

研究データエコシステム「プラズマ・核融合クラウド」構築と関連技術の高度化  
同時開催：クラウドを利用した QUEST 装置実験のデータ解析環境構築  
2025/02/25 10:00-17:00, NIFS/Zoom

# GAMMA 10/PDXにおける実験 データ取得とNIFSへのデータ転送

筑波大学 吉川正志

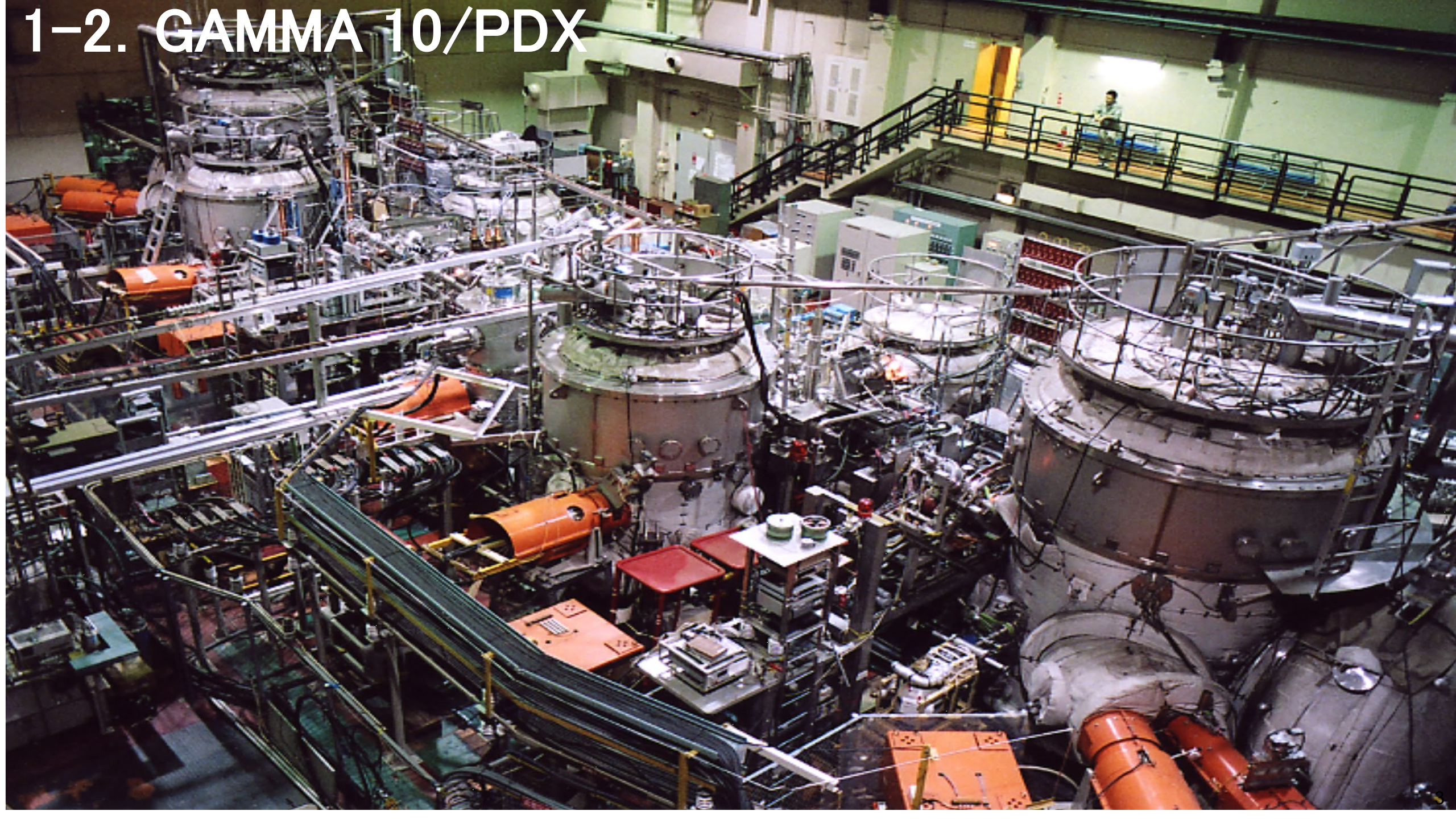
1. はじめに
2. GAMMA 10/PDXのデータ収集系
3. Pilot GAMMA PDX-SXのデータ収集系
4. まとめ

# 1. はじめに

- **GAMMA 10/PDXは、タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置では世界最大であり、磁場と電場制御によるプラズマ閉じ込め研究と、端損失プラズマを利用したダイバータ模擬研究を行っている。**
- **2008年度より「核融合バーチャルラボラトリ」プロジェクトに参加し、GAMMA 10取得データの年度毎のNIFSへの一括データ転送を開始し、2010年度からエンドプレート電位のリアルタイム遠隔収集を開始した。**
- **2023年度より、CAMAC収集データのショット毎のデータ転送を開始した。**
- **超伝導ミラー装置Pilot GAMMA PDX-SCにおいて、定常高密度プラズマを用いた原型炉級ダイバータ模擬実験を行うための研究を開始している。**



