

Date of Lab 03/12/14

Date of Submission 12/12/14

Physics Laboratory Report

Title 表題

摩擦

Author 著者	Class 11-I	No. 27	Name 氏名	山岸 史拓
--------------	---------------	-----------	------------	-------

Co-workers  
共同実験者 渡辺 健太

Summary

実験により、摩擦は表面積によって左右されず、  
触れ合う物同士に発生する摩擦係数 $\mu$ と、質量  
(重力:  $mg$ ) に比例することを知った。

定義:  $F = \mu mg$

そして、最大静止摩擦力  $F_0$  と動摩擦力  $F'$  は  
 $F_0 > F'$  が常に成り立つことが分かった。

Addition/Correction  
追加/修正

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

\* Write your report in Japanese or in English \* Use this form as a front cover.  
\* Submit your reports by the seventh day after your lab. You can add to or correct your report; note when you have done this.

## 2. 目的

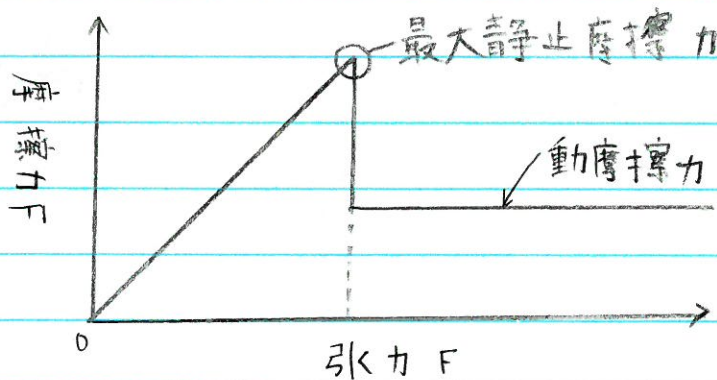
静止摩擦係数 (最大静止摩擦係数) と動摩擦係数を測定する。物体の重さや

### 理論

最大静止摩擦係数は、 $F_0 = \mu N$  で表され、この場合  $\mu$ 、摩擦係数は、 $\mu = \tan \theta_0$  と表される。

そして、動摩擦は、 $F' = \mu' N$  と表される。

摩擦力は、 $F_0 > F'$  となる。(下の図参照)

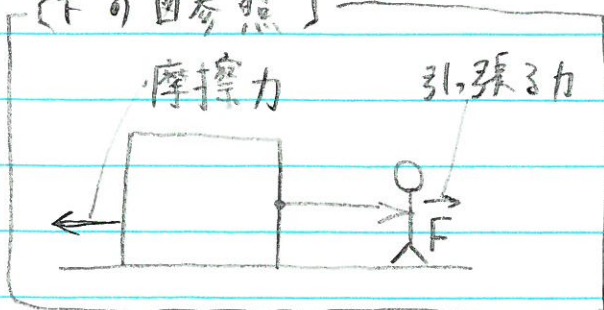


最初物体が引張られると、摩擦力は、F に比例する。

しかし、最大静止摩擦係数に達すると、F に比例せず、摩擦力は一定になる。この力を動摩擦係数と言います。

摩擦力は、常に力のかかっている方向と逆向きである。

(下の図参照)



