

# 宇宙の有機物を 分析する

分析化学で探る  
太陽系の形成から生命の起源

横浜国立大学 大学院工学研究院  
癸生川 陽子

## 隕石にはどのような有機物があるのだろうか？

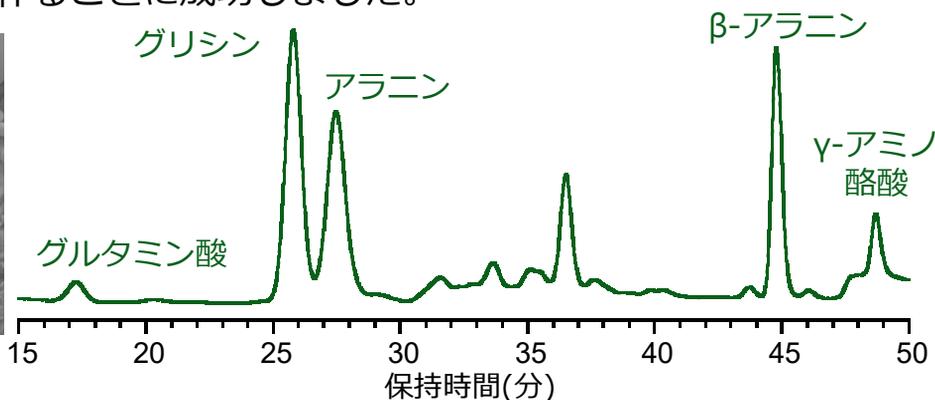
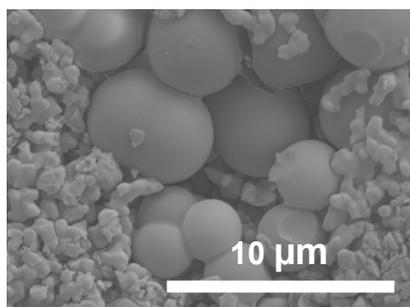
「有機物」というと、生物由来の印象があるかもしれませんが。しかし、宇宙には、生物の存在なしに作られた有機物がたくさんあるのです。そしてその一部は、隕石などによって原始地球にもたらされ、生命の原材料になったのではないかと考えられています。私たちは、隕石に含まれる有機物の研究をしています。隕石の有機物は、太陽系がどのように形成され、進化してきたかを知る手掛かりにもなります。



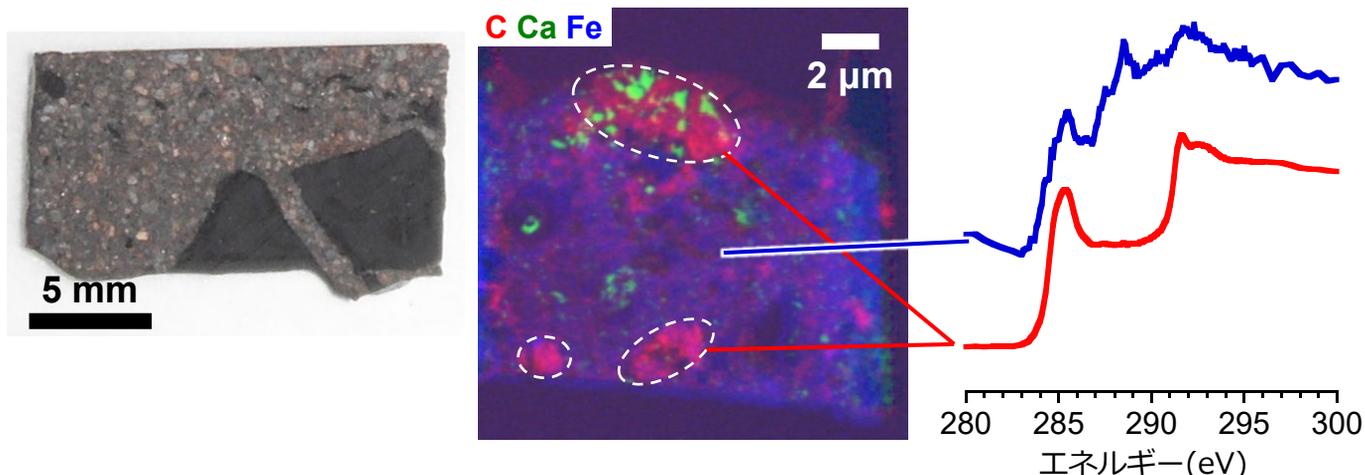
炭素質コンドライトと呼ばれる種類の隕石(Leoville隕石)

