

第3学年〇組 理科学習指導案

授業者 山本 孔 紀

1 単元名 運動とエネルギー (本時「力学的エネルギーの保存」)

2 単元について

本単元は、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ついての観察、実験などを行い、力、圧力、仕事、エネルギーについて日常生活や社会と関連付けながら理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。

思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、運動とエネルギーについて、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、力のつり合いと合成・分解、物体の運動、力学的エネルギーについての規則性や関係性を見だし表現するとともに、探究の過程を振り返らせるようにさせる。そして、運動とエネルギー、様々なエネルギーとその変換に関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見るようにさせる。

生徒は、これまでに以下のことを学習してきた。

学年	単元	学習内容
小学校第5学年	振り子の運動	・糸につるしたおもりが1往復する時間は、糸の長さによって変わる。
中学校第1学年	身近な物理現象	・力の働き ・力の表し方 ・力がつり合うときの条件
中学校第2学年	気象とその変化	・圧力 ・大気圧

本校第3学年の生徒は、エネルギーについての学習を始める前に、すでに日常生活でエネルギーということばを使用しており、それが物を動かしたり、変形させたりすることと何らかの関係があることを体験的に感じ取っている。このことから、本単元での学習目標づくりを生徒ともに行うに当たって、それまでに生徒が獲得しているエネルギーのイメージを「エネルギーとは何か」という問いを考えさせることから始めていく。そして、単元の終末において日常や社会と関連の深い題材を扱うよう工夫する。これらにより、物体のもつエネルギーとその移り変わりについて、特に位置エネルギーと運動エネルギーは相互に変換されることなどを日常生活や社会と関連付けながら物体の運動とエネルギーについての科学的な見方や考え方を養いたい。

さらに、本校ではOPPA論を参考に、OPPシートの単元を貫く問いを広い概念で設定し、単元全体での生徒の学びを見取っている。また、例えば下記のように、学習と指導の計画の最初と最後に、「〇〇とは何か」(ここでは「エネルギーとは何か」と問うことで、生徒自身が本当に大切だと感じたことは何だったのか、獲得した概念はどのようなものだったのかなど、授業者の授業意図との差違などを見取り、生徒理解と授業改善に生かしている。このシートはいわゆる評定に生かす評価には含めない。

時	○ 学習内容 ・ 学習活動 □ 課題	主なねらい(指導目標)と 具体的評価規準	重 点	記 録	評価方法
単 元 当 初	① エネルギーとは何か ・「エネルギーとは何か」について考え、3つの文で表現する。	・「エネルギー」についての自分自身の概念や考え方の自覚および単元の概観により、単元の学びの見通し(学習目標)をもととしている。	態		行動観察 OPP記述分析
単 元 末	⑬ エネルギーとは何か 「エネルギーとは何か」について考え、3つの文で表現する。	・「エネルギー」についての自分自身の概念や考え方の変容を自覚し、その要因を本単元の学びの過程と関連付けて表現している。	態		行動観察 OPP記述分析

3 本時の学習の特徴

(1) 題材設定

本時の探究活動のねらいは、力学的エネルギーの保存に関する概念的な理解を図るとともに、物体のもつエネルギーと速さ、高さの関係を明確にすることにある。ここでは、社会や日常生活と関連付けた文脈として、実社会で利用されているジェットコースターに見立てて考える場面を設定した。生徒たちに求めるパフォーマンスは、力学的エネルギーの変化をゴール順位と関連付けて説明できること、順位の結果と理論をつなぐ実験データを得る検証実験を計画し、各地点の物体の運動を簡易速度測定器等で調べることができることの2つである。

具体的には本時では、位置エネルギーや運動エネルギーの移り変わり方の異なるジェットコースターモデルを3コース用意し、そのコース上を転がる球の運動について、既習事項を基に個人で予想する。実際の授業での、予想の分布（附属中学校第69回生・第3学年生徒172名分）は以下のようであった。

