

放射光 X 線顕微分析を用いて火星隕石から火星の水情報を引き出す

Restoration of the Martian water environment from Martian meteorites using synchrotron-based X-ray microscopy

東京大学¹ ○菅 大暉¹

The University of Tokyo¹, °Hiroki SUGA¹

E-mail: hiroki-suga@eps.s.u-tokyo.ac.jp

発表者は学部生の頃から高エネルギー加速器研究機構の Photon Factory (KEK-PF) での小型走査型透過 X 線顕微鏡 (Compact Scanning Transmission X-ray Microscope: cSTXM) の開発に関わっており、本手法に精通している。これらの経験から、地球惑星科学における重要プロジェクトのひとつである、「はやぶさ 2」の初期分析フェーズ内の 2 つのサブチームに属して分野発展に貢献している。また、将来的な火星サンプルリターンミッションへの貢献を目指して、独自のチームで火星隕石を分析し、そこから過去の火星の水情報を引き出す研究も進めている。本講演では、後者のトピックについて、今まさに挑戦している内容を含めて研究の詳細を発表する。

軟 X 線領域では、同一試料内で有機物 (炭素・窒素・酸素) と鉱物 (鉄・アルミニウム・マグネシウム・硫黄・塩素など) を同時に分析可能であり、それぞれの元素の X 線吸収微細構造 (XAFS) を解析することで、容易に価数や化学種情報などの物質科学情報が得られる。この非常に魅力的なエネルギー帯にて、50 nm 以下の空間分解能で実空間分析 (イメージング) できる STXM は、微小領域における有機物-無機物の相互作用・共進化過程解析が議論に必要な地球外物質の分析に最適である。また水の直接観測はできないものの、含水鉱物の分布や、その中に吸着した元素の組成などから、粘土鉱物などが形成した際の水環境 (液相の情報) の復元も夢ではない。

火星は太陽系 4 番目の惑星で、惑星直径は小さいものの、太陽系において生物が存在できる可能性のある領域 (ハビタブルゾーンに) 含まれている。現在の表層に、地球の海のような水は存在していない。加えて、地球のようにプレートテクトニクスは存在せず、惑星全体での物質分化過程を経験していないものの、表層には溪谷や体積地形などが見られており大規模な水の関与が考えられている。火星表層を探査機が調査するようになり、蒸発岩 (水の関与がなければ形成し得ない鉱物) や表層土壌下の氷などが発見されている。ごく近年では探査機のデータ精度の向上などもあり、地球の実験室で再現実験を行い、その結果と比較することで、かなり詳細に過去の水の存在や状況の議論が可能になっている。このような背景を受け、発表者らは、ここから一歩進んだ研究として、「実際に火星の表面で形成され、その後地球に飛来した火星隕石の中に 2 次鉱物相として残されている蒸発岩などを放射光 X 線顕微分析する」ことで、未だ手に取ることでできない火星表層物質の代替として、過去の火星の水の情報の復元を試みている。隕石中において、水関与鉱物は非常に微細であることや、その中に取り残されている水環境を反映する元素の濃度が低いことなどから、STXM を基盤とした放射光 X 線顕微鏡を用いての分析でのみ得られ、行える議論がある。