LHD 重水素実験において生成される誘導放射能の評価

Evaluation of induced radioactivity generated in the LHD deuterium experiments

*山田隼人 [1]，吉橋幸子 [1]，小林真 [2,3]，西谷健夫 [1]，渡邊賢一 [4]，山崎淳 [1]，
磯部光孝 [2,3]，小川国大 [2,3]，瓜谷章 [1]
[1] 名古屋大学，[2] 核融合研, [3] 総研大, [4] 九州大学

重水素プラズマ実験において放射化させた試料の誘導放射能を測定した。また、同様の試料について DCHAIN で求めた誘導放射能との比較を行った。

キーワード： LHD, 誘導放射能, DCHAIN

1. 緒言　核融合科学研究所で大型ヘリカル装置（LHD）による重水素プラズマ実験が 2020 年 10 月から 2021 年 1 月にかけて実施された。この実験では DD 中性子により LHD 本体および周辺機器が放射化するため、放射化量の評価を行うことが将来的な LHD の廃止措置に向けて必要である。本研究では、実験期間中に LHD に設置した試料の誘導放射能を HPGe 検出器による測定により求めた。またその結果を高エネルギー粒子誘導放射能計算コード DCHAIN によるシミュレーションから得られた値と比較することで誘導放射能の長期予測についての検討を行った。

2. 実験・結果　LHD の 8-O ポートに 4 種類の試料（Co, Mo, Ni, SUS316L）を設置して放射化させた。試料を週に 1 度回収して HPGe 検出器によるガンマ線測定を行い、測定後もとの場所に戻すという作業を実験期間中繰り返した。その測定結果と粒子・重イオン輸送計算コード PHITS で求めた試料測定体系におけるガンマ線の検出効率を用いて設置試料の誘導放射能の実験期間中の推移を計算した。また中性子粒子輸送計算コード MCNP6 で作成された LHD のモデルを用いて試料設置位置における中性子スペクトルを計算し、それと同様のスペクトルをもつ中性子を PHITS 上で試料に対して照射することで HPGe での試料測定時刻における誘導放射能を DCHAIN によるシミュレーションによって求め、両者の比較を行った。各測定日の誘導放射能の測定値と DCHAIN 値の比の推移を図 1, 2 に示す。Co-58 と Mn-54 はいずれも高速中性子によってのみ生成する核種であり、比はおおよそ 1 付近で両者の結果はよく一致した。一方 Co-60 と Mo-99 はいずれも比較的エネルギーの低い中性子の捕獲反応で生成される核種であり、比は 0.4~0.6 でほぼ一定であった。Co-60 と Mo-99 について DCHAIN 値が過小評価となった原因としては、MCNP6 の LHD モデルには LHD 本体以外の周辺機器があまり含まれておらず、それにより散乱されて試料に入射する中性子が考慮されていないことで DCHAIN 計算に用いた中性子フルエンスが一部過小評価となっている可能性が考えられるため、今後 LHD モデルの見直しによりエネルギースペクトルを実際のスペクトルに近づけ、DCHAIN 計算により長期的な誘導放射能予測を行う。

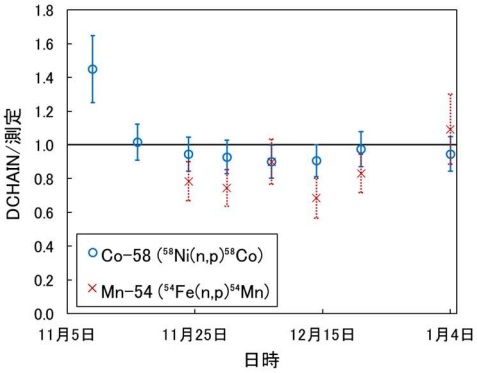

図 1. 誘導放射能の比（Co-58, Mn-54）

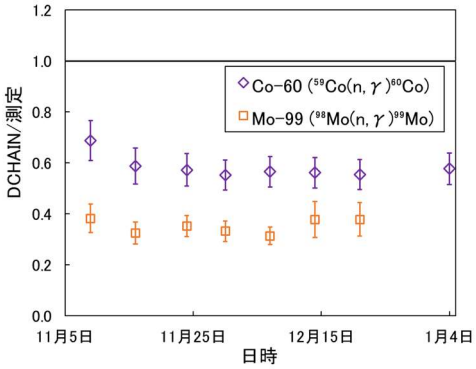

図 2. 誘導放射能の比（Co-60, Mo-99）

*Hayato Yamada[1], Sachiko Yoshihashi[1], Makoto Kobayashi[2,3], Takeo Nishitani[1], Kenichi Watanabe[3], Atsushi Yamazaki[1], Mitsutaka Isobe[2,3], Kunihiro Ogawa[2,3], Akira Uritani[1]
[1]Nagoya University, [2]National Institute for Fusion Science, [3]SOKENDAI, [4]Kyusyu University