

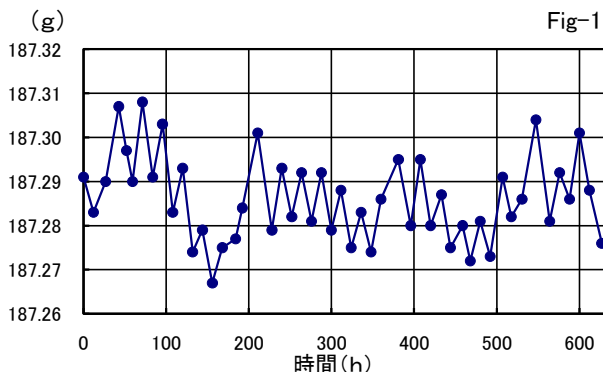
重さの微小変動と気象条件の関係

梶原 和利 (神奈川県)

1) はじめに

最小単位が1ミリグラムの秤を使い、ある程度の体積がある気密容器の重さを半日程度の間隔で量るとその重さはFig-1のように一定ではなく変動している。

この変動は気象条件(気温、湿度、気圧)の変化が重さに表れたとの仮説のもと、実験を行った。



2) 使用した機材等

① はかり

重さの変動はごくわずかな値であり、精度よく重さを量る必要があることから音叉式電子天秤を用いた。

② 被測定物

体積が大きく、形状が変化しにくい金属の物体が望ましいが、上記①の電子天秤の最大秤量が320gと小さく重い物は量れないので軽くて気密性のよいヘリウムガスを充填した容器、保存食缶、栓をした空ペットボトルを使った。

③ 気温・湿度・気圧計 (ポケット気象計)

3) 重さ変動に対する仮説

事実

- ① 空気の状態(気温、湿度、気圧)は常に変動している。
- ② 空気中の物体は小さいながら大気による浮力を受けている。

上記事実から、重さが変動する理由について以下の仮説をたて検証した。

仮説

物体の重さは変動していないが、空気による浮力が変動しているために、全体として重さが変動しているように見える。

4) 浮力と気象条件

空気中の物体に働く浮力の大きさは式-1及び式-2に示す関係が成り立ち、気象条件からその大きさを算出することができる。

空気密度 ρ (kg/m^3) の中に置かれた体積 $V(\text{m}^3)$ の物体に働く浮力 F は下記で表わされる

$$F = \rho \times V \quad (\text{kg}) \quad (\text{式-1})$$

また湿り空気密度 ρ (kg/m^3) は気圧 $P(\text{hPa})$ 、気温 $T(^{\circ}\text{C})$ 、及び相対湿度 $H(\%)$ から以下のように算出できる。

$$\rho = 1.293 \times \frac{273.15}{(273.15+T)} \times \frac{P}{1013.25} \times \left(1 - 0.378 \times \frac{e}{P}\right) \quad (\text{式-2})$$

$$e = H \times \frac{e(\text{SAT})}{100}$$

$$e(\text{SAT}) = 6.1078 \times 10^{7.5 \cdot T / (237.3+T)}$$

5) 測定・検証方法

- ① 電子天秤で被測定物の重さを計量すると共に、その時の気圧、気温、湿度を測定し記録する。
- ② (式-1)から算出した容器に働く浮力と、実際に計量した重さの変動を比較することで、空気による浮力の影響度合いその他起因する原因を調べる。

6) 検証結果

① 密封した金属容器の重さ変動(図3、図4)と空気密度変動(図1)に被計量物の体積を乗じて計算した浮力との間には相関図(図5、図6)から負の相関が非常に強いことがわかる。

また実測した重さから計算で求めた浮力分を除いた重さ変動(図7、図8)は多少の変動はあるが大きな変化はなく安定している。これらのことから

密封した金属容器の重さ変動は、気圧・気温・湿度の変動に伴う空気密度の変動が起こす浮力の変動が主な要因である。

② 栓をしたペットボトルの重さ変動(図-9)と空気密度変動(図1)にペットボトルの体積を乗じて計算した浮力との間には正の相関が見られるが金属容器ほど強くない。(図10)

