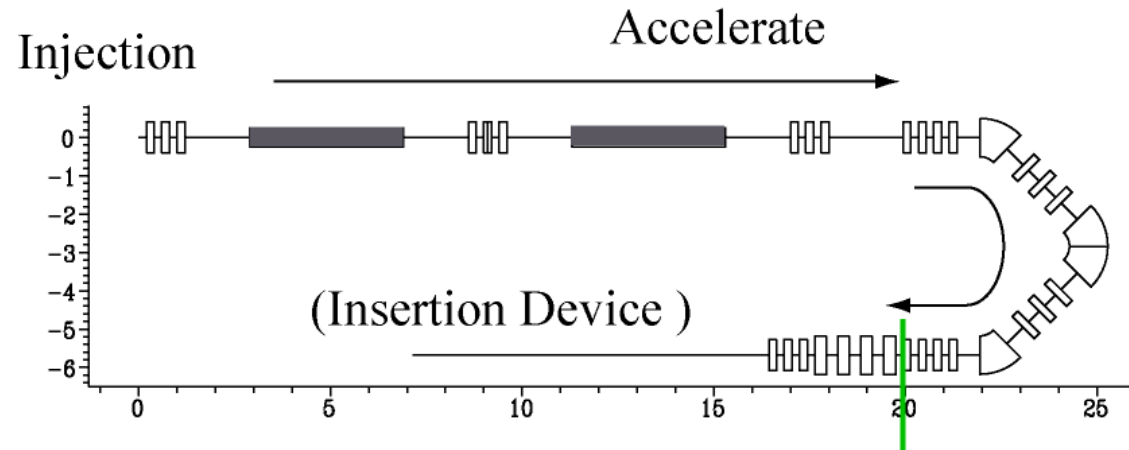


周回部におけるCSRエミッタンス 増加に対する検証

UVSOR 島田美帆

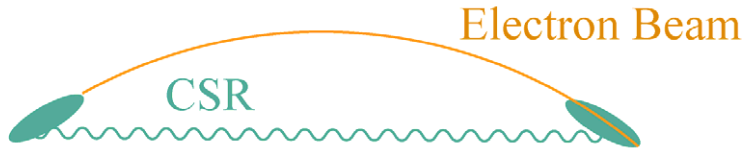
ERL Test Facility Layout



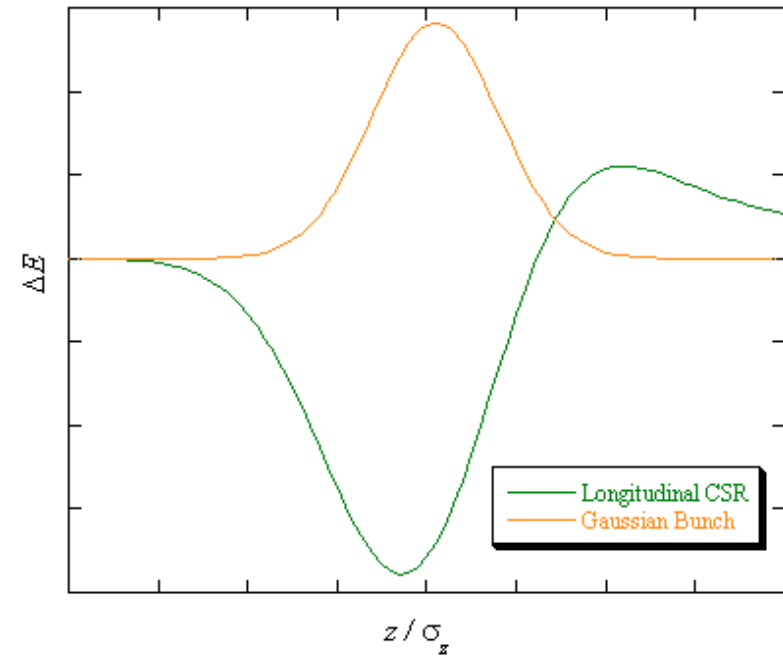
•Test Facility Main Parameter

- Injection energy 5 MeV
- Full energy 165MeV
- Injection bunch length 1 psec~2 psec
- Bunch length after compression 0.1 psec
- Initial normalized emittance 100 nm·rad

CSR



$$\frac{dE(z)}{dz} = -\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{2Ne^2}{(3\rho^2\sigma_z^4)^{1/3}} F(z/\sigma_z),$$
$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{d\xi}{(x-\xi)^{1/3}} \frac{\partial}{\partial \xi} e^{-\xi^2/2},$$



