

内部導体装置Mini-RTにおける EBW加熱実験

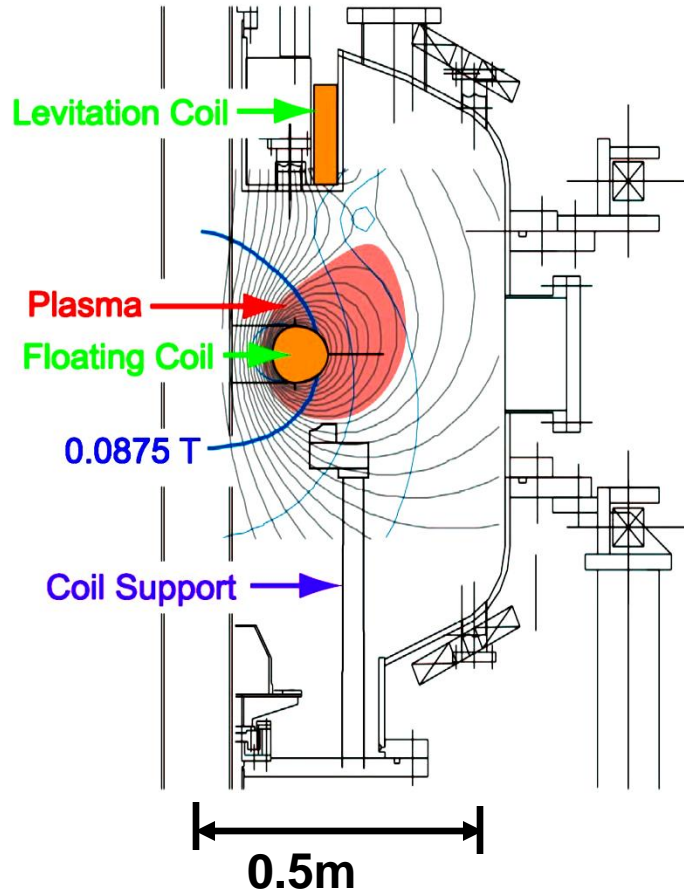
Electron Bernstein Waves Heating Experiments
on
Internal Coil Device Mini-RT



内島健一郎

内部導体装置Mini-RT

実験前



- 超伝導コイルを冷却(20K)
- 直接通電方式による励磁(50kA)
- 支持脚により真空容器の中心までコイルをリフトアップ

実験中

- ECHによってプラズマを生成
- 引き上げコイル(銅)に通電し、コイルを磁気浮上または磁場配位を変化

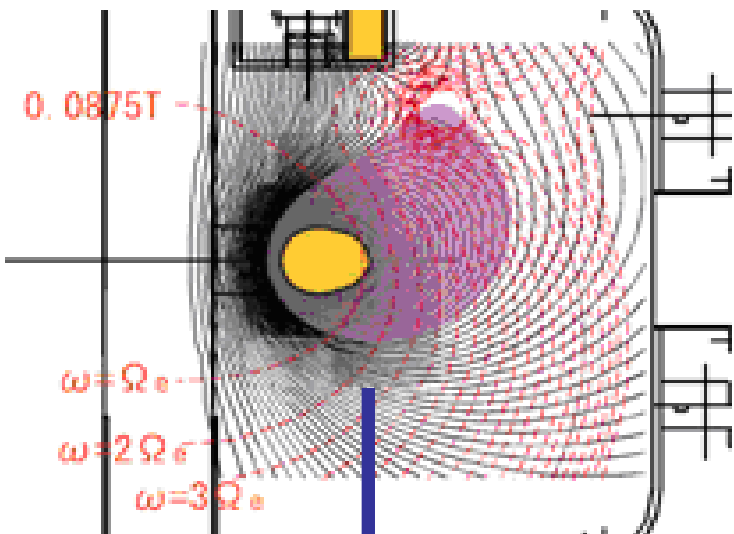
生成プラズマ



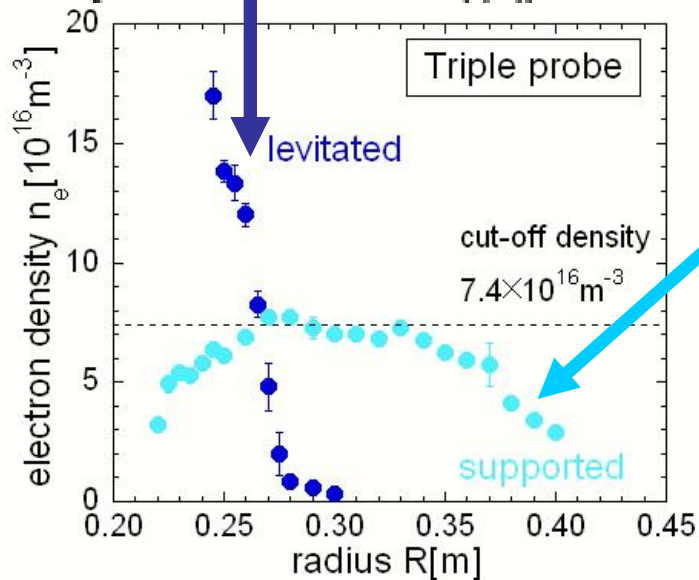
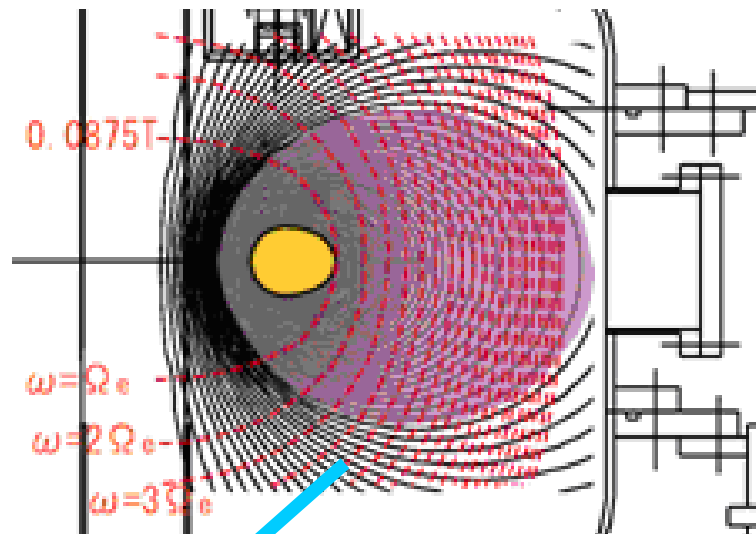
惑星型の磁場でプラズマを閉じ込める
高 β プラズマ生成装置Mini-RT

