

PPS021-01

会場:101

時間:5月23日 08:30-08:45

超高感度極微量質量分析システム“ LIMAS ”の開発 Development of Laser Ionization Mass Nanoscope: LIMAS

江端 新吾^{1*}, 石原 盛男¹, 内野 喜一郎², 糸瀬 悟³, 松谷 幸³, 工藤 政都³, 坎本 尚義⁴

Shingo Ebata^{1*}, Morio Ishihara¹, Kiichiro Uchino², Satoru Itose³, Miyuki Matsuya³, Masato Kudo³, Hisayoshi Yurimoto⁴

¹ 大阪大学, ² 九州大学, ³ 日本電子, ⁴ 北海道大学

¹Osaka University, ²Kyushu University, ³JEOL Ltd., ⁴Hokkaido University

JAXA のはやぶさや NASA のスターダストなど多くのサンプルリターンミッションが実行され、小惑星や彗星のサンプルを直接分析することが現実となった。これらの分析結果は初期太陽系物質科学に多数の新知見をもたらしている。しかし、このような試料は極微量であり、詳細に分析するには微小領域を高感度で分析可能な装置が必要である。

我々は超高感度極微量質量分析システム“ LIMAS ”を開発している。本システムは Ga 収束イオンビーム、フェムト秒レーザー、多重周回型質量分析計“ MULTUM ”で構成されている。本発表では LIMAS の性能と開発状況について報告する。

キーワード: はやぶさ, スパッタ中性子質量分析, 収束イオンビーム, フェムト秒レーザー, 多重周回質量分析計

Keywords: Hayabusa, SNMS, Focused ion beam, Femto second laser, Multi-turn mass spectrometry

PPS021-02

会場:101

時間:5月23日 08:45-09:00

光電子顕微鏡を用いた鉄隕石のナノスケール顕微分光解析

Microspectroscopic analysis of iron meteorite using photoelectron emission microscopy (PEEM)

小嗣 真人^{1*}

Masato Kotsugi^{1*}

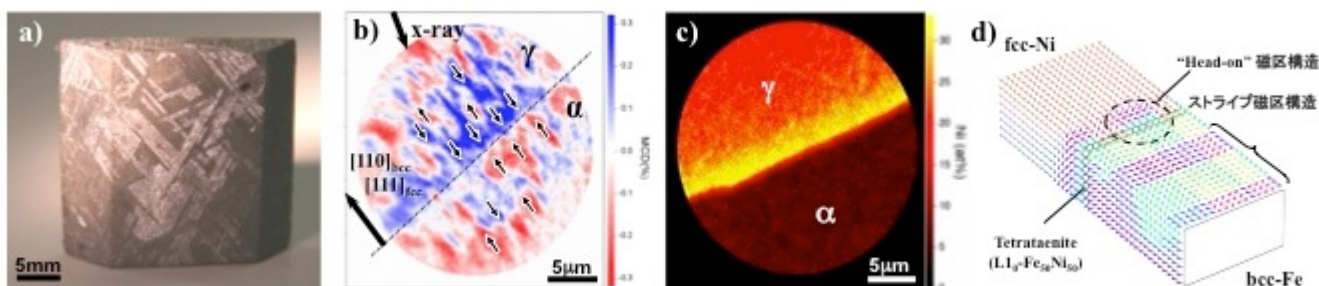
¹SPring-8/JASRI

¹SPring-8/JASRI

隕石の残留磁気は古代太陽系の知見を知る為の情報源として長らく調査されてきた。鉄隕石はウイドマンステッテン構造と呼ばれる特徴的な微細金属組織を示し、地球上のFeNi合金とは大きく異なる磁気ヒステリシスや磁気異方性を示すことが知られている。このことから、鉄隕石は惑星科学のみならず、物性科学においても興味深い研究対象である。そこで我々は鉄隕石を金属磁性材料の一種と位置付けて、その磁気特性の起源を金属組織と関連づけて直接調査した。

大型放射光施設SPring-8に設置された光電子顕微鏡を用いて磁区構造をナノスケールで直接観測した結果、 γ/α 界面において、互いに正対する「head-on」型の磁区構造が確認された。本構造は静磁エネルギーの損失が極めて大きく、通常のFeNi合金では期待できないユニークな磁区構造であった。同じ領域の組成と構造を調査したところ、界面では α 相と γ 相FeNiに明確に分離しており、界面のごく近傍において、隕鉄特有の鉄ニッケル相「L1₀型FeNi規則合金」の薄膜が偏析していることが確認された。

これを理解するため、理論計算による検証を行った。テトラターナイトは通常のFeNi相と比較して保磁力と磁気異方性が飛躍的に高く、永久磁石のように振る舞うことから、周囲の磁化に強い影響を与え、head-on磁区構造の形成に至ることが示唆された。テトラターナイトは界面に偏在していることから、テトラターナイトの層状ネットワークが鉄隕石の磁気特性の担い手であると結論づけられた。テトラターナイトは磁気メモリとして優れた機能性(磁気異方性・保磁力)を示し、原料となるFeやNiは安価で資源が潤沢であることから、レアメタルフリーの次世代磁性材料として、今後磁気デバイスへの応用が期待される。



キーワード: 鉄隕石, 放射光, 光電子顕微鏡, 顕微鏡, 磁区構造, 古地磁気

Keywords: iron meteorite, synchrotron radiation, photoelectron emission microscopy, microscopy, magnetic structure, paleomagnetism

磁気放出運動に基づく簡易型微小重力装置を用いた始原的隕石構成粒子の非破壊同定 Nondestructive characterization of a single micron-sized primitive-grain realized by magnetic ejection in microgravity

久好 圭治^{1*}, 植田 千秋¹
Keiji Hisayoshi^{1*}, Chiaki Uyeda¹

¹ 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
¹ Graduate School of Science, Osaka Unives

近年、単一の微小粒子を対象とした様々な目的の精密分析が重要となりつつある。分析の前段階として物質の種類を非破壊で同定することが望まれるが、そのための有効な手法は確立していない。近年、われわれは、磁場勾配力による並進運動を利用した新しい磁化測定法を確立し、これに基づく物質同定法を新たに提案した。微小重力環境下で磁場勾配中に試料を解放し、磁場勾配力によって並進運動する試料の運動を解析することにより、反磁性物質の磁化率を検出した。物質はそれぞれ固有の反磁性磁化率を持つので、反磁性磁化率を精度よく検出することは物質を識別する原理の1つとして新たな手段となりうる。