Bunch tail

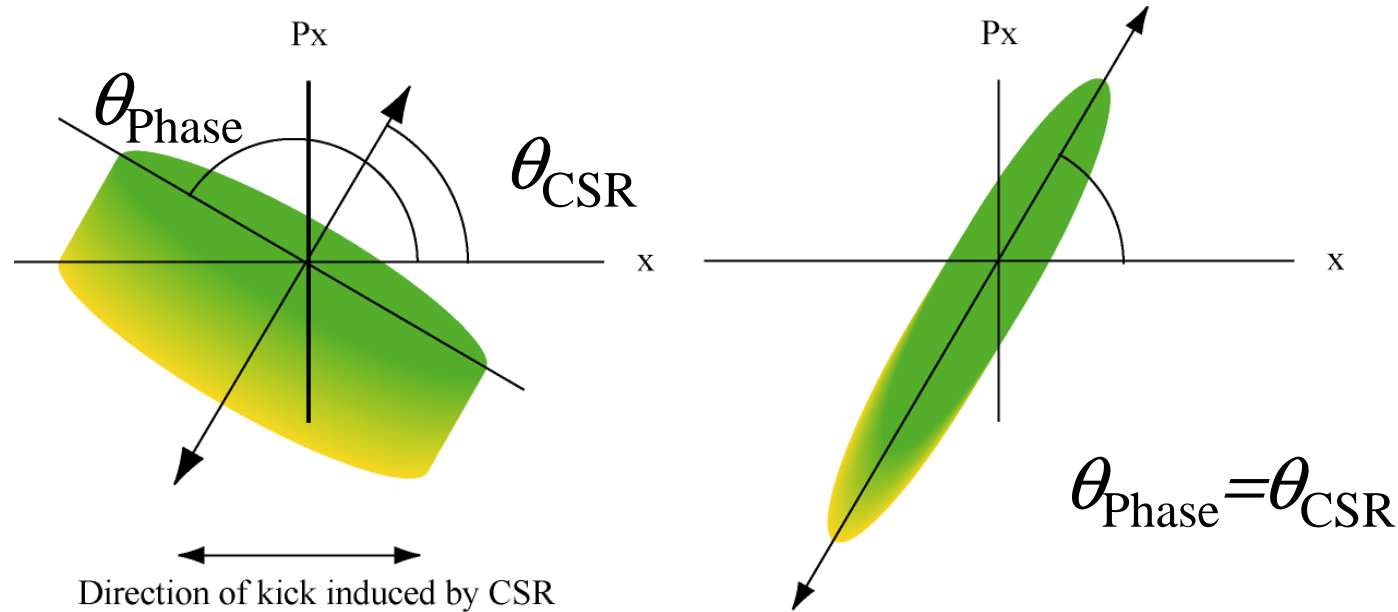
Bunch head

- CSRによるエネルギー変化がBending Magnet内でエミッタンスの増加へと繋がる。

CSRによるエミッタンス増加の補正

$$\tan 2\theta_{Phase} = \alpha / (\gamma - \beta) \quad \theta_{CSR} = \sin \phi / \rho(1 - \cos \phi)$$

