

中等教育研究開発室年報 第35号（2022年3月31日発行）別冊電子版
2021年度 授業実践事例

理科 中学校第3学年

仕事とエネルギー
滑車のデザイン

授業者 山本 剛士

（校内研究授業）

広島大学附属中・高等学校

中学校 理科（第1分野） 学習指導案

指導者 山本 剛士

日時 令和3年12月3日（金） 第4限

場所 第1物理教室

学年・組 中学校3年C組 44人（男子23名，女子21名）

単元 仕事とエネルギー

目標 仕事の定義を理解させ，仕事の原理を見いださせる。また，仕事をする能力としてエネルギーを定義し，位置エネルギーや運動エネルギーの大きさと，物体の高さや質量，速さとの関係を見いださせる。摩擦や空気の抵抗がなければ，力学的エネルギーが保存されることを理解させる。

1.仕事とエネルギーを日常生活や社会と関連づけながら，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つけている。（知識・技能）

2.仕事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，探究の過程をふり返るなど，科学的に探究している。（思考・判断・表現）

3.仕事とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり，見通しをもったりふり返ったりするなど，科学的に探究しようとしている。（学びに向かう力・人間性）

指導計画（全6時間）

第1時 仕事

第4時 位置エネルギー

第2時 仕事の能率

第5時 運動エネルギー

第3時 エネルギー

第6時 仕事の原理の応用（本時）

授業について

滑車の種類としては，定滑車・動滑車・複合滑車などがあり，滑車を組み合わせることで力の大きさを変化させられる。仕事の原理から，それらのことを応用し，思考できるかどうか，個人，またはグループでの活動をとおして思考力・表現力を高める。

動滑車が物体を引き上げるために，ひもの数を2本に増やし力の大きさを半分になっていることから，ひもの数を増やすためにどのような滑車のデザインが必要か考えていく，思考の展開を期待したい。具体的には，図1にあげるようなデザインが考えられるが，それ以外のデザインが生徒の中から考え出されること。また，生徒の考えたデザインが適するか，適さないのか，掘り下げていくことで思考の展開を深めたい。

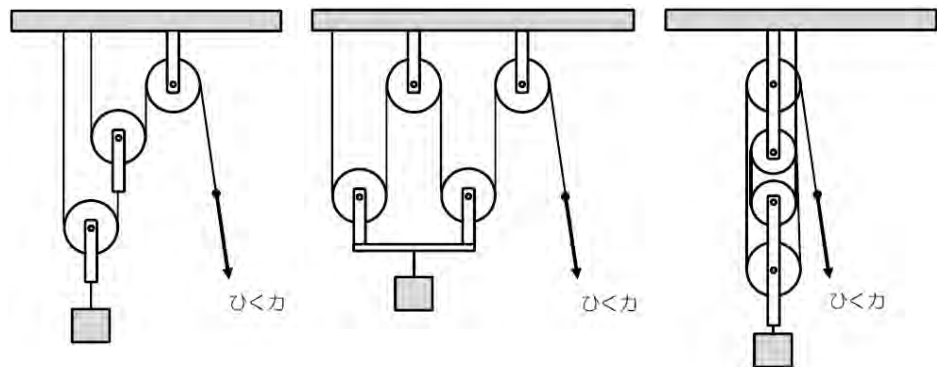


図1：予想されるデザイン

題 目 滑車のデザイン

本時の目標

仕事の定義を理解し、仕事の原理を見出すことができることから、仕事の原理を応用し、必要に応じて力の大きさを変化させられる。

本時の評価規準

滑車の機能や仕組みについて、既習事項を踏まえて整理し、見通しをもって必要に応じた滑車のデザインを行い、その結果を分析して解釈し、仕事の原理の規則性や関係性を見いだして表現している。

(思考・判断・表現)

本時の学習指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点
振り返り	○仕事および仕事の原理について、てこ・斜面などの例を振り返る。 課題1 1/2 の力で物体を引き上げる動滑車をくみ上げよ。	<ul style="list-style-type: none"> ● 仕事の原理について動滑車の例をもとに力の大きさと移動する距離の関係を復習させる。 ● 生徒の発表を促す。
問題提起	○より小さな力で物体を引き上げるためにはどのような仕組みが必要となるか意識する。	<ul style="list-style-type: none"> ● 必要に応じて力の大きさをより小さくする必要があることを意識させる。 ● 考えやすくするため、滑車の重さや摩擦などの条件設定を確認する。
思考活動	課題2 1/4 の力で物体を引き上げる動滑車をデザインせよ。	<ul style="list-style-type: none"> ● 調べ学習ではなく、既習事項から個人で思考することを意識させる。 ● 状況に応じて、ペアや班での対話により、考えをまとめるよう促す。 ● 他の生徒と比較することで、表現の幅を広げていくように意識させる。 ● 発表内容に応じて、斜めの力が働く場合について考えさせる。 ● 発表内容に応じて、1/6 の力の場合について考えさせる。
まとめ	○まとめシートに本時のまとめを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ● 発表でうまく表現できなかった部分については、他の班の発表を活用し、補う。 ● 時間に応じてまとめ活動を行う。
備考 教科書：未来へひろがるサイエンス1（啓林館） 副教材：授業プリント「⑱滑車のデザイン」・まとめシート		

