

ナトリウム冷却高速炉におけるマルチレベル・シナリオシミュレーション技術開発 (18) ナトリウム-酸素反応界面における反応生成物エアロゾル物性計測

Development of multi-level, multi-scenario simulation systems for sodium cooled fast reactor

(18) Physical property measurement of reaction product aerosol at sodium-oxygen reaction surface

*出口 祥啓¹, 菊地 晋², 栗原 成計², 高田 孝², 大島 宏之²

¹徳島大学, ²JAEA

ナトリウム(Na)冷却高速炉(SFR)の安全基盤技術としてマルチレベル・シナリオシミュレーションシステムの開発を進めている。本報告では Na 燃焼解析コードの V&V に資するため、Na 漏えい時に生成するエアロゾルを対象に、ナトリウム-酸素反応界面において、レーザー計測を用いた反応生成物の物性計測結果を報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉、ナトリウム-酸素反応、エアロゾル、レーザー計測

1. 緒言 ナトリウム(Na)冷却高速炉(SFR)の安全基盤技術としてマルチレベル・シナリオシミュレーションシステムの開発を進めている。このシミュレーションシステムの V&V を適切に実施するには、信頼性を確保した実験知見やデータベースの構築が必要不可欠である。本報告では、SFR 固有事象である Na 燃焼(Na-酸素反応)により生じるエアロゾル特性を解明するため、Na と酸素を上下に対向させた流れ場で形成される反応界面における反応生成エアロゾルの物性計測結果を報告する。

2. 実験方法 実験には、対向型 Na 反応装置を用いた^[1]。アルゴン(Ar)雰囲気中にて 820K に加熱した Na に Ar 希釈の 2% 及び 4% の酸素を導入し、Na-酸素反応を生成させた。反応により生成するエアロゾル物性評価では、ミー散乱法及び LII(Laser Induced Incandescence)を適用した。また、エアロゾルの光学物性の計測精度向上を目的として、波長の異なるミー散乱光計測と LII を用いたエアロゾルの粒径の比較に加え、ミー散乱光計測を用いた複素屈折率の評価を行った。

3. 結果及び考察 ミー散乱法及び LII を用いたエアロゾル物性評価結果の一例として、酸素 2% の場合を図 1 に示す。LII を用いたエアロゾル粒径計測では、2 次元粒径分布及び Na 液面からの距離 Z と粒径度数分布の関係を求めた。反応界面におけるエアロゾルの粒径は、Na 液面に近づくにつれて、大きくなる傾向が確認できる (図 1(a))。また、反応界面の各位置での粒径分布も計測され (図 1(b))、粒径の分布範囲は概ね 0.2-1.3 μm 程度であることが確認された。一方、ミー散乱計測では、ミー散乱光強度が、散乱角、粒径、波長、複素屈折率に依存することを利用して、粒径と複素屈折率を算出した。酸素 2% において、粒径 1.02 μm 、複素屈折率 1.37-0.6i が求められ、粒径オーダーとして LII 計測値との良い一致を示すことを確認した (図 1(c))。

4. 結言 Na-酸素反応場において、ミー散乱法及び LII を用いたエアロゾル物性評価を行った。Na-酸素反応から生成するエアロゾルとして、0.2-1.3 μm の粒径分布が計測され、Na 液面近傍で粒径が大きくなる傾向が観察された。また、ミー散乱光の波長依存性より複素屈折率 1.37-0.6i が求められた。

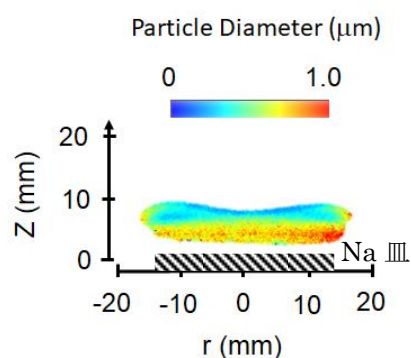
*本報告は、エネルギー対策特別会計に基づく文部科学省からの受託事業として、JAEA が平成 28～令和元年度までに実施した「革新的ナトリウム冷却高速炉におけるマルチレベル・マルチシナリオプラントシミュレーションシステム技術の研究開発」の成果である。

参考文献

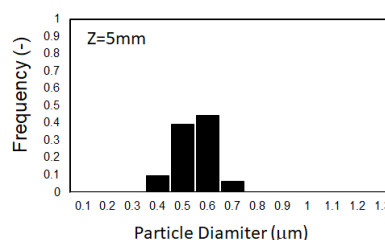
[1] Deguchi Y. et al., Applied Thermal Engineering 114 (5) (2017) 1702-1706.

*Yoshihiro Deguchi¹, Shin Kikuchi², Akikazu Kurihara², Takashi Takata², Hiroyuki Ohshima²

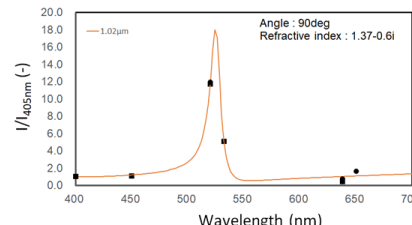
¹ Tokushima University, ²Japan Atomic Energy Agency



(a) LIIを用いた粒径分布計測結果



(b) 粒径度数分布(Z=5mm)



(c) ミー散乱法を用いたエアロゾル複素屈折率評価結果

図 1 エアロゾル物性評価結果(酸素 2%)