

Observation of γ -ray from ${}^6\text{Li}+\text{d}$ reaction
using deuterium beam in the LHD deuterium plasma

木村建斗¹, 松浦秀明¹, 梅崎大介¹, 福田理仁¹, 小川国大^{2,3}, 磯部光孝^{2,3},
川本靖子², 大石鉄太郎^{2,3}, 能登裕之^{2,3}, 後藤基志^{2,3}, 田村直樹^{2,3},
長壁正樹^{2,3}, 西谷健夫⁴

K. Kimura¹, H. Matsuura¹, D. Umezaki¹, T. Fukuda¹, K. Ogawa^{2,3}, M. Isobe^{2,3},
Y. Kawamoto², T. Oishi^{2,3}, H. Noto^{2,3}, M. Goto^{2,3}, N. Tamura^{2,3},
M. Osakabe^{2,3}, T. Nishitani⁴

¹九大院工, ²核融合研, ³総研大, ⁴名大院工
¹Kyushu Univ., ²NIFS, ³SOKENDAI, ⁴Nagoya Univ.

高温プラズマでは、イオン間の相対速度が高くなると、散乱過程に核力の影響が現れる。この散乱は核弾性散乱と呼ばれ、弾性散乱の微分断面積の実測値から、Coulomb力の寄与を差し引いたものとして定義される[1]。核弾性散乱は、大角度散乱であり、Coulomb散乱のような微小角散乱と比較して、一回の散乱でやりとりするエネルギーが大きいことが特徴である。バルクイオンが高速イオンと核弾性散乱をすることで、エネルギーを受け取り速度分布関数上に非Maxwellテイル(ノックオンテイル)を形成する。LHD重水素プラズマにおいて、DD反応で生じる中性子を利用したノックオンテイル観測実験を実施している[2,3]。

本研究の目的は、LHD重水素プラズマにおいて、 ${}^6\text{Li}+\text{d}$ 反応により生成される γ 線(0.48 MeV)を用いてノックオンテイルを観測することである。

我々は、LHDにおいて γ 線を用いたノックオンテイル観測実験を実施した。軽水素ビームを入射した重水素プラズマに ${}^6\text{LiF}$ ペレットを入射し、 γ 線スペクトルを $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ 検出器で計測した。 ${}^6\text{LiF}$ ペレットは4.1 sに入射した。同時にプラズマ中の ${}^6\text{Li}$ の空間分布の時間変化も荷電交換分光によって計測している。図1に、計測された γ 線スペクトルを示す。エネルギービンの大きさは5 keVであり、積算時間は0.05 sである。ペレット入射前は中性子発生率が高く、特徴的なピークは識別できなかった。ペレット入射後(4.1-4.15 s)には電子対生成に伴う γ 線(0.511 MeV)のピークが見られた。ペレット入射に伴う密度上昇、温度低下によって中性子発生率が減少し、4.15-4.2 sでは電子対生成に伴う γ 線のピークが小さくなり、埋もれていた0.48 MeV付近にピークが現れたと考

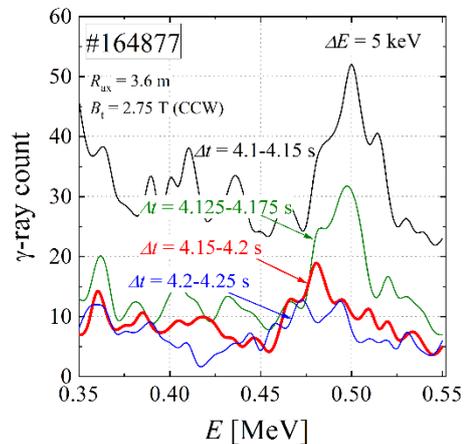


図1 ${}^6\text{LiF}$ ペレット入射後の γ 線スペクトル

えている。荷電交換分光の計測結果では入射から0.2 s程度で ${}^6\text{Li}$ がプラズマ外へ流出している。4.2-4.25 sにはこのピークは消滅しており、 ${}^6\text{Li}$ の空間分布の時間変化によるものと考えられる。電子対生成によるピークと比べると、0.48 MeVのピークは小さく ${}^6\text{Li}+\text{d}$ 反応由来かどうか明確に断定できない。 ${}^6\text{Li}+\text{d}$ 反応で生じる γ 線を確実に取得するために、ノックオンテイルよりも大きいビームテイルの利用を検討している。重水素ビームを入射した際に、予測される ${}^6\text{Li}+\text{d}$ 反応で生じる γ 線のカウント数を数値解析によって評価した。発表では、解析結果について議論する。

[1] J. J. Devaney and M. L. Stein, Nucl. Sci. Eng., **46** (1971) 323.

[2] H. Matsuura, et.al., Nucl. Fusion, **60** (2020) 066007.

[3] H. Matsuura, et.al., Nucl. Fusion, **61** (2021) 094001.