

隕石中にみられる希少な鉱物、その生成過程に迫る

Rare minerals found in meteorites and their formation processes

北大低¹, °木村 勇気¹

Hokkaido Univ.¹, °Yuki Kimura¹

E-mail: ykimura@lowtem.hokudai.ac.jp

地球上には 6000 種近くの鉱物が知られているのに対して[1]、隕石中から見つかっている鉱物は約 470 種とその 1 割にも満たない[2]。その鉱物の多くは、46 億年前の原始太陽系星雲内で気相から凝縮したり、小惑星内で水と反応したりして作られる。また、中には 46 億年よりも昔に超新星や晩期型巨星から放出したガスから核生成を経て生成したナノスケールの微粒子（プレソーラー粒子）や、衝突イベントによって作られた鉱物も存在している。その生成過程の理解は、直接計測することが不可能な遠方の天体周囲の環境や、46 億年前の原始太陽系星雲の環境などを推定できる点で、天文学や惑星科学において極めて重要である。一方で、隕石中には、地球上では見つかっていない鉱物や、希少な鉱物、材料としても魅力的な鉱物も見つかっており、その生成過程の理解は材料工学や結晶成長学など、多分野に恩恵をもたらすことが期待される。

我々はこれまでに、コアーマントル粒子、ナノチューブ、カルビン、フランボイダルマグネタイト、球状炭素質粒子、ケイ酸塩微粒子、アルミナなど、多数の地球外物質の生成過程を、主に再現合成実験と透過型電子顕微鏡観察を元に提案してきた。特に、生成過程の理解には微小重力環境とナノ領域特有の物性や現象が重要なことを示した。ここでは、この中から、地球上では見られないマグネタイトのコロイド結晶と[3]、有用な材料としての可能性を秘めた炭素の同素体の一つであるカルビン結晶に注目する[4]。

隕石中には数百ナノメートルサイズのマグネタイト粒子が球形に集まったフランボイダルマグネタイトと呼ばれる組織が、水質変質を経験した炭素質コンドライト中から見つかっている。その中でも特に、他の隕石とは異なる特徴を持つ Tagish Lake 隕石には、マグネタイト粒子が三次元的に規則正しく整列したコロイド結晶が存在している。我々は、磁場を観察することのできるホログラフィ電子顕微鏡を用いて、フランボイダルマグネタイトの磁場構造を可視化することで、その生成過程や小惑星内の環境の推定に成功した[5]。カルビン結晶はカルビンは sp 混成軌道とそこに 2 個の π 電子が共鳴した化学結合からなっており、金属と同等かそれ以上の電気伝導性が期待されている物質である。我々は、放射光を照射することでカルビン結晶の薄膜状の結晶を作製することに成功し、宇宙におけるカルビンの生成過程を提案した[6]。

[1] R. M. Hazen, *et al.*, *American Mineralogist*, 93 (2008) 1693. [2] A. Rubin & C. Ma, *Meteorite mineralogy* (Cambridge University Press), 2021. [3] J. Nozawa, *et al.*, *Journal of the American Chemical Society*, 133 (2011) 8782. [4] R. D. Vis, *et al.*, *Meteoritics & Planetary Science*, 37 (2002) 1391. [5] Y. Kimura, *et al.*, *Nature Communications*, 4 (2013) 2649. [6] Y. Kimura & C. Kaito, *The Astrophysical Journal Letters*, 658 (2008) L83.