

# 第3学年 組 理科学習指導案

日 時 平成26年 月 日( ) 第 ・ 校時  
活動場所 第1理科実験室  
生徒数 男子 名 女子 名 計 名  
指導者 埼玉大学教育学部附属中学校 島田直也

## 1 単元名 「運動とエネルギー」

## 2 単元について

### (1) 単元観

本単元は、物体の運動やエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動の規則性やエネルギーの基礎について理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けて運動とエネルギーの初歩的な見方や考え方を養うことをねらいとしている。

### (2) 生徒観

生徒は、小学校では、第5学年で「振り子の規則性」、第6学年で「てこの規則性」について学習している。また、中学校では、第1学年の「身近な物理現象」で、力の基本的な働きや圧力について学習している。

### (3) 指導観

本単元では、日常生活や社会と関連付けながら物体の運動やエネルギーの基礎についての観察、実験を行い、その法則や規則性に気付かせたい。そのためには、まず日常生活や玩具を例にして物体の運動に興味をもたせることで、生徒の学習意欲を引き出したい。次に記録タイマーによる測定を繰り返し行うことで、測定に慣れるとともに、物体の運動についてはデータを適切に処理するとともに、そのデータを分析して解釈する力を身に付けさせたい。また、仕事については、日常生活や社会と関連付けながら、理科における仕事と仕事率について理解させるとともに、滑車を用いた実験や衝突の実験などを通して、物体がもつエネルギーに対する見方や考え方を養っていききたい。これらの活動を通して、生徒に物体の運動やエネルギーが日常生活や社会と深く関係していることを実感させながら、系統性を意識した指導を通して、物体の運動やエネルギーについての見方や考え方を育成していききたい。

本時の学習で取り上げる「力が働かない運動」は、等速直線運動を力が働いている運動であるとの誤った考えをもっている生徒が多く、物体の運動への理解が求められる内容である。そこで、まず既習事項である自由落下と似た状況をつくり、重力によっておもりが落ちることをイメージさせる。そして、おもりと糸でつながれた台車にも何らかの力が働いていることを連想させる。水平面でおもりで引かれた台車の運動はどうなるかを予想させた後、実際に記録タイマーを用いて台車の運動を調べる。実験の際には、意図的に床に近い位置におもりを下げ、おもりの力が働いたときとおもりの力が働かないときでは、物体の運動がどのように違うのかを、実験結果から分析し、解釈させる。そして、ホワイトボードを活用し、各自が調べた物体に働く力を図に表現したり、図を用いて説明する活動を通して、力が働かない運動についての見方や考え方を見いださせる。その際、おもりによって運動の向きに力が働き続ける運動と、等速直線運動をする物体の運動との比較をすることで、運動の向きに力が働かなかったり摩擦がなくなったりすると等速直線運動になることに気付かせたい。実験をしっかりと行った上で、個人で考える時間、ホワイトボードを用いて班で話し合う時間を確保するため、2時間続きとして授業を行う。また、次時では摩擦を大きくして運動の向きと逆向きの力が働いている場合の台車の運動について考えていく。明らかに逆向きに力が働いている運動についても考えていく次時も含めながら、働いている力をなくしていったときに等速直線運動をするということを見いださせたい。

### 3 単元の目標

- (1) 物体に働く2力についての実験を行い、力がつり合うときの条件を見いだす。
- (2) 力の合成と分解についての実験を行い、合力や分力の規則性を理解する。
- (3) 物体の運動についての観察、実験を行い、運動には速さと向きがあることを知る。
- (4) 物体に力が働く運動及び力が働かない運動についての観察、実験を行い、力が働く運動では運動の向きや時間の経過に伴って物体の速さが変わること及び力が働かない運動では物体は等速直線運動することを見いだす。
- (5) 仕事に関する実験を行い、仕事と仕事率について理解する。
- (6) 衝突の実験を行い、物体のもつエネルギーの量は物体が他の物体になしうる仕事で測れることを理解する。
- (7) 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量が保存されることを理解する。