# 1-2. GAMMA 10/PDX



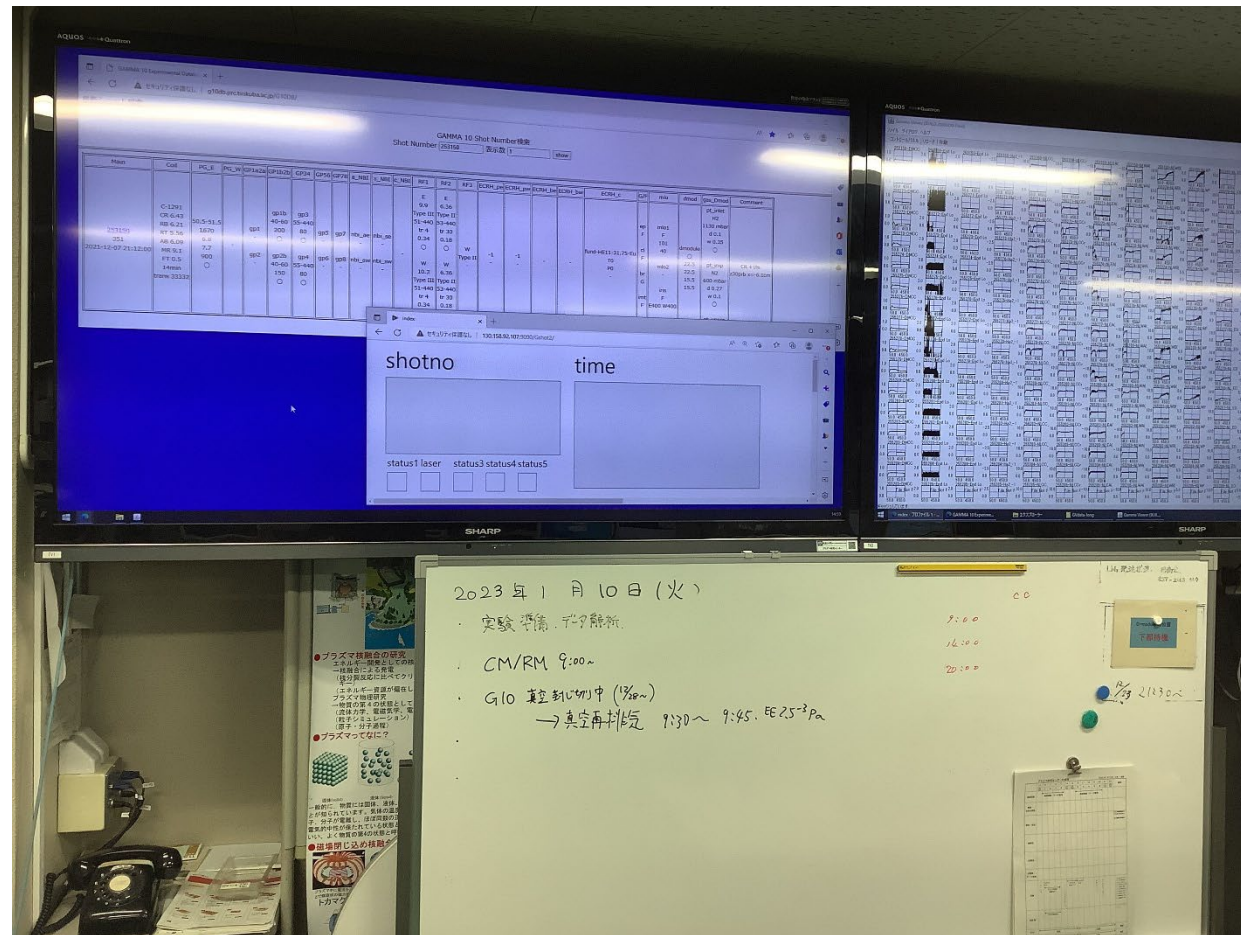


# 1-3. GAMMA 10/PDX 運転室

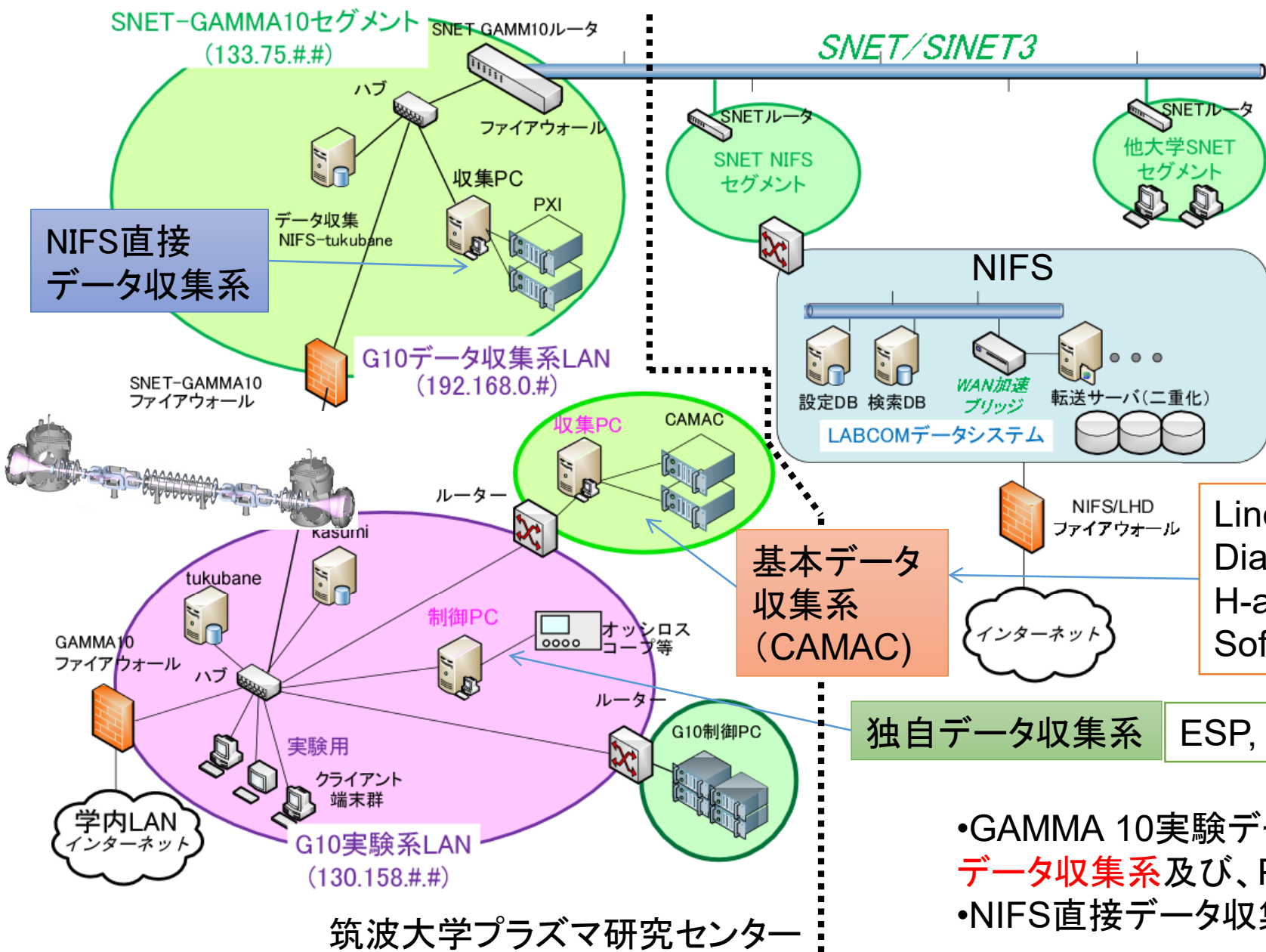
制御盤



実験シーケンス外



# 2. GAMMA 10/PDXにおけるデータ収集系



- GAMMA 10/PDXでは12~14分に1ショットの放電が1日45ショット程度あり、ショット毎にCAMAC収集データをデータ収集サーバーに保存している。
- NIFS直接データ収集系は、ショット後直ちに、LABCOMへデータ転送を行っている。

CAMAC収集データ (年間30 GB程度) や独自PC収集データ (年間合計1.5 TB程度) は、年度毎に一括してLABCOMへデータ転送している。

Line density  
Diamagnetism  
H-alpha  
Soft x-ray , etc.

独自データ収集系 ESP, Thomson, etc.

- GAMMA 10実験データ収集システムは、CAMACによる基本データ収集系及び、PC等による独自データ収集系がある。
- NIFS直接データ収集系も2010年度より稼働開始した。

## 2-2. CAMAC取り込みポート

CAMAC 配置	シールド ルーム内	G10北東	G10東1	G10東2	CC北	西 1	西エンド	G10南西	CC南
ポート名	DMEB10-20	ELC-01-05 ELC-0S	HAD001-006	ELEAS1-AS5	MJFD00-50	ELWAS1 ELWAS2 ELWMVS WLWMV ELWMVP	PA3EI0 PA3ER0 PA3WR0	NWP100-121	LIAE10-31
ポート名	DMWB10-30		HAD007-012	ELEBS1-BS5	MJWA00 MJWZ00 MZJB00 MJWA01 MJWC00 MACC00			NWP131-151	LIAE40-61
ポート名	RFV200-1100		HAH001-006	ELESWV				NWP160-181	LIAE70-81
ポート名	RF1R00		HAH007-012					NWP190-211	HEI-A1-A3 HEI-B1-B3
ポート名	RF2I00								
ポート名	RF2R00								

- シールドルームと実験室に設置したCAMACでデータ収集する。
- プラズマショット後、3分程度で収集PCからデータサーバーへ転送される。(1ショット 10 MB程度)



## 2-3. その他の計測データ

計測	Thomson	HIBP	NBI	RF	SPC	ECH	DIV
計測名	Thomson-osc2 Thomson-osc3 Thomson-osc4 Thomson-osc5 Thomson-osc6 Thomson-osc7 Thomson-osc8 Thomson-osc9 Thomson-osc10	bpcc bpcc2	nb-cm nb-cm2 nb-SR500i nb-usb1 bb-usb nb-usbWA nb-usbPB1 nb-usbEND nb-hs-camera nb-hs-camera2 nb-hs-cameraEND	rf-eprobe rf-machprobe rf-mach2probe rf-m2probe rf-probe rf-ref rf-ref2 rf-other	sp-ct100a sp-ct100c sp-usb1 sp-usb2 sp-usb3 sp-usb4 sp-usb5	elx-mcpcc elx-mcpeb elx-xsdcc elx-xsdwb	bp-epv bp-ssv