## 有機物はどのようにできた？

生物のいない環境で宇宙の有機物はどのようにできたのでしょうか？宇宙には有機物が形成される様々な環境があります。私が特に着目しているのは、隕石の母天体である小惑星です。すべての小惑星に有機物が存在するわけではありませんが、環境の条件が良ければ様々な有機物が形成されます。例えば太陽系形成初期に、氷や岩石質の塵が集まってできた小惑星の内部では、氷が溶けて液体の水が生じたことが知られています。氷にはホルムアルデヒドやアンモニアのような分子が含まれていたと考えられ、これらをもとに暖かい水環境で活発な化学反応が起こったと考えられます。私たちの研究グループは、このような環境を模擬した実験により、隕石に含まれているような複雑な高分子有機物やアミノ酸を同時に作ることに成功しました。



小惑星の水環境を模擬した実験により形成された有機物 [左] 高分子有機物 [右] 高速液体クロマトグラフィーにより得られたアミノ酸の分析結果



軟X線顕微鏡を使った隕石の有機物分析 [左] Sharps隕石 [中] 元素分布図 [右] 炭素の濃集部分(赤)と周辺部分(青)の軟X線吸収スペクトル(有機物の分子構造の違いが分かります)

## 大きな設備で小さなものを見る

隕石の細かい組織を調べると、隕石中のどこにどのような有機物が入っているのかが分かります。隕石の微細構造を見るには強力なX線が必要なため、電子加速器から生まれる放射光を使った分析を行っています。放射光を得るためには大掛かりな設備が必要なため、高エネルギー加速器研究機構などの限られた施設でしかできない分析です。小さいものを見るためには大きな設備が必要なのです。

## 実験室から宇宙へ

隕石がただ落ちてくるのを待つだけでなく、積極的に取りにいこうというのがはやぶさ2などのサンプルリターン探査です。どこから来たのかが明確で新鮮な試料を手に入れることができます。はやぶさ2により得られた小惑星の欠片は目下、鋭意分析中です。また、国際宇宙ステーションを用いて、有機物を宇宙環境にさらすとどうなるか、という実験も行っています。

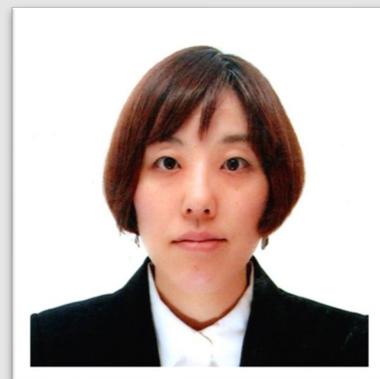
この研究に取り組んでいるのは

### 癸生川 陽子(けぶかわ ようこ)

横浜国立大学 理工部/大学院 工学研究院 准教授

大阪大学 理学研究科 博士課程修了。博士(理学)。  
カーネギー研究所 博士研究員、北海道大学 博士研究員を経て現職。サボテンや多肉植物が好き。最近息子が生まれました!

研究室URL : <http://www.koba-kebu-lab.ynu.ac.jp/>



## 本棚

### 参考図書のご紹介

#### 高校生向け書籍

- 隕石—宇宙からの贈りもの, 島正子(著), 東京化学同人
- 隕石:迷信と驚嘆から宇宙化学へ, マテュー・グネル(著), 米田 成一(監修), 斎藤 かぐみ(翻訳), 白水社
- 南極で隕石をさがす, 小島秀康(著), 成山堂書店
- 新説 宇宙生命学, 日下部展彦(著), 田村元秀(監修), カンゼン
- 生命の起源—宇宙・地球における化学進化—, 小林憲正(著), 講談社

#### より詳しく知りたい人は(専門向け)

- 太陽・惑星系と地球(現代地球科学入門シリーズ1), 佐々木 晶(著), 土山 明(著), 笠羽 康正(著), 大竹 真紀子(著), 共立出版
- 地球化学(現代地球科学入門シリーズ 12), 佐野 有司(著), 高橋 嘉夫(著), 共立出版
- 太陽系の化学—地球の成り立ちを理解するために, 海老原 充(著), 裳華房
- 宇宙・地球化学(朝倉化学大系), 野津 憲治(著), 朝倉書店
- 宇宙・惑星化学(地球化学講座 2), 日本地球化学会(監修), 松田 准一(編集), 塚本 尚義(編集), 培風館
- アストロバイオロジー—宇宙に生命の起源を求めて, 山岸 明彦(編集), 化学同人
- 宇宙生命論, 海部 宣男(編集), 星 元紀(編集), 丸山 茂徳(編集), 東京大学出版会

#### 最近の論文

- Y. Kebukawa, et al. Primordial organic matter in the xenolithic clast in the Zag H chondrite: Possible relation to D/P asteroids. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 271, 61-77 (2020)
- Y. Kebukawa, et al., Nanoscale infrared imaging analysis of carbonaceous chondrites to understand organic-mineral interactions during aqueous alteration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116, 753-758 (2019)
- Y. Kebukawa, et al. One-pot synthesis of amino acid precursors with insoluble organic matter in planetesimals with aqueous activity. *Science Advances*, 3, e1602093 (2017)