

# 高エネルギー・核融合科学研究部会 核融合研究班

第3回スーパーSINET推進協議会  
平成14年10月9日

核融合科学研究所  
計算機センター  
上村鉄雄

# 核融合研究班 構成員

統括: 上村 鉄雄

(核融合科学研究所)

小川 雄一、森川 惇二、大國 浩太郎 (東大高温プラズマ研究センター)

高村 秀一、大野 哲靖 (名大工学部)

大引 得弘、岡田 浩之 (京大エネルギー理工学研究所)

飯尾 俊二、筒井 広明 (東工大原子炉工学研究所)

間瀬 淳 (九大先端科学技術共同研究センター)

西野 信博 (広大工学部)

西原 功修 (阪大レーザー核融合研究センター)

須藤 滋、松岡 啓介、三戸 利行、田村 仁、柳 長門、増崎 貴、渡辺 清政、  
田中 謙治、森下 一男、森崎 友宏、江本 雅彦、津田 健三

(核融合科学研究所)

## 平成14年度 核融合研究班 研究会

第1回 : 平成14年9月24日 開催

第2回 : 平成15年2月 開催予定

# スーパーSINETを活用する 研究プロジェクト

LHD実験遠隔参加 (平成13年度～)

代表者：須藤 滋 (核融合科学研究所)

NIFSのスーパーコンピュータを利用した  
大型シミュレーション研究(仮題)

代表者：未定 (平成15年度以降)

# LHD実験遠隔参加 研究課題と分担責任者

(平成13年度～)

超伝導実験遠隔制御システム

小川雄一(東大高温プラズマ研究センター)

三戸利行(核融合科学研究所)

(平成14年度～)

LHD周辺プラズマ揺動計測

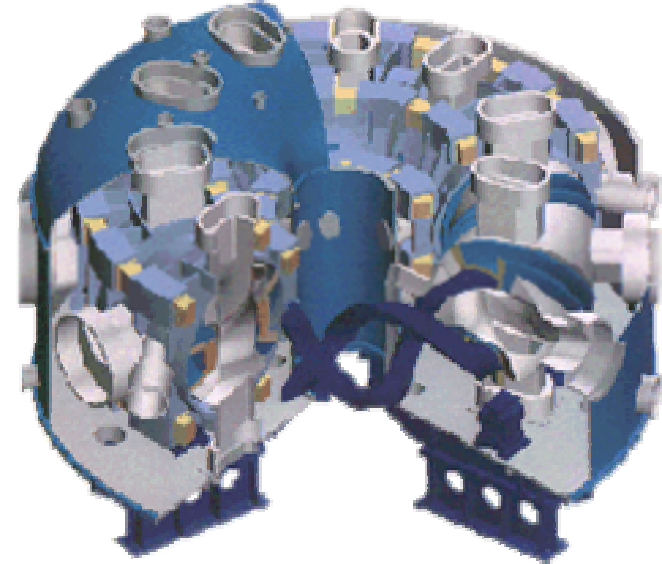
高村秀一(名大工学部)

増崎 貴(核融合科学研究所)

LHDプラズマの閉じ込め特性

大引得弘(京大エネルギー理工学研究所)

渡辺清政(核融合科学研究所)



# LHD実験遠隔参加 研究課題と分担責任者(続き)

(平成14年度後半～)

干渉計による密度揺動計測

飯尾俊二(東工大原子炉工学研究所)

田中謙治(核融合科学研究所)

ミリ波イメージング装置による揺動計測

間瀬 淳(九大先端科学技術共同研究センター)

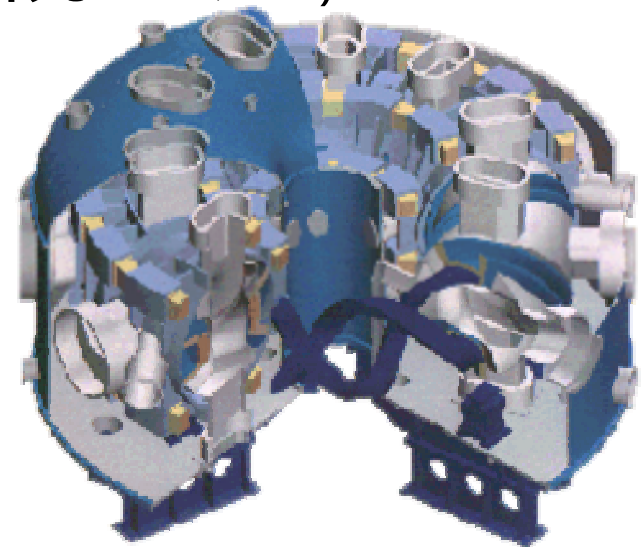
川端一男(核融合科学研究所)

(平成15年度以降)

LHDプラズマの高速画像計測

西野信博(広大工学部)

