

ねじりばかりの自作とそれによる測定

40期

I テーマ設定の理由

日頃、私達のまわりで測る重さといえば、100g、200gといったものがほとんどだが、もっと広い範囲で見ると小さい重さのものも多くある。例えば、草花の種子1粒の重さを考えてみると、1/10gか、それとも1/100gかということになる。このような非常に小さい重さも測ることのできるはかりをつくってみたいと思った。そこで辞典で調べてみて目に止まったのが、ねじりばかりだった。これは、自作ができる上に1/1000gまで測れるように調整できるのである。そして、自作したはかりで実際に測定してみようと思い、大豆の発芽前後の質量を調べることにした。

II 研究方法

- (1) ねじりばかりをつくる。
- (2) はかりの1めもりを何gにするかを測定して決める。
- (3) 大豆を測定し、観察し続ける。
- (4) 得たデータをグラフ化する。

※今回は、ねじりばかりの自作ということを重点的にとり上げる。

III 研究内容

- (1) ねじりばかりをつくる

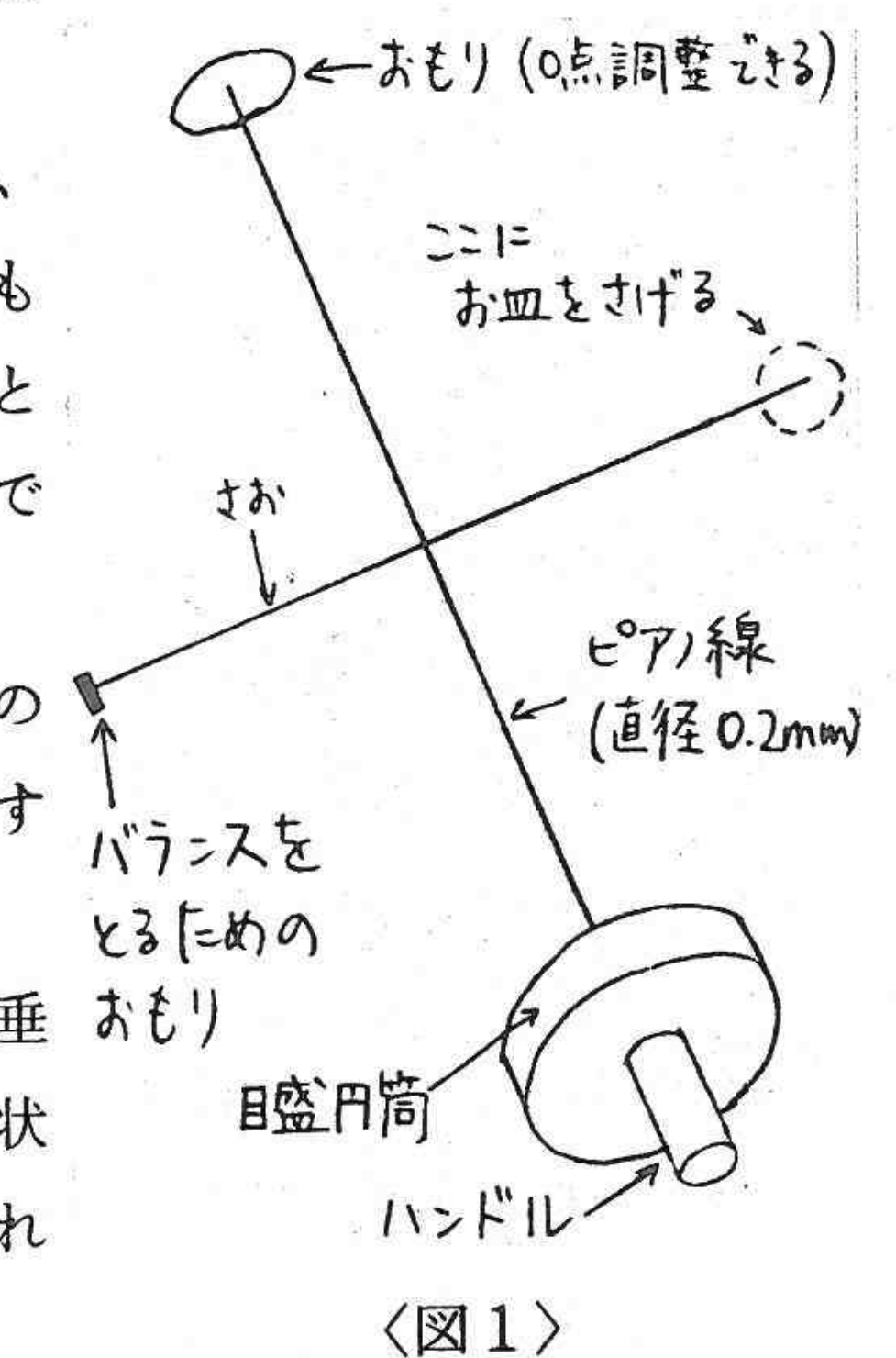
1. 構造

このねじりばかりは、一口に言うと、線のねじれに対する復元力を使って微小な質量を測定するのである。

〈図1〉に簡単に構造を示しているが、皿に品物をおくと、皿が傾く。その傾きによってピアノ線がねじれて、巻きこもうとする力が働く。その力に対してピアノ線が元にもどろうとする力、つまり復元力が働くのだが、それを目盛円筒の目盛で読みとることによって、品物の質量を測定するのだ。

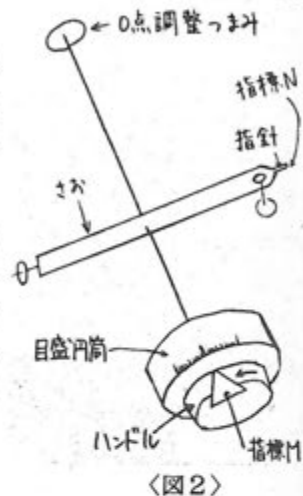
普通は、ピアノ線ではなく薄い金属帯の渦巻きばねを使うのだが、手に入れることができなかったため、ピアノ線を代用することにした。

もう少し、原理についてくわしく述べると、中央に棒を懸垂して一端を固定した線（つまり〈図1〉のピアノ線と皿の状態）の一端に微小な力を加えると、線に、力に比例したねじれ



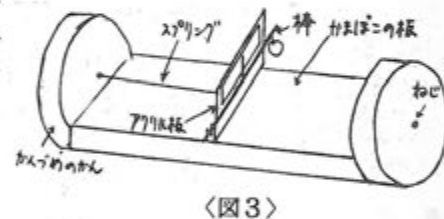
