

愛知県西尾市立平坂中学校

(様式 4-2 : 平成 30 年度 モビリティ・マネジメント教育 (交通環境学習) にかかわる学校支援制度
実施結果報告書)

実施結果報告書

1. 学習名称： 地下鉄の路線が高低差をつけて作られる理由を探ろう																				
2. テーマ： 地下鉄の路線が高低差をつけて作られる理由を探ろう																				
3. 実施教科： 理科																				
4. 関連単元： 「力学的エネルギー」 「エネルギー」																				
5. 実施単元数： 2 単元 (5 時間)																				
6. 学年	3 年	7. クラス数	7	8. 生徒数	261 名															
9. 実施内容																				
<p>○力学的エネルギーの学習</p> <p>平坂コースターの実験などを通して、「地下鉄の路線が高低差をつけて作られる理由」を題材とした課題を設定し、その解決を通して、「力学的エネルギー」について学習した(資料1)。第4時(課題の解決)は、岡山理科大学・藤本義博教授の参観・指導を受けた。</p> <p>○エネルギーの学習(1時間)</p> <p>次の単元「エネルギー」の学習の中で「同じ距離を車・バス・電車の各交通手段で移動する場合の、一人あたりの消費エネルギー」を比較する学習を行った。</p> <p>○学習効果の検証</p> <p>以上の学習活動を通して、モビリティ・マネジメントの意識の向上、省エネの意識の向上、理科を学ぶ有用性の認識の向上について、学習前後に質問紙調査を行って検証した。</p>		<p>◆「力学的エネルギー」の学習過程</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>時</th> <th>学習内容</th> <th>予想される生徒の思考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td> <p>【事象との出会い】【課題の設定】</p> <p>○最近作られる地下鉄の路線の高低差について知ろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうして、わざわざ高低差をつけるのだろうか <p>○「平坂コースター」の実験をしよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうして、高低差があるコースの方が速いのだろうか <p>【課題】</p> <p>高低差があるコースの方が先にゴールする理由を説明しよう</p> <p>【習得】</p> <p>○課題を解決するために「力学的エネルギー」を学ぼう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 位置エネルギー ・ 運動エネルギー </td> <td> <p>・ 力学的エネルギーの保存</p> </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td> <p>【活用】</p> <p>○学んだことを使って、現象を予想して実験しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ふたこぶコースター ・ 釘付き振り子 </td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td> <p>【課題の解決(活用)】</p> <p>○学んだことを使って、課題を解決しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高低差がある方が運動エネルギーが大きいから速いんだね ・ 高低差がある方が省エネになるんだね </td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>◆「エネルギー」の学習の中で次の内容を扱う</p> <p>○1 kmの距離を以下の交通手段で移動するとき、一人あたりの消費エネルギー(必要な仕事)を計算しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 車で移動(燃料の量から一人あたりの化学エネルギーを求める) ・ バスで移動() ・ 電車で移動(消費電力から一人あたりの電気エネルギーを求める) <p>資料1 学習の展開</p>				時	学習内容	予想される生徒の思考	1	<p>【事象との出会い】【課題の設定】</p> <p>○最近作られる地下鉄の路線の高低差について知ろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうして、わざわざ高低差をつけるのだろうか <p>○「平坂コースター」の実験をしよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうして、高低差があるコースの方が速いのだろうか <p>【課題】</p> <p>高低差があるコースの方が先にゴールする理由を説明しよう</p> <p>【習得】</p> <p>○課題を解決するために「力学的エネルギー」を学ぼう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 位置エネルギー ・ 運動エネルギー 	<p>・ 力学的エネルギーの保存</p>	2			3	<p>【活用】</p> <p>○学んだことを使って、現象を予想して実験しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ふたこぶコースター ・ 釘付き振り子 		4	<p>【課題の解決(活用)】</p> <p>○学んだことを使って、課題を解決しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高低差がある方が運動エネルギーが大きいから速いんだね ・ 高低差がある方が省エネになるんだね 	
時	学習内容	予想される生徒の思考																		
1	<p>【事象との出会い】【課題の設定】</p> <p>○最近作られる地下鉄の路線の高低差について知ろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうして、わざわざ高低差をつけるのだろうか <p>○「平坂コースター」の実験をしよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうして、高低差があるコースの方が速いのだろうか <p>【課題】</p> <p>高低差があるコースの方が先にゴールする理由を説明しよう</p> <p>【習得】</p> <p>○課題を解決するために「力学的エネルギー」を学ぼう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 位置エネルギー ・ 運動エネルギー 	<p>・ 力学的エネルギーの保存</p>																		
2																				
3	<p>【活用】</p> <p>○学んだことを使って、現象を予想して実験しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ふたこぶコースター ・ 釘付き振り子 																			
4	<p>【課題の解決(活用)】</p> <p>○学んだことを使って、課題を解決しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高低差がある方が運動エネルギーが大きいから速いんだね ・ 高低差がある方が省エネになるんだね 																			

