

レーザーアブレーションICP質量分析法を用いたリン酸塩鉱物の高精度局所ウラン-トリウム-鉛年代測定法の開発 Development of precise in-situ U-Th-Pb dating of phosphate using LA-MC-ICP-MS

坂田 周平^{1*}; 伊藤 正一¹; 平田 岳史¹
SAKATA, Shuhei^{1*}; ITOH, Shoichi¹; HIRATA, Takafumi¹

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
¹Laboratory for Planetary Science, Kyoto University

隕石中のリン酸塩鉱物はウラン・トリウムを高濃度 (<10 μ g/g) で含み、リン酸塩鉱物のウラン-鉛系の放射年代測定を通じて微惑星の形成年代が制約されてきた^{1),2)}。隕石中のリン酸塩鉱物は熱や隕石の衝突による変成作用³⁾ や水との反応を経験している可能性があり、これらの複雑な過程を理解するためには高空間分解能年代測定が重要である。しかし、普通コンドライト隕石母天体の形成過程を明らかにするためには数百万年程度の時間分解能が必要であり¹⁾、局所年代測定を用いて議論に必要な年代精度を達成することはできていない。レーザーアブレーション法は空間分解能やサンプリング形式に関して柔軟なアプローチが可能な手法であり、近年では多重検出器型の質量分析計と組み合わせることで高精度の年代測定が可能であると報告されている⁴⁾。本研究ではリン酸塩鉱物から推定されている微惑星の熱史により詳細な制約を与えることを目標に、レーザーアブレーション法と多重検出器型 ICP 質量分析法を組み合わせた高精度局所リン酸塩年代測定法の開発を行なう。

レーザーアブレーション ICP 質量分析法 (LA-ICP-MS 法) を用いたリン酸塩鉱物の局所ウラン-トリウム-鉛年代測定において必要な精度が得られていない要因として以下の点が挙げられる。(1) サンプリング量の不足に由来する計数統計誤差、(2) 高精度分析に適した年代が均質である標準リン酸塩試料の欠如、(3) 非放射壊変起源鉛に由来する標準物質中の鉛同位体比の不均一、(4) 揮発性の異なる元素比測定におけるマトリックス効果、(5) ²⁰⁴Pb の同重体である ²⁰⁴Hg からの質量スペクトル干渉である。本研究では以下のアプローチを通じてこれらの問題を解決することを目指す。(a) インターフェイス部の改良及び複数点同時アブレーション法⁵⁾ を用いた感度の向上、(b) マダガスカルアパタイト⁶⁾ の均質性の評価、(c) ²⁰⁷Pb 法による標準物質中の非放射壊変起源鉛補正法の評価、(d) フェムト秒レーザーによるマトリックス効果の低減及び三鉛同位体図を用いた閉鎖系評価法の開発、(e) ²⁰⁸Pb 規格化によるアイソクロン法の評価。また、分析に有利なウラン・トリウム濃集相を特定するための広域ウラン-トリウム-鉛同位体イメージングや液中レーザーアブレーション法⁷⁾ による分析可能性についても検討を行なう。

参考文献

- 1) Gopel et al., Earth and Planetary Science Letters, 121, 153-171 (1994).
- 2) Allegre et al., Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 1445-1456. (1995).
- 3) Yin et al., Meteoritics and Planetary Science, 49, 1426-1439 (2014).
- 4) Buhn et al., Annals of the Brazilian Academy of Sciences, 81, 99-114 (2009).
- 5) Yokoyama et al., Analytical Chemistry, 83, 8892-8899 (2011).
- 6) Thomson et al., Geochemistry Geophysics Geosystems, 13, 1-23 (2012).
- 7) Okabayashi et al., Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 26, 1393-1400 (2011).

キーワード: 母天体, リン酸塩, ウラン-トリウム-鉛年代学, レーザーアブレーション ICP 質量分析法
Keywords: Parent body, Phosphate, U-Th-Pb geochronology, LA-ICP-MS