

(6) 干渉計による密度揺動計測

責任者	飯尾 俊二	東京工業大学原子炉工学研究所
参加研究者	筒井 広明	東京工業大学原子炉工学研究所
	田中 謙治	核融合科学研究所
	秋山 毅志	核融合科学研究所
	川端 一男	核融合科学研究所
	岡村 昇一	核融合科学研究所
	岡島 茂樹	中部大学

はじめに

核融合プラズマ研究において、その閉じ込めを決めている揺動の実験的解明は非常に重要な課題である。核融合科学研究所 LHD 及び CHS 装置に設置した干渉計用レーザーにより得られた干渉及び散乱データをもとに、密度揺動解析を行う。

研究目的

まず、粒子閉じ込めが違うときに揺動がどのような違いを持つかを実験的に明らかにする。密度揺動だけでは情報が不十分ではあるが、波数、周波数スペクトルのパラメータ依存性、および理論モデルとの比較によりそれがどのようなタイプの不安定性か同定できる可能性がある。さらに、将来的には小半径方向揺動の速度揺らぎを計測しそれと密度揺動から揺動誘起による粒子束を直接測定することを目指す。

研究成果

昨年度完成したデータ転送システムにより、最大 65Mbps の転送速度が得られた。本年度は、CHS の HCN レーザー干渉計のプローブームを用いたヘテロダイン散乱計測により得られた揺動データの転送及び、スペクトル解析を行った。図 1 に H モード放電での、加熱とガスパフタイミング、線平均密度、 H_{α} 線強度、プラズマ蓄積エネルギーの時間変化、及び、電子密度揺動の時間変化を示す。ETB は 2 台の NBI 入射後、約 53 ms において H_{α} 線信号に急激な自発的減少として観測された。この時、プラズマ蓄積エネルギーが上昇し、電子密度揺動が減少していることが分かる。

次に、リヒートモード放電と呼ばれる、比較的強いガスパフを切った後にプラズマ蓄積エネルギーが過渡的に上昇する放電について調べた。図 2 に線平均電子密度、加熱パワーとガスパフ、プラズマ蓄積エネルギーの時間変化、及び、密度揺動の 2 乗に比例する値である揺動スペクトルの積分値と線平均電子密度の関係を示す。リヒート前は密度が上昇するにつれて揺動は増加しており、リヒートを開始すると急激に揺動が減少し、プラズマ蓄積エネルギーが減少に転じた後にスペクトル強度の増加が見られた。