森崎友宏(核融合科学研究所)



# NIFSのスーパーコンピュータを利用した 大型シミュレーション研究 研究課題と分担責任者

(平成15年度以降)

## 高速点火レーザー核融合のシミュレーション研究 (仮題)

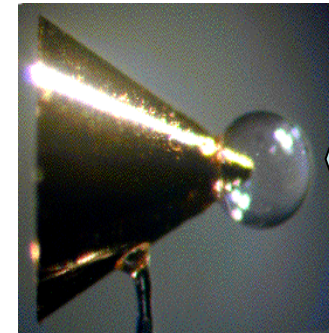
西原功修 (阪大レーザー核融合研究センター)

未定 (核融合科学研究所)

### シミュレーション研究課題

- ・レーザー伝播
- ・高エネルギー粒子生成
- ・高エネルギー電子流のエネルギー輸送
- ・爆縮高密度燃料の加熱
- ・核融合点火・燃焼

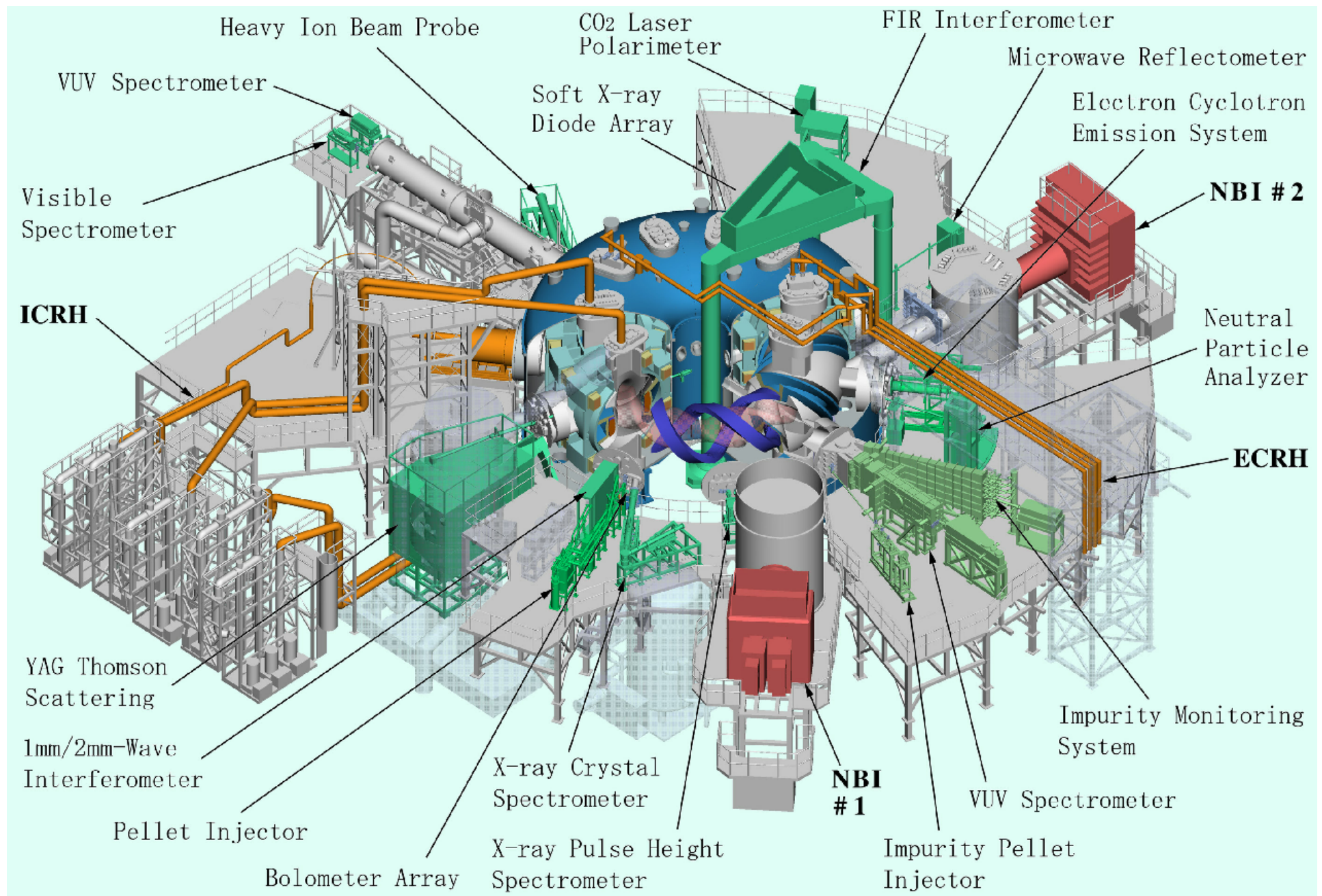
PWM for heating  
1 beam / 50-60J  
1.053 mm / 0.8ps



