



高エネルギー・核融合科学的研究部会 核融合研究班

- I . 核融合研究班・参加研究者構成
- II . ネットワーク接続の概要
- III . 核融合研究班・研究プロジェクト
- IV . 研究プロジェクトの研究内容
- V . まとめ

長山好夫
(核融合科学研究所)
平成16年5月24日

I . 核融合研究班・参加研究者構成

- 班 長: 堀内利得 (核融合科学研究所)
- 旧班長: 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 (名大大学院工学研究科)
- 佐野史道、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、近木祐一郎 (九大産学連携センター)
- 笹尾真実子、北島澄男 (東北大大学院量子エネルギー工学研究科)
- 西野信博 (広島大大学院工学研究科)
- 西原功修、福田優子 (阪大レーザー核融合研究センター)
- 長山好夫、津田健三、江本雅彦、中西秀哉、駒田誠司、三戸利行、田村 仁、柳長門、増崎 貴、渡邊清政、川端一男、田中謙治、森崎友宏、西浦正樹、磯部光孝、小森彰夫、須藤 滋 (核融合科学研究所)

II. ネットワーク接続の概要

九州大学 先端科学技術
共同研究センター



京都大学 エネルギー
理工学研究所



名古屋大学 大学院
工学研究科



広島大学 大学院
工学研究科



東京工業大学
原子炉工学研究所



超高速ネットワーク(スーパーSINET)を活用した共同研究プロジェクト



東京大学
高温プラズマ研究センター



東北大学 大学院
量子エネルギー工学研究科

核融合科学研究所ネットワーク
(NIFS-LANおよびLHD実験LAN)