オーバードンスプラズマ生成

セパトリックス配位

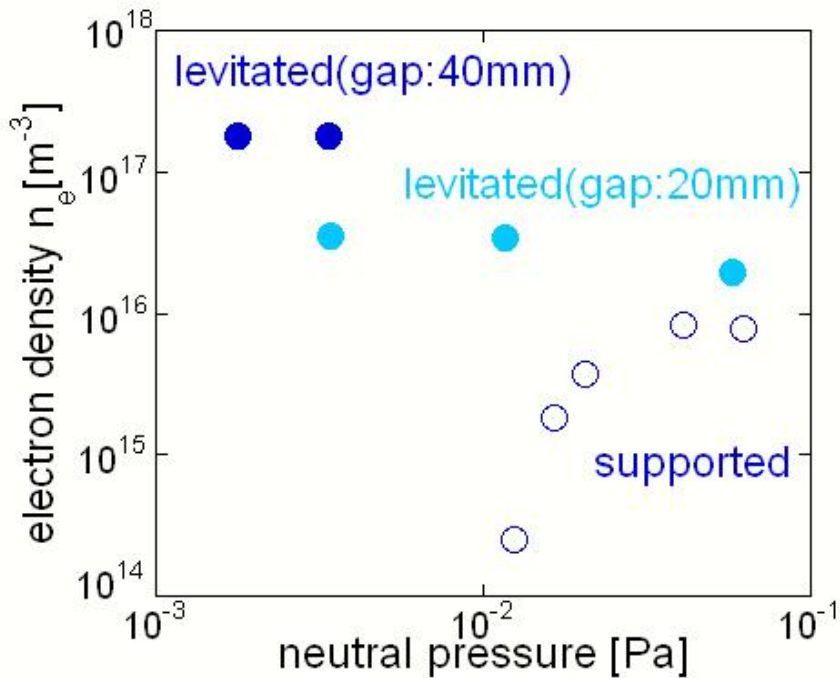


ダイポール配位

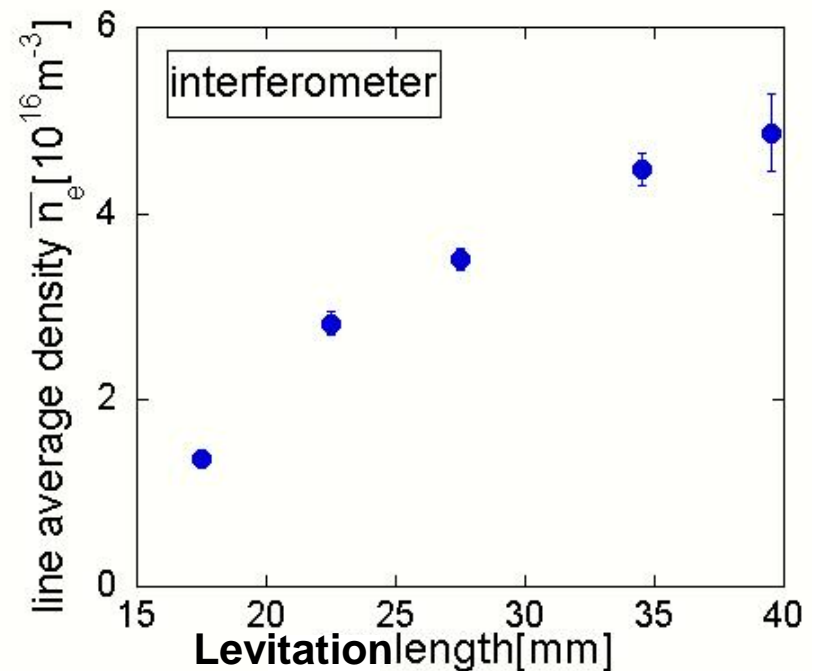


Mini-RT装置における
オーバードンスプラズマ
↓
密度限界のない加熱システム

磁気浮上の効果



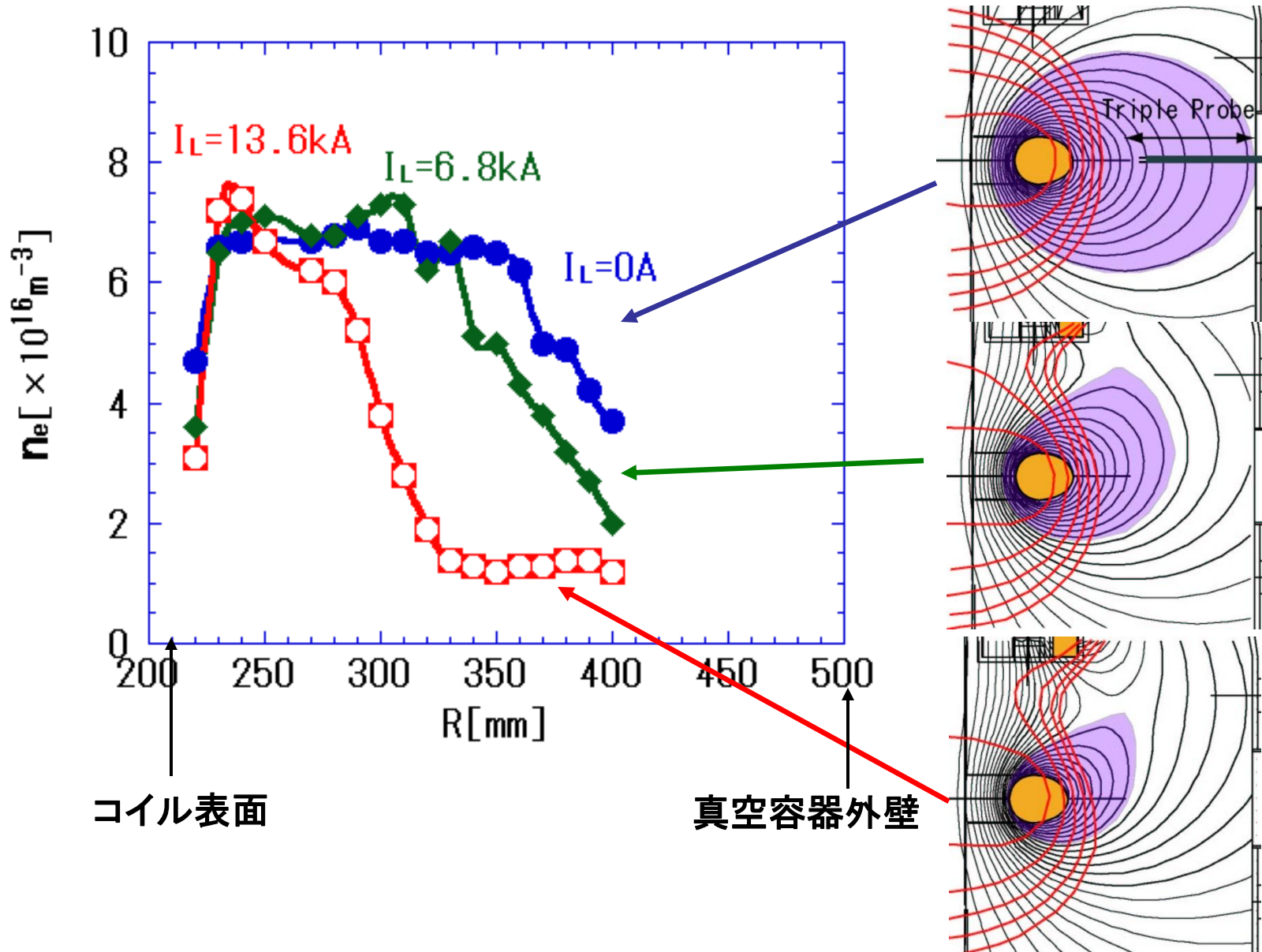
電子密度の背景ガス圧依存



電子密度の浮上距離依存

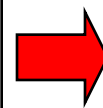
- 磁気浮上により、低ガス圧下でのプラズマ生成が可能になり、浮上距離とともに電子密度の平均値が上昇した。
- 支持脚によるエネルギー損失を低減

