

HTTR 使用済み燃料の燃焼度・物質質量測定手法の予備検討

The preliminary study of methods for burn-up and mass measurements of spent fuel of HTTR

*川口 祥平¹, Irwan Liapto Simanullang¹, 藤本 望¹

¹九州大学

高温工学試験研究炉（HTTR）の燃料棒 1 本から放出される γ 線を測定することで燃焼度・物質質量測定手法とするための予備検討を行った。PHITS を用いてシミュレーションを行い、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の γ 線ピークを観測した。また、燃焼日数と冷却期間を変化させた際の γ 線強度の評価の現状を報告する。

キーワード：高温ガス炉，燃焼度測定，物質質量測定，PHITS， ^{134}Cs ， ^{137}Cs

1. 諸言

高温ガス炉はヘリウムを冷却材とした黒鉛減速炉であり、厳重な管理を必要とするプルトニウムを多く発生すると考えられているため、正確な物質質量測定が求められる。しかし、燃焼挙動の評価方法は確立されていない。我々は ORIGIN[1]で高温ガス用のライブラリを作成している[2]が、妥当性の検証のためにも測定データが必要である。そこで、HTTR[3]の使用済み燃料の燃料棒 1 本を対象とした、 γ 線測定による燃焼度・物質質量測定の可能性を検討することにした。

2. 検討方法

燃焼度測定のために ^{134}Cs と ^{137}Cs を対象として、PHITS[4]を用いて γ 線測定のシミュレーションを行った。図 1 に燃料棒と検出器の位置関係を記す。検出領域の大きさは多くの放射線を取り入れるために 1 辺 10cm の立方体とした。燃料棒の線源設定には ORIGIN の高温ガス用ライブラリ[2]を用いて 30MW で 660 日燃焼後、5 年冷却した際の物質質量を参考とした。ここで線源はコンプトン散乱の影響を考慮するために超ウラン元素(ウランより重い元素)とした。また、燃料棒は均質、計算体系周りには大きな真空空間であるとした。

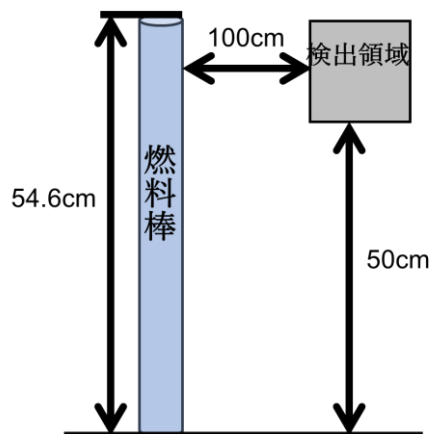


図 1 燃料棒と検出器の位置関係

3. 計算結果

図 2 に γ 線ピークの観測の結果を記す。 ^{134}Cs と ^{137}Cs の γ 線エネルギーに相当する部分にピークを観測することができた。このことから ^{134}Cs と ^{137}Cs の物質質量測定ができると考えられる。また、この 2 核種の物質質量の比から燃焼度評価の可能性があると考えられる。

4. 結言

本研究では HTTR 使用済み燃料の燃料棒 1 本を対象とした γ 線測定を行った。その中で、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の γ 線のピークを問題なく観測することができた。今後は燃焼日数と冷却期間を変更した際の γ 線強度変化の評価、検出器やコリメータの考慮を行う予定である。

参考文献

- [1] A. G. Croff, ORIGIN2-Code-Package-CCC371, Informal notes(1981). [2] K. Fukuhara, et al., 日本原子力学会 春の年会 (2022), 2D01 [3] S. Saito, et al., JAERI 1332 (1994). [4] T. Saito, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 55(5-6), 684-690(2018).

*Shohei Kawaguchi¹, Irwan Liapto Simanullang¹, Nozomu Fujimoto¹

¹Kyushu Univ.

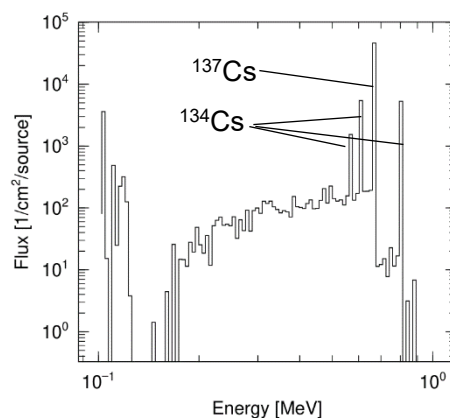


図 2 γ 線ピークの観測