GXII for implosion  
9 beams / 1.2kJ  
0.53 mm/  
1ns Gaussian/  
with RPP

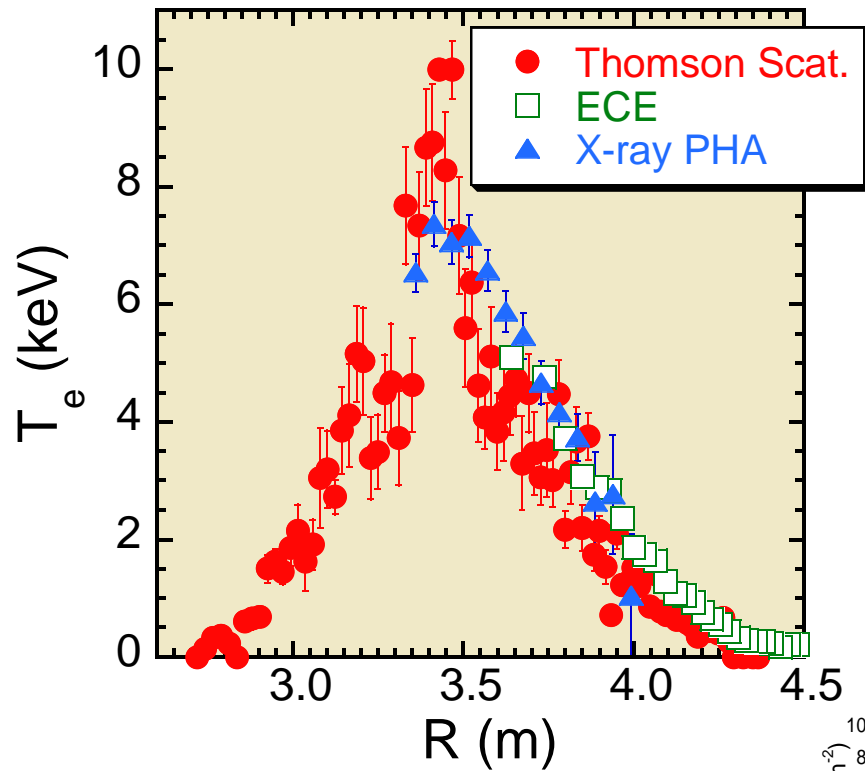
コーン付き燃料ターゲット



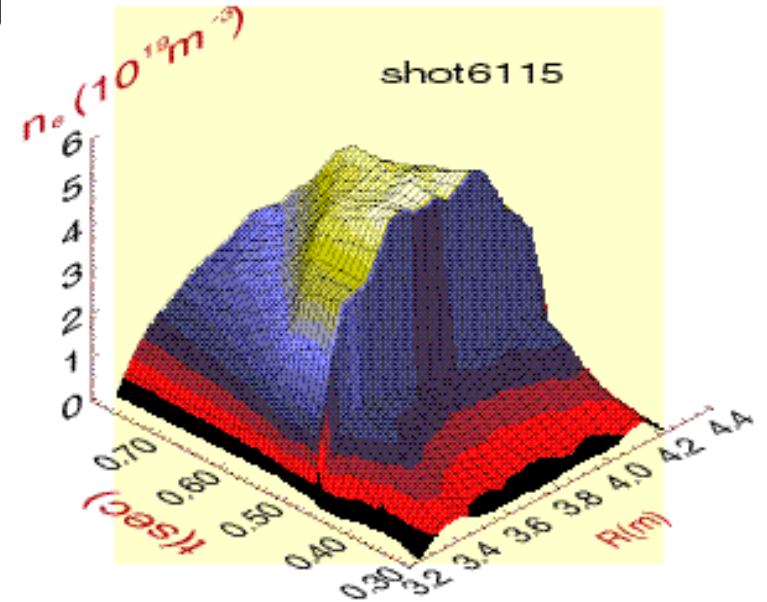


**LHD計測装置群** (1ショット当たり約1GBのデータ量が生み出される)

