

J-LabにおけるBeam Monitor、 MPSについて

2012/1/25 ERL 検討会

訪問日：2012/12/19 - 21

T.Obina



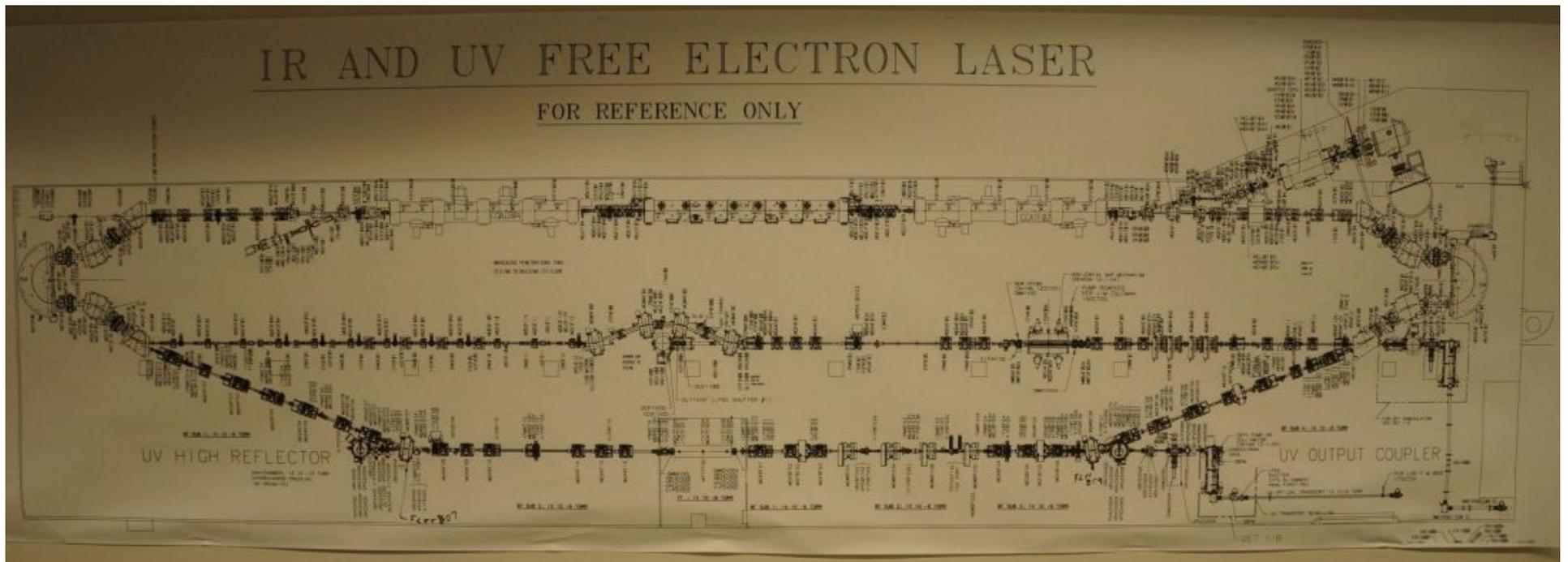
概略

1. 全体図と入射部付近の写真
2. スクリーンモニター関連
3. BPM関連
4. マシンモード、レーザー関連
5. その他

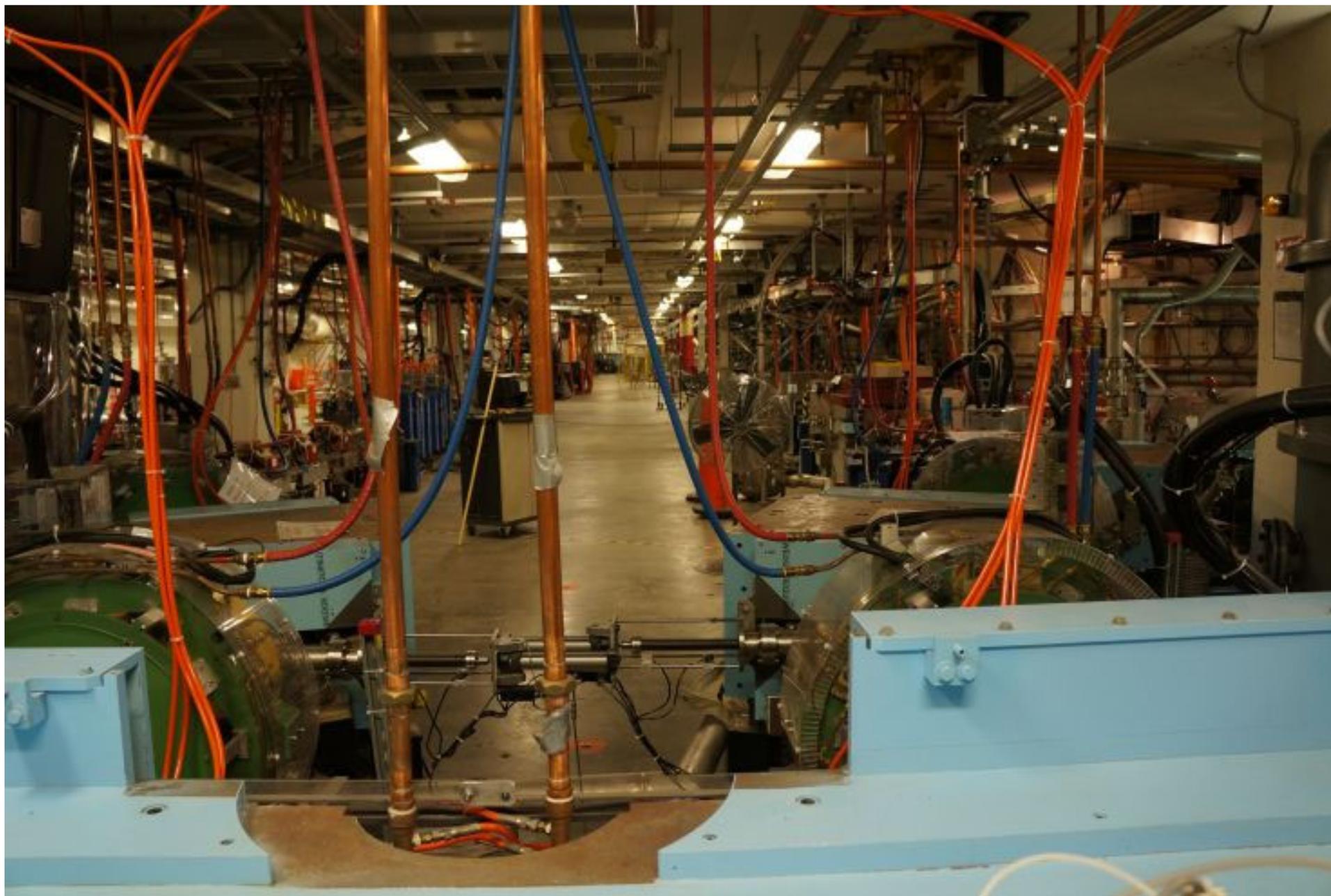
- ・ロスモニターは芳賀さん、松村さんの報告を参照
- ・ビーム損失は坂中さんの発表を参照
- ・全て報告すると長時間かかってしまうので、いくつかのトピックのみ。写真を中心に。
- ・加速器停止中のため、実際の運転の様子などは分らず。

1. 全体図

- ・ 壁に貼ってあった配置図
- ・ cERLでも、そろそろ電磁石や各要素の名前付けルールを決めても良いかも → デザイン打ち合わせ(?)



