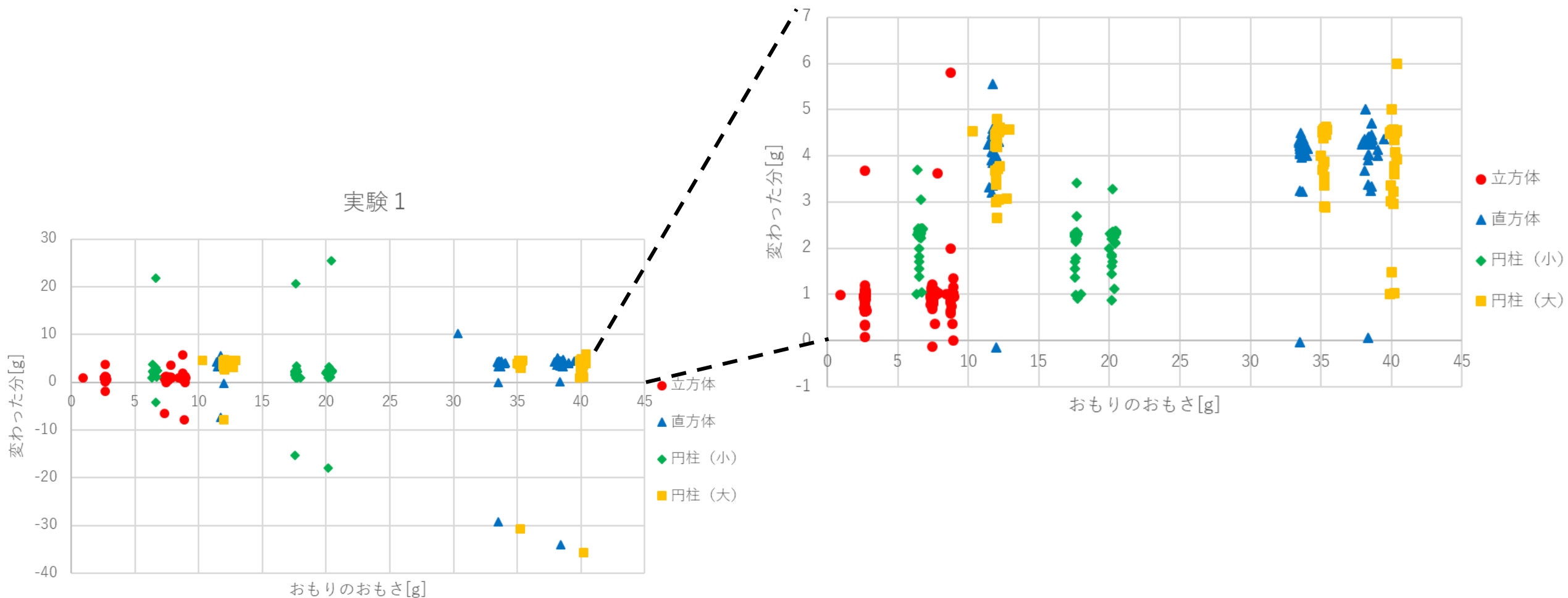
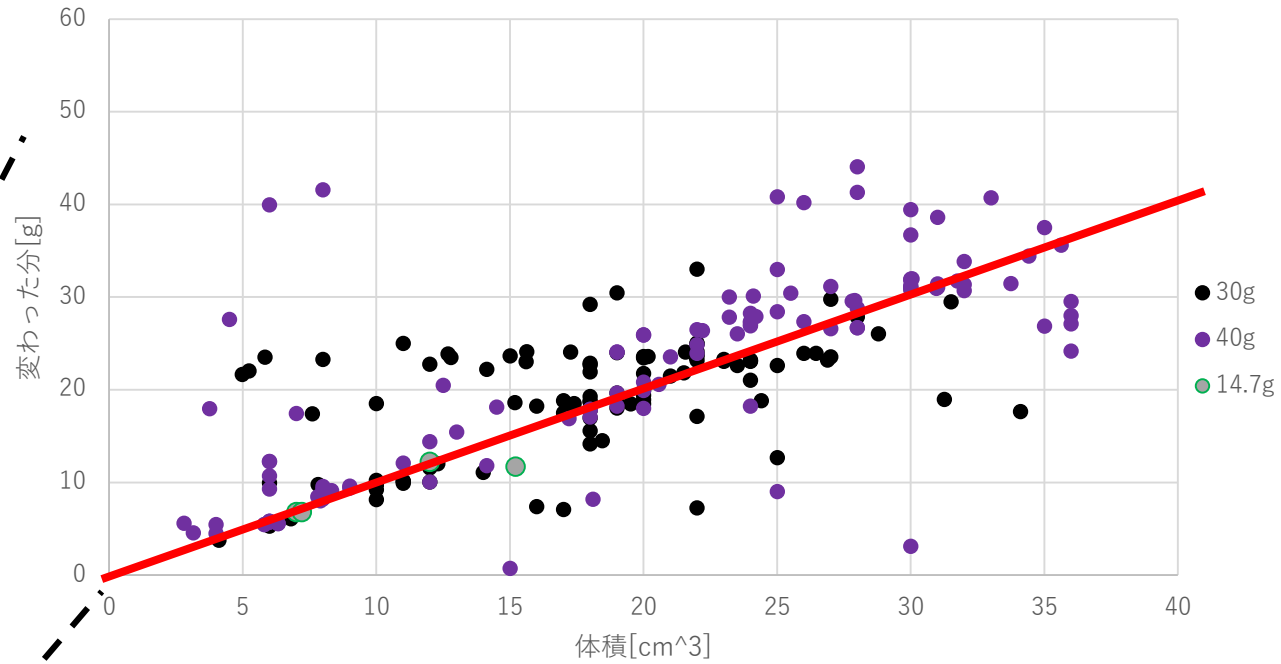


