

1. 高等学校・普通科1年・理科総合A・仕事・力学的エネルギー

2. 単元の目標

- ・ 仕事と力学的エネルギー

3. 「理科ねっとわーく」活用のポイント

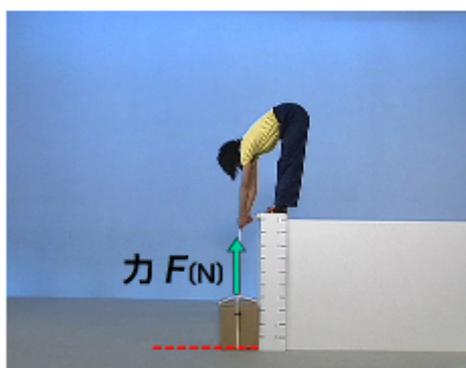
【モデルの提示】

仕事および力学的エネルギーの単元導入に際してデジタル教材を利用し、授業で教える概念全体を俯瞰的に把握させることを促す。

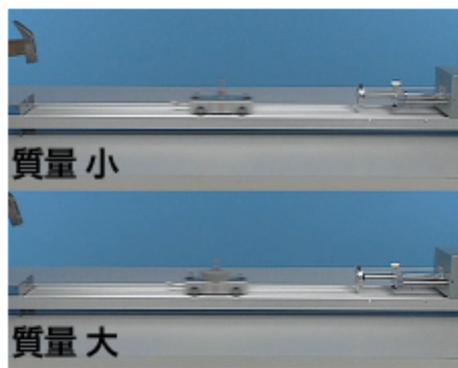
< 利用コンテンツ名 >

実写映像とCGを用いたコンテンツによるエネルギーの授業

仕事の定義



物体の水平衝突実験



http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_11_shigoto/01/00_shigoto.html#

http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_03_undo/01/00_undo.html

4. 指導計画(7時間扱い・本時1/7)

単元導入 仕事の概念およびエネルギーの種類と特徴の把握(1時間・本時1/7)

仕事 仕事の定義, 仕事の原理(1時間)

エネルギー 運動エネルギー, 位置エネルギー(重力による位置エネルギー, 弾性力による位置エネルギー)の定義と公式導出(2時間)

力学的エネルギー保存則 (1時間)

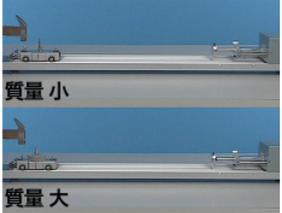
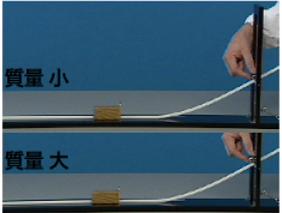
非保存力がする仕事 (1時間)

問題演習 (1時間)

5. 本時の目標

新たな単元に入るとき, 教科書の概念図や板書だけではなかなか概念を把握しにくい。実写映像を見せることによって, 単元で教える内容に対する興味を喚起すると共に, 現象の観察を経由することによって, より具体的に概念の把握ができるようにすることを目標とする。

