

## 木星衛星イオの環境を想定した SO<sub>2</sub> 霜の紫外線照射実験及び中間赤外測定

#古賀 亮一<sup>1)</sup>, 根岸 昌平<sup>1)</sup>, 平原 靖大<sup>1)</sup>, 李 源<sup>1)</sup>, 趙 彪<sup>1)</sup>, 今井 正堯<sup>2)</sup>, 伊藤 文之<sup>3)</sup>, 山崎 敦<sup>4)</sup>

<sup>(1)</sup> 名大, <sup>(2)</sup> 京産大, <sup>(3)</sup> 産総研, <sup>(4)</sup> JAXA/宇宙研, <sup>(5)</sup> JAXA/宇宙研

## UV radiation experiment of SO<sub>2</sub> frost based on Jupiter moon's environment

#Ryoichi Koga<sup>1)</sup>, Shohei Negishi<sup>1)</sup>, Yasuhiro Hirahara<sup>1)</sup>, Yuan Li<sup>1)</sup>, Biao Zhao<sup>1)</sup>, Masataka Imai<sup>2)</sup>, Fumiyuki Ito<sup>3)</sup>, Atsushi Yamazaki<sup>4)</sup>

<sup>(1)</sup> Nagoya Univ., <sup>(2)</sup> Kyoto Sangyo Univ., <sup>(3)</sup> AIST, <sup>(4)</sup> JAXA/ISAS, <sup>(5)</sup> JAXA/ISAS

Jupiter's moon Io is covered with a tenuous sulfur oxide atmosphere ( $\sim 10^{-3}$  Pa) consisting mainly of SO<sub>2</sub> ( $\sim 90\%$ ) and SO<sub>2</sub> surface frost. This atmosphere is produced by direct eruption from volcanic vents and sublimation of SO<sub>2</sub> surface frost due to an increase in the surface temperature on the day side. Features that appear to be inhomogeneities in the size of frost on the Io surface and absorption of diverse solid molecules (e.g. ClSO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) have been observed by the Galileo and JUNO spacecraft. However, it is not clear whether the "solid" SO<sub>2</sub> frost on the surface is decomposed or promoted to grow by UV radiation. If we can obtain spectra obtained from laboratory measurements reproducing a tenuous and cold atmosphere, surface frost, and UV irradiation that can be compared with ground-based observations, we can step into the relationship between SO<sub>2</sub> frost morphology, spatio-temporal changes in Io's various volcanic activities, and solar irradiation. It also can contribute to a complementary understanding of planetary science and condensed matter physics and chemistry.

The following procedure is used to clarify the relationship between UV intensity/wavelength and chemical denaturation of SO<sub>2</sub> condensed particles by mid-infrared spectroscopy. We use a cryostat with a small chamber connected to a liquid nitrogen dewar. Inside of the small chamber is maintained at pressure of  $10^{-3}$  Pa and temperature of 110-130 K, which are similar to the environment at the dayside surface of Io. SO<sub>2</sub> gas is sprayed onto the CsI plate, which is attached to a dewar sample holder, and then the frost is deposited. A UV chip with a peak wavelength of 270 nm and a xenon lamp with a continuous spectrum from the far UV to the visible region are used as light sources to irradiate the SO<sub>2</sub> frost. By adjusting the duration of the UV irradiation, the experiment will also reveal the relationship between the intensity and age of the UV irradiation and the change in SO<sub>2</sub> frost. For in-situ observation of the experiment, an imaging Fourier transform mid-infrared spectrometer based on the near-common-path wavefront-division phase-shift interferometry (Qi et al., 2015) is used to obtain the spatial two-dimensional transmission and absorption spectra. In this presentation, we will discuss how the morphological change of SO<sub>2</sub> frost occurs during UV irradiation through the change of the obtained 2D mid-IR absorption spectrum.

木星衛星イオは火山活動が活発な天体であり、SO<sub>2</sub> を主成分 ( $\sim 90\%$ ) とした希薄な硫黄酸化物大気 ( $\sim 10^{-3}$  Pa) と SO<sub>2</sub> の霜に覆われている。この SO<sub>2</sub> ガスは昼夜面の表面温度の変化によって昇華と凝結を繰り返す。SO<sub>2</sub> の霜の形態とイオの多様な火山活動の時空間変化及び太陽光照射の関係性に踏みこむことができれば、惑星科学と物性物理・化学の相補的な理解に寄与することが期待できる。これまでにガリレオ及び JUNO 探査機によって、イオ表面の霜の大きさの不均一性、および多様な固体分子 (ClSO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S など) の吸収と思われる特徴が観測された。その一方で、表面の"固体"の SO<sub>2</sub> 霜は紫外線の照射によって、分解されるか、成長を促進されるか、また他の微量分子・原子と化学反応を起こす過程は明らかになっていない。この研究では希薄かつ低温の大気、表面霜、紫外線照射を再現した実験室測定を行い、将来的に地上観測結果と比較することが可能な中間赤外スペクトルが得ることを目的とする。

本研究では以下の手順で中間赤外分光測定を行う。液体窒素デュアーに小型の真空チャンバー内が接続しているクライオスタットを用いる。小型のチャンバー内をイオの昼面の環境に近い  $10^{-3}$  Pa, 110-130 K の状態に保ちつつ、デュアーのサンプルホルダーに取り付けられている CsI プレート上に SO<sub>2</sub> ガスを吹き付けて、凝縮微粒子を堆積させる。その後、270 nm の波長帯をもつ紫外線チップ、及び遠紫外から可視域まで連続スペクトルを持つキセノンランプを光源にして、紫外線を照射しつつ、in-situ で中間赤外線領域に現れる振動スペクトルの変化を測定する。実際の赤外線照射変成実験では紫外線の照射時間を調整することで、紫外線照射の強度・年数と SO<sub>2</sub> 霜の構造変化との関係性を明らかにする。実験のその場観測には准共通光路波面分割型位相シフト干渉法 (Qi et al., 2015) に基づくイメージングフーリエ変換中間赤外分光器を用い、空間二次元の透過吸収スペクトルを取得する。得られた赤外吸収 2 D スペクトルの時空間変化を通して、紫外線照射時における SO<sub>2</sub> 霜の形態変化を議論する。また、イオ火山噴出物として想定される NaCl などのサンプルをホルダーに載せた後、SO<sub>2</sub> ガスを導入し、紫外線を照射することで新たな分子を生成する実験も構想中である。