

多核種高除染性空気浄化システム開発による作業被曝低減化研究

(8) フィルターエレメントに捕捉される放射能評価のための簡易ツールの開発

Development of a high efficiency multi-nuclide aerosol filters for radiation protection during a process of cutting core

(8) Development of a simple tool to estimate radioactivity trapped by filter element

*千葉 豪¹, 石井 亮憲¹, 小崎 完¹, 奈良林 直¹, 佐藤 修彰²

¹北海道大学, ²東北大学

空気浄化システムのフィルターに捕捉される放射能を定量的に評価するため、放射能の減衰とプラント内の移行、自発核分裂に起因する短半減期 FP の生成を簡易的なモデルで評価するツールを開発した。

キーワード： 廃炉作業， フィルター， 空気浄化， 自発核分裂， 短半減期核分裂生成物核種

1. 背景 空気浄化システムの開発とその運用を考える際に、福島第一原子力発電所（1F）の廃炉作業におけるシステムの放射性核種捕捉量を評価する必要がある。そのためには、1F の事故発生直前の核燃料中の放射性核種のインベントリ、及び事故発生後の放射性核種の壊変とプラント中の移行を把握する必要がある。今回、1F の各部位における放射性核種インベントリを簡易的に評価するコードシステムを開発した。

2. 事故直前の放射性核種インベントリの評価 事故直前の放射性核種インベントリは、燃料交換バッチ、軸方向の出力、ボイド率分布を考慮した複数のピンセル計算の結果を用いて評価する[1]。燃焼・冷却履歴は、JAEA の西原らの評価データを基にする[2]。

3. 事故後の放射性核種インベントリの評価 プラントをいくつかの空間ノードに分割し、放射性核種のノード間の移行係数を元素毎に設定するという簡易的な核種移行モデルを導入し、プラント内の部位（ノード）毎の放射性核種インベントリを評価する。プラントを J 個の空間ノードに分割したとき、ノード j、時刻 t における核種 i の単位体積あたりの数密度 $N_{i,j}(t)$ が従う微分方程式を以下のように記述する。

$$V_j \frac{dN_{i,j}(t)}{dt} = -\lambda_i N_{i,j}(t) V_j - \sum_{j'} C_{i,j \rightarrow j'} N_{i,j}(t) V_j + \sum_{j'} \lambda_{i'} N_{i',j}(t) V_j P_{i' \rightarrow i} + \sum_{j'} C_{i,j' \rightarrow j} N_{i,j'}(t) V_{j'}$$

ここで、V は体積、 λ は崩壊定数、C はノード間移行係数、P は崩壊による核種遷移確率を示す。また、本コードシステムでは、自発核分裂に由来する短半減期核分裂生成物核種の生成も考慮することが可能である（シリーズ発表(9)にて報告）。また、空気浄化システムのフィルターには、作業対象部位に対応するノードに含まれる放射性物質の一定割合が捕捉されると仮定する。本コードシステムの概念図を図 1 に示す。

4. 今後の予定 本コードシステムを適切に運用するためには、プラントのノーディング方法及び核種の移行係数の設定が重要となる。それらについては、今後、既往研究における過酷事故解析コードを用いた解析結果や取得された実験データなどを参考にして取り組む予定である。

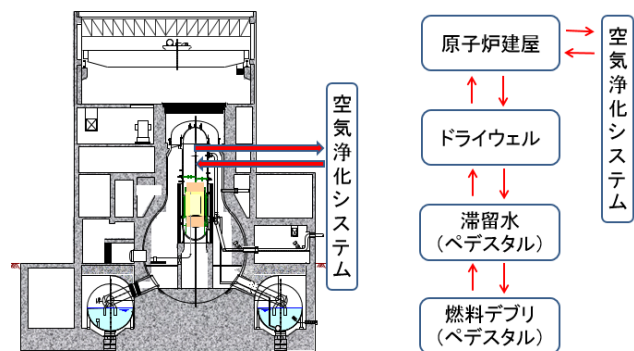


図 1、コードシステムの概念図

謝辞 本研究は、文部科学省の「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業による委託業務・平成 28 年度・多核種高除染性空気浄化システム開発による作業被曝低減化研究」の一部として実施した。

参考文献 [1] K. Okumura, et al., JAEA-Conf 2013-002, p.15 (2013). [2] 西原、他、JAEA Data/Code 2012-018 (2012).

Go Chiba¹, Akinori Ishii¹, Tamotsu Kozaki¹, Tadashi Narabayashi¹, Nobuaki Sato²

¹Hokkaido Univ., ²Tohoku Univ.