



# Upgrade of the control system for Neutrino beamline

KEK IPNS

Neutrino Gr.

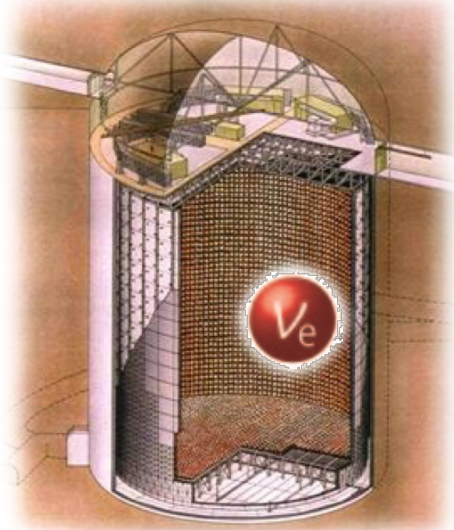
K. Nakayoshi and K. Sakashita for T2K Beam Gr.



# Contents

- Introduction
- Background and Goal
- Neutrino Beamline and Control System
- Upgrade of Control System
- Summary

# Introduction



SK@Kamioka



J-PARC@Tokai

- 2013年7月、ミュー型ニュートリノが飛行中に電子型ニュートリノへ変化する「電子型ニュートリノ出現現象」を確立
- 2014年から反ミュー型ニュートリノを用いて同様の実験を行いニュートリノと反ニュートリノで電子型ニュートリノへの出現が同じ頻度では起きない(「CP対称性の破れ」がある)ことを示唆する結果を2016年8月に発表した
- 2016年10月、間もなく夏のシャットダウンを終え実験を再開する

# Background and Goal

ニュートリノビームライン制御システムのEPICS環境は実験当初からのものを使用していた。またここ数年、EPICS関連PCの障害が発生しており次期機種選定と入れ替えが必要であった

- EPICS環境（ハード、ソフトウェア）の更新
- EPICS関連ネットワーク構成の見直し

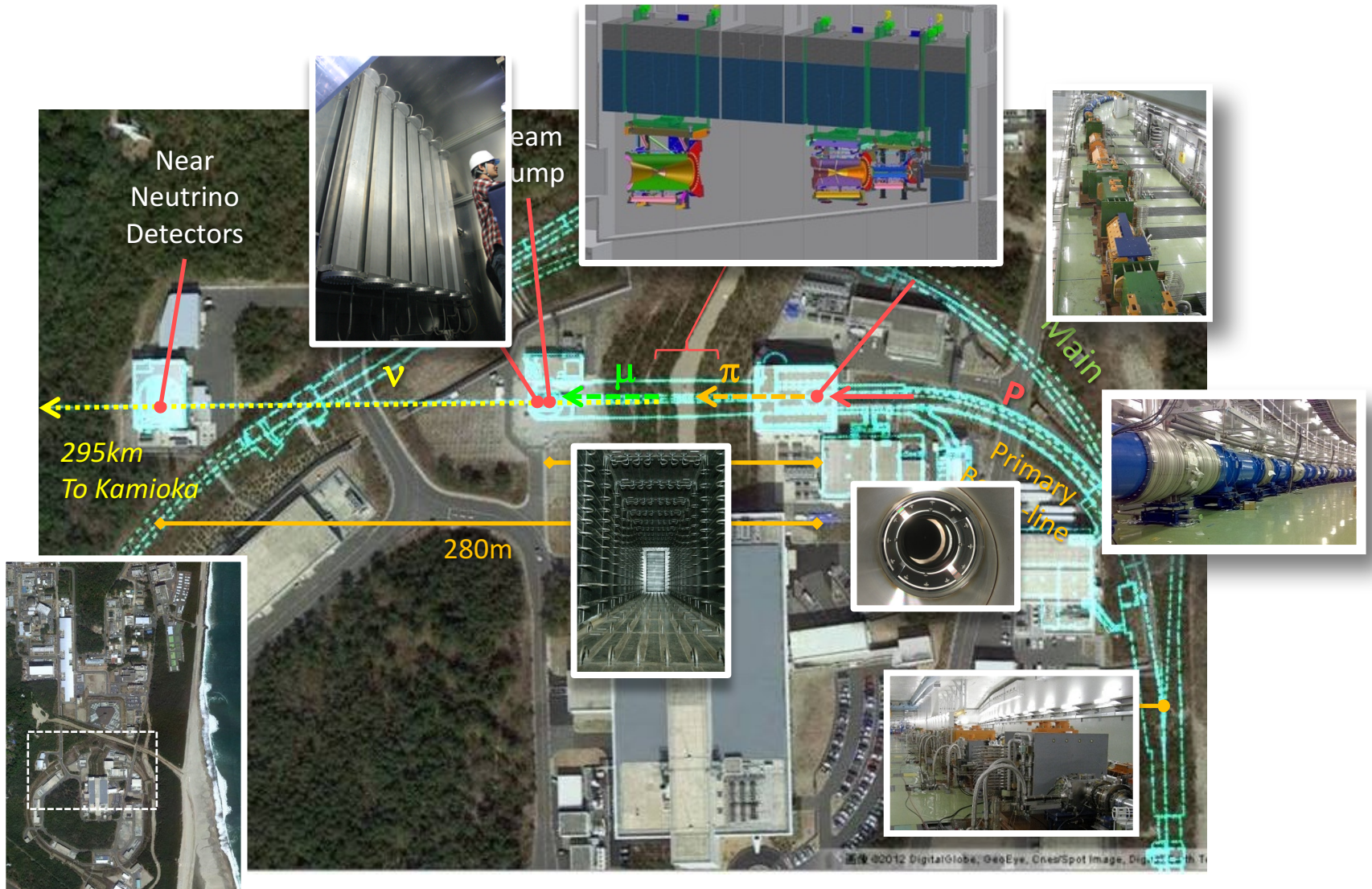


**ビームラインの安全・安定運転実現と  
今後のビーム増強に備える**

# Contents

- Introduction
- Background and Goal
- **Neutrino Beamline and Control System**
- Upgrade of Control System
- Summary

# Neutrino Beamline at J-PARC



# Neutrino Beamline (Contd.)

- 大強度ビーム

- 425kW( $2.2 \times 10^{14}$  ppp@30GeV, 2.48s rep.)

