

ICP-MS/MS による Np-237 分析の基礎検討

Fundamental study for analysis of Np-237 by ICP-MS / MS

*濱田(岩崎) 真歩¹, 鈴木 達也², 山村 朝雄³, 小無 健司⁴, 鹿籠 康行⁵, 野口 真一¹

¹JAEA, ²長岡技大, ³京都大学, ⁴東北大学, ⁵アジレント・テクノロジー株式会社

アクチノイド分析において、迅速かつ単離を省略できる誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) は有効な測定手段と考えられている。本件では、トリプル四重極 ICP-MS (ICP-MS/MS) を用いた Np-237 分析検討の結果について報告する。

キーワード：ICP-MS/MS, アクチノイド分析

1. 緒言

アクチノイド分析は、放射性廃棄物の保管及び処理処分において重要な項目となっている。ICP-MS は有効な測定手法であるが、目的の元素が同重体や分子イオンによるスペクトル干渉を受ける等の問題点を有している。リアクションセル技術を用いた ICP-MS/MS を用いることでスペクトル干渉の低減、除去による高感度化が期待できる。本研究では、Np-237 分析におけるリアクションセル技術の酸素ガスモードにおける干渉除去の可否、検量線の直線性の良否及び検出下限の算出など基礎的なデータの取得を目的とした測定を実施し、Np-237 分析への適用性を検討した。

2. 実験

検討には Agilent 社製 ICP-MS/MS (Agilent8900) を用いた。本装置は四重極質量分析計 (MS) を直列に二段で配置し、2つの MS の間にリアクションセルを配置した構造である。Np-237 濃度 1.0 ppt の 0.3 % 硝酸溶液を用いてリアクションガスとして O₂ ガスを使用した $m/z=2\sim 260$ のスペクトル測定を実施し、セル内での O₂ ガスとの反応による分子イオン生成状況を確認した。また、リアクションガスの流量を 0.1 mL/min ごと 0 mL/min から 1.0 mL/min まで掃引し、生成した分子イオンの生成割合の変化について確認した。次に、1.0E-2, 1.0E-1, 1.0E+0, 1.0E+1, 1.0E+2, 1.0E+3, 1.0E+4 ppq に調製した検量線用標準溶液を用い、検量線を作成し、直線性の確認と検出下限の算出を行った。

3. 結果及び考察

3-1. リアクションガス反応 O₂ ガスを使用した結果、 $m/z=253$, $m/z=269$ のピークが確認された。それぞれ NpO⁺、NpO₂⁺ が生成したと考えられる。Np-237 への干渉としては、U-236 の水素化物イオン (UH⁺) を想定しているが、O₂ ガスと反応した Np-237 が酸化物イオンとして質量数をシフトさせての検出が可能のため同重体によるスペクトル干渉の低減に有効と考えられる。

3-2. リアクションガス流量変化 O₂ ガスの流量を掃引させた結果を図に示した。NpO⁺ の生成量が 0.1 mL/min で最大値となり、以降は徐々に減少した。NpO₂⁺ については、

ガス流量 0.2 mL/min において NpO₂⁺ の生成が最大値となった。O₂ ガスの流量を変化させることで生成する分子イオンの割合が変化することが確認され、さらなる干渉の低減が可能になると考えられる。

3-3. 検量線 リアクションガスを使用しない測定 (No Gas モード) における検出下限値は 7.3 ppq となった。また、O₂ ガス 0.1 mL/min 使用時に生成が確認された NpO⁺ ($m/z=253$) の検量線から同様に算出した検出下限は 1.2E+02 ppt となった。ICP-MS/MS による分析が適用可能な濃度領域の設定において有用なデータを取得することができた。

4. 結論

リアクションガスとして O₂ ガスを用いることで質量数の異なる分子イオンが生成すること、O₂ ガス流量を変化させることにより分子イオンの割合が変化することを確認した。また、検量線良好な直線性及び 1.2E+02 ppt という検出下限値が得られることを確認した。これらの結果から、適切なリアクションガス及びガス流量を選択することで Np-237 分析に ICP-MS/MS が適用可能である見通しを得た。

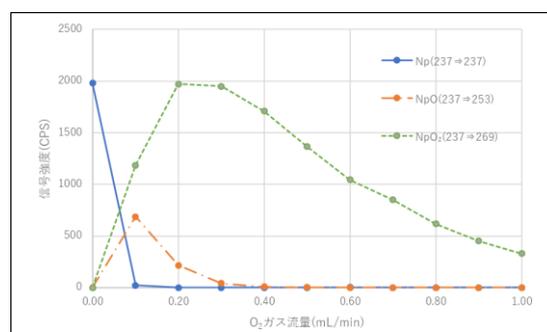


図 O₂ ガス流量変化に伴う NpO⁺, NpO₂⁺ の生成量変化

*Maho Iwasaki¹, Tatsuya Suzuki², Tomoo Yamamura³, Kenji Konashi⁴, Yasuyuki Shikamori⁵, Shinichi Noguchi¹

¹JAEA, ²Nagaoka University of Technology, ³Kyoto University, ⁴Tohoku University, ⁵Agilent Technologies Japan

本件は、文部科学省「機関横断的な人材育成事業」平成 28 年度、平成 29 年度「放射性廃棄物処理・処分における分離・分析に関する教育」の成果の一部を含む。