

LHD 重水素実験における核融合反応の時間発展シミュレーション Simulation study of fusion reactions in time evolving deuterium plasma at LHD

齋藤泰之¹, 村上定義¹, 山口裕之¹, 本間雅之¹

Yasuyuki SAITO¹, Sadayoshi MURAKAMI¹, Hiroyuki YAMAGUCHI¹, Masayuki HOMMA¹

京都大学工学研究科原子核工学専攻¹

Department of Nuclear Engineering, Kyoto University¹

LHD においては、2017 年から重水素プラズマに重水素ビームによる NBI 加熱を行う重水素プラズマ実験が計画されている。加熱パワーの増大や、重水素プラズマを用いることによるエネルギー閉じ込めの改善により、高温・高密度の高性能プラズマの閉じ込めが期待されている。重水素プラズマ実験において計測される核融合反応による中性子を数値計算によるシミュレーション結果と比較することにより、ヘリカル型核融合炉における高エネルギー粒子の閉じ込め性能を検証することができる。

これまで、我々はドリフト運動論解析コード GNET を用い、NBI 加熱による重水素ビームイオンと熱重水素イオン間や重水素ビームイオン間における D-D 核融合反応や D-D 核融合反応で発生したトリトンと重水素イオン間の D-T 核融合反応について検証してきた [1]。以前の手法では、背景プラズマ粒子や NBI 重水素ビームイオンは定常状態であると仮定して計算していた。しかし、実際のプラズマでは、背景プラズマ密度・温度や NBI 加熱の変化によって、高エネルギー粒子密度や核融合反応率も変化すると考えられる。

本研究では、統合輸送コード TASK3D と NBI 重水素ビームイオンや背景プラズマ温度・密度が時間発展する場合に対応できる GNET-TD コードを用い、核融合反応の時間発展挙動について検証することを目的としている。今回は、重水素ビームイオンが時間発展する場合での D-D 核融合反応率や背景プラズマ密度、大半径、加熱パワーに対する依存性についての定量的評価を報告する。

下図は、3 台の負イオン源 NBI1,2,3 号機のみを稼働させた場合の、D-D 核融合反応率の予測される変化についての 1 例を示している。

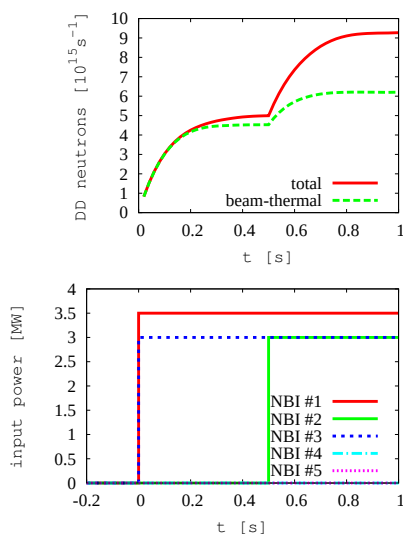


図 1. NBI 2 号機を時刻 $t = 0.5$ [s] で入射する場合の D-D 核融合反応率の時間発展

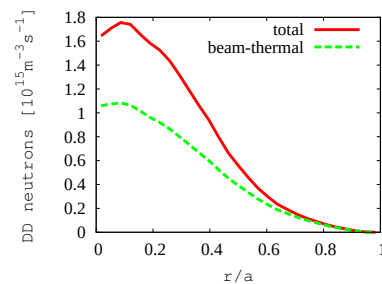


図 2. 図 1. の条件下での時刻 $t = 1.0$ [s] における D-D 核融合反応率の径方向分布