

PPS025-13

会場:101

時間:5月23日 17:30-17:45

形成期の原始惑星系円盤内の物質混合

Material mixing in a protoplanetary disk formed by the collapse of a molecular cloud core

安達俊貴¹, 福井隆¹, 倉本圭^{1*}

Toshitaka Adachi¹, Takashi Fukui¹, Kiyoshi Kuramoto^{1*}

¹ 北大・理

¹Hokkaido University

太陽系最古の年代を示す CAI を含め、これまでに調べられたほとんどの太陽系固体物質中の元素同位体組成は、一部の同位体分別を受けやすい揮発性元素を除いてほぼ一定であることが知られている。このことは、初期の原始惑星系円盤内において同位体組成が均質化されていたことを示す。しかしながら、プレソーラー粒子や短寿命放射性核種の痕跡の存在から、原始惑星系円盤の母体となる分子雲コア内では同位体組成は不均質だったと考えられている。従って、原始惑星系円盤内で均質化を引き起こす物質混合が起き、引き続き現在の太陽系天体を構成する物質の形成が起きたと考えられる。また、短周期彗星の彗星塵の分析や、周星円盤の赤外観測の結果から、原始惑星系円盤内の低温領域に存在するダストに、結晶質ケイ酸塩がかなりの割合で含まれていることが分かっている。これら結晶質ケイ酸塩は、太陽近傍の高温領域で形成され、円盤全体にわたって輸送されたことが強く示唆される。そのような円盤動径方向の混合は、原始惑星系円盤初期に起きた同位体組成の均質化と同じ機構によってもたらされた可能性がある。

本研究では、形成期の原始惑星系円盤における物質混合過程について、分子雲コアからのガス供給と乱流混合を考慮した1次元軸対称円盤モデルを用いて解析した。特に原始惑星系円盤への流入年代と、最高到達温度に応じてガスを区別し、それぞれを独立した成分とみなして乱流による濃度拡散を計算した。流入年代による区別は、分子雲コア内でのガスの存在位置の違いに対応し、したがってその混合について調べることで、円盤内での同位体組成の均質化を表現できる。

主な結果を以下に示す。まず、同位体組成は乱流粘性が大きいほど早く均質化され、粘性パラメータ 10^{-2} の場合の均質化時間スケールは百万年程度である。一方結晶質ケイ酸塩の存在度は、分子雲コアの角運動量が大きいほど小さくなる。これは分子雲コアの角運動量が大きいほど、中心星から離れた領域にガスが流入し、高温環境を経験し結晶化するケイ酸塩の質量比が小さくなるためである。分子雲コアの観測ならびに単独性の形成と整合的な角運動量の範囲を与えた場合、円盤ダストの結晶化度が1-30%となった。

このようなパラメータの範囲内で、太陽系を説明できる円盤質量 (> 0.01 太陽質量)、同位体組成の均質性、結晶質ケイ酸塩の存在度を同時に満たすことのできる解が得られた。円盤質量と結晶化度の相関の傾向は、T-tauri 型星の周星円盤の観測結果と整合的である。同位体組成均質化の達成年代からは、太陽系最古の物質形成年代がガス流入完了後であり、コア収縮開始からおよそ百万年の時期であることが示唆される。

キーワード: 原始惑星系円盤, 分子雲コア, 物質混合, 始原的隕石, 同位体異常, 結晶化度

Keywords: protoplanetary disk, molecular cloud core, material mixing, primitive meteorite, isotopic anomaly, crystallinity