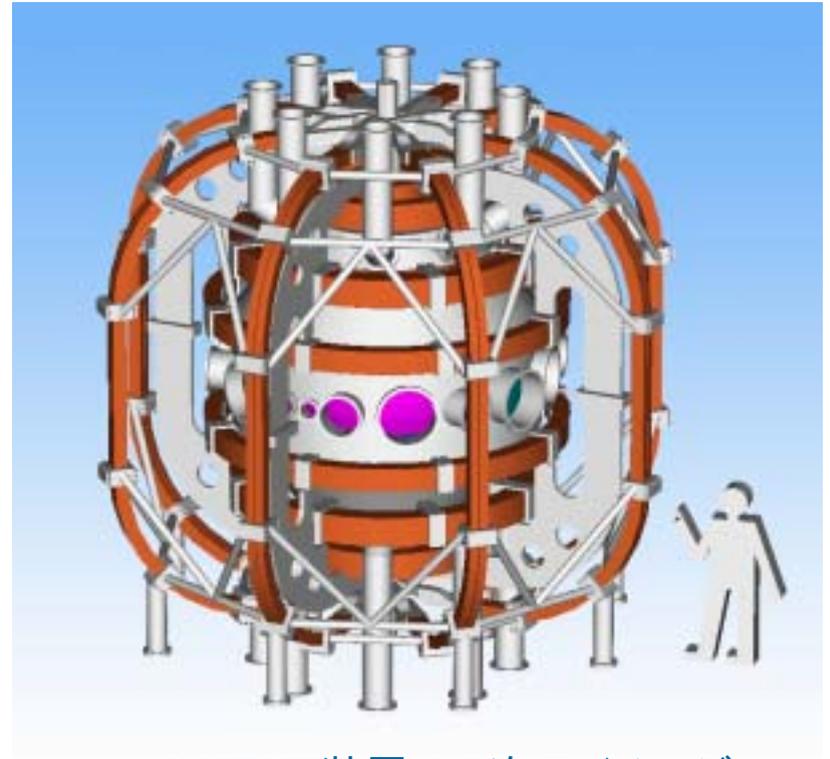


LHDおよびQUEST(プラズマ 境界力学実験装置)での 遠隔実験・シミュレーション

長谷川真¹⁾、中西秀哉²⁾、中村一男¹⁾、東島亜紀¹⁾
九州大学応用力学研究所¹⁾
核融合科学研究所²⁾

内容

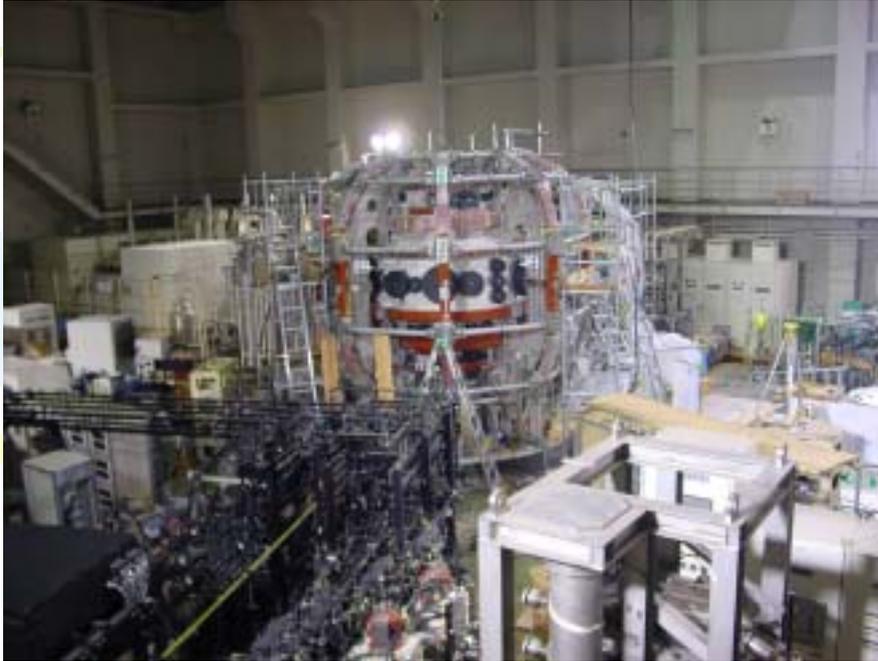
- QUEST装置の紹介
- 遠隔実験に向けた準備
 - ネットワーク構成
 - SNETベースの遠隔・定常データ収集
 - WEBベース実験環境
- まとめ



QUEST装置の3次元イメージ

プラズマ境界力学実験装置QUEST

現在、建設中のQUEST装置の写真



(08年2月5日撮影)

08年 6月頃 ファーストプラズマ
08年 9月頃 本格実験開始

QUEST計画と実験装置

STでの定常電流駆動や粒子・熱負荷制御方の確立、先進的壁制御とプラズマ性能の総合的研究の推進を目的とし、

全日本ST研究体制における主要装置として、また全国共同利用装置として、**所外 / 所内の多くの研究者が参画する装置**

リモートサイトの共同研究者のリアルタイムな実験参加を促進し、QUEST計画の活性化を図るために

遠隔実験参加、及び遠隔制御のための環境整備と技術開発は必須の課題

遠隔実験に求められること

できるだけ多くの共同研究者の方々から実験の協力を頂くために、特に測定データの収集・閲覧と、機器の制御という観点から

高品質でセキュアな通信

ユーザー認証・(暗号化通信?)

