

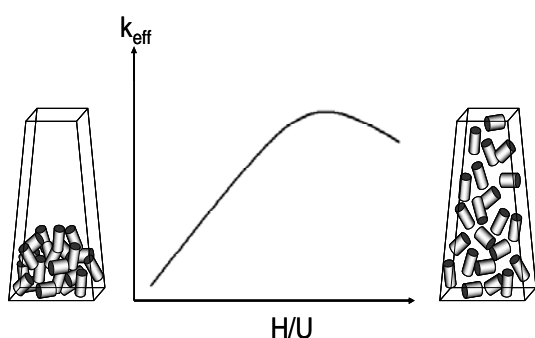
## ランダムに核燃料が分布する体系における実効増倍率推定法の検討

中性子系制御工学講座 村重昇宏

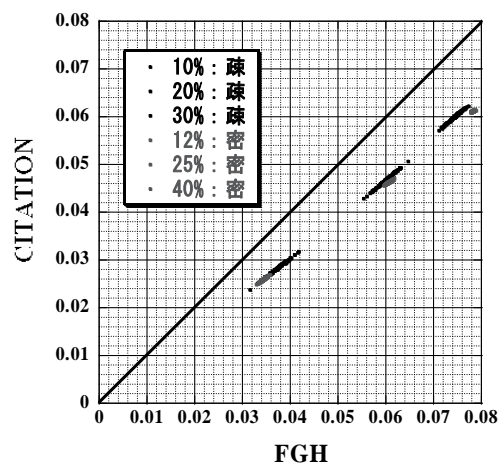
**1. 背景と目的**：ウラン資源の有効利用のため、使用済み核燃料の再処理は非常に重要である。再処理工程は核燃料を取り扱うため、安全裕度を考慮して、決して臨界に達しない設計になっている。一方で、再処理にはコストがかかるので、出来るだけ効率よく工程を行うべきである。本研究では、再処理工程中の特に溶解工程において、安全裕度の適正化によって安全性と経済性を両立することを考える。溶解工程では、硝酸が入った溶解槽で多量のせん断片がランダムに移動するため、溶解槽の実効増倍率が変化する。現状では実効増倍率の最大値を正確には把握できていないので、大きな安全裕度を考慮して未臨界を確保している。そこで、この実効増倍率の最大値を計算で求め、安全裕度を適正化することで、より効率が良い溶解工程を行えると考えた。しかし、この最大値を求めるには膨大な計算量が必要である。計算時間が比較的早い既存の拡散計算コードでも、計算時間がかかり過ぎて実効増倍率の最大値を求めることは困難である。そこで、近似を加えることで拡散方程式を解析的に解くことができ、計算時間が大幅に短縮される **Feinberg-Galanin-Horning(F-G-H)**法に着目した。既存の **F-G-H** 法は、これまでの検討により基本式のままでは計算精度が不十分であると分かっている。本研究の目的は、**F-G-H** 法の理論式を独自の手法で導出し、新たな **F-G-H** 法の理論式の妥当性を検討することで、溶解槽を想定した実効増倍率の計算に、**F-G-H** 法を適用できるか否かについて考察することである。

**2. 検証方法**：硝酸で満たされた 1 辺 0.82cm の立方体を 1mesh とし、1008(12×12×7)mesh の直方体体系を準備する。**Fig.1** の右側のように 4.1wt% の  $\text{UO}_2$  燃料が疎に散在している場合と、左側のように密に詰まった場合に分けて考える。燃料体積率は、疎に散在している場合では 10,20,30%、密に詰まった場合では 12,25,40%を想定する。合計 6 通りの燃料体積率について、燃料が存在する mesh をランダムに選んだ 100 ケースを準備し、各ケースで実効増倍率を **F-G-H** 法と **CITATION** で算出し比較する。

**3. 計算結果**：**Fig.2** に実効増倍率の計算結果を示す。燃料体積率 25%以下では、**F-G-H** 法と **CITATION** がほぼ 1 対 1 に対応し、また、燃料が疎に散在する場合と密に詰まった場合で、実効増倍率がほぼ一致している。したがって、実効増倍率の大小関係が全体ではほぼ一致していると考えられる。よって、計算結果にマージンを評価した上で、**F-G-H** 法によって実効増倍率が最大になる燃料分布を推定できると考えられる。一方、燃料体積率 30%以上では、燃料が疎に散在する場合と密に詰まった場合が一致していない。したがって、燃料体積率 30%以上では、**F-G-H** 法は実効増倍率が最大になる燃料分布を推定できるとは判断できない。この原因は、燃料体積と、燃料と硝酸の体積割合が理論式に考慮されていないことであると考えられる。



**Fig.1**：減速比と実効増倍率の関係



**Fig.2**：F-G-H 法と **CITATION** の関係

**4. 結論と今後の課題**：検討の結果、新たな **F-G-H** 法の理論式は燃料体積率 25%以下では妥当であると分かった。現行の溶解槽の燃料体積率は 10%程度であることから、**F-G-H** 法は溶解槽の実効増倍率の計算に適用できる可能性がある。今後は、燃料体積と、燃料と硝酸の体積割合を考慮に入れた理論式を導出し、計算精度を改善する。

口頭発表リスト

1)村重昇宏,他., ”ランダムに核燃料が分布する体系における実効増倍率推定法の検討,” 日本原子力学会中部支部第 36 回研究発表会, (2004).