

理 科 学 習 指 導 案

日 時 令和2年6月16日(火) 第4校時
場 所 第 1 理 科 室
対 象 3 年 4 組 3 6 人
指 導 者 教 諭 廣 直 哉

1 単元名 エネルギーと仕事 (大単元 運動とエネルギー)

2 本校理科の目標と本単元で育む資質・能力とのつながり

知 識 及 び 技 能	自然の事物・現象についての理解を深めて知識の体系化や概念の獲得をし、探究の過程を通して観察、実験などに関する技能を身に付けるようにする。
思考力、判断力、表現力等	理科の見方・考え方を働かせて観察、実験などを行い、適切な根拠に基づいて多面的・客観的に捉えながら科学的に探究する力を養う。
学びに向かう力、人間性等	自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとするとともに、課題解決により得た知識や考え方を、日常生活や新たな学びに生かし、新たな価値を創造しようとする態度を養う。

本単元において、「知識及び技能」では、物体の運動とエネルギーの特徴や規則性に関する理解を深めて知識を体系化したり、適切に条件制御しながら、運動やエネルギー、力の大きさの観察、実験を定量的に扱い、実験の技能を身に付けたりする。「思考力、判断力、表現力等」では、理科の見方・考え方を働かせて、物体の運動とエネルギーに関する事物・現象について問題を見いだし、見通しをもって観察、実験を行うとともに、その結果を適切な根拠に基づいて多面的・客観的に分析、解釈し、探究の過程を振り返りながら規則性や関係性を見いだすようにする。「学びに向かう力、人間性等」では、運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、学んだことを、日常生活における物体の運動や、エネルギーの利用と関連付けて新たな価値を創造しようとする態度を養う。

3 単元について

私たちの身の回りには、自転車が坂道を下ったり、投げたボールが落下したりするなど、物体の運動に関する現象であふれている。このような物体の運動について、多くの科学者が分析を行ってきており、運動を力と関係付けて法則にまとめたのがニュートンである。例えば、力がつり合っていたら静止し続ける現象や、進行方向に一定の力が働いていたら等加速度運動を続ける現象などがある。また、科学者たちは自然界の現象にはすべてに共通したものが存在し、それが様々に形を変えて私達の目の前に現れるのではないかと考えるようになった。そして、ヘルムホルツは「無から動力をとり出すことはできない」という考えの基、エネルギー保存の法則を発見した。これにより、高い位置に置かれた物体は位置エネルギーをもち、物体が斜面を転がると位置エネルギーが運動エネルギーに変わっていき、物体の速さが速くなると捉えられるようになり、様々な現象をエネルギーに関連付けて考えられるようになった。エネルギー保存の法則の考えが基となり、現在では持続可能な社会の実現に向けて、2015年の国連総会採択で盛り込まれたSDGsでは、17の目標の1つとして「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」と掲げられるようになった。このような中、世界規模の問題を自分事として捉え、自分ができることを身近なことから取り組んでいく社会を担う生徒たちにとって、エネルギーの視点で物事を考えていくことは大変意義深いことである。

大単元「運動とエネルギー」では、理科の見方・考え方を働かせ、観察、実験を通して物体の運動とエネルギーを日常生活や社会と関連付けながら理解させることが主なねらいである。同時に、運動とエネルギーの観察、実験の結果を分析して解釈し、規則性や関係性を見い出して表現する力を身に付けさせたい。また、既習事項や予想と、実験の結果や考察とを比較・検討し、自分の考えが正しいかどうかを考える等、探究の過程を振り返る力を高めさせたい。

本単元「エネルギーと仕事」では、力学的エネルギーに関する実験を行い、位置エネルギーと運動エネルギーが相互に移り変わることや、力学的エネルギーが保存されることを理解させ、また、仕事に関する実験を行い、力学的な仕事を定義し、単位時間当たりの仕事として仕事率を理解させることがねら

いである。その際、物体の高さや質量、速さなどの条件を制御して、エネルギーを量的に扱いながら、規則性や関係性を見いださせることが大切である。また、実際の物体の運動では、摩擦力や空気の抵抗などが働き、力学的エネルギーが、音エネルギーや熱エネルギーなどに変わってしまうことを、日常生活と関連付けて理解させる必要がある。

