

RCNPにおける加速器制御システム更新と エミッタンスモニター開発

依田哲彦、畑中吉治、福田光宏、安田裕介、
斉藤高嶺、森信俊平、田村仁志、鎌倉恵太
大阪大学RCNP・加速器研究部門

第4回計測システム研究会, July 24-26,
2015 @ 大阪大学RCNP

RCNPにおける加速器制御システム更新と エミッタンスモニター開発

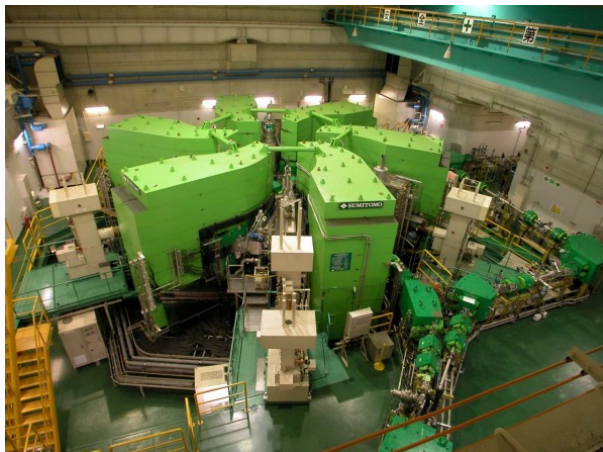
- ・加速器制御システムの概要
- ・耐震工事に伴う計器盤のPLC化
- ・上位系システムの更新

- ・イオン源室エミッタンスモニターの開発
- ・エミッタンスモニターの高速化
- ・エミッタンスモニターのリアルタイム化

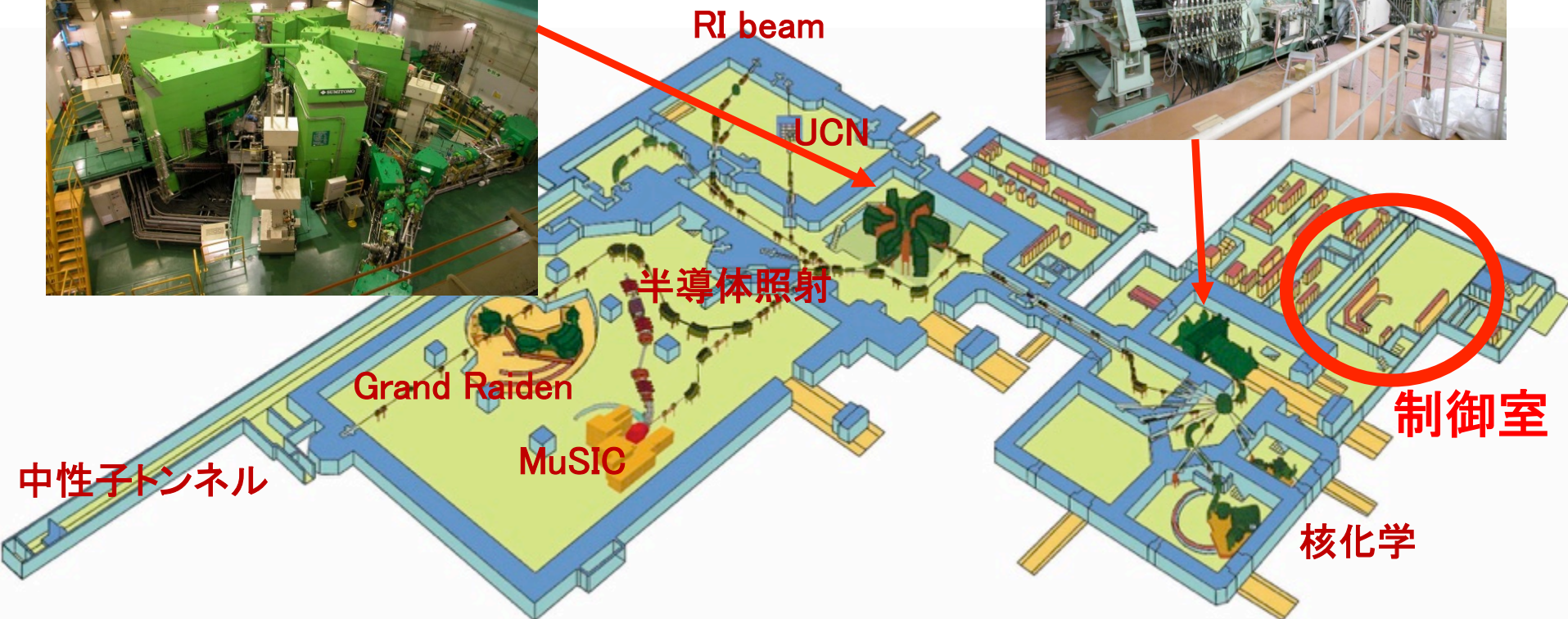
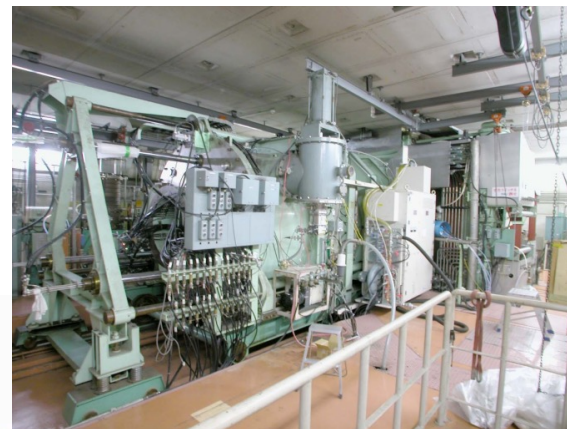
核物理研究センターサイクロトロン実験施設