磁場勾配をもつ空間において、微小重量環境で質量 m の反磁性物質は $ma = -m \quad B (dB/dx)$ で表される並進運動を行う。試料の加速度の値は、試料の磁化率と $B (dB/dx)$ に比例する。ただし、 B は磁場、 (dB/dx) は磁場勾配をあらわす。試料の加速度より得られた磁化率は文献値とほぼ一致した。加速度 a は反磁性磁化率 のみに依存し、質量 m に依存しない。

従来の磁化測定法では、試料サイズの減少とともに、試料ホルダーからのバックグランド信号の寄与が顕著となる。また、試料の質量測定が不可欠であるが、これも 100 マイクログラム以下では実施が難しい。このため、試料サイズの減少と共に、測定が困難となる。われわれの提案するこの測定方法は、原理上、試料の運動が観測可能な限り無制限に小さい試料の磁化率を測定することができる。

既存の微小重力実験施設は国内に数カ所しかなく、高額のコストがかかることもあり、ルーチンの分析手法としては利用しにくい状況にある。そこで今回、上記の原理に基づいて、導入が容易でしかも簡便に実施できる簡易型微小重力実験装置を製作した。これを用いて反磁性物質の同定を進めた。

実験装置は実験室内に設置できる規模で、落下距離は 1.5m、微小重力継続時間は約 0.6 秒である。試料は永久磁石で構成された磁気回路の約 0.7T の磁場中に放出される。落下装置は、大きさが 30cm × 30cm × 20cm の直方体のケースに、電動アクチュエーターを装備した真空チャンバー、試料ホルダー解放信号受信装置、試料ホルダー開閉コントローラー、磁石、電池、撮影用 HV ビデオカメラを搭載し、その重量は約 7kg である。落下装置は、1.5m の高さに設置された電磁錠に固定され、実験開始とともに、電磁錠から落下する。装置落下 0.2 秒後に、試料ホルダー解放信号が送られ、試料は磁場中に解放されて並進運動を行う。この運動を HV ビデオカメラを用いて記録する。試料を装填し落下装置を設置してから落下させ映像を取り出すまでに、これまでの大規模落下施設では複数の人員で 2 時間以上かかっていたが、この簡易装置では 1 人でおおよそ 30 分の行程で行える。

この装置を用いて、50-90 μm のグラファイト粒子と 40-60 μm のダイヤモンド粒子の磁化率の測定に成功した。また、グラファイトとダイヤモンドの混合した 40-90 μm の粒子を磁場勾配中で解放すると、反磁性磁化率の違いによって、分離して並進運動を行うことが観察された。映像より解析された運動の加速度によって物質が同定される。今後観察はマクロレンズの使用や高速度撮影を行うことにより、空間分解能、時間分解能を向上させることによって、識別可能な試料の大きさは約 20 μm 程度までが期待できる。

始原的隕石を構成する粒子のサイズは、この簡易装置で測定が期待できる 20 μm とほぼ同程度である。したがって、このサイズの微小粒子を非破壊で同定することができれば、始原的隕石を構成する粒子を分析する可能性が大きく広がることが期待される。観測された磁化率の値は -5×10^{-6} から $-2 \times 10^{-7} \text{ emu/g}$ の範囲内にあるが、隕石中の有機物質の反磁性磁化率はこの範囲内にあると予想される。よって、隕石を構成する微小の炭素物質についても、粒子単体で同定が可能となる。

キーワード: 反磁性磁化率測定, 非破壊, 同定, 磁気放出, 微小重力

Keywords: diamagnetic susceptibility measurement, nondestructive characterization, microgravity, magnetic ejection, field gradient force

PPS021-04

会場:101

時間:5月23日 09:15-09:30

エフレモフカ隕石中 Fluffy Type A CAI のメリライトの酸素同位体組成分布 Oxygen isotopic compositions of melilite in Fluffy Type A CAI from Efremovka meteorite

川崎 教行^{1*}, 坂本 直哉², 坂本 尚義³

Noriyuki Kawasaki^{1*}, Naoya Sakamoto², Hisayoshi Yurimoto³

¹ 北海道大学大学院理学学院自然史科学専攻, ² 北海道大学創成研究機構, ³ 北海道大学理学研究院自然史科学部門

¹Natural History Sci., Hokudai, ²CRIS, Hokudai, ³Natural History Sci., Hokudai

CAI (Calcium-Aluminum-rich inclusion) は、太陽系で最も古い年代を示す岩石であり、太陽系形成の初期に起こったイベントを記録している。特に Fluffy Type A CAI 中の逆累帯構造を持つメリライトは、星雲中で圧力が下がっていく過程でガスから直接凝縮による結晶化により生成されたと考えられている (MacPherson と Grossman 1984)。本研究では、エフレモフカ隕石中 Fluffy Type A CAI のメリライト固溶体結晶におけるオケルマナイト-ゲーレンナイト組成と酸素同位体組成の分析を行った。試料はエフレモフカ隕石の研磨薄片を用いた。試料の観察と元素分析には FE-SEM-EDS (JEOL JSM-7000F, Oxford INCA Energy), 結晶方位解析には EBSD (HKL Channel 5), 酸素同位体分析には SIMS (Cameca ims-1270) を用いた。

本研究で観察した CAI は、10 x 3mm の大きさを持ち、ふわふわとした外形をしている。CAI は、多量のスピネルとアノーサイト、メリライト、Al-Ti に富むディオプサイドから成るコア部と、メリライト、Al-Ti に富むディオプサイドと少量のスピネルから成るマントル部とそれらを覆う Wark-Lovering リム (WL リム) で構成されている。メリライト単結晶は多くが約 15~25 ミクロンのサイズをもち、WL リム付近でメリライトの固溶体組成分布と酸素同位体組成が変化する二つの領域があった。

マントル部の一つの領域では、WL リムから内部約 200 ミクロンの範囲でメリライトは、それぞれの結晶の中心から粒界にかけて $ak=25$ から 5 に変化する逆累帯構造を持っていた。一方、単結晶内部の酸素同位体組成は測定誤差範囲内で均一であった。しかし、この領域において、WL リムの近くのメリライト結晶は ^{16}O -rich ($\text{DELTA-}^{17}\text{O}=-19$ パーミル) であり、リムから離れた領域内側の結晶は ^{16}O -poor ($\text{DELTA-}^{17}\text{O}=-4$ パーミル) であり、その酸素同位体比は領域外側から内側にかけて連続的に変化していた。

