

## ホールプローブによる RMF プラズマ源に形成される反転磁場の測定 Measurement of reversed field formed in a RMF plasma sources by using a Hall probe

○一谷美緒<sup>1</sup>, 大西裕馬<sup>2</sup>, 小林大地<sup>3</sup>, 浅井朋彦<sup>3</sup>

\*Mio Ichitani<sup>1</sup>, Yuma Onishi<sup>2</sup>, Daichi Kobayashi<sup>3</sup>, Tomohiko Asai<sup>3</sup>

Abstract : The rotating magnetic field (RMF) is a technique to drive azimuthal electron current in a cylindrical plasma. Combined with external axial field, closed magnetic structure like a field reversed configuration (FRC) can be formed. To obtain experimental evidence of reversed magnetic field in the developed small stationary RMF plasma source, Hall effect sensor-based magnetic probe has been developed. The characteristics of the plasma source with and without FRC-like magnetic structure have also been verified.

### 1. 背景・目的

回転磁場 (RMF) 法とは、回転する磁場によって円柱状のプラズマに方位角方向の電子電流を駆動する手法である。外部からの軸方向定常磁場を印加することで、Figure 1 に示すような磁場反転配位 (FRC) 様の磁力線構造が形成される<sup>[1]</sup>。RMF を用いた生成法では、Figure 2 のように電子のみを選択的に加速できることから低イオン温度特性が見込まれ、単色性の高いビーム源に適した特性を持つことが期待される。

本研究では、RMF により形成される磁場の反転構造を測定するために、定常磁場を測定可能なホール素子を利用したホールプローブを開発、計測を行う。

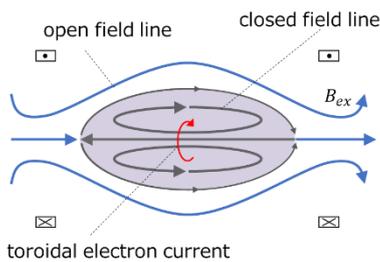


Figure1. FRC-like magnetic structure

### 2. ホールプローブ

ホール効果とは、電流が流れている物体に垂直に磁場をかけると、電流の担い手である荷電粒子がローレンツ力を受けることにより電流と磁場に直交する方向の電位差 (ホール電圧) が発生する現象である。ホール電圧を測定することにより磁場の有無や強さを計測することができる。本研究では、400 kHz の回転磁場を

用いておりこの成分がノイズとして計測器に混入してしまう。そのため高周波帯でのゲインが小さく、かつ想定する磁場強度 (数 mT) に適しているリニアホール IC (Texas Instruments 社製, DRV5056Z2) <sup>[2]</sup>を採用し、中心軸上の磁場の計測を行う。

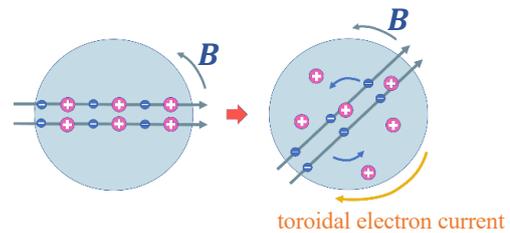


Figure 2. Toroidal electron current driven by RMF

### 3. 実験結果

軸方向磁場の印加に用いるヘルムホルツコイル (直径 300mm, 巻数 100) を使用し、開発したホールプローブの性能を評価した。同相信号などの除去を目的として、2つの素子を向かい合わせに配置した (Figure 3)。Figure 4 に2つのホール素子の出力特性を示す。オフセットの値に僅かな差はあるものの、 $\pm 1$  mT の範囲において、良好な線形性を維持していることが確認された。本研究では 1 mT 程度のミラー磁場を印加しており、RMF により反転磁場が形成された場合、開発したホールプローブを用いて観測が可能である。

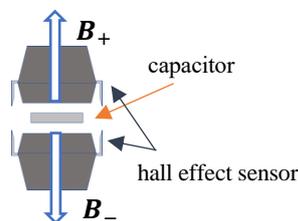


Figure3. Arrangement of Hall effect sensor

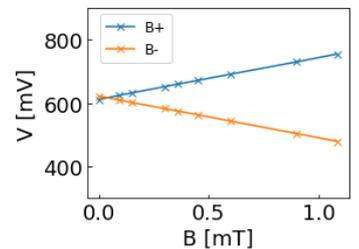


Figure4. Magneto-electric conversion characteristic of the Hall probes

### 参考文献

- [1] I. R. Jones, *Phys. Plasmas* **6**, 1950 (1999).
- [2] DRV5056Z2 データシート, Texas Instruments