

3P30

球状トカマク装置 QUEST における高速駆動磁気プローブを用いた磁場計測 Magnetic field measurement with a fast reciprocating magnetic probe on the QUEST spherical tokamak

工藤倫大¹, 池添竜也², 出射浩², 福山雅治¹, 張逸凡¹, 加藤凌哉¹ 武田康佑¹,
木谷彰宏¹, 黒田賢剛² 恩地拓己²
九大総理工¹, 九大応力研²

Michihiro KUDO¹, Ryuya IKEZOE², Hiroshi IDEI², Masaharu FUKUYAMA¹, Yifan ZHANG¹, *et al.*
IGSES, Kyushu Univ¹, RIAM, Kyushu Univ.²

九州大学の球状トカマク装置 QUEST では、電子サイクロトロン加熱/電流駆動(ECH/CD)による非誘導トカマクプラズマ立ち上げを行っている[1]。生成される高速電子の振る舞いが立ち上げに重要な役割を果たしていることが示唆されており、そのような特徴のある球状トカマクプラズマのMHD特性を調べるために、1. プラズマ周辺部磁気コイルアレイの設置と 2. 高速駆動磁気プローブの開発を行った。

磁気コイルのポロイダルアレイは、センタースタックに近年設置されたタイルの裏側に 12 個、上下ダイバータ板の裏にそれぞれ 3 個、外側垂直部に 3 個、外側の上下斜め部 (高温壁ダミーパネル裏) に 3 個ずつの計 27 個で構成されている。トロイダルアレイは外側垂直部に設置した 8 個の磁気コイルで構成される。実行断面積はセンタースタック裏が 50 cm²、その他が 100 cm²程度あり、周波数応答として 500 kHz 程度確保している。

図 1 に、QUEST における典型的な非誘導プラズマ立ち上げ時の磁場揺動スペクトルの時間発展を示す。プラズマ電流が 28 GHz ECH/CD により急激に立ち上がった後、50 kHz 近傍および数 kHz 帯に特徴的な揺動が観測された。特に、前者の揺動は幅 2 kHz 程度で周波数チャープを繰り返している。

高速駆動磁気プローブでは、磁場の空間変化に起因する起電力による定常磁場測定、および時間変化から磁場揺動計測を行う。図 1 に開発した高速駆動磁気プローブの簡略図を示す。二重のベローズ管で構成されており、手動で 50 cm 可動でき、そこを初期位置として圧空による高速掃引が 50 cm 可能である。プローブ位置はレーザー変位計で測定し、また先端の温度を熱電対でモニターする。圧空の制御には FPGA 制御器(cRIO-9053、NI9381)を用い、掃引距離や掃引タイミングを任意にプログラム可能である。先端部には、3 軸の磁気コイルを二組、また高周波用の 1 ターン磁気コイルも 3 軸備えている。

講演では、これら開発した計測器で測定された QUEST 非誘導プラズマ立ち上げの磁場揺動特性

についての初期結果を報告する。

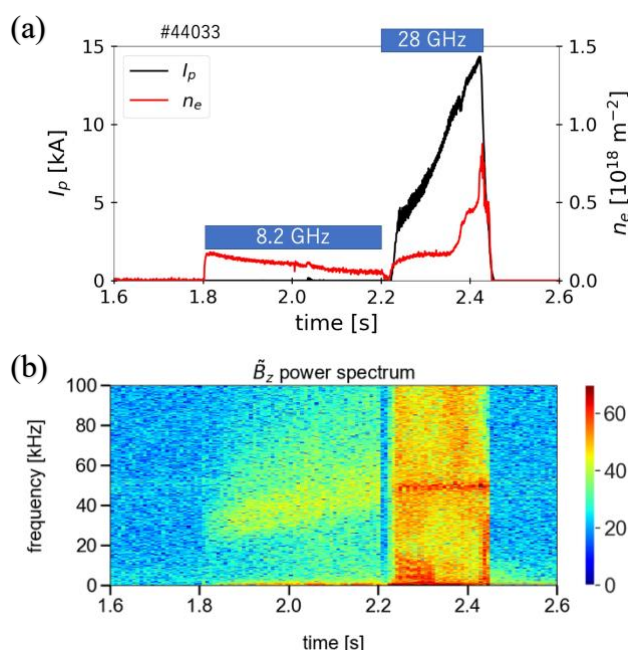


図 1. (a)プラズマ電流 I_p と線積分密度 n_e の時間発展。(b)センタースタックの赤道面位置に設置した磁気プローブの磁場揺動スペクトルの時間発展

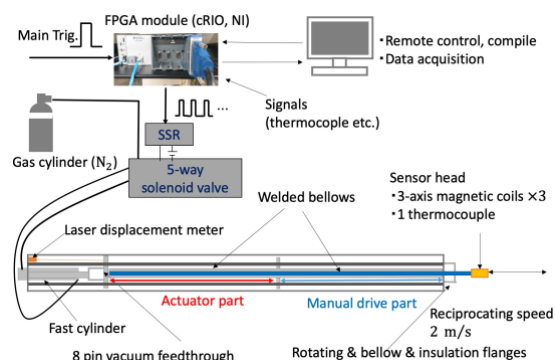


図 2. 高速駆動磁気プローブシステムの簡略図

[1] H. Idei *et al* 2020 *Nucl. Fusion* **60** 016030.

本研究は NIFS 双方向型共同研究(NIFS19KUTR145, NIFS19KUTR136) の助成を受けたものである