6. 本時の展開

授業の流れ	使用コンテンツ
<p>仕事の定義</p> <ul style="list-style-type: none"> 物体に力を加えて、その力の方向に物体を動かしたとき、その力は物体に対して、仕事をしたという。物体に加えた力を F [N]、物体を力の向きに移動した距離を S [m] とすると、この2つの量の積で仕事の大きさ W [J]を表す ($W = FS$)。 	<p>仕事の定義</p>  <p>http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_11_shigoto/01/00_shigoto.html#</p>
<p>仕事をしているかどうか</p> <ul style="list-style-type: none"> ヒトがバケツを持ち歩くとき、ヒトがバケツを支える力は仕事をしているといえか。 	<p>仕事をしているかな？(物体を持ち歩く)</p>  <p>http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_11_shigoto/06/00_shigoto.html</p>
<p>運動エネルギー</p> <ul style="list-style-type: none"> 運動している台車を杭に衝突させると、杭を打ち込む(動かす)ことができる。このように運動している物体が持つエネルギーを運動エネルギーという。 (運動エネルギーの大きさは、物体の質量に比例し、物体の速さの2乗に比例する。つまり、物体の速さが一定の場合、物体の質量が2倍になれば運動エネルギーも2倍になるが、物体の質量が一定の場合、速さが2倍になれば運動エネルギーは4倍になる。) 	<p>物体の水平衝突実験</p>  <p>http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_03_undo/01/00_undo.html</p> <p>自動車の衝突実験</p>  <p>http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_03_undo/02/00_undo.html</p>
<p>運動エネルギー (自動車の衝突実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> スピードが違う自動車を衝突させたとき、自動車の持つ運動エネルギーは速さが大きいほど大きくなり、スピードの速い自動車の方が、車体のつぶれ方が激しくなる。 	<p>小球の木片への衝突実験</p>  <p>http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_02_ichi/01/00_ichi.html</p>

重力による位置エネルギー（小球の木片への衝突実験）

- ・ 小球を高い位置から転がして木片に衝突させると、木片を動かすことができる。このように高い位置にある物体が持つエネルギーを位置エネルギーという。（位置エネルギーの大きさは、物体の質量と基準面からの高さに比例し、物体の質量が大きいほど、また、基準面からの位置が高いほど、大きい。）

重力による位置エネルギー（物体の落下衝突実験）

- ・ おもりを落下させる高さを一定にし、質量を変えておもりを落下させると、おもりの質量が大きいほど、杭が打ち込まれる長さは大きくなる。（高さが一定の場合、おもりの質量が大きいほど、位置エネルギーは大きい。）また、おもりの質量を一定にし、おもりの高さを変えておもりを落下させると、おもりの位置が高いほど、杭が打ち込まれる長さは大きくなる。（質量一定の場合、おもりの位置が高いほど、位置エネルギーは大きい。）

弾性力による位置エネルギー（伸ばしたバネ）

- ・ バネ付きの模型の車に力を加えて引くとバネは伸び、手を放すとバネは元の長さに戻ろうとし、模型の車は動き始める。伸ばされたバネには弾性力による位置エネルギーが蓄えられており、伸ばされたバネは模型の車を動かす能力を持っているといえる。

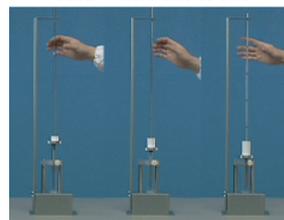
力学的エネルギー保存則（糸の長さが途中で変わる）

- ・ ふりこの糸が途中でくぎに引っかかるようにし、糸の長さが途中で変わっても、おもりはもとの高さまで上がる。（力学的エネルギーは糸の長さには無関係で、おもりが持つ力学的エネルギーの総量はいつも一定。）

力学的エネルギー保存則（ジェットコースター）

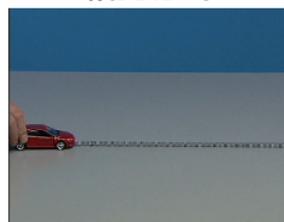
- ・ 遊園地にあるジェットコースターは、一度高い位置まで運び上げられると、レールに沿って上がったたり下がったりを繰り返します。このとき、ジェットコースターの位置が低くなって位置エネルギーが減少すると、速さが大きくなり運動エネルギーが増加する。逆に位置が高くなって位置エネルギーが増加すると、速さが小さくなって運動エネルギーが減少する。ジェットコースターは、ふりこの運動のように、位置エネルギーと運動エネルギーが互いに移り変わる運動をする。

物体の落下衝突実験



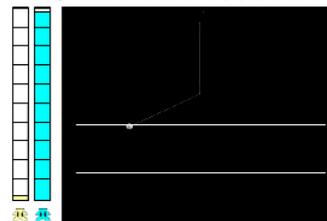
http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_02_ichi/02/00_ichi.html

伸ばしたバネ



http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_01_energy/03/00_energy.html