加速器室内の様子



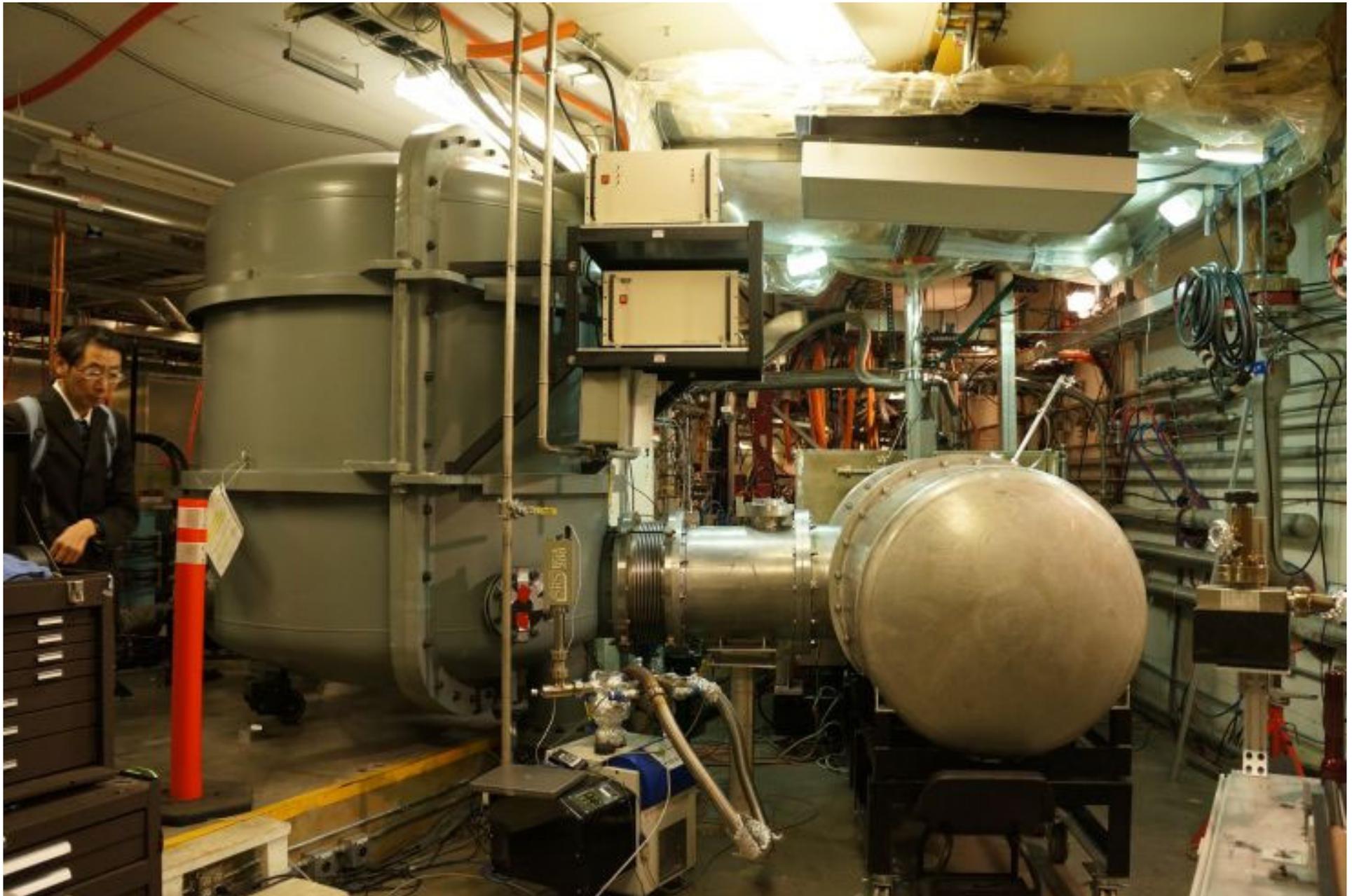
入射部



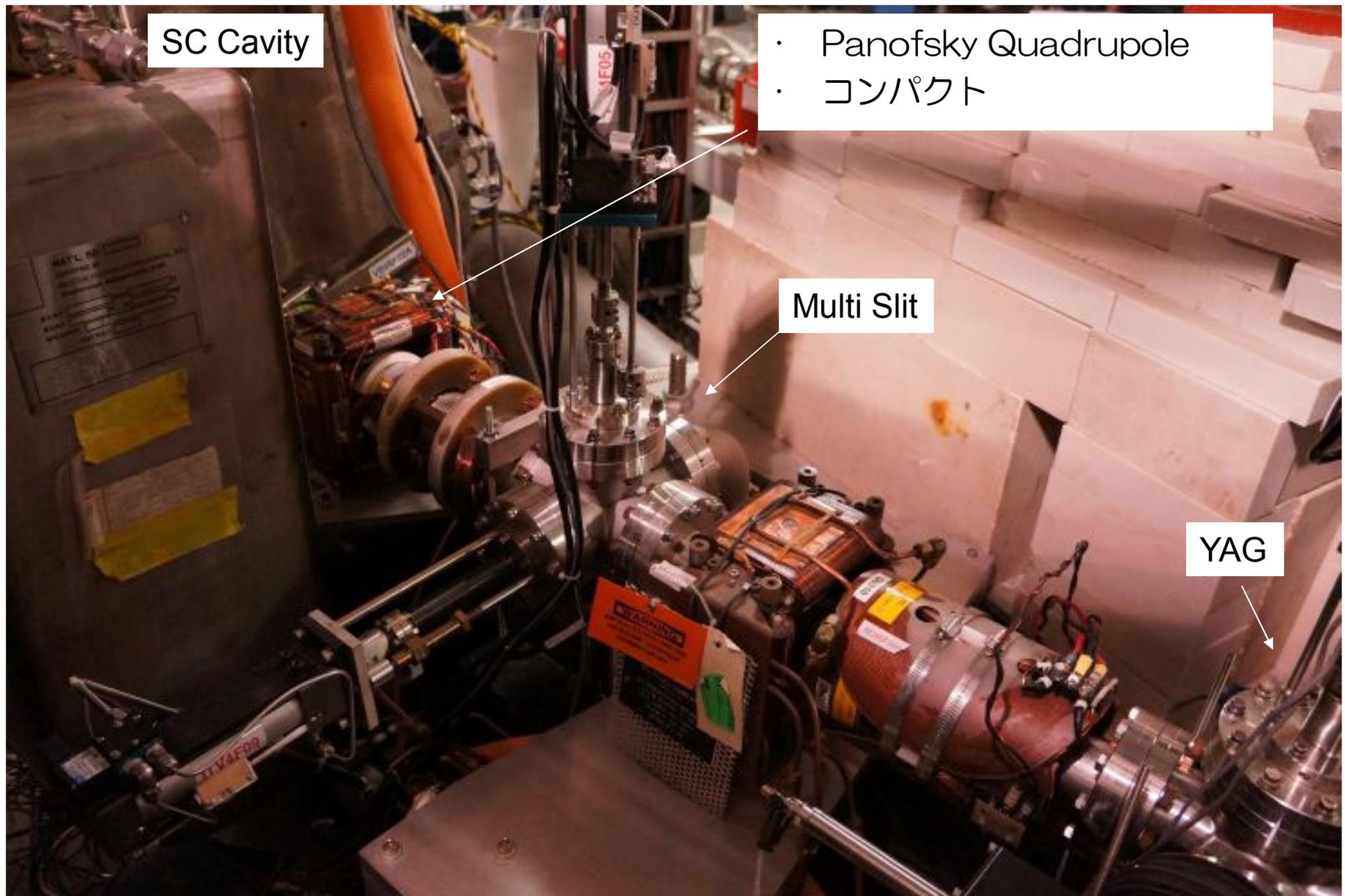
入射部、レーザー輸送



電子銃の後ろから



入射部(SC後)



SC Cavity

- ・ Panofsky Quadrupole
- ・ コンパクト

Multi Slit

YAG

Panofsky Quadrupole

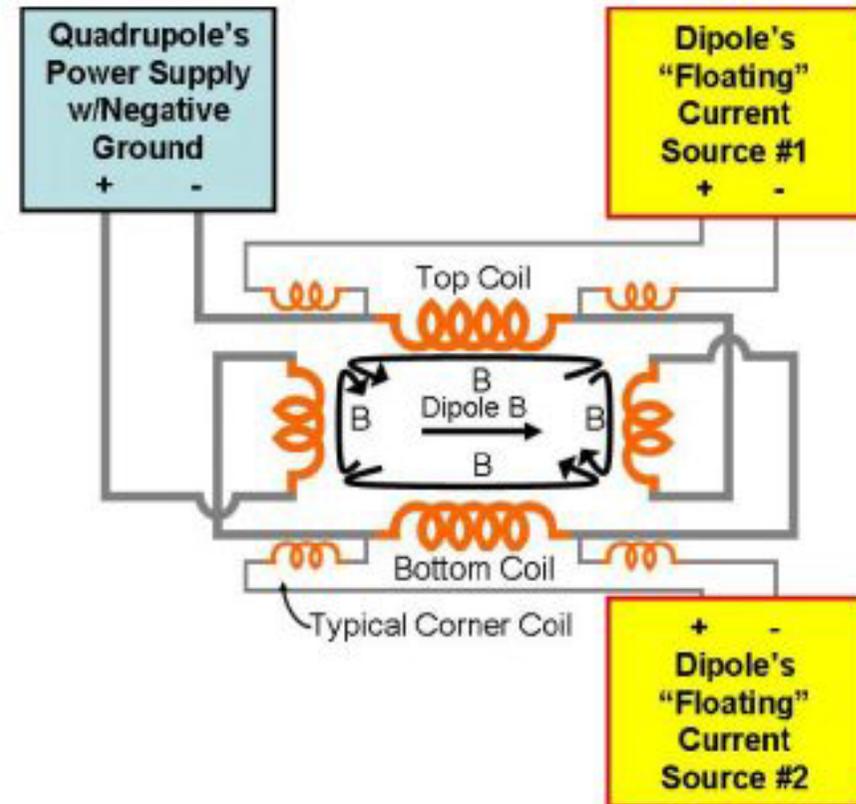
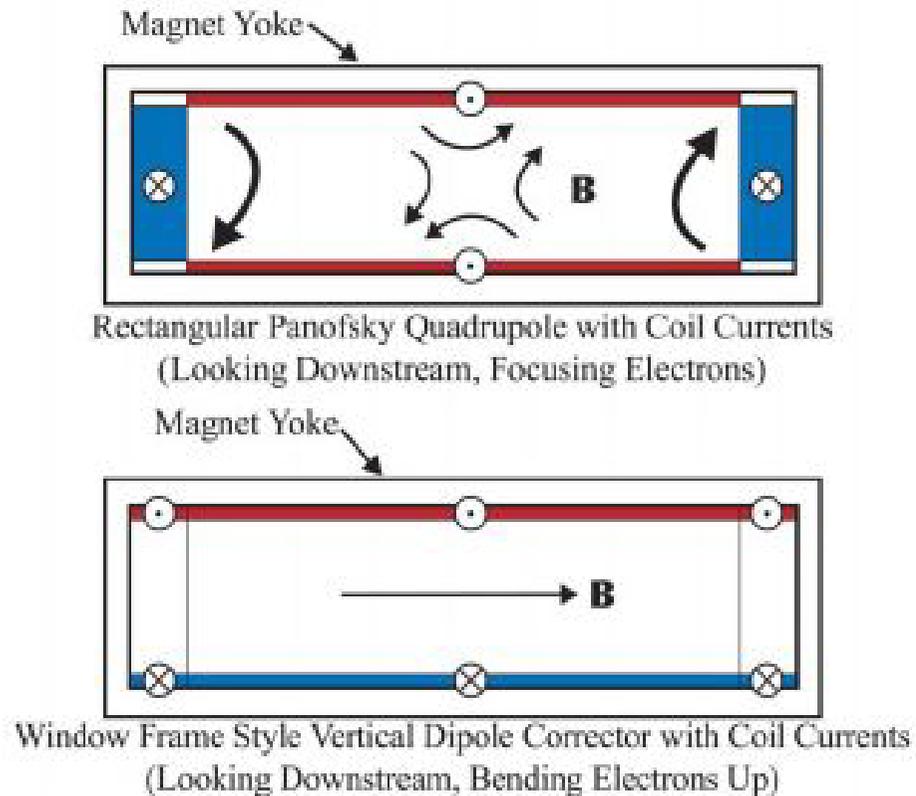


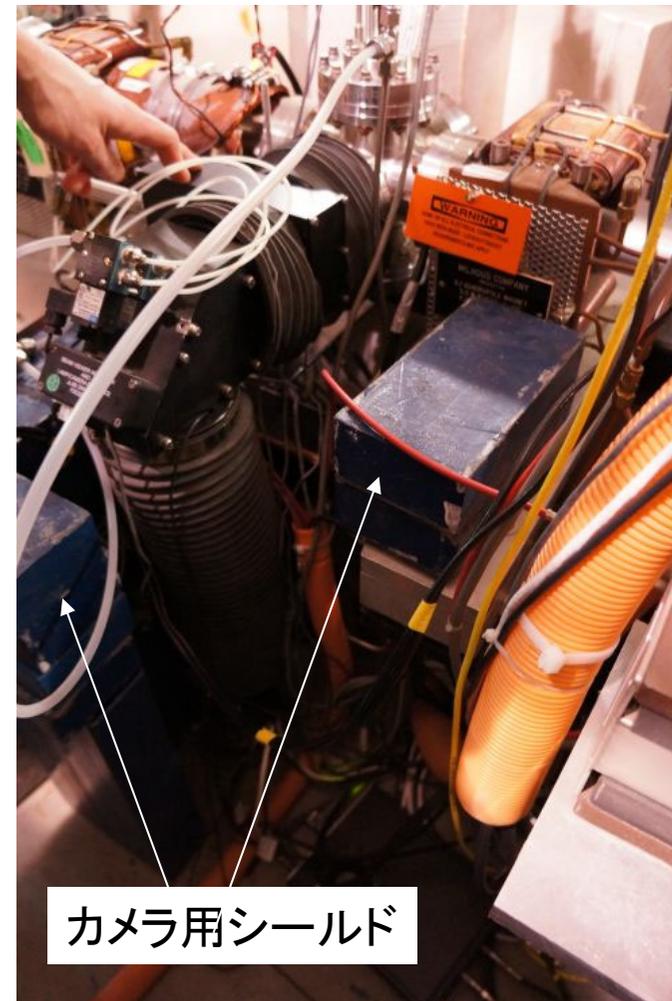
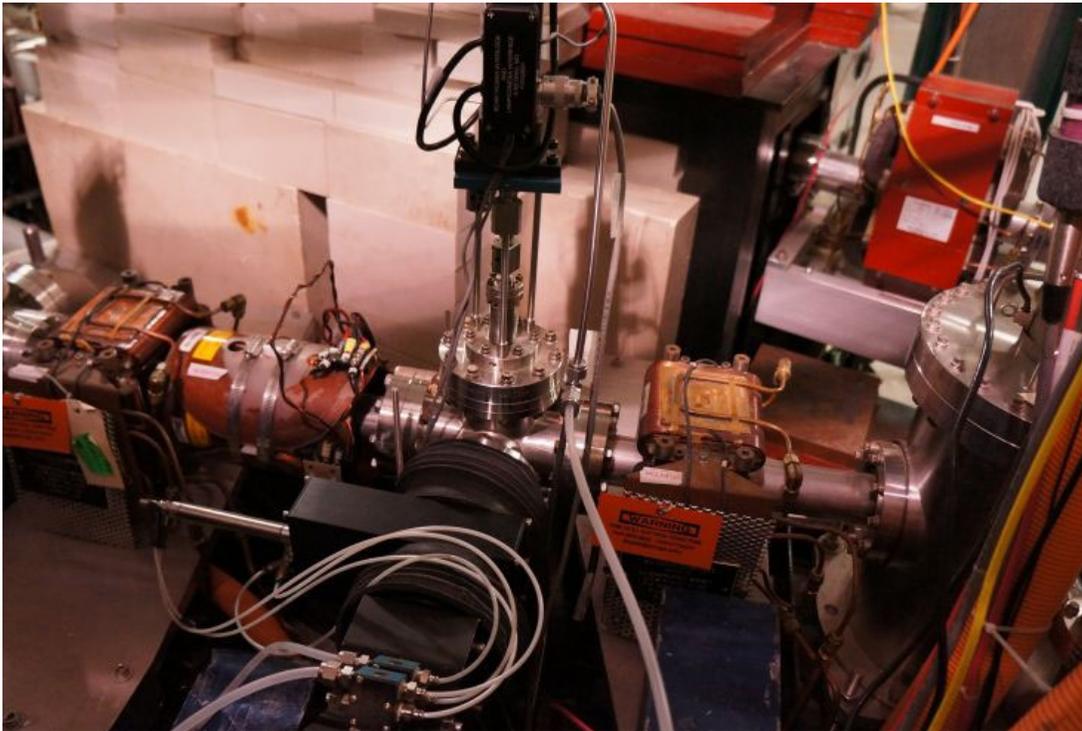
Figure 3: Quadrupole/Dipole Powering Schematic.

