

ICP-MS/MS による放射性がれき中 ¹²⁶Sn の高感度分析手法の検討

Removal of interferences for ultrasensitive detection of ¹²⁶Sn in radioactive rubbles by ICP-MS/MS

*太田 祐貴^{1,2}, ド ヴァン コハイ^{1,2}, 古瀬 貴広^{1,2}, 佐野 友一^{1,2}, 岩橋 弘之^{1,2}
本間 駿太^{1,2}, 一條 祐里奈^{1,2}, 黒澤 きよ子^{1,2}, 遠藤 翼^{1,2}, 元木 良明^{1,2}, 廣沢 孝志^{1,2}
¹ 日本原子力研究開発機構(JAEA), ² 国際廃炉研究開発機構(IRID)

本発表では、放射性がれきを対象とした ¹²⁶Sn の分析について、ICP-MS/MS を用いた方法の適用性を安定同位体を用いて検討した結果を報告する。

キーワード : ¹²⁶Sn, ¹²⁶Te, ICP-MS/MS, 放射化学分析

1. 緒言 ¹²⁶Sn(半減期: 約 21 万年)は、β 線放出核種であり長半減期であることから、放射能測定による低い濃度レベルでの定量では煩雑な前処理と長時間の測定を要する。近年開発されたトリプル四重極誘導結合プラズマ質量分析装置(以下、ICP-MS/MS)は、同重体や多原子イオンの影響を効果的に除去でき、簡易な前処理と短時間測定で高感度の分析が可能である。本研究では、ICP-MS/MS による ¹²⁶Sn 測定条件の最適化を行い、妨害核種の ¹²⁶Te 等によるスペクトル干渉の影響を評価することで、福島第一原子力発電所から発生する放射性がれきを対象とした ¹²⁶Sn 分析に対する ICP-MS/MS の適用性を検討した。

2. 実験 使用した装置は Agilent technologies 社製の ICP-MS/MS (Agilent 8900)である。検討には Sn の安定同位体標準を使用し、¹¹⁸Sn (存在比: 24.22%)と ¹²⁵Te (7.07%)、¹²⁶Te (18.84%)における各種リアクションガスとの反応挙動を確認した。また、¹²⁶Sn の感度は、116、117、118、119、120、122、124 の質量数における Sn の感度から最小二乗法により求めた[1]。

表 1. ¹²⁶Sn の最適化した測定条件

3. 結果と考察

3-1. リアクションガスの最適化 リアクションガスとして、アンモニア、酸素、一酸化二窒素、アンモニア/水素混合を検討した結果、表 1 の測定条件にて、同重体である ¹²⁶Te を効果的に分離できることが分かった。また、当該条件における ¹²⁶Sn の装置検出下限は 0.11 pg/mL と評価された。

3-2. スペクトル干渉 干渉イオンには、①多原子イオン(¹²⁴Sn¹H₂⁺, ¹¹⁴Sn¹²C⁺, ¹¹⁰Pd¹⁶O⁺, ¹¹²Cd¹⁴N⁺, ¹¹⁴Cd¹²C⁺, ¹¹⁰Cd¹⁶O⁺, ⁸⁶Sr⁴⁰Ar⁺, ⁸⁸Sr³⁸Ar⁺, ⁹⁰Zr³⁶Ar⁺, ⁹⁴Zr¹⁶O₂⁺, ⁸⁹Y³⁷Cl⁺, ¹⁰⁹Ag(¹⁶O¹H)⁺)と②同重体イオン(¹²⁶Te⁺, ¹²⁶Xe⁺)がある。多原子イオンによる干渉は、金属元素が 100 ng/mL の条件でバックグラウンドに影響を与えないことが分かり、Ar ガス由来の ¹²⁶Xe による干渉も同様である。また、図 1 は Te 濃度を変えたときの ¹²⁶Sn における干渉の影響を示したものである。測定試料中の Te 濃度が数 ng/mL 程度であれば、1 pg/mL (0.5 mBq/mL)レベルの ¹²⁶Sn の測定に影響を与えないことが分かり、本測定条件における ¹²⁶Te/¹¹⁸Sn の感度の比は 8.3×10⁻⁴であった。

参考文献 [1] C. Gautier et al., MARC X, 2015.

*Yuki Ohta^{1,2}, Van-Khoai Do^{1,2}, Takahiro Furuse^{1,2}, Yuichi Sano^{1,2}, Hiroyuki Iwahashi^{1,2}, Shunta Homma^{1,2}, Yurina Ichijo^{1,2}, Kiyoko Kurosawa^{1,2}, Tsubasa Endo^{1,2}, Yoshiaki Motoki^{1,2}, Takashi Hirosawa^{1,2}

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA), ²International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRID)

本件は、平成 30 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発)」に係る補助事業の成果の一部を取りまとめたものである。

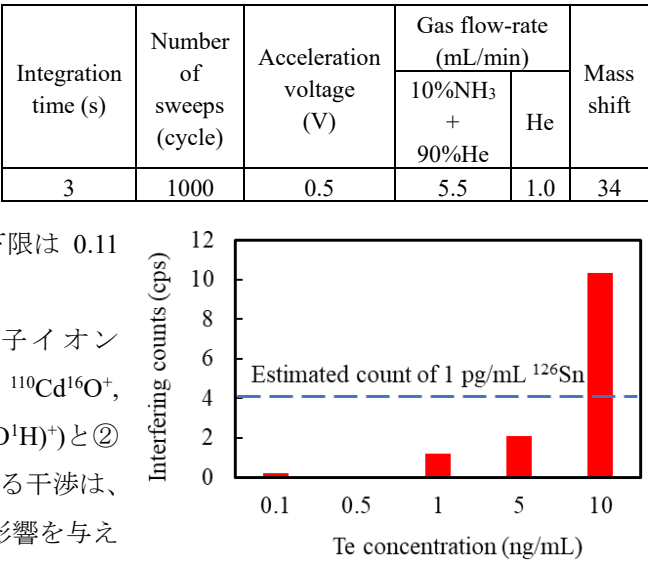


図 1. ¹²⁶Sn 測定における Te の干渉除去