

初期火星環境での有機物生成と隕石有機物に関する研究報告

古川善博, 寺田直樹, 中村智樹
東北大学理学研究科

1. 初期火星での隕石衝突によるアミノ酸生成

初期火星はどのような環境だったのか、そこでどのような生命分子が生成し得るのかという課題にアプローチするために、初期火星の大気・水環境の数値計算と有機物生成実験を融合させた研究を、東北大学理学研究科において ABC サテライト研究として 2019 年度よりスタートさせた。初年度の 2019 年度は環境の数値計算と有機物合成実験の具体的なすり合わせを行い、融合的な研究として、いくつかの計算と実験をスタートさせた。

これに並行して、既に開始していた初期火星の大気・水環境の数値計算と有機物生成実験を進めた。例えば、探査機によって火星表層で撮影された流水地形の分布は、水が流れてできたことは知られていたが、どのような気候で雪が積もり、それが溶けて形成されたのかという問題は未解明であった。本サテライト研究では、これを説明するための気候モデルを提案し、数値計算をもとに流水地形を再現することに成功した [1]。

また、初期火星を模擬した有機物生成実験では、初期火星大気中で最も主要な炭素源と考えられている二酸化炭素と最も主要な窒素源と考えられる分子窒素のみを炭素源・窒素源に用いて、隕石の衝突によってアミノ酸が生成するかどうかを検証する実験を行った。この大気組成は極めて有機物を生成しにくい大気と考えられているが、本サテライト研究では、金属鉄を含む隕石の衝突によって、複数種類のタンパク質構成アミノ酸が生成することを明らかにした。この研究成果は 2020 年 6 月に *Scientific Reports* 誌に出版し、国内の主要新聞各紙で紹介された[2]。



図 1: 隕石の海洋衝突のイメージ図。当時の地球には高い頻度で小惑星や隕石が衝突していたと考えられている。

2. 始原的隕石からのリボースの発見

隕石からはタンパク質を構成するアミノ酸や DNA, RNA を構成する核酸塩基が検出されていることから、これらの分子が生命誕生前の地球に降り注ぎ、生

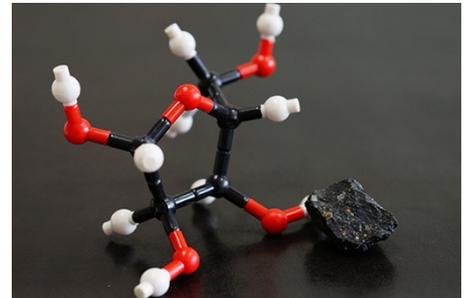


図 2: RNA を構成する唯一の糖であるリボースと、本研究でリボースを検出した隕石と同じ Murchison 隕石

命を作った材料の一部となったという説がある。しかし、現在の生命を構成する最も主要な分子種のうち、DNA や RNA を構成する糖のみが宇宙で見つかっていなかった。過去に ABC プログラム研究としてサポートを受けた本研究では、複数種類の始原的隕石を独自の手法で分析し、隕石を含む宇宙物質から、初めて RNA を構成する糖であるリボースを含む四種類の糖を検出した。検出した糖の炭素同位体比が、地球生物の作り出す糖よりも、有意に ^{13}C に富んでいることも明らかにした。この研究は 2019 年 12 月に PNAS (米国科学アカデミー紀要) に掲載され、CNN、ABC ニュース、BBC ニュース、FOX ニュースなど世界中の 100 以上の新聞・テレビ・web メディアで報道された [3]。

参考文献:

- [1] Kamada A., Kuroda T., Kasaba Y., Terada N., Nakagawa H., Toriumi K., A coupled atmosphere–hydrosphere global climate model of early Mars: A ‘cool and wet’ scenario for the formation of water channels. *Icarus* **338**, 113567 (2020).
- [2] Takeuchi Y., Furukawa Y., Kobayashi T., Sekine T., Terada N. & Kakegawa T., Impact-induced amino acid formation on Hadean Earth and Noachian Mars. *Scientific Reports* **9220** (2020).
- [3] Furukawa Y., Chikaraishi Y., Ohkouchi N., Ogawa N.O., Glavin D.P., Dworkin J.P., Abe C., and Nakamura T., Extraterrestrial ribose and other sugars in primitive meteorites. *Proceedings of National Academy of Science USA* **116**, 24440-24445 (2019).