

# 高エネルギー・核融合科学研究部会 核融合研究班

スーパーSINET推進協議会  
平成15年3月19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、長山 好夫、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

# 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

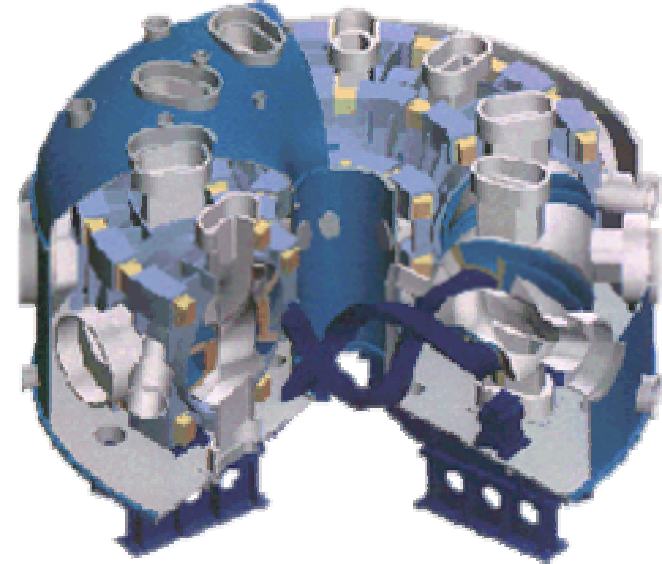
高村秀一(名大工学部)

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～)

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)

干渉計による密度揺動計測

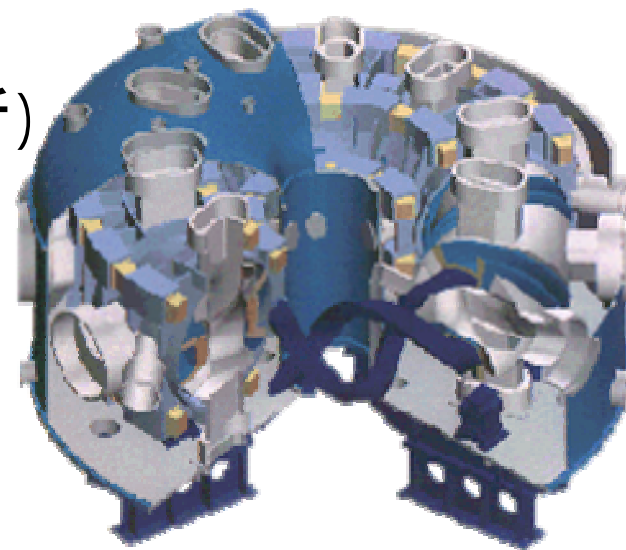
飯尾俊二(東工大原子炉工学研究所)

田中謙治(核融合科学研究所)

高速カメラを使ったプラズマ計測

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)

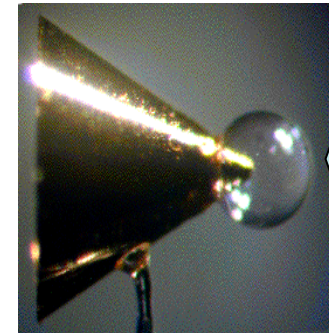
西原功修 (阪大レーザー核融合研究センター)

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

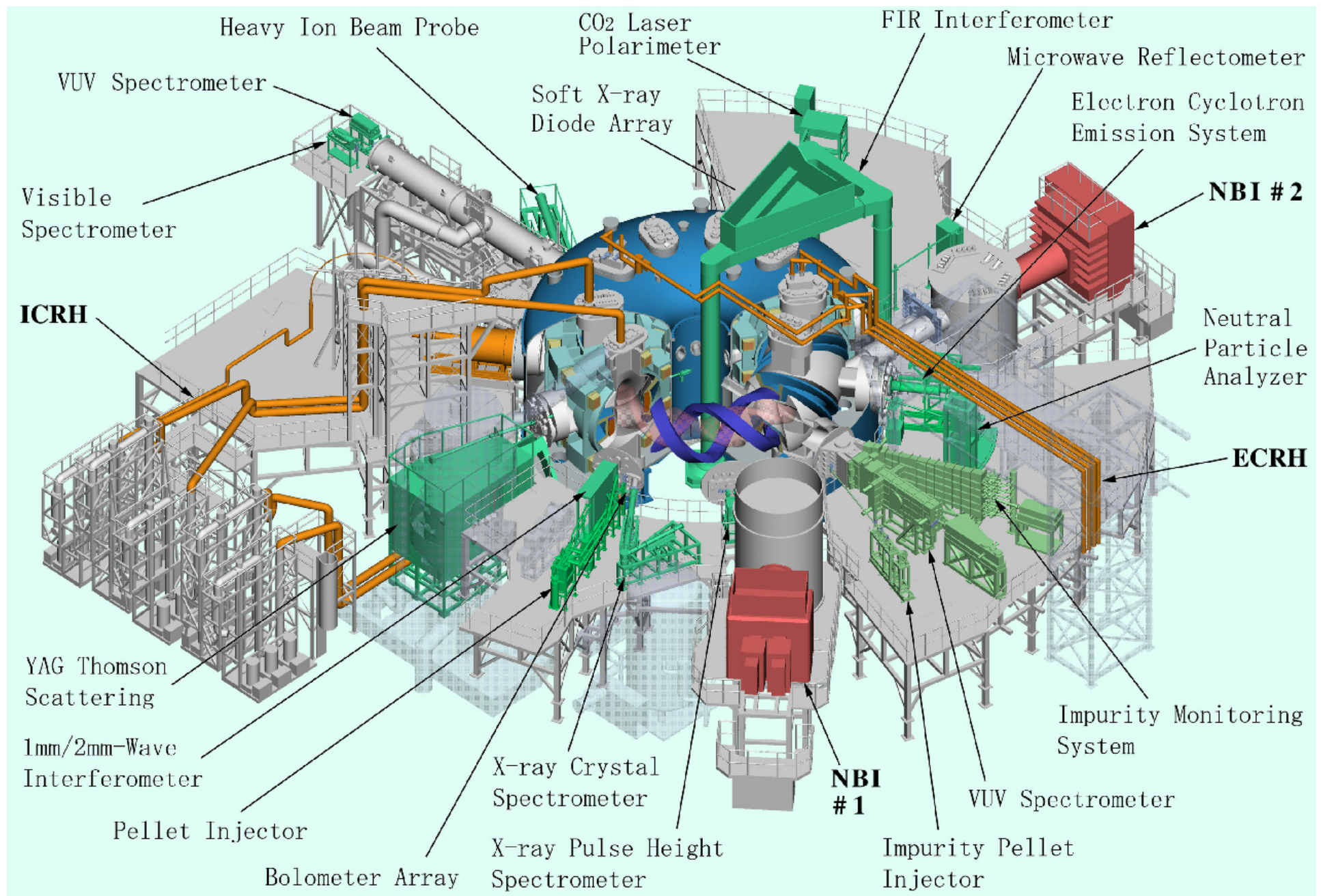
PWM for heating  
1 beam / 50-60J  
1.053 mm / 0.8ps



