

Poster presentation | R5: Extraterrestrial materials

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-01]

Constrain of Temperature Conditions during the Crystallization of Porphyritic Chondrules: Reproduction of Crystal Textures Based on Gas-Jet Levitation Experiments

*Kana Watanabe¹, Tomoki Nakamura¹, Tomoyo Morita¹, Changkun Park² (1. Tohoku Uni.Sci, 2. Division of Polar & Earth Sciences, KOPRI)

[R5-P-02]

Formation of Radial Pyroxene Chondrules Triggered by Inter-particle Collisions: An Experimental study with a Fine Particles Falling System

*Takayuki Osaka¹, Hiroshi Isobe² (1. GSST, Kumamoto Univ., 2. FAST, Kumamoto Univ.)

[R5-P-03]

Variations in Impact Related Melt Textures in H5 Chondrites

*Takafumi NIIHARA¹, Riku Konishi¹ (1. Okayama University of Science)

[R5-P-04]

Shock Metamorphism of metals in Beardsley (H5) Chondrite

*Riku Konishi¹, Takafumi Niihara¹, Keiji Misawa² (1. Okayama Univ. of Sci., 2. NIPR)

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-05]

Mineralogical study of characteristic microstructure at the last crystallization stage of basaltic shergottites

*Shingo Fujioka¹, Sojiro Yamazaki¹, Wataru Satake², Akira Yamaguchi³, Takashi Mikouchi⁴ (1. Grad. Sch. Sci., Univ. of Tokyo, 2. Inst. Geo-Cosmo., Chiba Tech., 3. Natl. Polar Res. Inst., 4. Univ. Museum, Univ. of Tokyo)

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-06]

Local structure around Co in kamacite and taenite in iron meteorites

*Kanakano Yoshihara¹, Akira Yoshiasa², Huimin Shao³, Makoto Tokuda⁴, Ginga Kitahara⁵, Hiroshi Isobe² (1. Kumamoto Univ. GSST, 2. Kumamoto Univ. FAST, 3. CNSC, 4. Kumamoto Univ. IINa, 5. KEK)

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-07]

The ferrihydrite/goethite and pyrrhotite contradictions in the NWA11469 meteorite

*Sena Toyonaga¹, Balazs Bradak¹, Seto Yusuke², Akos Kereszturi³ (1. Kobe Univ. Marit. Sci., 2. Osaka Met. Univ. Sci., 3. Konkoly Astron. Inst., RCAES, Hungary)

[R5-P-08]

Textural heterogeneity in the hydrothermal alteration process of Mg-Si-O amorphous nanoparticles

*Satomi ENJU¹, Aika Saito¹ (1. Ehime Univ. Sci.)

[R5-P-09]

The effect of the crystal faces of calcite on the chirality of amino acids

*Satoki Awano¹, Atsushi Kyono², Ibuki Ikeda³, Yoko Kebukawa³ (1. University of Tsukuba, Degree Programs in Life and Earth Sciences, 2. University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences, 3. Science of Tokyo.)

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-01] Constrain of Temperature Conditions during the Crystallization of Porphyritic Chondrules: Reproduction of Crystal Textures Based on Gas-Jet Levitation Experiments

*Kana Watanabe¹, Tomoki Nakamura¹, Tomoyo Morita¹, Changkun Park² (1. Tohoku Uni.Sci, 2. Division of Polar & Earth Sciences, KOPRI)

Keywords : chondrule、chondrite、levitation experiment、olivine、crystallization

【目的】 コンドライトの主要構成物であるコンドリュールは、原始太陽系星雲中でダスト等の前駆物質が高温で加熱され熔融し、冷却されて形成されたと考えられている。コンドリュール形成時の条件のうち加熱温度・冷却速度の推定はコンドリュールを形成した加熱イベントの特定に繋がるため特に重要だが、未だ議論が続いている。本研究ではこれら条件の制約を目指し、星雲中を模擬した非接触(浮遊)状態での結晶化実験を行っている。うち本発表では、最も主要である斑状タイプのコンドリュールに着目し、その典型的な結晶組織(オリビン・パイロキシンの斑晶とガラス)が再現される加熱温度・加熱時間(冷却速度を想定)の関係性について検討する。

【手法】 実験： ガスジェット浮遊装置では、Arガスで浮遊させた出発物質にCO₂レーザーを照射し、レーザーの出力を調節して加熱・冷却を行う。まず400°C/s程度で昇温した後、1400~1850°Cまでの特定の温度で5~30分程度温度を保持し、その後レーザーの電源を切り急冷した。保持した温度を加熱温度、保持した時間を加熱時間と呼ぶ。出発物質組成は天然のType IAコンドリュールの平均的なバルク組成に近い組成から微量元素と鉄を除いた組成となるよう酸化物粉末(MgO, SiO₂, CaO, Al₂O₃)を混合した。MELTSで計算した出発物質のリキダスは1786°Cであった。この粉末をレーザーで完全熔融させ急冷させることで生成されるガラス球を出発物質として用いた。ガラス球採用の理由は、従来の斑状コンドリュール結晶組織の再現実験(Lofgren & Russell, 1986)で出発物質にガラスが用いられたため・ガラス球の合成が容易であるためである。ガラス球を昇温し加熱温度に達した直後、温度保持せずに急冷した試料をSEMで観察すると、ガラスが失透し幅0.3μm程度の樹枝状~棒状の微結晶とその隙間のガラスが確認された。

