

Date of Lab 11/5/2014

Date of Submission 11/12/2014

Physics Laboratory Report

Title 表題

ゴム弾性 / 運動の第2法則

Author 著者	Class K	No. 16	Name 氏名	沼田 雄貴
--------------	------------	-----------	------------	-------

Co-workers  
共同実験者 林 小平太

Summary

- ・固定した棒に輪を作ったゴムひもをひっかけ、台車を棒から遠ざけて手を離し、スパータイマーで0.1秒ごとの変位を測定した。
- ・ゴムひもの数、おもりの数を変えながら測定した。
- ・はわはかりで、ゴムひもの弾性力を求めた。
- ・これらの値から、 $v-t$ グラフ、 $a-F$ グラフ、 $a-\frac{1}{m}$ 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

実験・解析ともに丁寧に行い、実験しやすさを心がけた。  
結果が理論と合っており、都合の参考になり、とても良い。

\* 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.

## 運動の第二法則

### 序

#### 目的

力、質量、加速度に関する運動の法則を確かめる。

#### 理論

- ・物体に働く加速度  $a$  のその物体に働く力の大きさ  $F$  に比例する。
- ・加速度  $a$  の値はその物体の質量  $m$  に反比例する。

ニュートンの第二法則

$$F=ma$$

### 実験

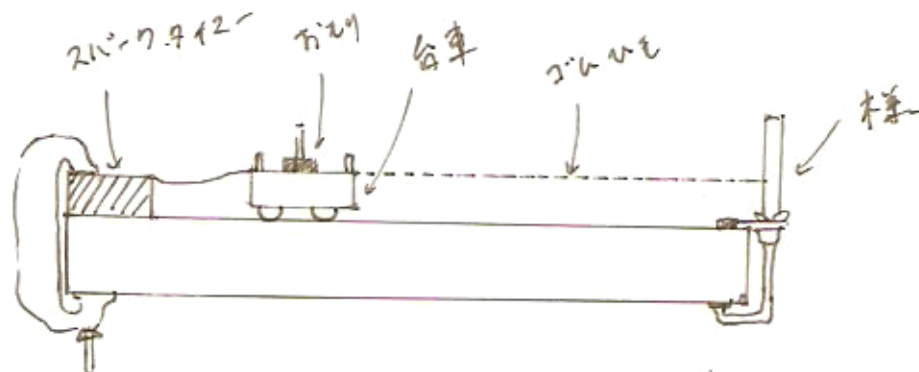
#### 実験器具

- ・ゴムひも
- ・スパークタイマー
- ・台車
- ・おもり (一個 250g)
- ・ばね秤
- ・安全メガネ

#### 実験方法

- 1). ゴムひも、1本と2本のものの端に輪を作り、約全長50cmのものを用意する。
- 2). 机の上で図①のように組み立てる。
- 3). 台車の質量測定。
- 4). 1本のゴムひもを使って台車を走らせ、スパークタイマーに記録する。
- 5). 台車におもりを載せて同様(4.の過程)の実験をする。(質量変化3種類)
- 6). ばね秤を0点に調整する。
- 7). 弾性力を測定する。

図①



## 実験結果

表1. スパークタイマーのデータ

	変位 cm								
実験#	1	2	3	4	5	6	7	8	9
経過した時間 (s)									
0.1	4.00	2.90	2.85	6.00	5.80	4.40	6.60	5.70	4.00
0.2	8.05	5.55	4.60	14.7	11.4	8.70	19.1	14.4	11.1
0.3	11.6	7.90	6.30	21.8	16.1	12.4	25.6	21.2	16.8
0.4	<i>14.4</i>	<i>10.0</i>	<i>7.80</i>	<i>26.2</i>	<i>20.0</i>	<i>15.6</i>	<i>28.9</i>	<i>25.8</i>	<i>21.3</i>
0.5	<i>16.4</i>	<i>11.9</i>	<i>9.10</i>	<i>27.0</i>	<i>21.5</i>	<i>18.0</i>	<i>28.0</i>	<i>22.1</i>	<i>23.8</i>
0.6	<i>17.6</i>	<i>13.3</i>	<i>10.4</i>		<i>21.0</i>	<i>18.6</i>		<i>15.3</i>	<i>23.9</i>
0.7	<i>17.3</i>	<i>14.2</i>	<i>11.3</i>			<i>18.3</i>			
0.8	<i>16.5</i>	<i>14.1</i>	<i>11.7</i>			<i>12.0</i>			
0.9		<i>13.6</i>	<i>11.8</i>						
1.0		<i>13.2</i>	<i>11.4</i>						
1.1			<i>11.1</i>						

