

正準フラックスチューブの検出実験に用いるプローブシステムの開発 Development of probe system for validating canonical flux tube in toroidal plasmas

高岡亮太, 比村治彦, 三瓶明希夫, 石田裕,
井上孟流, 稲垣泰一郎, 小嶋夏葵, 森内大翔
R.Takaoka, H.Himura, A.Sanpei, Y.Ishida,
T.Inoue, S.Inagaki, N.Kojima, T.Moriuchi

京都工芸繊維大学・電子システム工学課程
Kyoto Institute of Technology, Department of Electronics

背景と目的

プラズマの理想 MHD や抵抗性 MHD モデルには、多くの近似が設けられており、プラズマはかなり単純化して考えられているにも関わらず、多くの現象や性質を記述することができる。一方で、プラズマの突発的な構造変形やディスラプション現象の空間時間変化は MHD モデルでは説明できない。したがって、近年では MHD モデルに使われている近似を緩めた拡張 MHD モデルと、その拡張モデルの観測データへの適用が進められている。拡張 MHD モデルの中には、プラズマを二流体として考えるモデルがあり、特にイオン流体と電子流体が異なる速度場を持つと推測されるプラズマ現象の説明に適用できると期待されている。理論的には、これまでに様々な現象や性質が予測されているものの、実験的検証はほとんど進んでいない。

二流体モデルで予測されている重要な現象のうち、MHD 近似におけるプラズマの磁束管への凍結に対応するプラズマの正準フラックスチューブへの凍結がある。これは、プラズマが磁気ヘリシティーではなく、さらに一般的な正準ヘリシティー K_σ という保存量を持つことを起点としている [1]。しかしながら、この正準フラックスチューブへのプラズマの凍結も未検証事項の一つである。そこで、我々は世界で初めて、トラスプラズマにおいてこの予測を実験的に検証する。

複合プローブシステムの設計・製作

正準フラックスチューブの空間時間発展を追跡するためには、磁束密度、速度場、電場の正準ベクトル量を多点で同時に測定しなければならない。これらにより、ベクトルポテンシャルや渦度ベクトルも得られる。この測定を実現するために、我々はまったく新しい複合プローブを開発している。複合プローブの大きさは、従来のプローブに比してコンパクトで、多チャン

ネルの磁気プローブとマッハプローブ、キャパシティブプローブから構成されている。いずれのプローブも一つのチャンネルの大きさは一辺が数ミリメートルの直方体に収まる。このプローブはフローティング信号を測定するので、各プローブに適した構成の絶縁アンプも同時に開発している。RELAX 装置で生成されるプラズマ [2] のアルフベン速度、現有の A/D コンバーターのサンプリング周波数に基づいて、絶縁アンプの周波数特性は 500 kHz まで平坦としている。Fig. 1 は製作した絶縁アンプの周波数特性の測定結果を示している。

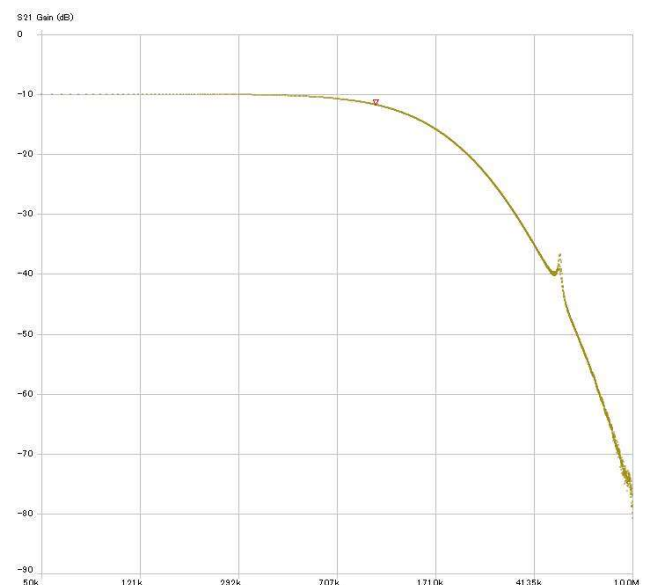


Fig. 1: 製作した絶縁アンプの周波数特性の測定結果

参考文献

- [1] J.P.Sauppe *et al.*, PoP 23, 032303(2016)
- [2] S.Masamune *et al.*, JPSJ 76, 123501(2007)