

23P-4F-02

大型ヘリカル装置におけるp-¹¹B反応によるアルファ粒子放出率の評価

Evaluation of α particle emission rate due to p-¹¹B fusion reaction in the Large Helical Device

小川 国大^{1), 2)}、磯部 光孝^{1), 2)}、奴賀 秀男¹⁾、關 良輔^{1), 2)}、大舘 暁^{1), 3)}、長壁 正樹^{1), 2)}
K. Ogawa^{1), 2)}, M. Isobe^{1), 2)}, H. Nuga¹⁾, R. Seki^{1), 2)}, S. Ohdachi^{1), 3)}, and M. Osakabe^{1), 2)}

(1) 核融合科学研究所、(2) 総合研究大学院大学、(3) 東京大学
(1) NIFS, (2) SOKENDAI, (3) Univ. Tokyo

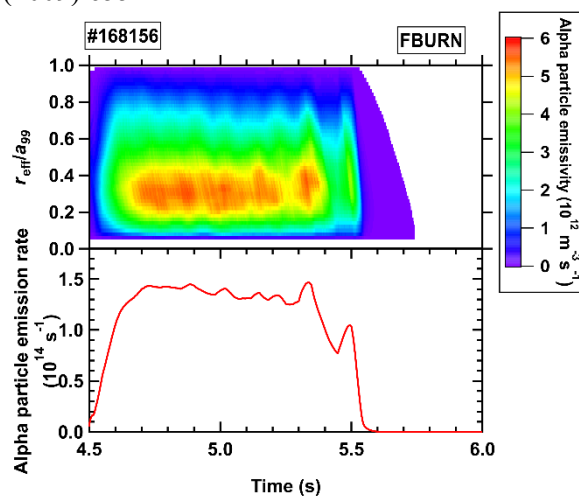
本文

現在考えられている核融合炉の第一候補は、重水素と三重水素を燃料とし、発生した中性子を用いて発電を行う方式である。その一方、近年、中性子をほとんど発生しない核融合反応を用いた核融合炉の研究が再び脚光を浴びている[1]。最も可能性のある核融合反応として、p-¹¹B 反応(¹¹B(p, α)2 α)が挙げられている。1 この核融合反応断面積は、陽子エネルギー135 keV 辺りにピークが存在する[2]。大型ヘリカル装置(LHD)においては、加速電圧が約 180 keV の中性粒子ビーム入射装置、及びホウ素の粒子をプラズマ中に添加することが出来る不純物ドロッパーが装備されている[3]。ホウ素添加プラズマを高エネルギー軽水素ビームで加熱することにより、有意な p-¹¹B 反応率を得られることが期待される。

LHD において p-¹¹B 反応に起因する α 粒子発生率を予測する数値シミュレーションを行った。背景プラズマパラメータについては、実測の電子密度、電子温度、及びホウ素の径方向分布を用いた。軽水素ビームイオンの径方向分布については、FIT3D コード[4]を用いた。古典的なビームイオン閉じ込めに基づく FBURN コード[5]を用いて計算したところ、p-¹¹B 反応は主にプラズマ中心部で起こり、約 10^{14} s^{-1} の α 粒子発生率が見込まれることが示された (図)。その後、FBURN コードで得られた α 粒子発生分布を元に無衝突ラーマー運動計算コード LORBIT[6]を用いて、 α 粒子の損失位置の評価、及び α 粒子計測可能性の調査を行った。ほとんどの α 粒子は、ダイバータ板に損失するが、一部の α 粒子はダイバータ板から逸脱し真空容器に損失することが分かった。加えて LHD に

既設のマニピュレータ[7]或いは、損失高エネルギーイオンプローブ[8]の位置に α 粒子が到達する結果を得た。これらのシステムを活用することで p-¹¹B 反応 α 粒子を検出できる可能性を示した。

- [1] S. V. Putvinski et al., Nucl. Fusion **59** (2019) 076018.
- [2] W. M. Nevins and R. Swain, Nucl. Fusion **40** (2000) 865.
- [3] F. Nespoli et al., Nucl. Mater. Energy **25** (2020) 100842.
- [4] S. Murakami et al., Trans. Fusion Technol. **27** (1995) 256.
- [5] K. Ogawa et al., Plasma Phys. Control. Fusion **60** (2018) 044005.
- [6] M. Isobe et al., J. Plasma Fusion Res. SERIES **8** (2009) 330.
- [7] M. Tokitani et al., J. Nucl. Mater. **463** (2015) 91.
- [8] K. Ogawa et al., J. Plasma Fusion Res. SERIES **8** (2009) 655.



FBURNコードで計算されたp-¹¹B反応による α 粒子発生率(下)及びその径方向分布(上)。