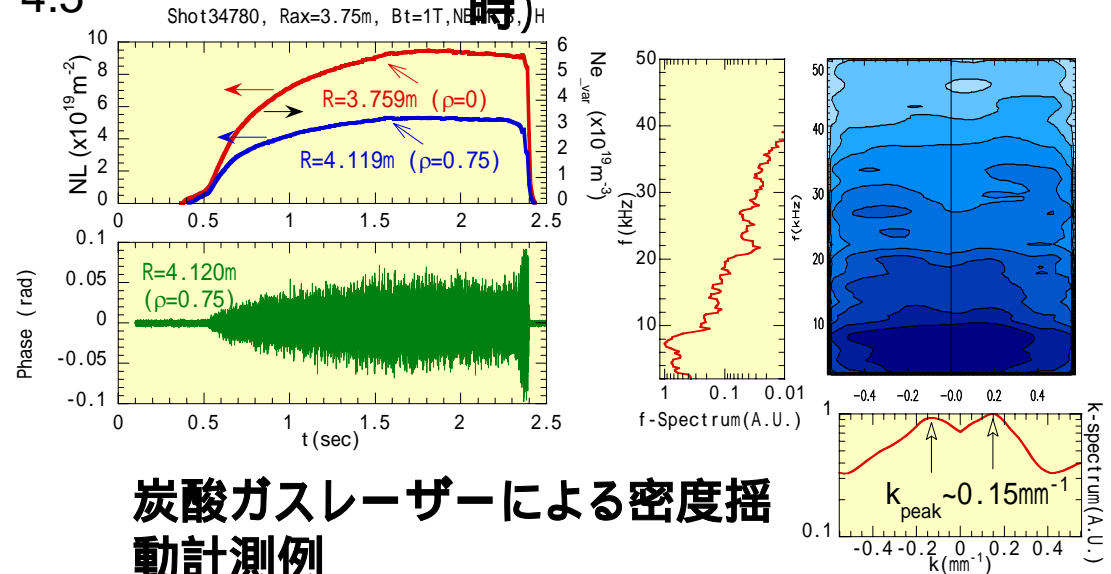
# LHDデータの例



トムソン散乱装置、電子サイクロトロン放射計測装置 (ECE)、X線波高分析器の3種類の計測器による電子温度分布。(中心部で電子温度1億度達成)

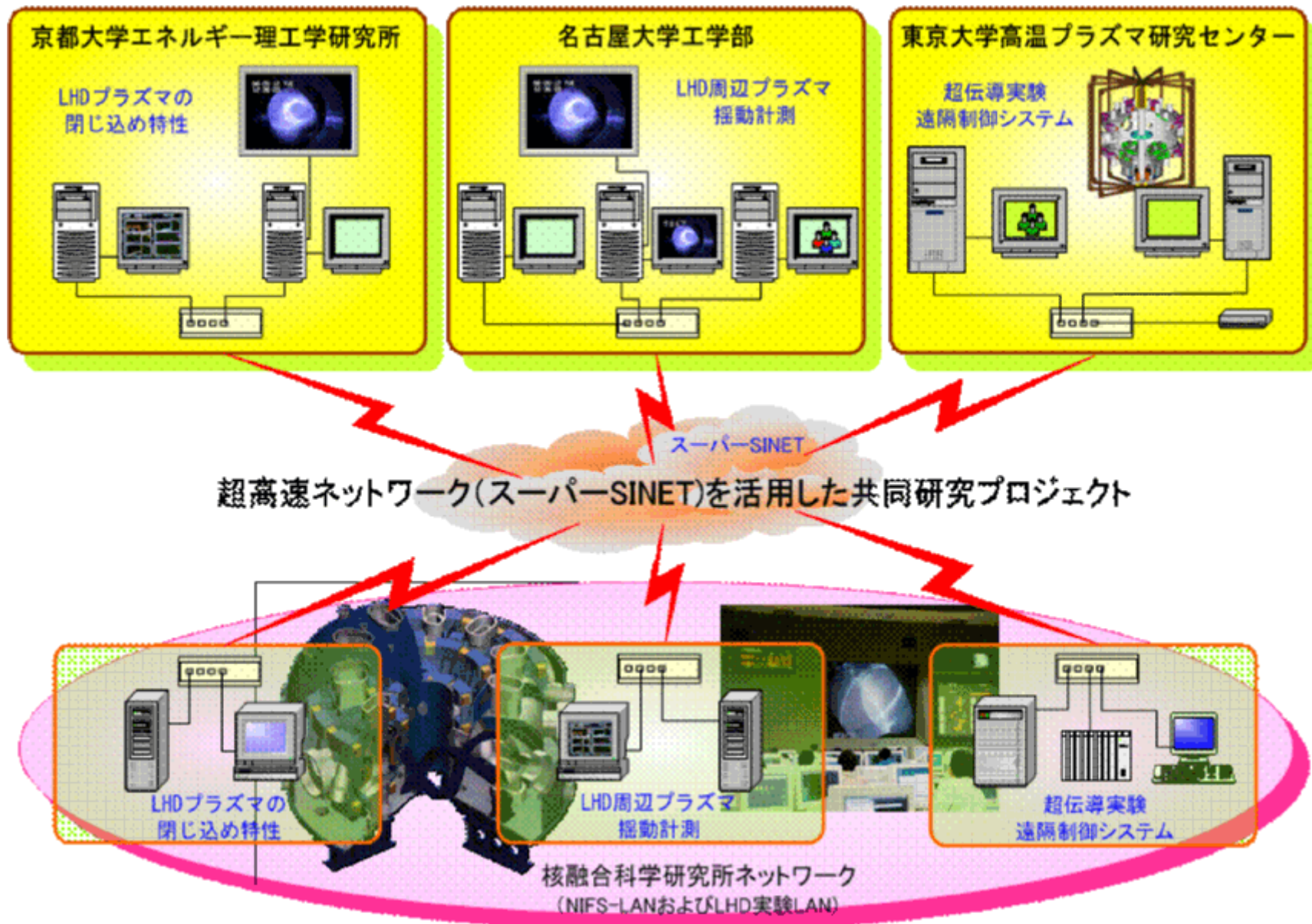


FIR干渉計による密度分布の時間変化(ペレット入射時)