糸の長さが途中で変わるふりこ



http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_04_rikihozon/03/00_rikihozon.html

ジェットコースター



http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/contents/14_cd/10_04_rikihozon/06/00_rikihozon.html

7. 参考資料

実写映像とCGを用いたコンテンツによるエネルギーの授業

<http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0360/start.html>

8. 理科ねっとわーく、及び、デジタル教材の改善について

- ・上記の「小球の木片への衝突実験」や「伸ばしたバネ」の映像は、多くの教科書の挿絵と左右が反転していると思います。できれば教科書の挿絵の配置をと一致するように映像を左右反転させて欲しい。
- ・定量的な分析が可能になるように、運動エネルギーや位置エネルギーに関する映像には、数値データを映像に盛り込んで欲しい。

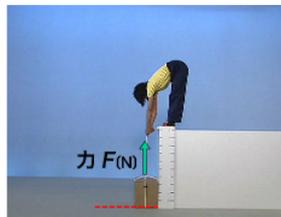
9. 授業風景



＜デジタル教材の有効性についての調査＞

「仕事」に関する映像についての感想として最も適当なものを、次の1～8の中から選び、記入欄に番号で教えてください。

仕事の定義



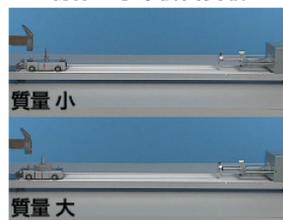
仕事をしているかな？(物体を持ち歩く)



	1	2	3	4	5	6	7	8
制作意図(何を考えてほしいのか)が、映像からよく理解できた。				×		×	×	×
「仕事」に関するイメージをつかむのに役立った			×		×	×		×
授業内容の理解に役立った		×			×		×	×

「運動エネルギー」に関する映像についての感想として最も適当なものを、次の1～8の中から選び、記入欄に番号で教えてください。

物体の水平衝突実験



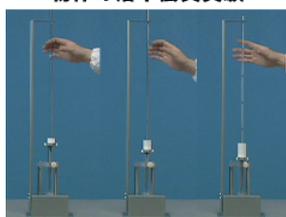
自動車の衝突実験



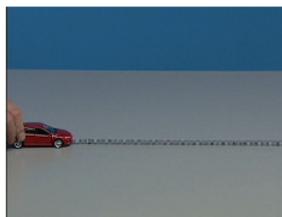
	1	2	3	4	5	6	7	8
制作意図(何を考えてほしいのか)が、映像からよく理解できた。				×		×	×	×
「運動エネルギー」に関するイメージをつかむのに役立った			×		×	×		×
授業内容の理解に役立った		×			×		×	×

「位置エネルギー」に関する映像についての感想として最も適当なものを、次の1～8の中から選び、記入欄に番号で教えてください。

物体の落下衝突実験

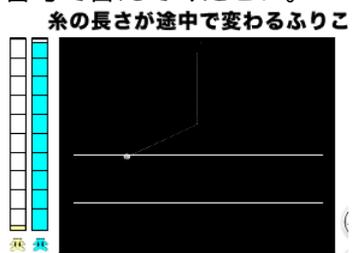


伸ばしたバネ



	1	2	3	4	5	6	7	8
制作意図(何を考えてほしいのか)が、映像からよく理解できた。				×		×	×	×
「運動エネルギー」に関するイメージをつかむのに役立った			×		×	×		×
授業内容の理解に役立った		×			×		×	×

「力学的エネルギー保存則」に関する映像についての感想として最も適当なものを、次の1～8の中から選び、記入欄に番号で答えてください。



	1	2	3	4	5	6	7	8
制作意図(何を考えてほしいのか)が、映像からよく理解できた。				×		×	×	×
「力学的エネルギー保存」に関するイメージをつかむのに役立った			×		×	×		×
授業内容の理解に役立った		×			×		×	×