# 高校1年生の実験結果

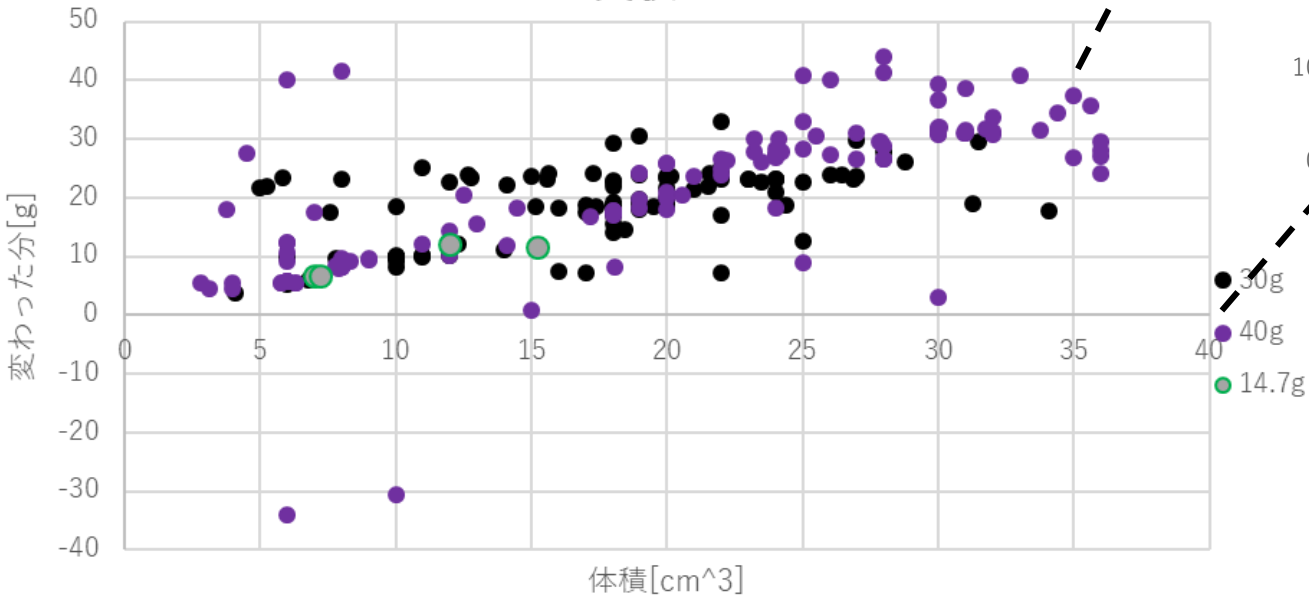
実験 1



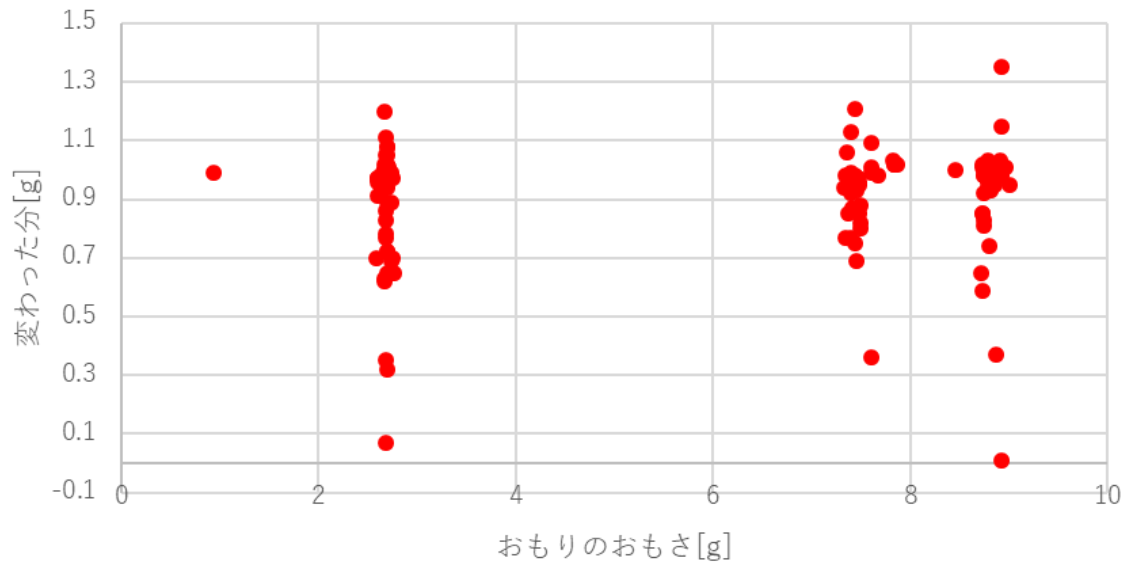
実験 2



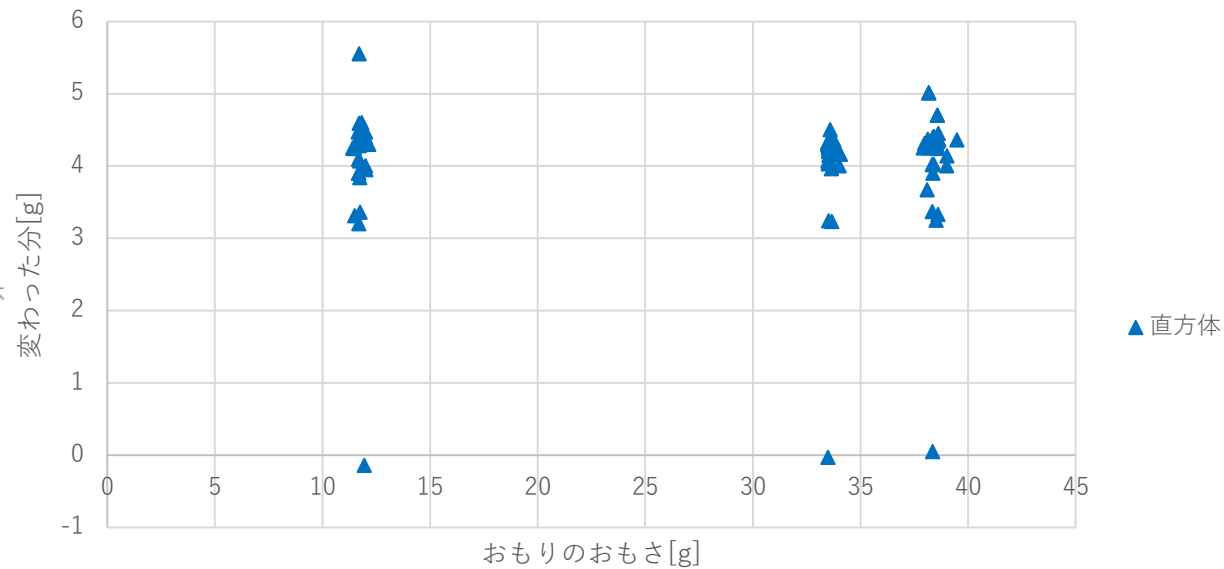
実験 2



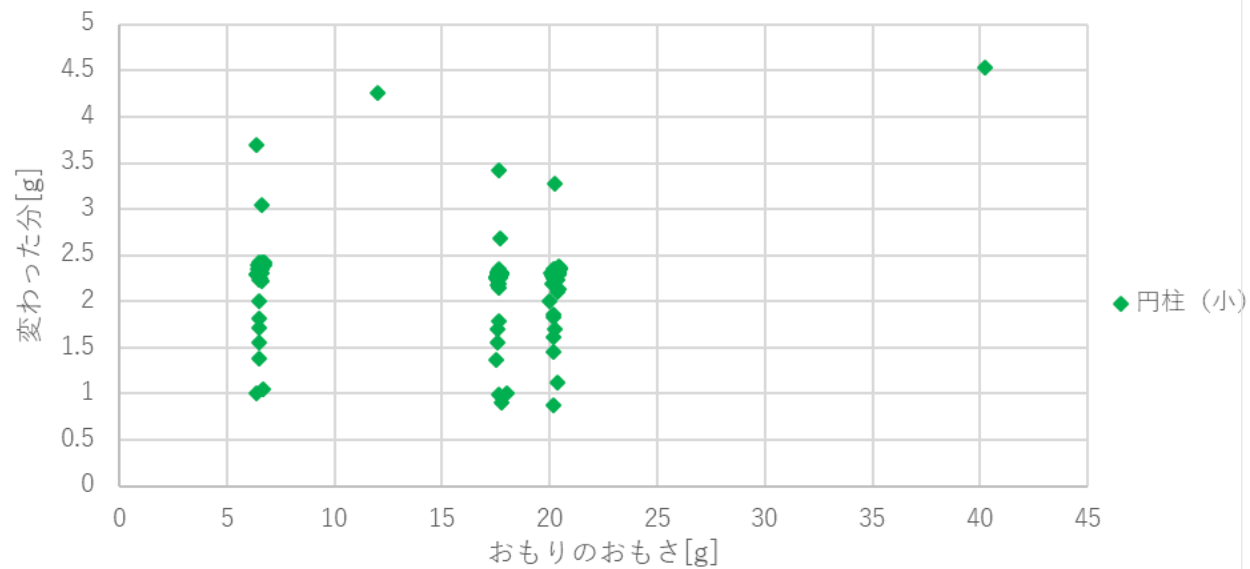
実験 1



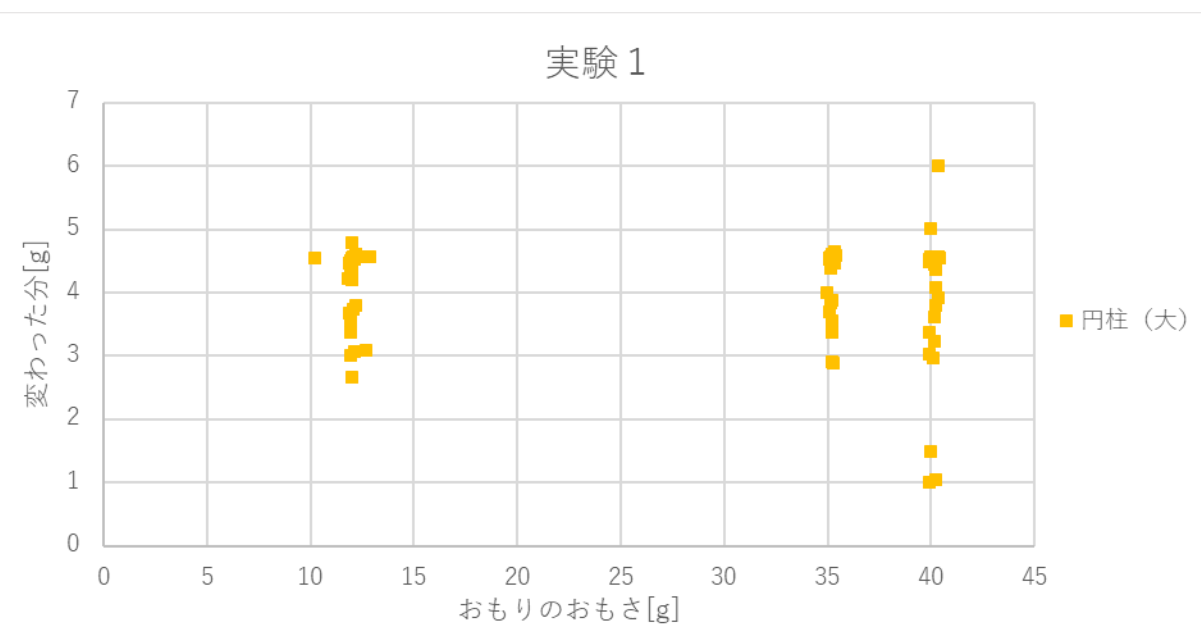
実験 1



実験 1



実験 1



# 高校1年生の考察

## • 目的 •

体積がほぼ同じで重さが違うおもり、重さがほぼ同じで体積が違うおもりを水の中につらし、つるす前とつるした後の(ビーカー+水+おもり)の重さがどう変化するかを調べる。