

Moama 隕石中トリディマイト多形の FIB-TEM 観察

竹之内惇志（京大・総博），伊神洋平（京大・院理），三宅亮（京大・院理），下林典正（京大・院理），三河内岳（東大・総研博），大野遼（東大・総研博）

FIB-TEM observation of co-existing tridymite polymorphs in Moama meteorite

Atsushi Takenouchi*, Yohei Igami, Akira Miyake, Norimasa Shimobayashi, Takashi Mikouchi and Haruka Ono

シリカ鉱物（ SiO_2 ）には数多くの多形が存在することが知られている。その中でもトリディマイトには少なくとも7つの多形が知られており、400度以上では六方晶系（HP）であるが、冷却に伴い直方晶系へと構造が変化し、常温になると3つの相（擬直方 PO-10, 単斜 MC, 単斜 MX-1）が準安定であることが知られている [e.g., 1, 2]。天然の試料中では PO-10 と MC が報告されており、地球の火山岩では主に PO-10, 隕石中では主に MC のトリディマイトが存在していると考えられてきた。近年、隕石中のシリカ鉱物には多様な多形共存関係が存在することが明らかとなり [3, 4], それらの多形の組み合わせが低温での冷却速度の違いを反映している可能性が指摘されている。いくつかの隕石中では PO-10 と MC のトリディマイトがラメラ状に共存（PO-MC ラメラ）していることも報告されている。このラメラ状の組織は、隕石の冷却に伴い直方晶系トリディマイトの一部が MC へと相転移し、MC へ相転移できなかった部分がその後 PO-10 となることで形成されたと考えられている [3]。しかし、先行研究では SEM での組織観察と相同定のみにとどまっており、詳細な共存組織や方位関係などは明らかとなっていなかった。本研究では PO-10 と MC の相転移関係や晶出条件を明らかにするために、集束イオンビームと透過型電子顕微鏡（FIB-TEM）を用いて、隕石中の PO-MC ラメラの詳細な観察を行った。

試料加工と観察は京都大学大学院理学研究科の FIB（Helios NanoLab G3 CX）と TEM（JEM-2100F）を用いた。試料は PO-MC ラメラの存在

Keywords: Silica, tridymite, TEM, thermal metamorphism

*Corresponding author: takenouchi.atsushi.5h@kyoto-u.ac.jp

が報告されている集積岩ユークライトの Moama の薄片を用いた。

ラメラと垂直に FIB 切片を切り出し観察したところ、先行研究で報告されている通り PO-10 と MC のトリディマイトが共存していた。両者の境界は明瞭で直線的であり、合成トリディマイトを加熱して得られる PO-MC 共存組織が示す曲線的な境界 [5] とは異なる形態をしていた。電子線回折による方位解析では、MC の空間群を Aa としたとき $(001)_{\text{PO-10}} // (001)_{\text{MC}}$ の関係がみられた。トリディマイトの多形は、六方晶 HP の (0001) 面に並行な SiO_4 四面体がつくる六員環層が、 c^* 方向に積層し、各層が歪んだり積層がずれたりすることで様々な構造が形成されていると捉えることができる [e.g., 1]。今回観察した PO-10 と MC の境界面はその積層の面と平行であり、これらの PO-10 と MC が一つのトリディマイト結晶から相転移により形成されたことを示唆する結果であった。また、PO-10 のラメラ中には MC や PO-10 では指数付け出来ない相も存在していた。回折図形では MC や PO-10 と異なる超周期を持ち、かつ積層方向に変調構造を示していた。今後これらの相も含めて詳細な観察を続け、天然のトリディマイトの相転移関係について明らかにしていく。

[1] 木原國昭（2001）*日本結晶学会誌* 43, 218-226. [2] Kanzaki M. (2019) *JMPS*, 114, 214-218. [3] Ono H. et al. (2019) *MAPS*, 54, 2744-2757. [4] Ono H. et al. (2021) *MAPS*, 56, 1086-1108. [5] Ashworth J. R. (1989) *Min. Magazine*, 53, 89-97.