原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発
（13）中性子と X 線イメージングの複合化　Ⅲ

Development of Nondestructive Methods Adopted for Integrity Test of Next Generation Nuclear Fuels
(13) Combination between neutron and X-ray radiograms III

*加美山 隆[1]，長谷美 宏幸[1]，佐藤 博隆[1]，中島 健[2]
[1]北海道大学大学院工学研究院，[2]京都大学原子炉実験所

中性子飛行時間法に基づく原子炉燃料の非破壊分析技術の開発において、空間分解能の向上及び元素情報の付与を目的に、高精細 X 線 CT と中性子イメージングによる相乗イメージング手法について 3 次元化の検討を行った。

キーワード：非破壊分析法，中性子イメージング

1. 緒言

平成 26 年度より MA 含有 TRU 燃料の健全性評価のために、パルス中性子・制動 X 線混在場を用いた総合的な非破壊分析システムを開発する研究プロジェクトがスタートした。本プロジェクトにおける研究開発項目の一つとして、中性子・X 線の両者を融合したイメージング技術の開発がある。これは、X 線撮像による高精細な形状データに、共鳴吸収イメージングで測定した物性値を付与することで、高精細な物性値分布イメージを取得するというものである。本発表では、中性子・X 線による相乗イメージング法で取得した元素分布情報を X 線 CT イメージ上にマッピングする 3 次元化について報告する。

2. 相乗イメージングによる元素分布の 3 次元化

中性子・X 線相乗イメージングを用いると、中性子と X 線の透過力の違いによって元素の種類を区別したイメージを得ることができる。これまで、2 次元的な試料に対して、加速器中性子線源と実験室系の X 線源により得られた透過イメージを基にした相乗イメージングは成功している。これを 3 次元化するためには、X 線 CT を用いて高精細な 3 次元ボクセルデータを構築するとともに、中性子透過イメージを *x*, *y*, *z* の 3 方向について透過イメージを取得する。X 線 CT から中性子の測定方向と一致したイメージを生成し、中性子イメージと関連させて相乗イメージングを行い、その結果を 3 次元的に再構成する。図は、この手順について、計算機シミュレーションした結果である。円筒状試料内に B, Al, Cd, Pb を配置して高分解能の X 線 CT イメージを得ると共に、低解像度の中性子イメージとの相乗イメージングを実施して、その値を CT で構築した物体モデル内のボクセルに格納した。その結果、元素分布の 3 次元モデルを構築することができた。

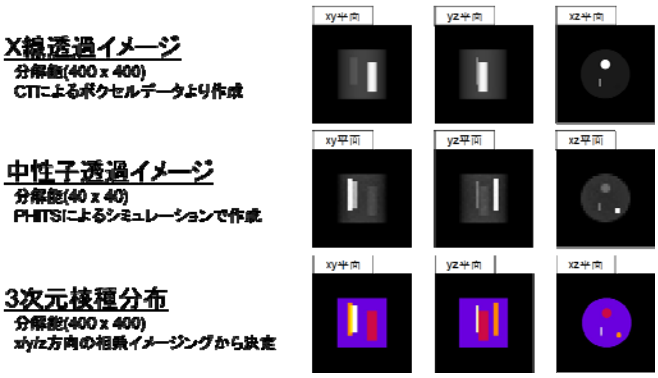

図 中性子・X 線 3 次元相乗イメージングのシミュレーション

3. 結論

X 線 CT と中性子イメージングを複合的に利用することで元素の物体内 3 次元分布を明らかにすることができる。発表では実際の実験による結果を報告する。

謝辞本研究は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として、京都大学が実施した平成 29 年度「次世代原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発」の成果を含む。

*Takashi Kamiyama[1], Hiroyuki Hasemi[1], Hirotaka Sato[1] and Ken Nakajima[2]
[1]Faculty of Engineering, Hokkaido University, [2]Kyoto University Research Reactor Institute