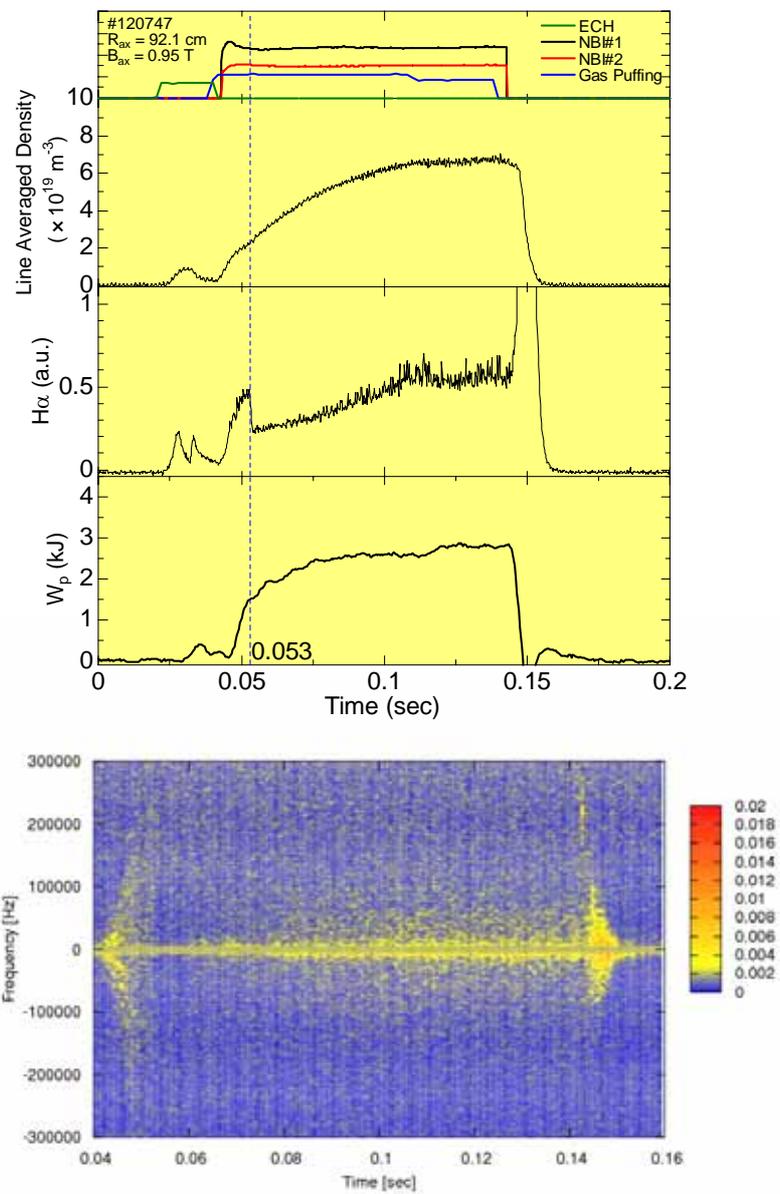


図 1. ETB形成時における、加熱とガスパフタイミング、線平均密度、 $H\alpha$ 線強度、プラズマ蓄積エネルギー、電子密度揺動スペクトルの時間変化。

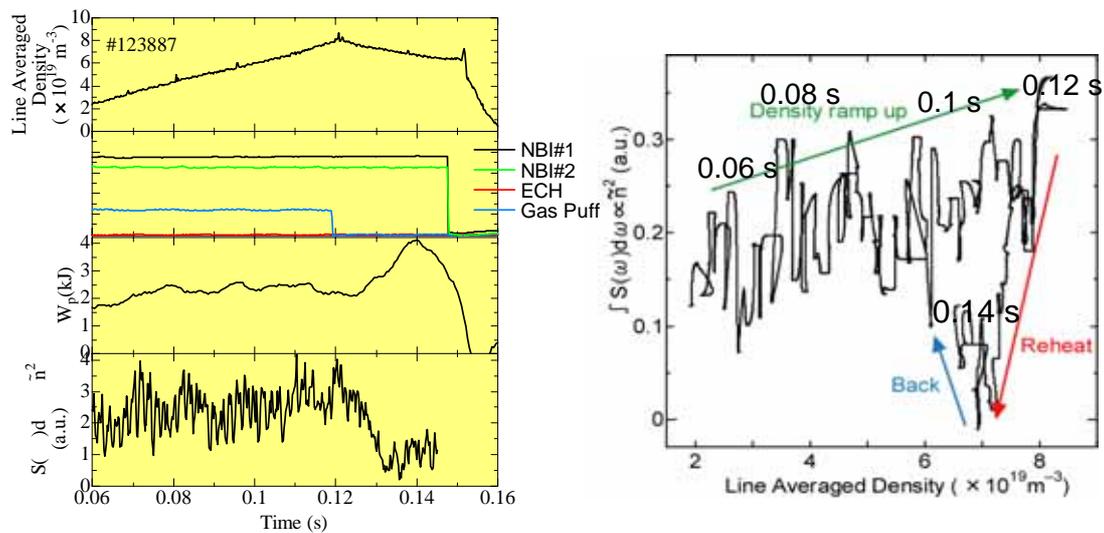


図 2. リヒートモード放電の、加熱とガスパフタイミング、線平均密度、 H_{α} 線強度、プラズマ蓄積エネルギーの時間変化、及び、密度揺動と線平均電子密度の関係。

まとめ

CHS において HCN レーザー干渉計の光学系を用いてヘテロダイン散乱計測を実施し、以下の結果を得た。

- 1) ETB 形成時の揺動レベルの急激な減少を観測した。
- 2) ガスパフを切った後のリヒート時は、密度揺動レベルの減少に対応してエネルギー閉じ込めが改善した。

今後の計画・課題

LHD において 2 次元位相コントラスト干渉計により得られたデータの解析を進める。さらに、周波数スペクトルの時間変化を見るために、wavelet 解析を導入する予定である。