

ALMA アーカイブデータ解析によるイオ大気中の火山起源分子の空間分布

鈴木 達也 [1]; 平原 靖大 [2]; 古賀 亮一 [3]; 坂野井 健 [4]; 菅原 徹也 [5]
[1] 名大・環; [2] 名大・院・環境・地球惑星; [3] 東北大・理・地物; [4] 東北大・理; [5] 名大・環

Spatial Distributions of Molecules originated from volcanoes on Io by analysis of ALMA archive data

Tatsuya Suzuki[1]; Yasuhiro Hirahara[2]; Ryoichi Koga[3]; Takeshi Sakanoi[4]; Tetsuya Sugawara[5]
[1] Earth Sciences, Nagoya Univ.; [2] Earth&Planetary Sciences, Nagoya Univ.; [3] Geophysics, Tohoku Univ.; [4] Grad. School of Science, Tohoku Univ.; [5] Environmental studies, Nagoya Univ.

On the Io's surface, volcanic activity occurs frequently. The gases of volcanic plume condensate as frost and covers around the surface. Sublimation of frost and outgassing from volcanic plume support Io's atmosphere which requires a continuous replenishment. However, the relative contributions of the different sources is still poorly understood. According to some previous papers, sublimation of frost dominates the support of Io's atmosphere [e.g., Tsang et al., 2016]. In (sub)millimeter region, spectral lines of SO₂ were obtained at IRAM-30 m antenna [Lellouch, 1996] and lines of SO₂, SO and NaCl were observed by SMA [Moulet et al., 2010]. Recently, the observation by ALMA, which is the interferometer consisted of 54 12m-arrays and 12 7m-arrays, were executed [e.g., Moulet et al., 2014].

The goal of our research is a discussion for spatial distributions of atmospheric molecules and temperature on Io with the observation data of ALMA. The archive data of observations executed in 2012, 2013 and 2016 are accessible. In the observations, ALMA observed SO₂, SO, NaCl, KCl emission lines at 250~350GHz. The angular resolution of them were less than 0.8 arcsec, which is less than one tenth as large as the apparent size of Io. For detailed quantitative analysis for the Io's atmosphere, radiative transfer modeling in non-local thermal equilibrium is required because of the very diffuse condition (few nano bar). In this conference, we present the fitting result of modeling for the observation in 2016 (project code: 2015.1.00995.S) and the assumption for models. This observation was executed while Io's escaping from Jovian shade. Thus, the atmosphere's response to sunlight will be analyzed from this data and we can calculate the contribution of sublimation.

木星の衛星イオに全球的に存在する火山からの噴出物は霜として火山周辺に堆積している。イオの数 nbar の大気構成分子は SO₂ を主として、SO、NaCl、KCl、Na などがあり、火山からの直接の噴出物のほか、堆積した霜の昇華によって持続的に供給されていると考えられる。供給源それぞれの相対的な寄与度はよくわかっていない。先行研究では、紫外領域や赤外領域でのスペクトル観測によって、大気の不均質な分布や個々の供給源などが議論されてきた [e.g. Spencer et al., 2005; Geissler et al., 2007; Tsang et al, 2016]。それらでは、火山活動にも依るが、霜の昇華が大気供給を支配していることが示唆されている。(サブ)ミリ領域での観測では、IRAM での SO₂ 輝線の観測 [Lellouch, 1996] や SMA での SO や NaCl を含めた大気の観測 [Moulet et al., 2010] が行われており、近年では ALMA(アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計)を用いた観測 [e.g. Moulet et al., 2014] も行われている。

本研究は、ALMA による観測データを用いて、大気物質の分布と励起温度を高精度で導出することを目指す。ALMA の高い周波数分解能と高感度な観測によって、SO や NaCl といった微量分子も観測が可能である。現在までに、2012 年、2013 年、2016 年のアーカイブ観測データのデータリダクションを終了し、高次解析を進めている。2016 年の観測は木星の影から脱出する前後のイオ大気の観測であり、脱出開始の 60 分後から 100 分間にディスク平均の輝度温度が 68K から 82K (262.2GHz) に回復していることが分かった。これは、太陽光によるイオの霜の昇華過程の応答時間と SO₂ の大気への供給の寄与度を示している。

解析データをより定量的に解釈する上で、得られたイオの非-局所的熱平衡状態での放射伝達モデリングが必要で、現在プログラムの開発を進めている。ここでは、2016 年の観測における解析結果を示す。