

高等学校理科・物理基礎 学習指導案

広島県立呉三津田高等学校
指導者 岡本 達彦

1 学年・学級

1 学年 3 組 (全 37 名)

2 単元 (題材) 名

物理基礎 第 1 部 物体の運動とエネルギー / 第 3 章 仕事とエネルギー /
4 力学的エネルギーの保存

3 単元について

○単元観

高等学校学習指導要領 (平成 21 年) において、本単元の目標は「日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる」こととされている。また、高等学校学習指導要領解説理科編 (平成 21 年) では、力学的エネルギーの単元について「仕事と関連付けながら観察、実験を通して扱い、力学的エネルギーの保存について理解させることが主なねらいである」とされている。

中学校段階で「力学的エネルギーの総量が保存される」ことについては学習しているため、この単元では「保存」についての定性的理解を深めつつ、定量的理解を行っていくことが求められる。そのためには、仕事と力学的エネルギーの保存を関連付けて考える必要がある。

また、「エネルギーの保存」という概念は物理学全体を貫く基礎概念の 1 つであり、それについて生徒に深く理解させ、自ら進んでエネルギーの保存について学ぼうとする姿勢を生み出さなければならない。そのため、日常の現象と既習事項との関連付けを意識し、次につながる疑問を抱かせる必要がある。

使用教科書では、エネルギーについて「ある物体が他の物体に仕事をする能力をもっているとき、その物体は『エネルギーをもっている』という」と記載されている。

よって教科書は、仕事とエネルギーの単元で『仕事』『運動エネルギー』『位置エネルギー』『力学的エネルギーの保存』の順に学習するようになっており、「運動する物体は相手に仕事をするができる」ので「運動する物体はエネルギーを持っていると言える」と接続することが想定されている。

○生徒観

アンケートで「物理基礎の授業は好きか」と尋ね、「好き」「まあまあ好き」「あまり好きではない」「好きではない」の 4 項目で回答させたところ、「好き」「まあまあ好き」と解答した割合は 3 組が 94% であり、他のクラス (73%) を大きく上回っている。このことから、理科に対する興味・関心の高いクラスだということができる。

しかし、「物理基礎が得意か」と尋ね「得意」「まあまあ得意」「あまり得意ではない」「得意ではない」の4項目で回答させると、「得意」「まあまあ得意」と回答した割合は41%で、他クラス(39%)とほぼ変わらない。

また、中学校で学んだエネルギーの単元について「エネルギーの単元は得意だったか」と尋ねたところ、「得意だった」「まあまあ得意だった」と回答した割合が59%(他クラスは24%)だった一方、「得意ではなかった」と答えた割合は13%で、他クラス(15%)と同等だった。

これらから、興味・関心とは別に、物理基礎が得意な生徒と苦手な生徒の差が大きいクラスだと言える。そのため、グループワークや学び合いなど協働学習を行いながら、個人の学習段階に応じた思考の場面や活躍の場面を作り出す必要がある。

○指導観

本単元において、日常の現象と既習事項との関連付けを意識させて次につながる疑問を抱かせるために、教科書と指導の順番を変更し、『仕事』『位置エネルギー』『力学的エネルギー』『運動エネルギー』『力学的エネルギー』の順で学習させる。

位置エネルギーの学習で「エネルギーとは仕事をする能力のことで、高いところにある物体は落下して相手に仕事をする能力を持っている」と指導する。その後、落下の過程を分析することで、高いところにあるだけでは物体は仕事をするができず、運動する物体が仕事をするができること、すなわち運動エネルギーを考える必要があることに気付かせる。この動機づけをもとに、高さ(位置エネルギー)と落下後の速さ(運動エネルギー)の関係性について実験を行う。これにより、運動エネルギーおよび位置エネルギーについての関心を高めるとともに、運動エネルギーを表す式や仮説と結果の不一致などから新たな疑問を生じさせることが期待できる。

中学校段階で身に付けた力学的エネルギーの保存に関する定性的理解を深めつつ、既習事項と関連付けながら定量的な実験・考察を行わせる。そのため、中学校の知識で議論できる定性的な内容と、実験とその考察における定量的解析の両方を授業で行っていく。また、積極的な学び合いを促すために、iPadを用いた協働学習の場面をつくる。Google Classroomを通じてワークシートを配信し、共有スプレッドシートに実験データを入力させることで、班を越えた情報共有を容易にし、クラス全体を巻き込んだ学習の形を実現する。さまざまな相手と交流しながら学習することで、各個人の段階にあった思考を行い、各個人の段階にあった疑問が生まれることが期待できる。

4 単元の目標

力学的エネルギーの保存について、日常に起こる物体の運動を仕事と関連付けながら観察、実験などを通して探究し、力学的エネルギーの保存について関心を高めたり次の学習につながる疑問を抱いたりすることを通して、それらの基本的な概念や法則を理解させ、力学的エネルギーの保存についての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる。