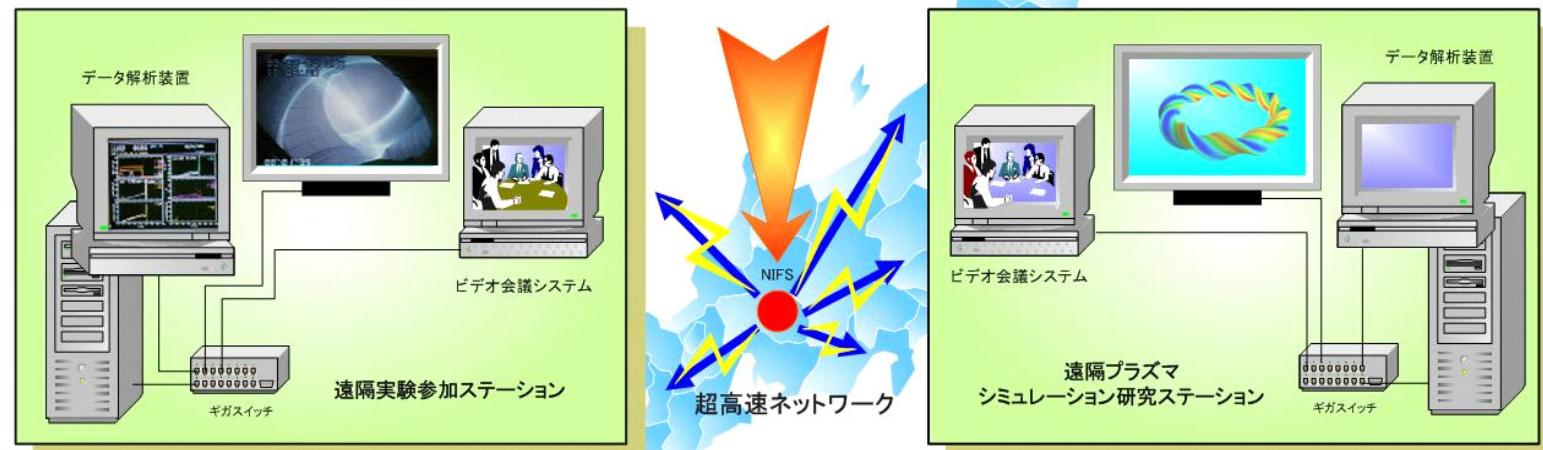
III. 核融合研究班・研究プロジェクト



LHD 実験 遠隔参加



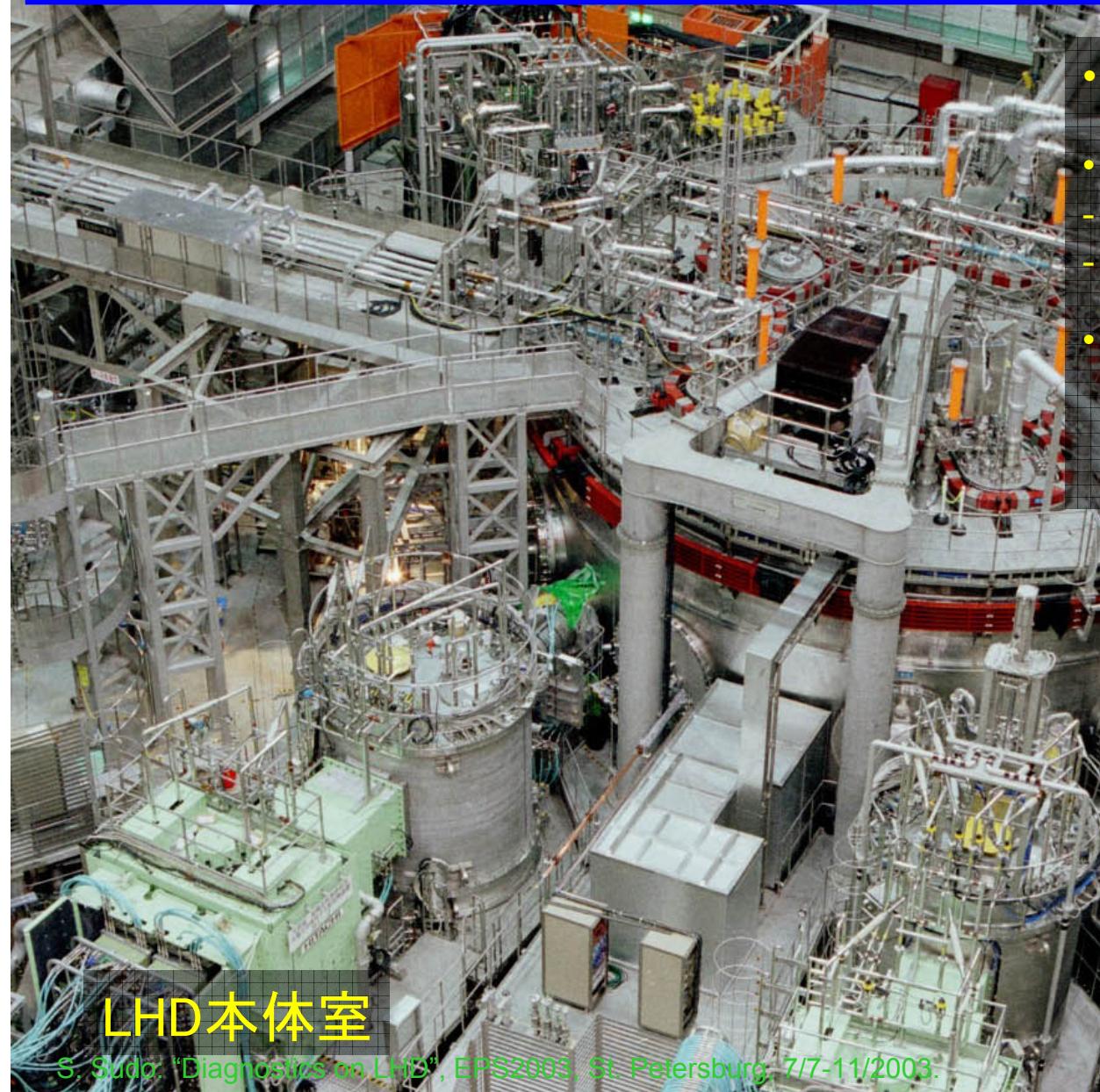
NIFSのスーパーコンピュータを利用した大型シミュレーション研究



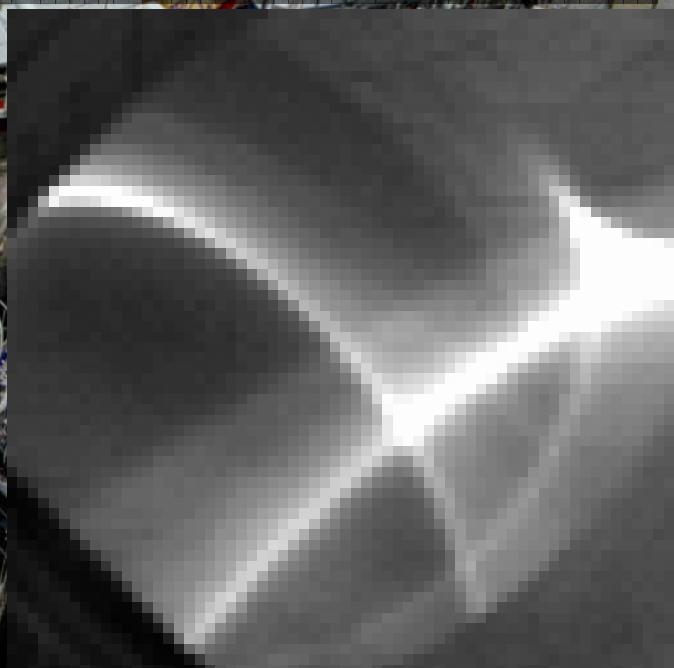
核融合科学研究所 超高速ネットワークを活用した研究プロジェクト概念図

1. LHD遠隔実験（平成14年度～）
2. 超伝導実験遠隔制御システム（平成13年度～）
3. 大規模プラズマシミュレーション研究（平成16年度以降予定）⁴

IV. 研究プロジェクトの研究内容

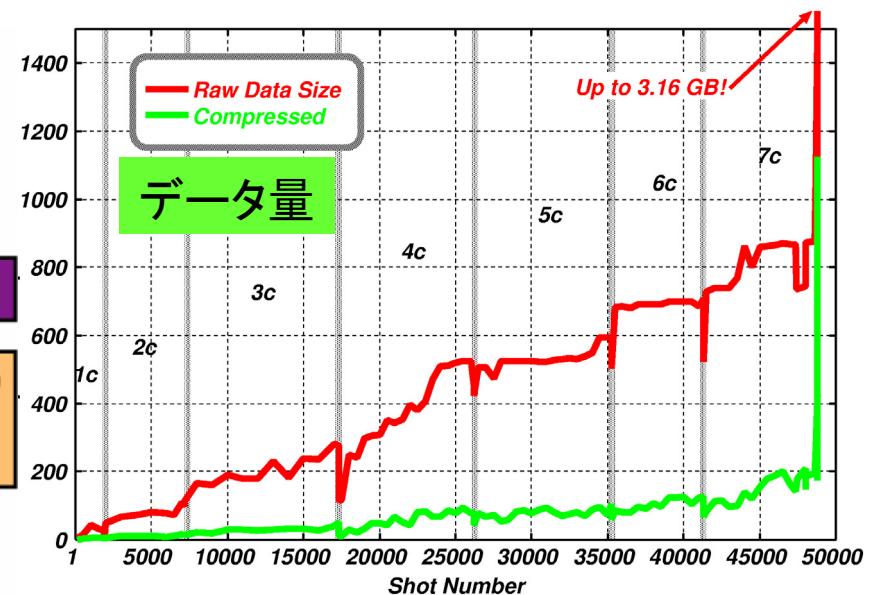
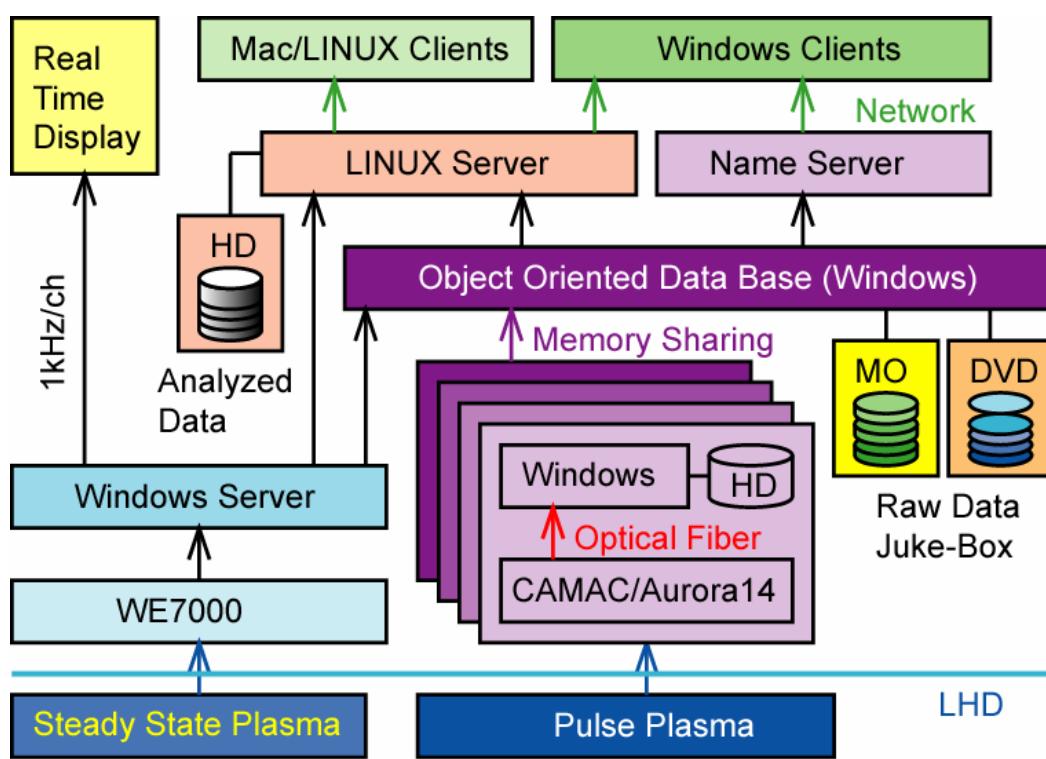