磁場配位による電子密度プロファイル制御

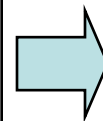


EBWの特徴

- 伝搬密度限界がない
- 何倍の電子サイクロトロン周波数でも共鳴による加熱ができる
- 静電波である
- UHRにおいて電磁波から励起される
- 極めて短い波長を持つ(数mm程度)
- 縦波であること
- 遅い負の群速度を持つ



高温高密度の
プラズマ生成



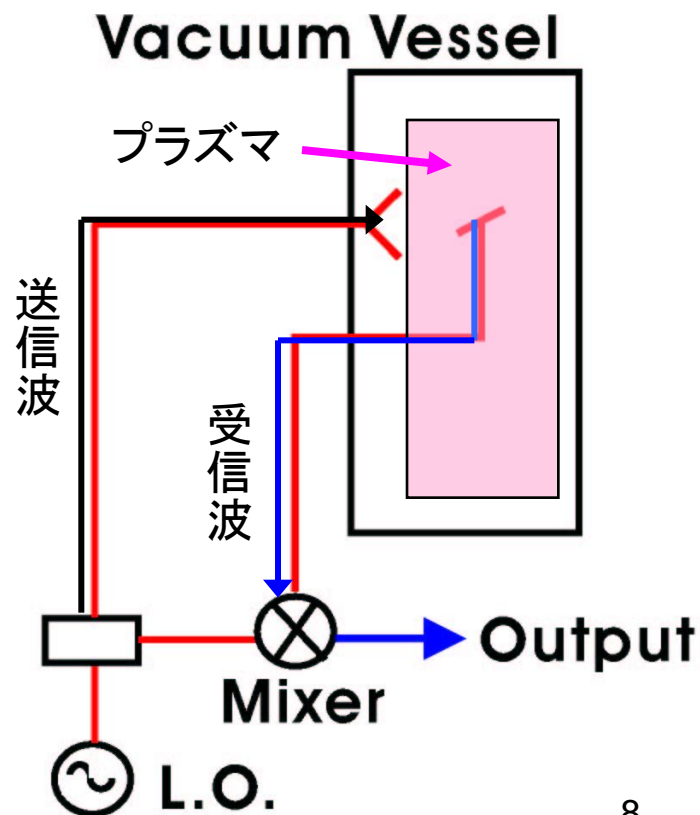
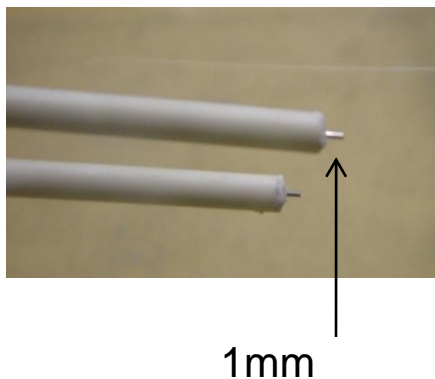
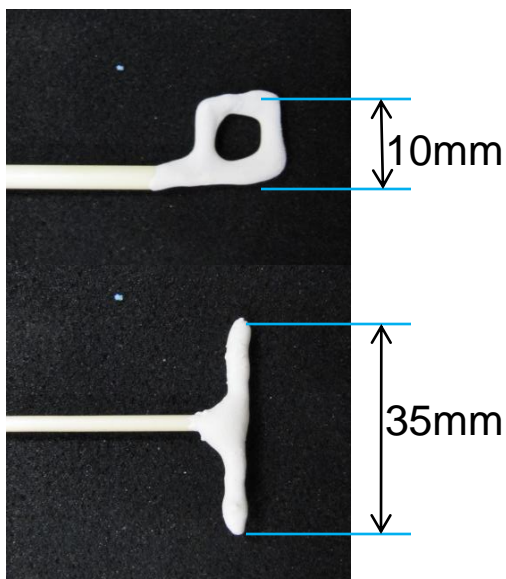
実験における
EBWの同定

