

Date of Lab 11 / 15

Date of Submission 11 / 22

Laboratory Report

Title

表題

ばね定数とばねの伸び, 周期の関係.

|                  |              |                     |
|------------------|--------------|---------------------|
| Homeroom<br>12-0 | Section<br>1 | Name<br>氏名<br>高木 希聖 |
|------------------|--------------|---------------------|

Lab Partners  
共同実験者

なし

Summary

フックの法則 ( $F=kx$ ) と理論式 ( $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ) を確かめるために実験を行った。

変位 vs 力, 質量 vs (周期)<sup>2</sup> のグラフはどちらも直線となり比例の関係にあることが分かった。またどちらもグラフからほぼ同じ値のばね定数  $k$  の値が導き出された。

- 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

Teacher Comments

表・グラフともに良い。めもりはもっと簡単に 1, 2, 3... とした方がいい。グラフの中の式は不要。AとA'の説明をいれたい。(Aの解析は不要?) A'が正しい。

| 1           | 2             | 3           | 4             | 5             | 6                 | 7                | 8                   | 9             |
|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------|
| Due<br>提出期限 | Summary<br>要旨 | Intro.<br>序 | Method.<br>方法 | Results<br>結果 | Table/Fig.<br>表/図 | Discussion<br>考察 | Clearness<br>わかりやすさ | General<br>全般 |
| +           |               |             |               | +             | +                 |                  | +                   | ++++          |

\* Write your report in Japanese or in English \* Use this form as a cover sheet.

\* Submit your reports by the seventh day after your lab.

目的

Objectives

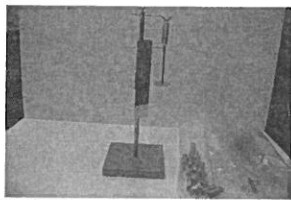
- 1) ばねの弾性力  $F$  とばねの伸び  $x$  の間には  $F=kx$ (フックの法則)の関係があることを確かめ、ばね定数  $k$  [N/m]を求める。
- 2) ばねに質量  $m$  [kg]のおもりをつるして上下に振動させ、周期を測定する。次の理論式と比較する。

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

啓林館「物理」p.72 の鉛直ばね振り子を参照すること

Apparatus

フックの法則実験器 (Hooke's Law apparatus)



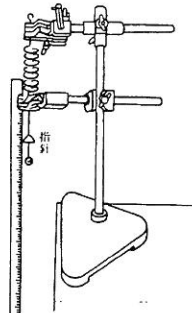
Springs

適当なスプリングを選択する



Weights (20g x2, 30g, 50g)

長いばねはスタンドを組んで実験する



Experiments 実験

- 1 おもりが無い時のばねの指針を0とする。20, 50, 70 and 100g などのおもりをつるし、それぞれのときのばねの伸びを読み記録する。それぞれのおもりで、おもりを上下に適当な回数振動させて所要時間  $t$  [s]を測り周期  $T$  を求める。

下の表を完成させる

|   | $m$<br>[ $\times 10^{-3}$ kg] | $F$<br>[N] | $x$<br>[ $\times 10^{-2}$ m] | $t$<br>[s] | $T$<br>[s] | $T^2$<br>[s <sup>2</sup> ] |
|---|-------------------------------|------------|------------------------------|------------|------------|----------------------------|
| 2 | 10                            | 0.098      | 0.65                         | 5.81       | 0.2905     | 0.08439025                 |
|   | 20                            | 0.196      | 1.30                         | 6.50       | 0.325      | 0.105625                   |
|   | 30                            | 0.294      | 2.00                         | 6.75       | 0.3375     | 0.11390625                 |
|   | 40                            | 0.392      | 2.70                         | 7.96       | 0.398      | 0.158404                   |
|   | 50                            | 0.49       | 3.35                         | 8.19       | 0.4095     | 0.16769025                 |
|   | 60                            | 0.588      | 4.00                         | 8.72       | 0.436      | 0.190096                   |
|   | 70                            | 0.686      | 4.70                         | 9.28       | 0.464      | 0.215296                   |
|   | 80                            | 0.784      | 5.35                         | 9.81       | 0.4905     | 0.24059025                 |
|   | 90                            | 0.882      | 6.00                         | 10.25      | 0.5125     | 0.26265625                 |
|   | 裏にも同じ表がある                     | 100        | 0.98                         | 6.75       | 10.75      | 0.5375                     |
|   | 110                           | 1.078      | 10.05                        | 19.56      | 0.978      | 0.956484                   |

