

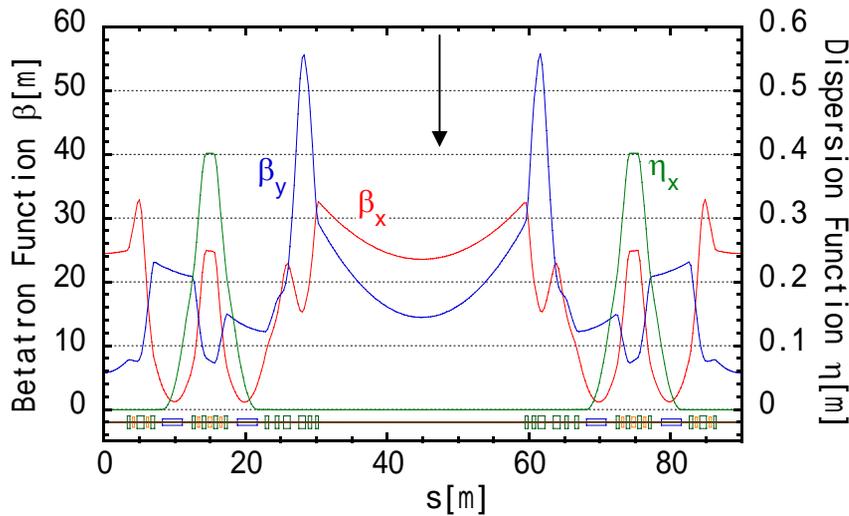
蓄積リングのラティス

- (1) SCWを設置する上での問題点
(ビームダイナミックスの観点から)
- (2) ラティス変更案 1回対称リング化
- (3) 1回対称リングの安定化
- (4) 1回対称リングのビーム試験
- (5) カウンター6極による安定領域の拡大
- (6) まとめ

SCWを設置する上での問題点

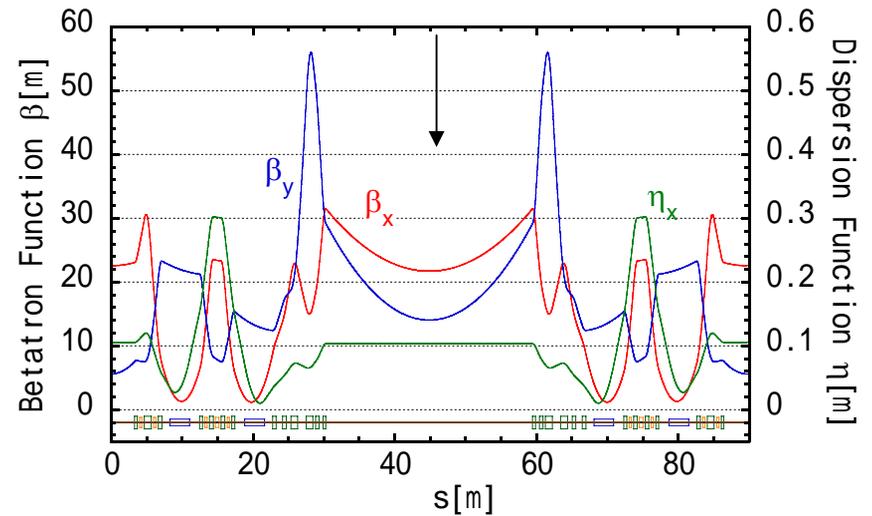
想定した設置場所：30m長直線部の1カ所

アクロマット・オプティクス (~2005/8)



$$\beta_x = 23.5\text{m}, \beta_y = 14.4\text{m}, \eta_x = 0$$

低エミッタンス・オプティクス (2005/9~)