炭酸ガスレーザーによる密度揺動計測例





2002.06.30 7:50

LHD実験遠隔参加 概念図(平成14年度前半)

# 超伝導実験遠隔制御システム

分担責任者: 小川雄一(東京大学高温プラズマ研究センター)  
三戸利行(核融合科学研究所)

## ・目的

超伝導コイルを用いたプラズマ実験装置の遠隔制御システムの開発を行う。

## ・進捗状況

平成13年度

スーパーSINETの接続 (平成14年3月14日)

平成14年度

実験データの相互交換の開始

# 超伝導実験遠隔制御システム 研究概要

高温超伝導コイルを磁気浮上させた内部導体装置 (Mini-RT) の遠隔制御実験を行う。

- ・超伝導コイルの冷却・励磁・運転に対して、東大とNIFSとで同時にデータを監視し、制御を行う。
- ・超伝導コイルの磁気浮上シグナルを遠隔地から直接フィードバック制御する。

Mini-RT: 東京大学高温プラズマ研究センターで  
建設中

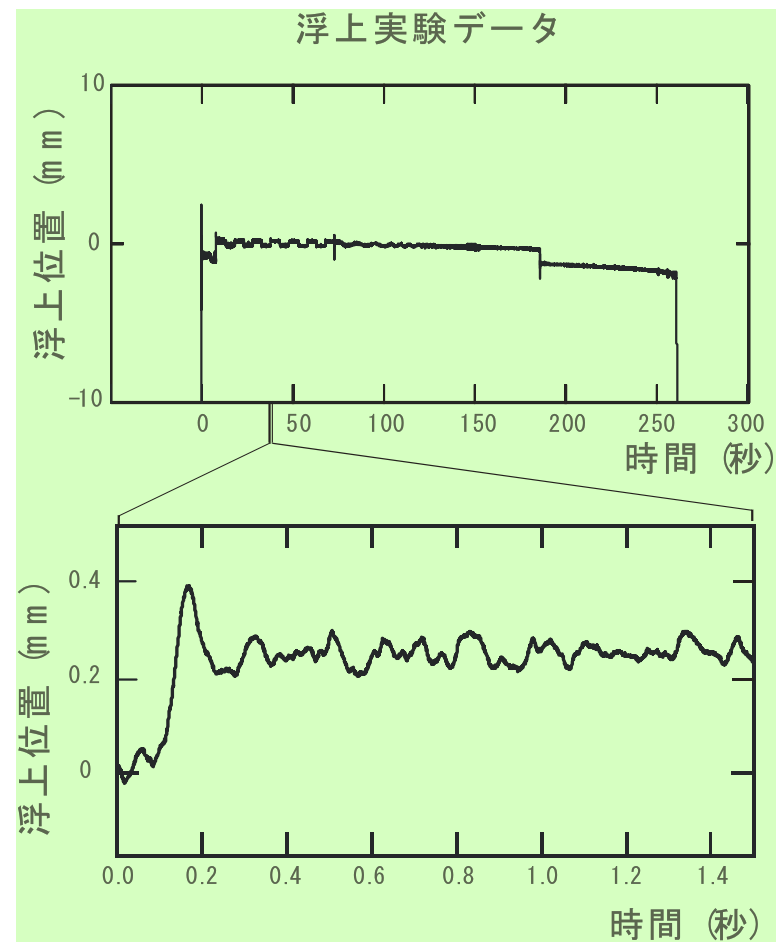


# 超伝導磁気浮上制御予備実験



高温超伝導コイルの磁気浮上実験

コイル浮上位置を誤差  $\pm 0.1\text{mm}$  以下の高精度で制御



# LHD周辺プラズマ揺動計測

分担責任者: 高村秀一 (名古屋大学工学部)

増崎 貴 (核融合科学研究所)

## ・目的

LHD周辺プラズマ中の揺動 (イオン飽和電流, 浮遊電位) をダイバータプローブ群を用いて計測し、フーリエ解析、Wavelet解析、さらに確率分布関数 (PDF) をベースとした揺動特性の解析を行い、その特性を明らかにする。

