

GAMMA10 センtral部におけるマイクロ波反射計を用いた  
低周波波動励起の観測

Observation of low-frequency wave excitation by using a reflectometer  
in the GAMMA10 central cell

板垣惇平, 池添竜也, 岡田拓也, 市村真, 平田真史, 坂本瑞樹, 隅田脩平, 岩本嘉章, ジャンソウォン,  
小野寺悠人, 吉川正志, 小波蔵純子, 嶋頼子, 中嶋洋輔

J. Itagaki, R. Ikezoe, T. Okada, M. Ichimura, M. Hirata, M. Sakamoto, S. Sumida, Y. Iwamoto,  
S. Jang, Y. Onodera, M. Yoshikawa, J. Kohagura, Y. Shima, Y. Nakashima

筑波大学プラズマ研究センター

Plasma Research Center, University of Tsukuba

タンデムミラー型装置 GAMMA10 においては、プラズマ生成・加熱を目的としてイオンサイクロトロン周波数帯 (ICRF) 波動が用いられている。ミラー磁場配位中の ICRF 加熱により、大きな温度非等方度 ( $T_{i\perp}/T_{i\parallel}$ ) を持つプラズマが生成され、その非等方性を駆動力として離散的なピーク周波数を持つ Alfvén Ion-Cyclotron (AIC) 波動が自発的に励起される。AIC 波動の周波数は GAMMA10 センtral部の ICRF 加熱に使用している 6.36 MHz の約 0.9 倍である 5.6–5.9 MHz に存在している。

マイクロ波反射計で計測する密度揺動には、プラズマの外側で計測する磁場揺動よりもはっきりと、波動-波動結合により励起されたと考えられる波動が観測されている。本研究では、反射計で得た密度揺動信号にバイスペクトル解析を適用することで、GAMMA 10 における AIC 波動を含めた ICRF 波動間の三波結合の評価を行った。

二乗バイコヒーレンスは  $b^2(f_1, f_2) = |E[X_{f_1} X_{f_2} X_{f_3}^*]|^2 / (E[|X_{f_1} X_{f_2}|^2] \times E[|X_{f_3}|^2])$  で定義される。ここで、 $X_f$  は周波数  $f$  の複素フーリエスペクトルで、 $E[\ ]$  はアンサンブル平均である。二乗バイコヒーレンスを用いることで、 $f_3 = f_1 + f_2, k_3 = k_1 + k_2$  を満たす三波が、それぞれ独立に励起された波であるか、非線形相互作用を通して結合しているかを判別することができる。図 1(a),(c) に計算した二乗バイコヒーレンスの例を示す。図 1(b) には、バイコヒーレンスの計算に用いたのと同じデータセットでアンサンブル平均した AIC ピーク周波数帯の周波数スペクトルを示している。AIC 波動間の差周波数である約 70, 90, 160 kHz を生成する三波結合に着目すると、図 1(a) に示すプラズマ中心領域では、統計ノイズレベルを超える高いバイコヒーレンスを有し、非線形的に差周波波動が励起されていることが示唆される一方、図 1(c) に示す周辺部では顕著でないことがわかる。講演では、これら非線形結合現象に明瞭に現れた径方向依存性の詳細と共に、その結合と各波の振幅等との関係に関して報告する。

本研究は、科学研究費補助金 (No. 25400531, 15K17797) および NIFS 双方向型共同研究 (NIFS15KUGM101) のもと実施されている。

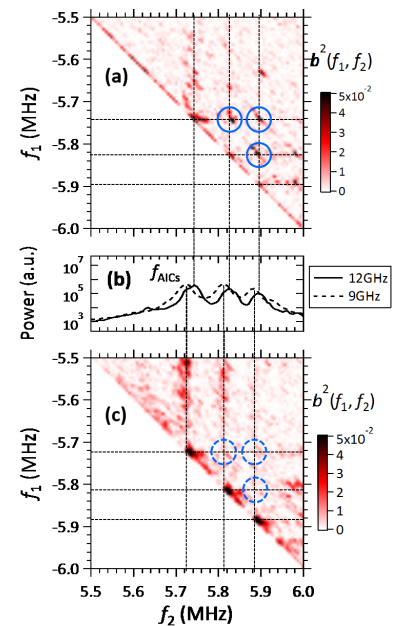


図 1: (a) プラズマ中心部 ( $f_{probing} = 12$  GHz)、および (c) プラズマ周辺部 ( $f_{probing} = 9$  GHz) の二乗バイコヒーレンス、(b) AIC 波動ピーク周波数帯のパワースペクトル、(参照 R.Ikezoe et al., Phys. Plasmas **22**, 090701 (2015))