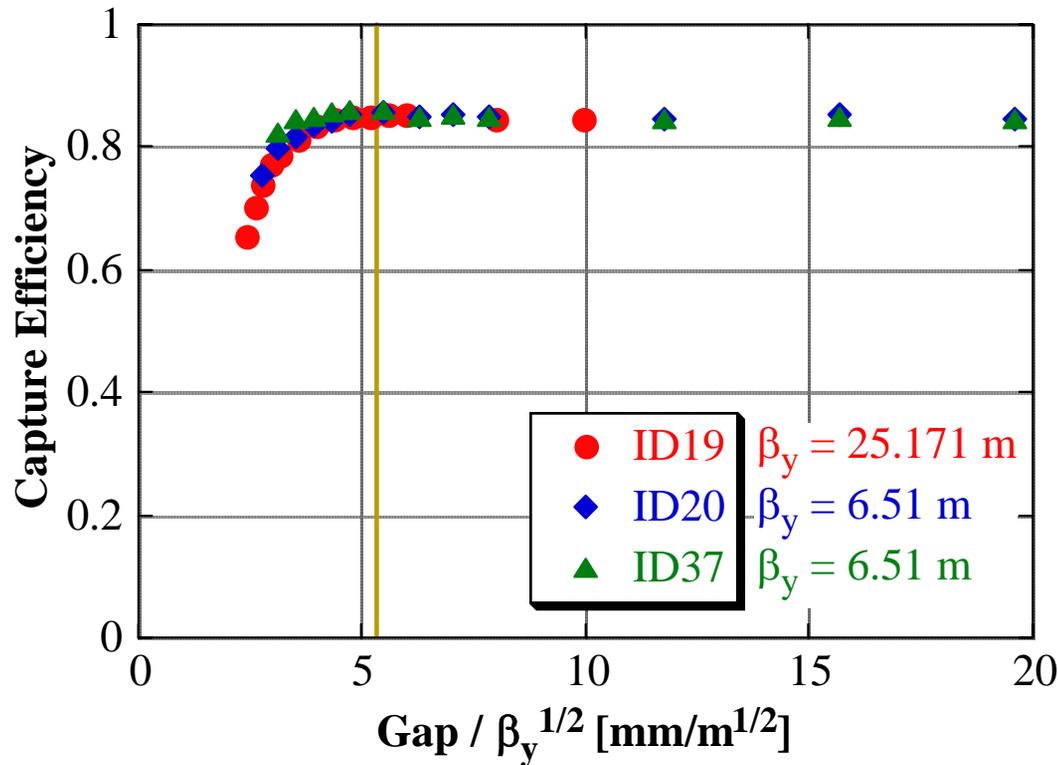


$$\beta_x = 21.7\text{m}, \beta_y = 14.0\text{m}, \eta_x = 0.10\text{m}$$

水平ベータ関数、ディスページョンが大きい エミッタンスが増大
垂直ベータ関数大きい SCW開口での入射ビームロス大

S C Wを設置する上での問題点：垂直ベータ関数

挿入光源のギャップと入射ビームロスの関係



ID 端部で $Gap/\beta_y^{1/2} > 5.3$ [mm/m^{1/2}] であれば影響はない。

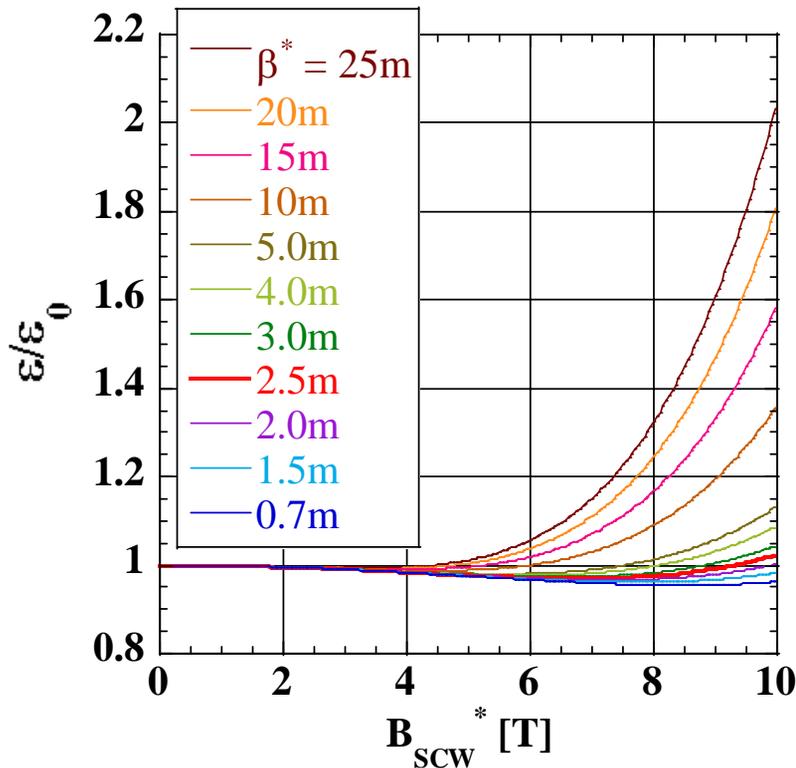
Gap = 19.6mm

S C W中心で $\beta_y < 13.6$ m とする必要がある。

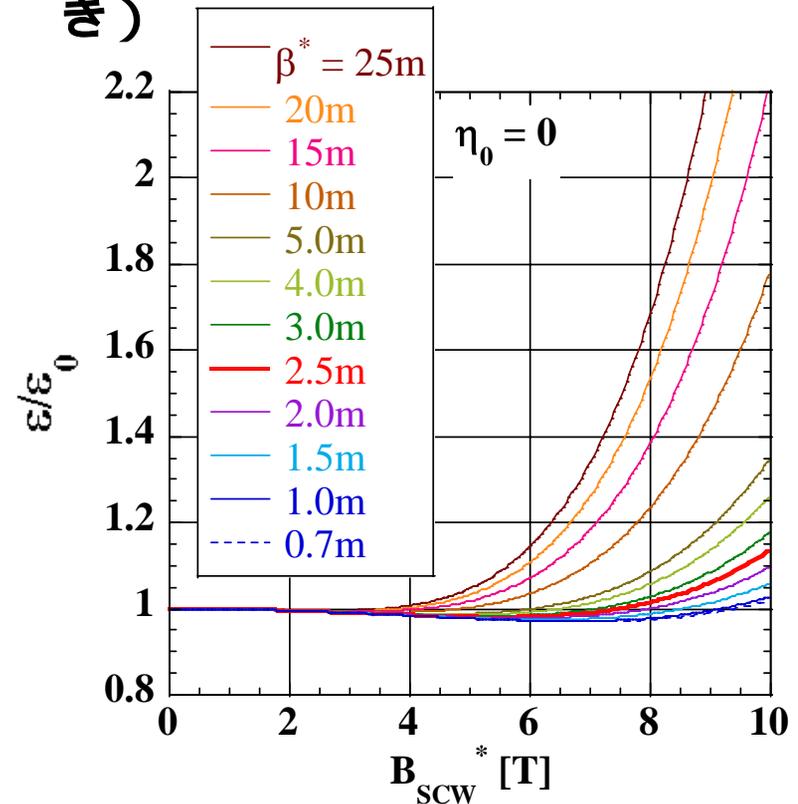
SCWを設置する上での問題点：水平ベータ関数

水平ベータ関数とエミッタンスの関係

アクロマット



低エミッタンス ($\eta_x = 0$ のとき)