Combined Panofsky Quadrupole & Corrector Dipole
George H. Biallas, et.al. PAC07(2007)602

2. スクリーンモニタ

入射部スクリーンモニタ

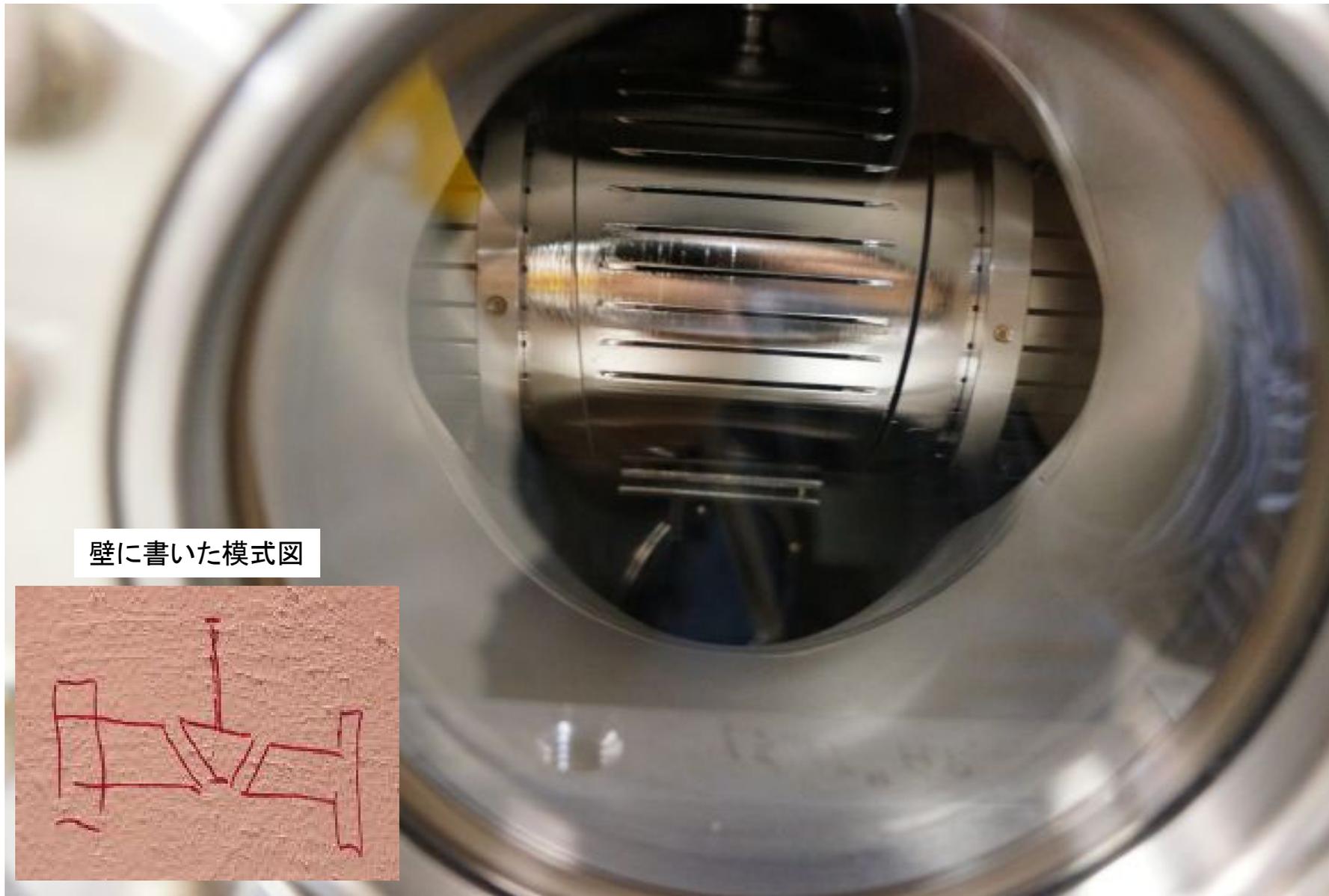
- ・ 500 μm YAG
- ・ 250usec macropulse, 2Hz rep. rate, 135pC/bunch
- ・ 特にコーティングはしていない；入射部は9MeVなのでチャージアップは問題ではない



