

ライナックアップグレードプロジェクト
にともなう
PFでのTop-Up入射について

そもそもの始まり

Bファクトリーが連続入射モードで運転を始めたため、PF, PFARでとくに連続入射が必要なモードと並立が出来なくなった。



6主幹によって話し合いが持たれ、4リング(PF, PFAR, LER, HER)への同時入射をライナックアップグレードプロジェクトの一環として推進することが合意され、ライナックアップグレードプロジェクトミーティング(IUC)にて検討が始められた。これにともない、PFリングでのTop-Up入射が現実のものとなった。

IUCでの検討結果

ライナックアップグレードをフェーズ1, 2, 3の3段階に分けて実現する。

フェーズ1 切り替えが現在の8分から4分程度になる。この変更を実現するため、PF用の入射ラインを新たに第3スイッチヤードに作る。

フェーズ2 電子加速モードにおいて、マルチエネルギー、パルス毎の高速スイッチングが可能となる。最大25 Hz。

フェーズ3 陽電子ターゲットに穴を設けるか、バイパスして、電子、陽電子の同時加速を行う。これにより、陽電子モードでもPFに電子ビームが入射できる。最大25 Hz。

PFへのTop-Up入射について

フェーズ1 Bファクトリーの入射毎(20分程度)にPFに入射が出来る。

フェーズ2 電子加速モードのときのみPFに最大25Hzで連続に入射が出来る。

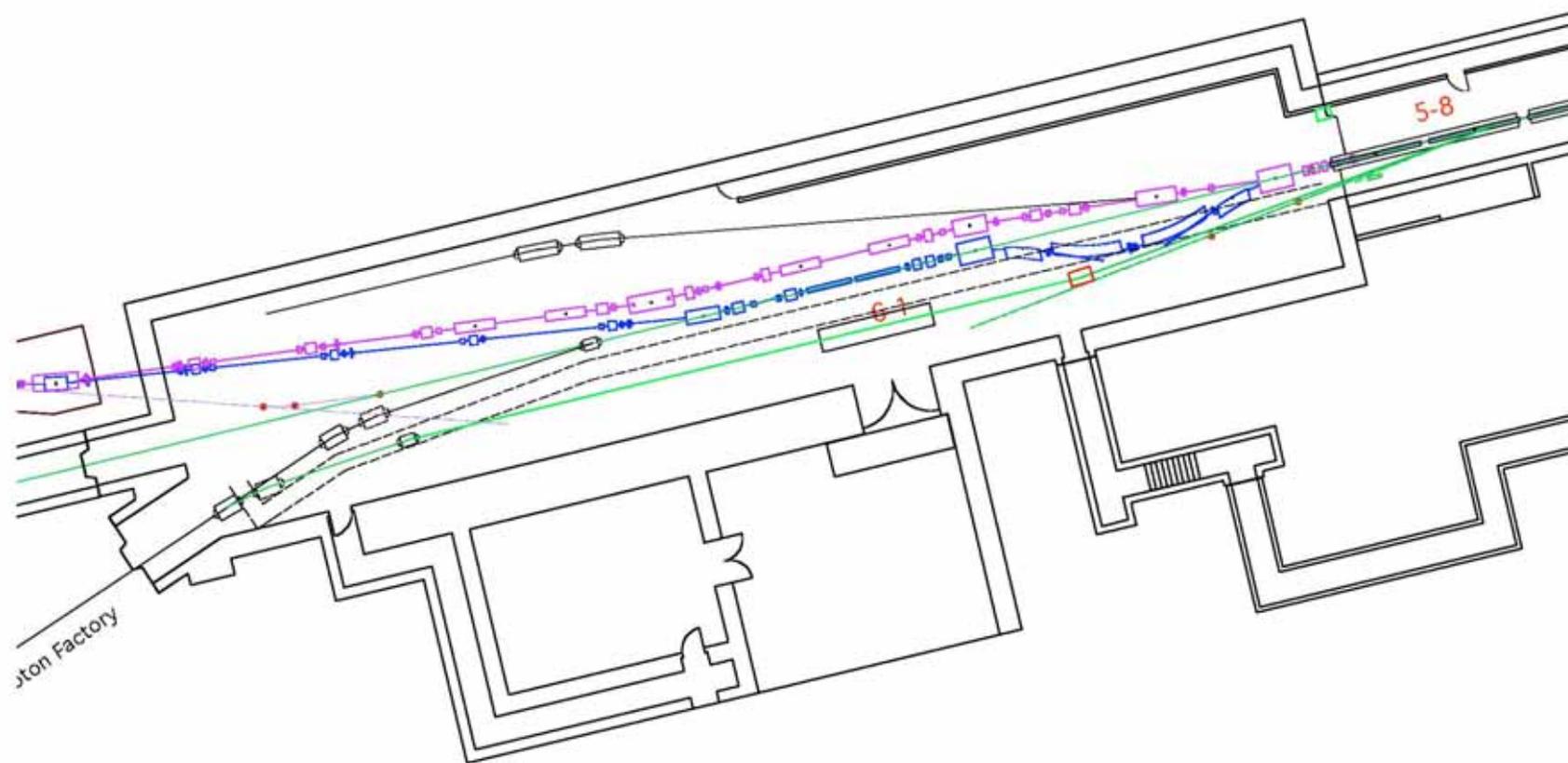
フェーズ3 電子、陽電子加速モードに関係なく最大25Hzで連続にPFに入射できる。

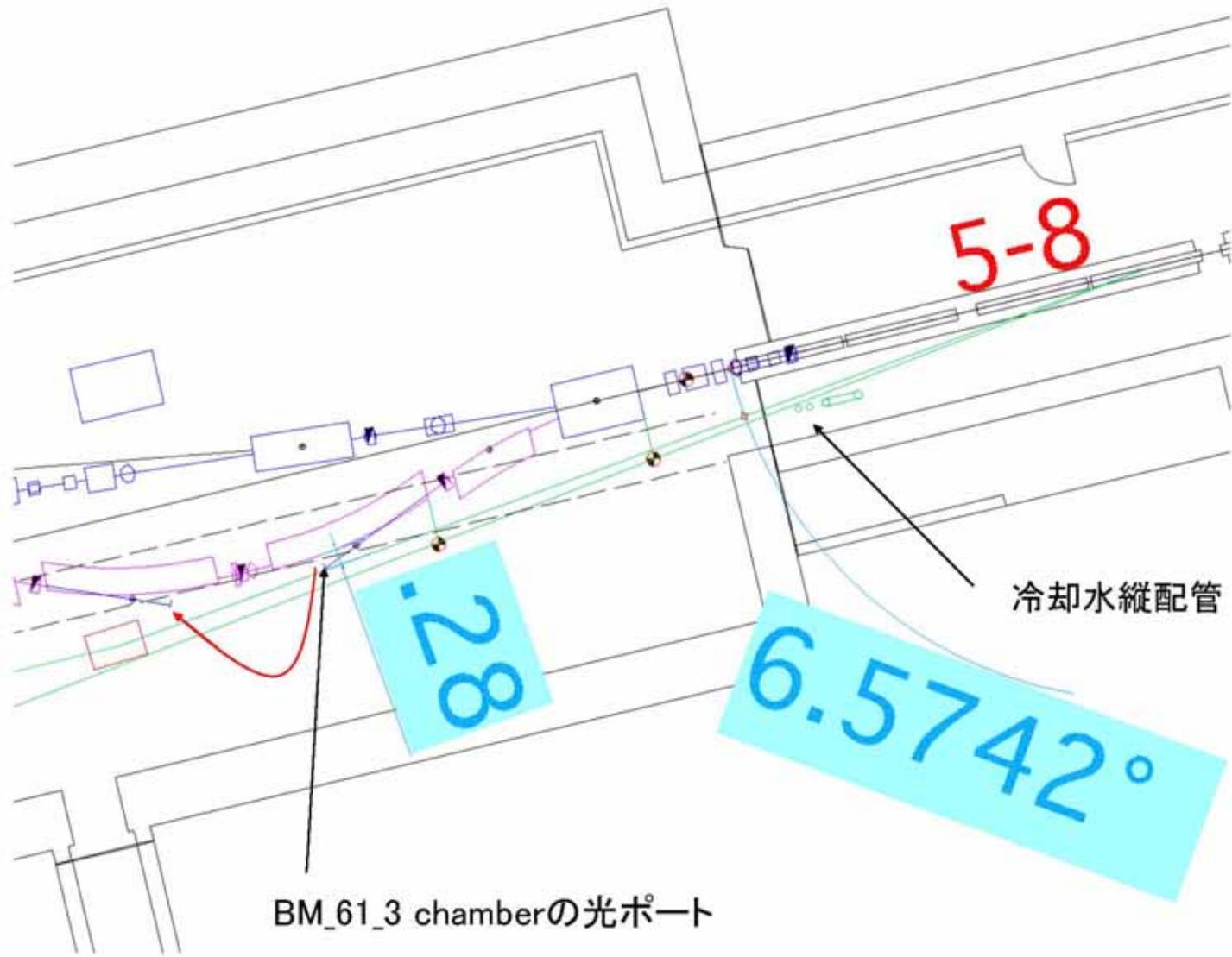
Top-Up入射によってもたらされるメリット

1、フェーズ1の段階でも450mAに対して20分程度に0.2mA程度入射できるので、ビーム強度変動が 5×10^{-4} に抑えられフェーズ3まで進んでパルス毎のスイッチングが可能になるともっと良くなる。