観察： FE-SEM/EDSまたは偏光顕微鏡を用い、実験後の試料と比較用の天然コンドリュールの観察・化学組成分析を行った。天然試料は国立極地研究所から借用したY-82038,61-3 (H3.2), Y-81020,41-1 (CO3.0), 韓国極地研究所から借用したEET 14017 (LL3.05)を用いた。

【結果・考察】 実験後の試料の結晶組織は、(1)斑状(オリビンの斑晶から成る)、(2)棒状オリビン(棒状のオリビンから成る)、(3)(1)と(2)の混合という3つに分けられる。加熱時間が5~30分、加熱温度が約1400~1550°C程度の時(1)斑状または(3)斑状と棒状オリビンの混合組織が卓越した。(1)の組織をSEM・偏光顕微鏡で観察すると、斑晶の粒径・方位が揃った複数のオリビンから成るドメインが確認された。出発物質中には微結晶が存在するため、実験試料のドメインはこの微結晶の組織を受け継いでいると考えられる。加熱温度が1400°C・加熱時間が20分の試料では、オリビン斑晶の隙間にパイロキシン結晶が成長していた。一方で加熱

温度が約1550°C以上の試料には(2)棒状オリビン結晶が卓越していた。以上から、棒状オリビン結晶が晶出する温度領域と斑状オリビン結晶が晶出する温度領域の境界は約1550°C(リキダスから約200°C低温)であった。10分間加熱した実験試料のオリビン斑晶の粒径について、1400°C加熱時の最頻値は11 μ m、1500°C加熱時の最頻値は15 μ m、1600°C加熱時は23 μ mから61 μ mまで複数の最頻値をもち、加熱温度と結晶粒径に正の相関が見られた。4つの天然Type IA斑状コンドリュールについてオリビン斑晶の粒径を同様に測定したところ、最頻値は各々21 μ m、21 μ m、25 μ m、27 μ mであり実験試料のオリビン粒径の範囲内であった。一方で結晶の数密度を測定したところ、実験試料では1000~10000個/mm²であったのに対し、天然コンドリュールでは500~1000個/mm²程度であり、実験試料は天然試料よりも結晶数密度が小さいことが確認された。以上から本実験の条件下では、リキダスから200°C以上低温での加熱で斑状コンドリュールと共通したオリビンの斑晶が晶出することが分かった。斑晶形成の時間は5分程度と、従来の斑状コンドリュール結晶組織の再現実験により支持されている数百°C/h(Jones et al. 2018)程度の冷却よりも短時間である。また、パイロキシンを含むType IA コンドリュールはオリビン晶出温度よりも低温領域(1400°C程度)で20分程度という比較的長時間加熱(徐冷)を経ている可能性がある。今後は、天然コンドリュール中に含まれる溶け残り粒子を想定したオリビン結晶を出発物質中に混合させ、出発物質中の結晶密度・冷却速度を変数とし検討を行う。

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

[R5-P-02] Formation of Radial Pyroxene Chondrules Triggered by Inter-particle Collisions: An Experimental study with a Fine Particles Falling System

*Takayuki Osaka¹, Hiroshi Isobe² (1. GSST, Kumamoto Univ., 2. FAST, Kumamoto Univ.)

Keywords : Radial Pyroxene Chondrule、Inter-particle collision、Nucleation

コンドライト隕石の主要構成要素であるコンドリュールは多様な組織、組成を持ち、原始太陽系円盤中で前駆物質が多様な過程を経て加熱・溶融と急冷を経て形成されたケイ酸塩質の球状粒子である。コンドリュールには形成時の熱履歴や周囲の環境に関する情報が記録されているため、太陽系最初期の物理・化学状態を解明する上で重要な手がかりとなる。その多様な組織を生み出した形成メカニズムの理解は、惑星科学における根源的な課題の一つである。

コンドリュールの形成過程を理解するため、これまで多数の再現実験が行われてきた。初期の再現実験では接触部からの不均質核形成が問題視されたが、Connolly and Hewins (1995) は、完全溶融したメルト滴にダストが衝突することで核形成が誘起され、放射状輝石(radial pyroxene; RP)コンドリュールが形成されるというモデルを提唱した。この「ダスト衝突モデル」は、ガス浮遊法などの非接触系を用いた近年の再現実験によって、その妥当性が強く支持されている。これらの実験では、レーザーで加熱・溶融させたメルト滴をガス流で空中に浮遊させ、過冷却状態に達したところでダストを衝突させる。これにより衝突点を起点として放射状の結晶が成長する様子が直接観察されている。これらの成果は、ダストの衝突がRPコンドリュールに特徴的な組織を生み出す重要な過程であることを示している。(e.g. Nagashima et al., 2006; Watanabe et al., 2024).