α, β, γ : Twiss parameter, ϕ : bending angle

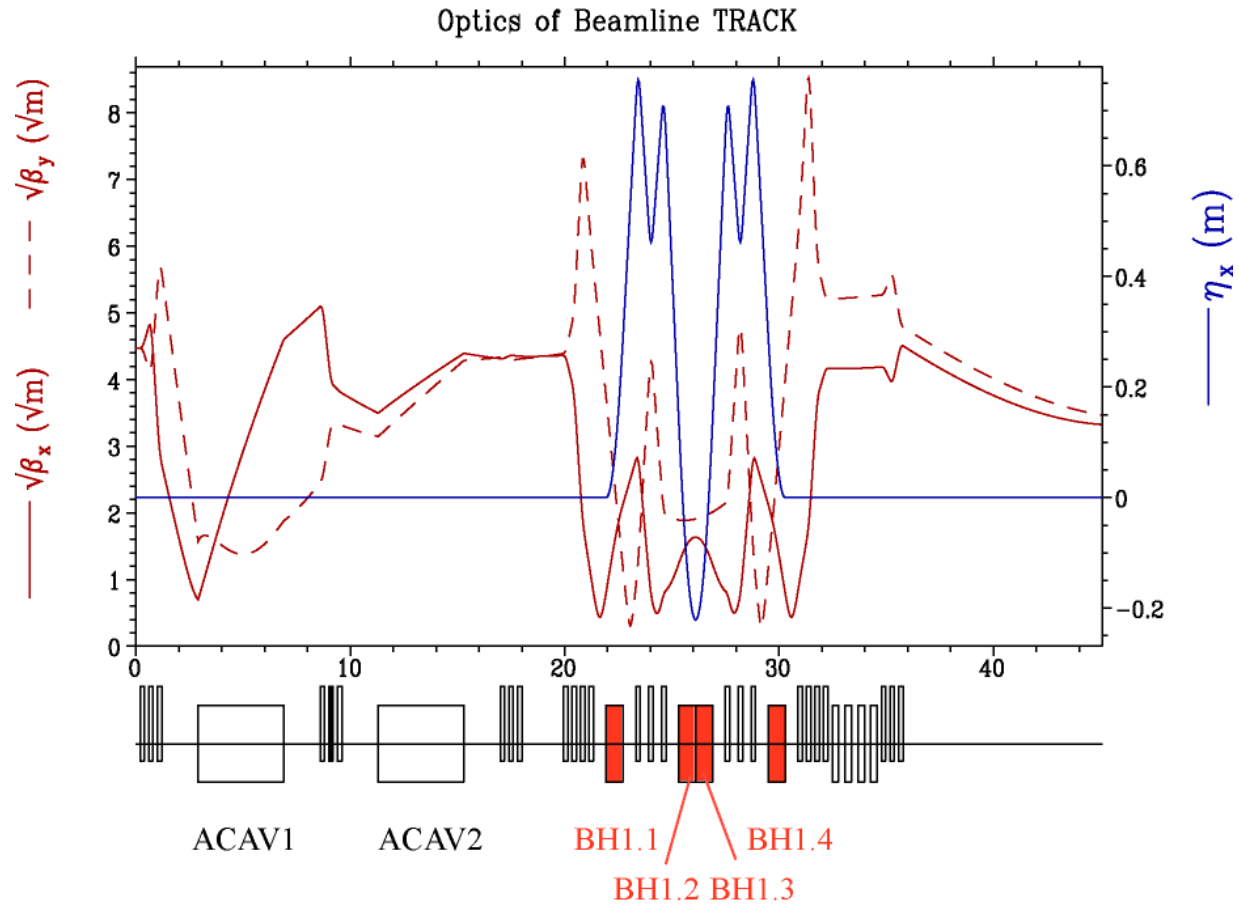


Large emittance growth

Minimized emittance growth

θ_{Phase} と θ_{CSR} の向きが一致すると、エミッタンスの増加を最小に抑えられる。

No compression scheme