電子バーンスタイン波(EBW)加熱の可能性について
直接的・実験的に検証することを目的とする

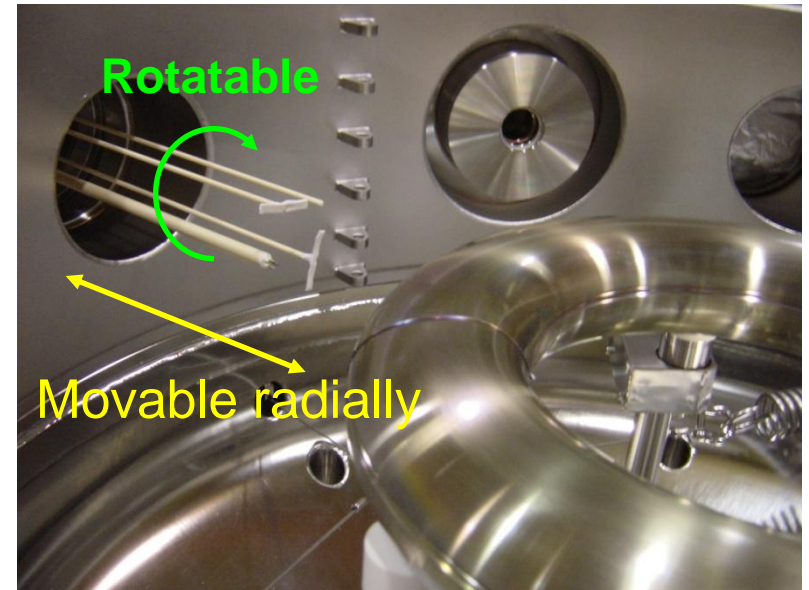
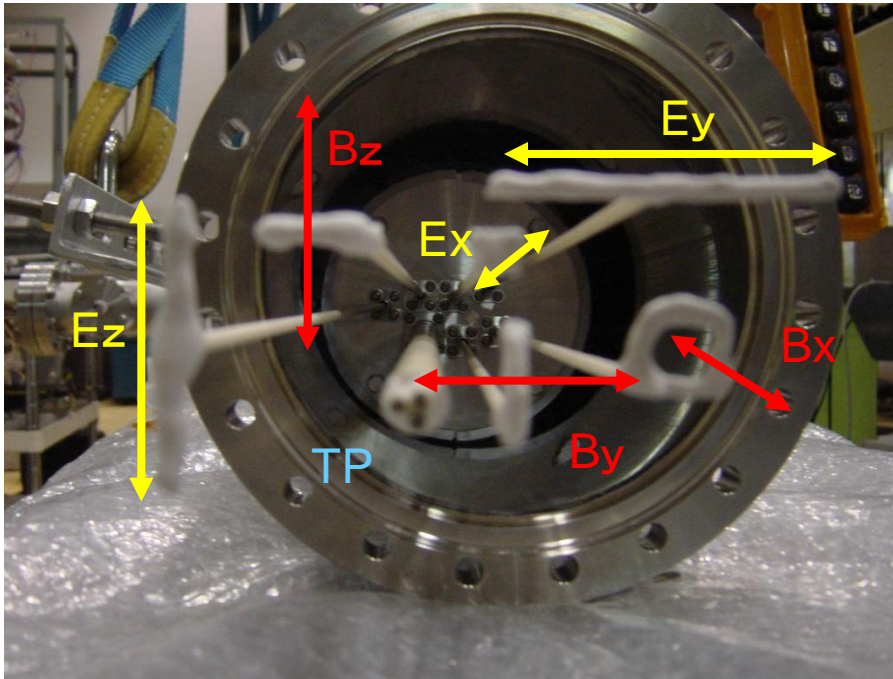
計測機器

