



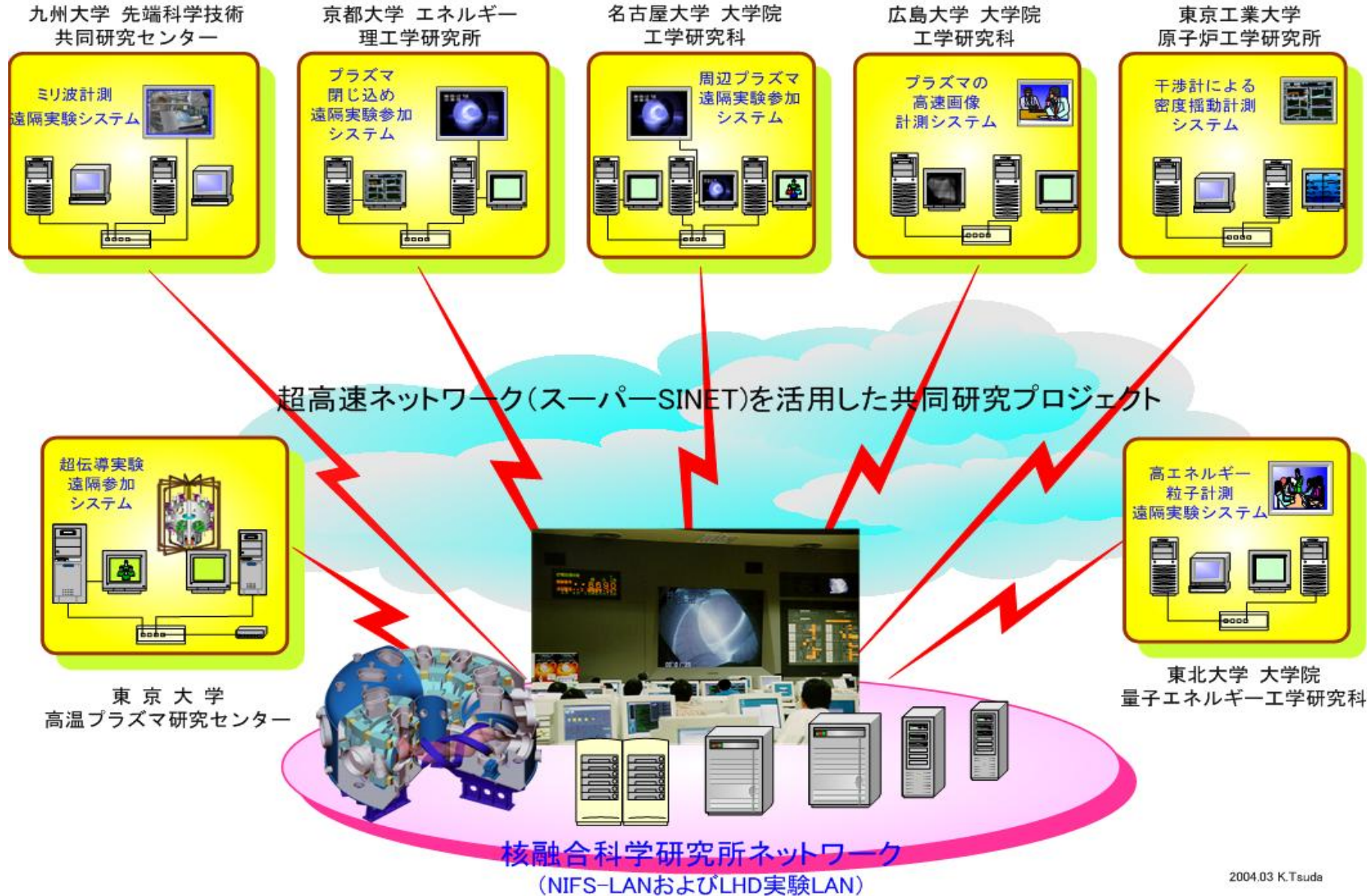
高エネルギー・核融合科学研究部会 核融合研究班

- 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

- 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

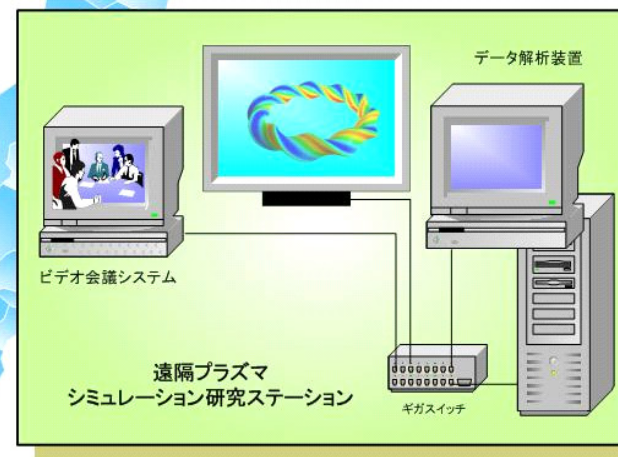
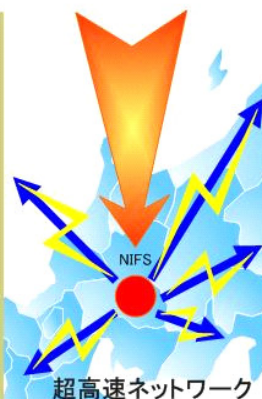
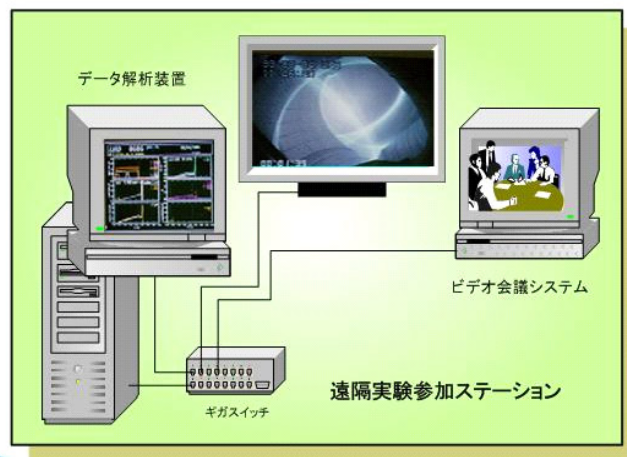