大容量のデータ通信が可能

定常運転に伴うデータの大容量化、
画像・動画データ

何時でも何処でも参加できる。

(色々な状況を想定して。)

簡単に実験に参加できる。

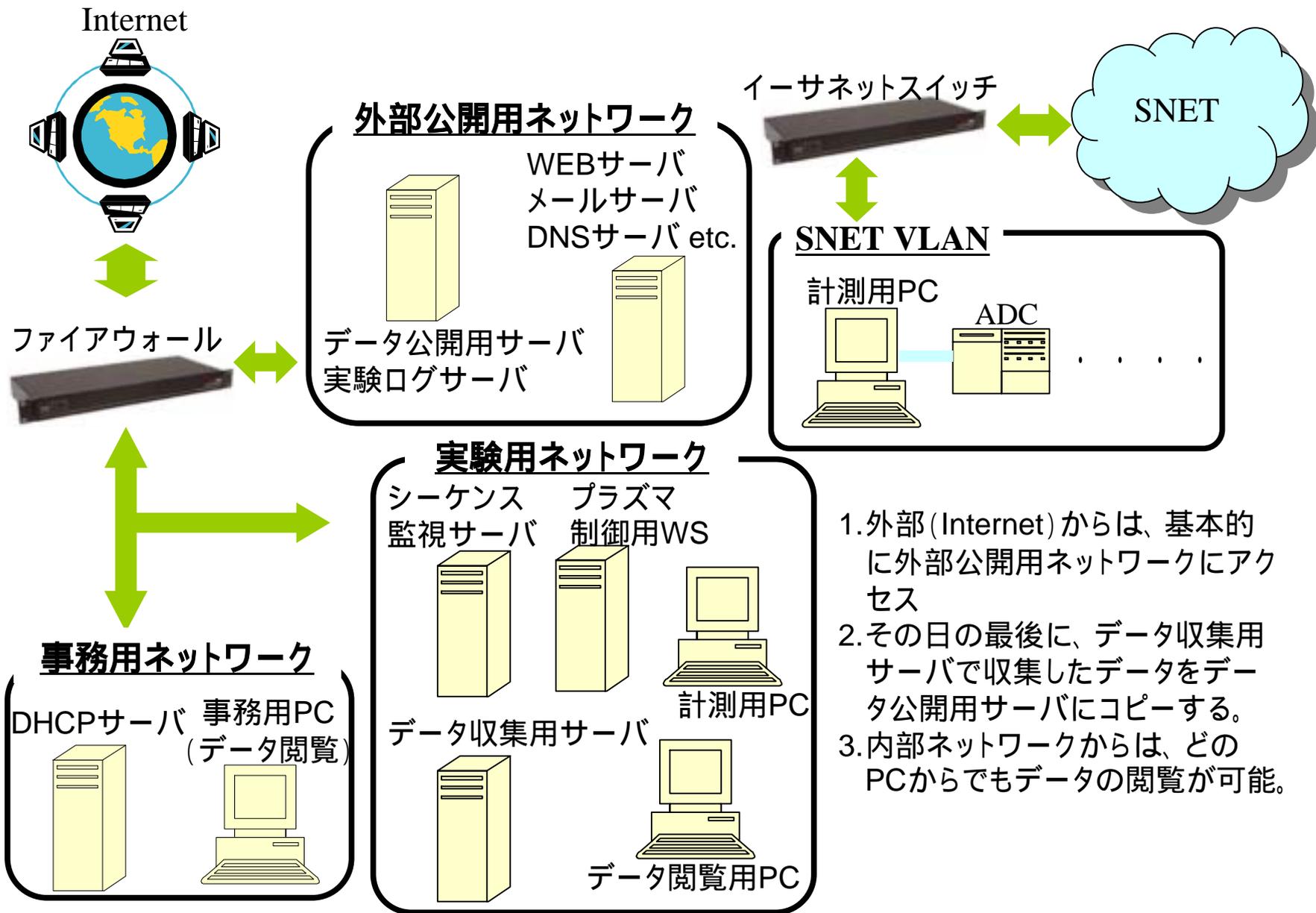
分かりやすいユーザインタフェース

SNETの援用

WEBベースの実験環境

ネットワーク構成の改善

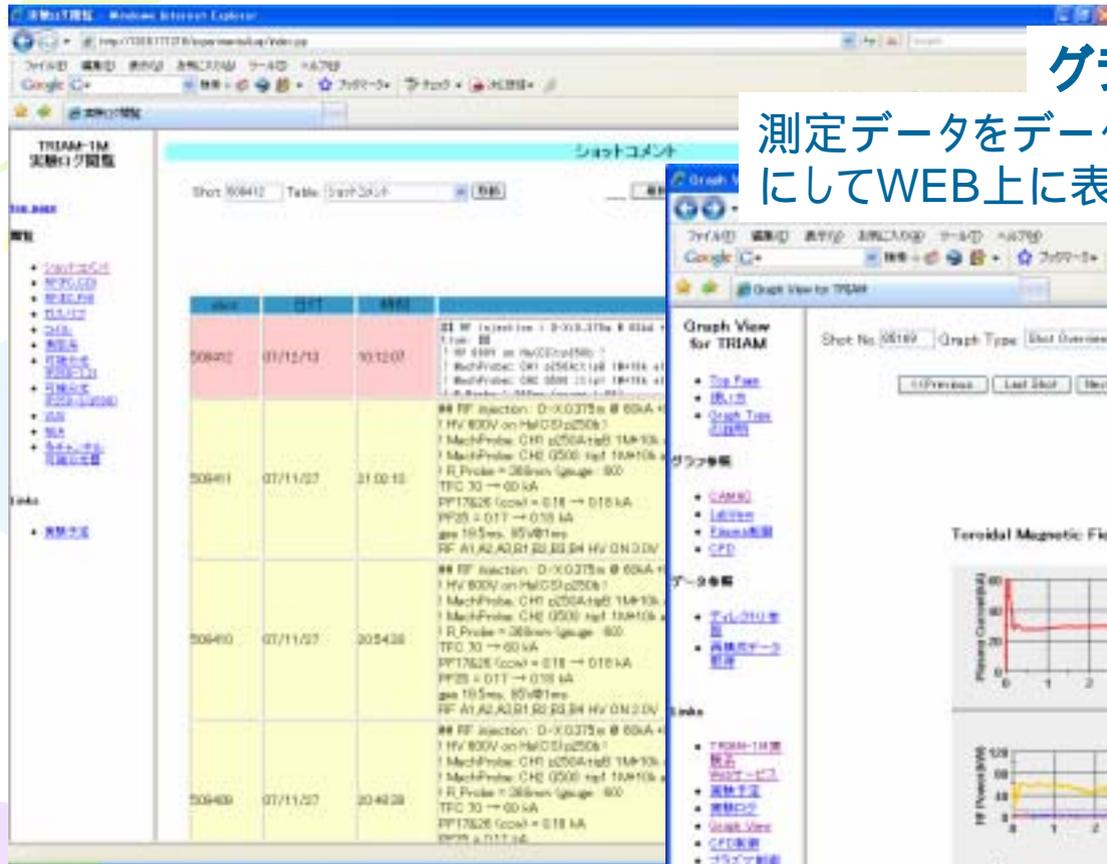
実験棟における現状のLANの構成



1. 外部 (Internet) からは、基本的に外部公開用ネットワークにアクセス
2. その日の最後に、データ収集用サーバで収集したデータをデータ公開用サーバにコピーする。
3. 内部ネットワークからは、どのPCからでもデータの閲覧が可能。

WEBベースの実験環境の整備

- 情報・データの閲覧 -



The screenshot shows a web browser window displaying a table of experimental logs. The table has columns for 'shot', 'date', 'time', and 'comment'. The 'comment' column contains detailed technical data for each shot.

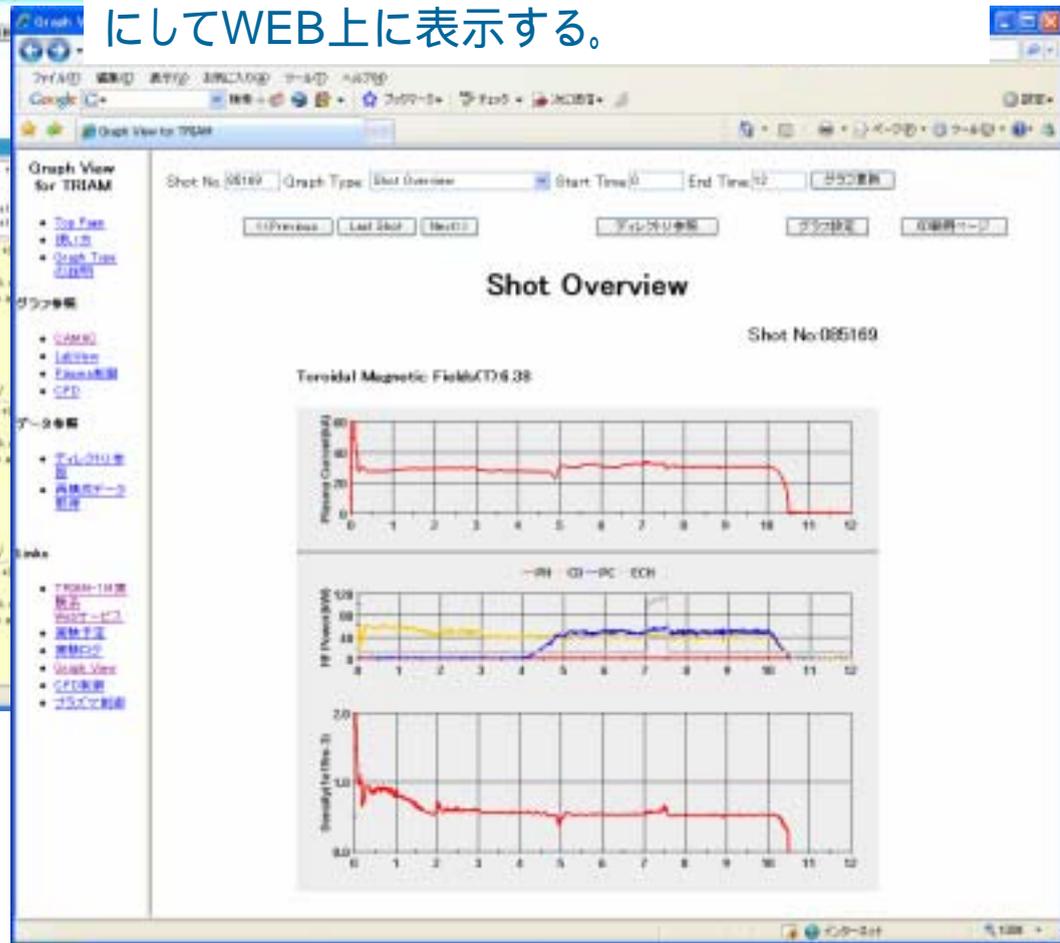
shot	date	time	comment
506402	07/11/13	30:12:07	## RF injection: D-X0375 @ 60kA 1 HV 800V on HfO2/SiO2/SiO2 1 MechProbe: CH1 p2504rad1 1M-10k 1 MechProbe: CH2 (500) rad 1M-10k 1 R_Probe = 360mm Gauge: 90 TFC 30 → 60 kA PP17625 Icoil = 0.18 → 0.18 kA PP25 a 0.11 → 0.19 kA gas 19.5ms, 85v@1ms RF At A2, A2, B1, B2, B3, B4 HV DN 2.0V
