



# Electron / Positron Injector Linac

**Kazuro Furukawa**  
**for Injector Linac group**

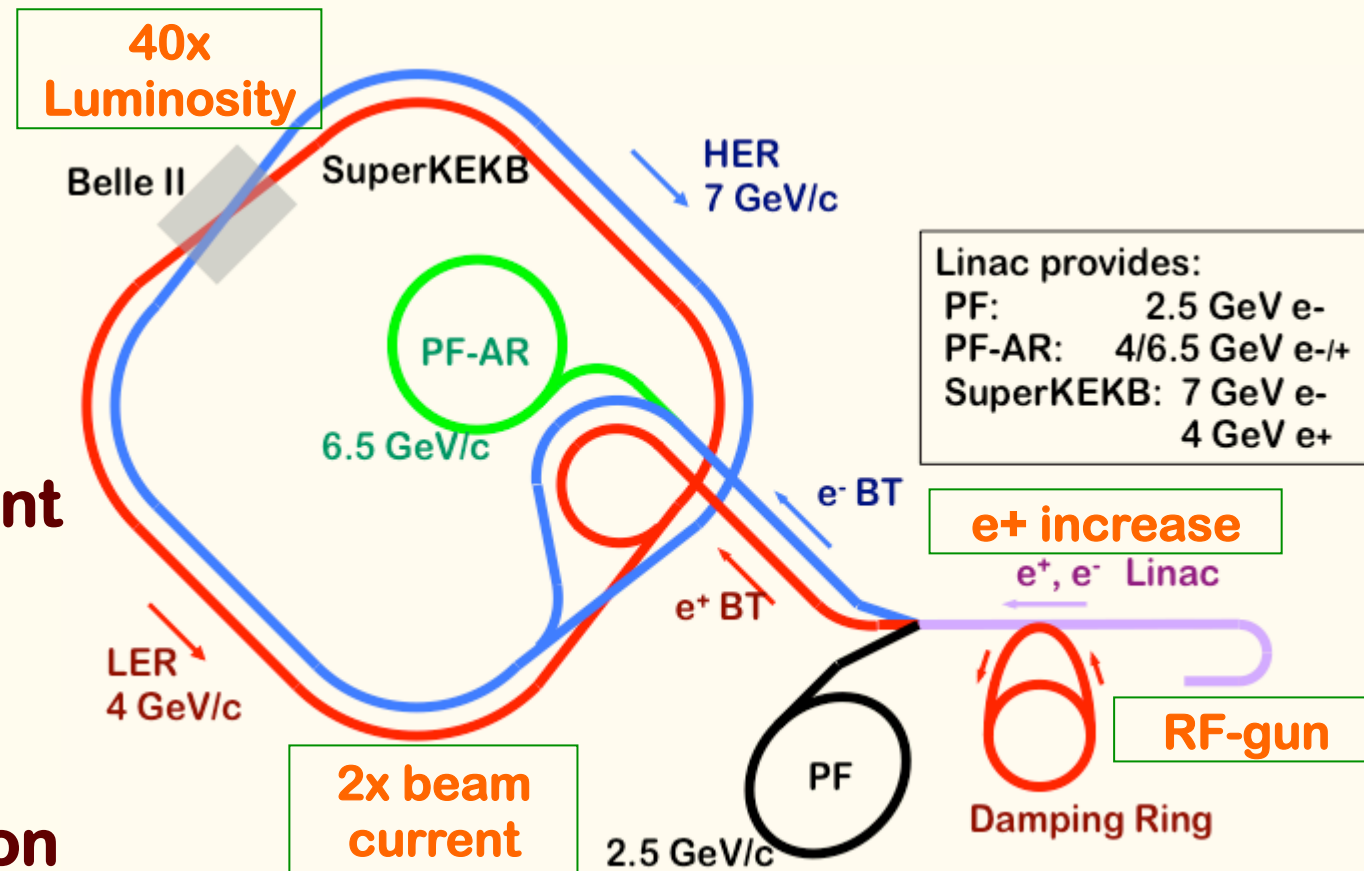
# SuperKEKB での Linac の役割

## ◆ 40-times higher Luminosity

- ❖ Twice larger storage beam → Higher Linac beam current
- ❖ 20-times higher collision rate with nano-beam scheme
  - ✧ → Low-emittance Linac injection beam
  - ✧ → Shorter storage lifetime → Higher Linac beam current

## ◆ Linac challenges

- ❖ Low emittance  $e^-$ 
  - ✧ High-charge RF-gun
- ❖ Low emittance  $e^+$ 
  - ✧ Damping ring
- ❖ Higher  $e^+$  beam current
  - ✧ New capture section
- ❖ Beam transport
  - ✧ Emittance preservation
- ❖ 4+1 ring simul. injection



