

P309a 岩石惑星形成の巨大衝突段階における化学平衡計算とコア組成の見積もり

前田悠陽, 佐々木貴教 (京都大学)

岩石惑星形成の最終段階では, 1AU 付近で 0.1 地球質量程度まで成長した原始惑星が互いに巨大衝突を起こし成長することで, 現在の太陽系へ進化したと考えられている (Kokubo & Ida, 2000). このとき, 衝突に伴い, 原始惑星表面の岩石はマグマオーシャンと呼ばれる溶融状態にあった. また, 原始惑星内部ではコアとマントルが重力分離し, 円盤ガス由来の水素に富む原始大気と合わせた層構造の間で化学平衡反応が起こる. 原始惑星における化学平衡モデルにより, 現在の地球の組成 (水の生成量, コアの密度欠損, 岩石の酸化還元状態) を再現するパラメータ範囲が見積もられている (Young et al., 2023). 原始惑星における化学平衡を考える上では, その大気量が特に重要であるが, この先行研究では現在の地球組成を再現する単一の化学平衡計算について, 対応する大気量を与えるにとどまっていた. 実際は, 原始惑星は時間とともに散逸が進む円盤からガスを重力捕獲し大気を形成する. このことから, 原始惑星における化学平衡は, 円盤中での惑星形成過程と合わせて取り扱う必要がある.

そこで我々は, 新たにガス円盤からの大気獲得をモデル化することで, 原始惑星における化学平衡モデルと惑星形成過程を統合し, 現在の地球組成が再現される可能性を検証した. 散逸するガス円盤における原始惑星の巨大衝突段階を, N 体計算を用いて計算し, 巨大衝突とそれに伴うマントル溶融に対して化学平衡計算を行うことで, 最終的に形成される惑星の化学組成, 特にコアに取り込まれる水素量を見積もった.

その結果, 多段的な巨大衝突とそのときのガス円盤の散逸度合いの違いが, コアに取り込まれる水素量を調節することを明らかにした. さらに, 近年の高温高圧実験の結果 (e.g. Tagawa et al., 2021) と整合的な量の水素をコアに取り込む惑星が, 最終的に 1AU 付近に形成されることを確認した. 本講演では, この結果の詳細を紹介する.