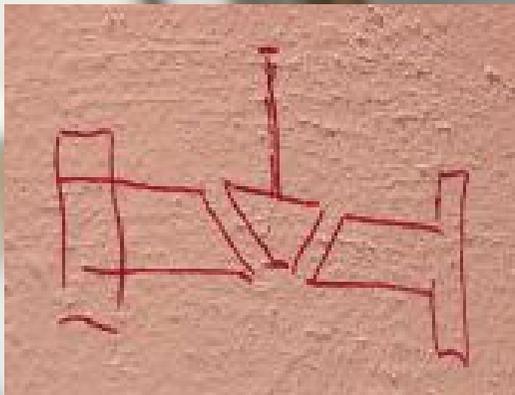
カメラ用シールド

スクリーンモニタの構造

- ・ 写真は周回部；抜いたときのシールド付き



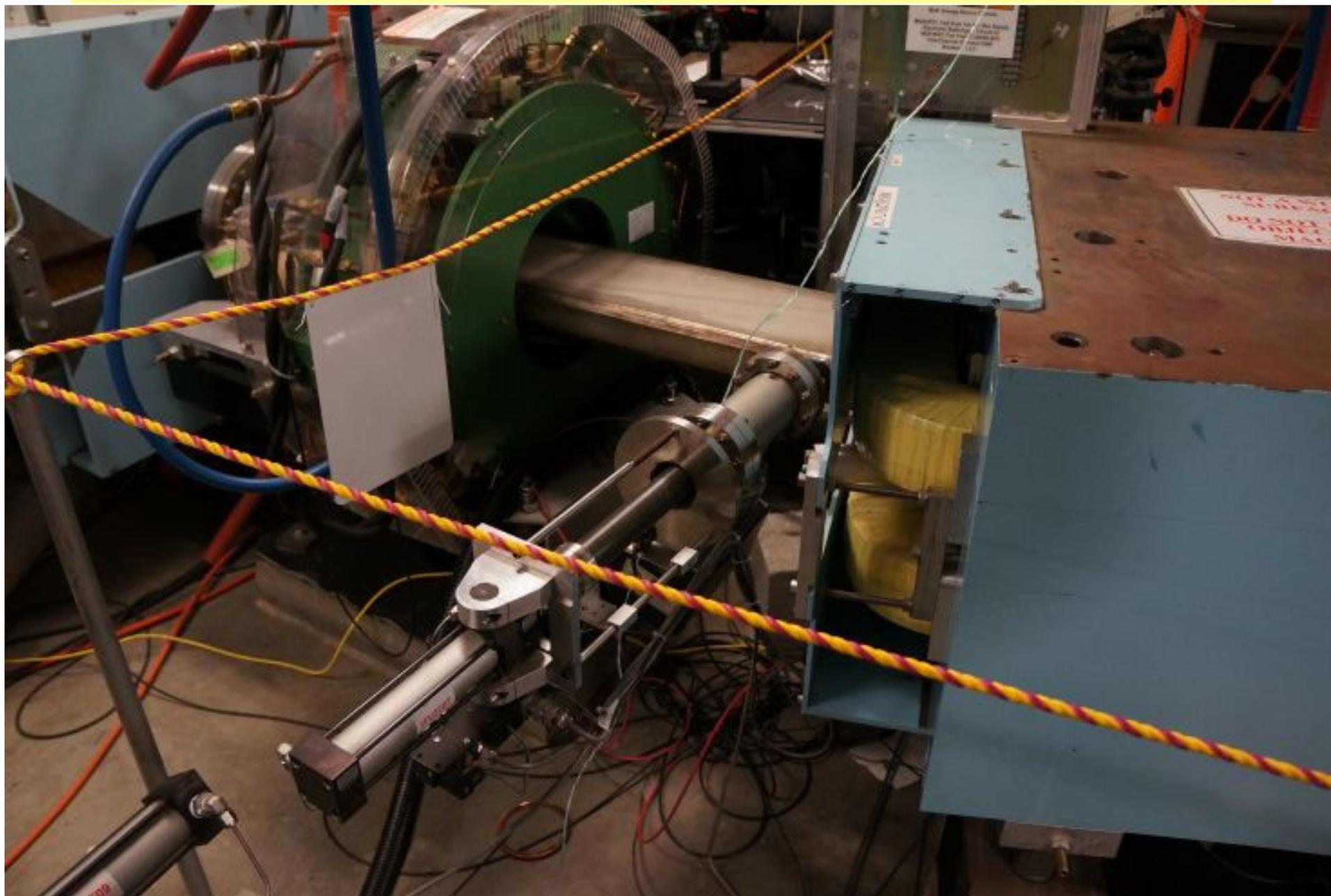
壁に書いた模式図



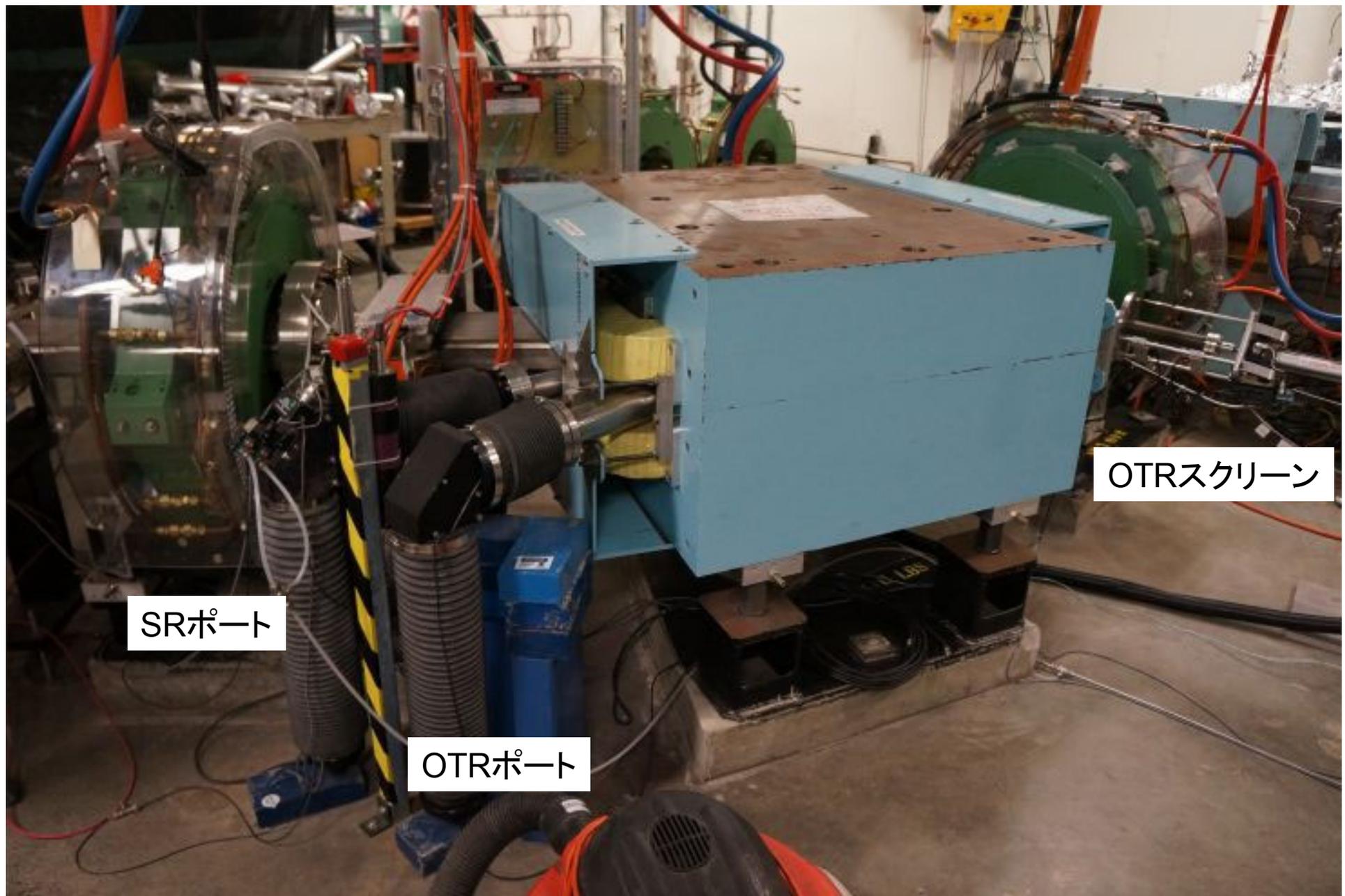
スクリーンモニタ：OTR

- ・ 周回部はOTR
- ・ 材質アルミ or SUS→モリブデン
- ・ Siウェーファー(40 μ m厚)に、Alコーティング
 - 平面性が良くなる。設置が容易。安い。
 - Alフォイルの場合は、平面性を出すのが難しかった
 - 金のコーティングも試験
- ・ 金属メッシュもあり
- ・ 入射部直後には穴あきOTRで、2-pass目や、ハローの測定に利用
- ・ バンチ長2.5ps
- ・ シケインでの圧縮後に150fs
- ・ 取り出し窓にコーティング無し(ChargeUp問題なし)
 - 念のためCr, Auコーティングした窓もあるが
- ・ ビームサイズ100 μ mに対して測定精度15 μ m程度

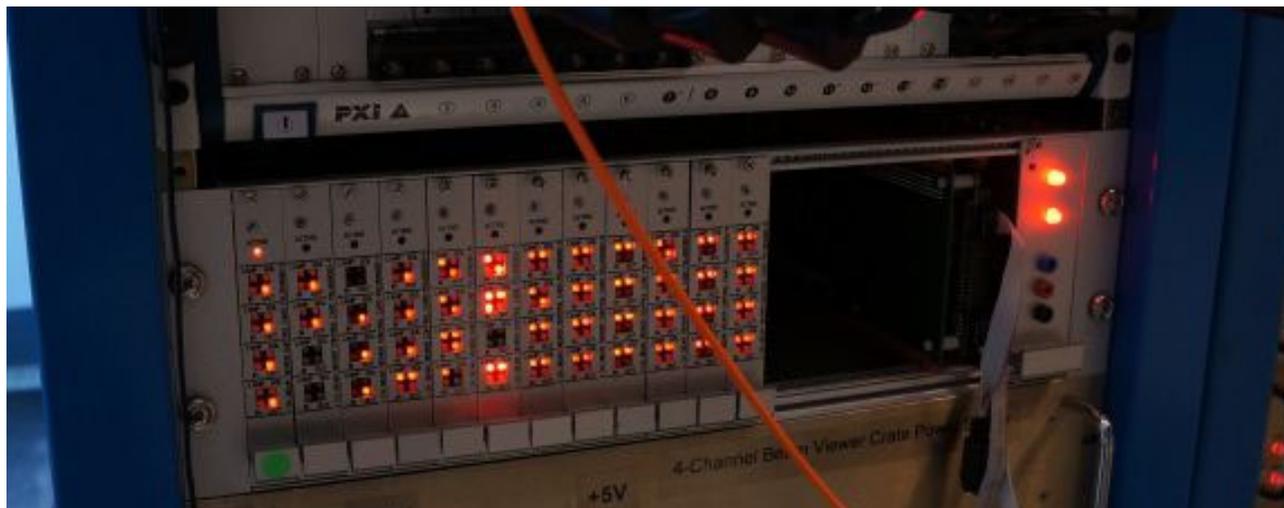
幅広チェンバーのOTR



OTRとSRポート



スクリーン制御



コントローラ/ステータス

NTSCスイッチャで切り替え

スクリーンの数は60台くらい
(人によって言うことが違う)
おそらく定常的には40台程度



GUI

取り込み系

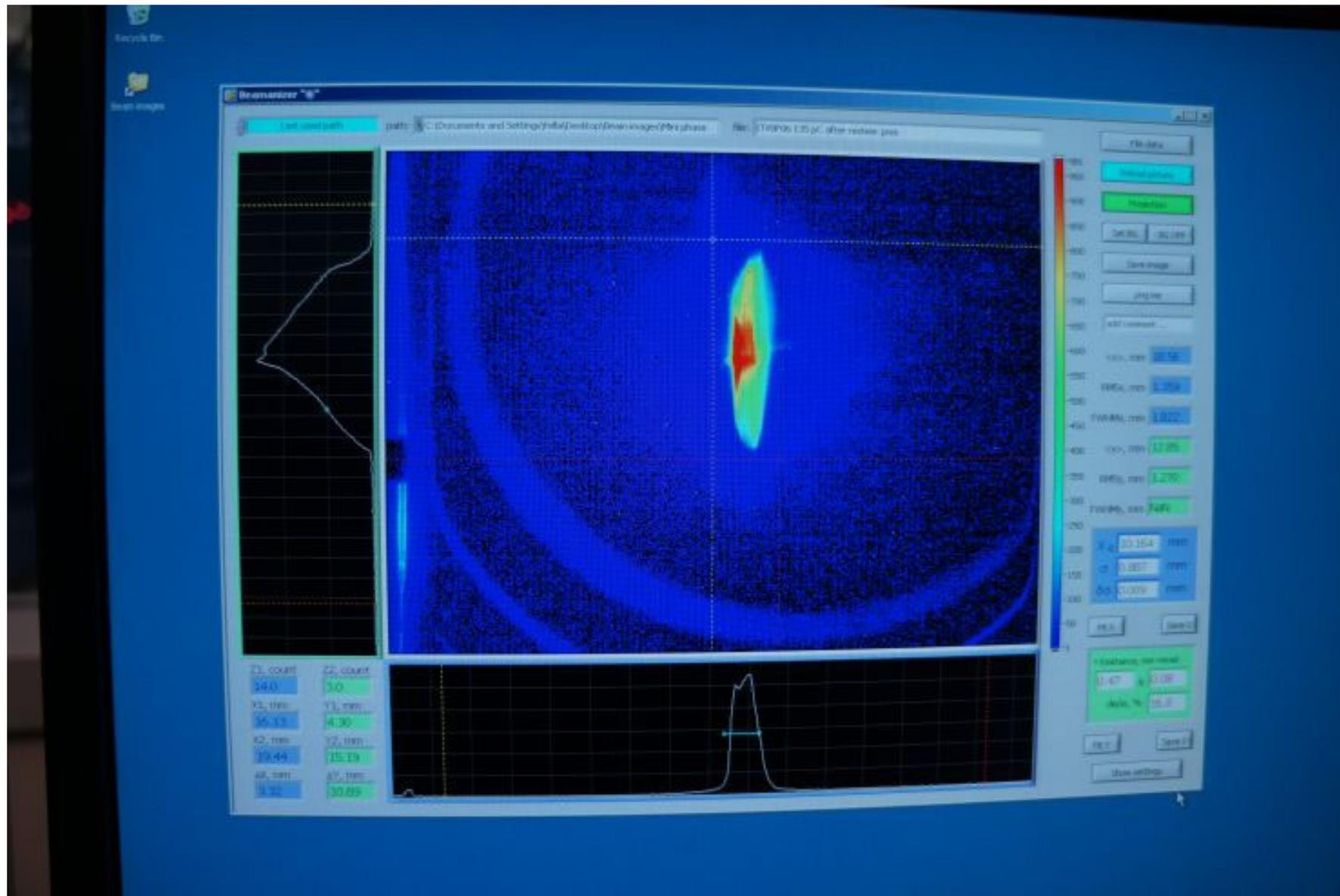
- ・ 通常のCCDカメラのダイナミックレンジは50～60dB程度しかない
- ・ ハロー測定には不十分
- ・ 取り込み系
 - ディスプレイ表示
 - PXI取り込み(10bit) : LabView

取り込み系

- ・ ディスプレイに直接書き込み....



