

# 磁場反転配位プラズマ衝突実験における多極磁場法印加の効果

日本大学理工学部 渡部慎太郎、蜂須賀拳、関口純一、浅井朋彦、高橋努

磁場閉じ込め方式の一つである磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration : FRC) は、閉じ込め効率が非常に良いという特徴がある。日本大学では、逆磁場テータピンチ (Field-Reversed Theta Pinch : F RTP) 法を用いて生成している。FRC は開いた磁力線と閉じた磁力線を持っており、ポロイダル磁場のみで形成されている。さらに磁気軸で磁場が反転し、単連結構造となる。その磁場構造の概略図を図 1 に示す。

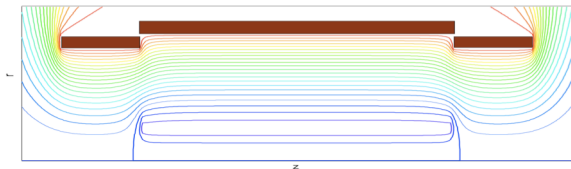


図 1 F RTP 法で生成される磁場反転配位の磁場構造の概略図

大阪大学の FIX、ロスアラモス国立研究所の FRX-C/T などのプラズマ生成・移送装置で移送実験が行われてきた。さらに、米国の Tri Alpha Energy (TAE) の C-2/U 装置では移送部の両側に生成装置を配置し移送したプラズマを衝突させる実験も行われ中性粒子入射 (Neutral Beam Injection : NBI) や安定化を望んだプラズマガンを用いて粒子の補給や加熱、安定化を試み 10ms までの配位維持が達成された [1]。

日本大学でも FRC プラズマを生成領域から移送領域に超音速で移送させセンターソレノイド装置して電流駆動実験なども開始された (FRC Amplification via Translation:FAT) [2]。

FAT 装置は、新たな F RTP 生成部を設置し FRC プラズマの衝突合体実験を行う予定である。移送後、再現性の良い衝突合体実験を行うための実験法の検討を行っている。FRC プラズマには装置中心軸上からずれるトロイダルモード数  $n=1$  のシフト運動 (Wobble 運動) が発生し対称性の良い衝突合体実験が起こせない可能性が懸念されている。この不安定性を制御するために衝突合体領域に多極磁場の印加を考えている。また、衝突合体後に FRC プラズマに発生が予想される  $n=2$  回転不安定性の制御も望める。

この方法によるシフト不安定性の安定化に必要な閾値磁場は、以下の式で示される [3]。

$$B_{sc} = \frac{r_s \Omega}{f} \sqrt{\frac{\mu_0 \rho}{2(m-1)}} \quad (1)$$

ここで、 $m$  は多極磁場の極数を半分にした値、 $\mu_0$  は透磁率、 $\rho$  は質量密度、 $r_s$  はセパトリクス半径、 $\Omega$  はプラズマの巨視的な振動周波数、 $f$  は減衰パラメータとなる。

図 2 は、完全導体と仮定した FRC プラズマへ四重極磁場を印可した場合の等磁束面を示す。この等磁束面からプラズマのシフトや回転による楕円変形するのを磁気圧によって抑え込める構造になっていることがわかる。発表では、FAT 実験のプラズマパラメータを用いた安定化磁場のパラメータや必要な電源のパラメータの検討結果や衝突合体実験用に準備中の F RTP 装置の概要について述べる。

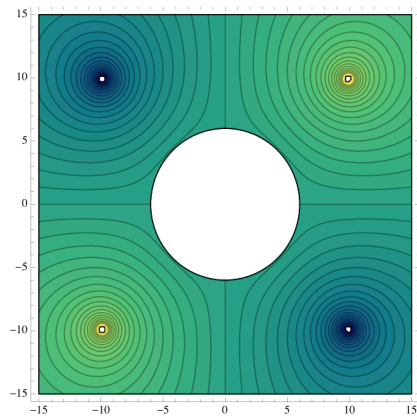


図 2 四重極磁場の磁気面

## 参考文献

- [1] M. W. Binderbauer, et al., Phys. of Plasmas 22, 056110 (2015)
- [2] 荒井真美子 他, 平成 28 年電気学会全国大会, 東北大学, 平成 28 年 3 月 18 日 (発表予定)
- [3] K. Fujimoto, et al., Phys. of Plasmas 9, 171 (2002)