

放射光 X 線顕微鏡を駆使して火星隕石の変質史を紐解く

Unravel the alteration history of Martian meteorites by synchrotron X-ray microscopy

高輝度光科学研究センター¹ ○菅 大暉¹

Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/SPRING-8)¹, °Hiroki SUGA¹

E-mail: hiroki-suga@spring8.or.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 にて走査型透過 X 線顕微鏡 (Scanning Transmission X-ray Microscope: STXM) の開発に関わり、現在は大型放射光施設 SPring-8 にて透過型 X 線顕微鏡 (Transmission X-ray Microscope: TXM) の開発を行っているなど、放射光 X 線顕微分析[※]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。

火星は太陽系 4 番目の惑星で、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、精度の向上した探査機のデータと、地球の実験室での模擬実験とを比較することで、過去の水の存在や水による変質の状況の詳細な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、未だ手に取ることの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 や TXM 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。

[※]X 線波長領域では、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、100 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 や TXM 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となる地球外物質の分析に最適である。また含水鉱物の分布や、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。