その他の計測データは、年度毎にデータ形式をLABCOMのデータ形式に整えて転送している。

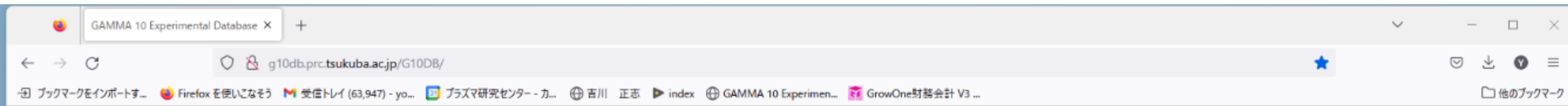
2023年度データ:トータル 2.5 TB

g10-camac 25 GB

nb-hs-cameraEND 2.1 TB

nb-hs-camera3 135 GB

# 2-4. GAMMA 10/PDXのショットシーケンス



ShotNumber検索

GAMMA 10 最新ショット条件検索

表示数  show

Main	Coil	PG_E	PG_W	GP1a2a	GP1b2b	GP34	GP56	GP78	a_NBI	s_NBI	c_NBI	RF1	RF2	RF3	ECRH_pe	ECRH_pw	ECRH_be	ECRH_bw	ECRH_c	G/F	mlo	dmod	gas_Dmod	Comment
<a href="#">255100</a> 837 2022-12-16 16:30:00	C-1291 CR 6.43 RB 6.21 RT 5.56 AB 6.09 MR 9.1 FT 0.5 14min trans 33332	50.5-51.5 1670 6.8 7.7 900 ○	-	gp1 -	gp1b 40-60 200 ○	gp3 55-440 80 ○	gp5 -	gp7 -	nbi_ae -	nbi_se -	-	E 9.9 Type III 51-440 tr 4 0.34 ○	E 6.36 Type II 53-440 tr 30 0.165 ○	W Type II -	-1	-1	-	-	fund-HE11-31.75-Eu T0 P0 -	ep F cl F br G imt F	mlo1 F 101 40 mlo2 - iris F E400 W400	dmodule ○ 22.5 22.5 17 17	gas_Dmod pt_inlet H2 1200 mbar d 50 w 400 ○ pt_imp -	CR +1% YAG DP=53ms z30probe x=-4cm Pellet t = 337 ms
<a href="#">255101</a> 838 2022-12-16 16:44:00	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	"	"	○	○	CR +1% YAG DP=53ms z30probe x=-4cm Pellet t = 337 ms
<a href="#">255102</a> 839 2022-12-16 16:58:00	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	"	"	○	○	CR +1% YAG DP=53ms z30probe x=-4cm Pellet t = 337 ms
<a href="#">255103</a> 840 2022-12-16 17:12:00	"	"	"	"	"	"	"	"	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	"	"	○	○	1 Y=0 CR +1% SMBI 2MPa, 301-301.5 ms YAG DP=53ms z30probe x=-4cm Pellet t = 337 ms
																				"	"			1

号で加熱、計測

ファイル転送 (FTP)  
タ収集 データサーバー  
(kasumi)