角が生じる。ねじれ角は線の半径の4乗に反比例するので、細い線を用いるとごく微小な力が測定できる、というわけである。

この原理と類似したものを応用したばかりでは、トーションバランスというものがある。〈図2〉は直線ばねトーションバランスの構造である。両端を固定した線の中点で支点を固定するか、てこの支点の軸に渦巻きばねの内端を固定したもので、てこの一端にかかる微小荷重と線や渦巻きばねの復元力をつり合わせているのである。私がつくったばかりもこのトーションバランスを少し変えたような構造となっている。使い方は、かぎに品物をかけてハンドルをまわして傾いたさおの指標Nとさおと指針とが一致するまで目盛円筒を回転させ、一致したときの指標Mの示す円筒の目盛を読むのである。



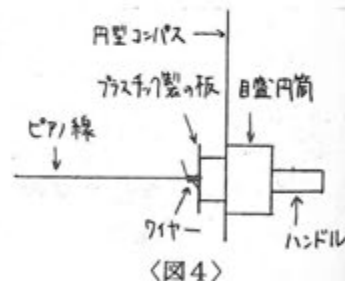
2. 材料

つくるまでは、廃物利用ということで〈図3〉のようなばかりをつくる予定だったのだがちょうどばかりの土台の部分の部品が手に入ったので、それを使うことにした。しかし、土台以外の部品はすべて身のまわりにあったものを使ってつくった。



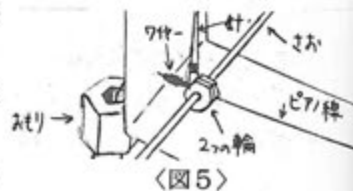
3. 製作

① まず、土台にハンドル・目盛円筒・円型分度器を取りつけた。そして、ハンドルとピアノ線をつないだ。この部分は、ピアノ線をねじったりするところであり、ハンドルとピアノ線がしっかりとつながっていないと、測定しているうちにゆるんでしまい測定できなくなる場合もあるのでとても大切な部分である。その上つくるのも難しく、失敗をくり返した。最終的には、ワイヤーをうまく活用し、ハンドルとピアノ線を固定した。また、プラスチック製の板も使ってよりしっかりと固定することができたので、ピアノ線がゆるまなくなった。〈図4〉



※目盛円筒の目盛は紙のメジャーである。

② 次に、ピアノ線とさおをつないだ。ピアノ線とさおは垂直に交わっていなければいけないし、どちらも細い金属でできているので、工夫が必要だった。そこで、さおを金属製の2つの輪に通して、ピアノ線とその輪と輪の間に通した。そして、0点調整用の指針と輪の部分①と同様にワイヤーで固定した。後はさおのつり合いをとるため、さおの長さを調整した



