

## PIXE-CT を用いた微小試料の 3 次元元素分析法の開発

Development of a Three-dimensional Elemental Analysis for the Micro-sample by PIXE-CT

\*畠山 泰輔<sup>1</sup>, 石井 慶造<sup>1</sup>, 松山 成男<sup>1</sup>, 寺川 貴樹<sup>1</sup>, 佐多 大地<sup>1</sup>  
佐藤 隆博<sup>2</sup>, 江夏 昌志<sup>2</sup>, 山田 尚人<sup>2</sup>, 神谷 富裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院量子エネルギー工学専攻, <sup>2</sup>日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所

三次元の元素分布を得るための有効な手段の一つに PIXE-CT がある。東北大学と高崎量子応用研究所で試料断面の元素分布の取得に成功したのでこの結果を報告する。

**キーワード:** PIXE, コンピュータ断層撮影, マイクロビーム

マイクロ PIXE 分析法は加速器からのマイクロビームを試料にスキャンしながら照射し、試料から発生する特性 X 線を測定することでミクロの領域での元素分析を行う手法である。マイクロ PIXE は元素の二次元分布の取得方法として非常に有効な手法であるが、三次元の元素分布を取得することが出来れば、元素の移行の機構の解明等より詳細な分析が可能になると考えられる。そこで我々は、試料を回転させながらマイクロ PIXE 分析を 360° 方向から行い、得られた二次元マップ(投影データ)に対して逆投影する画像再構成を行うことで試料断面の元素分布を得る PIXE-CT システムを開発した。断面の元素分布を取得する方法としては、試料を薄くスライスする手法や、吸収端の差分を用いる手法が有るが、試料情報の欠損や一度の測定で一種類の元素しか測定することが出来ない等問題点も多い。PIXE-CT は、非破壊分析、多元素同時分析、生体試料の分析、数 ppm オーダーでの分析が可能であるため、三次元の元素分布測定には非常に有効な手法であると考えられる。

今回は高崎量子応用研究所のイオン照射研究施設 TIARA の 3MV シングルエンド加速器を用いて PIXE-CT を行い、ML-EM アルゴリズムを用いた画像再構成を行った。ビームのエネルギーは 3MeV、ビーム径は  $1 \times 1 \mu\text{m}$ 、スキャン範囲は  $199 \times 200 \mu\text{m}$  である。試料としては、福島第一原子力発電所の事故による放射性セシウムの吸着を仮定した約  $90 \mu\text{m}$  径の模擬汚染粘土をアラルダイトでカーボンファイバーに固定したものを作成した。粘土粒子に吸着しているセシウムの元素分布が確認できれば減容化の技術の向上が期待できる。この試料を 5 分毎に 9° ずつ回転させながら撮影を行った。得られた結果を分析すると、セシウムの元素分布は、粘土粒子の表面から約  $15 \sim 20 \mu\text{m}$  の深さで吸着していることが分かった。この結果は以前、東北大学で行った PIXE による準単色 X 線を線源として利用するミクロン CT による吸収端の差分法で得られた、 $100 \mu\text{m}$  径の粘土粒子に対してセシウムが深さ約  $10 \mu\text{m}$  で吸着するという結果と同様でありシステムの有用性が確認できた。これにより東北大学のミクロン CT システムと組み合わせることで、試料の形状と元素分布を同時に把握できる CT システムが開発され、さらに詳細な分析が期待できる。

\*Taisuke Hatakeyama<sup>1</sup>, Keizo Ishii<sup>1</sup>, Shigeo Matsuyama<sup>1</sup>, Atsuki Terakawa<sup>1</sup>, Daichi Sata<sup>1</sup>,

Takahiro Satoh<sup>2</sup>, Masashi Koka<sup>2</sup>, Naoto Yamada<sup>2</sup>, Tomihiro Kamiya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Quantum Science and Energy Engineering, Tohoku University <sup>2</sup>Takasaki Advanced Radiation Research Institute <sup>2</sup>.