

燃料デブリ分析のための超微量分析技術の開発

(2) デブリ溶解と分離・分析

Development of Ultramicro Analysis Technology for Fuel Debris Analysis

(2) Study on Dissolution of Debris, Nuclide Separation and Analyses

*鈴木 達也¹, 麻 卓然¹, Fauzia Hanum Ikhwan¹, 本間 佳哉², 阿部 千景², 小無 健司²

¹長岡技大, ²東北大

デブリ中の核種・アクチノイド分析のために、熱化学反応によるデブリの易溶性物質への化学転換、クロマトグラフィーを中心とした分離技術と ICP-MS/MS を用いた分析技術の研究開発計画と現状について説明する。

Keywords: debris, thermochemical conversion, chromatographic separation, actinide analysis, ICP-MS/MS

1. 緒言

「燃料デブリ分析のための超微量分析技術の開発」では、誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS/MS)を用いてデブリ分析を行うための技術を開発するものであり、我々のグループは、その一端を担い、分析のための必要な技術として、デブリ溶解のサブプロセスとしての熱化学反応による易溶性物質への化学転換、分析前処理としての分離技術、ICP-MS/MS の干渉イオン除去のための分子イオンの生成やコリジョン/リアクションセルによるマスシフトなどの基礎データの収集を行っている。

2. 熱化学転換法

熱化学転換法では、酸化による UO_2 の体積膨張を利用した粉体化もしくは脆化を行い、塩素化による易溶性物質の転換に関する技術の開発を行っている。現状として、まず UO_2 、 U_3O_8 、 CeO_2 、 ZrO_2 、 FeO_3 を用いた化学転換の基礎データを収集している[1]。

3. 前処理分離技術

前処理技術としての分離技術として、前述の熱化学転換法による方法、アルカリ溶融法を用いた化学転換法を想定した分離法を検討している。化学転換したものを塩酸あるいは硝酸で溶解することを前提にして、イオン交換、含浸樹脂等を用いたクロマトグラフィーを基礎とした分離法を検討している。

4. ICP-MS/MS 干渉除去技術

ICPイオン源中では様々な分子イオンや多価イオンが生じ、それが干渉イオンになるという欠点を持つが、ICP-MS/MS では、2つのマスフィルターとその間にあるコリジョン/リアクションセルによる分子イオン除去や分子イオンを用いたマスシフトを利用することにより、分子イオンによる干渉の除去と同重体干渉をマスシフトで取り除くことも可能である。これらの干渉除去のためには分子イオンの生成と除去に関する基礎的なデータを収集する必要がある。現在、希土類元素等の分子イオンの生成に関するデータを収集している。

5. まとめ

ICP-MS/MS を用いたデブリ分析に必要な技術開発はまだ始まったばかりであり、今後、更に基礎データを収集し積み重ねていく必要がある。

謝辞 令和元年度 日本原子力研究開発機構 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業「燃料デブリ分析のための超微量分析技術の開発」の成果の一部を含む。

参考文献 [1] Z. Ma 他、2020年日本原子力学会春の年会 1E04, Z. Ma 他 2020年日本原子力学会秋の大会(発表予定)

*Tatsuya Suzuki¹, Zhouan Ma¹, Fauzia Hanum Ikhwan¹, Yoshiya Homma², Chikage Abe² and Kenji Konashi²

¹Nagaoaka Univ. Techol., ²Tohoku Univ.