- 近い将来1.3MW( $3.2 \times 10^{14}$  ppp@30GeV, 1.16s rep.)

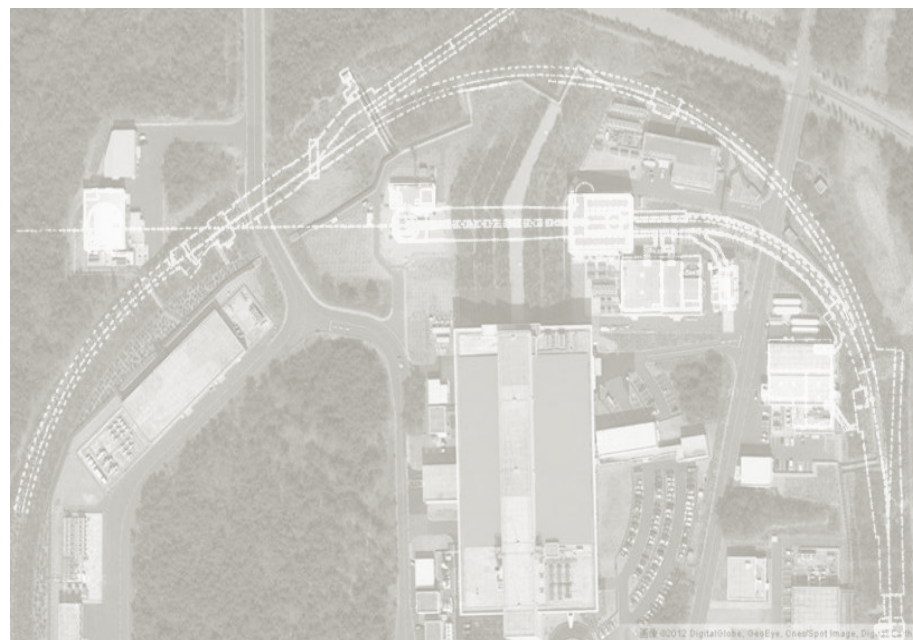
- ビームライン上に多種多様な装置が分布

- 1次ビームライン

- 超伝導電磁石
    - 常伝導電磁石
    - 各種ビームモニタ

- 2次ビームライン

- ターゲット
    - 電磁ホーン
    - ディケイボリウム
    - ビームダンパ



# Neutrino Beamline DAQ and Control

## インターロック

PPS(Personnel Protection Sys)  
MPS(Machine Protection Sys)

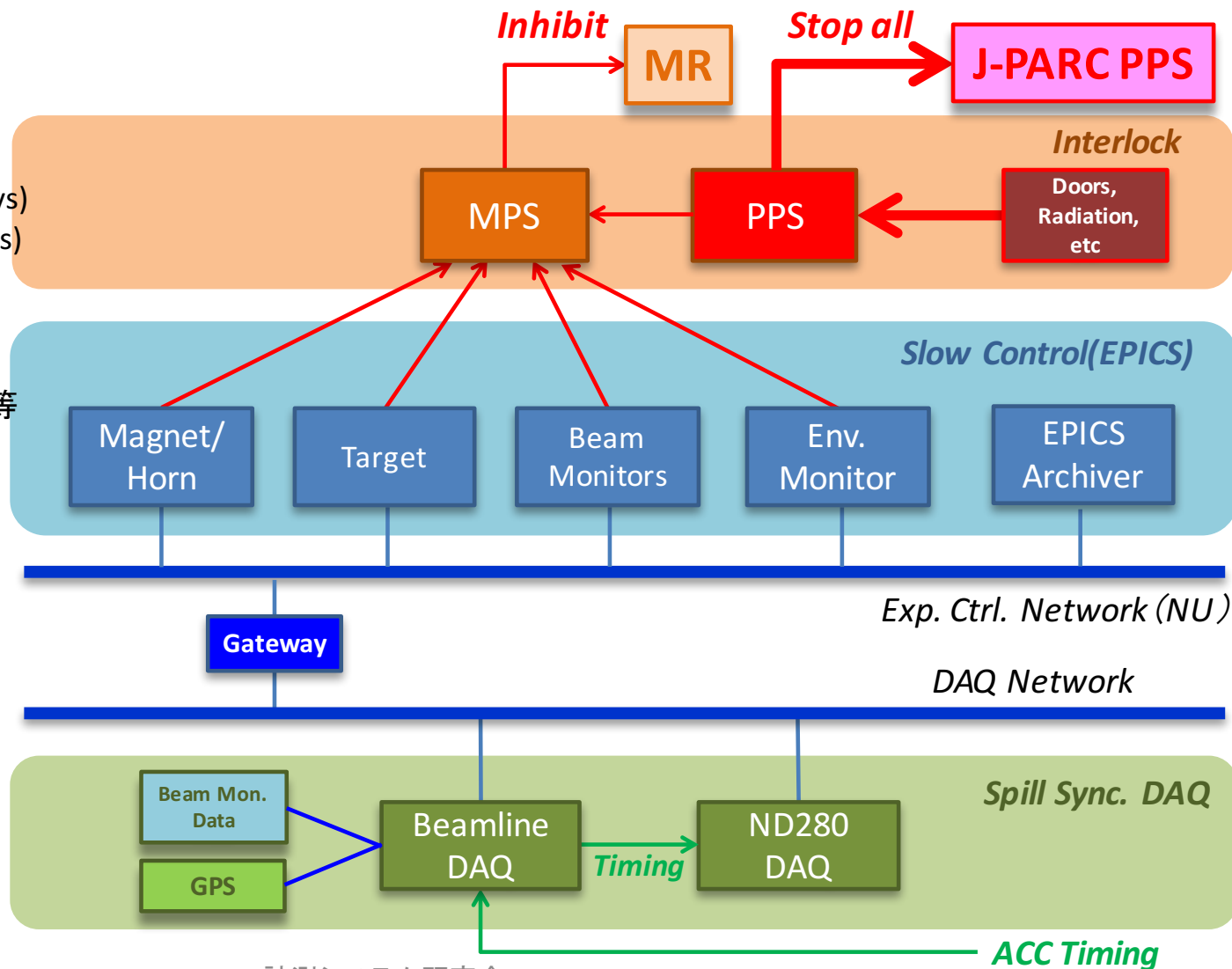
## スローコントロール(EPICS)

