

Date of Lab 12/3/2014

Date of Submission 12/12/2014

Physics Laboratory Report

Title 表題

摩 擦

Author 著者	Class I	No. 22	Name 氏名	高橋 愛実
--------------	------------	-----------	------------	-------

Co-workers  
共同実験者 伊藤 奈々

Summary

ばねばかりを使って最大静止摩擦力と動摩擦力を測定していた。(色々な条件を変えながら) また、板の上におもりをのせ、板の片方をもちあげて、おもりが滑り出しに時の、板と机の高さを測り、摩擦角を計算して出した。データを元にして、グラフを作成した。

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

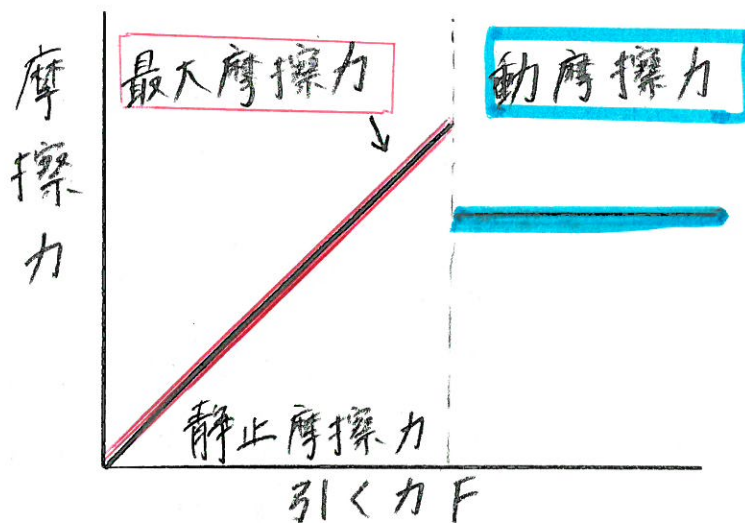
\* Write your report in Japanese or in English \* Use this form as a front cover.  
\* Submit your reports by the seventh day after your lab. You can add to or correct your report: note when you have done this.