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

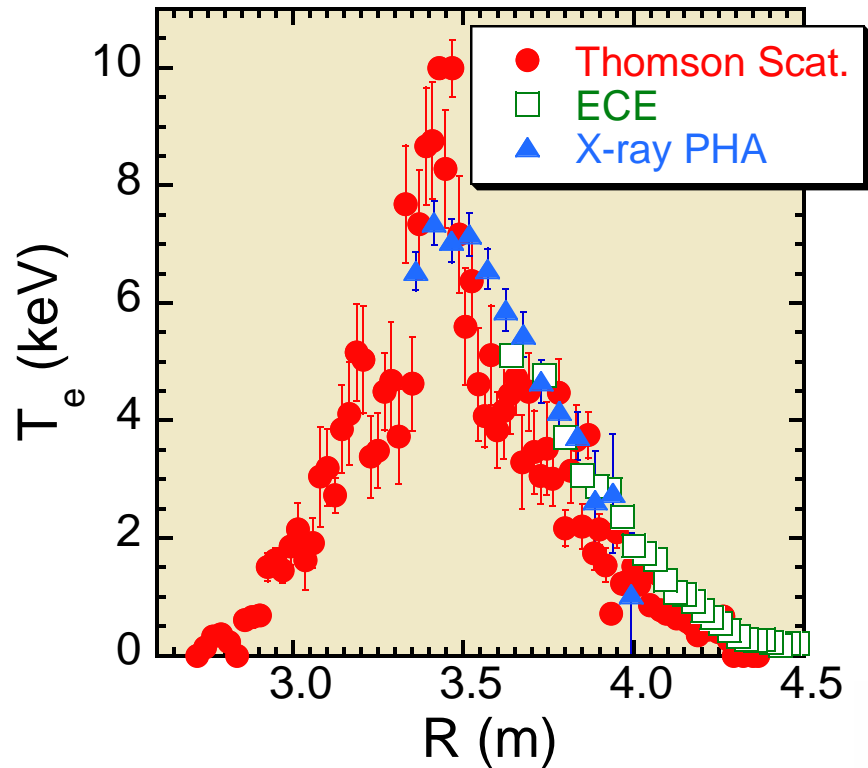
コーン付き燃料ターゲット



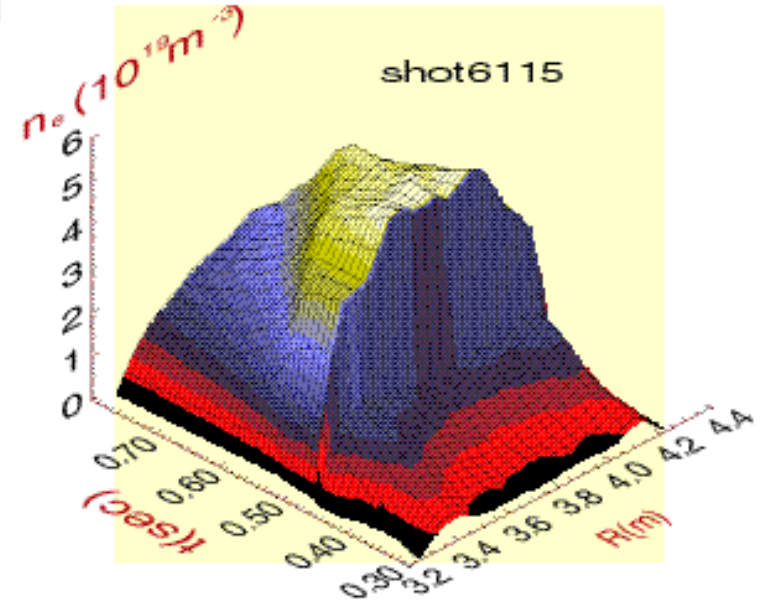


**LHD計測装置群** (1ショット当たり約1GBのデータ量が生まれる)

# LHDデータの例

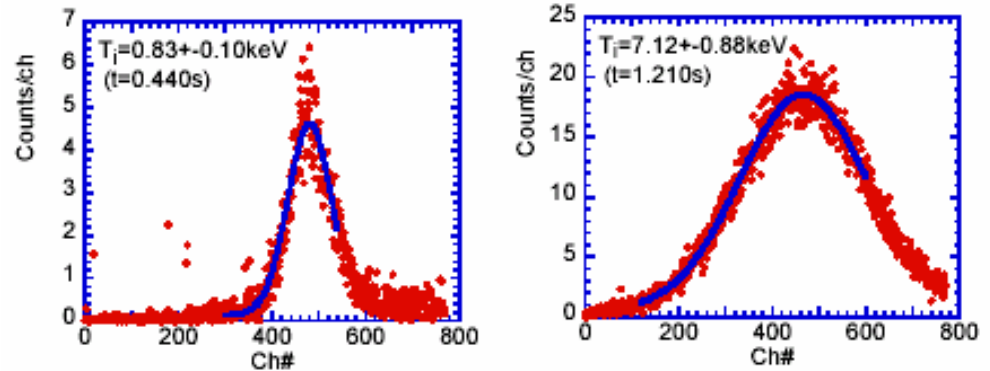


トムソン散乱装置、電子サイクロトロン放射計測装置 (ECE)、X線波高分析器の3種類の計測器による電子温度分布。(中心部で電子温度1億度達成)



