

太陽系星雲における高温凝縮物と火成CAIの同時期形成

Contemporaneous formation of condensed and igneous Ca-Al-rich inclusions in the solar nebula inferred from ^{26}Al – ^{26}Mg systematics

*川崎 教行¹、朴 昌根²、坂本 直哉³、朴 善英²、キム ヒュンア⁴、黒田 みなみ³、垠本 尚義^{1,3}

*Noriyuki Kawasaki¹, Changkun Park², Naoya Sakamoto³, Sun Young Park², Hyun Na Kim⁴, Minami Kuroda³, Hisayoshi Yurimoto^{1,3}

1. 宇宙科学研究所、2. 韓国極地研究所、3. 北海道大学、4. 公州大学校

1. ISAS/JAXA, 2. KOPRI, 3. Hokkaido University, 4. Kongju National University

隕石に含まれるCAI (Ca-Al-rich inclusion)は、太陽系最古の岩石であり [1], 太陽組成の高温ガスから凝縮した鉱物により構成されている [e.g., 2]。ほとんどのCAIは、娘核種 ^{26}Mg の過剰として検出可能な量の ^{26}Al を、その形成時に含んでいた [3]。 ^{26}Al は半減期約70万年の短寿命放射性核種であり、 ^{26}Al – ^{26}Mg 相対年代系は、初期太陽系の年代学的研究に広く用いられている。近年二次イオン質量分析法により、CAIの高精度 ^{26}Al – ^{26}Mg 鉱物アイソクロンが取得され始め、個々のCAIそれぞれの、形成時の $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比が明らかになってきた [e.g., 4–6]。それらのデータによれば、fluffy Type A CAIや細粒CAIといった高温凝縮物は約 5.2×10^{-5} の均一な $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比をもつが、太陽系円盤内で熔融・再固化を経験したとされる「火成CAI」は、約5.2から 4.2×10^{-5} にかけた $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比の広がりをもつ。この火成CAIの $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比の広がり、約20万年の形成年代幅に対応する。しかし、高温凝縮物の高精度 ^{26}Al – ^{26}Mg 鉱物アイソクロンの測定例は、まだ3例のみと少数であるため [4], その形成年代幅を、火成CAIと単純に比較することは難しい。本研究では、エフレモフカ・ヴィガラノ両CV3コンドライト隕石に含まれる高温凝縮物3つ (fluffy Type A CAIが2つと細粒CAIが1つ) の高精度 ^{26}Al – ^{26}Mg 鉱物アイソクロンデータを、二次イオン質量分析計 (CAMECA ims-1280HR, 北海道大学設置)を用いて新たに取得した。

新たに得られた細粒CAIの ^{26}Al – ^{26}Mg 鉱物アイソクロンは、 $(5.20 \pm 0.17) \times 10^{-5}$ という $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比を示した。これは、上述の高温凝縮物の文献値 [4]やCVコンドライト隕石中のCAIの全岩アイソクロンから求められたカノニカル $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 比 (約 5.2×10^{-5}) [7, 8]と調和的である。一方で、2つのfluffy Type A CAIはそれぞれ、 $(4.64 \pm 0.12) \times 10^{-5}$ と $(4.37 \pm 0.12) \times 10^{-5}$ という初生比を示した。これらは、他の高温凝縮物の $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比およびカノニカル $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 比よりも明らかに低い。本研究により求めた、高温凝縮物の $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 初生比の (5.20 ± 0.17) から $(4.37 \pm 0.12) \times 10^{-5}$ の広がり、 18 ± 4 万年の形成年代差に相当し、これまでに求められていた火成CAIの形成年代幅、約20万年と調和的である。高温凝縮物 (fluffy Type A CAIおよび細粒CAI)と火成CAIの形成年代幅の類似性から、太陽系星雲において、高温凝縮物と火成CAIがそれぞれ、カノニカル年代から約20万年間、同時期に形成し続けていたことが示唆される。以上から、太陽系誕生から約20万年間、太陽系星雲の高温ガス下において、鉱物の凝縮と熔融プロセスが繰り返し起き、種々のCAIが形成されていたことが明らかとなった。

[1] Connelly et al. (2012) *Science* 338, 651–655. [2] Grossman (1972) *GCA* 86, 597–619. [3] MacPherson et al. (1995) *Meteoritics* 30, 365–386. [4] MacPherson et al. (2012) *EPSL* 331–332, 43–54. [5] MacPherson et al. (2017) *GCA* 201, 65–82. [6] Kawasaki et al. (2018) *GCA* 221, 318–341. [7] Jacobsen et al. (2008) *EPSL* 272, 353–364. [8] Larsen et al. (2011) *ApJL* 735, L37–L43.