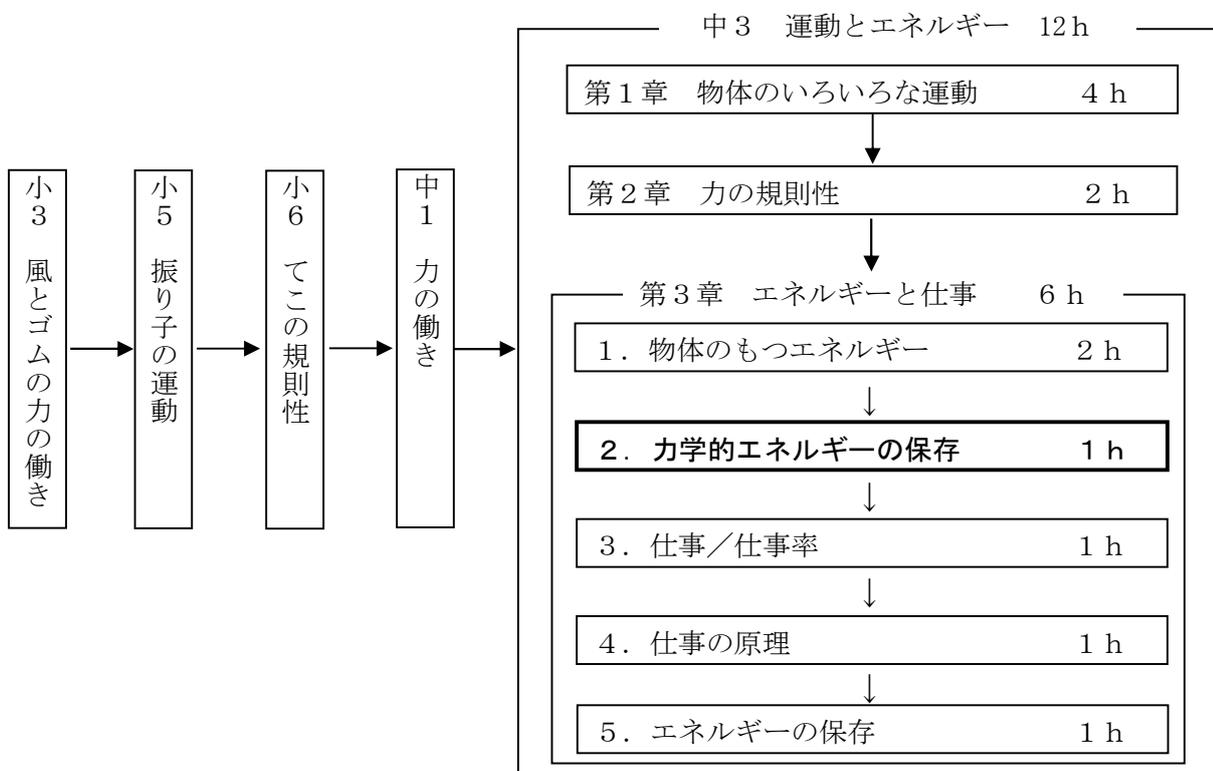
生徒は小学校において、振り子の運動の規則性やてこの原理などを学習している。また、中学校第1学年では、物体に力が働くと、その物体が変形したり、運動の状態が変わったりすることを学習している。これらを学習していることを踏まえて、本単元では、運動やエネルギーについて量的に扱いながら規則性があることを見いだし段階的に概念を獲得させることが大切である。

そこで、指導にあたってはまず、普段は何気なく見ている身近な物理現象に関連した事象を提示することで、日常生活と学習内容とを関連させ、関心を高めさせたい。次に、第1章や第2章において得られた資質、能力が第3章「エネルギーと仕事」の学習で活用できるように、見通し・振り返りの活動を意図的に設定することで、学習内容をより深いものにしていきたい。このようにして理科の見方・考え方を働かせ、資質・能力を高めさせていきたい。

