

重水素プラズマ診断のための高エネルギーガンマ線計測法の検討

A study of measurement technique of high energy gamma-ray for deuterium plasma diagnosis.

*吉岡 良兼¹, 西村 洋亮¹, 谷池 晃¹, 古山 雄一¹, 木崎 雅志², 西浦 正樹³

¹神戸大学, ²核融合科学研究所, ³東京大学

タンデム静電加速器を用いて, D-D 核融合反応を発生させ, 核融合反応生成粒子と核融合炉の第一壁のベリリウムとの反応により誘起されるガンマ線を計測することにより, 損失高エネルギー粒子誘起ガンマ線計測法を模擬し, 分析した.

キーワード: 高エネルギーガンマ線, タンデム静電加速器, 重水素プラズマ診断

1. 緒言

DT プラズマにおける D-T 核融合反応で発生する 3.5 MeV の α 粒子の閉じ込めが, 燃焼プラズマの自己加熱効率向上のために重要となる. そこで炉壁へ入射するアルファ粒子とベリリウム壁との衝突による ${}^9\text{Be}(\alpha, n\gamma){}^{12}\text{C}$ 反応を利用し, 発生するガンマ線を検出することでプラズマ計測を行う損失アルファ粒子誘起ガンマ線計測手法が提案されている. NIFS の LHD で行っている重水素プラズマ実験では, D-D 核融合反応により, p (3.0 MeV), ${}^3\text{He}$ (0.82 MeV), t (1.01 MeV), および n (2.45 MeV) が生成される. 我々は, 高エネルギーアルファ粒子誘起ガンマ線計測手法を応用し, これら高エネルギー荷電粒子を用いた手法を検討している. 本研究では, タンデム静電加速器を用いて D-D 核融合反応を起こし, 反応生成粒子とベリリウムとの反応により誘起されるガンマ線を計測することにより, 損失高エネルギー粒子誘起ガンマ線計測法を模擬し, γ 線生成核反応の検討と実験体系の構築を目的とした.

2. 実験

本学 1.7 MV タンデム静電加速器を用いて, 重水素イオンビームを生成した. 重水素化合物に重水素イオンを入射することで, D-D 核融合反応を起こして, 核融合反応生成粒子とベリリウムとの反応により誘起されるガンマ線を高純度ゲルマニウム検出器にて測定した. 本研究では, Fig.1, Fig.2 に示す 2 種類の実験体系で行った.

3. 結果・考察

Fig.1 の実験体系で, 厚さ 20 μm の重水素化ポリエチレンを用いた時の実験結果の例を Fig.3 に示す. D-D 核融合反応生成粒子の陽子とベリリウムとの反応に注目すると, 十分なピーク収量は得られなかった. 原因として, 主に 2 点上げられる. 1 つ目に重水素化ポリエチレンの適切な厚さの調整することが困難であった為, 重水素化ポリエチレン内で陽子のエネルギーが減少し, ${}^9\text{Be}(p,\gamma){}^{10}\text{B}$ 反応のしきいエネルギーを下回ったこと, 2 つ目に 3562 keV の γ 線を放出する ${}^9\text{Be}(p,\gamma){}^{10}\text{B}$ 反応と 3587 keV の γ 線を放出する ${}^9\text{Be}(d,n\gamma){}^{10}\text{B}$ 反応のピークスペクトルが重なったことが考えられる. Fig.1 の実験結果を踏まえ, 次に Fig.2 の実験体系を構築し, 実験を行った. 実験結果の詳細と考察については講演で述べる.

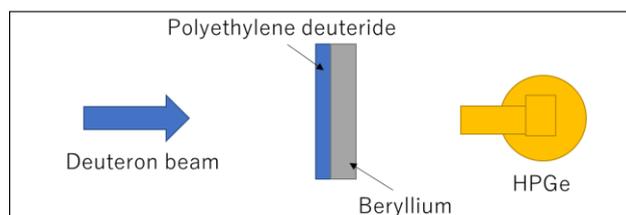


Fig. 1. Schematic of an experimental setup 1.

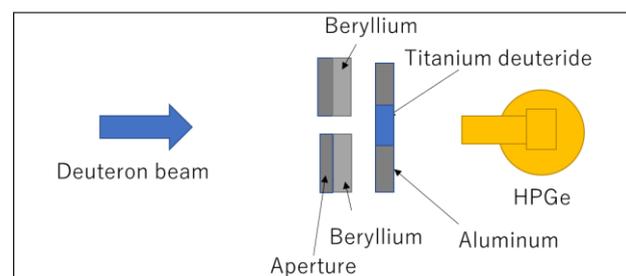


Fig. 2. Schematic of an experimental setup 2.

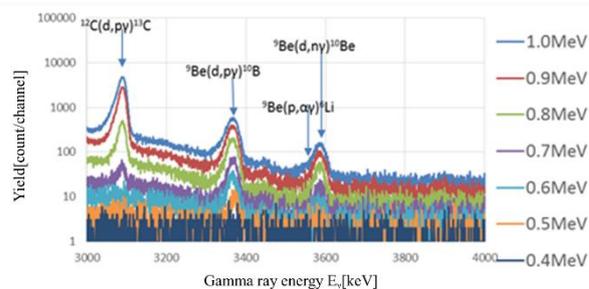


Fig. 3. Experimental results of setup 1

*本研究は, 核融合科学研究所 一般共同研究 NIFS 17KLER066 によって行われています.

*Ryoken Yoshioka¹, Hiroaki Nishimura¹, Akira Taniike¹, Yuichi Furuyama¹, Masashi Kasaki², Masaki Nishiura³

¹Kobe Univ., ²NIFS, ³Univ. Tokyo