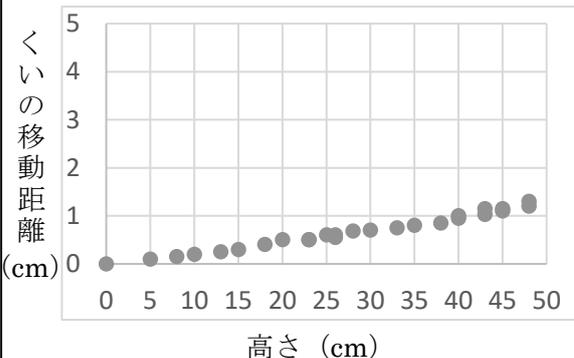
(6) 授業実践3

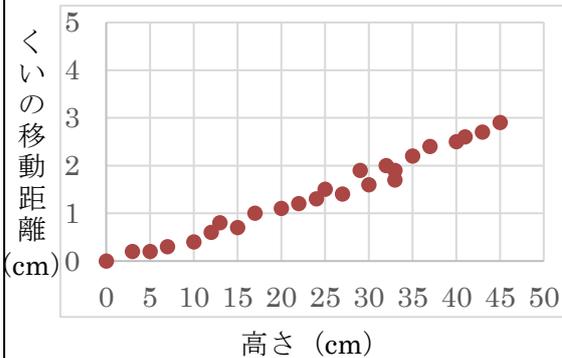
実践1・2を通して、データを解析する手法を理解することができたと考えられる。そこで、授業実践3ではこれまでのデータの解析手法を生かして、位置エネルギーの大きさを調べることにした。位置エネルギーの大きさは、高さや質量に関係しているのではないかと仮説を立てさせ、実験方法を工夫しながら、仮説を検証させていくことができると考えた。

① 本時の目標

位置エネルギーと高さの関係は比例関係であることを見いだすために、これまでの解析手法を生かしてデータを正しく処理し、分析することができる。

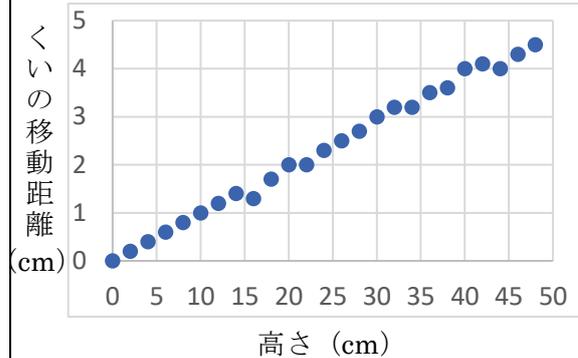
② 指導の流れ

生 か す	<p>T 位置エネルギーの大きさは一体何に関係するでしょうか。定滑車を使って、おもりを落とす実験を例に考えてみましょう。</p> <p>T では、位置エネルギーと高さの関係は「比例」、「2乗に比例」、「一定」のどれになるかでしょう。</p> <p>T それでは、どうデータを取るのか考えて、くいの移動距離を調べていきましょう。前回までの経験を生かして、実験に取り組みましょう。</p> <p>○ おもりは10g、20g、30gの3種類。</p>	<p>S 高いところから落とした方が、勢いもあって位置エネルギーは大きいと思うよ。</p> <p>S 質量も大きい方が位置エネルギーも大きくなるんじゃない。</p>
	 <p>【10gのおもりを落とした時のグラフ】</p>	 <p>【定滑車を使っておもりを落とす様子】</p> <p>S やっぱり比例じゃないかな。</p> <p>S まだ分からないよ。もっと高いところのデータもいるよ。</p> <p>S まんべんなくデータを取らなくちゃいけないね。</p>  <p>【おもりを落としている様子】</p>



【20gのおもりを落とした時のグラフ】

T 関係性は何か分かったでしょうか？



【30gのおもりを落とした時のグラフ】

S グラフの形が直線になっていることから、今回は比例する関係だと思う。
 S 質量が大きくなれば、グラフの傾きも大きくなっているから、仮説が正しかったね。

<位置エネルギーの振り返り>

位置エネルギーは、物体の高さと質量に比例していることが分かった。今回は、運動エネルギーの実験の反省を活かして、なるべく均等に計測することができた。でも、少し誤差が多かったから、次の実験等では減らしていきたい。

【生徒の記述】

(7) 考察

授業実践1では、運動エネルギーの大きさは速さと質量に関係するのではないかと仮説を立てさせ、運動エネルギーと速さの関係に重点をおいて実験に取り組みさせた。データをグラフにまとめる際にはICTを活用したことで、より多くのデータを授業時間内に処理することができた。

授業実践2では、前時の実験を振り返らせ、運動エネルギーと速さの関係を調べるためにはどうデータを取るのかを考えさせたことで、データが足りないということに気付かせることができた。また、グラフ作成の苦手な生徒でも、タブレットの画面上から実験結果の情報を読み取り、班の話合いに主体的に取り組みさせることができた。多くの生徒が課題の解決に向けて粘り強く取り組むことができ、データを解析する手法を理解することができたと考えられる。

授業実践3では、運動エネルギーのデータを解析する手法を通して、高さが最も大きい所から落としてみたり、高さに偏りがでないよう実験データを集めようとしたりするなど実験方法を工夫し、仮説を検証することができた。

4 研究のまとめと今後の課題

本実践を通して、実験結果を振り返り必要なデータが何かを考えさせることで、実験方法を工夫することができ、運動エネルギーの大きさについて深く理解させることができた。また、授業実践3の時にも、データを収集・処理する解析手法を生かして、位置エネルギーの大きさは高さに比例関係であることを導くことができた。しかし、より細かく多くのデータを集めようとした結果、授業時間内にデータを集められず、結果的に偏ったグラフになってしまった班も見られた。今後も、情報を処理し活用することができる生徒を育てるとともに、見通しをもって必要なデータを収集する方法を工夫していきたい。