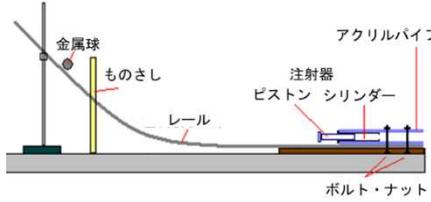
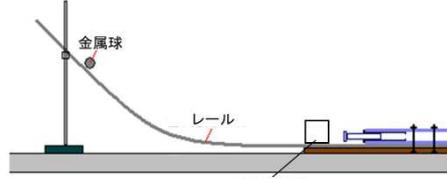
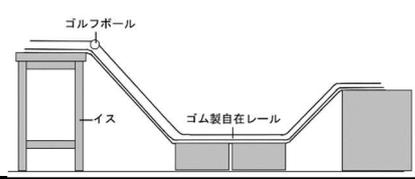
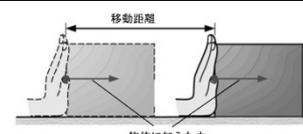
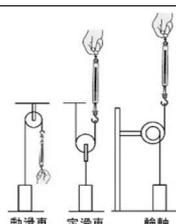
4 単元の目標

- (1) 物体の運動とエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動とエネルギーを日常生活と関連付けながら理解を深め、物体の質量や高さ、速さ等の条件を制御して観察、実験を行う技能を身に付けるようにする。【知識及び技能】
- (2) 理科の見方・考え方を働かせて、物体の運動とエネルギーに関する事物・現象について問題を見だし、見通しをもって観察、実験を行うとともに、その結果を適切な根拠に基づいて多面的・客観的に捉えながら規則性や関係性を見だし、科学的に思考したり表現したりする力を養う。【思考力、判断力、表現力等】
- (3) 物体の運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、観察、実験を行い、学んだことを、日常生活で体感する物体の運動や、エネルギーの利用と関連付けて新たな価値を創造しようとする態度を養う。【学びに向かう力、人間性等】