イタリックで書かれている値は、ゴムの縮小により台車のコースが曲がり、正確な値ではないと予想するものである。これらの値は、加速度の計算のほかに、 $v-t$  グラフの直線を引くための値に含めないものとしている。

さらに青色で塗りつぶされている値は、前の時間に対して進んだ距離が短くなっているものを示す。

表2. 総合データ

実験#	ゴムひもの本数	ゴムひもの長さ	伸ばしたゴムひもの長さ	弾性力	台車の総質量	加速度	
		[m]	[m]	F [N]	m [kg]	1/m [kg <sup>-1</sup> ]	a [m/s <sup>2</sup> ]
#1	1本	0.47	1.23	0.25	0.50	2.00	3.80
#2	1本	0.47	1.23	0.25	0.75	1.33	2.5
#3	1本	0.47	1.23	0.25	1.00	1.00	1.73
#4	2本	0.48	1.23	0.49	0.50	2.00	7.9
#5	2本	0.48	1.23	0.49	0.75	1.33	5.15
#6	2本	0.48	1.23	0.49	1.00	1.00	4.00
#7	3本	0.48	1.23	0.76	0.50	2.00	9.50
#8	3本	0.48	1.23	0.76	0.75	1.33	7.75
#9	3本	0.48	1.23	0.76	1.00	1.00	6.40

加速度を求める式：

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

## 考察

実験①～③から、質量が重くなるにつれて速度の傾きがなだらかになっていくことがわかる。すなわち、加速度が低下していくことを意味する。これは「 $a$ - $F$ グラフ」でも確認できる。また実験④～⑥と、実験⑦～⑨も同様の傾向にあることから、これは絶対的であること意味する。実験①～③をA、実験④～⑥をB、そして実験⑦～⑨をCとする。「総合の  $v$ - $t$  グラフ」から、ゴムひもの数が多いほど、すなわち弾性力が高いほど加速度は上がることがわかる。これと同じことが「 $a$ - $1/m$  グラフ」で確認できる。

ゴムひもが縮小すると、弾性力がなくなってスパークタイマーの正確な値が取れなくなってしまうのが難点だった。

## 結論

物体に働く加速度  $a$  の値はその物体に働く力  $F$  に比例する。

質量  $m$  と加速度  $a$  は反比例する。

質量  $m$  と物体に働く力  $F$  は反比例する。

## 感想

今回の2回目のスパークタイマーを使用した実験だったため、スムーズに終わったと思う。ゴムひもを3本使用したときに弾性力をばねばかりで測ろうとしたら、測定不能になって焦ってしまったが、簡単な値から  $F=kx$  の式を使い、ばね定数を求め、弾性力をなんとか求めることができたのが印象的であった。楽しい実験をしながら、さらに物理の世界に踏み込んでいきたいと思う。

もっと詳しく、説明したい(実験の頃)

## 文献

新編 物理基礎

$a-F$  グラフは うまく行かないように見えた  
 $a-1/m$  グラフが そうでないのは なぜだろうか?