# Milestone のひとつを通過

## ◆ Linac 全体 600 m にわたってビーム加速

✧ Jun.2011~ : 暫定 PF 入射のために GU\_3T/32 から 240 m 復旧

## ❖ 震災後、初めて GU\_A1 からビームを加速

✧ SuperKEKB に向け、段階を追った放射線管理

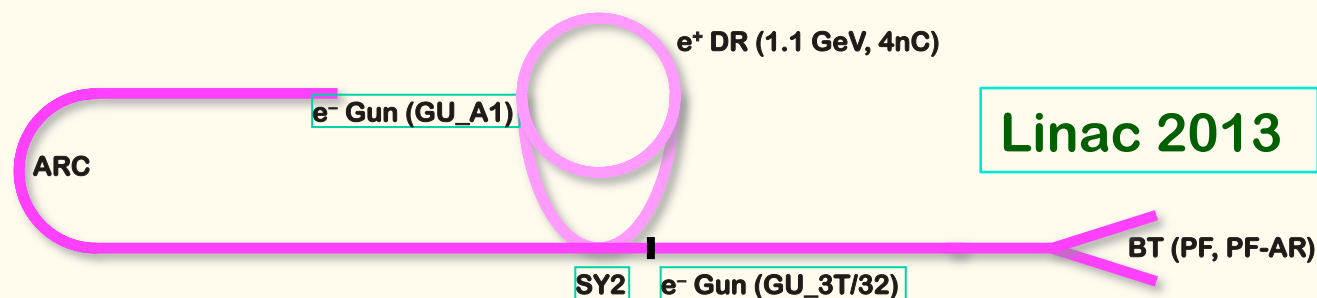
◆ 今回は、DR 建設に影響せずビームを扱うための試験

◆ Linac と DR の建設中で、且つ PF/PF-AR 入射運転中の中間段階

◆ 地震の影響で遅れた (DR 建設遅延と Linac 復旧)

