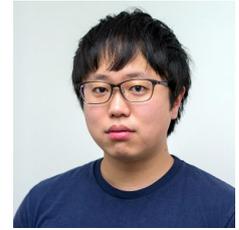


小惑星リュウグウの鉱物の形成年代測定

Formation age of minerals in asteroid Ryugu

北海道大学 川崎 教行



太陽系の惑星の色や大きさはそれぞれ異なり、地球には生命が存在する。太陽系の多様な惑星がいつ・どのようにして作られたのかは、地球惑星科学における根源的課題であり、我々が住む地球や生命の起源を解明する鍵となる。惑星形成理論によれば、太陽系の前身である「原始太陽系円盤」に存在した固体物質とガスが材料となり、惑星が誕生した。天文観測により、太陽系以外の星やその周りの円盤、そして惑星が誕生する様子を観察することができるが、現在の技術をもってしてもその全貌は明かされていない。つまり、原始太陽系円盤から現在の惑星への進化過程には未だ多くの謎が残されている。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小惑星探査機「はやぶさ2」は、2020年にC型小惑星リュウグウの砂・岩石サンプルを地球に持ち帰ってきた。はやぶさ2探査機が持ち帰ってきたC型小惑星リュウグウのサンプルは、これまでに人類が手にした中で、最も地球上で汚染・風化されておらず、太陽系の始源的情報を残すサンプルである。本研究では、小惑星の前身である太陽系形成初期に誕生した「微惑星」の形成時期を明らかにするために、リュウグウのサンプルに含まれる鉱物の形成年代を測定した。「微惑星」とは惑星の材料となった天体であり、そのうち惑星になり損ねたものが、リュウグウのような「小惑星」として現在も太陽系に残されている。そのため、小惑星リュウグウの鉱物の形成年代から、惑星の材料であった微惑星の形成時期を明らかにすることができる。

小惑星リュウグウは、 H_2O 氷をはじめとした固体物質が集積して形成した天体である。リュウグウの内部では、集積した H_2O 氷が溶けて水が発生し、元々の材料物質も溶解し、その後新たな鉱物・有機物が析出するという大規模な水質変質プロセスが起きていたとされる。小惑星リュウグウを構成する物質のほとんどは、その際に水溶液から析出したものである。本研究では、そのような水溶液から晶出した、炭酸塩鉱物「ドロマイト」の形成年代を測定した。年代測定は、北海道大学の我々の研究室設置の二次イオン質量分析計を用いた元素・同位体比分析により実施した。年代測定の結果、リュウグウのドロマイトは、約45.64億年から45.62億年前の間に水溶液から晶出し形成したことが明らかになった（Yokoyama, Kawasaki et al., 2023, *Science*）。つまり、大規模な水質変質プロセスを原因とした、リュウグウの材料物質から現在の構成物への化学進化が、約45.64億年から45.62億年前の間に起きていたことが明らかとなった。

一方で、水質変質プロセスを生き残った、小惑星リュウグウの材料物質もわずかながら存在する（Kawasaki et al., 2022, *Sci. Adv.*）。本研究では、材料物質の鉱物の年代測定もを行い、それらが約45.67億年前に形成したことが明らかになった。以上の年代測定データから、小惑星リュウグウは、約45.67億年から約45.64億年前の間に形成したものであることが明らかとなった。

【キーワード】 小惑星, 年代測定, 鉱物, 二次イオン質量分析法

【参考文献】

- Kawasaki N., Nagashima K., Sakamoto N., Matsumoto T. and 90 coauthors. (2022) “Oxygen isotopes of anhydrous primary minerals show kinship between asteroid Ryugu and comet 81P/Wild2” *Science Advances*, 8 (50), eade2067.
- Yokoyama T., Kawasaki N. (34th of 147 authors) et al. (2023) “Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites” *Science*, eabn7850.