干渉法による直接計測

- トリプルプローブ→電子密度, 電子温度
- ポールアンテナ→電場の変化
- ループアンテナ→磁場の変化



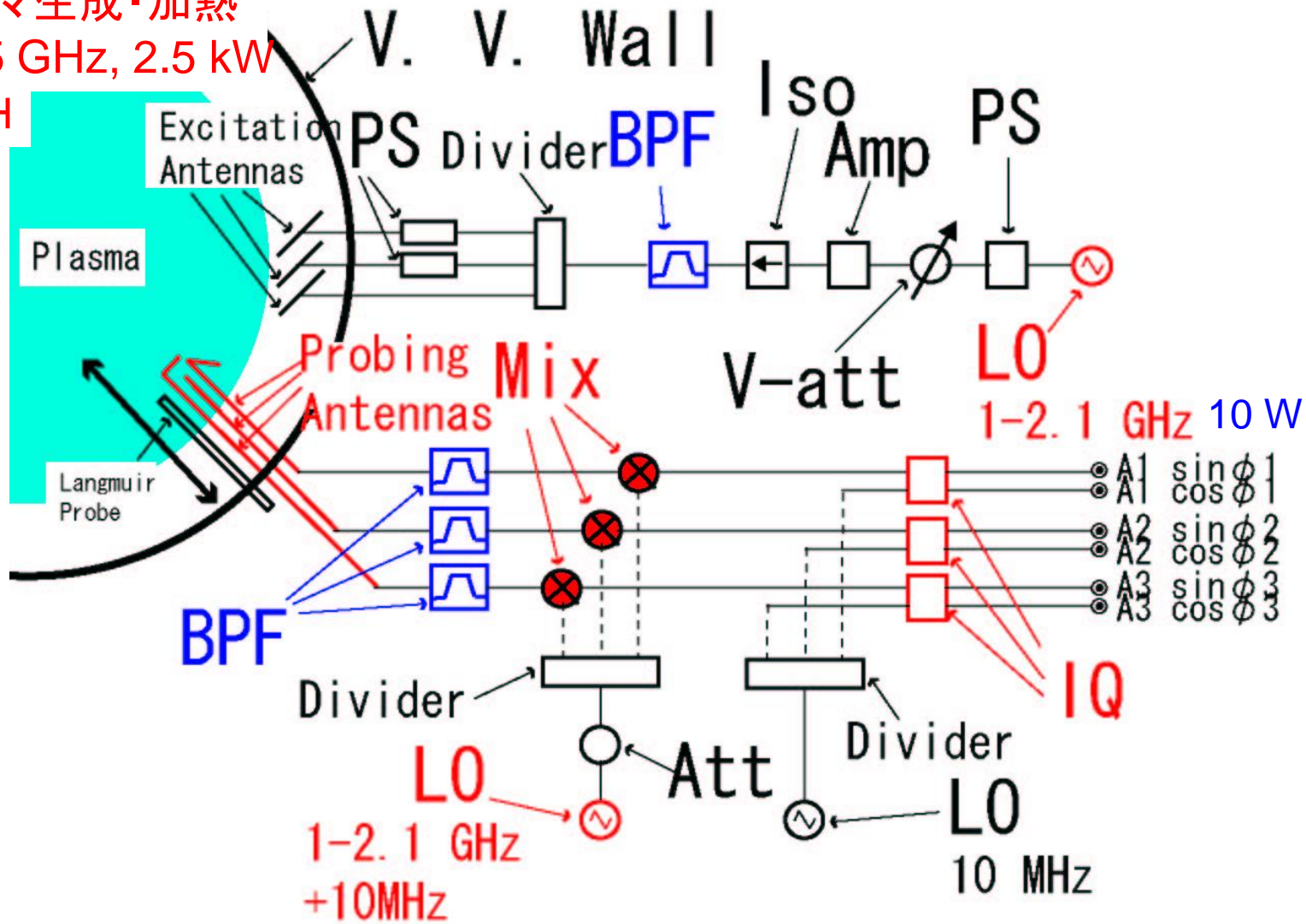
計測用アンテナ



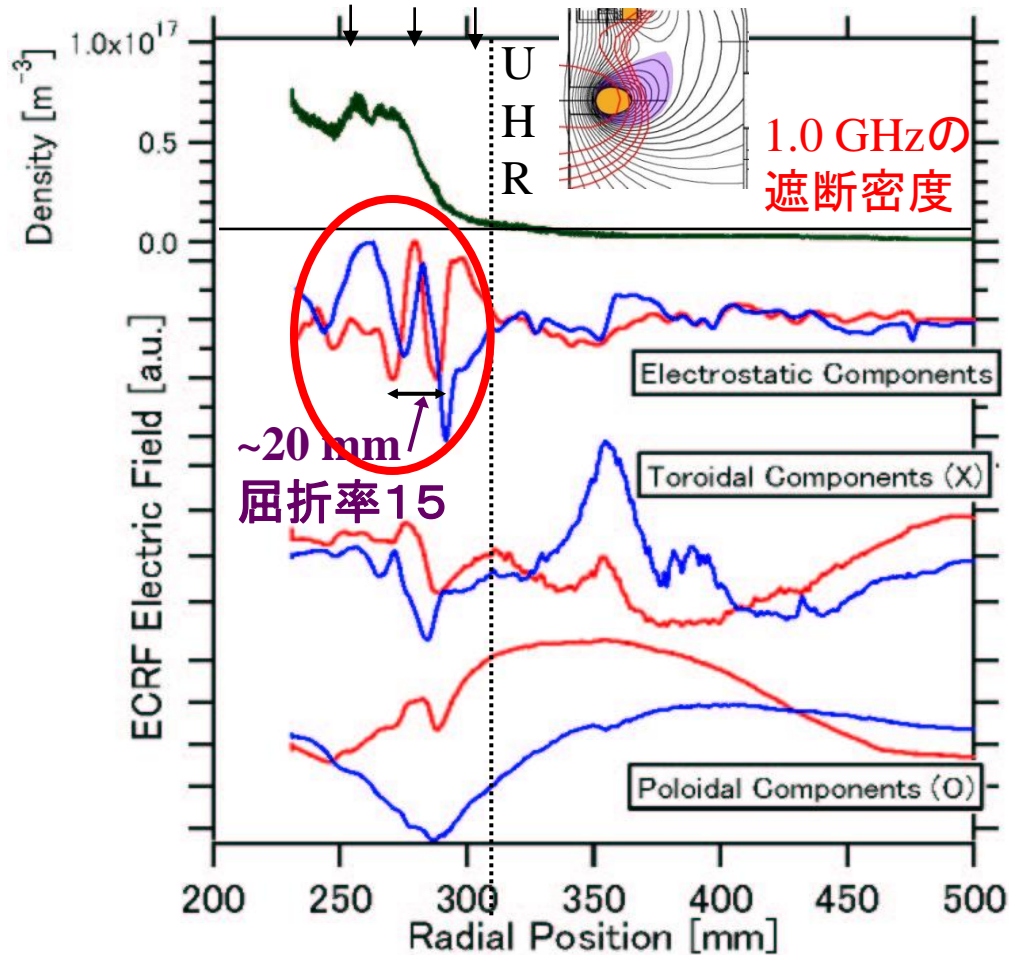
	Electrostatic	Electromagnetic	Magnetic
Type	Small Tip	Dipole	Loop
Length	1mm	35mm	10mm