さらに、周辺プラズマの輸送現象を解明する。

## ・進捗状況

平成14年度

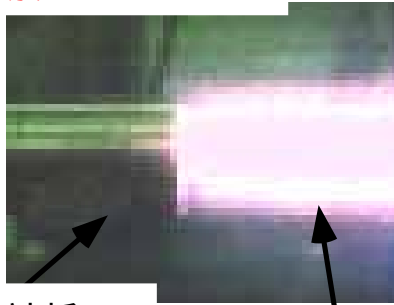
スーパーSINETの接続 (平成14年4月)

実験データの相互交換の開始

# 接触-非接触プラズマ中の電位揺動の変化

プラズマ中の電位揺動の解析 プラズマ輸送現象の理解に不可欠

接触プラズマ

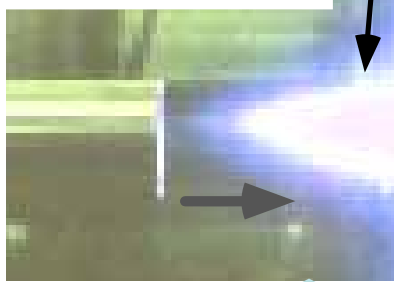


終端板

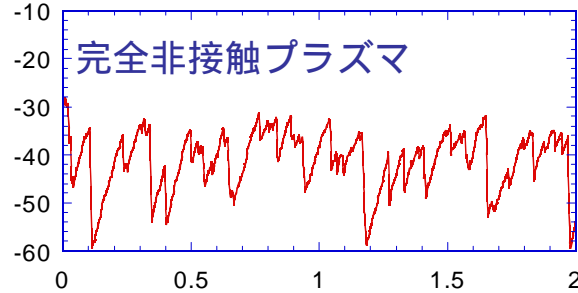
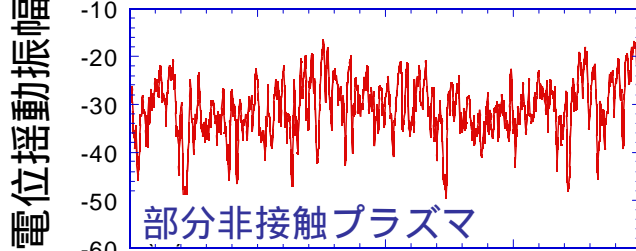
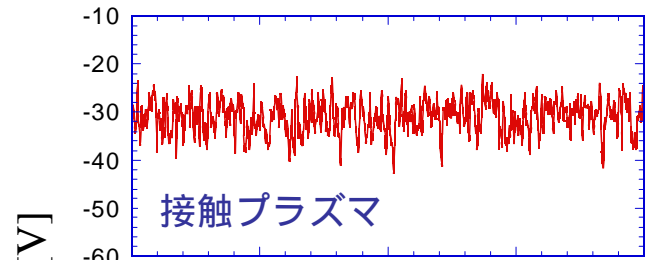
部分非接触プラズマ



完全非接触プラズマ

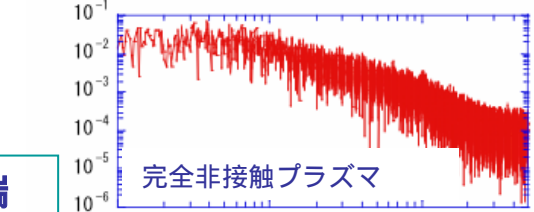
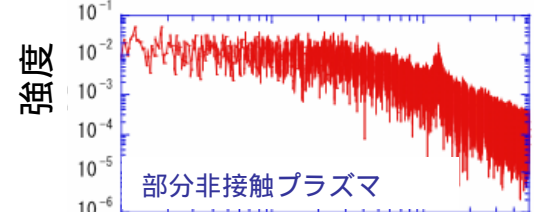
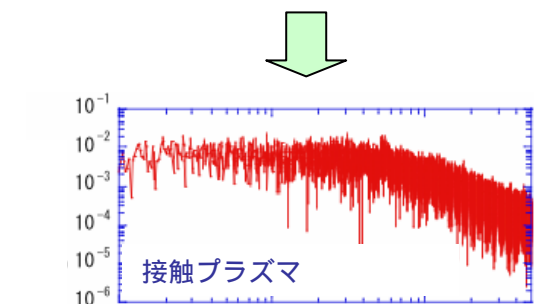


プラズマ



時間[msec]

非接触プラズマへの移行するにつれて、電位揺動が大きく変化する(間欠的な信号)。しかし、周波数解析(FFT)では特徴的な変化は抽出されない。



周波数[kHz]