< 記入欄 >

	「仕事」に関する映像について	
	「運動エネルギー」に関する映像について	
A	「重力による位置エネルギー」に関する映像について	
B	「弾性力による位置エネルギー」に関する映像について	
	「力学的エネルギー保存則」に関する映像について	

< 何か意見がありましたら書いてください >

理数科・普通科 1年__組__番 氏名_____

< 研究を通しての成果と課題 >

(1) データ (アンケートのまとめなど)

理科総合 A の力学分野における「仕事」および「力学的エネルギー」の単元導入に際し、「デジタル教材が授業で教える概念全体を俯瞰的に把握させることにどれだけ貢献するか」を検証するため、アンケート調査を行った。

「仕事」および「力学的エネルギー」の単元導入の初回授業時に、それに続く延べ 6 時間の授業内容のダイジェストとして、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) が製作した「実写映像と CG を用いたコンテンツによるエネルギーの授業」に収められている 13 の映像コンテンツ (右図はその 1 例) を見せ、その後の授業で、個別の項目についての理論的説明や問題演習を終えた後にアンケートを実施した。(表 1 参照)



表1 評価の組み合わせと選択番号

	1	2	3	4	5	6	7	8
制作意図(何を考えてほしいのか)が、映像からよく理解できた。				×		×	×	×
イメージをつかむのに役立った			×		×	×		×
授業内容の理解に役立った		×			×		×	×

高校 1 年の理科総合 A の授業は、週当たりの配当時間が 2 時間なので、映像コンテンツを見せてからその有効性を問うアンケートを実施するまでに、およそ 1 ヶ月の期間があった。そのため、印象がかなり薄れてしまっていると思われたが、表 2 に示すように、 ~ のどの項目についても、映像コンテンツがその後の授業内容の理解を促すことに概ね貢献していると判断できることがわかった。(1 ~ 8 のうち 2 つ以上の がある項目番号を選んだ生徒は全体の 80% 前後を占める結果になった。)

表2 単元と評価の組み合わせの選択比率の詳細

	1	2	3	4	5	6	7	8
「仕事の定義」の映像	34.6%	14.8%	8.6%	20.4%	3.7%	5.6%	9.3%	3.1%
	43.8%				18.5%			
	78.4%				21.6%			
「運動エネルギー」の映像	53.1%	17.3%	6.2%	9.3%	5.6%	1.9%	4.9%	1.9%
	32.7%				12.3%			
	85.8%				14.2%			
A「重力による位置エネルギー」の映像	49.1%	17.0%	6.3%	13.2%	1.3%	1.3%	6.9%	5.0%
	36.5%				9.4%			
	85.5%				14.5%			

B「弾性力による位置エネルギー」の映像	34.6%	16.7%	10.5%	16.0%	2.5%	2.5%	11.1%	6.2%
	43.2%			16.0%				
	77.8%				22.2%			
「力学的エネルギー保存則」の映像	45.1%	11.1%	8.0%	16.0%	0.6%	2.5%	9.3%	7.4%
	35.2%			12.3%				
	80.2%				19.8%			
	大変役に立った	役に立った		役にあまりなかった			全く役に立たなかった	

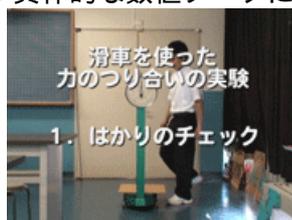
上記のデータは、4クラス162名によるアンケート結果をまとめたものである。

(2) 先生（ICTの使用や授業づくりについて具体的な事例）

成果

理科ねっとわーくのコンテンツ作りと年を同じくして、独自で約10年前からMicrosoft Excelを利用したシミュレーションや、実験の様子をまとめたビデオクリップなどを制作し、その数は170を超えるまでになっている。（営利目的でない限り、自由に<http://www.seifu.ac.jp/subject/physics/download/dl.html>から一括してデータをダウンロードし、使用することができます。）