# 序

目的：静止摩擦力(最大静止摩擦力)と動摩擦力を測定する。物体の重さや接触面と摩擦力の関係を調べる。

理論： $\mu = \tan \theta$ ,  $F = \mu N$ ,  $F' = \mu' N$

滑らかな面ほど摩擦が小さく、荒い面ほど摩擦が大きい。



最大静止摩擦力の大きさ  $F_0$  は接触面同士が押し合う力(垂直抗力)に比例する。

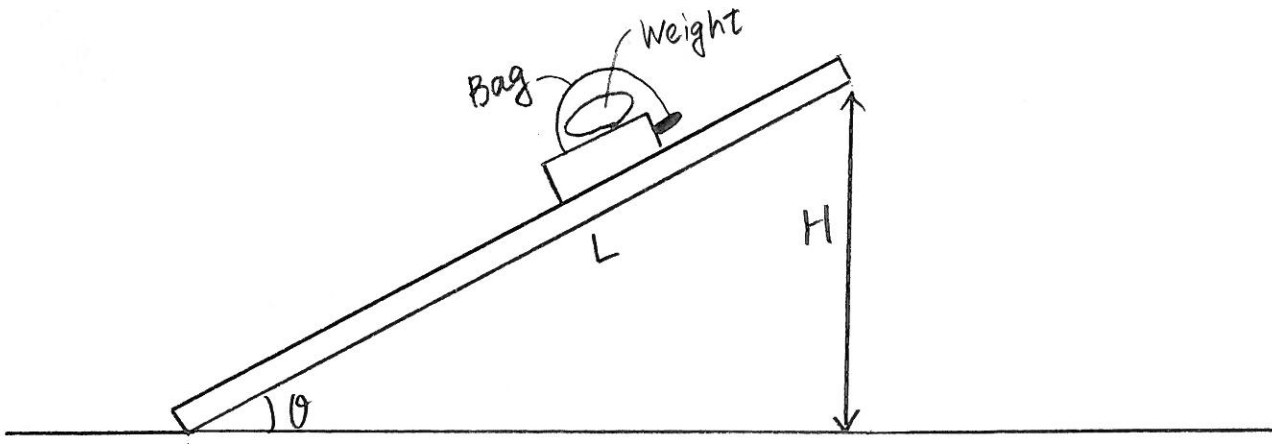
動摩擦力の向きは運動している向きと反対の向きである。

# 実験

実験器具：木のパネル、ばねばかり、木片、板、滑車、糸、おもり

実験方法：

1. ばねばかり 0 の調節後、木片の質量、木片にのせるおもりの質量を測定。
2. 木片の寸法も測定する。
3. 装置を組み立てる。
4. 滑車の高さを調節して、木片側の糸と板が平行になるようにする。
5. ばねばかりの位置を測定して、ばねばかり側の糸が鉛直になるようにする。
6. 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取る。
7. 静かに板を引き、木片が滑っている時のばねばかりのめもりを読み取る。
8. 3 回くらい行い、平均を求める。
9. 木片の上におもりをのせ、同様に実験を行う。
10. おもりの量は様子を見て 3 種類くらい変える。
11. 木片の置き方を変えて(接触面積を変えて)、同様の実験を行う。
12. 板を裏返して実施してみる。
13. おもりの影響、接触面積の影響などを調べ、摩擦角の測定をする。



14.  $L$  と  $H$  の長さを測定し、 $\sin \theta = H/L$  から  $\theta$  を算出。
15.  $u = \tan \theta$  で測定した  $u$  とばねばかりで測定した  $u$  を比較する。
16. 静摩擦と動摩擦のグラフをそれぞれ作成する。

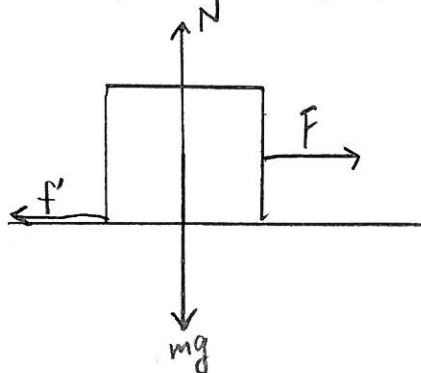
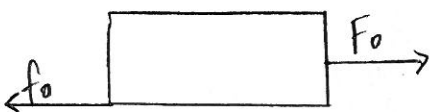
# 実験結果

木片 274 g おもり一個 250 g L = 60.7 cm

実験	1	2	3	4
板の面の種類	荒い	荒い	荒い	荒い
接触面積 ( $m^2$ )	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141
木片とおもりの質量 ( $\times 10^{-3} kg$ )	0.274	0.524	0.774	1.02
垂直抗力 N (N) $N = mg$ (つりあい)	2.69	5.14	7.59	10.0
最大静止摩擦力 $F_0$ (N)	0.600	0.866	1.44	2.07
動摩擦力 $F'$ (N)	0.550	0.900	1.27	1.77
静止摩擦係数 ばねばかり(u) $u = F_0/N$	0.223	0.169	0.189	0.206
動摩擦係数 ( $u'$ ) $u' = F'/N$	0.205	0.175	0.167	0.176
H/L	0.129	0.122	0.107	0.106
$\theta$	7.41	7.01	6.14	6.08
静止摩擦係数 $u = \tan \theta$	0.130	0.123	0.108	0.107

$f_0 = F_0$  (つりあい)

$(F - f') = ma = 0 \quad F = f'$



実験	5	6	7	8
板の面の種類	荒い	荒い	荒い	荒い
接触面積 ( $m^2$ )	0.00357	0.00357	0.00357	0.00357
木片とおもりの質量 ( $\times 10^{-3} kg$ )	0.274	0.524	0.774	1.02
垂直抗力 N (N)	2.69	5.14	7.59	10.0
最大静止摩擦力 $F_0$ (N)	0.567	1.20	1.97	2.13
動摩擦力 $F'$ (N)	0.567	1.20	1.97	2.13
静止摩擦係数 ばねばかり ( $u$ ) $u = F_0 / N$	0.211	0.234	0.259	0.213
動摩擦係数 ( $u'$ ) $u' = F' / N$	0.211	0.234	0.259	0.213
H/L	—	—	—	—
$\theta$	—	—	—	—
静止摩擦係数 $u = \tan \theta$	—	—	—	—

※木片の面積が小さかったため、木片の上におもりがのらず机と板との高さを測定出来なかったため、H/L、 $\theta$ 、静止摩擦係数( $u = \tan \theta$ )は空欄となっている。

