

マイナーアクチニドの中性子核データ精度向上に係る研究開発 (2) カロリメータによる高精度放射性サンプル定量技術

R&D for accuracy improvement of neutron nuclear data on minor actinides

(2) Technical developments for accurate determination of amount of radioactive samples using micro-calorimeter

*中尾 太郎¹, 寺田 和司¹, 木村 敦¹, 中村 詔司¹, 岩本 修¹, 原田 秀郎¹,
井頭 政之², 片渕 竜也², 堀 順一³

¹日本原子力研究開発機構 ²東京工業大学 ³京都大学

原子力システム研究開発事業「マイナーアクチニドの中性子核データ精度向上に係る研究開発」の一環として、熱量測定による放射性サンプル量の正確な定量について報告を行う。

キーワード：放射能高精度決定，熱量測定

1. 背景

加速器を用いた反応断面積測定において、標的となるサンプルの絶対量の精度は断面積測定の精度に直接影響する重要なものである。しかしながらサンプルが放射性物質の場合密封性が保持されることが求められるため、サンプル作成後に非破壊で定量する手法が限定される。

α 崩壊する核種の場合 Q 値は典型的に 5MeV 程度であり、崩壊熱としておよそ 1mW/GBq の関係が成り立つ。そのため、 μ W の精度で熱量測定を行えば GBq サンプルの崩壊熱が 0.1%程度で決定できる。Q 値と崩壊確率が精度よく決定されている核に限定すれば、崩壊熱測定でサンプル量が高精度に決定できる。以上の背景から、^{241,243}Am のサンプル量を熱量測定により高精度に決定する目的で、TA インストルメント社製マイクロカロリメータ TAM IV を導入し測定の技術開発を行った。

2. 測定・解析

²⁴¹Am 密封サンプルは 950MBq および 480MBq の二種類、²⁴³Am 密封サンプルは 240MBq、120MBq、60MBq の三種類(すべて公称値)が用意され、熱量測定により 0.2%以上の高精度で発熱量を決定した。

崩壊熱の直接測定は不純物からの発熱を区別できず、また測定領域外での発熱が測定できないというデメリットがある。不純物発熱の補正のために、封入前のサンプルと同じ同位体組成の溶液から作成した α 線源のスペクトル解析を行い、不純物の定量を行った。さらに測定領域外での熱量漏れ補正のために、 γ 線の影響を GEANT4 を用いたモンテカルロシミュレーションにより、 β 崩壊に伴うニュートリノの影響を β 崩壊理論モデルに基づき見積もった。報告ではさらに、Ge 検出器を用いた崩壊 γ 線測定による定量結果との比較、およびマイクロカロリメータ自体の較正についても述べる。

本報告は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業として、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が実施した平成 28 年度の「マイナーアクチニドの中性子核データ精度向上に係る研究開発」の成果である。

*Taro Nakao¹, Kazushi Terada¹, Atsushi Kimura¹, Shoji Nakamura¹, Osamu Iwamoto¹, Hideo Harada¹, Masayuki Igashira¹,
Tatsuya Katabuchi¹, Jun-ichi Hori¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Tokyo Institute of Technology, ³Kyoto University Research Reactor Institute