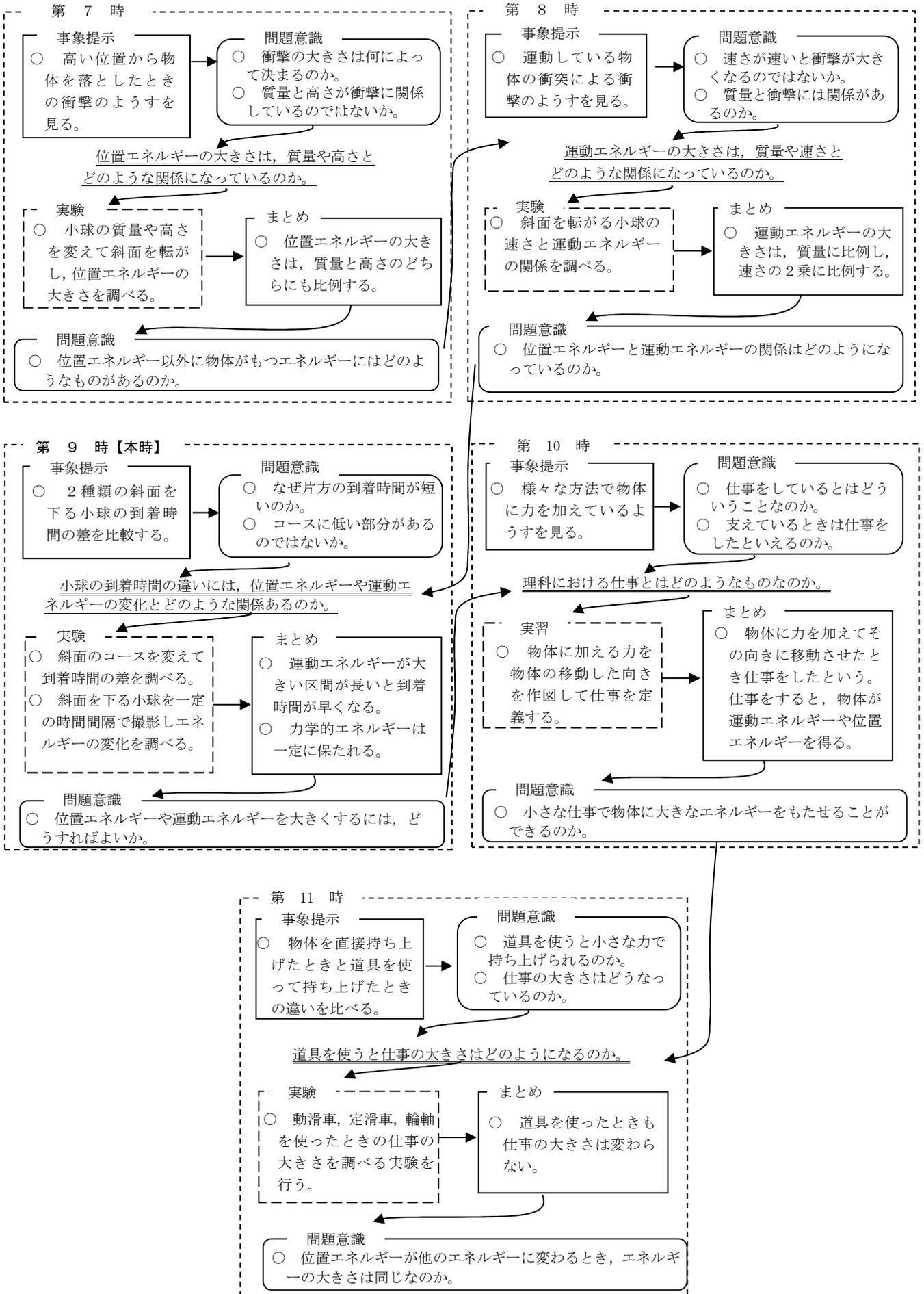
5 単元の学習内容のつながり



6 単元の指導計画と配当時間（全 12 時間）

中単元名	小単元名	主な学習活動
エネルギーと仕事	第二章 力の規則性 (要約) 物体のいろいろな運動	<p><第1時> 「物体の運動」 記録タイマーを使っているいろいろな引き方で記録テープを引き、一定時間ごとの移動距離から、速さの変化を調べる実験を行い、記録テープを引く速さが速いほど打点間隔が広がることを見いだす。</p> <p><第2時> 「等速直線運動」 水平面上での台車の運動を記録する実験を行い、運動の向きに力が働かない場合は、運動している物体は等速直線運動を続けることを見いだす。</p> <p><第3時> 「だんだん速くなる運動」 斜面の傾きを変えて台車の運動を記録する実験を行い、一定の力が働き続けるとき物体の速さは一定の割合で増加し、力が大きいほど速さが増加する割合が大きいことを見いだす。</p> <p><第4時> 「だんだんおそくなる運動/合力・分力」 同じ斜面上であればどこでも力の大きさが変わらない理由を、斜面上の台車に働く重力の分力で考えるとともに、運動の向きと逆向きに力が働いたときの運動の規則性を見いだす。</p> <p><第5時> 「2力のつり合い」 さまざまな物体に2つの力を加える実験を行い、2力がつり合っているときには、2力が一直線上にあり、大きさが等しく、向きが逆であることを見いだす。</p> <p><第6時> 「慣性の法則」/「作用・反作用の法則」 慣性の法則と作用・反作用の法則を理解し、つり合う2力と作用・反作用の2力との違いを見いだす。</p>
	物体のもつエネルギー	<p><第7時> 「位置エネルギー」</p> <ol style="list-style-type: none"> 高い位置にある物体が衝突して、他の物体を変形させるようすを見て、高い位置にある物体がエネルギーをもっていることを知る。 高い位置にある物体がもつエネルギーが「位置エネルギー」であることの説明を聞く。 位置エネルギーが質量や高さに関係することを調べる実験を行う。 金属球の質量や高さ、ピストンを押し込んだ距離との関係をグラフ化し規則性を見いだす。 位置エネルギーの大きさが質量と高さに比例することを理解する。  <p><第8時> 「運動エネルギー」</p> <ol style="list-style-type: none"> 運動している物体が他の物体に衝突するようすをみて、変形したり破壊したりする作用を大きくするにはどのようにしたらよいか考える。 運動している物体がもっているエネルギーが「運動エネルギー」であることの説明を聞く。 運動エネルギーが質量や速さに関係することを調べる実験を行う。 金属球の質量や高さ、ピストンを押し込んだ距離との関係をグラフ化し規則性を見いだす。 運動エネルギーの大きさが、質量に比例し、速さの2乗に比例することを理解する。 
	力学的エネルギーの保存	<p><第9時> 「力学的エネルギーの保存」【本時】</p> <ol style="list-style-type: none"> 2種類のコースを転がる小球の到着時間の差を比較する。 到着時間が短くなるコースを考え、小球を転がして到着時間やエネルギーの変化を調べる。 到着時間の差の理由を、位置エネルギーと運動エネルギーの変化から見いだして説明する。 位置エネルギーや運動エネルギーの変化から、力学的エネルギーが一定に保たれることを理解する。 
	仕事と仕事率	<p><第10時> 「仕事/仕事率」</p> <ol style="list-style-type: none"> 「物体を持ち上げる」「物体を支える」などいくつかの事象において、仕事をしたかどうか判断する。 物体に力を加えてある向きに移動させたとき、力がその物体に対して仕事をしたといえることを理解する。 仕事の大きさを定量的に求める。 日常生活で見られる仕事について例を挙げ、それぞれの仕事率を求める。 
	仕事の原理	<p><第11時> 「仕事の原理」</p> <ol style="list-style-type: none"> 物体を直接持ち上げたときと道具を使って持ち上げたときの違いを比べる。 道具を使うと仕事の大きさはどうなるか仮説を立てる。 道具を使ったときの仕事の大きさを調べる実験を行う。 道具を用いても仕事の大きさは変わらないことを見いだす。 
	エネルギーの保存	<p><第12時> 「エネルギーの保存」</p> <p>位置エネルギーから電気エネルギーへの変換効率を求める実験を行い、エネルギーが変換される過程では目的としないエネルギーにも変換されることを見いだし、エネルギーの総量は一定であることを理解する。</p>