実験	9	10	11	12
板の面の種類	滑らか	滑らか	滑らか	滑らか
接触面積 ( $m^2$ )	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141
木片とおもりの質量 ( $\times 10^{-3} kg$ )	0.274	0.524	0.774	1.02
垂直抗力 N (N)	2.69	5.14	7.59	10.0
最大静止摩擦力 $F_0$ (N)	0.733	1.40	1.93	2.77
動摩擦力 $F'$ (N)	0.467	0.833	1.50	1.43
静止摩擦係数 ばねばかり(u) $u = F_0/N$	0.273	0.272	0.255	0.277
動摩擦係数 ( $u'$ ) $u' = F'/N$	0.174	0.162	0.198	0.143
H/L	0.0797	0.0680	0.0580	0.0548
$\theta$	4.57	3.90	3.33	3.14
静止摩擦係数 $u = \tan \theta$	0.0800	0.0682	0.0581	0.0549

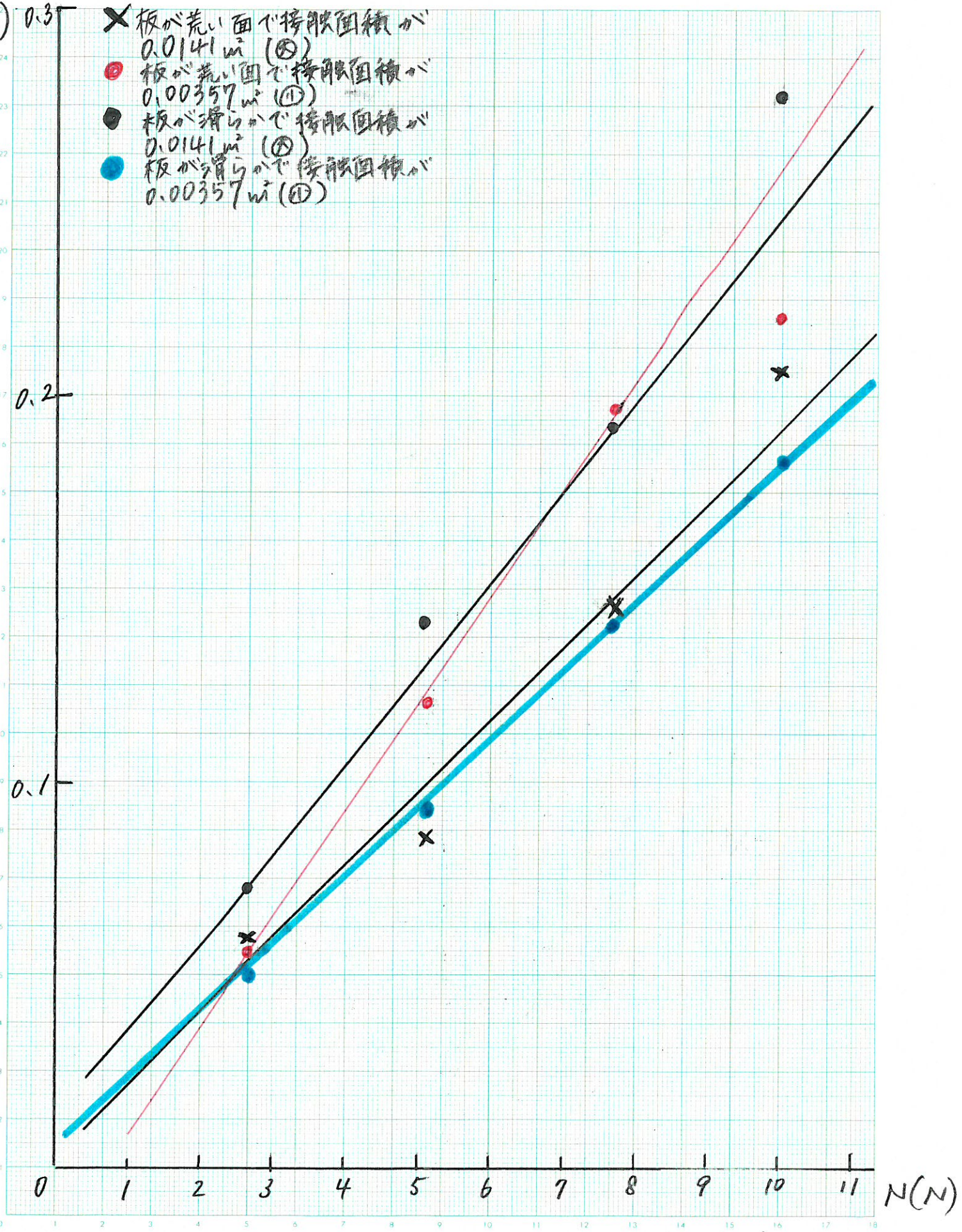
実験	13	14	15	16
板の面の種類	滑らか	滑らか	滑らか	滑らか
接触面積 ( $m^2$ )	0.00357	0.00357	0.00357	0.00357
木片とおもりの質量 ( $\times 10^{-3} kg$ )	0.274	0.524	0.774	1.02
垂直抗力 N (N)	2.69	5.14	7.59	10.0
最大静止摩擦力 $F_0$ (N)	0.500	0.930	1.40	1.83
動摩擦力 $F'$ (N)	0.500	0.930	1.40	1.83
静止摩擦係数 ばねばかり(u) $u = F_0/N$	0.186	0.181	0.185	0.183
動摩擦係数 ( $u'$ ) $u' = F'/N$	0.186	0.181	0.185	0.183
H/L	—	—	—	—
$\theta$	—	—	—	—
静止摩擦係数 $u = \tan \theta$	—	—	—	—