2、ライフタイムを気にしなくて良いので、フェーズモジュレーションを切ることが出来るので輝度が控えめに言って2倍程度上がるであろう。

第3スイッチヤードでの新たな PF入射ラインの配置案





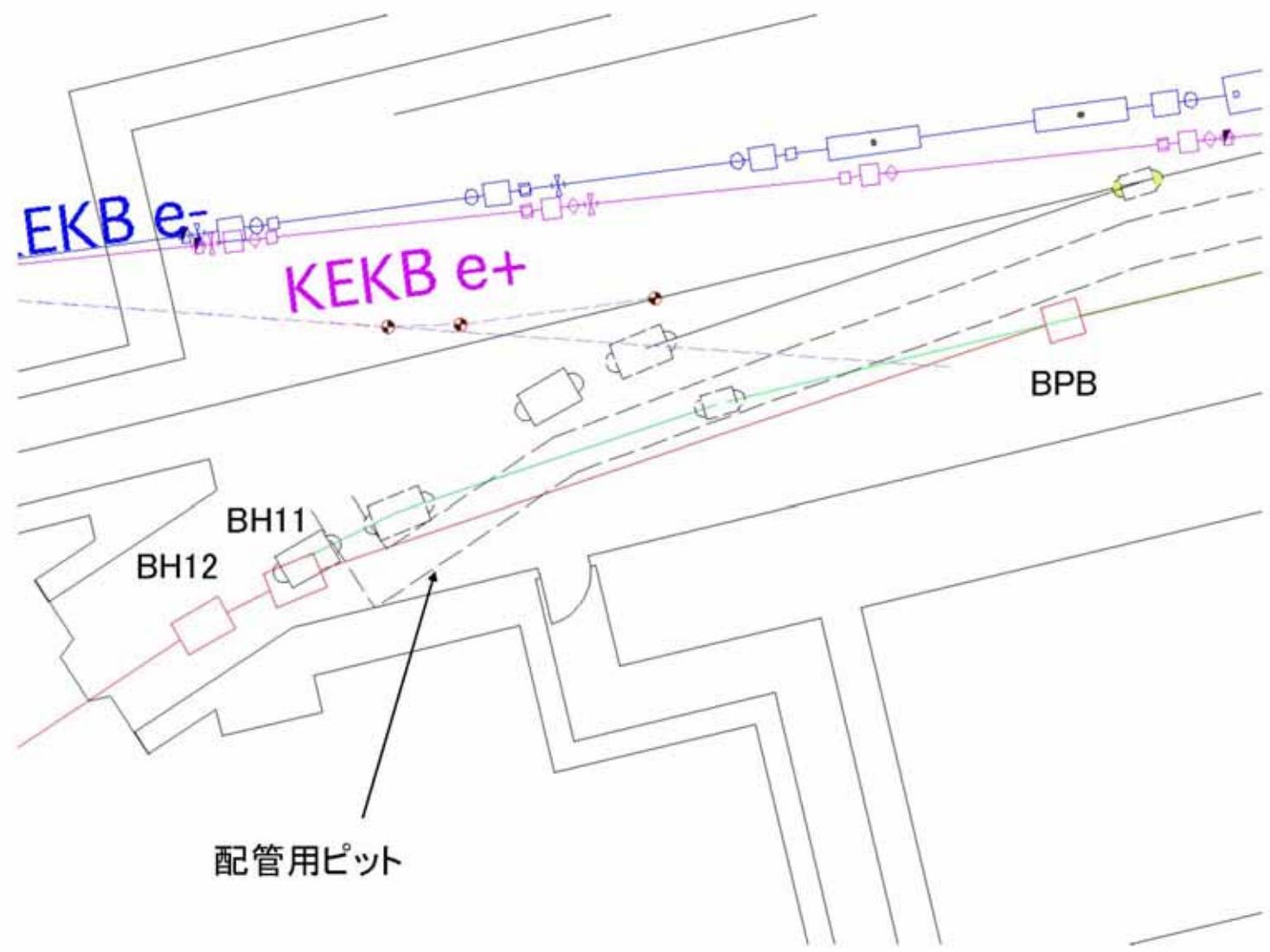
5-8

冷却水縦配管

28

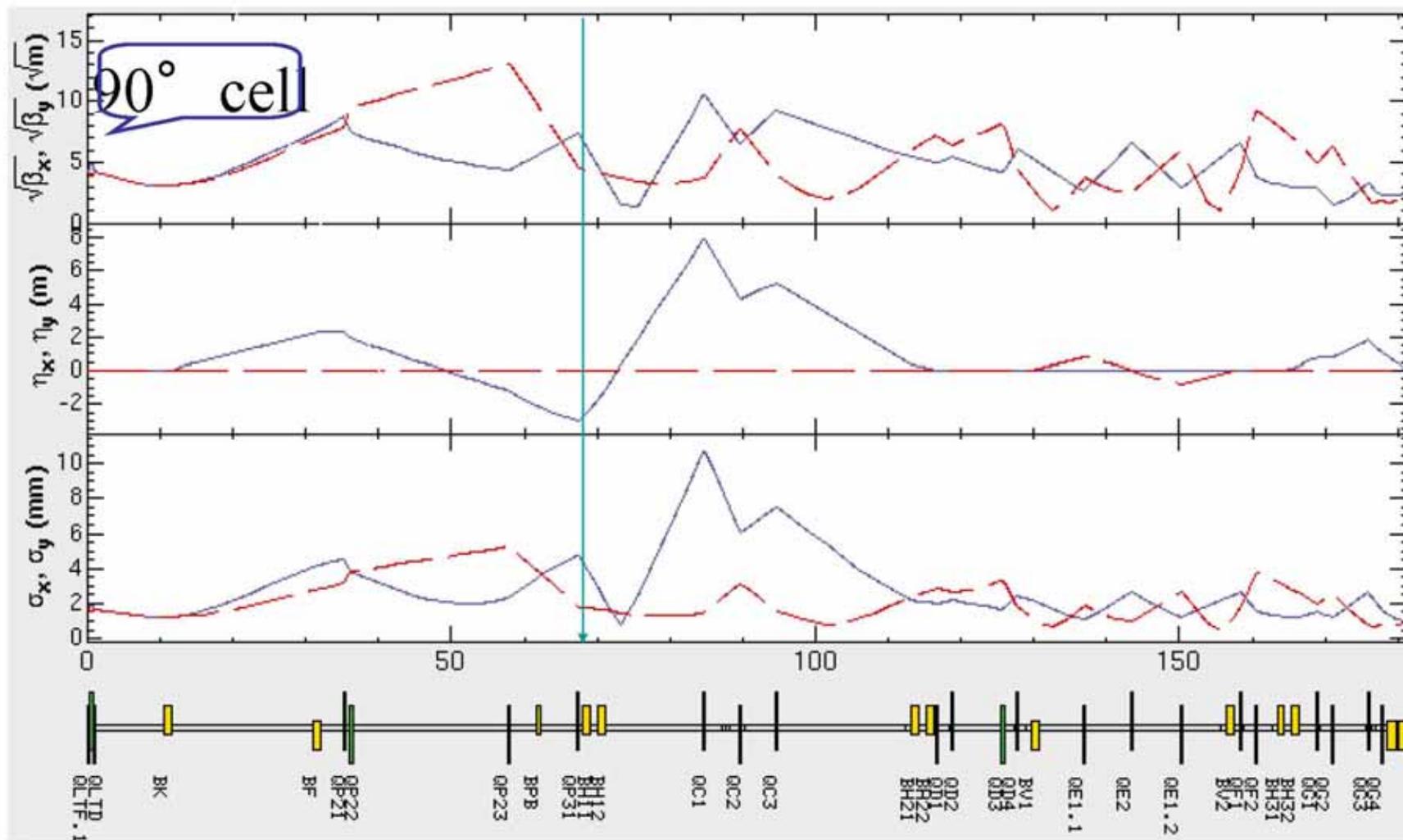
6.5742°

BM_61_3 chamberの光ポート



仮定: $dP/P=0.125\%(1\sigma)$, $\varepsilon=1.6e-7m$

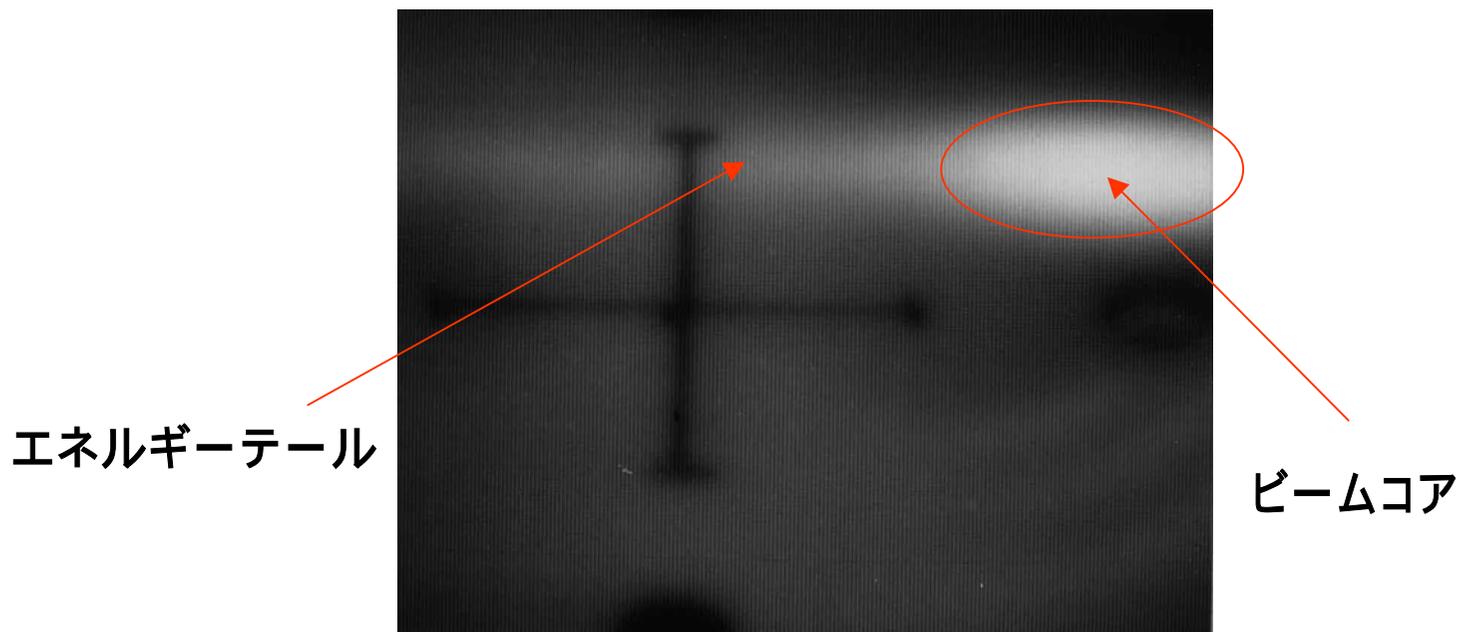
($\eta=-3.0:3.75mm$, $\beta=60:3.1mm$)



Top-Up 入射におけるリング側の問題点

- 1、ライナックのエネルギーテールをどうするか。
- 2、キッカー電磁石によるパルスバンプのエラーによるビームのコヒーレント振動をどれだけ小さく出来るか。
- 3、入射されたビームに対してアパーチャーは十分にあるか(アンジュレーターの狭いダクトを入射ビームは通れるか)？入射ビームのロスには十分に小さいか？
- 4、現在蓄積モードでのイオントラッピングによるビーム不安定性を8極電磁石で抑えているのをどうするか？
- 5、フェーズモジュレーションで抑えられている縦方向の不安定性をどうするか
- 6、シャッターを開けたまま入射する際のインターロックは？