電磁石、真空、モニタ制御等

- トータルEPICS CH数: ~13000
- インターロック関連: ~4000

## スピル同期DAQ

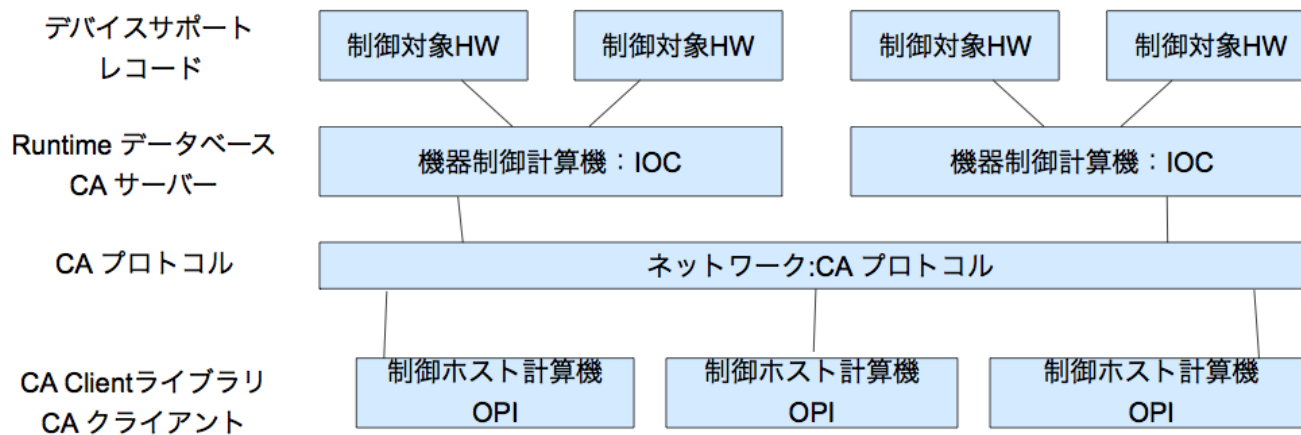
ビームモニター等の  
データ収集





# EPICS Framework

- EPICS(Experimental Physics and Industrial Control System)は加速器制御のソフトウェアフレームワーク
- ネットワーク分散型のサーバ・クライアントモデル



