

0. 自己紹介

名前：飯川 大輔

出身校：弘前大学理工学部物理科学科→弘前大学院理工学研究科物理科学コース（宇宙研究室で重力波を研究）

教員歴：えりも高校（4年目（期付1年を含む））

1. よく教科書に掲載されている実験方法

### 7 力と質量と加速度の関係(1)

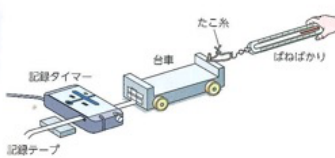
物体に力がはたらかないとき、物体の速度は変化しないことを学習した。それでは、物体に力がはたらくとき、物体の速度はどのようにになるだろうか。

**A 力と質量と加速度**

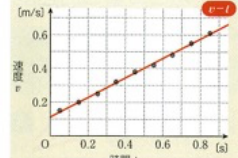
力学台車を用いて、一定の力を加えたときの運動のようすを調べてみよう。

図20(a)のように、台車にばねばかりをつけ、一定の力で台車を水平に引き、その運動を記録タイマーで記録する。記録をもとに、速度  $v$  (m/s) と時間  $t$  (s) の関係を表す  $v-t$  グラフを描くと、図20(b)のような、傾きが一定の直線が得られる。

これから、物体に一定の力がはたらくと、力の向きに一定の大きさの加速度が生じ、物体は等加速度直線運動をすることがわかる。



(a) 一定の大きさの力で引かれる台車  
図20 一定の力で台車を引く実験



(b) 台車の  $v-t$  グラフ

物体に加える力や物体の質量を変化させると、物体に生じる加速度はどのようにになるだろうか。これを実験3で調べよう。

**TRY 加速度を読み取ろう**

図20(b)の  $v-t$  グラフから、加速度を求めよう。

---

### 実験3 力と質量と加速度の関係

**目的** 台車をばねばかりで引いて運動させ、そのようすを記録する。加える力の大きさを変えたり、台車におもりをのせて質量を変えたりして、力と質量と加速度の関係を調べる。

**準備** 台車、ばねばかり、記録タイマー、記録テープ、おもり、ものさし、たこ糸、台ばかり

**方法**

I 力と加速度の関係

- 台車の質量  $m$  を台ばかりで測定する。
- 台車に記録テープをつけ、そのテープを記録タイマーに運す。さらに、ばねばかりで台車を引けるように、台車にたこ糸をつける。
- 台車を押さえながら、あらかじめ決めておいた目盛りまでばねばかりを伸ばす。  
**注意** 水平にしたとき、ばねばかりの示す値が  $0$  となるように調整する。
- 記録タイマーのスイッチを入れた後、ばねばかりの目盛りが変化しないように、水平方向に台車を引き、運動のようすを記録する(図20)。このときのばねばかりの値を記録する。  
**注意** ばねばかりの示す値を一定に保ったまま台車を引くために、何回か練習を行う。
- ばねばかりの値を2倍、3倍、4倍と変えて、②~④を繰り返す。




図20

II 質量と加速度の関係

- 台車におもりをのせ、全体の質量(台車とおもりの質量)が、台車の質量の2倍となるようにする。
- ばねばかりの値を一定に保ったまま台車を引き、方法Iと同様に加速度を求める。
- 全体の質量が3倍、4倍となるようにおもりをのせ、②を繰り返す。

**データの処理** ①それぞれで得られた記録テープをもとに  $v-t$  グラフを描き、加速度を求める。

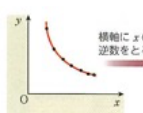
- 求めた加速度をもとに、加速度  $a$  (m/s<sup>2</sup>) と力  $F$  (N) との関係を示す  $a-F$  グラフ、加速度  $a$  (m/s<sup>2</sup>) と質量  $m$  (kg) との関係を示す  $a-m$  グラフを描く。また、 $a-\frac{1}{m}$  グラフも描く。

**考察** ①  $a-F$  グラフから、加速度  $a$  と力  $F$  との間には、どのような関係のあることが読み取れるか。

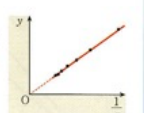
- $a-m$  グラフ、もしくは  $a-\frac{1}{m}$  グラフから、加速度  $a$  と質量  $m$  との間には、どのような関係のあることが読み取れるか。

**参考** 実験におけるグラフ

実験で測定したデータをもとにグラフを描くとき、測定した2つの量をそのまま縦軸と横軸にとると、両者の関係が読み取りにくいことがある(図21)。このとき、2つの量の間の関係を予想して、一方の量の逆数や2乗を軸にとり、直線関係が成り立つようにするなど、工夫するとよい。