1、ライナックのエネルギーテールをどうするか

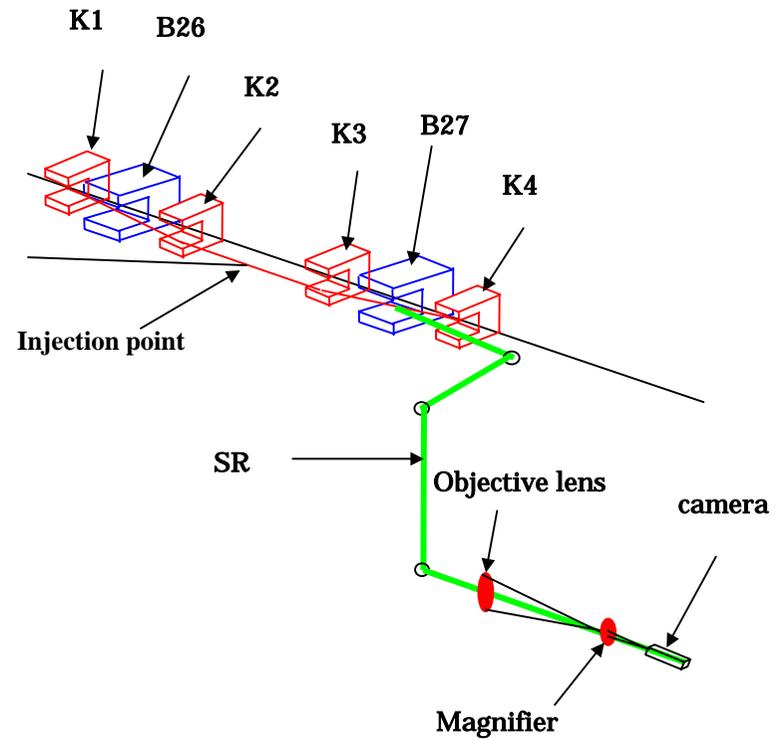


エネルギーテールをカットするために第3スイッチャードにスリットを設ける。

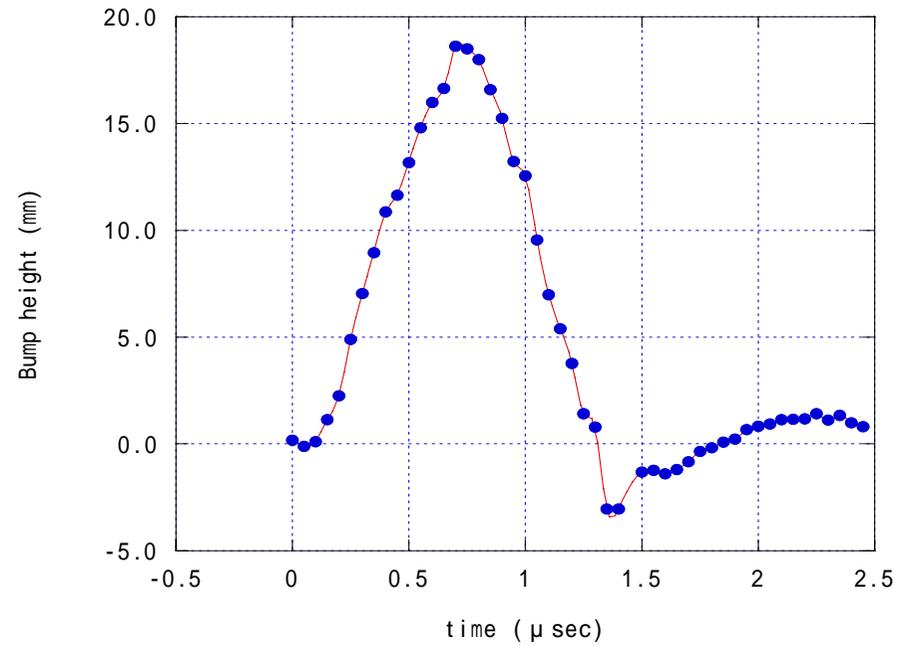
2、キッカー電磁石によるパルスバンプのエラーによるビームのコヒーレント振動をどれだけ小さく出来るか。

この問題を調べるのには、蓄積ビームが実際にキッカーバンプの蹴り残しでどの程度振動するかを測定する必要がある。

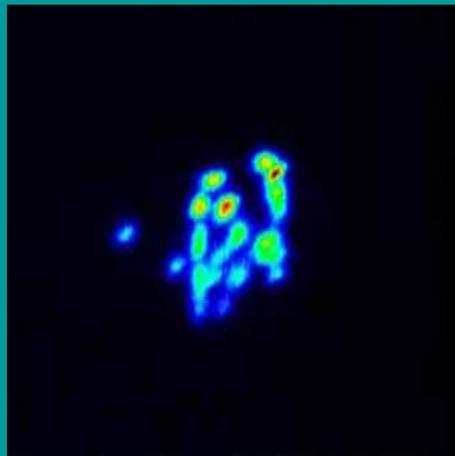
入射グループでは将来のTop-Up入射のための基礎開発の一環として、SRモニターを応用したTurn by Turnでビームのプロファイル、振動が観測できるシステムを開発し、入射パルスバンプ内にあるB27を光源とするモニターを2002年に設置して研究を進めてきた。



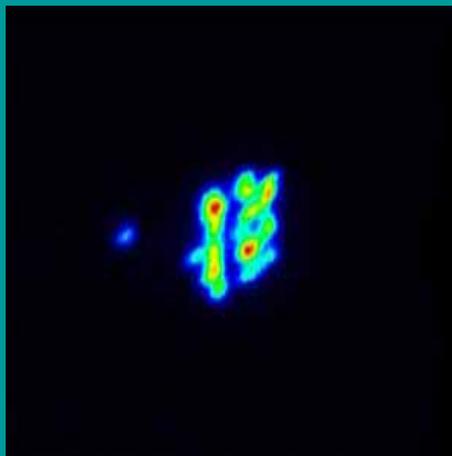
Arrangement of kicker magnets and optical layout of the SR monitor. K1,2,3,4 denote kicker magnet No.1,2,3,4, respectively. B26,27 denotes bending magnet No.26,27.



