

CBZによるTCA炉心の臨界性解析*

千葉豪

平成29年1月8日

CBZを用いてICSBEPハンドブックに記載されているTCAの臨界データの解析を行った。計算対象は、ハンドブックにおいてLEU-COMP-THERM-006として分類されている UO_2 炉心(18データ)と、MIX-COMP-THERM-004として分類されているMOX炉心(11データ)である。

計算にはJENDL-4.0ベースのライブラリを用い、参照解としては文献[1]に与えられているMVP-IIの結果を用いた。モンテカルロ計算値の統計誤差は0.0002弱程度である。

CBZの計算条件は以下の通りである。

- Advanced Bondaranko model[2]に基づく107群ベースのCBZLIBを使用。
- ピンセルはCBZ/PincellCalculatorにより均質化。なお、ピンピッチが大きくなるケースがあるため、ピンセルにおける中性子束計算では燃料領域、減速材領域をそれぞれ径方向に6分割(この点は極めて重要)。
- ピンセル計算では衝突確率の計算に全断面積を使用(輸送断面積を用いた場合には体系計算結果に大きなピンピッチ依存性が現れたため)。
- 炉心計算において、冠水していない燃料領域(いわゆるドライ・ラティス)は考慮するが、その周囲の空気領域は計算から除外。従って、水反射体領域からのドライ・ラティス領域への入射効果は無視(その逆も同様)。
- 炉心計算は離散座標法に基づくソルバーCBZ/SNTを用いて行ったが、P1S4、P3S8の二通りの計算オプションで実施。

得られたC/E値を、 UO_2 炉心についてFig. 1に、MOX炉心についてFig. 2に、それぞれ示す。計算結果より以下のことが言える。

- P1S4の結果に比べてP3S8の結果の方が参照解との一致が良く、またC/E値のトレンドの再現性も良好である。
- CBZの計算結果において、同一ピンピッチの臨界データでケースIDが大きくなるとC/E値が小さくなる傾向が観察される(例えば UO_2 系のケース9-13、14-18)。これらのデータでは、ケースIDが大きくなるにつれて装荷燃料ピン数が大きくなり臨界水位が低下する。つまり、水反射体からのドライ・ラティスへの熱中性子入射効果が

*/Document/CBG.Calc/TCA

ケース ID が大きくなるにつれて大きくなる。この効果を無視していることから、上記の C/E 値の傾向が現れたものと考えられる。

ピンセルにおいて衝突確率を全断面積で計算し、体系計算を P3S8 で行った場合、CBZ の計算値は連続エネルギーモンテカルロ計算値に対して $0.3\%dk/kk'$ 程度過小評価するものの、そのバイアスは燃料組成、ピンピッチに依存しない。以上より、CBZ は良好に TCA の臨界性解析を行えていることが確認できる。

参考文献

- [1] 奥村啓介、長家康展、「JENDL-4.0 に基づく連続エネルギーモンテカルロコード MVP 用の中性子断面積ライブラリーの作成と ICSBEP ハンドブックの臨界性ベンチマーク解析への適用」、JAEA-Data/Code 2011-010.
- [2] Chiba G, Narabayashi T. Advanced Bondarenko method for resonance self-shielding calculations in deterministic reactor physics code system CBZ. Ann. Nucl. Energy. 2016;96;277-286.

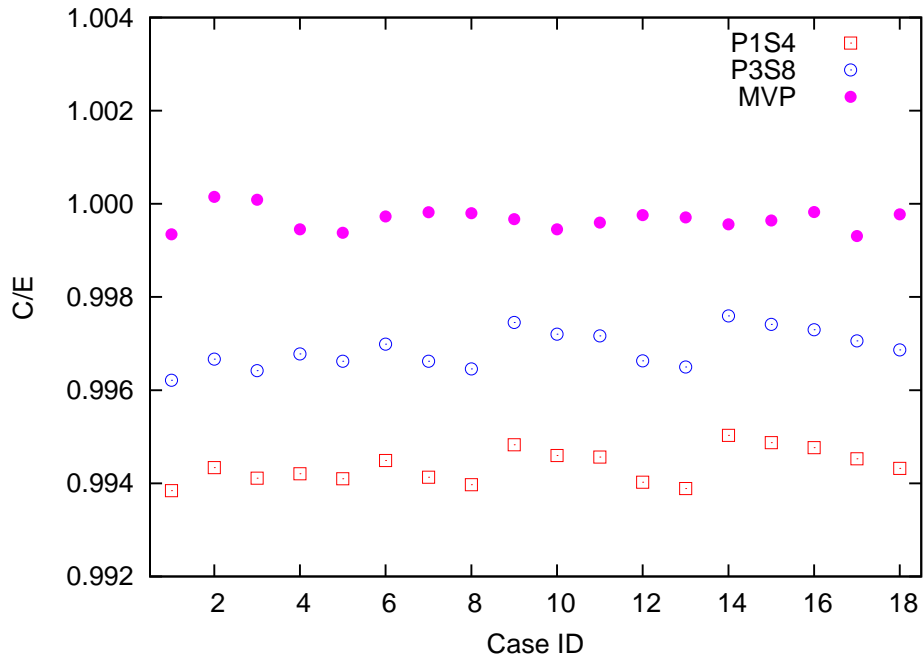


Fig. 1: C/E values of TCA-UO₂ lattices

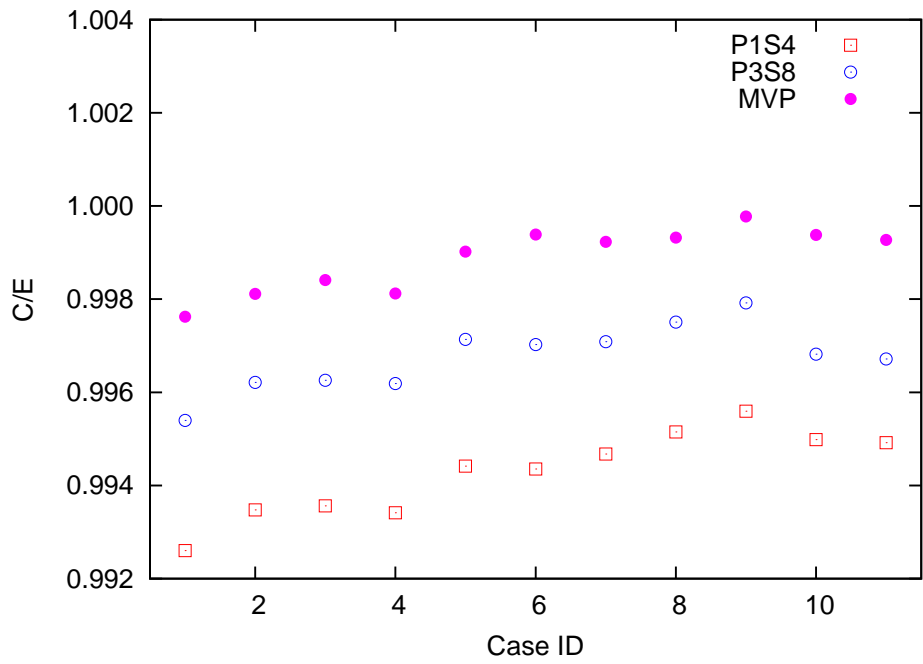


Fig. 2: C/E values of TCA-MOX lattices