

プルトニウム定量評価のための超ウラン元素 LX 線スペクトルの解析

Analysis of TRU LX-ray spectra for plutonium quantitative assay

九大院・工¹, 原子力機構², JAXA 宇宙研³, 日立ハイテクサイエンス⁴

○前田 亮¹, 前畑 京介¹, 伊豫本直子¹, 石橋健二¹, 高崎浩司², 中村圭佑², 青木克憲²,
満田和久³, 田中啓一⁴

Kyushu Univ.¹, JAEA², ISAS/JAXA³, Hitachi High-Tech Science⁴

○Makoto Maeda¹, Keisuke Maehata¹, Naoko Iyomoto¹, Kenji Ishibashi¹, Koji Takasaki²,
Keisuke Nakamura², Katsunori Aoki², Kazuhisa Mitsuda³, Keiichi Tanaka⁴

E-mail: MM61@kune2a.nucl.kyushu-u.ac.jp

我々のグループでは優れたエネルギー分解能を有する TES (超伝導遷移端温度計) 型マイクロカロリメータを用いた、LX 線の分光分析による Pu を含む超ウラン元素の管理に関して研究を行ってきた。測定試料中の超ウラン元素の含有量は各特性 X 線の検出事象, つまり各ピークの積分値から計算される。X 線ピークの積分値を精度良く見積もるためにはより優れたフィッティング関数が重要となる。

一般的に検出器の応答はガウス分布 $G(E)$ に従う。

$$G(E) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[-\frac{(E - E_0)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (1)$$

ここで、 E はエネルギー, E_0 はピークの位置, σ は半値幅に関連するパラメータである。また, 特性 X 線は自然幅 Γ を持つローレンツ分布 $L(E)$ で表されるエネルギー分布を有する。

$$L(E) = \frac{\Gamma/2\pi}{(E - E_0)^2 + (\Gamma/2)^2} \quad (2)$$

通常、X 線スペクトルでは検出器の応答によるピークの広がりが大きく、ピークのフィッティングにはガウス分布が使用される。しかし、本研究の測定対象である 11~22 keV の超ウラン元素の LX 線はローレンツ分布の自然幅が 10~30 eV と大きく半値幅 50 eV 程度の高エネルギー分解能検出器を用いて測定されたスペクトルではその影響が無視できない。このため、ガウス分布でのフィッティングにより得られた積分値は誤差が大きくなる。本研究では、式 (3) のようにガウス分布とローレンツ分布の畳込みで表されるフォークト分布を用いてフィッティングを行った。

$$V(E) = \int_{-\infty}^{\infty} L(E')G(E - E')dE' \quad (3)$$

図 1 にガウス分布 (赤線) とフォークト分布 (青線) を比較したグラフを示した。点は実験値、破線は (2) で表される X 線の分布をそれぞれ示している。

今後、モンテカルロシミュレーションを用いて検出効率を計算し、その結果とフィッティングの結果を用いて超ウラン元素の定量管理の実現性や精度について検証する。

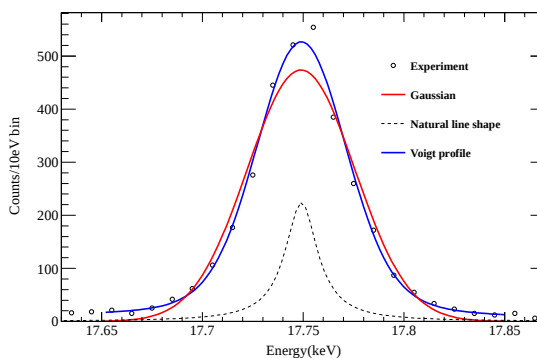


図 1: ガウス分布 (赤線) とフォークト分布 (青線) の比較。