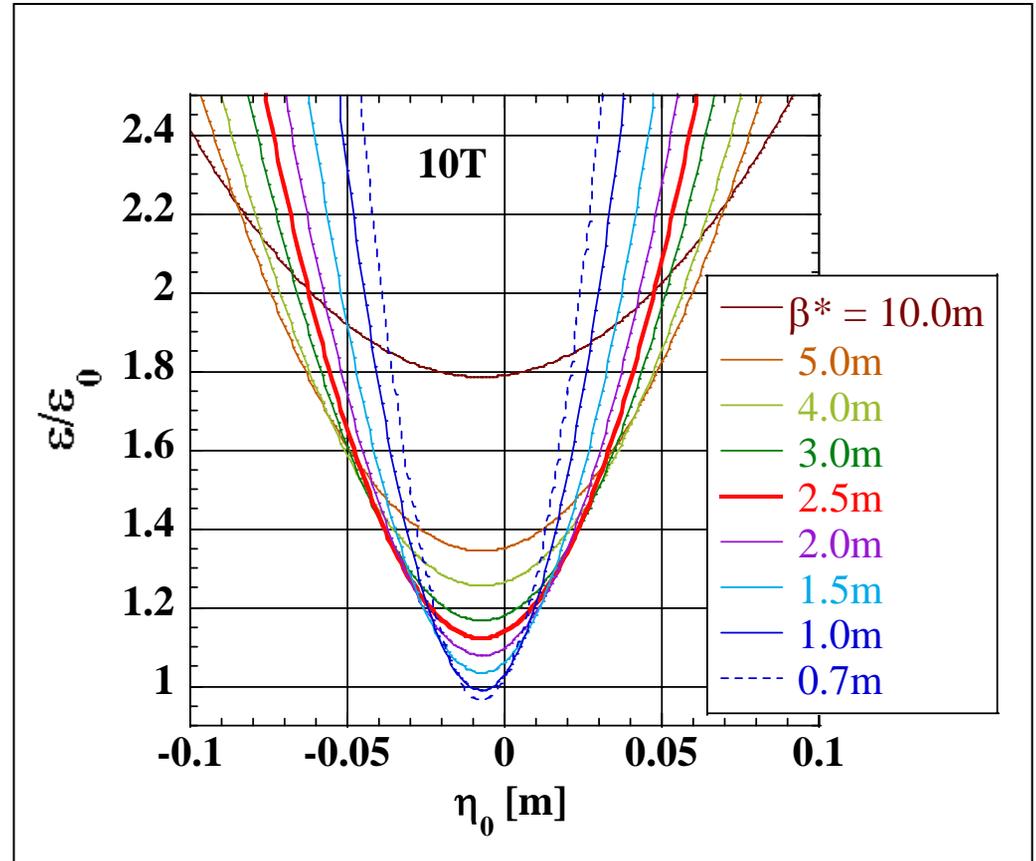
β_x を下げる必要がある。

SCWを設置する上での問題点：ディスパージョン関数

ディスパージョン関数とエミッタンスの関係

低エミッタンス・オプティクス： $\eta_x = 0.10$ m

$\eta_x = 0$ 付近に下げる必要がある。

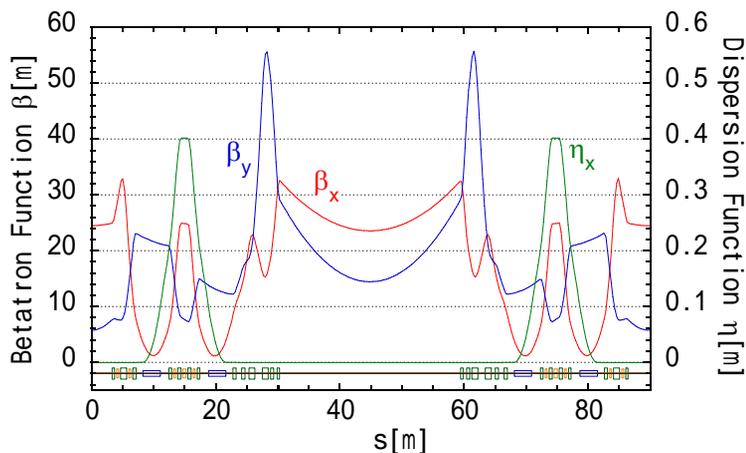


注：極小点がずれているのは、SCW自身の作るディスパージョンのため。

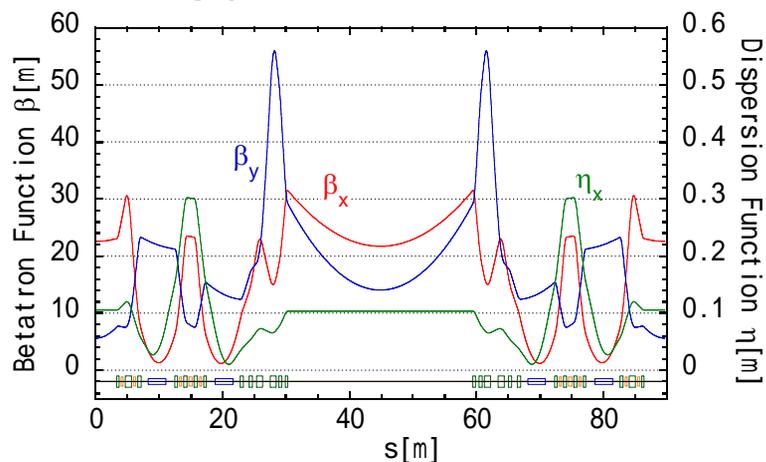
ラティス変更案

変更前

アクロマット

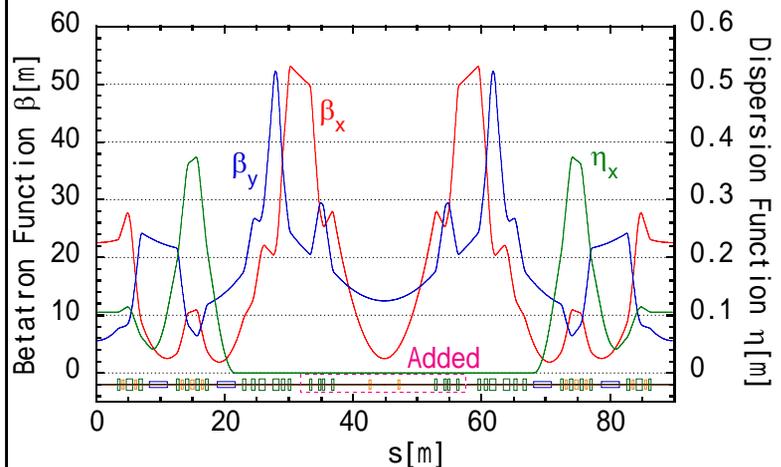
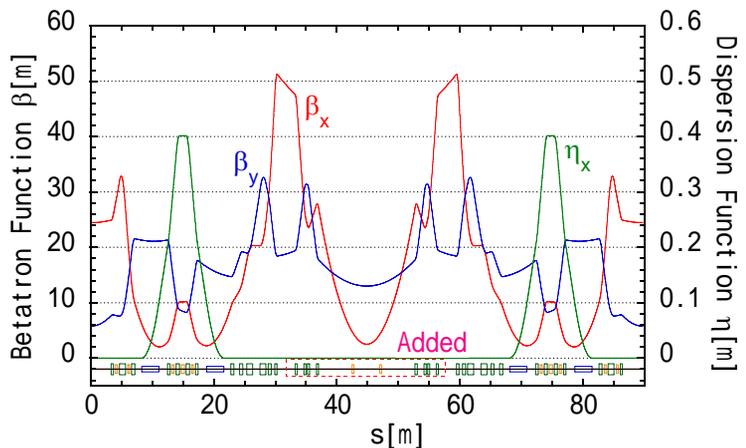


低エミッタンス



変更後

$\beta_x = 2.5\text{m}$
 $\eta_x = 0$



マッチング部のベータatron位相進みを $2\pi n$ にしている。

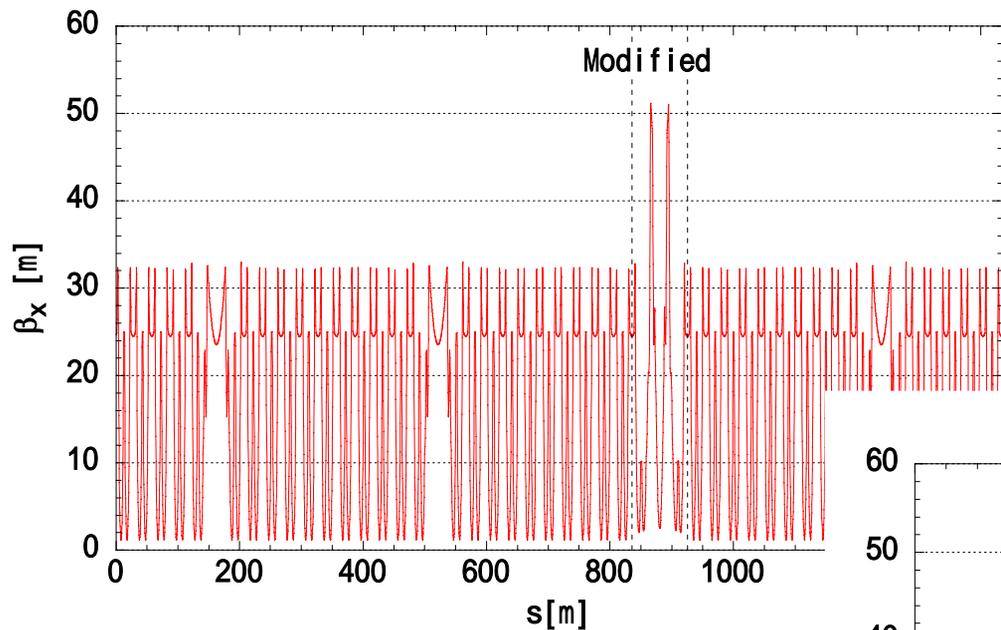
ラティス変更案：パラメータ表

	アクロマット			低エミッタンス		
	bef.	aft. SCW 0T	aft. 10T	bef.	aft. SCW 0T	aft. 10T
β_x [m]	23.5	2.5	-	21.7	2.5	-
β_y [m]	14.4	13.0	-	14.0	12.5	-
η_x [m]	0	0	-	0.103	0	-
σ_E/E	0.11	0.11	0.15	0.11	0.11	0.15
ε [nmrad]	6.59	6.98	7.15	3.43	3.80	4.32
ε_{eff} [nmrad]	6.59	6.98	7.15	3.71	4.08	4.84