Duration of injection bump measured by optical observation.



(a)

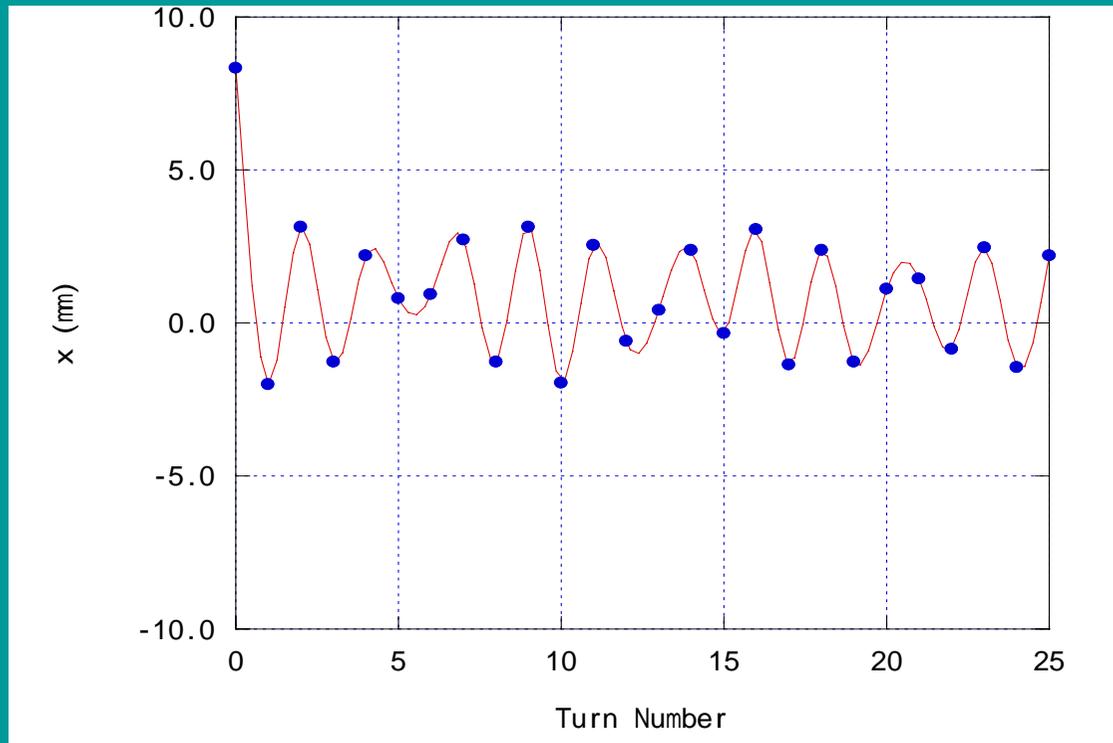


(b)



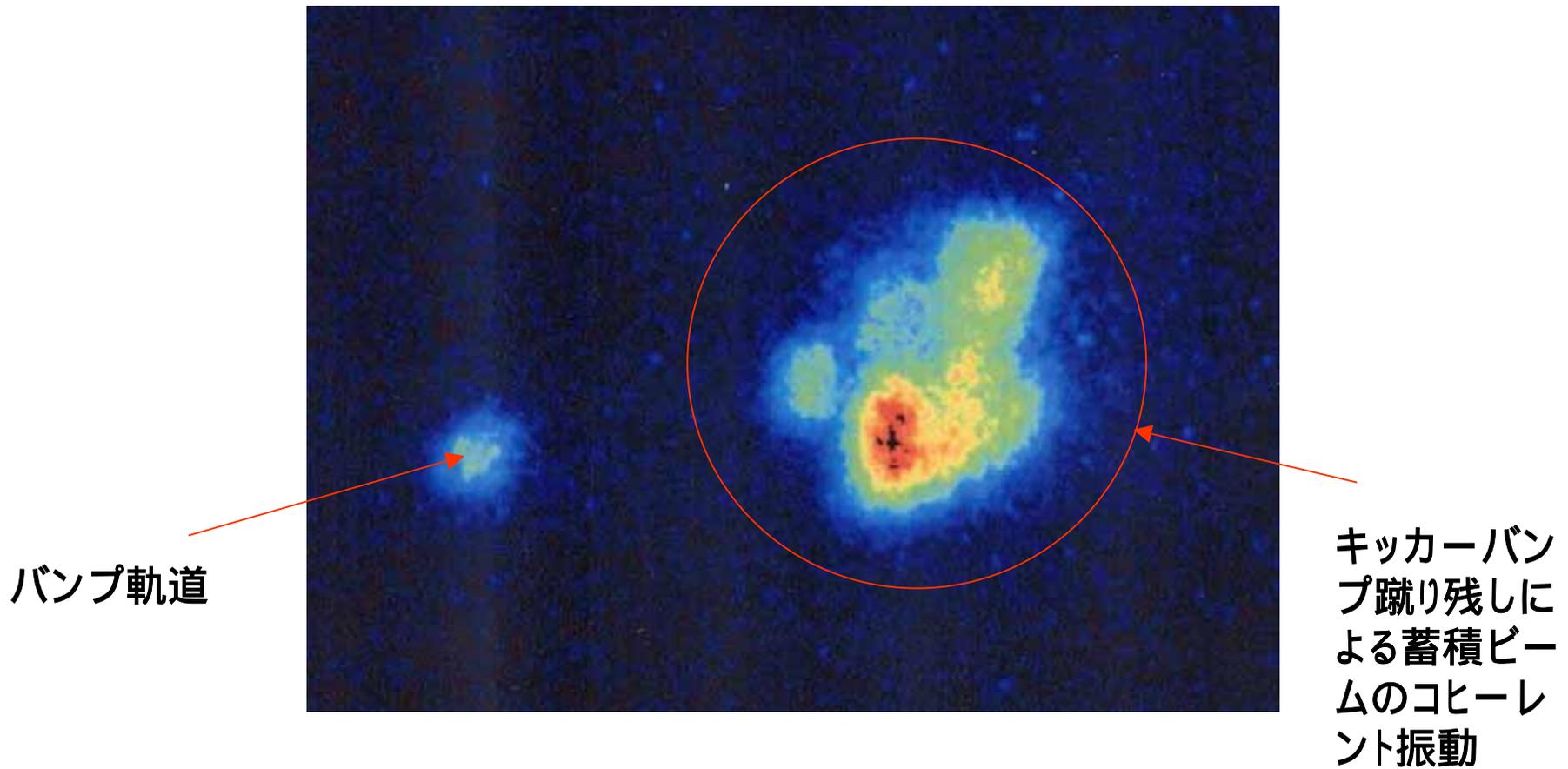
(c)