原子核物理から産業利用まで

Ringサイクロトロン(1991~)
K=400



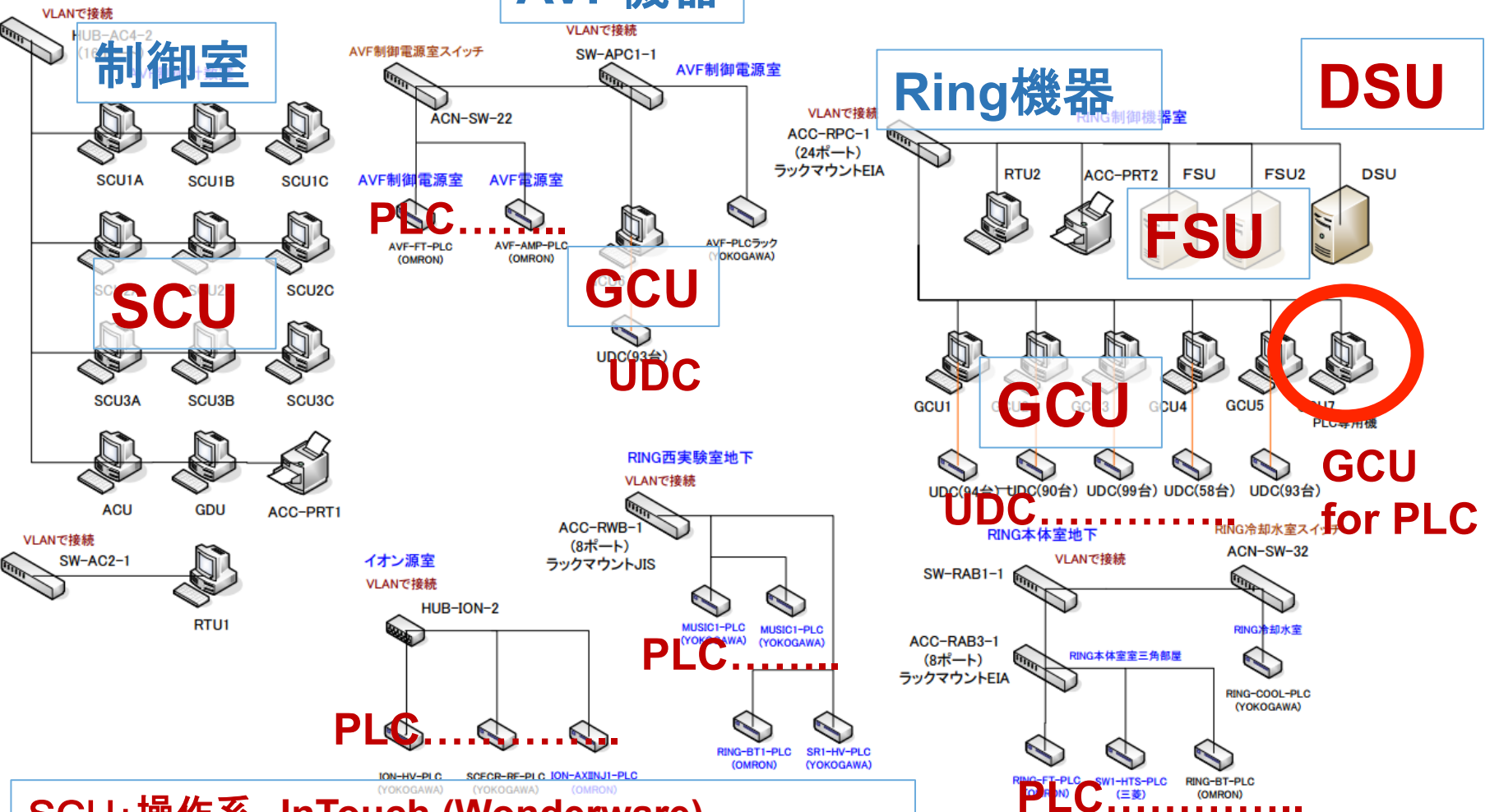
AVFサイクロトロン (1977~)
K=140



電源、RF等の機器制御、機器保護インターロック制御など
リレー制御、UDC制御、PLC制御の混在

制御システム概要 (UDC,PLC)

RCNP新加速器ネットワーク計画図



SCU: 操作系 InTouch (Wonderware)
GCU: UDC,PLC制御系 InTouch (Wonderware)
FSU: ファイルサーバ Access (MS)
DSU: データサーバ Historian (Wonderware)

制御室概観(操作系SCU及びリレー制御計器盤)



Windows XP
- UDC, PLC制御
リレー制御
Sep. 2005 ~ Jul. 2012



Sep. 1995 ~ Jul. 2005
VAX-UDC制御
リレー制御



~ Jul. 1995
電子CP盤
リレー制御

耐震工事に伴う計器盤のPLC化

計器盤撤去の必要があり、PLC化が
決断された。

RING棟

AVF棟

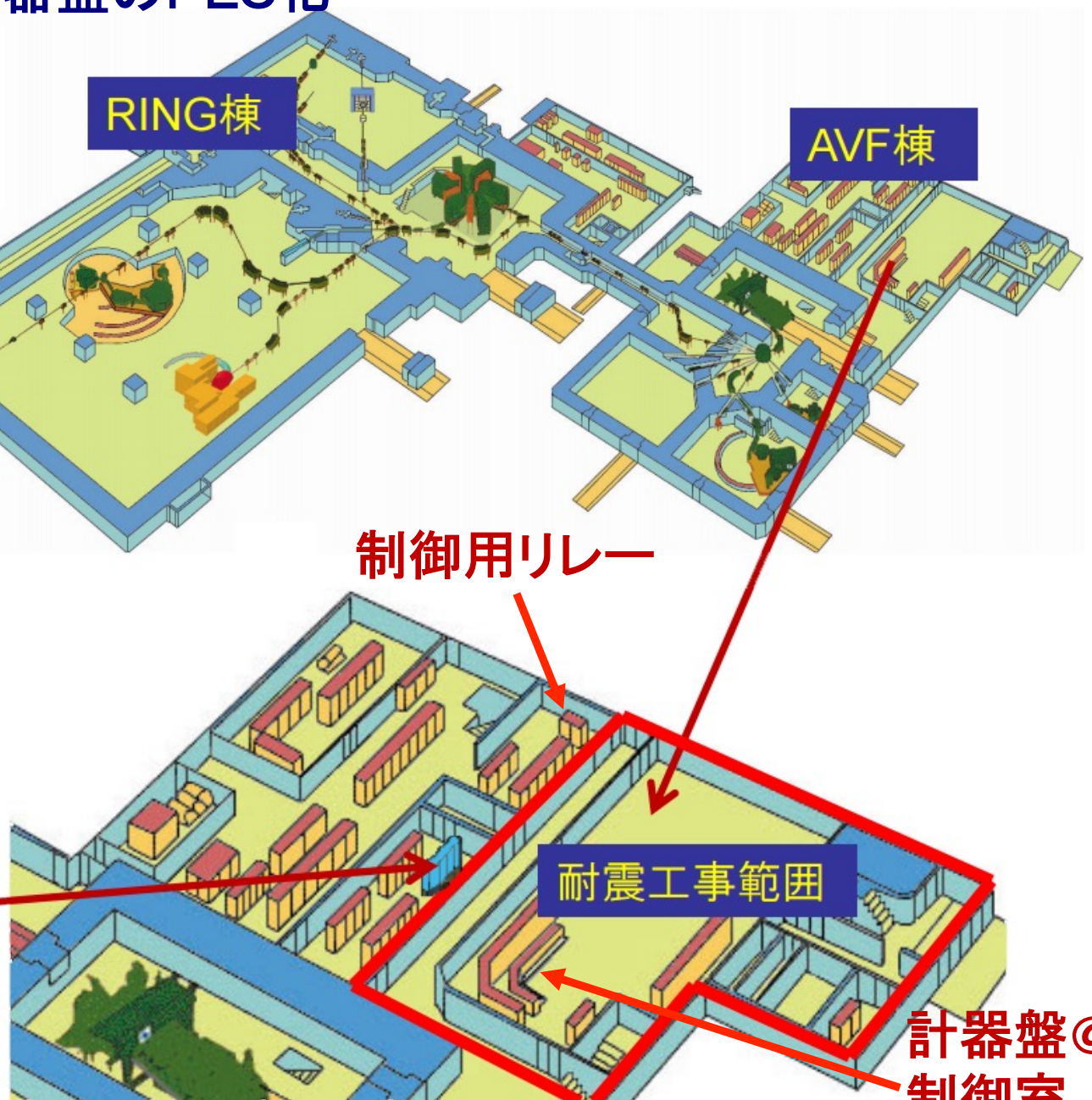
制御用リレー

計器盤PLCラック
設置場所
(AVF制御電源室)

新設

耐震工事範囲

計器盤@
制御室



計器盤撤去

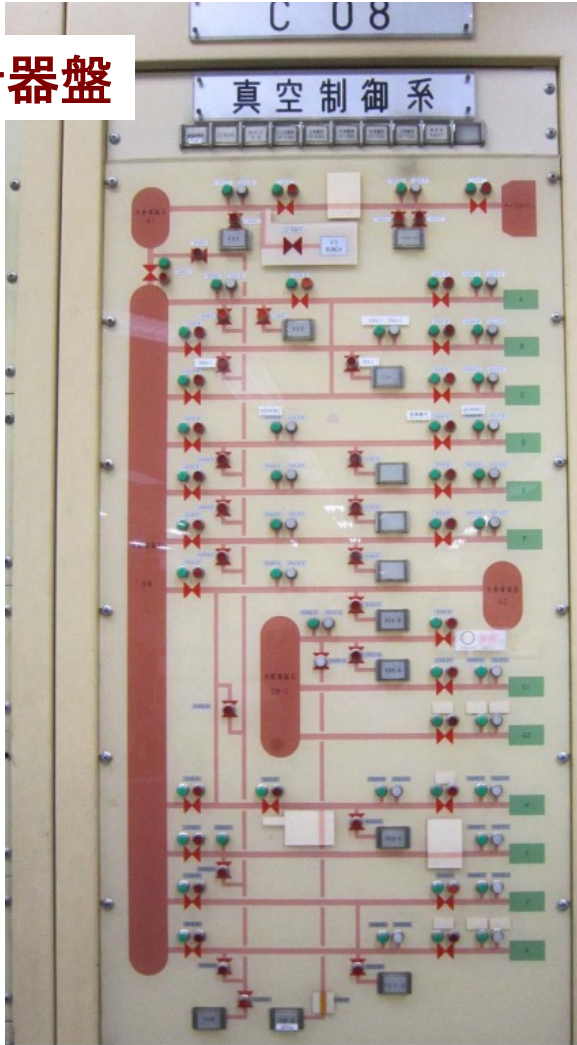


ケーブルタグ管理
配線図作成等
準備期間4ヶ月
(住重加速器サービ
スの皆様)



