

## 降着末期段階における原始惑星系円盤の組成進化と始源的隕石の起源

## Compositional evolution at late stage of protoplanetary accretion disk and the origin of primitive meteorites

# 福井 隆 [1]; 倉本 圭 [2]

# Takashi Fukui[1]; Kiyoshi Kuramoto[2]

[1] 北大・理・地球惑星; [2] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ; [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

近年、理論的・観測的研究の進歩により、惑星系の母体である原始惑星系円盤の力学的進化(円盤降着率の時間変化や、面密度・温度分布などの円盤構造の進化)に関する理解が深まりつつある。一方、原始惑星系の物質科学的な進化については、その複雑な性質により、十分な理解の得られていない問題が数多く残されている。このような問題を考える上で、太陽系で最も始源的な物質の1つであるコンドライトは、原始惑星系における物質進化の記録を保持しているという点で重要である。

コンドライト中に<sup>16</sup>Oに富むCAIと<sup>16</sup>Oに乏しいコンドリュールが共存することは、円盤の酸素同位体組成が不均質であったことを示唆している。CAIと大部分のコンドリュールの形成年代差が2~3 Myrであることを考慮すると、円盤の酸素同位体組成がこの期間の間に大きく変化したと考えられる。また、一部のCAIでは鉍物毎に酸素同位体組成が異なっており、この物質の形成領域では酸素同位体組成がさらに複雑に変動していたと考えられる。さらに、コンドライト物質の示す酸化還元状態の多様性は、原始惑星系円盤のC/O比もまた不均質であったことを示唆する。例えば、エンスタタイトコンドライト中のOldhamite(CaS)はC/O > 0.95の環境下でしか形成されないが、太陽組成はC/O ~ 0.5でしかない。

そこで本研究では、このような組成不均質がどのように形成されるかを調べた。まず、ダスト蒸発領域において円盤の組成を変動させる一連の過程(ダスト-ガス分別過程と蒸発による濃集)を定式化し、円盤が力学的に進化するのに伴い組成的にも進化することを示す。その際、ダストサイズやダスト/ガス速度比の動径依存性などを考慮する。次に、主要なO、Cのキャリアーについて上述の過程による濃集および円盤中の移流拡散による物質輸送を計算し、コンドライト物質が形成されたと考えられる円盤内側領域の組成がどのように、どの程度のタイムスケールで進化するかをシミュレートした。

これにより次のような結果が得られた。まず、Yurimoto and Kuramoto (2004)による酸素同位体不均質の形成が再現され、彼らの議論では不明確であった組成進化のタイムスケールが明らかになった。得られた値(数十万年から数百万年)はCAIと大部分のコンドリュールの形成年代差と調和的である。また、初期のCTTSでよく見られる急激な降着率の上下動によって、一部のCAIが示唆する複雑な酸素同位体組成の変動も再現された。酸化還元状態については、Nakano et al. (2003)が有機物の蒸発による不均質の形成を提案していたが、彼らのモデルでは円盤内の物質輸送過程が考慮されていなかった。今回得られた結果から、円盤中の移流拡散を考慮しても有機物の蒸発領域に還元的な環境が形成されることが分かった。原始惑星系円盤の環境として妥当な計算条件の下で、還元的なコンドライト物質の形成に必要なC/O > 0.95という条件が満たされる。また、このような環境が維持される時間は数十万年程度であり、1つのコンドライトタイプに属するコンドリュールの形成期間として考えられている値(~0.3 Myr, Scott and Krot 2005)とも整合的である。さらに、ある条件下では円盤中心に近い高温領域で還元的な環境が形成される場合がある。この環境が実際の原始惑星系円盤内で実現されていたとすると、太陽系内でSiCのような鉍物が形成された可能性がある。もし同位体組成が太陽組成であるSiCが存在したとすると、この物質の付加過程によりエンスタタイトコンドライトの還元的性質およびSiの過剰を説明できる可能性がある。