理科ねっとわーくのコンテンツを利用する以外に、独自制作のコンテンツから、等加速度運動、速度の合成、相対運動、鉛直投射、斜方投射、等加速度運動とベクトルの関係、2物体の空中衝突などのシミュレーションと、真空中での自由落下、同時落下実験器を使った実験、2物体の空中衝突（初速度大小2種類）、放物運動・反発係数、定滑車を使った力のつり合い（3項目：下図参照）などのビデオクリップを授業で活用し、現象に関するイメージ作りや概念把握の促進に役立ててきた。これらのコンテンツは、生徒の意見を取り入れながら制作を行うため、現象に対する生徒の関心の持ち方が大変高くなるという効果がある。また、コンテンツには、定量的な要素を極力盛り込むように心掛けているため、具体的な数値データに基づいて考察を行うことができるという利点がある。



課題

数は徐々に増えてはいるが、物理の全ての分野を網羅するにはほど遠い状態である。抜けている分野に関しては、理科ねっとわーくのコンテンツで補完し、徐々に整備していきたいと考えている。

(3) 児童・生徒（授業中の発言、反応、取組の実態から具体的な事例）

成果

デジタル教材が現象のイメージ把握に役立っているとする生徒（アンケートにおいて1, 2, 4, 7を選択した者が）が約80%を占めることがわかった。また、デジタル教材が授業内容の理解に貢献していると考えている生徒（アンケートにおいて1, 3, 4, 6を選択した者）が約70%を占めており、デジタル教材によって、教育効果が向上することを裏付けている。

<生徒から寄せられたコメント>（任意に寄せられたコメントの内、成果に関する意見の全てを列記）

- 1 自動車の衝突実験の映像はインパクトがあり、わかりやすかったです。
- 2 わかりやすくて役に立った。
- 3 意味がよくわからない点もありましたが、理解には役立ったと思います。
- 4 運動エネルギーのときの自動車の衝突実験が一番わかりやすくて良かった。
- 5 映像を使うことで、とてもわかりやすく集中しやすかった。
- 6 普通の授業よりわかりやすかった。
- 7 動いている映像の方が頭に残りやすくて、教科書の挿絵よりも印象的だった。
- 8 わかりやすかったが、その後の物理の授業がよくわからなかったので、イメージをつかむだけという形だけになってしまった。
- 9 特に、仕事をしているか、いないかが、教科書ではわかりにくかったけど、動画で見たらわかりやすかった。
- 10 わかりやすかったです。
- 11 映像はわかりやすい。図ではわからないときが多い。
- 12 理解するのに役に立った。
- 13 もっとコンピュータを使った説明を取り入れて欲しいです。黒板だとイメージがわきにくいので、コンピュータを使った方がわかりやすいです。

課題

「映像に字幕やナレーションを追加して欲しい」、「自動車の衝突実験のように、学校では行うことができないようなインパクトがある実験をもっと数多く見たい」という意見が寄せられた。

<生徒から寄せられたコメント>（任意に寄せられたコメントの内、今後の課題に関する意見の全てを列記）

- 1 もっと楽しくして下さい。
- 2 実際に見たり、したりできるものばかりだったので、もっとインパクトがある映像が見たい。
- 3 仕事に関する映像に登場する女の人の動きが素っ気なくて淋しい。もっと表情豊かに動いた方がよい。
- 4 イメージをつかむのには役立ったが、理論の理解にはつながらなかった。
- 5 イメージをつかむのには役立ったが、授業の理解には役立たなかった。ジェットコースターの映像は、スリルはあったが内容が理解しにくかった。
- 6 重力による位置エネルギーの実験映像では、あまり差がわからなかった。
- 7 映像にナレーションなどの音声の効果的に入っていればいいなと思った。
- 8 わかりやすかったけど、もう少しじっくり見たかった。
- 9 音声説明をして欲しい。
- 10 デジタル教材をもっと使って欲しい。
- 11 ビデオは楽しかったけど、あまり物理の内容が理解できず、何も残らなかった。物理はわかりません。
- 12 字幕とかがもっとあるといいと思う。
- 13 運動エネルギーの衝突実験の映像などにスローモーションを使って欲しい。早過ぎてよくわからなかった。