計測の原理 多成分同時計測

プラズマ生成・加熱
は2.45 GHz, 2.5 kW
のECH



電場計測結果



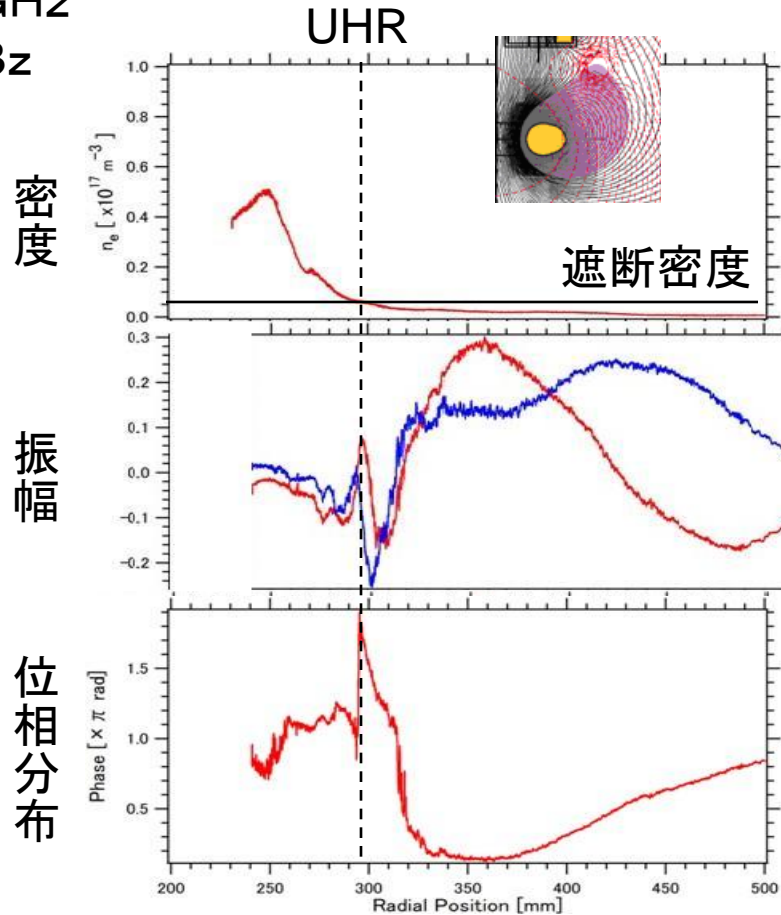
UHR付近で

- ・縦方向の偏波
- ・短波長

の信号を計測

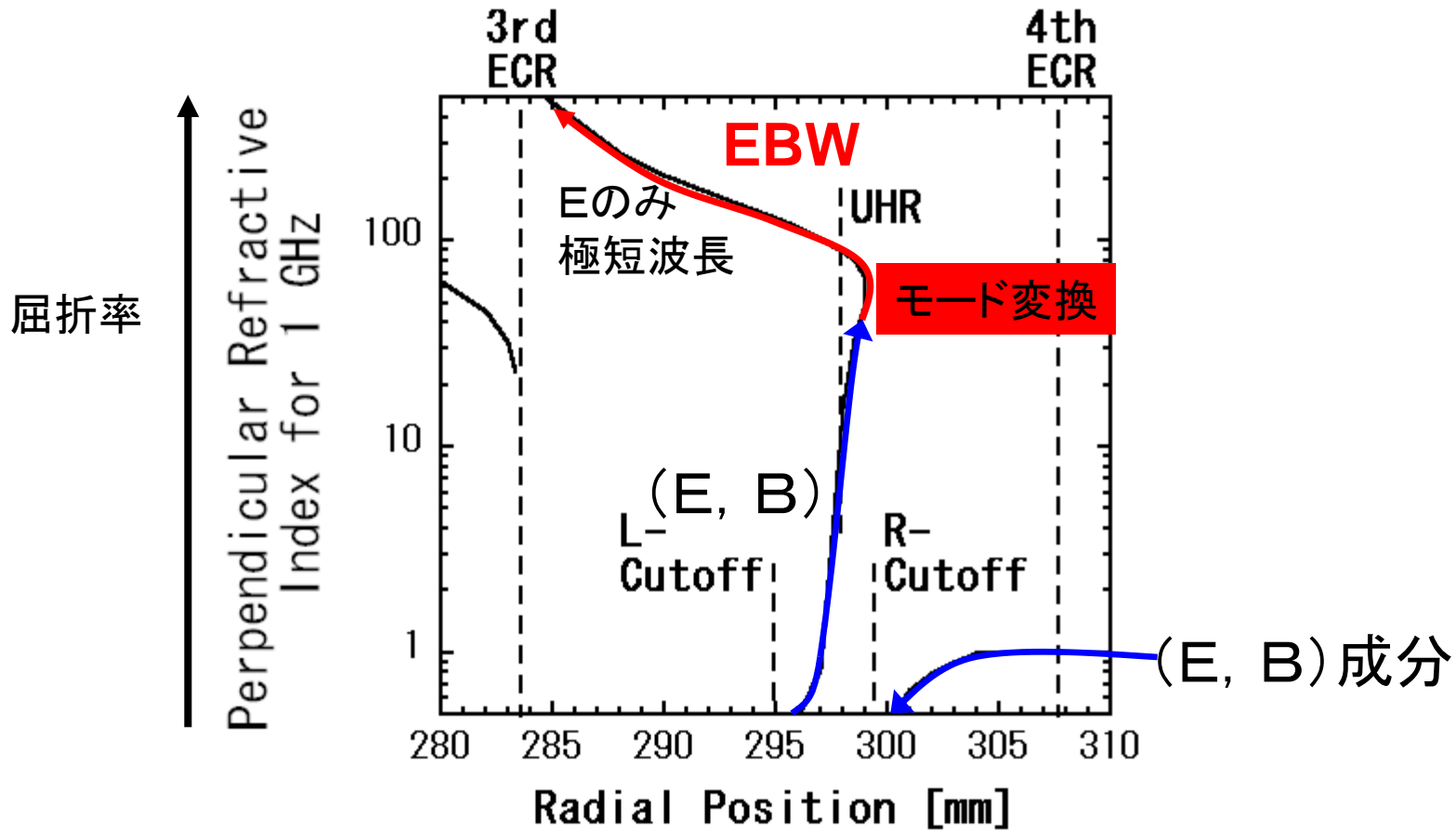
磁場計測結果

1GHz
Bz

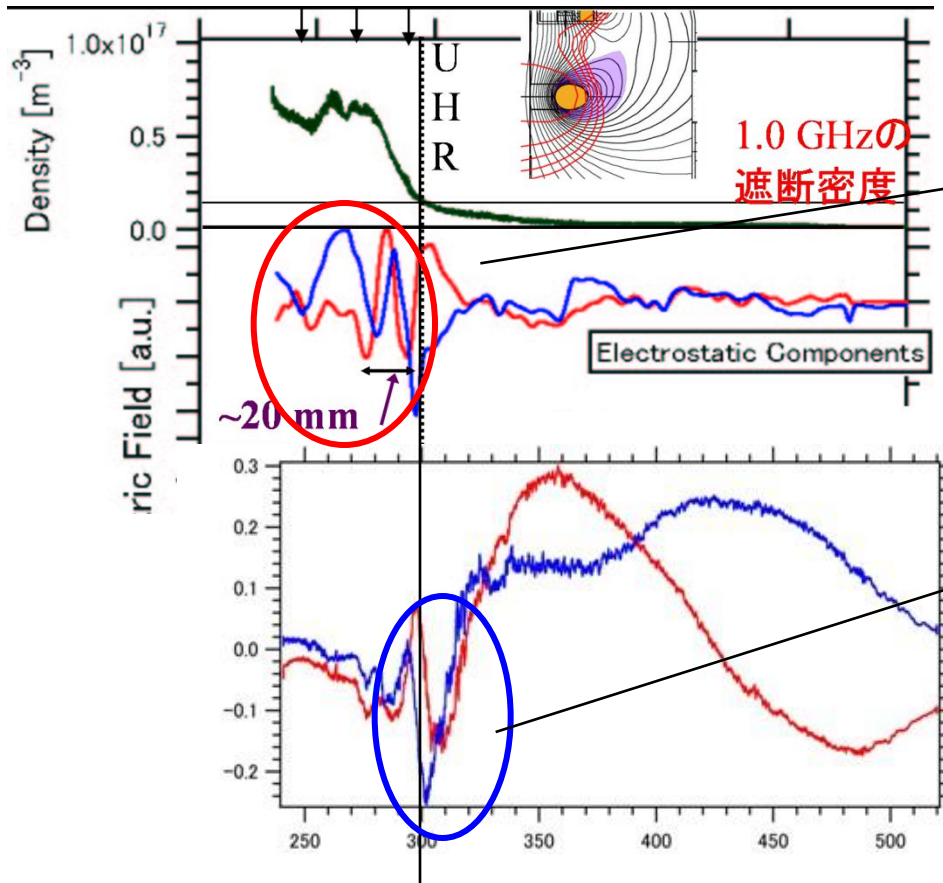


磁場計測でも
同様の短波長信号を確認

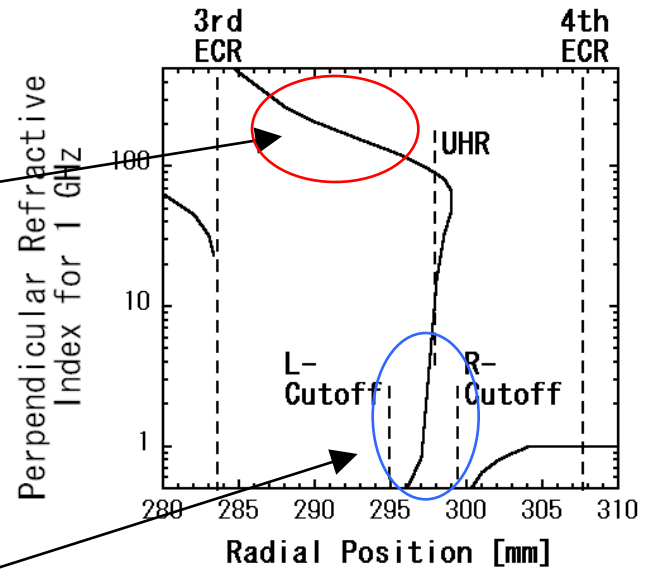
分散関係



電磁場成分の比較



UHR



モード変換の過程

