

東京電力福島第一原子力発電所 2号機試験的燃料デブリ取出しのための陸上輸送検討

Study on the land transportation for fuel debris samples to be retrieved on trial from Unit-2 of the Fukushima Daiichi NPS

*坂本 雅洋¹, 奥村 啓介¹, 溝上 暢人², 溝上 伸也²

¹JAEA, ²東電 HD

福島第一原子力発電所では、2号機から少量燃料デブリ等を試験的に取出し、回収物を茨城地区へ輸送してホットセルで分析することが計画されている。そこで、全炉心3次元核種インベントリデータを用いて、燃料デブリの輸送方法の制限に係る、A2値比及び空気吸収線量率の検討をおこなった。

キーワード：福島第一原子力発電所，燃料デブリ，輸送，A2値比，3次元核種インベントリ計算

1. 背景と目的 東京電力福島第一原子力発電所では、2号機から少量燃料デブリ等の試験的取出しをおこない、回収物を茨城地区へ輸送して、ホットセルで分析することが計画されている。当面の分析対象は少量（数グラム以下）に限定されることから、A型輸送容器の利用が合理的と言える。そこで、2号機の運転管理データに基づき作成した3次元核種インベントリデータ[1]を用いて、放射性物質等の輸送法令で求められるA2値比[2]の検討をおこなった。また、輸送時の核物質防護該非判定に係る空気吸収線量率を検討した。

2. 解析手法 A2値比は以下①～④、空気吸収線量率は⑤の手順で解析する。①：炉停止直後(2011年3月)の2号機に対する3次元核種インベントリデータを基に2022年時点まで崩壊計算をおこなう。ただし、炉停止直後における揮発性元素の放出は考慮しない。②：約1600核種に対して放射能への単位換算をおこなう。③：A2値比の計算に必要なデータライブラリ（A2値ライブラリ）を、輸送法令に基づき作成する。④：放射能データとA2値ライブラリを使用し、文献[2]の評価式によりA2値比を計算する。⑤：空気吸収線量率の計算では、炉停止直後の放射能データ（炉内全領域）と文献[3]の換算係数を用い、自己遮蔽を考慮しない点線源仮定で輸送対象物から1m離れた位置での空気吸収線量率を評価する。

3. 結果 ノード領域毎の燃焼度に対するA2値比の計算結果を図1に示す。A2値比は燃焼度に依存して大きくなる。これは主に燃料燃焼にともなうアクチノイド核種（²³⁸Pu, ²⁴⁴Cm, ²⁴¹Am(²⁴¹Pu崩壊)等）の増大によるものである。また、A2値比は、最大燃焼度よりもやや小さい燃焼度で最大になっていることがわかった。これはボイド率等の運転条件に依存する²³⁸Uの転換等によりA2値比支配核種の生成量が影響を受けるためである。結果的に、回収物の全量がウラン金属かつ事故時揮発性元素の放出をゼロとする保守的仮定において、13,152ノード領域に対する最大A2値比はおおよそ0.5/1gUと評価された。一方、輸送時の核物質防護該非判定に係る空気吸収線量率（輸送対象物から1m離れた位置での炉停止直後値）は、短寿命核種が支配的に効くため、図2に示すように比出力に対して直線的に変化し、最小二乗フィッティング式により良く表現することができる。これを使えば、運転管理データ等による最大比出力値から容易に核物質防護が必要（ $D \geq 1.0$ Gy/h）となる最大ウラン量を評価することができる。

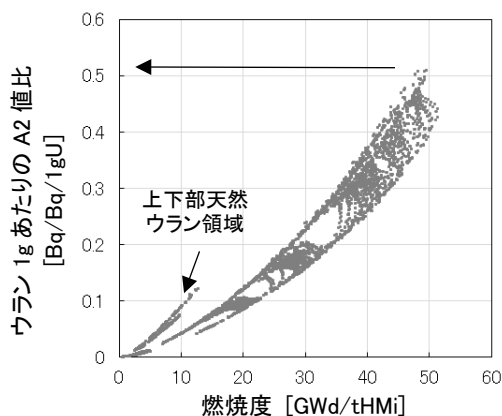


図1 燃焼度とA2値比の相関

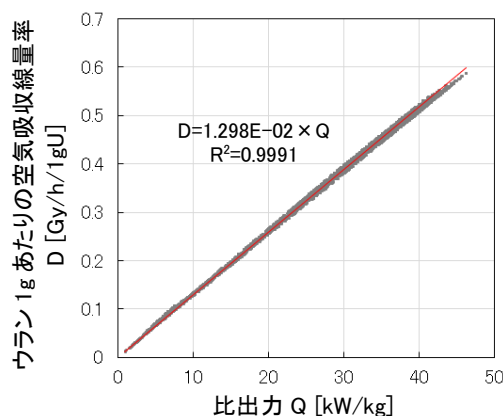


図2 比出力と空気吸収線量率の相関

参考文献

[1] 坂本他, 東京電力福島第一原子力発電所の全炉心3次元核種インベントリ計算, 日本原子力学会 2021年春の年会(3B01, 3B02), [2] NRA, 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示, [3] NRA, ICRP Publication 107.

*Masahiro Sakamoto¹, Keisuke Okumura¹, Masato Mizokami² and Shinya Mizokami²

¹JAEA, ²TEPCO HD