5 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
日常生活や社会との関連を図りながら仕事とエネルギーについて関心をもち、意欲的に探究しようとするとともに、科学的な見方や考え方を身に付けている。	仕事とエネルギーに関する事物・現象の中に問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。	仕事とエネルギーに関する観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、自然の事物・現象を科学的に探究する技能を身に付けている。	仕事とエネルギーについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

6 指導と評価の計画（全9時間）

順番	学習内容	時数	関	思	技	知	評価規準	評価方法
①	仕事	2	◎				関：仕事について関心をもち、意欲的に探究しようとしている。	・記述分析 ・行動観察
②	位置エネルギー	2				◎	知：位置エネルギーについて、仕事と関連付けて理解し、知識を身に付けている。	・記述分析
③ 本時	力学的エネルギーの保存	1		◎			思：力学的エネルギーについて、事象を科学的に考察し、次の学習につながる疑問やその解決方法等の導き出した考えを的確に表現している。	・Google Classroom (Forms) の記述分析
④	運動エネルギー	2	○			◎	知：運動エネルギーについて、仕事と関連付けて理解し、知識を身に付けている。 関：仕事とエネルギーについて関心をもち、意欲的に探究しようとしている。	・記述分析 ・行動観察
⑤	力学的エネルギーの保存	2		◎	○		思：力学的エネルギーの保存について、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。 技：力学的エネルギーについて、仕事と関連付けて観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともにそれらの過程や結果を的確に記録、整理している。	・記述分析 ・行動観察

7 本時の展開

(1) 本時の目標

力学的エネルギーの保存に関する実験を行い，設定した仮説と実験結果について科学的に考察し，次の学習につながる疑問やその解決方法等，導き出した考えを的確に表現する。

(2) 授業仮説

生徒は，授業を通して納得できる内容とそうではない内容の両方を得た場合に興味・関心を高め，次の学習につながる疑問を抱くと考える。よって，本時の授業仮説を「生徒が自ら設定した仮説と実験結果を比較し，一致した部分とそうでない部分を考えさせることができれば，次の学習につながる疑問を引き出すことができるだろう。」とする。

(3) 観点別評価規準

思考・判断・表現

力学的エネルギーについて，事象を科学的に考察し，次の学習につながる疑問やその解決方法等，導き出した考えを的確に表現している。

(4) 準備物

教科書，プロジェクター，スクリーン，ホワイトボード，実験器具（小球，1m 定規，速さ測定器），iPad（Google Classroom にアクセスする），Apple TV

(5) 実施教室

ラーニングコモンズ

(6) 学習の展開

	学習活動	指導上の留意事項	評価規準 (評価方法)
導入	①重力による位置エネルギーと運動の速さについて量的関係を考える。 (本時の課題) 落下する物体の速さは，落下させる物体の高さとどのような関係があるのだろうか。	・中学校で学んだ「力学的エネルギーの保存」を基に，速さと関係付けさせる。	
展開	②物体を自由落下させたときの，最下点での速さ v と落下させる高さ h の関係を，力学的エネルギーの保存という観点で仮説を設定する。	・中学校での既習事項や生活体験を根拠として仮説を記述させるとともに，最下点での速さ v と落下させる高さ h の関係についてのグラフの概形をホワイトボードにかかせる。 ・追加質問を行い，考える視点を与える。	

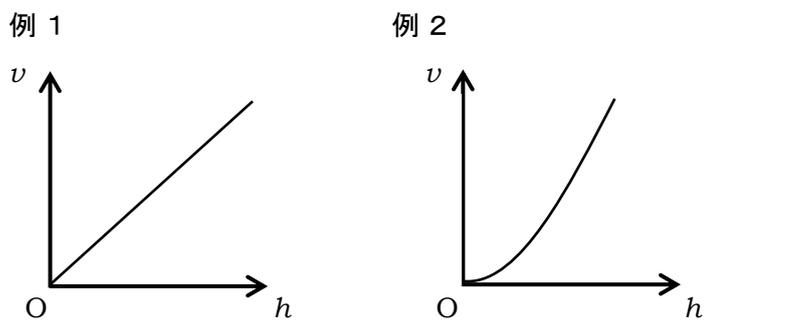
Q. 高さが2倍になったら落下速度は何倍になる？

Q. 質量が2倍になったら落下速度は何倍になる？

(予想される生徒の仮説の記述例)

高い所にある物体の方が位置エネルギー mgh が大きい
ので、落下したときに物体が持つ運動エネルギー K も大きくなる。よって、落下させる高さ h が大きいほど最下点での速さ v は大きくなる。

(予想される生徒の $v-h$ グラフの例)



