

ヘリカル核融合炉体積中性子源FFHR-b2の炉心プラズマ物理解析
**Core Plasma Physics Analysis for Helical Volumetric Fusion Neutron Source
 FFHR-b2**

後藤 拓也^{1),2)}、關 良輔^{1),2)}、庄司 悠歩³⁾、村上 定義³⁾、宮澤 順一^{1),2)}、FFHR設計グループ
 GOTO Takuya^{1),2)}, SEKI Ryosuke^{1),2)}, SHOJI Yuho³⁾, MURAKAMI Sadayoshi³⁾,
 MIYAZAWA Junichi^{1),2)}, The FFHR Design Group

1)核融合研、2)s総研大、3)京大

1)NIFS, 2)The Graduate Univ. for Advanced Studies (SOKENDAI), 3)Kyoto Univ.

現在核融合科学研究所で実施されているヘリカル核融合炉概念設計活動では、最終目標である100万kW級発電を行うヘリカル核融合発電炉FFHR-d1の実現に向け、先進工学・物理概念の実証を行うFFHR-a1、DT核融合燃焼実証と核融合炉システムの運転実証を行うFFHR-b1/b2、発電実証とプラントシステムの運用実証を行うFFHR-c1をそれぞれ建設する段階的開発戦略を提案している。このうちのFFHR-b1/b2については、ビーム・バルク核融合反応を活用し、できるだけ小型の装置で核融合利得1を達成することを念頭に設計を進めている。これまでの概念設計における炉心プラズマ設計では、LHD実験結果をジャイロボーム則に基づいて外挿することで炉心プラズマの径方向分布を予測する、という手法を採用してきたが、その場合の外部加熱はECHによる中心加熱を想定していた。一方、ビーム・バルク核融合反応が主体となるFFHR-b2では、NBIのビーム粒子とビーム・バルク核融合反応で発生したアルファ粒子による加熱、またビーム粒子およびアルファ粒子の圧力が平衡に与える影響を加味した解析を行う必要がある。

そこで、ビーム・バルク核融合反応による中性子発生率計算を盛り込んだFIT3Dコード（定常解析が主であるがNBI加熱の高速な解析ができる計算コード）と高エネルギー粒子損失も考慮してより正確な解析が可能である高エネルギー粒子閉じ込め解析コードGNETを活用してNBIとビーム・バルク核融合反応による加熱分布を求め、その結果を炉心プラズマの径方向分布の予測に再度適用して繰り返し計算を行うことで、NBIおよびビーム・バルク核融合反応を考慮した上で整合性のある炉心プラズマ物理設計を行う手法を新たに提案した。

FIT3Dコードを用いて計算したNBIによる電子およびイオンの加熱の径方向分布とビー

ム・バルク核融合反応による中性子発生量の分布の一例を図1に示す。計算は純粋トリチウムプラズマへの重水素ビーム入射で、ビーム加速エネルギー80 keVの条件でFFHR-b1を対象に行った。図2はNBI加熱の吸収パワーとビーム・バルク核融合反応によるアルファ出力の電子密度依存性を加熱パワー1 MWに規格化して示したものである。これより、NBIの吸収効率は密度と共に低下するものの、温度上昇による核融合反応率の増大が効いて、核融合利得は密度 $5.0 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ 付近が最適となることが示唆された。

講演ではNBIの加速エネルギーも含めたより詳細なスキャン結果や、GNETを用いたより詳細な解析の結果を報告する予定である。

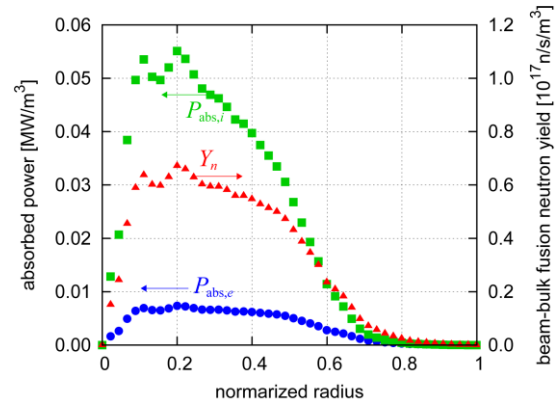


図1 NBI加熱の吸収分布と中性子発生分布

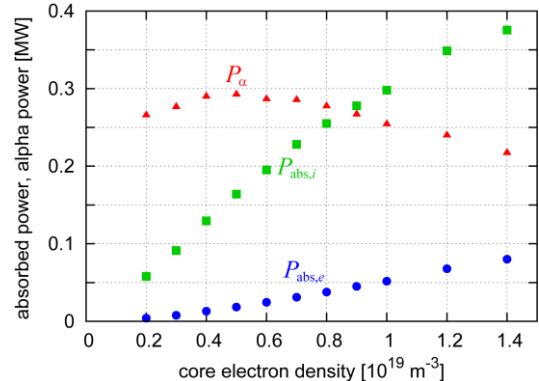


図2 NBI加熱の吸収パワーとアルファパワーの電子密度依存性