7 生徒の意識の流れ



8 単元の評価規準

時	学習活動	評価の観点			評価規準
		知	思	態	
	単元全体を通して	○	□	△	<p>○ 物体の運動とエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動とエネルギーを日常生活と関連付けながら理解を深めている。また、物体の質量や高さ、速さ等の条件を制御して観察、実験を行う技能を身に付けている。</p> <p>□ 観察、実験の結果を適切な根拠に基づいて多面的・客観的に捉えながら規則性や関係性を見だし、科学的に思考したり表現したりしている。</p> <p>△ 物体の運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、学んだことを、日常生活で体感する物体の運動や、エネルギーの利用と関連付けようとしている。</p>
7	位置エネルギー	○	□	△	<p>○ 位置エネルギーの大きさが、質量と高さ按比例することを理解している。また、小球の質量や高さの条件を制御しながらピストンを押し込んだ距離を正しく測定し、正確にグラフ化している。</p> <p>□ グラフから位置エネルギーの大きさが質量と高さ按比例することを読み取っている。</p> <p>△ 位置エネルギーの大きさと物体の質量や位置の関係性について関心を持ち、規則性を調べようとしている。</p>
8	運動エネルギー	○	□	△	<p>○ 運動エネルギーの大きさが、質量に比例し、速さの2乗に比例することを理解している。また、小球の質量や速さの条件を制御しながらピストンを押し込んだ距離を正しく測定し、正確にグラフ化している。</p> <p>□ グラフから運動エネルギーの大きさが質量に比例し、速さの2乗に比例していることを読み取っている。</p> <p>△ 運動エネルギーの大きさと物体の質量や速さの関係性について関心を持ち、規則性を調べようとしている。</p>
9	力学的エネルギーの保存	○	□	△	<p>○ 位置エネルギーと運動エネルギーが移り変わりの規則性や力学的エネルギーの保存を理解している。</p> <p>□ 実験で得られた結果を基に、到着時間に差が生じる理由を説明しながら、位置エネルギーと運動エネルギーが移り変わることや、到着時間が短いコースは運動エネルギーが大きい区間が長いことを見だしている。</p> <p>△ 様々なコースを転がる小球の到着時間の差に関心を持ち、その原因を進んで調べようとしている。</p>
10	仕事・仕事率	○	□	△	<p>○ 物体に力を加えて、その向きに物体を移動させたとき、力は物体に仕事をしたといえることを理解している。</p> <p>□ 日常生活での仕事と理科で定義される仕事の違いを説明している。</p> <p>△ 身の回りの仕事にはどのようなものがあるのか、積極的に調べようとしている。</p>
11	仕事の原理	○	□	△	<p>○ 道具を使ったときも仕事の大きさは変わらないということを理解している。また、道具を用いたときの仕事の大きさを調べる実験を正しく行っている。</p> <p>□ 道具を使ったときの仕事の大きさについて説明している。</p> <p>△ 道具を使うときの仕事の大きさに関心を持ち、進んで調べようとしている。</p>