マントル部の二つ目の領域では WL-Rim から内側約 40 ミクロンまでの範囲のメリライトは結晶粒界まで逆累帯構造 (組成範囲 $ak=25\sim 8$) を持っていた。しかし、それより内側の部分のメリライトは結晶の中心部分で逆累帯構造 (組成範囲 $ak=45\sim 30$) を持つが、その外側から正累帯構造 (組成範囲 $ak=30\sim 55$) に転じていた。正累帯構造部分の幅は 2~5 ミクロンであった。この二つ目の領域のすべてのメリライトの酸素同位体組成は累帯構造の違いや固溶体組成の違いに関わらず均一で $\text{DELTA-}^{17}\text{O}=-3$ パーミルであった。

第一の領域の CAI が大きく成長しているとき、原始太陽系星雲ガスの酸素同位体比は ^{16}O -poor から ^{16}O -rich に変化した事を示しており、個々のメリライト結晶はそのガスから直接の凝縮物と考えられる。このとき星雲ガスの酸素同位体比の変化速度は個々のメリライト結晶の凝縮の成長速度よりゆっくりであった。一方、第二の領域は原始太陽系星雲ガスの酸素同位体比が ^{16}O -poor のまま変化しない環境で形成した。その順番は、逆累帯構造を持つメリライト結晶が凝縮し、メリライトの集合体を形成した、その後、再加熱され、内側のメリライト結晶の粒界部分が部分溶解し、固化するとき融け残ったメリライトの上に、正累帯構造をもつメリライトが晶出したと考えられる。これらの二つの CAI はその後一つの CAI に合体し、現在観察される CAI を形作った。

キーワード: CAI, メリライト, 酸素同位体, 固溶体, コンドライト

Keywords: CAI, melilite, oxygen isotope, solid solution, chondrite

Vigarano 隕石中 Fluffy Type A CAI におけるメリライト結晶の逆累帯構造に対応した酸素同位体ゾーニング Oxygen isotope zoning in reversely zoned melilite in Fluffy Type A CAI from Vigarano meteorite

片山 樹里^{1*}, 伊藤 正一¹, 垪本 尚義¹
Juri Katayama^{1*}, Shoichi Itoh¹, Hisayoshi Yurimoto¹

¹ 北海道大学理学研究院自然史科学部門

¹Natural History Sci., Hokudai

Ca-Al-rich inclusion (CAI) を構成する各鉱物の酸素同位体組成は、三酸素同位体図上において質量に依存しない傾き 1 の直線に沿う分別を示している (Clayton et al., 1973)。この分布は、CAI 形成環境下において、各鉱物が結晶化に伴う ¹⁶O-rich なリザーバーと ¹⁶O-poor なリザーバーの混合の度合いの違いによる酸素同位体組成を反映している (e.g., Clayton, 1993)。従来の局所酸素同位体分析の結果により、複数回部分溶融プロセスに伴い形成した ¹⁶O-rich なメルトと周囲の ¹⁶O-poor なガスリザーバーとの間で、速やかに酸素同位体交換が起こったことで、各鉱物の酸素同位体分布が、この混合線に沿う分布となったと考えられている (e.g., Yurimoto et al., 1998)。さらに、ガスから直接凝縮したと考えられている細粒 CAI と呼ばれる各鉱物の酸素同位体分布は、¹⁶O-rich な酸素同位体分布を示している (e.g., Krot et al., 2002)。以上から、CAI 形成領域には、酸素同位体組成の ¹⁶O-rich と ¹⁶O-poor なガスリザーバーが存在することが一般的に受け入れられている。しかし、この CAI 形成領域における両者のガスリザーバーの関係は、不明瞭であった。

Fluffy Type A CAI (FTA) は、不規則な外形をしていることやメリライト結晶の逆累帯構造が存在していることにより、原始太陽系星雲ガスから直接固化したものであると言われている (MacPherson and Grossman, 1984)。すなわち、FTA を構成するメリライト単結晶の酸素同位体分布は、結晶成長時のガス環境下の値を反映していることが期待される。本研究では、¹⁶O-rich と ¹⁶O-poor のガスリザーバーの関係を明らかにするため、Vigarano 隕石中 V2-01 FTA におけるメリライト単結晶の鉱物学的組織を評価し、その逆累帯構造に対応させた局所酸素同位体分布を明らかにした。

メリライトの累帯構造は、FE-SEM を用いた EDS による空間分解能約 1 μm の X 線マッピングにより決定した。また、この結晶境界は、FE-SEM を用いた EBSD による結晶方位マッピングにより詳細に評価した。得られたメリライト単結晶における逆累帯構造に対応させた酸素同位体組成は、二次イオン質量分析計を用いた約 3~5 μm の点分析による局所酸素同位体分析により取得した。

V2-01 FTA を構成するメリライト単結晶は、母天体集積時あるいは母天体上において圧密をうけ、形成時の組織が機械的に変形・破砕されている部分が多く認められ、結晶境界を評価した結果、大部分の結晶が、逆累帯構造を示していることがわかった。各鉱物内の酸素同位体分布は、ゾーニングを示さないものから約 30% のゾーニングを示すものまで様々であった。そのうち、2 つの単結晶 (Grain 8, Grain 21) において、酸素同位体ラインプロファイルを用いて評価した。Grain 8 は、コアからリムまで約 90 μm の範囲で $\delta^{16}\text{O}$ から $\delta^{16}\text{O}_5$ へと変化している逆累帯構造を示し、累帯構造の ak 組成変化に対応して、 $\delta^{16}\text{O}_8$ から酸素同位体組成が変化しはじめ、 $\delta^{16}\text{O}_5$ までの約 40 μm の範囲で $^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ が -21% から -29% へと ¹⁶O-rich に変化した。Grain 21 は、コアからリムまで約 65 μm の範囲で $\delta^{16}\text{O}_{23}$ から $\delta^{16}\text{O}_2$ へと変化している逆累帯構造を示し、累帯構造の ak 組成変化に対応して、 $\delta^{16}\text{O}_4$ から変化しはじめ、 $\delta^{16}\text{O}_2$ までの約 15 μm の範囲で $^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ が -15% から -40% へと ¹⁶O-rich に変化した。つまり、単結晶内で累帯構造の ak 組成変化に対応して、約 15~40 μm の範囲で酸素同位体組成が ¹⁶O-poor から ¹⁶O-rich へと変化していた。