他の挿入光源の場所での
有効エミッタンス：

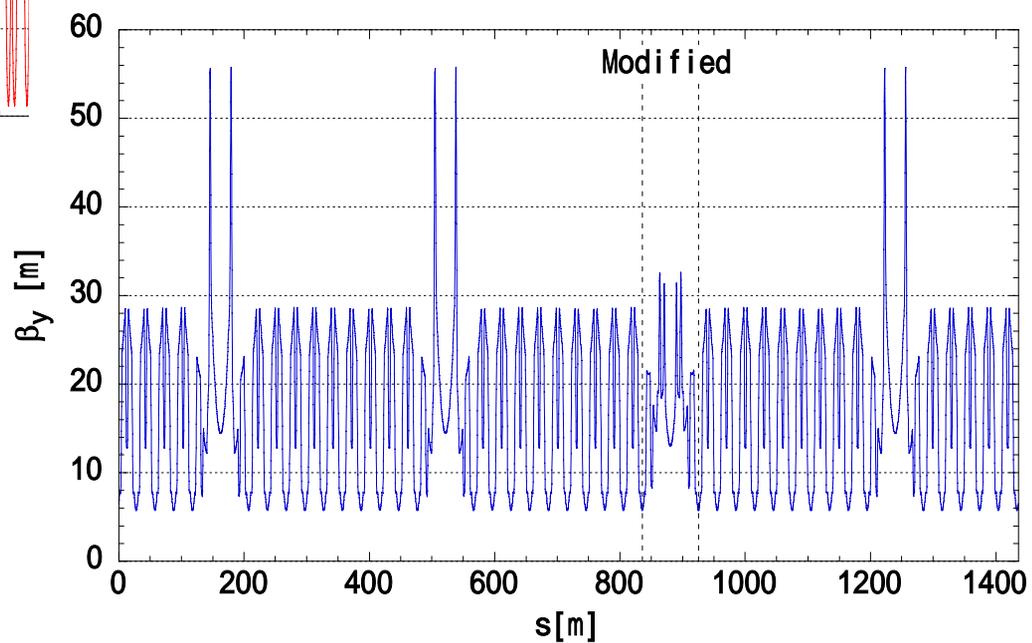
$$\varepsilon_{\text{eff}} = \sqrt{\varepsilon^2 + \frac{\varepsilon \delta^2 \eta_{\text{ID}}^2}{\beta_{\text{ID}}}}$$

1 回対称リングの安定化



水平ベータ関数

垂直ベータ関数



1 回対称リングの安定化

- ・長直線マッチング部内では、エネルギーのずれた電子を安定化させるために、6極電磁石を弱く励磁している。

 - ・ ・ ・ **局所クロマティシティ補正**

- ・リングを1回対称化すると、セル構造の周期性、特に6極磁場のポテンシャルの周期性が崩れ、ビームの安定領域が狭くなる。

これに対し、次のようなスキームでの補正を考案した：

- ・局所クロマティシティ補正用6極に対し、**ベータトロン位相が π 離れた場所にカウンター6極を設置**して、非線形キックをキャンセルさせる。（ただし完全にはキャンセルできない。）

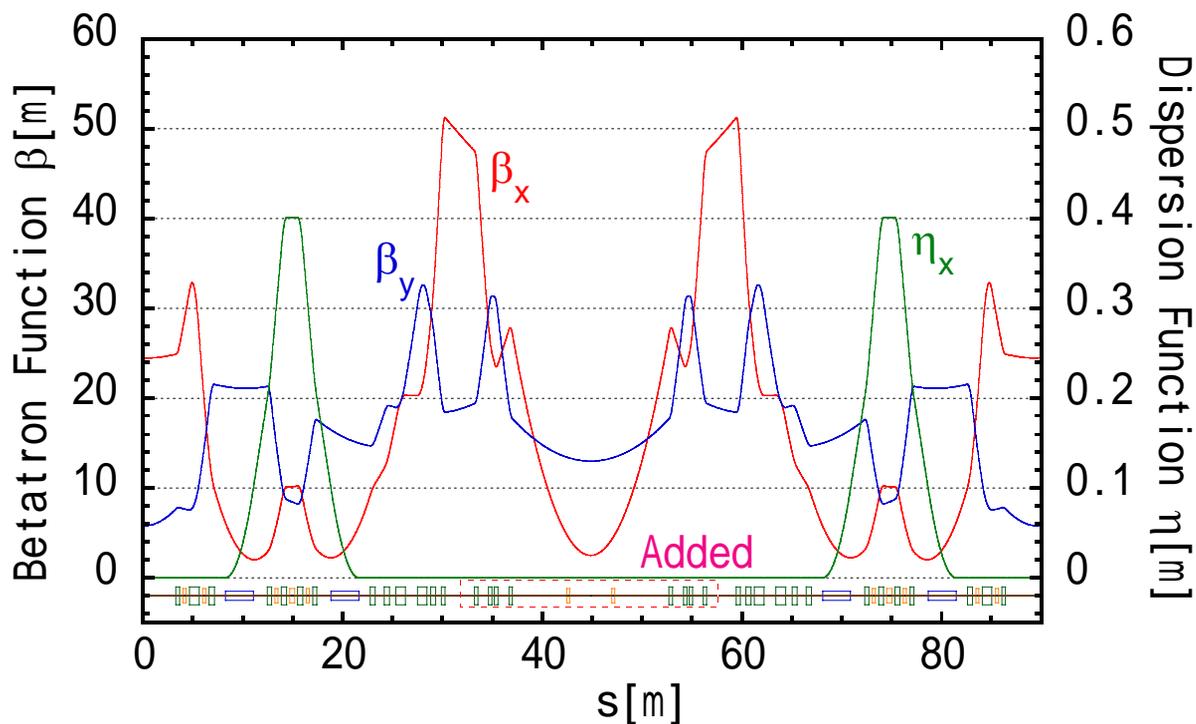
- ・さらにリング全体の6極を調整して安定領域を確保する。

1 回対称リングのビーム試験

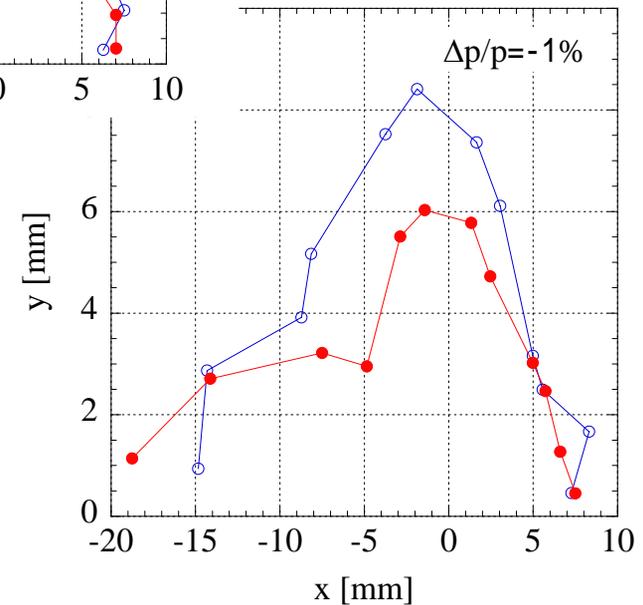
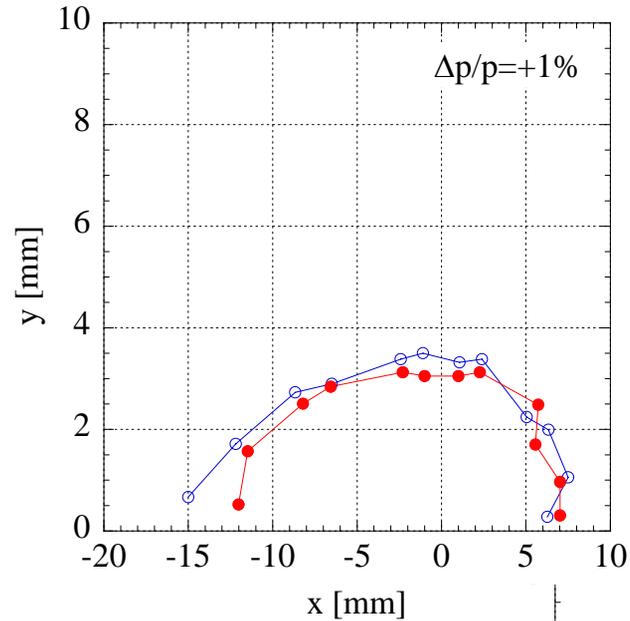
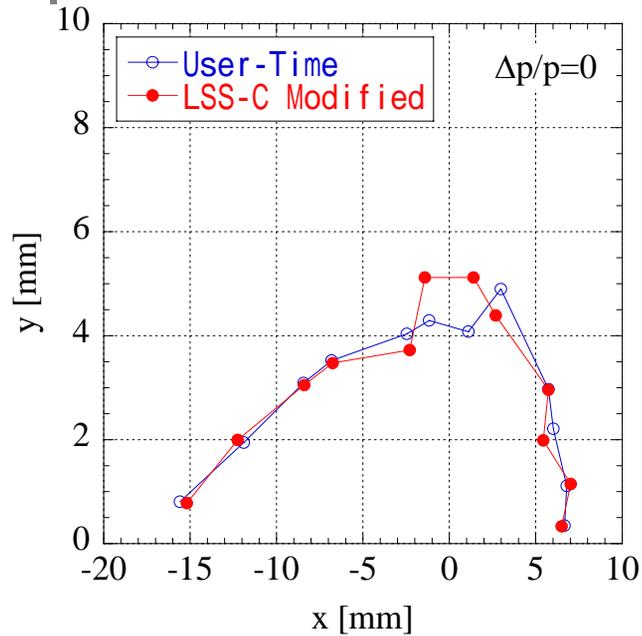
昨年、長直線部Cゾーンに4極および6極電磁石を追加設置し、1回対称リングのビーム試験を行った。長直線部Cゾーン以外の電磁石設定値はユーザー運転時のまま。ただし

