

# 火おこし Fire Making

山本 優太 野間 隆史  
Yuta Yamamoto, Takafumi Noma

## I. 研究目的

古代から行われている火おこしには様々な方法があるが、中でも摩擦熱を利用した火おこしは、往復運動によるものと回転運動によるものに大別する。私たちは、このふたつのうちより有名である回転運動による火おこしについて興味を持ち、火を起こす過程で木材の表面がどのように変化するかを調べた。

また、その木材の種類による変化の違いを調べ、油分の量以外に火のつきやすさに関係するものを探した。

## II. 分かっていること

松、杉、檜などの針葉樹は、油分が豊富に含まれているため、火がとともつきやすいが、火のついている時間は、短い。また、栗やくぬぎなどの広葉樹は、木が固く火がつきにくい、火のついている時間は長い。白樺は、広葉樹だが、油分を多く含んでいるため火がつき易い。

## III. 仮説

私たちは、仕事の式  $Q = F' s$  動摩擦力の式  $F' = \mu' N$  ( $N$ : 垂直抗力)  
上記の2式より、 $Q = F' s = \mu' N s$  ( $s$ : 移動距離=回転数×円周×時間) の式に変形した。棒の円周を  $d$ 、棒の回転時間を  $t$  と定義して、再度式を変形すると、

$$Q = \mu' N d t$$

この式と比熱の式  $Q = m c \Delta T$  ( $m$ : 物体の質量,  $\Delta T$ : 温度変化)

の2式を  $\Delta T$  についてまとめると、

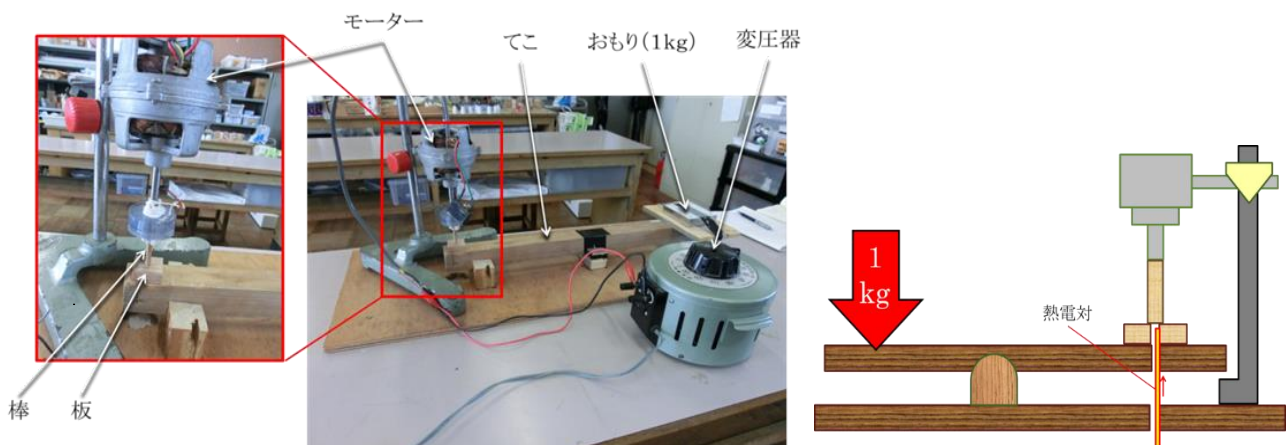
$$\Delta T = \frac{\mu' N d t}{m c}$$

となり、 $N$ 、 $d$ 、 $m$ 、 $c$  は、定数になり、 $\mu'$ 、 $t$  が、変数になる。そのため、火を起こす過程での温度上昇は、一定ではなく、木材の表面の状態である  $\mu'$  が、関係していると考えた。そのため、木材の温度上昇が一定でない場合、動摩擦係数が変化しているのではないかと考えた。