- 3 グラフ A - 縦軸  $F$  - 横軸  $x$ , グラフ B - 縦軸  $T^2$  - 横軸  $m$

Discussion 考察

- 1 グラフ A からどんなことが言えるか。ばね定数  $k$  を求める。
- 2 グラフ B からどんなことが言えるか。
- 3 理論式と比較せよ。

\* Do not extend a spring to much! 注意: ばねを伸ばし過ぎるとばねがこわれてしまう!

### (3) 序

#### (3-1) 目的

- 1) ばねの弾性力  $F$  とばねの伸び  $x$  の間には  $F=kx$ (フックの法則)の関係があることを確かめ、ばね定数  $k$ [N/m]を求める。
- 2) ばねに質量  $m$ [kg]のおもりをつるして上下に振動させ、周期を測定する。次の理論式と比較する。 $T=2\pi/\omega=2\pi\sqrt{m/k}$

#### (3-2) 理論

フックの法則：ばねの伸びは引く力に比例する。 $(F=kx)$

周期と質量、ばね定数の関係を表す理論式： $T=2\pi\sqrt{m/k}$

#### (3-3) 仮説

ばねにつるすおもりの質量が大きいほど、ばねはたくさん伸びる。

おもりの質量が大きくなるほど、1周期の時間が長くなる。

### (4) 実験

#### (4-1) 使用器具

- ・フックの法則実験機
- ・ばね(A,B,C)
- ・おもり

#### (4-2) 実験方法

おもりがない時のばねの指針を 0 とする。適当な重さのおもりをつるし、それぞれの時のばねの伸びを読み記録する。また、それぞれのおもりで、おもりを上下に適当な回数振動させ所要時間  $t$ [s]を測り周期  $T$  を求める。

tの説明  
をいれたい

(5) 実験結果

表 1: おもりの質量の変化と、それに伴ったばねの変位、周期の変化

ばね A

| m[g] | m[kg] | f[N]  | x[cm] | t[s]  | T <sup>2</sup> [s <sup>2</sup> ] |
|------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
| 10   | 0.010 | 0.098 | 0.65  | 5.81  | 0.084390                         |
| 20   | 0.020 | 0.196 | 1.30  | 6.50  | 0.105625                         |
| 30   | 0.030 | 0.294 | 2.00  | 6.75  | 0.113906                         |
| 40   | 0.040 | 0.392 | 2.70  | 7.96  | 0.158404                         |
| 50   | 0.050 | 0.490 | 3.35  | 8.19  | 0.167690                         |
| 60   | 0.060 | 0.588 | 4.00  | 8.72  | 0.190096                         |
| 70   | 0.070 | 0.686 | 4.70  | 9.28  | 0.215296                         |
| 80   | 0.080 | 0.784 | 5.35  | 9.81  | 0.240590                         |
| 90   | 0.090 | 0.882 | 6.00  | 10.25 | 0.262656                         |
| 100  | 0.100 | 0.980 | 6.75  | 10.75 | 0.288906                         |
| 150  | 0.150 | 1.470 | 10.05 | 19.56 | 0.956484                         |

ばね B

| m[g] | m[kg] | f[N]  | x[cm] | t[s]  | T <sup>2</sup> [s <sup>2</sup> ] |
|------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
| 50   | 0.050 | 0.490 | 1.15  | 5.87  | 0.0861423                        |
| 100  | 0.100 | 0.980 | 2.70  | 7.28  | 0.1324960                        |
| 150  | 0.150 | 1.470 | 4.25  | 8.81  | 0.1940403                        |
| 200  | 0.200 | 1.960 | 5.80  | 9.81  | 0.2405903                        |
| 250  | 0.250 | 2.450 | 7.35  | 10.97 | 0.3008523                        |
| 300  | 0.300 | 2.940 | 8.90  | 11.97 | 0.3582023                        |
| 350  | 0.350 | 3.430 | 10.40 | 12.82 | 0.4108810                        |
| 400  | 0.400 | 3.920 | 11.95 | 13.69 | 0.4685403                        |