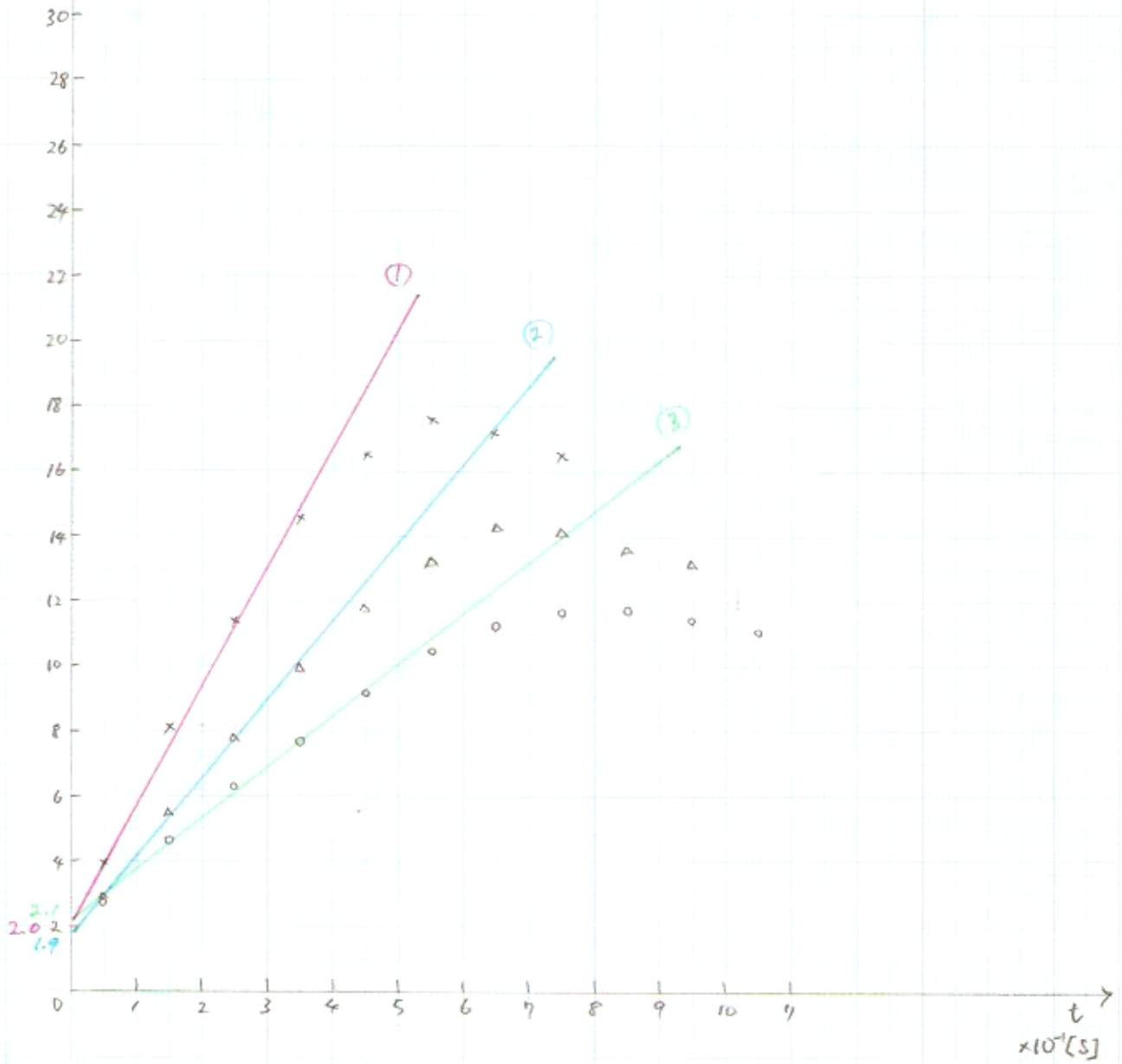
$v$   
 $\times 10^4 [m/s]$

ゴムひも1本の $v-t$ グラフ

① おもりなし

② おもり1g

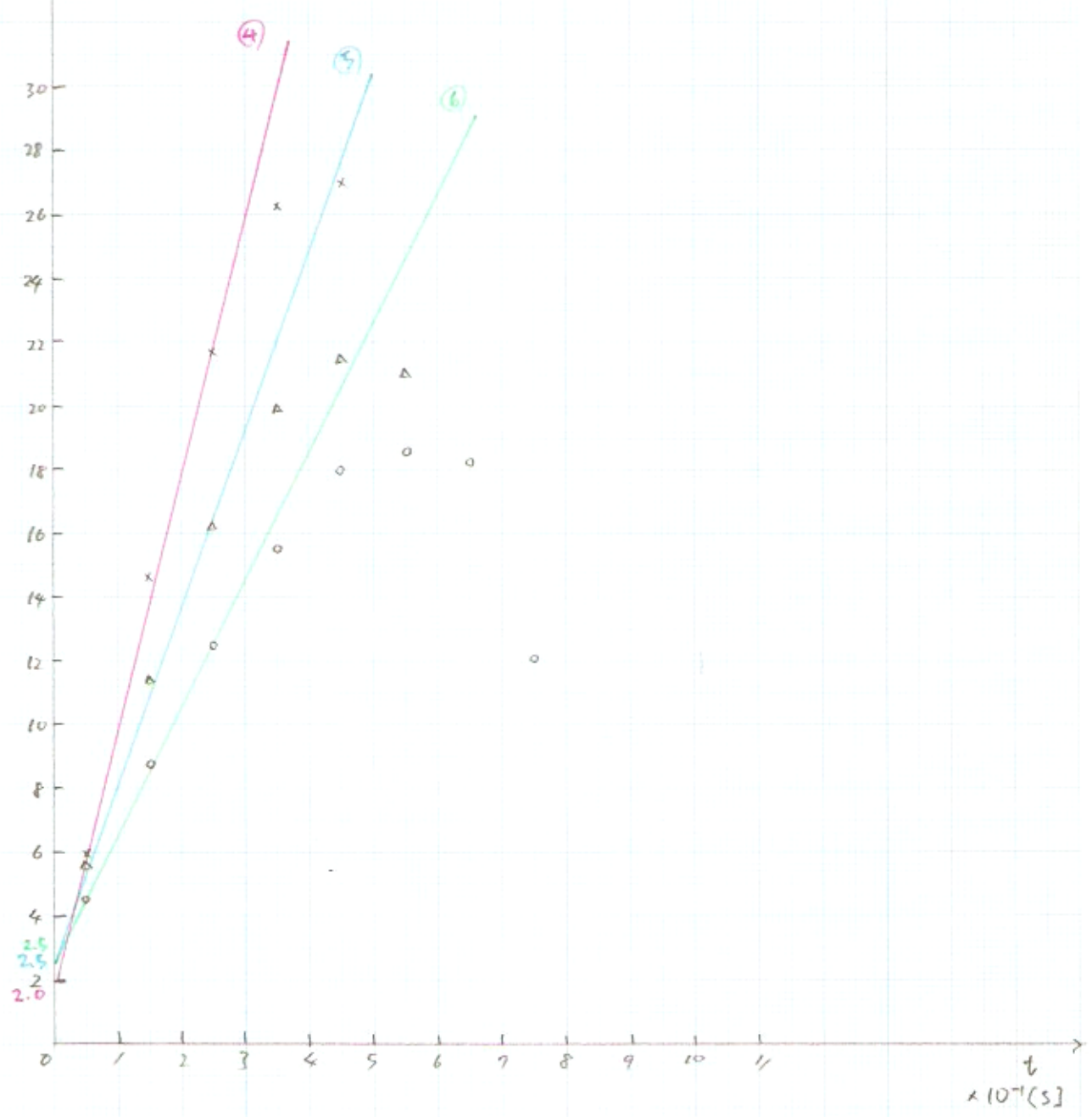
③ おもり2g



$v$   
 $\times 10^5 (m/s)$