506401	07/11/27	31:00:18	## RF injection: D-X0375 @ 60kA 1 HV 800V on HfO2/SiO2/SiO2 1 MechProbe: CH1 p2504rad1 1M-10k 1 MechProbe: CH2 (500) rad 1M-10k 1 R_Probe = 360mm Gauge: 90 TFC 30 → 60 kA PP17625 Icoil = 0.18 → 0.18 kA PP25 a 0.11 → 0.19 kA gas 19.5ms, 85v@1ms RF At A2, A2, B1, B2, B3, B4 HV DN 2.0V
506400	07/11/27	30:54:38	## RF injection: D-X0375 @ 60kA 1 HV 800V on HfO2/SiO2/SiO2 1 MechProbe: CH1 p2504rad1 1M-10k 1 MechProbe: CH2 (500) rad 1M-10k 1 R_Probe = 360mm Gauge: 90 TFC 30 → 60 kA PP17625 Icoil = 0.18 kA PP25 a 0.11
506409	07/11/27	30:48:28	## RF injection: D-X0375 @ 60kA 1 HV 800V on HfO2/SiO2/SiO2 1 MechProbe: CH1 p2504rad1 1M-10k 1 MechProbe: CH2 (500) rad 1M-10k 1 R_Probe = 360mm Gauge: 90 TFC 30 → 60 kA PP17625 Icoil = 0.18 kA PP25 a 0.11

