

ソーラーバルーンを作ってみよう

サイエンスクラブ21(平成19年9月15日)



農業用ビニールシートで作ったソーラーバルーン

ソーラーバルーンが浮き上がる条件

- ・ソーラーバルーンの中の空気は、熱によって膨張すると密度が小さくなる（軽くなる）。
- ・ソーラーバルーンが浮くためには、ソーラーバルーンに働く重力よりも、浮力の方が大きくなる必要がある。
- ・空気中のソーラーバルーンに働く浮力の大きさは、
「ソーラーバルーンが膨張した分だけの空気の重さ」
と同じである（アルキメデスの原理）。
- ・浮き上がるだけの浮力が生じるためには、ソーラーバルーンの重さに相当するだけの空気が膨張しなければならない。すなわち
(ソーラーバルーンの重さ)
= (膨張しなければならない空気の体積) × (空気の密度) (1)

ボイル=シャルルの法則

「気体の圧力 P は体積 V に反比例し、絶対温度 T に比例する」

$$(\text{圧力}) \propto \frac{(\text{絶対温度})}{(\text{体積})} \quad \text{これより} \quad \frac{(\text{圧力}) \times (\text{体積})}{(\text{絶対温度})} = \text{一定}$$

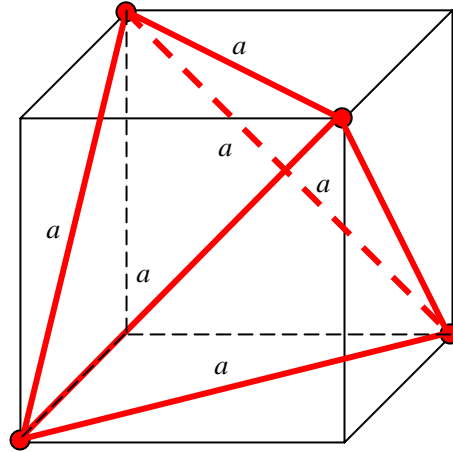
これを記号で書くと

$$\frac{P \cdot V}{T} = R \quad \text{または} \quad \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

注) 絶対温度で表示する：セルシウス0 = 273K 絶対温度

正四面体の作り方

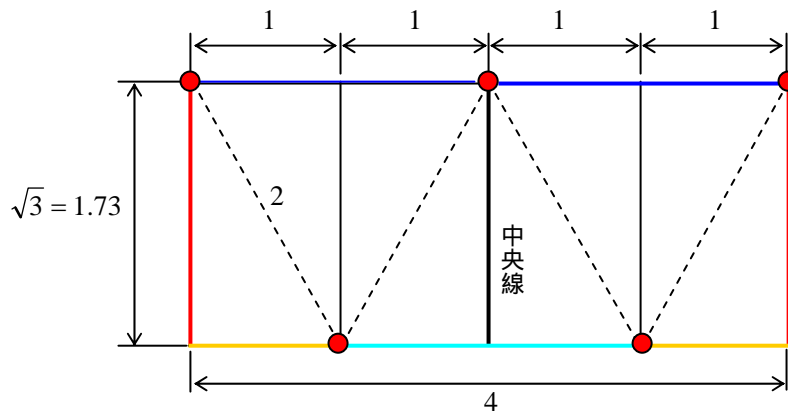
正立方体の辺が繋がらない頂点を結べば四面体ができる。



$$1 \text{ 辺が } a \text{ の正四面体の体積 : } V = \frac{\sqrt{2}}{12} a^3 = 0.12a^3 \quad (4)$$

$$\text{表面積 : } S = \sqrt{3}a^2 = 1.73a^2 \quad (5)$$

縦と横の比を $\sqrt{3}:4$ とした長方形を下图のように折ると正四面体ができる。



- 1 中央線を折る
- 2 赤と赤をテープで止める
- 3 青と青をテープで止める
- 4 黄色と黄色をテープで止める
- 5 空色と空色をテープで止める
- 6 点線で折り目を入れる

