

第 11 回 若手科学者によるプラズマ研究会 (2008 年 3 月 17 - 19 日), 那珂核融合研究所

## GAMMA10 における ICRF 波動を用いたプラズマ生成, 加熱, 制御

山口 裕資, 市村 真, 片野 誠, 茂木 ゆき美, 室 大志, 大内 敏昭,  
大石 洵也, 佐藤 翔一, GAMMA10 グループ  
筑波大学 プラズマ研究センター

複合ミラー型プラズマ実験装置 GAMMA10 では, ICRF(Ion-Cyclotron Range of Frequency)波動が重要な役割を担っている。これまでに, 三系統の高周波発振器 (RF1~10MHz, RF2~6MHz, RF3~40MHz,)と二種類(Double Half-Turn, Nagoya Type III)四系統の高周波アンテナを導入し, プラズマ生成, 加熱, 安定維持に関する研究を進めている。高周波アンテナは全て軸対称ミラーセントラル部に配置されており, それらを各種の波動へ結合させ, 目標とした場所へ波動を伝播, 吸収させている。

セントラル部のプラズマ生成には, アルフベン速波が利用されている (RF1)。同時に, 速波はセントラル部の両端に続く極小磁場配位アンカー部への伝播過程において遅波へモード変換され, アンカー部中央のイオンサイクロトロン共鳴層において吸収, 熱化される。アンカー部において高圧プラズマを維持することで, 交換型不安定性を抑制し, セントラル部における高圧プラズマの生成を可能としている。セントラル部のイオン加熱には, 磁気ビーチ配位によるサイクロトロン共鳴加熱が利用されている (RF2)。現在の ICRF 実験では, 密度  $\sim 10^{18} \text{ m}^{-3}$ , イオン温度 10 keV 程度のプラズマが得られている。またプラズマパラメータの上昇に伴い, 電子ドリフト波や, 温度非等方性に起因する AIC (Alfvén Ion Cyclotron) 波動の発生が観測されており, 特性の解析が進められている。

これまで, 入射電力の増大に対してプラズマ密度の飽和が観測されており, 高密度化が重要な課題となっている。計算コードを用いてプラズマ中の波動の空間構造を調べた結果, 現状では, 波動励起は境界条件に起因する固有モード形成に影響を受けていることが明らかとなった。固有モードを密度変化に対して連続的に励起するには,  $\omega / \omega_{ci}$  を大きくすることが有効であることが計算によって示された。計算結果に基づき, イオンサイクロトロン高次高調波 (RF3) の重畳実験を行い, 密度飽和を緩和することに成功した。更に, もう一つの解決策として, 同一周波数 (RF1) の高周波を複数アンテナに位相制御しつつ入射することで同様に密度上昇が得られることを示した。高次高調波の重畳, またアンテナ位相制御を行った実験において, 密度飽和は観測されておらず, 入射電力の増大にともない更なる密度上昇が期待される。