Results of coherent oscillation of injected beam in first 15 turns

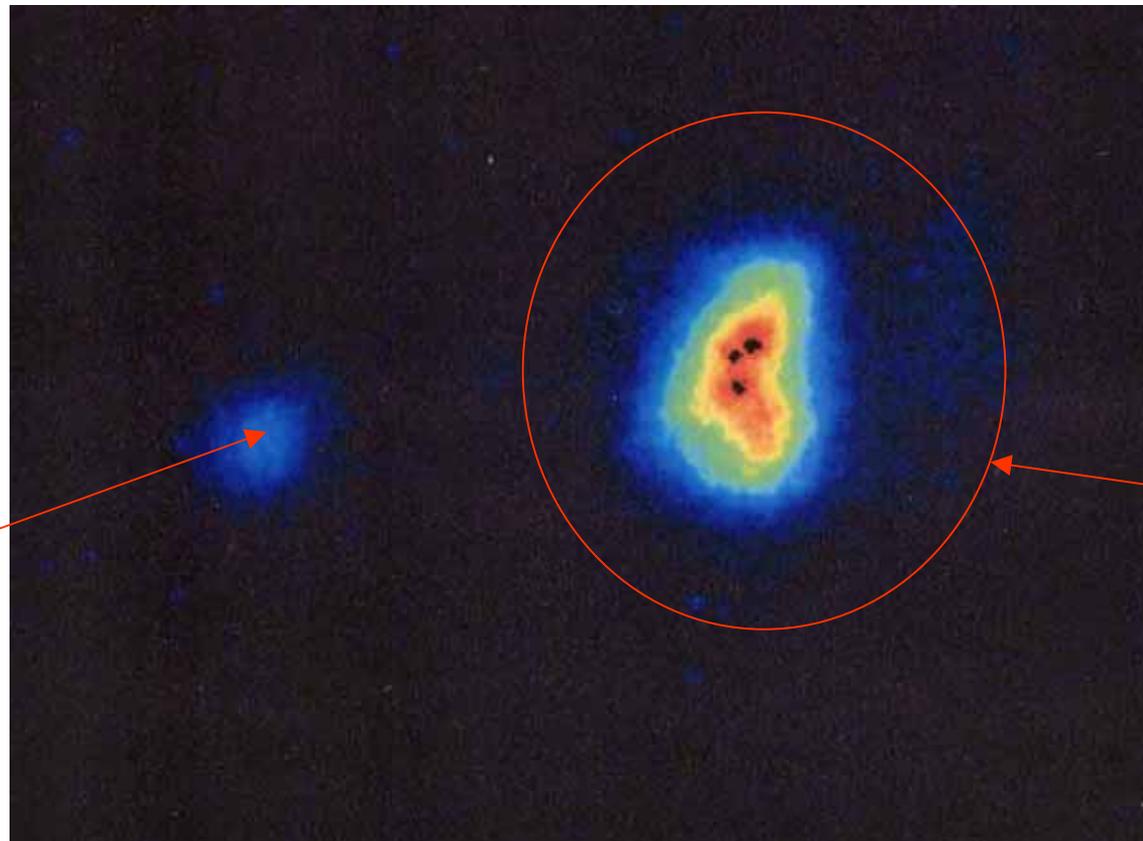


Coherent oscillation of injected beam in the first 2 turns in the horizontal direction.

蓄積ビームを用いてのキッカーバンプ蹴り残しの最適化の結果



バンブ軌道



キッカーバン
ブ蹴り残しを
補正したあとの
蓄積ビーム

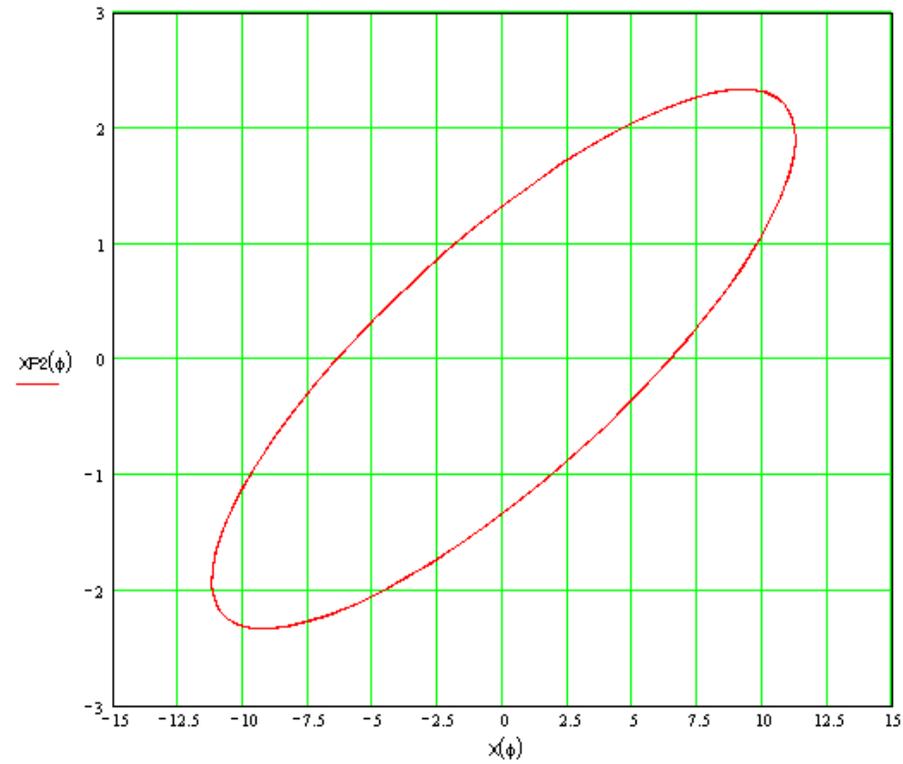
横方向にお
いては $\sigma/4$ 以
内程度に振
動が抑えられ
ている

3、入射されたビームに対してアパーチャーは十分にあるか(アンジュレーターの狭いダクトを入射ビームは通れるか)? 入射ビームのロスは十分に小さいか?