✧ 次の段階への申請が May.2013 に待つ

◆ 2012 年夏の保守期間と 11 月のスイッチヤード (SY2) 建設の間の短い期間



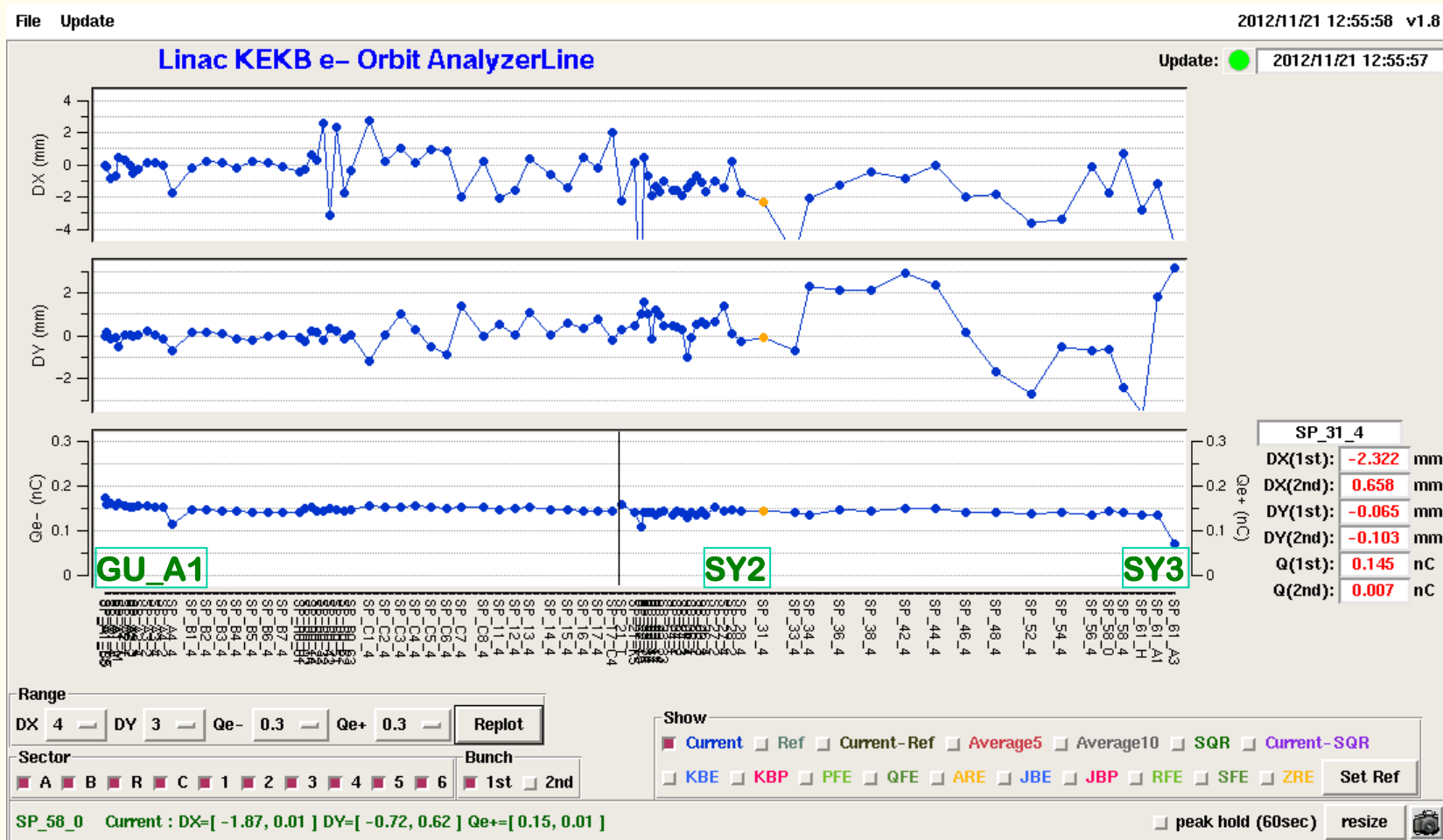
# 600-m ビーム確認

## ◆ Typical beam orbit

❖ 3~5 セクタ (SY2~SY3) は PF 入射運転向けのパラメータを使用

❖ 6.07 GeV

❖ 0.1 nC~



# 準備作業

## ◆ GU\_A1 の回復

- ❖ 安全策を取り、光陰極 RF 電子銃ではなく、熱電子銃で試験を受けることにした
- ❖ 同時期に下流部シールド移動のため GU\_3T/32 の移動があり、人員不足があった

## ◆ 他の作業は比較的順調に進んだ

- ❖ 真空、架台、アライメント、電磁石、電源、マイクロ波源、ビームモニタ、制御、...