## IV. 予備実験

### <実験方法>

まず私たちは、板の上で棒を一定の回転数で回すために、以下の実験装置を作った。



モーター、力学スタンド、木材、おもり、変圧器を用いて、実験装置を作った。

モーターの回転数は、変圧器によって変化させ、今回の実験では、70Vで一定にした。

また、1kgのおもりとてこの原理を用いて、棒にかかる垂直抗力を1kgに固定した。

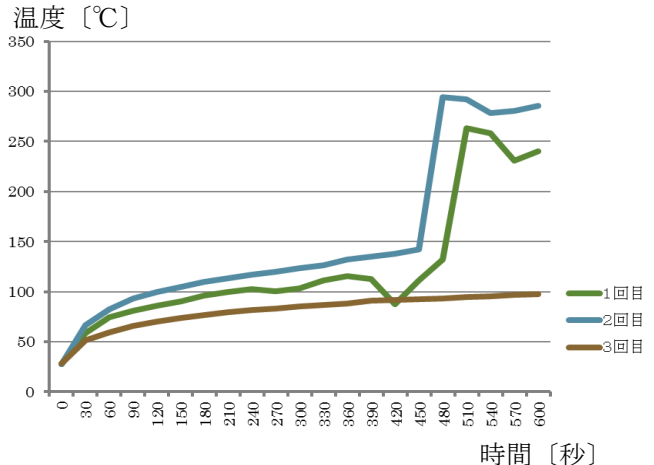
この実験装置の木材、てこ、木の板に穴をあけ、図のように熱伝対を通し、棒の下の温度変化を調べた。

## <結果と考察>

結果は、右のグラフのようになった。

温度は、途中までほぼ一定で上昇していくが、420～450の間で急激に上昇している。

棒を回す時間は、増加していくため、 $\Delta T$ の式より棒の動摩擦係数は、回し始めた時から減り続け、一定の時間が経つと変化しなくなると考えた。



## V.本実験

### <実験方法>

回転数とかける力を固定して、動摩擦係数の時間による変化を調べる。また、木材の種類のみを変えて、同じ実験を行い、動摩擦係数の変化の違いを調べる。

今回は、杉と桐の2種類の木材を使用した。

### ○実験の手順

まず、回転前の棒の動摩擦係数を測る。そして、板の表面を顕微鏡で観察。

次に、棒を回転させる。

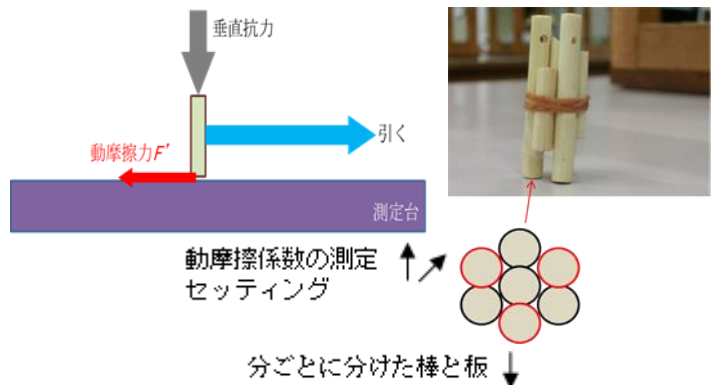
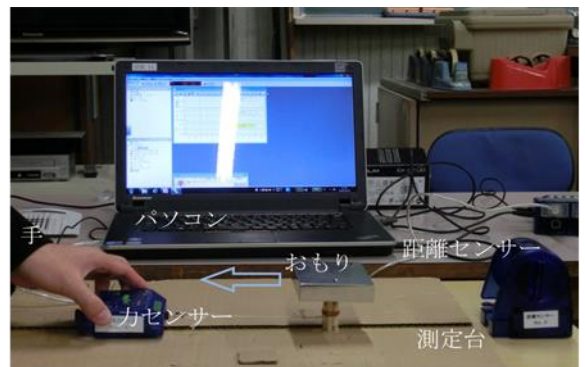
最後に、回転後の棒の動摩擦係数を測り、再度棒の表面を顕微鏡で見る。

### ○動摩擦係数の測定方法

棒と板の間の動摩擦係数を測ることができなかったため、使用した木材と同じ種類の木材を用意して、動摩擦係数の変化を観察するのは棒のみに絞った。

また、1本の棒を回す途中で止めて測りそれを繰り返し計測すると、測定の際に棒の動摩擦係数が変わり、正確なデータが取れないと考えた。そこで、回す時間ごとに棒を分けて2分ごとの変化10分まで3回ずつ調べた。測定には、パソコン、1kgのおもり、測定台、距離センサー、力センサー、を用いた。その際に、棒を一本ずつ力センサーで引くと倒れてしまい上手く引けなかった。

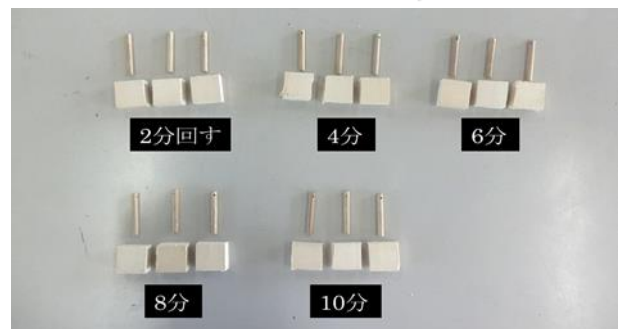
そこで、動摩擦係数を測る棒を三本と使用していない短い棒を三本下の写真のように輪ゴムで束ねて測定した。一定の加速度で引くことができないため、この際パソコンのデータスタジオというソフトを用いて、実験データの加速度を運動方程式  $F = m a$  に代入して計算させ動摩擦力を求め、その値を棒を束ねたものの重さと重力加速度 9.8 で割り、動摩擦係数を求めた。



