

LHD における放射化法を用いた中性子スペクトル測定

Neutron Spectrum Measurements using Activation Method on LHD

* 田中 智代¹, 瓜谷 章¹, 渡辺 賢一¹, 吉橋 幸子¹, 山崎 淳¹,
磯部 光孝^{2,3}, 小川 国大^{2,3}, 西谷 健夫², 小林 真²

¹名古屋大学, ²核融合研, ³総研大

【抄録】LHD で実施された重水素プラズマ実験において、中性子放射化法を用いた中性子スペクトル測定に関する検討を進めた。

キーワード : LHD, 核融合, 中性子スペクトル測定, 放射化法, MCNP6

1. 緒言 核融合科学研究所にある大型ヘリカル装置 (LHD) において、重水素プラズマ実験が実施された。この反応により発生する中性子は核融合反応の直接的な証拠となることから、中性子総発生量の計測を行うことにより核融合出力を評価することが可能になる。我々の研究グループでは、中性子輸送モンテカルロシミュレーションコード (MCNP6) を用いた LHD の体系をモデリングし、中性子放射化法によって得られた中性子フルエンスから中性子総発生量の評価を行っている。放射化法により中性子総発生量を求めるためには、あらかじめ放射化反応数と中性子発生数を関連付ける係数が必要であり、この係数はシミュレーションを用いて与えられる。中性子総発生量測定の精度向上を図るには、複数の放射化箔を用いた中性子スペクトル測定を行うことが望ましい。今回は、実際に重水素プラズマ実験の中で放射化測定を行い、スペクトル測定に際し留意すべき点に関して検討を進めた。

2. 実験・結果 表 1 に今回用いた放射化箔の種類と反応、しきい値エネルギーをまとめた。放射化箔複数枚をポリエチレン容器に封入し、真空容器外側のポートからプラズマ最外殻磁気面近傍に気送管輸送し、放射化させた後、対象とした反応からの γ 線を、HPGe 検出器を用いて測定し、得られた計数値から反応率を算出した。反応しきい値エネルギーの違いを利用することで DD 反応に付随して起こる DT 反応から発生する 14 MeV 中性子の寄与を見積もることが可能になる。MCNP6 を用いたシミュレーションにより得られた中性子スペクトルから予測される各放射化箔の反応率と実験により得られた反応率を比較した。DT 中性子の割合が DD 中性子の 0.25% と仮定して得られた結果を図 1 に示す。シミュレーションで得られた結果に対する実験値の比が概ね 1 に近い値を示していることから、反応に寄与した DT 中性子の割合は 0.25% 程度であることが推定される。これら結果を元に、スペクトル評価に適する放射化反応を選定するとともに、現状の問題点に関する検討を進め、最終的にはアンフォールディングを行い中性子スペクトルを導出する。

表 1. 放射化箔および反応

反応番号	反応	しきい値	半減期
1	$^{197}\text{Au}(\text{n}, \gamma)^{198}\text{Au}$		2.69day
2	$^{115}\text{In}(\text{n}, \gamma)^{116\text{m}}\text{In}$		54.3 min
3	$^{64}\text{Zn}(\text{n}, \gamma)^{65}\text{Zn}$		244 day
4	$^{68}\text{Zn}(\text{n}, \gamma)^{69\text{m}}\text{Zn}$		13.8 h
5	$^{115}\text{In}(\text{n}, \text{n}')^{115\text{m}}\text{In}$	0.5 MeV	4.49 h
6	$^{64}\text{Zn}(\text{n}, \text{p})^{64}\text{Cu}$	0.6 MeV	2.52 h
7	$^{27}\text{Al}(\text{n}, \text{p})^{27}\text{Mg}$	1.9 MeV	9.46 min
8	$^{27}\text{Al}(\text{n}, \alpha)^{24}\text{Na}$	3.1 MeV	15.02 h
9	$^{28}\text{Si}(\text{n}, \text{p})^{28}\text{Al}$	4.0 MeV	2.24 min
10	$^{64}\text{Zn}(\text{n}, 2\text{n})^{63}\text{Zn}$	12 MeV	38.5 min

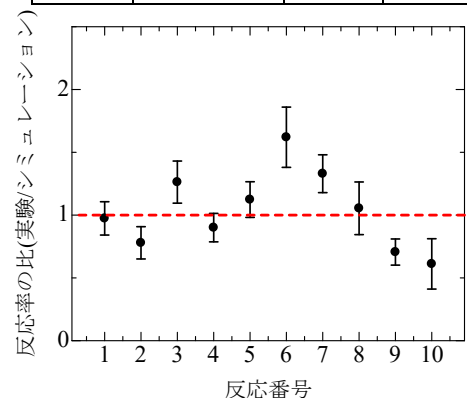


図 1. 核反応の放射化反応率の実験と計算の比

* Tomoyo Tanaka¹, Akira Uritani¹, Kenichi Watanabe¹, Sachiko Yoshihashi¹, Atsushi Yamazaki¹, Mitsutaka Isobe^{2,3}, Kunihiro Ogawa^{2,3}, Takeo Nishitani² and Makoto Kobayashi²

¹Nagoya University, ² National Institute for Fusion Science, ³ SOKENDAI