FIR干渉計による密度分布の時間変化(ペレット入射時)

ArXVII Doppler broadening (t=0.44s, 1.21s)



結晶分光器によりアルゴンイオンのドップラー幅を観測し、最高イオン温度7keV到達を確認。



# 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

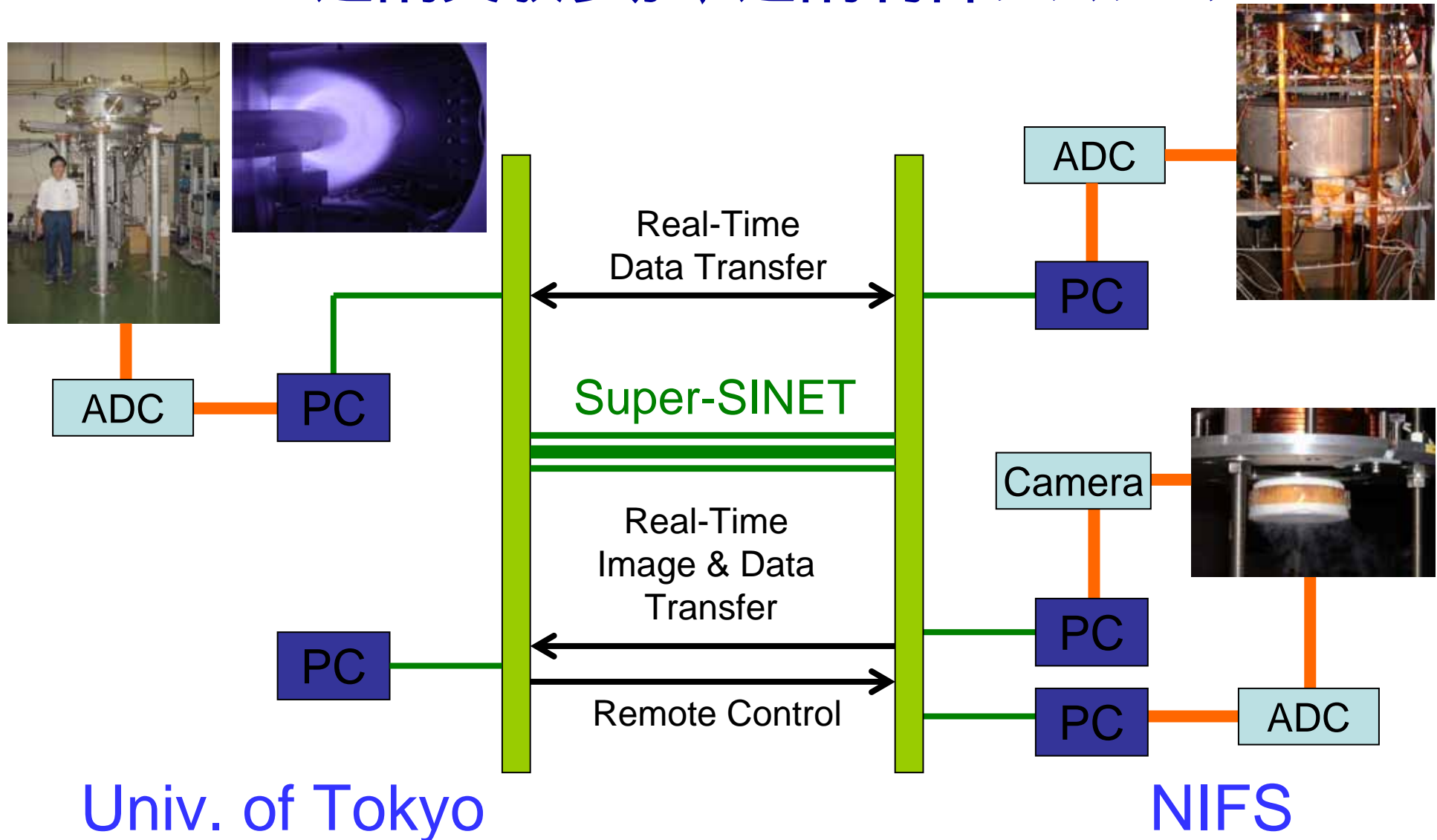
平成13年度

スーパーSINETの接続 (平成14年3月14日)