実験ログ管理

ショットに対するコメントや、計測器の設定値などをWEB上で閲覧・記述する。

グラフの表示

測定データをデータサーバに集約し、グラフにしてWEB上に表示する。



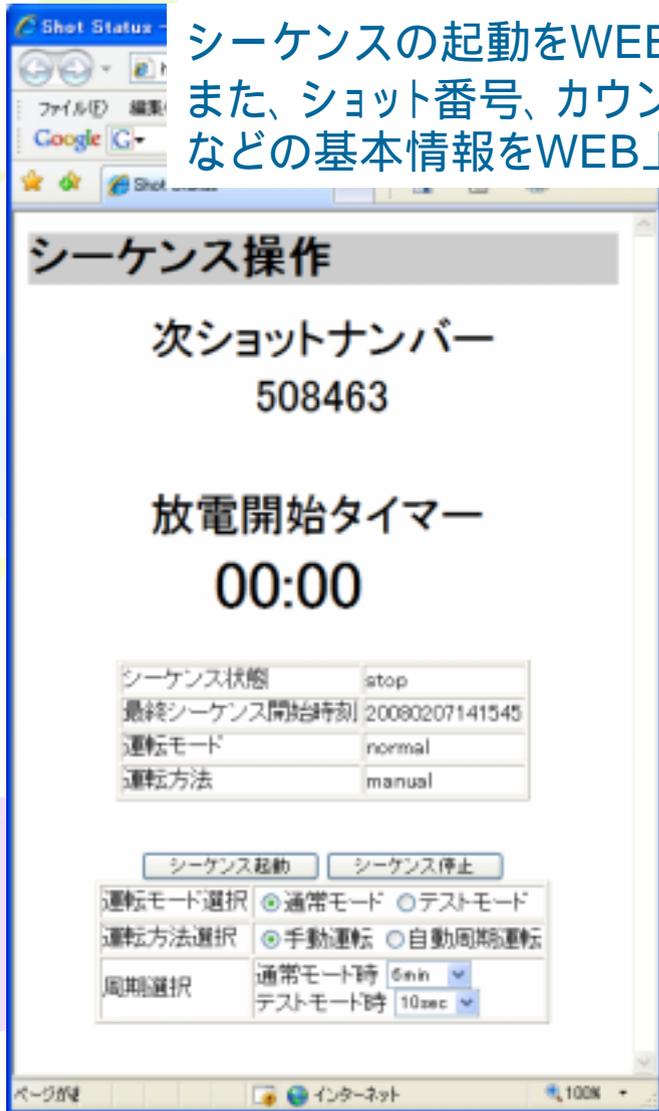
The screenshot shows a 'Shot Overview' graph for Shot No. 065169. The graph displays three data series over a time period from 0 to 12 seconds. The top plot shows 'Plasma Current (kA)' starting at approximately 80 kA and dropping to 0 at around 10 seconds. The middle plot shows 'RF Power (MW)' with multiple lines (yellow, blue, red) fluctuating between 0 and 1.0 MW. The bottom plot shows 'Current (kA (Ic - Ie))' starting at approximately 1.0 kA and dropping to 0 at around 10 seconds.

WEBベースの実験環境の整備

制御関係

運転シーケンス操作

シーケンスの起動をWEB上で行う。
また、ショット番号、カウントダウン時間
などの基本情報をWEB上で確認。



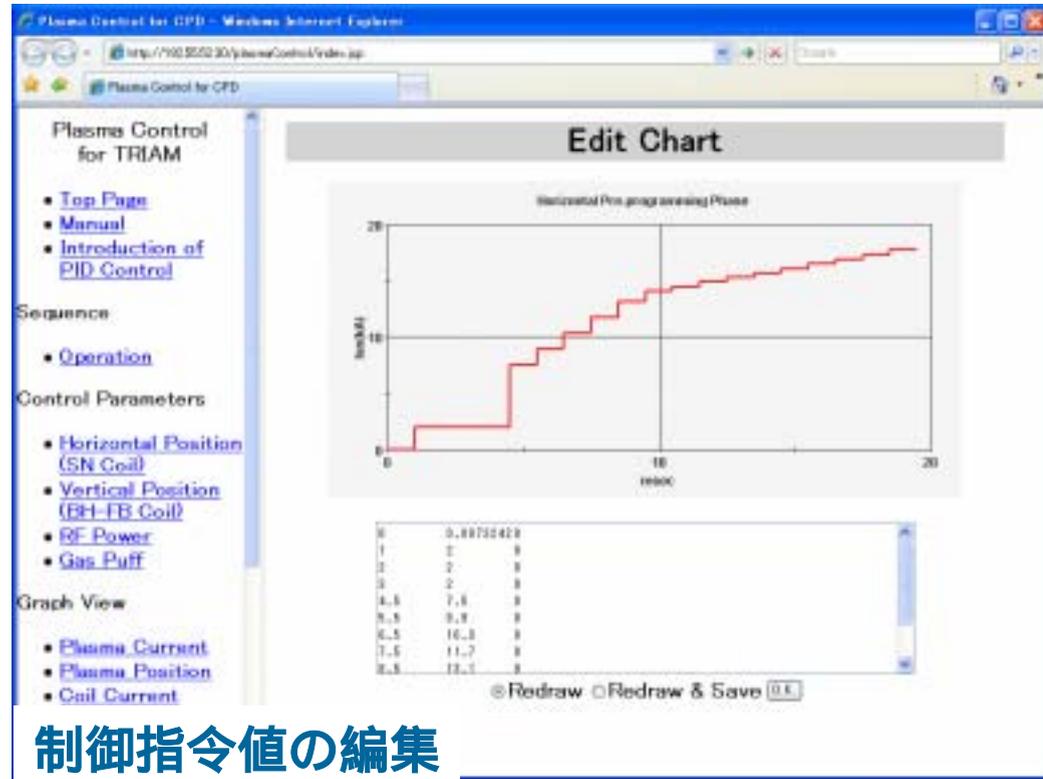
The screenshot shows a web browser window with the title 'Shot Status'. The main content area is titled 'シーケンス操作' (Sequence Operation). It displays the following information:

