

P201a 原始惑星系円盤における酸素同位体組成の時空間進化

荒川創太, 牛久保孝行, 富永遼佑

星・惑星系に存在する固体物質において、酸素は最も存在量が多く、かつ、多様な形態で存在する重要な元素である。太陽系では、隕石中の様々な固体粒子に対して酸素同位体組成が測定されており、 $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ および $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ の標準物質の値からのずれをグラフ上にプロットすると傾き 1 の直線上に大きくばらついて分布することが知られている (e.g., Tenner et al. 2018)。この分布を説明するモデルとして、分子雲段階での CO ガスの自己遮蔽効果によって ^{16}O に乏しい H_2O と ^{16}O に富む CO が形成され、原始惑星系円盤の高温領域において岩石成分と $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}$ が多様な混合比で同位体交換反応を起こしたという説が提唱されている (Yurimoto & Kuramoto 2004)。

酸素同位体組成の時空間進化は、原始太陽系円盤における岩石・ $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}$ の 3 成分の存在量比や温度進化の履歴を反映する。そこで我々は、分子雲コアから円盤が形成され、各成分の存在量および同位体組成の時空間分布が進化する様子を数値計算し、太陽系物質の酸素同位体組成がどのような条件下で再現されるのか調べた。本研究では、剛体回転する分子雲コアからの質量降着、円盤中でのダスト落下・拡散などを考慮し、1 次元移流拡散計算によって円盤進化を計算した。また、岩石粒子の結晶化、各成分の蒸発・再凝縮、成分間での酸素同位体交換反応などを考慮した。 H_2O スノーライン内外での固体粒子の半径、および、分子雲コアの回転角速度をパラメータとし、円盤形成・進化の初期 100 万年間において酸素同位体組成にどのような違いが出るのか調査した。

計算の結果、隕石中の固体粒子、特に炭素質コンドライト中のコンドルールの酸素同位体組成を説明するには、分子雲コアの回転角速度が小さく、分子雲コアから降着した物質の大部分が 500 K 程度の高温を経験する状況が望ましいことがわかった。これは、原始太陽系円盤における高温経験物質の外向き輸送の重要性を示唆する。