

(1) 1 光年の長さ、素粒子の小ささ、宇宙の大きさ、太陽の放出するエネルギーの大きさをそれぞれ実感できるような説明方法を考案せよ。

・ 1 光年の長さ

1 光年の長さ $2.59 \times 10^{13} \text{ km}$

地球の経線周囲 $4.00 \times 10^4 \text{ km}$

1 日 1 回地球を 1 周するとすると、1 光年に達する距離になるには、

$$\frac{2.59 \times 10^{13}}{4.00 \times 10^7} = 6.48 \times 10^5 \text{ 日}$$

必要となる。これは、年数にすると、(ただし、1 年を 365.27 日とする)

$$\frac{2.59 \times 10^{13}}{4.00 \times 10^7 \cdot 365.27} = \frac{2.59 \times 10^{13}}{1.46108 \times 10^{10}} = 1.77 \times 10^3 \text{ 年}$$

結論

現在から 1770 年前、すなわち西暦 230 年代。邪馬台国で卑弥呼が活躍していた頃から、地球を一日一周のペースで回ると、現在でやっと 1 光年に達する。

・ 素粒子の小ささ

素粒子には大きさがあるとは考えられていない。原子核の大きさは 10^{-15} m と考えられているが、それよりずっと小さい。仮に、原子核が 1 cm ($1 \times 10^{-2} \text{ m}$) であるとする、本来の 1 cm ($1 \times 10^{-2} \text{ m}$) の大きさは、当然ながら 10^{15} m 。これは、太陽系の直径の 10 倍に近い距離となる。

結論

素粒子には大きさがあるとは考えられていない。

・ 宇宙の大きさ

宇宙の大きさ 約 137 億光年

メートルに換算すると、

$$1.37 \times 10^{10} \cdot 2.59 \times 10^{13} = 3.55 \times 10^{26} \text{ m}$$

となる。

1 cm ($1 \times 10^{-2} \text{ m}$) の球をを地球大 (直径 1.28×10^7) にするという操作を何回繰り返すかに加算すると、

$$(1.00 \times 10^{-2} \cdot 1.28 \times 10^7)^n = 3.55 \times 10^{26}$$

$$n = \frac{\log 3.55 + 26}{\log 1.28 + 5} = \frac{0.5502 + 26}{0.1072 + 5} = \frac{26.5502}{5.1072} = 5.20 \text{ 回}$$

結論

宇宙の大きさにするには、 1 cm の球体を地球大に拡大するという操作を 5.20 回繰り返さねばならない。

・太陽の放出するエネルギーの大きさ

太陽の放出するエネルギーの大きさ $9 \times 10^{25} \text{ cal/s}$

一人暮らし用冷蔵庫の重量 35 kg ($3.50 \times 10^1 \text{ kg}$)

富士山の高さ 3776 m

世界の人口 (平成 16 年 5 月 9 日現在) 63 億人 ($6.3 \times 10^8 \text{ 人}$)

一人暮らし用冷蔵庫を富士山山頂まで上げるに必要なエネルギーは (純粋に位置エネルギー増加分が必要であるエネルギーとするとする)

$$mgh = 3.50 \times 10^1 \cdot 9.80665 \cdot 3776 = 1.30 \times 10^6 \text{ J}$$

これを cal に換算すると、($1 \text{ J} = 0.2389 \text{ cal}$ とする)

$$mgh = 3.50 \times 10^1 \cdot 9.80665 \cdot 3776 \cdot 0.2389 = 3.10 \times 10^5 \text{ cal}$$

太陽が 1 秒間に放出するエネルギーの大きさはこの一人暮らし用冷蔵庫を富士山山頂まで上げるに必要なエネルギーの何倍であるか算出すると、

$$\frac{9 \times 10^{25}}{3.10 \times 10^5} = 3 \times 10^{20} \text{ 倍}$$

全人類分の冷蔵庫を持ち上げるとすると、

$$\frac{9 \times 10^{25}}{3.10 \times 10^5 \cdot 6.3 \times 10^8} = 5 \times 10^{12} \text{ 個}$$

レポートを書き進める内に、冷蔵庫を持ち上げるという思考自体がナンセンスなのではと
思い始めた。

結論

全人類分の一人暮らし用冷蔵庫を富士山の山頂に持ち上げる作業が 5 兆回可能なエネルギーを太陽は 1 秒間に放出する。

この値を用いることは日本人として少々遺憾ではあるが。

長崎に落とされた原子力爆弾の威力 $8.4 \times 10^{13} \text{ J}$

これを cal に換算すると、($1 \text{ J} = 0.2389 \text{ cal}$ とする)

$$8.4 \times 10^{13} \cdot 0.2389 = 2.0 \times 10^{13} \text{ J}$$

太陽が一秒間に放出するエネルギーは長崎に落とされた原子力爆弾何個分のエネルギーであるか求めると、

$$\frac{9 \times 10^{25}}{2.0 \times 10^{13}} = 5 \times 10^{12} \text{ 個}$$

結論

太陽は 1 秒間に、長崎に落とされた原子力爆弾 5 京子分のエネルギーを放出している。

参考

フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』日本語版 <http://ja.wikipedia.org/>

U.S. Census Bureau - World POPClock Projection <http://www.census.gov/cgi-bin/ipc/popclockw>

チャート式シリーズ新物理 IB・II