

鎖のついたおもりの落下

村田憲治@岐阜高校

前回のサークルニュースに載った「鎖のついたおもりの落下」の記事をお読みになった岐阜工業高校の小野先生からこんな電話をもらいました。

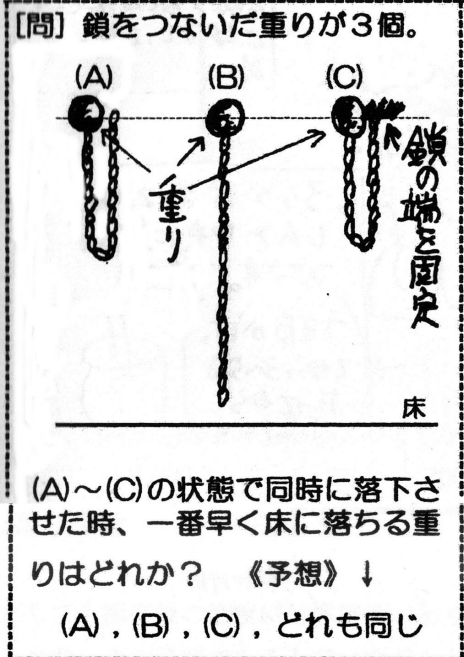
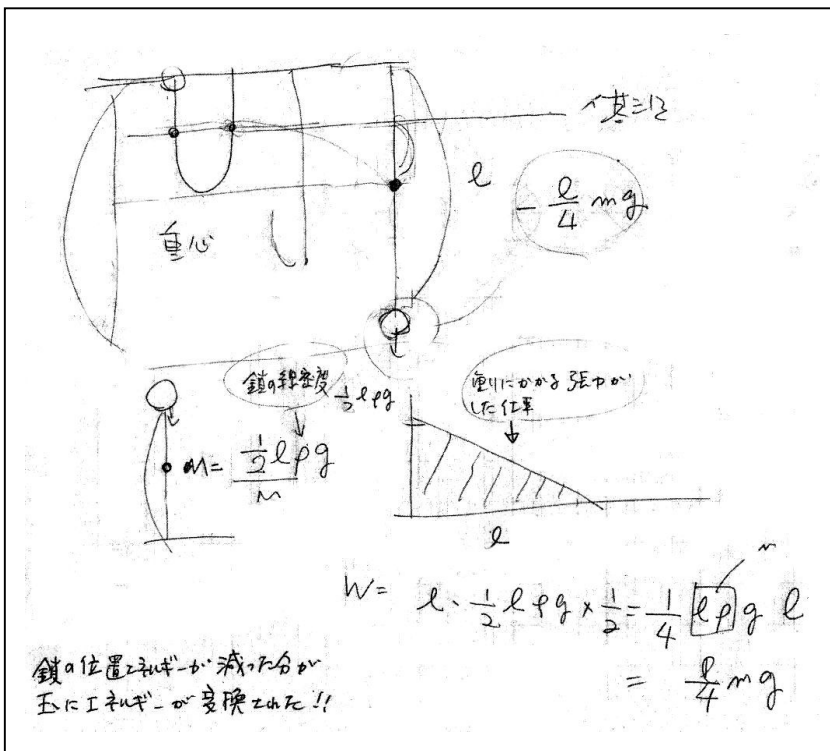
「(C)の場合ですが、おもりの下の鎖も一緒に落ちるんだから、おもりが鎖から受ける力(張力)はゼロだと思うのですが」「いや、そんなことはなくて、垂れ下がった鎖の一番下に着目してみると・・・云々」

「なるほど。では鎖がおもりにする仕事やおもりのエネルギーに着目するとどう説明できるんでしょうね」

「おお、仕事とエネルギーという視点には気づきませんでした。それは面白そうです。何かわかったらまたご連絡ください。お待ちしております」

■ 重力が鎖にする仕事 = 鎖がおもりにする仕事

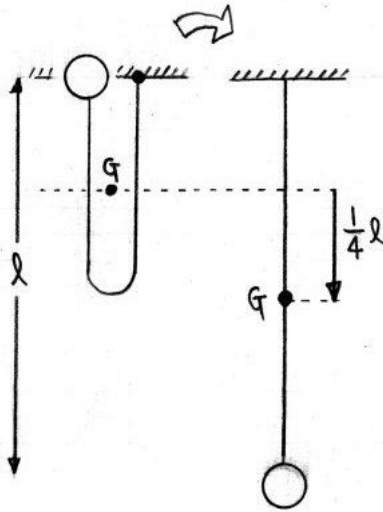
で、その日のうちにこんなメモがメールに添付されて送られてきました。解説(?)すると、実に明快でスッキリした説明です。



〈答は(C)だとか〉

「お、これは素晴らしい」と思って、隣の席の岐阜高校の小野先生に話すと「なるほど、ストーンと腹に落ちますね。これによると鎖をうんと重くしてやると違いがはっきり分かりそう」という反応。

