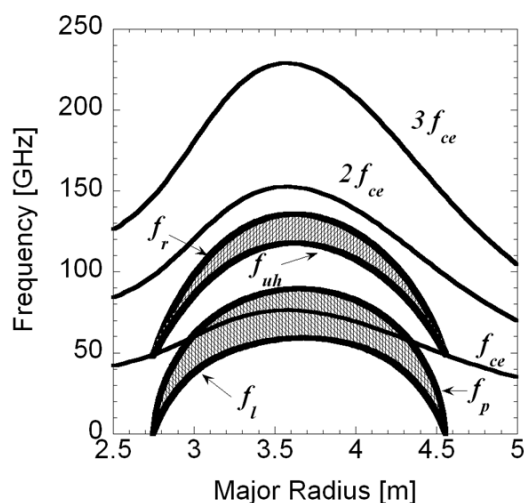


## マイクロ波 - ミリ波 - テラヘルツ波を用いた磁場閉じ込め核融合プラズマ計測

核融合科学研究所 徳沢季彦

電磁波を用いたプラズマ計測は、プラズマへの擾乱が少なく、プラズマの密度、温度等の基本パラメータを測定できるため、プラズマ物理研究が開始された当初から、広く用いられてきている。特に、核融合を目指す磁場閉じ込め高温プラズマ実験装置では必須の計測法である。電磁波をプラズマに入射し、透過波の位相変化を計測する「干渉計測」、偏光角度の変化量を計測する「偏光計測」、カットオフ層で反射される波を測定する「反射計測」、電子あるいはイオンとの相互作用による散乱波を測定する「散乱計測」、さらに電子やイオンのサイクロトロン「放射計測」、「輻射熱計測」等々が世界中のいずれの装置においても適用されている。図に核融合科学研究所の大型ヘリカル装置 LHD の典型的な実験パラメータにおける特徴的電磁波の周波数分布を示す。反射計で用いられる電子プラズマ周波数や基本波の電子サイクロトロン(ECE)周波数はマイクロ波領域、第二高調波 ECE や低密度用干渉計などはミリ波領域、高密度用干渉計にはテラヘルツ波あるいは赤外光などを利用することとなる。これらの計測技術は、現在建設中の ITER やさらに将来の原型炉においても、十分に適用可能な計測手法であり、新しい技術・アイデアを取り入れながら、改良が進められている。

講演では核融合研で開発を進めている新しい電磁波計測技術を紹介する。周波数コムを用いたマイクロ波ドップラー反射計によるポロイダル速度・密度揺動の空間分布計測、ジャイロトロンを用いた協同トムソン散乱によるイオン温度・高エネルギー粒子計測、ディスペーション干渉計による振動補正を必要としないまた位相飛越の問題も無い電子密度モニター計測、プラズマの3次元的な揺らぎを可視化するイメージング計測などの最新の成果を紹介する。



図：LHD における特徴的周波数の空間分布の例。ここで、 $f_{pe}$ ,  $f_{ce}$ ,  $f_r$ ,  $f_l$ ,  $f_{uh}$  は、それぞれ、電子プラズマ周波数、電子サイクロトロン周波数、右回りカットオフ、左回りカットオフ、アッパーハイブリッド周波数。