

## 紙やすりの表面の凹凸による動摩擦係数の変化

三ツ井みらい・五藤歩果・松本雄人（兵庫県立小野高等学校）

### はじめに

私たちは紙やすりについての凹凸の高さと、動摩擦係数がどういった関係を持っているのかを研究している。まず写真を撮影することのできる顕微鏡を用いることでやすりの断面の正確な高さの測定を行うことができた。また、加速度、速度、移動距離を測定することができるカーセンサーと定滑車を用いることで正確な速度を測定することができた。速度変化から動摩擦係数を測定し、そこから得られる結果について考察したところ、ある程度の突起の密度を持つ紙やすりにおいては紙やすりの番数と動摩擦係数は比例し増加していくということが推測できる。

今回の研究では摩擦面において実際に接触していると考えられる面の状態をより細かく判断するために「紙やすりに付着している物質の高さの平均」を「物体の粗さ」とする。全7種類の紙やすりの断面を顕微鏡で撮影・現像し平均をとった。次に木片が地面に接する面に紙やすりを張り付け、その木片と台車を糸でつなぎ合わせて等加速度直線運動をさせた。使用する紙やすりの番数を変えて実験を行った。結果として、使用する紙やすりによって台車の動摩擦力が変化していることが確認された。

### 方法

40, 80, 100, 120, 150, 240, 400 番の紙やすりを使用する。撮影機能が搭載された顕微鏡を用いて、薄く切った紙やすりの断面を測定する。顕微鏡の倍率はすべて同じで、最小メモリが 1mm のシートを敷いた。このシートのメモリを印刷された写真の縮尺を決めるための基準とする。撮影したものを印刷し確認された石の高さが最も高いところから紙やすりの床面に垂直に下した線分の長さを「高さ」とし、定規で測定する。各番数に対し50個の石を測定し平均をとった。

下の図1においておもりが落ちきった時、台車と木片は摩擦力のみが働き減速するため導出できる動摩擦力から動摩擦係数を考察することができる。この実験において2つの滑車は位置が固定され

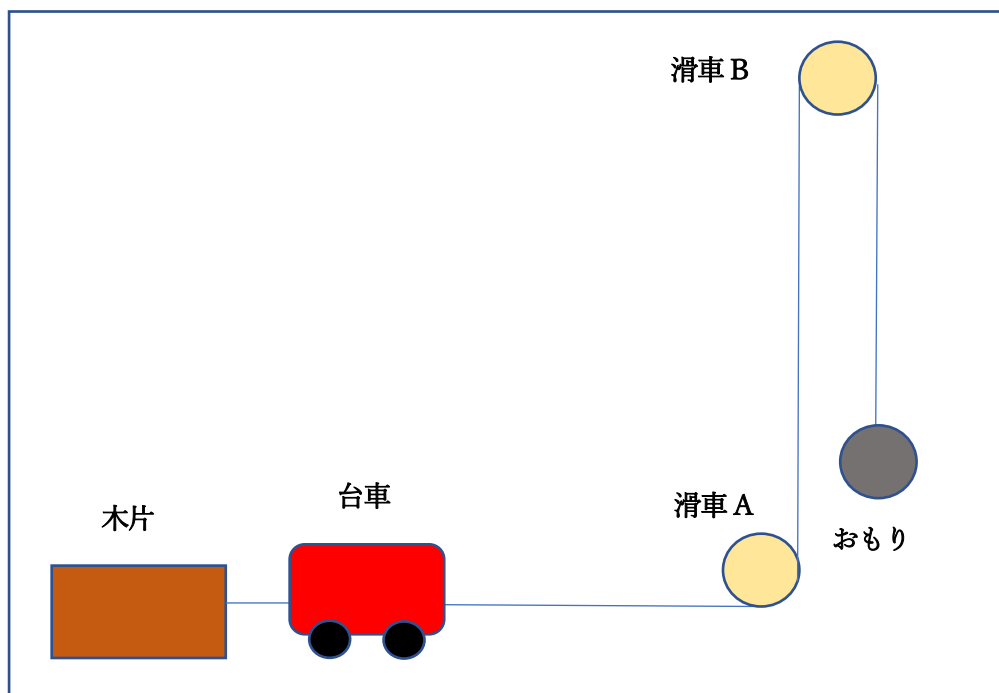


図1

滑らかであり、糸は軽くて伸び縮みしないものとする。台車の速度と加速度は台車に速度センサー、加速度センサーが搭載されているのでアプリによって以下の結果におけるグラフを得ることができる。

### 結果と考察

我々はやすりの番号ごとに動摩擦係数の測定を行った。その準備として各番号のやすりの石の高さの平均を出した。その結果は以下に示す表1の通りである。図2は私達が行った実験の測定例である。この図に示されているのは150番やすりを用いた時の速度変化である。

紙やすりの番号(番)	40	80	100	120	150	240	400
加速度(m/s <sup>2</sup> )	0.812	0.804	0.870	0.918	0.956	0.9252	0.8452
動摩擦係数	0.0829	0.082	0.089	0.094	0.0976	0.0944	0.0862
石の高さの平均(mm)	0.4516	0.209	0.183	0.131	0.0972	0.0663	0.0322