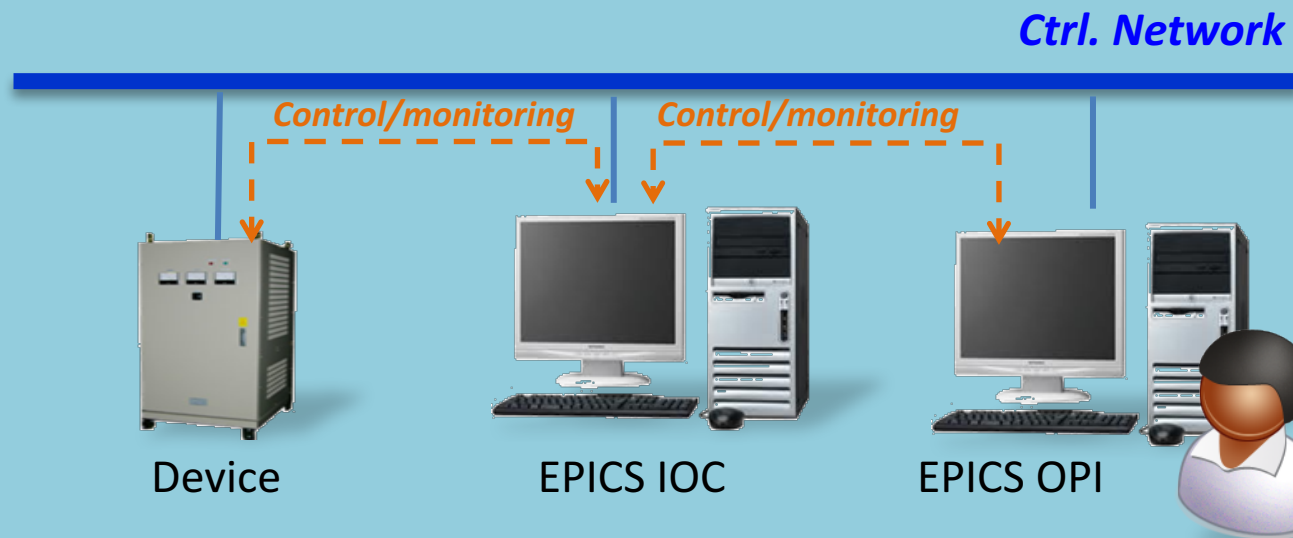
- ニュー  
して加

**大強度ビームライン運転には  
加速器と情報共有が重要！**

ネル化

# EPICS Framework (Contd.)

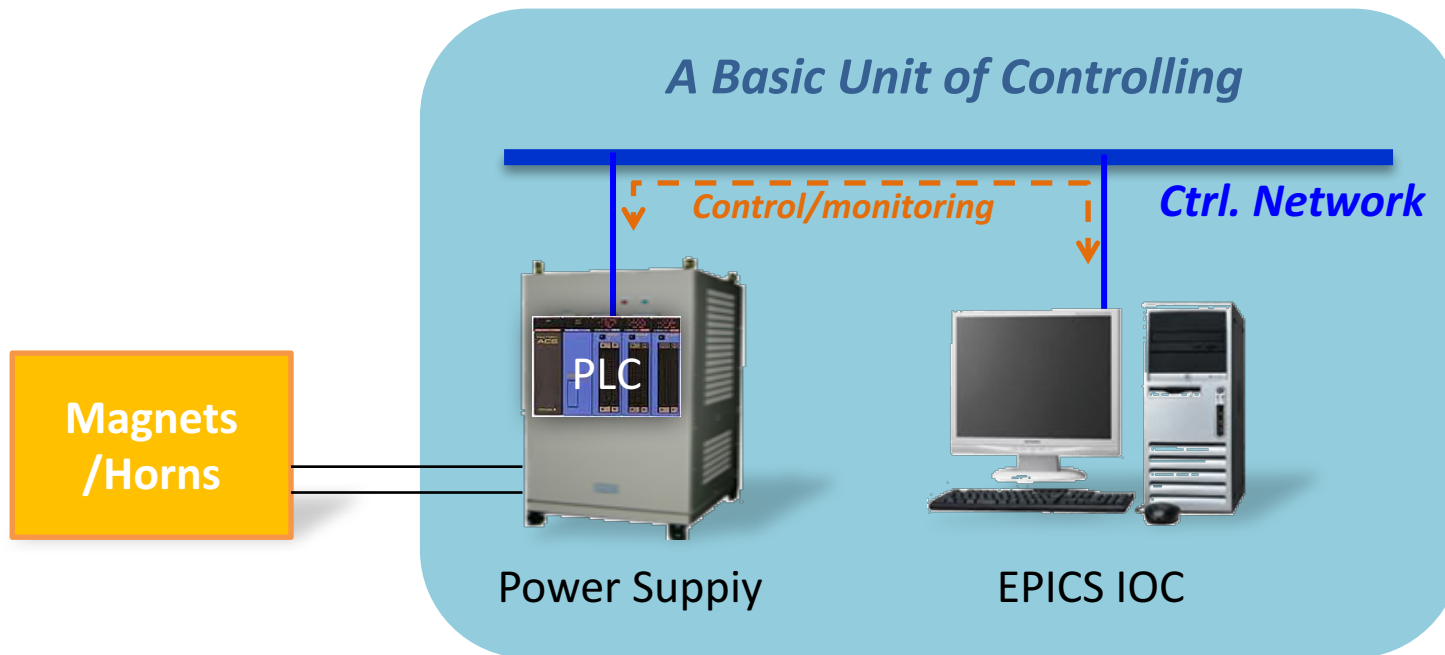
## EPICS Framework



Total Channel	~13000ch
Num of IOC	10台
Num of OPI	~40台

# Controlling of the Magnets

- ニュートリノビームライン制御の基本ユニットはPLC+EPICS (~60台)。
- 超・常伝導電磁石、電磁ホーン電源の制御はこの方式

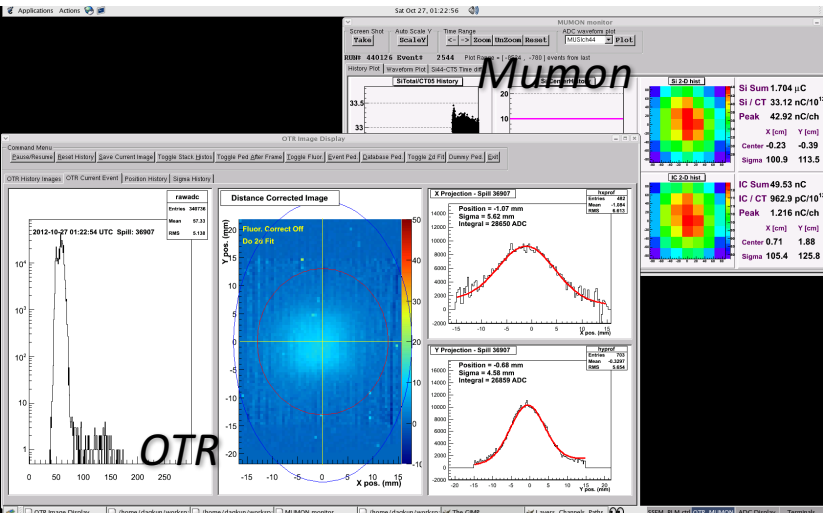
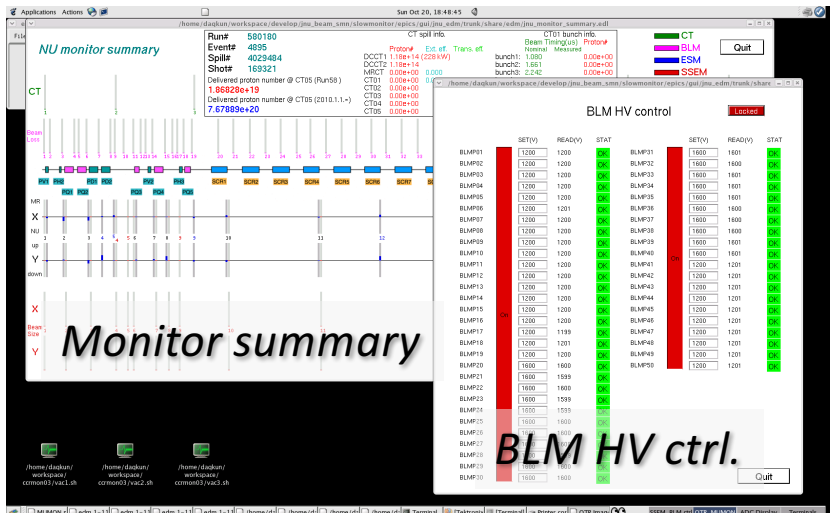
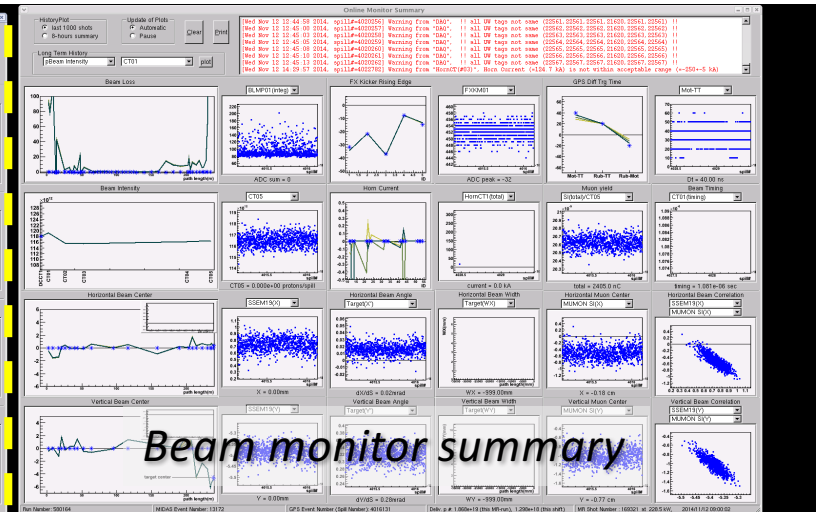
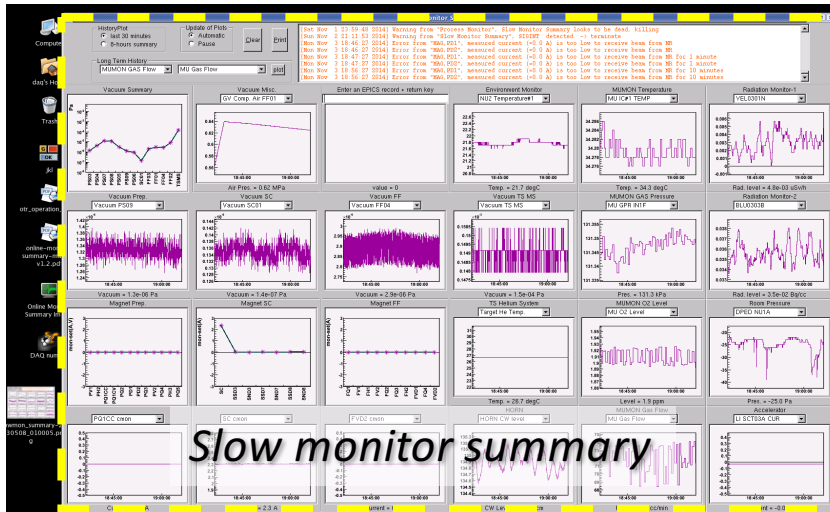


# Operation of Neutrino Beamline

J-PARC 中央制御室(CCR)のビームシフト用端末



# Operation of Neutrino Beamline(Contd.)



# Operation of Neutrino Beamline(Contd.)

The screenshot displays several interconnected control windows for the Neutrino Beamline:

- Abort/Inhibit Monitor:** Shows status for BLMP, SC/CRYO, Magnet, Vacuum/Plug, SSEM, TS, NUS, and PPS. Includes a log of events and a red status bar indicating "SSEM IN, Expected ppb = 1.3e+13 (ppp = 0.0e+00)".
- Alarm Monitor:** Features a large red "Abort" button and a "BeamMonitor Summary" section. A "Stop Alarm Alarm Monitor" dialog is overlaid, showing "Last Updated: Wed Nov 12 19:00:06 2014".
- T2K Magnet Control (PRE\_FF) - Control mode:** A table listing magnet parameters:
 

Name	Set User	Set (unit)	Inow (A)	Imon (A)	Vmon (V)	Rem/Loc	ILK(int)	ILK(ext)	ON/OFF	Pol
PV1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF minus
PH1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF minus
PQ1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
PQ2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
PD1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	NG	OFF plus
PD2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	NG	OFF plus
PQ3	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
PV2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF minus
PQ4	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
PH3	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF minus
PQ5	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FQ1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FV1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF minus
FH1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF minus
FV2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FQ2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FQ3	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FH2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FVD1	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FQ4	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
FVD2	0.0	0.0	A	0.0	0.0	0.0	REMOTE	OK	OK	OFF plus
- T2K Magnet Control (SC) - Control mode:** Shows parameters for SC magnet:
 

Name	Set User	Set (unit)	Operate	Cmon (A)	Vmon (V)	Rmote/Local	OK/NG	ON/OFF	Pol
SC	0.0	0.0	A	0.0	2.3	0.0	REMOTE	Failure	OFF plus
- Magnet interlock (NC):** A control panel for NUS1 and NUS2 magnets, including "MPS(MagPS NUI)" and "MPS(MagPS NU2)" sections with "Reset" buttons.