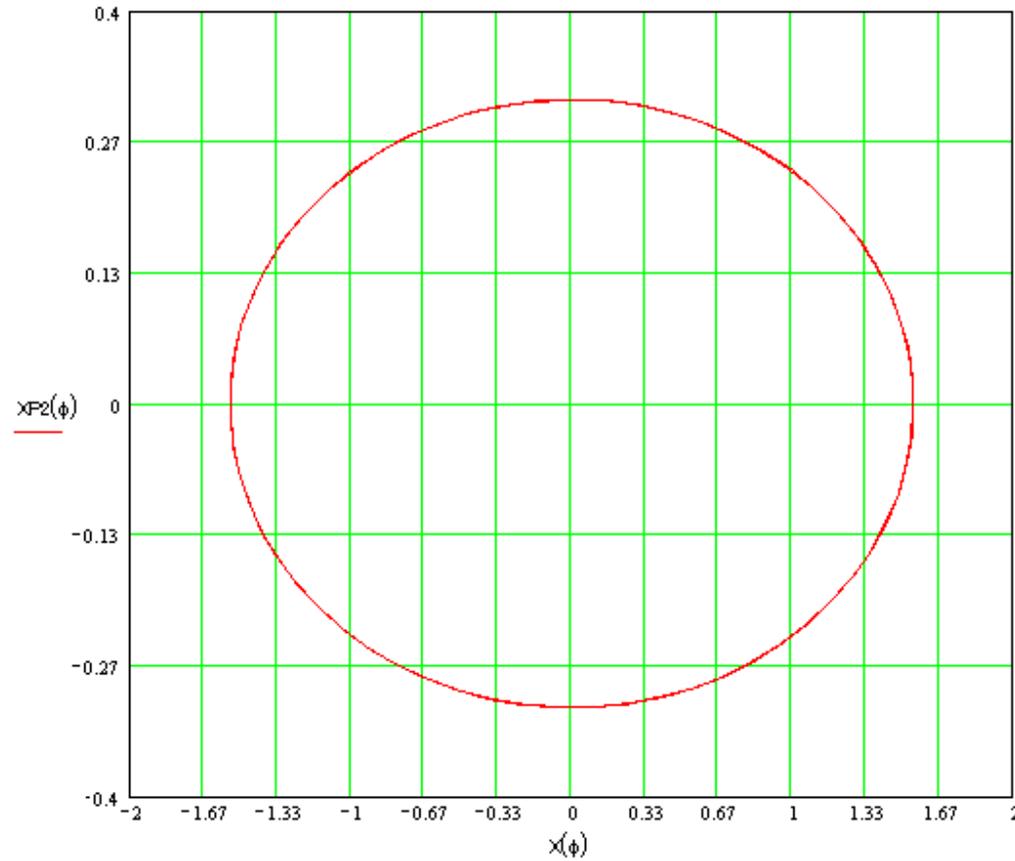


ライナックの実測されたビームエミッタンスを用いて、各IDでの入射ビームのサイズを見積もってみる

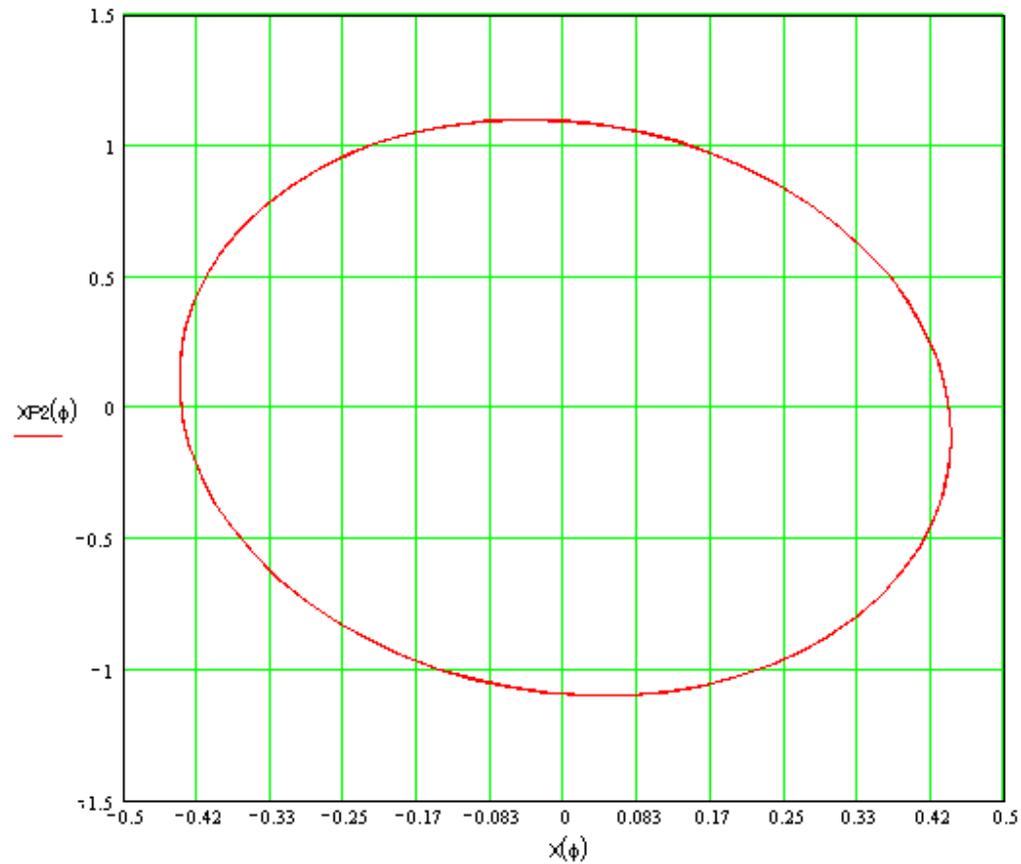
BL14 vertical wigglerでの 横方向入射ビームサイズ



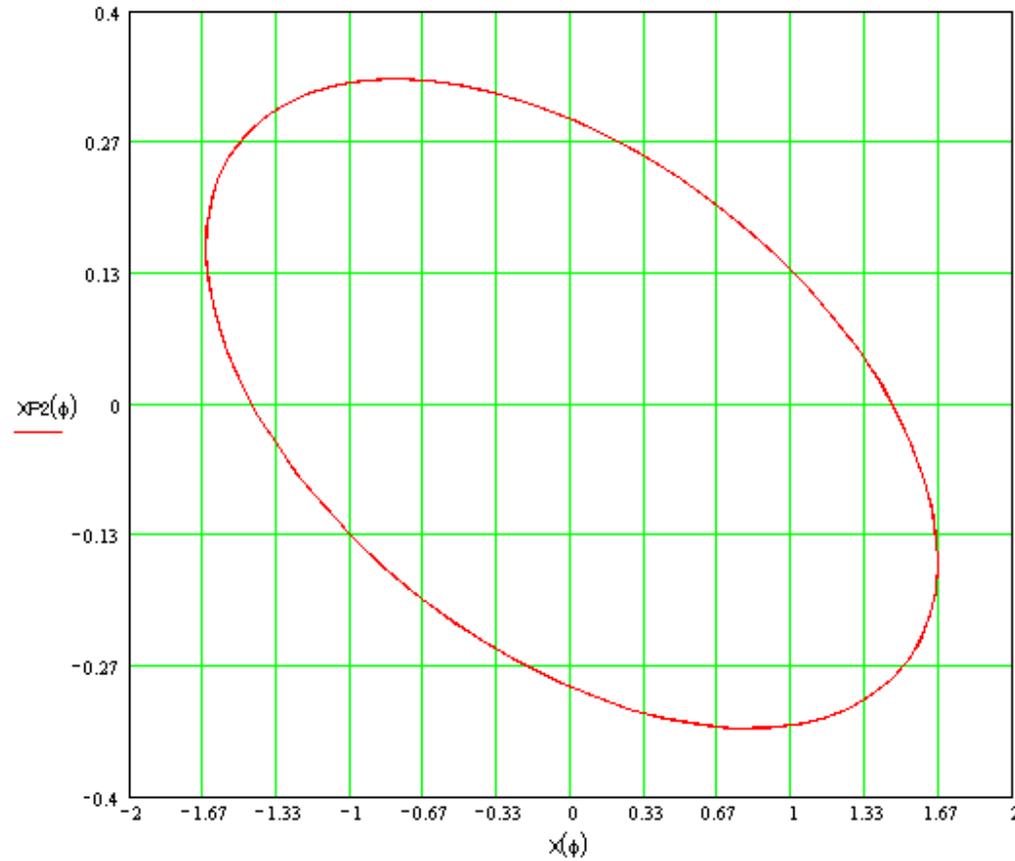
ID02, ID16での入射ビームの 縦方向ビームサイズ(3σ)



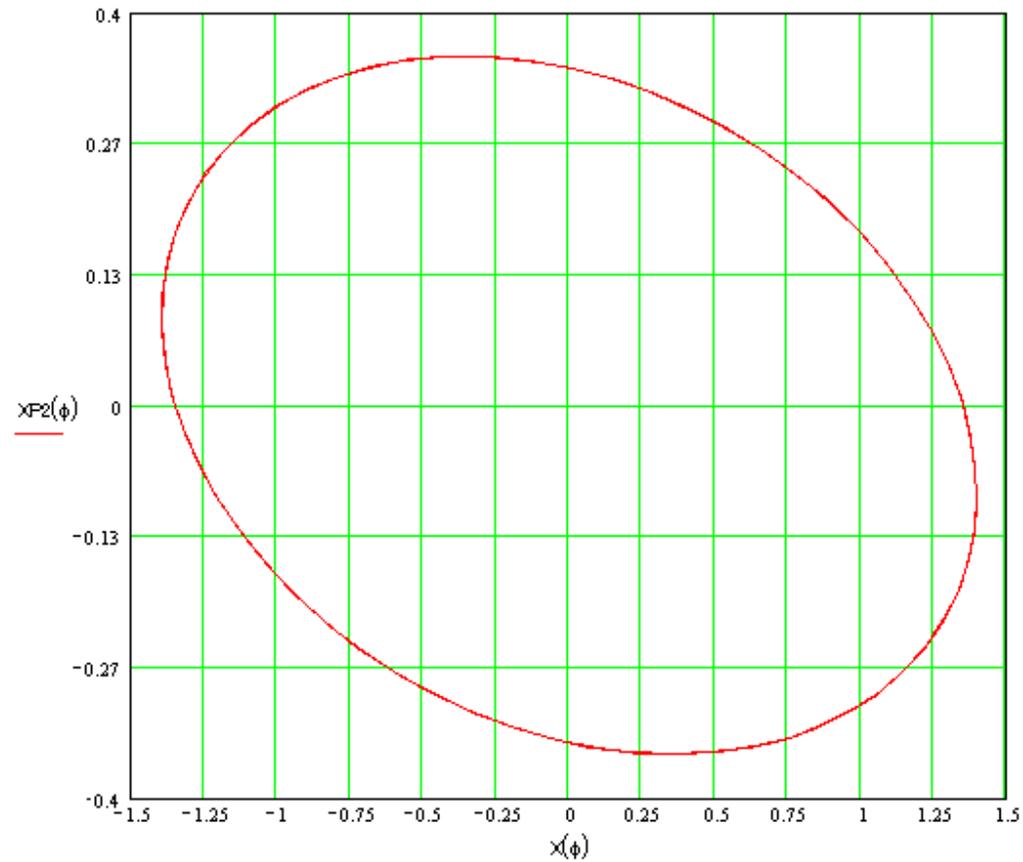
ID03, ID17での入射ビームの 縦方向のビームサイズ(3σ)



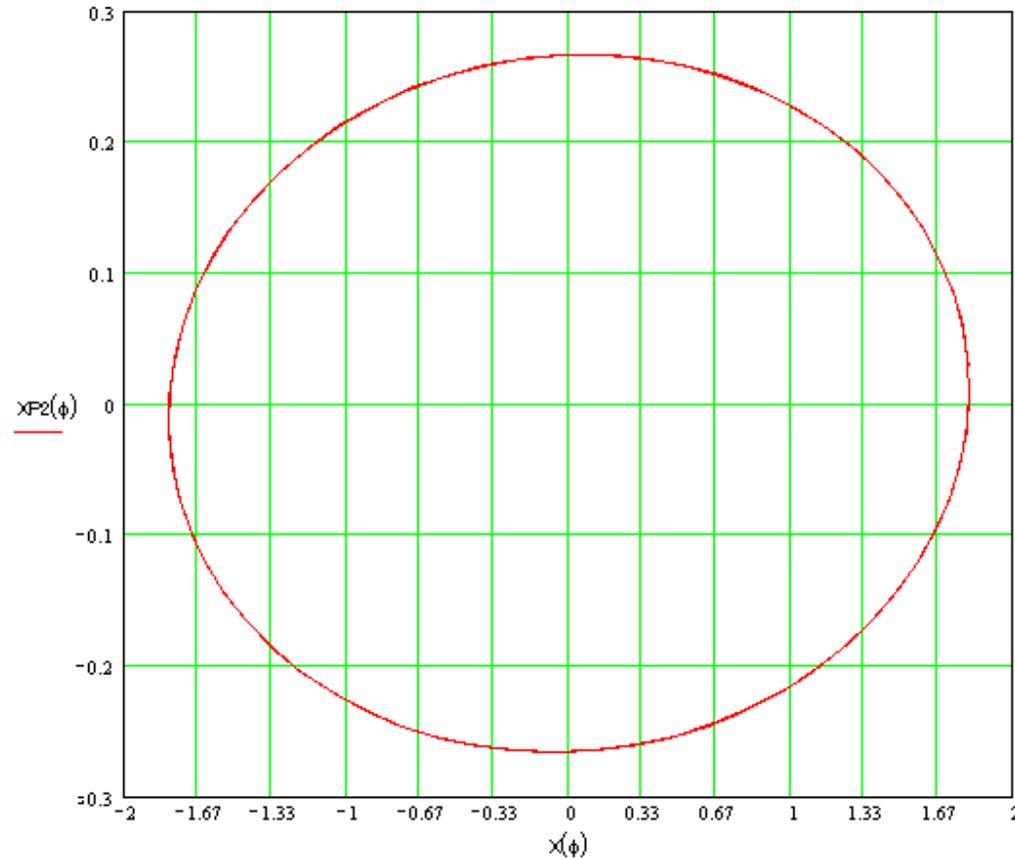
ID05, ID19での入射ビームの 縦方向のビームサイズ(3σ)