- 次ショットナンバー (Next Shot Number): 508463
- 放電開始タイマー (Discharge Start Timer): 00:00

Below this, there is a table showing sequence status:

シーケンス状態 (Sequence Status)	stop
最終シーケンス開始時刻 (Final Sequence Start Time)	20080207141545
運転モード (Operation Mode)	normal
運転方法 (Operation Method)	manual

At the bottom, there are buttons for 'シーケンス起動' (Start Sequence) and 'シーケンス停止' (Stop Sequence). There are also radio buttons for '運転モード選択' (Operation Mode Selection) with '通常モード' (Normal Mode) selected, and '運転方法選択' (Operation Method Selection) with '手動運転' (Manual Operation) selected. A dropdown menu for '同期選択' (Synchronization Selection) is set to '通常モード時 5min' (Normal Mode Time 5min).



The screenshot shows a web browser window titled 'Plasma Control for TRIAM'. The main content area is titled 'Edit Chart'. It displays a graph showing the 'Horizontal Pos. prog. arsing Phase' (Horizontal Position programming phase) over time (ms). The graph shows a step-like increase in position over time.

Below the graph, there is a table showing control parameters:

0	0.88732428	
1	2	8
2	2	8
3	2	8
4.5	7.5	8
5.5	8.8	8
6.5	16.8	8
7.5	11.7	8
8.8	18.5	8

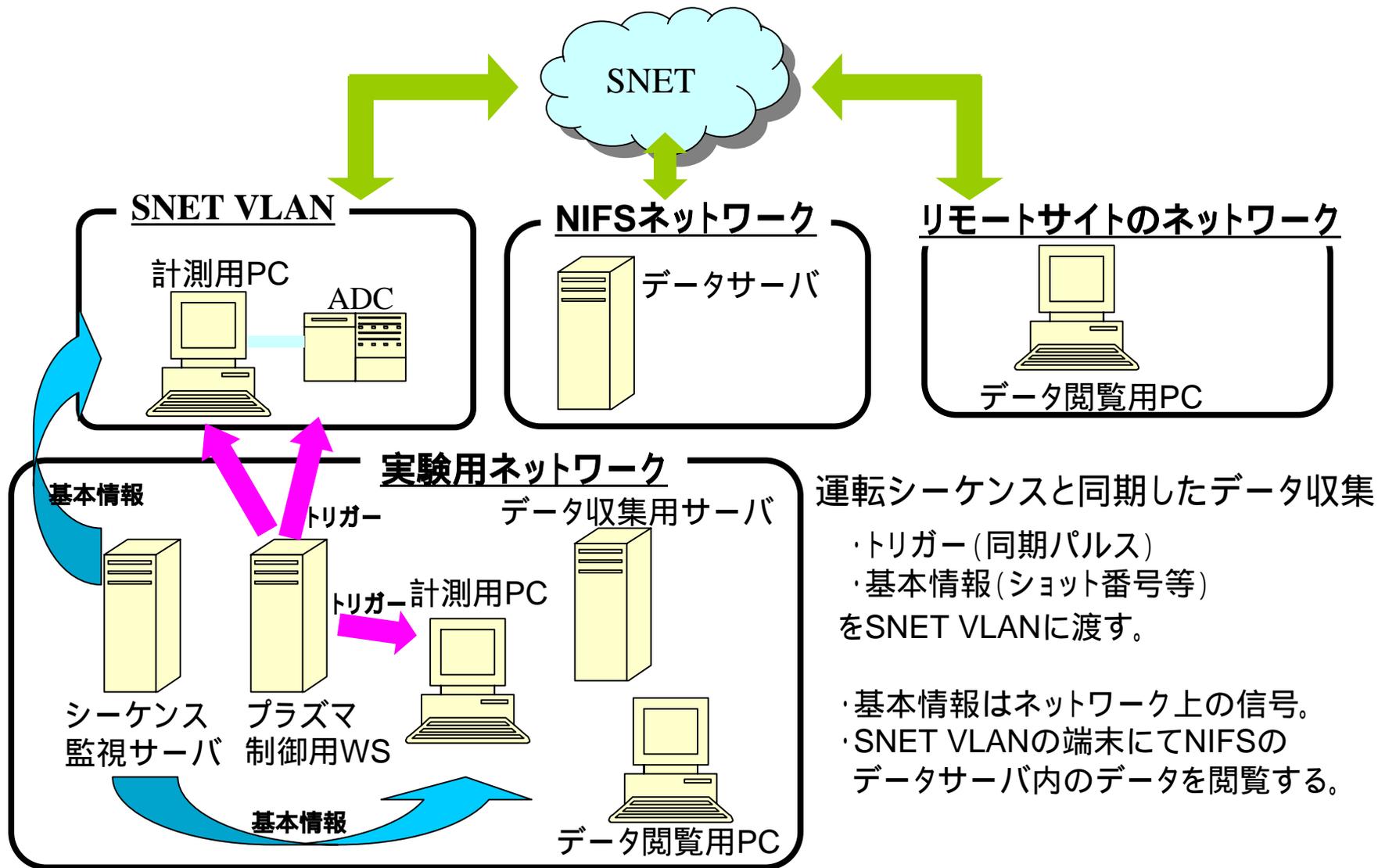
At the bottom, there are buttons for 'Redraw' and 'Redraw & Save'.

