

FFHR-d1におけるEBW加熱の検討

EBW Heating in FFHR-d1

柳原洸太¹⁾, 久保伸¹⁾²⁾, 下妻隆²⁾, 吉村泰夫²⁾,
伊神弘恵²⁾, 高橋裕巳²⁾, 辻村亨²⁾, 牧野良平²⁾

Kota YANAGIHARA¹⁾, Shin KUBO¹⁾²⁾, Takashi SHIMOZUMA²⁾, Yasuo YOSHIMURA²⁾,
Hiroe IGAMI²⁾, Hiromi TAKAHASHI²⁾, Toru Ii TSUJIMURA²⁾, Ryohei MAKINO²⁾

1)名古屋大学工学研究科エネルギー理工学専攻

2) 核融合科学研究所

1) Nagoya University

2) National Institute for Fusion Science, National Institutes of Natural Sciences

核融合発電の実現にあたり、電流駆動を必要とせず、定常運転に適したヘリカル型磁場閉じ込め核融合炉は、非常に有望なシステムであり、現在大型ヘリカル装置(LHD)の実験結果を元に、LHDタイプのヘリカル原型炉、FFHR-d1の設計活動が行われている。FFHR-d1における主加熱には、プラズマの制御が柔軟に行えること、中性子流束からの主加熱機器の遮蔽が容易であること等から、電子サイクロトロン共鳴加熱(ECRH)が有望とされている。しかし現在検討されているプラズマ立ち上げシナリオにおいて、プラズマ中心密度はプラズマカットオフ密度の近傍に達する。よって従来の電磁波を用いた方法では密度に対する裕度が無く、ECRH単独によるプラズマの立ち上げには困難が予想される。そこで十分に確立された従来通りの電磁波を用いた加熱に加え、電子バーンシュタイン波(EBW)を用いた加熱を適用する事で、ECRH単独による加熱シナリオを実現する。中でも今回は、EBWの励起が見込める入射位置の検討を行った。

平衡磁気面計算コードVMECによって計算されたプラズマカットオフ磁気面上に、均等かつ一様にメッシュ点を配置した。各メッシュ点において、EBWの励起に最適となる電磁波の入射角をそれぞれ計算し、この最適入射角を元にRay-tracingを用いて入射電磁波の軌道を逆算した。メッシュ点から逆算した軌道が炉の内壁面と交差した点を、そのメッシュ点に対する最適入射点と定義した。

OXBモード変換における最適入射点の集中度をFig. 1に示す。横軸をトロイダル方向、縦軸をポロイダル方向とし、プラズマ縦長断面をトロイダル角 0° 、トーラス外側をポロイダル角 0° と定義した。青線は容器中心から炉の内壁

面までの15 (cm)毎の距離の等高線、赤線は炉内壁面上に一様に配置したそれぞれのメッシュ点の近傍に存在する最適入射点群の密度の等高線である。これより最適入射点は、トーラス外側のプラズマからの距離が近い増殖ブランケット上に多く分布していることがわかる。

またOXモード変換窓に入射ビームを絞り込む際に必要となるアンテナの大きさを見積もるために、窓のサイズを元に炉内壁面におけるビーム径を計算した。この結果をFig. 2に示す。これより最適入射点が集中している領域におけるアンテナのサイズは、実現可能な大きさであることが確認できた。

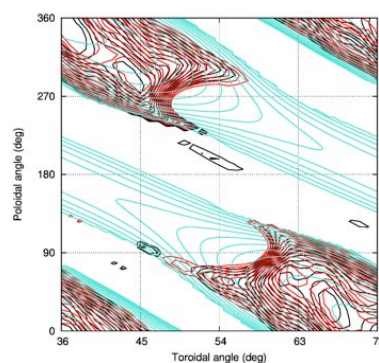


Fig.1 Optimum launching points on the wall

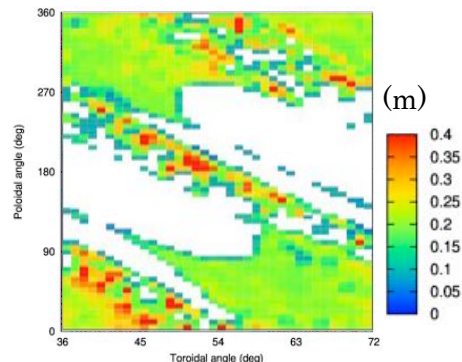


Fig.2 Estimated size of beam radius on the wall