$y-x$  グラフ



$y-\frac{1}{x}$  グラフ

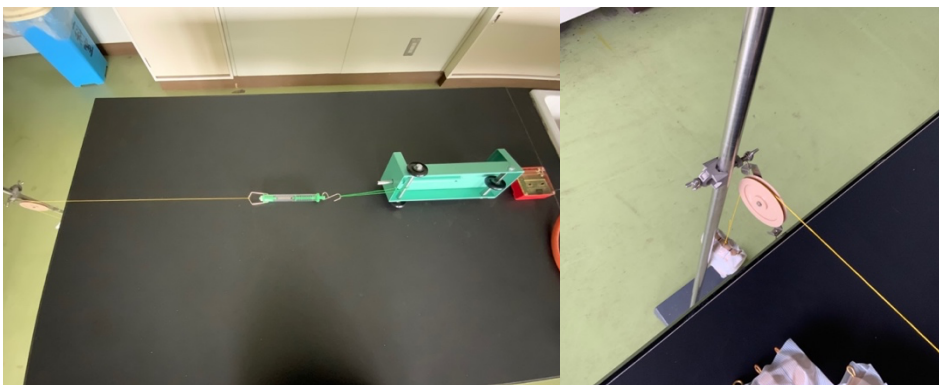
図21  $x$  と  $y$  の関係

グラフが直線であるため、 $x$  と  $y$  の関係が読み取りにくい。横軸を  $\frac{1}{x}$  とすると、グラフが直線となり、 $\frac{1}{x}$  と  $y$  は比例( $x$  と  $y$  は反比例)の関係にあることがわかる。

⇒ばねばかりを手で一定に引っ張る必要があるので、誤差が大きくなりやすい。

2. 実践方法

手で引っ張って部分に滑車を設置し、おもりと糸を使って台車に力を加えた。ばねばかりも台車と一緒に移動するので、ばねばかりの値は目視では見切れない可能性も考え、スマホでばねばかりの様子を動画で撮影させて、力の大きさを測定した。班ごとで、大、中、小のおもりを用いたときの台車の運動を記録タイマーで測定し、物体の速度と時間のグラフ ( $v-t$  グラフ) と物体の加速度と加えた力のグラフを作成した。また、1班~3班ごとで台車に本を乗せることで質量を変えて実験を行い、全班の結果から、物体の加速度と質量のグラフを作成した。



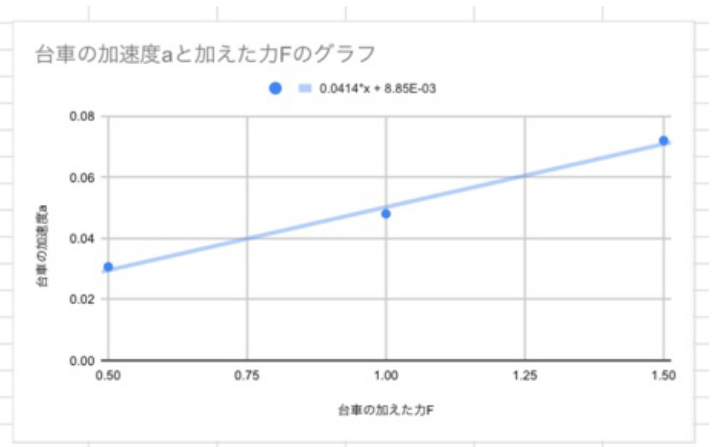
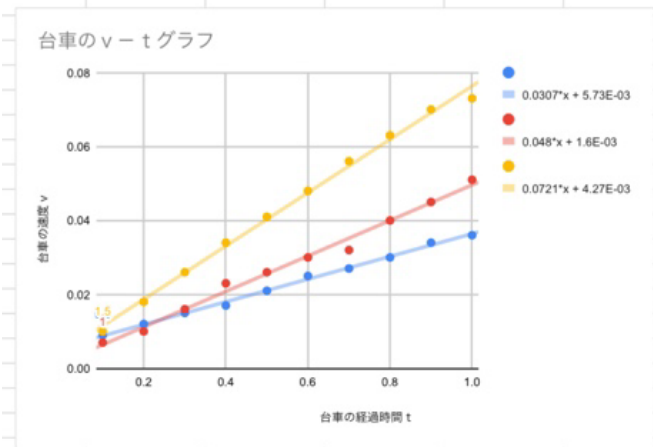
### 3. 結果

物体に加えた力を正確に定めることができたことで、「物体の加速度と加えた力の大きさのグラフ」と「物体の加速度と質量のグラフ」を明確に作成することができた。

○生徒が作成したグラフ

- ・台車の加速度と加えた力のグラフ

台車に加えた力の大きさ[N](青)			台車に加えた力の大きさ[N](赤)			台車に加えた力の大きさ[N](黄)		
0.5			1			1.5		
小おもり			中おもり			大おもり		
時間 t	速度 v	傾き (加速度)	時間 t	速度 v	傾き (加速度)	時間 t	速度 v	傾き (加速度)
0.1	0.009	0.03066666667	0.1	0.007	0.048	0.1	0.01	0.07206060606
0.2	0.012		0.2	0.01		0.2	0.018	
0.3	0.015		0.3	0.016		0.3	0.026	
0.4	0.017		0.4	0.023		0.4	0	
0.5	0.021		0.5	0.026		0.5	0	
0.6	0.025		0.6	0.03		0.6	0.048	
0.7	0.027		0.7	0.032		0.7	0.056	
0.8	0.03		0.8	0.04		0.8	0.063	
0.9	0.034		0.9	0.045		0.9	0.07	
1	0.036		1	0.051		1	0.073	



- ・物体の加速度と質量のグラフ

中おもり	
質量m	加速度a
0.9	0.055
1.5	0.048
2.87333	0.02672727273