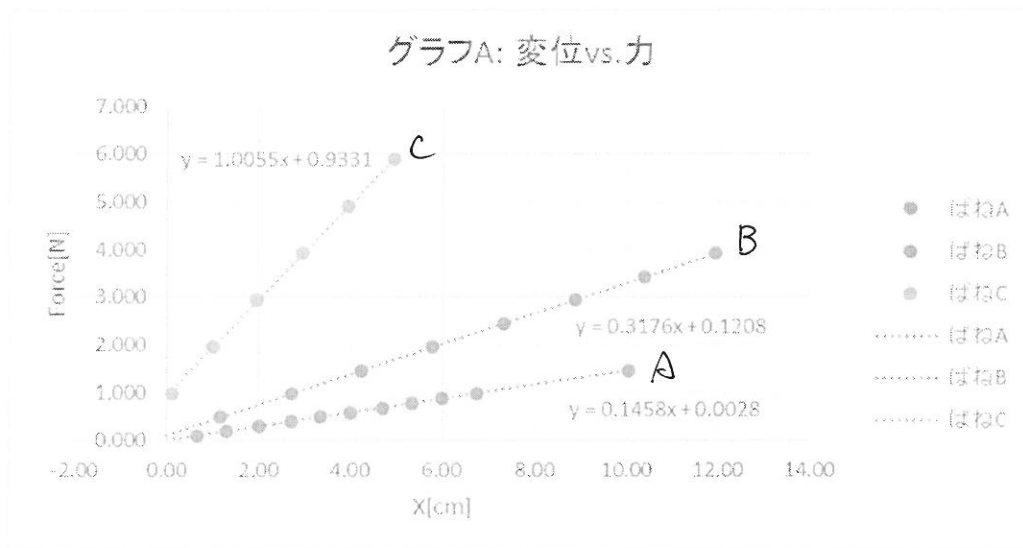
ばね C

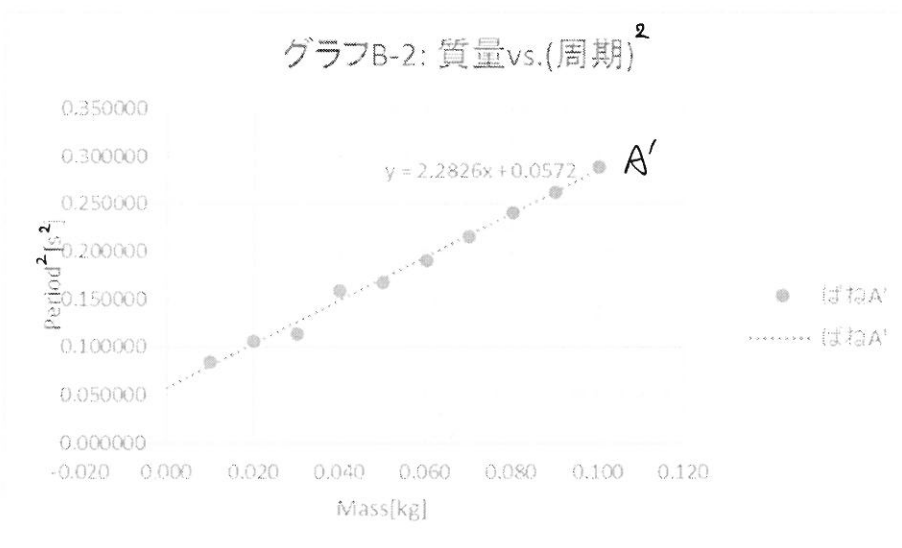
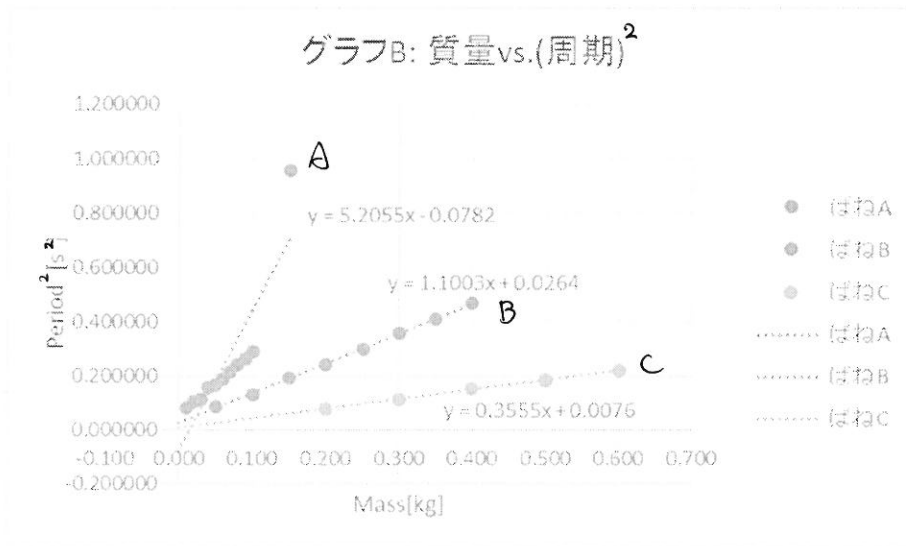
| m[g] | m[kg] | f[N]  | x[cm] | t[s] | T <sup>2</sup> [s <sup>2</sup> ] |
|------|-------|-------|-------|------|----------------------------------|
| 100  | 0.100 | 0.980 | 0.10  |      |                                  |
| 200  | 0.200 | 1.960 | 1.00  | 5.56 | 0.0772840                        |
| 300  | 0.300 | 2.940 | 1.95  | 6.78 | 0.1149210                        |
| 400  | 0.400 | 3.920 | 2.95  | 7.81 | 0.1524903                        |
| 500  | 0.500 | 4.900 | 3.95  | 8.56 | 0.1831840                        |
| 600  | 0.600 | 5.880 | 4.95  | 9.40 | 0.2209000                        |