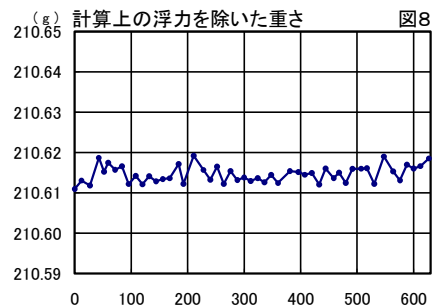
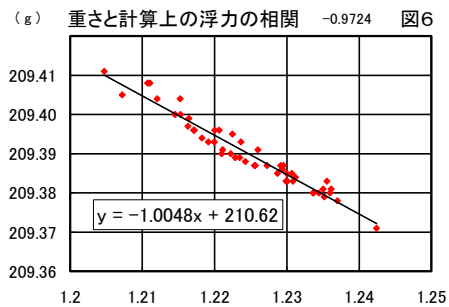
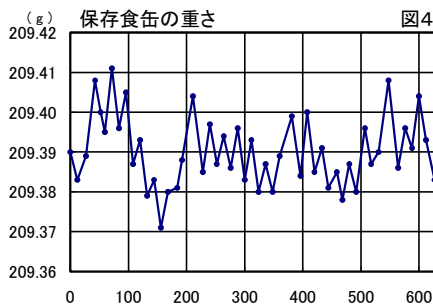
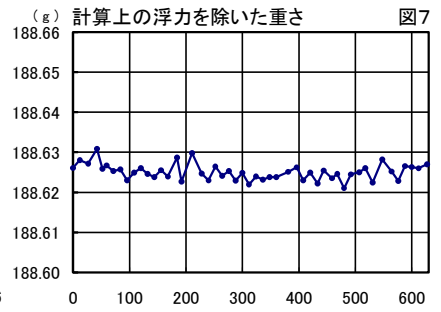
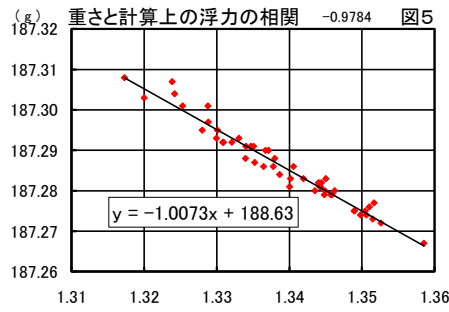
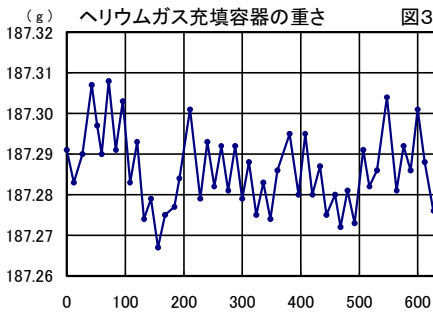
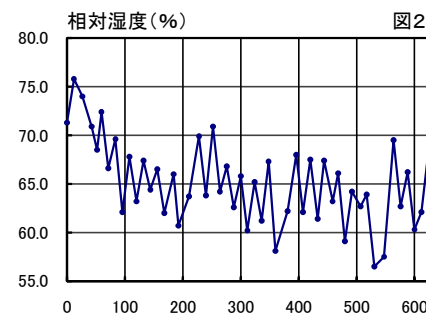
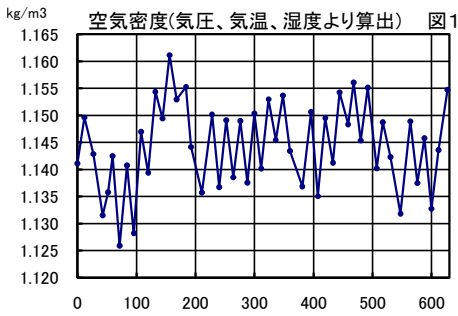
しかし実測した重さから計算で求めた浮力分を除いた重さ変動(図11)と相対湿度(図2)の間には明らかな正の相関がみられる。(図12) また栓をしないペットボトルでは重さの変動と相対湿度の間に正の相関が強い。(図13、14) これらのことから