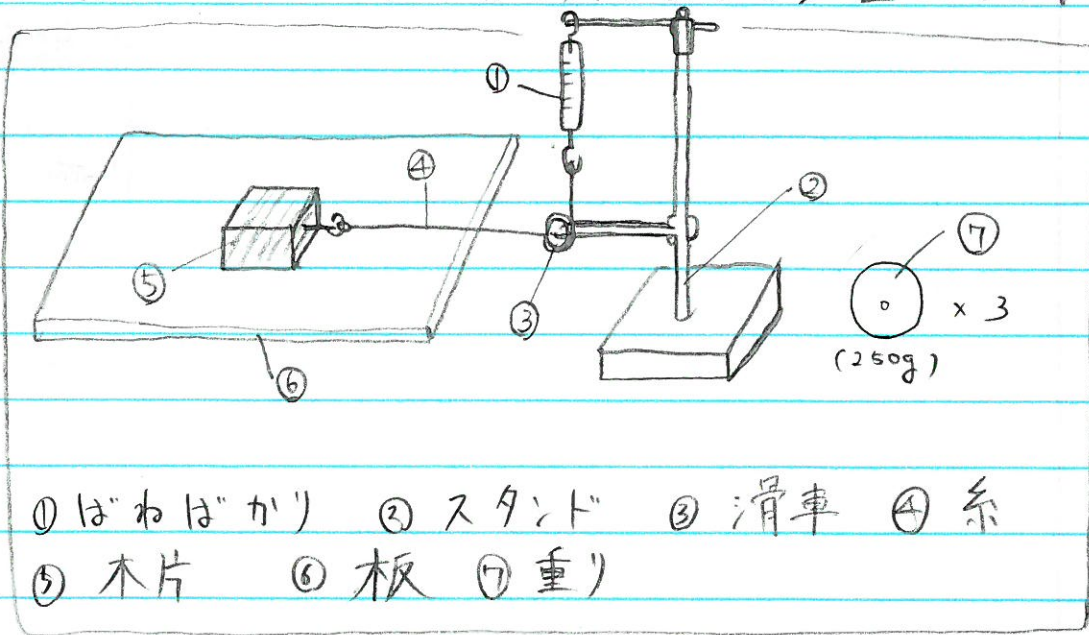
### 3. 実験

#### (1) 実験器具

ばねばかり、木片、板、滑車、糸、おもり(250g)3つ、定規、スタンド、記録用紙

#### (2) 実験方法

- ① 装置を以下の様に組立てた。滑車の高さを調節し、木片側の糸と板が平行になるようにした。そして、ばねばかりの位置を測定し、ばねばかり側の糸が鉛直になるようにした。

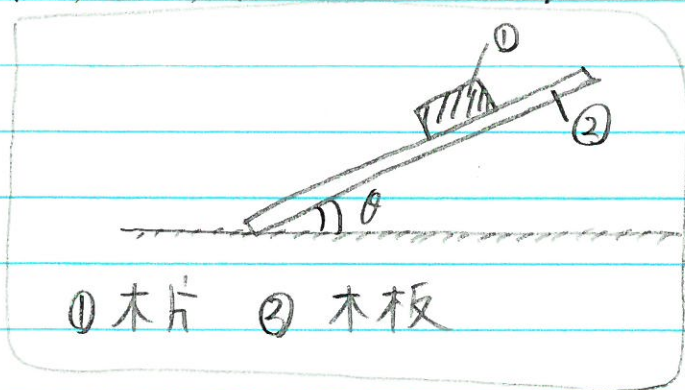


- ② 木片の寸法、重さを測定した。ばねばかりの0点調節も行った。
- ③ 板をゆっくり引き、木片が滑り出す直前のばねばかりのめもりを読みとった。静かに板を引き、最大摩擦力、動摩擦力の測定を行った。
- ④ ③ 同様の実験を木片の向きを変えて行った。
- ⑤ ③ 同様の実験を重しをのせ行った。重しは、1つ、2つ、3つの



場合で行った。

⑥ 下の図の様に器具を設置した。



⑦ 木片が動き始めた時の角度を測定し、 $\tan \theta$ を求めた。

⑧ 木片におもりを乗せ、⑦同様に実験を行った。

### (3) 実験結果

① 板の面の種類：あらい 接触面積： $176.64 \text{ cm}^2$

実験	1	2	3	4
木片とおもりの質量 [ $\times 10^3 \text{ kg}$ ]	3.26	5.76	8.26	10.76
垂直抗力 $N$ [N]	3.19	5.64	8.09	10.5
最大静止摩擦力 $F$ [N]	0.8	1.8	2.8	3.8
動摩擦力 $F'$ [N]	0.7	1.5	2.1	2.4
静止摩擦係数 $\mu$	0.25	0.32	0.35	0.36
動摩擦係数 $\mu'$	0.22	0.27	0.26	0.23

$$\text{静止摩擦係数 } \mu_{av} = (0.25 + 0.32 + 0.35 + 0.36) \div 4 = 0.32$$

$$\text{動摩擦係数 } \mu'_{av} = (0.22 + 0.27 + 0.26 + 0.23) \div 4 = 0.245$$

② 板の種類: あらい 接触面積:  $49.62 \text{ cm}^2$

実験	5	6	7	8
木片とおりの質量 $(10^{-2} \text{ kg})$	325	576	826	1076
垂直抗力 $N$ $(\text{N})$	3.18	5.64	8.09	10.5
最大静止摩擦力 $f$ $(\text{N})$	0.8	1.8	2.6	3.7
重力摩擦力 $f'$ $(\text{N})$	0.6	1.6	2.1	2.9
静止摩擦係数 $\mu$	0.25	0.32	0.32	0.35
動摩擦係数 $\mu'$	0.19	0.28	0.26	0.23

