

## 1.1 基礎事項

### 1.1.1 摩擦力 (frictional force) とは

物体と物体とが面で接しているとき、面から物体には力が働かなくてはならない (そうでないと、延々面同士がめり込んでゆく！？)。この力を**抗力**と呼ぶ。慣習として、抗力の垂直成分を\_\_\_\_\_といい、 $N$  であらわす。平行方向成分を\_\_\_\_\_といい  $F$  とあらわす (p56, 図 42-b)。\*1本稿では主に、摩擦力について整理してゆく。物体に働く抗力と垂直抗力、摩擦力の関係を図 1.1に図解した。ただし、簡単のために図示しなかったが、物体は床に逆向きの力を及ぼすこと (作用反作用の法則) を決して忘れてはいけない！

### 1.1.2 摩擦力の種類

摩擦力を勉強するにあたって、注意すべきは以下の 3 つの力の区別である。

1. 物体が面に対して滑り出すのを妨げる摩擦力 → \_\_\_\_\_ ( $F$ )
2. 物体が滑り出す直前に働く摩擦力 → \_\_\_\_\_ ( $F_0$ )
3. 物体が面上を滑っているときに働く摩擦力 → \_\_\_\_\_ ( $F'$ )

### 1.1.3 力の性質を学ぶにあたって

物理量には、大きさだけを持つ量 \_\_\_\_\_ ( )  
と、大きさと向きを持つ量 \_\_\_\_\_ ( )  
があった。

□ 力はどちらか？ A. \_\_\_\_\_ → したがって、  
\_\_\_\_\_ に注意して勉強しよう！

### 1.1.4 静止摩擦力 $F$ (static friction)

静止摩擦力  $F$  は、物体が面に対して静止しているときに、外力に逆らって働く摩擦力だった。従って、物体に作用している外力と静止摩擦力は \_\_\_\_\_ ことがわかる。外力が大きくなれば、それにあらがうように静止摩擦力も大きくなるし、逆に小さくなれば、静止摩擦力も小さくなるのだ。

静止摩擦力に逆らって外力を加え続けてゆくと、いつか物体は滑り出す。この滑り出す直前の静止摩擦力のことを、特別に最大摩擦力  $F_0$  とよんでいる。 $F_0$  は、**実験的に**、垂直抗力  $N$  に比例して、その比例定数のことを \_\_\_\_\_ ( $\mu_0$  \*2) という。

$$F_0 = \text{_____} \quad (\text{最大摩擦力の公式})$$

### 1.1.5 動摩擦力 $F'$ (sliding friction)

運動している物体に作用する摩擦力を動摩擦力  $F'$  という。 $F'$  は一定で、**実験的に**、垂直抗力  $N$  に比例して、その比例定数のことを \_\_\_\_\_ ( $\mu'$ ) という。

$$F' = \text{_____} \quad (\text{動摩擦力の公式})$$

静止摩擦係数  $\mu_0$  と動摩擦係数  $\mu'$  との間には、**実験的に**に以下の大小関係が知られている。

$$\mu_0 > \mu'$$

### 1.1.6 $F, F_0, F'$ のプロット

我々は、摩擦力の議論に必要な十分な知識を獲得した。次に、この知識を運用する訓練として、図 1.1において、外力を時間的に増やしてみよう。すなわち、 $f(t) = t$

\*1 垂直抗力は Normal force の頭文字。摩擦力は Friction の頭文字。

\*2  $\mu$ : ギリシャ文字で、ミューと読む。

## 1.2 演示演義（摩擦角）

とする。その時、摩擦力は  $F \rightarrow F_0 \rightarrow F'$  と変化する。  
この値を図 1.2 にプロットしてみよう！手順は、

1. 軸は何を示しているか、その単位は何かを明記す

る。（物理量とその単位はセット！）

2. 今回は縦軸を摩擦力の大きさ  $F$  [N]，横軸を経過時間  $t$  [s] とする。
3. 実際にプロットを行え。

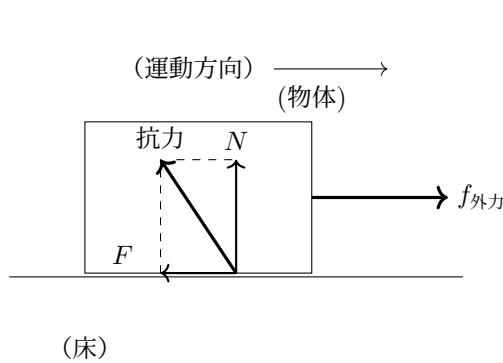


図 1.1 抗力の模式図（簡単のため、床と物体を離し、物体に働く力のみを書いている）

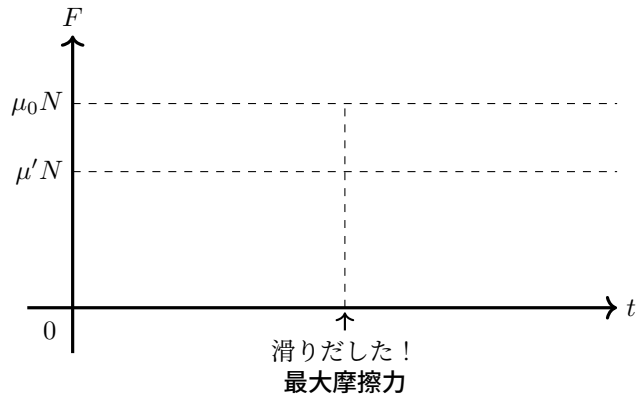
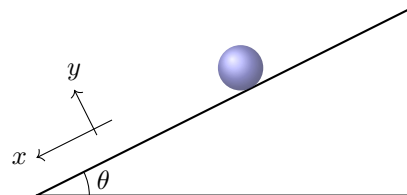


図 1.2 摩擦力の大きさの大小関係（向きは外力逆向き）

## 1.2 演示演義（摩擦角）

傾角  $\theta$  の斜面上に質量  $m$  の小球が静止している状況を考える。この  $\theta$  を徐々に増やしてゆくと、斜面下向きの外力が増加し、いずれ  $\theta_0$  で臨界点を迎え、滑り出す。この  $\theta_0$  を摩擦角と呼ぶ。この現象を解析し、 $\theta_0$  を求めてみよう。ただし、小球は回転しないものとする。静止摩擦係数は  $\mu_0$  とせよ。



図に、力を図示してみよう。摩擦力の種類と向きに注意せよ。この図に従って、 $x, y$  方向について \_\_\_\_\_ の式を立てると、

$$x : 0 = \quad (1.1)$$

$$y : 0 = \quad (1.2)$$

となる。滑り出す直前、（静止摩擦力・最大摩擦力・動摩擦力）に達するので、

$$F = F_0 = \mu_0 N =$$

が成り立つ。従って、式 (1.1), (1.2) から

=

となり、 $\theta_0$  は

$$\mu_0 =$$

を満たす角度であることがわかる。