計器盤のPLC化

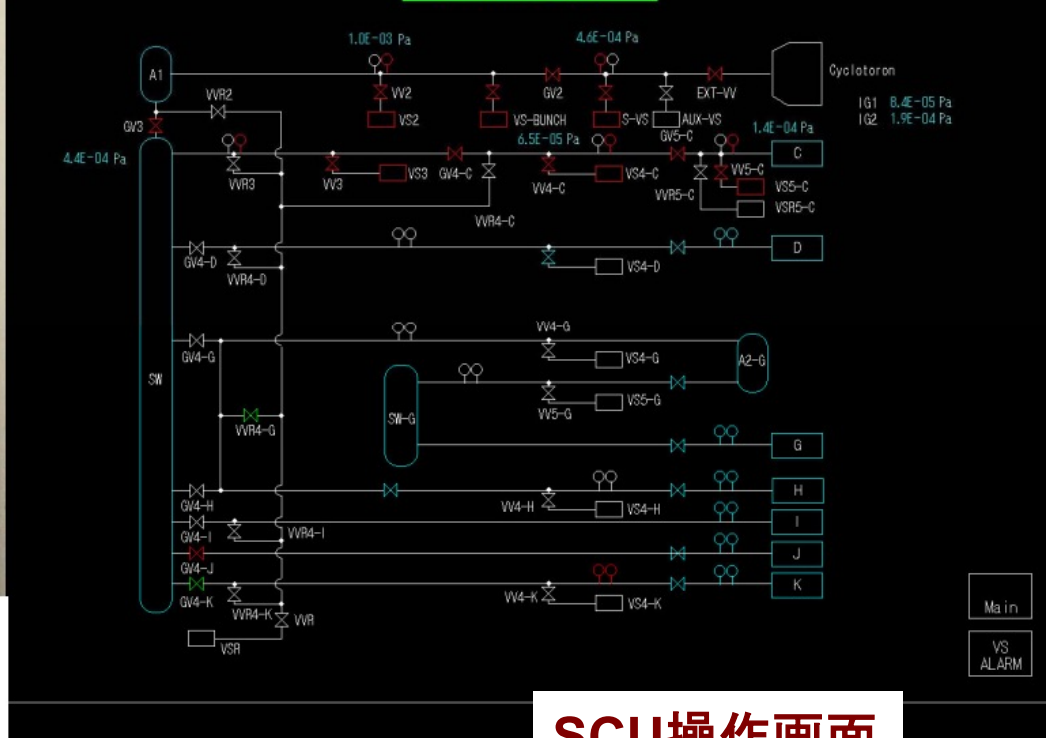
計器盤



PLCラック



SCU3C 2013/07/07 ION S: HIPIS AVF P:D E: 10.0 MeV F: 1
18:59:38 MODE: POL RING P:D E: 0.0 MeV F: 0
AVF BT Va



SCU操作画面

耐震工事後：計器盤PLC化後の制御室



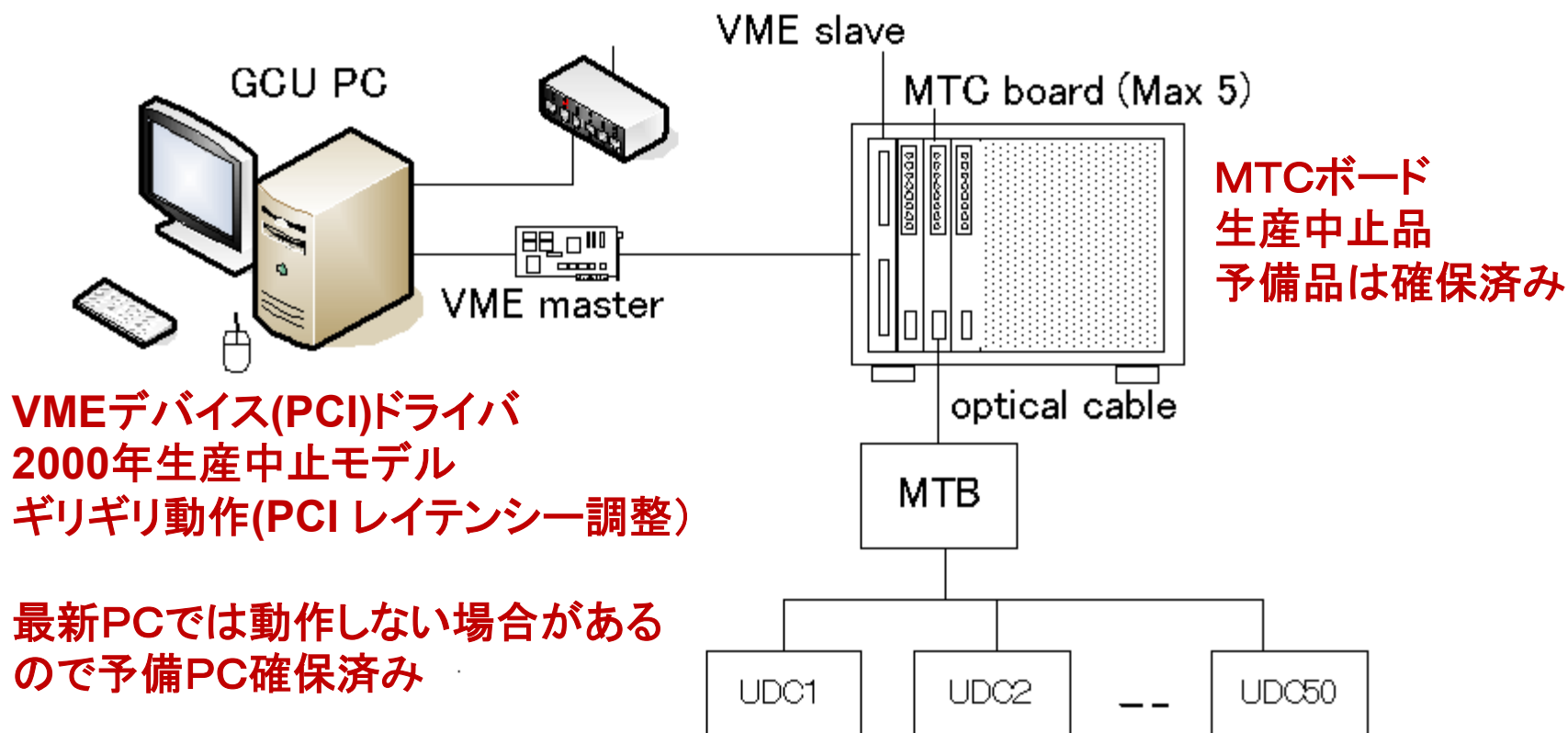
コース切り替え操作のPLC化によりグラフィカル表示及びWEBへのUPも簡易的にできるようになった。

ただしリレー制御そのものは依然存在 (OMRON MK3P)