FTA のメリライト単結晶における逆累帯構造に対応した酸素同位体ゾーニングは、結晶成長の間のガスリザーバーの酸素同位体組成の変化に対応していると考えられる (Yurimoto et al., 2008)。本研究では、少なくとも二つの結晶において、逆累帯構造に対応し、中心が ¹⁶O-poor から、外側へ ¹⁶O-rich へと変化する酸素同位体ゾーニングを示す単結晶を評価した。これは、メリライト単結晶の結晶成長の間にガスリザーバーの酸素同位体組成が ¹⁶O-poor から ¹⁶O-rich へと変化していたことを示している。つまり、CAI 形成領域においてメリライト単結晶が結晶成長する間にガスリザーバーの酸素同位体組成が ¹⁶O-poor から ¹⁶O-rich へと変化する領域が存在したことを示した。

コンドリュール形成における新しい制約条件：溶融コンドリュール表面に沿った高速結晶成長

A new constraint for chondrule formation: condition for rapid crystal growth along droplet surface

三浦 均^{1*}, 横山 悦郎², 長嶋 剣³, 塚本 勝男¹

Hitoshi Miura^{1*}, Etsuro Yokoyama², Ken Nagashima³, Katsuo Tsukamoto¹

¹ 東北大・理, ² 学習院大・計セ, ³ 阪大・工

¹Tohoku University, ²Gakushuin University, ³Osaka University

Barred-olivine (BO) chondrules are characterized by parallel set(s) of olivine bar crystals, which are platy in three-dimension [1,2]. A BO chondrule usually has an olivine crystal that covers the chondrule surface (rim). The olivine rim has the same crystallographic orientation as the inner olivine platelets. Tsukamoto et al. succeeded to reproduce the rim structure from a forsterite melt droplet in their container-less crystallization experiment using aero-acoustic levitation technique [3]. They found that the droplet cooled very rapidly at a rate of $R_{cool} \sim 100 - 1000 \text{ K s}^{-1}$, and then crystallized within a very short period of time less than $\sim 1 \text{ s}$ at a large supercooling of $DT \sim 600 \text{ K}$. On the other hand, Tsuchiyama et al. also succeeded in reproducing the rim structure by evaporation in vacuum [4]. The cooling rate was $R_{cool} = 1000 \text{ K hr}^{-1}$, which is much slower than [3] by about three orders of magnitudes. Tsuchiyama et al. considered that the rim was formed by the rapid crystal growth along the droplet surface, which should become cooler than the interior by the latent heat of the evaporation. However, their hypothesis has not been verified yet.

To understand the formation mechanism of the rim structure, the crystal growth pattern inside the chondrule melt droplet should be investigated. We carried out numerical simulations of crystallization of a highly-supercooled melt droplet by using a phase-field method [5]. We considered the situation that a tiny crystal seeded at the droplet surface triggers crystallization of the droplet. We found that the rapid crystal growth along the droplet surface occurs when the cooling rate is considerably large. However, they did not investigate for a wide range of the supercooling of the droplet.

In this study, we investigated the condition of the rapid crystal growth along the droplet surface by using the phase-field method. We considered the cases that the seeding occurs when the surface of the droplet is supercooled by $DT_s = 200, 300, 400, 500,$ and 600 K . The surface of the droplet cools at a constant heat flux; $q_s = 5 \times 10^8, 1 \times 10^9, 2 \times 10^9, 5 \times 10^9,$ and $1 \times 10^{10} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ for each DT_s . Because of the surface cooling, the droplet surface becomes cooler than the center by $dT_{c-s} \sim 30 - 600 \text{ K}$ for the droplet radius $r_d = 250 \text{ um}$ ($\text{um} = \text{micro-meter}$). We found that the rapid crystal growth along the droplet surface occurred when $dT_{c-s} \sim 100 - 200 \text{ K}$ or larger. The minimum value of dT_{c-s} for the rapid crystal growth along the droplet surface increases as DT_s increases. To derive the minimum value of dT_{c-s} analytically, we compared crystal growth timescales via two different routes inside the droplet; along the droplet surface, and across the droplet center. We found that the growth timescale along the surface becomes shorter than that across the center when $a = dT_{c-s} / DT_s > \sim 0.2$, which condition is rewritten by $R_{cool} > \sim 2000 (DT_s / 300 \text{ K}) (r_d / 250 \text{ um})^{-2} \text{ K s}^{-1}$. This condition is applicable for limited cases that satisfy the following two conditions; (a) crystal growth timescale is much shorter than a cooling timescale of the droplet, and (b) the supercooled droplet is a single component system, namely, the chemical composition of crystal is the same as the parent liquid. If the crystal growth kinetics depends on the growth direction, which usually comes from its crystal structure, we need small modification to the critical values of a and R_{cool} [5]. The new constraint for the rapid crystal growth along the droplet surface is applicable for limited cases, however, this is the first step to understand the formation mechanism of BO chondrule solidification texture.

Reference: [1] Tsuchiyama et al., *J. Geography*, **109**, 845-858, 2000 (in Japanese). [2] Noguchi, *Antarctic Meteorite Research*, **15**, 59-77, 2002. [3] Tsukamoto et al., *Antarct. Meteorites*, **24**, 179-181, 1999. [4] Tsuchiyama et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, **68**, 653-672, 2004. [5] Miura et al., *J. Appl. Phys.*, **108**, 114912, 2010.

キーワード: コンドリュール, バードオリビン, 形成条件, 結晶成長

Keywords: chondrule, barred olivine, formation condition, crystal growth

PPS021-07

会場:101

時間:5月23日 10:00-10:15

とけ残り鉱物を含む微隕石の分類 Classification of micrometeorites bearing coarse-grained relict minerals

今栄 直也^{1*}, スーザン・テイラー², 岩田尚能³
Naoya Imae^{1*}, Susan Taylor², Naoyoshi Iwata³

¹ 国立極地研究所, ² 米低温研, ³ 山形大学

¹National Institute of Polar Research, ²U.S. ACRREL, ³Yamagata University

微隕石とは、地球に落下した大きさが約 100 μ m を主とする地球外物質で、南極大陸の氷床内から効率的に採集できる。そのほとんどがコンドライト質である。微隕石の多くは大気圏でほぼ全溶融している。残りの 10~15%は大気圏加熱を免れた鉱物を残存し、この鉱物をとけ残り鉱物と呼ぶ。本研究では、とけ残り鉱物の主要元素化学組成をエレクトロン・プローブ・マイクロアナライザーで分析し、既存のコンドライトの化学グループと比較した。また、とけ残り部の組織を良く残存する場合は、コンドライトの組織と比較した。とけ残り鉱物の多くは、かんらん石と低 Ca 輝石である。FeNi 合金、斜長石、含水鉱物、高 Ca 輝石、クロム鉄鉱、シリカ鉱物、および硫化鉄が少量認められる。