/ () ⑱滑車のデザイン

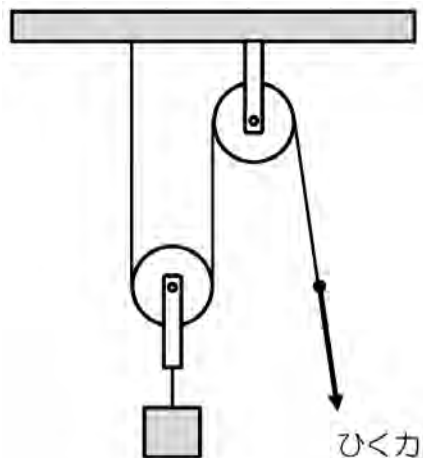
3年 () 組 () 番 氏名 ()

振り返り

仕事 物体に力を加えて、その向きに移動させたとき、「力は物体に対して仕事をした」という。

$$\text{仕事 [J]} = \text{力の大きさ [N]} \times \text{力の向きに移動した距離 [m]}$$

課題1 滑車の重さや摩擦が無視できる場合、力の大きさを1/2倍にすることができる動滑車の組み方を示す。実物を組み上げなさい。※力の大きさが小さくなり、引くひもの長さが大きくなることを確認すること。



課題2 滑車の重さや摩擦が無視できる場合、力の大きさを1/4倍にすることができる同滑車の組み方をデザインしなさい。(滑車の数を増やしてもよい)

あなたのオリジナルデザイン

実践上の留意点

1. 授業説明

仕事とエネルギーの単元において、単元の締めくくりとして本時を設定した。その意図は、てこや斜面、滑車などの道具を用いて物体をある高さまで持ち上げるために必要な仕事は定量であること、仕事が一定量であるということは、はたらかせる力の大きさに上限がある場合、仕事の原理から移動距離を工夫することで、力の大きさを必要に応じて小さくすることができること、これらを意識させるためである。

しかしながら本時の展開として、力の大きさが $1/2$ 倍となる単純な動滑車の場合、力のつり合いを用いることで、具体的には2本のひもで持ち上げるため半分の力の大きさを済む、という思考の展開が行われ、移動距離を工夫する思考が行われなかった傾向にあった。そのため、力の大きさを $1/4$ 倍にするには、4本のひもで引くデザインを考えればよいという思考の展開となり、生徒の発想するデザイン案が偏った。その中で、てこや輪軸といった滑車をデザインの中に組み込み、まさに仕事の原理からデザインを考えたグループもあった。具体例を写真1に示す。

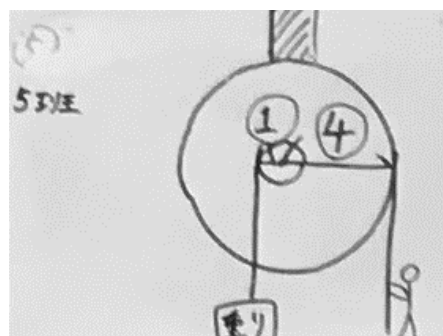


写真1

また、滑車のデザインという目的のもと実物を扱わずに授業展開を行ったクラスでは、デザインのバリエーションは多くみられたが、実現不可能なものや、斜めに滑車を吊るすことで、力の水平成分が発生し、 $1/4$ 倍の力の大きさにできていないものなどが生徒から発想された。また、授業中にうまく理解できなかった生徒が、放課後に滑車を複数用いて、自分で組んでみるといった場面も見受けられた。このデザイン案については実物を用いて思考することが、学習には適していると考えられる。後に行った確認テストにて、力の大きさを $1/6$ 倍にするための滑車のデザイン案を出題し、正答率は58%であった。

2. 研究協議

定期考査直前の授業という事もあり、最終的に正答例を教員が提示する場面があったが、授業数に余裕があるならば、わざわざ示さなくてもよいのでは、という意見があった。生徒に疑問をなげかけて時間をかけて解決させる展開でもよかったのではないかと。また、後の授業にて生徒が $1/4$ 倍デザインの実物を組んだ際に、ひもの引く長さについても測定させることで、仕事の原理をより関連付けて考えさせることができるのではないかとという提案がなされた。