画像解析



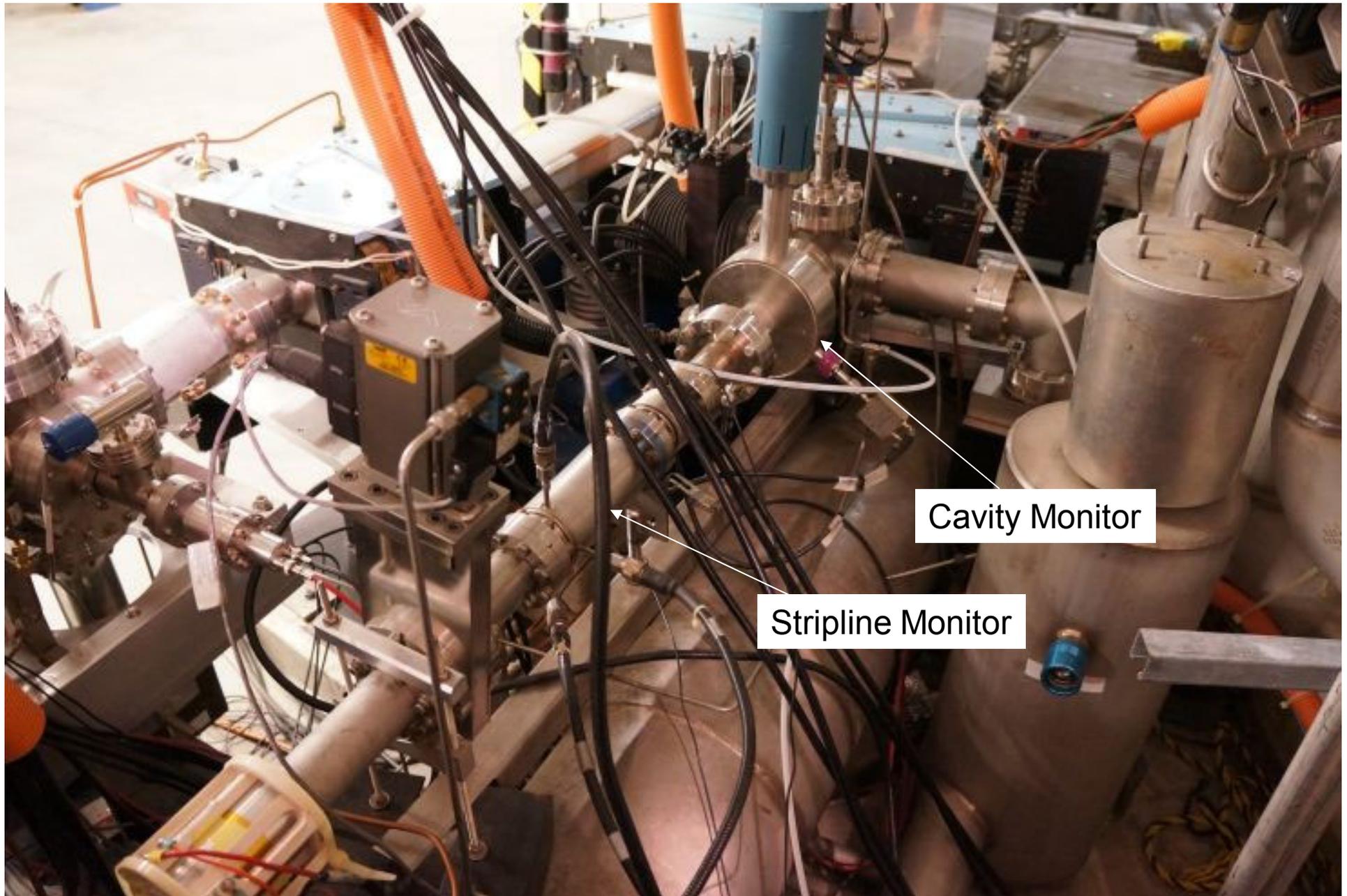
LabViewを使って解析できるように変更中;まだ全部ではないらしい。

3. ビームモニタ関連

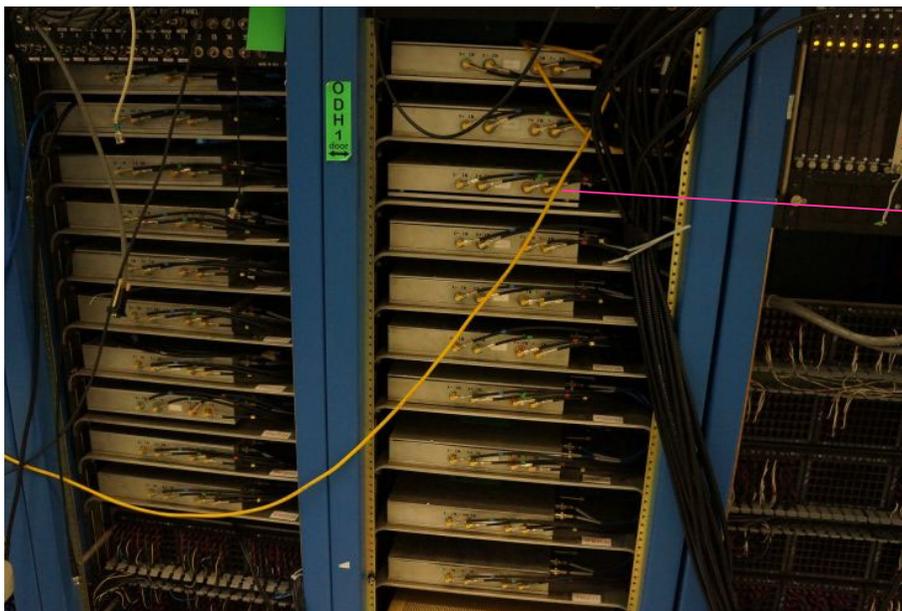
Cavity Monitor, Stripline, etc

- Cavity Monitor
 - ビーム位相測定用。位置モニタではない。全部で4カ所に設置
 - 電荷量も測定；ロスモニタとしては精度足りない（分解能 $1\ \mu\text{A}$ 程度）
 - 周波数:RF周波数（1497MHz）
 - M55測定に有効
- Stripline
 - 長さ $1/4\lambda$ 、ビーム見込み角 70°
- BPM回路
 - 地上部に設置：ケーブル60～70mくらい（8D程度か？）
 - 回路は歴史的事情により3種類
 - 1MHz Down Convert
 - Log Ratio
 - 新しいLog Ratio回路：周回部の電磁石架台の下に設置。
 - 最低検出感度は $1\ \mu\text{A}$ （設計）。実際には $10\ \mu\text{A}$ くらいあれば測定可能
 - PXIのデジタイザ 2.5MS/s, 14bit ADC
 - 更新速度10Hz
 - 温度依存性などは(まだ)測定していない

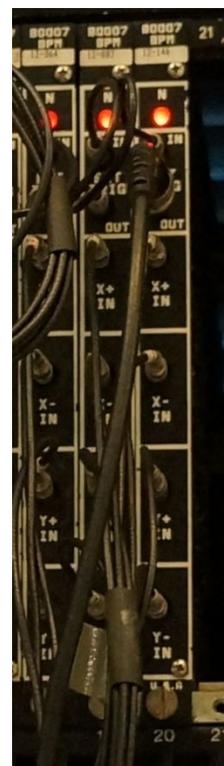
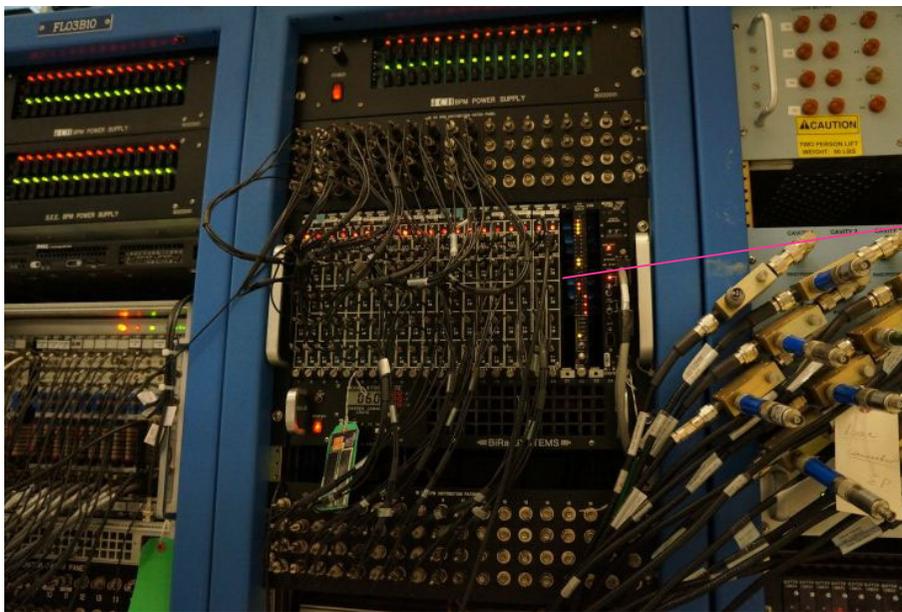
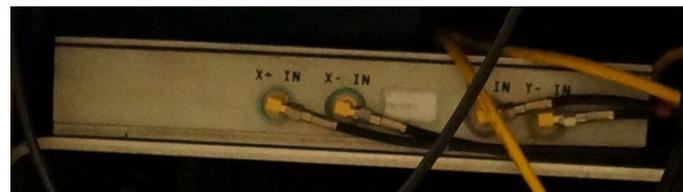
合流部 直前



旧い検出回路 (使用中)