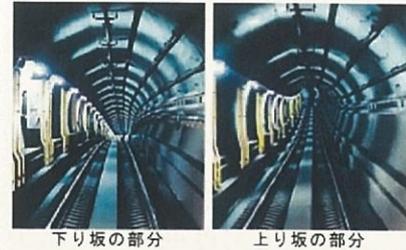
10. 学習のながれ

○地下鉄の路線が高低差をつけて作られる事実からの課題設定

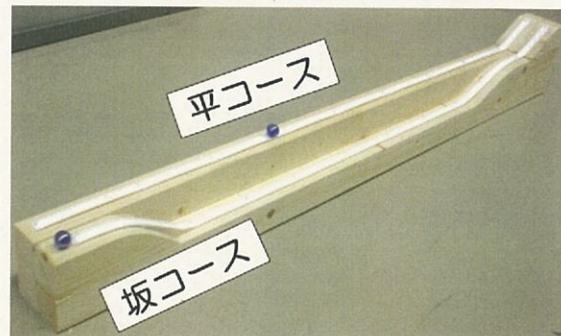
資料2を生徒に示し、「最近の地下鉄の路線は、駅の部分を高くし、駅と駅の間を低くして、大きく高低差をつけて作られるようになってきている」という事実を伝えた。生徒は、「なぜ、わざわざ高低差をつけるのだろう」という疑問をもった。生徒が考えた理由は、「駅が地表に近い方がよ

い」「地下深くだと、騒音が地表まで届かない」などの生活上の利便性であった。「高低差をつけた路線の方が早く移動できるから」という理由を述べた生徒はいなかった。そこで、資料3の地下鉄の路線のモデル「平坂コースター」に出会った。水平な「平コース」と、下り坂・上り坂がある「坂コース」の2つのコースの同じ高さから球を同時にスタートさせる。本校の名称「平坂中学校」にちなんで、「平坂コースター」と呼ぶことにした。多くの生徒が「平コースが先にゴール」か「同時」と予想するが、実際に球を運動させると、坂コースの方が先にゴールした。生徒は、この結果に地下鉄の路線の高低差の情報を関連させて考え、高低差をつけると列車が速く移動することが分かるとともに、「どうして、高低差がある方が先にゴールするのだろうか」という更なる疑問をもった。そこで、この疑問を単元を通して取り組む課題として設定した(資料4)。貴財団の支援により、「平坂コースター」を各班に1セットずつ用意することができた。

地下鉄の路線は、右の写真のように、高低差をつけて作ることが比較的簡単です。最近、地下鉄の路線は、下の図のように、駅の部分を高くし、駅と駅の間を低くして、大きく高低差をつけて作られるようになってきています。



資料2 地下鉄の路線の高低差



資料3 平坂コースター



資料4 「坂コースが先にゴール」に驚く生徒

○力学的エネルギーについての学習

次に、この課題を解決するためには、エネルギーという新しい概念を理解する必要があることを生徒たちに伝え、学習への意欲を高めた。教科書に載っている実験などを通して、エネルギーの基礎である力学的エネルギーについて学習した。ここでは、貴財団の支援により準備できた、力学的エネルギー実験器や速度測定器を用