行う。

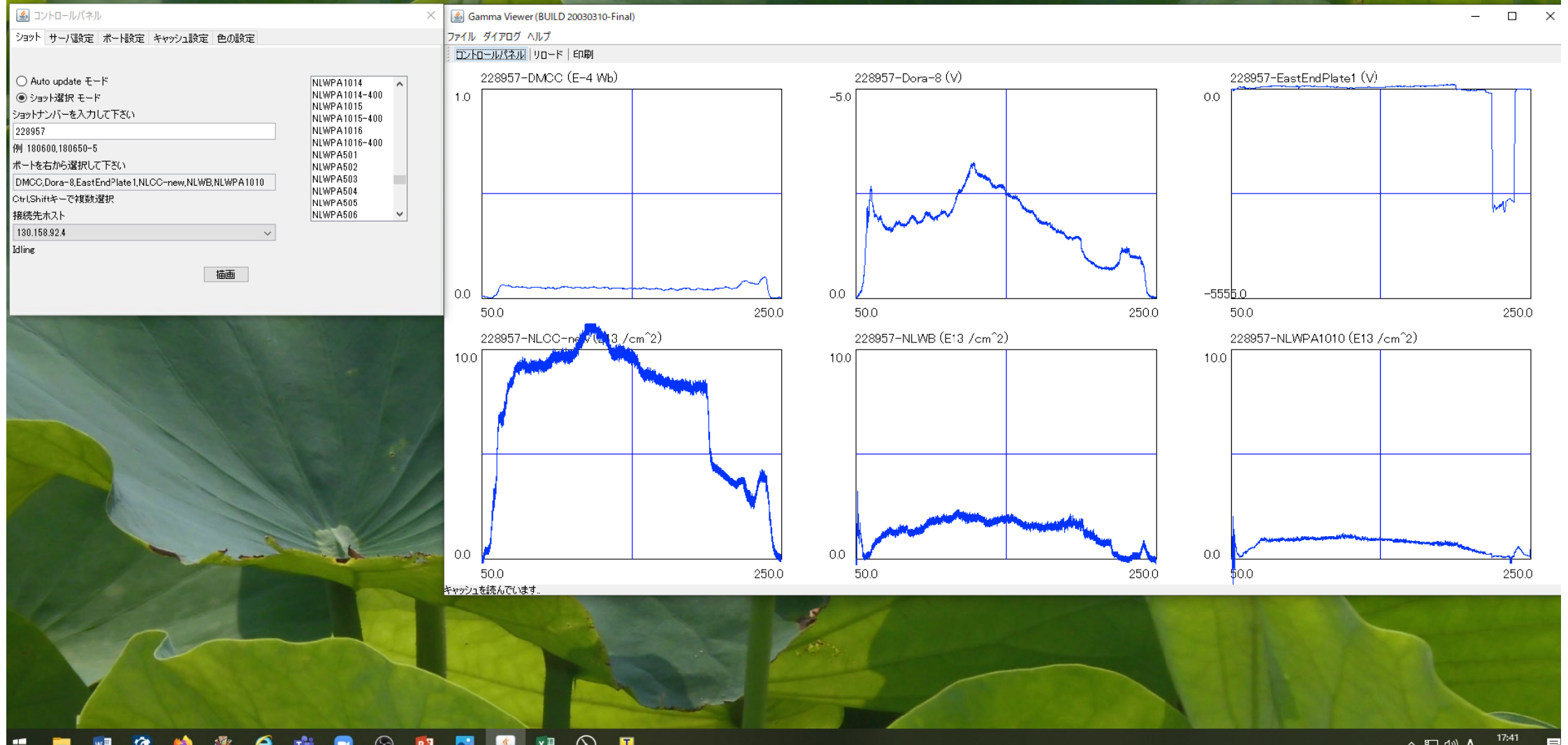
イントリ

リガーする。  
ータ収集系



# 2-5. GAMMA 10におけるデータ表示

独自開発データ表示プログラム：GammaViewer

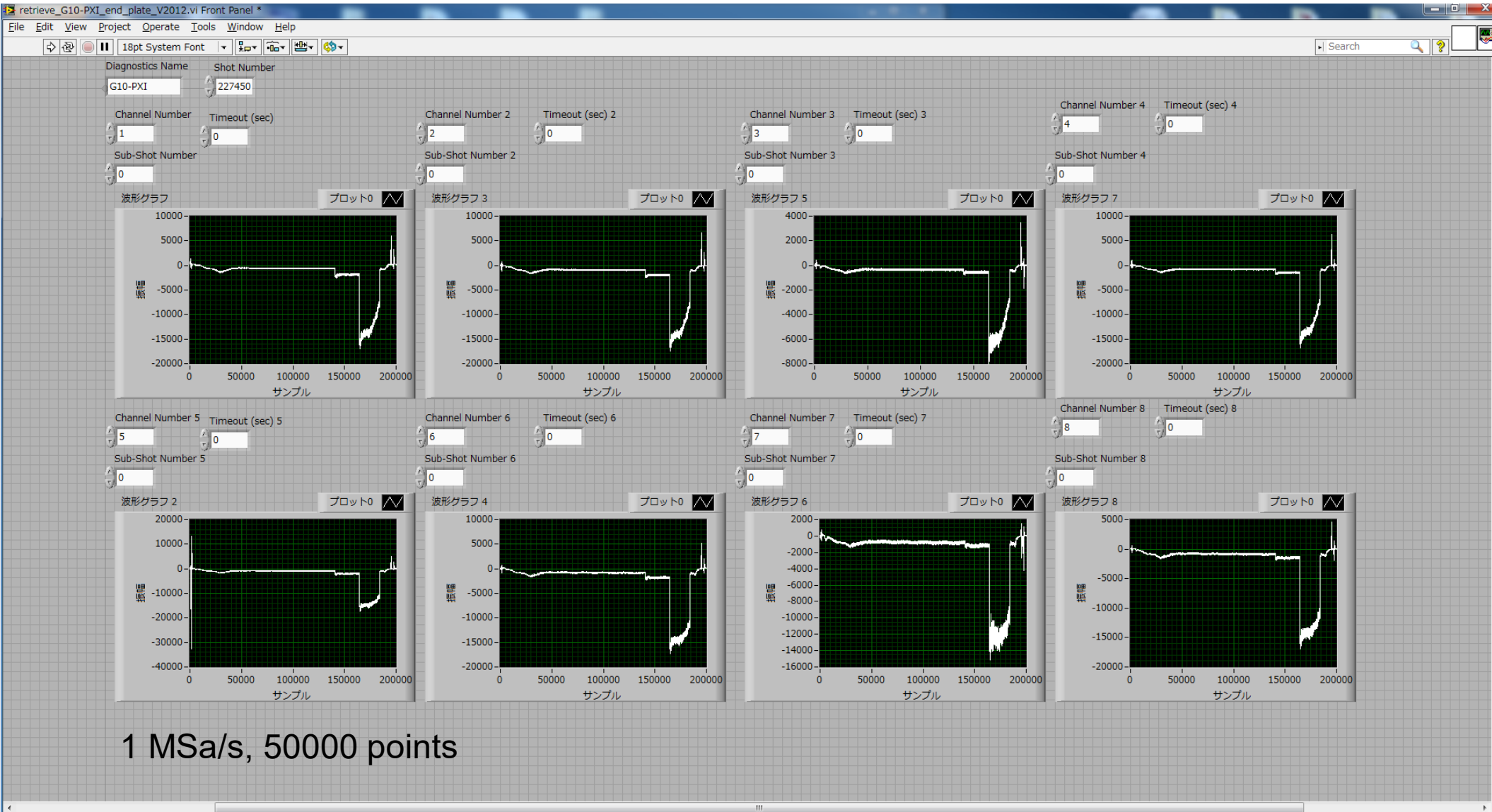


# 2-6. NIFS転送データの読み出し

NIFSから提供いただいたRetrieve読み出しプログラム(LabVIEW)を基に作成

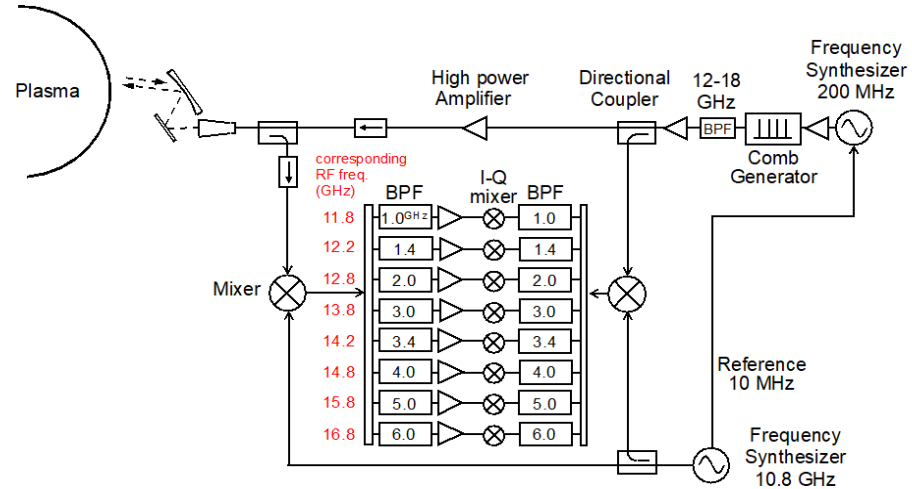
NIFSへ転送したデータは、Retrieve読み出しプログラムで読み出し可能となっている。また、その他の転送データに関しても計測名、ショット番号で読み出すことが可能である。