上位系(SCU,GCU,etc.)の更新



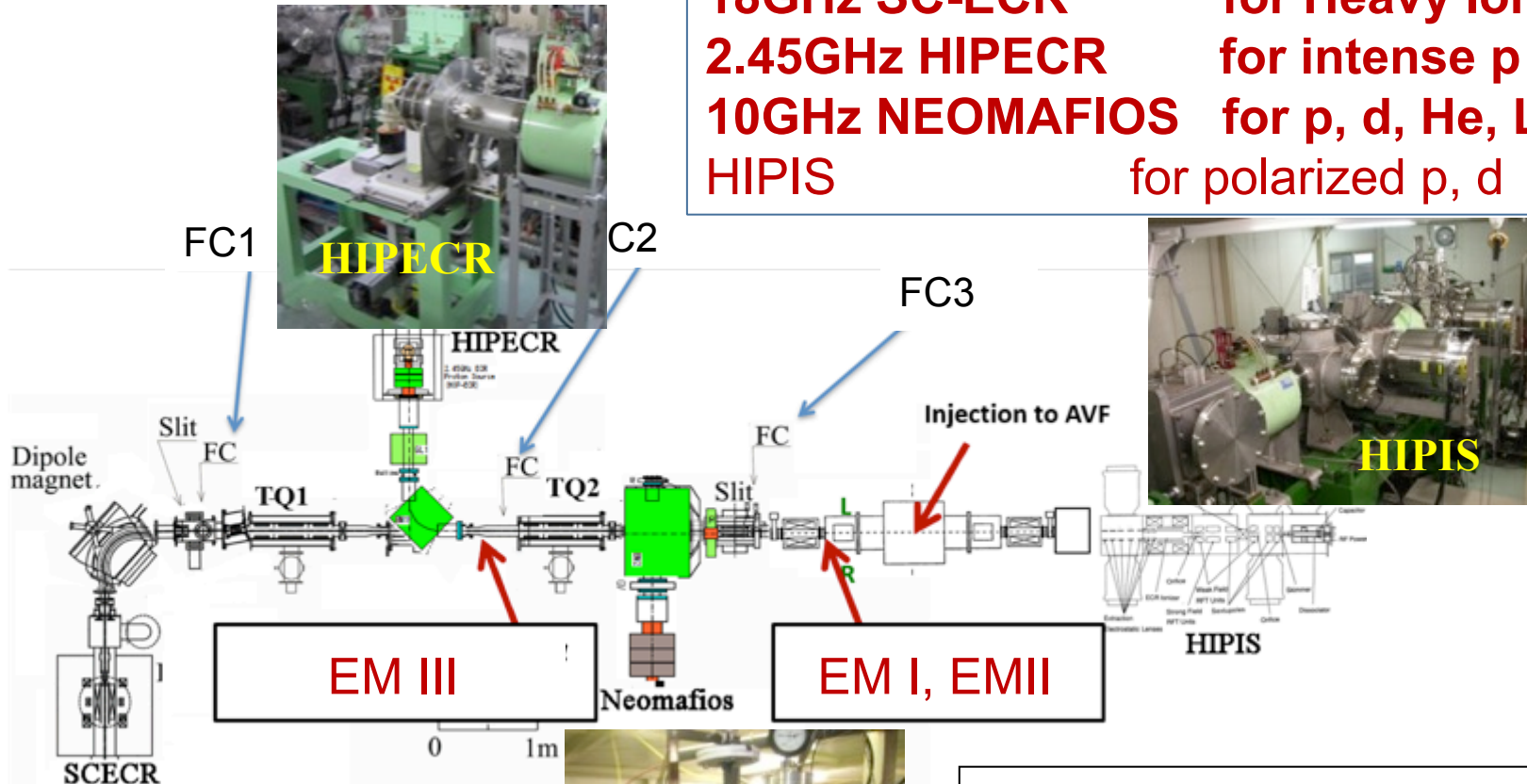
要PC更新 (XP→Windows7 32bit)
Intouch Windows7対応 (v.9.0→10.1)



イオン源用エミッタンスモニターの開発

AVF サイクロトロンアクセプタンスにマッチしたビーム生成:
加速ビームの大強度化

18GHz SC-ECR for Heavy Ions
2.45GHz HIPECR for intense p
10GHz NEOMAFIOS for p, d, He, Li ~ Mg
HIPIS for polarized p, d

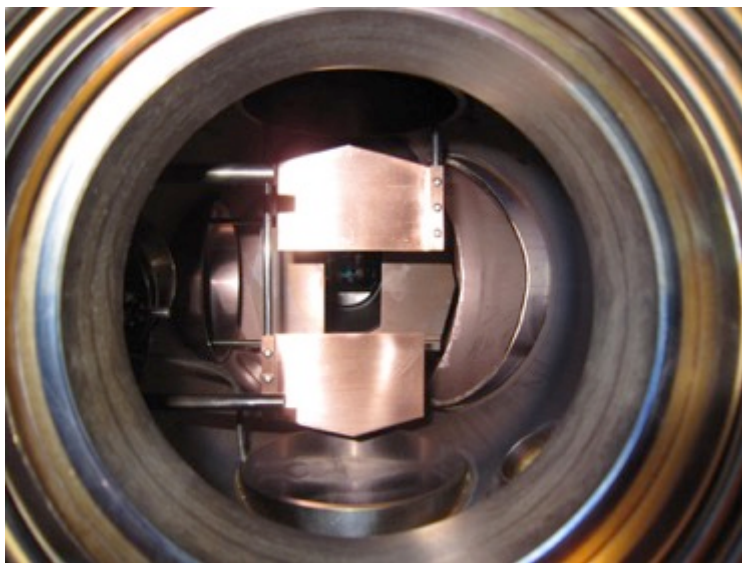
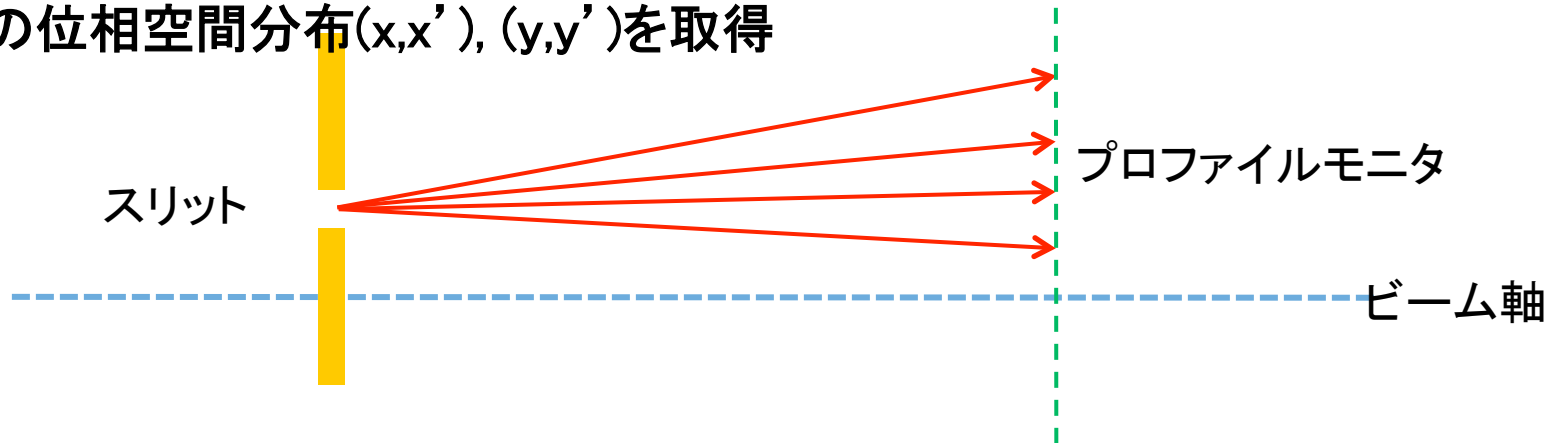


Emittance Monitor

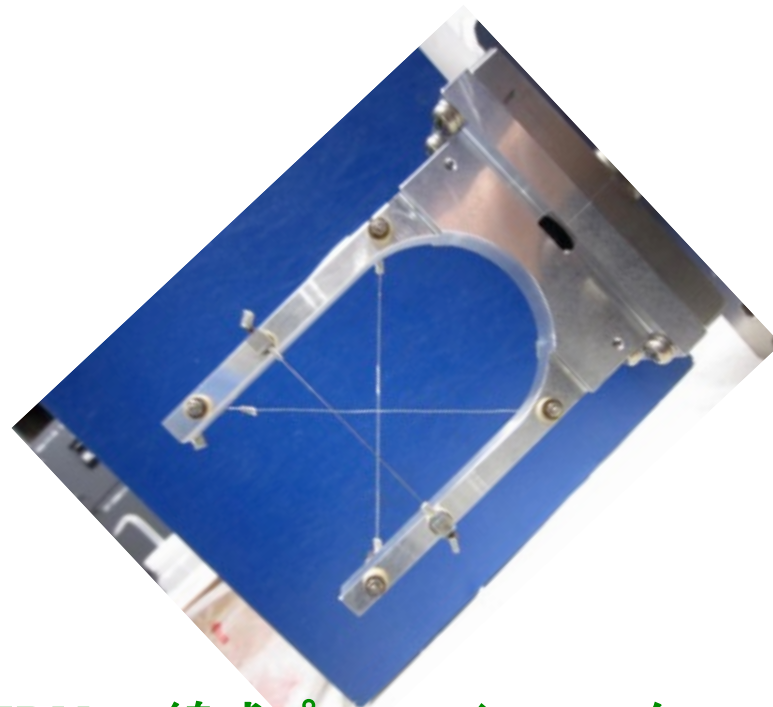
- EM I : x slit, y slit and TPM
- EM II : xy slit and BPM82
- EM III : pepperpod EM