$$\text{静止摩擦係数 } \mu_{av} = (0.25 + 0.32 + 0.32 + 0.35) / 4 \\ = 0.31$$

$$\text{動摩擦係数 } \mu'_{av} = (0.19 + 0.28 + 0.26 + 0.23) / 4 \\ = 0.24$$

①, ②より、接触面積により、摩擦力は変わらなから比較した。

③ 板の種類: 滑らか 接触面積:  $176.69 \text{ cm}^2$

実験	9	10	11	12
木片とおりの質量 $(10^{-2} \text{ kg})$	325	576	826	1076
垂直抗力 $N$ $(\text{N})$	3.18	5.64	8.09	10.5
最大静止摩擦力 $f$ $(\text{N})$	0.7	1.4	1.6	2.5
重力摩擦力 $f'$ $(\text{N})$	0.6	1.1	1.9	2.0
静止摩擦係数 $\mu$	0.22	0.25	0.20	0.29
動摩擦係数 $\mu'$	0.19	0.20	0.24	0.19

$$\text{静止摩擦係数 } \mu_{av} = (0.22 + 0.25 + 0.20 + 0.29) / 4 \\ = 0.2275$$

$$\text{動摩擦係数 } \mu'_{av} = (0.19 + 0.20 + 0.24 + 0.19) / 4 \\ = 0.205$$



## 実験①~③の摩擦係数 $\mu$

実験	$\mu_{av}$	$\mu'_{av}$	$\mu_{av} - \mu'_{av}$
1~4	0.32	0.245	0.075
5~8	0.31	0.24	0.07
9~12	0.2275	0.205	0.0225

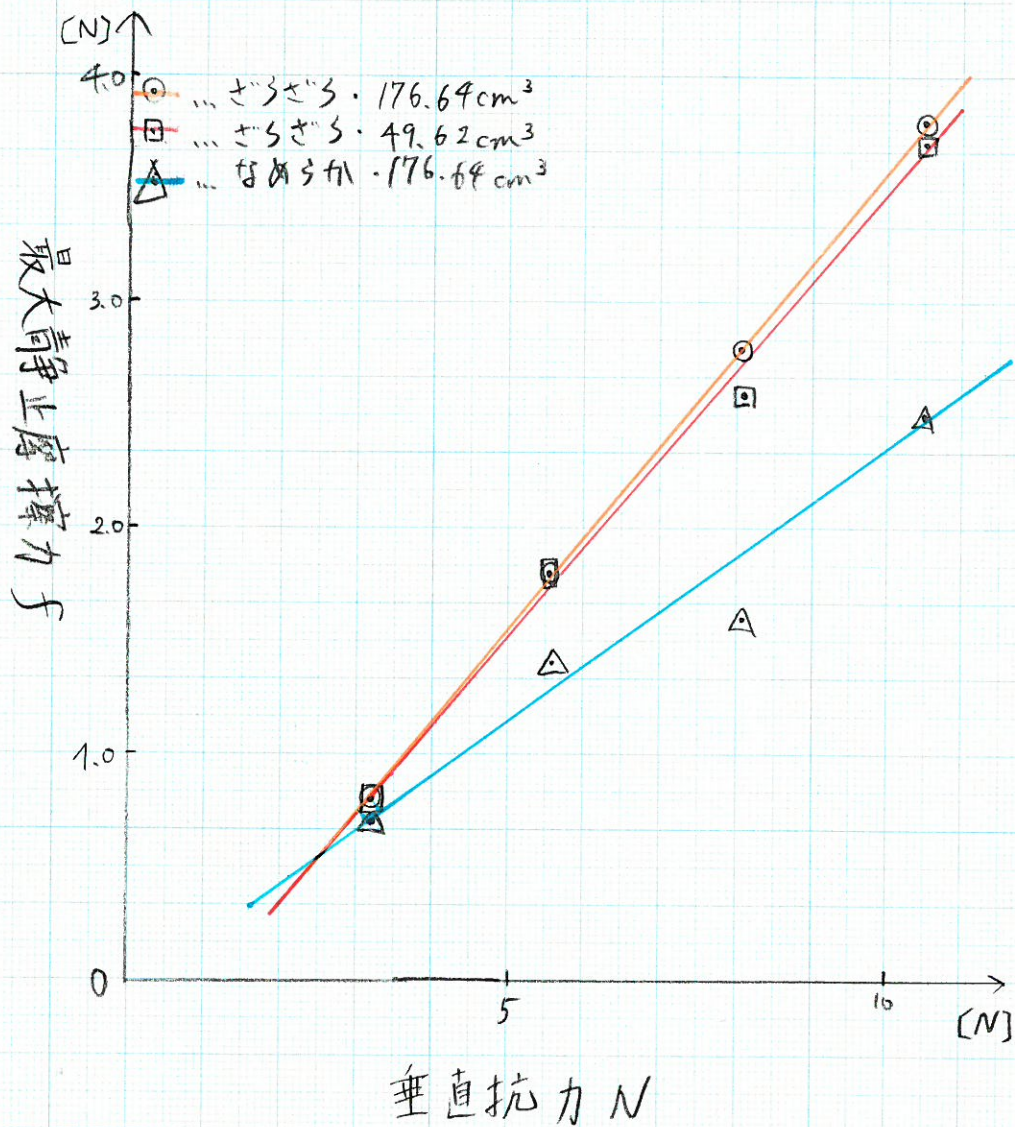
1~4 と 5~8 の実験データは 0.005 の誤差が生じた。  
 ささやかな平面な方がなめらかな方よりも摩擦定数が  
 小さかった。

