

ADS 炉心におけるベル因子の不確かさ評価

Uncertainty Quantification of Bell Factor on the ADS Core

*木村 俊貴¹, 遠藤 知弘¹, 山本 章夫¹

¹名古屋大学

ADS に対する未臨界度測定手法の一つとして面積比法が挙げられる。本研究では、MA が装荷された ADS 炉心に対し、面積比法の空間補正因子であるベル因子を対象として断面積起因の不確かさを評価した。また、未臨界度と面積比の断面積に対する感度係数を評価し、ベル因子の不確かさの位置依存性の解析を行った。

キーワード：面積比法，未臨界度，不確かさ評価，感度解析，ADS，MA 炉心

1. 緒言

加速器駆動システム(ADS)の安全な運転を担保するためには、炉心の臨界に対する余裕を示す未臨界度の測定が必要である。面積比法による未臨界度測定における検出器位置依存性の補正方法の一つとして、ドル単位の未臨界度 $-\rho/\beta_{\text{eff}}[\$]$ と面積比の数値計算による予測値を利用した、ベル因子^[1]を用いる方法がある。本研究では、ベル因子の核データに起因する不確かさを SCALE6.2.1/Sampler を用いたランダムサンプリングによって定量評価する手法を開発し、MA 装荷 ADS 炉心における不確かさ評価を実施した。そして、ベル因子の不確かさが面積比と未臨界度の相関によって打ち消されることを確認した。

2. 検証計算

本研究では、ランダムサンプリング法によってベル因子の 検出器位置 r_d におけるベル因子 $f(r) \equiv \frac{\text{未臨界度} - \rho / \beta_{\text{eff}} [\$]}{\text{面積比 } A_p / A_d (r)}$ (1) 核データに起因する不確かさを評価した。計算体系は、JAEA

提案 ADS 設計の 1 領域炉心 R-Z モデル^[2]を基とする、1 次元円柱体系とした。まず、SCALE6.2.1/Sampler による断面積ライブラリのランダムサンプリングを行い、1000 サンプルの 238 群断面積サンプルを得た。この各サンプルについて、輸送計算コード NEWT により R-Z モデルを Z 軸方向に均質化した 7 群断面積を作成した。得られた各 7 群均質化断面積サンプルに対し、自作の 1 次元拡散計算コードを用いて体系のドル単位の未臨界度および面積比の分布を計算し、式(1)に基づいてベル因子の空間分布を計算した。そして、各断面積サンプルに対して得られたベル因子の空間分布について、平均と不偏標準偏差を計算した。また、面積比とドル単位の未臨界度との相関係数の分布を計算するとともに、それぞれの感度係数を直接法で計算した。

3. 結果・考察

円柱体系の実効増倍率は $k_{\text{eff}} = 0.970 \pm 0.011$ となり、ドル単位の未臨界度は $-\rho/\beta_{\text{eff}} = (17.0 \pm 7.2)\$$ となった。ベル因子とその相対不偏標準偏差の分布を図 1 に示し、面積比とドル単位の未臨界度の相関係数の分布を図 2 に示す。図 1、2 から、ベル因子の値が 1 に近い位置ほど、ベル因子の不確かさは小さくなり、面積比とドル単位の未臨界度の相関が強くなるのが分かった。これらの原因は、面積比とドル単位の未臨界度の感度係数が等しくなるためである。

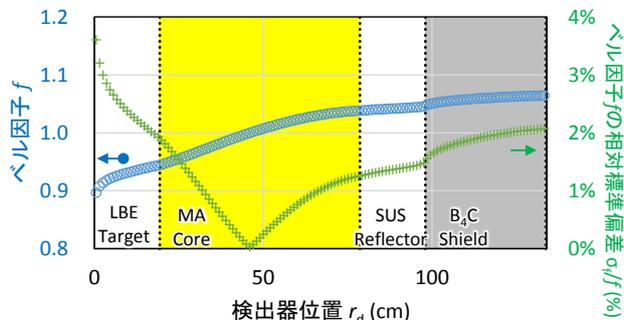


図 1 ベル因子と不確かさの分布

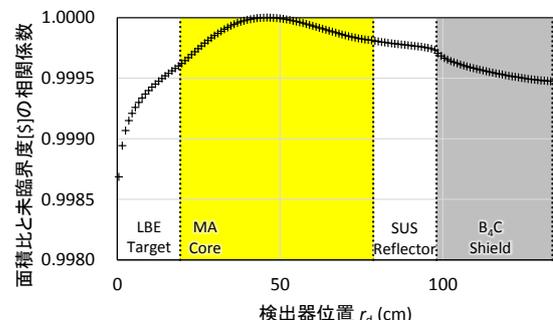


図 2 面積比と未臨界度[\$]の相関係数の分布

参考文献

- [1] G. I. Bell and S. Glasstone, *Nuclear Reactor Theory*, Van Nostrand Reinhold, New York, 546-554 (1970).
 [2] 岩元 大樹 他, JAEA-Research 2014-033, 日本原子力研究開発機構 (2015).

*Toshiki Kimura¹, Tomohiro Endo¹ and Akio Yamamoto¹

¹Nagoya Univ.