LHD 実験 遠隔 参加



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



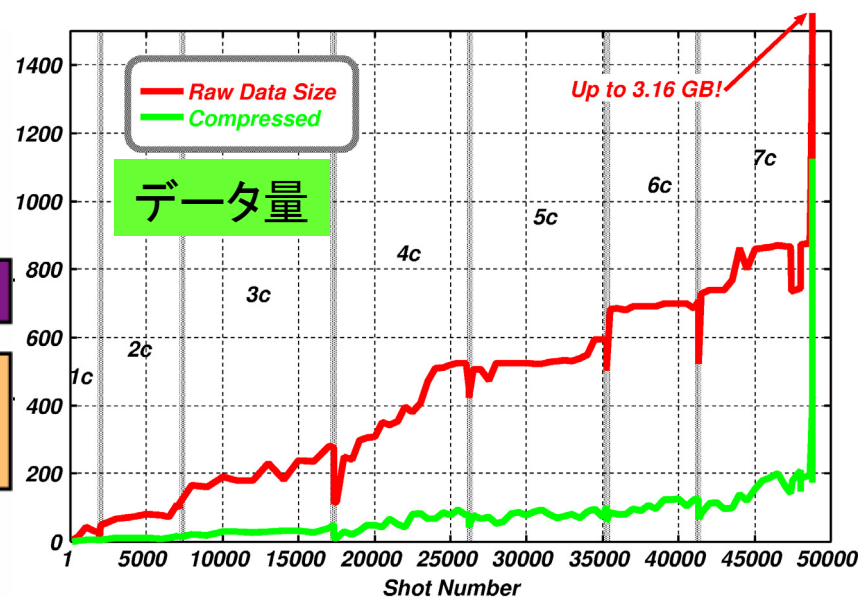
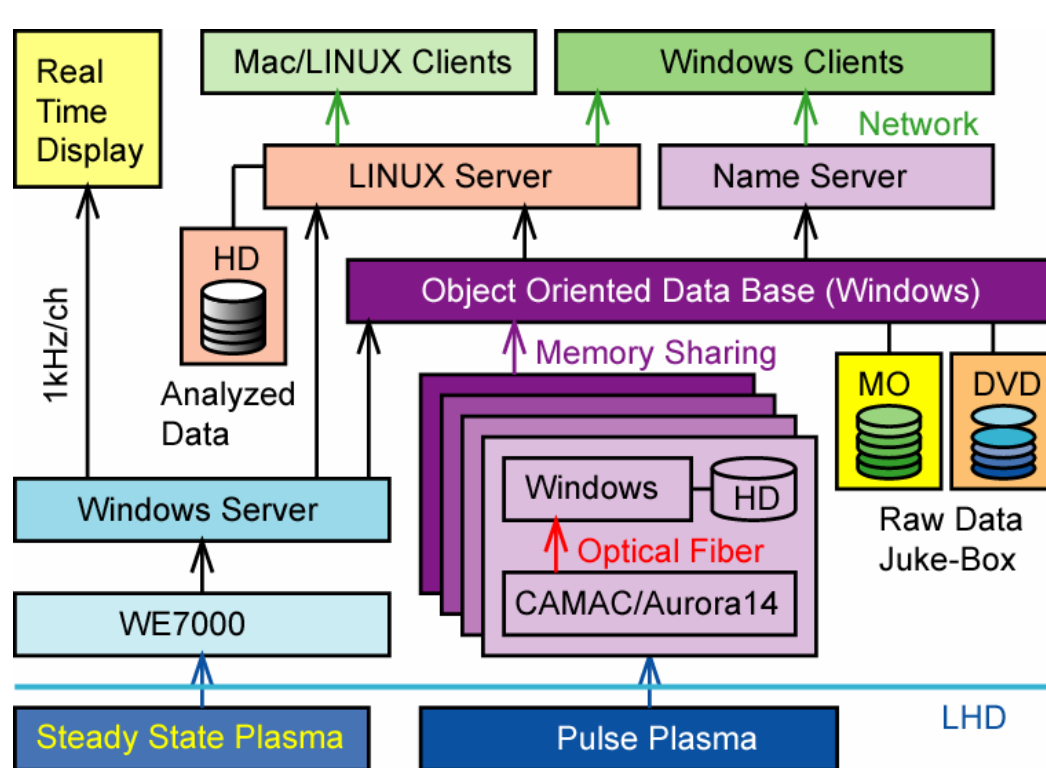
- 実験装置の巨大化、少数化
 - 遠隔実験参加の時代
- LHD
 - 全超伝導コイル(磁場2.8T)
 - 主半径 = 3.6 m, 小半径 = 0.6 m
 - プラズマ体積 = 30 m³
- 加熱
 - NBI 14 MW
 - ECRH 2.1 MW
 - ICRH 2.7 MW