エミッタンスモニター (EM I)

スリットとプロファイルモニタの組み合わせにより
ビームの位相空間分布 (x, x') , (y, y') を取得



x, y スリット



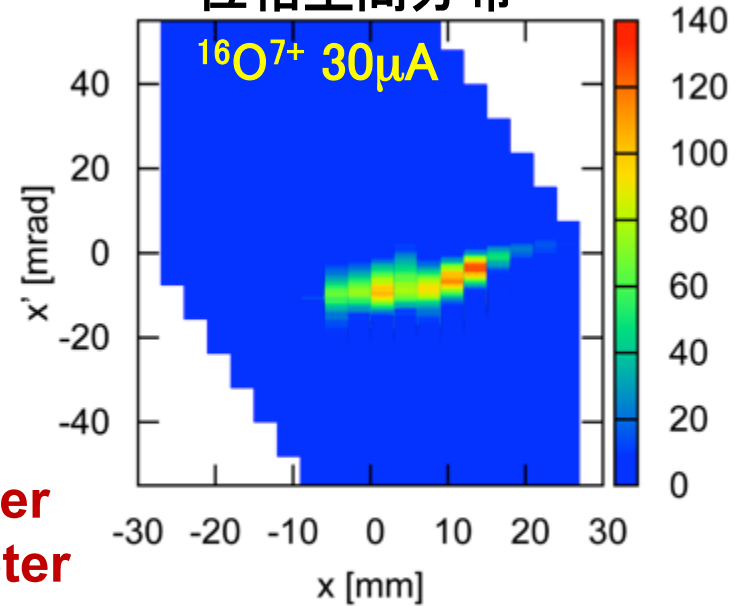
TPM: 3線式プロファイルモニター

エミッタンスモニター(EM I) (cont')

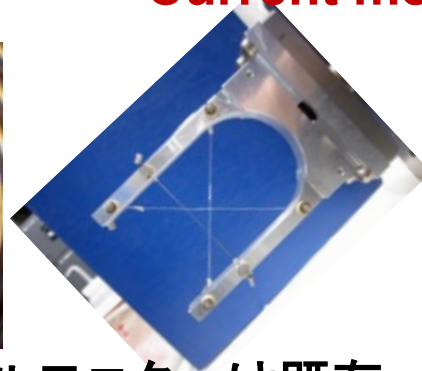
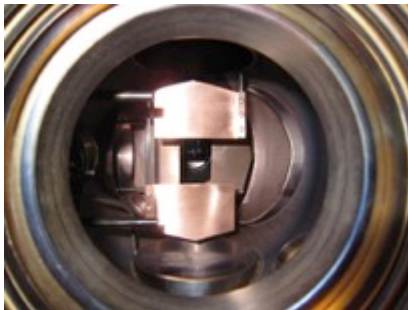
SCU(InTouch)を介したシーケンスプログラム(VB)



所得された 位相空間分布



SCU \leftrightarrow GCU \leftrightarrow UDC, PLC \leftrightarrow motor driver
Current meter



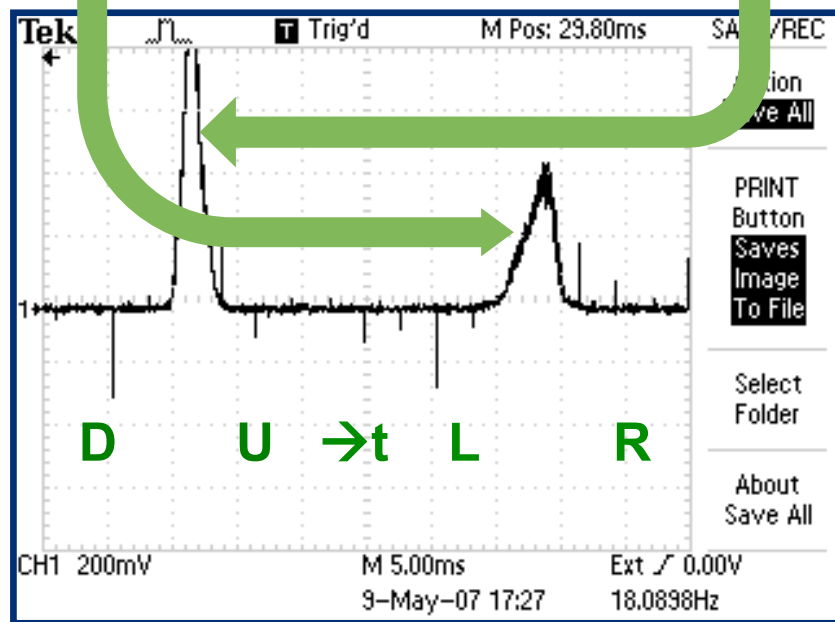
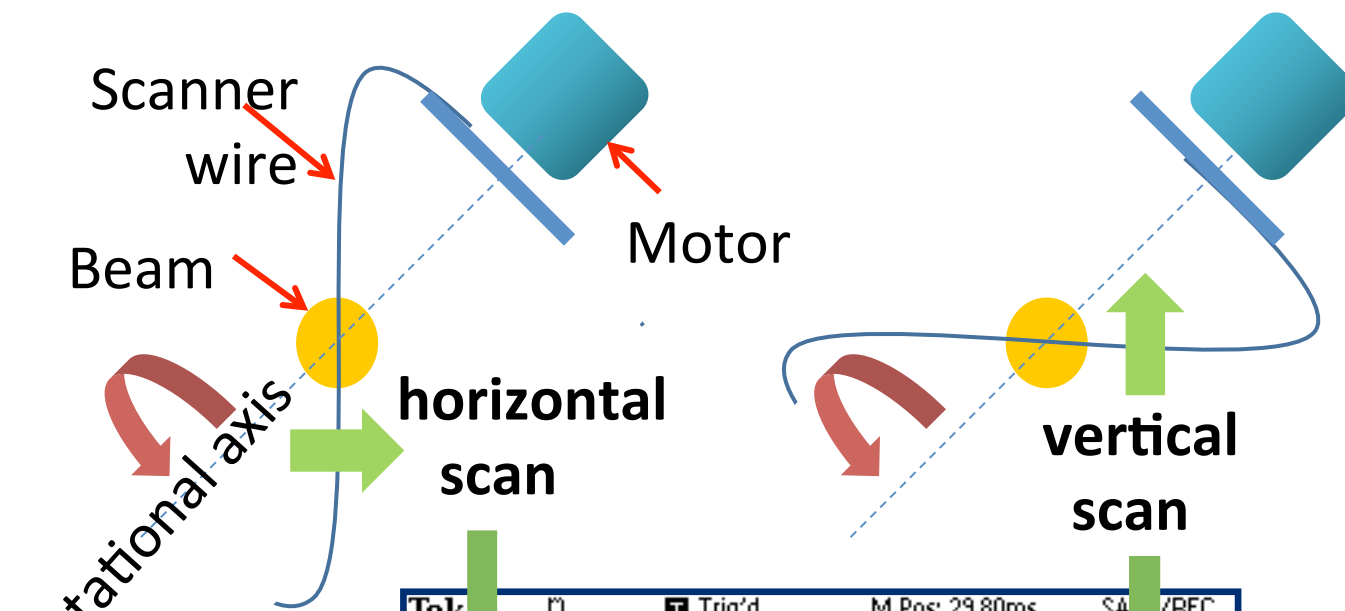
スリット及びプロファイルモニターは既存

$$\epsilon_x = 101.9\pi \text{ [mm*mrad]} \text{ (90\% of all ions)}$$

(x, x') , (y, y') 分布
及びエミッタンス
取得に約30分

エミッタンスモニター(EM II) (cont')