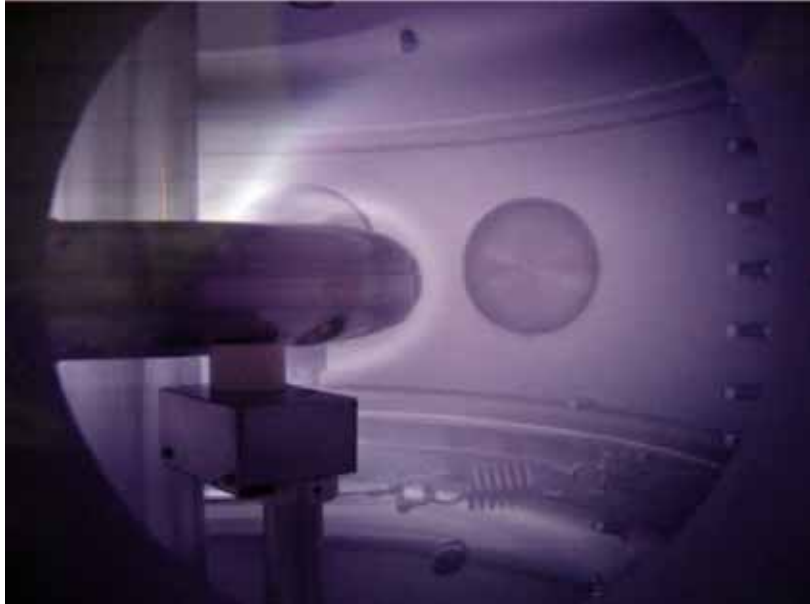
平成14年度

実験データの相互交換

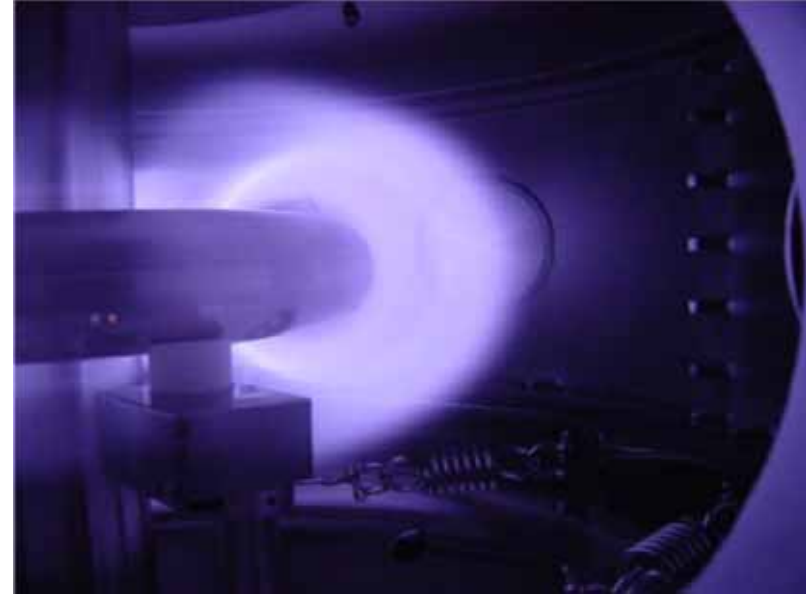
# 磁気浮上高温超伝導装置開発のための 遠隔実験参加、遠隔制御システム



# Mini-RT First Plasma (Feb. 4, 2003)



$$I_{FC} = 18 \text{ kA}, P_{RF} = 50 \text{ W}, \\ p_V = 4 \times 10^{-2} \text{ Pa}$$



$$I_{FC} = 13 \text{ kA}, P_{RF} = 300 \text{ W}, \\ p_V = 4 \times 10^{-2} \text{ Pa}$$

- 現在、東大高温プラズマ研究センターにおいて、高温超伝導コイルの冷却・励磁試験を行っている。定格電流の半分までの励磁に成功し、プラズマ実験も開始した。
- コイル各部の温度や電流値などの情報は、核融合研側のコンピュータからもリアルタイムに参照することができ、実験遂行のために必要な判断を行うことができる。

# 磁気浮上制御方式の最適化



高温超伝導コイルの磁気浮上制御実験

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

- 磁気浮上制御方式について、その最適化を図るため、核融合研側に設置した小型装置を用いて実験を行っている。
- 浮上コイルの画像情報はリアルタイムで転送されるとともに、東大側から浮上位置の設定や制御定数の変更を行うことが可能である。

# 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周辺プラズマ中の密度揺動をダイバータプローブ群を用いて遠隔地より計測し、確率分布関数 (PDF) をベースとした統計的解析を行い、LHD周辺プラズマ揺動の特性を明らかにする。