表 1

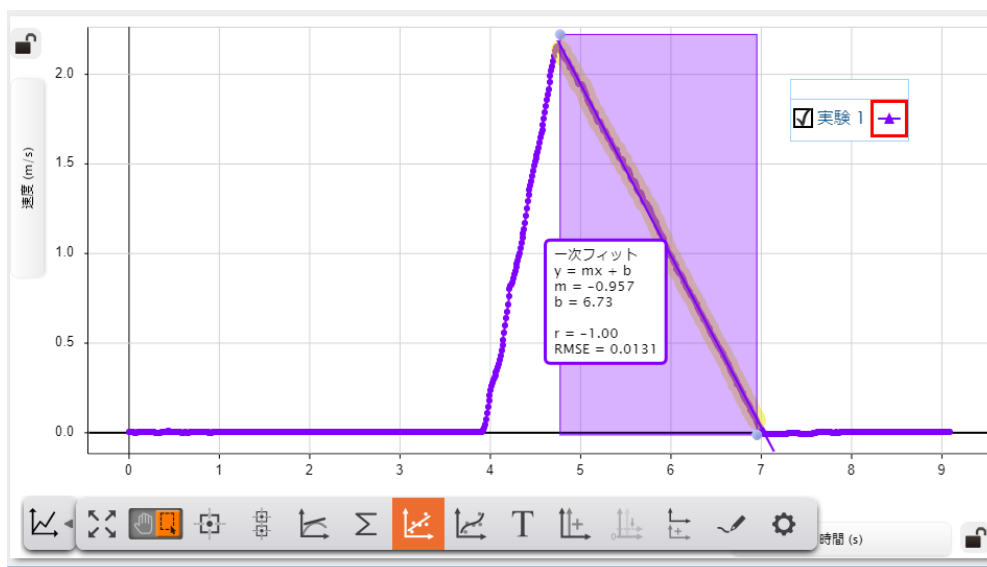


図 2

このグラフの作成にはカーセンサーと「SPARKvue」というアプリケーションを用いた。この測定結果においては重力加速度を9.8 (m/s<sup>2</sup>) とする。

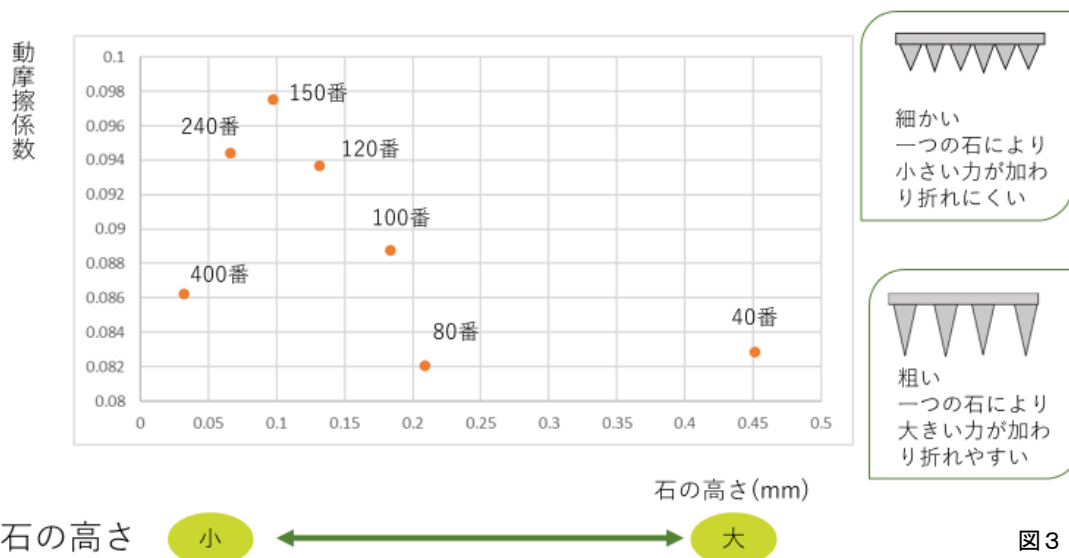


図3

上記の実験結果をグラフ化すると図3のようになる。このグラフに見られるように、やすりの番数が大きくなり、石の高さが小さくなるほど動摩擦係数が大きくなっている。また、40～80番、100～120、150～400番の紙やすりではこのグラフから分かるようにそれぞれ異なった関係が考えられる。私達はこの変化は石の高さが低くなることによって紙やすりの表面に付着している石が折れにくくなりその結果紙やすりの表面状態が安定したものとなるからではないかと考えた。紙やすりの番号というものは紙やすりの一定面積にどれくらいの数の石が付着しているかによって定義されている。そのため紙やすりの番数が上がると摩擦面に触れる石の数は多くなっていく。400～150へと石の高さが大きくなると、表面が不安定になり突起が壊れやすくなり、また壊れた突起は突起同士の隙間を埋めるようになり石の高さが高くなると動摩擦係数が大きくなるのではないかと考えた。80～40番については壊れた突起が突起同士の隙間に入ったとしても隙間が大きいので埋まりづらく、摩擦面の状態は石が削れる前と大きく変化することはなく動摩擦係数も大きく変化しないのではないかと考えた。実験の結果から予測すると、動摩擦係数の決定には、石の高さ以外の要因もあるのではないかと考えた。

### さいごに

今後の展望は、より詳しく調べるために摩擦後のやすりの表面を観察し、100～120番の石の高さと動摩擦係数の関係を考察すること、加えてすべての番数において試行回数を増やし精度を上げることである。