一方で、観測事実として複数のコンドリュールが合体した複合コンドリュールの存在が知られており、これはコンドリュール同士の衝突が実際に起きていたことを示す重要な証拠であるとされている (Gooding and Keil, 1981)。特に、Wasson et al. (1995)は、複合コンドリュールのうち57%が同じ種類のコンドリュールが結合したものであり、そのほとんどがRPコンドリュールであると報告している。この事実は、RPコンドリュールの形成に「コンドリュール粒子同士の衝突」が関与した可能性を示唆する。しかし、現時点で粒子同士の衝突がRPコンドリュールの核形成に寄与することを主題とした研究はほとんどなく、ダスト衝突モデルだけでは説明できない形成メカニズムとして検証する価値がある。

本研究では、Isobe and Gondo(2013)で用いた実験系を用いて、RPコンドリュール前駆物質を模した平均約110μmサイズの微粒子を高温炉に落下・急冷させるという実験を行い、RPコンドリュールの再現を試みた。本実験系では、乱流状態の気流中で微粒子を落下させることにより、粒子同士の衝突が起こることが期待できる。回収した粒子には、単独で溶融して球状となったものに加えて、溶融状態での衝突を経たと考えられるものが存在する。それらには、内部に表面の一点を起点として針状の輝石結晶が放射状に成長した組織を持つものがあり、その結晶間はFeに富んだメソスタシスガラスで満たされていた。これは天然のRPコンドリュールの特徴とよく一致する。

本成果は、コンドリュール粒子間の衝突が、特に複合コンドリュールの存在が示唆するような高密度環境下において、RPコンドリュールの形成をもたらす重要なメカニズムである可能性を示す。これは、コンドリュール形成環境の多様性を理解する上で新たな視点を提供するものであると考えられる。

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

[R5-P-03] Variations in Impact Related Melt Textures in H5 Chondrites

*Takafumi NIIHARA¹, Riku Konishi¹ (1. Okayama University of Science)

Keywords : H chondrite、Impact melt

衝撃溶融を経験したコンドライトは、初期太陽系内での衝突史を明らかにするうえで重要である。コンドライトの岩石学的タイプや衝撃変成度は、岩石の組織や組成の平衡化、鉱物の結晶構造などにより決定されている [1-3]。Bischoff et al. (2019) [4]は、同一の岩石内でも衝撃変成の度合いは場所により異なることを指摘している。平衡コンドライトであるH5コンドライトに分類される隕石の中から、衝撃溶融岩であるものがいくつか確認されており [5, 6]、平衡Hコンドライトと分類された隕石には多くの衝撃溶融岩が存在している可能性がある。本研究では、H5コンドライトにおける衝撃溶融の痕跡について報告する。

Zagは角礫岩のコンドライトであり、複数種のコンドライト片（タイプ3-6）を含んでいる。この中で本研究では暗灰色の岩片を使用した。この岩片には、不規則な形状をした粗粒のかんらん石や輝石の間隙を、細粒鉱物とガラスからなる基質が充填した組織が観察される [7]。細粒の鉱物は自形から半自形を示す鉱物が多く、中心からリムにかけて組成が異なる累帯構造を示す。これは衝撃溶融によるオーバーグロースであると考えられる。Peekskill

(H5) は、全体が白色を呈し、岩石全体は均一な組織を示すように見えるが、薄片による観察では、局所的に衝撃によって溶融したメルトポケットが存在し、ホストとの境界は不明瞭である。溶融脈は、ガラス質のマトリックスに丸みを帯びた鉱物から構成される。Gao-Guenie (H5) には、暗色の衝撃溶融物と暗灰色のホストのコンドライトが含まれる。ホストと溶融物の境界には、微細な鉱物と金属・硫化物の薄い脈からなる急冷組織が観察されるが、溶融物中には溶け残り鉱物はほとんど存在しない。ホストコンドライト中にも溶融脈が観察されるが、黒色の溶融部から連続的に存在し、溶け残りのコンドライト片が確認できることから、ホスト中に溶融物が貫入したと考えられる。

一部の衝撃溶融岩は元のコンドライト構造を維持しており、例えばYamato(Y)-791088は溶融した特徴がみられるが、コンドルールの形状を維持しており、一見平衡コンドライトに見えるが、初期分類では衝撃溶融岩としては分類されていない。 [6]。一方、LaPaz Ice Field (LAP) 02240のように、岩石全体に衝撃溶融組織を有するサンプルは、衝撃溶融岩として分類される [6]。Gao-Guenieの溶融部分はLAP 02240と似た組織を有するが、試料の大部分がコンドライトのホスト岩であるため、H5コンドライトとして分類された。Zagの溶融部分は、Y-791088の溶融マトリックスと似た組織を有し、PeekskillとGao-Guenieに見られる溶融脈もまた同様の組織を示す。したがって、すべてのサンプルには衝撃溶融物が含まれてるが、母岩のサイズと量が異なるため、多くが平衡コンドライトとして記載されている。このため衝撃溶融物の同定はサンプルサイズを考慮する必要があり、より多くの平衡コンドライト中にも衝撃溶融物が存在することが示唆され、衝撃現象を明らかにする手掛かりを与える。

References: [1] Weisberg M. K. et al. (2006) in *Meteorites and the Early Solar System ii*, eds D. S. Lauretta, H. Y. J. McSween (The University of Arizona Press, Arizona), pp 19-52. [2] Stöffler D. et al., (1991) *Geochimica et Cosmochimica Acta* **55**, 3845-3867. [3] Stöffler D. et al., (2017) *Meteoritics & Planetary Science* **53**, 5-49. [4] Bischoff A. et al., (2019) *Meteoritics*

& *Planetary Science* **54**, 2189-2202. [5] Konishi R. *et al.*, (2025) *LPS LVI*, Abstract #2080. [6] Niihara T. *et al.*, (2011) *Polar Science* **4**, 558-573. [7] Niihara T. *et al.*, (2025) *LPS LVI*, Abstract #1678.