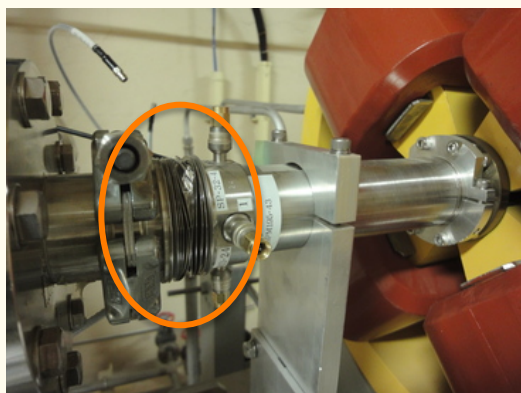
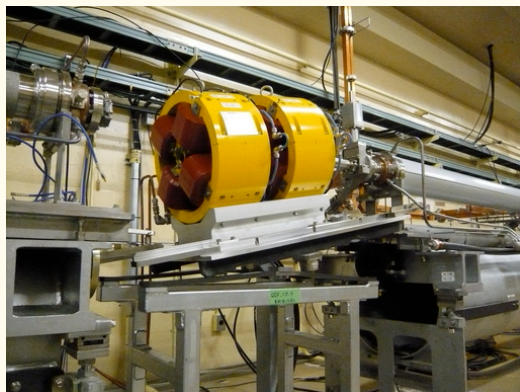


# 真空・架台復旧

## ◆真空復旧

❖地震直後にまず窒素充填

❖機器をひとつずつ復旧 柿原他



## ◆架台改造

❖柔構造が 30 年間支えたが...

❖改造し、動きを制限... 榎本他



# マイクロ波源

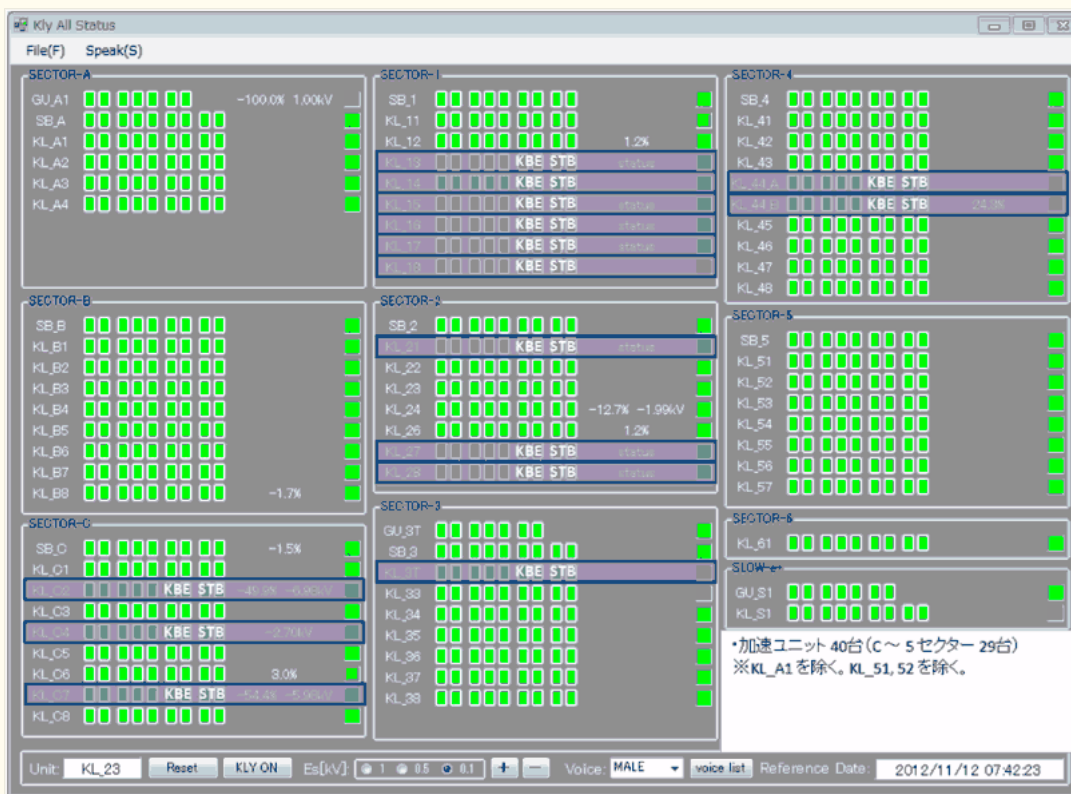
## ◆ 長期にわたり停止していた機器を再起動し、マイクロ波コンディショニング

マイクロ波グループ

❖ 改造中のユニットを除き、一部故障が発見されたが、比較的順調にマイクロ波を投入することができた

✧ 今回は 60 台中 40 台を動作させた (右の緑の部分)