制御指令値の編集

コイル電流値や、ガスパフタイミング等をWEB上で指定する。

SNETベースの遠隔・定常データ収集

九大で測定されたデータは、リアルタイムにNIFSのサーバに保管され、リモートサイトからのデータ閲覧が可能。



運転シーケンスと同期したデータ収集

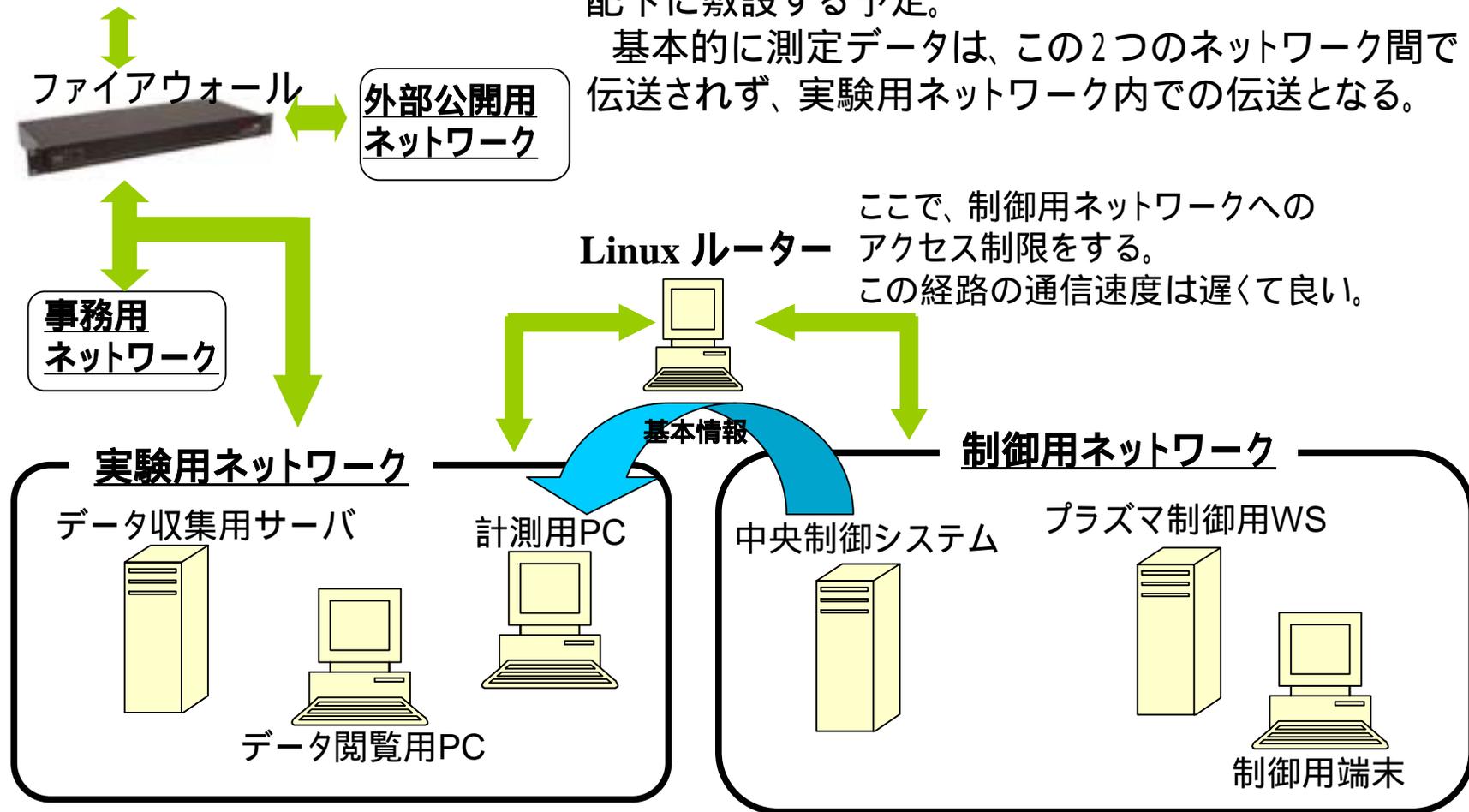
- ・トリガー (同期パルス)
- ・基本情報 (ショット番号等) をSNET VLANに渡す。
- ・基本情報はネットワーク上の信号。
- ・SNET VLANの端末にてNIFSのデータサーバ内のデータを閲覧する。