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 📄 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

[R5-P-04] Shock Metamorphism of metals in Beardsley (H5) Chondrite

*Riku Konishi¹, Takafumi Niihara¹, Keiji Misawa² (1. Okayama Univ. of Sci., 2. NIPR)

Keywords : H chondrite、shock metamorphism、Fe-Ni metals、shock stage

Beardsleyコンドライトは、初期分類ではH5コンドライトとして分類され、ショックステージはS3とされた。このコンドライトは、他のコンドライトよりもRbやKを多く含む特徴をもち、その起源については未解明である[1, 2]。Hidaka *et al.* [3]は、Beardsleyが炭素質コンドライトに含まれるCAIと類似したCs/Ba同位体比を有し、原始太陽系星雲の情報を保有していることを示唆した。我々がこれまでに行った岩石・鉱物学的研究から、Beardsleyは細粒の鉱物が多く存在し灰色を呈する岩相（灰色岩相）と、粗粒の鉄ニッケル合金が錆びたことにより茶色を呈する岩相（茶色岩相）の2つの異なる部分から構成し、それぞれ衝撃溶融により生じた溶融物の含有量が異なることを明らかにした[4]。茶色岩相は灰色岩相に比べて衝撃溶融物の含有量が少なく、平衡コンドライトの組織を維持している。このように衝撃変成の痕跡が不均質に存在するため、Beardsley隕石のアルカリ元素の起源を理解するためには、局所的な衝撃変成作用の影響を理解する必要がある。衝撃変成を受けたコンドライト中の金属粒子は、その程度に応じて多様な痕跡を記録する[5-7]。そこで、本発表ではBeardsley隕石に含まれるFe-Ni金属の観察を行い、局所的な衝撃変成度の違いを明らかにする。

本研究にはアリゾナ州立大学より貸与された切片から薄片を作製し分析を行った。偏光顕微鏡と走査型電子顕微鏡で組織観察を行い、主要元素組成は電子プローブマイクロアナライザー（JEOL JXA-8230）にて分析を行った。

茶色岩相に含まれるFe-Ni合金は、不規則な形状で粗粒（約500 μm）である。その多くはカマサイト（Ni ~5 wt.%）とテーナイト（Ni >30 wt.%）からなる多結晶の内部組織を示す。これらは平衡Hコンドライトに含まれるFe-Ni合金と共通する特徴である。一部の粗粒の粒子はニッケル含有量がやや高く（約10 wt.%）、カマサイトからマルテンサイトへの相転移を示している。他の金属粒子はカマサイト、テーナイト、プレッサイトの微細粒混合物であり、ニッケル含有量は7-30 wt.%の広い範囲を示す。1か所の粗粒の粒子は伸長した組織を示している。灰色岩相には粗粒の粒子は少なく、微細な金属ドロップレットがかんらん石や輝石の亀裂に沿って存在し、これは衝突時にケイ酸塩鉱物中のFeの還元によって形成されたと考えられる。他の金属はガラス質のマトリックス中にも円形をした粒子が存在する。

Beardsleyに含まれる金属粒子は、岩相ごとに異なる特徴を持つだけでなく、存在する位置により多様な内部組織と組成の違いを示す。これは同一の岩石の中でも不均質に異なる程度の衝撃加熱の影響を残していることを示す。一部の多結晶の金属粒子はニッケル含有量がやや高く、これらの粒子が衝撃加熱イベント中にカマサイトからマルテンサイトへの相転移を経験したことを示唆する。またいくつかの粒子は微細なプレッサイト組織を示し、その組成も幅広い分布を示している。これらの特徴はBennett and McSween[7]による衝撃変成度の分類の、S5からS6に相当する。伸長した組織を示す金属粒子はプレッサイト組織を示しており、S5-S6以上の衝撃変成によってケイ酸塩のメルトが流動したことにより形成したと考えられる。このためBeardsleyは衝撃溶融を含みS5以上の衝撃を受けている。

引用文献: [1] Gast P. W., (1962) *Geochimica et Cosmochimica Acta* **26**, 927-943. [2] Niihara T. *et al.*, (2023) *LPS LIV*, Abstract #2052. [3] Hidaka H. *et al.*, (2009) *Earth and Planetary*

Science Letters **285**, 173-178. [4] Konishi R. *et al.*, (2025) *LPS LVI*, Abstract #2080. [5] Luo Y. *et al.*, (2024) *Journal of Geophysical Research: Planets* **129**, e2023JE007938. [6] Luo Y. *et al.*, (2024) *Journal of Geophysical Research: Planets* **129**, e2023JE007940. [7] Bennett M. E., McSween H. Y., (1996) *Meteoritics & Planetary Science* **31**, 255-264.

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-05] Mineralogical study of characteristic microstructure at the last crystallization stage of basaltic shergottites

*Shingo Fujioka¹, Sojiro Yamazaki¹, Wataru Satake², Akira Yamaguchi³, Takashi Mikouchi⁴ (1. Grad. Sch. Sci., Univ. of Tokyo, 2. Inst. Geo-Cosmo., Chiba Tech., 3. Natl. Polar Res. Inst., 4. Univ. Museum, Univ. of Tokyo)

