

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 新世代の超微量惑星有機化合物研究：感度・分離と質量・空間分解の超高度化

九州大学・大学院理学研究院・教授 **ならおか ひろし**
奈良岡 浩

研究課題番号：15H05749 研究者番号：20198386

研究分野：地球惑星科学、地球宇宙化学

キーワード：惑星物質、微量有機化合物、高感度、高分解能

【研究の背景・目的】

有機化合物は宇宙地球環境に広く存在し、炭素(C)を骨格として、水素(H)・窒素(N)・酸素(O)・イオウ(S)を結合することにより、多種多様な化学構造をとることが大きな特徴である。近年の研究によれば、始原的な炭素質隕石には十万以上の CHNOS からなるイオン質量が検出され、複数の同位体からの寄与を考へても、構造異性体や立体異性体を含めて、数十万種以上の有機化合物が存在すると考えられる。今まで地球外物質に同定された化合物は全体の 1%程度に過ぎない。また、小惑星リターン物質や深海掘削岩石の試料量は極めて限られており、惑星物質から有機化合物に関する多くの情報を引き出すためには分析の感度や分離、質量分解を超高度化することが必須である。さらに、惑星物質では有機物が鉱物と強く相互作用している。そこに含まれる有機化合物を従来のイオンビームやレーザーでイオン化し、その場局所分析することは難しく、新しい分析法の開発が必要である。一方で、最近の技術進歩は著しく、分析の超高度化を実現できる状況にある。

本研究の目的は、惑星物質中に存在する数万に及ぶ有機化合物を今まで到達し得なかった超高度感度・超高分離・超高質量分解能・空間分布で研究する新世代の研究手法を確立し、構造の多様性と反応過程を明らかにするとともに、微小惑星物質の有機化合物分析を成功させることである。

【研究の方法】

最新の分析技術を駆使または開発して、1)有機化合物の検出感度において、現在のフェムトモル(10^{-15} mol)からアットモル(10^{-18} mol)まで高度化し、zeptoモル(10^{-21} mol)をも視野に入れる。そのためには、2)化合物のイオン化などの効率の上昇だけではなく、

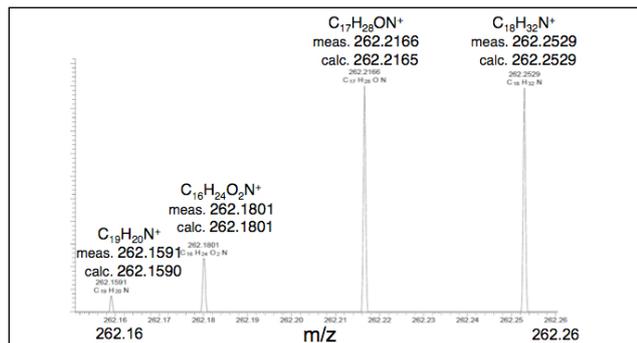


図1 超高分解能質量分析

分析バックグラウンドを極低減化する必要がある。そのために有機化合物専用のクリーンルームを設置し、汚染防止技術も確立する。3)質量分析における分解能を高度化(質量分解能数十万)し、測定イオンの精密質量を用いて組成式決定を行う(図1)。多段階イオン化質量分析も行って化学構造を推定する。4)分離をシリカモノリスカラムやナノ液体クロマトグラフィーなどを用いて高分離を通常化する。複数のカラムを用いて分離を多次元化し、構造異性体や光学異性体も決定する。さらに、5)惑星試料表面の有機化合物をイオン化溶媒の吹付と加熱を組み合わせ、マイクロメートルスケールでその場局所分析する手法を開発する。

【期待される成果と意義】

本研究によって、非常に多様な混合物である惑星有機物について、これまでの 5~10 倍の化合物を同定定量することができ、起源と反応過程の解明に大きな成果が期待できる。また、今までミリグラム単位の試料が必要だった研究をマイクログラム単位の試料量で遂行できる。2020年に帰還予定の「はやぶさ2」やその数年後の NASA・OSIRIS-REx などのサンプルリターン計画でもたらされる微小惑星物質の有機物研究を成功させる技術の確立が期待できる。

さらに、惑星試料のみならず、環境や生体などの様々な試料中に存在する極超微量有機化合物研究にも新たな展開をもたらすことは確実である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Yamashita and H. Naraoka (2014) Two homologous series of alkyipyridines in the Murchison meteorite. *Geochem. J.*, **48**, 519-525.
- H. Naraoka, et al. (2012) Preliminary organic compound analysis of microparticles returned from Asteroid 25143 Itokawa by the Hayabusa mission. *Geochem. J.*, **46**, 61-72.

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度 - 31 年度 154,800 千円

【ホームページ等】

<http://orge.geo.kyushu-u.ac.jp/HN/Japanese.html>
naraoka@geo.kyushu-u.ac.jp