ネットワーク構成の改善予定



ネットワーク上の制御用信号の伝送確保のため、新たに「制御用ネットワーク」を「実験用ネットワーク」の配下に敷設する予定。

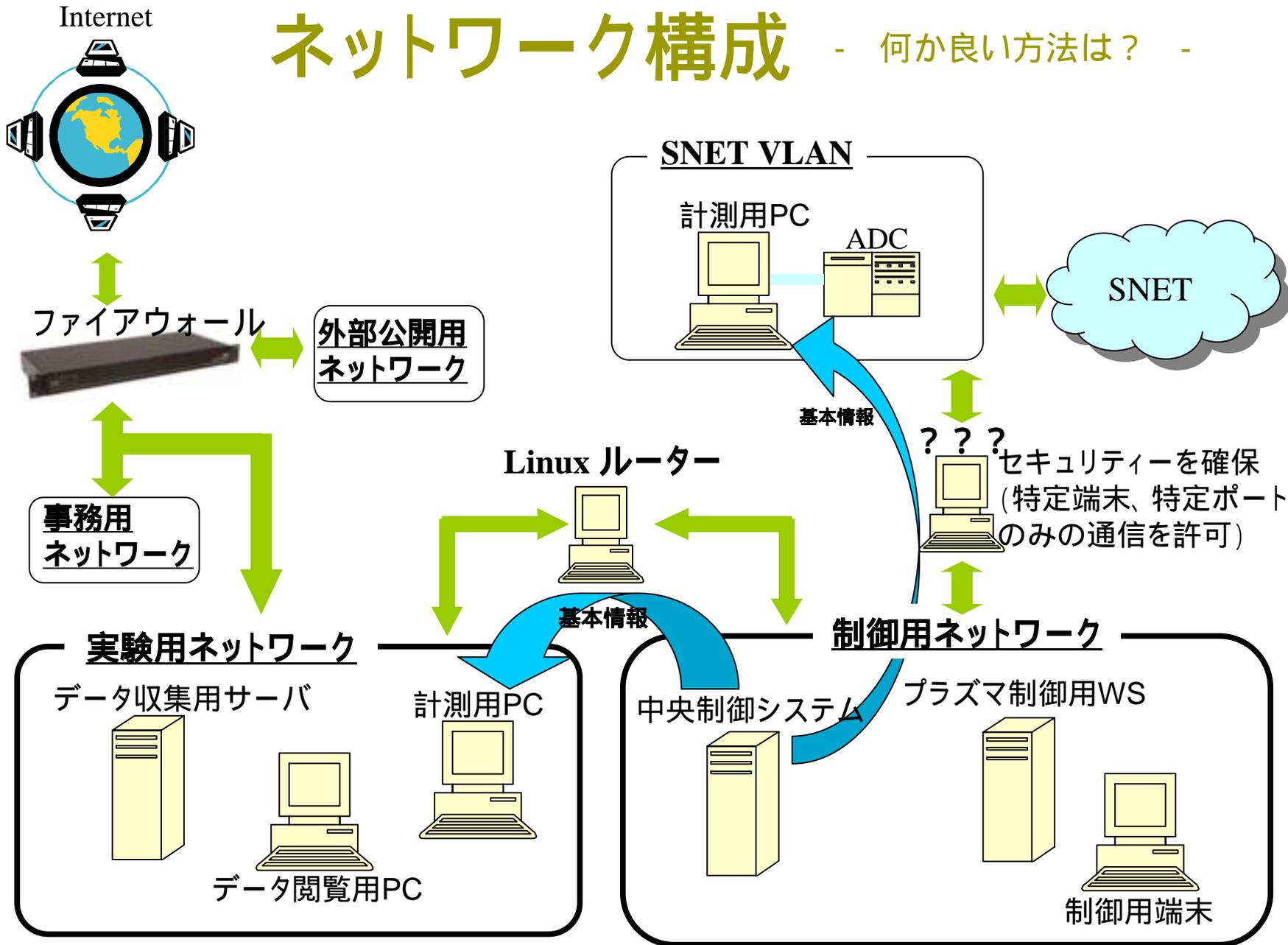
基本的に測定データは、この2つのネットワーク間で伝送されず、実験用ネットワーク内での伝送となる。



ここで、制御用ネットワークへのアクセス制限をする。
この経路の通信速度は遅くて良い。

ネットワーク構成

- 何か良い方法は？ -



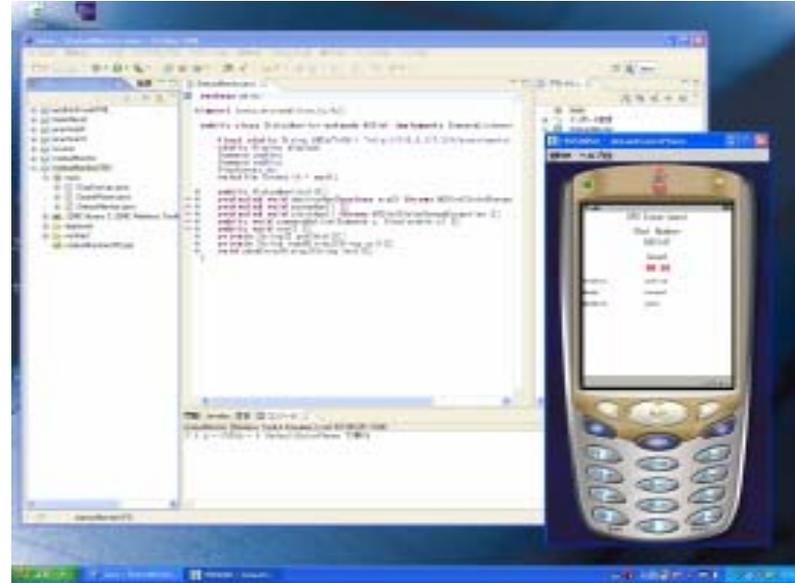
WEBベースの実験環境の整備

- 携帯電話による実験参加 -

携帯電話は、

- ・(ノートパソコンに比べて)高い可搬性を持つ。
 - ・(有線よりも)接続が容易。
 - ・WEB閲覧ができる。
 - ・音や振動など携帯電話特有の機能を持つ。
- などの利点を有する。