LHD本体室

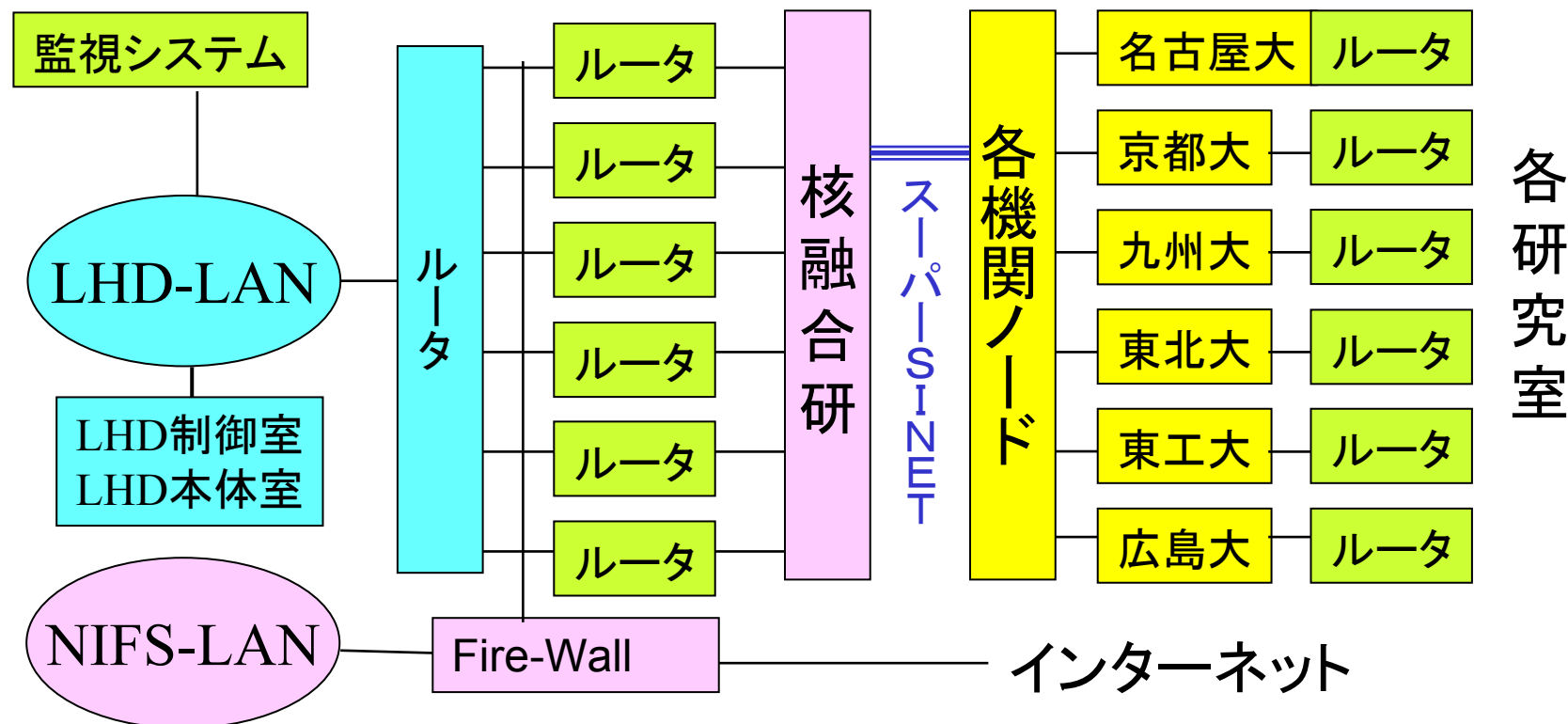
S. Sudr. "Diagnostics on LHD", EPS2003, St. Petersburg, 7/7-11/2003.



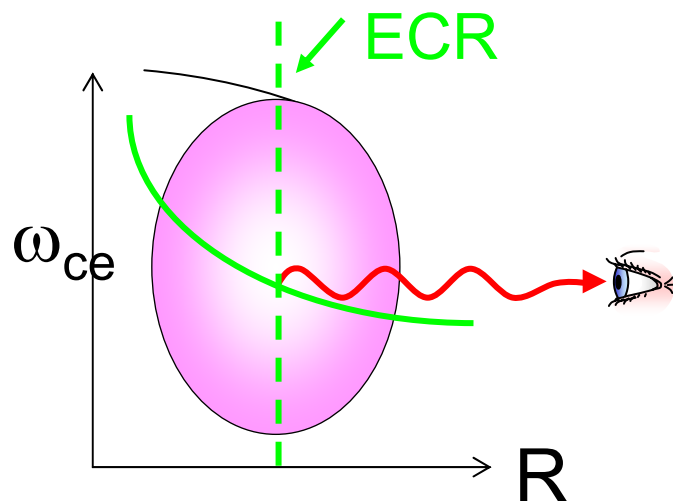
- パソコンを用いた分散データ収集+データベースによる一元管理
- 実験データ表示だけでも高速ネットワークが必要
 - 3分ごとに約1GBの計測データ。ショット数: 20shots/hr (ショット間隔=3分)
 - データ量: $0.9\text{GB/shot} \times 180\text{shots/day} = 160\text{GB/day}$
 - 年間データ量: $160\text{GB/day} \times 60\text{days/year} = 10\text{TB/year}$



