

P305a 半揮発性塩の熱解離ガスの降着を起源とする巨大ガス惑星の硫黄濃縮

中澤 風音 (東京大学), 大野 和正 (国立天文台), 奥住 聡 (東京科学大学)

惑星の大気組成はその形成過程や、原始惑星系円盤における元素輸送の歴史を保持している。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の初期観測プログラムで短周期系外惑星大気に SO_2 が検出されて以来 (Rustamkulov et al. 2023)、惑星大気中の硫黄の起源が系外惑星分野において特に注目されている。従来、円盤で主要な硫黄キャリアが FeS のような難揮発性物質であることから、惑星大気の高い硫黄濃度は微惑星降着など固体降着プロセスに由来するとされてきた。一方、固体降着が惑星に硫黄を供給する唯一の経路であるかは不明である。近年の彗星観測では NH_4SH のような硫黄を含有する半揮発性の塩が検出されており (Altwegg et al. 2022)、最大で硫黄予算の 20% を占める可能性が指摘されている (Slavicinska et al. 2024)。このような塩の熱解離は惑星コアの形成に有利とされる水雪線近傍の円盤ガスを硫黄濃縮し、ガス降着により惑星大気に硫黄を供給する新たな経路をもたらす得る。

本研究では、巨大惑星大気で観測された硫黄の起源を明らかにするため、揮発性成分と半揮発性アンモニウム塩を含む円盤の物質輸送過程を計算した。氷の昇華・再凝縮を伴う円盤ガス・ダスト進化に塩の解離を組み込み、各軌道・時刻における元素組成を求めた。塩の解離を考慮した場合、水雪線近傍の硫黄濃度が太陽値の数倍に濃縮されることが分かった。得られた元素比を元にした惑星大気中での光化学計算および透過光スペクトルの計算により、水雪線内側でガス降着を起こした惑星は 800–1200 K の平衡温度で 7–8 μm に SO_2 のフィーチャーを呈することが明らかになった。固体降着による硫黄濃縮過程と異なり、塩による硫黄濃縮は窒素の濃縮を伴うため、S/N 比が 2 つの過程を区別する可能性がある。実際に温暖海王星 WASP-107b では硫黄・窒素が濃縮された高い S/N 比を持つ大気が観測されており、塩の解離が大気中の主要な硫黄源となった可能性を示している。