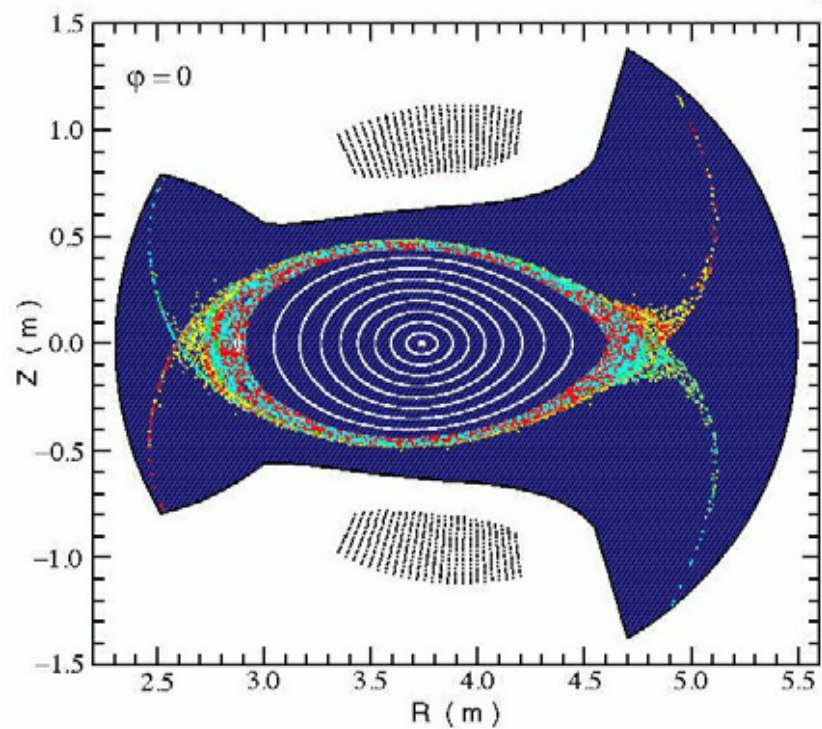
## ・進捗状況

平成14年度

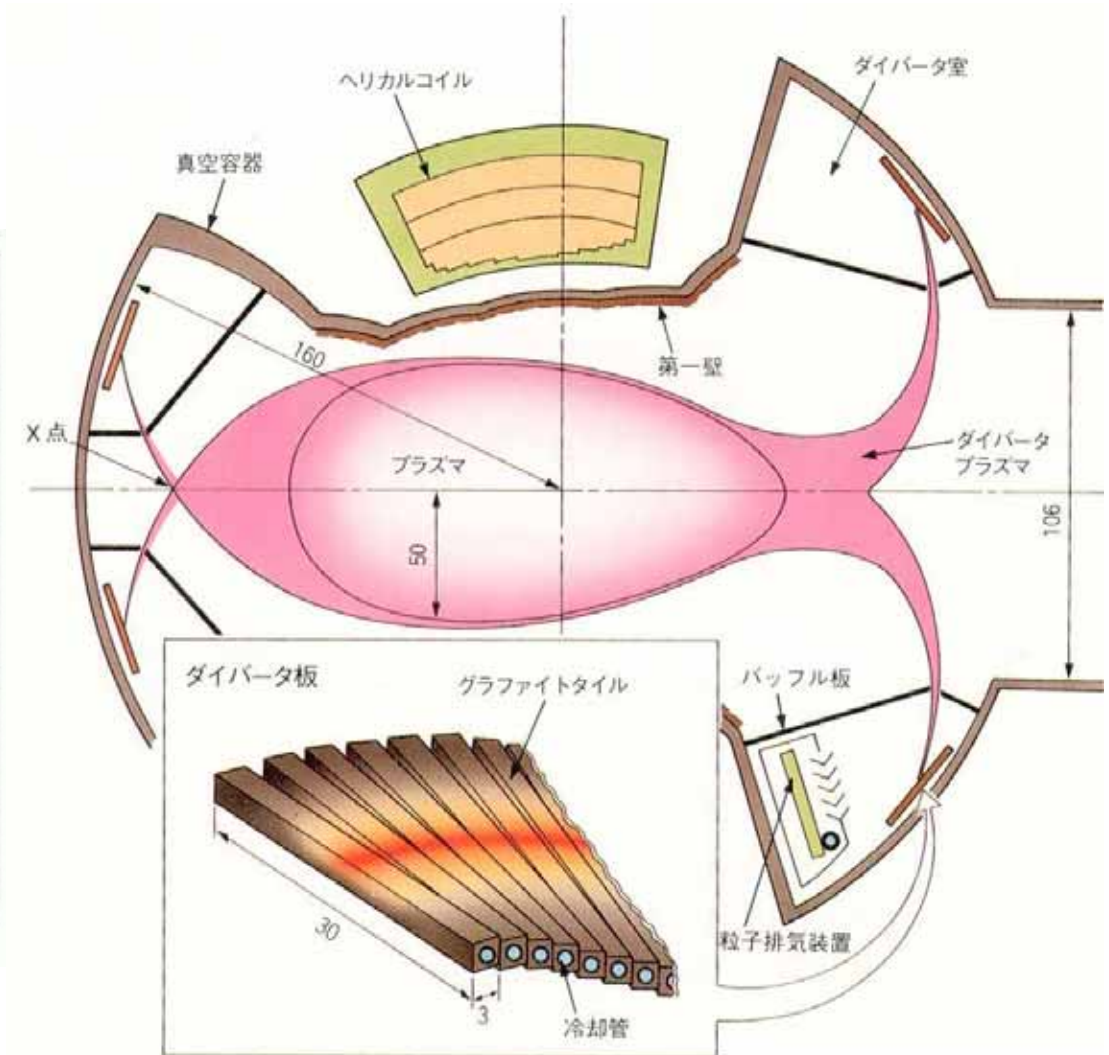
スーパーSINETの接続 (平成14年4月)

第6サイクルLHD実験(平成14年10月～平成15年2月)への適用  
(遠隔地からのデータ取得、実験画像 転送)

