

創傷部ふき取り模擬試料中ウラン及びプルトニウムの蛍光 X 線分析

X-ray fluorescence analysis of uranium and plutonium in a sample simulating blood extracted from wound

*伊豆本 幸恵^{1,2}, 福津 久美子¹, 高村 晃大^{1,3}, 酒井 康弘³, 小栗 慶之², 吉井 裕¹

¹量子科学技術研究開発機構, ²東京工業大学, ³東邦大学

我々はこれまでに、核燃料取扱作業中の事故で創傷部にアクチニド汚染の可能性がある際に、創傷部の血液を拭き取り蛍光 X 線分析により定量する方法を提案してきた。今回は、プルトニウムに対してウランが非常に多い混在汚染の場合に、プルトニウムの蛍光 X 線の信号が受ける影響について検討した。その結果、ウラン質量がプルトニウムの約 100 倍を超える場合でもプルトニウムを定量できる可能性が示された。

キーワード: 創傷部, ウラン, プルトニウム, 蛍光 X 線分析

1. 緒言

核燃料取扱施設では、作業者がウランやプルトニウム等のアクチニドによる汚染を伴う創傷を負うリスクがある。このような事故では、汚染核種や汚染量を迅速に把握し、これに基づく治療を行う必要がある。通常、アクチニドの検出は α 線計測によって行われる。しかし、創傷部汚染の場合、血液等によって α 線が遮蔽され、検出が困難になる場合があり得る。そこで、我々は創傷部のアクチニドを検出するために、創傷部の血液をろ紙で捕集し、これを蛍光 X 線分析で元素分析する手法を開発してきた^[1,2]。これまでに、この手法がウラン汚染血液及びプルトニウム汚染血液に適用できることが明らかとなっている。一方、核燃料中ではその質量の大部分をウランが占めており、プルトニウムはごく少量である。本研究では、このようなウランの質量存在比が大きい場合にプルトニウムの蛍光 X 線の信号が受ける影響について検討した。

2. 実験

使用済み核燃料中のウランとプルトニウムの質量比 (100 倍程度) を参考に、ウランの質量がプルトニウムの質量の 100~500 倍程度になるよう、各種濃度の硝酸ウラン溶液 10 μ L と 150 Bq の硝酸プルトニウム溶液 10 μ L を 5.5 mm 径に切り出したろ紙 (5A, Advantec) に滴下、乾燥させた。これをポリプロピレンフィルムで密封し、汚染拡大を防止した後、蛍光 X 線分析を行った。蛍光 X 線分析装置は Epsilon4 (マルバーンパナリティカル) を用いた。

3. 結果、考察

試料中のウランの質量がプルトニウムの質量の約 100 倍である場合の蛍光 X 線スペクトルを図 1 に示す。U L α 線 (13.6 keV) と Pu L α 線 (14.3 keV) が観測され、信号強度に大きな差があるが、ピークは十分離れている。よってこの場合でもプルトニウムの定量は可能であることが示された。

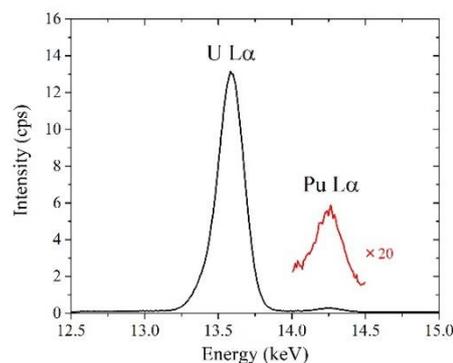


図 1 ウランがプルトニウムの約 100 倍含まれる試料の蛍光 X 線スペクトル

参考文献

[1] Y. Izumoto et al., J. Radiol. Prot. 38 (2018) 1384-1392

[2] Y. Izumoto et al., X-ray spectrometry (2019), in press

*Yukie Izumoto^{1,2}, Kumiko Fukutsu¹, Kodai Takamura^{1,3}, Yasuhiro Sakai³, Yoshiyuki Oguri², Hiroshi Yoshii¹

¹QST., ²Tokyo Tech, ³Toho Univ.