

CBZ コードシステムを用いた、 福島第一原子力発電所内部の放射能インベントリ解析の詳細化

Refinement of radioactivity inventory in the Fukushima Daiichi NPP used by CBZ code system

*石井 亮憲¹, 千葉 豪¹

¹北海道大学

炉物理解析コード CBZ を使用して、福島第一原子力発電所内部に存在する放射能インベントリを、各物質が様々な場所に移動することを簡易的なモデルで扱いつつ、それぞれの物質の崩壊や自発核分裂による生成などを詳細に想定し、従来の様々な研究結果を踏まえて定量的に評価した。

キーワード：原子力発電プラント，廃炉，過酷事故，自発核分裂

1. 緒言 原子力発電所の廃炉作業では、作業員の被曝を防止することが重要である。健全な原子力発電所と違い、過酷事故を起こした発電所は炉心から放射性物質が漏洩していると考えられる。そこで、現在では SAMPSON や MAAP などの SA 解析コードを用いて、プラント内各部の放射能インベントリの解析が行われている。本研究では、従来炉物理解析コードとして用いられてきた CBZ コードシステムを用いて、簡易的に原子炉内部を燃料や汚染水などの各部分に領域分けし、1400 核種程度の放射能インベントリの解析を行っている。そこで、原子炉内部の各領域や移行条件をさらに詳細化し、解析を行うことが本研究の目的である。

2. 計算モデル 事故以降の各領域の放射能インベントリについては、放射性物質がそれぞれの領域の間を移行することを考慮している。発電所内部を J 個の空間領域に分割した場合、ある領域 j、時刻 t における核種 i の単位体積当たりの数密度 $N_{i,j}(t)$ が従う微分方程式を以下のように定義する。ここで、V は体積、 λ は崩壊定数、C は各領域間の移行係数、P は崩壊による核種の遷移確率を表す。また、本計算コードシステムでは自発核分裂由来の中性子による未臨界中性子増倍の解析も可能である。

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

3. 計算結果 本計算は、燃料デブリ、汚染水、汚染水貯蔵系の 3 領域で行った。図 1 に、汚染水における、I-131 と Cs-137 の放射能濃度を示す。同図は、Cm-242 と Cm-244 による自発核分裂、その自発核分裂によって生じた中性子が核分裂反応を起こし、放射性核種が更に生成されていることを考慮した場合のものを示している。同図中の中性子増倍係数は 0.50 とした。本計算以外にも、自発核分裂が発生していない場合や、自発核分裂が発生し中性子増倍係数が 0.99 のような極めて臨界に近いような状態でも、各同位体の放射能はほとんど変化せず、汚染水に対する自発核分裂の影響は小さいと考えられる。

4. 結言 現時点では放射性物質の移行係数について、放射性物質の漏えい量などのデータが少ないため、今後はそれらのデータなどを収集し解析を行い、原子炉内部の状況をより正確に再現していきたいと考えている。

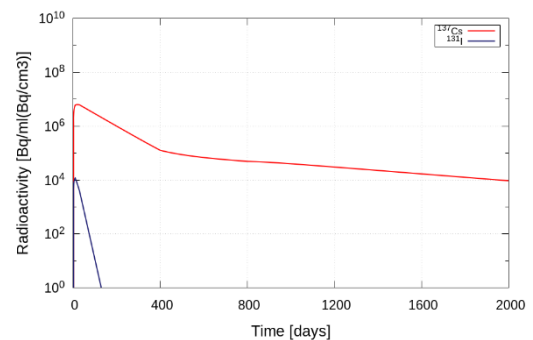


図 1、汚染水中の I-131 と Cs-137 の放射能濃度

参考文献

- [1] 白井博嗣(エネルギー総合工学研究所)、日本原子力学会 2015 年春の大会予稿集 H26
 [2] 日本原子力学会「水化学」部会、Phébus FP プロジェクトにおける核分裂生成物挙動のまとめ

*Akinori Ishii¹, Go Chiba¹

¹Hokkaido Univ.