❖ 今後、インバータ電源によるユニット小型化改造と、DR を含めた高速制御のための低電力制御系、及び、パルス毎の監視系の整備を進め、ビームとの相関測定などにより評価を進める



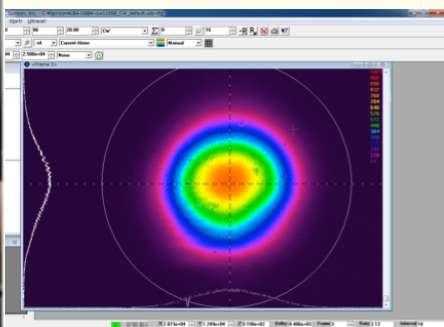


# アライメント

## ◆長距離 (500m) レーザ

### ❖光位置センサ

諏訪田他



## ◆短距離 (~10m)

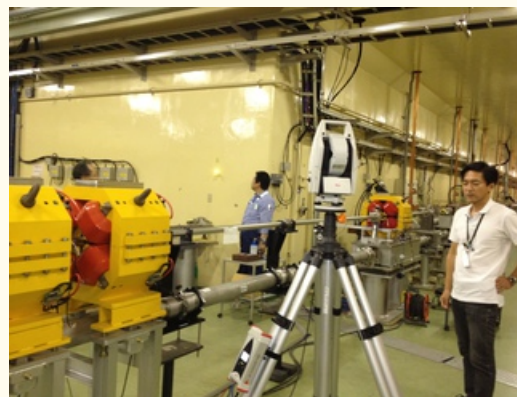
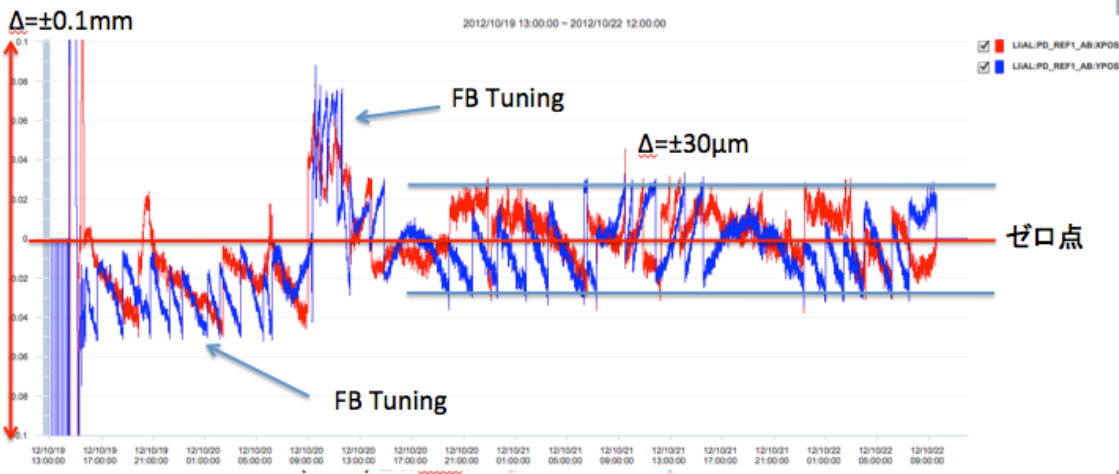
### ❖レーザトラッカ

柿原他

✧ 10mm のずれをまず 1mm 以下まで回復し、最終的に 0.2mm をめざす



## ABライン用レーザーFBテストに成功! (10/19-10/22)





# 放射線検査

佐波氏

- ◆ 11月23日、放射線取扱主任者による DR 建設に伴う遮蔽変更の検査
  - ❖ 2011年9月の変更申請、最大定格 0.3 nA, 5.8 GeV
    - ✧ DR 建設中土壌を撤去した上で工事を行う
  - ❖ 震災の影響で延期されていた
  - ❖ GU\_A1 電子銃を使用し、0.15 nA, 3.5 GeV で試験
  - ❖ 中性子・ガンマ線の測定値がビームの有無で差分なし
    - ✧ 今後 SY2 の建設終了後 (4月) 施設検査予定
    - ✧ 秋の入射器コミッショニングに向けた申請を行い、審議 (5月)

# ビームスタディ

- ◆ **600 m のビームを通せたこの機会を利用して多数のビームスタディを行った**
  - ❖ 各装置の動作評価
  - ❖ ビームによるアライメント評価
  - ❖ ビームジッタ測定
  - ❖ 軌道補正試験
  - ❖ エミッタンス測定試験
  - ❖ ビーム光学系評価試験
  - ❖ **180 度 ARC によるバンチング試験**
  - ❖ ...

