

## Cassini/ISS データを用いた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 II

# 佐藤 隆雄 [1]; 佐藤 毅彦 [2]; 笠羽 康正 [3]  
[1] 東北大・理・地球物理; [2] 宇宙研; [3] 東北大・理

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

# Takao Sato[1]; Takehiko Satoh[2]; Yasumasa Kasaba[3]  
[1] Geophysics, Tohoku Univ.; [2] ISAS, JAXA; [3] Tohoku Univ.

<http://pat.gp.tohoku.ac.jp/>

It is essential to know scattering properties (e.g., scattering phase function) of clouds for determination of vertical cloud structure. However, we cannot derive those from ground-based and Earth-orbit observations because of the limitation of solar phase angle as viewed from the Earth. Then, most previous studies have used the scattering phase function deduced from the Pioneer 10/IPP data (blue: 440 nm, red: 640nm) [Tomasko et al., 1978].

There are two shortcomings in the Pioneer scattering phase function. One is that we have to use this scattering phase function at red as a substitute for analyses of imaging photometry using CH<sub>4</sub> bands (center: 727 and 890 nm), although clouds should have wavelength dependency. The other is that the red pass band of IPP was so broad (595-720 nm) that this scattering phase function in red just show wavelength-averaged scattering properties of clouds.

To provide a new reference scattering phase function with wavelength dependency, we have analyzed the Cassini/ISS data in BL1 (451 nm), CB1 (619 nm), CB2 (750 nm), and CB3 (938 nm) over wide solar phase angles (3-141 degrees) during its Jovian flyby in 2000-2001.

A simple cloud model which consists of a thin stratospheric haze, a semi-infinite cloud, and an intervening Rayleigh gas layers is adopted. Applying Mie theory to scattering by clouds, we deduce the scattering phase function of cloud and effective particle size in the South Tropical Zone. When we use the nominal value of reflective index for ammonia ice [Martonchik et al., 1984], we cannot obtain reasonable fit to the observed limb-darkening profiles. This would imply that we should consider possible effects on the impurity and/or the nonsphericity of clouds.

In this presentation, we will show detail model description and these results. Finally, we discuss scattering properties of clouds through comparison with previous works.

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]。

Pioneer 10号データから求められた散乱位相関数には 2 つの短所があると考えられる。1 つ目は、CH<sub>4</sub> の吸収帯を利用した木星雲層構造解析に、赤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いることであり、散乱特性の波長依存性を考慮していない点である。2 つ目は、IPP の赤波長は透過幅が広い(595-720 nm)ため、赤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点である。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か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。

我々はこれらの問題点に着目し、2000年末から 2001年初めにかけて、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) が撮像した木星画像を用いて、波長依存性をもった新たな散乱位相関数の導出を開始した [佐藤ら、JPGU2010 講演]。

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)、CB1 (619 nm)、CB2 (750 nm)、CB3 (938nm) の 4 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ている。解析領域は South Tropical Zone である。雲モデルは上から、ガス層、ヘイズ層、ガス層、半無限の雲層の計 4 層からなり、散乱位相関数の波長依存性の考慮のため、Mie 散乱理論を適用している。4 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、粒径をはじめとする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。雲粒子に室内実験で得られた NH<sub>3</sub> 氷の屈折率 [Martonchik et al., 1984] を適用した場合、観測で得られた周辺減光曲線を十分に再現することができなかった。これは木星の雲粒子に NH<sub>3</sub> 以外の不純物が混合していること、または非球形の効果があることを示唆していると考えられる。

本発表では、モデルの詳細と解析結果を示し、先行研究との比較を通して雲粒子の散乱特性について考察する。