## 摩擦角の測定

摩擦角  $\theta$  の三角形は底平を 60cm と置き測定した。

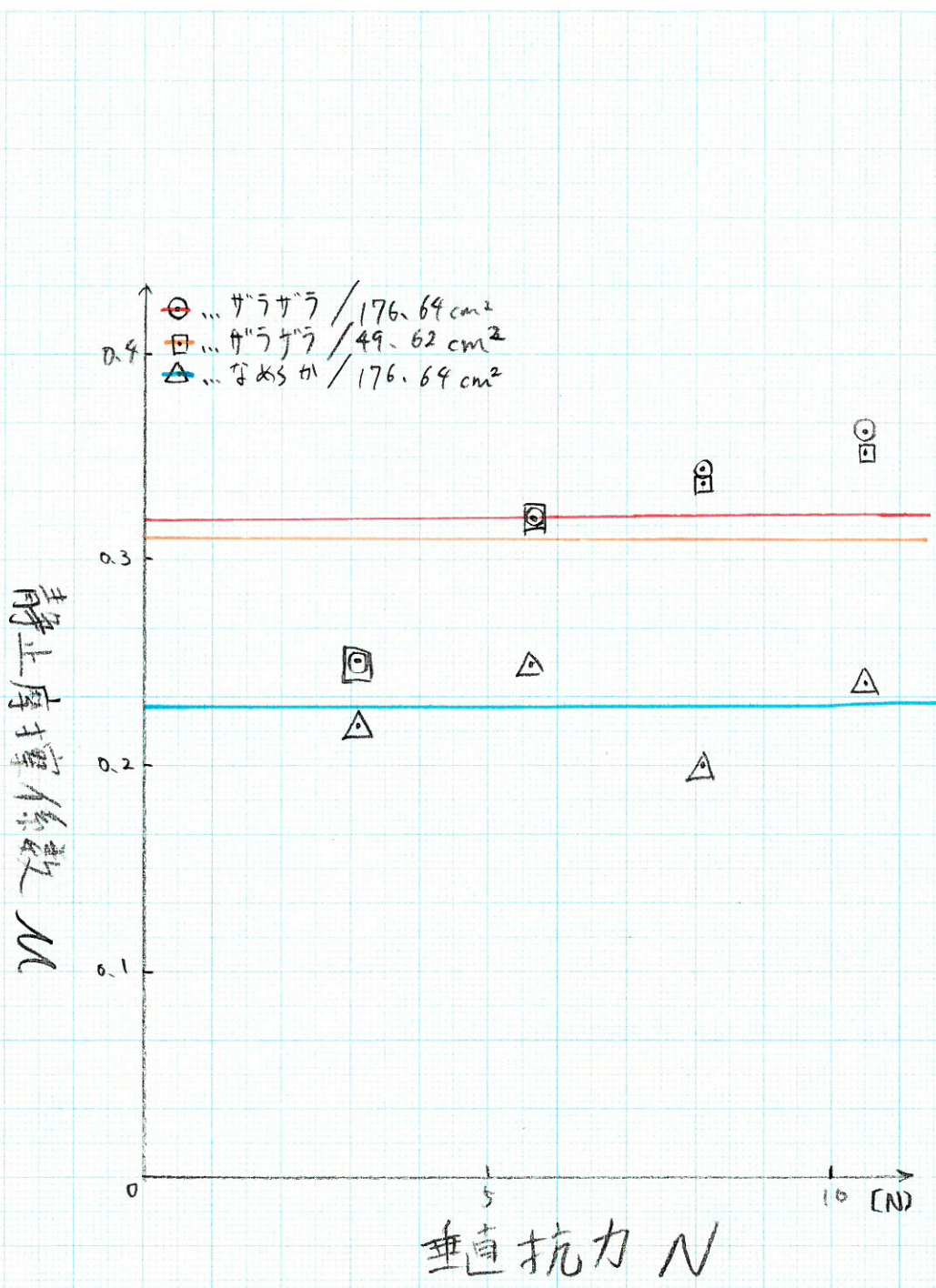
実験	1	2	3	4
質量 [g]	326	576	826	1076
高さ [cm]	13.6	10.6	9.2	9.0
$\theta$ [ $^{\circ}$ ]	13.1	10.71	8.820	8.626
静止摩擦係数 $\mu = \tan \theta$	0.233	0.189	0.156	0.152