栓をしたペットボトルの重さ変動は、空気による浮力変動に加え周囲の湿度に応じてペットボトル自体が水分の吸収、放出する分の重さ変動が加わっていると考えられる

7) 最後に

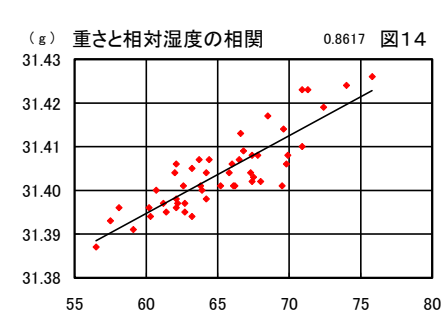
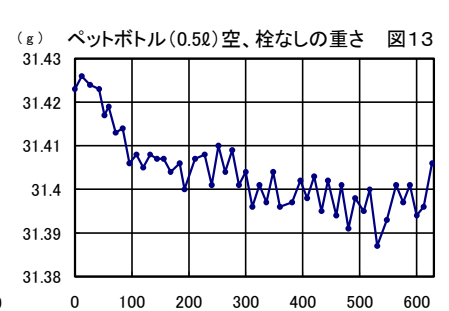
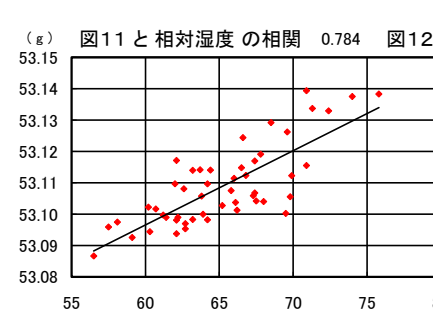
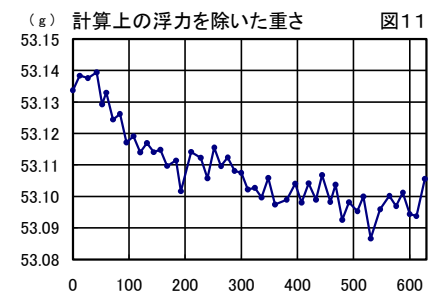
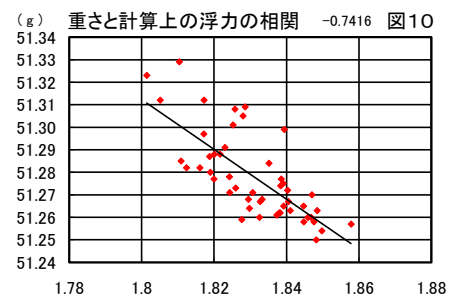
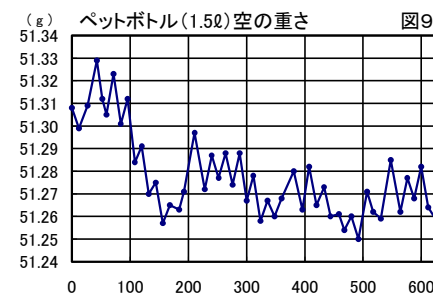
簡単な方法だが物の重さ変動と気象との関係を解明できた。観察や実験は気象に限らず事象を理解するのに役立つ。

今後も色々な事象についてシンプルな実験を考え気象との関係を解明していきたいと思っている。



■ 実測の重さ(図3、図4)と空気密度(図1)に体積を乗じた計算上の浮力の間には強い負の相関がみられほぼ1:1に対応している。(図5、図6) また、実測の重さから計算上の浮力分を除いた重さ(図7、図8)は変動がかなり小さい。

以上のことから **重さの変動は主に浮力の変動** により起きていることがわかる。



■ 栓をしたペットボトルの重さ(図9)と計算上の浮力の間には負の相関がみられるが金属容器ほどは強くない。(図10) しかし、浮力分を除いた重さ(図11)と相対湿度(図2)の間に正の相関がみられる。(図12) また、栓をしなくて浮力の影響が小さくしたペットボトル(図13)は同様に相対湿度との間に正の相関が強い。(図14)

以上より ペットボトル においては、**浮力及び湿度が重さ変動の要因** となっていることがわかる。