そして、天秤にはたらく力は何か、浮力とは何かについて考える。

## • 予想 •

実験1, 2のグラフは両方とも右上がりになる。つまり、つるした物体の重さが重いほど全体の重さの変化分は大きくなり、つるした物体の体積が大きければ全体の重さの変化分は小さくなる。グラフは両方とも、つるした物体の重さや体積が  $0g, 0cm^3$  のとき、おもりをつるしていないのと同じことになるため、全体の重さの変化分は  $0g$  となる。よって、グラフの直線は原点を通る。

## • 結果 •

実験1のグラフは4種類すべて、 $x$ 軸に平行な直線になる。一方実験2のグラフは、予想と同じく、原点を通る、右上がりの直線になる。つまり、全体の重さの変化分は物体の重さとは無関係だが、物体の体積には関係していて、体積が大きくなれば全体の重さの変化分も大きくなる。

## • 考察 •

電子天秤の値は、電子天秤にかかっている力の大きさを表すため、(③ 初めのビーカー+水の重さ)、(④ 立体をつるしたときの全体の重さ)では両方とも、(垂直抗力の反作用)の大きさのみを表す。③で垂直抗力は(水+ビーカー)の重力とつり合っているため、値は(水+ビーカー)の重力を表している。一方④では垂直抗力は、[(水+ビーカー)の重力 + おもりの浮力の反作用]とつり合っているため、値は、[(水+ビーカー)の重力 + おもりの浮力の反作用]を表している。

