

ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-15. 環境・地球化学的分析
小項目	1-15-9. 宇宙

概要（200字以内）

日本を初めとして世界の主要な国・地域で宇宙探査、惑星探査計画が実行に移され、21世紀はまさに宇宙の時代と言っても過言ではない。このような宇宙探査計画のいくつかは宇宙物質を地球に持ち帰ることを目的としている。これまで隕石が宇宙物質の代表として研究対象とされてきたが、これからは隕石試料に加えて、宇宙探査によって採取される宇宙物質が我々の手中に入り、分析化学がその力を大いに発揮できる時代が始まろうとしている。

図1 日本の小惑星探査衛星はやぶさが実施した小惑星イトカワにおける試料採取（2005年11月）



図2 はやぶさが探査した小惑星イトカワ。中央右の比較的平坦な部分で試料採取が行われた（図1）



（ともに JAXA 提供）

現状と最前線

分析化学的見地から宇宙物質をみると、その希少性が最も顕著な特徴としてあげられる。このことは、特に宇宙探査によって持ち帰られる試料の分析において、大きな制約条件となる。宇宙物質を分析化学的に調べる場合、元素組成に注目する場合と、同位体組成に注目する場合に分けることができる。元素組成に注目して宇宙物質を分析する場合は、出来るだけ分析感度の高い分析手段を用いる必要がある。また、繰り返し分析が行えない場合が想定され、そのようなときには一度きりの分析で正確な定量値が求められる手法を選択する必要がある。また、分析試料の形態を物理的に保ったまま分析できれば、同じ試料を別の用途に用いることができるので、希少な試料を有効利用するうえで大変望ましい。そのような観点から、宇宙物質の元素分析では放射化分析法、なかでも放射化の手段として中性子捕獲反応を用いる中性子放射化分析法が最もよく用いられてきた。また、原子炉の外に引き出した中性子をそのまま試料に照射し、照射と同時に発生する γ 線をその場で測定する中性子誘起即発 γ 線分析(PGA)法は、非破壊で岩石試料の主成分元素をおおかた定量できる上に、同一試料を何の制約も受けずに他の分析法に用いることができるので、宇

宇宙物質の元素分析法として最適である。最近、この PGA 法と先端的な γ 線測定法を組み合わせた装置を日本原子力研究開発機構(JAEA)と大学連合の協力のもとに開発中であり、今後 1-2 年後には完成の予定である。さらに、JAEA と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が共同で建設を進めている大強度陽子加速器計画(J-PARC)が完成した暁には、核破碎反応由来の大強度のパルス状中性子ビームを利用する、これまでに全くない新しい放射化分析が可能となり、極微量の宇宙物質の分析に新しい局面をひらくものと期待される。一方、同位体比分析においては、エレクトロニクスの技術革新に伴い質量分析計の分析感度能力の向上が著しく、また、局所領域での同位体組成の精密測定が可能になったことから、宇宙物質の同位体組成に関する研究は今後ますます盛んになるものと期待される。中でも、宇宙物質に極微量に存在する太陽系前駆物質(プレソーラーグレインと呼ばれる)の研究は、45 億年という太陽系の年齢を超えた、前太陽系(pre-solar system)の姿を明らかにするものであり、その年代学的研究に大きな期待が寄せられている。

将来予測と方向性

宇宙物質の分析化学にとってこの先どのようなことが予測されるかは、分析に関わる者の立場によって異なるが、本著者の興味が宇宙物質、特に惑星探査計画によって地球にもたらされると期待されるごく僅かな試料の元素組成であり、その視点から将来予測について簡単に述べたい。宇宙物質の元素分析という点で、分析対象として今後最も注目される物質としては、近い将来実施される惑星探査によって地球に持ち帰られる多種・多様の地球外試料が挙げられる。また、隕石試料も引き続き重要な研究対象となることは間違いないが、日本には世界に誇る南極隕石(南極大陸で発見・回収される隕石の総称)の一大コレクションがあることは特記される。即ち、これまでの採取された南極隕石の過半数を日本が占めているもので、この南極隕石を研究用に利用できる点で、試料面で大変恵まれた環境が今後も継続していくものと期待される。一方、そうした試料を分析するための手段であるが、宇宙物質の分析法に最適の放射化分析法に関しては革新的な装置が放射線測定と核反応誘起手段の両面において現在建設中であり、ともに今後数年の間に実用化される段階にある。また、放射化分析法以外の手法においては、例えば誘導結合プラズマ質量分析法が、放射化分析に匹敵する高感度な手法として宇宙物質の分析に積極的に利用されていくことが予想される。以上の通り、総じて、宇宙物質の元素分析においては、近い将来の見通しは大変明るいものがあると総括できる状況である。

今後推進すべき課題:

- (1) J-PARC 等の国家的規模の大型施設利用に対する研究者のネットワーク作り
- (2) 周辺分野の研究者との積極的交流による化学、あるいは分析化学のすそ野拡大
- (3) 最新研究成果を初等・中等教育へ反映させるための中・高・大学教員ネットワークの確立

キーワード

惑星探査, 宇宙物質, 隕石, 元素分析, 同位体比分析

(執筆者: 海老原充)