

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 隕石中の難揮発性包有物の形成速度論に基づく太陽系最初期の物理化学環境解析

北海道大学・大学院理学研究院・教授 **ゆりもと ひさよし**
塚本 尚義

研究課題番号：16H06349 研究者番号：80191485

研究分野：地球宇宙化学

キーワード：地球化学、宇宙化学、隕石、太陽系、原始惑星系

【研究の背景・目的】

太陽系形成の最初期に内側太陽系で高温ガスからの固体凝縮プロセスや加熱による固体溶融プロセスがあったことは、始源的隕石中の難揮発性包有物 (CAI や AOA) の存在から明らかである。惑星材料物質が経験したこの高温プロセスは、原始星や原始惑星系円盤の天文観測でも観測されておらず、その物理化学環境はいまだにはっきりとしない。

本研究では、難揮発性包有物の同位体岩石学・鉱物学的研究に、室内実験による難揮発性包有物の再現実験を組み合わせ、太陽系最初期の高温プロセスの物理化学環境を定量的に制約する。特に本研究により、原始惑星系円盤内縁領域の圧力条件、水蒸気分圧とガス/ダスト比が新規決定できることが期待される。

【研究の方法】

初期太陽系最初期高温プロセス (CAI, AOA 形成) の物理化学環境 (温度、圧力、水蒸気分圧) を隕石分析、室内実験を連携させて、定量的に決定する。具体的には次の研究を進展させる。

初期太陽系円盤を模擬した低圧低水蒸気圧力条件で CAI 組成メルトの結晶化実験・酸素同位体交換実験 (H_2^{18}O を使用する) をおこない、天然の CAI の組織および酸素同位体分布 (鉱物内、鉱物間) を再現する水蒸気分圧条件を制約する。制約された水蒸気分圧条件を基に CAI 鉱物から推定される酸素分圧条件 ($\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ 比) を用いて、CAI 溶融場の全圧 (H_2 分圧にほぼ等しい) を定量的に求める。

凝縮 CAI にも含まれるメリライトの低圧 H_2 - H_2O 雰囲気下での蒸発実験をおこない、蒸発による元素分別 (Mg, Si), Mg, Si の同位体分別、ならびに蒸発係数 (理想蒸発速度からのずれを表す無次元パラメータ) を決定する。蒸発係数は凝縮係数 (とオーダーでは等しいため、メリライトの蒸発係数を用いて、

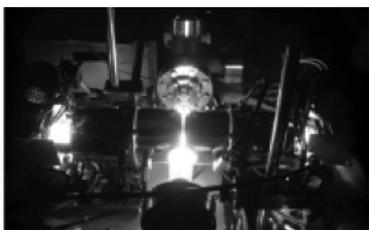


図1 初期太陽系最初期高温プロセスを実験室内で再現する真空加熱炉

CAI の凝縮タイムスケールを温度、圧力の関数として決定する。同時に蒸発時の酸素同位体交換反応および結晶内の酸素同位体拡散係数も決定する。天然 CAI 中のメリライトに見られる元素ゾーニング、酸素同位体分布を制約条件とし、それらを再現しうる CAI 凝縮時間を見積もり、凝縮 CAI 形成場の温度、圧力条件、ダスト/ガス比を定量化する。

【期待される成果と意義】

太陽系最初期に高温プロセスがあったことはコンドライト研究から明らかであるが、その物理化学条件を統一かつ定量的に制約した研究はない。ALMA 望遠鏡による高空間分解能、高感度での分子観測など天文観測も進んでいるが、近傍の原始惑星系円盤を ALMA で観測しても、木星軌道以内の空間分解はできず、隕石形成領域の高温環境を観測することはできない。実証的な制約は隕石からのみ可能である。申請者らのグループは隣の研究室であり、かつ、世界で唯一の同位体イメージング手法 (同位体顕微鏡) を用いた隕石分析で世界をリードし、世界に類のない高温低圧での初期太陽系条件化学反応実験でも世界をリードしている。これらを有機的に融合する本研究計画は極めて独創的な計画である、地球型惑星形成にいたる化学プロセスの初期条件が決定されることとなり。惑星形成論の初期条件に対し。実証的な制約となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kawasaki, N., Kato, C., Itoh, S., Wakaki, S., Ito, M. and Yurimoto, H. (2015) ^{26}Al - ^{26}Mg chronology and oxygen isotope distributions of multiple melting for a Type C CAI from Allende. *Geochim. Cosmochim. Acta* **169**, 99-114.
- Takigawa A., Tachibana S., Nagahara H. and Ozawa K. (2015) Evaporation and condensation kinetics of corundum: The origin of the 13- μm feature of oxygen-rich AGB Stars. *Astrophys. J. Suppl.*, **218**, doi:10.1088/0067-0049/218/1/2.

【研究期間と研究経費】

平成 28 年度 - 32 年度 140,700 千円

【ホームページ等】

<http://vigarano.ep.sci.hokudai.ac.jp>