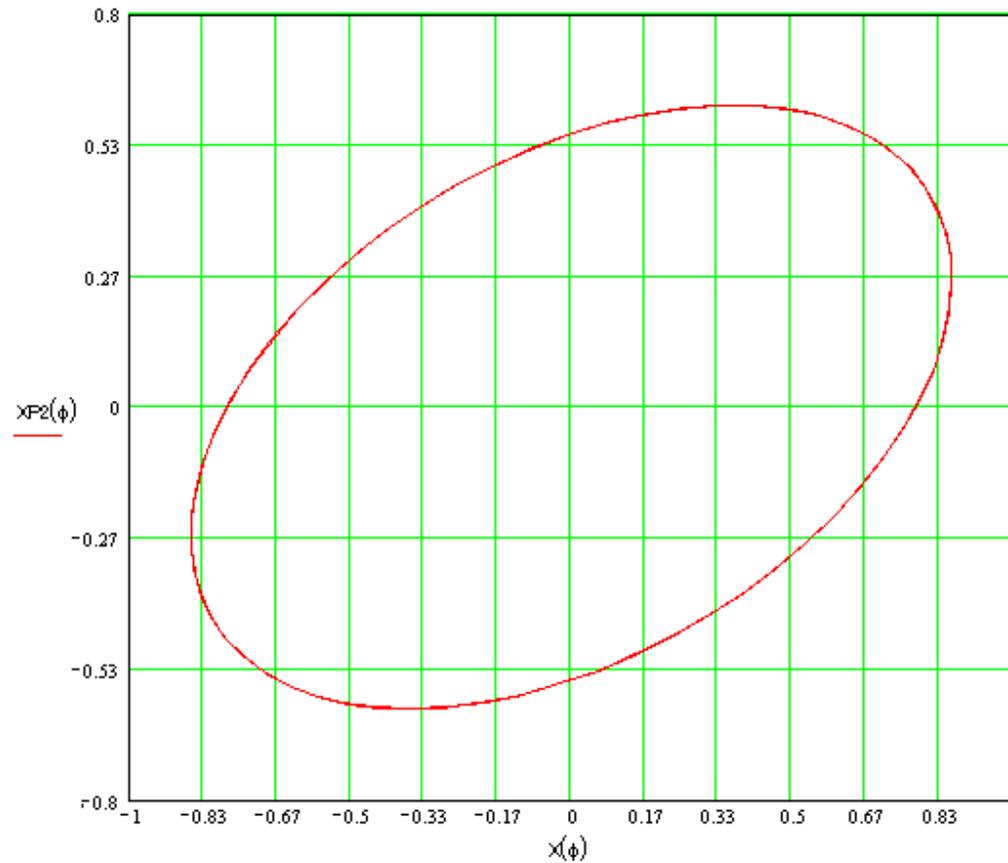
ID04, ID19での入射ビームの 縦方向のビームサイズ(3σ)



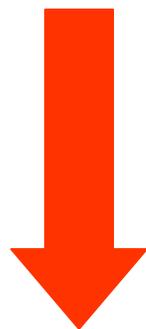
ID28での入射ビームの 縦方向のビームサイズ(3σ)



ID13, ID26での入射ビームの 縦方向のビームサイズ(3σ)



