

Cassini/ISSデータで探る木星雲粒子の散乱特性について – Mie散乱位相関数の導出と粒径の推定 –

Scattering Properties of Jovian Cloud Particles from Cassini/ISS: Mie Scattering Phase Function and Particle Size

佐藤 隆雄^{1*}, 佐藤 毅彦², 笠羽 康正¹

Takao M. Sato^{1*}, Takehiko Satoh², Yasumasa Kasaba¹

¹東北大・理・地球物理, ²JAXA 宇宙研

¹Dept. of Geophysics, Tohoku Univ., ²ISAS/JAXA

木星には、NH₃氷雲(0.7 bar)、NH₄SH雲(2.2 bar)、H₂O氷雲(6 bar)からなる3層の雲層構造が存在することが平衡雲凝結モデル(ECCM)から推測されている。しかしGalileo entry probeによる直接観測を経た今も、代表的な雲層構造の理解には至っていない。

CH₄は木星大気中で凝結しないため、全球的に一樣に混合していると考えられる。従って可視-近赤外波長域に存在する吸収強度の異なるCH₄吸収帯(e.g., 727, 890 nm)と大気分子による吸収がない連続帯を複数波長で観測することにより、雲層の鉛直構造や光学的特性(光学的厚さや一次散乱アルベド)を調べることが可能となる。

こうした情報を抽出するためには雲粒子による多重散乱を考慮する必要があり、雲粒子の散乱特性(散乱位相関数)の理解が必要不可欠である。散乱位相関数の導出には広い太陽位相角での観測が必要となるが、地上や地球周回からの観測では太陽位相角が12°までに限定されるため導出できない。このため一般によく用いられる散乱位相関数は1970年代に木星を通過したPioneer 10号に搭載されたImaging Photopolarimeter (IPP)によって観測された2波長の画像データ(青: 440 nm、赤: 640 nm、太陽位相角12-150°)の解析結果に基づいている[Tomasko et al., 1978]。

上記で述べたCH₄の吸収帯を利用した木星雲層構造解析には、赤の波長から推測された散乱位相関数をそのまま近赤外波長領域に代用しており、散乱特性の波長依存性については考慮していないのが現状である。さらに赤の波長は透過幅が広い(595-720 nm)ため、赤の波長で得られた散乱位相関数は、波長平均された雲の散乱特性を示しているにすぎない。従って波長依存性を考慮した散乱位相関数の導出には、Pioneer 10号のIPPデータでは不十分であり、この散乱位相関数の不確定さこそが雲層構造の理解を阻む要因の一つであると我々は考えている。

我々はこの問題点に着目し、2000年に木星をフライバイした土星探査機Cassiniに搭載されているImaging Science Subsystem (ISS) / Narrow Angle Camera (NAC)によって撮像された木星画像を用いて、2項Henry-Greenstein関数で近似した散乱位相関数の導出を行った[佐藤ら、第126回SGEPSS秋学会講演]。今回は波長依存性を考慮した散乱位相関数の導出と雲粒子の粒径の推定のため、BL1 (451 nm)、CB2 (750 nm)、CB3 (938nm)の3波長について、様々な太陽位相角(3-137°、計11点)で取得されたデータを利用した。解析領域はSouth Tropical Zoneである。雲モデルはヘイズ層、ガス層、半無限の雲層からなり、波長依存性をもった散乱位相関数を考慮するため、Mie散乱理論を適用している。3波長で観測された太陽位相角11点における周辺減光曲線を再現するため、粒径などの自由変数を最適化した。光多重散乱を考慮した放射伝達計算にはadding-doubling法を使用している。

本発表では、モデルの詳細と解析結果を示し、Tomasko et al. [1978]との比較を通して雲粒子の散乱特性について考察する。

キーワード:木星,大気,放射伝達, Cassini

Keywords: Jupiter, atmosphere, radiative transfer, Cassini