

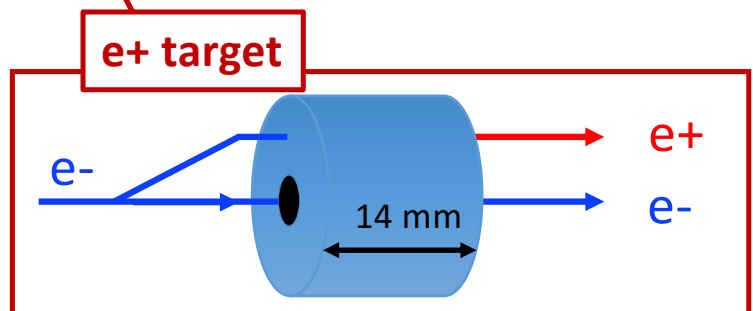
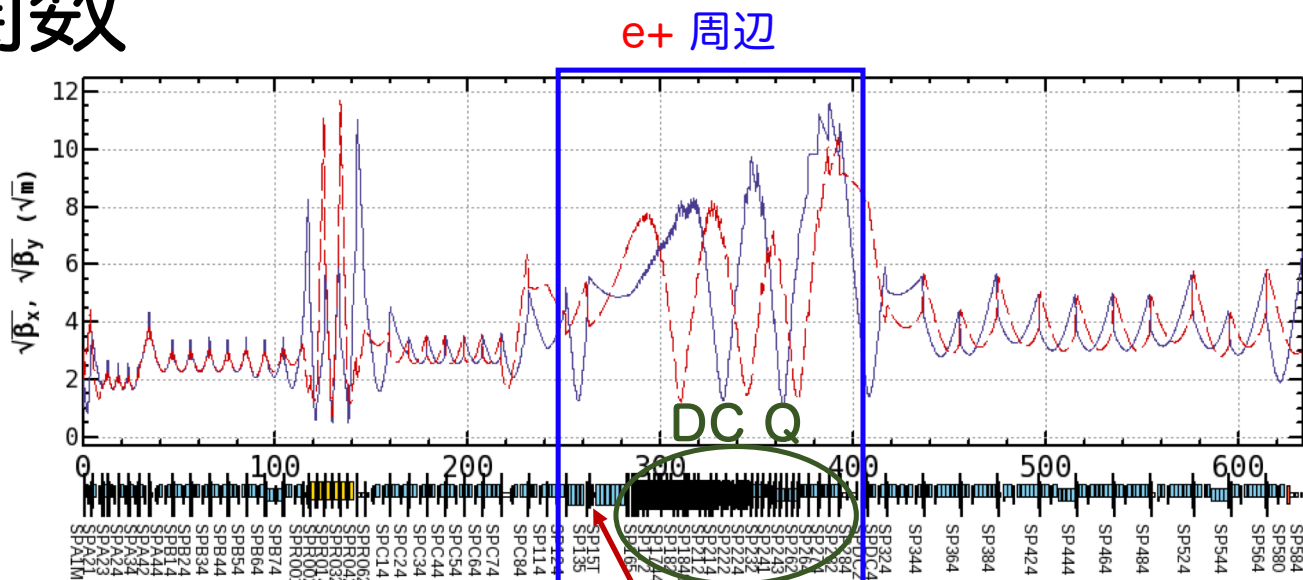
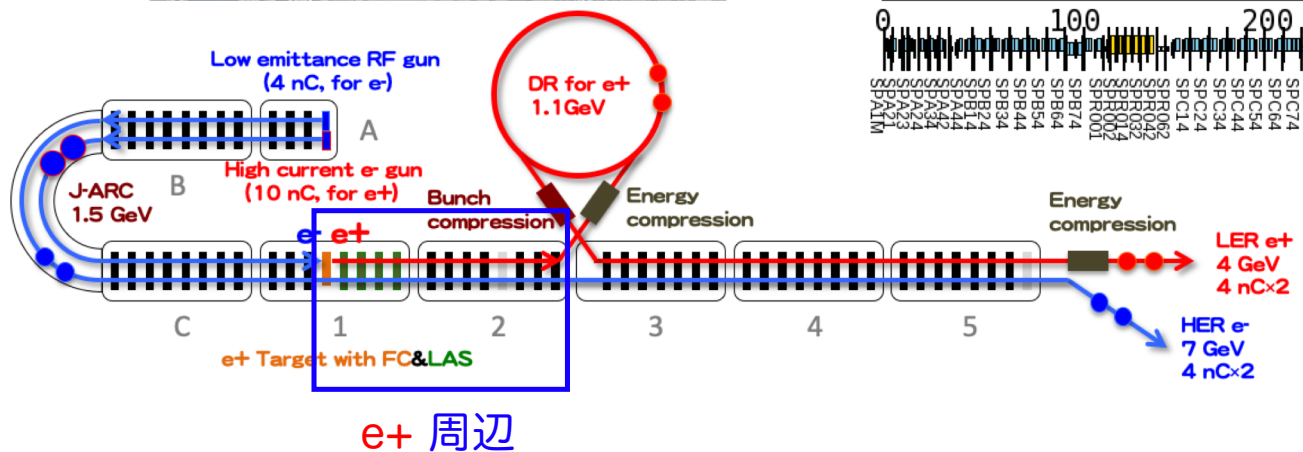
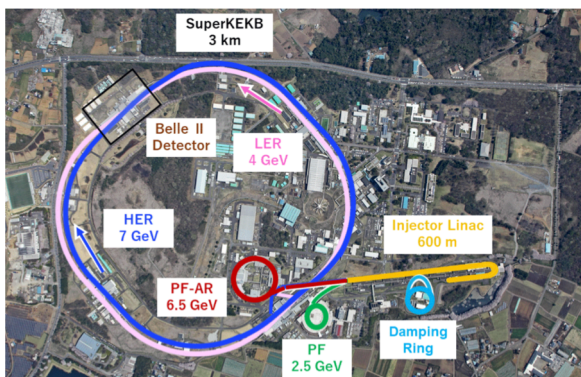
KEK電子陽電子入射器における パルス電磁石導入の光学的検討