[グラフ 1] 垂直抗力の変化による、最大静止摩擦力の変化

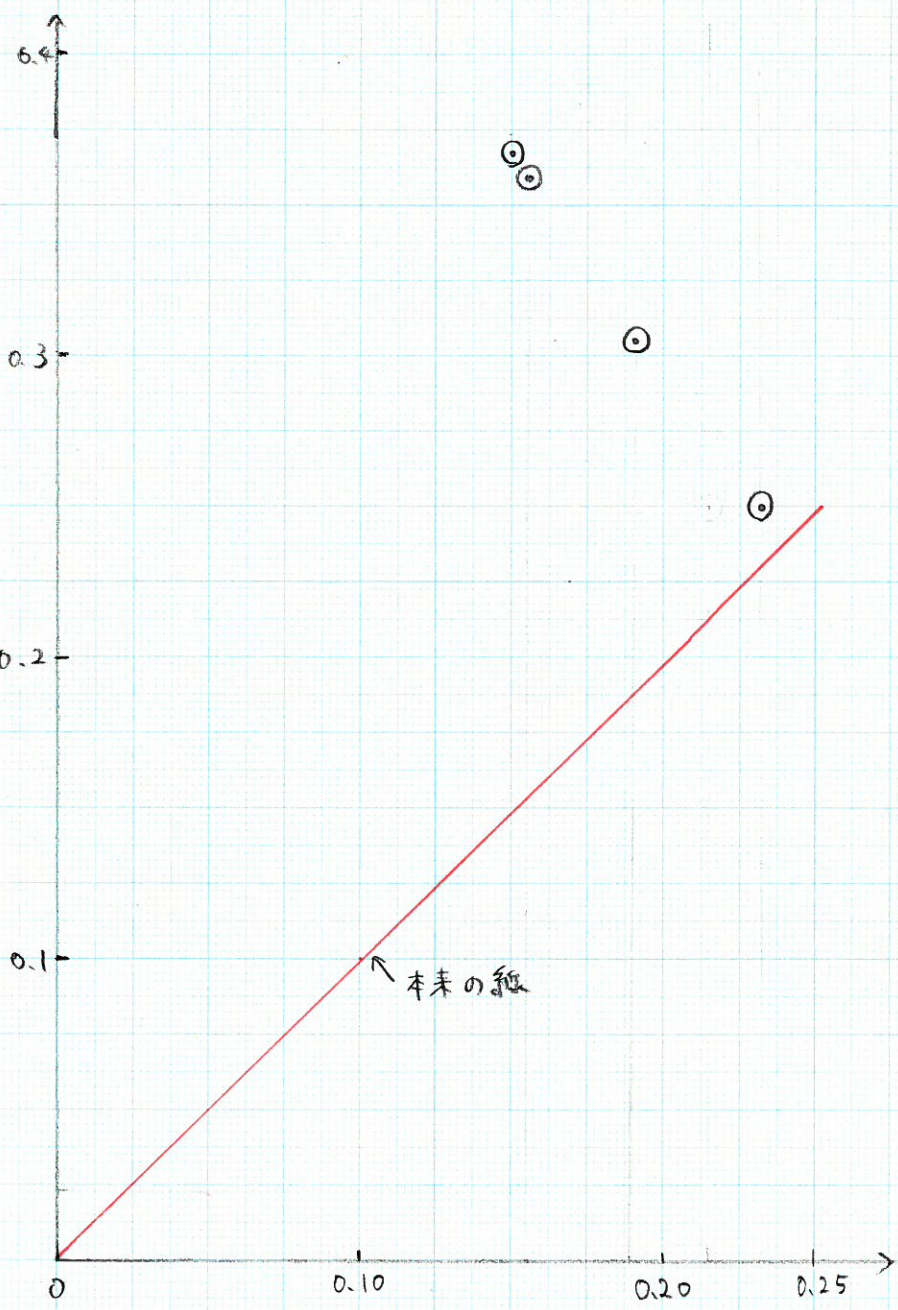




[7772] 垂直抗力の変化による、静摩擦係数の変化



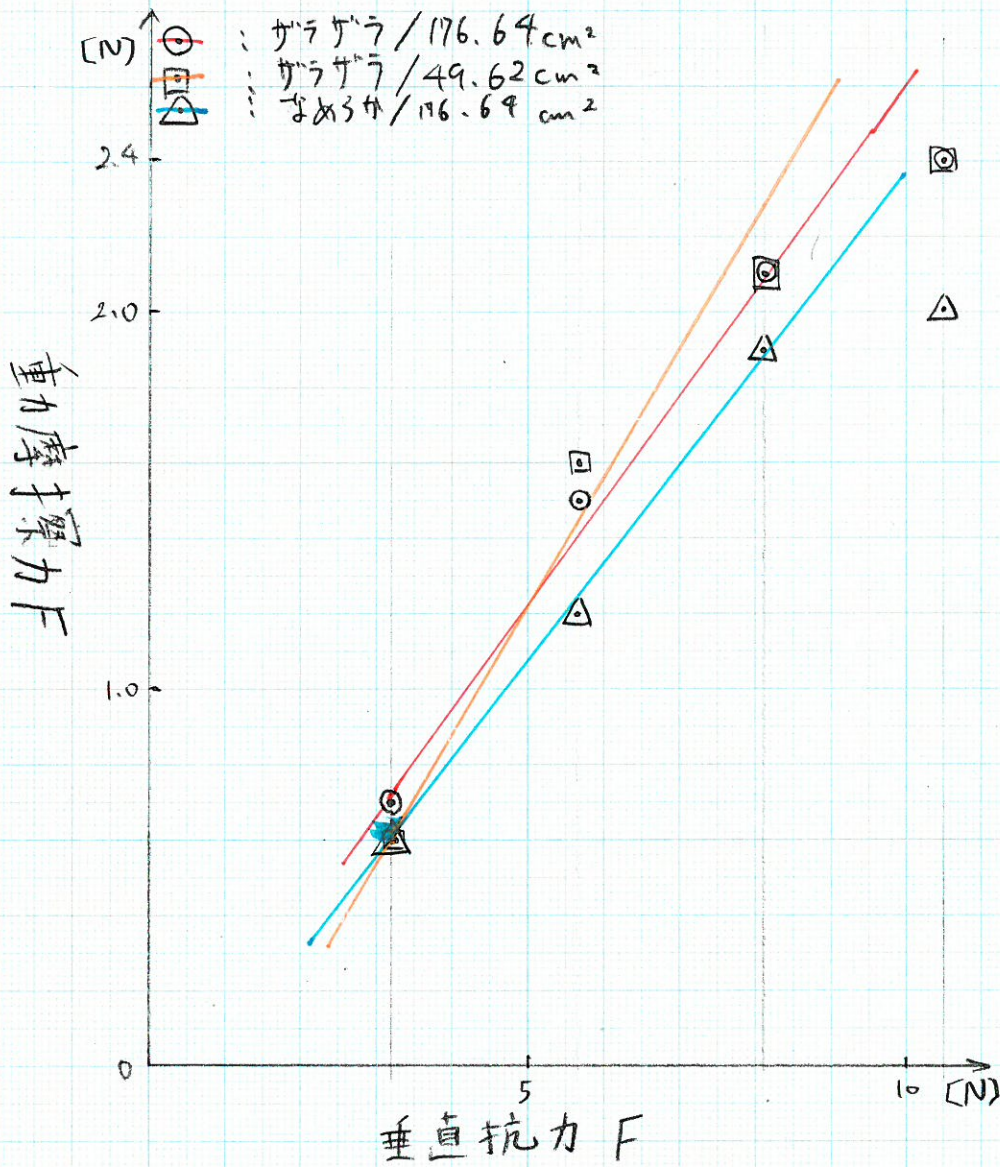
静止摩擦係数



静止摩擦係数  $\mu = \tan \theta$

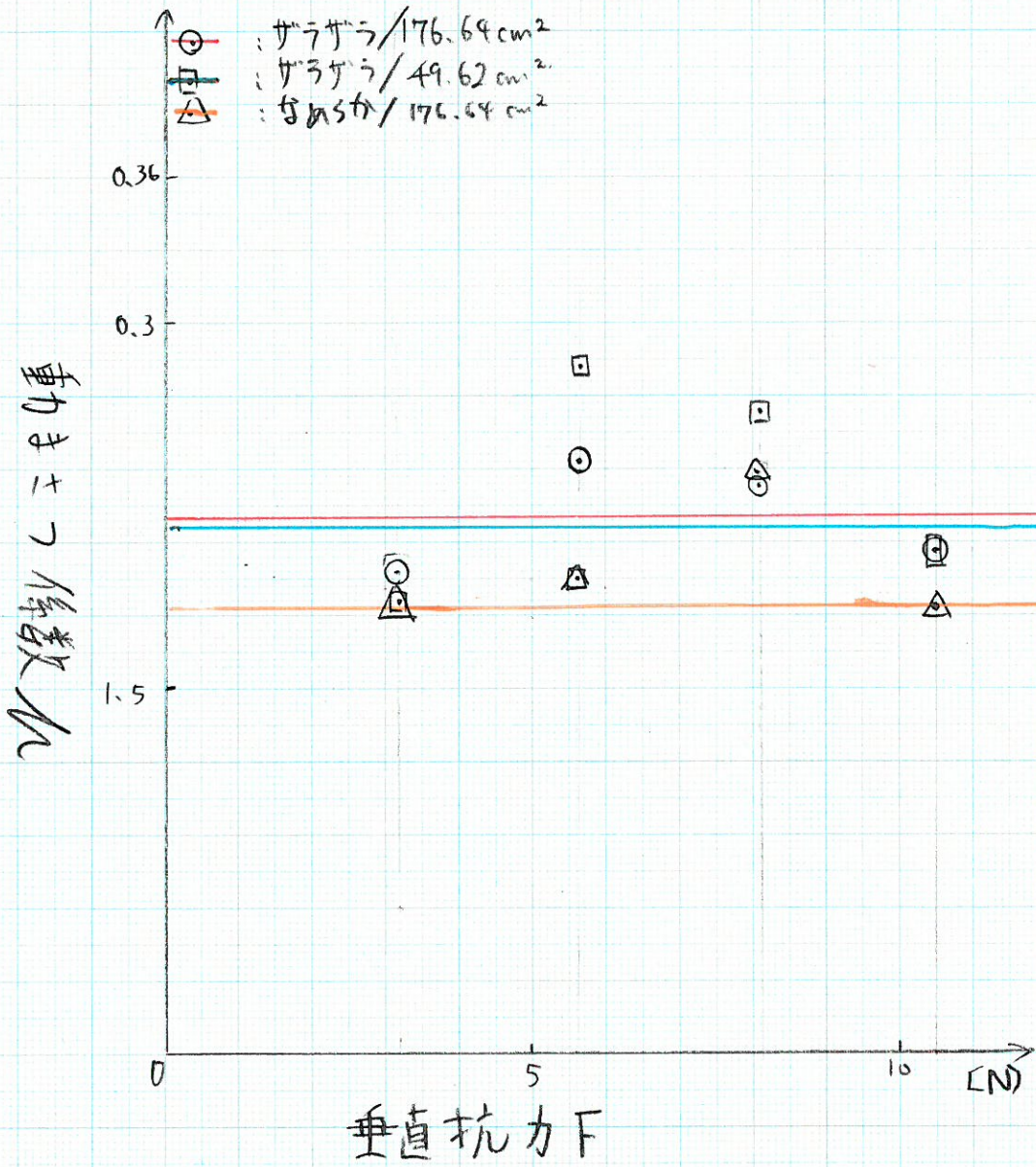
【例】 静止摩擦係数の関係





〔グラフ4〕 垂直抗力の変化による、動摩擦力の変化





〈ガラ75〉 垂直抗力による動摩擦係数の変化



#### 4. 考察

実験①により、接触面積によって摩擦力が変わったのではなく、物体の質量及び垂直抗力により変化する。