[例] 1辺 2m の四面体のソーラーバルーン

材料 農業用黒マルチのポリエチレンフィルム

$$0.02\text{mm} \times 1\text{m} \times 100\text{m} \quad (1.84\text{kg}) \quad 18.4\text{g/m}^2$$

$$0.03\text{mm} \times 1\text{m} \times 100\text{m} \quad (2.76\text{kg}) \quad 27.6\text{g/m}^2$$

1 辺が 2m の四面体

$$\text{面積 } A = 1.73 \times 4 = 6.92\text{m}^2$$

$$\text{重さ } W = 6.92 \times 18.4 = 127.5 \text{ g}$$

$$\text{体積 } V = \frac{\sqrt{2}}{12} a^3 = 0.12a^3 = 0.12 \times 2^3 = 0.94 \text{ (m}^3\text{)}$$

条件：20、1 気圧

空気の密度： $1.2 \times 10^3 \text{g/m}^3$

[計算]

$$(\text{膨張しなければならない空気の体積}) = \frac{127.5}{1200} = 0.11(\text{m}^3)$$

つまり、はじめのソーラーバルーンの体積 0.96m^3 が膨張して $0.96+0.11=1.07\text{m}^3$ になれば浮き上がることになる。

体積が 0.15m^3 膨張するために必要な温度上昇は、今外気を 20 とすると

$$T = 273 + 20 = 293\text{K}$$

ソーラーバルーンの体積 0.96m^3 が、 1.07m^3 になるためには上式より

$$\frac{1 \times 0.96}{293} = \frac{1 \times 1.07}{293 + x}$$

これより

$$x = \frac{0.11 \times 293}{0.96} = 33.0\text{K} \quad ()$$

したがって、このバルーンが浮き上がるには 34 の温度上昇が必要である。

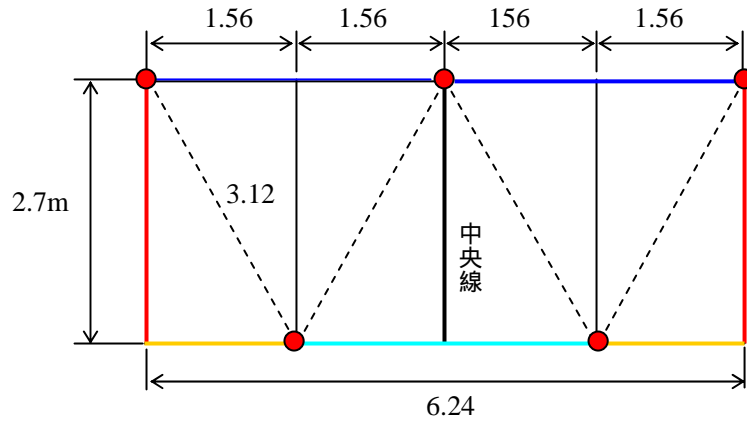
使用する農業用黒マルチのポリエチレンフィルムは

幅 135cm、長さ 200m、厚さ 0.02mm

重さは $1\text{m} \times 1\text{m} (= 1\text{m}^2)$ で 18.4g

次の 4 つの場合について同じように計算すると、温度上昇は図の右のようになる。

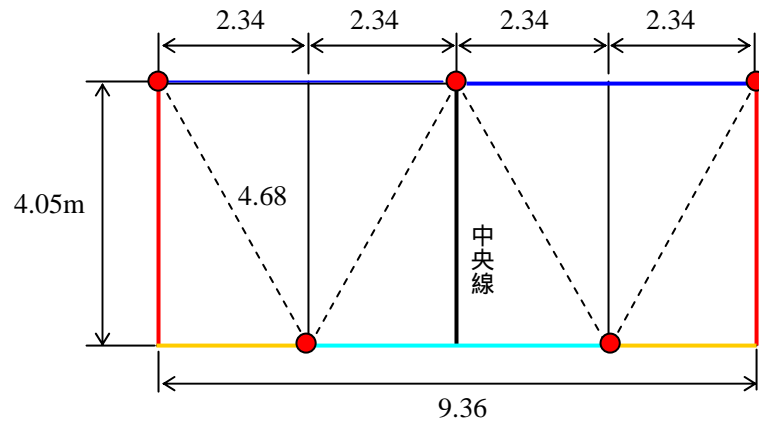
(1)