# Contents

- Introduction
- Background and Goal
- Neutrino Beamline and Control System
- **Upgrade of Control System**
- Summary

# Update of EPICS environment

- 2008年～2016年
  - Scientific Linux 4.9 32bit (2011)
  - EPICS Base Release 3.14.7 (2004)
    - MR制御用パッケージのコピー
    - jkテンプレート
- 2016年
  - Scientific Linux 6.8 64bit (2016)
  - EPICS Base Release 3.14.12.3(2012)
    - ニュートリノ独自パッケージ
    - ニュートリノ用テンプレート



# Update of IOC environment

- 2008年～2016年
  - IOC 10台
    - 基本的に建屋毎、複数の機能/装置を1台で制御
    - IOC自体はデスクトップPCを使用
- 2016年
  - IOC 22台
    - 建屋毎ではなく機能毎に
    - 新しいIOCプラットフォーム
    - ダウンサイジングしたい

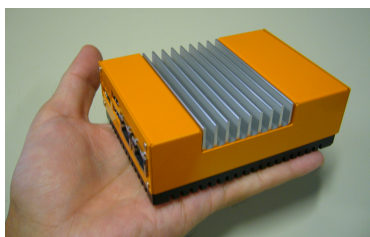


# New IOC platform

## • サバ太郎Type-P



- 低消費電力で完全ファンレス動作可能
- 電解コンデンサーレスによる長寿命設計
- CPU性能はCore i5 (3.20GHz x2)と同等



搭載CPU ※1	<b>Celeron J1900</b>	<b>Atom E3845</b>	<b>Atom E3825</b>
周波数 (バースト時)	2.0GHz (2.42GHz)	1.91GHz	1.33GHz
コア数/スレッド数	4C / 4T	4C / 4T	2C/2T
TDP	10W	10W	6W
搭載メモリ	DDR3L-1333 <del>4GB</del> 8GB	DDR3L-1333 4GB	DDR3L-1066 2GB
グラフィック機能 Intel® HD Graphics 周波数 (最大周波数)	688MHz (854MHz)	542MHz (792MHz)	533MHz (533MHz)
搭載ストレージ	2.5インチSSD 256GB	2.5インチSSD 128GB	mSATA SSD 32GB SATA2.0
筐体仕様	厚型	厚型	薄型

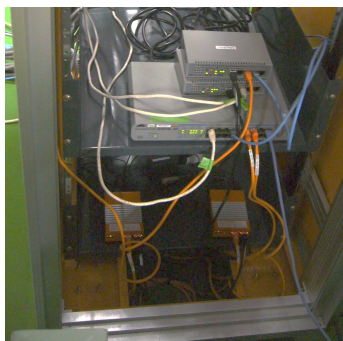
下記仕様は全モデル共通

映像出力	1x HDMI
音声出力	HDMIによるディスプレイオーディオ
LAN	2x Intel® 211 Gb-LAN
USB	2x USB 2.0
SDカード	1x SDカードスロット
電源入力	入力電圧: DC+12V (ACアダプタ: 100V仕様)
消費電力 ※2,※3	最大15W/平均3W~8W
瞬停検出機能	内蔵

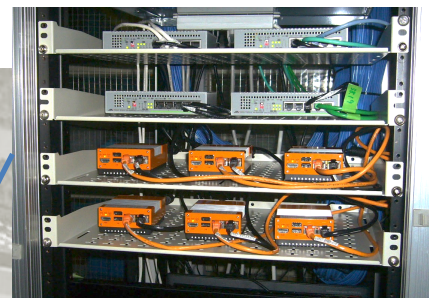
# New IOC Configuration

IOC name(CH)	function	location
ioc-nu1-vac1(107)	真空関係@1次ビーム前段部	NU1
ioc-nu1-blm(350)	ビームロスモニタ@1次ビーム前段部	NU1
ioc-nu1-bmon(370)	ビーム位置モニタ他@1次ビーム前段部	NU1
ioc-nu1-ncilk(365)	常伝導電磁石インターロック@1次ビーム前段部	NU1
ioc-nu1-ncps(1144)	常伝導電磁石電源制御@1次ビーム前段部	NU1
ioc-nu1-scps(141)	超伝導電磁石電源制御@1次ビーム前段部	NU1
ioc-nu2-vac(96)	真空関係@1次ビーム最終収束部	NU2
ioc-nu2-blm(235)	ビームロスモニタ@1次ビーム	NU2
ioc-nu2-ncilk(243)	常伝導電磁石インターロック@1次ビーム	NU2
ioc-nu2-tank(27)	排水関連@NU2	NU2
ioc-nu2-ncps(1040)	常伝導電磁石電源制御@1次ビーム最終収束部	NU2
ioc-nu2-hornps(450)	電磁ホーン電源制御	NU2
ioc-ts-tgt(228)	ターゲット関連	TS
ioc-ts-ilk()	インターロック@ターゲットステーション	TS
ioc-ts-horn()	電磁ホーン関連	TS
ioc-ts-hvsl()	ヘリウムベッセル関連	TS
ioc-ts-hornwf()	電磁ホーン波形	TS
ioc-ts-gas(138)	ガスハット@ターゲットステーション	TS
ioc-nu3-ilk(2571)	インターロック	NU3
ioc-nu3-dvbd(412)	ディケイボリウム関連	NU3
ioc-muhut-mon(299)	ミュオンモニタ関連	MU
io-ccr-soft(2319)	ソフトウェアチャンネル	CCR

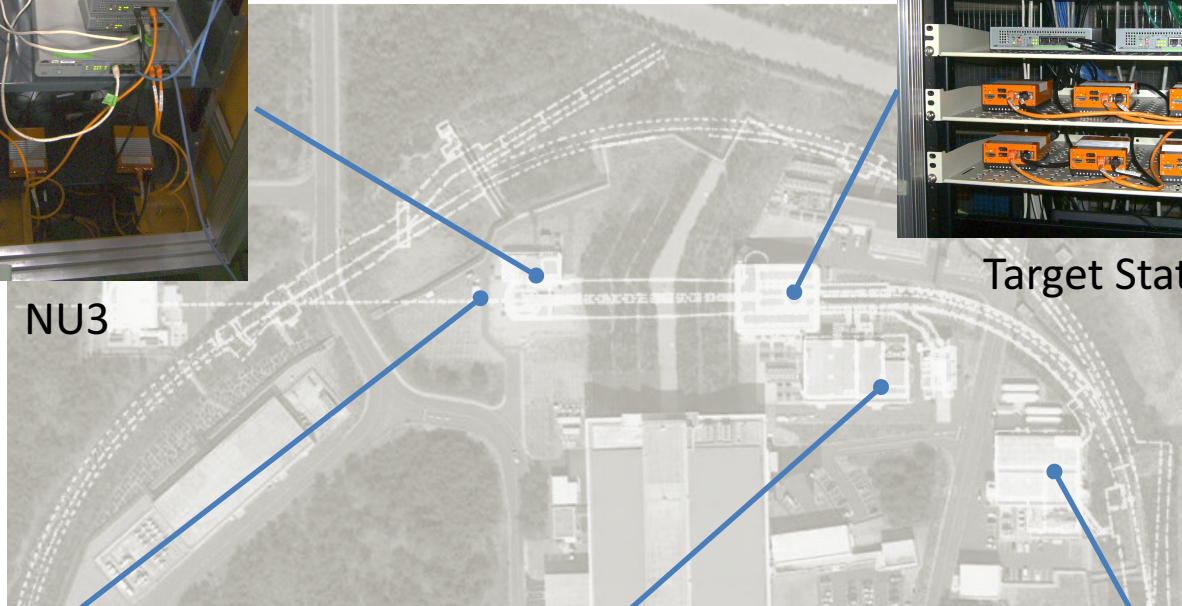
# New IOC Configuration (Contd.)



