

実感を伴った理解を目指して
 ～滑車装置を組む活動～

（1） はじめに

「物理現象は大きく見せ、化学現象は小さく行う。」採用間もない頃に、そのように指導を受けた記憶がある。滑車の扱いについて教科書では、小さな滑車と質量の小さいおもりで行うようになっているが、この規模では力の大きさが小さくなることを「体感」するのは難しい。そこで、今回は120Nのおもりを6個の滑車で引き上げる実験を紹介したい。

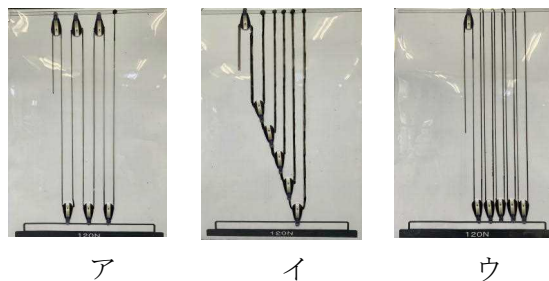
（2） 準備

- ・180ポリタンク（水を入れて12kgにする。）
- ・トラロープ
- ・連結用リング
- ・物干し台
- ・滑車をつるすための角材（1 m程度）
- ・滑車6つ（ホームセンターで購入。価格は2000円程度。プラスチックの車輪の方が摩擦が少なくて良い。）

（3） 授業の実際

① 滑車の組み方

前時において定滑車と動滑車の定量実験（力が1/2になるもの）を行った。本時では「滑車は最大6つ。ただし、定滑車と動滑車を最低1つずつは用いること」を条件として与え、どのような組み方があるかをホワイトボードを使って話し合わせた。前述の条件の場合、次のような組み方がある。



装置	引く力の変化	特 徴
ア	元の $1/6$ (20N)	動滑車が3つのため、力は他の2つより大きい。引き上げやすく、装置も組みやすい。
イ	元の $1/3$ (3.75N)	小さな力で引き上げられるが、一番左の動滑車が上がりきると、もう上がらない。
ウ	元の $1/10$ (12N)	理論上は $1/10$ の力だが、吊っている棒とロープの摩擦が大きく引き上げにくい。

② 滑車装置案の共有と検討

班は3つあったが、アを基準にしたものだけが考案された（イ、ウについては次時に扱った。イとウは原理の上では力が非常に小さくできるが、現実にはそぐわない点がおもしろい。）。アについて1



本のロープにかかる力の大きさを全体で検討した後、図を元にして装置を組ませた。

③ 滑車装置の作成

装置は、手で引く方からロープを滑車にくぐらせていった方が時間短縮になるため、その点についてだけアドバイスをを行い、他は生徒の自主性に任せた。分担を決め、意欲的に行っていた。



④ 実感を伴う理解

滑車装置が完成した後、全員にロープを引かせた。なお、導入の段階で、力が $1/2$ になる滑車装置で 120N のおもりを引かせ、手応えを確認させている。 $1/2$ と $1/6$ では、手応えに明らかな差が生まれるため、生徒は「おお！」という歓声を上げながらロープを引いていた。特に、 $1/2$ のおもりを引き上げられなかった腕力が小さい生徒は、引き上げられてうれしそうな表情をしていた。



⑤ 一歩踏み込んで

ア 120N の $1/6$ であるから、理論上は 20N (2kg) の力で、 120N とつり合うことになる。滑車の質量やロープの摩擦など、考慮すべき事はあるのだが、この規模の実験では、 2kg 程度の物体を、引く側のロープに取り付けるとつり合いがとれる。 2kg の物体 (2ℓ のペットボトル) をロープにぶら下げたとき、物体が上がりも下がりもしない様子を見ることで、「軽かった (小さい力だった)」という生徒個々の感覚が数値として統一される。



イ アを行うと気になるのが、引いたロープの長さである。こちら「たくさん引っぱった」という個々の感覚が、実際にロープの長さを測ることで数値として統一される。本時では、おもりを 0.5m の高さに上げることにした。ロープの引きはじめから引き終わりの長さを測ると、ピッタリ 3m ($0.5\text{m} \times 6$) になることが分かる。



(4) おわりに

仕事の原理について新学習指導要領 (平成29年告示) では、「てこや滑車などを挙げながら…触れる。」としている。このことから、本時のような追究した活動を、指導要領は求めているのかもしれない。しかし、物理現象は大きく扱うことでインパクトをもつ。実感を伴い、道具の価値を知ることで、学習が日常に生きていく。子どもが新たな道具や自然現象に出会ったとき、「これって、どういう仕組みになっているんだろう」と興味をもつ、そんな生徒を育てていきたい。