温度上昇

21.2

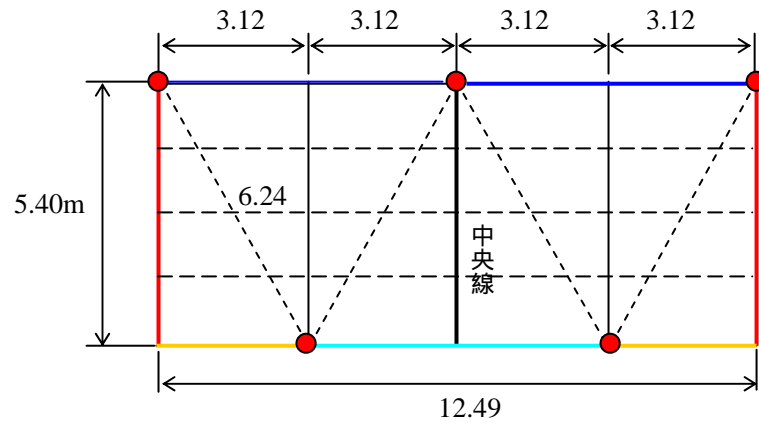
(2)



温度上昇

14.1

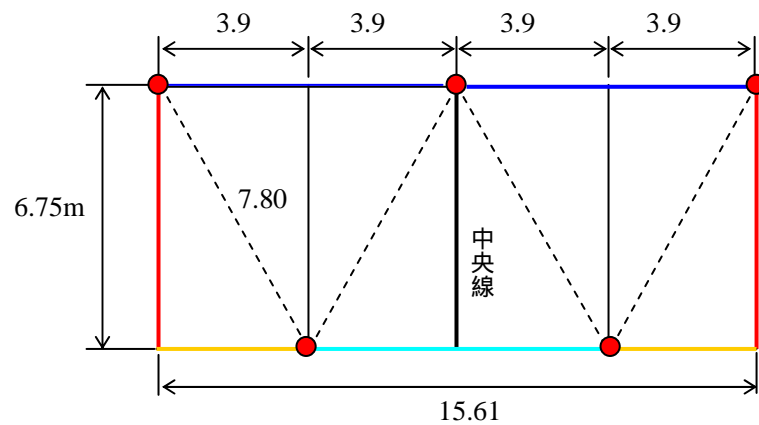
(3)



温度上昇

10.6

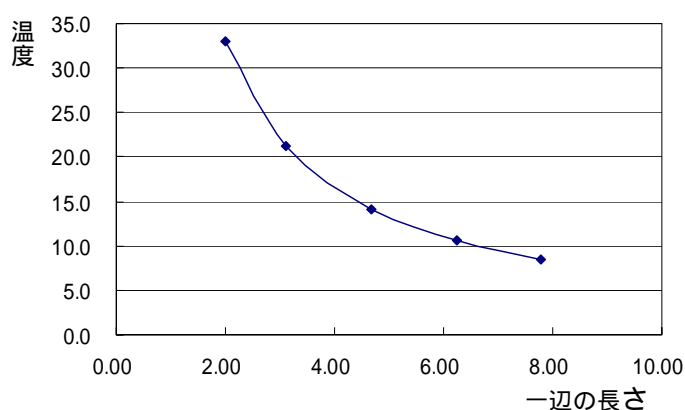
(4)



温度上昇

8.5

これらのソーラーバルーンの辺の長さで温度上昇の関係をグラフに書くと次のようになる。



1 辺の長さが大きくなって、ソーラーバルーンが大きくなると、浮き上がるための温度上昇が小さくなるがよくわかる。

ここでは、(3)の場合を作ってみよう！

12.5m の長さに 4 枚切って、セロテープで貼り合わせていこう。

みんなで協力して作ろう。

薄いので破れないように注意しよう。

注意) もしかして雨が降ったり、温度条件がうまくないと上がらないかもわからないね。

メモ