清宮裕史、紙谷琢哉、飯田直子 (KEK)

要旨

KEK電子陽電子入射器では、SuperKEKB e^-/e^+ , PF, PF-ARの4つのリングへ電荷の異なるビームの連続入射を行なっている。SuperKEKBでは高品質なビームが要求されるため、これまでもパルス電磁石の導入が行われてきたが現在も十分とは言えない。特に e^+ 生成ターゲット後の捕獲セクションにはDC4極磁石しか設置されていないため、 e^+ の光学系は整っている一方で e^- の光学系が乱れており高品質ビームの輸送の妨げとなっている。予算の都合上、全ての電磁石をパルス化することは困難なため、最低限のパルス化で効率良くビームの高品質化が行えるような光学的検討を行った。

KEK Linacと β 関数

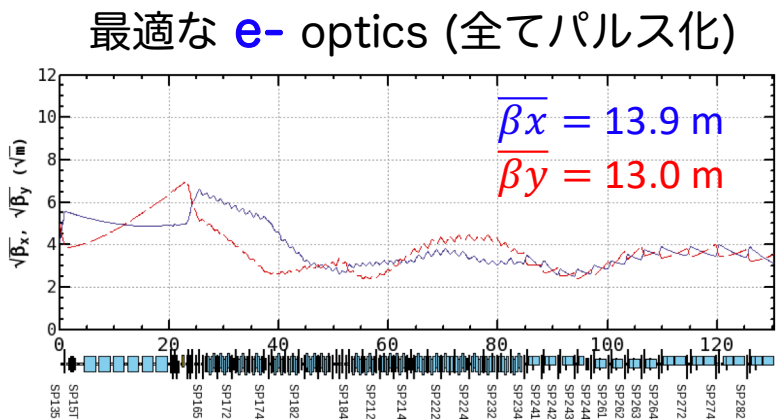
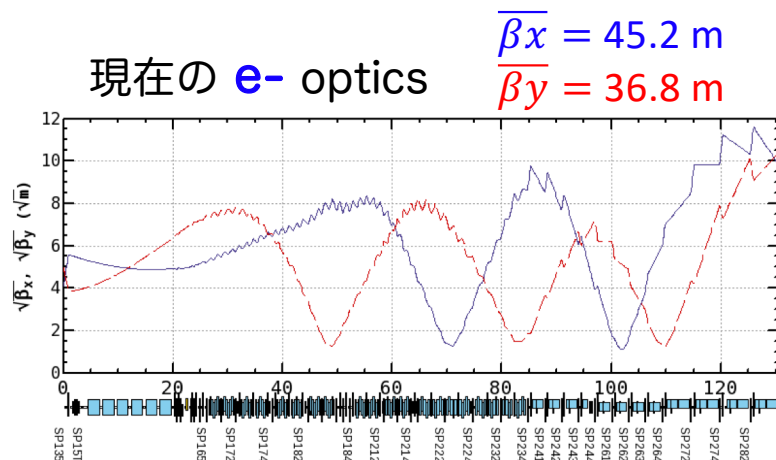


- Linac beamのemittanceはSuperKEKBリングの入射効率、backgroundに大きく影響。
= Linac beamのemittanceはリングの性能を左右する重要なパラメタ
- Linacのemittance growthの主な原因はwake。
- 軌道変化は $\sqrt{\beta}$ に比例する \rightarrow wakeによるbeamの軌道変化は $\sqrt{\beta}$ に比例する
 \rightarrow wakeによるbeam size growthは $\sqrt{\beta}$ に比例する
 \rightarrow wakeによるemittance growthは β に比例する ($\Delta\gamma\varepsilon \propto \bar{\beta}$)