### ○予想

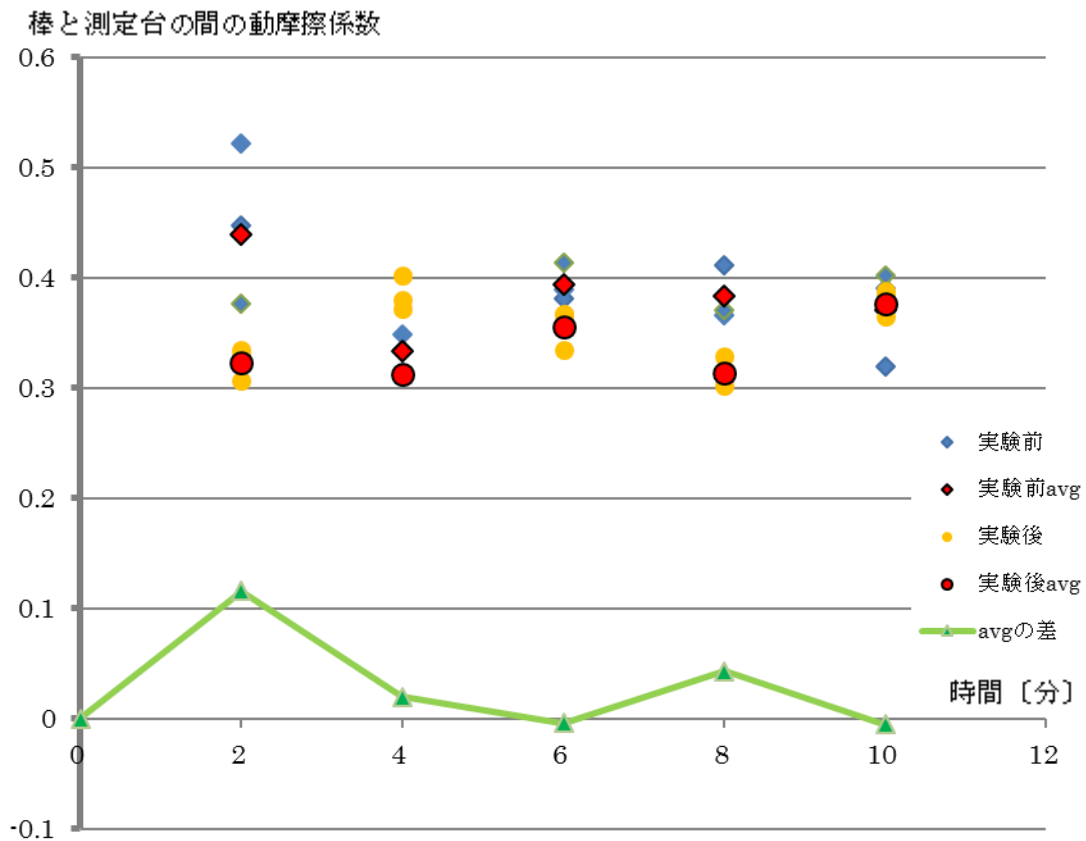
私たちは、 $Q = F' s = \mu' m g s$  より摩擦によって生まれるエネルギーは、棒が板の上で回転する際に音、振動、穴が掘れるなどに变化してエネルギーの浪費が生じると考えた。

その中でも穴が掘れることに着目し、硬い木材の方が穴が掘れにくいいため動摩擦係数の減少の幅が小さくなると考えた。



## <結果と考察>

○杉



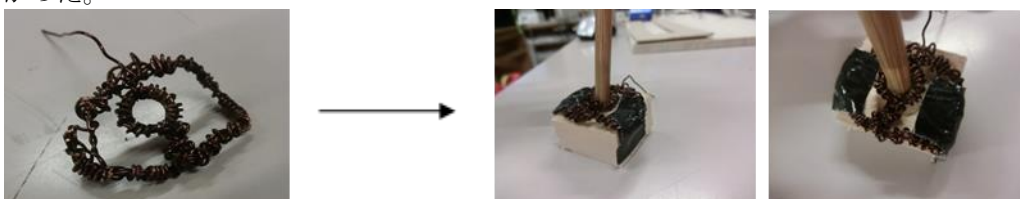
棒の個体差があると考えたため、実験前の動摩擦係数から実験後の動摩擦係数の差と時間の関係に注目した。上のグラフより棒の動摩擦係数の変化は、全て減少しているが、一定ではなく回す時間とは、関係がないことがわかる。また、木材の表面は、回す時間が長いほど擦り減っているように思えた。10分1本目の1本のみ表面が、ひどく黒く焦げた。