よって、全体の重さの変化分は、おもりの浮力の大きさ分であったことが分かる。ゆえに、浮力とは、物体の体積が大きくなれば大きくなるが、物体の

重さには関係しないものである。また、物体の体積  $[cm^3]$  と全体の重さの変化分 (= 物体にかかる浮力の大きさ)  $[g]$  の値がほぼ等しいこと、水の密度が  $1g/cm^3$  であることから、浮力の値は、物体の体積と同じ体積の水の重さであることも分かる。

## • 結論 •

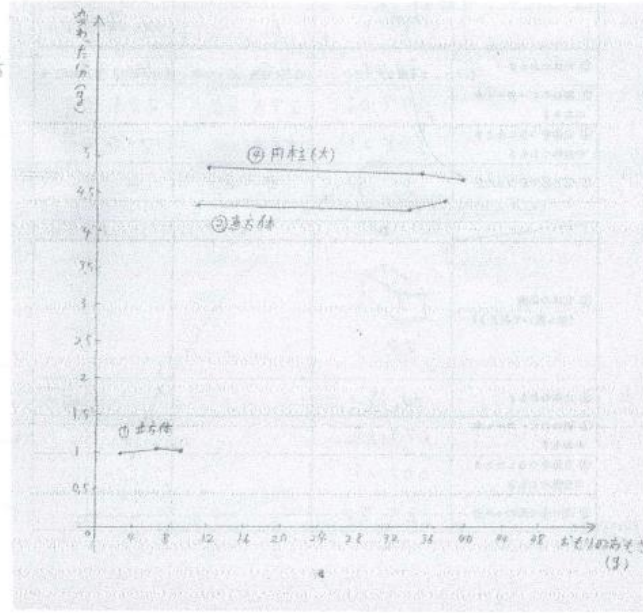
天秤にはたらく力はおもりをつるす前でも後でも、垂直抗力の反作用の力である。また、浮力とは、つるした物体の体積と同じ体積の水の重さであり、つるす物体の重さとは無関係のものである。