- データ量3GB/shotは核融合実験では世界一
- TV画像は別。

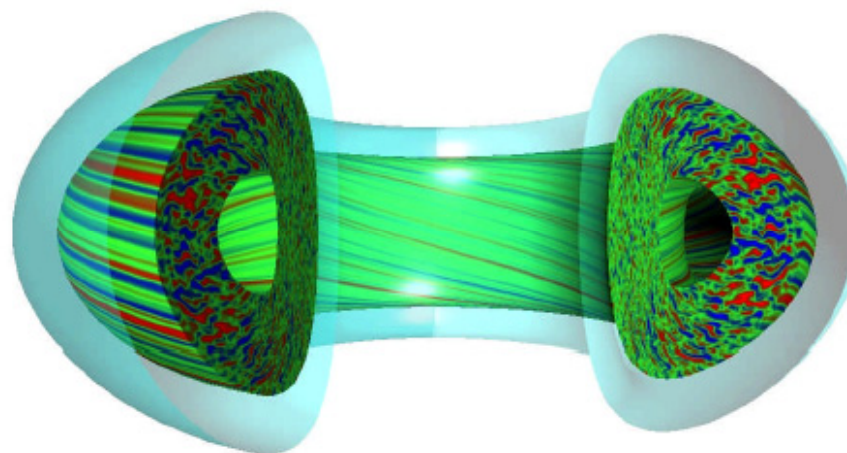
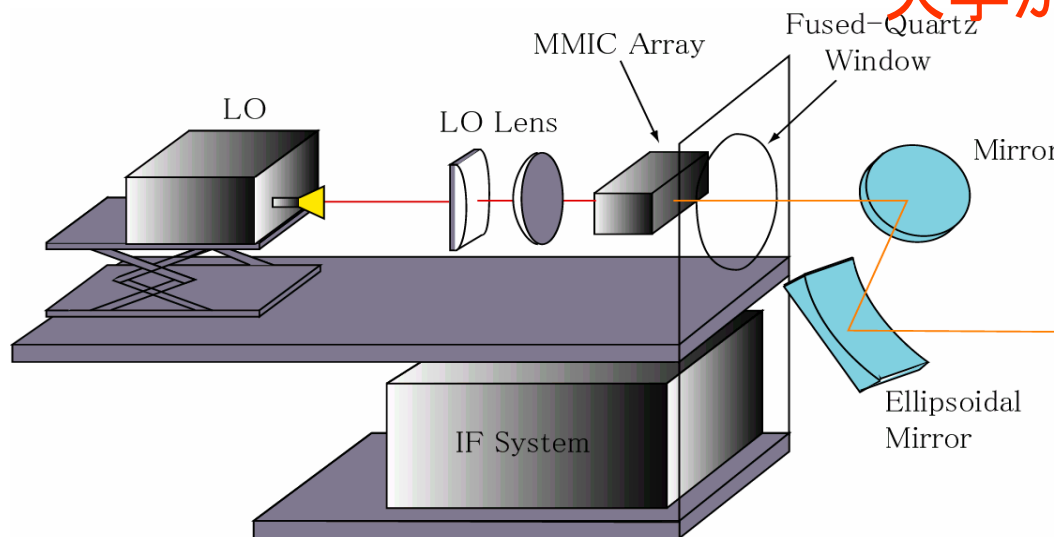


- スーパーSINETの独立性を利用して、遠隔地の研究室をLHD-LANに直結、**LHD制御室分室**として機能。
- 遠隔地研究室は各自の所属大学LANとの接続不可、NIFS-LANを経由してインターネットと接続。
- 利便性を支えるためにセキュリティ対策を実施。



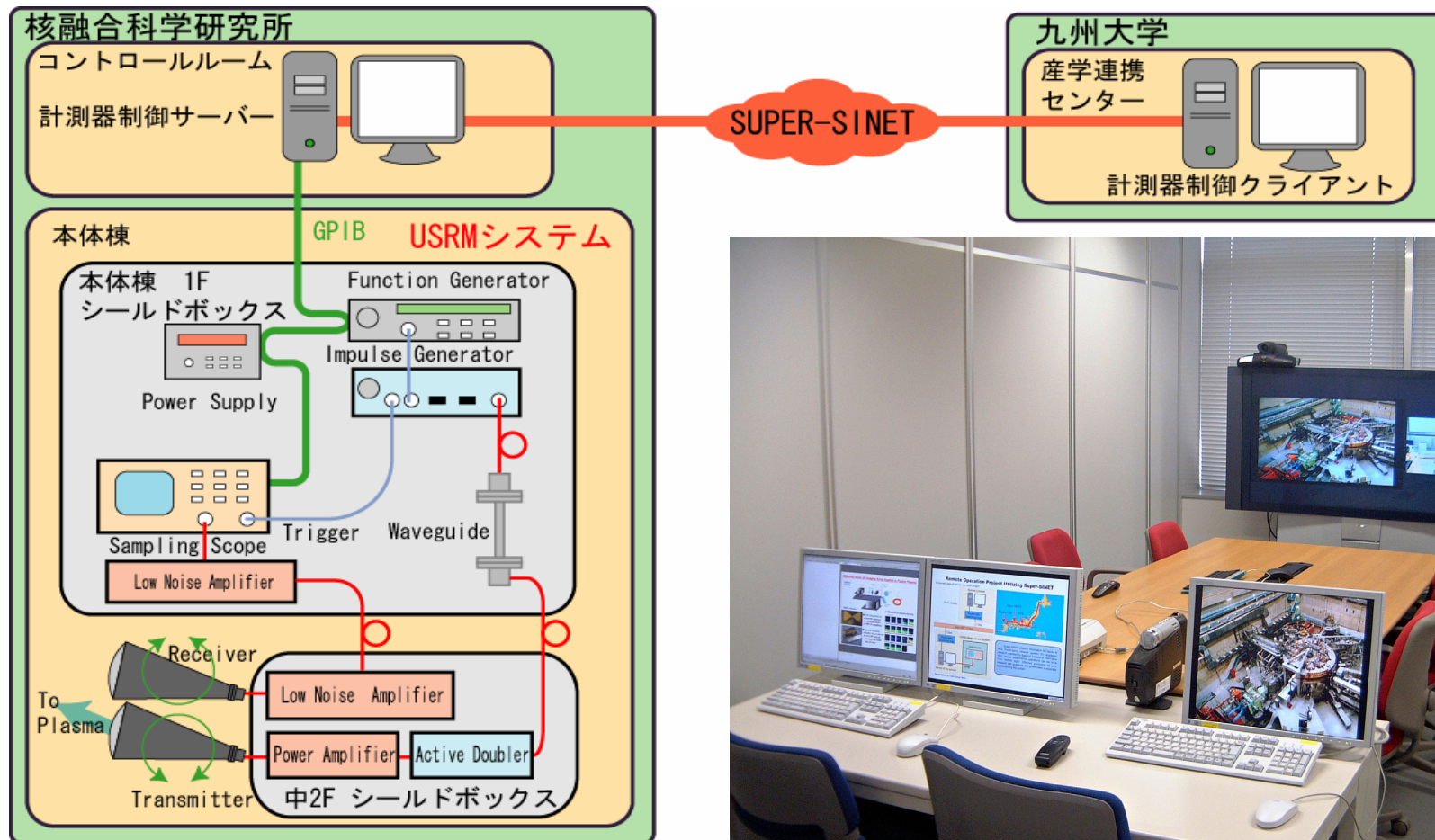
- マイクロ波(ミリ波帯)を用いて局所的な電子温度と電子密度の揺動を測定。
- プラズマ拡散がランダム運動だけなら核融合も簡単にできるが、現実はそのようではない。
 - 乱流構造がプラズマ拡散を支配(異常拡散)
 - ミリ波イメージング計測により乱流構造の解明を目指す。