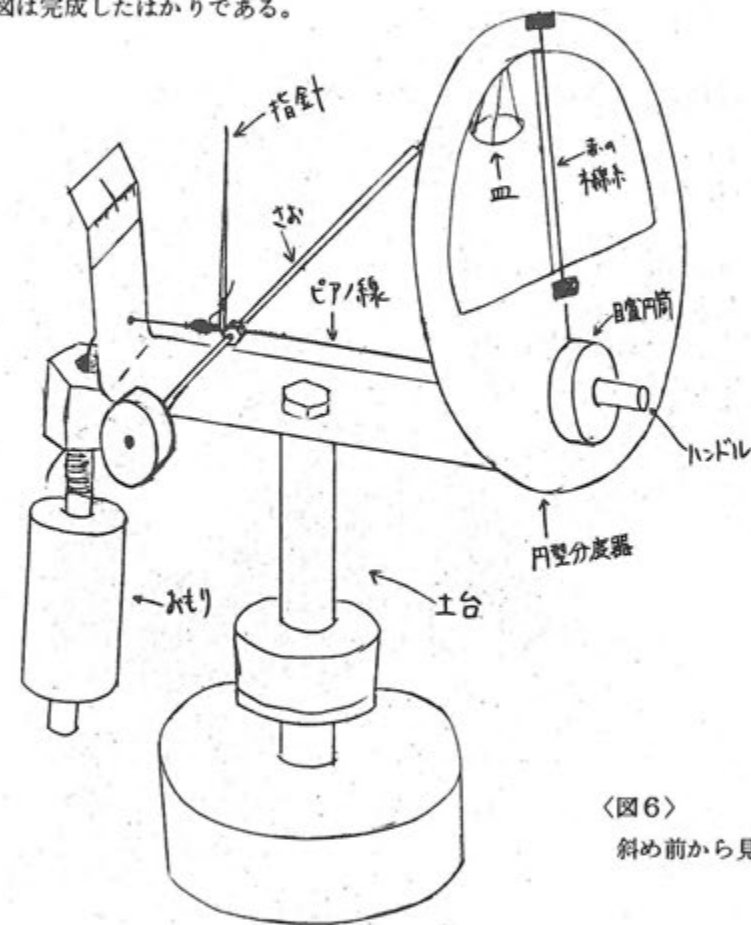
り、おもりをつけた。〈図5〉

③ 最後に、ピアノ線を引張っておもりをつけた。このおもりで0点調整もできるようにした。

だいたい、こういう過程を経てばかりが完成した。

その他に、0点調整をしやすくするために工夫をして、0点調整用の指針のところにも目盛をつけたりなど、細かいことはいろいろとした。

下の図は完成したばかりである。



〈図6〉
斜め前から見たところ

(2) はかりの1めもりは何gなのか。

まず、完成したばかりの目盛円筒の1めもりの質量を知らなければならない。

手近にあるもので質量が正確に1gあるものには、1円硬貨がある。これをさおの先につけた皿の上のせ、何めもりを示すかを見た。

では、このばかりの測定・使用方法を述べていく。

①目盛円筒のめもりの0（1回転が100めもりとしてある）が、指針の0と一致するように調整する。

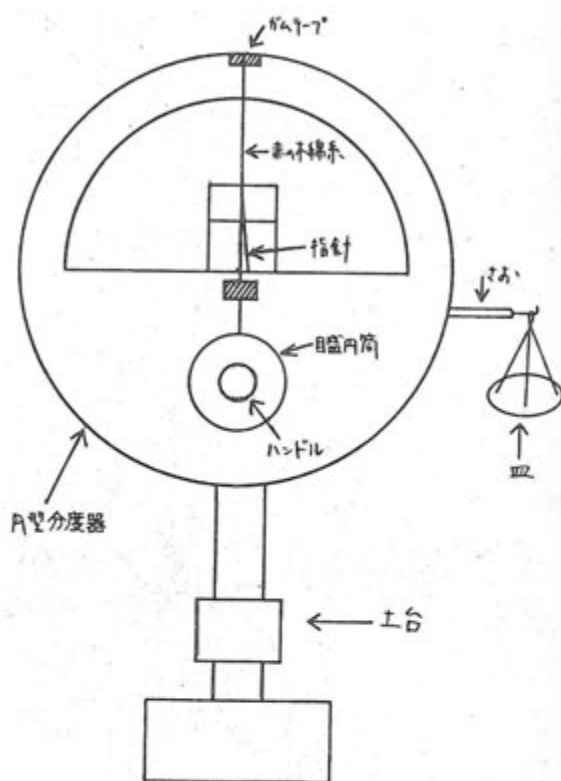
※これは、ピアノ線を引張っているおもりを回転させるか、ハンドルを回転させるこ

とによって簡単にできる。指針と目盛円筒のめもりとの間に距離があるので、〈図7〉に示してあるように円型分度器の0の所に赤色の木綿糸を張り、めもりを読むときの位置による誤差を少なくできるように工夫してある。