Keywords : basaltic shergottite、pyroxene、plagioclase、symplectite、intergrowth

はじめに：玄武岩質シャーゴッタイトは、主に輝石とマスケリナイトから成り、他のシャーゴッタイトグループよりもマグマ分化度が高い (e.g., Udry et al. 2020)。そのため、一部の試料では、輝石が著しく鉄に富み、細粒の鉄カンラン石+シリカ鉱物±CaFe輝石から構成される三相もしくは二相の微細なシンプレクタイト組織が観察される (e.g., Aramovich et al. 2002)。また、マスケリナイトには長石が分化した結果と考えられるカリ長石質ガラスとシリカ鉱物から成る相互成長 (インターグロース) 組織も含有されるものもある (e.g., Lindner et al. 2022)。しかし、玄武岩質シャーゴッタイト中の輝石シンプレクタイトや長石分化組織について総合的に検証した研究はほとんどない。そこで、本研究では、近年サハラ砂漠で発見された玄武岩質シャーゴッタイトを含めた7試料において、結晶化末期の特徴的組織の有無や特徴を試料ごとに比較して、火星マグマ分化・結晶分化度の違いを検証した。

試料と分析手法：本研究には、NWA 2975、6963、13327、13716、14607、15016、Los Angelesの薄片試料を用いた。これらを光学顕微鏡およびFE-SEM (JEOL JSM7000F@東大) で詳細に観察した後、FE-EPMA (JEOL JXA-8530F@東大) およびEPMA (JEOL JXA-8200@極地研) で鉱物組成分析を行った。また、マスケリナイトの鉄価数をFe-XANESで測定し (高エネルギーPF BL-4A)、酸化還元状態の比較も行った。

結果：今回分析した試料には、(a) 輝石シンプレクタイト、長石分化組織の両方とも存在しなかった試料、(b) 輝石シンプレクタイトはなかったが、長石分化組織は存在した試料、(c) 輝石シンプレクタイトと長石分化組織の両方が存在した試料の3種類が見られた。(a) はNWA 13716が該当し、輝石組成はEn30~60Wo11~34であった。(b) はNWA 2975、NWA 6963、NWA 12985、NWA 13327、NWA 15016で、輝石組成はEn20~60Wo4~40であった。(c) はNWA 14607とLos Angelesで、輝石は(a)、(b) より鉄に富むEn5~55Wo11~38であった。マスケリナイト組成には、輝石組成との相関関係が見られ、(a) NWA 13716はAn57~66Or0~1で、(b)、(c) のAn44~59Or1~9よりCaに富み、Kに乏しい。長石分化組織を成すカリ長石質ガラスは、Los AngelesやNWA 6993のように幅広い組成 (An3~43Or4~57) を持つものもあれば、NWA 2975では、Los AngelesやNWA 6993に近い組成 (An11~13Or43~47) とさらにKに富む組成 (An5~6Or67~72) を併せ持つなど多様であった。NWA 14607はAn9~15Or23~27で、他の試料よりNaに富む。マスケリナイトの全鉄に占める三価鉄の割合は(a) NWA 13716が0.12~0.16、(b) NWA 13327が0.23~0.27、(c) NWA 14607が0.11~0.12であった。また、Aramovich et al. (2002)はLos Angelesは三相シンプレクタイトがメソスタシスと接している場合が多いと述べたが、本研究の(c) では二相シンプレクタイト組織が長石分化組織と隣接する場合が多かった。NWA 14607はLos Angelesと異なり、CaFe輝石と接せず三相シンプレクタイトが独立して見られる場合もあった。

考察と結論：本

研究では、複数の玄武岩質シャーゴッタイトを分析したことで、輝石とマスケリナイトの結晶分化度が上記の結晶化末期組織の有無に対応していることが示された。つまり、(c) の試料は、(a)、(b) より輝石が鉄に富み、マスケリナイトのCa量は乏しく、より多様な結晶化末期組織を持つものほど結晶分化が進んだことと対応する。分析試料はすべて化学的に Enrichedであったため、結晶化末期組織の有無と軽希土類元素組成などとの関係は不明であった。同様にカリ長石質ガラス組成やマスケリナイトの酸化還元状態も、結晶化末期組織の有無との間に明確な相関は見られなかった。(c) の2試料は同様の結晶化末期組織を持つ一方、輝石とマスケリナイトの形状や鉱物モードが異なる。これは、分析した試料が集積岩かどうかとも関連していると考えられる。今後はその他の試料についてもそのような観点を考慮に入れて、さらにこれらの組織が結晶化と共に形成されたか、もしくは二次的に分解して形成されたかなど、総合的な検証が必要である。

Poster presentation | R5: Extraterrestrial materials

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

◆ Student Presentation Award Entry

[R5-P-06] Local structure around Co in kamacite and taenite in iron meteorites

*Kanako Yoshihara¹, Akira Yoshiasa², Huimin Shao³, Makoto Tokuda⁴, Ginga Kitahara⁵, Hiroshi Isobe² (1. Kumamoto Univ. GSST, 2. Kumamoto Univ. FAST, 3. CNSC, 4. Kumamoto Univ. IINa, 5. KEK)

Keywords : XAFS、Co K-edge、taenite、kamacite

鉄隕石中のFe-Ni相は、Fe-Ni金属の相関係と母天体の多様な熱履歴により、複雑な組織を示す。最も一般的な鉄隕石とされるOctahedriteでは、面心立方格子（FCC）を持つtaenite相と体心立方格子（BCC）であるkamacite相が、ウィドマンシュテッテン構造を形成することが知られている。金属相の構造を結晶学的に詳細に解析することにより、鉄隕石母天体の宇宙化学的プロセスと進化の記録について検討することができる。