検波回路



CAMAC取り込み

新：Log Ratio 検出回路

- トンネル内フロントエンド

Side

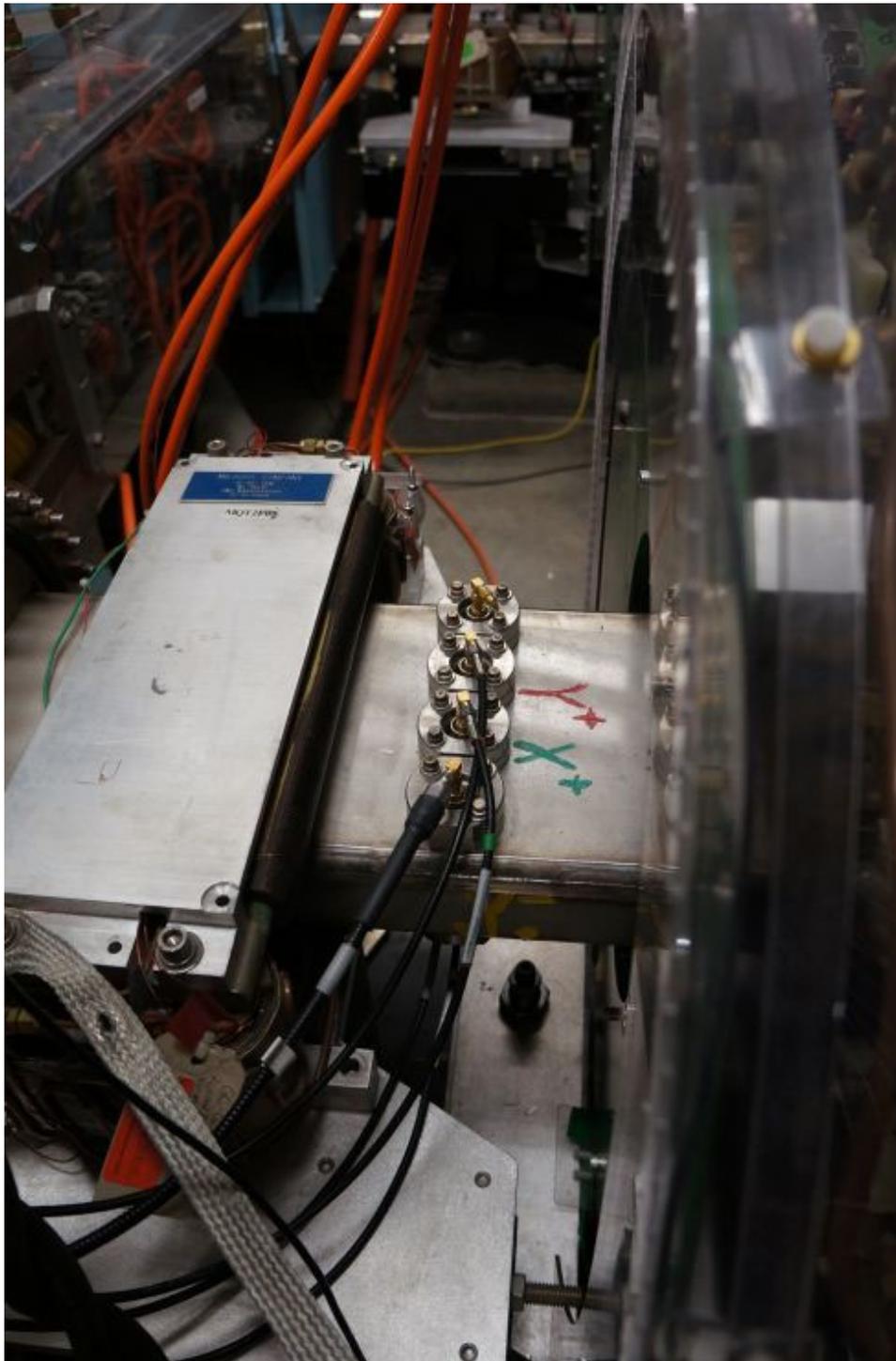


Top



- 地上部の処理系
 - PXI + PC





幅広チェンバーのBPM

- ・ 4連BPM
- ・ 左はPanofsky Quad
 - Quad + Dipole

4. Beam ModeとMachine Mode, Laser制御

K. Jordan; ERL2011の資料より

Beam Modes

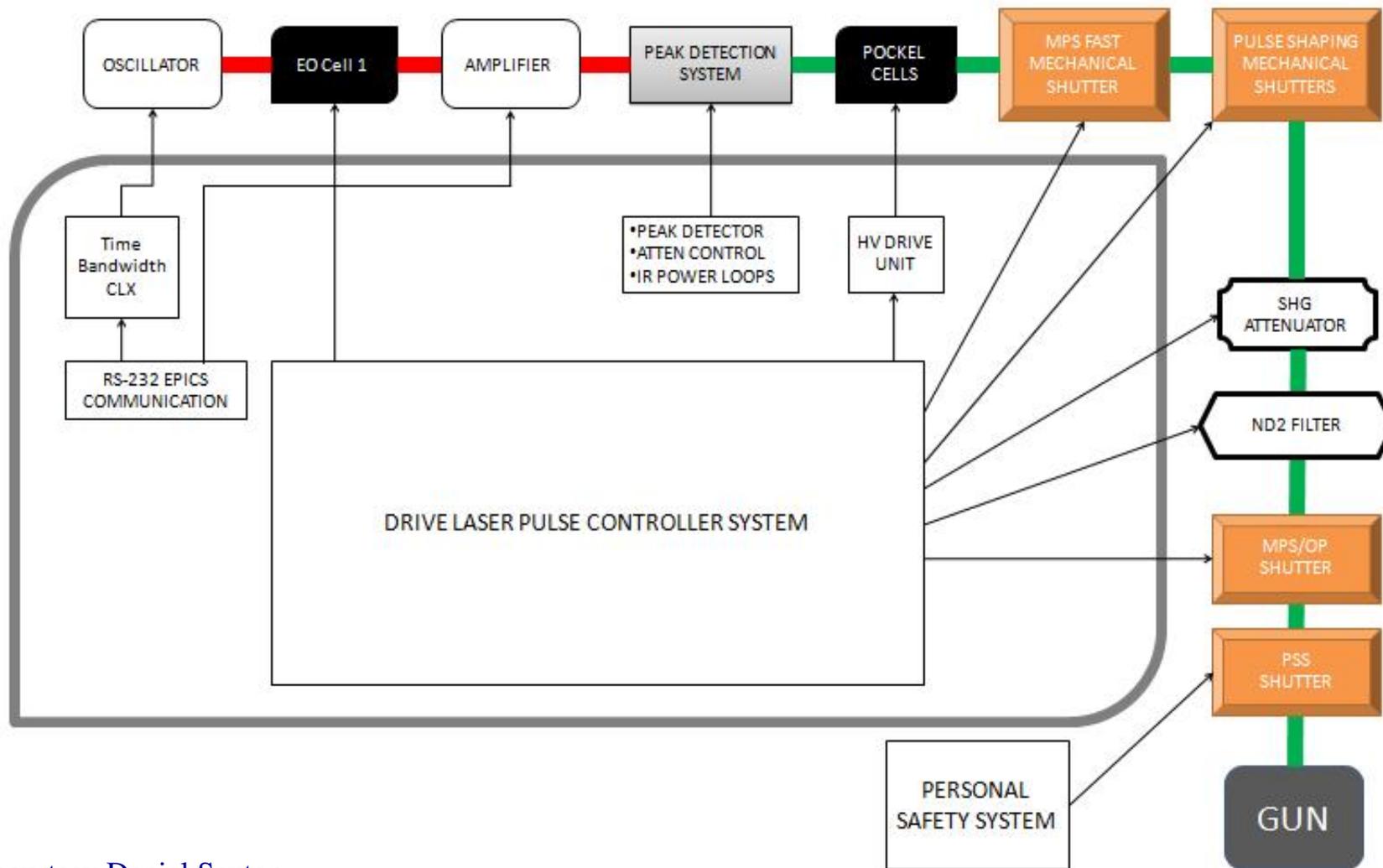
- Beam Modes describe the limits placed on the average beam current
 - These limits are to prevent damage to insertion devices
 - They are flexible in the fact the mode is a duty cycle limit
- Beam Mode 0 – “0” microamp ave.; No Beam Allowed
- Beam Mode 1 – 0.005 microamp ave.; Ceramic Viewer Mode ITV0F02
- Beam Mode 2 – 0.5 microamp ave.; IR Beam Viewer Mode
- Beam Mode 3 – TBD microamp ave.; UV Beam Viewer Mode
- Beam Mode 4 – 2 microamp ave.; High Power Viewer Mode
- Beam Mode 5 – “0” microamp ave.; Laser Alignment Mode
- Beam Mode 6 – TBD microamp ave.; Laser Mode
- Beam Mode 7 – 10,000 microamp ave.; No Restrictions; Full Power Mode
 - Note that modes 4,5, &6 can be used by the Laser Safety System to limit the Laser power

Machine Modes

The Beam Dump Determined by Magnet Current and Switch Settings (partial examples give below)

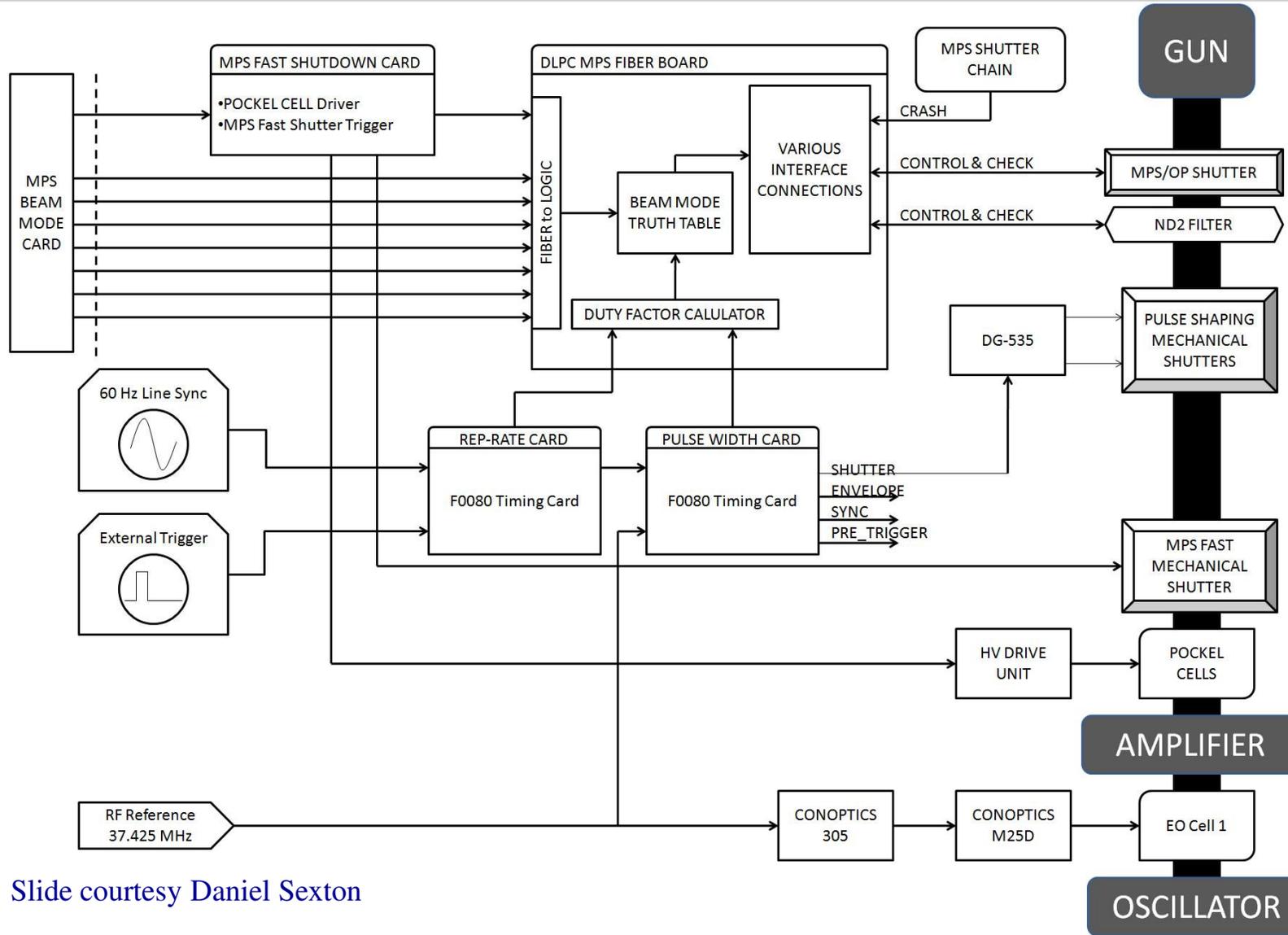
- Machine Mode 0 – No Beam Allowed; Settings not valid.
- Machine Mode 1 – Injector Dumplet; Inj. & SW=ON
- Machine Mode 2 – 2G Strait Ahead Dump, Inj ON & SW=OFF, Ext OFF, Arc1 OFF;
- Machine Mode 3 – IR Recirculate to 1G Dump; Inj ON & SW=OFF, Ext ON, Arc1,2 ON, SW OFF
- Machine Mode 4 – UV Recirculate to 1G Dump; Inj ON, Ext ON, Arc1,2 ON, SW=ON,
- Machine Mode 5, 6, 7 – TBD, spare
 - Note that ON is Power Supply ON + Current OK (window comparator)