# ビーム変動 (Jitter)

## ◆ ビームジッタはエミッタンスの増大に見えてしまう

### ❖ ドリフトの他に少なくとも 3 種類

❖ 大きなパルスの変動

❖ 小さなパルス毎の変動

❖ 階段状の変動

◆ などが見つかっている

❖ この内、一番目は加速管の放電が疑われており、適切な電界の管理で防げる可能性がある

❖ 二番目は熱電子銃の場合のパルス電源電圧や、マイクロ波の変動との相関も見つかっている

◆ が、さらなる調査解析が必要

SP33\_x

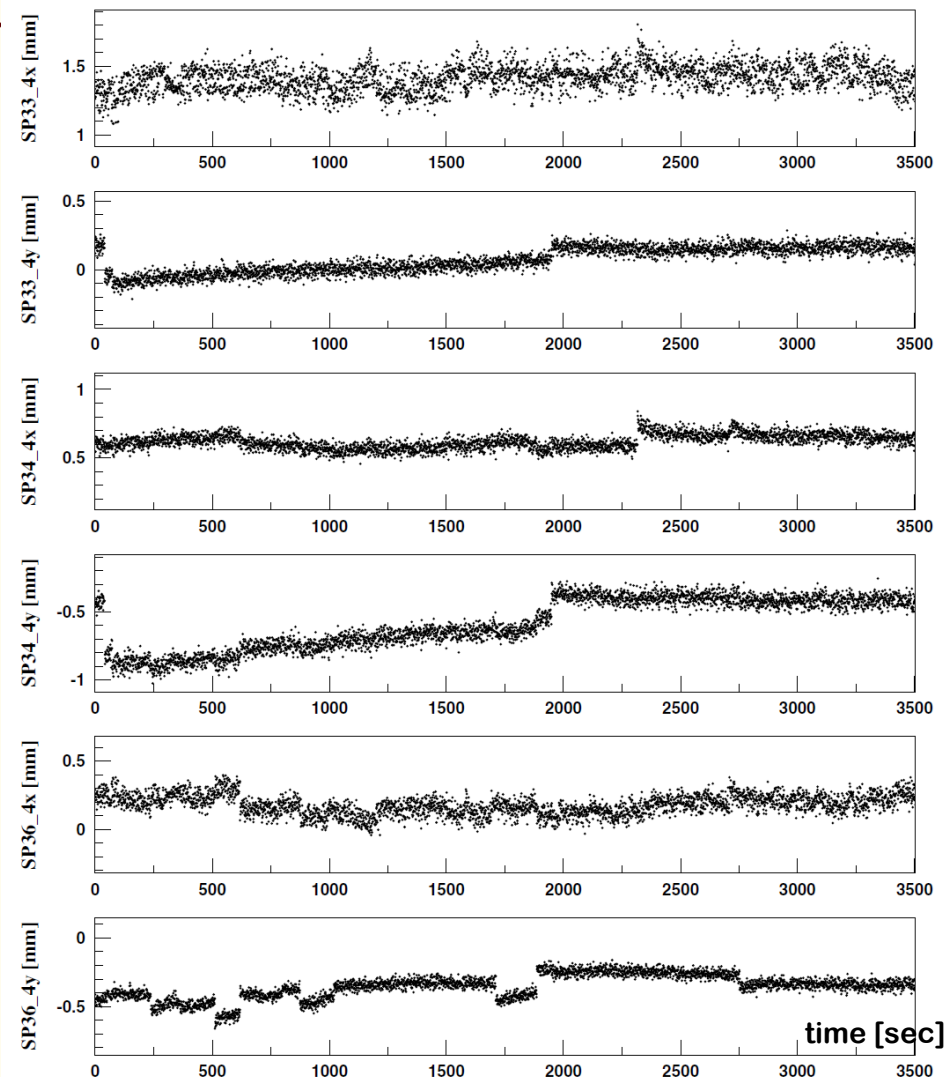
SP33\_y

SP34\_x

SP34\_y

SP36\_x

SP36\_y



# ビームによるアライメント

## ◆いくつかの方法で評価の試験が行われた

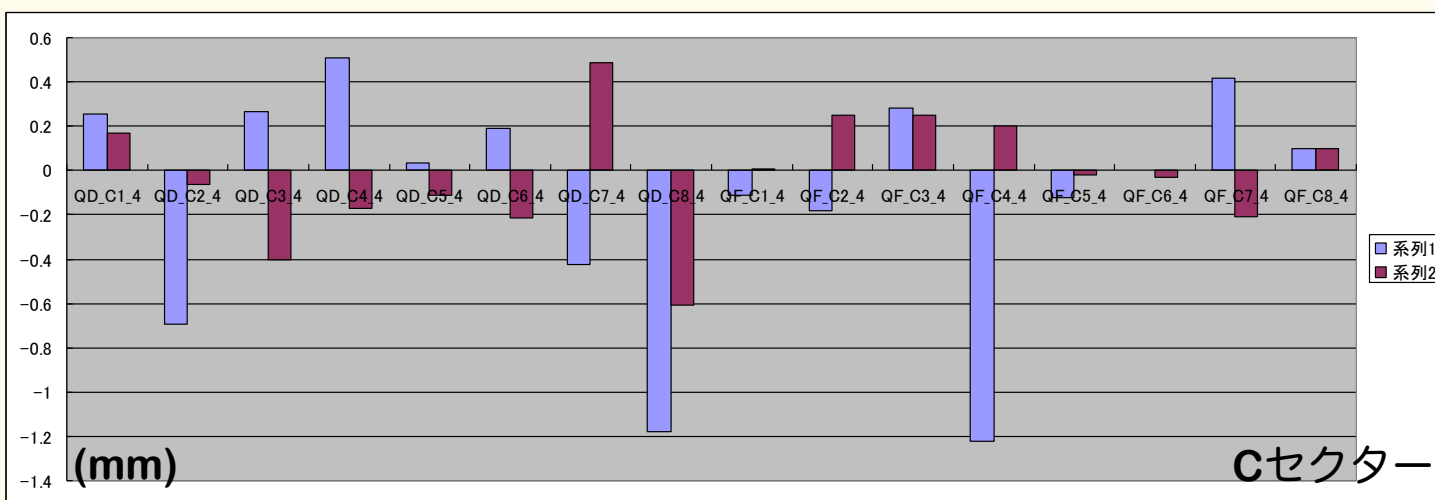
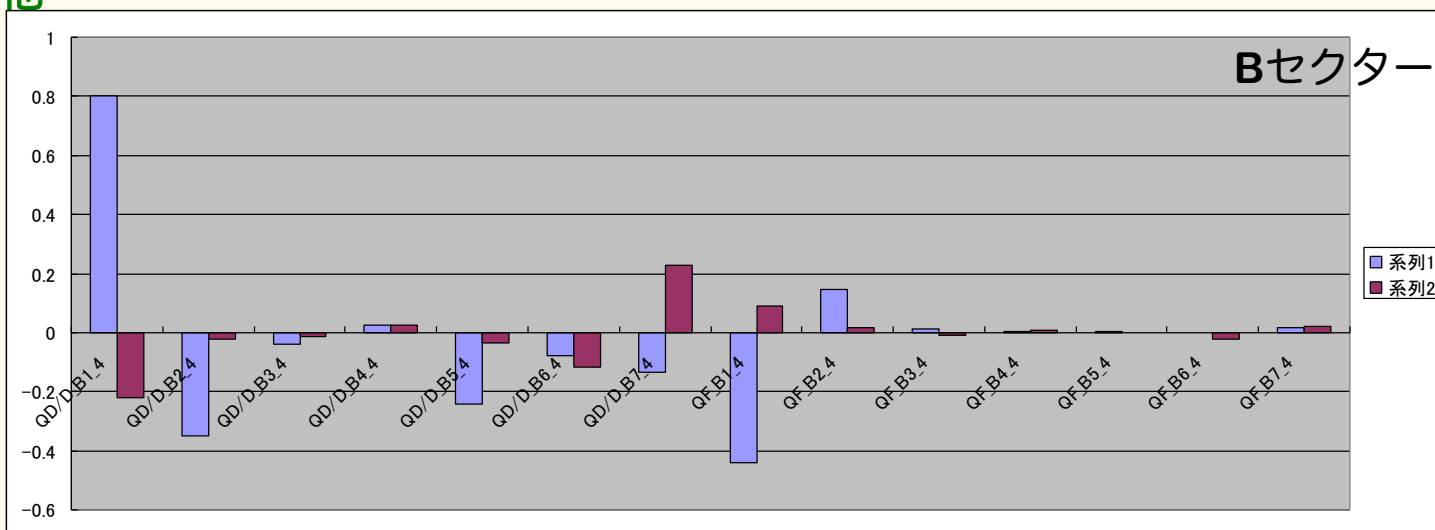
❖右はその一例 吉田他