本研究では、鉄隕石に含まれるCoに注目し、K吸収端（K-edge）におけるXAFS分光法を適用してCo近傍の局所構造を解析した。K-edge XAFS測定は、高エネルギー加速器研究機構（KEK）のつくば市にあるフォトンファクトリーにおいて、BL-4A、BL-9A、および10Aのビームラインにおいて蛍光モードで測定した。

分析に使用した鉄隕石は、微量元素や粒径による分類ではIABとされるCanyon Diablo及びOdessa、IVAであるMuonionalusta、金属に富むpallasiteであるBrenham、未分類のNWA859である。XAFS測定は、実体顕微鏡によりtaenite及びkamacite相を識別し、数百μm以下まで絞ったビームによって行った。

Canyon DiabloとMuonionalustaのSEM-EDS分析ではtaeniteの平均Ni含有量は28.87atm%から38.80atm%、kamaciteは5.47atm%から6.94atm%だった。taenite中のCo含有量は1.16atm%から0.24atm%、kamacite中のCo含有量は2.01atm%から0.57atm%であり、kamaciteのCo含有量はtaeniteのおよそ2倍であった。Canyon DiabloおよびMuonionalustaのtaenite相のCo濃度は、Niに対し弱い負の相関を示す。Shao et al. (2021)では、NWA859の化学組成はCanyon DiabloおよびMuonionalustaよりおよそ2倍のCo濃度を示すことが報告されているが、taenite相におけるNiとCoの負の相関、およびkamacite相にはtaenite相のおよそ2倍のCoが含まれることについては、同様の傾向を示す。これらの分析結果すべてに共通して、taenite相において、Niのatm%が50%近い領域にあってもCo濃度は0.2atm%を下回ることはない。kamacite相のCo濃度がtaenite相より高いことと合わせると、taenite相が縮小しkamacite相が拡大する過程において、CoはFeと同様にkamacite相へ移動する挙動を示すが、taenite相中に一定量のCoが残留していることを示すと考えられる。

XAFS測定の結果、kamacite中のCoのK-edge XANESスペクトルは、Fe箔が示す典型的なBCC構造と類似した吸収パターンを示した。さらに、測定したすべての鉄隕石において、FCC構造を有するtaeniteにおいても、CoのXANESスペクトルはBCC型局所構造を形成していることを示し、その配位数は8+6であった。これは、taenite中でCoはその近傍に独自の局所構造を形成しており、その構造はkamacite相が成長する過程においても安定して保たれたことを示すと考えられる。これらの結果から、鉄隕石の種類、組織やホスト相の構造の違いに

かかわらず、共通してCoは元素特有の性質として近傍原子とBCC型の局所構造を形成することが明らかとなった。

Poster presentation | R5: Extraterrestrial materials

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

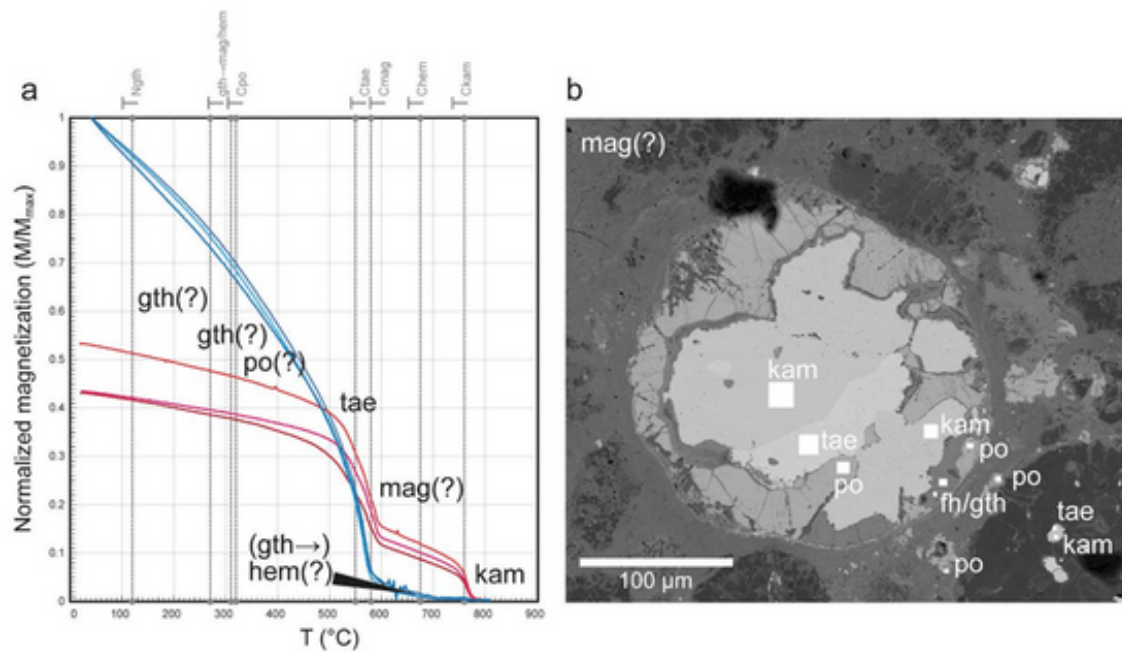
📌 Student Presentation Award Entry

[R5-P-07] The ferrihydrite/goethite and pyrrhotite contradictions in the NWA11469 meteorite

*Sena Toyonaga¹, Balazs Bradak¹, Seto Yusuke², Akos Kereszturi³ (1. Kobe Univ. Marit. Sci., 2. Osaka Met. Univ. Sci., 3. Konkoly Astron. Inst., RCAES, Hungary)