これまでに約 100 個のとけ残り鉱物をよく残存する微隕石を調べた。非平衡普通コンドライト中の 0.3wt%未満の CaO 量のフォルステイト (FeO=1wt%程度) が欠損する。これは微隕石が炭素質コンドライト的か普通コンドライト的かを区別する指標になる。とけ残り鉱物を含む微隕石の過半数は、炭素質コンドライトと関連づけられる。低 Ca 輝石の Ca 量は Renazzo タイプ (CR) では低い (CaO<0.5wt%) ので、他の化学グループ (CaO=0~3 wt%) と区別できる。約 30%ある普通コンドライトと関連づけられる多くは非平衡質である。残りの多く (10%以上) は高 Mn 型である。高 Mn 型は隕石や惑星間塵 (IDP) では認識されていないので極地氷床からのみ採集できる地球外物質である。また、組織に着目して次の様な事がわかる。炭素質コンドライトと関連づけられる微隕石のうち 4 個は、CO₃ のコンドリュールそのものであると考えられる組織を呈する。CO₃ コンドリュールサイズは他のコンドライトのコンドリュールに比べて小さく、約 100-200 μ m である。これは CO₃ コンドリュールが丁度微隕石のサイズほどに小さいために大気圏加熱を生き残ったと考えられる。

キーワード: 微隕石, 分類, コンドライト, 隕石

Keywords: micrometeorites, classification, chondrites, meteorites

PPS021-08

会場:101

時間:5月23日 10:45-11:00

Murchison (CM2) 隕石の特異な粒状かんらん石インクルージョンのREEパターンおよび酸素同位体 REE pattern and oxygen isotopes in a unique granular-olivine inclusion from the Murchison (CM2) meteorite

井上 睦夫^{1*}, 伊藤正一², 木村真³, 坂本尚義², 中村昇⁴

Mutsuo Inoue^{1*}, Itoh Shoichi², Kimura Makoto³, Yurimoto Hisayoshi², Noboru Nakamura⁴

¹ 金沢大学, ² 北海道大学, ³ 茨城大学, ⁴ NASA Johnson Space Center

¹ Kanazawa University, ² Hokkaido University, ³ Ibaraki University, ⁴ NASA Johnson Space Center

Murchison (CM) 隕石より微細な merrillite や nepheline を含む均質な粒状かんらん石 (Fa38.5) インクルージョン (MI-GO) を分離、微量親石元素 (REE、K、Rb、Sr、Ba) を同位体希釈質量分析法にて定量した。この MI-GO は鉱物的にも化学的にも水質変成の形跡がみられないにもかかわらず、大きな負の異常 (~70%) を伴う L-REE に富むスムーズな REE 存在度パターン (La, $6.1 \times \text{CI}$; CI-norm. La/Lu ratio = 3.0)、アルカリ金属の分化 (CI-norm. K/Rb = 2.2) といった特徴がみられた。この REE パターンは、CV、CO グループや非平衡隕石 (UOCs) のコンドリュールや CAIs のみならず水質変成にさらされた CM 隕石のコンドリュールと異なり、むしろエコンドライトや月の玄武岩 (KREEP) に類似するものである。この特異な REE パターンの特徴はネブラでの分別や水質変成とは矛盾する一方、微小惑星などを舞台とした固相/液相または固相/固相過程の分別で説明できる。さらに MI-GO の起源を議論するため、かんらん石の酸素同位体組成を測定した。本年会では、REE を初めとした微量元素、構成鉱物に、酸素同位体の測定結果を加えることにより、本インクルージョンの起源および源始太陽系微小母天体の進化にもたらす制約を議論する。

PPS021-09

会場:101

時間:5月23日 11:00-11:15

Reduced type に分類される CV3 炭素質コンドライト (RBT04143, QUE97186) の多様な形成進化過程 Diverse formation history recorded in two reduced-type carbonaceous chondrites RBT04143 and QUE97186

石田 初美^{1*}, 中村 智樹¹, 三浦 均¹, 嘉数 勇基²
Hatsumi Ishida^{1*}, Tomoki Nakamura¹, Hitoshi Miura¹, Yuki Kakazu²

¹ 東北大・理, ² 九大・理

¹Tohoku University, ²Kyushu University

本研究では CV3 炭素質コンドライトの中で最も始原的である、reduced type に分類される 2 試料 (RBT04143, QUE97186) の形成進化過程を調べることを目的として詳細な鉱物学的、酸素同位体比的な研究を行った。

偏光顕微鏡を用いた観察によると、RBT04143 のマトリックスは空隙率が高く、円形のコンドリュールが多いのに対し、QUE97186 のマトリックスは粒子が密に詰まり、かつコンドリュールが一定方向に偏平していた。この理由としては母天体上でのショックが考えられる。QUE97186 のコンドリュール中のオリビンや輝石は、波動消光や planar deformation fractures を示した。これらの結果を Nakamura et al.,(2001)、Stoffler et al.,(1991) と比較したところ、約 20GPa 程度の衝撃圧が見積もられた。

次に、2 試料が受けた熱の履歴を調べるため、FE-EPMA を用いてマトリックス中の olivine 粒子の Fa# を測定した。結果、QUE97186 の Fa# が 40~60 の範囲をとるのに対し、RBT04143 の Fa# は 0~90 の幅広い値を示した。RBT04143 の結果より、原始惑星系円盤における CV3 母天体形成領域に存在していた olivine 微粒子の Fa# も、同様に幅広い値をとっていたと考えられる。一方、QUE97186 の Fa # が均質化した理由としては、母天体上でのショックによる衝撃加熱作用が示唆される。