表 2: グラフの傾きと、それによって求められるばね定数 k

| グラフ A | ばね | 傾き     | k(ばね定数) [N/m] |
|-------|----|--------|---------------|
|       | A  | 0.1458 | 14.6          |
|       | B  | 0.3176 | 31.8          |
|       | C  | 1.0055 | 100.6         |

| グラフ B | ばね | 傾き(=4π /k) | k(ばね定数) [N/m] |
|-------|----|------------|---------------|
|       | A  | 5.2055     | 7.6           |
|       | B  | 1.1003     | 35.9          |
|       | C  | 0.3555     | 111.1         |
|       |    |            |               |
|       | A' | 2.2826     | 17.3          |





## (6) 考察

### 1. グラフ A からどんなことが言えるか。ばね定数 $k$ を求める。

グラフ A より、ばねを伸ばすのに必要な力の大きさは、ばねを伸びに比例して大きくなるのが分かる。また、ばね C の場合、原点を通るグラフとはならなかった。

フックの法則( $F=kx$ )より、ばね A,B,C のばね定数の値は測定点に対する近似直線の傾きより表 2 のように求めた。

### 2. グラフ B からどんなことが言えるか。

グラフ B より、ばね A の  $m=0.150$  の点を除いて、それぞれはほぼ直線となっている。すなわち、周期の二乗はおもりの質量に比例しているといえる。また、グラフ A とはそれぞれのばねのグラフの傾きの大きさが逆になった。

### 3. 理論式と比較せよ。

力とばねの伸びのグラフはほぼ一直線の点の集まりとなり、ばねの伸びはばねをひく力の大きさに比例するというフックの法則と一致した。

周期とおもりの質量、ばね定数の間には次のような理論式がある。

$$T=2\pi\sqrt{(m/k)}$$

この両辺を二乗すると  $T^2=(4\pi^2/k)\times m$  という式が得られ、周期の二乗はおもりの質量に比例することがわかる。グラフ B より、ばね A の  $m=0.150\text{kg}$  の時を除いて理論式通りの結果を得ることができた。またそれぞれのばね定数を求めると表 2 のようになり、グラフ A で求めた結果とほぼ同じ値を導き出すことができた。

### (7) 結論

実験を通して得た結果は、ばねの伸びは引く力に比例するというフックの法則や  $T=2\pi\sqrt{(m/k)}$  という理論式にほぼ一致するものだった。それぞれの場合で計算して求めたばね定数は誤差があるものの、ほぼ同じ値となり、2 式の有効性が確認できた。