Drive Laser System Overview



Slide courtesy Daniel Sexton

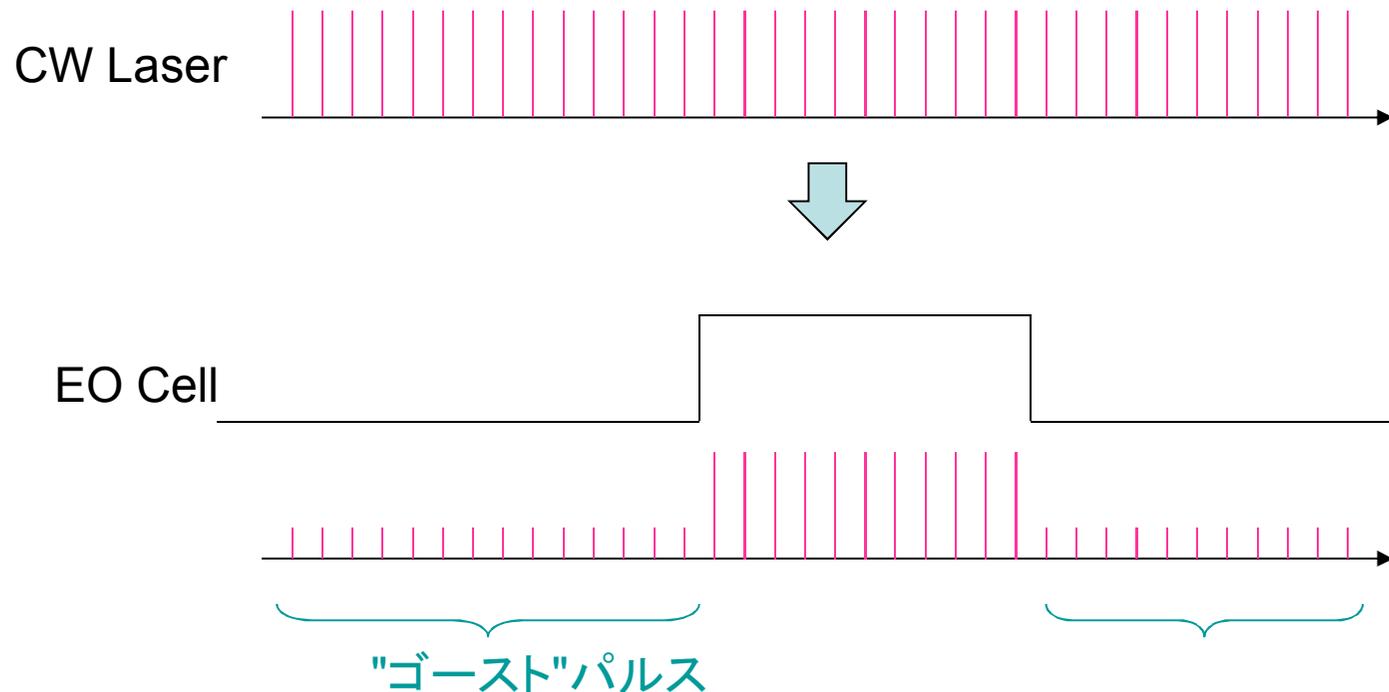
DLPC Overview



Slide courtesy Daniel Sexton

Laser制御

- ・ Laser繰り返し: 最大75MHz (←cERLよりかなり低い)
 - ポッケルスセルの立ち上がりは十分速い
- ・ EOセル・ポッケルスセルは消光比が十分ではない
 - タンデムにしても 10^{-4} 程度(?) (下図はかなり強調して描いてある)
 - マクロパルスの幅や繰り返しを下げても、残るゴースト部分はかなり長い→ビーム品質・放射線レベルの問題



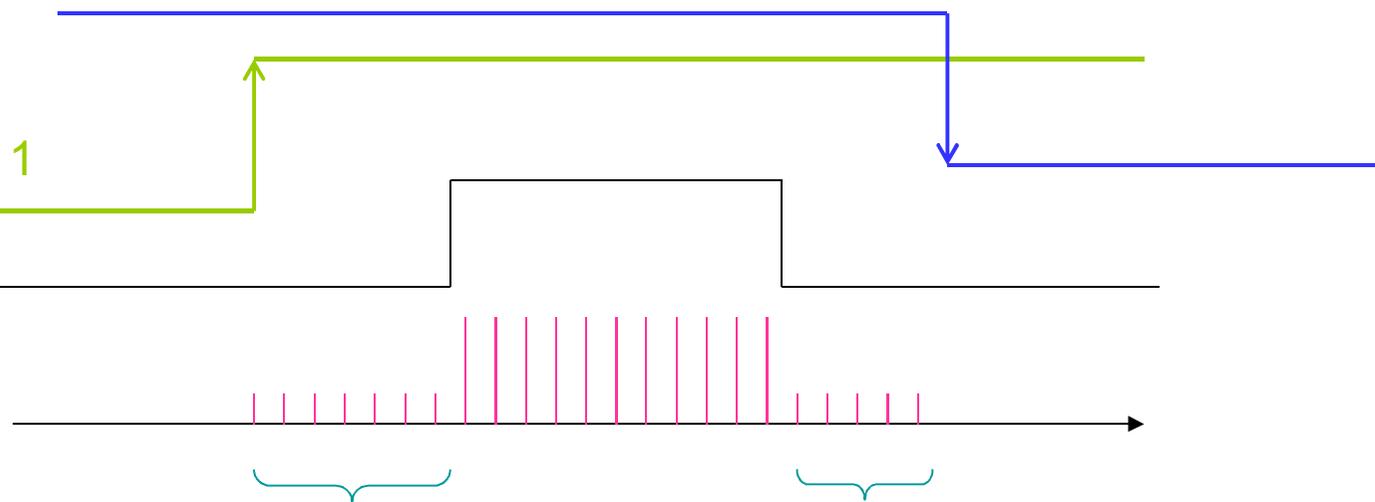
Laser制御

- ・ Double Mechanical Shutter との組み合わせ
 - ブロック図では“Pulse Shaping Mechanical Shutter”