アクロマット・オプティクス (4極電磁石電源の制限)

カウンター6極はCゾーンのみ (6極キックのキャンセルは部分的)



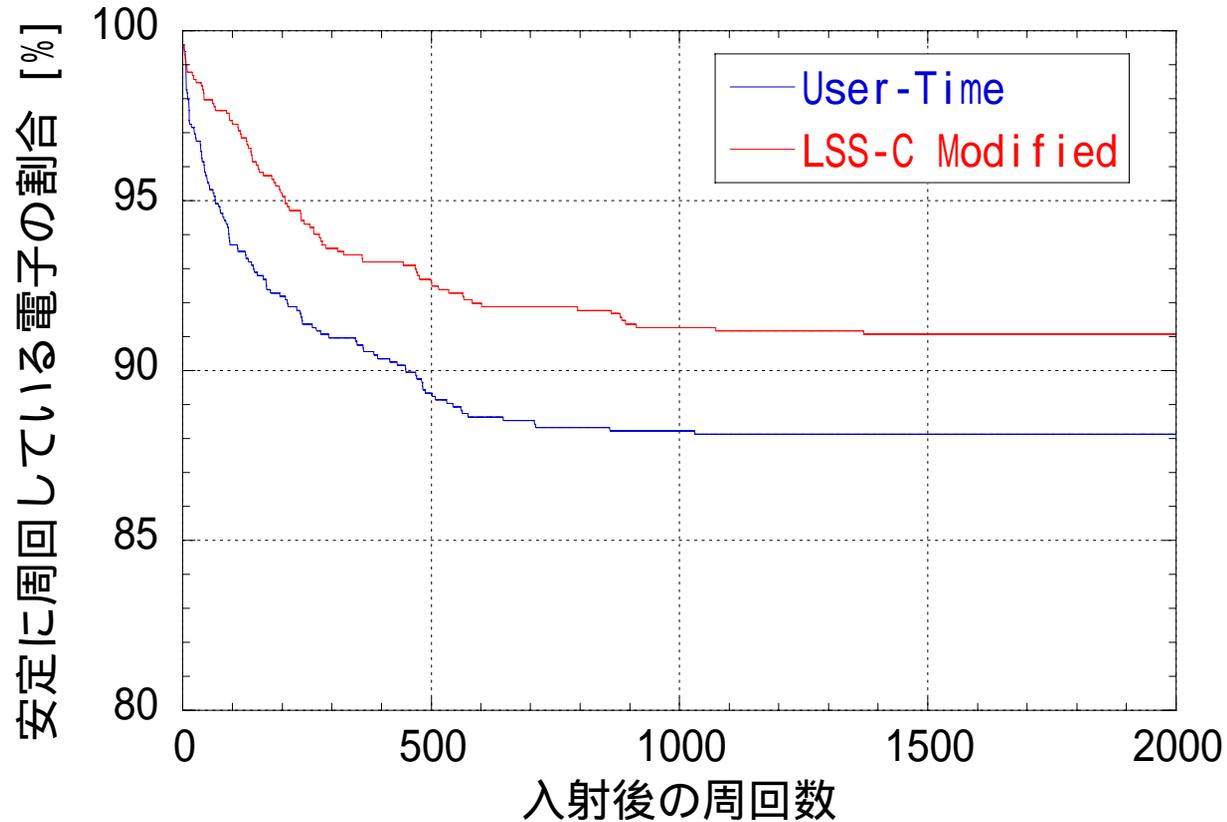
1 回対称リングのビーム試験： ダイナミック・アパーチャーのシミュレーション



図は入射点でのアパーチャー。
ビームは $x=-10\text{mm}$ 近くに入射される。

with cetra-code

1 回対称リングのビーム試験：入射効率のシミュレーション



ビーム輸送系 (SSBT) の水平スリット全開

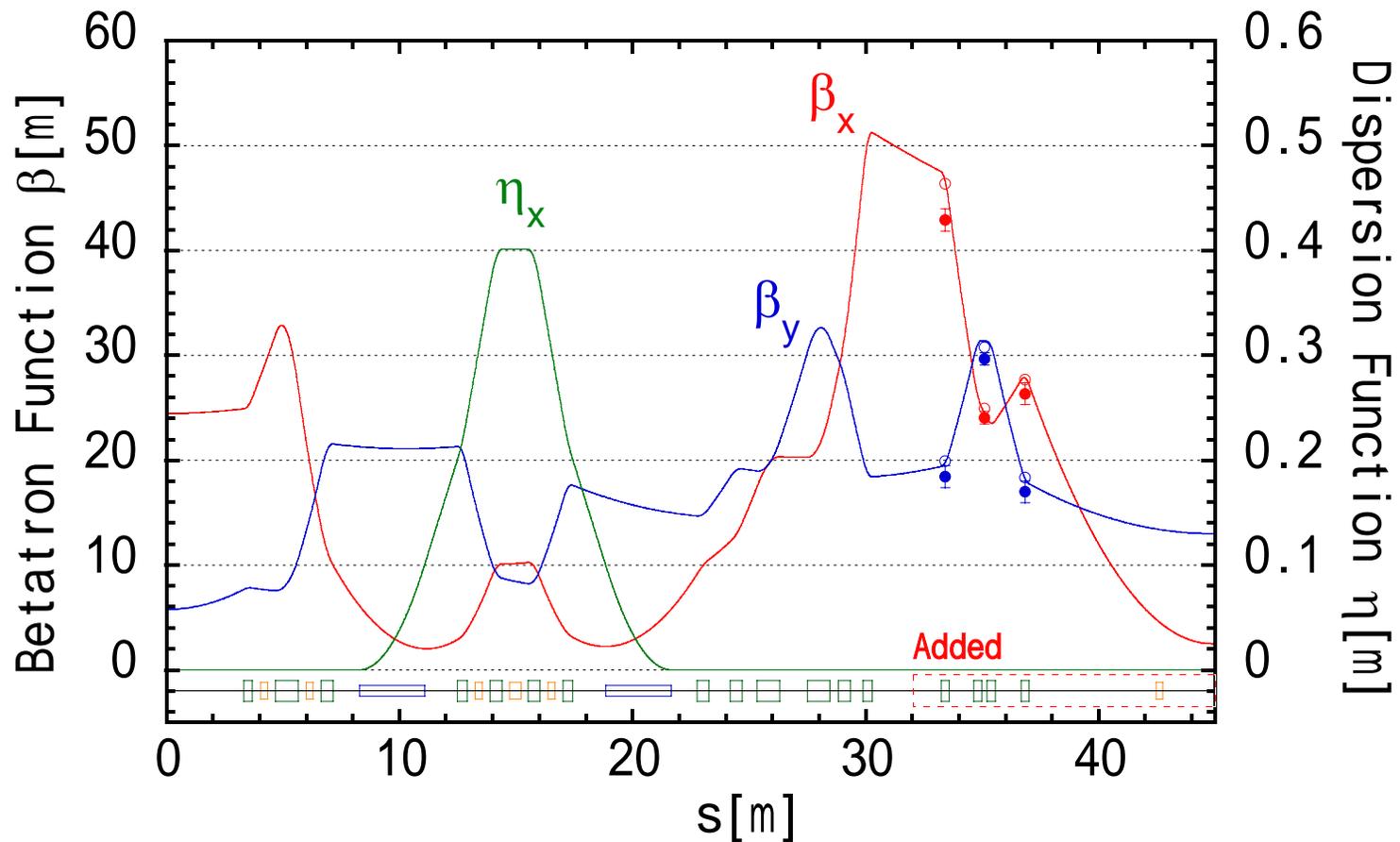
with cetra-code

1 回対称リングのビーム試験 結果：ビームパラメータ

	変更前	変更後（1回対称）	
		SET-A	SET-B
水平チューン	40.1499	40.1494	-
垂直チューン	18.3491	18.3451	-
水平クロマティシティ	+2.6	+2.5	-