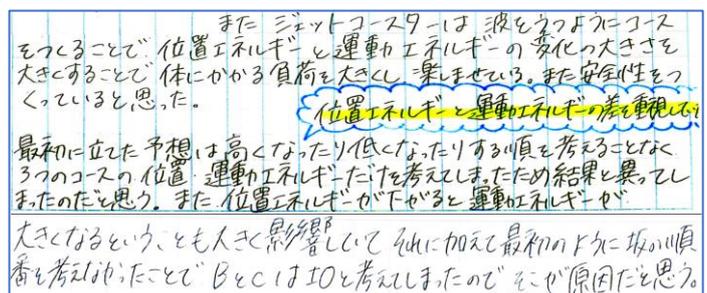
予想	理由	人数
①A=B=C	力学的エネルギーは保存されるから	48名
②A→B=C	Aは坂道がないから距離が短い。運動エネルギーが最大など	44名
③C→A→B	力学的エネルギーのうち、運動エネルギーへの変換がされる割合が最大	48名
④その他		32名

予想は大きく分けて、3つに分かれた。①と②は主に力学的エネルギーが保存されるため、同着になるコースがあると考えているものである。正しく力学的エネルギーの移り変わりについて理解できていない生徒が多いということがわかる。その予想を基に確認実験を行うと、結果の意外性に驚く生徒が多い。ここから、なぜコースによって球のゴールへの到達時間に差が生まれるのかについて、自然と話し合い、確認実験の結果を吟味する活動が行われ始める。

本時のような題材は、既習事項を組み合わせないと説明がつかないものであり、力学的エネルギー保存の法則における位置エネルギーと運動エネルギーの関係の定着を図るのに有効であると考えられる。生徒たちは班での話し合いの中で、自らの考え方の誤りに気づき、新しい考え方を構成し直し始める。その際、新しく構成した考え方を実証するために、どのようなデータを得る必要があるかについて討論し、班で測定する条件を選択していく。この場合の条件は「各地点の速度」であるが、振り子の運動などに代表される力学的エネルギー保存の法則とは異なり、本教材は、実際にコースの各地点の速度を測定することが容易である。このことは、生徒に抽象的なエネルギー概念を獲得させるにあたって、実感を伴った理解を得る手助けにつながると考える。

(2) 振り返り活動

学習の終末において、問題解決した事柄やその解決過程を振り返る活動を行い、自らがたどった思考の過程を分かりやすく表現し直す活動を取り入れる。そうすることで、問題解決した事柄について、どのようなことを柱として思考したのかという自分の思考の流れをモニタリングすることができ、より適切な科学概念の定着や問題解決スキルの向上に寄与するものと考えられる。実際に生徒たちは、対話的な学びを通して、自分のもっていた運動とエネルギーに関する量的・関係的な見方・考え方の誤りなどに気づき、新しい概念を再構成し始めるようになった。前述の②の予想をした生徒の学習後の感想を示す。この生徒は、物体の運動エネルギーの増加が速さの増加につながることを十分に理解できていなかった。しかし、再構成された概念の信頼性を高めるために検証実験を計画し、それを実証するといった資質・能力を伸ばすことを通して、エネルギー概念の体系的理解を深め、力学的エネルギーと運動についての深い理解につながったと考える。



4 単元の目標とその評価規準

柱	知識及び技能	思考力、判断力、表現力等	学びに向かう力、人間性等
目標	力学的エネルギーを日常生活や社会と関連付けながら、仕事とエネルギー、力学的エネルギーの保存についての基本的な概念や原理・法則などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付ける。	力学的エネルギーについて、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し表現するなど、科学的に探究する活動を通して、規則性や関係性を見いだしたり課題を解決したりする力を養う。	力学的エネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度を養う。
観点	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
評価規準	力学的エネルギーを日常生活や社会と関連付けながら、仕事とエネルギー、力学的エネルギーの保存についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	力学的エネルギーについて、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、力学的エネルギーの規則性や関係性を見いだして表現しているとともに、探究の過程を振り返るなど、科学的に探究している。	力学的エネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

5 学習と指導の計画、評価規準

(ウ) 力学的エネルギー (13時間)

㊦仕事とエネルギー・㊧力学的エネルギーの保存 (本時7/13時)