※木片の面積が小さかったため、木片の上におもりがのらず机と板との高さを測定出来なかったため、H/L、 $\theta$ 、静止摩擦係数( $u = \tan \theta$ )は空欄となっている。



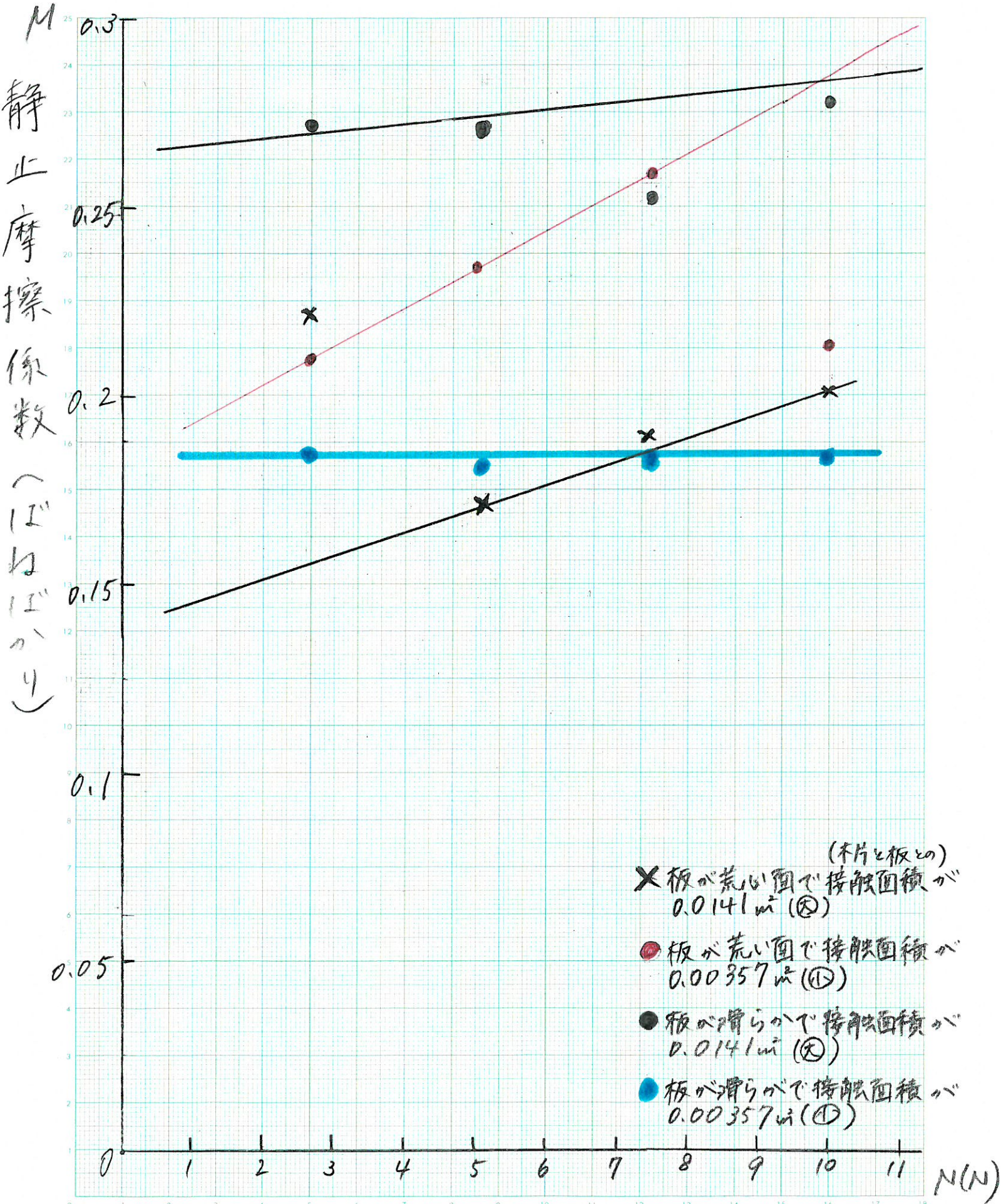
最大静止摩擦力

- ✕ 板が荒い面で接触面積が  $0.0141 \text{ m}^2$  (㊸)
- 板が荒い面で接触面積が  $0.00357 \text{ m}^2$  (㊹)
- 板が滑らかなで接触面積が  $0.0141 \text{ m}^2$  (㊺)
