

固体減速材における温度依存熱中性子スペクトル測定のための予備実験

Preliminary Experiment for Temperature-dependent Thermal Neutron Spectrum in Solid Moderator

*李 在洪¹, 佐野 忠史¹, 堀 順一¹, 木村 礼², 佐古 貴行², 山田 昂², 西山 潤³

¹京都大学, ²東芝エネルギーシステムズ, ³東京工業大学

宇宙用原子炉の設計開発において、固体減速材中の温度依存熱中性子スペクトルを正確に予測することは重要である。本研究では、温度制御された固体減速材からの熱中性子スペクトルを TOF 法で測定する計画をしている。今回は、予備実験として高速中性子をポリエチレン板に入射させたときの透過中性子を測定した。その結果、透過中性子スペクトル中にポリエチレン板で生成されたと考えられる熱中性子ピークを観測できたので、透過中性子測定によって固体減速材における温度依存熱中性子スペクトルを測定できる見通しを得た。

キーワード：固体減速材，温度依存熱中性子スペクトル，ポリエチレン板，熱中性子スペクトル

1. 緒言 宇宙用原子炉では水素化カルシウム等の固体減速材の使用が検討されている[1]。しかし、水素化カルシウム等の固体減速材を用いる炉心の場合、温度上昇に伴う水素の熱散乱増加によって熱中性子スペクトルが変化し、炉心の臨界特性に大きな影響を与える。そのため、数値計算で得られた固体減速材における温度依存熱中性子スペクトルを実験的に検証することは重要である。温度依存熱中性子スペクトルを測定するためには、中性子源近傍に設置された減速材の温度を制御しなければならない。しかし、中性子源近傍は高放射線場となるため減速材の温度制御を行うのは困難である。そこで、本研究では中性子源から十分離れた場所に固体減速材を設置し、減速材を透過した中性子を TOF (Time-of-flight) 法で測定することにより、固体減速材による温度依存熱中性子スペクトルを観測することを計画している。今回は、本手法の実現性を評価するために固体減速材としてポリエチレンを用いた予備実験を実施した。

2. 実験 京都大学複合原子力科学研究所の電子線加速器（京大複合研ライナック）の光中性子源から発生した高速中性子を中性子源から 11.8m 離れた場所に設置したポリエチレン板に照射し、ポリエチレン板を透過した中性子を測定した。中性子の測定には GEM 型 2 次元中性子検出器（GEM 検出器）を使用した。GEM 検出器はポリエチレン板から約 1m 離れた場所に設置した。測定には、固体減速材として厚さ 2、10、20 mm のポリエチレン板を用いた。固体減速材の温度は室温とし、各測定の測定時間は 30 分であった。

3. 結果・考察 厚さの異なるポリエチレン板に対する透過中性子スペクトルの測定結果を図 1 に示す。減速材を置かない測定（Blank 測定）で 3.5ms 付近に観測されているピークは、光中性子源の冷却水によって減速された熱中性子成分である。一方、厚さ 20mm のポリエチレン板に対しては、370 μ s 付近に固体減速材起因と考えられる熱中性子ピークが観測された。このことから、固体減速材を中性子源から 10m 以上離しても、固体減速材による温度依存熱中性子スペクトルを測定できる見通しを得た。

当日の発表では水素化カルシウムを固体減速材とした場合の測定計画についても説明する。

謝辞 本研究は、東芝エネルギーシステムズ（株）と京都大学との共同研究「固体内減速材内の温度依存熱中性子スペクトルに関する研究」として行われた成果です。

参考文献 [1] 木村 礼、和田 怜志、2017 秋の大会 2G01.

*Jaehong Lee¹, Tadafumi Sano¹, Jun-ichi Hori¹, Rei Kimura², Takayuki Sako², Akira Yamada², Jun Nishiyama³

¹Kyoto University, ²Toshiba Energy Systems & Solutions, ³Tokyo Institute of Technology.

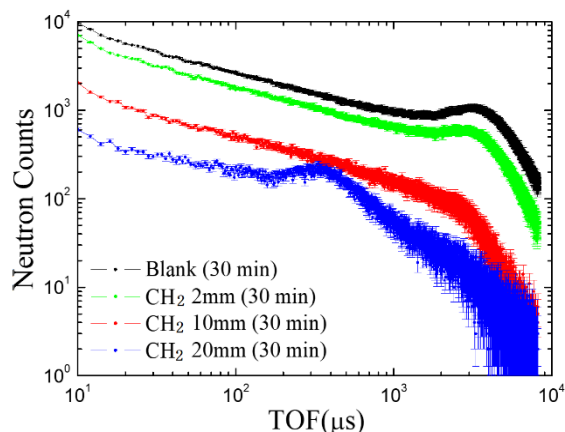


図 1 ポリエチレン板における透過中性子 TOF スペクトルの比較