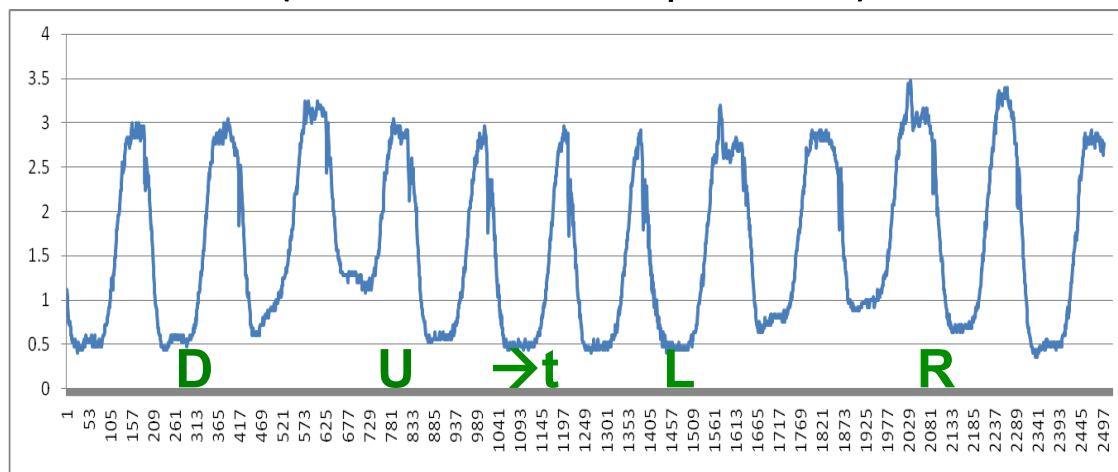
BPM82概要



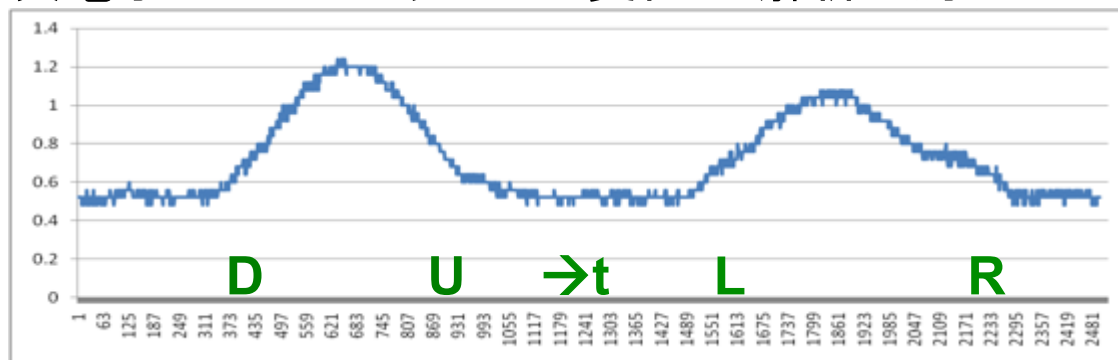
エミッタンスモニター(EM II) (cont')

BPM82の問題点

- ビームの時間構造:(ECRイオン源のコンディションに依存)
 - ~4.2 ms の時間構造が 18cps測定では見えてしまう
 - average測定で回避 (→this is NOT 18cps meas.)



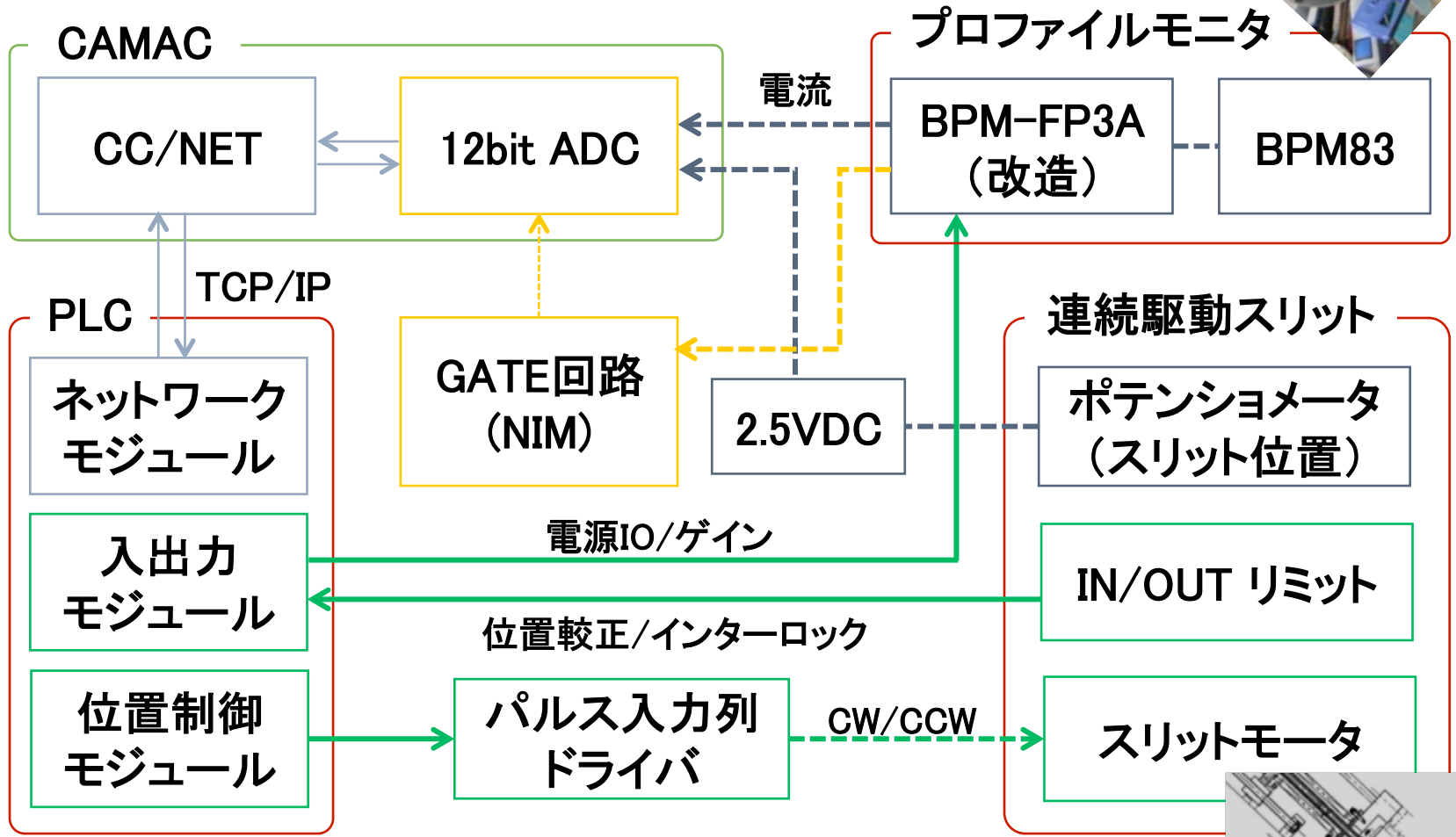
-バッフルなどからの2次電子 → ベースラインの変位 → 解析で対応



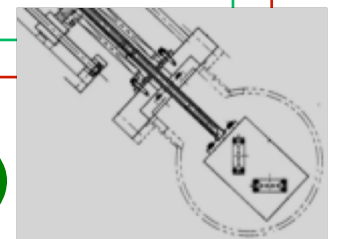
エミッタンスモニター(EM II) (cont')



- 制御概略図 (加速器制御からは独立)