M. Shutter 2

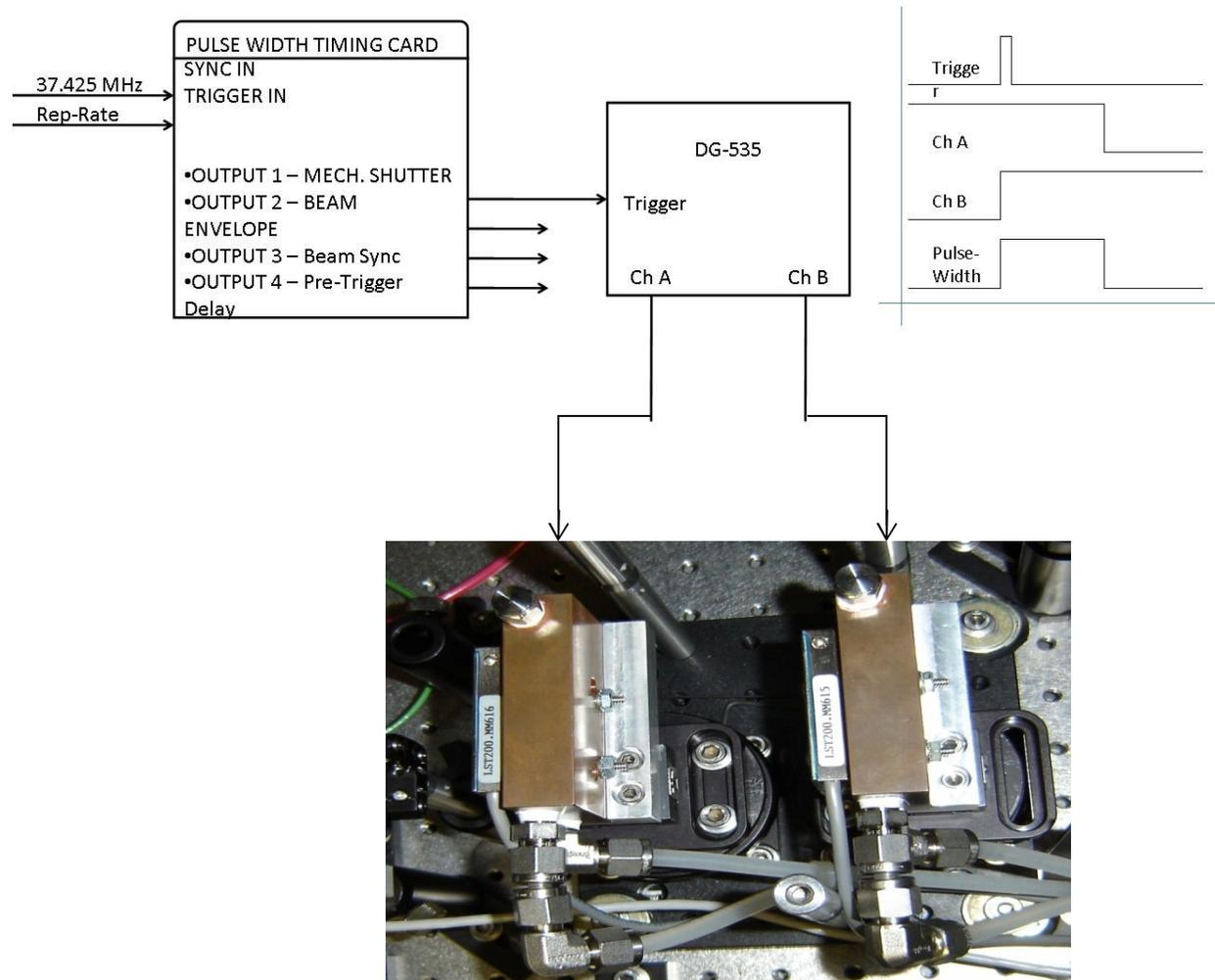
M. Shutter 1

EO Cell



ゴーストを最小限に

Twin-Shutter Scheme



S. Zhang, etc., “A simple gating technique for high-average-current photo-injectors”, NIMA 629 (2011) 11-15

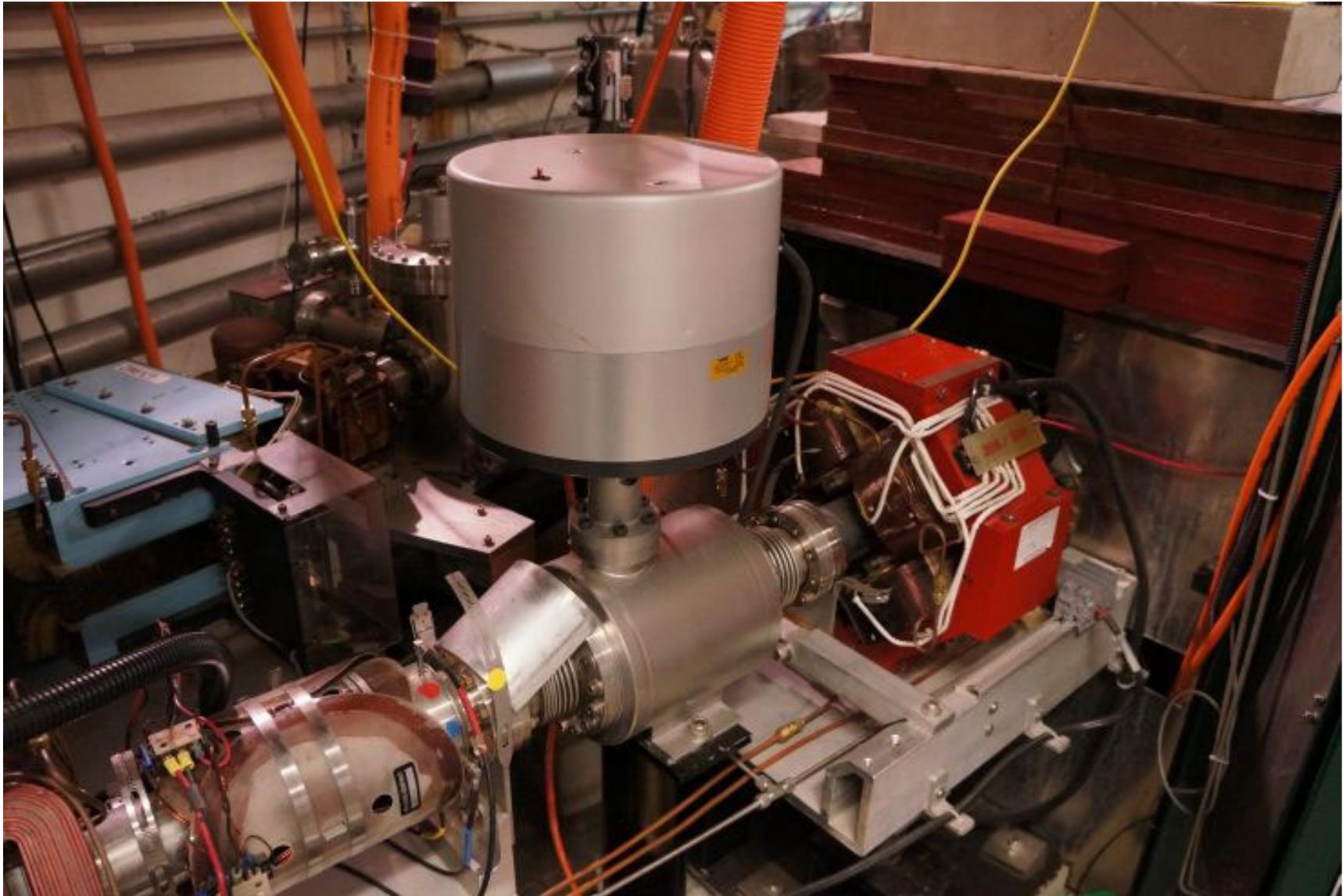
Laserに関するメモ

- ・ ビーム繰り返しの制御
 - ポツケルスセル・EOセルで制御
 - 512kHz ~ 74.85MHz
- ・ Macropulseの繰り返し制御
 - 10us, 20us, ..., 1ms, CW
 - パルス幅も可変
 - ポツケルスセルと、Mechanical Shutterの両方で制御
- ・ それぞれの繰り返しパターンに応じて、レーザーのピーク強度を一定に保つためのフィルターや、各種フィードバック系を組んだ。
 - ビームパターンごとのセットポイントを用意し、オペレータが選択可能
 - 長期シャットダウンの後には、エキスパートが調整。

5. その他、写真やメモ

4. その他

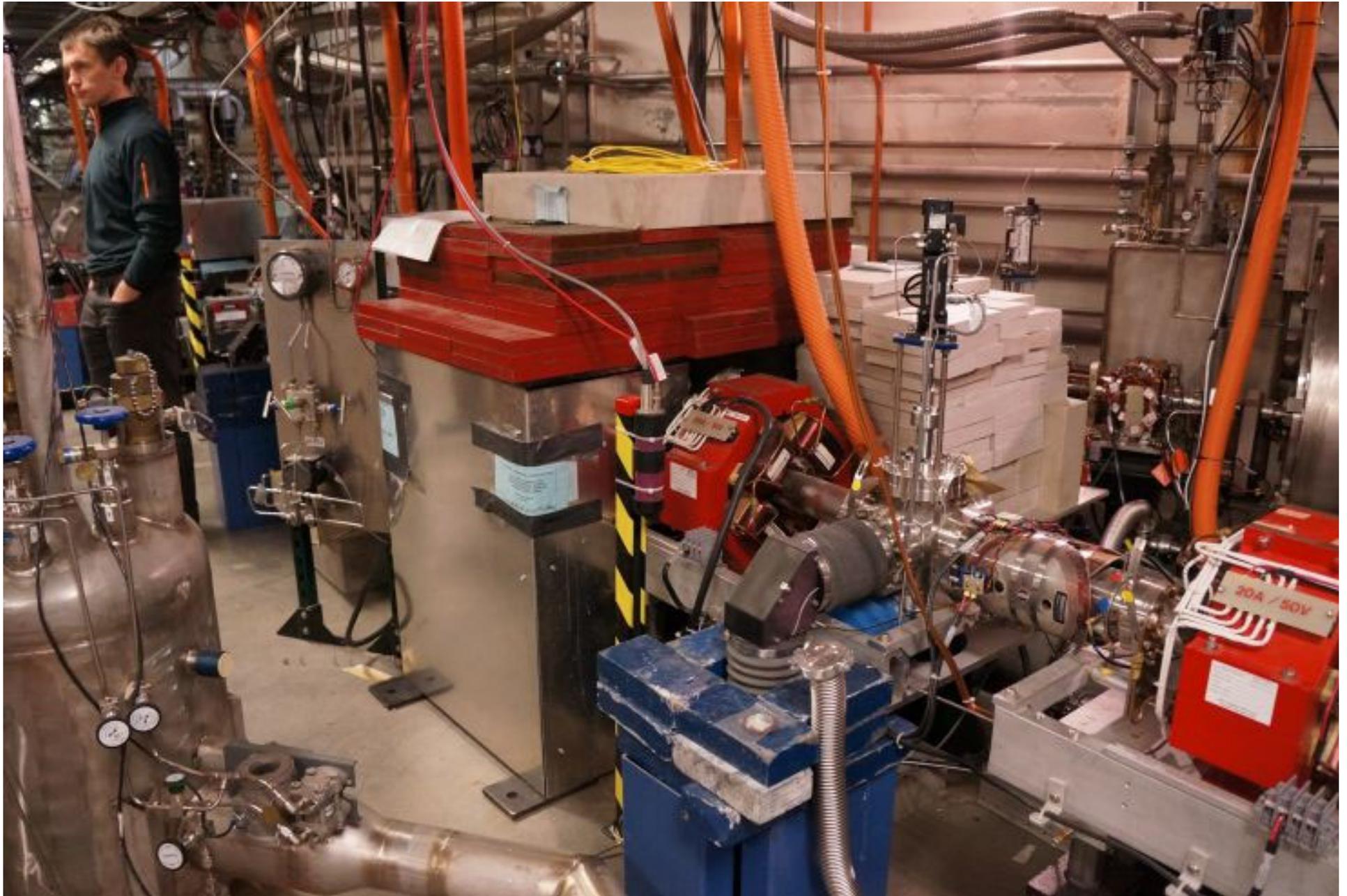
- ・ Fast Gate Valve
 - 8-10msで閉じる; 空洞の横や、入射部に設置



ビームダンプ



周回ビーム停止用ダンプ



制御室

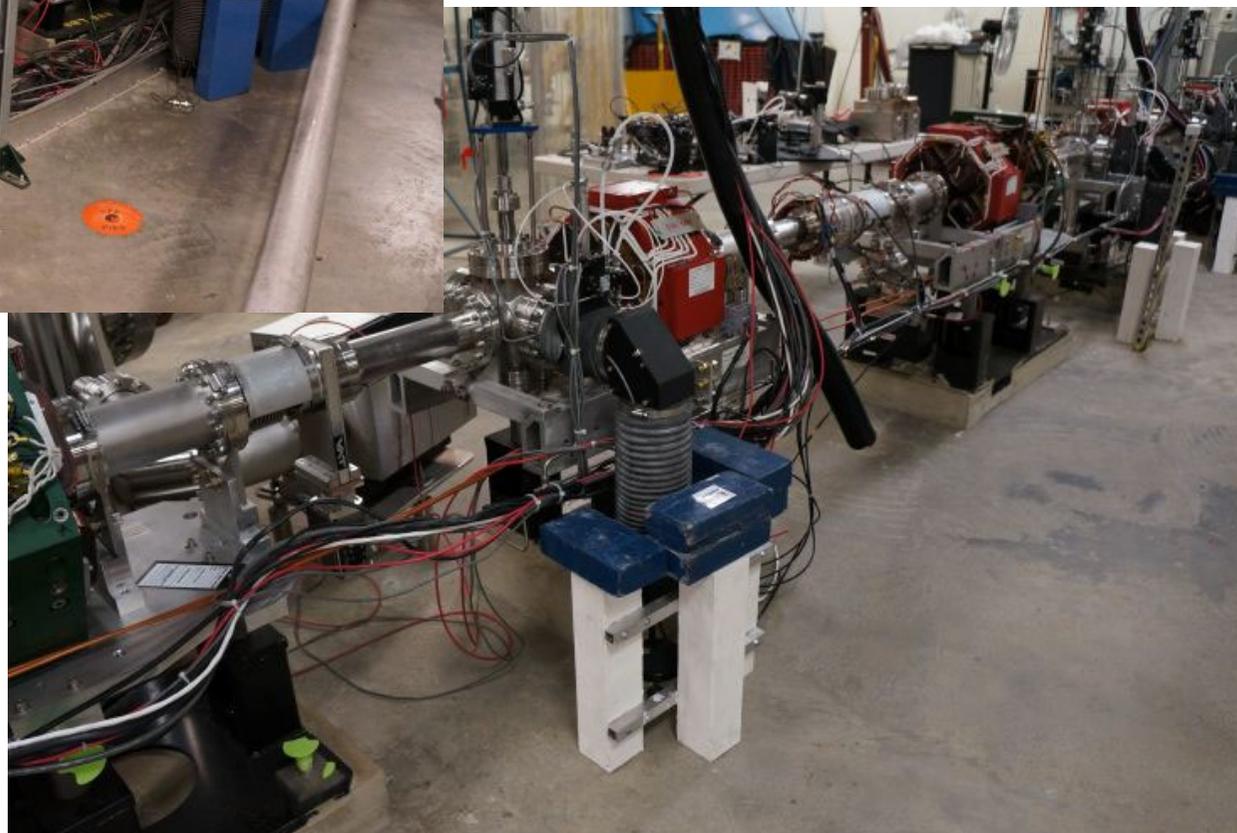


スクリーンモニタの放射線防護



←旧)床まで鉛ブロック; 重い

↓新)足は別; 軽い



案内して頂いた方々

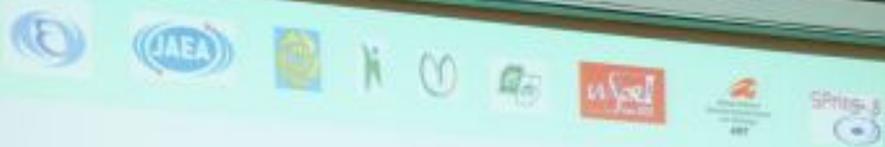
- Kevin Jordan





坂中さんの発表





Status of the Compact ERL and the Future ERL Plan at KEK

Shogo Sakanaka
for the ERL development team

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

Talk at the Jefferson Lab., December 20, 2011



