

## GAMMA10 での高次高調波によるイオン加熱の効果

筑波大学プラズマ研究センター 柿本 真吾

### 1. 概要

タンデムミラー装置において高ベータプラズマの生成は最も重要な目的のひとつである。現在 GAMMA10 では高密度プラズマ生成を目的として、6-10 倍の高次高調波 (HHFW) を印加できる新しい ICRF システム(RF3)が導入されている。従来からの ICRF システムである RF1,RF2 によって加熱、維持された初期プラズマに RF3 を印加することにより、プラズマの密度上昇が観測された。このとき、同時に半導体を用いた高エネルギーイオン検出器(ccHED)で高エネルギーイオンの生成が観測されている。反磁性量がほとんど変化しないことから、ごく少数の高エネルギーイオンが選択的に加熱されていると考えられる。この HHFW による高エネルギーイオンの加熱の効果を調べるために、プラズマの分散関係式を解き、加熱の効果を波の減衰率として評価した。

### 2. 実験方法と計算結果

プラズマ中の高次高調波減衰を評価するために、無限一様での熱いプラズマの分散関係式を解いた。このとき、波の進行方向はほぼ磁力線方向とし、磁場に対して平行方向の波数を実数の定数とし、垂直方向の波数を複素数の変数とした。この計算では GAMMA10 セントラル部中央でのプラズマのパラメータを用いた。印加周波数はセントラル部中央の磁場強度に換算して 1~10 倍のイオンサイクロトロン周波数帯を用いた。この時、波の減衰率 ( $=\text{Im}(k_x)/\text{Re}(k_x)$ ) はイオンサイクロトロン周波数の整数倍付近で非常に高くなる。プラズマ中に励起される波の電場を解析した結果、波が強く減衰される領域では、イオンと同じ左回りの電場が励起されていることが明らかとなった。また、HHFW の減衰率は初期プラズマのイオン温度に強く依存することが明らかとなった (図 1)。初期プラズマの温度が比較的低い場合には、高次の HHFW はほとんど減衰しないが、プラズマの温度が上昇するのにしたがって、減衰率の次数による差は小さくなってゆく。また、高温イオンを少量含む 2 成分プラズマにおいては、含まれる高温イオン成分の比率に伴って減衰率が高くなってゆくことが明らかとなった。

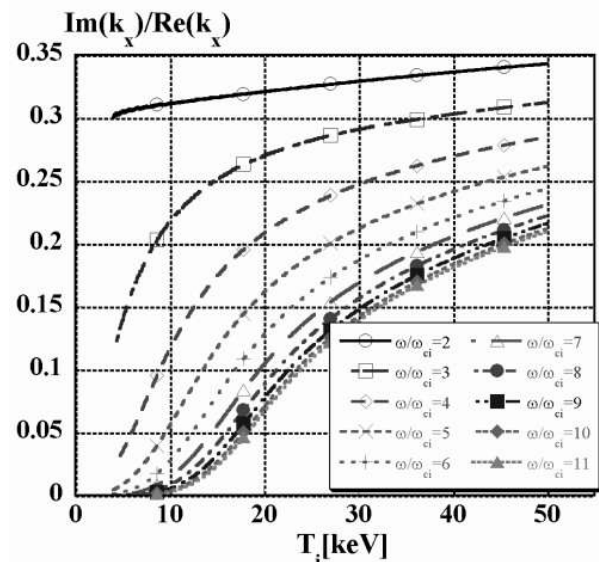


図 1. イオン温度(初期プラズマの温度)に対するイオンサイクロトロン高次高調波の減衰率の依存性。2 倍高調波の減衰率が最も高く、周波数が高くなるほど減衰率は小さくなる。

### 3. まとめ

GAMMA10 セントラル部におけるプラズマのパラメータを用いて HHFW のイオン加熱の効果を計算した。この結果、GAMMA10 において、HHFW によるイオン加熱の効果は少量の高エネルギー成分に強く依存していることが示唆された。