垂直クロマティシティ	+2.2	+1.8	-
水平ディスパージョンの漏れ	4.3 mm (RMS)	4.2 mm (RMS)	-
垂直ディスパージョンの漏れ	1.5 mm (RMS)	1.7 mm (RMS)	-
水平ビームサイズ(BL14B2)	154.2 μm	155.6 μm	155.7 μm
垂直ビームサイズ(BL14B2)	18.9 μm	19.5 μm	19.6 μm
入射効率、SSBT スリット：全開 積み上げ入射の条件	69.6 %	60.6 %	67.8 %
入射効率、SSBT スリット：1 σ トップアップ入射の条件	88.3 %	未測定	88.4 %
Touschek ビーム寿命 1mA/bunch、RF 設定電圧:12.4MV	14.7 h	13.9 h	13.2 h

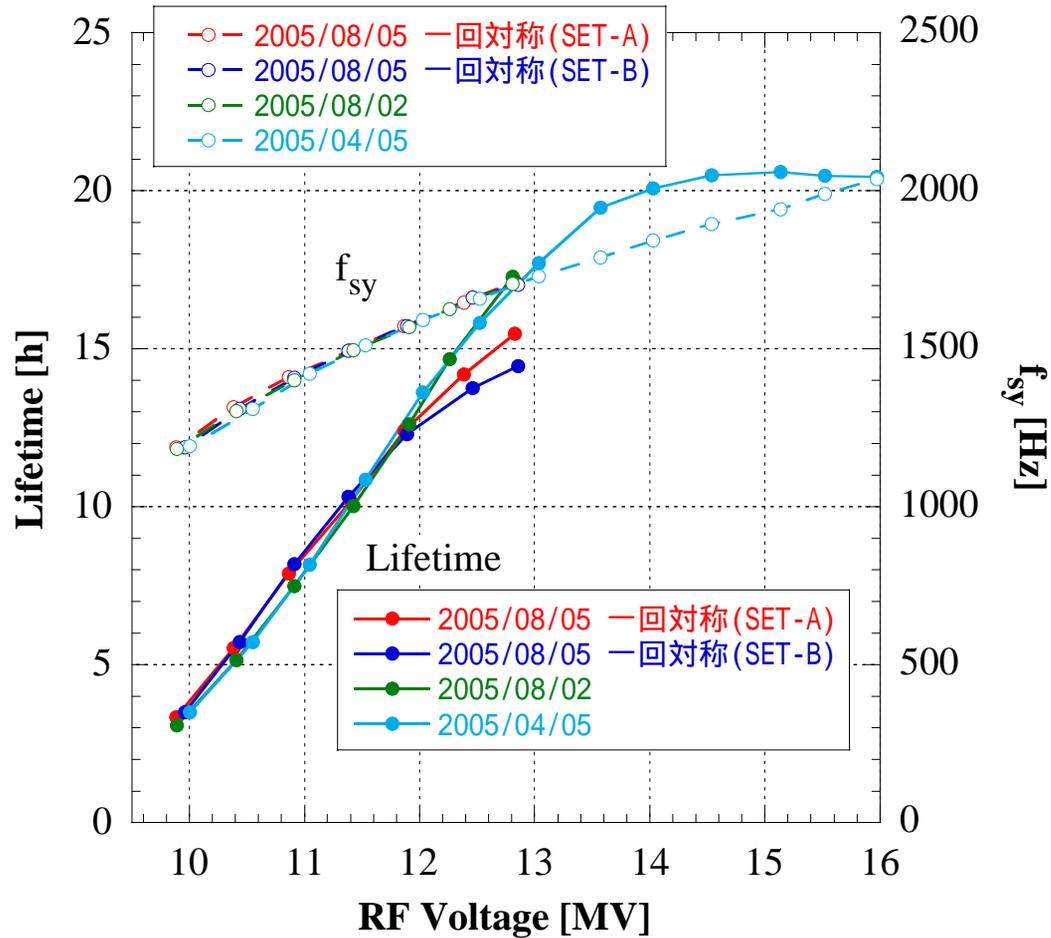
注：SET-A と SET-B は、長直線部 C の 6 極の設定が異なる。SET-A が初期値（デザイン）で、入射効率最大となるように調整したものが SET-B。