9 本時の実際

(1) 題材 力学的エネルギーの保存 (9/12)

(2) 本時の目標

ア 様々なコースを転がる小球の到着時間や、速さの変化を調べる実験を通して、位置エネルギーと運動エネルギーの移り変わりの規則性や力学的エネルギーの保存を理解させる。【知識及び技能】

イ 実験で得た結果を基に、到着時間に差が生じる理由を説明しながら、位置エネルギーと運動エネルギーが移り変わることや、到着時間が短いコースは運動エネルギーが大きい区間が長いことを見いださせる。【思考力、判断力、表現力等】

ウ 様々なコースを転がる小球の到着時間の差に関心を持ち、その原因を進んで調べようとする態度を養う。【学びに向かう力、人間性等】

(3) 授業設計上の工夫

ア 自由に高さなどが変えられるコースを用いて、試行錯誤させながら小球の到着時間と位置エネルギーや運動エネルギーの関係を検証させることによって、生徒に思考・吟味する力を身に付けさせる。(科学的に思考・吟味する力を育成するための教具開発)

イ ICT機器を用いることによって、小球の運動を一定の時間間隔で撮影させることができ、その画像と到着時間の違いとを関連させながら考察させることで、生徒に思考・吟味する力を身に付けさせる。(科学的に思考・吟味する力を育成するためのICT活用)

ウ 前時までの学習を振り返り、本時の授業に見通しをもたせ、学んだことを活用させることで、学びの有用性に気付き、新たな価値を生み出そうとする態度を育成する。(科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする態度を育成するためのカリキュラム・デザイン)

(4) 準備

ゴム製自在レール、小球、ストップウォッチ、タブレット(ストロボ写真アプリ)

(5) 資質・能力についての関連図

学校教育目標を三つの柱で整理した資質・能力

【知識及び技能】

物事の本質を深く追究したり、よりよく自己を生かして協働したりするための知識・技能を身に付けるようにする。

【思考力、判断力、表現力等】

目的に向かって知識・技能を効果的に活用し、よりよいものをつくり上げるための必要な力を養う。

【学びに向かう力、人間性等】

自分と他者の理解を深め、よりよいものをつくり上げ、豊かな自尊感情ならびに他者を大切にする深い感情を育み、社会に積極的に参画していく態度を養う。

本校理科の目標

【知識及び技能】

自然の事物・現象についての理解を深めて知識の体系化や概念の獲得をし、探究の過程を通して観察、実験などに関する技能を身に付けるようにする。

【思考力、判断力、表現力等】

理科の見方・考え方を働かせて観察、実験などを行い、適切な根拠に基づいて多面的・客観的に捉えながら科学的に探究する力を養う。

【学びに向かう力、人間性等】

自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとするとともに、課題解決により得た知識や考え方を、日常生活や新たな学びに生かし、新たな価値を創造しようとする態度を養う。

○ 科学的に思考・吟味し、価値を生み出そうとする態度を育成するためのカリキュラム・デザイン

本単元の目標

【知識及び技能】

物体の運動とエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動とエネルギーを日常生活と関連付けながら理解を深め、物体の質量や高さ、速さ等の条件を制御して観察、実験を行う技能を身に付けるようにする。