## 《実験1》

体積がほぼ同じで重さの違う物体をビーカーに入れた水の中につると、重さはどう変化するか？

・結果… ほぼ変化はなかった

・考察… 水の中に入れたただけなのに重さが増えたということは、ビーカーが何らかの下向き力を加えられたということである。この力は、水の中に入れた物体からの、浮力の反作用だと思われる。浮力の大きさは物体の体積に比例するが、今回のこの実験では体積を変えていないので、浮力も変わらず、それによって浮力の反作用も変わらず、ビーカーの重さも変わらなかったのだと思われる。

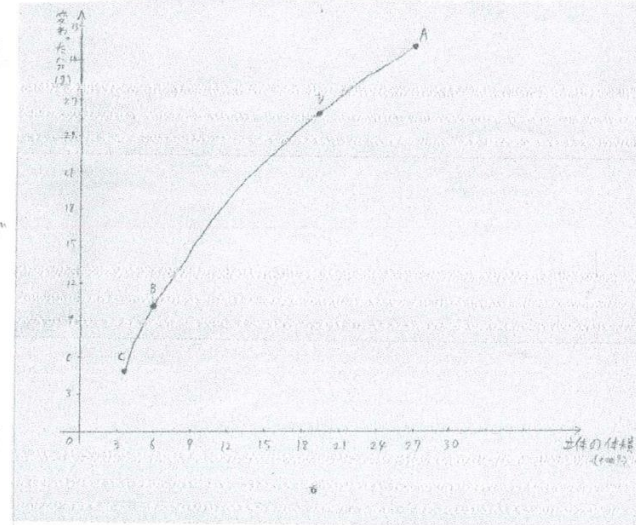


## 《実験2》

重さがほぼ同じで体積の違う物体をビーカーに入れた水の中につると、重さはどう変化するか？

・結果… 体積が大きくなるにしたがって、変化も大きくなった

・考察… 実験1の考察で述べた通り、浮力の大きさは体積に比例するため、今回の実験では体積を変化させたことにより浮力も変化し、浮力が変化したことで浮力の反作用も変化し、このような結果になったと思われる。しかしながらグラフよりこれは完全な比例ではないため、何か別の要因があるとも考えられる。



<実験1>・結果: P.4 グラフ

体積がほぼ同じで、おもさが違う物体を、ビーカーに入れた水の中につると、物体自身のおもさにかかわらず、初めのビーカー+水のおもさと、物体をつるしたときの全体のおもさの変化量は一定であった。

・予想との比較

全体のおもさの変化量は0で一定(つまり、物体をつるしてもおもさは変化しないということ)だと予想した。これは、変化量が一定であるという点では、結果と一致するが、結果は、変化量は0ではない。

したがって、「物体をつるしたことで、物体自身のおもさにかかわらず、何らかの一定の力が下向きにかかった」ということになる。

ここでもう一度結果をみると、物体の体積ごとに変化量が異なってくることがわかる。よって、浮力が関わっていると推測できる。

(物体をつるした後の方がおもくなっているので、浮力の反作用がかかったといえる。)

・推測の確認

アルキメデスの原理より、流体中の物体が受ける浮力の大きさは、物体が排除した流体の重さに等しい。この実験では、流体は水であるから、1g/cm<sup>3</sup>、つまり、体積(cm<sup>3</sup>)と重さ(g)は等しい。

結果をみると、変化量は、その物体の体積とほぼ同じ値を示している。

$$\begin{aligned}
 \text{つまり、(変化量)} &= (\text{物体の体積}) \times \text{重さ} \\
 &= (\text{物体が排除した水の体積}) \times \text{重さ} \\
 &= (\text{物体が排除した水の重さ}) \\
 &= (\text{物体が受ける浮力の大きさ})
 \end{aligned}$$

<実験2>・結果: P.6 グラフ

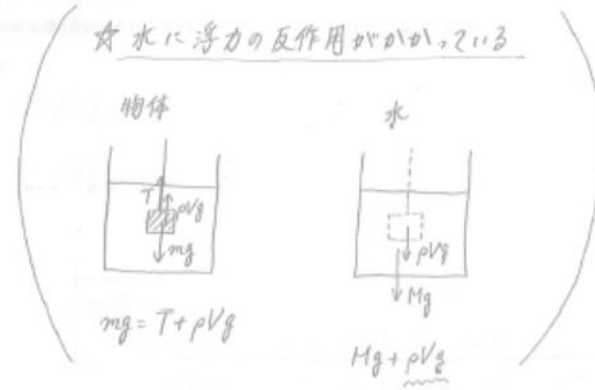
・<実験1>の推測の確認

変化量と物体の体積は、ほぼ同じ値を示している。

<結論>

(物体をつるしたときの全体のおもさ)