- 実験装置の巨大化、少数化
 - 遠隔実験参加の時代
- LHD
- 全超伝導コイル(磁場2.8T)
- 主半径 = 3.6 m, 小半径 = 0.6 m
プラズマ体積 = 30 m³
- 加熱
 - NBI 14 MW
 - ECRH 2.1 MW
 - ICRH 2.7 MW



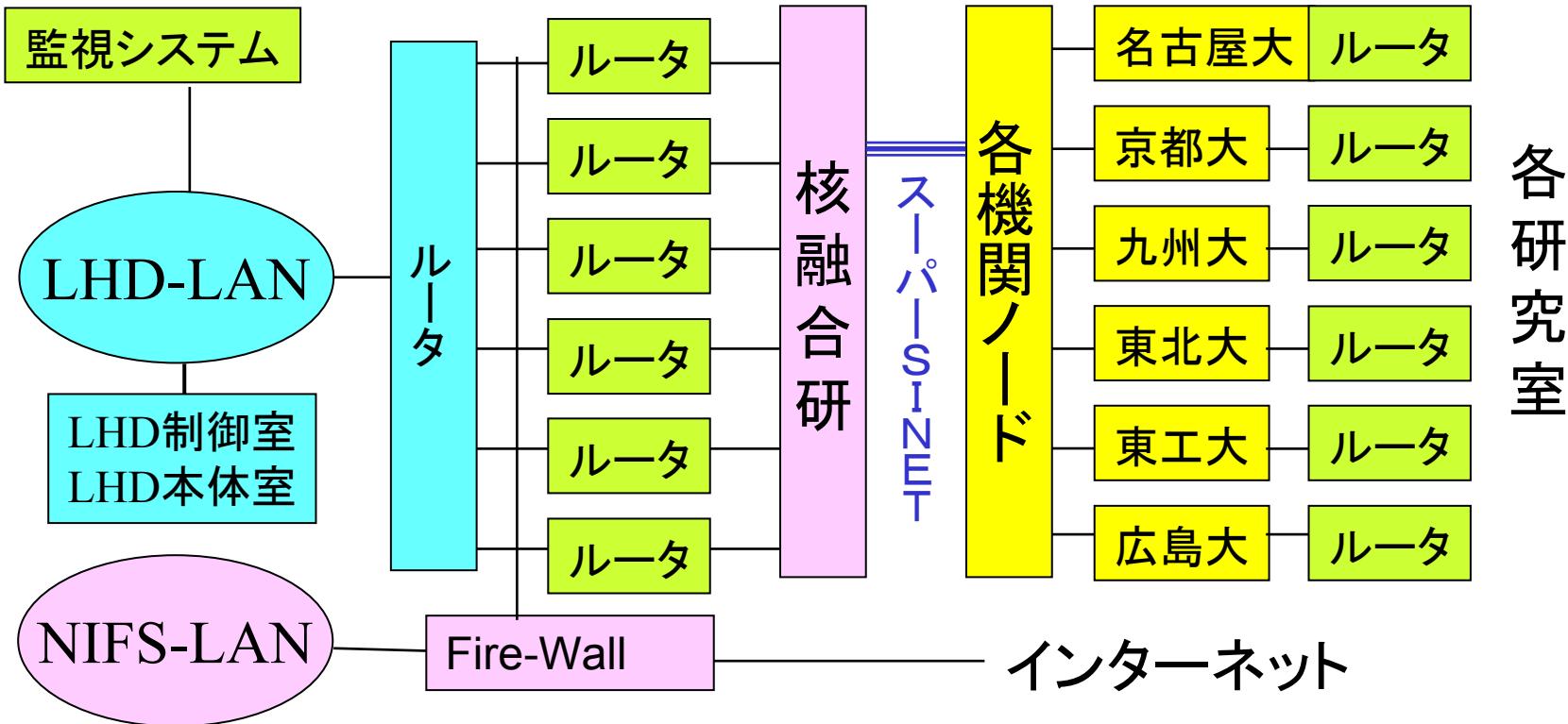
LHDの実験データ

- パソコンを用いた分散データ収集+データベースによる一元管理
- 実験データ表示だけでも高速ネットワークが必要
 - 3分ごとに約1GBの計測データ。ショット数: 20shots/hr (ショット間隔=3分)
 - データ量: 0.9GB/shot × 180shots/day = 160GB/day
 - 年間データ量: 160GB/day × 60days/year = 10TB/year



