

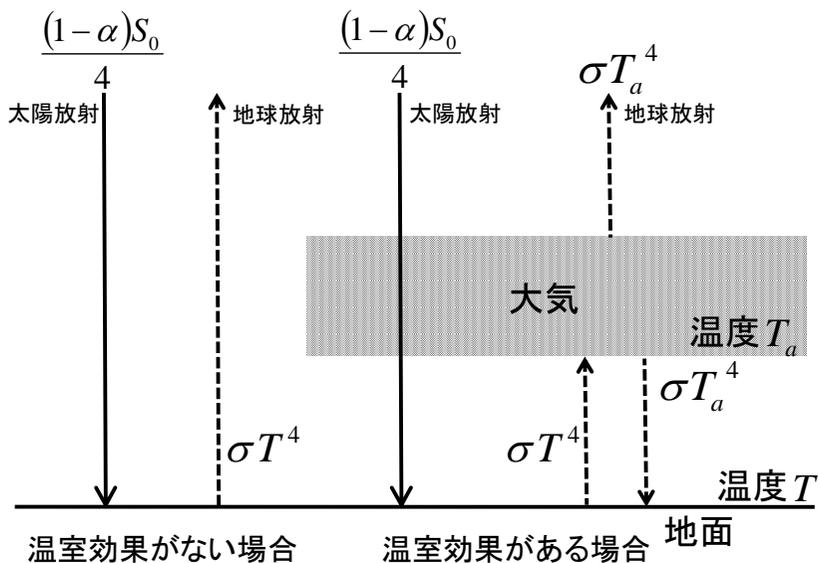
宇宙と地球と人間（2016 年度春学期）（気象学分野）
最終テスト

1. もし大気がなかったら、惑星表面の平均的な熱収支は次のように表現できる。

$$\frac{(1-\alpha)S_0}{4} = \sigma T^4$$

ただし、 α はアルベド、 T は地表面温度（絶対温度）である。さらに、 S_0 と σ は、それぞれ、太陽定数とステファン・ボルツマン定数である。この方程式を解いて T を求めよ。

2. 温室効果がある場合に、地表面と大気の熱収支を考えよう。熱収支は次の模式図によって表されると仮定する。



ただし、 T は地表面温度、 T_a は大気の温度、 S_0 は太陽定数、 σ はステファン・ボルツマン定数である。地表面、大気とも、入ってくる熱と出ていく熱は等しくなっていると考えられる。このとき、地表面の熱収支は

$$\frac{(1-\alpha)S_0}{4} + \sigma T_a^4 = \boxed{\text{(a)}} \quad \text{①}$$

と書ける。また、大気の大気熱収支は

$$\boxed{\text{(b)}} = 2\sigma T_a^4 \quad \text{②}$$

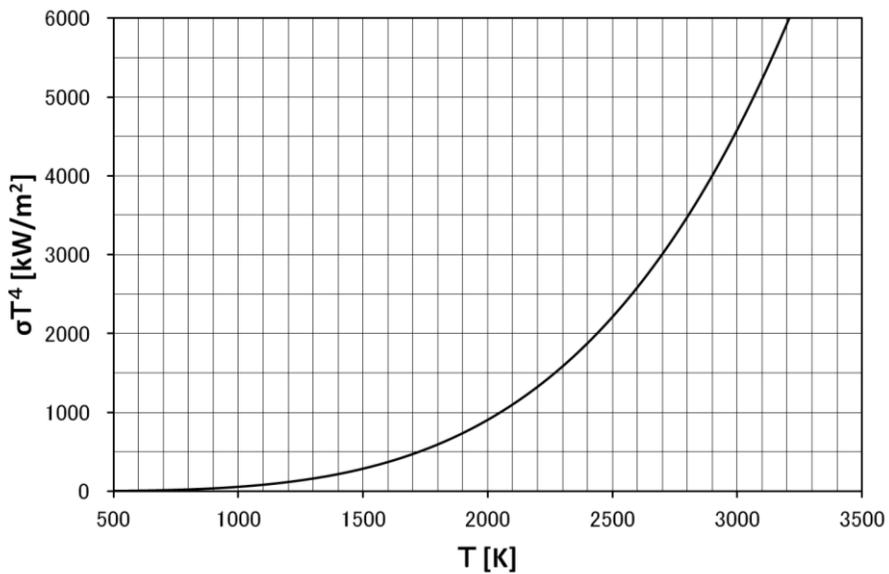
と書ける。

- (1) 空欄 (a) を埋めよ。
- (2) 空欄 (b) を埋めよ。
- (3) 連立方程式①、②を解いて T と T_a を求めよ。計算過程も示せ。
- (4) 惑星の有効放射温度 T_e は

$$T_e = \sqrt[4]{\frac{(1-\alpha)S_0}{4\sigma}}$$

と書ける。地球の場合、 $T_e = 255$ [K]である。このとき、(3)で求めた T と T_a の値を求めよ。ただし、 $\sqrt[4]{2} = 1.19$ としてよい。単位は K とせよ。小数第1位を四捨五入して1の位まで答えよ。

3. ある資料によれば、広島に原子爆弾が投下されたとき、爆心地の地表面は1平方センチメートルあたり100カロリーのエネルギーを受け取った。以下、このエネルギーは1秒間の間に均等に与えられたと仮定する。1カロリーは4.19 J (ジュール) である。1 W (ワット) とは、1秒あたり1 J という仕事率のことである。地表面が受け取ったエネルギーと、地表面が射出する黒体放射が等しくなるためには、地表面の温度 (絶対温度) は何Kでなければならないか、有効数字2けたで (たとえば 340 K、1200 K のように) 答えよ。なお、ステファン・ボルツマンの法則によれば、温度 T の物体から射出される黒体放射は σT^4 (σ はステファン・ボルツマン定数) である。 T と σT^4 の関係を次のグラフに示すので、必要に応じ、単位に注意して用いよ。



(余白)