【思考力、判断力、表現力等】

理科の見方・考え方を働かせて、物体の運動とエネルギーに関する事物・現象について問題を見だし、見通しをもって観察、実験を行うとともに、その結果を適切な根拠に基づいて多面的・客観的に捉えながら規則性や関係性を見だし、科学的に思考したり表現したりする力を養う。

【学びに向かう力、人間性等】

物体の運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、観察、実験を行い、学んだことを、日常生活で体感する物体の運動や、エネルギーの利用と関連付けて新たな価値を創造しようとする態度を養う。

○ 科学的に思考・吟味する力を育成するための教具開発

○ 科学的に思考・吟味する力を育成するためのICT活用

本時の目標

【知識及び技能】

様々なコースを転がる小球の到着時間や、速さの変化を調べる実験を通して、位置エネルギーと運動エネルギーの移り変わりの規則性や力学的エネルギーの保存を理解させる。

【思考力、判断力、表現力等】

実験で得た結果を基に、到着時間に差が生じる理由を説明しながら、位置エネルギーと運動エネルギーが移り変わることや、到着時間が短いコースは運動エネルギーが大きい区間が長いことを見いださせる。

【学びに向かう力、人間性等】

様々なコースを転がる小球の到着時間の差に関心をもち、その原因を進んで調べようとする態度を養う。

(6) 本時の展開

過程	時間	学習活動	指導上の留意点
事象提示	0 1	1 コースA, Bを転がる小球の到着時間の差を比較する。 	1 2種類のコースのBの一部を隠すことによって問題意識をもたせ、小球の到着時間短くなる原因を意欲的に調べさせる。
問題意識	5	2 疑問に思ったことや調べてみたいことを書く (MI)。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • なぜ時間が短くなったのか。 • どんなコースになっているのか。 • コースが低くなっているのではないか。 </div>	3 前時までの学習を振り返りながら、到着時間の差を位置エネルギーと運動エネルギーと関係づけることで課題を焦点化する。
問題の共有化	9	3 学習課題を把握する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 小球の到着時間の違いは、位置エネルギーや運動エネルギーの変化とどのような関係があるのか。 </div>	4 到着時間の違いと関係している条件を、理由を考えながら予想させることで、見通しをもたせる。
予想	10	4 到着時間が短くなるコースを予想する。	5 予想を基に高さを変化させられる器具の必要性を考えさせながら実験を企画する。
実験企画	15	5 課題を解決するためにはどのような物が必要かを考えて実験企画をする。	6 まず、コースAをつくり到着時間を記録した後に、試行錯誤させながらコースをつくらせ、到着時間がどのような条件で短くなるのか気付かせる。
実験	20	6 様々なコースを転がる小球の到着時間と速さの変化を調べる実験を行う。 ① 様々なコースを転がる小球の到着時間を調べる。 ② コースを転がる小球を一定の時間間隔で撮影し速さの変化を調べる。 	6 【評価】 試行錯誤しながら、様々なコースを転がる小球の到着時間の差に関心を持ち、その原因を進んで調べようとしている。
結果	35	7 結果を共有する。 1.01 秒 0.88 秒	8 到着時間に差が生じる理由を説明しながら、位置エネルギーと運動エネルギーが移り変わることや、到着時間が短いコースは運動エネルギーが大きい区間が長いことを見いださせる。
考察	40	8 小球の到着時間が短くなる理由を考える。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> Bの方が、位置エネルギーが小さくなった分運動エネルギーが大きくなるので、到着時間が短くなる。 Bの方が、運動エネルギーが大きい区間が長いので、到着時間が短くなる。 </div>	8 【評価】 到着時間の差が生じる理由を説明している。
まとめ	48	9 本時のまとめを行う。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 到着時間の違いは、位置エネルギーから運動エネルギーへの変化の仕方によって決まる。 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、力学的エネルギーは一定に保たれる。(力学的エネルギーの保存) </div>	9 位置エネルギーと運動エネルギーの移り変わりの規則性や力学的エネルギーの保存を理解させる。
	50		9 【評価】 位置エネルギーと運動エネルギーの移り変わりの規則性や力学的エネルギーの保存について理解している。