マトリックスの細粒オリビンが熱の影響を受けていないことから、RBT04143 のコンドリュールや CAI は隕石母天体中における熱拡散による同位体比変動を受けておらず、原始惑星系円盤での様々なプロセスを保存していると考えられる。そこで、SIMS を用いて RBT04143 の Type A コンドリュールと TypeB CAI の酸素同位体分析を行った。TypeB CAI は、内側から melilite、fassite、diopside で構成されており、これらの鉱物の酸素同位体組成は、コアの melilite が 16O-poor、リムの diopside が 16O-rich という値を示した。このことから、CAI 中の鉱物の拡散速度が律速となるような星雲ガスとの酸素同位体交換が起こったことが示唆される。今回測定した Type A コンドリュールの中には、Fe-rich な olivine だけでなく Mg-rich な olivine が数か所見られた。Fe-rich な部分と Mg-rich な部分をそれぞれ測定したところ、Fe-rich な olivine の同位体組成は均一となっているのに対し、Mg-rich な olivine は 16O-rich な組成を示した。従って、この type A コンドリュールはネブラ中でコンドリュールが形成される際、Mg-rich なものは溶け残り前駆物質の同位体組成を保存しているのに対し、そのほかの部分は溶融し酸素を含むガスと同位体交換をした可能性が考えられる。

最後に、QUE97186 のマトリックスは強い衝撃変成の証拠を保存している。衝撃加熱により一部の硫化物は溶融しており、衝撃温度は 1170 度を超えていたことが分かった。この温度から冷却する際にオリビン微粒子の Fa# が均質化した可能性が高いため、今後は、オリビン微粒子中のサイズ分布と鉄マグネシウム拡散を考慮したシミュレーションを行い、冷却速度の程度を調べる予定である。

キーワード: CV3 炭素質コンドライト

Keywords: CV3 carbonaceous chondrites

PPS021-10

会場:101

時間:5月23日 11:15-11:30

始原的エンスタタイトコンドライト (EH3) の熱史の考察 Thermal metamorphism in type 3 Enstatite chondrites.

小松 睦美^{1*}, Fagan Timothy¹, 三河内 岳²
Mutsumi Komatsu^{1*}, Timothy Fagan¹, Takashi Mikouchi²

¹ 早稲田・地球科学, ² 東大・理・地球惑星

¹Earth Sciences, Waseda University, ²Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo

Introduction:

Enstatite chondrites represent initial formation and metamorphism under highly reduced conditions. Like the other chondrite groups, the enstatite chondrites underwent various degrees of thermal metamorphism resulting in distinct petrologic types [1]. Type 3 chondrites are the least metamorphosed type among chondrite groups. For ordinary chondrites, Sears et al. [2] subdivided type 3 into ten finer divisions (type 3.0 through 3.9) using thermoluminescence (TL) sensitivity as an indicator of metamorphic grade. Subsequently, some mineralogical changes with increasing subtype have been identified [3]. An approach similar to that of [3] has been applied to enstatite chondrites [4]; however, a systematic understanding of metamorphic reactions has not been attained and metamorphic sub-types have not been established for enstatite chondrites. In this study, we examined 5 enstatite (EH3) chondrites in order to assess variations in texture and mineral compositions among the EH3 chondrites (ALHA81189, ALH84170, Sahara97096, Y-691, and PCA82518). We also compared these observations with EH4 (Indarch) and EH5 samples (St.Marks and LEW88180) to gain a broad perspective of metamorphism of EH chondrites.

Results and Discussion:

All of EH3 chondrites in this study are dominantly composed of FeO-poor pyroxene. Metallic and sulfide minerals occur as complex nodules which are composed of combinations of troilite, Fe-Ni metal, perryite, niningerite, djerfisherite, and daubreelite. Occasionally, oldhamite is also present.

ALHA81189 contains well-defined chondrules and chondrule fragments. Many chondrules are rimmed by silica or silica-rich rims in ALHA81189 and Y-691, whereas silica or silica-rich rims are not as abundant in ALH84170 and Sahara97096. In PCA82518, silica-rich rims were not identified. Instead, euhedral silica is observed inside chondrules.

Sulfide nodules are abundant in all EH3s. Sulfide/metal nodules in ALHA81189, ALH 84170 and Y-691 have sizes and shapes similar to silicate chondrules and are composed of combinations of troilite, kamacite, daubreelite, and niningerite. Generally, troilite and daubreelite occupy the cores of the spherules whereas kamacite usually occurs in the outer portions. Sulfides are more dispersed in PCA82518; the core-rim structure as described above is absent. In contrast, mixed sulfide/metal nodules are rare and sulfides tend to occur as dispersed crystals in Indarch (EH4), St. Marks (EH5) and LEW 88180 (EH5).

The Fa content of olivine, Fs content of pyroxene, and Ti and Cr contents in troilite show wide ranges of composition in the EH3 chondrites. Ti concentrations of troilite in ALHA81189 are lower than in the other EH3s, and those in PCA are the highest.

Based on the textural characteristics of EH3 chondrites, we can subdivide EH3s into 3 distinct groups: (1) Primitive, ALHA81189 and Y-691; (2) low degree of metamorphism, ALH84170 and Sahara 97096; moderately metamorphosed, PCA82518. This trend is supported by the chemical compositions of pyroxene and troilite; primitive EH3s have high Fs content in pyroxene and low Ti content in troilite, whereas metamorphosed EH3s have lower Fs content in pyroxene and higher Ti content in troilite. These results suggest that the reduction (lower $f(O_2)$) occurred during thermal metamorphism [5].

References: [1] Zhang et al. (1995) JGR, 100, E5, 9417-9438. [2] Sears et al. (1983) LPS XIV, 682-683. [3] Grossman J. N. and Brearley A. J. (2005) Meteoritics & Planet. Sci., 40, 87-122. [4] Bendersky et al. (2007) LPS, XXXVIII, 2077. [5] Fagan T. J. et al. (2010) LPS XXVII, 1534.

キーワード: 隕石, コンドライト, 変成

Keywords: meteorites, chondrites, metamorphism

PPS021-11

会場:101

時間:5月23日 11:30-11:45

イブナ CI コンドライト中のドロマイトの Mn-Cr 年代測定 Mn-Cr dating of dolomite in the Ivuna CI chondrite

藤谷 渉^{1*}, 杉浦直治¹, 佐野有司¹

Wataru Fujiya^{1*}, Naoji Sugiura¹, Yuji Sano¹

¹ 東京大学

¹The Univ. of Tokyo

CI chondrites are compositionally the most primitive rocks among the solar system materials, although they experienced pervasive aqueous alteration. In order to decipher their geological history, it is important to determine the timescale of the aqueous activity in the CI chondrite parent body.

⁵³Mn-⁵³Cr systematics (⁵³Mn decays to ⁵³Cr with a half-life of 3.7 Myr) of dolomite and breunnerite measured with ion probes have been reported for the Orgueil CI chondrite (e.g. Hoppe et al., 2007). For the Ivuna CI chondrite, there is only one report on dolomite. Hence, further investigations are needed for the accurate Mn-Cr age determinations. Here we report Mn-Cr systematics of six dolomite grains in Ivuna.