NU3



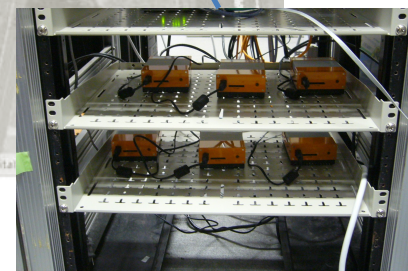
Target Station



MU-HUT



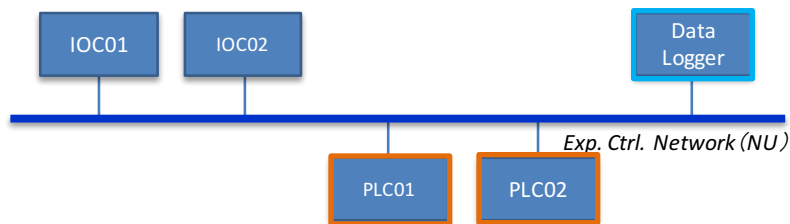
NU2



NU1

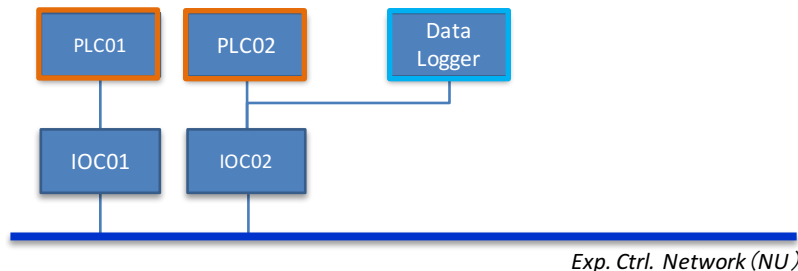
# Update of IOC network

- 2008年～2016年
  - IOCやPLC等のデバイスは制御ネットに接続



2013年1月、ネットワークスイッチ障害により大量の packets が制御ネットにブロードキャストされPLC CPUジュールが機能不全に陥った

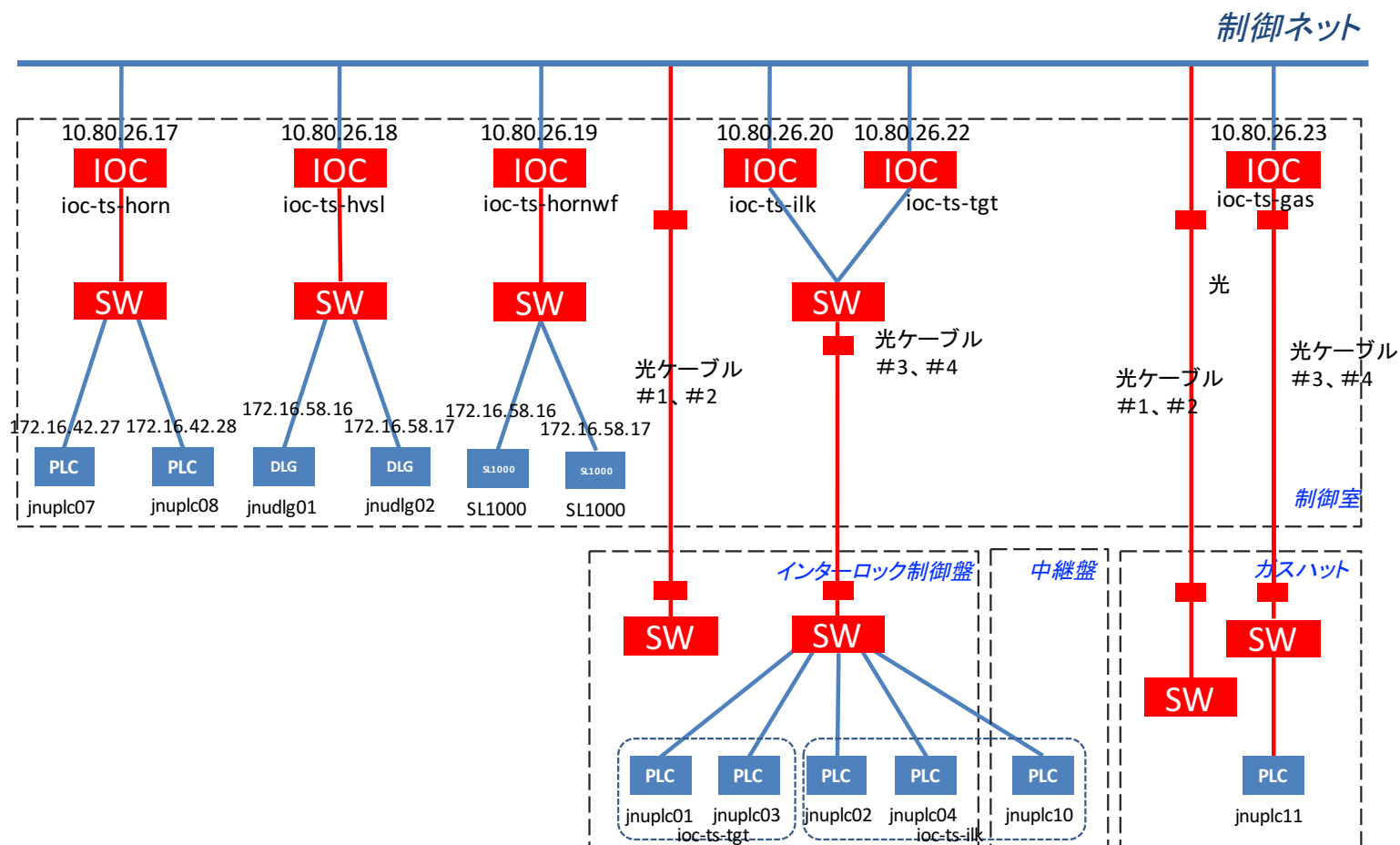
- 2016年～
  - PLC等のデバイスは直接制御ネットに接続しない