$$= (\text{初めのビーカー+水のおもさ}) + (\text{物体が受ける浮力の大きさ})$$



### ① 目的 → 詳細P.1

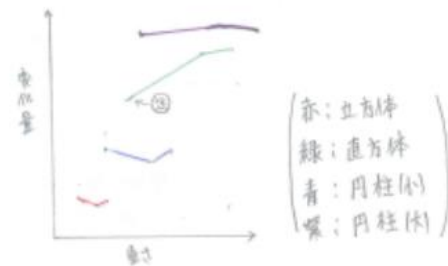
- 物体をつるした状態で水中に入れ、  
 ① 重さに変化があるのか  
 ② 浮力のはたらきは何かよって変化するのか

### ② 予想 → 詳細P.1

- ① 物体を入れることで重さは変化しないと予想した。  
 → **理由** 物体は水中で浮いている。電子天秤には何の力もかけていないと思ったから。
- ② 影響を受けるのは、重さと体積なら体積ではないかと思った。  
 (最初の授業では重さは変化しないと考えたが、力を描いて考えると変化するのではないかという考えになったため、確認のため①も見てみることにした。)

### ③ 結果 → 詳細P.3-6, グラフ用紙

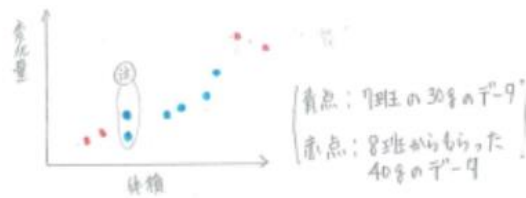
#### 実験1の結果 (おぼろげなグラフ)



紫のグラフを中心に、どのグラフからも、重さによる変化は少ないと分かる。

② この実験をグラフにしている。緑(立方体)の1か所に、他の2つと比べて約1gの差があった。実験後にグラフ化したため分からなかったが、電子天秤の読み取りを間違えた可能性がある。

#### 実験2の結果 (おぼろげなグラフ)

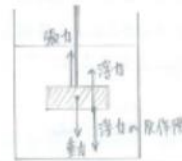


全体的に右上がりになっていることが分かる。これは予想通りだが、T-9の個数が少なく、30gと40gで、少ないだけとさの傾きに差が出るのか気になったが、分からなかった。

② 偶然同じ体積のものでもあったが、その結果には約2gの差があった。実験中、手にはかなり粘土がついていたので、気付かない間に、体積の増減があった可能性がある。

### ④ 考察

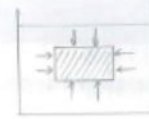
実験中、①においてかなり迷っていたので、結果からもう一度考えてみた。



物体には左のような力がかかっている。

このとき、重力 = 張力 + 浮力となるので、浮力の反作用として、物体が水を押す力の部分が、増えた重さと考えられる。

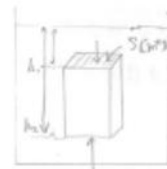
→ この考えから、重さでは変化せず、体積で変化したということも考えることができる。



浮力は、水に接しているものの面に対してはたらく力であるから、重さの違い → 密度の違いとは関係を持たず、体積の違い → 表面積の違いが影響を受けるのではないかと。

予想で考えた、浮力の公式から考える方法ではどうか? (P.2)

浮力の公式は  $\rho V g$  であり、ここでも体積が用いられているが...



物体が水中にあるとき、物体の上面より下面が深いところにある。→ 面を押す力であるから、その面と高さから

$$F = (p_0 + \rho g h_2)S - (p_0 + \rho g h_1)S$$

$$= \rho g S (h_2 - h_1)$$

$$= \rho V g$$

これが体積を表す  
 実際注目しているのは面と高さの差ではないかと

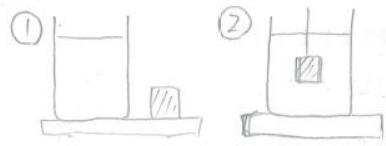
### ⑤ 結論

- 物体を水中につると、その物体全ての重さではないが重さは増加する。
- 物体の体積により、重さに増減が生じる
- 気になったところ  
 考察をしていくうちに、体積というより表面積にも変化のきっかけがあるように思えた。浮力の大きさが高さにより異なるなら、同じ体積でも細長いものと平べたいもの、というように形状の変化でも何か起こるのではないかと考えた。