Keywords : Carbonaceous chondrite、NWA11479、Rock magnetic analysis、Scanning electron microscopy

A combined rock magnetic study and scanning electron microscopy were conducted on the NWA11469 carbonaceous chondrite. The studied meteorite was purchased in 2016 in Mauritania, and no detailed analysis of its magnetic mineralogy has been published yet. The goal of our study is to reveal the basic rock magnetic characteristics and magnetic mineralogy of the meteorite. The preliminary study indicates magnetic contributors such as various iron/nickel alloys (kamacite, taenite), ferrihydrite, goethite, and pyrrhotite. Further magnetic mineral contributors, magnetite, were identified by rock magnetic experiments. The combined rock magnetic study and SEM analysis showed slightly contradictory results, i.e. no magnetite was found during the SEM analysis of the samples, and vice versa, no sign of ferrihydrite/goethite and pyrrhotite was indicated by the rock magnetic experiments. The lack of magnetite contributors during the SEM analysis, may be explained by the similarities between particular magnetic parameters (coercivity) of pyrrhotite and magnetite, which does not allow the clear separation of the two by certain magnetic experiments. In contrast, the lack of marks of magnetic mineral transformation of ferrihydrite/goethite and pyrrhotite during thermomagnetic experiments and the characteristics of the thermomagnetic curves suggest that magnetite may need to exist in the meteorite. As an alternative theory, the expected marks of mineral alteration of the weakly magnetic ferrihydrite/goethite may be hidden behind the magnetic signal of the commonly appearing strongly magnetic components like Fe/Ni alloys. The preliminary results of NWA11469 defined the next step of the research, namely the clarification of the differences between the SEM and rock magnetic results, regarding the identification of ferrihydrite/goethite and pyrrhotite during thermomagnetic experiments.



図：NWA11469 隕石におけるフェリハイドライト、ゲータイト、ピロータイトの矛盾を示す図。初期的な熱磁気測定結果（a）および SEM 観察結果（b）に基づく解釈を示している。赤線は加熱過程、青線は冷却過程を表す。

鉱物の略称：gth – goethite；hem – hematite；kam – kamacite；mag – magnetite；po – pyrrhotite；tae – taenite。TC：キュリー温度、TN：ネール温度。

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

[R5-P-08] Textural heterogeneity in the hydrothermal alteration process of Mg-Si-O amorphous nanoparticles

*Satomi ENJU¹, Aika Saito¹ (1. Ehime Univ. Sci.)

Keywords : Amorphous silicate、hydrothermal alteration、Heterogeneity、GEMS like material

【はじめに】太陽系の惑星は、原始太陽系星雲のガスの中に含まれる塵（始原的物質）が集積して形成された(中川, 2010)。始原的物質は惑星形成時に熱や水により変質するため、変質の条件と生成物の関係を知ることが惑星形成初期の理解に重要となる。はやぶさ2から持ち帰られた試料から始原的物質の一種であるGEMS様物質が見られた。リュウグウのGEMS様物質は非晶質ケイ酸塩から結晶性の非常に低い層状ケイ酸塩への変質がみられ、変質の度合いが不均一であった (Nakamura et al., 2023)。非晶質ケイ酸塩の水質変成過程については先行研究(Igami et al., 2021)にて検証が行われているが、粉末が集積した状態での変質過程や組織についての検証は行われていない。本研究ではペレット状にした非晶質ケイ酸塩粉末を用いて水質変成の再現実験を行い、変質の不均一性について考察することを研究目的とする。

【研究手法】本研究では熱誘導プラズマ装置で作成したGEMSを模した非晶質ケイ酸塩粉末試料を出発物質として水質変成実験を行う。苦土かんらん石 (Fo, Mg_2SiO_4) 組成と、頑火輝石 (En, $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$) 組成の二種類の粉末を用いた。En組成の粉末はほぼ理想化学組成 ($\text{Mg}/\text{Si}=0.86\text{-}1.14$, 平均1.01)であり、Fo組成の粉末は残渣の影響かSiに富んでおり蛇紋石と中間的な組成($\text{Mg}/\text{Si}=1.42\text{-}1.87$, 平均1.67)を示した。ペレット状に成型した粉末に窒素充填のグローブボックス内で質量比1倍と3倍の精製水をそれぞれ滴下し、72時間反応させた後乾燥させた。比較のために出発物質のペレットも作成し、分析した。RIGAKU 製 Ultima IVを使用して粉末X線回折実験(XRD)を行い、Oxford 製エネルギー分散型X線分析装置 EDS を装着した JEOL 製 走査型顕微鏡(SEM)JSM-6510LV を用いて組織観察と組成分析を行った。