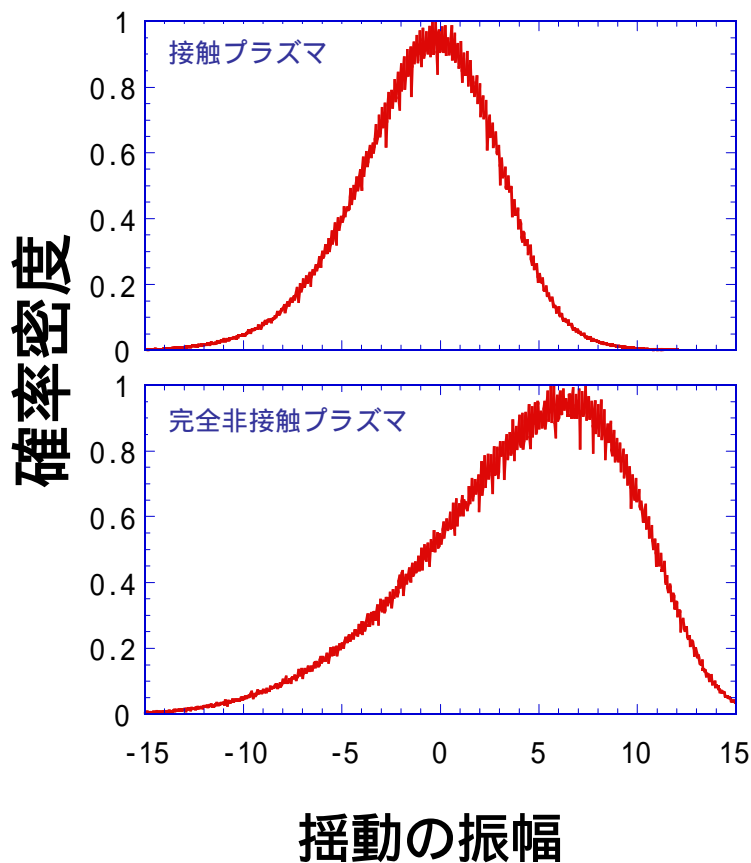
中性ガスとプラズマの相互作用により、終端板にプラズマが接触しなくなる(非接触プラズマ) プラズマ熱流制御に有効。

# 確率密度関数を用いた電位揺動の解析

確率密度分布関数 (PDF)

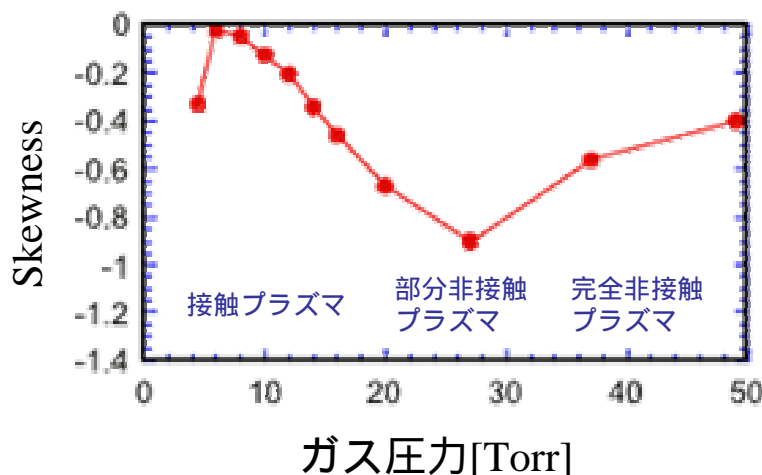
ある振幅の揺動が現れる頻度の分布を表す

揺動を特徴付ける統計量の抽出が可能  
(長時間時系列データ取得が必要)



統計量の例

非対称性 (Skewness) バースト的な揺動



非対称性 小

非対称性 大

SuperSINETを利用することにより, LHD  
周辺プラズマ揺動の長時間時系列データ  
の遠隔地取得が可能

PDFをベースとした揺動解析

核融合周辺プラズマ輸送現象の理解

# LHDプラズマの閉じ込め特性

分担責任者: 大引得弘 (京都大学エネルギー理工学研究所)  
渡辺清政 (核融合科学研究所)

## ・目的

LHDプラズマの閉じ込め特性を解明する。

## ・研究課題

H 線のスペクトルプロファイルの微細構造を測定して、発光に寄与する原子の素性を明らかにする。

不純物原子のスペクトルプロファイルから速度分布を評価して、発生の機構を明らかにする。

速度分布の測定からプラズマへの侵入長を評価し、周辺プラズマの密度温度制御により不純物制御を行う。

## ・進捗状況

スーパー-SINET接続予定 (平成14年10月)



# 平成13年度及び14年度前半の まとめ

## 平成13年度

- ・スーパーSINET接続機器の整備 (核融合科学研究所)
- ・キャンパス情報ネットワークの整備 (核融合科学研究所)
- ・LHD実験遠隔参加機器の整備 (東大、名大、京大、  
核融合科学研究所)
- ・スーパーSINET運用開始(平成14年1月)
- ・東大 核融合科学研究所 接続(1Gbps、MPLS) (平成14年3月)