# ヘリカルダイバータ

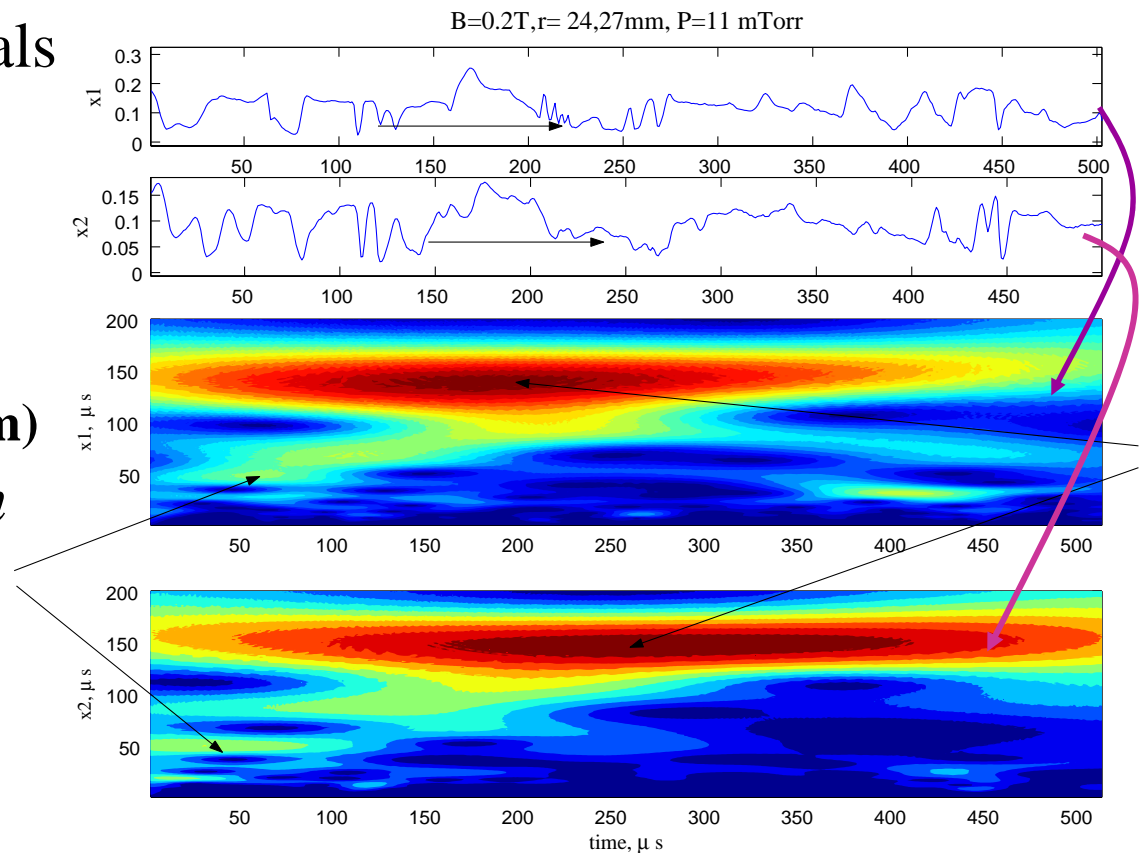
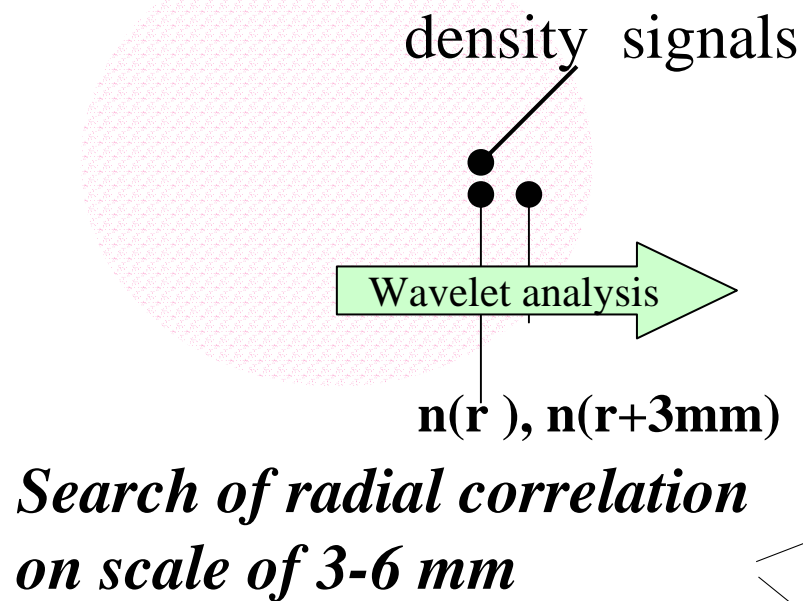