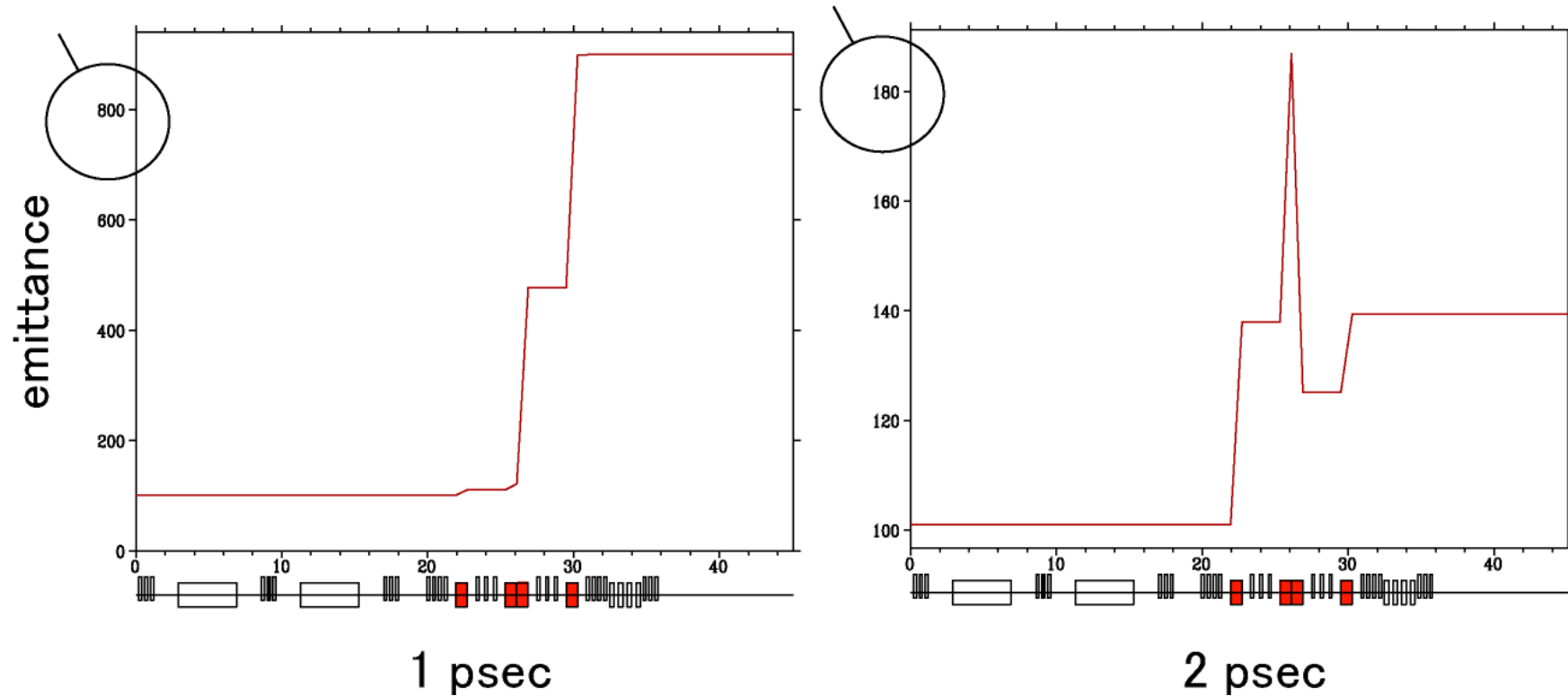


- 原田さんの光学系を元に作成

emittance

800 nm·rad

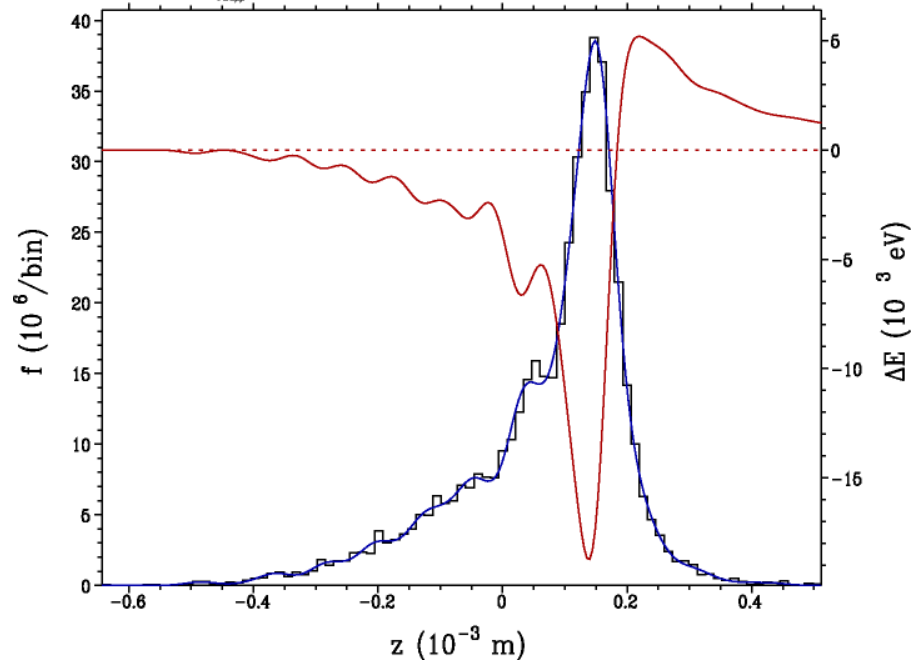
160 nm·rad



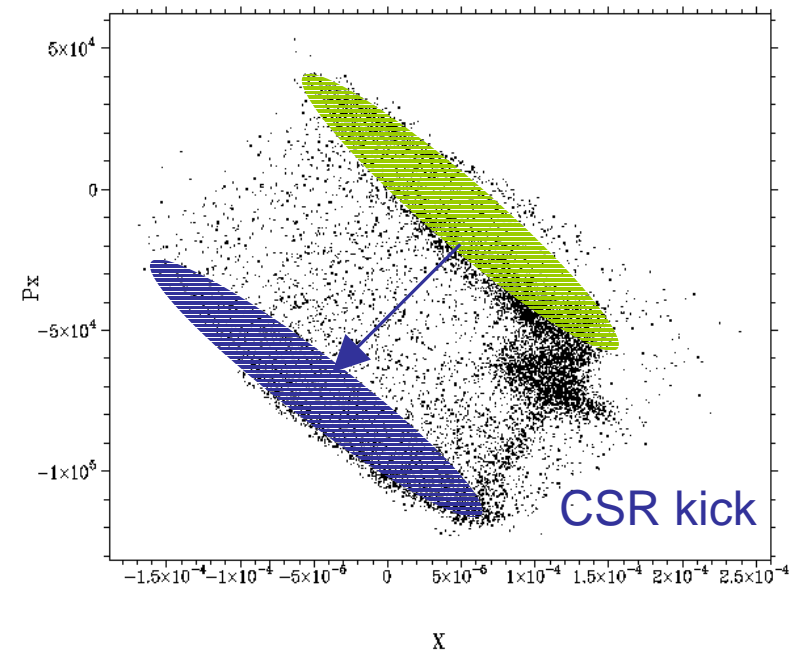
- バンチあたり77pC
- 入射バンチ長1psecと2psecでエミッタンスの増加が著しく異なる。
- バンチ長はほぼ保持された。(数%の誤差範囲内)

Intensity of CSR (1 psec, 77pC)

CSR Energy Gain $N_{\text{Gauss}}=23$ $\sigma = 24.9\mu\text{m}$ $\rho = 1.00\text{m}$ Unshielded $L = 0.112\text{m}$ at $\beta = -0.73\text{m}$