### 4 単元の指導計画と評価規準

#### (1) 運動とエネルギー（23時間）

運動の規則性・・・・・・・・・・16時間

ア 力のつり合い・・・・・・・・・・5時間

イ 運動の速さと向き・・・・・・・・3時間

ウ 力と運動・・・・・・・・・・8時間（本時5・6 / 8）

時	学習内容 学習活動	評価の観点				具体的評価規準	評価方法
		関心 意欲 態度	思考 表現	技能	知識 理解		
1 3	斜面を下る物体の運動 斜面を下る物体の速さを測定する 実験を行い、「時間と速さ」の関係 や「時間と移動距離」の関係の規則 性を見いだす。また、物体に力を加 え続けたときには速さが時間ととも に変化し、斜面の角度の大きさと下 る台車の速さの変化には関係がある ことを見いだす。					運動方向に力が働くと物体の速さが大 きくなることを実験結果から見だし、 自らの考えを表現している。	考察の記述 分析
						記録タイマーを用いて運動を記録し、 適切に結果を整理し、表やグラフにま とめている。	結果の記述 分析
						斜面に沿った重力の分力が大きいほど、 速さの変化も大きいことを理解し、知 識を身に付けている。	ノートの記 述確認
4	自由落下する物体の運動 斜面を下る運動において斜面の角 度が90°の場合に自由落下とな り、速さの変わり方が最も大きくな ることを見いだす。					自由落下と斜面を下る運動が、同じ種 類の運動であることを見だし、実験 結果を重力と関連付けて説明している。	ノートの記 述確認
5 6	力が働かない物体の運動 おもりに引かれる台車の実験を行 い、物体に力が働かないときには、 運動して物体は等速直線運動をする ことを見いだす。					実習結果から、速さが大きくなる部分 と速さが変化しない部分を比較し、力 の働かない運動では等速直線運動する ことについて、自らの考えを導き表現 している。	考察の記述 分析
7	運動と逆向きの力が働くとときの物 体の運動 台車を斜面の下から押し上げたとき の運動や、摩擦が働く床での台車 の運動の実験を行い、運動の向きと は逆向きの力が働き続けると、物体					運動の向きとは逆向きの力が働き続け ると、物体の速さは一定の割合で小さ くなることを理解し、知識を身に付け ている。	ノートの記 述確認

