

鏡で太陽光を集めてポップコーンを作ろう

加納高校・村田憲治 E-mail: quz@he.mirai.or.jp

文化祭のクラスの取り組みで、太陽光を 124 枚の鏡で集め、「ソーラークッキング」に挑戦してみました。なかなかの性能を持ったものので紹介します。

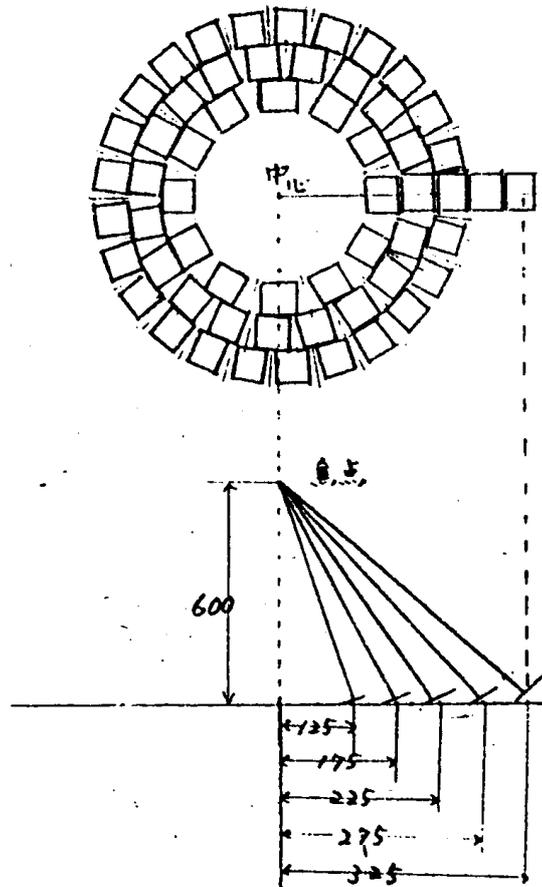
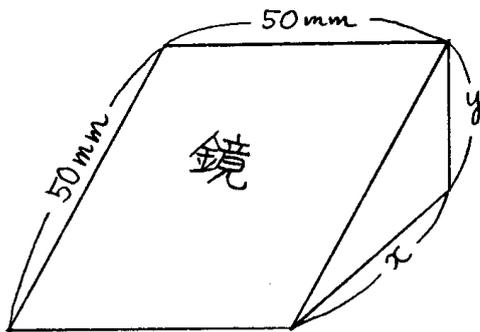
鏡の傾きは どうやって計算するの？

設計は僕のオリジナルではなくて、『平成 6 年度 理科研究講座集録 (理科における環境教育の在り方)』(岐阜県教育センター発行)に載っていた、東濃実業高校の村井澄美先生の実践をマネしてみたのです。

ボール紙で作った三角形の台に、一辺 50mm の正方形の鏡を両面テープで貼り付けて、これを下図のようにベニヤ板の上に同心円状に配置するのです。鏡は全部で 124 枚です。(東急ハンズで 1 枚 ¥50 で手に入りますから総額 ¥6,200 です)

さて、例えば焦点距離を 600mm にするとすると、つまりそれぞれの鏡で反射された太陽光をこの焦点に集めるには、ボール紙で作る鏡の台の x [mm] と y [mm] をどう決めたらいいのでしょうか。鏡を置く中心からの距離 r [mm] が違えば、 x 、 y の値も異なります。