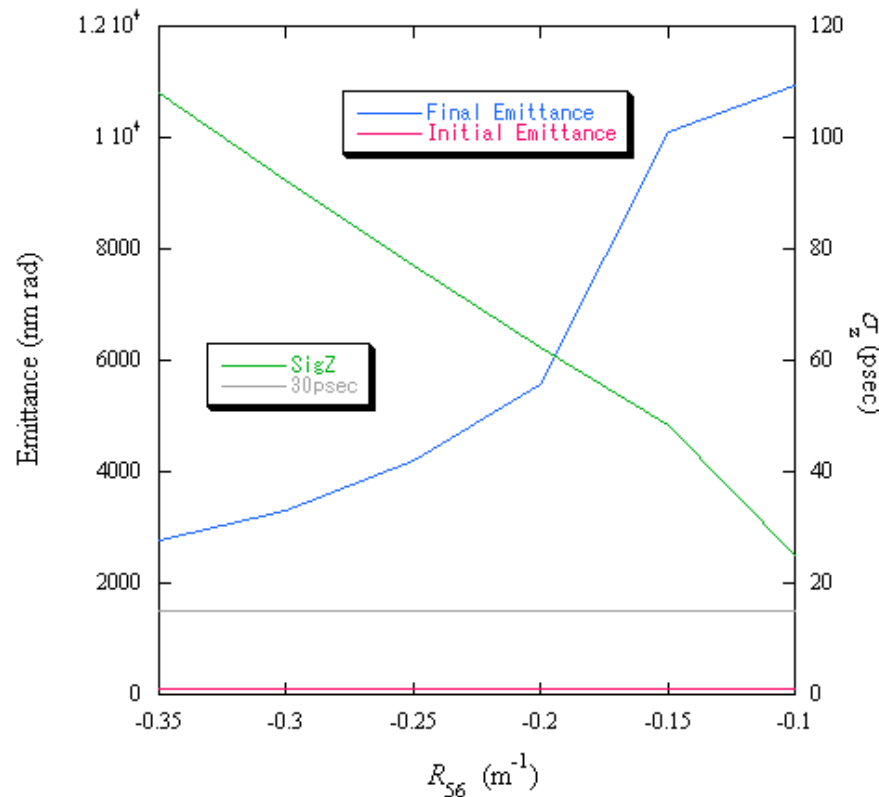
R56 = 0.00 CSR ON BH1.4



- 周回部が全く最適化されていない
→最適化すればエミッタンス増加を抑えられる可能性。

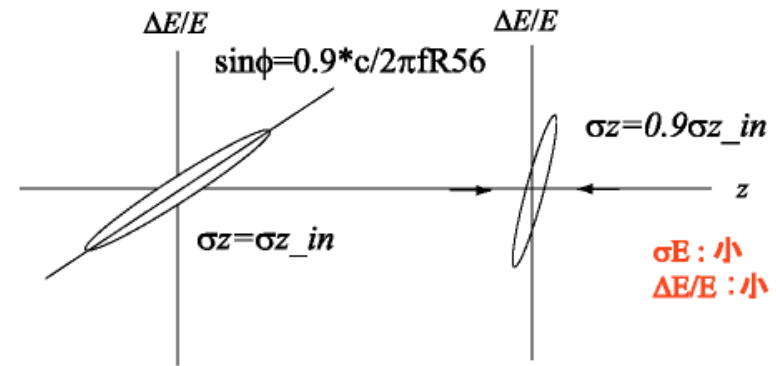
Bunch Compression Scheme

- 1 psec → 0.1 psec 100 nm rad 77pC



- 加速位相 ϕ

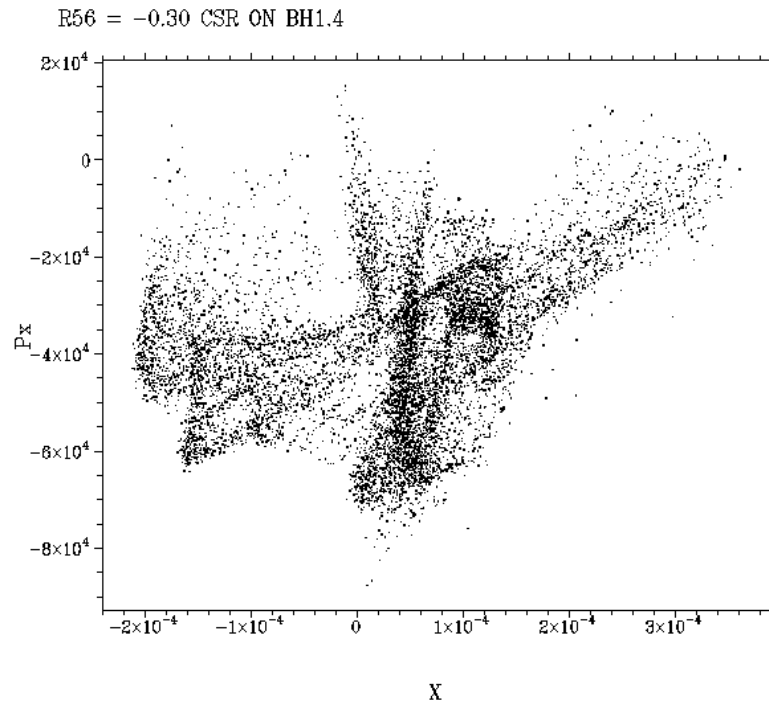
$$\tan \phi \approx 0.9 \times c / 2\pi f R_{56}$$