1 MSa/s, 50000 points



# 2-7. ドップラー反射計の計測結果例

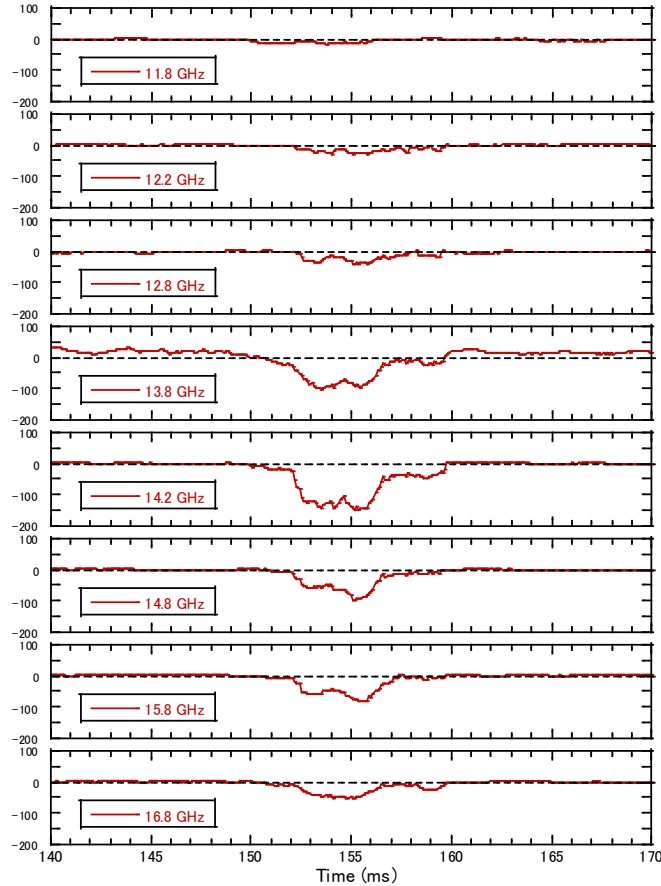
## コム・ドップラー反射計



## コム発振器発振周波数

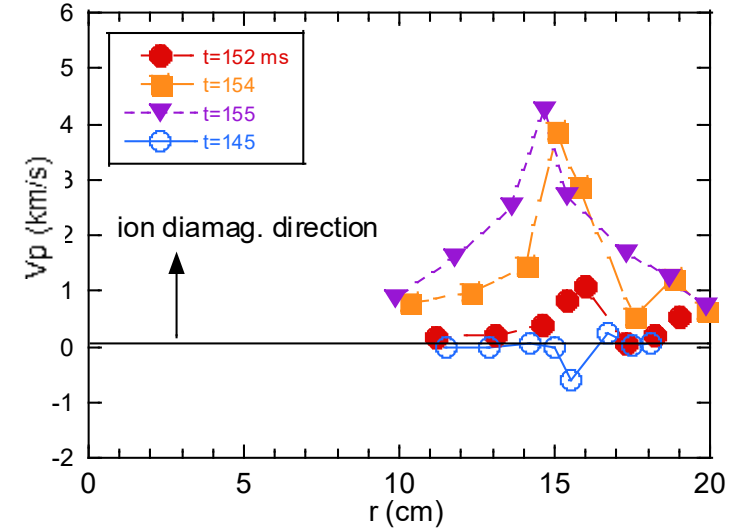


## 周波数毎の信号波形



2.5 MSa/s、1025000 point

## プラズマ回転速度

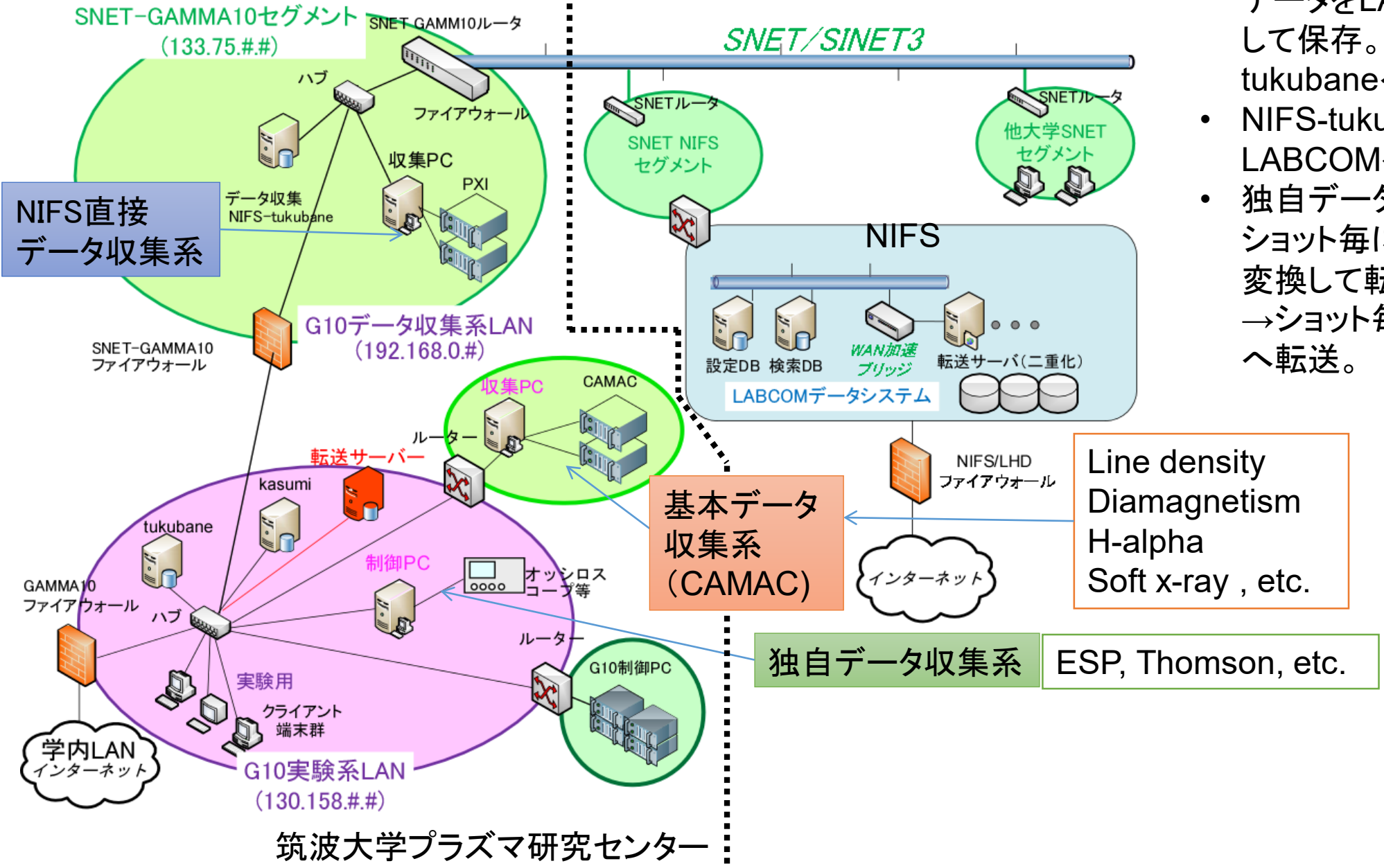


コム・ドップラー反射計によりプラズマ回転速度の空間分布計測が可能となった。

23P-3F-18：小波蔵純子



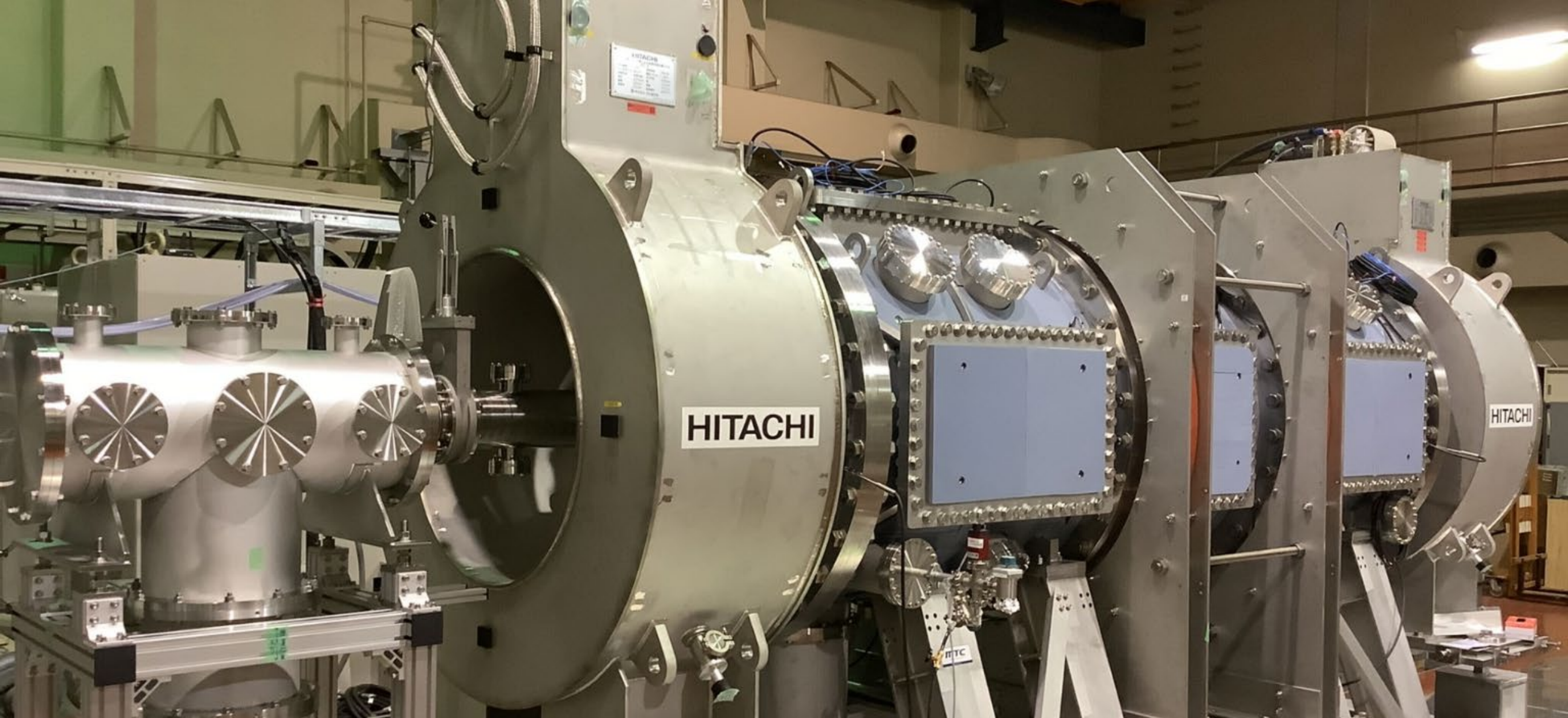
# 2-8. CAMACデータ逐次転送



- 転送サーバーを導入して、kasumiに保存されるg10-camacデータをLABCOMデータへ変換して保存。→ショット毎に、NIFS-tukubaneへ転送する。
- NIFS-tukubaneは、ショット毎にLABCOMへ転送。
- 独自データ取得PCのデータは、ショット毎にLABCOMデータへ変換して転送サーバーへ転送。→ショット毎に、NIFS-tukubaneへ転送。

Line density  
Diamagnetism  
H-alpha  
Soft x-ray , etc.

