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
（7）空間分解能の改善

Development of Nondestructive Methods Adopted for Integrity Test of Next Generation Nuclear Fuels
(7) Improvement of Spatial Resolution

*小出 純平[1]，浦垣 俊幸[1]，羽倉 尚人[1]，河原林 順[1]，持木 幸一[1]
[1]東京都市大学

パルス TOF 法に基づく共鳴吸収イメージングシステムの空間分解能改善のために、サブピクセルシフトによる超解像を組み込んだシステムを検討した。

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

パルス中性子 TOF 法に基づく共鳴吸収イメージングでは、共鳴吸収ピークを用いることで一度に複数の核種の定量分析を行うことができる。また、共鳴吸収ピークは熱外領域にあるため、検出効率を重視して 1 mm 角の細く長いシンチレータをアレイ化したものを用いる。しかし、撮像システムの空間分解能はシンチレータの形状に依存するため、空間分解能は 1 mm となり、TRU 燃料の健全性評価において熱的に問題となる 0.4 mm のプルトニウムスポットの検知のために、さらなる空間分解能の改善が求められている。今回は、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のためにシフト機構を組み込んだシステムの検討と、空間分解能の改善特性について報告する。

2. 検討したシステム

図 1 に、サブピクセルシフトによる超解像に対応したイメージングシステムを示す。これは画像 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、分解能を改善する手法である。そのため、試験体を X-Z テーブル上に設置し、遠隔で操作してそれぞれのシフト位置での透過画像を PC に記録し、測定終了後に ML-EM 法による再構成を行う。

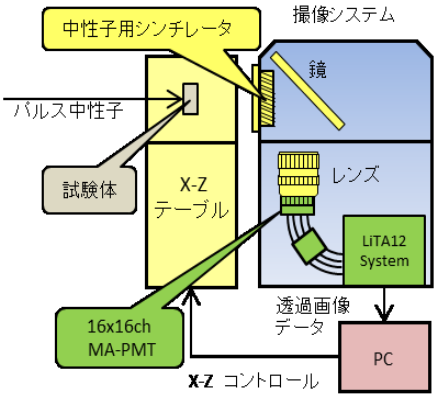
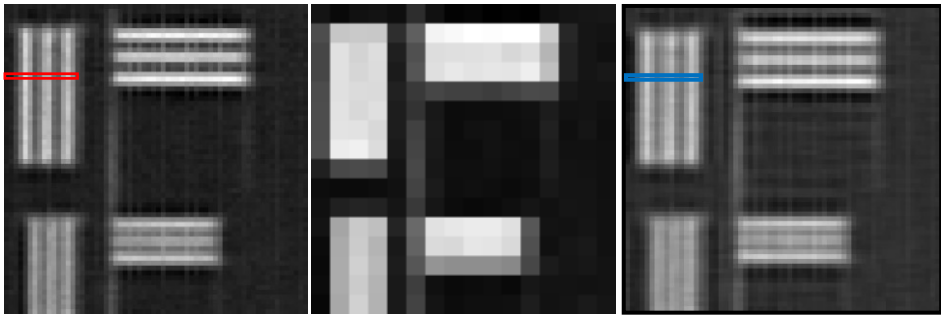


図 1：サブピクセルシフトによる超解像に対応したシステム

3. シミュレーション結果

今回は X 線透過画像を用いてシミュレーションを行った。図 2 に X 線透過画像である原画像(A)から、サブピクセルシフトを考慮して生成した 16 pixel × 16 pixel の模擬撮像画像(B)16 枚を用いて、64 pixel × 64 pixel の再構成を行った結果(C)を示す。図 3 のラインプロファイルより、再構成によってボケはあるものの、ラインペアの識別はできるようになった。



(A)原画像　(B)模擬測定画像　(C)再構成結果

図 2：シミュレーション結果

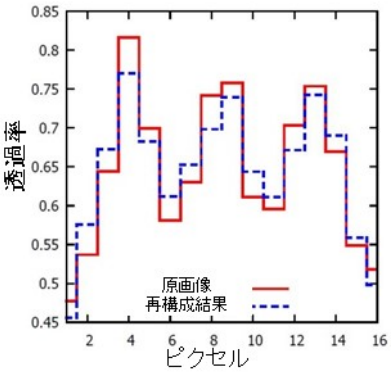


図 3：ラインプロファイル

*Junpei KOIDE[1], Toshiyuki URAGAKI[1], Naoto HAGURA[1], Jun KAWARABAYASHI[1], Koh-ichi MOCHIKI[1]
[1]Tokyo City Univ.