効率的に β を絞れる位置にパルスQをインストールすべき。

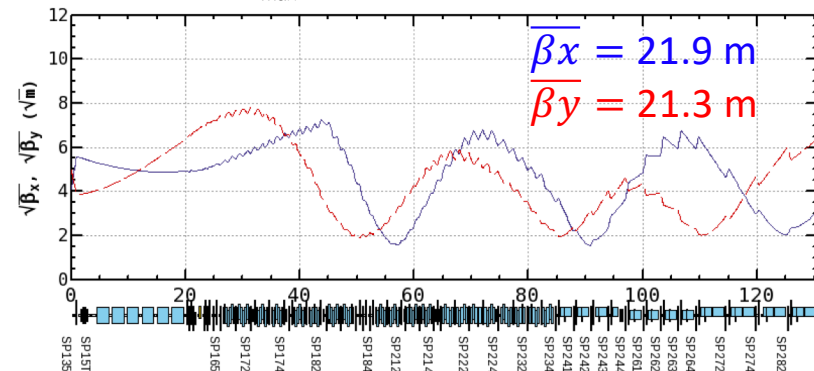
パルスQの設置場所の検討

- まず、全てのQについてパルス化を行ったと仮定し最適なe- opticsを計算。
- 次に、上流からパルス化したQをDC化して（元の値に戻して）opticsが大きく乱れればパルス化、そうでなければDCのままで良いと判断。
- e+ target 周辺のDC Q 120台の内、3台パルス化することで効果的に β 関数を絞ることが可能。
- 3台のパルスQの設定磁場は現状のQの最大磁場のおよそ1/2程度であり、無理なく実現できる値。



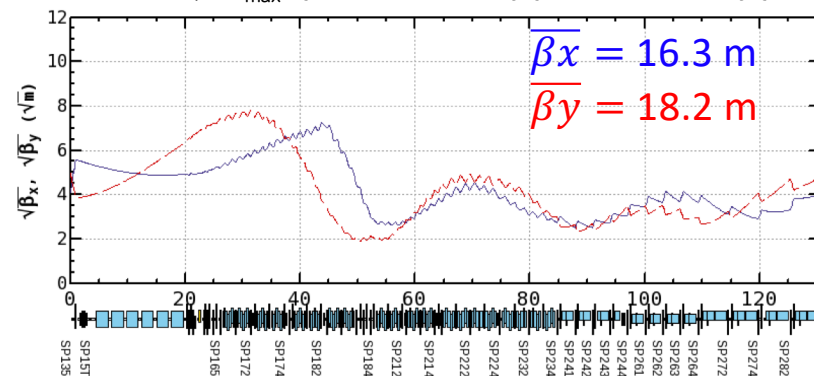
1台パルス化: QD1825

BL={"QD1825", -1.00}
BL/BL_{max}{"QD1825", 0.27}



3台パルス化: QD1825, QF1849, QF2124

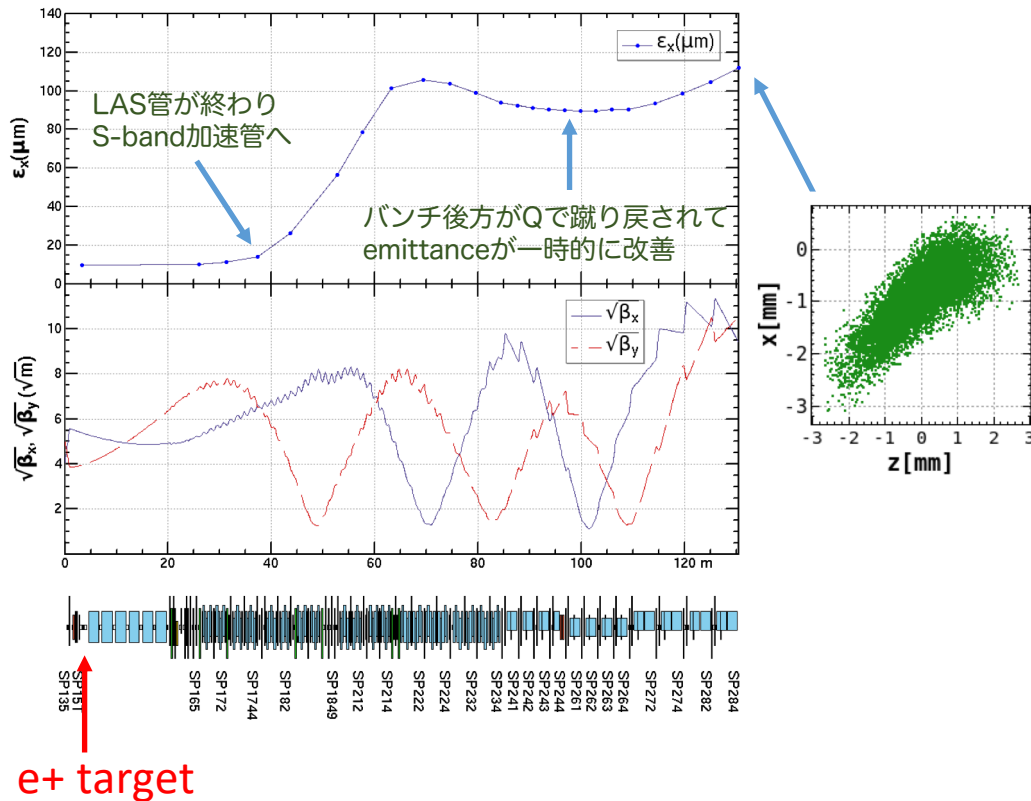
BL={QD1825, -1.03},{QF1849, 0.80},{QF2124, 2.12}
BL/BL_{max}={QD1825, 0.29},{QF1849, 0.22},{QF2124, 0.58}



