

## $\alpha$ 線エネルギースペクトルの解析によるろ紙内プルトニウム分布の推定

Estimation of the plutonium distribution in filter paper by the analysis of alpha-energy spectra

\*右田 豊紀恵<sup>1</sup>, 福津 久美子<sup>1</sup>, 石井 康太<sup>2</sup>, 酒井 康弘<sup>2</sup>, 吉井 裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構, <sup>2</sup>東邦大学

ろ紙に滴下した硝酸プルトニウム溶液から放出される $\alpha$ 線のエネルギースペクトルをモンテカルロシミュレーションソフトウェア AASI (advanced alpha-spectrometric simulation)で詳細に解析し、ろ紙内でのプルトニウムの分布を明らかにした。

**キーワード:** モンテカルロシミュレーション, プルトニウム,  $\alpha$ 線エネルギースペクトル

### 1. 緒言

プルトニウム (Pu)やアメリシウム (Am)等の $\alpha$ 線放出核種を含む溶液が物質中に浸透すると、核種から放出された $\alpha$ 粒子がその物質の表面に至るまでの間に失うエネルギーは、核種が物質中の深さ方向のどこに位置するかによって変化する。このため、 $\alpha$ 線エネルギースペクトルは高エネルギー側から低エネルギー側まで広範囲にわたる幅の広いピークを呈する。福津らは硝酸 Pu 溶液を滴下したろ紙から得られた $\alpha$ 線エネルギースペクトルとシミュレーション計算した結果を比較してろ紙内における Pu 分布の推定を行ったが、この分布を関数では表していない[1]。そこで本研究では、硝酸 Pu 溶液が深さ方向に対して指数関数的に減少していくモデルを構築し、数学的解析を行った。

### 2. 実験

厚さ 210  $\mu\text{m}$  のワットマンろ紙 (グレード 40) に  $8.53 \pm 0.14 \text{ Bq}/\mu\text{L}$  の硝酸 Pu 溶液 ( $^{241}\text{Am}$  を 5%含む) を 10  $\mu\text{L}$  滴下し、1.5  $\mu\text{m}$  厚の Diafoil® (Mitsubishi Polyester Film Corp., Tokyo, Japan)で挟みこんだものを試料とした ( $^{239+240}\text{Pu}$  の放射能:85.3 Bq)。この試料から放出される $\alpha$ 粒子のエネルギーを $\alpha$ スペクトロメータ (Alpha Analyst Model A1200-37AM, Canberra Industries, Inc.)で 24 時間測定し、 $\alpha$ 線エネルギースペクトルを得た。測定されたスペクトルの再現にはモンテカルロシミュレーションソフト AASI (advanced alpha-spectrometric simulation) [2]を用いた。その際、擬似的に 1  $\mu\text{m}$  ごとに細分化したろ紙モデルを構築し、細分化したろ紙の 1 番上の層から Pu を深さ方向に対して指数関数的に減少するように分布させた ( $y = Ae^{-\mu x}$ )。この減衰率  $\mu$  をパラメータとして様々に変化させて、測定されたスペクトルをもっともよく再現できる  $\mu$  を探索した。

### 3. 結果と考察

測定で得られた $\alpha$ 線のエネルギースペクトルには $^{239}\text{Pu}$ と $^{241}\text{Am}$ 由来の信号が観測された。さらに AASI シミュレーションにおいて、測定された $\alpha$ 線エネルギースペクトルと Pu および Am の割合をろ紙の深さ方向に対して均等に分布させた場合と指数関数に分布させたシミュレーションを行った結果、均等に分布させた場合よりも指数関数的に分布させた方が測定値により近い結果となった。現状では $\mu = 0.0033 (\mu\text{m})^{-1}$ のとき測定値を最も良く再現できたが、完全に一致しているとは言えないため、更なる検討が必要である。分布を関数で表現したことにより、放出された $\alpha$ 線がろ紙内で静止してしまうような深い位置まで浸透した硝酸プルトニウムについても分布を推定することが可能となった。

### 参考文献

[1] Kumiko Fukutsu, Yuji Yamada, Makoto Akashi, *Radiation Protection Dosimetry*, **134**, (2009), 87–93

[2] T.Siiskonen and R.Pöllänen, *Nuclear Instruments Methods in Physics Research A*, **550**, (2005), 425–434

\*Yukie Migita<sup>1</sup>, Kumiko Fukutsu<sup>1</sup>, Kota Ishii<sup>2</sup>, Yasuhiro Sakai<sup>2</sup> and Hiroshi Yoshii<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology., <sup>2</sup>Toho Univ.