

P227a 大気から探る惑星形成：円盤影領域による木星大気の揮発性元素超過の説明

大野 和正 (University of California, Santa Cruz), 植田高啓 (国立天文台)

木星は現在までに最も詳細に大気が調べられてきた巨大惑星である。ガリレオ探査機および JUNO による大気深部の観測によって、大気中の O, C, N, S, P, Ar, Kr, Xe の元素量が制約されている。興味深いことに、これらの重元素はいずれも太陽組成から約 3 倍高い存在量となっている。重元素超過はコアの溶解や微惑星・小石による大気の汚染に由来すると考えられるが、原始惑星系円盤内で N と希ガスは通常固相から分離しており、何故これらの揮発性元素が同様に超過を示すのかは明らかではない。この揮発性元素超過を説明するため、 N_2 及び希ガスが凍結可能な円盤遠方 (30 AU) で木星コアが形成されたという説が近年提案された (Oberg & Wordsworth 2019)。しかし、この木星コア遠方形成説には、近年のガス惑星形成の理論研究 (Bitsch et al. 2019, Kobayashi & Tanaka 2021) および隕石同位体比が示唆する形成年代 (Kruijer et al. 2019) と矛盾するという問題点が存在する。

そこで我々は「木星コアは円盤の影領域で形成された」という新シナリオを提案する (Ohno & Ueda 2021)。過去の円盤内のダスト成長計算から、ダストの臨界付着速度の変化によって H_2O スノーライン前後では固体面密度が急激に変化することが示唆されている。我々はそのような円盤構造を仮定し、輻射輸送計算コード RADMC-3D を用いて円盤の温度構造を計算した。その結果、固体面密度の急激な変化はスノーライン背後に影領域を形成し、2-7 AU は 30K を下回りうるということが分かった。得られた温度構造を用いて円盤ガスの凝縮・脱離計算および形成されうる大気組成の見積もりを行った結果、スノーライン前後で固体面密度が約 30 倍以上変化すれば、現在の木星軌道付近でも N や希ガスが凍結し、木星の均質に重元素に富んだ大気を説明可能であることが分かった。