	の速さは一定の割合で小さくなることを見いだす。					
8	小単元のまとめ				力と運動の規則性について理解し、知識を身に付けている。	小テスト

...指導に活かすとともに記録して総括に残す評価

...主に指導に生かす評価

力学的エネルギー・・・8時間

ア 力学的エネルギーの保存・・・4時間

イ 仕事とエネルギー・・・4時間

## 5 本時の学習

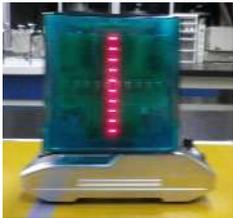
(1) 主 題 名 「力が働かない運動」

(2) 本時の目標

<思考・表現> 実習結果から、速さが大きくなる部分と速さが変化しない部分を比較し、力の働かない運動では等速直線運動することについて、自らの考えを導き表現できる。

(3) 本時の展開

過程	学習活動	教師の働きかけ・予想される生徒の反応	評価及び指導上の留意点
導 入	1 前時の復習をする。	斜面を下る物体の運動や、自由落下する物体の運動では、速さが一定の割合で大きくなる。 運動の向きに働く力が大きければ大きいほど、速さが大きくなる割合が大きい。	・これまでに学習した斜面を下る運動と自由落下を画像で示し、確認させる。
	2 演示実験を見て、水平面上で台車をおもりで引いたとき、台車はどのような運動をするのか、予想する。 記録タイマー 台車 糸 滑車 おもり	・台車はどんどん速くなる。なぜなら、おもりが糸を通して台車を引っ張っているから。 ・おもりが落ちたら台車は引かれなくなるからすぐに止まるのではないか。 ・だんだん速くなり、その後同じ速さで運動する。なぜなら、おもりが床についたときから糸がたるんでしまい、台車を引っ張れなくなるから。	・ここで時間はあまり時間をとらず、簡単に予想させる。
	3 本時の課題を知る。 おもりに引かれる台車はどのような運動をするのだろうか		
展 開	4 実験手順を知る。	<b>準備</b> 台車、板、滑車セット、おもりつき糸、記録タイマー、記録テープ、ばねばかり <b>手順</b> おもりつきの糸を滑車に通す。 おもりが台車に加える力をばねばかりで測る。 記録タイマー、記録テープ、台車をセットし、台車をおさえて止めておく。 記録タイマーのスイッチを入れて、台車を動かし、台車の運動の記録をとる。	・一人一回記憶をとらせる。 ・滑車と台車がぶつからないように、滑車の前で台車を止めること確認する。

展 開	5 机上整理し、実験を行う。		
	6 実験が終わった班から片付けを行う。		
	7 実験結果を整理しグラフを作成する。	記録テープを5打点ごとに切り、ノートにテープのりで貼り付ける。記録テープの中央に点を取り、線を引いてグラフ化する。	
	8 グラフから、運動する台車の速さの変化について、働く力と関連付けて考察する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・台車は、おもりに引かれることでだんだん速くなる。しかし、途中から一定の速度になる。なぜならば、おもりが床に落ちたため、力が加わらなくなったからである。</li> <li>・グラフのはじめの方は、斜面を下る運動や自由落下と同じように比例のグラフになった。力が働くときは物体の速さは大きくなり、力が働かないときは速さが変化しないと思う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・うまく考察できていない生徒には、速さと力を関連付けて（おもりが台車に対してどんな役割をしたのか）考えさせる。</li> </ul>
開	9 考察したことを、班内で話し合い、ホワイトボードにまとめる。	班で話し合った内容をもとに、ホワイトボードに考えを図示する。 ホワイトボードには文章は書かずに、なるべく図で表現し、その図をうまく使いながら発表させる。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>&lt; 思考・表現 &gt;            実習結果から、速さが大きくなる部分と速さが変化しない部分を比較し、力の働かない運動では等速直線運動することについて、自らの考えを導き表現している。  <b>【考察の記述分析】</b></p> </div>
	10 ホワイトボードを活用して発表する。	いくつかの班に発表させる。	
ま と め	11 本時のまとめを行う。	物体の進行方向に力が働き続けたときに、運動する物体の速さは大きくなる。運動している物体に力が働かなくなると同じ速さで運動し続ける。このように、一定の速さで一直線上を進む運動を、等速直線運動という。	
	12 等速直線運動をする台車上の Fi-Cube を見る。	<p>Fi-Cube を用いて、台車が等速直線運動をしている時には、重力と垂直抗力の2力が釣り合っており、台車の進む向きは働いていないことを確認する。</p> <p>何も力が働いていないわけではなく、重力と垂直抗力は働いているが、進む向きとは垂直の向きである。実際には、摩擦や空気抵抗もある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・力が働いていないとはどのようなことなのか印象づけさせるとともに、厳密には摩擦や空気抵抗があることに触れ、次時はそれらを大きくしていくとどうなるか考えていくことを伝え、次時につなげる。</li> </ul>
		  <p>力が働いているとき                      等速直線運動しているとき</p> <p>いずれも台車が右向きに進んでいるときの Fi-Cube の様子</p>	

## 授業を終えて（授業実践報告）

等速直線運動を「運動している向きに力が働いている」運動であるという誤った考えをもつ生徒が多いと感じる。これは、物体の実際の動きと、その物体に働く力との関係を理解することが難しいためであると考えられる。また、水平な面上でポンと手で台車を押し出してデータをとる実験方法が、手で力を加えているという印象に結びつきやすいこともその一因ではないかと考えた。そこで、本実践では前時に行った自由落下と似た（落下するおもりによって台車を引かせる）状況をつくり、水平面でおもりに引かれたときの台車の運動と、おもりが床に落ちてからの台車の運動を実験結果から見いださせることにより、教師側からではなく生徒から「力が働いていない」という言葉を引き出したいと考えた。