②質量を測定したい品物を皿にのせる。

※この時、できるだけ静かにそとのせなければならない。

③目盛円筒を反時計回りに回転させ、指針を0に戻す。そして目盛円筒のめもりのどこでちょうど0と合ったかを読みとる。



正面から見たところ 〈図7〉

1円硬貨を測定するのだから、②のところで1円硬貨を皿にのせた。ここで、指針の振れ方を見て、感度を上げるために、さおの長さを長くしたり短くしたりした。また、ピアノ線を引張るおもりもいろいろ変えて〈図6〉・〈図7〉のような身のまわりにあった廃品を用いることで、バランスをとることができた。そして、③のようにしてめもりを読みとると、27めもり(1めもり=14mm)だった。つまり1めもりが約37mgということになる。だから、またうでの長さを調整し25めもりになるようにした。よって1めもりが40mgとなった。

これで、読みとっためもりをうまく質量に変えることができるようになった。

感度はもっと上げられるのだが、今回は大豆を測定するので、このように調整した。(うでが長いと感度が上がるので、小さな値まで測定できる。)

④読みとっためもりを、1めもり=40mgということから質量に変える。

例) 15めもりだったとすると、

$$40 \times 15 = 600 \text{ (mg)}$$

⑤測定したものを皿から下ろし、目盛円筒を回転させて0点に合わせる。

以上の①～⑤の順序で丁寧の扱えば、微小な質量も測定できる。

(3) 大豆の測定

はかりが完成し、実際に測定できるようになったので、さっそく大豆の測定をした。

始めに、10個の大豆を選んでそれぞれの表皮に1～10の番号をうつ。そして、水を吸収させる前と吸収させてから23日間(昭和62年8月6日～8月28日)測定と記録をし、最後にそれらのデータを全部グラフ化した。

プラスチックの大きな皿に脱脂綿をひき、それにいつも水をひたしておいて、その上に大豆をのせて成長する様子を観察した。

大豆が発芽するまで日数がかかったし、発芽せずにくさってしまった大豆も1つあった。それに、水が少なかったり多かったりして、4つの大豆が途中でくさった。結局、最後まで残ったのは3つだけだった。

そのうちの2つは、側根がのびてきて、脱脂綿にはりついたようになった。途中からは、液体肥料を溶かした水をやりたりもしたが、日光にはほとんどあてていなかったで、ひょろひょろと細長くなり、7cmと7.5cmにまで成長した。もう1つは、数日たつとくさった。

このように、測定はうまくいったのに、大豆がうまく成長しなかったので、よいデータを得ることはできなかった。

大豆を測定する、ということは、自作のはかりで身のまわりにある微小な質量を測る、という目的だったので、その目的を果たすことはできなものでよかった。

しかし、データをグラフかして分析するという意味では不十分だったと思う。大豆に水をちょうどよい具合にやり、また日光にもよくあてていたら、もう少し多くの大豆がくさらずにすんだと思う。

※なお、大豆の質量変化の結果は省く。

IV 結論

ねじりばかりの材料や製作過程からもわかったと思うが、このはかりは自作することができる。また、大豆の数時間での質量の変化も測定できたことから、微小な質量を測定することができる、ということも確認できた。

はかりを調整したところでも触れたが、このはかりのさおをもっと長くして感度をあげれば、1mgという質量も測定することができると思われる。

つまり、ねじりばかりは、線のねじれに対する復元力を使うことによって、1mgという微小な質量をも測定することができる、とても感度が高いはかりなのである。また、その原理は内容は難しいものだが、構造は簡単であるので、身のまわりにある廃品を使ってでも、工夫さえいろいろとすれば、自作することができるのだ。

V 反省・感想

まず、反省だが、大豆の測定のところ述べてのように、大豆の成長が悪かったというのが少し残念である。育て方がいかに加減だったな、と後悔している。

しかし、ねじりばかりの方は苦勞しただけのことがあって、大成功だった。まさかここまで感度がいいとは思っていなかった。

計画を早めからきちんと立てておき、その通りにすることができたので、小さな失敗はあっても、大きな誤りはなくできたのだと思う。

ねじりばかりは簡単な構造なので、とても小さな重さまで測定ができるので、興味をもって楽しくできたし、それなりの成果がでたのでよかったと思う。

参考文献

現代世界百科大辞典 第11巻（講談社）