【結果・考察】水質変成を経ていずれの試料でも低結晶性の層状ケイ酸塩鉱物の生成とtotal (wt%)の上昇がみられ、Fo組成の生成物は縞状、En組成の生成物ではパッチ状と異なる変質組織の形成が確認された。ペレット精製の際に上から圧力をかけるため出発試料では粗密差による幅100 μm ほどの縞状の組織が見られるが、Fo生成物では幅数十 μm 以下の組成差を伴う縞状組織が見られた。出発物質と同程度の Mg/Si 比を持つMgに富む部分($\text{Mg}/\text{Si}=1.58\text{-}1.84$, 平均1.73)と蛇紋石組成に近いSiに富む部分($\text{Mg}/\text{Si}=1.42\text{-}1.54$, 平均1.47)の二相が縞状に分布している。試料内ではtotalにばらつきがあるが、隣接する部分では組成に関係なく類似したtotalを示すことからあるtotalを持つ部分がMgに富む部分とSiに富む部分に分かれたと考えられ、粗密差が組成差の要因ではないと推察できる。また、Fo生成物の水質変成実験中に採取した水を乾燥させるとブルーサイト ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) 組成の物質が晶出したことから、Mgが水質変成実験中の水に溶脱することで Mg/Si 比が出発物質から変化したと考えられる。縞状組織は水岩石比1及び3の両方で見られ、類似していた。一方でEn生成物は水岩石比1でパッチ状組織が見られ、パッチ部分のサイズは1mm程度で周りに数十 μm のパッチを伴う。En生成物は全体的には出発物質よりわずかにMgに富んでおり、大きなパッチ部分は比較的Mgに富み($\text{Mg}/\text{Si}=1.02\text{-}$

1.12 平均1.07) totalが高かった. 水岩石比3は比較的均質であり水岩石比1のパッチ部分に類似した組成やtotalを示すことから変質の進行に伴ってパッチ部分が拡大したと考えられる. 今回の結果より出発物質の組成の違いは水質変成の不均一性をもたらす要因になりうることもわかった. 同様の条件下でもFo組成では全体的に変質が進行し局所的な組成不均一をもたらすのに対し, En組成では局所的に変質が進行し変質部の組成は均質であった.

📅 Thu. Sep 11, 2025 12:30 PM - 2:00 PM JST | Thu. Sep 11, 2025 3:30 AM - 5:00 AM UTC 🏠 Poster
(Room No. 16)

R5: Extraterrestrial materials

[R5-P-09] The effect of the crystal faces of calcite on the chirality of amino acids

*Satoki Awano¹, Atsushi Kyono², Ibuki Ikeda³, Yoko Kebukawa³ (1. University of Tsukuba, Degree Programs in Life and Earth Sciences, 2. University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences, 3. Science of Tokyo.)

Keywords : Origin of Life、Astrobiology、Carbonate condolite、Enantiomer、Hydrothermal alteration

小天体や惑星，星間空間といった宇宙環境での有機物の生成と進化のメカニズムは，アストロバイオロジーの重要な研究課題である．特に，炭素質コンドライトは，ホルムアルデヒドやアミノ酸，糖類など多様な有機化合物を含み，地球外から供給された生命の起源物質として注目されている．太陽系形成初期において，炭素質コンドライトの母天体では，氷が²⁶Alなどの短寿命放射性核種の崩壊熱によって融解し，水熱変成が生じていたと考えられている（Brearley, 2006; Fujiya et al., 2013; Zolensky et al., 1989）．このような水熱環境を模擬する実験では，ホルムアルデヒド(F)とアンモニア(A)，水(W)を異なる比率で混合した溶液(FAW)に，カンラン石，蛇紋石，モンモリロナイトなどの鉱物を加え，150 °Cで一定時間加熱することで，アミノ酸の生成が促進され，鉱物が化学反応の触媒として重要な役割を果たしていることが示されている（Elmasry et al., 2021）．さらに，方解石の結晶面がアスパラギン酸などの特定のアミノ酸のキラリティーに選択性を示すことも報告されている（Hazen et al., 2001）．このように，FAW および鉱物がアミノ酸の生成に重要な役割を果たすことが報告されている一方で，いくつかの重要な問題が未解明のままとなっている．1つ目は，FAW のホルムアルデヒドとアンモニア比がアミノ酸の多様性や生成量に与える影響，2 つ目は，鉱物の鏡像異性体関係にある結晶面が生成するアミノ酸のキラリティーに与える影響である．そこで本研究では，炭素質コンドライトでの水熱変成環境を模擬するために，ホルムアルデヒドとアンモニア比を変えたFAWを150 °Cで72 時間加熱し，生成するアミノ酸の種類および生成量への変化を調べた．さらに，実験系に方解石を添加し，生成するアミノ酸の種類や生成量がどのように変化するかについても検討した．また，添加した方解石の鏡像異性体（L 面/R 面）がアミノ酸のホモキラリティーに及ぼす影響についても調査した．生成物の分析には，高速液体クロマトグラフ(HPLC)とガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)を用いた．

HPLC分析の結果，FAWの比率を変えた場合には，ホルムアルデヒドの割合が高いほど，生成されるアミノ酸の多様性が増加し，特に，グリシン，γ-アミノ酪酸が多く生成された．一方，アンモニアの比率が高い場合は，生成するアミノ酸の多様性は減少する傾向が見られた．また，方解石を加えた場合は，全体のアミノ酸の生成量が増加し，特に，γ-アミノ酪酸の生成量が著しく増加したことから，鉱物が反応場として作用する可能性が示唆された．さらに，GC-MS分析の結果から，方解石のL面ではL-アラニンが，R面ではD-アラニンが選択的に生成・吸着する傾向が確認され，方解石の結晶面の原子配列がアミノ酸のキラリティーに影響を与えることが明らかとなった．本研究では，先行研究よりも広範なD/L比の変動が観測され，鉱物が単なる吸着場にとどまらず，アミノ酸生成過程そのものに影響する可能性を

示唆した。これらの知見は、生命の起源の解明に新たな知見を提供するとともに、アストロバイオロジーや地球外生命探査に重要な示唆を与える。