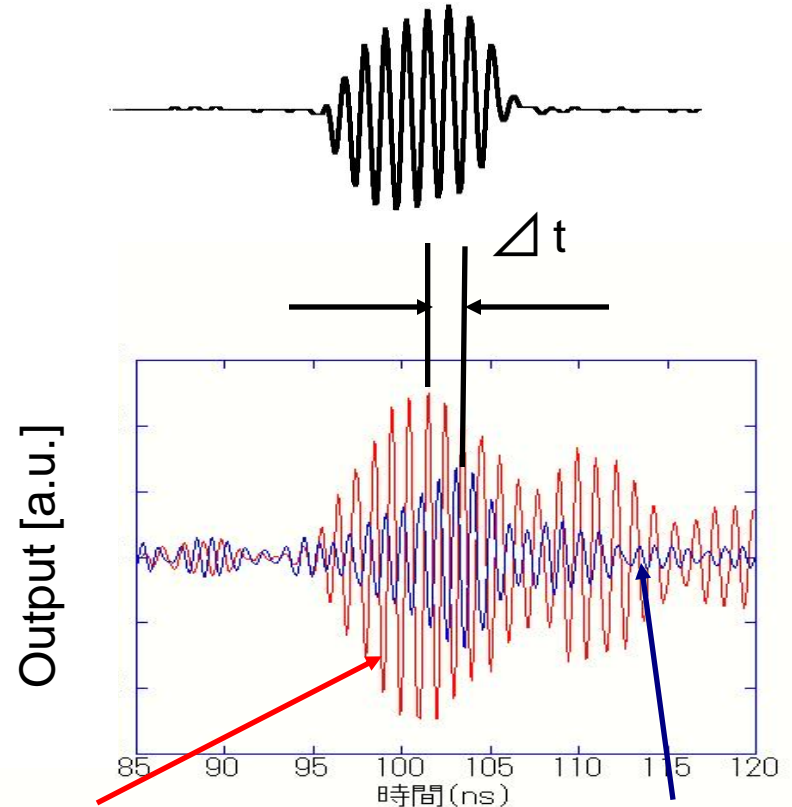
群速度計測



1GHzのマイクロ波を10 ns程度
だけパルス入射

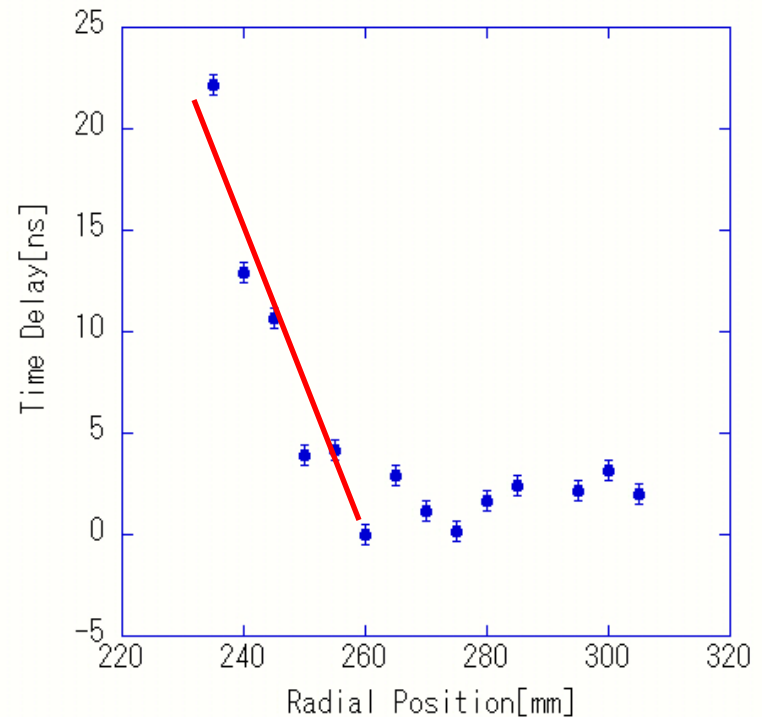
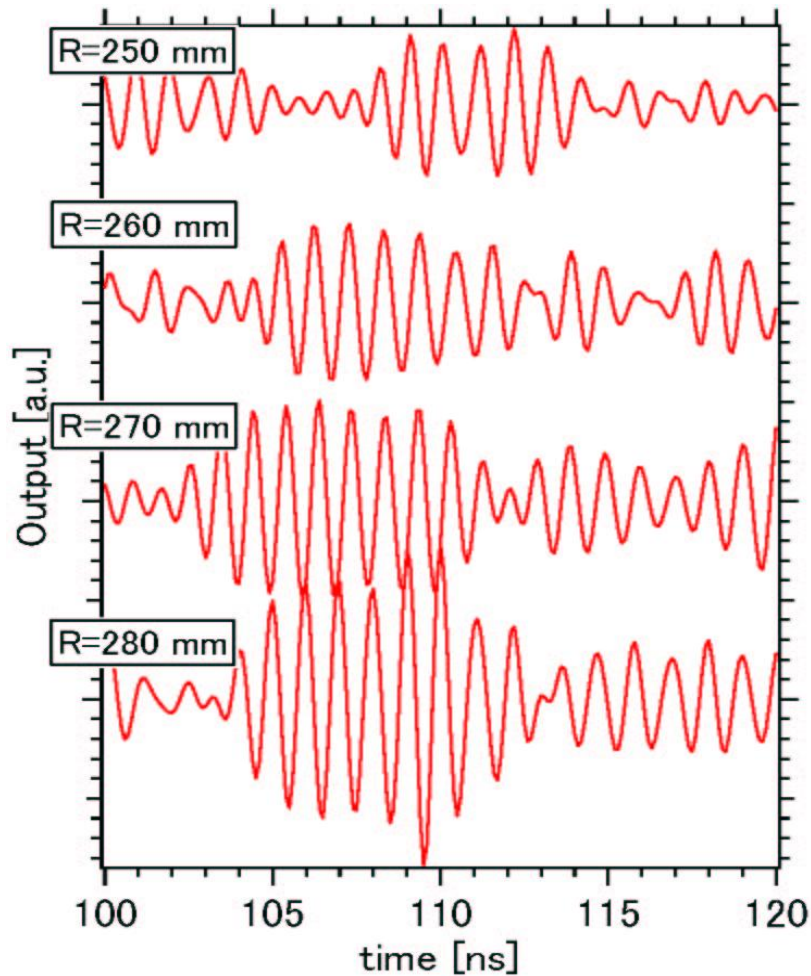
⇒パルスの尖点軌跡のピーク
値の到達時刻のずれ

⇒群速度の遅い波の検出



35mmモノポール 静電波受信(1mm)

群速度計測結果



240 < R < 260 mmでパルス到達時刻
に有意な差

群速度は装置内向きに

$$20\text{mm} / 20\text{ns} = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Te=3.1[eV]に相当

まとめ

1. 超伝導内部導体の磁気浮上により、遮断密度の**2倍以上**のオーバーデンスプラズマを生成した。
2. オーバーデンスプラズマの生成・維持のメカニズムを実験的に調べるために、プラズマ中にアンテナを挿入した干渉法で電場及び磁場の変化を計測した。
3. カットオフとなる位置よりも強磁場側において、静電的な波を確認し、その領域においては波束の到達時刻に遅れが生じた。
→**Mini-RT**における**EBW**加熱の可能性
4. オーバーデンスプラズマ中での波動に関する基礎的な性質を、実験的・直接的に調べ、電子バーンスタイン波加熱がダイポール閉じ込めプラズマの高ベータ化に有望な方法の1つであることをプラズマ波動物理の観点から実験的に示した。