い、位置エネルギー、運動エネルギー、力学的エネルギーの保存などについて、実感を持って学習することができた。

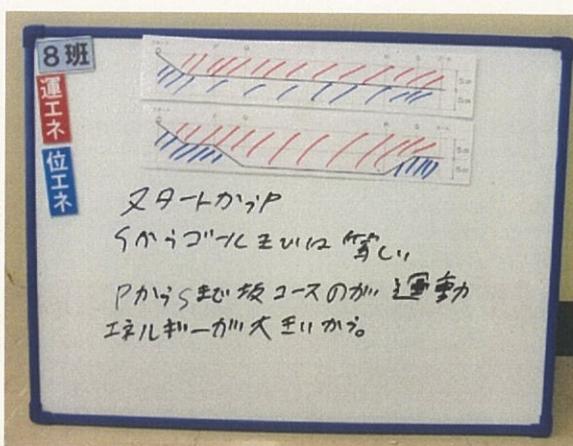
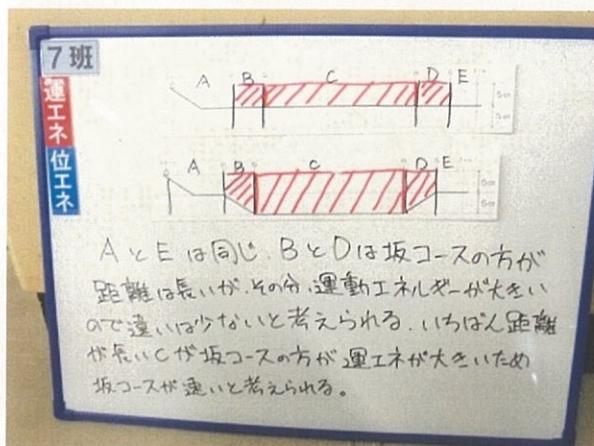
○課題解決「高低差があるコースの方が先にゴールする理由を説明しよう」

そして、習得した力学的エネルギーに関する知識・技能を活用して、課題を解決した。本時では、2つのコースを横に並べ、それぞれの力学的エネルギーの量を比較できるようにしたワークシートを用いた。これまでの学習でも、運動エネルギーは赤色、位置エネルギーは青色で带状に表して力学的エネルギーの保存を理解してきた。生徒たちはこれらの知識や理解・技能を活用して、意欲的に課題の解決に取り組んだ(資料5)。速度測定器を用いて、自分た



資料5 班で協力して課題解決に取り組む生徒

ちの考えが正しいかどうかを確かめる班もいた。資料6に、2つの班の考えをまとめたホワイトボードを例として示す。「運動エネルギーが大きいので・・・」などエネルギーの概念を用いて課題について考え、坂コースの方が先にゴールする理由を説明できている。ほとんどの班が同様に、課題を解決することができていた。



資料6 班の考えをまとめてホワイトボード(例)

尚、本時は、別添の学習指導案のもとで研究授業として実践した。岡山理科大学・藤本義博教授から、「この現象を生徒に『単に、一見して不思議な物理現象』として捉えさせるだけではなく、『地下鉄の路線の高低』という生活との関連からスタートすることで、生徒の関心が高まり、より意欲的に学習に取り組むことが期待できる。本実践の展開では、列車を球に置き換え、路線をコースターに置き換え、物理現象として捉え直させているが、球を列車のモデルとして捉え、コースターを路線のモデルとして捉え、単元を通して、地下鉄や路線の文脈として扱う展開も可能である。そうすることで、エネルギー資源に乏しい日本の省エネの技術力の高さ、モビリティ・マネジメントの意識、理科を学ぶ有用性の認識も高まると思われる。」と指導を受けた。

○自動車・バス・電車による移動の消費エネルギーの比較

本学習のまとめとして、「エネルギー」の単元の学習の最後に、自動車・バス・電車での同じ距離の移動における一人あたりの消費エネルギーを計算して比較する学習を行った。多くの生徒の振り返りには、「電車は、自動車の7分の1のエネルギーで移動できるなんて知らなかった。自動車は、家ですぐに乗れて目的地まで直接移動できるが、長距離を移動するときは、たくさんのエネルギーを消費するので、電車の方がよいことがよく分かった。」「これまでは、電車やバスを使うと安く済むとばかり考えてきたが、消費エネルギーが小さい（だから安い）ことも、電車やバスのよいところだと分かった。」「電車が最も省エネな上に、さらに、路線に高低差をつけて省エネする工夫はすごいと思った。エネルギーの勉強で、高低差をつけることで列車が速く進むことは分かったが、それを実際の地下鉄で活用されていることに驚いた。」などの記述がみられ、モビリティ・マネジメントの意識、省エネの意識、理科を学ぶ有用性の認識について、向上したことが読み取れる。

