

## 「滑りやすい面、滑りにくい面の謎を探るー摩擦力測定と表面観察ー」

安藤研究室

### 概要

摩擦は身の周りの色々なところで存在しています。普段は意識することは少ないですが、箸で物をつまむとき、靴紐を結ぶとき、地面の上を歩くとき、色々なところで摩擦が働いています。自動車のエンジンやブレーキなど機械の中でも摩擦が働いています。エンジンの中の摩擦を下げると燃費が向上し、省エネルギーになります。ブレーキの摩擦を安定化させると安全性が向上します。しかし、これだけ身近で、機械の中でも色々働いている摩擦ですが、そもそも何故摩擦が働くのかなど、分からないことが多く残されています。トライボロジーと呼ばれる研究分野では、この摩擦の原因を探ったり、摩擦をコントロールする方法を見つけようとしていたりしています。

本テーマでは、トライボロジーの研究を体験するために、摩擦を測定する簡単な実験を行い、表面にあるナノメートル大きさの凸凹を観察し、摩擦が何故高くなったり低くなったりするのかを考察します。

### 体験研究の流れ

- (1) トライボロジーとは、クーロンの摩擦法則とは

15分程度の授業で、トライボロジーとクーロンの摩擦法則について説明します。

- (2) クーロンの摩擦法則を調べてみる

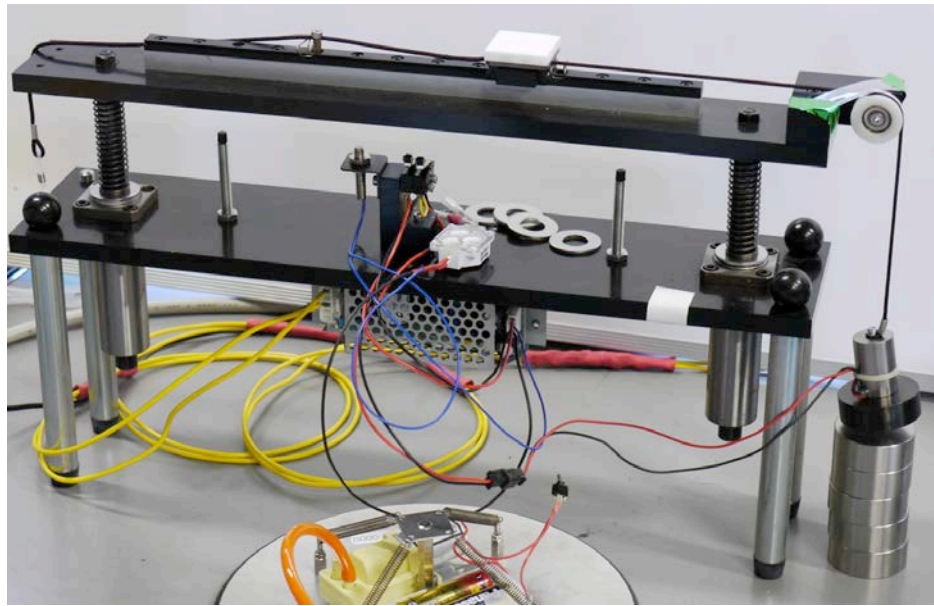
簡単な実験を行い、クーロンの摩擦法則が成り立つか調べてみます。

- (3) 指の摩擦を測る

自分の手指の摩擦を調べてみましょう。板に指を押し当て引っ張ることで、小さな重りを持ち上げます。重りを何個持ち上げられるかで、指と板との間の摩擦係数を測定することができます。ザラザラやツルツル板を使ったり、板をサラダ油で濡らしたりして、摩擦係数の違いを検討してみます。

#### 肌年齢？

テフロンの板と指の間の摩擦を測定すると、しっとりとして柔らかい指の方が摩擦は高くなるようです。大まかな傾向として、子供の方が大人よりも多くの重りを持ち上げることができるようです。摩擦係数から肌年齢が分かるのかも知れません。



指の摩擦力を測定する装置

(4) 板の表面を観察する

光学顕微鏡、電子顕微鏡 (SEM)、レーザー顕微鏡、原子間力顕微鏡 (AFM) など、複数の装置の使用を体験しながら、実験に使った板のでこぼこ具合はどうなっているかを比べます。



表面を観察する装置の例 (AFM とレーザー顕微鏡)

(5) 摩擦について考察する

実験の結果を考察します。例えば、次のことを考えてみます。

- ・ ツルツルとザラザラ、摩擦係数が高いのはどちらか
- ・ 油で濡らすと何故摩擦が下がるか
- ・ 本当に接触している面積はどれくらいか
- ・ アモントンクーロンの摩擦法則は何故成り立つか

(6) まとめ

実験と観察と考察を通して、大学 4 年生から始まる研究の流れを実際に体験したことになります。



摩擦測定の実験の様子

## キーワード

### トライボロジー(tribology)

トライボロジーとは、摩擦・摩耗・潤滑のメカニズムなどを扱う学問領域である。ギリシア語で「摩擦」を意味する *tribos* を語源とし、1965年にイギリスでまとめられた摩擦や摩耗による損害を推定した報告書（ジョスト報告）で初めて用いられた造語である。

### アモントンクーロンの摩擦法則

1. 摩擦力  $F$  は垂直荷重  $N$  に比例する  
 $F = \mu N$   $\mu$  : 摩擦係数
2. 摩擦力は見かけの接触面積には無関係である
3. 静止摩擦力は動摩擦力よりも大きい
4. 動摩擦力は滑り速度に無関係である

### SEM (Scanning Electron Microscope、走査型電子顕微鏡)

電子線を絞って電子ビームとして対象に照射し、対象物から放出される二次電子を検出する事で対象を観察する。電子線で試料を走査し、電子線を当てた座標の情報から像を構築し表示する。

### レーザー顕微鏡

レーザー光を試料表面に反射させて、その焦点のずれを検出することにより、試料の高さ方向の測定が可能になる。それに加えて、レーザー光を試料表面に沿って走査することにより、3次元形状を取得する。

### AFM (Atomic Force Microscope、原子間力顕微鏡)

走査型プローブ顕微鏡 (SPM) の一種。先端の鋭いカンチレバー (探針) を用いて、試料表面をなぞる、または試料表面と一定の間隔を保ってトレースし、その時のカンチレバーの上下方向への変位を計測することで試料表面形状の評価を行う。