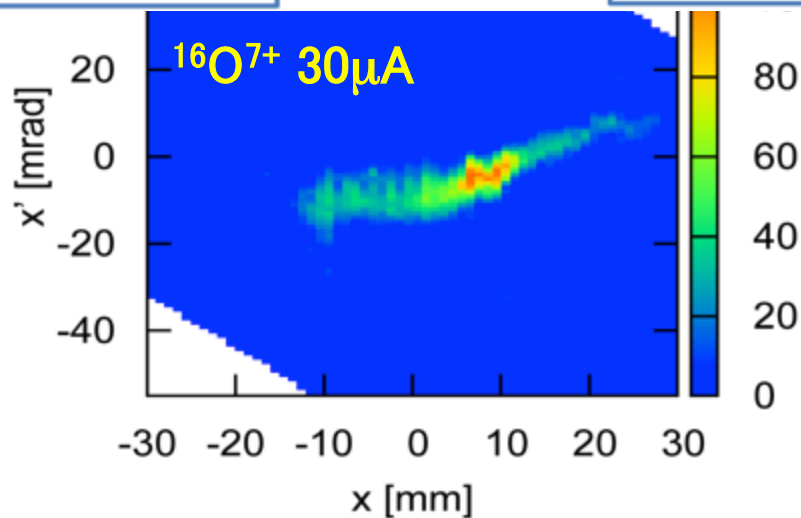
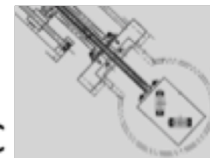
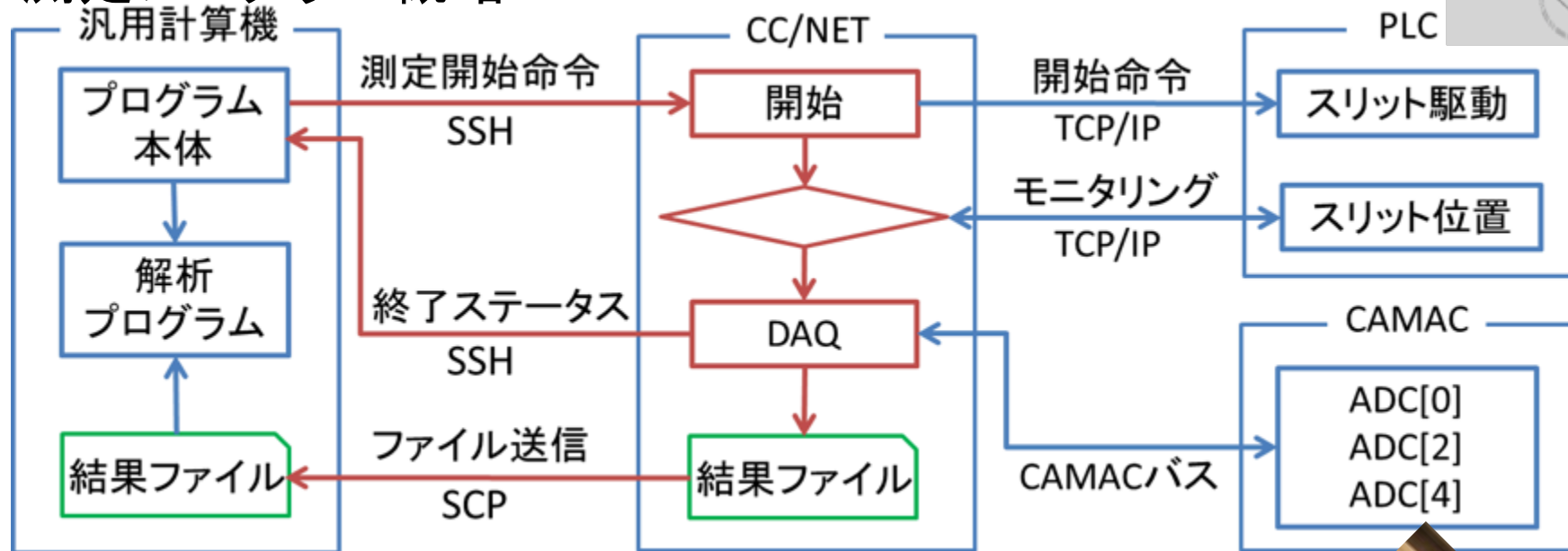


XY Slit full stroke=210mm(/70sec)



エミッタンスモニター (EM II) (cont')

測定プログラム概略



$$\epsilon_x = 129.2\pi \text{ [mm*mrad]} \text{ (90\% of all ions)}$$

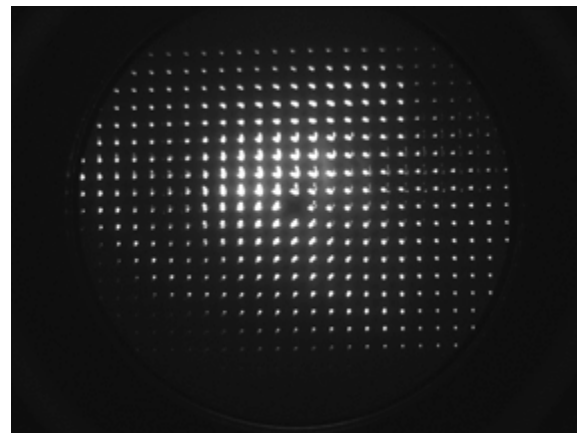
(x, x'), (y, y') 分布取得
及びエミッタンス導出
に **70秒 + α**



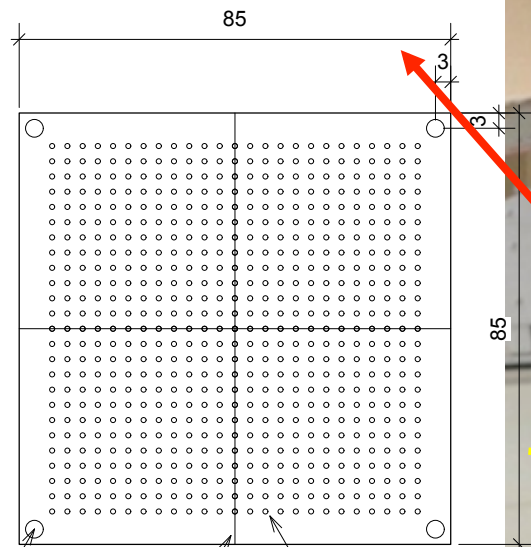
エミッタンスモニター (EM III) (cont')