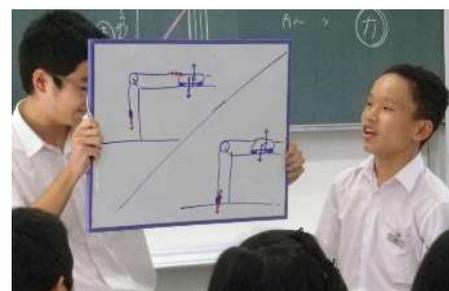
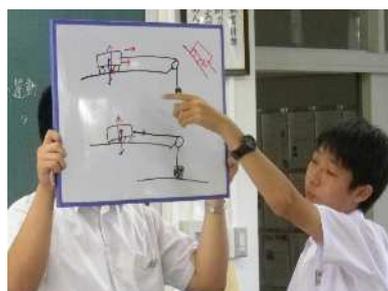
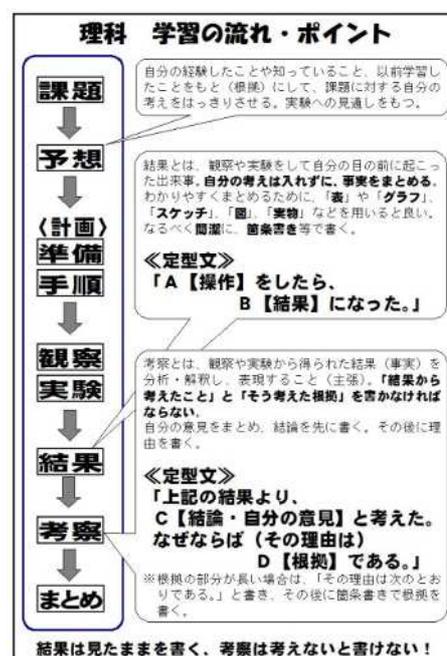
生徒はこれまでの学習を生かして、比較的スムーズに記録テープを処理し、ある時間までは一定の割合で速さが大きくなり、ある時間からは速さがあまり変わらない運動であることと実験結果を解釈した。考察においては、1年次から指導してきたのと同じように「結果から考えられること」とその「根拠」を記述するようにさせた。（右図は1年次の授業ガイダンスで配布している学習の流れやポイントが書かれたプリント）

運動の様子が変わるのはおもりが床に落ちたからであることには、多くの生徒がすぐに気付いた。台車に働いている力について注目できていない生徒には、机間指導の中で単純におもりが床についたという現象ではなく、その前後で力はどのように変わったのか考えるよう促した。

各自の考察がある程度書けたところで、班で話し合いを行った。話し合いではホワイトボードを用いて、活発な意見交換を行う様子が見られ、その後いくつかの班が全体に発表した。班によっては話し合いの中で、実際には摩擦や空気抵抗があること、それがなくなったとすると...というようなことも出ていた。

その後、Fi-Cubeを使って、糸で台車を引いた瞬間や手で押した瞬間は動く向きに力が存在するが、等速直線運動をしているときは重力と垂直抗力しかなく、その2力がつり合っていること、上に投げた物体が上に動いているときも下向きの重力しかかかっていないことを確認した。

「台車を引くおもりの高さを工夫し、考える要素を含んだ実験を設定したこと」、「結果を分析・解釈させる際に現象面だけではなく、物体に働く力に着目させたこと」、「個人で考える時間をしっかり確保した上で、ホワイトボードを用いた話し合いを行い意見交換をさせたこと」は、物体の運動の理解深化につながったと考えられる。



