

P204a 巨大惑星の引き起こす衝撃波加熱が原始惑星系円盤のスノーラインに与える影響

清水静, 富永遼佑, 奥住聡 (東京科学大学), 武藤恭之 (工学院大学)

地球のように水に枯渇した岩石惑星は、水氷の昇華する温度の軌道であるスノーラインの内側で形成されたと広く考えられている。そのため、原始惑星系円盤の温度構造を明らかにすることは、岩石惑星の形成位置を理解する上で重要である。本研究では、これまでの円盤モデルで考慮されていなかった加熱源である、巨大惑星の引き起こす衝撃波による加熱に着目する。原始惑星系円盤中に存在する惑星は、円盤との重力相互作用により円盤中に密度波を励起する。密度波は円盤中を伝播していくと衝撃波となり円盤を加熱する。衝撃波は古典的な降着加熱と同程度の加熱を引き起こしうるため (Ziampras et al. 2020), 円盤温度の決定に重要である。

本研究では巨大惑星が引き起こす衝撃波加熱によってスノーラインがどの程度移動するのかを以下の2段階に分けて明らかにする。まず、巨大惑星が存在する円盤の2次元流体計算を行い、衝撃波による加熱率を測定しモデル化した。次にモデル化された加熱率を用いて円盤温度の動径分布を計算した。

2次元流体計算の結果、巨大惑星より内側の領域に5本以上のスパイラルが形成されることを確認した。第1波から第5波の衝撃波加熱率の総和は、惑星の質量と惑星からの距離のべき関数で近似できる。円盤温度のモデル計算では、木星質量の10分の1程度の質量を持つ惑星が木星軌道にあるとスノーラインの位置が現在の地球軌道より外側になることがわかった。このことは、原始太陽系円盤において木星が早期に形成されることにより、古典的な降着加熱が起こらなくても現在の地球軌道で岩石惑星の形成が実現した可能性を示唆している。