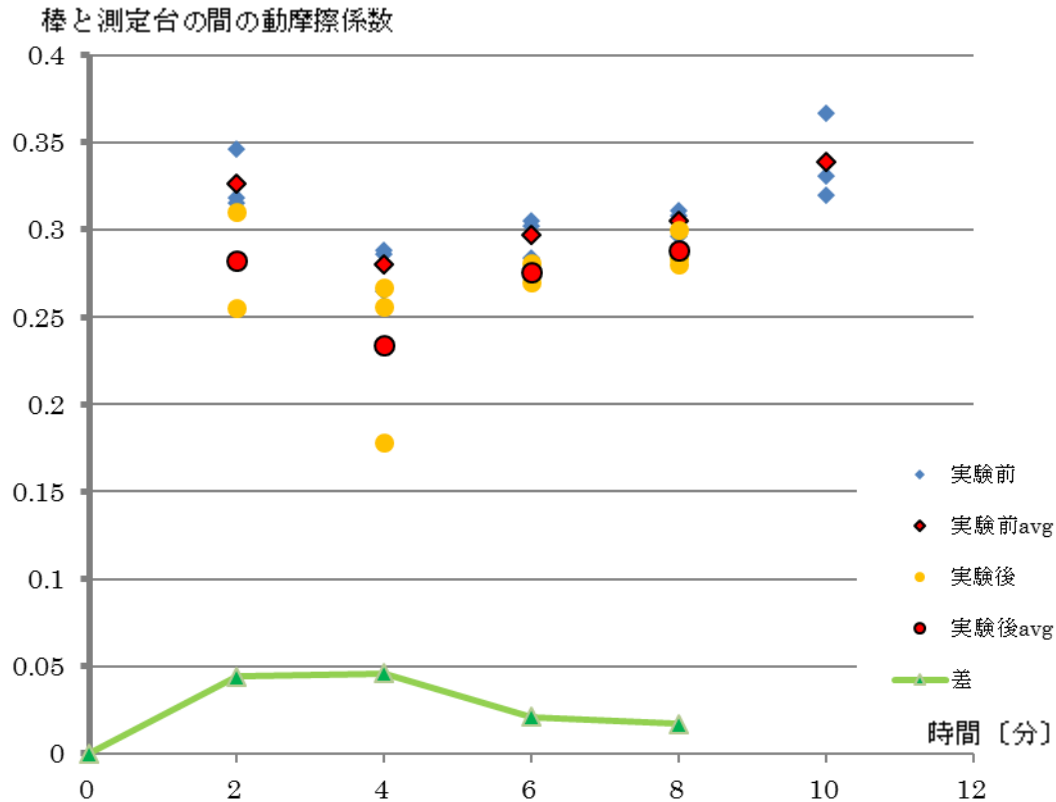


○桐

杉の実験でデータがばらついていてのは、棒が回る時にぶれて半径が変わったことが原因である可能性がある。そこで、棒のブレをなくすために針金で下のような棒の方定具を製作した。

顕微鏡で木材の表面を見ても肉眼で見たのとあまり変わらなかったため、桐の板での実験では顕微鏡は使わなかった。





杉の実験と同様に行った。10 分の棒が一本擦り減りすぎたため、10 分のデータは測定できなかった。杉と同様に桐も、動摩擦係数は、常に減少し続けたが、一定ではなく規則性は、みられなかった。

## VI. 結論

棒と木材との間の動摩擦係数は、回した時間とは関係なく規則的な変化をしない。また、棒のぶれをなくしても木材の焦げ方に差が出たため、棒のぶれ以外の回転中の振動音などが関係しているものと考えられる。

## VII 今後の展望

動摩擦係数以外に急な温度上昇に関係していそうな事柄を探す。

## VIII. 参考文献

- 1) 中村英二. 高等学校 物理基礎. 第一学習社. 2014. ISBN 4804006184.
- 2) 中村英二. 高等学校 物理. 第一学習社. 2013. ISBN 4804006370
- 3) 國友正和. 新編 物理基礎. 数研出版. 2014. ISBN441081102
- 4) 発火法. Wikipedia. <https://ja.wikipedia.org/wiki>
- 5) NPO 法人 東京少年少女センター. <http://www.children.ne.jp>.

## IX. 謝辞

今回の研究を遂行するにあたり、終始御指導及びに御教示を賜りました高松第一高等学校の吉田猛先生ならびに御協力いただきました高松第一高等学校の先生方に深く感謝を申し上げます。