1回対称リングのビーム試験 結果：ベータ関数測定



設計値とは、ほぼ合っている。

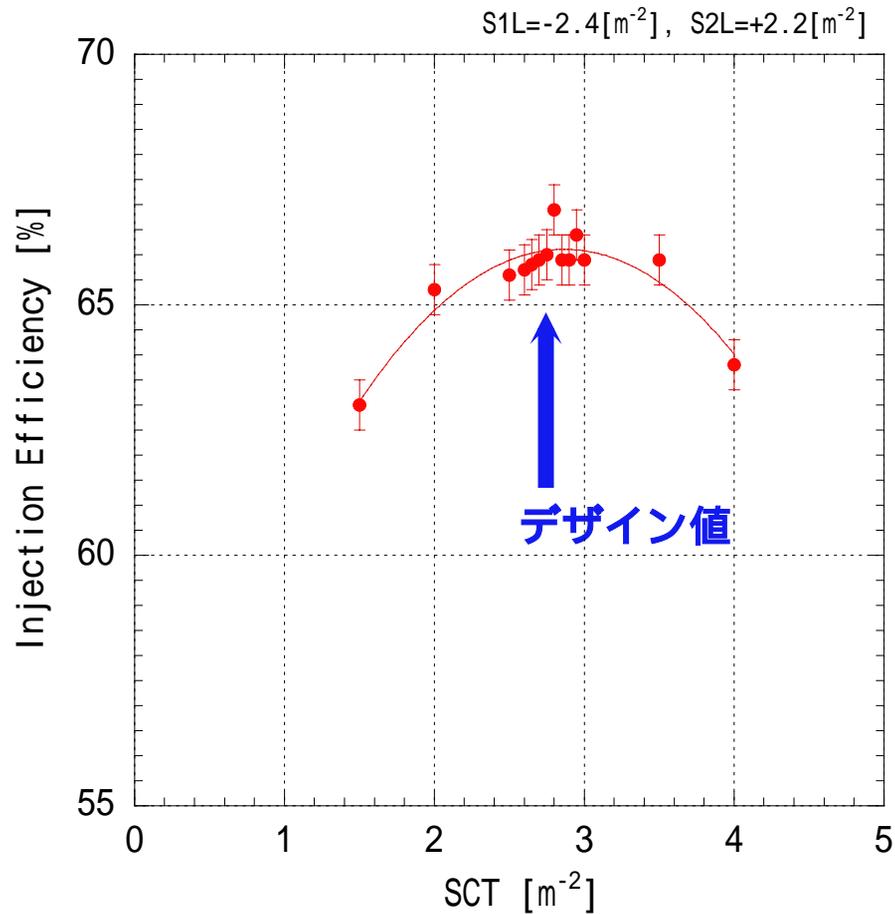
1 回対称リングのビーム試験 結果：エネルギー・アクセプタンス



注：RF故障により
16MV まで電圧上がらず。

エネルギー・アクセプタンスは狭くなっている。

1 回対称リングのビーム試験 結果：カウンター 6 極と入射効率



カウンター 6 極は効いている（感度がある）。

1 回対称リングのビーム試験 まとめ

- ・今回は長直線部 Cゾーン 1カ所にのみカウンター 6 極を設置した。最適解は、他の A、B、Dゾーンで発生している 6 極ポテンシャルとのかねあいでは決まる、と考えられる。
- ・入射効率、エネルギー・アクセプタンスともに、ユーザー運転時の値を上回ることがなかったが、トップアップ運転の条件：
入射効率 80% 以上、ビーム寿命 10h 以上
はクリアしている。

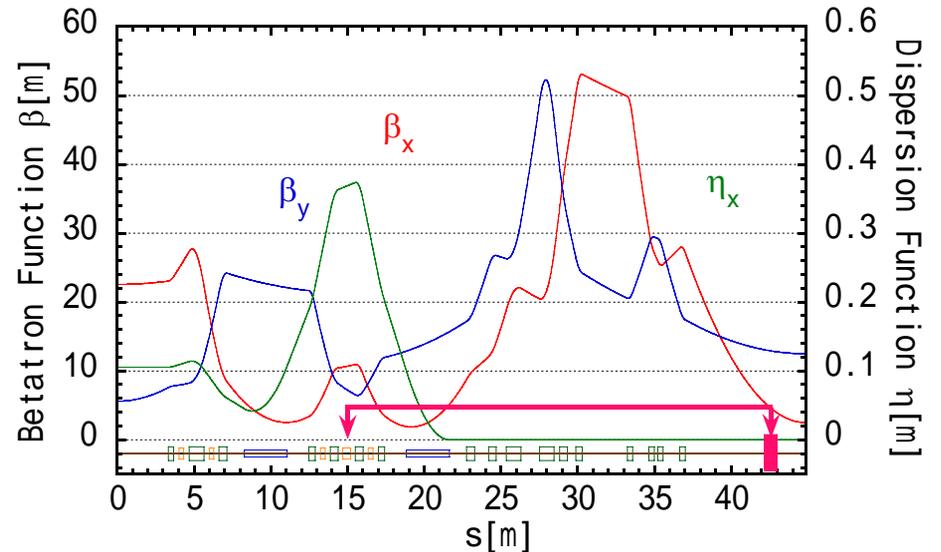
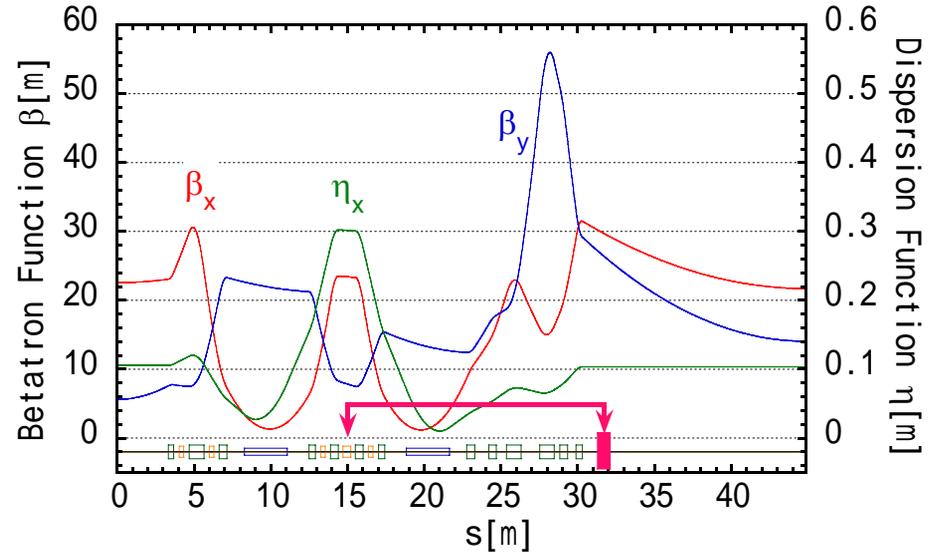
これをさらに改善するために・・・

- ・長直線部 4カ所全てにカウンター 6 極を設置し、もと（1 回対称に変更する前）の安定領域を拡げておく。
- ・低エミッタンス・オプティクスで最適化する必要がある。

カウンター6極による安定領域の拡大：低エミッタンス

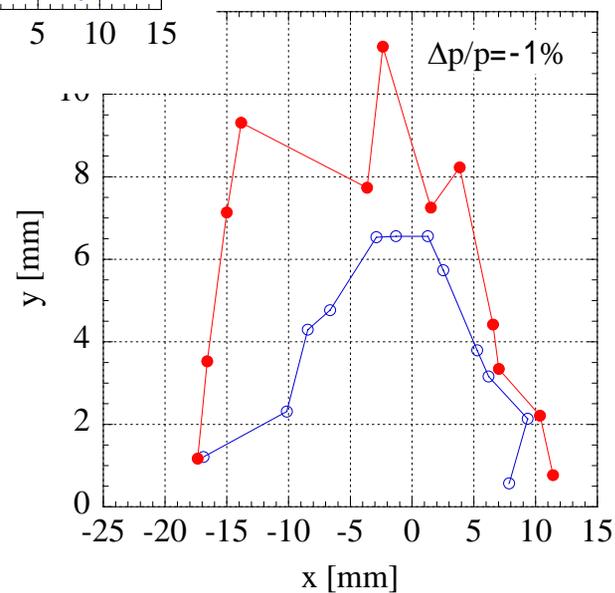
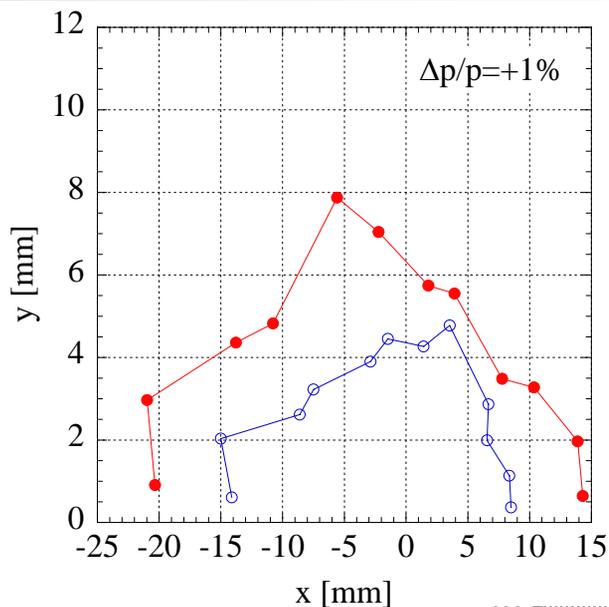
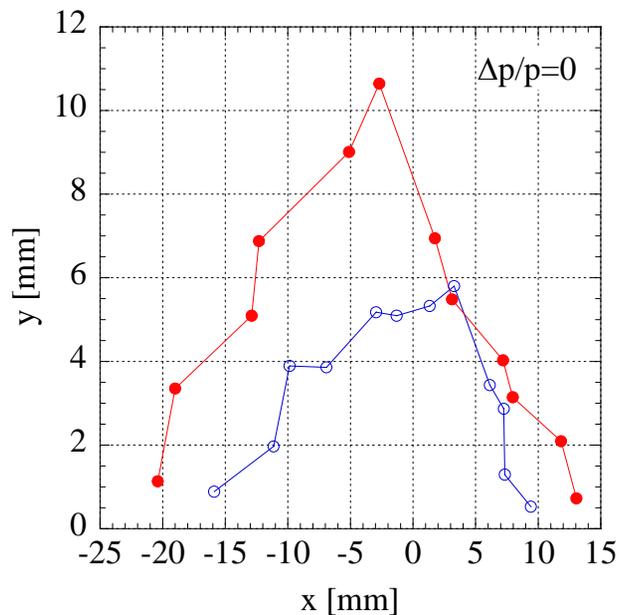
「カウンター6極」の場所：