LHDの磁場構造



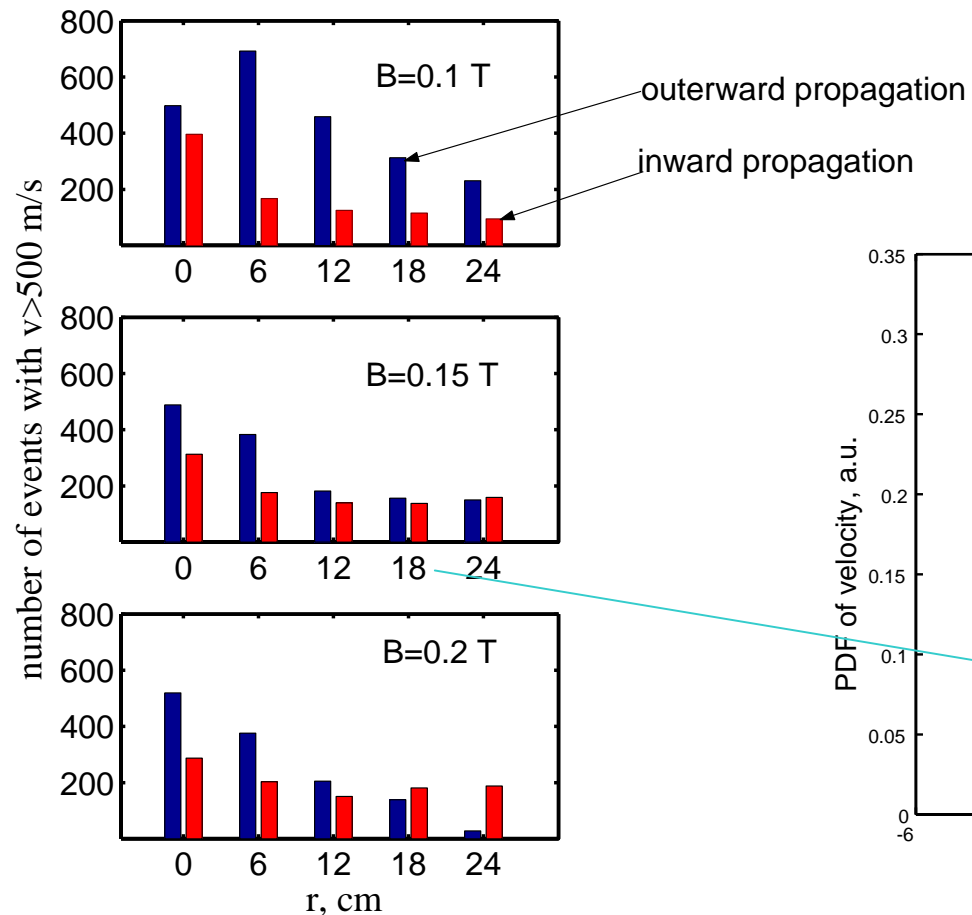
# Wavelet変換による密度バーストの 径方向相関解析

Linear correlation analysis doesn't reveal burst's propagation

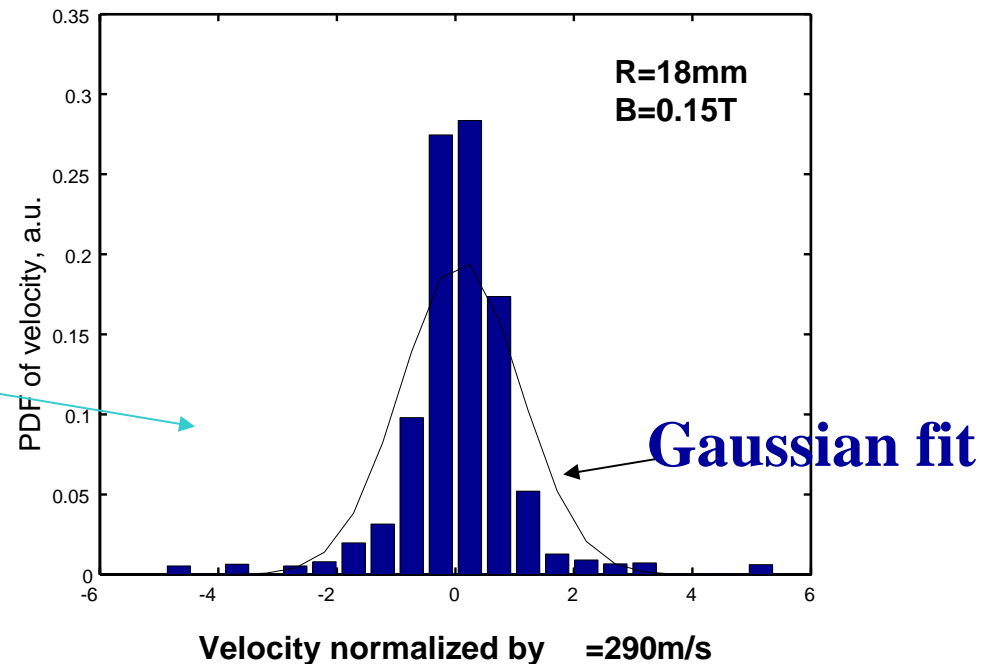


Correlation between components of signal wavelet decomposition

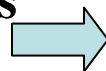
# 密度バーストの速度分布関数



Observation time=0.26 sec  
P=11 mTorr



PDF of velocity on coherent events shows Non-Gaussian shape:



Non-diffusive transport process



# LHDプラズマの閉じ込め特性

分担責任者: 大引得弘、岡田浩之 (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(平成14年11月)  
LHD実験データの転送開始  
リアルタイムでの遠隔実験参加テスト