独自データ収集系 ESP, Thomson, etc.



### 3. Pilot GAMMA PDX-SCにおける計測

## 3-2. Pilot GAMMA PDX-SCの構築

- ダイバータ物理検討WGや原型炉開発総合戦略タスクフォースでの議論において、**ダイバータ級定常高密度プラズマ実験装置**の重要性が指摘されている。
- 筑波大学プラズマ研究センターでは、この戦略的加速に貢献するため、**超伝導ミラー型装置**を構想してプロジェクトをスタートした。

ダイバータ級定常高密度プラズマ実験装置と新装置のパラメータ比較

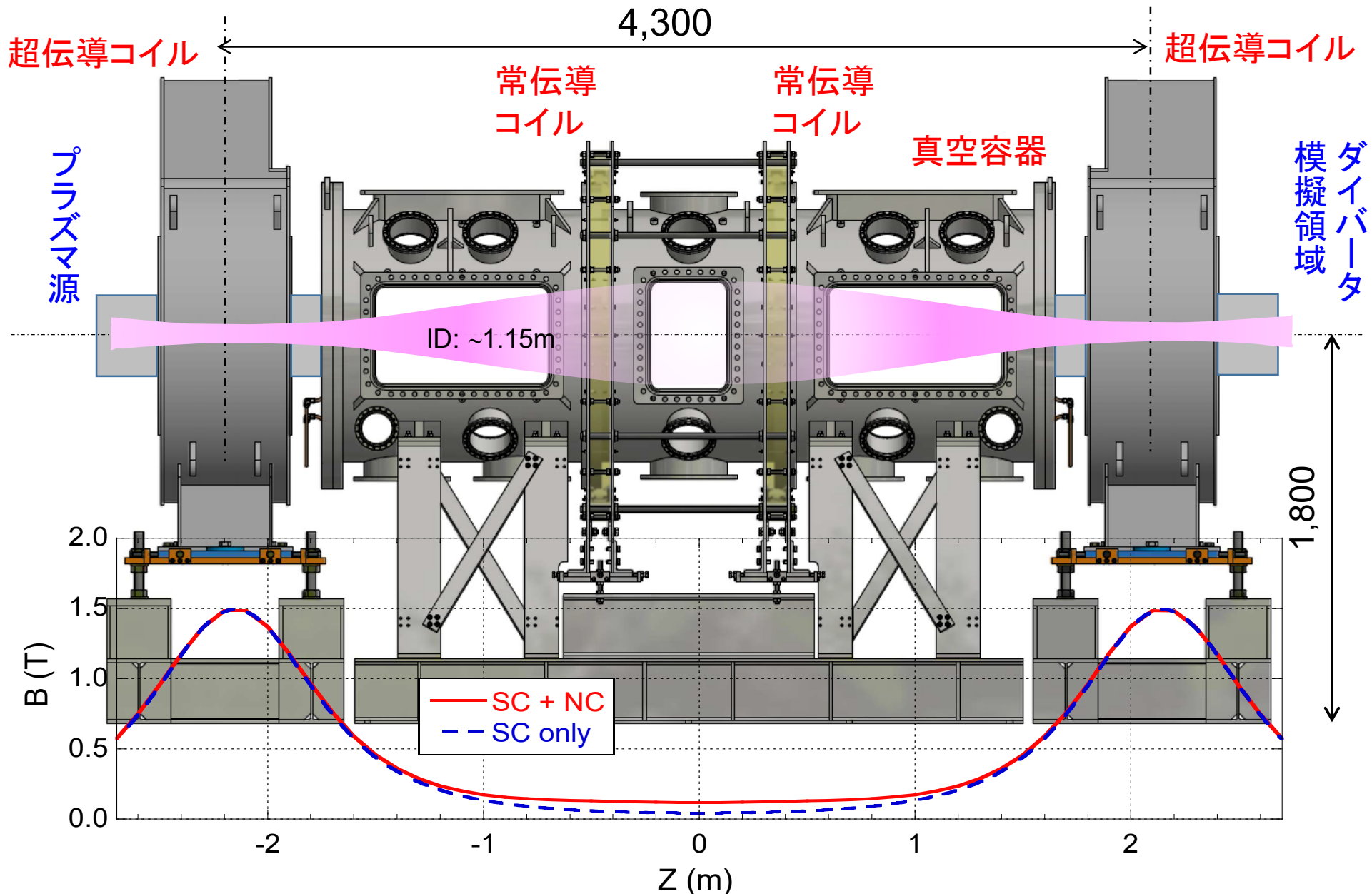
	ダイバータ級定常高密度プラズマ実験装置	Pilot GAMMA PDX-SC
Density ( $n_e$ )	$\sim 10^{20} \text{ m}^{-3}$	$> 10^{19} \text{ m}^{-3}$
Temperature ( $T_e, T_i$ )	$\sim 100 \text{ eV}$	$> 10 \text{ eV}$
Duration ( $\tau_d$ )	Steady state	10~100 s
Magnetic field (B)	1~2 T	1.5 T
Plasma diameter	$\sim 100 \text{ mm}$	$\sim 100 \text{ mm}$

1. プラズマ源:カスケードアーク、ヘリコンプラズマ
2. 閉じ込め、安定性:単純ミラー配位、Vortex confinement利用
3. プラズマ加熱:イオン加熱(ICH)、電子加熱(ECH, EBW)