実際の入射ビームサイズはどの程度か？

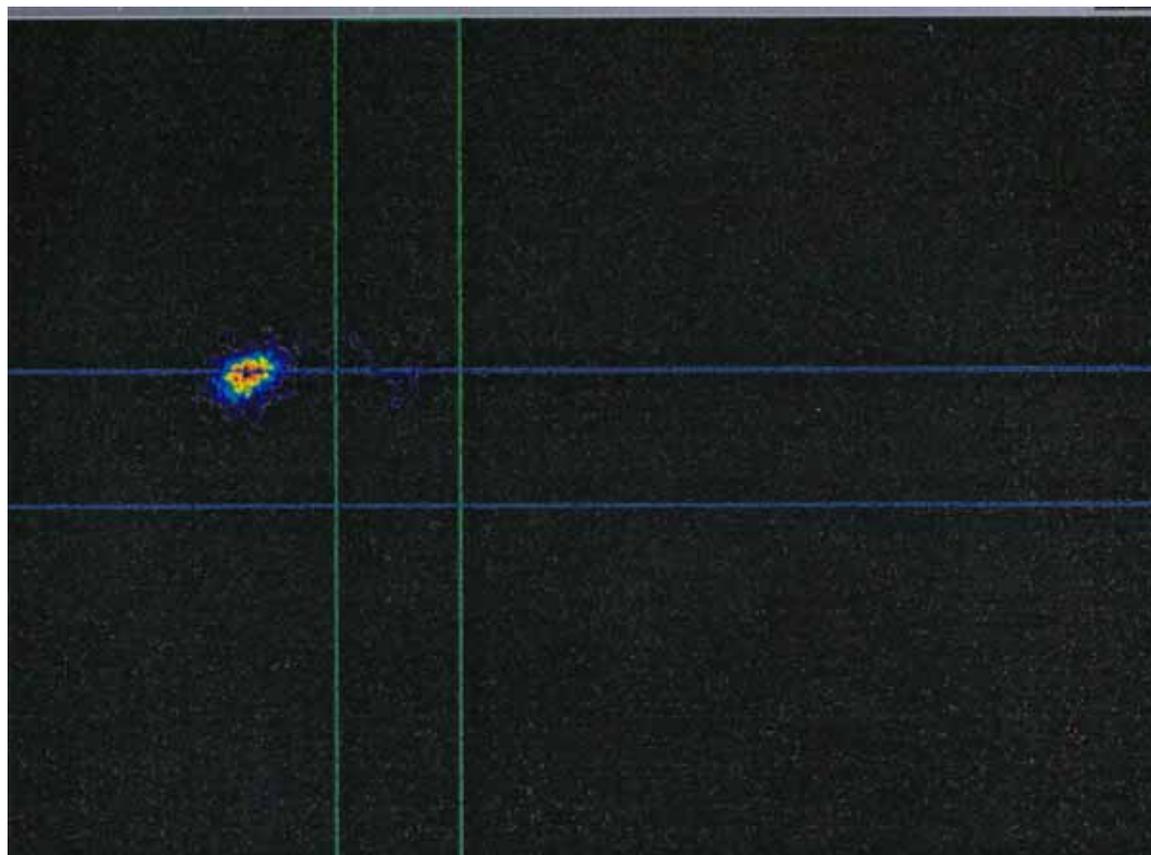


Turn by Turnビームのプロファイルモニターで実測

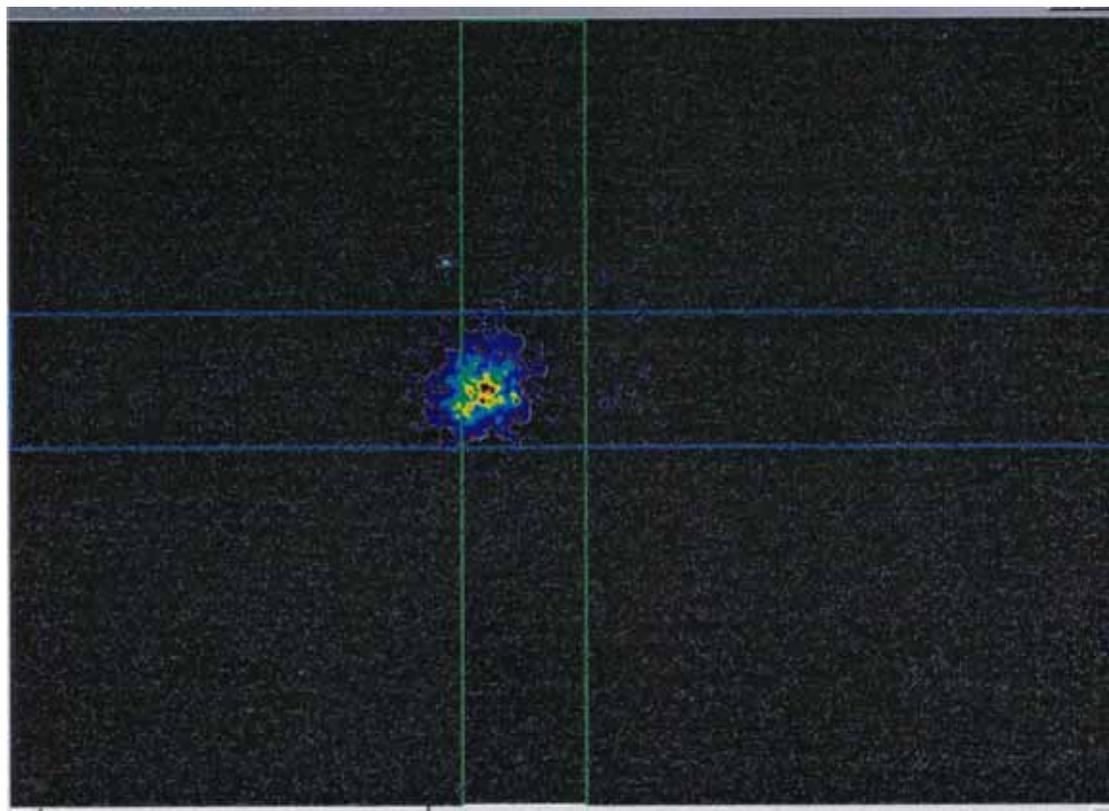
蓄積ビームのシングルショットでの ビームプロファイル



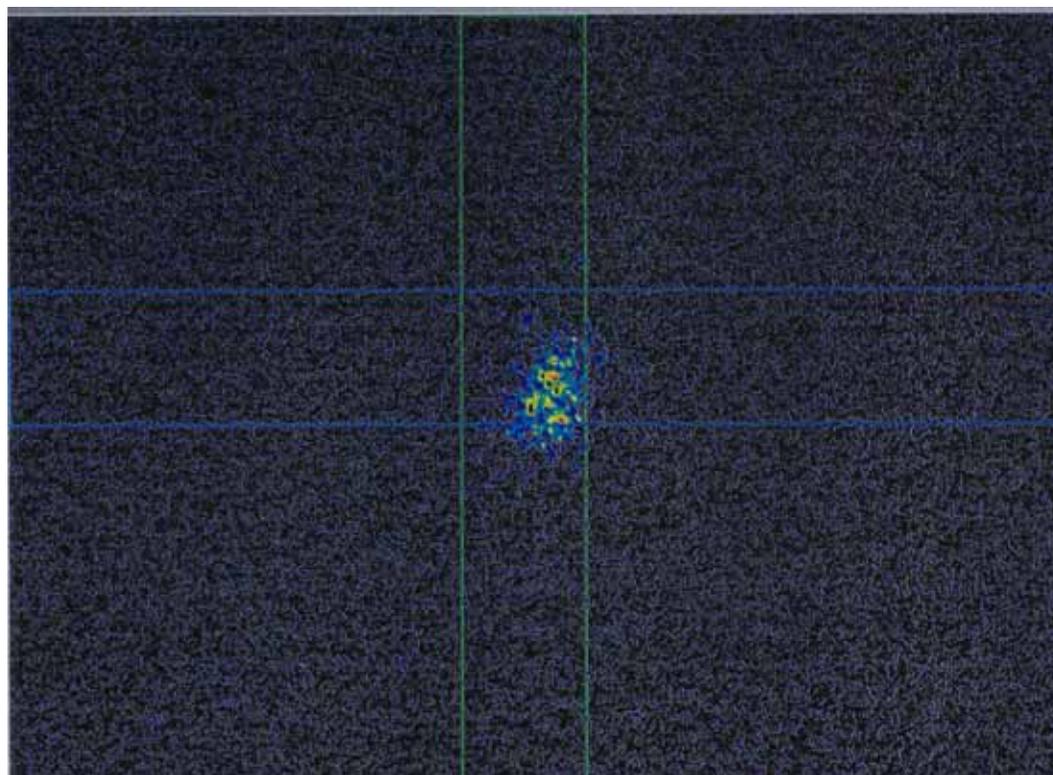
第1ターン目の入射ビームプロフィール



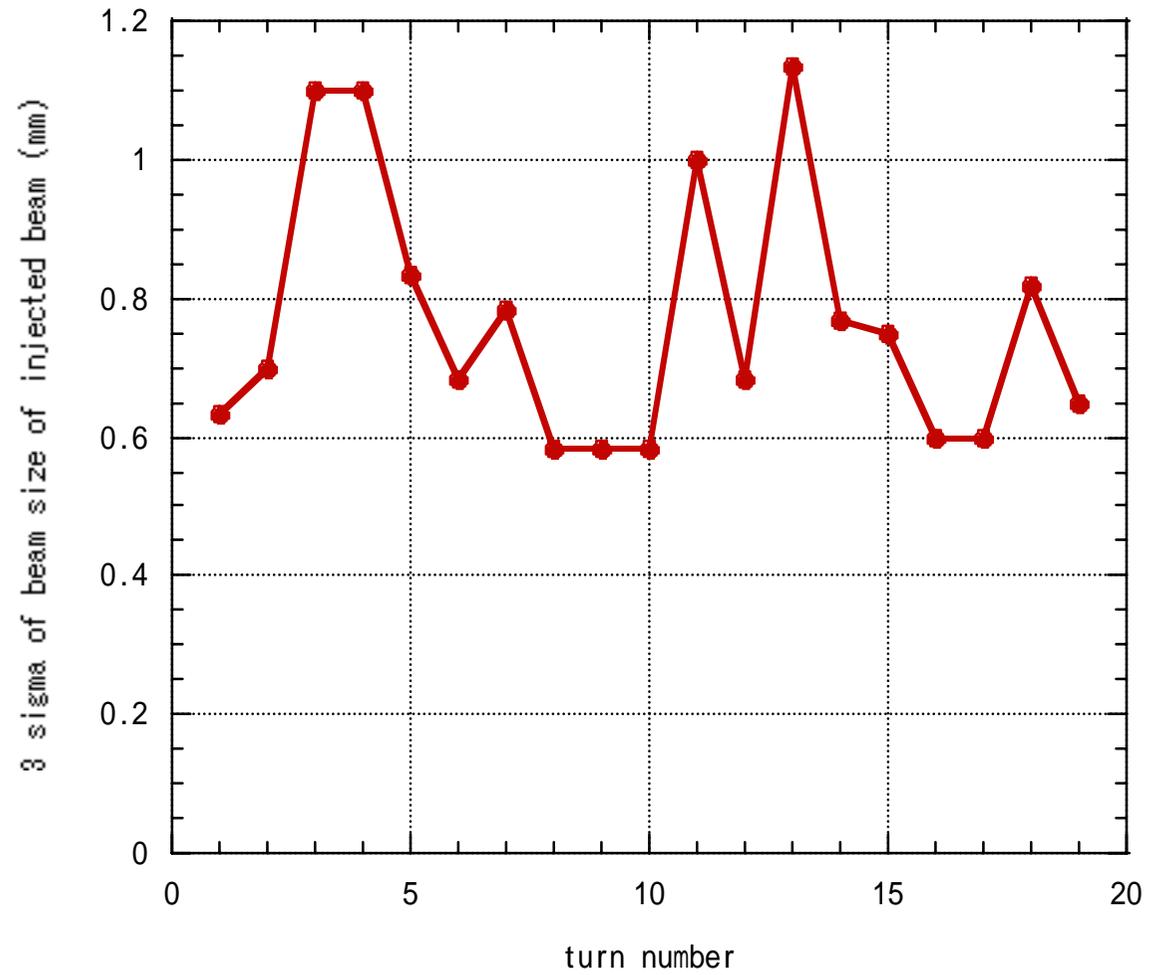
第2ターン目の入射ビームプロフィール



第3ターン目の入射ビームプロフィール



19ターン分の入射ビーム縦方向ビームサイズ



この測定結果からするとリングに入射されたビームのエミッタンスは $108 \sim 243 \text{ nmrad}$ の範囲にあり(このばらつきは測定誤差というよりはビームトランスファーラインとリングの間のオプティックスのミスマッチングによる)、ライナックでの実測値の 160 nmrad と大体あっている。



狭いアンジュレーターギャップも問題なく入射できると思われる。

4、現在蓄積モードでのイオントラッピングによるビーム不安定性を8極電磁石で抑えているのをどうするか？



トランスバースフィードバックで対処する

5、フェーズモジュレーションをやめたときに起こる縦方向不安定性をどうするか？



縦方向フィードバックを入れて対処する

まとめ

1、フェーズ1でも 5×10^{-4} に強度変化を抑える

Top-Up入射が可能。

2、リングとして本質的に難しそうな問題は見受けられない。

3、フェーズモジュレーションを切ることが出来るので、控えめに言って、2倍程度の輝度の増加が期待できる。