

CI コンドライトの副成分鉱物について

安藤太郎^{1*}, 野口高明¹, 伊藤正一¹

(¹京都大学)

Minor phases in CI chondrites

Taro Ando^{1*}, Takaaki Noguchi¹, Shoichi Itoh¹ (1. Kyoto Univ.)

CI コンドライト (以降 CIs) は、その全岩化学組成が太陽光球の元素組成とほぼ一致するため、太陽系において化学的に最も始原的な物質とみなされている[e.g. 1]。はやぶさ2の探査したリュウグウも CIs と非常によく似た物質から構成された小惑星であることが知られている[e.g. 2-4]。しかし、CIs は大部分が層状珪酸塩 (serpentine および saponite) とそれに次ぐ magnetite, Fe, Ni-sulfide, carbonate 等から構成され、無水珪酸塩、コンドルール, CAI をほとんど含まないことから、最も強い水質変質作用を受けた太陽系物質でもある[e.g. 5]。このような広範な水質変質により CIs の前駆物質の多くは失われており、それらの性質は未だ明らかではない。

CIs の matrix 中には olivine や pyroxene といった無水珪酸塩が稀に存在することが知られており[e.g. 6, 7]、また、CAI も報告されている (Melilite-spinel-clinopyroxene-rich inclusion) [8]。これらは、CIs の前駆物質の生き残りであり、CIs の前駆物質には高温起源物質が含まれることが示唆される。このように CIs の前駆物質のわずかな生き残りである副成分鉱物を見出し、その産状を記載することは、CIs の母天体が原始太陽系のどのようなところで形成された物質を集積し、どこで形成されたかを明らかにする上で非常に重要である。また、CIs の形成史を理解することはリュウグウ試料をよりよく理解することにもつながる。そこで CIs の前駆物質の起源にさらなる制約を与えるため、過去に重要視されてこなかった副成分鉱物をより詳細に同定し、記載を行った結果を報告する。

試料は Ivuna および Orgueil (CIs) で、エポキシ樹脂に包埋されドライ研磨によって作成された研磨厚片を用いた。FE-SEM-EDS による元素マップを取得し、組織観察、化学組成分析を行った。

Ivuna, Orgueil の matrix には 60 μm 以下の olivine が面積比 約 0.05 % で普遍的に存在し、ほとんどは Fo₉₇₋₁₀₀ だが、Fo₆₂₋₈₂ のものも少数存在す

Keywords: CI コンドライト, はやぶさ2, リュウグウ

***Corresponding author:** ando.taro.44a@st.kyoto-u.ac.jp

る。これらの olivine には直径約 1.5 μm の Fe-Ni metal を包有するものが存在した。Ivuna には直径約 200 μm の olivine と magnetite の集合体も存在した。

また、最大約 5 μm の Fe-free spinel も面積比 約 3 ppm で普遍的に存在する。1 例、直径約 500 nm の perovskite を包有するものも存在する。また、Ivuna からは hibonite が 1 例発見された。Hibonite は厚さ約 1 μm の板状結晶が積み重なっており、集合体全体の大きさは 3 \times 10 μm であった。高温鉱物である spinel, perovskite および hibonite は CAI との関連を強く示唆する。

EDS による分析ではあるが、Cr 34.5 wt.%, Fe 16.8 wt.%, Zn 4.2 wt.% を含む、Fe, Cr-sulfide と考えられる 5 \times 2 μm の鉱物が 1 点見出された。化学組成からは daubréelite あるいは zolenskyite と考えられる。これらの鉱物は非常に還元的な環境で形成される。こうした鉱物も CIs に取り込まれていることが明らかになった。

CIs の matrix には、5 μm 以上の Fe, Ni-sulfide (pyrrhotite および pentlandite) が普遍的に存在する。最大で約 200 nm の Ir-Os-Pt alloy を包有するものがごく稀に存在する。白金族合金は、非常に高温な環境で形成されたと考えられ、やはり CIs の前駆物質に高温起源の鉱物が含まれることを示している。

References: [1] Anders, E. and Grevesse, N. (1989) *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 197-214. [2] Yada, T. et al. (2022) *Nat. Astronom.* 6, 214-220. [3] Yokoyama, T. et al. (2022) *Science* 10.1126/science.abn7850. [4] Nakamura, E. et al. (2022) *Proc. Japan Acad. Ser. B*, 98, 227-282. [5] Tomeoka, K. and Buseck, P. R. (1988) *Geochim. Cosmochim. Acta* 52, 1627-1640. [6] Frank, D. et al. (2014) *Geochim. Cosmochim. Acta* 142, 240-259. [7] Morin et al. (2022) *Geochim. Cosmochim. Acta*. 2022.06.17 [8] Frank, D. et al. (2011) 42nd LPSC #2785.