- 板が滑らかなで接触面積が  $0.00357 \text{ m}^2$  (㊻)



垂直抗力





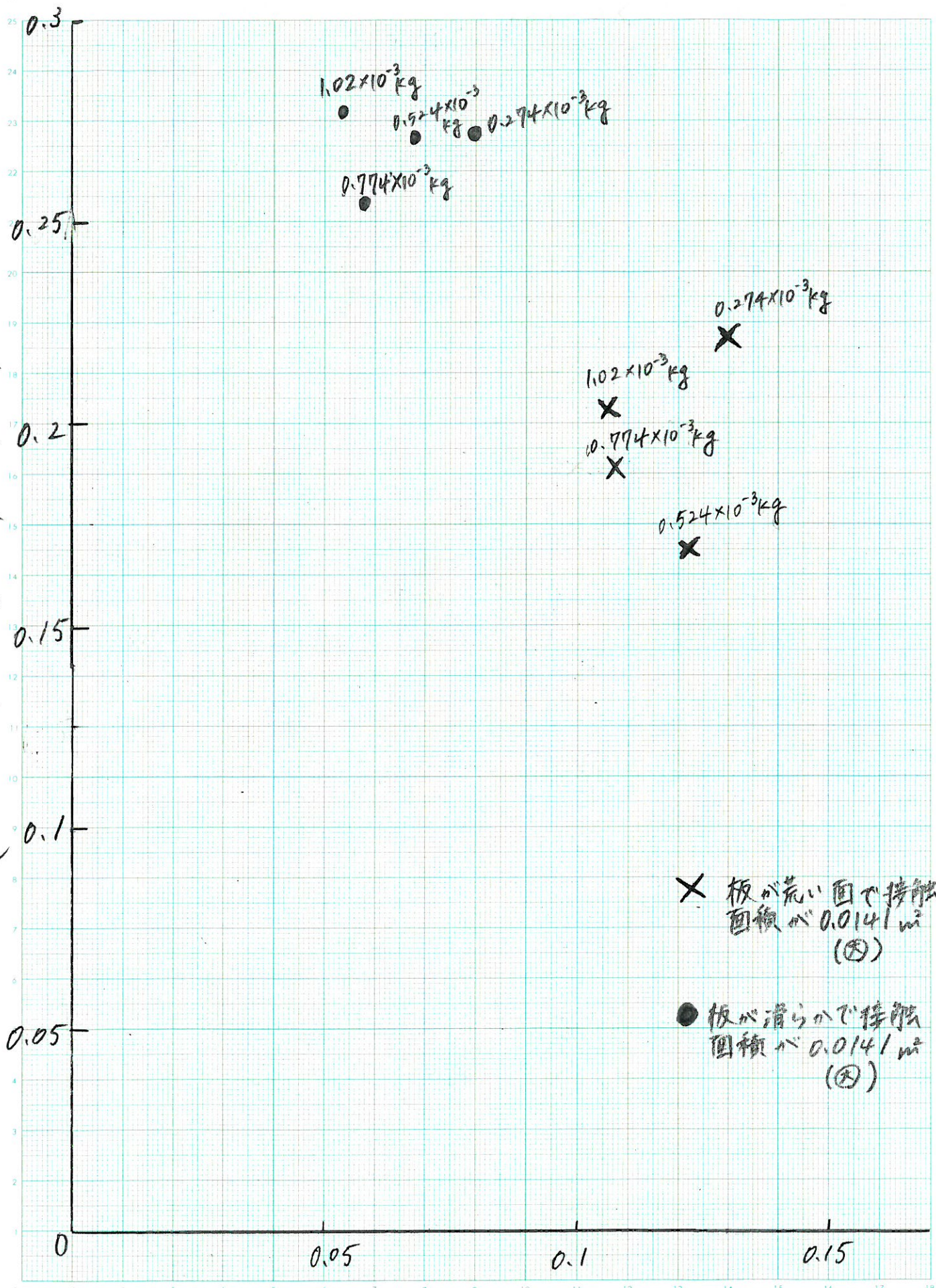
- × 板が荒い面 (木片と板との) で接触面積が  $0.0141 \text{ m}^2$  (㊸)
- 板が荒い面 で接触面積が  $0.00357 \text{ m}^2$  (㊹)
- 板が滑らかな面 で接触面積が  $0.0141 \text{ m}^2$  (㊺)
- 板が滑らかな面 で接触面積が  $0.00357 \text{ m}^2$  (㊻)