時	○ 学習内容 ・ 学習活動 □ 課題	主なねらい (指導目標) と 具体的評価規準	重点 記録	評価方法
	①～③ 仕事	※省略		
4	④ 位置エネルギーの大きさ ・ある高さにある物体の落下実験から、物体のもつ位置エネルギーの大きさについて考える。	・物体の落下実験から、高いところにある物体ほど、また、質量が大きいほど、大きなエネルギーをもっていることについて、結果を分析して解釈し、自らの考えを導いている。	知	考察の記述確認
5	⑤ 運動エネルギーの大きさ ・水平面上を動く物体の衝突実験から、物体のもつ運動エネルギーの大きさについて考える。	・水平面上を動く物体の衝突実験から、物体の質量が大きく、速さが速いほど、大きなエネルギーをもっていることについて、結果を分析して解釈し、自らの考えを導いている。	知	考察の記述確認
6	⑥ 力学的エネルギーの保存 ・振り子などの力学的エネルギーに関する実験を行い、力学的エネルギーの保存について考える。	・振り子の運動の様子を観察し、位置エネルギーと運動エネルギーとは相互に移り変わることもおよび摩擦の働かない場合には、力学的エネルギーは保存されることに気づき、自らの考えをまとめている。	知	行動観察
7 ・ 8	⑦ ジェットコースターレース ・ジェットコースターモデル上を運動する金属球の観察を行い、力学的エネルギーの移り変わりについて理解する。	・力学的エネルギーの移り変わりや金属球の運動エネルギーと速さの関係などの既習事項を活用して、ジェットコースターモデル上を運動する球のゴールする順を説明している。	思	○ 考察の記述分析
本時	金属球がゴールする順はどのように決まるだろうか。	・探究の過程を振り返り、自らの考えの妨げになっていたことやその問題を解決するために必要だったことについて、自らの考えを表現している。	態	○ 振り返りの記述分析
	⑨～⑬ エネルギーとその移り変わり	※省略		

6 本時の学習

(1) ねらい (指導目標)

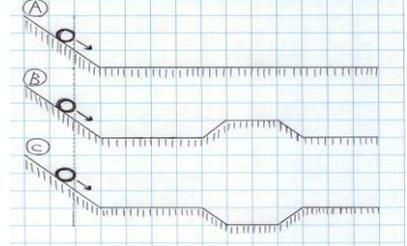
(思考力、判断力、表現力等)

- ・力学的エネルギーの移り変わりや金属球の運動エネルギーと速さの関係などの既習事項を活用して、ジェットコースターモデル上を運動する球のゴールする順を説明できる。

(学びに向かう力、人間性等)

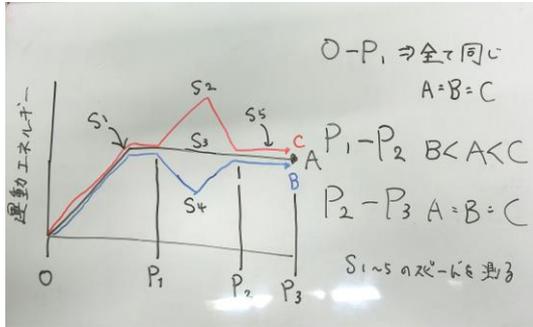
- ・探究の過程を振り返り、自らの考えの妨げになっていたことやその問題を解決するために必要だったことについて気づき、自らの考えを表現できる。