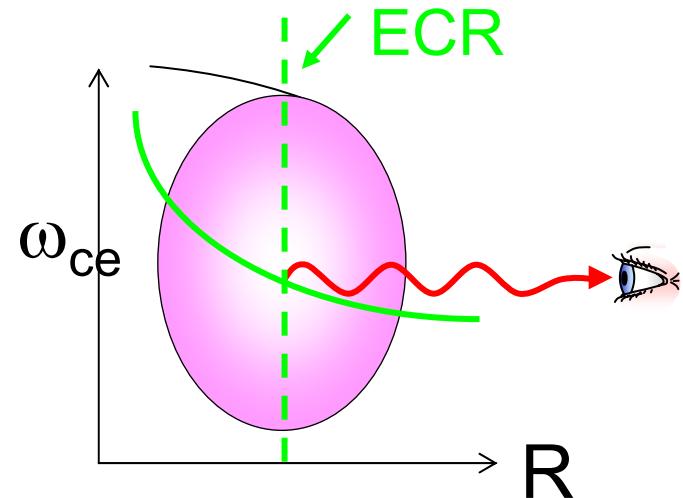
- データ量3GB/shotは核融合実験では世界一
- TV画像は別。

(1) LHD遠隔実験参加システム

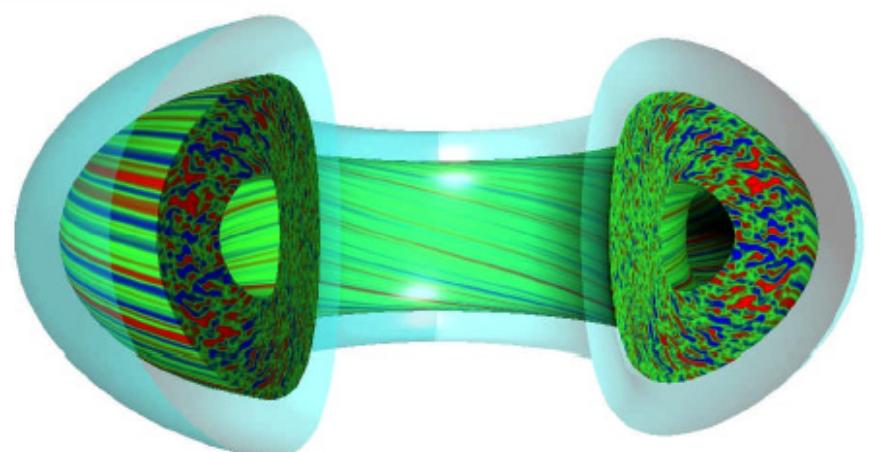
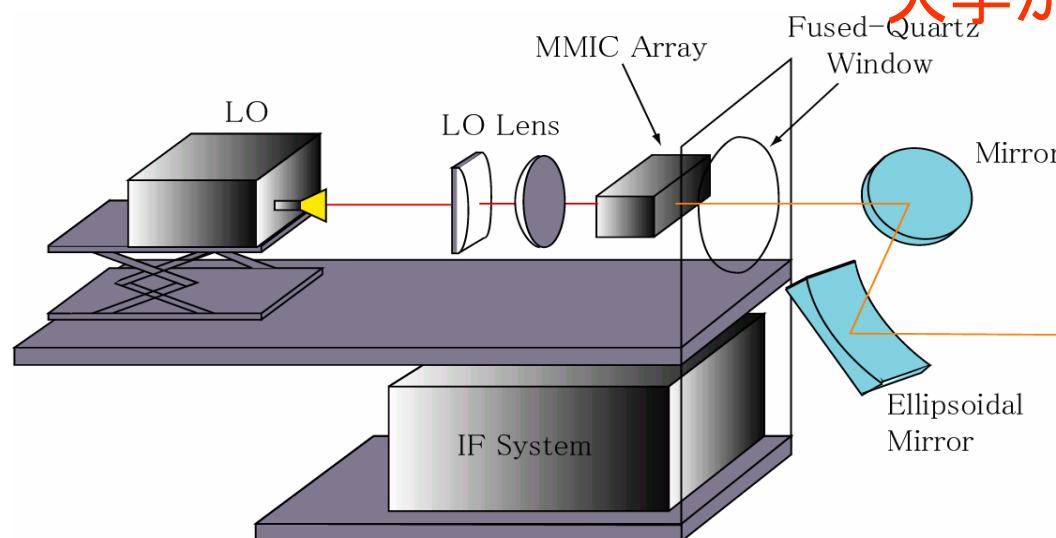


- ・ スーパーSINETの独立性を利用して、遠隔地の研究室をLHD-LANに直結、**LHD制御室分室**として機能。
- ・ 遠隔地研究室は各自の所属大学LANとの接続不可、NIFS-LANを経由してインターネットと接続。
- ・ 利便性を支えるためにセキュリティ対策を実施。

九州大学：ミリ波イメージング装置による LHD中心プラズマ揺動計測

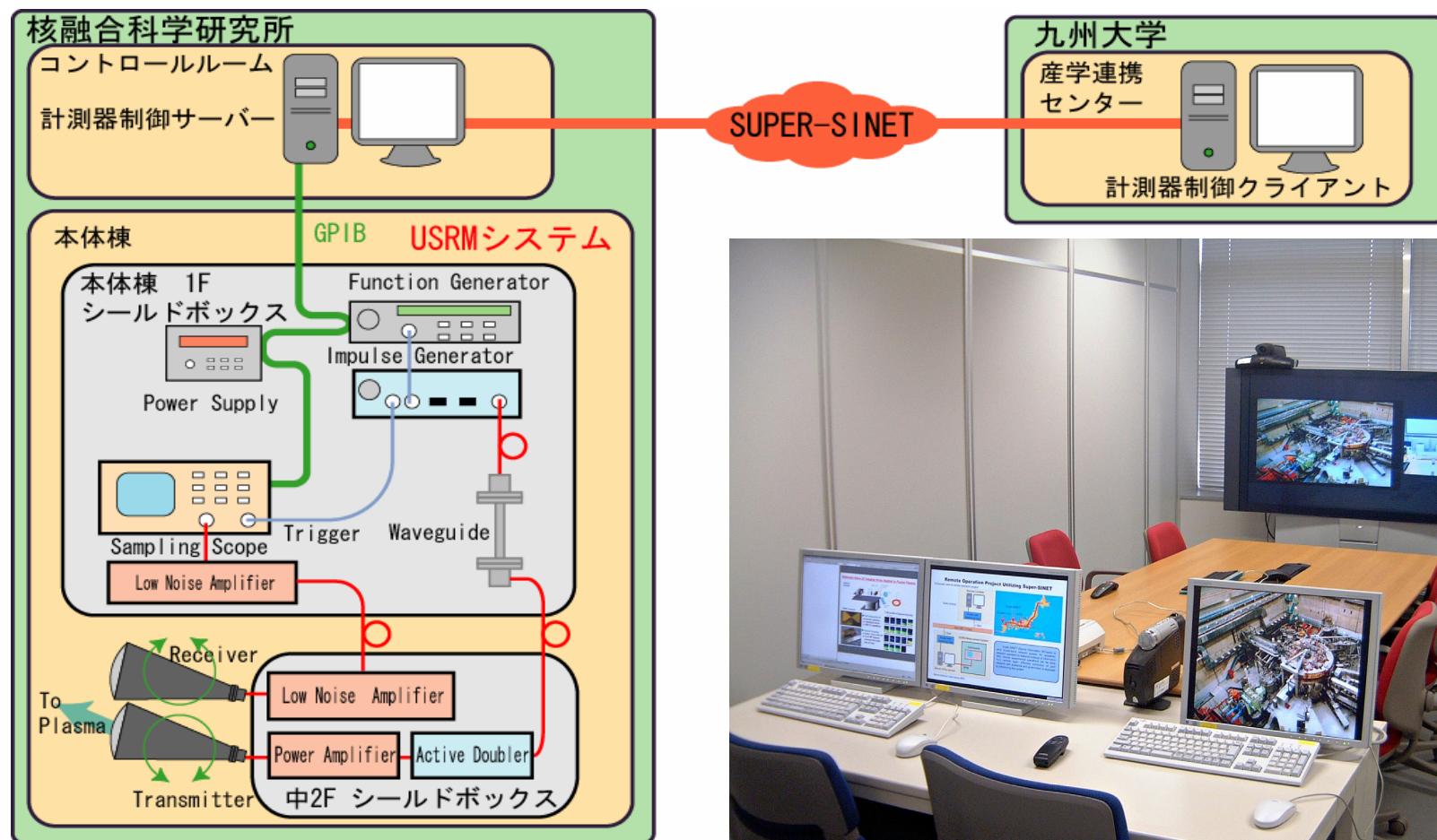


- マイクロ波(ミリ波帯)を用いて局所的な電子温度と電子密度の揺動を測定。
- プラズマ拡散がランダム運動だけなら核融合も簡単にできるが、現実はそうではない。
 - 乱流構造がプラズマ拡散を支配(異常拡散)
 - ミリ波イメージング計測により乱流構造の解明を目指す。
- 大学で計測器を開発し、LHDに設置、大学から遠隔操作する。**