• **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。

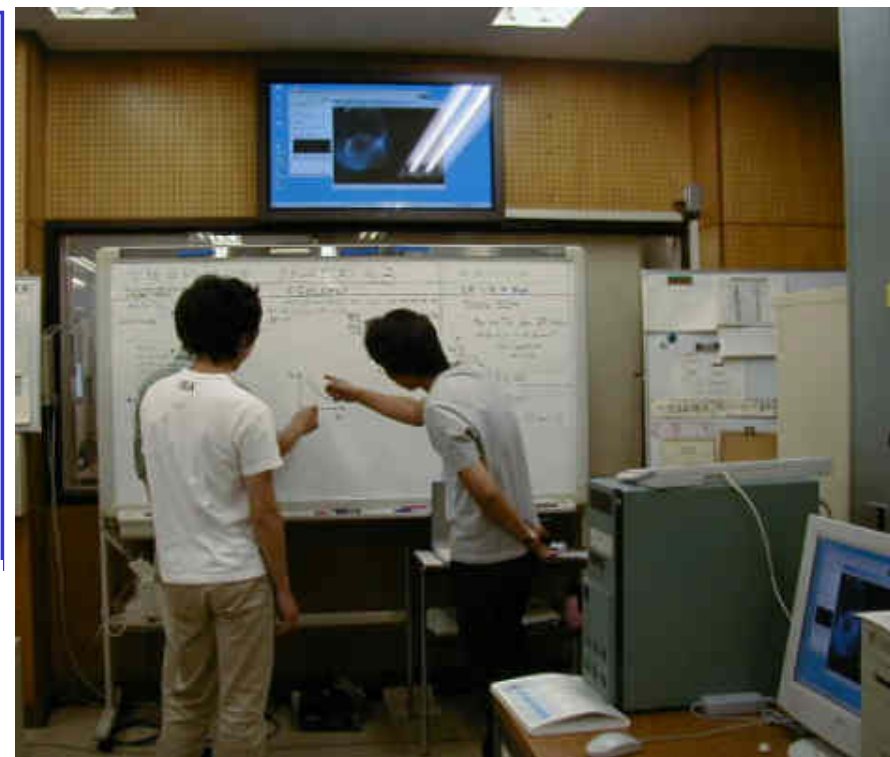
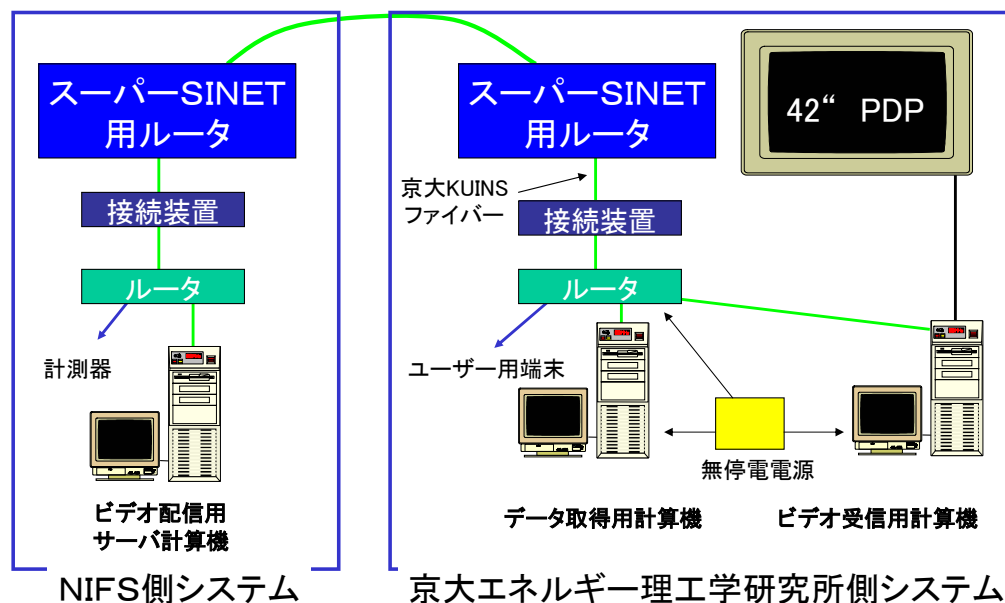


第三回スーパーSINETシンポジウム(2004.5.24)