(2) 展開

過程	学習内容・活動	教師の支援(・)と評価	
課題把握	<p>① 前時までの復習 (既習事項の確認) を行う。 <予想される生徒の反応></p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーの大きさは物体がする仕事の大きさと測れること。 ・位置エネルギーの大きさは、物体の高さと質量に関係していること。 ・運動エネルギーの大きさは、物体の速さと質量に関係していること。 ・運動エネルギーと位置エネルギーは相互に移り変わる。また、その際に力学的エネルギーの総量が保存されること。(=力学的エネルギー保存の法則) 	<ul style="list-style-type: none"> ・Teams Class notebook のデジタルノート等を開き、確認させる。 ・数名の生徒を指名し、これまでの実験やふりこの例などを挙げさせる。エネルギーの移り変わりを視覚的に押さえておく。 	
	<p>② ジェットコースターモデルの説明を聞く。 (準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ジェットコースターモデル (A・B・Cコース) <input type="checkbox"/> 球 (同種類のを2つ) (<input type="checkbox"/> 簡易速度測定器) <p>(手順) ジェットコースターモデルのA～Cコースについてどのようなコースかを知る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Aコース…下り→平面 Bコース…下り→登り→下り→平面 Cコース…下り2回→登り→平面</p> </div>		 
	<p>③ 本時の課題を知る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>金属球がゴールする順はどのように決まるだろうか？</p> </div>		
<p>④ 実験に対する結果を予想し、その理由を考え、ノートに個々に記入する。 <予想される生徒の反応> ※予想の分布は別紙参照</p> <ul style="list-style-type: none"> ・A, B, Cコースはどれも一緒にゴールする。なぜならば、力学的エネルギーは保存されるから。 ・Aコースが一番早い。なぜならば、コースが最も短く平坦だから。 ・Cコースが一番早い。なぜならば、下り坂があるから、速度が速くなると思うから。 …など <p>⑤ 班ごとに順位を確認する実験を行い、結果を記録する。 結果 C→A→Bの順にゴールする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・書き始められない生徒には、具体的な速さの変化を考えてみるように助言する。 ・AとBコース, AとCコースで同時に転がさせ、比較させることで順位を決定させる。 		

- ⑥ 各班で個人の予想したことおよび結果について話し合い、理由についてホワイトボード等に整理する。
- ⑦ 班ごとに結果に対する理由を発表し、検証実験で調べるべき事柄について考える。

<発表例>



- 運動エネルギーが増大している時間が長いものから順にゴールする。その根拠として、各地点の速度を測定する。 …など

以下、次時

- ⑧ 班で検証実験を行い、結果をノートに整理する。
<予想される生徒の反応>
 - 各区間の速度を簡易速度計で測定したところ、…であった。
 - 平面は等速直線運動をしている。ゴール時の球の速度は、A, B, Cどれもほぼ変わらない。…など

課

題

の

追

究

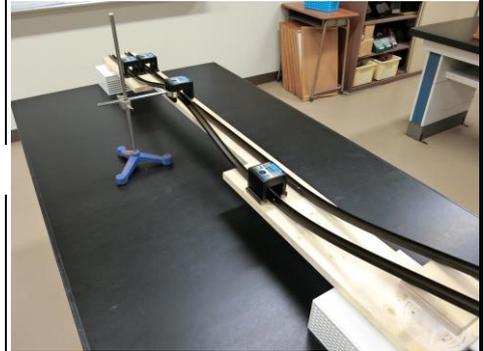
- ⑨ 検証実験の結果をもとに、個々に課題に対する考察をノートに記入する。
<予想される生徒の反応>
 - 力学的エネルギーの移り変わりで考えると、物体のもつ位置エネルギーが運動エネルギーに移り変わって運動している時間が長いほど、ゴールに早く到達するといえる。
 - 全体として、力学的エネルギーは保存されている。 …など
- ⑩ 考察を発表し、共有する。

省

察

- ⑪ 本時の課題解決および自らがたどった思考過程を振り返り、ノートに表現し直す。
<予想される生徒の反応>
 - エネルギーの移り変わりと速度を関わらせて考えることができていなかった。
 - 力学的エネルギーの保存を考え過ぎて、順位も同着ではないかと考えてしまっていた。 …など

- ホワイトボード等を用いて、班内での多様な意見の交流が行われるように支援する。
- 自分たちの考え方が正しいことを確かめるためにはどのような、データを得るべきかを考えるよう、促す。



- 机間指導し、記述が不十分な生徒には力学的、位置、運動エネルギーなどの用語を用いて説明するように助言する。

<思考・判断・表現>

- 力学的エネルギーの移り変わりや金属球の運動エネルギーと速さの関係などの既習事項を活用して、ジェットコースターモデル上を運動する球のゴールする順を説明している。

【考察の記述分析】

- 数名のノートをプロジェクターに投影しながら、発表させる。

- 予想が結果と合致していた生徒には、どの部分が課題の解決にあたって必要であったかを抽出させる。

<主体的に学習に取り組む態度>

- 探究の過程を振り返り、自らの考えの妨げになっていたことやその問題を解決するために必要だったこと（考え方）などに気付き、自らの考えを表現している。

【ノート（記述）】