❖震災の被害はほぼ回復

❖場所により震災前よりも良好

❖効率的なエミッタ  
ンス制御には 0.2  
mm が期待される

❖複数方法のアライ  
メントが繰り返し  
必要になる





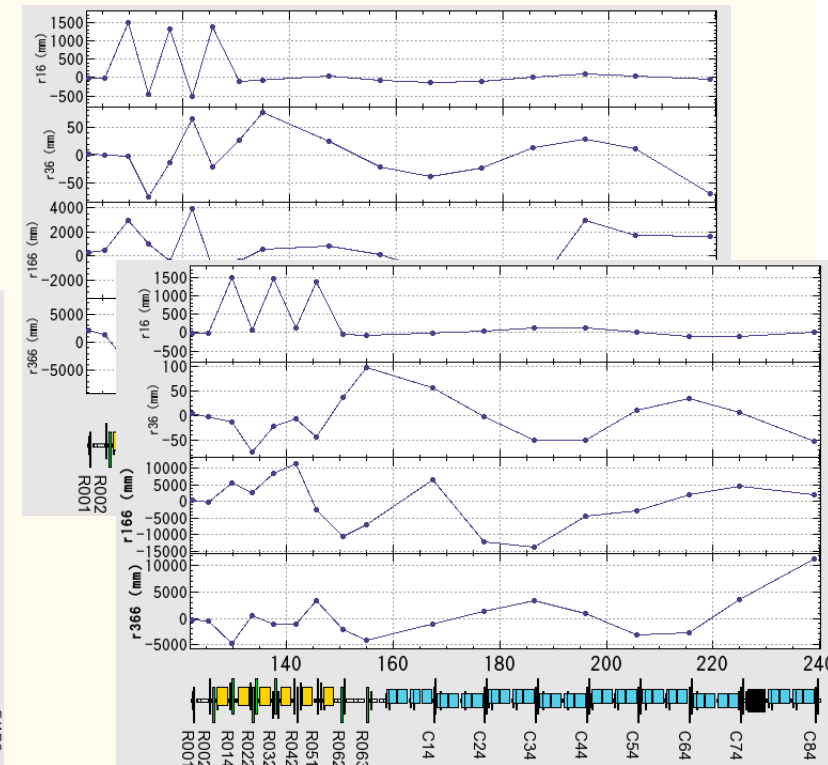
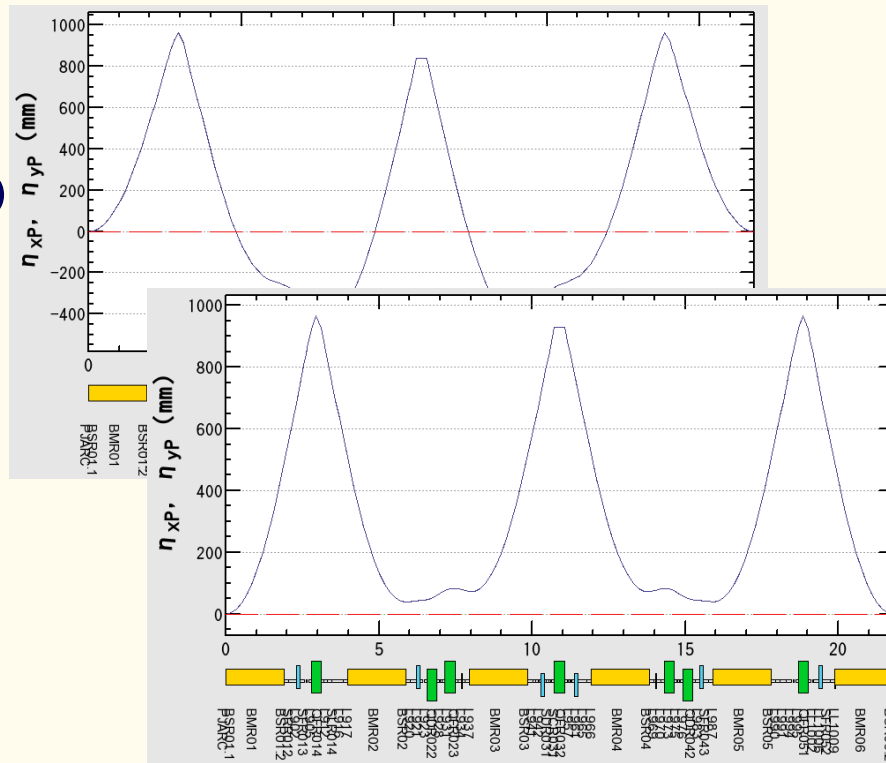


# ビームのエミッタンスとエネルギー幅

杉本他

- ◆ 当初、 $T=0$  向けに低エミッタンスの達成に注目していたが、電荷が大きくなるとエネルギー幅の仕様満足が難しい
- ◆ 電荷分布をガウス分布にせず、時間方向を制御してビームローディングの影響を極小化する方策を検討している
- ◆ そのためにはほぼ方形の大電荷 30 ps ビームを作り、180 度 Arc や SY2 で圧縮する必要がある