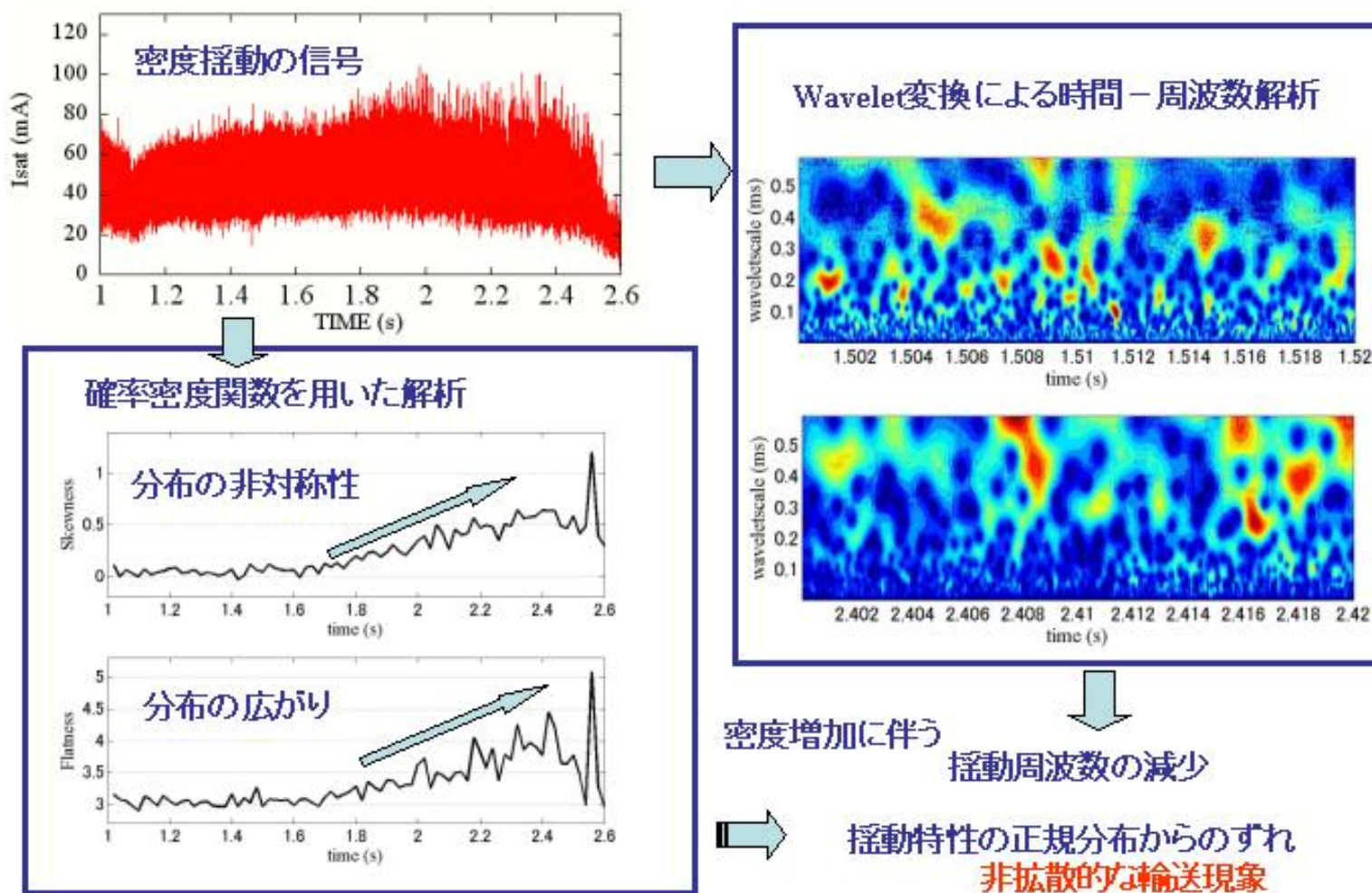


LHD実験に総合的に参加。

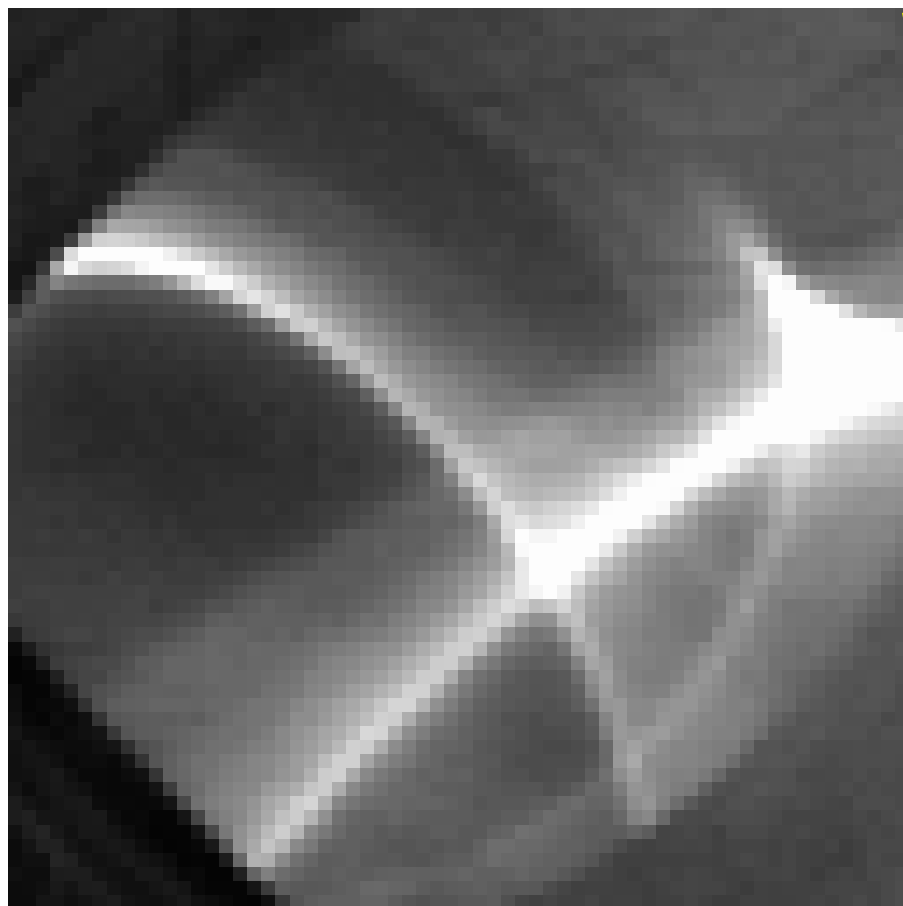
- 京都大学(宇治)は日本のヘリカル研究の発祥地
- LHDデータベースに自由にアクセス、データ解析を実行。
- 大画面TVによるLHDプラズマのモニターで制御室の雰囲気。