PLC等のデバイスは制御ネットの障害の影響を受けない

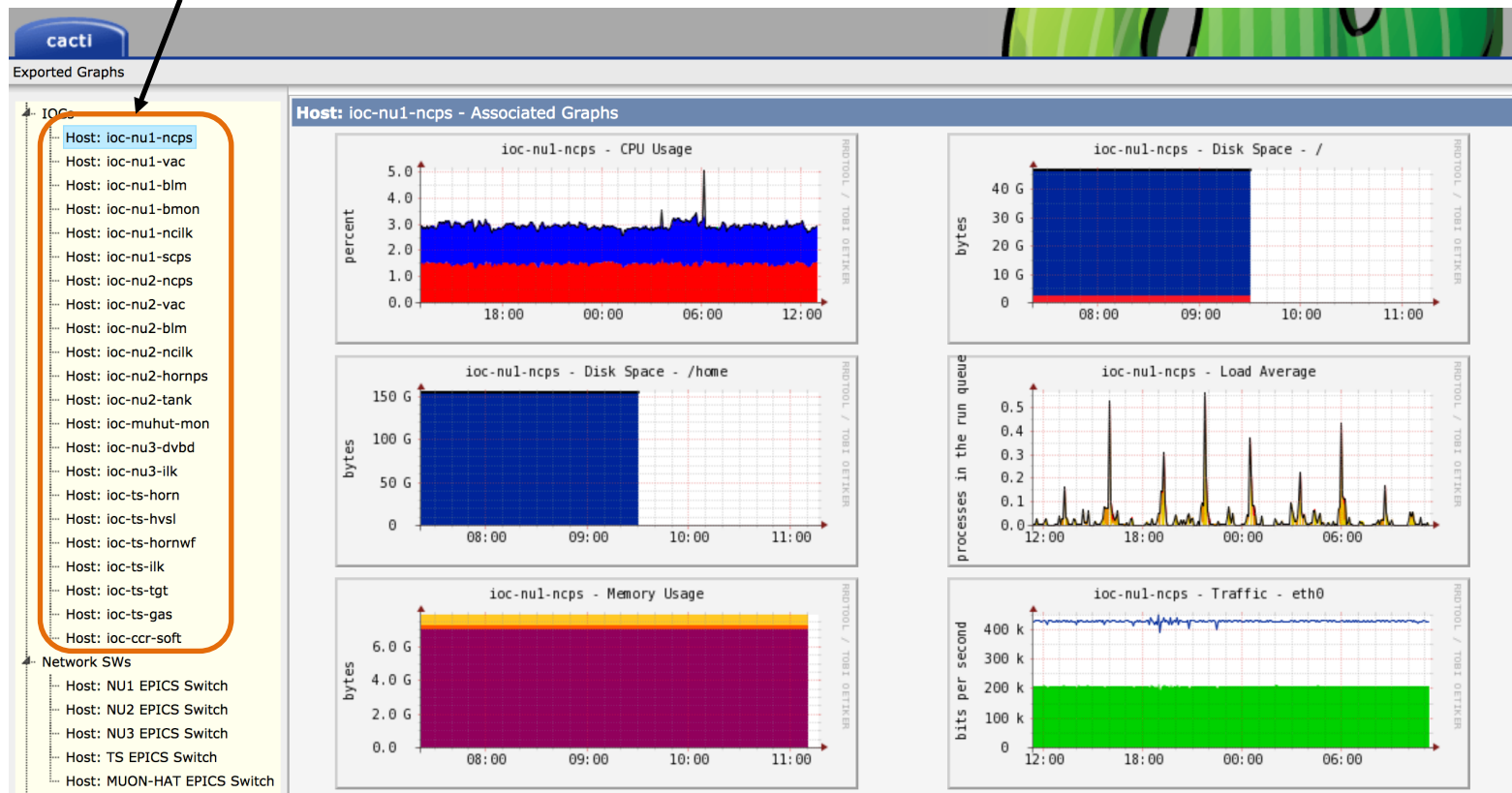
# Update of IOC network (Contd.)

- Target Station(TS)のIOCの配置とネットワーク



# Monitoring of IOCs

New IOCs



- Cactiを利用して制御ネット上の機器(PC,スイッチ)、制御室温度、トンネル圧力等を常時モニタしている
- モニタ値が閾値を越えたor応答がなかった場合は担当者へメールが届く

# Summary

- この夏に次のニュートリノビームライン制御システムのアップグレードを行った
  - EPICSソフトウェア環境の更新
  - IOC計算機の機種選定および更新
  - EPICSネットワーク構成の変更
- 10月末からビーム運転再開。新システムでより安定な運転をめざす