ミリ波イメージング装置によるLHDプラズマ揺動計測

- 九州大学側から制御用ソフトウェアを用いて、核融合科学研究所本体棟内に設置したUSRMシステムのリアルタイム遠隔制御とデータ取得を実行。

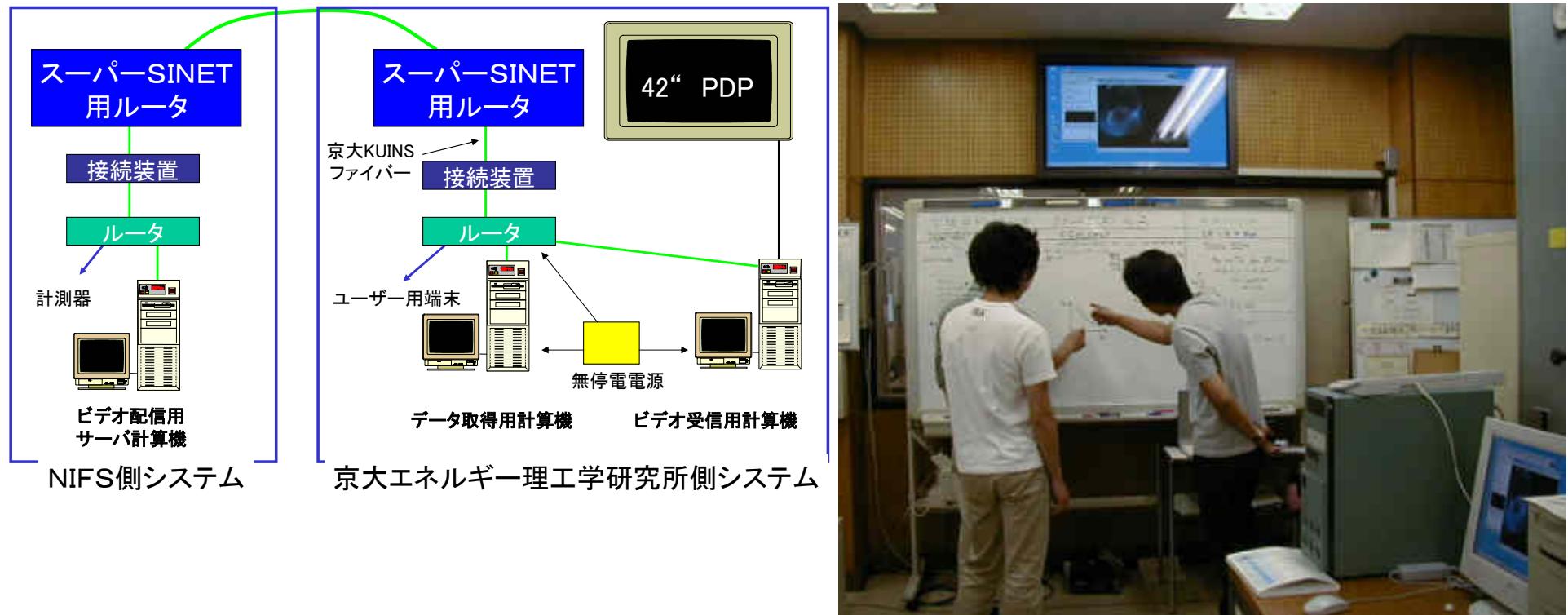


第三回スーパーSINETシンポジウム(2004.5.24)