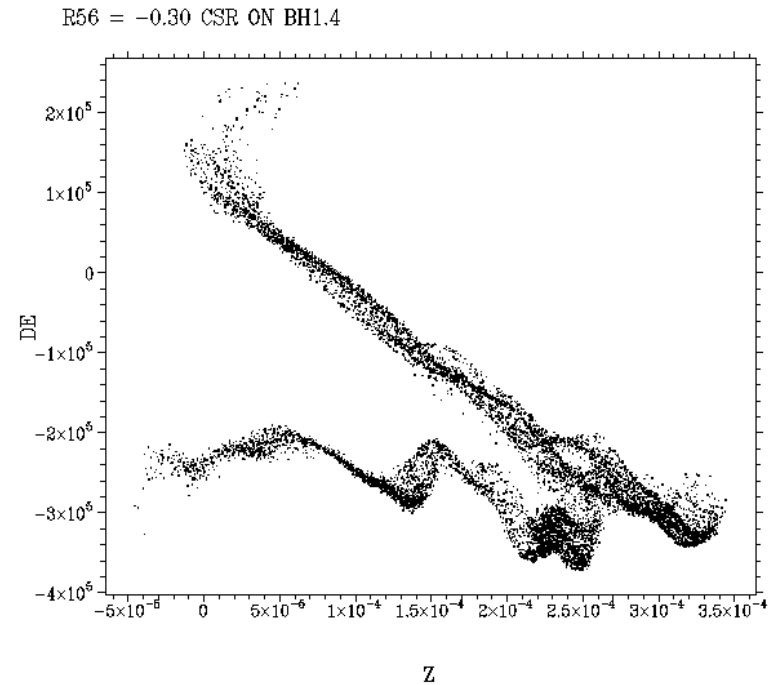
77pCでは0.1psecにすることも
困難

右側縦軸 σ_z は15mmがバンチ長0.1psecに相当する。

Example of Transverse and Longitudinal phase space



Transverse phase space

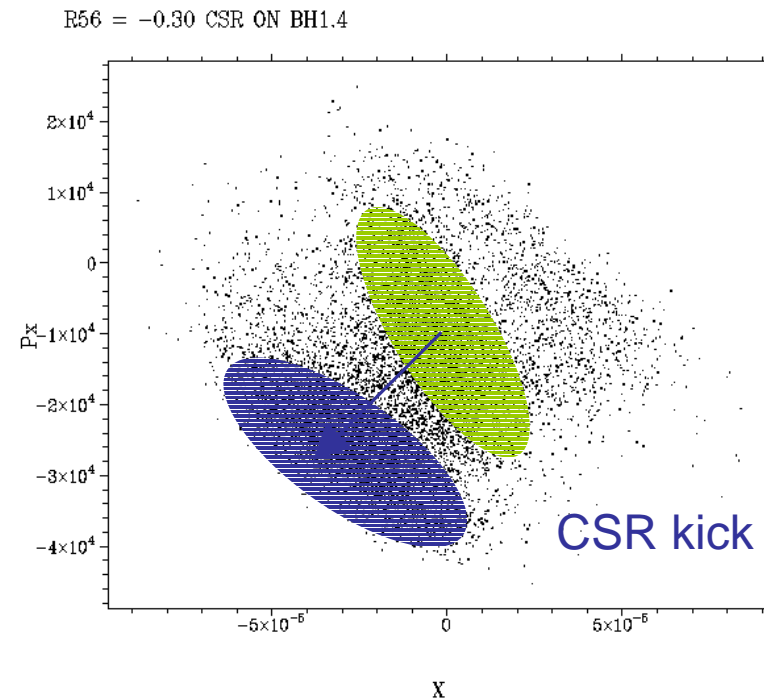
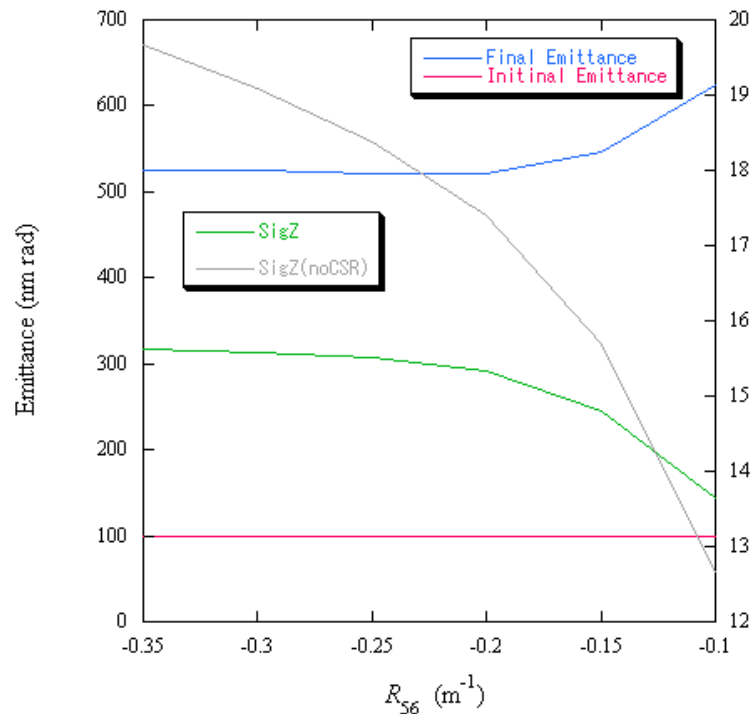