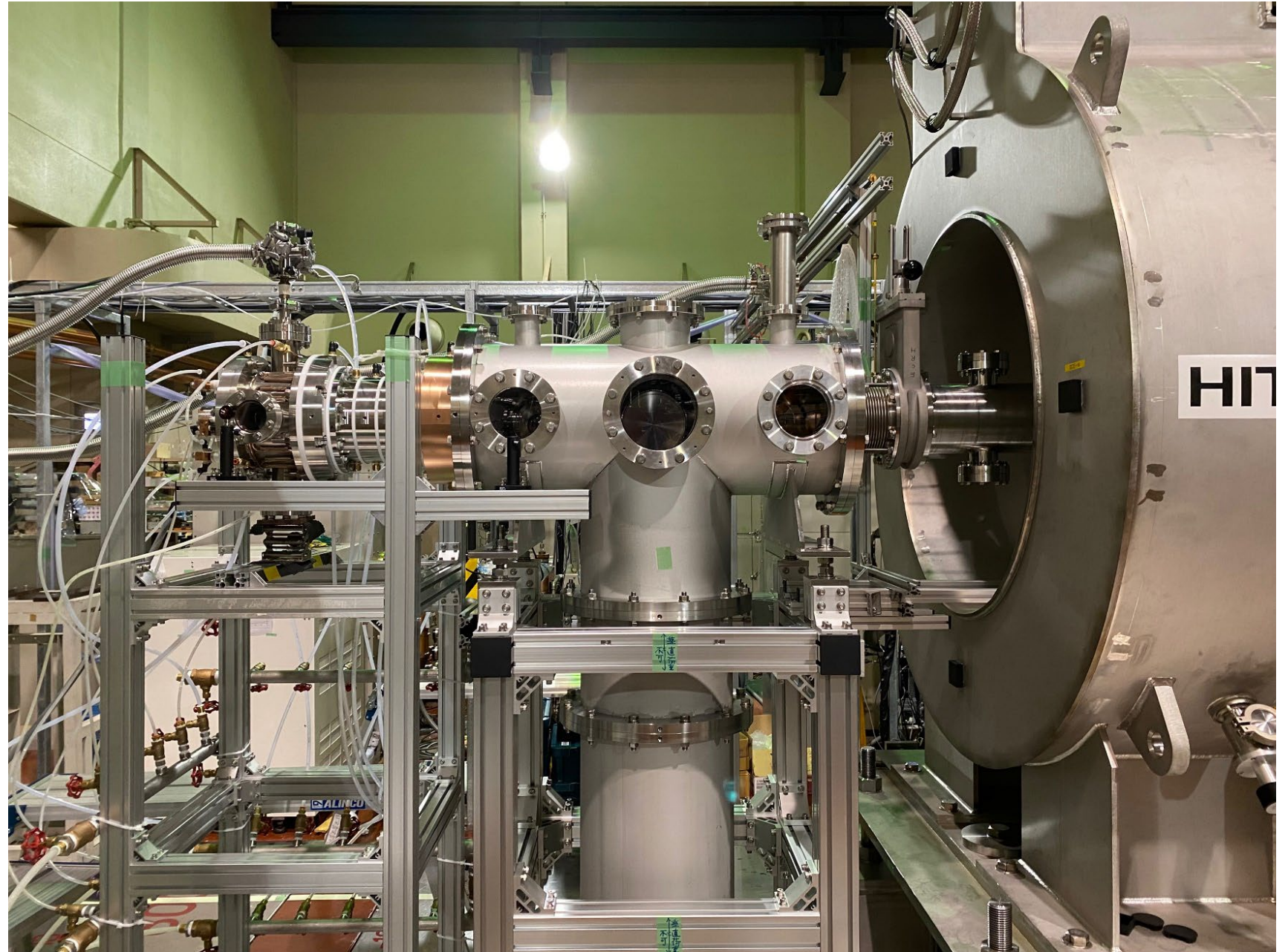
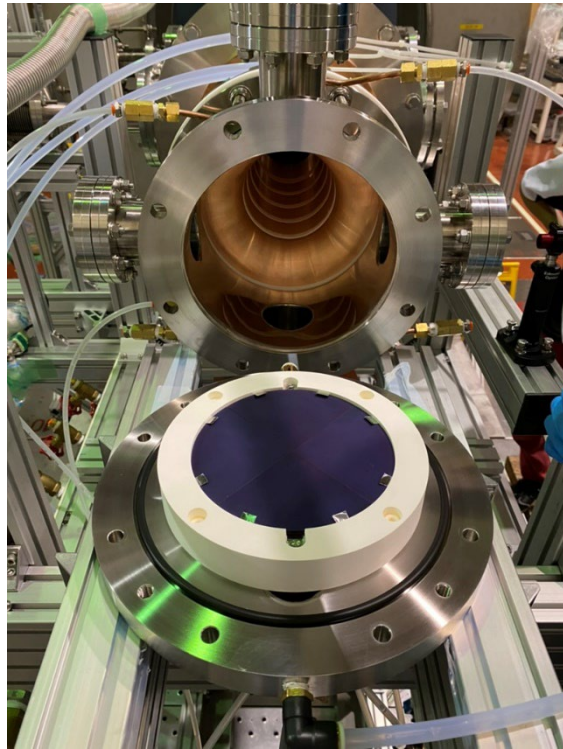
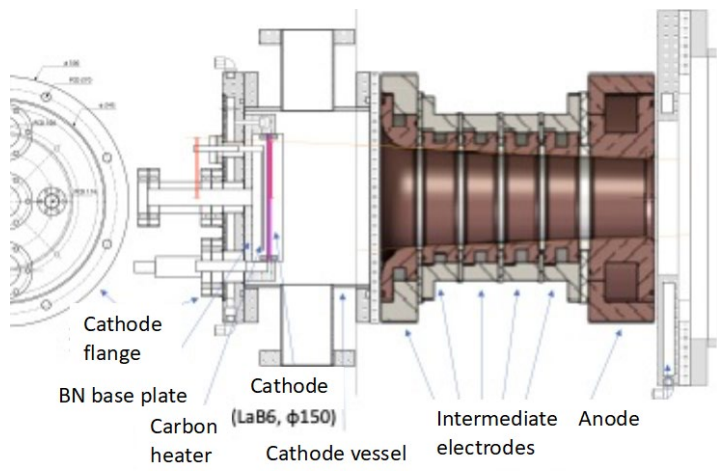
# 3-3. Pilot GAMMA PDX-SCの概観図

超伝導コイルと常伝導補助コイルを使用



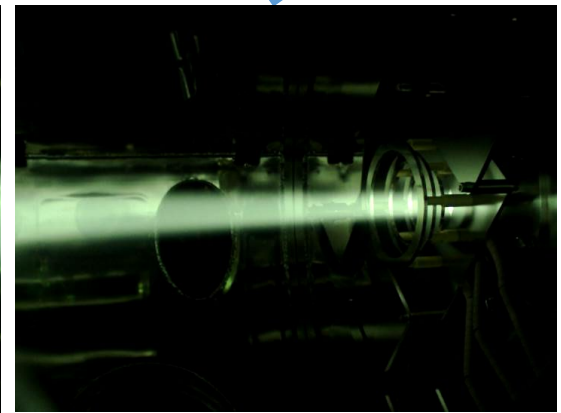
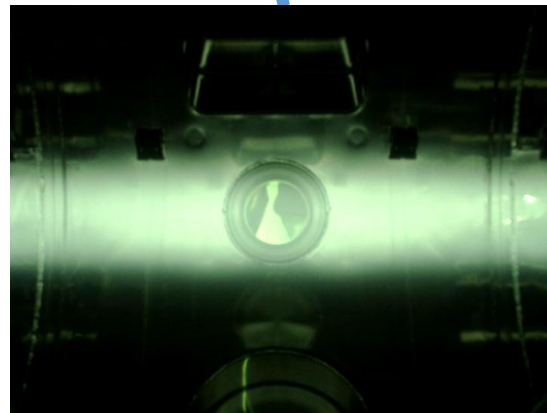
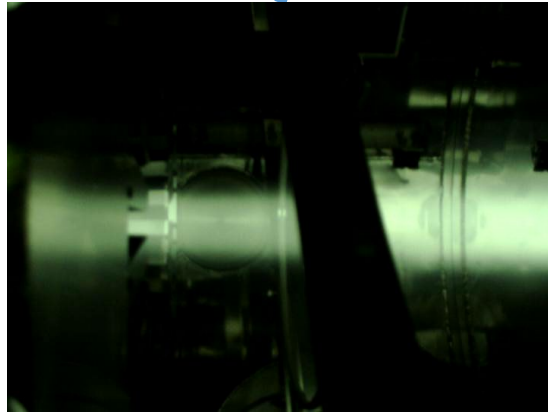
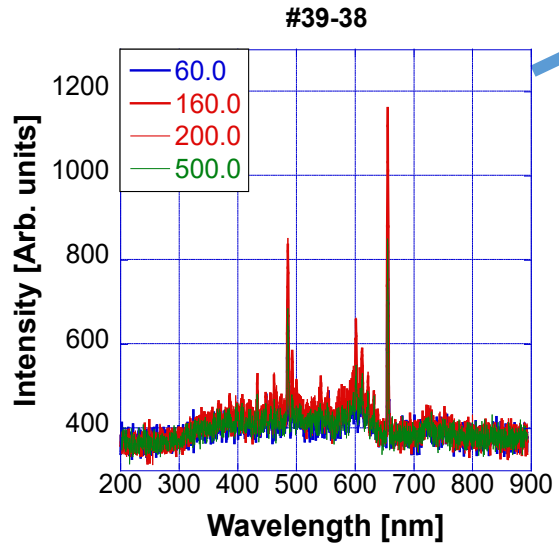
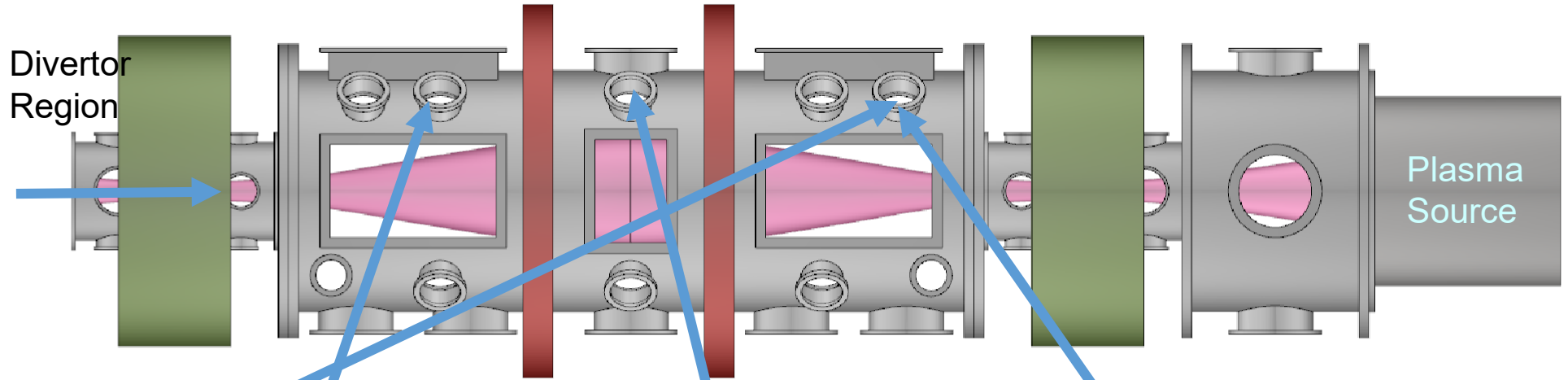
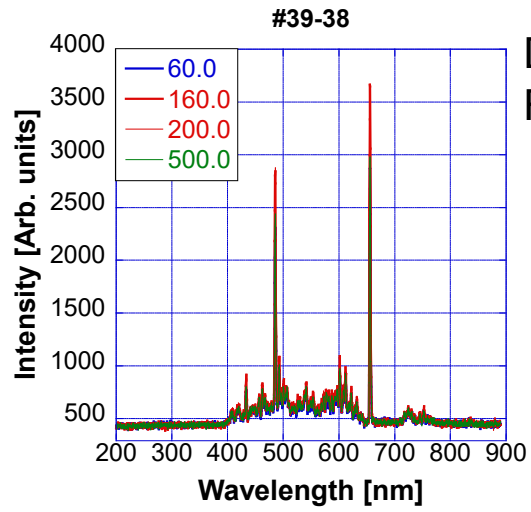