### (8) 感想

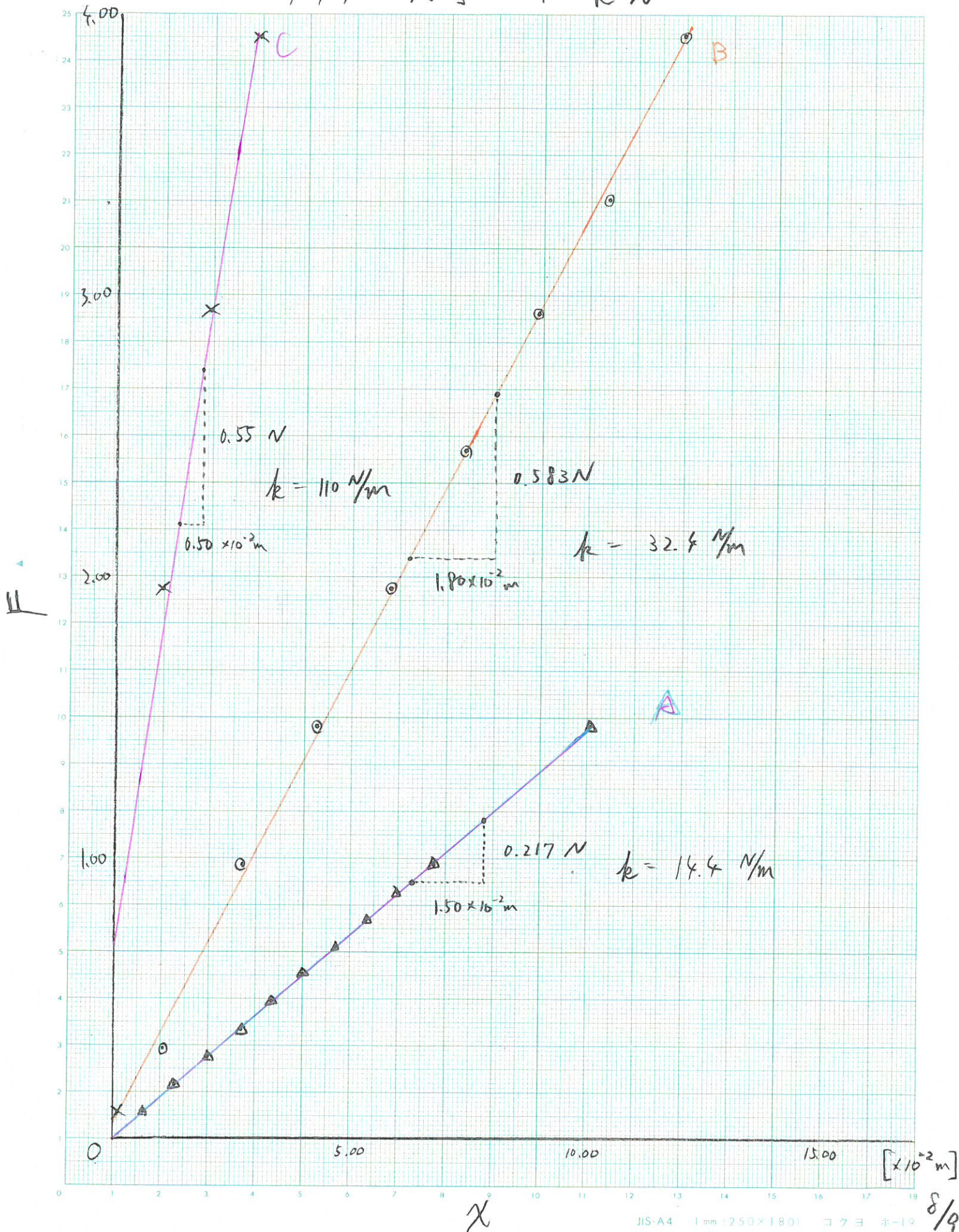
フックの法則を確かめる実験は何度か目で、今回も法則とほぼ一致する結果を計測出来て良かった。また、今回初めてばね振り子を使った実験を行った。一つの測定値を除いて、適当な結果を得られたので満足である。今後の実験ではこのような間違いが起きないように気を付けて取り組みたい。