3本の異なる速度のv-tグラフ

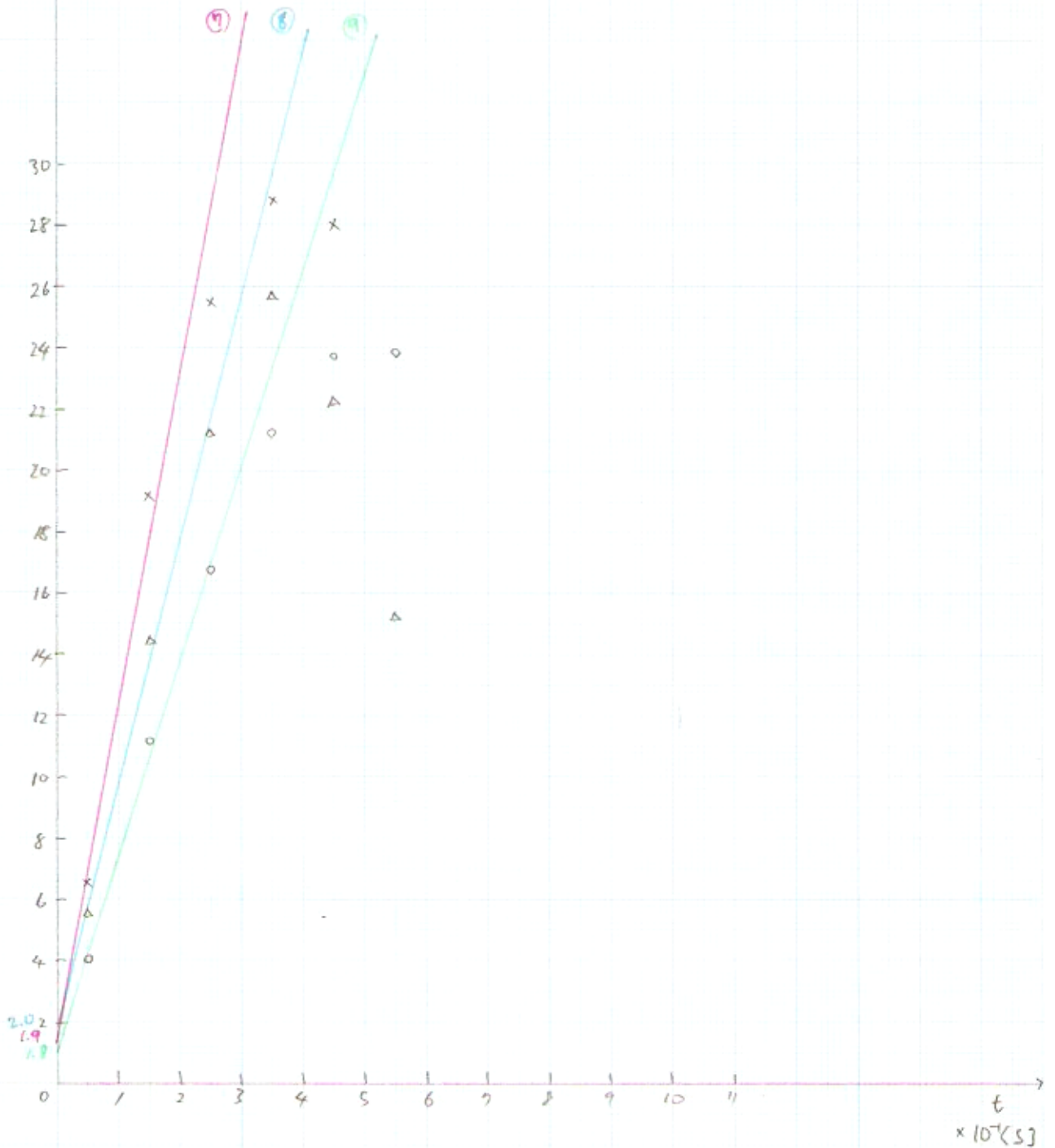
- ④ おもりのり
- ⑤ おもりのり
- ⑥ おもりのり



$v$   
 $\times 10^3 [m/s]$

3本の異なる速度-時間グラフ

- ① おえりなし
- ② おえりなし
- ③ おえりなし





$v$   