○学習効果の検証結果

学習の前後に実施した質問紙調査（5件法・有効回答数 247）の結果を資料7に示す。この結果から、本学習によって、モビリティ・マネジメントの意識、省エネの意識、理科を学ぶ有用性の認識について、向上したことが特に、モビリティ・マネジメントの意識については、これまで生徒の中になかった「消費エネルギーを節約することを考えて適切な乗り物を選択する」という視点ができることが伺える。

検証項目	生徒への質問（概略）	肯定的回答（前→後）
モビリティ・マネジメントの意識	交通機関を使って移動するときに、消費エネルギーの節約を考え、適切な乗り物を選択しようと思う。	23.1% → 75.7%
省エネの意識	生活の中で消費するエネルギーの節約について意識をしようと思う。	50.6% → 85.8%
理科を学ぶ有用性の認識	理科や科学を学ぶことは、生活や社会において役に立つと思う。	35.6% → 79.8%

資料7 学習前後の質問紙調査の結果（5件法、有効回答数 247）

※学習で使用した教材やワークシート、学習風景を撮影したビデオや写真、指導計画書などを添付して提出してください。

第3学年1組 理科学習指導案

平成30年9月10日(月)第3時限 第1理科室 指導者 多田 憲人

1 単元名 急がば平？坂？ —力学的エネルギーの保存—

2 単元の目標

- (1) 力学的エネルギーに関する事象について主体的に探究しようとする。 (関心・意欲)
- (2) 力学的エネルギーに関する事象について、実験の結果を考察したり、力学的エネルギーに関する知識・技能を活用して、事象の理由を説明したりすることができる。
(思考・表現)
- (3) 力学的エネルギーに関する事象について、安全に実験を行うとともに、実験の結果を適切にグラフなどにまとめることができる。 (技能)
- (4) 力学的エネルギーに関する知識を身につけ、関係性や規則性を理解することができる。
(知識・理解)

3 生徒の実態

前単元「運動の規則性」の学習のようすを述べる。本学級の生徒は、観察・実験に意欲的に取り組んだり、基本的な内容の質問にほとんどの生徒が挙手・発言したりすることができる。しかし、実験の結果を考察する場面や課題に対する考えを説明する場面などでは、得意な生徒に任せてしまう姿が多く見られた。このように、決められたことには意欲的に取り組める一方で、自ら考えを導いてまとめたり、根拠を示して説明したりすることには苦手意識をもつ生徒が多い状況があると捉えた。そこで、授業の中で、個人で考えをまとめる場面や4人の班で互いの考えを検討・改善する場面を意図的に設定してきた。班の活動では、自信度計(自らの考えに対する自信を表示する道具)を用いて、全員が参加して課題を解決できるような支援を講じてきた。少しずつではあるが、自ら考えを導こうとする姿や対話的に互いに考えを深め合う姿が見られるようになってきた。

4 単元について

本単元では、力学的エネルギーに関する実験を行い、運動エネルギーと位置エネルギーが相互に移り変わることを見だし、力学的エネルギーの総和が保存されることを理解することが内容として定められている。そこで、これらの学習内容をすべて包含し、生徒が不思議に思う現象として「平・坂 2つのコースター」(後述)を主教材として取り上げる。

単元の冒頭でこの現象に出会わせ、その不思議を明らかにすることを本単元を通して取り組む課題として設定する。次に、その課題の解決のためには、エネルギーの概念を身につけたりその関係性・規則性を見いだしたりすることが必要であることを明示的に示す。この動機づけにより、必要性を認識し目的意識をもって学習内容を習得しようとし、そのための実験や考察に意欲的に取り組んでほしい。つねに課題と学習内容との関連を意識させて単元を展開していき、単元の終末で課題を解決する場面を設定する。習得してきた知識・技能を活用して思考・表現することで、主体的・対話的に課題を解決してほしい。

5 単元の流れ 4時間完了(本時4/4)

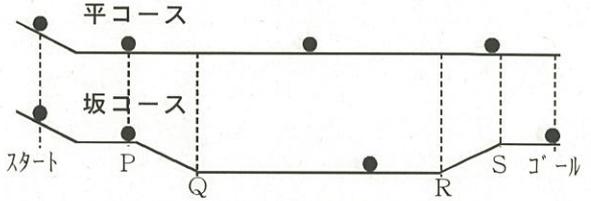
- (1) 平・坂 2つのコースターの謎/位置エネルギー 1時間
- (2) 運動エネルギー 1時間
- (3) 力学的エネルギーの保存 1時間
- (4) 平・坂 2つのコースターの謎の解決 1時間