プラズマの塊の吐き出し現象の観測

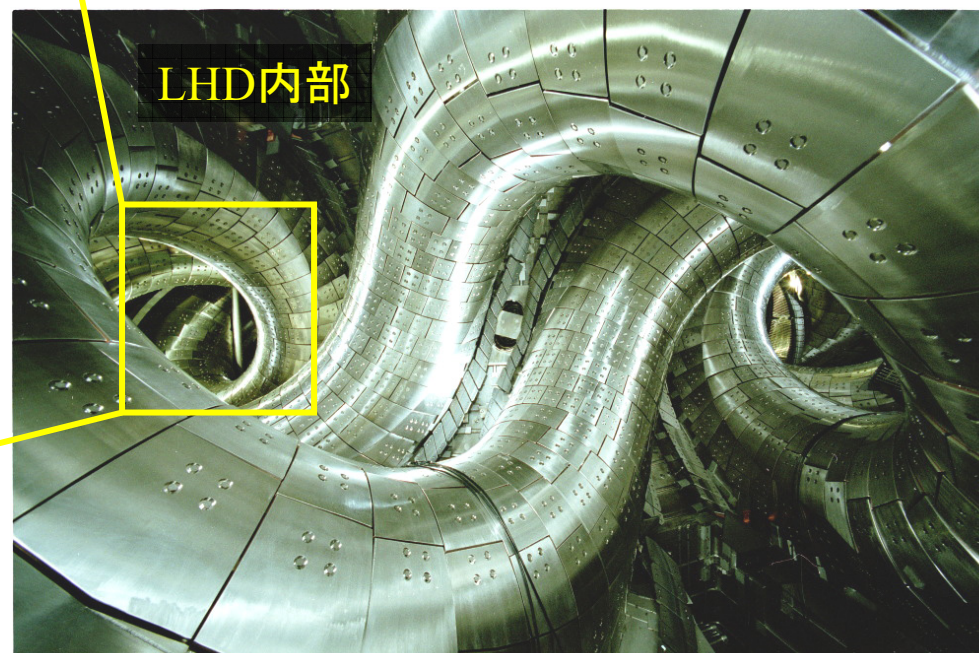


周辺プラズマにおけるフィラメント構造の観測



- 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。

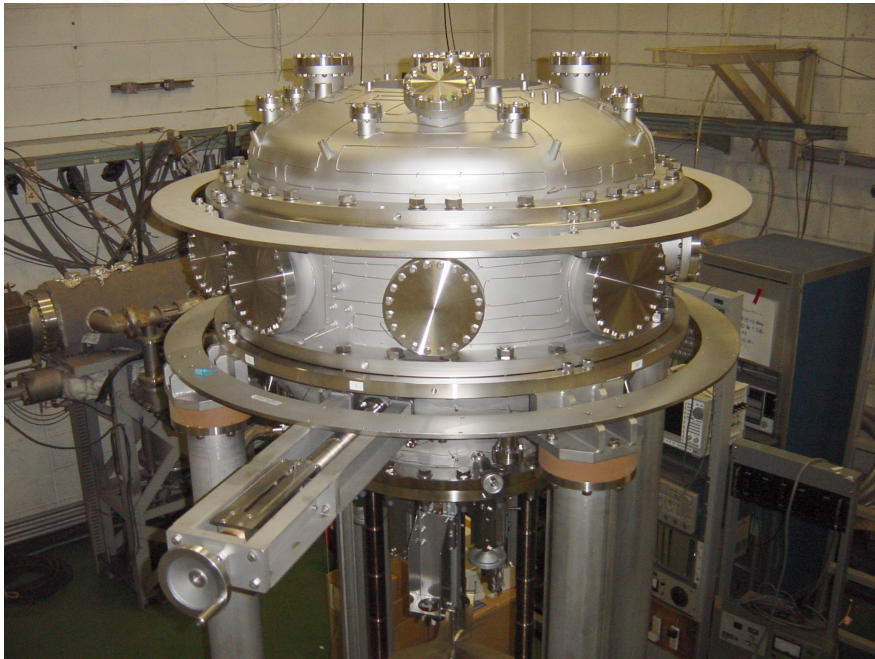
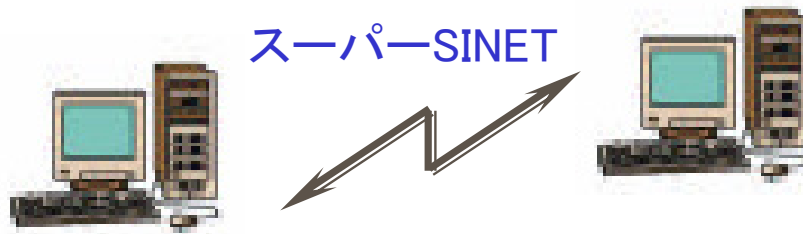
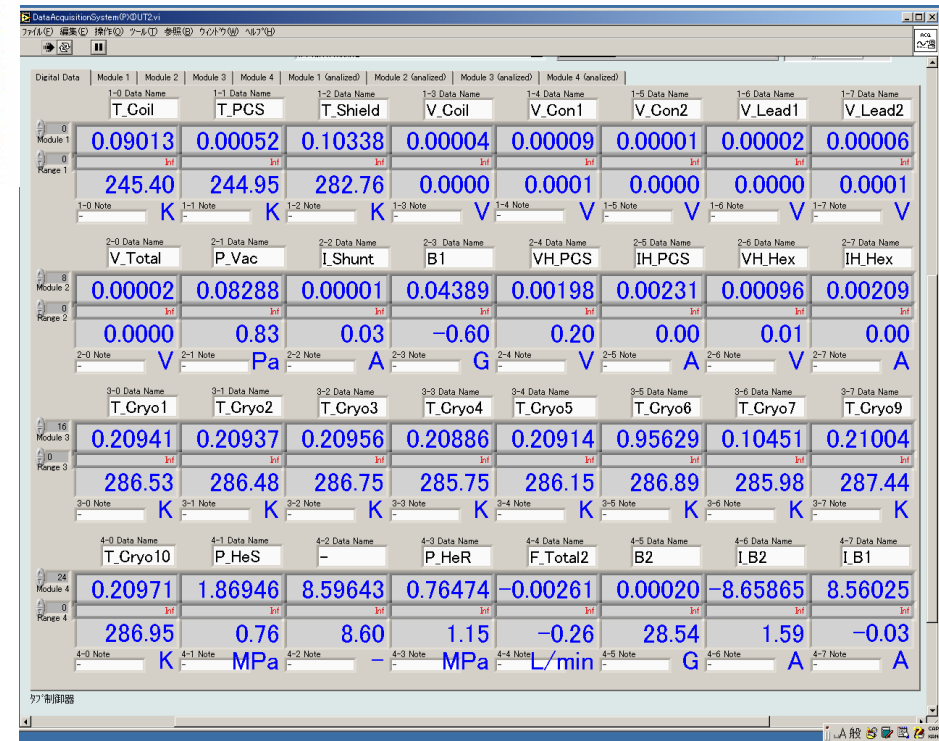