- ◆ R56 を 0 と -0.6 とした場合の Dispersion の計算値と実測の例

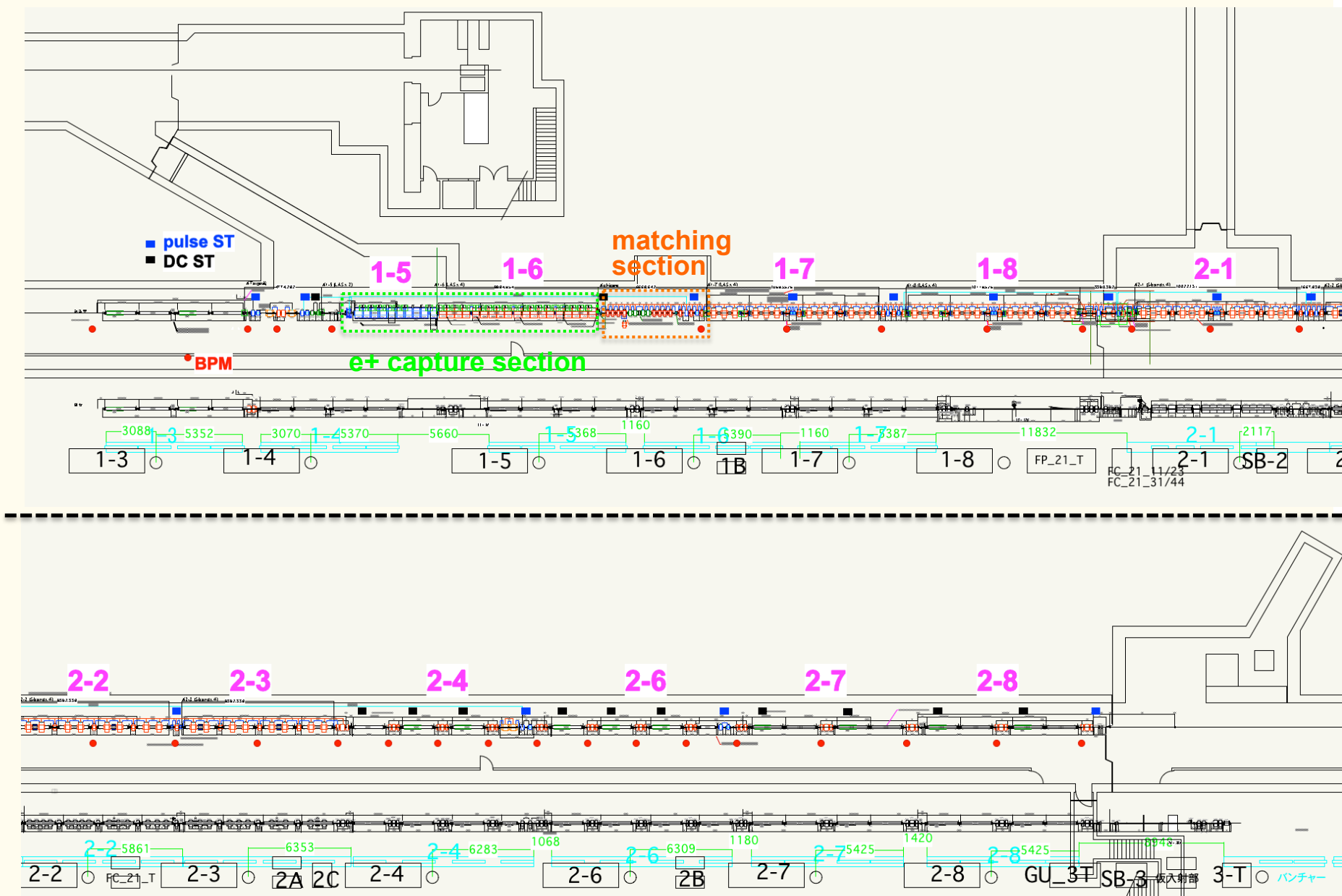


# レーザー RF 電子銃

- ◆ **仮電子銃 (GR\_32) として下流部で PF 入射を含め試験を継続**
  - ❖ これまでの **DAW 型 RF 電子銃**
  - ❖ 第二レーザーハットを用いて、切り替え保守や PF 入射を含め、**実用運転・長期運転・保守の経験蓄積と問題点洗い出しを行う**
  
- ◆ **A1 電子銃 (GR\_A1) の試験を早急に始める**
  - ❖ **擬似進行波型空洞や Ir2Ce 陰極、ファイバレーザーなどの評価を進める**
  - ❖ **エネルギー幅・安定度制御のためのレーザー光時間構造制御を行う**

# ビームライン詳細

陽電子ターゲットから  
LTRまで  
地下と地上  
の摺合わせ  
各機器の最終調整と発注



## ビーム光学系詳細検討

- ◆ DC ソレノイドからの XY-coupling によるエミッタンス増大の評価 - ディスパージョン漏れ制御
- ◆ 移行期のビーム光学マッチングの検討
- ◆ 機器情報、CAD 図面、ビーム設計コード入力、の相互情報管理



# 最近の障害

## ◆ 秋以降、少し障害が多い

### ❖ C-band Klystron KL\_44B が故障、交換

- ❏ 震災時、高電圧トランスが転倒し絶縁碍子に傷をつけたらしい
- ❏ C-band ユニットは保守と物理口径を考慮し当面撤去の方向

### ❖ 制御 Network の不調

- ❏ 低速陽電子部で制御 Network が機構 Network に接続された
- ❏ 移行期にあり、管理方法と監視機構の再整備が必要

### ❖ PF 入射時の同期禁止帯

### ❖ ビーム位置モニタ (SP\_22\_15) の真空封止コネクタの真空漏れ

### ❖ マイクロ波源 (KL\_3T) のパルス電源の出力が低下し交換

### ❖ Klystron (KL\_54) の水漏れ、交換

### ❖ 加速管 (AC\_35\_4) の冷却水路への真空漏れ、切り離し

## ◆ 震災の後遺症と SuperKEKB への移行準備のためのものが多いが、継続的な監視が必要

## まとめ

- ◆ 2年後の MR 入射コミッションングに向け、ひとつの Milestone は越えた
- ◆ 震災の影響の懸念をある程度払拭した
- ◆ SuperKEKB のビーム仕様を満たすための試験の準備が整ってきた
- ◆ まずは  $T=0$  の 1nC ビームのエミッタンスとエネルギー幅を満足し、さらに大電流ビームのビーム特性達成を目指す
  - ❖ そのために、機器の安定度向上、ビーム・マイクロ波・タイミング測定、大電流加速、ビーム安定化機構、特にエミッタンス・エネルギー幅制御の確立、などをひとつずつ段階を踏んで進めて行く