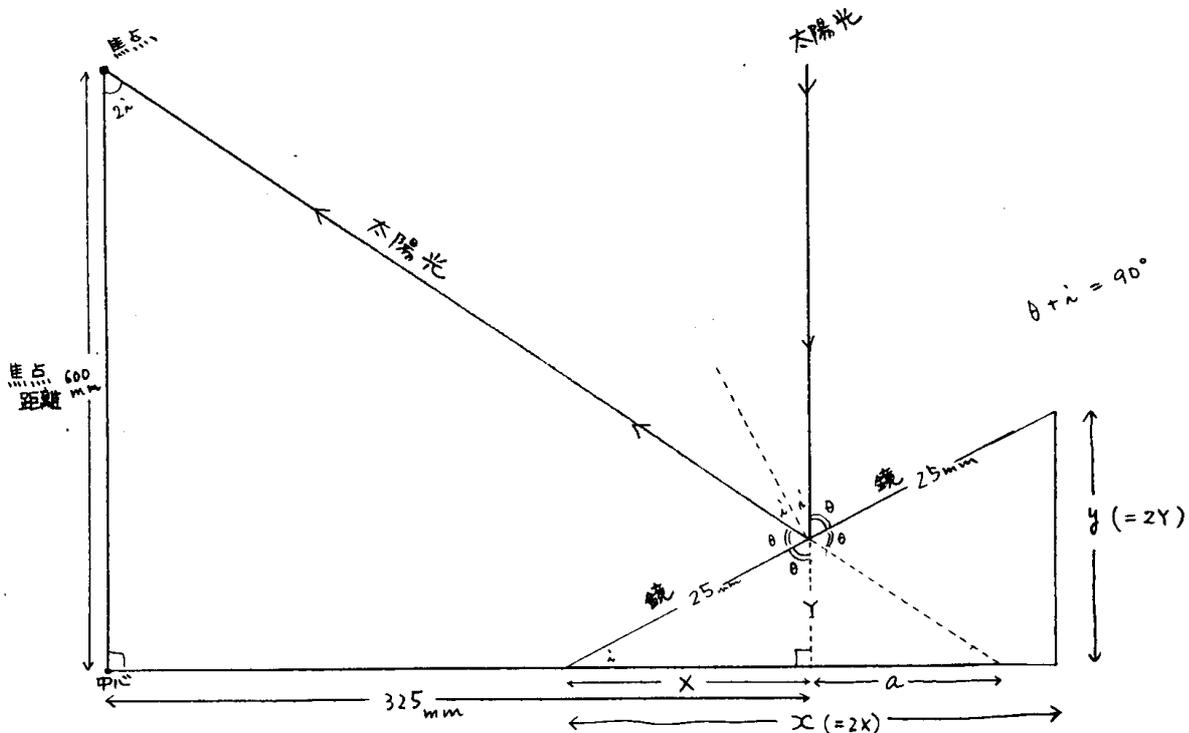
村井さんの原稿にあったデータは下の通りですが、いったいどうやって x 、 y の計算をするのでしょうか。放物面を近似するわけではないことは明らかですが、そこんところが書かれていませんでしたので、作図をしながらちょっと考えてみました。



	半径 r	x	y	枚数
A	125mm	49.7mm	5.5mm	12 枚
B	175mm	49.4mm	7.7mm	19 枚
C	225mm	49.2mm	8.9mm	25 枚
D	275mm	48.8mm	10.9mm	31 枚
E	325mm	48.4mm	12.5mm	37 枚

パソコンを使って強引にこの方程式を解く！

下手な図でわかりにくいかもしれませんが、半径 $r=325\text{mm}$ の位置に置く鏡の傾きを求めてみましょう。



鏡の中心で反射した太陽光が焦点のところへ行くようにします。
図を見ながら式を立ててみました。($x = 2X$, $y = 2Y$ とおく)

$$\tan i = \frac{Y}{X}, \quad \tan 2i = \frac{325 + a}{600}, \quad \tan 2i = \frac{a}{Y}, \quad X^2 + Y^2 = 25^2$$

という4つの式がつかれますから、 a, i, Y の3つを消去して X を求める式をつくと、

$$325X^2 - 325(25^2 - X^2) + 2X(25^2 - X^2) - 1200\sqrt{25^2 - X^2} = 0$$

などという、トンデモない式ができました。これは困りました(笑)。

紙と鉛筆で解くのはあきらめて、パソコン (BASIC プログラム) を使ってみましょう。 X の値を適当な範囲で for~next を使ってこの式に代入して、この関数の値が 0 になるような X の値を見つければいいのです。

プログラムは次頁の通りです。今回使った U-BASIC は for~next で整数しか使えないので 20 行、25 行でへんなことをしていますが、気にしないでください。

このプログラムを走らせたなら、パソコンのモニターをじ~っとみつめて z の値 (上の関数の値)

がゼロ前後になったときに stop キーをパツと押して、 X の値を確認するのです。そうとうの動体視力が要求されます（笑）。

```
5   ' I の値の範囲は適当に決めるのです・・・
10  R=325
20  for I=242000 to 243000
25  X=I/10000
30  Z=R*X^2-R*(25^2-X^2)+2*X*(25^2-X^2)-1200*X*(25^2-X^2)^0.5
40  print "x=";2*X;"y=";2*(25^2-X^2)^0.5;"z=";Z
50  next I
```

こうして作った x , y の表がこれです。村井さんの表とほぼ同じものができました。

	半径 r	x	y	枚数
A	125mm	49.73mm	5.15mm	12 枚
B	175mm	49.49mm	7.11mm	19 枚
C	225mm	49.19mm	8.98mm	25 枚
D	275mm	48.83mm	10.75mm	31 枚
E	325mm	48.44mm	12.39mm	37 枚

紙は一瞬で燃え上がるし、ポップコーンだってつくれるのだ



さて、できあがったこの装置でいったい何ができるのでしょうか。

装置を太陽の方へ向け、紙を黒く塗って焦点の所にかざすと数秒で火がつき、メラメラと燃え上がりますし、ポップコーンだって作れます。

左の写真は、アルミ皿を2枚使ってフタつき鍋(?)にして、ポップコーンを作ってる例会での様子です。待つこと数分でポンポンはじけだし、美味しいポップコーンができあがります。

写真では分かりにくいかもしれませんが、これを作った僕のクラスの生徒さんたちは、鏡のまわりにさらに飾り付けをして、この装置をヒマワリみたいにしてしまいました。ははは、なかなかいいセンスしとるがね。