③ ②を確かめるために実験を行う意義と実験手順について理解する。

・仮説を式で表現すると、 $mgh = K$ になることを確認し、実験によって K について考えることに言及する

・Google Classroom で実験手引書を確認させ、重要な部分をホワイトボードに書き出させる。

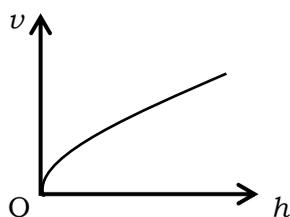
④ 物体を落下させる実験を行い、落下させる高さ h と地面に達する直前の物体の速さ v の関係性を調べる。

・落下させる高さ h を変えて落下速度を調べる。

・iPad で Google Classroom にログインし、共有スプレッドシートに実験結果を記録させる。

⇒ $v-h$ グラフを描画させる。

(描画される $v-h$ グラフの概形)



	<p>⑤ 実験結果を共有し，全体で議論する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・描画されたグラフについて班内で議論し，事前に立てた仮説を検証させる。 ・数班を指名し，仮説と結果の比較で納得いく部分とそうでない部分を発表させる。 ・共有スプレッドシートでクラス全体の実験データを集約したものを提示して，各発表の要点をまとめさせる。 	
<p>(予想される考察例)</p> <p>落下させる高さ h が大きいほど最下点での速さ v は大きくなる。このことは仮説と一致する。しかし，$v-h$ グラフは，横軸方向の放物線のような見たことがない概形であり，予想とは異なっていた。</p> <p>位置エネルギーが $U = mgh$ と表されるように，運動エネルギー K の表し方が分かれば，なぜこのようなグラフの概形なるかについてもわかると思う。</p>			
まとめ	<p>⑥ 今回の授業を通して，分かった部分と新しく生じた疑問を Google Classroom 上で配信する Form に入力する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・話し合いなどは行わず，疑問を自由に書き出させる。疑問の方向性も指定しない。 ・疑問を解決するための具体的な方法についても書き出させる。 	<p>思：力学的エネルギーについて，事象を科学的に考察し，次の学習につながる疑問やその解決方法等の導き出した考えを的確に表現している。</p> <p>(Google Classroom (Forms)の記述分析)</p>

評価基準

評価	思考・判断・表現
A	学びや気づきから新たな疑問を見いだすとともに，その疑問を解決するための具体的な方法を考え，表現することができた。
B	学びや気づきから新たな疑問を見いだし，その疑問を表現することができた。
C	学びや気づきから新たな疑問を見いだしたが，その疑問を表現することができなかった。
D	新たな疑問を見いだすことができなかった。

※C, D の生徒への支援

- ・自分なりの疑問を見いだすために，予想したグラフと実験結果から得られたグラフを比較させて，それらの違いに気付かせる。
- ・疑問を表現させるために，班内で議論したことを想起させる。

実験：位置エネルギーと物体の速さの関係について

課題

物体を自由落下させると、重力による加速度をうけて速さが大きくなる。物体から手を放す高さ h と最下点での物体の速さ v の関係を調べよう。

仮説の設定

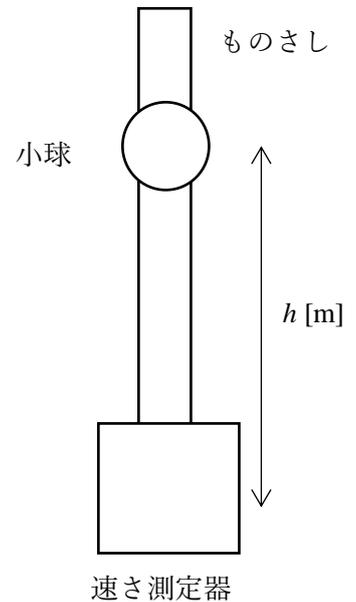
班で仮説を設定・共有し、ホワイトボードに記入しておくこと

準備

小球、ものさし、速さ測定器

方法

- ① ものさしを壁（ホワイトボード）に固定する。
- ② 速さ測定器を固定する。
- ③ ものさしに沿って、高さ h [m] の位置から小球を落下させる。高さ h [m] は小球の中心から速さ測定器の中心までを測定すること。1つの高さで必ず2回測定を行うこと。測定する高さ h [m] は、スプレッドシートで指定してある高さから適当に選ぶこと。
- ④ 速さ測定器の数値 v [m/s] を読み取り、結果を Google Classroom 上の実験結果入力用スプレッドシートに入力する。スプレッドシートへの入力、高さは単位 [m]、速さは単位 [m/s] で入力すること。
- ⑤ スプレッドシート上で作成されたグラフを見て、設定した仮説と実験結果を比較する。



仮説・考察・グラフ分析の観点

レベル1：定性的な議論（例：Aが大きくなるとBも大きくなる）

レベル2：定性的で数学的な議論（例：AとBは比例している）

レベル3：定量的な議論（例：AとBの間には $A=kB$ と表される関係がある）