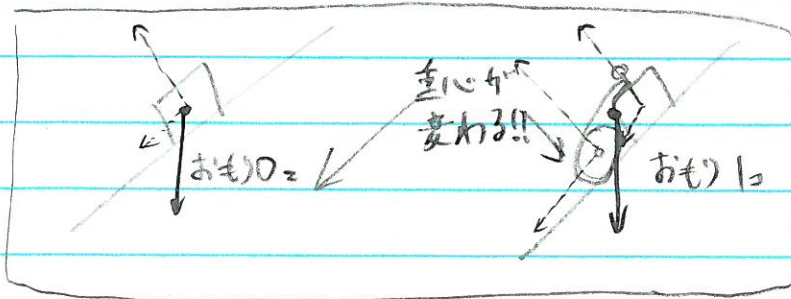
摩擦力の式、 $F = \mu mg$  が成り立っていたと考えるとして、物体の質量が変化しても摩擦定数 $\mu$ は、影響をほとんど受けない(規則性がない)ことが分かった。

本来、摩擦係数は、物体それぞれが決まって持っている値なので、誤差が正しいはずであると考えた。しかし今日、全て  $\mu_{av}$  から誤差は小さいものの、出てしまった。

そして全ての値において最大静止摩擦力は、動摩擦力を上まわっていた。これにより  $F_0 > F'$  が分かった。

そして、 $\mu_0$  (最大摩擦力の摩擦係数)は重さによって変化しないので、 $\mu_0 = \tan \theta$ 、重さが変わっても、すべり出す角度は変わらないはずであると考えた。しかし、今日の実験では、重さが増すにつれ、角度は低く、

