

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くなくてはならない（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、注意するべきは以下の 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、いつか物体は滑りだす。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 _____ (μ_0)^{*2} という。

$$F_0 = \quad \text{（最大摩擦力の公式）}$$

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 _____ (μ') という。

$$F' = \quad \text{（動摩擦力の公式）}$$

静止摩擦係数 μ_0 と動摩擦係数 μ' との間には、実験的に以下の大小関係が知られている。

$$\mu > \mu'$$

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} μ : 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。

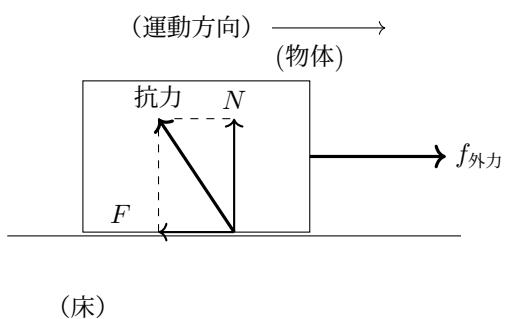


図 1.1 抗力の模式図（簡単のため、床と物体を離し、物体に働く力のみを書いている）

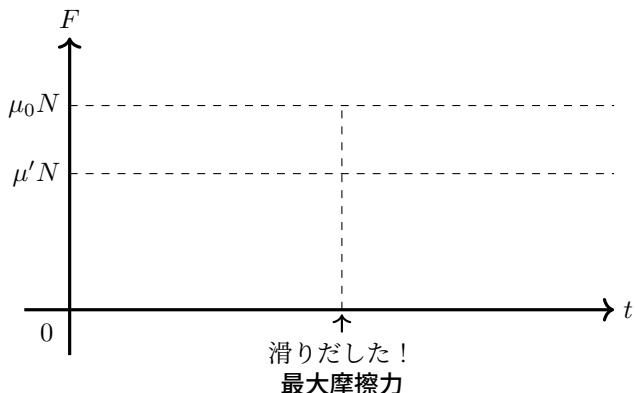
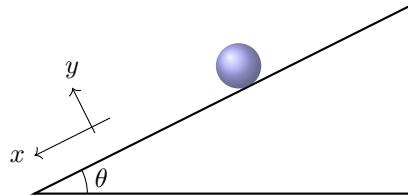


図 1.2 摩擦力の大きさの大小関係（向きは外力逆向き）

1.2 演示演義（摩擦角）

傾角 θ の斜面に質量 m の小球が静止している状況を考える。この θ を徐々に増やしていくと、斜面下向きの外力が増加し、いずれ θ_0 で臨界点を迎える。滑りだす。この θ_0 を摩擦角と呼ぶ。この現象を解析し、 θ_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 μ_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、 θ_0 は

$$\mu_0 =$$

を満たす角度であることがわかる。