接線方向からの撮影
(毎秒40,500フレーム)

第三回スーパーSINETシンポジウム(2004.5.24)

(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。

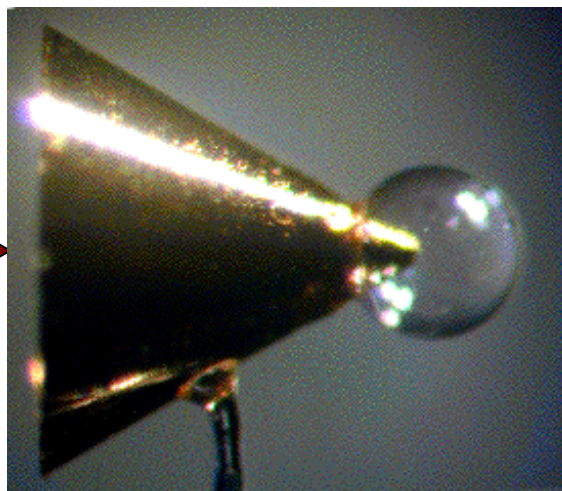
Digital Data	Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 1 (Generalized)	Module 2 (Generalized)	Module 3 (Generalized)	Module 4 (Generalized)
1-0 Data Name	T_Coil	T_PCS	T_Shield	V_Coil	V_Con1	V_Con2	V_Lead1	V_Lead2
0	0.09013	0.00052	0.10338	0.00004	0.00009	0.00001	0.00002	0.00006
Range 1	245.40	244.95	282.76	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001
1-0 Note	K	K	K	V	V	V	V	V
2-0 Data Name	V_Total	P_Vac	I_Shunt	B1	VH_PCS	IH_PCS	VH_Hex	IH_Hex
8	0.00002	0.08288	0.00001	0.04389	0.00198	0.00231	0.00096	0.00209
Range 2	0.0000	0.83	0.03	-0.60	0.20	0.00	0.01	0.00
2-0 Note	V	Pa	A	G	V	A	V	A
3-0 Data Name	T_Cryo1	T_Cryo2	T_Cryo3	T_Cryo4	T_Cryo5	T_Cryo6	T_Cryo7	T_Cryo9
16	0.20941	0.20937	0.20956	0.20886	0.20914	0.95629	0.10451	0.21004
Range 3	286.53	286.48	286.75	285.75	286.15	286.89	285.98	287.44
3-0 Note	K	K	K	K	K	K	K	K
4-0 Data Name	T_Cryo10	P_HeS	-	P_HeR	F_Total2	B2	I_B2	I_B1
24	0.20971	1.86946	8.59643	0.76474	-0.00261	0.00020	-8.65865	8.56025
Range 4	286.95	0.76	8.60	1.15	-0.26	28.54	1.59	-0.03
4-0 Note	K	MPa	-	MPa	L/min	G	A	A

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

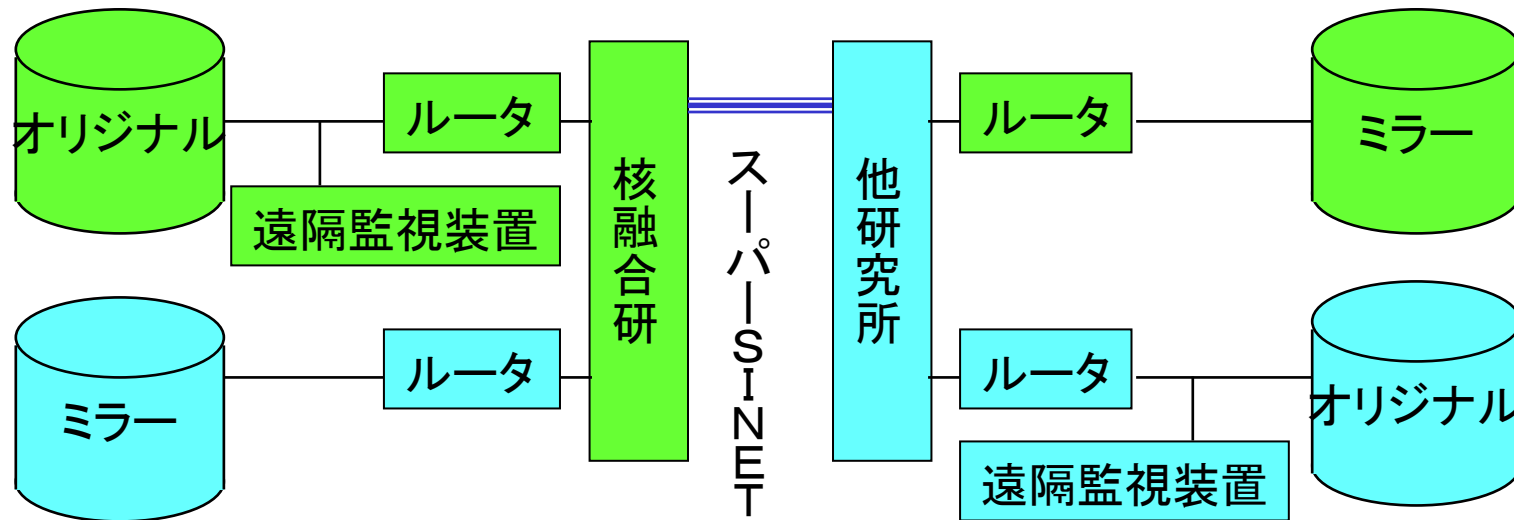


GXII for implosion
9 beams / 1.2kJ
0.53 mm/
1ns Gaussian/
with RPP



高速点火実験: 圧縮プラズマを追加加熱。桁違いの高効率化。

- 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)



- (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。

- 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。