# スーパーSINETのシステム構成と利用例

NIFS 大型ヘリカル実験棟

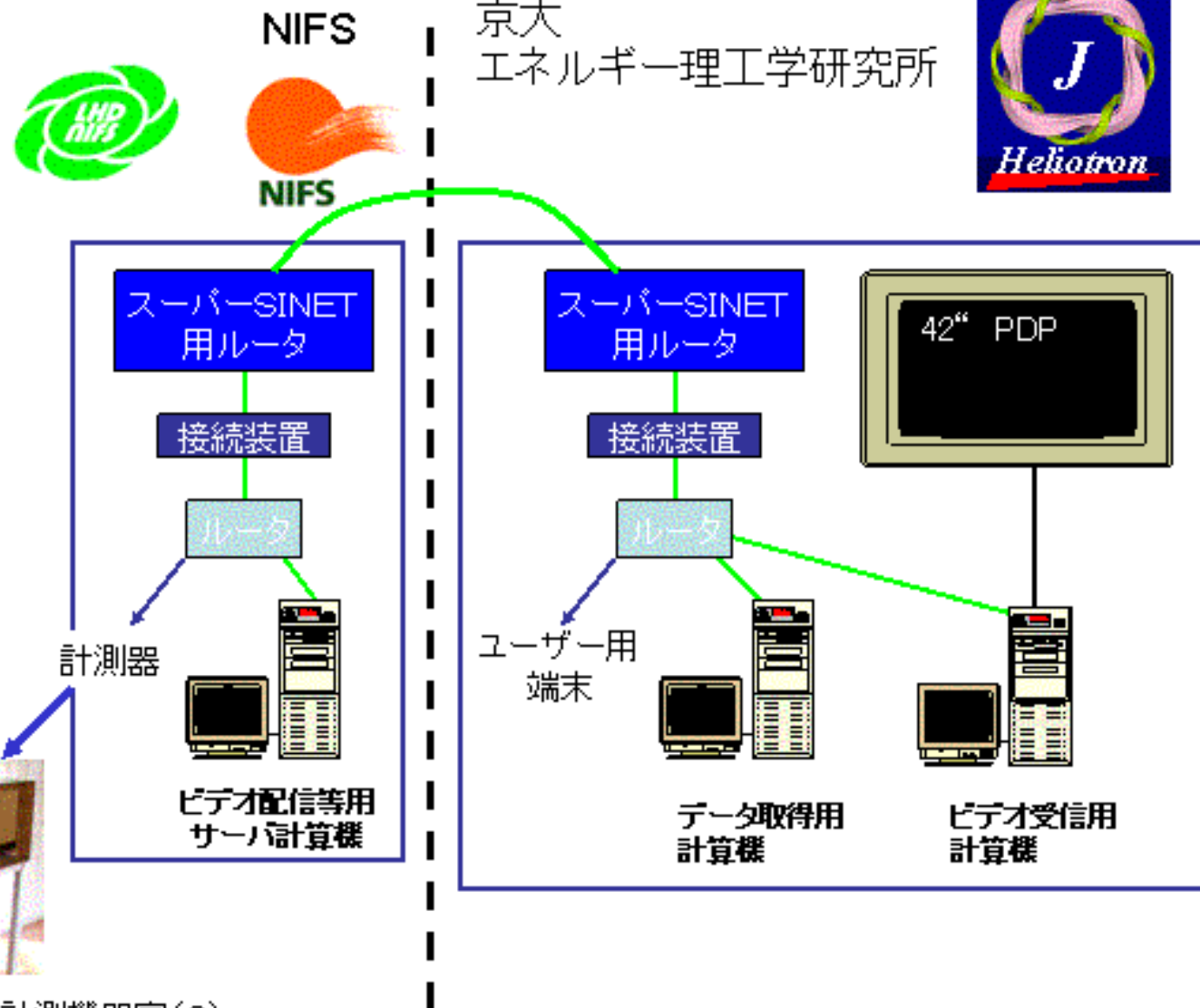


大型ヘリカル実験装置  
計測ポート  
4-O AD-02-02

高分解能エッセル  
分光計測器

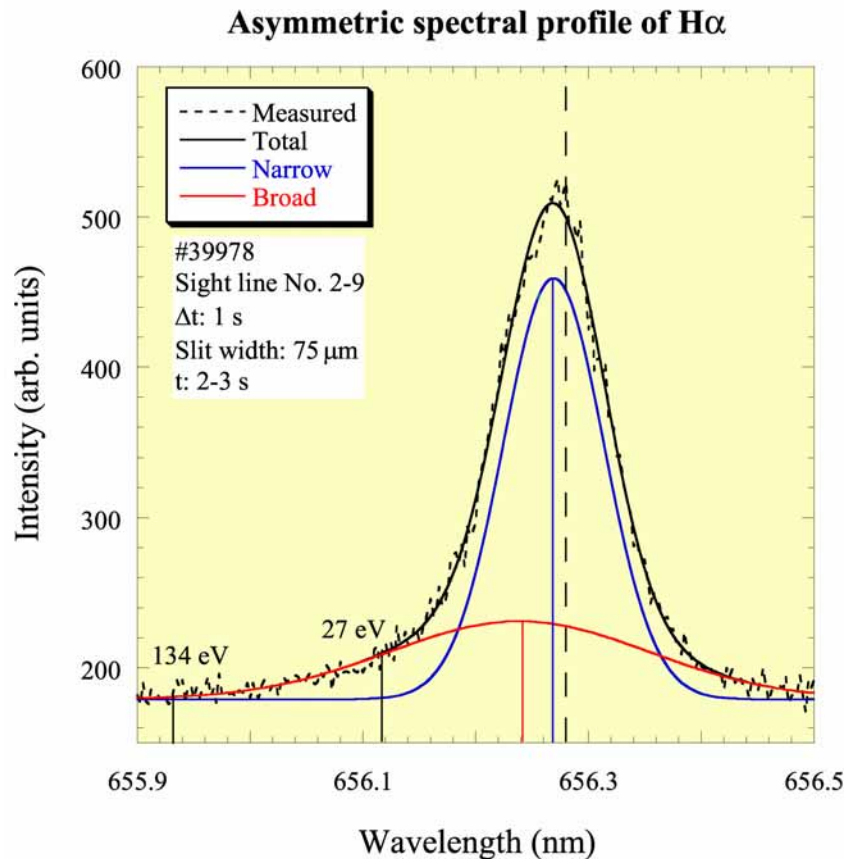


NIFS 大型ヘリカル実験棟 計測機器室(3)



## H 線のスペクトルプロファイルの微細構造の計測と解析例

スーパーSINETにより、LHD実験に遠隔から参加し、 $H\alpha$ スペクトルプロファイルを観測し、非対称性あることを発見した。



スペクトル解析の例を示したのが左図である。

'narrow'と'broad'の2成分に分解された観測スペクトルの2成分ともに中心波長のシフトが認められ、そのシフト量に差を同定した。

シフト量に相当する速度は、  
narrow component ; 4.6k m/s (0.1 eV)  
broad component ; 18 km/s (1.7 eV)  
である。

今後はスーパーSINETを利用し、放電と同期したリアルタイムデータ解析を含めた迅速な処理システムを構築する予定である。

# ミリ波イメージング装置による揺動計測

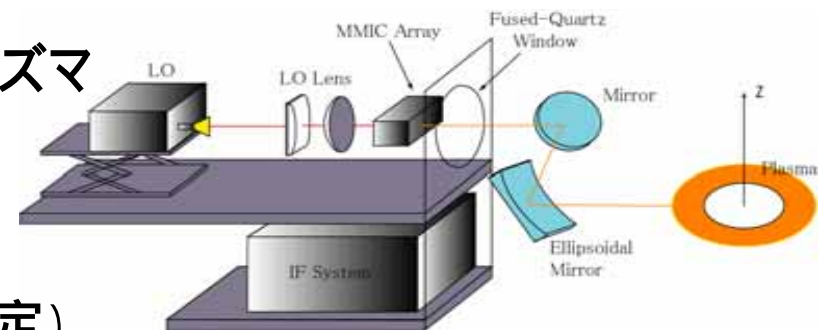
分担責任者: 間瀬 淳(九州大学先端科学技術共同研究センター)  
川端一男(核融合科学研究所)

## ・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。

## ・進捗状況

スーパーSINET接続(平成15年3月予定)



# 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