

X線 μ CTによる始原的コンドライト中の有機物ナノグローブールの観察

Observation on organic nanoglobules in carbonaceous chondrites using microtomography

松本 徹^{1*}, 土山 明¹, 中村 圭子², Michael.E.Zolensky², 中野 司³, 上杉健太郎⁴

Tooru Matsumoto^{1*}, Akira Tsuchiyama¹, Keiko Nakamura-Messenger², Michael.E.Zolensky², Tsukasa Nakano³, Kentaro Uesugi⁴

¹阪大・院理・宇宙地球, ²NASA Johnson Space Center, ³産総研地質情報研究部門, ⁴JASRI

¹Earth and Space Sci., Osaka Univ, ²NASA Johnson Space Center, ³GSJ/AIST, ⁴JASRI

始原的炭素質コンドライト、IDPs、81P/Wild2彗星塵中などには、有機物グローブールと呼ばれる数百nmの直径の球状有機物が見出されており、多くの場合その内部には空隙が存在している[1-3]。グローブールの成因としては、分子雲や原始太陽系円盤外縁部などの極低温環境下での、有機物氷の光化学反応の可能性[4]や、有機物の天体中での水質変成[5]などが挙げられている。もし、グローブールがこれらの過程を経て生成したのであれば、グローブール内部の空隙部分には、主にH₂Oと揮発性有機物で構成された氷あるいは流体で満たされていた可能性がある。しかし、これまで行われてきたTEM観察などの破壊分析では、これらの流体が存在しても試料作成時に失われてしまい、その存在は確認されていない。従って、グローブール中を満たす流体の存在の有無を確かめるためには、非破壊による隕石内部へのサブミクロンスケールの分析が必要とされる。

そこで本研究ではSPring8のBL47XUにおいて、X線CTを用いて炭素質コンドライト中の有機物グローブールの撮影を試みた。Tagish Lake、Bells、Ivuna、Orgueilの各隕石につき数十 μ mの隕石破片サンプルをいくつか用意し撮影した。撮影条件として、X線のエネルギーは7keV及び8keV、Projection数900、1800で行った。実効的な空間分解能は約200nmであり、各サンプルにつき約800スライスの画像から成る3次元構造が非破壊で得られた。

得られた3次元CT像において、グローブールの可能性のある物体を多数確認したが、CT像に現れるX線の屈折コントラストのために、それらが本当にグローブールであるかどうかの判断はできなかった。撮影した一部の隕石はウルトラマイクロームにより、超薄切片に切り出し、TEM観察を行った。TEM像でグローブールであることが確認できたものについてCT像と比較したところ、CT像でグローブールの可能性があると考えられた物体のいくつかは実際にグローブールであることが分かった。また超薄切片で観察されたグローブールの3次元構造を解析し、その形状が真球ではなくオブレートに近い楕円体(アスペクト比:約0.8)であることを明らかにした。今回の実験では、X線の屈折により、CT像における線吸収係数からグローブール内部が空隙でなく流体で満たされているかどうかの判断をすることはできなかったため、今後X線の屈折効果を考慮して、内部に流体が存在するかどうかの推定を行う予定である。本研究においてCT撮影によりグローブールの位置を3次元情報として知ることができたので、将来的にはグローブールの直前までサンプルを削り、SIMSなどの分析を行うことにより、流体が存在すればその組成や同位体分析が可能となるものと考えられる。

Messenger K. et al (2006) Science, 314 1439-1442. [5] Dworkin J.P. et al. (2001) Proc. Nat. Acad. Sci., 98,815-819.

キーワード: X線 μ CT, 有機物ナノグロブール, 炭素質コンドライト

Keywords: X-ray microtomography, organic nanoglobule, carbonaceous chondrite