[N]

7" 7" 7" A

$F = kx$



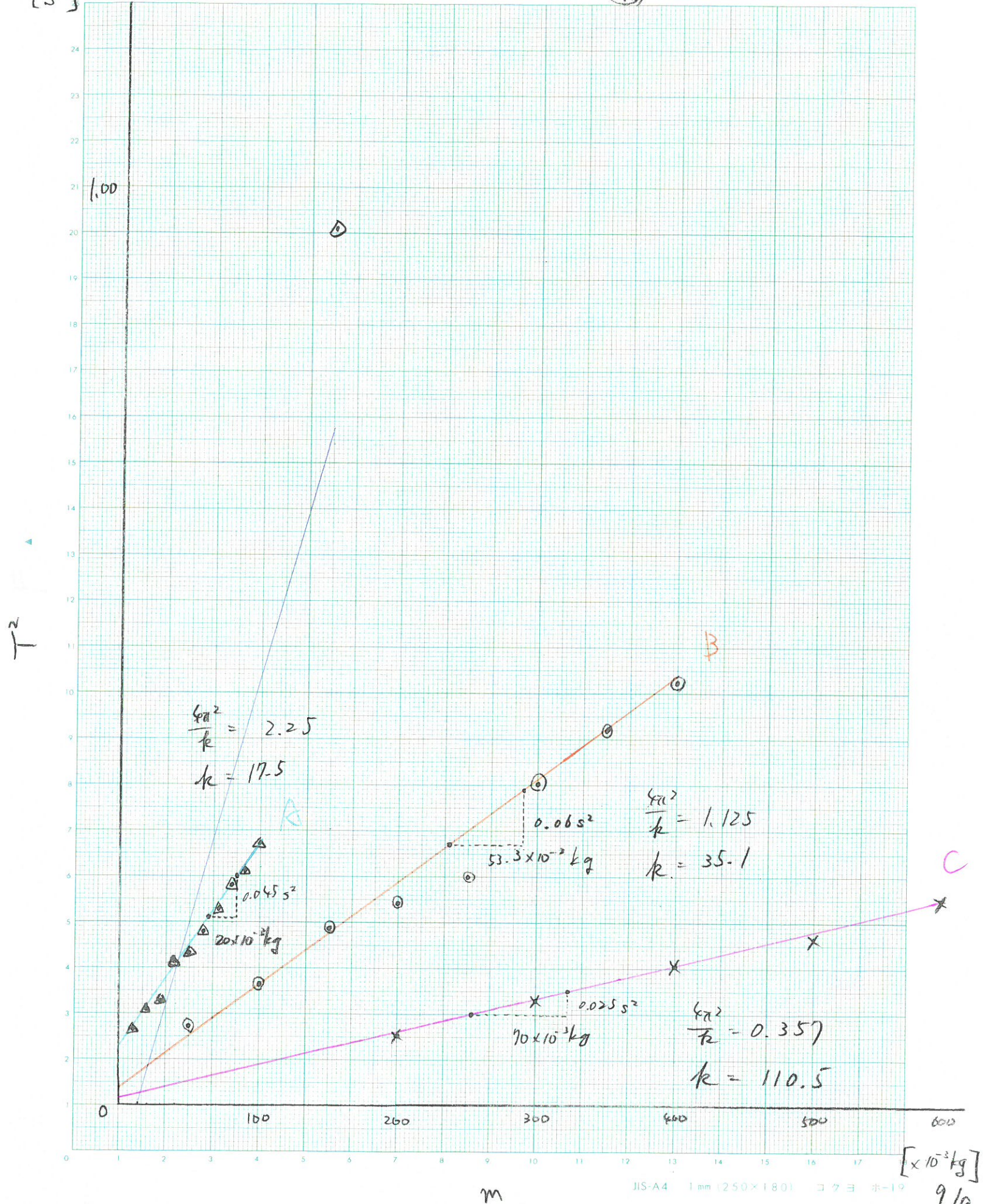
8/9



[s<sup>2</sup>]

↑ → ↑ B ↓

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{k}\right) \cdot m$$



[x 10<sup>-3</sup> kg]

9/9