

可搬型加速器 X 線源による燃料デブリのオンサイト元素分析

Study on On-site Material Inspection of Nuclear Fuel Debris by Portable X-ray Lianc Source

*福岡 潤哉¹，上坂 充¹，三津谷 有貴¹，高橋 浩之¹，島添 健次¹，中田 直樹¹

¹ 東京大学

抄録: 可搬型加速器 X 線源によるその場での非破壊燃料デブリ CT 元素分析手法の開発を行う。模擬デブリについて化学分析との比較をすることで、本元素分析手法の妥当性を確認する。

キーワード：2色X線CT、可搬型加速器X線源、燃料デブリ、非破壊検査

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所（1F）の廃止措置等に向けた中長期ロードマップによれば、2021年には燃料デブリ取り出しが始まる。しかしながら、実際の燃料デブリ取り出し作業に伴う問題点としては、対象とする燃料デブリの塊全体の性状が不確かであり、取り出し作業自体が難航すると予想される。故に、本研究では炉内に存在する燃料デブリについての、可搬型加速器 X 線源を用いた物性解析を目的としている。

2.2 色 X 線 CT による燃料デブリの物性解析の可能性

2 色 X 線 CT 技術は、現在、医療分野等で用いられているが、そのほとんどの対象となる元素は比較的原子番号が小さいものだけである。というのも、図 1 から分かるように、100keV 以下程度の低エネルギー領域では原子番号の大きい元素が吸収端を持つため、これらの元素には 2 色 X 線技術を適用できない。そこで、重元素が吸収端を持たない数 100keV 程度のエネルギー領域を用いて、燃料デブリへの 2 色 X 線 CT 技術の適用を検討した。また数値解析からも有用であることを示した。

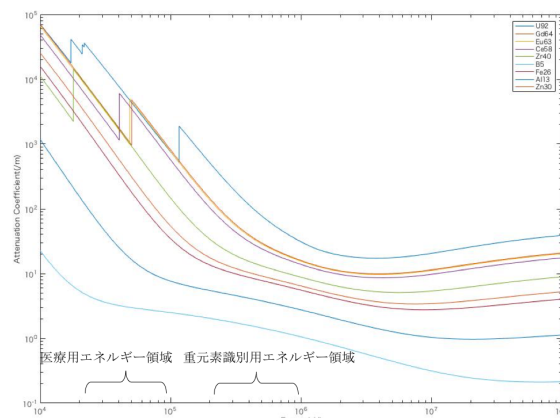


図1 デブリ内に存在する可能性のある元素の線源弱係数

3. 基礎実験

基礎実験として、当研究室が持つ 950keV X バンドライナックと photon counting 式の Ce:GAGG X 線識別カメラを用いて鉄釘サンプルの CT 実験を行った。結果、検出器のカウントレートを加速器の光子のパルスの繰り返し数が大きく上まわり、パイルアップが確認された。そこで、パルス数を減らすために遮蔽材として鉛を加速器と検出器の間に置いたところ、図 2 のようにパイルアップすることなくエネルギースペクトルがとれ、鉛の特性 X 線が確認された。

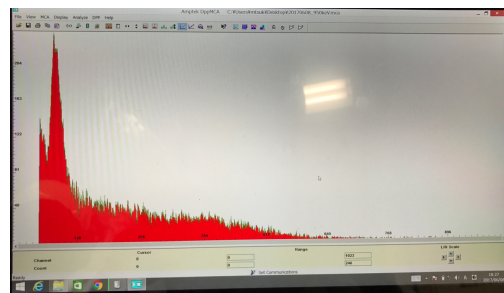


図 2 鉛遮蔽を置いたときのエネルギースペクトル

3. 結論

2 色 X 線 CT 技術の燃料デブリへの適用可能性を検討した。また、その数値解析を行った。基礎実験として、可搬型加速器 X 線源と Ce:GAGG X 線識別カメラを用いて実験を行い、パイルアップが起こることを確認し、それに対して鉛遮蔽が有効であることを実証した。

参考文献

[1] M. Torikoshi, et al, "Features of dual-energy X-ray computed tomography", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. 548. (2005). 99-105

*Junya Fukuoka¹, Mitsuru Uesaka¹, Yuki Mitsuya¹, Hiroyuki Takahashi¹, Kenji Shimazoe¹ and Naoki Nakada¹

¹University of Tokyo