M

静  
止  
摩  
擦  
係  
数

(  
1.2"  
ね  
じ  
り  
)

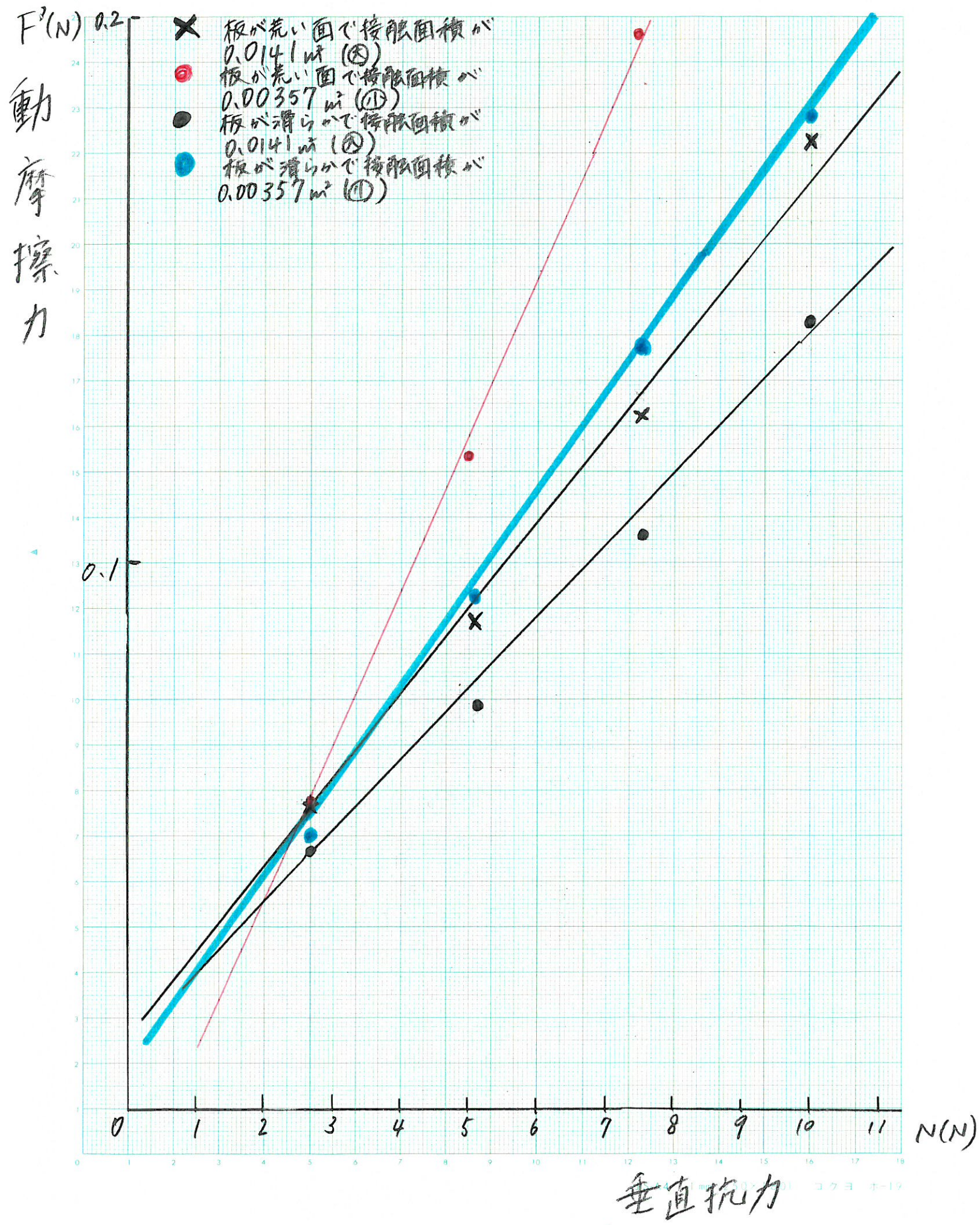


x 板が荒い面で接触  
面積が  $0.0141 \text{ m}^2$   
(⊗)

● 板が滑らかなで接触  
面積が  $0.0141 \text{ m}^2$   
(⊙)

静止摩擦係数 ( $u = \tan \theta$ )