Longitudinal phase space

- これまでの方法では最適化が無理と思われる。

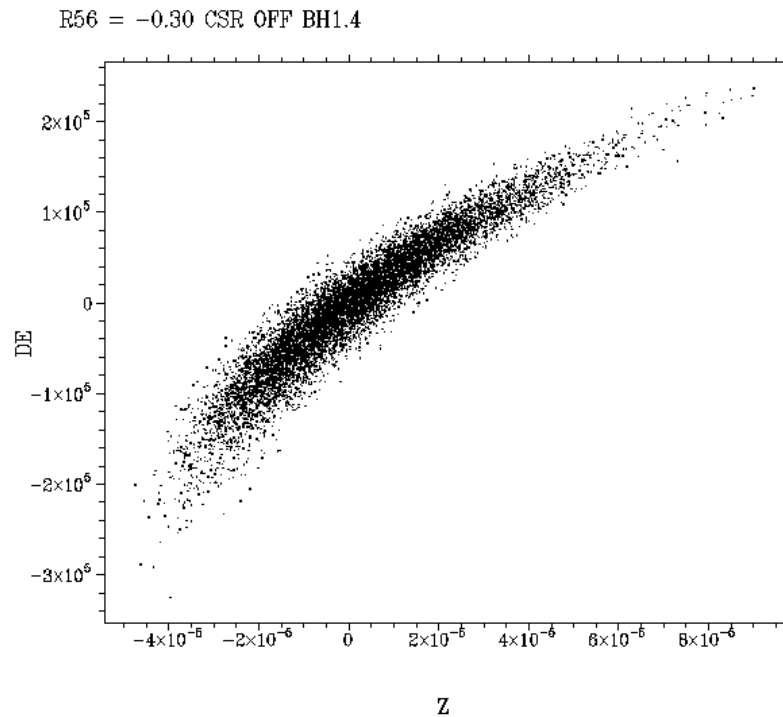
Bunch Compression Scheme

- 1 psec \rightarrow 0.1 psec 100 nm rad 7.7pC

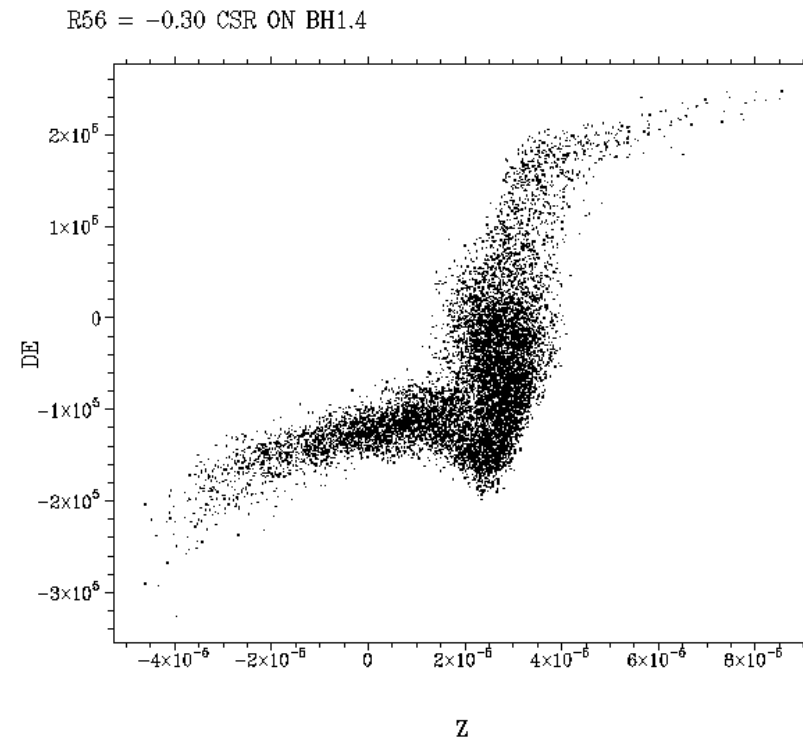


- 7.7pCでも100nm \cdot radを保つことは困難だが、最適化によって改善される可能性
- CSRが無いときは100nm \cdot radを保持
- バンチ長に関しては7.7pCの場合、CSRによってバンチ長が小さくなる場合がある。

CSR OFF



CSR ON



- CSRの影響でバンチ中央に電子が集まり、結果的にバンチ長が短くなる。

Summary

- バンチ圧縮をしない場合
 - 最適化によって小さいエミッタンスを得られる可能性がある。
- バンチ圧縮をする場合
 - 77pC(100mA)の場合
 - これまでとは違うアプローチをする必要がある。
 - 7.7pC(10mA)程度の場合
 - 最適化によって小さいエミッタンスを得られる可能性がある。
 - 0.77pC(1mA)程度の場合
 - 結果は出さなかったが、0.77pC(1mA)ではエミッタンスを数%以下の増加に抑えられる。
- 次回は α の最適化をします。