

磁場反転配位プラズマにおける揺動磁場の伝播および減衰特性

Propagation and damping characteristic of the excited low-frequency wave in a field-reversed configuration

○細澤明好¹, 岡田成文², 郷田博司³, Thomas Roche³, 井通暁⁴
高橋俊樹⁵, 関口純一⁶, 高橋努⁶, 浅井朋彦⁶

*Akiyoshi Hosozawa¹, Shigefumi Okada², Hiroshi Gota³, Thomas Roche³, Michiaki Inomoto⁴
Takahashi Toshiki⁵, Junichi Sekiguchi⁶, Tsutomu Takahashi⁶, Tomohiko Asai⁶

An excitation of a low-frequency wave in a collisional merging FRC has been performed as an additional heating technique. In the internal magnetic field measurement, the magnetic field oscillated by applying the oscillation magnetic field. It is inferred that the oscillated magnetic field propagated in the axial direction because of the phase shift between B_z probe signals. In this case, it is difficult to measure a propagating wave correctly because the propagation wave has possible to reflect. In this work, a single pulse magnetic field corresponding to a half period of the oscillating magnetic field is applied, and it will be reported to propagation and damping characteristics of the excited pulse magnetic field.

磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration : FRC) ^[1]プラズマは、ポロイダル磁場とそれと直交するプラズマ電流によりその配位を維持するため、体積平均ベータ値が極限的に高く、先進燃料 ($D-^3He$, $p-^{11}B$) を使用した熱核融合炉の炉心プラズマとしての可能性を持つ。日本大学理工学部の FAT-CM 装置^[2]では、衝突合体法により生成された FRC (排除磁束半径 $\sim 0.15m$, セパトロリクス長 $\sim 1.5m$, 全温度 $\sim 120eV$, 平均電子密度 $\sim 8 \times 10^{18}m^{-3}$) の追加熱を目的として、セパトロリクス上でのイオンサイクロトロン周波数 ($\sim 300 kHz$) よりも低周波を用いる低周波波動励起実験が行われている^[3]。

衝突生成された FRC が平衡状態に達した後に、91kHz の振動磁場を印加することにより、セパトロリクス内部に 3 方向の磁場 (B_z :装置軸方向, B_x :水平方向, B_y :鉛直方向) を計測する内部磁気プローブアレイを異なる軸方向位置に 5 本挿した内部磁場計測から、異なる位置で右図の矢印のように磁場の揺動の位相がずれて観測されたことから、揺動が伝播していることが確認された。また、右図の B_z の出力を $z=0.3m$ と $z=-0.6m$ の位置で比較すると、70% 程度減衰している。

FRC 内部を伝播した磁場の揺動が減衰していることから、このエネルギーが伝播波動と共鳴粒子との相互作用により消費され熱化したと考えられる。振動磁場を印加した場合、磁場の揺動が振動波形となるため、波動が伝播中に遮断面等で反射すると後に続く波形と重なり、伝播の様子を分離して考えることは難しい。そのため、振動磁場の半周期分の単パルス磁場を FRC に印加し、磁場の揺動の伝播および減衰特性を調べ、加熱に有効な波動の検証を行う。本発表では、異なる装置軸上での内部磁場計測を行い、励起された波動の伝播特性および減衰特性について報告する。

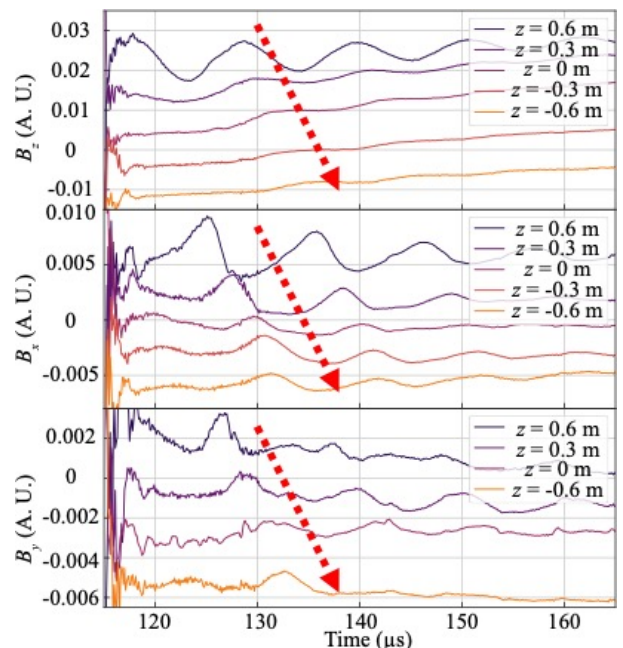


Figure 1. Time evolution of the B_z (top), B_x (middle) and B_y (bottom) signals of the internal magnetic probe arrays ($B_z, B_x : y = 9 \text{ cm}$, $B_y : y = 7 \text{ cm}$, The device axis : $y = 0$)

参考文献

- [1] M. Tuszewski, : "Field reversed configuration" Nucl. Fusion, 28, 11, 1988
[2] T. Asai, *et al.*, : "Collisional merging formation of a field-reversed configuration in the FAT-CM device" Nucl. Fusion, 59, 056024, 2019
[3] A. Hosozawa, *et al.*, : "Collisional Merging of Field-Reversed Configurations in the FAT-CM Device Form Targets for the Excitation of Low-Frequency Waves" Plasma Fusion Res, 14, 2402041, 2019