局所クロマティシティ補正用
6からベータトロン位相が π
離れた場所に設置。



カウンター6極による安定領域の拡大：低エミッタンス

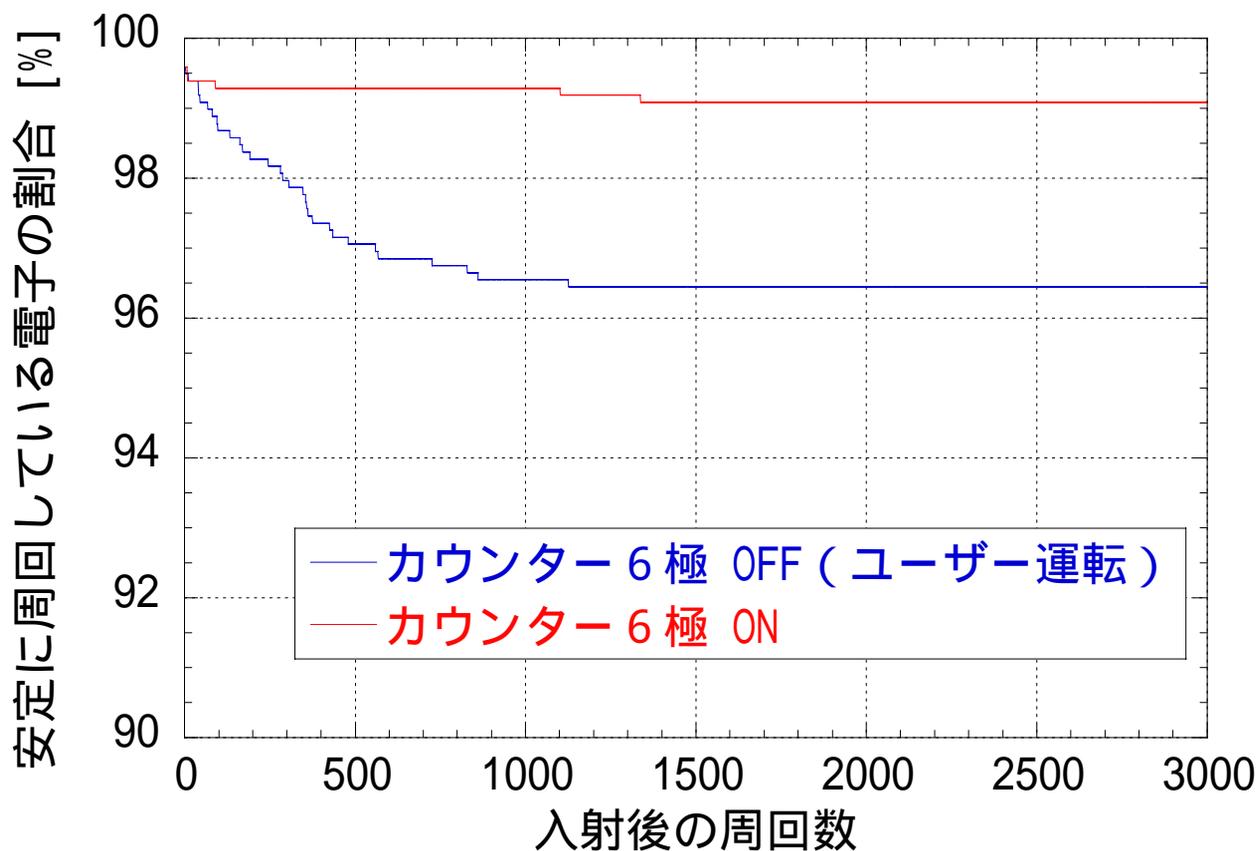
○ カウンター6極 OFF (ユーザー運転)
● カウンター6極 ON

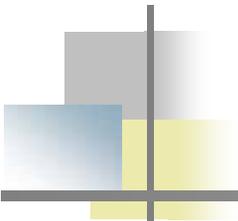


低エミッタンス・オプティクス
1回対称にする前(現状)のリング

カウンター 6 極による安定領域の拡大：低エミッタンス

低エミッタンス・オプティクス 1 回対称にする前（現状）のリング



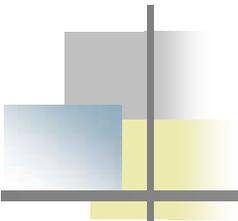


カウンター 6 極による安定領域の拡大：低エミッタンス

低エミッタンス・オプティクスの 1 回対称リングについて、
現在、最適化計算を行っている。

このオプティクスでは、6 極の最適化がクロマティシティ
補正とリンクしてしまう。

リングのエラー分布（ベータ関数歪み）やローカル/
グローバル・クロマティシティの設定を考慮する。



まとめ

- 長直線部にSCWを設置することを検討している。
- オプティクスを変更することで、エミッタンスの極端な増加は防げる。（許容できるかどうかはユーザーの判断。）
- このとき、リングが1回対称になり、安定領域が狭くなる。
- しかし、カウンター6極の設置でこれを回復できる。
- アクロマット・オプティクスで1回対称リングのビーム試験を行った。
- 昨年9月より低エミッタンス・オプティクスでのユーザー運転が始まった。このオプティクスでの検討を進めていく。

S C W設置までのシナリオ（ダイナミックスの観点から）

///// バックグラウンドとして /////

6極の最適解を探す：低エミッタンス・オプティクスで1回対称

///// 前段（現状をボトムアップ）/////

（1）長直線部4カ所にカウンター6極を設置し、ダイナミック・アパーチャーと運動量アクセプタンスを拡げる。 06年度予定

（2）トリム4極増設によりオプティクスの歪みを補正し、リングを理想的な状態に近づける。 06年度予定

///// 1回対称リングへの移行 /////

（3）長直線アーク部の4極電磁石電源を独立にする。これはディスパージョンを局所的に消すために必要。ビームを使った性能試験。

///// 設置 /////

（4）S C W励磁により発生する4極および6極磁場の補正が必要。