EclipseとJ2ME Wireless toolkitを用いた携帯アプリの開発

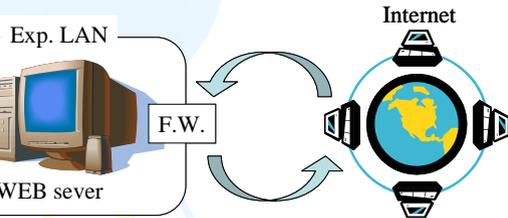


携帯電話がパソコンのデスクトップ上にエミュレートされている。

Mobile Phone



- High portability
- High accessibility
- Special functions

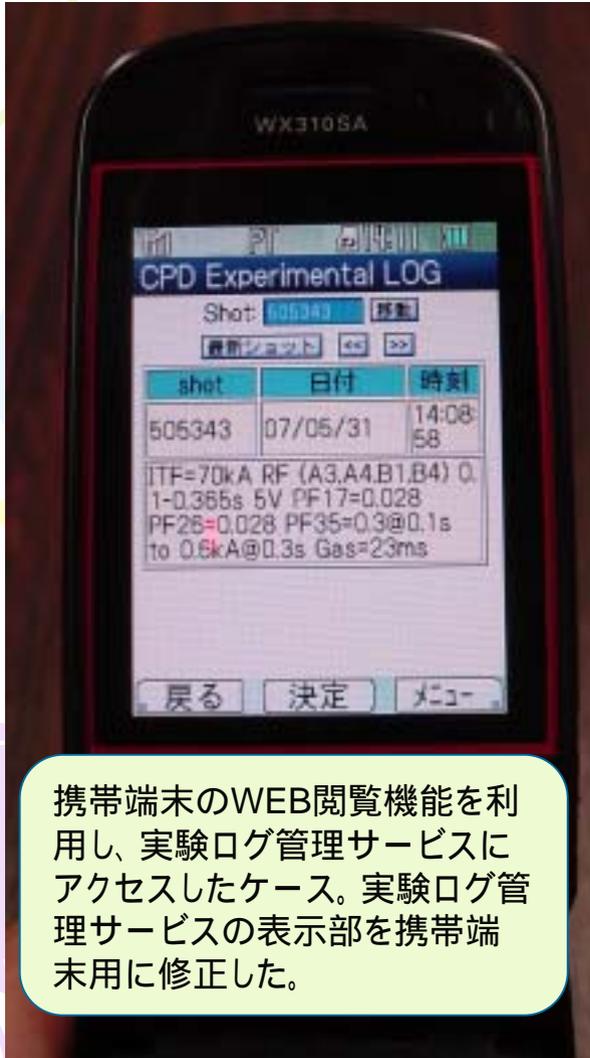


ただし、
携帯事業者の回線を使用する(有料)。
携帯端末の仕様毎に携帯アプリを開発する必要。

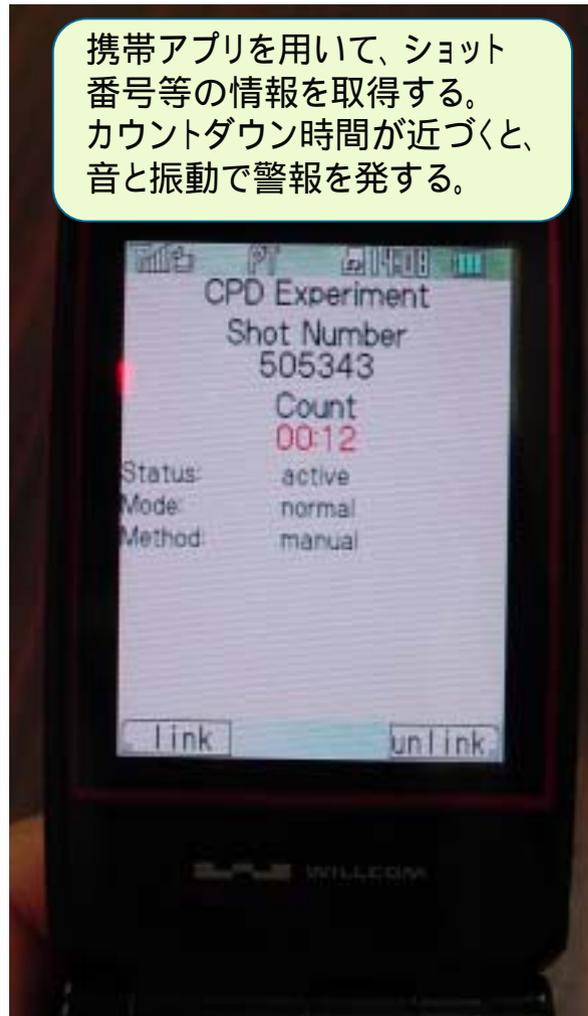
WEBベースの実験環境の開発

- 携帯電話による実験参加の例 -

実験ログを携帯電話で確認。



ショット番号、カウントダウン時間を携帯電話で確認。



携帯アプリを用いて、ショット番号等の情報を取得する。カウントダウン時間が近づくと、音と振動で警報を発する。

その他に

- 電子メールを利用した定時報告や警報通知
 - 冷却水流量
 - コイル温度など
- 監視カメラなど画像による装置監視
- 計測器などの簡単な操作

などが考えられる。

定常運転時など24時間体制で監視する必要がある対象物に対して、携帯電話の利用は有効と考えられる。

携帯端末のWEB閲覧機能を利用し、実験ログ管理サービスにアクセスしたケース。実験ログ管理サービスの表示部を携帯端末用に修正した。

まとめ

- SNETベースの遠隔・定常データ収集の動作試験を行った。
 - 今後はQUEST実験へ向けての実証試験へと展開
- WEBベースでの実験環境の開発を行っている。
 - データの収集と閲覧、制御、携帯電話の利用など
 - 今後も、WEBベースの環境を拡充する予定。
- 「制御用ネットワーク」の導入を行う予定
 - SNETとのシームレスな接続を出来るだけ目指したい。