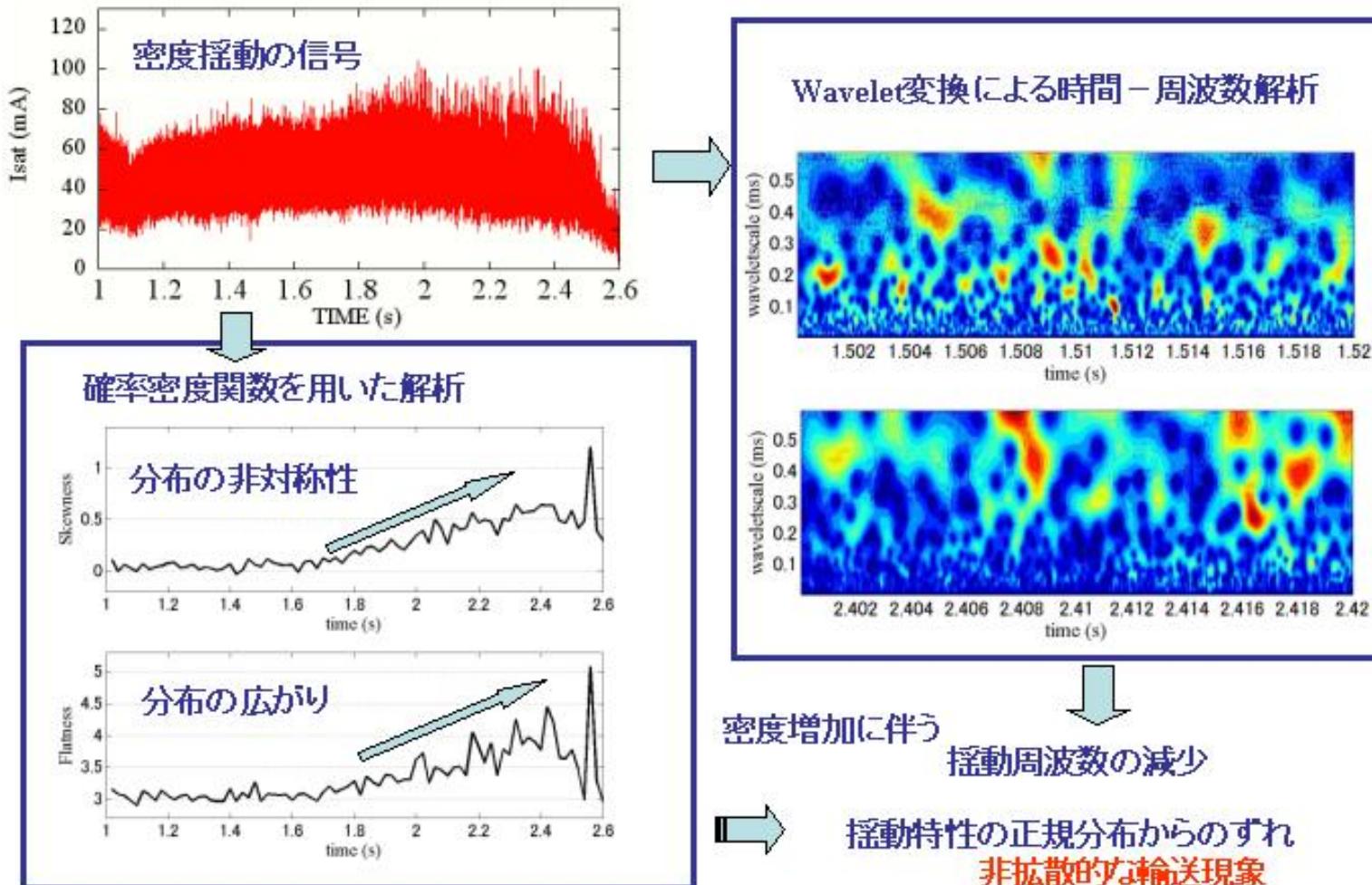


LHD実験に総合的に参加。

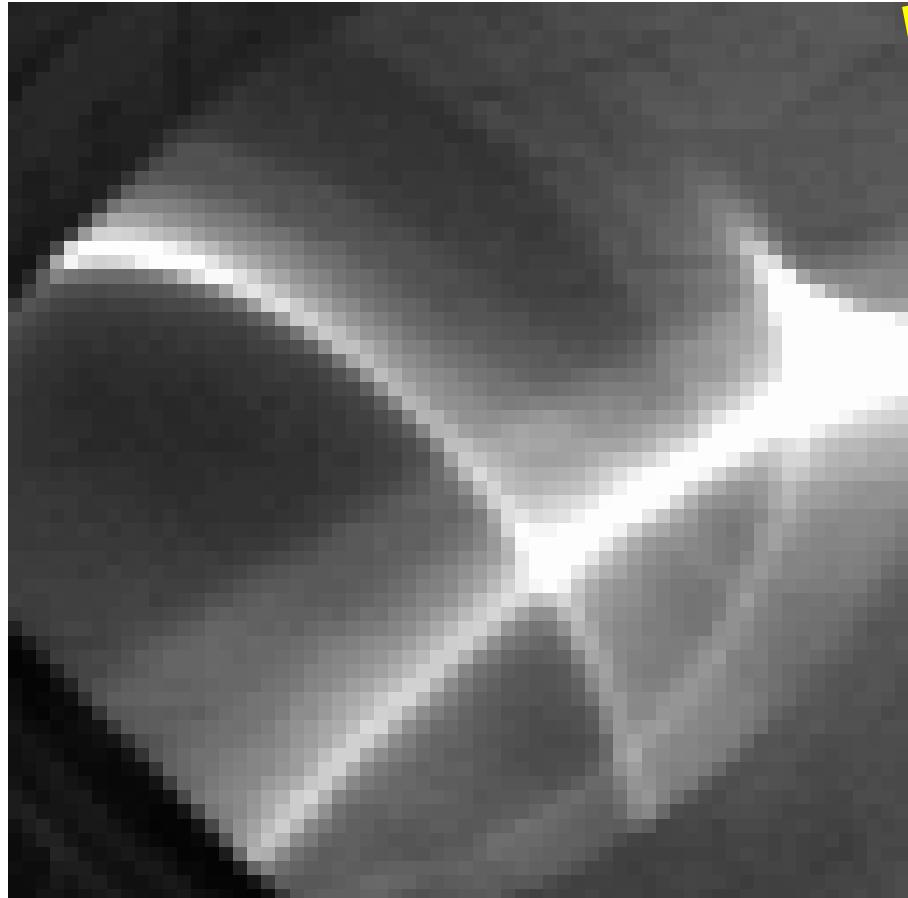
- 京都大学(宇治)は日本のヘリカル研究の発祥地
- LHDデータベースに自由にアクセス、データ解析を実行。
- 大画面TVによるLHDプラズマのモニターで制御室の雰囲気。



プラズマの塊の吐き出し現象の観測



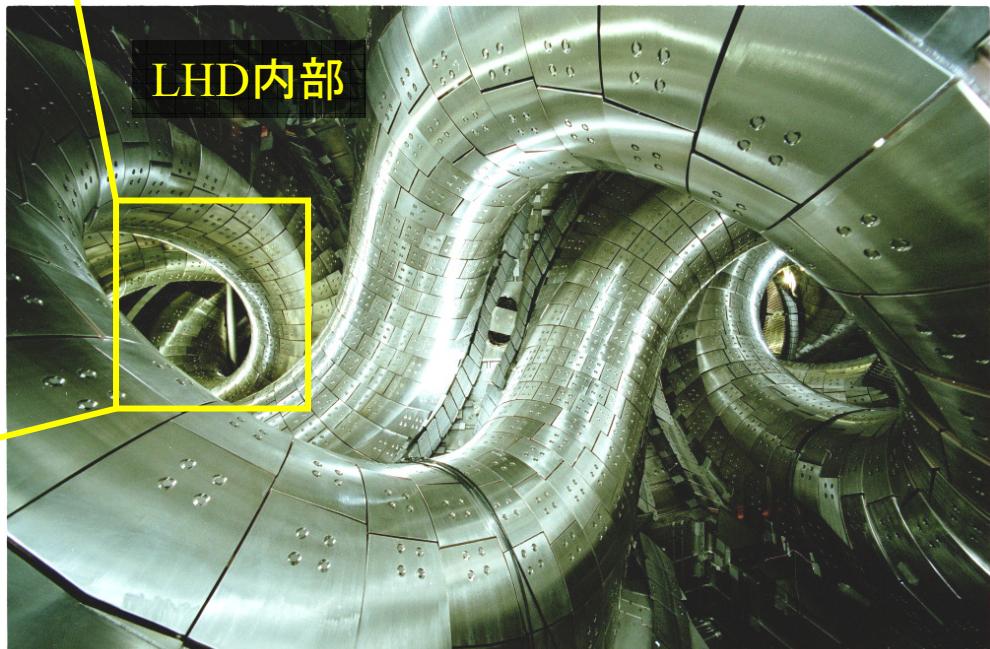
周辺プラズマにおけるフィラメント構造の観測



接線方向からの撮影
(毎秒40,500フレーム)