6 本時の学習

(1) 目標

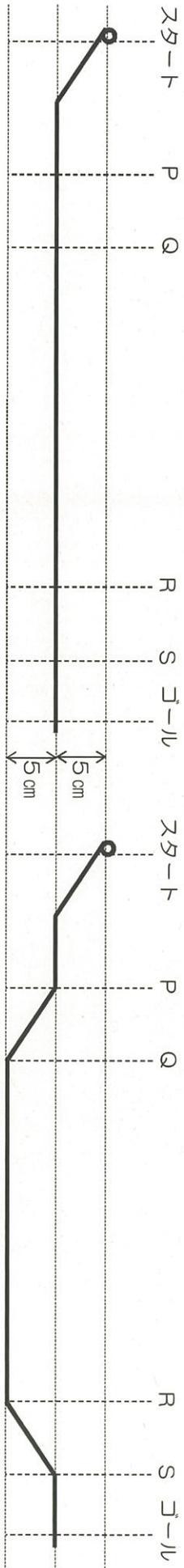
- ・途中に高低差が無い「平コース」と有る「坂コース」を転がる球の運動について、「坂コース」の方が早くゴールする現象に関心をもち、力学的エネルギーの保存の考え方を活用してその理由を説明することができる。
- ・自らの考えをもつとともに、班や学級全体の話し合い活動を通して、互いの考えを深め合うことができる。

(2) 過程

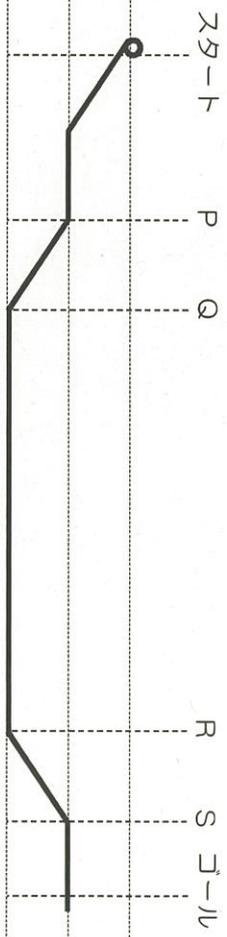
時間	生徒の活動	指導上の留意点
5分	<p>導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ○習得した知識と課題を確認する。 ・位置エネルギーは位置が高いほど大きかったね。 ・運動エネルギーは速さが大きいほど大きかったね。 ・力学的エネルギーは保存されるんだったね。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>課題</p> <p>「平コース」より「坂コース」の方が早くゴールする理由を説明しよう。</p> </div> 	<ul style="list-style-type: none"> ・表現のきまりとして、運動エネルギーは赤色で、位置エネルギーは青色で示すことを確認する。
35分	<p>展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ○個人の考えをワークシートにまとめる。 ○班で互いの考えを共有し、検討・改善して班の考えをホワイトボードにまとめる。 ○学級全体で班の考えを共有し、検討・改善して課題を解決する。 ・スタート地点の位置エネルギーが運動エネルギーに移り変わって、P点での速さになっているね。 ・P点での速さはどちらも同じだね。 ・平コースは、P点からゴールまで運動エネルギーはずっと変化しないから、速さは変わらないよ。 ・坂コースは、P点の後、位置エネルギーが運動エネルギーに変わるので、さらに速くなるよ。 ・坂コースの一番低いところは平コースよりも速いから、坂コースの方が先にゴールするんだよ。 ・P点からS点までの間は、平コースよりも坂コースの方が運動エネルギーが大きいから、平コースよりも坂コースの方が速さが大きいんだね。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験を行いながら考えられるように、班ごとに1セットずつコースを用意する。 ・高さを比較して考えられるようにするため、コースの高さを示す補助線を入れた図を提示する。 ・互いの考えを明確に伝え合えるようにするために、図にかき込めるホワイトボードを用意する。
10分	<p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○もう一度、個人の考えをまとめる。 ○はじめの自分の考えと、話し合った後の考えを比較して、本時の学習を振り返る。 ・一人では理由が説明できなかったけど、みんなですら検討・改善したら、よく分かって、説明できるようになったよ。 	

◆坂コースの方が先にゴールする理由を説明しよう

平コース



坂コース



○授業を振り返って