## 平成14年度前半

- ・名大 核融合科学研究所 接続(1Gbps、MPLS) (平成14年4月)

# 干渉計による密度揺動計測

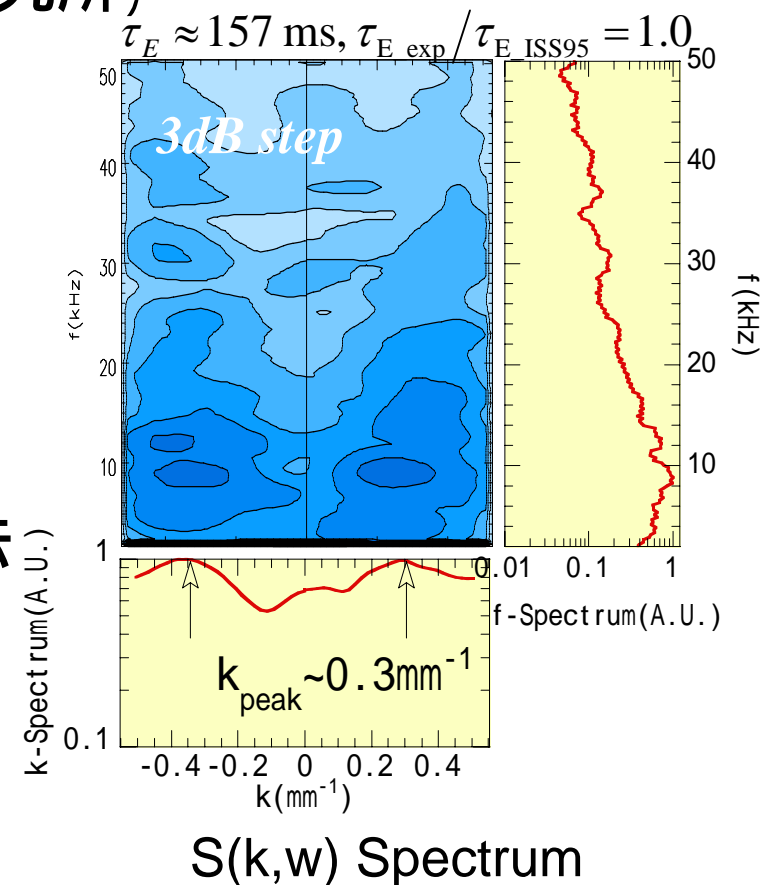
分担責任者: 飯尾俊二 (東京工業大学原子炉工学研究所)

田中謙治 (核融合科学研究所)

## ・目的

CO2レーザー干渉計で測定した電子密度揺動、及び電子密度分布データを転送し、揺動信号の解析手法、詳細密度分布の再構成の手法開発を行う。

さらに、それらとプラズマ閉じ込め特性の相関を解明する。

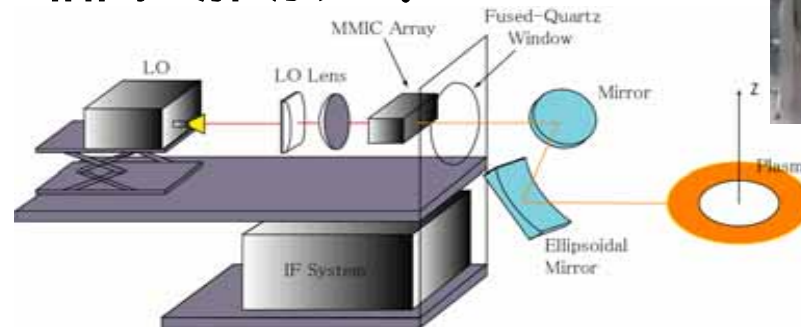


# ミリ波イメージング装置による揺動計測

分担責任者: 間瀬 淳(九州大学先端科学技術共同研究センター)  
川端一男(核融合科学研究所)

## ・目的

ミリ波帯におけるイメージング装置により  
多点間の相互相関スペクトルおよび  
位相解析を行ない、電子温度揺動  
あるいは密度揺動の周波数・波数  
スペクトルを得る。さらに、それらとプラズマ  
閉じ込め特性の相関を解明する。



結像光学系

# LHDプラズマの高速画像計測

分担責任者: 西野信博(広島大学工学部)  
森崎友宏(核融合科学研究所)

## ・目的

LHD装置に設置した高速カメラを広島大学から遠隔操作し、実時間でデータ収集を行い、周辺プラズマを制御する。  
LHDダイバータ領域のMHD挙動を解明する。

# まとめ

大学研究室からLHD装置実験データを  
実時間で収集・解析可能

LHD実験遠隔参加が実現可能

共同研究の新しい展開(双方向性)

学生教育への効果

今後、より多くの大学・研究室に展開を希望