

地球型惑星を目指して 惑星の表面温度を考える

栃木県佐野市 佐野分団 太田春樹

地球型惑星を生命の存在、人が住める惑星として、地表面の温度について考える。
パソコンで、太陽入射量、反射率、大気の影響の3つの数値を入力し、温度を計算する。
地球温暖化の問題、太陽系の惑星に移住、系外惑星の生命存否の問題など、考える。

以下、パソコンの画面です。

地球（惑星）の表面温度シミュレーション

次の3つの値を入力してください。（太枠水色）

太陽（主星）入射量		太陽定数（太陽光に垂直な平面）
I	<input style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 25px;" type="text" value="1.37"/> kW/m ²	地球 1.37 kW/m ²
地球（惑星）の反射率（アルベド）		
Rf	<input style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 25px;" type="text" value="31"/> %	地球 31 %
大気の影響		
X	<input style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 25px;" type="text" value="45"/> %	地球 45 %

出力画面

大気の上限での温度	<input style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 25px;" type="text" value="-18.9"/> °C
地表面の温度	<input style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 25px;" type="text" value="15.0"/> °C

※温度計算の理論（小学生には難しいので、団員には説明していません）

熱収支から地表の温度計算

地球が受け取る太陽放射エネルギー - 反射 = 地表が吸収

$$I - Rf = E$$

温度が変わらないなら、地球が吸収したエネルギーは
やがて地球放射として出て行く → 温度が計算できる

ステファンボルツマンの法則

放射エネルギー = 比例定数 × 温度の4乗

$$E = aT^4$$

現在の地球の数値

地球に到達する太陽放射（太陽光に垂直な平面）

1. 37 kJ/m² （太陽定数）

地球の反射率 31% （アルベド）

地球の表面温度 -18.9 °C

大気の影響で 地表の平均温度 +15°C

$$I - R_f + X = E$$

計算例

X = 45% 温度 +15°C

X = 47% 温度 +16.3°C

計算例2 人が住める惑星は？ 生命の存在は？

	入射量 I	アルベド% Rf	大気の影響% X	大気上限温度 X=0	表面温度	全吸収 Rf=0
地球	1.370	31	45	-18.9	15.0	7.3°C
水星	9.348	10	-56	161.0	67.6	177.5
金星	2.678	65	2000	-22	420	56.6
火星	0.606	16	20	-57.5	-45.7	-45.7
木星	0.052	52	300	-171.6	-106.6	-150
土星	0.015	70	500	-206.9	-137.6	-182.8
天王星	0.004	80	300	-230.1	-187.2	-208.2
海王星	0.002	90	300	-242.7	-201.4	-218.5