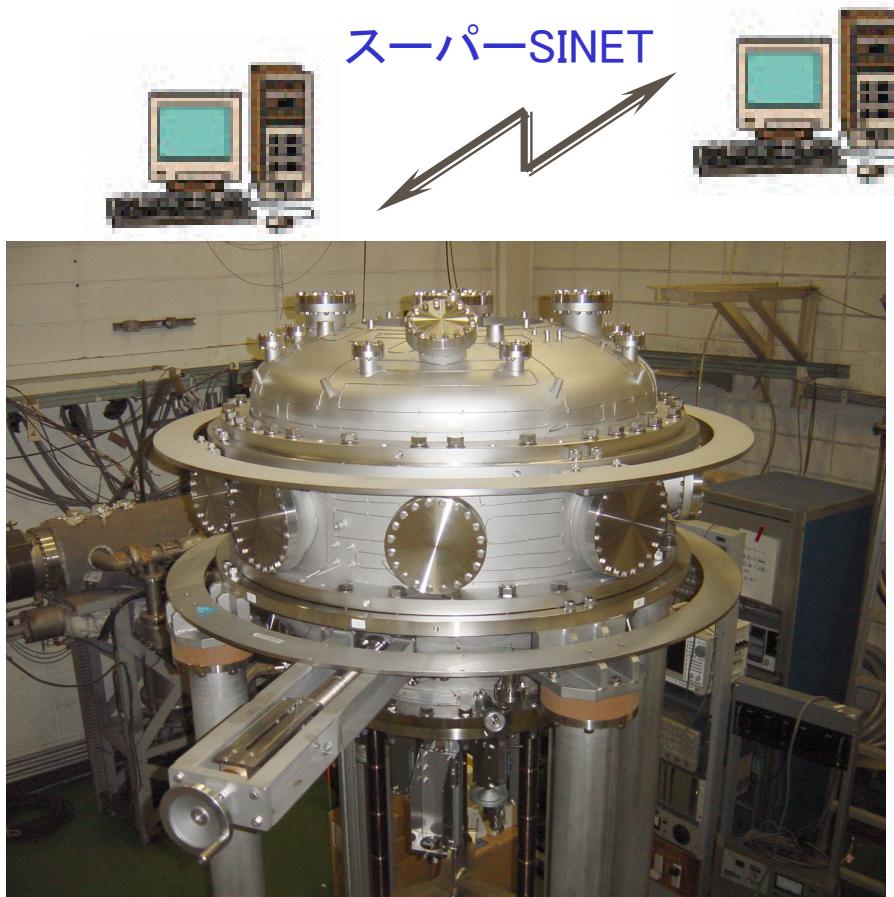
第三回スーパーSINETシンポジウム(2004.5.24)

- LHDプラズマを囲む2つの曲面の交差部分がX字に輝く。
 - LHDで初めて、交差部分付近で活発に運動するフィラメント構造が観測された。
- データが大きすぎるので人が運んだ。
 - 平成15年度末スーパーSINET接続、平成16年度から遠隔操作する予定。



(2) 東大:超伝導実験遠隔制御システム (相互交流型共同研究)

- 核融合研の超伝導技術の普及。
- 核融合研から東大の超伝導実験を遠隔運転する。
- セキュリティのため閉じたネットワークを作っている。



Digital Data									
Module 1		Module 2		Module 3		Module 4		Module 1 (Generalized)	
0	1-0 Data Name	T_Coil	1-1 Data Name	T_PCS	1-2 Data Name	T_Shield	1-3 Data Name	V_Coil	1-4 Data Name
0	1-0 Note	K	1-1 Note	K	1-2 Note	K	1-3 Note	V	1-4 Note
Range 1	1-0 Value	0.09013	1-1 Value	0.00052	1-2 Value	0.10338	1-3 Value	0.00004	1-4 Value
	1-0 Unit	1st	1-1 Unit	1st	1-2 Unit	1st	1-3 Unit	1st	1-4 Unit
	245.40	244.95	282.76	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	1-5 Data Name	V_Con1	1-6 Data Name	V_Con2	1-7 Data Name	V_Lead1	1-8 Data Name	V_Lead2	
	1-5 Note	V	1-6 Note	V	1-7 Note	V	1-8 Note	V	
	1-5 Value	0.0000	1-6 Value	0.0000	1-7 Value	0.0000	1-8 Value	0.0000	
	2-0 Data Name	V_Total	2-1 Data Name	P_Vac	2-2 Data Name	I_Shunt	2-3 Data Name	B1	2-4 Data Name
	2-0 Note	V	2-1 Note	Pa	2-2 Note	A	2-3 Note	G	2-4 Note
Module 2	2-0 Value	0.00002	2-1 Value	0.08288	2-2 Value	0.00001	2-3 Value	0.04389	2-4 Value
0	2-0 Unit	1st	2-1 Unit	1st	2-2 Unit	1st	2-3 Unit	1st	2-4 Unit
Range 2	2-0 Value	0.0000	2-1 Value	0.83	2-2 Value	0.03	2-3 Value	-0.60	2-4 Value
	2-5 Data Name	VH_PCS	2-6 Data Name	IH_PCS	2-7 Data Name	VH_Hex	2-8 Data Name	IH_Hex	
	2-5 Note	V	2-6 Note	A	2-7 Note	V	2-8 Note	A	
	2-5 Value	0.0000	2-6 Value	0.00231	2-7 Value	0.00096	2-8 Value	0.00209	
	3-0 Data Name	T_Cryo1	3-1 Data Name	T_Cryo2	3-2 Data Name	T_Cryo3	3-3 Data Name	T_Cryo4	3-4 Data Name
Module 3	3-0 Note	K	3-1 Note	K	3-2 Note	K	3-3 Note	K	3-4 Note
16	3-0 Value	0.20941	3-1 Value	0.20937	3-2 Value	0.20956	3-3 Value	0.20886	3-4 Value
0	3-0 Unit	1st	3-1 Unit	1st	3-2 Unit	1st	3-3 Unit	1st	3-4 Unit
Range 3	3-0 Value	286.53	3-1 Value	286.48	3-2 Value	286.75	3-3 Value	285.75	3-4 Value
	3-5 Data Name	T_Cryo5	3-6 Data Name	T_Cryo6	3-7 Data Name	T_Cryo7	3-8 Data Name	T_Cryo8	
	3-5 Note	K	3-6 Note	K	3-7 Note	K	3-8 Note	K	
	3-5 Value	0.95629	3-6 Value	0.10451	3-7 Value	0.21004	3-8 Value		
	4-0 Data Name	T_Cryo10	4-1 Data Name	P_HeS	4-2 Data Name	-	4-3 Data Name	T_Cryo4	4-4 Data Name
Module 4	4-0 Note	K	4-1 Note	MPa	4-2 Note	-	4-3 Note	K	4-4 Note
26	4-0 Value	0.20971	4-1 Value	1.86946	4-2 Value	8.59643	4-3 Value	0.76474	4-4 Value
0	4-0 Unit	1st	4-1 Unit	1st	4-2 Unit	1st	4-3 Unit	1st	4-4 Unit
Range 4	4-0 Value	286.95	4-1 Value	0.76	4-2 Value	8.60	4-3 Value	1.15	4-4 Value
	4-5 Data Name	F_Total2	4-6 Data Name	B2	4-7 Data Name	I_B2	4-8 Data Name	L_min	
	4-5 Note	MPa	4-6 Note	-	4-7 Note	MPa	4-8 Note	-	
	4-5 Value	-0.00261	4-6 Value	0.00020	4-7 Value	28.54	4-8 Value	1.59	
	4-9 Data Name	G	4-10 Data Name	A	4-11 Data Name	A	4-12 Data Name	A	
	4-9 Note	1st	4-10 Note	1st	4-11 Note	1st	4-12 Note	1st	
	4-9 Value	-8.65865	4-10 Value	8.56025	4-11 Value	-0.03	4-12 Value		