Six dolomite grains in Ivuna were analyzed for Mn-Cr systematics with the NanoSIMS installed at Atmosphere and Ocean Research Institute, the Univ. of Tokyo. Their Mn concentrations range from 0.7 to 2.7 wt.%. ⁵³Ca⁺, ^{52,53}Cr⁺ and ⁵⁵Mn⁺ were measured with the O⁻ primary ion beam (~5 micrometers in diameter, ~1 nA). The ⁵⁵Mn/⁵²Cr relative sensitivity factor (RSF) of 0.690 is determined using a synthetic calcite standard doped with Mn and Cr (Sugiura et al., 2010). Errors on ⁵³Cr/⁵²Cr and ⁵⁵Mn/⁵²Cr ratios are based on the counting errors. ⁵³Cr excesses of the Ivuna dolomite are represented as permil deviations from the ⁵³Cr/⁵²Cr ratio of the standard assumed to be 0.1134 (Lodders et al., 2009).

Obtained ⁵³Cr excesses are well correlated with ⁵⁵Mn/⁵²Cr, which indicates the in-situ decay of ⁵³Mn. All data lie on a single regression line in the isochron diagram (i.e., no difference is found among slopes of the six grains) and the slope of the best fit line for the whole data corresponds to (⁵³Mn/⁵⁵Mn)₀ of (2.64 +/- 0.44) x 10⁻⁶. Then an absolute age of 4562.5 +/- 0.8/-1.0 Ma is calculated for dolomite in Ivuna using the LEW86010 angrite as a time anchor (Amelin, 2008; Lugmair and Shukolyukov, 1998).

The present data for dolomite in Ivuna gives a younger age than that in Orgueil reported by Hoppe et al. (2007) and Petit et al. (2009). However, these studies used silicate standards for calibration of ⁵⁵Mn/⁵²Cr ratios of dolomite, which resulted in systematic errors in the obtained ages. If the RSFs are corrected, then the Mn-Cr ages of the Orgueil dolomite become consistent with that of the Ivuna dolomite. The Ivuna dolomite in this study is older than the Orgueil and Ivuna dolomite reported by Endress et al. (1996), which is unlikely due to the difference in the RSFs used. The reason for this discrepancy is unknown at this time.

Fujiya et al. (2011) reported Mn-Cr ages of calcite and dolomite in four CM chondrites, indicating that calcite and dolomite in CM and CI chondrites formed around the same time. Because calcite precipitation appears to have preceded dolomite formation (de Leuw et al., 2010), our data imply contemporaneous accretions of the CI and CM chondrite parent bodies and dolomitization occurred soon after calcite precipitation.

On the other hand, it seems that individual breunnerite grains in Orgueil show variable and younger ages than those of dolomite grains (Hoppe et al. 2007; Petit et al., 2009). Therefore, we conclude that the breunnerite formation persisted for at least 7 Myr following dolomite formation. Given that the Mn-Cr ages in Petit et al. are biased due to the RSFs, breunnerite formation (and therefore, aqueous alteration) in Orgueil lasted until ~4553 Myr (at least 10 Myr after dolomite formation in Ivuna).

キーワード: ドロマイト, CI コンドライト, Mn-Cr 年代測定, 水質変成

Keywords: dolomite, CI chondrite, Mn-Cr dating, aqueous alteration

炭素質コンドライト中における重水素に富む有機物に含まれるケイ酸塩粒子の酸素同位体組成

Oxygen isotopic compositions of silicate grains associated with D-rich carbonaceous matters in a carbonaceous chondrite

橋口 未奈子^{1*}, 小林 幸雄², 坂本 尚義¹

Minako Hashiguchi^{1*}, Sachio Kobayashi², Hisayoshi Yurimoto¹

¹ 北大・院理, ² 北大・創成

¹Natural History Sci., Hokkaido Univ., ²CRIS, Hokkaido Univ.

コンドライト隕石中の有機物は、D や ¹⁵N に富むことが知られており、分子雲あるいは原始惑星系円盤の外縁部で形成したことが示唆されている。分子雲など極低温環境下では、ケイ酸塩粒子など星間ダスト粒子を核とした氷の層の中で有機物が形成されると考えられている [e.g. 1]。

これまでの我々の研究では、水素同位体イメージングを用いたその場分析により、CR2 コンドライト NWA 801 隕石のマトリックス中から、複数の重水素に富む炭素質物質を発見し、それらの形状観察を行った [2]。炭素質物質の水素同位体組成は 1360-11000 ‰ であり、これらは重水素に富むことから、分子雲あるいは原始惑星系円盤の外縁部で形成されたものと考えられた。また、発見した炭素質物質の中には、ケイ酸塩粒子を内包したリング状の炭素質物質 (ring globule) や、炭素質物質とケイ酸塩粒子の集合体 (globule aggregate) が存在した。

本研究では、これらの炭素質物質に含まれるケイ酸塩粒子に着目した。北海道大学の同位体顕微鏡 [3] を用いた酸素同位体 (¹⁶O, ¹⁷O, ¹⁸O) イメージングにより、ケイ酸塩粒子の酸素同位体組成を測定した。

計 12 個の ring globule や globule aggregate と共存するケイ酸塩粒子の酸素同位体組成には、太陽系物質の酸素同位体組成との違いが見られなかった。この結果は、ケイ酸塩粒子が太陽系内で形成されたものであることを示唆する。従って、ring globule と globule aggregate は、初期太陽系における原始惑星系円盤内で形成されたと考えられる。しかし、分子雲内のプレソーラーケイ酸塩粒子の大部分が、太陽系物質と同じ酸素同位体組成をもっていることを否定することは困難であり、分子雲において ring globule や globule aggregate が形成した可能性は否定出来ない。

今後、他の ring globule や globule aggregate の酸素同位体分析を進め、有機物とプレソーラー粒子の共存関係を統計的に検討することで、重水素に富む炭素質物質の起源の解明を目指す。

References

[1] Li, A. and Greenberg, J. M. (1997) *Astron. Astrophys.*, 323, 566

[2] Hashiguchi, M. et al. (2010) 73rd Annual Meeting of the Meteoritical Society., 5181

[3] Yurimoto, H. et al. (2003) *Appl. Surf. Sci.*, 203, 793

キーワード: 炭素質コンドライト, 有機物, 酸素同位体組成, 同位体イメージング

Keywords: Carbonaceous chondrite, Organic material, Oxygen isotopic composition, Isotopography