# 3-4. Pilot GAMMA PDX-SCのプラズマ源



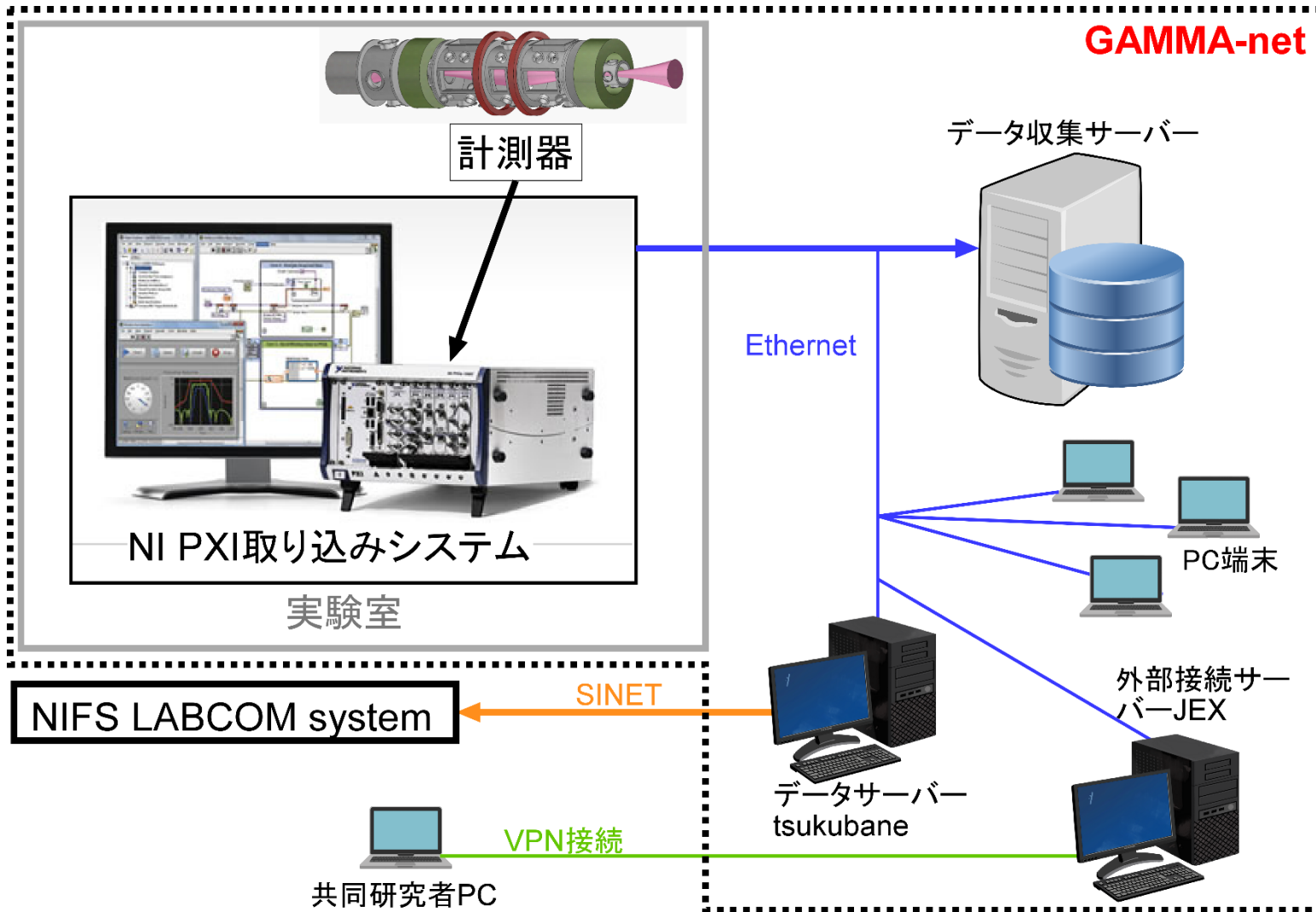


# 3-5. Pilot GAMMA PDX-SC RF injection





# 3-6. Pilot GAMMA PDX-SCデータ収集システム概念図



- 実験室でPXIシステムや独自PCで取得したデータをEthernet経由でプラズマショット毎にデータ収集サーバーに保存する。
- PC端末によってデータを確認することができる。
- 外部の共同研究者は、VPN接続によってGAMMA-netに接続できデータを確認できる。
- データサーバーtsukubaneを経由してNIFS LABCOMへデータを転送する。
- ショット毎にNIFSへデータ転送を行う。

## 4. まとめ

- GAMMA 10/PDXでは、CAMAC収集システムと独自PCによる収集システムがあり、年度毎にNIFSへデータ転送を行っている。
- 2023年度より、CAMAC取り込みデータをショット毎にデータ転送を開始した。
- その他の独自PCでの取り込みデータについてもショット毎に転送を行う事ができるように計画中。
  
- 新装置Pilot GAMMA PDX-SCでは、NI-PXIシステムをベースに収集システムを構築中。独自PCによるデータ収集と合わせてショット毎にデータ転送を行うように検討中。

## 4-2. 希望等

- RetrieveがPCの更新によって使用できなくなることがあるので、設定方法が簡単に閲覧できるようにお願いしたい。
- 所外からのLabVIEWやMatlabベースのデータ取得ソフトの充実が希望。
- 独自PCによるショット毎のデータ転送には、独自PCのマシンパワーが必要であるので、古いPCの更新が必要となる。
- データの保存が今後ますます重要となるので、核融合クラウドの構築は引き続き継続をお願いしたい。