エミッタンス測定のリアルタイム化

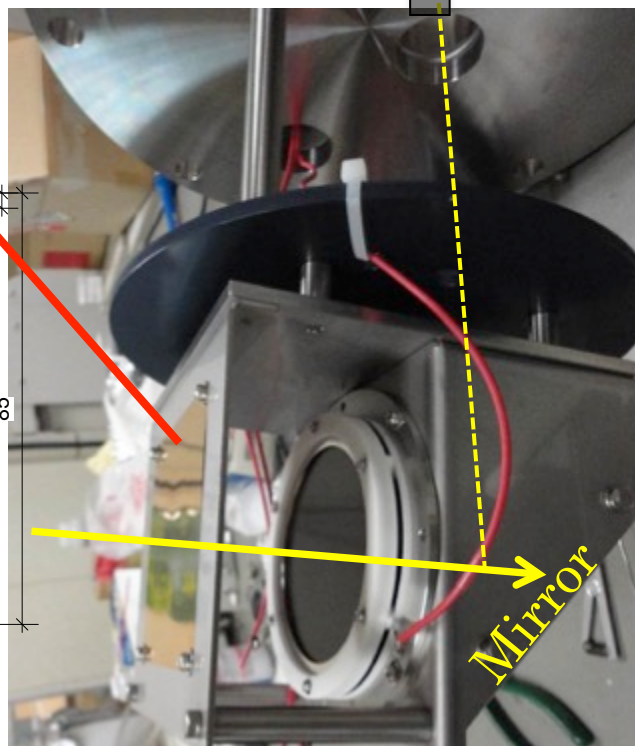
CCD
Camera



Pepperpod Mask



材質 リン青銅 50 μ m厚
サイズ 85mm角
穴径 70 μ m ϕ
穴間隔 3mm



Mirror

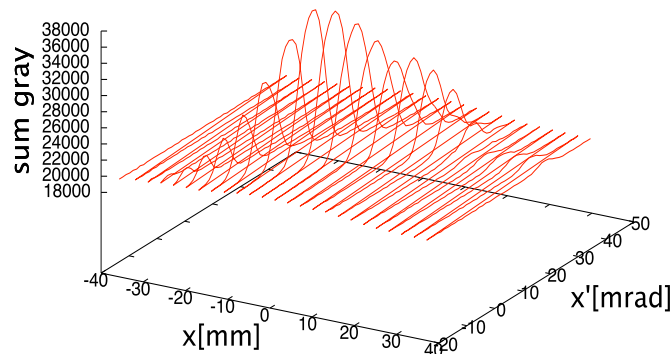
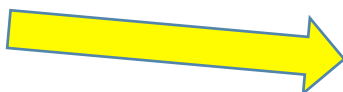
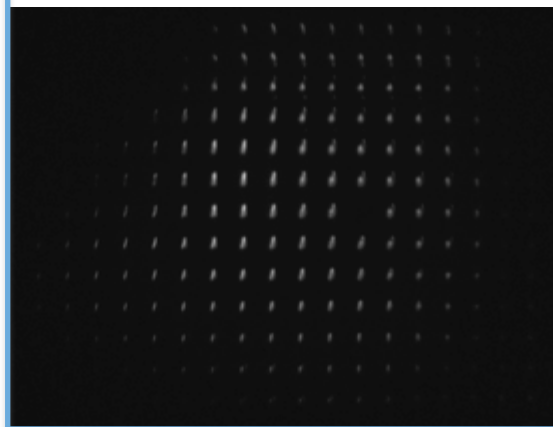
Micro Channel Plate

エミッタンスモニター(EM III) (cont')

測定プログラム概要

y(垂直) gray scale: 0~255 → $G(X, Y, x', y')$

$$G(X, x') = \iint G(X, Y, x', y') dY dy'$$



Windows PC

結果表示

汎用機

X Window

SCP
mirroring
upload

解析
プログラム
auto start

カメラ
SONY XCD-U100

IEEE1394

画像所得
ソフト

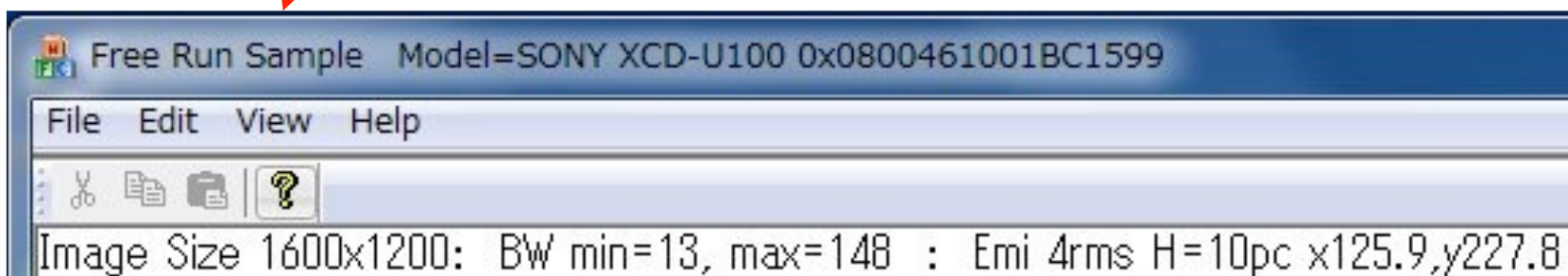
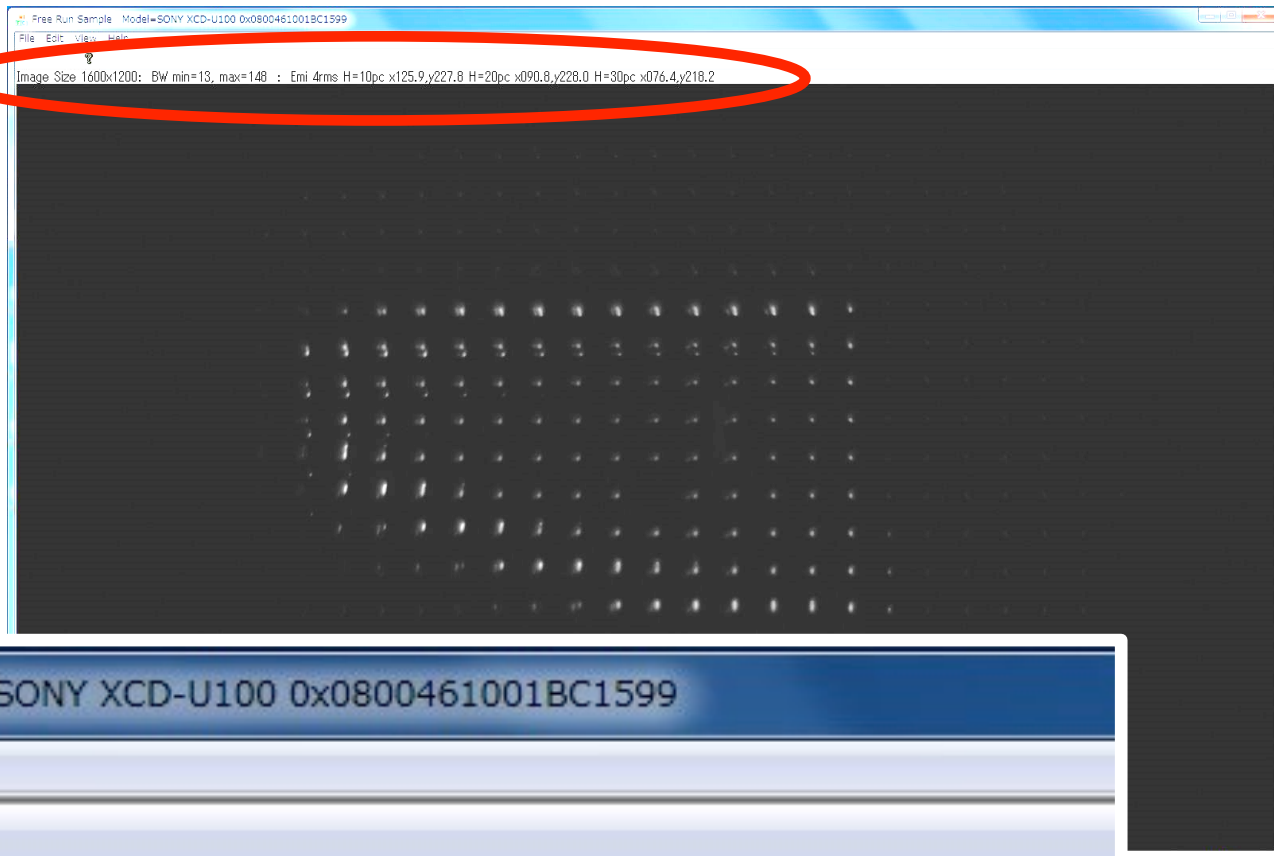
画像ファイル

画像ファイル

(x, x'), (y, y') 分布取得
及びエミッタンス導出
に10秒以下

エミッタンスモニター(EM III)

リアルタイム測定→Windows PC上で解析プログラム実行
(SONY XCD-U100付属サンプルプログラムの改編)



エミッタンス導出に～0.5秒、且つ連続的！！

検証用の (x,x') , (y,y') 分布等のリアルタイム表示が課題

まとめ

- ・加速器制御システム
リレー、UDC、PLC混在
- ・耐震工事に伴う計器盤のPLC化
作業性の向上、コース切り替えのビジュアル化
- ・上位系システムの更新
今後10年の動作は保障される
生産中止品の置き換えなどが課題
- ・イオン源室エミッタンスモニターの開発
制御システムへのシーケンス組込で実現
しかし遅い
- ・エミッタンスモニターの高速化
ワイヤー回転型BPMで高速化
- ・エミッタンスモニターのリアルタイム化
ペッパーポッド型でリアルタイム化
システムとしての信頼度を上げていく