

球対称な小天体の温度分布を高精度で求める逐次近似法 An iterative method for determining temperature distribution of a spherically symmetric body in a planetary system

関谷 実^{1*}; 下田 昭仁²

SEKIYA, Minoru^{1*}; SHIMODA, Akihito²

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ²九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, ²Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University

自転運動と離心率をもつ公転運動をする球対称な小天体の温度分布を準解析的に求める逐次近似法を考案した。その解をもとに、ヤーコフスキー効果による軌道要素の時間変化率を求める公式を導出した。

先行研究の Sekiya and Shimoda (2013) に比べて改良された点は、離心率が 0 でない場合も計算できるようにしたことである。先行研究の Vokrouhlicky and Farinella (1999) と比べて改良された点は、温度分布が自転軸に対して軸対象という仮定を取り除いたことである。すなわち、任意の自転軸傾斜角で、任意の自転周期をもつ小天体に対して、0.7 以下の離心率の場合に温度分布の時間変化を求めることができる。逐次近似法を用いるので、繰り返しの回数を上げることでより、任意の精度の値を得ることが可能である。

形状がわかっている個々の小惑星の温度分布は数値計算で求めるほうがよいが、そのような場合でも、数値コードのチェックには、本研究の解を用いることができる。

以下に、具体的な手法の説明をする。

(1) 太陽放射加熱項を余緯度、経度について球関数展開、平均近点離角についてフーリエ展開する。離心率が 0.8 以上の場合は、フーリエ展開の収束が悪くて本研究の手法は利用できない。

(2) 天体の温度分布を求める際に、拡散方程式ではなく、自転の移流項を含む熱伝導方程式を用いた。これにより、解は、自転による変動を含まずに、公転による変動のみを含むようになり、非常に単純化された。余緯度と経度に関する球関数展開と平均近点離角に関するフーリエ展開を用いて解析解を求めた。

(3) 境界条件は、太陽加熱、放射冷却、天体内部への熱伝導のエネルギーフラックスのつり合いの式となる。放射冷却は絶対温度の 4 乗に比例するので非線形である。この部分を 1 次まで展開した式を、繰り返し用いることにより、逐次近似解（すなわち非線形解に限りなく近づく解）を求める方法を開発した。

(4) 上記の解を用いて、ヤーコフスキー効果による軌道要素の時間変化率を計算するための公式を導出した。

詳細については、Sekiya and Shimoda (2014) を参照されたい。

(参考文献)

Sekiya, M. and Shimoda, A.A. (2013) *Planetary and Space Science*, 84, 112-121.

Sekiya, M. and Shimoda, A.A. (2014) *Planetary and Space Science*, 97, 23-33.

Vokrouhlicky, D. and Farinella, P. (1999) *Astronomical Journal*, 118, 3049-3060.

キーワード: 小惑星, 太陽系, 惑星, 隕石, 天体力学, 軌道

Keywords: asteroid, solar system, planet, meteorite, celestial mechanics, orbit