

核鑑識の属性評価における核物質異同識別手法の研究
(3) 核物質粒子形状パラメータに基づく異同識別方法の検討

Study on Discrimination Methodology for Material Attribution in Nuclear Forensics

(3) Study on Material Discrimination based on Nuclear Material Particle Shape

*木村 祥紀¹, 篠原 伸夫¹, 松本 哲也²

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 有限会社アユー

原子力機構では、核鑑識分析における分析・測定手法に関する技術開発と、分析データと核鑑識ライブラリと呼ばれるデータベースの情報を比較することで核物質の異同識別を行い、サンプルの起源や履歴といった属性を特定する属性評価手法の開発を進めている。本発表では、JAEA で開発を進める顕微鏡画像解析ツールで定量化した核物質粒子の形状パラメータによる異同識別方法について検討した結果を報告する。
キーワード：核鑑識、核セキュリティ、顕微鏡画像、形態学

1. 緒言

原子力機構では、犯罪現場や不法移転等の現場から押収された核物質等の出所・履歴といった属性を特定する核鑑識技術に関する研究開発の一環で、核鑑識分析で得られた分析データと核鑑識ライブラリと呼ばれるデータベースの情報を比較することで核物質の異同識別を行い、サンプルの起源や履歴といった属性を特定する属性評価手法の検討を進めている。

2. 粒子形状パラメータに基づく異同識別解析手法

原子力機構で開発を進めている核鑑識顕微鏡画像解析ツールを使用し[1]、電子顕微鏡で取得した核物質粒子の画像を解析することで粒子形状パラメータを定量化した。また、定量化した粒子形状パラメータに基づいた粒子形状の異同識別解析手法として、①統計検定による確率分布比較、②ヒストグラム比較解析による粒子形状パラメータ分布の類似度評価、③多変量解析手法による形状パラメータの多次元解析、について検討した。

3. 核物質粒子形状による異同識別解析

核物質粒子による異同識別解析のケーススタディの例として、走査型電子顕微鏡で取得した2種類の異なるウラン試料粒子（イエローケーキ：YC、二酸化ウラン：UOX）の画像をもとに核物質粒子の形状パラメータ

形状パラメータ	KS-Test ($\alpha=0.05$)	Histogram Interception
等価円直径	Not Match	0.59
縦横比(近似楕円)	Match	0.90
Compactness (形状複雑性)	Match	0.68

を解析し、統計検定（KS 検定）とヒストグラム比較解析手法で異同識別解析を行った結果を表に示す。本検討により、統計検定で粒子形状パラメータの確率分布をもとにした異同識別が可能であることが示され、ヒストグラム比較解析手法により粒子形状分布の類似度を定量的に評価できることが示された。また多変量解析手法を用いた粒子形状パラメータの多次元解析によって、異同識別解析の指標として重要となるパラメータを抽出できることが示された。

参考文献

[1] 木村祥紀 他、日本原子力学会 2017 春の年会。

*Yoshiki Kimura¹, Nobuo Shinohara¹and Tetsuya Matsumoto²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²AYUU.