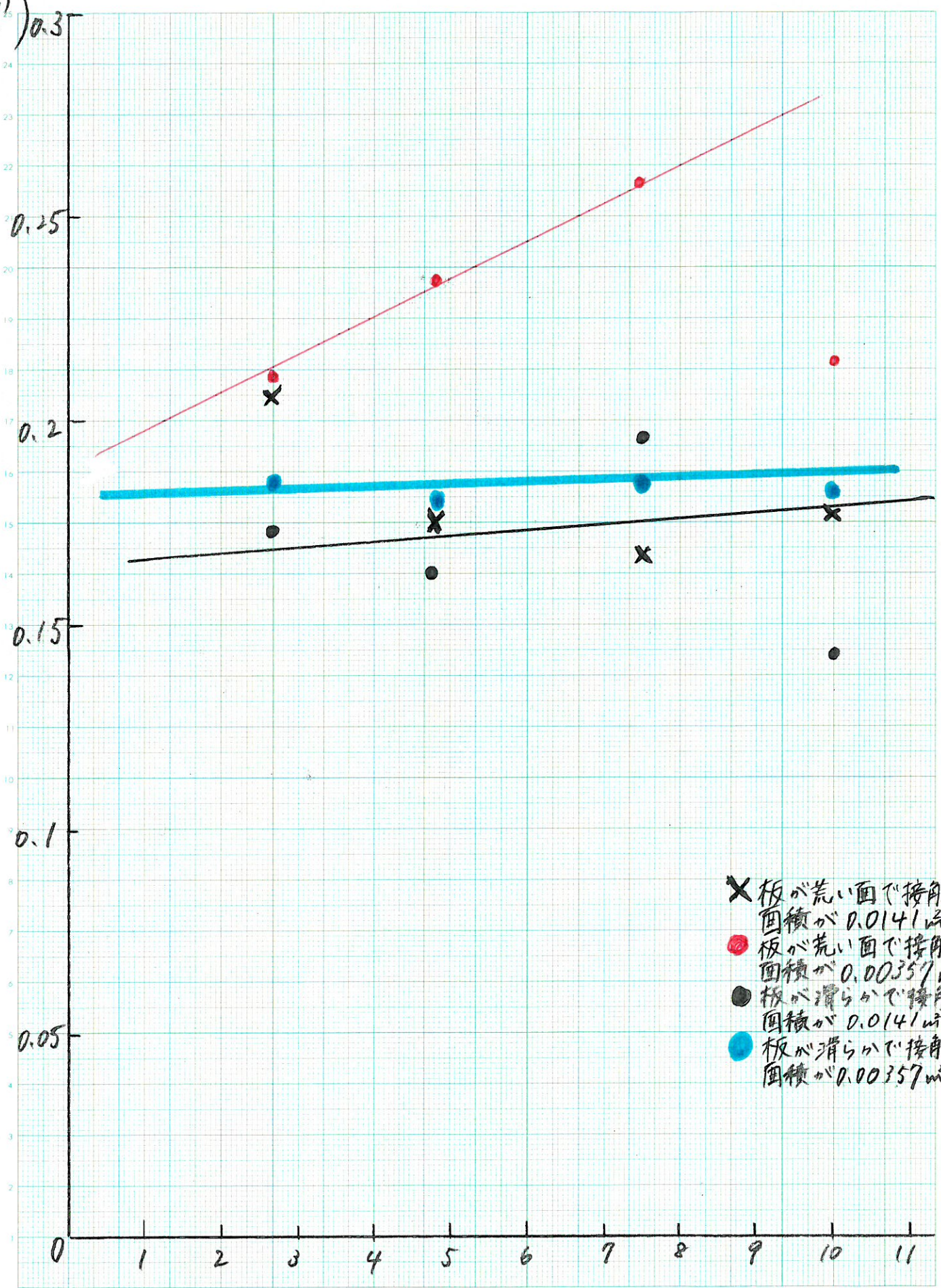






動摩擦係数

$(14^2)0.3$



- ✕ 板が荒い面で接触  
面積が  $0.0141 \text{ m}^2$  (㊦)
- 板が荒い面で接触  
面積が  $0.00357 \text{ m}^2$  (㊩)
- 板が滑らかなで接触  
面積が  $0.0141 \text{ m}^2$  (㊦)
- 板が滑らかなで接触  
面積が  $0.00357 \text{ m}^2$  (㊩)

垂直抗力



# 考察

物体の重さ(垂直抗力)と摩擦力はグラフから比例することがわかる。また接触面と摩擦力の間には何も関係がない。実験結果より、 $F = uN$ 、 $F' = u'N$  という理論は成り立つことがわかった。実際にこの公式に実験で得たデータを当てはめてみると、とても正確な数値がでてきた。 $H/L$ の値と静止摩擦係数( $u = \tan \theta$ )がほぼ一致した。これは実験データがきちんととれている証拠だといえる。滑らかな面ほど摩擦が小さく、荒い面ほど摩擦が大きという理論に関しては、私の実験結果を見る限り成り立っていない。しかし身近なこと、例えば私がつるつるしたホテルの床をローラースケートで滑るということと、反対にでこぼこ と突起がある地面を滑るといううえでは、想像できる通りでこぼこの地面の方ではローラースケートでスムーズに滑ることは出来ない。なぜかという理由を論理的に考えると、これには摩擦という力が関わっているのである。荒い面ほど摩擦が大きくなる。

私の実験結果は滑らかな面が摩擦が大きくなっているから、どこかで誤差が生じてしまったのだと思う。

グラフを見ると、最大静止摩擦力の大きさ $F_0$ は垂直抗力に比例していることがわかる。また同様に、動摩擦力も垂直抗力に比例していることがわかる。最大静止摩擦力と垂直抗力のグラフが比例したから、動摩擦力も垂直抗力のグラフも比例するだろうと予測した。なぜなら最大静止摩擦力と動摩擦力は値が同じになるはずだから。