PPS021-13

会場:101

時間:5月23日 12:00-12:15

New insight into origin and evolution of insoluble organic matter in meteorites New insight into origin and evolution of insoluble organic matter in meteorites

癸生川 陽子^{1*}, Wang Ying¹, Cody George¹
Yoko Kebukawa^{1*}, Ying Wang¹, George Cody¹

¹ カーネギー研究所

¹Carnegie Institution of Washington

Organic matter in meteorites provides us clues to understand the early Solar System history. Our recent study revealed that insoluble organic matter (IOM) in primitive chondritic meteorites is predominantly derived from the polymerization of interstellar formaldehyde with incorporation of ammonia, evidenced by molecular spectroscopic characters. Here we show molecular structures of laboratory synthesized formaldehyde polymer and compare with the formose solids to chondritic IOM using various spectroscopic methods; solid state ¹³C nuclear magnetic resonance (NMR), Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and X-ray absorption near edge structure (XANES). We will discuss about the kinetics of polymer yield, and effects of silicate minerals coexisting with chondritic organic matter. Isotopic exchange experiments with formaldehyde polymer and water also can explain the origin of deuterium enrichment in the IOM from carbonaceous chondrites. We featured ¹H-²H cross polarization NMR which allows us to see site-specific deuterium enrichment in organic polymers. The results show that organic hydrogen is very exchangeable with water. The deuterium enrichment of chondritic IOM could be explained by the deuterium exchange with water during aqueous alteration.

The final molecular structure of chondritic IOM has been shown to reflect the extent of parent body processing, and to have significant variations among chondrite classes and groups. The principal inference has been that the molecular structure of IOM changes as a result of environmental conditions in the parent body. Our recent studies of individual lithology of the Tagish Lake meteorite provides insight into the wide range of molecular structure complexity that existed locally in a single parent body. We conducted heating experiments of most pristine IOM from Tagish Lake. The molecular structure evolution observed in Tagish Lake is representable with flash heating with several hundred degree C. Thus, the changes in Tagish Lake IOM from different lithologies may reflect differing degrees of flash heating due to impact processes.

キーワード: 不溶性有機物, コンドライト, NMR, FTIR, XANES

Keywords: insoluble organic matter, chondrites, NMR, FTIR, XANES

X線マイクロCTによる炭素質コンドライト中の有機物ナノグロビュールの3次元 的観察と画像シミュレーションによるCT像の評価

Three-dimensional observation of organic nanoglobules by microtomography and evaluation of CT images by image simulation

松本 徹^{1*}, 土山 明¹, 中村-メッセンジャー 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

有機物ナノグロビュールと呼ばれる数百 nm の直径の球状有機物が、始原的炭素質コンドライト、IDPs、81P/Wild2 彗星塵中などに見つかっており、多くの場合その内部には空隙が存在している [1-3]。ナノグロビュールの成因として、¹⁵N、¹³C の正の同位体異常から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 [1] などが挙げられている。もし、これらの過程を経て生成したのであれば、ナノグロビュ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、これまでの TEM 観察などの破壊分析では、流体が存在しても試料作成時に失われ、その存在は確認されていない。従って、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、吸収コントラストを利用した結像型 X 線 CT [5] を用いて、炭素質コンドライトである Tagish Lake 隕石中のナノグロビュールの撮影を試みた。数十 μm の隕石破片サンプルを 7 keV で撮影し、各サンプルにつき約 800 スライス画像から成る 3 次元構造が得られた。

撮影した一部の隕石からウルトラマイクロームにより超薄切片を切り出し、TEM 観察を行った。TEM 像で確認できたナノグロビュールを CT 像と比較したところ、ナノグロビュールが確認できた。しかしながら、CT 像は TEM 像とは一対一には対応せず、また中心部で負の線吸収係数を持つなど、X 線の屈折の影響が考えられる。従って、CT 像からナノグロビュール内部の様子を推定することができなかった。また、CT 像において多くのナノグロビュールらしき物体が見られたが、TEM 観察と比較していないため、本当にナノグロビュールかどうかの判断が困難なものもある。

そこで、X 線の屈折と吸収を考慮した CT 像をシミュレーションによって求めることにより、CT 像のみから隕石中のナノグロビュールを特定し、さらにその内部の状態を明らかにできるか調べた。Tagish Lake 隕石マトリックス中の代表的な鉱物である saponite に囲まれているナノグロビュールを考え、内部は空隙がある場合、水で満たされている場合を想定した。平行 X 線が試料に入射し吸収・屈折を起こした透過光が検出器に到達した際の強度を求めた。線数係数と屈折率は物質の密度と組成から求めた。実際の撮影では結像光学系を使用したため、フレネルゾーンプレート (FZP) の焦点の像が拡大されるが、今回のシミュレーションでは検出器の位置は FZP の焦点に対応することになる。得られた透過強度から、検出器の画素サイズ (40.8nm)、point spread function (FWHM=360nm) を考慮し再構成計算によって CT 像を作成した。その結果、水を含むナノグロビュールと空隙を持たないものは CT 像で区別できないこと、また、有機物の膜が薄いナノグロビュールと球状の空隙は区別できないことが分かった。また、実効的な空間分解能は約 300 ミクロンであった。TEM 像との比較したナノグロビュールの CT 像とシミュレーションで得られた CT 像とを比較すると、このナノグロビュールは水を含んでいない可能性が高いことが分かった。しかし、シミュレーション結果と実際の CT 像は厳密に一致していない。これは、試料の不均一性や、FZP の焦点の試料との相対的な位置が撮影中に変化するなどの原因が考えられる。一方、シミュレーション結果により、CT 像からナノグロビュールの外形を決定できることが明らかになった。これよりナノグロビュールの 3 次元構造を定量的に求めることができた。

本研究により CT 像からナノグロビュールの隕石中の位置や分布の 3 次元情報を知ることができることが示された。将来的にはナノグロビュ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で、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。

[1] Nakamura K. et al (2002) Int. J. Astrobiol., 1, 179. [2] Messenger S. et al. (2008) LPS XXXIX, Abstract #2391. [3] De Gregorio B. T. (2009) LPS XXXX, Abstract #1130. [4] Nakamura-Messenger K. et al (2006) Science, 314 1439-1442. [5] Uesugi K et al (2006) Proceedings of SPIE6318:63181F.

キーワード: 有機物ナノグロビュール, X 線 CT, 炭素質コンドライト, 画像解析

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