東大高温プラズマセンター

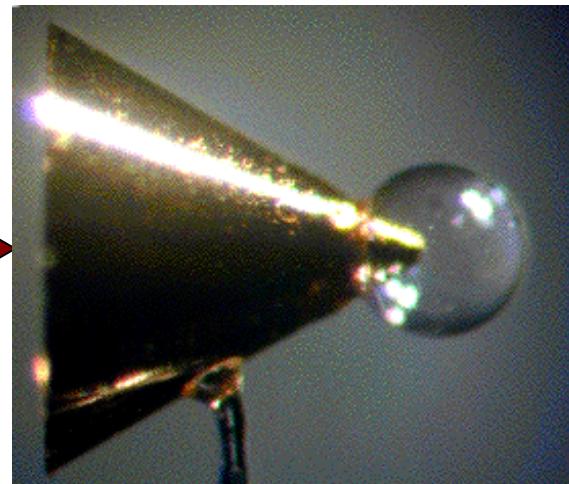
(3) 大規模プラズマシミュレーション研究 (平成16年度以降)

- 核融合研は大阪大学レーザーセンターのレーザー核融合実験をサポート（平成16年度から）。
- 核融合研シミュレーションセンターの大型計算機を用いた大規模シミュレーションを開始。
- レーザー核融合は超新星のモデル実験としても有効。

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

高速点火実験：圧縮プラズマを追加熱。桁違いの高効率化。

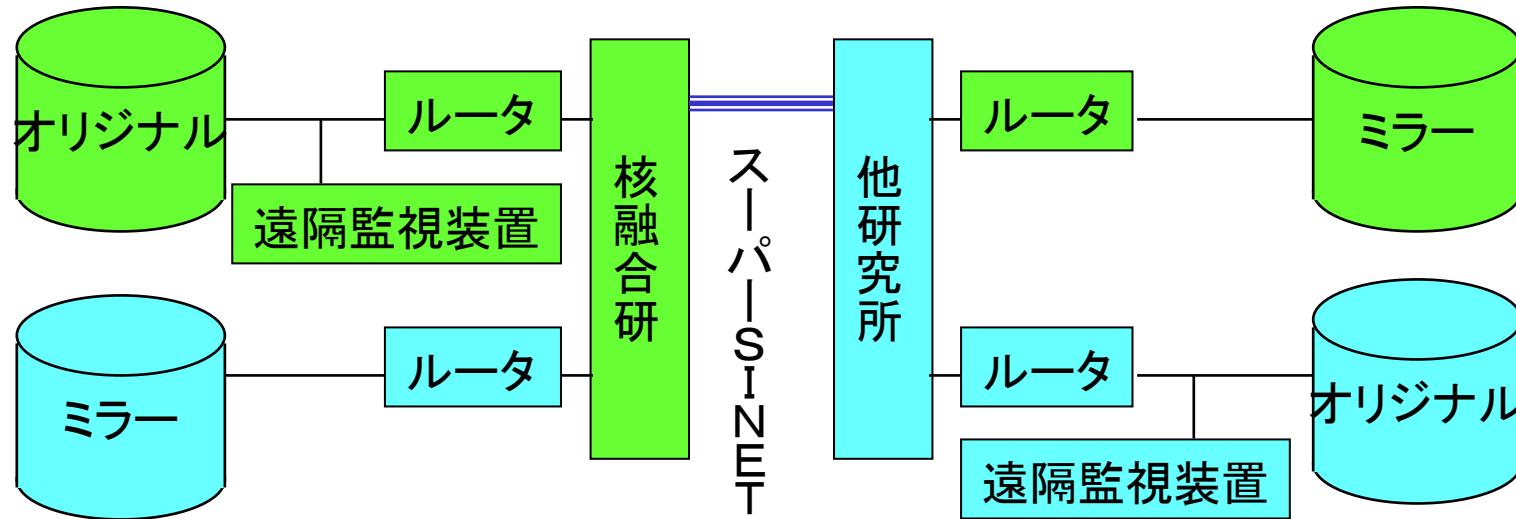


平成16年度接続希望



- 日本原子力研究所那珂研究所大型トカマク開発部(二宮部長)
 - 「トーラスプラズマの総合的理解」([LHD遠隔実験](#))
- 東京大学大学院新領域創成科学研究科(高瀬教授)
 - 「高周波加熱・電流駆動実験」([LHD遠隔実験](#))
- 東京大学高温プラズマセンター(小野助教授)
 - 「トモグラフィーを用いたヘリカル系プラズマの2次元イオン温度・流速分布計測」([LHD遠隔実験](#))
- 京都大学大学院工学研究科物理系(岩前助手、藤本教授)
 - 「偏光プラズマ分光」([LHD遠隔実験](#))

(提案) 実験データの相互保管



- (目的) 大災害から貴重(高価)な実験データを守る
- 遠隔地に実験データを保管
- 高速データ転送
 - スーパーSINETによって実現可能
- 自然科学研究機構内で提案中
 - 核融合研(岐阜県) ⇄ 天文台(東京都)
 - データ保存装置(ミラーサーバ)を相手先構内に置き、遠隔監視。
 - 電源投入とブートは相手先に依頼。

V. まとめ

- 少数化・巨大化する核融合実験では共同研究・**遠隔実験参加**が時代の流れ
 - LHD(日本)、ITER(世界)
 - データ量も巨大化 (LHD: 3GB/shot)
 - 高速画像計測、長パルス実験(3秒→15分)
 - スーパーSINETによりLHD遠隔実験参加が可能になる。
- **スーパーSINET**は日本の核融合研究の**バックボーン**として期待
 - 平成15年度末、LHD実験LANをスーパーSINET経由で遠隔地研究室と直結。
 - 遠隔地がLHD制御室と同じ環境
 - 増加するLHD遠隔実験参加
 - (平成14年度末まで) 京大(宇治)、名大、九大
 - (平成15年度末接続) 広島大、東北大、東工大
 - (平成16年度以降) 原研、東大(本郷、柏)、京大(吉田)が参加希望。
- 新しい共同研究
 - 大学の法人化に伴い核融合研が全国大学核融合研究の支えに
 - 大型シミュレーション研究(双方向共同研究)
 - (平成16年度以降) 阪大レーザー研
 - 相互交流型共同研究
 - (平成13年度) 東大「超伝導磁気浮上プラズマ閉じ込め」
- 実験データの相互保管(提案)
 - 大災害から貴重な実験データを守る。