

革新型原子炉開発のための核データ整備基盤の構築

(6) 熱中性子散乱則および荷電粒子放出反応断面積の評価手法の検討

Development of Nuclear Data Evaluation Framework for Innovative Reactor

(6) Study of evaluation methods for thermal neutron scattering law and charged-particle emission reaction cross section

*中山 梓介¹, 岩本 修¹

原子力機構

革新型原子炉の内、熔融塩炉や小型モジュール炉での使用が予想される物質に対する熱中性子散乱則や荷電粒子放出反応断面積の評価手法について検討を進めている。現在までの進捗状況について述べる。

キーワード：熱中性子散乱則、中性子反応断面積、荷電粒子放出反応

1. 緒言

熔融塩炉や小型モジュール炉 (SMR) では減速材として黒鉛や CaH_2 の使用が検討されている。減速材による熱中性子の散乱は炉心設計に大きな影響を及ぼす。また、熔融塩中の ^{39}K や SMR のヒートパイプ中の ^{63}Cu に対する (n,p) , (n,α) といった荷電粒子放出反応は廃棄物管理上問題となる核種を生成し得る。そのため、これら革新炉の炉心設計をする上では、黒鉛や CaH_2 の熱中性子散乱則や ^{39}K や ^{63}Cu の荷電粒子放出反応断面積に関する精度良いデータが重要になる。以上を踏まえ、これらのデータの評価手法の検討を進めている。

2. 評価手法の検討状況

一例として、結晶黒鉛の熱中性子散乱則に対する評価手法の検討状況について述べる。格子振動に起因する非弾性散乱成分は、第一原理計算によるフォノン分布に基づいて評価した。初めに、第一原理計算コード Quantum ESPRESSO[1]により結晶黒鉛に対するフォノン分布を計算した。次に、フォノン分布を NJOY2016コード[2]の LEAPR モジュールに入力として与え、熱中性子散乱則を導出した。この熱中性子散乱則から求めた非弾性散乱断面積を図1に示す。今回の評価結果 (赤線) は、ENDF/B-VII.1 の評価値 (緑線) よりも、同じく第一原理計算に基づく評価値である ENDF/B-VIII.0 (青線) に近い値となっている。このように評価した非弾性散乱成分に、ENDF/B-VIII.0 から取得した結晶構造に起因する弾性散乱成分をあわせ、暫定的な結晶黒鉛の熱中性子散乱則ファイルを作成した。この他に、空孔のある黒鉛や CaH_2 の熱中性子散乱則ならびに ^{39}K や ^{63}Cu の荷電粒子放出反応断面積についても、それぞれシリーズ発表の(2)や(3)の測定結果を反映させ、今後、評価手法の検討を進めていく予定である。

謝辞：本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] P. Giannozzi *et al.*, *J. Chem. Phys.* **152**, 154105 (2020).
 [2] R.E. MacFarlane and A.C. Kahler, *Nucl. Data Sheets*, 111, 2739 (2010).

¹Shinsuke Nakayama¹, Osamu Iwamoto¹

Japan Atomic Energy Agency

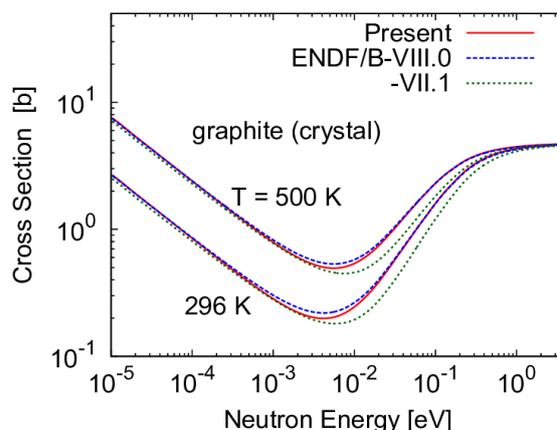


図1 結晶黒鉛の非弾性散乱断面積
(温度：296 K、500 K)