**実験1** 体積がほぼ同じでおもいが違う2つのおもりを、ビーカーの水の中につると、全体のおもいはどうなるか？

**実験2** おもいがほぼ同じで、体積が違う2つの物体を、ビーカーの水の中につると、全体のおもいはどうなるか？

<目的>



①と②の時、どちらの方が重くなるだろうか？

○予想 : ①の方が重くなる

(理由) ②の時、水中に物体があるから、物体に対して浮力がはたらくため①より軽くなると思ったから

**案1** 体積は等しいので、浮力は同じになり、変化量は一定

**案2** 体積が異なるため、浮力は異なるので、変化量も増減する。

○結果 : ①の方が重かった

**案1** 変化量は一定ではなかった

**案2** 変化量に増減はあったが、体積にともなっているわけではなかった

<結論>

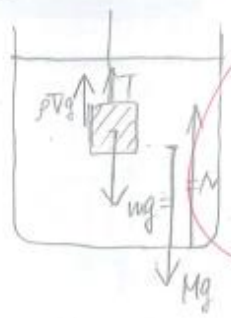
水中に物体を入れた方が、入っていないときより軽くなった

[実験の反省点]

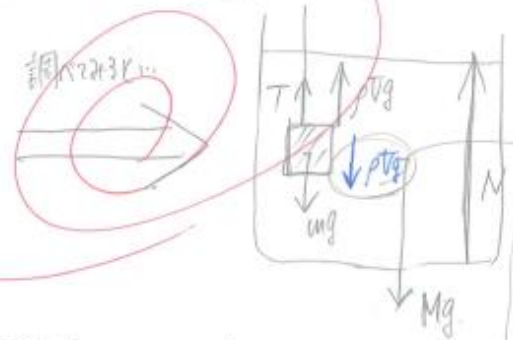
物体を水の中につけるときに、スライドを使わずに自分の手に持って入ってしまった。  
 なので、実験結果が不正確になってしまった。

[考察] ( $\rho = m[V]$ , ビーカー+水 =  $M[g]$  水の体積  $V_{水}$ )

- 自分の考え



- 真実



調べてみる...

浮力の反作用  
 浮力が物体にはたらくのは、物体に押し下げる力をはたかすから

ビーカー+水+おもりは、 $Mg + mg [g]$ で。

おもりを水中に入れたとき、

$Mg + (mg - pVg - T) [g]$  だと思った

$$\begin{cases} N = Mg + pVg \\ mg = pVg + T \end{cases}$$

つまり、おもりを水中に入れたとき、  
 $Mg + pVg [g]$  になっていた!!

⇒ 上のとおりだとすると、やはり体積の異なるおもりの違う物体ならば、変化量は一定ではなだろうか？

よして、体積の違う物体なら、体積が増えるにつれて、変化量も増加するのではないだろうか？

(実験は正確にやるべきだと、身に染みを感じた)



# 高校1年生の感想

実験開始時は目的が不明瞭で何をしたらよいか分からず、

実験が進んで値を出していく過程においても、予想とは異なる結果を目の当たりにし、不安を感じた。

しかし、様々な仮説を立て論理的に考察を重ねるうちに、少しずつ実験の意味や本質が見えてきて興味深かった。私は複数の関係しあう物体同士のそれぞれにかかる力の様子を考えるのが苦手なので、良い練習になったと思う。

実験2においてはやり方がよく分からず、班で話し合うことで工夫の仕方を見つけることができた。普段よりも積極的なコミュニケーションをはかれたと感じた。

実験2で使用した粘土については、水溶性(?)であったため二度水につける過程で非常に見苦しい感じになった上、正確に値を出せたか(特に二度目)が少々疑問に残る点である。材質についてはよいと思えたが、水に溶けなければなおよいと感じた。

先生の「データに素直に向き合うことが大事」という言葉の意味がよく分かる実験だった。データを適当に改ざんして予想通りの結論を出していれば、考察で得たような気づきを得ることはできなかったと思う。科学者たちがどれだけの努力を費して現在知られているような科学の知識を解明してきたかが分かった気がした。