ばねばかりの静止摩擦係数と計算で求めた静止摩擦係数のグラフは理論上0度を通り45度の直線になるが、私のグラフはこの理論に乗っ取っていない。また理論上、質量(垂直抗力)が変わっても静止摩擦係数は変化しないのに、私のグラフでは変化している。このような誤差はおそらく手動で行っていたこと、またばねばかりで動摩擦力と最大静止摩擦力を測るときに、目で見えて測っていた点ではないかと考えた。実験というものはいくら正確に行おうとしても、それは不可能なのだと考えた。



# 結論

$$u = \tan \theta, F = uN, F' = u'N$$

滑らかな面ほど摩擦が小さく、荒い面ほど摩擦が大きい。

最大静止摩擦力の大きさ  $F_0$  は接触面同士が押し合う力(垂直抗力)に比例する。

動摩擦力の向きは運動している向きと反対の向きである。

# 感想

この実験を通して、摩擦に対する理解がより一層深まったと感じた。私はレポートを書くときに教科書に載っている三角関数表を見ながら  $\theta$  を正確ではなくて適当に決めていたが、それだとやはり正確なデータもグラフも書けなかった。そこで友達から借りた  $\sin \theta$  や  $\tan \theta$  の値を出すことができる電卓を借りて、もう一度やってみたところ、実験で測った机と板の高さを板の長さで割った  $H/L$  の値と計算で出した静止摩擦係数 ( $u = \tan \theta$ ) がほぼ一致したので、とても嬉しく大変だったけれどもやりがいを感じた。やはり実験を行う上では、正確さを重視するべきなのだと思えて実感した。東平先生の授業での実験はこれで最後かと思うと急に寂しくなってきたが、毎回の実験を楽しく行えたことは良かったと思う。

# 文献

啓林館「基礎物理」 p 38

三省堂「物理 I」 p 199 ~ 203

摩擦 F u m i t a k a N a k a y a m a 2 0 1 1