岐阜工業高校の小野先生に「ぜひ次回のサークル例会に来て話をしてください」とメールしたのですが、「残念ながら、その日は部活動の指導があつて行けません」とのこと。仕方がないので例会では村田が代理で報告しました。



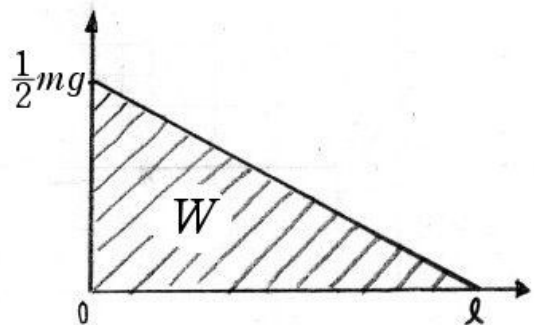
次に、鎖の張力がおもりにする仕事を計算してみます。

おもりが天井にあるときの張力は $\frac{1}{2}mg$ ですが、おもりが落下するに連れて張力は小さくなっていき、その変化は下のグラフのようになります。

斜線をつけた部分の面積が、鎖の張力がおもりにした仕事

$$W = \frac{1}{2}mg \times l \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}mgl$$

で、重力が鎖にした仕事と一致します。



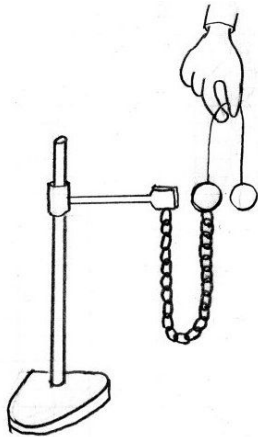
つまり、重力が鎖にした仕事（エネルギー）が、

そのまま鎖からおもりに流れて、おもりは $\frac{1}{4}mgl$ だけ

たくさん仕事をされることになります。

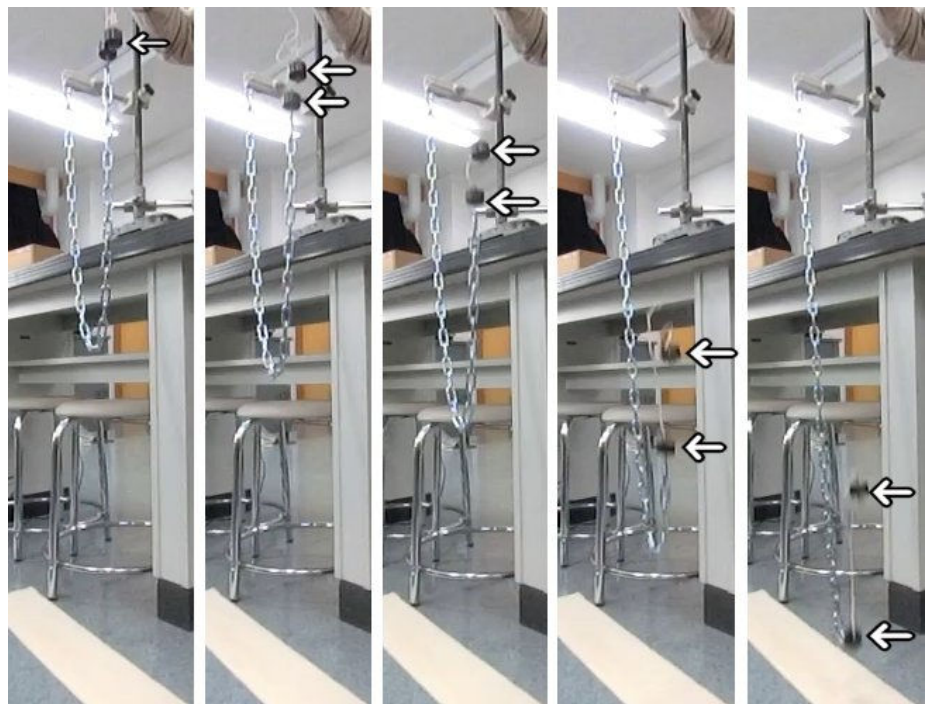
したがって、おもりと鎖を一緒に落とす図(A)より、図(C)の方が「早く床に落ちる」ことになるだろう、ということです。

■ 重い鎖を使って結果を確かめてみました



サークル例会では、前日にホームセンターで買ってきた重い鎖 1m (質量約 400 g) と、100g の力学実験用のおもりをつないで実験してみました。

鎖のついていないおもりを同時に落とす方法は岐阜高校の小野先生のアイデアです。軽いひもで2つのおもりを繋いでおいて、ひもをつまんでる手を放せばうまくいくはず。



撮影した動画から切り出した静止画を並べたのが右の写真です。

矢印で示している所におもりがあります。

2つのおもりがどんどん離れていくのがわかりますね(^)