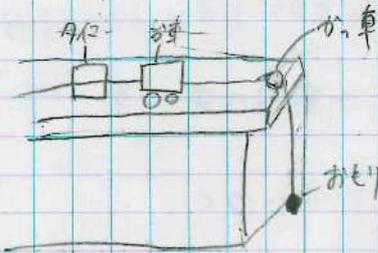
テーマ おもりに引かれる台車はどのような運動をするのだろうか

3 C

10c

どんな運動をしたか?  
結果がいろいろある。根拠

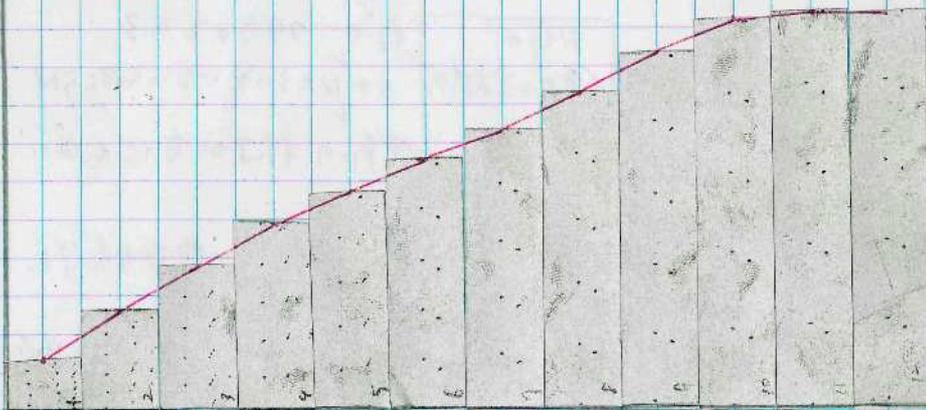
手順



・は「わは」かりの引く力の大きさ

結果

引く力 1.18 N



0.1秒～1.0秒まではだんだん速くなっていく。

また、だいたひ一定の割合で速くなっていく

1.0秒～1.2秒までは一定の速さで進んでいる。

考察

おもりに引かれる台車はある所までは一定の割合で速くなって、その後一定の速さで進むと思う。なぜなら、上記の結果のグラフが直線になる上からいえるから。それは、おもりが重たくなって引、張る力その力が台車に伝わり続けたので、一定の割合で速くなっていく。その後、グラフの値が一定になっているので、一定の速さで進むと思う。おもりに引かれたから速さが増えたから、おもりが地面につくと、一定速さで進む運動になると思う。そこでおもりがついたら、台車には力がつかなくなるので、速くならなくなると思う。また、進む方向と逆向きの方向の力がつかないとしたら、力はつかないから、与えられた速さを維持すると思う。だから、あるまで、運動の様子を変化させるしかなかったら、力がつかないから、運動の様子が変化しないと思う。

