

## 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 (14) 空間分解能の改善 III

Development of Nondestructive Methods Adopted for Integrity Test of Next Generation Nuclear Fuels

### (7) Improvement of Spatial Resolution III

\*持木 幸一<sup>1</sup>, 小出 純平<sup>1</sup>, 浦垣 俊幸<sup>1</sup>, 羽倉 尚人<sup>1</sup>, 河原林 順<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京都市大学

中性子パルス TOF 法に基づく共鳴吸収イメージング用撮像システムにおける空間分解能改善のためのサブピクセルシフト法の有効性を実験的に検証した。

**キーワード**：非破壊分析法、中性子イメージング、超解像

#### 1. 緒言

直径約 10 mm の MA 含有 TRU 燃料の健全性評価において熱的に問題となる 0.4 mm 以上のプルトニウムスポットの検知を目的とし、パルス中性子 TOF 法に基づく共鳴吸収イメージングシステムを開発した。要求される仕様は、対象となる共鳴吸収エネルギーが 100 eV で検出効率が 10 % を確保し、 $\gamma$  線弁別が可能で、かつ時間分解能が良いことである。検討の結果、1.5 mm 角で長さ 5 mm のピラー状 Li ガラスシンチレータ 32 × 32 本を束ねた 2 次元シンチレータと、1 ch が 3 mm 角で 16 ch × 16 ch 並んだマルチアノードフォトマル、および時間分解能が 40 ns である Li ガラスシンチレータ用時間分析器 (LiTA12e) からなるシステムを構築した。しかし、このシステムでは、LiTA12e の重心処理機能を利用して、画素分解能はシンチレータの形状である 1.5 mm であり、不十分であるため、空間分解能改善策として、サブピクセルシフトによる超解像化の有用性を実験的に検証した。

#### 2. サブピクセルシフトによるイメージング

超解像化のために画像 1 pixel を縦横等分に分割し、分割した数だけシフトして、透過画像をそれぞれ撮像し、これらのデータより再構成して分解能を改善する。そのため、試験体を X-Z テーブル上に設置し、シフト量が 0.15 mm ステップで各方向 10 × 10 回シフトさせて透過像データを取得した。測定は KURRI-LINAC にて、30 MeV、4  $\mu$ s、104  $\mu$ A、50 Hz で、各測定点で 40 分間行った。図 1 (a) に取得した原画像で中性子エネルギーが In の共鳴吸収ピーク 1.5 eV を含む 1.36 eV ~ 1.61 eV の範囲の積算画像の 1 枚を示す。視野は 49 mm × 49 mm である。(b) は 100 枚の画像を 10 分の 1 画素の間隔で並べた結果である。(c) は画像の下半分に置かれた模擬燃料の被検体で、ベース素材 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の中に直径と同じ長さの円筒状の Au と In が埋め込まれている。図 1 (b) より、この単純な方法で 0.4 mm の In が検出できていることを確認した。

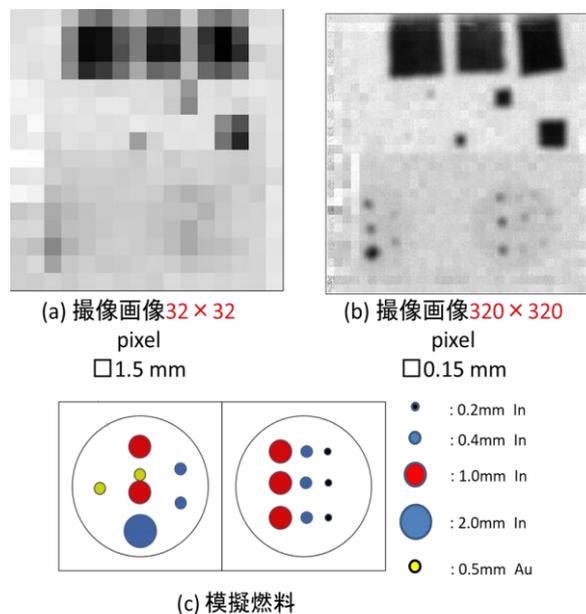


図 1 再構成結果と被検体の模擬燃料

#### 3. 結論

TRU 燃料の非破壊による健全性評価において要求される 0.4 mm の検出を模擬燃料材料で確認できた。

**謝辞** 本研究は、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。

\* Koh-ichi MOCHIKI<sup>1</sup>, Junpei KOIDE<sup>1</sup>, Toshiyuki URAGAKI<sup>1</sup>, Naoto HAGURA<sup>1</sup>, Jun KAWARABAYASHI<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Tokyo City Univ.