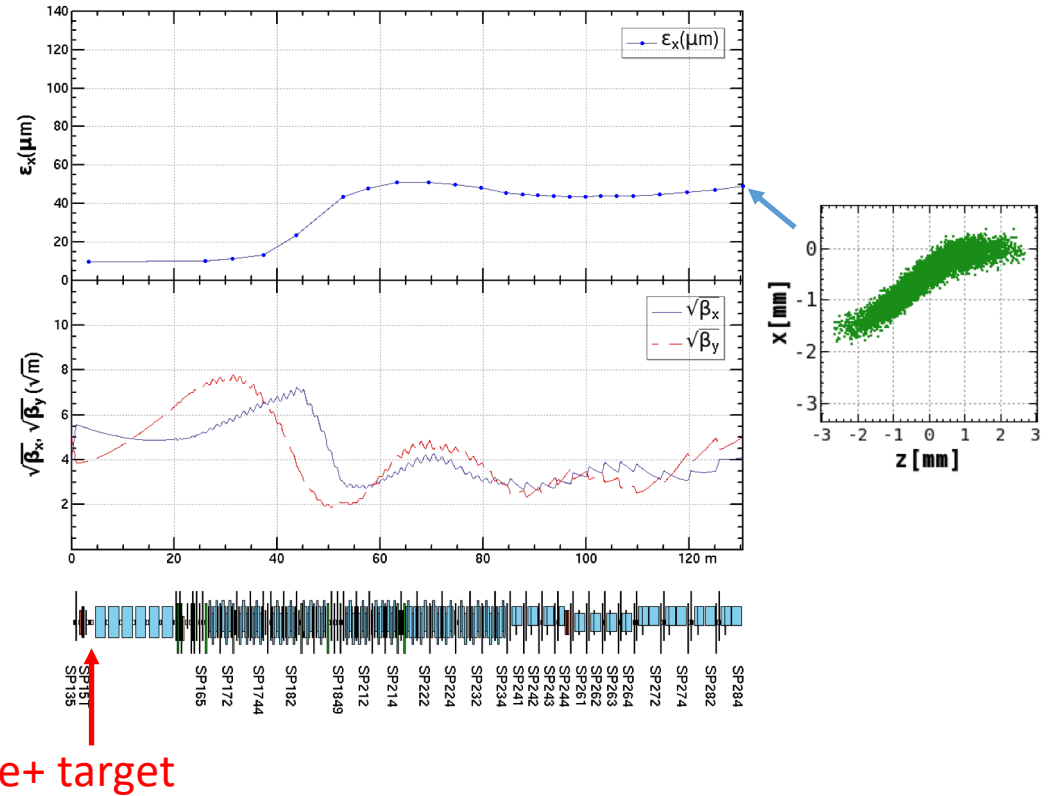
Wakeによるemittance growthと β

- シミュレーションにおいても加速管にミスアライメントを一律 1 mm与えることで、wake による emittance growth が β に比例することを確認。
- パルスQ(3台)をインストールすることで、emittance growth rate を1/2以下に軽減可能。

$\Delta\gamma\epsilon_x \sim 100 \text{ } \mu\text{m}$, $\overline{\beta_x} = 45.2 \text{ m}$



$\Delta\gamma\epsilon_x \sim 40 \text{ } \mu\text{m}$, $\overline{\beta_x} = 16.3 \text{ m}$



まとめ

- SuperKEKBで要求される low emittance beam のため、効果的に β 関数を絞ることのできるパルスQの設置場所の検討を行った。
- e- optics が乱れる e+ target 付近に120台存在するDC Qの内、3台をパルス化することで β 関数、つまり wake による emittance growth rate を1/2以下に抑制できるという結果を得た。