 $\times 10^4 (m/s)$

実験①～④の統合のv-tグラフ

点の記号: x おえり 1 2レ

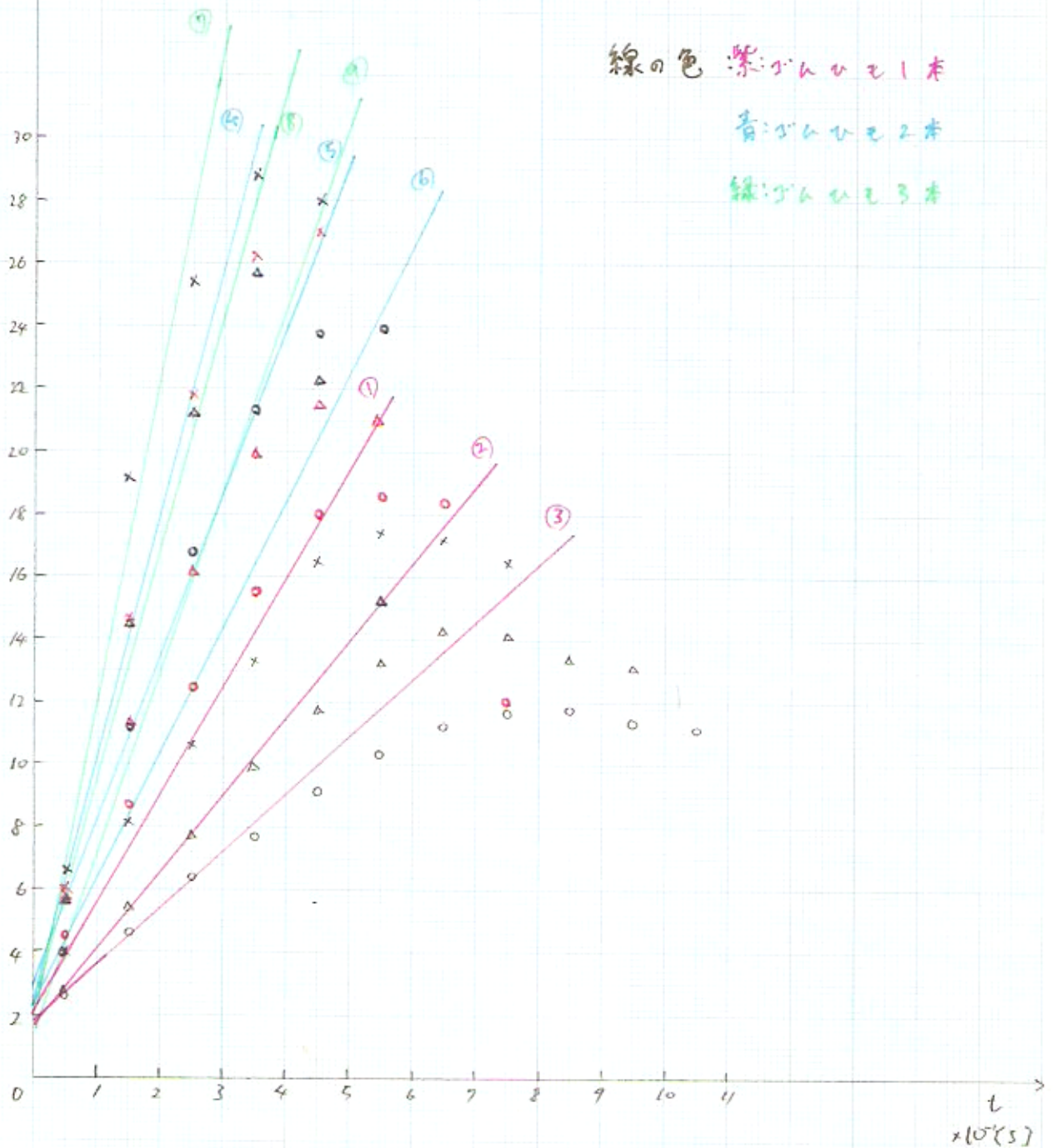
$\Delta$  おえり 1 2

$\circ$  おえり 2 3

線の色 紫: おえり 1 2 3 本

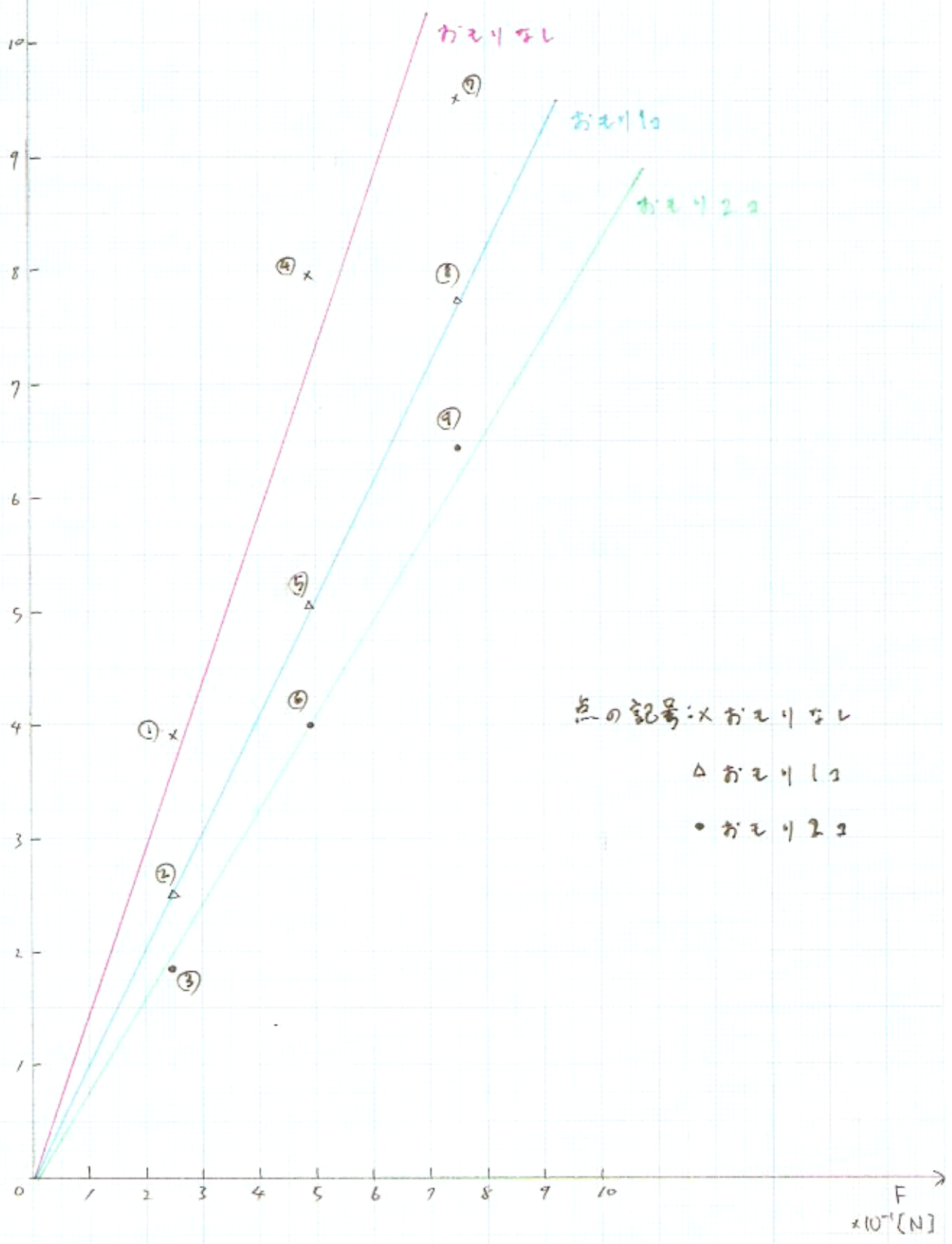
青: おえり 1 2 3 本

緑: おえり 1 2 3 本



$a$   
[m/s<sup>2</sup>]

$a-F$ グラフ



a  
[m/s<sup>2</sup>]

$$a = \frac{1}{m} \text{ のグラフ}$$

10

3.6 cm/s<sup>2</sup>

9

3.2 cm/s<sup>2</sup>

8

7

6

5

3.0 cm/s<sup>2</sup>

4

3

点の記号: x 3.0 cm/s<sup>2</sup>

△ 3.2 cm/s<sup>2</sup>

● 3.6 cm/s<sup>2</sup>

2

1

0

0.5

1

1.5

2

1/m  
[kg<sup>-1</sup>]