$\mu_0$  も小さくなってしまった。その理由は主に、重りをつけたことにより重心の位置が変わり、力のかかり方が変わったのではないかと考えた。下の図参照。



おもりが増えることにより、おもりの力のベクトルと、木片で2つの力がかかる。そのため、実験に少し支障が出たと考えた。

今日の実験により、 $F = \mu mg$  なので、摩擦力 $F$ は、質量にのみ変化する事が分かり、同じ物体同士ならば、



摩擦抵抗係数  $\mu$  は変化しないことが分かった。

## 5. 感想

今日の実験は、摩擦であったので、最大静止摩擦力が一瞬で重力まきつかに移ってしまふことに注意して行った。最大静止摩擦力を越える力を加えると、すぐに動摩擦力に移るので、 $\tau - A$  を正確に測るのがとても難しく感じた。摩擦力は全て垂直抗力にのみ比例するという結果が納得いかなかった。表面積が大きい物の方が摩擦する部分が多いと考えたからだ。しかし、あまり誤差はなく、表面積が大きい方、単位面積あたりの  $mg$  が小さいため、摩擦力は変わらないと思った。手動で板を動かすことにより、摩擦力を測るやり方には少し難点を感じた。何故なら、ばねばかりが、とても振れ幅がでかかったので、とても  $\tau - A$  とするには、不正確であり、非常に、実験を慎重にやらなければならぬと思った。実験を改善するには、板を一定の速度で引けるような装置、例えば、ベルトコンベアや、板にひもをつけ、ひもを一定速度で走るモーターカーで引、張るなどという工夫があると良いと思った。

## 6. 参考文献

啓林館「基礎物理学」

三省堂「物理Ⅰ」