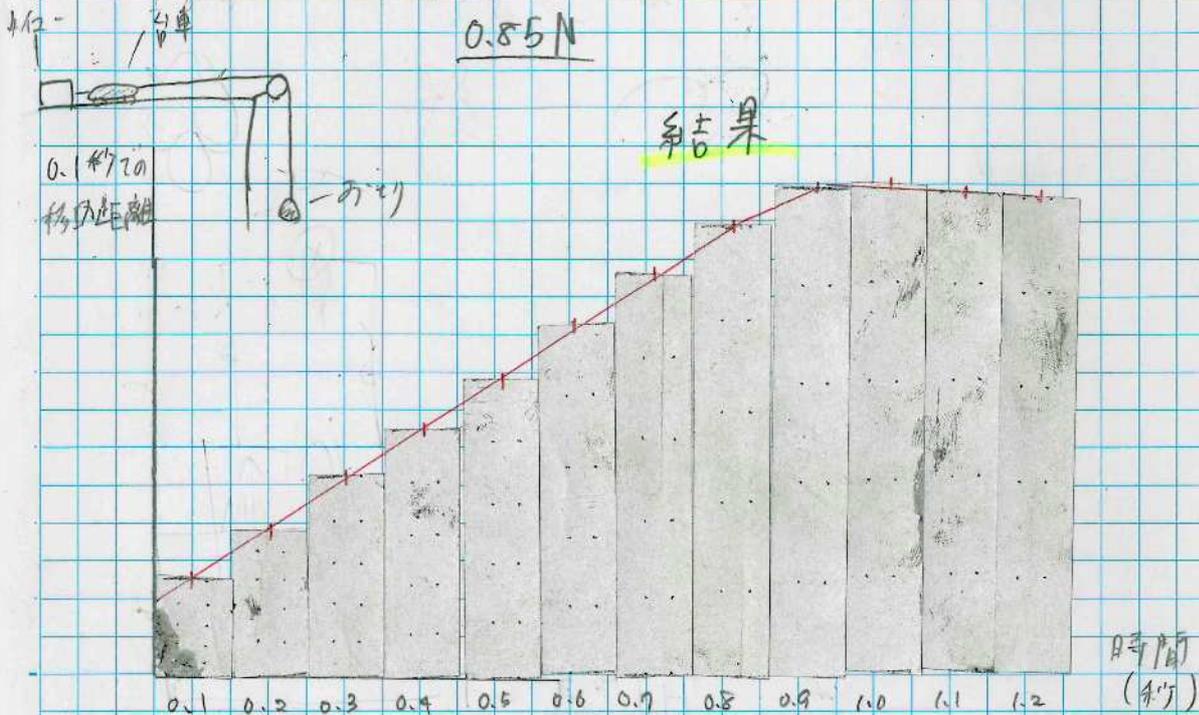
30秒

テーマ おもりに引かれる台車は  
どのような運動をするのか

2 - 10

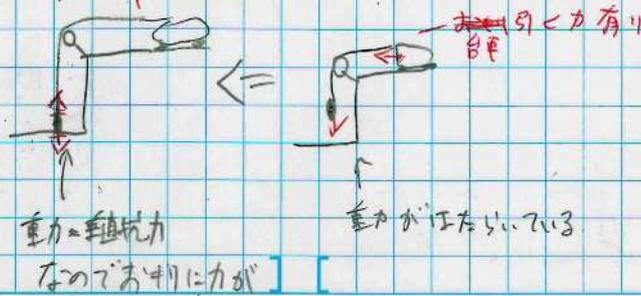
手順

速度 ← 向きも変り  
- も存在する



考察

0.9秒までは速さが一定に増加したが、0.9秒からは速さに変化がなくなったので、0.9秒からは一定の速さの運動をしていることが分かった。このことより、おもりに引かれる台車は、おもりが地面につくまでは、速さが一定に増加する運動をし、おもりがついてからは、一定の速さの運動をするということが分かった。一定の速さの力がはたらいっていない運動をするのは、おもりが地面についていたことにおいて、台車に力がはたらいなくなったことで「加速がなくなったから」と考えられる。



埼玉大学教育学部附属中学校

[取り組み (A・B・C)] [理解 (A・B・C)] [ (A・B・C)]

テーマ おもりに引かれる台車はどのような運動をするのだろうか。 3-C 10/8

**考察**

結果より、おもりに引かれる台車は、ある一定のところまでは一定の割合で速さが大きくなり、そしてあるところから速さがかわらなくなる運動をすると考えた。  
 なぜなら、ある一定のところ(0.8秒)まではおもりが地面に落ちてゆくので、おもりに0.8Nの力で引っ張られていく。またばねはかりではあったところ、足踏のどの場所でも0.8Nの力を示したので、0.8Nの力が弱しくかわっていく。だから一定の割合で速さが大きくなると考えた。  
 また、おもりが地面についた後は、おもりの引っ張る力はなくなり、台車にはたらく横向き力はなくなる。つまり、速さが大きくなることも小さくなることもないので、速さがかわらなくなる運動になると考えた。

速さがかわらなくなる運動の様子(0.8秒まで)

<0.8秒以降>

