

ラティス設計の進捗状況

ビームダイナミクスWG
4号館2階輪講室 14:00 ~
加速器研究施設 第7研究系
島田美帆

エミッタンス増加を最小に抑えるオプティクス

- 低エミッタンスを維持するためにはCSR wakeや空間電荷効果などの対策が必要
 - 低エミッタンスモード(バンチ長: 1ps)ではCSR wakeの影響は少ない。
 - 一方、エネルギーが200MeV以下であるため、空間電荷効果の影響が無視できない。
→ ある程度はリニアオプティクスで対処可能？
(しかし、詳細な検討にはGPTなどの計算が必要。)

- 空間電荷効果対策
 - 直線部

- 入射直後のビームサイズを小さくしすぎず、そのまま維持する。

断熱減衰のもとでも一定になるエミッタンスを規格化エミッタンスといい、 $\varepsilon_n = \gamma\beta\varepsilon$ で定義される。ただし、 βc は粒子の速度、 γ はローレンツ因子である。加速によって自然エミッタンスは、

$$\varepsilon_f = \frac{(\gamma\beta)_i}{(\gamma\beta)_f} \varepsilon_i \quad (3.22)$$

へと減少する。この減少分を考慮に入れた上で、ビームサイズが $\sigma_x = \sqrt{\beta_x \varepsilon_x}$ と書けるようにベータatron関数を定義する。

- エミッタンスが変化しないと仮定したときの、最適な β 関数の目安
 - 5MeV 10 m
 - 125MeV 250 m (内側ループ)
 - 245MeV 490m (外側ループ)

cERL-CDR3.2章からの
抜粋

周回部(TBA)の空間電荷効果対策

- 空間電荷効果対策

1. オーバーフォーカスを避ける

- 電子同士の間隔がDebye長よりも短くなるため電子同士の衝突頻度が上がる。
- 特に分散による広がりが無い垂直方向を
- 水平方向のオーバーフォーカスは分散の大きいところで

2. ビームサイズを大きく保つ

- 空間的に滑らかなビームの集団効果による力

OHO'08 「ERL入射部の
ビーム力学」参考

1.の衝突による影響は2.の電場によるものに比べて大きい。

→ 優先的に1.を解決する。

- オーバーフォーカスを避けるために。。。

- TBAの中心で左右対称のオプティクスにする。

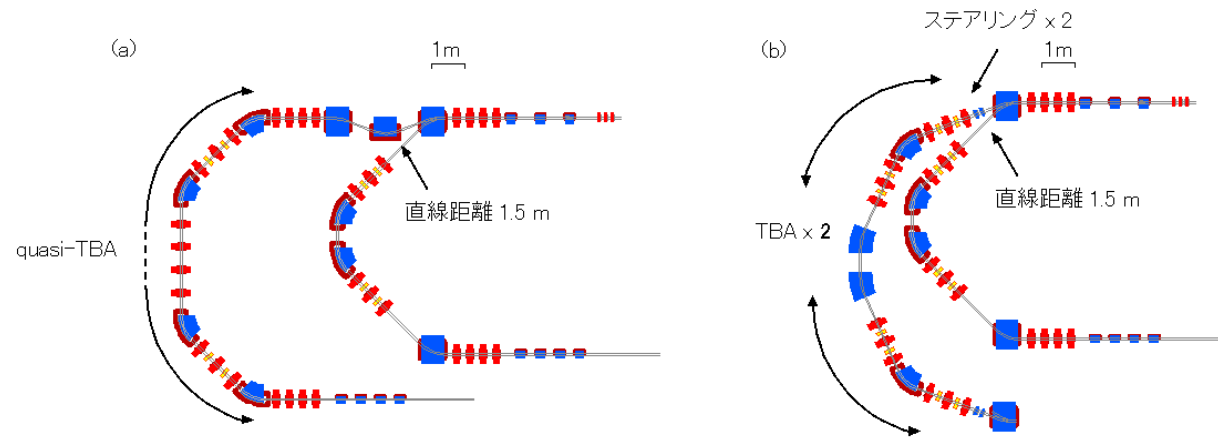
周回部全体でオーバーフォーカスさせないためには、左右対称のオプティクスが最適。

- TBAの中心で β が35mになる解を探した。

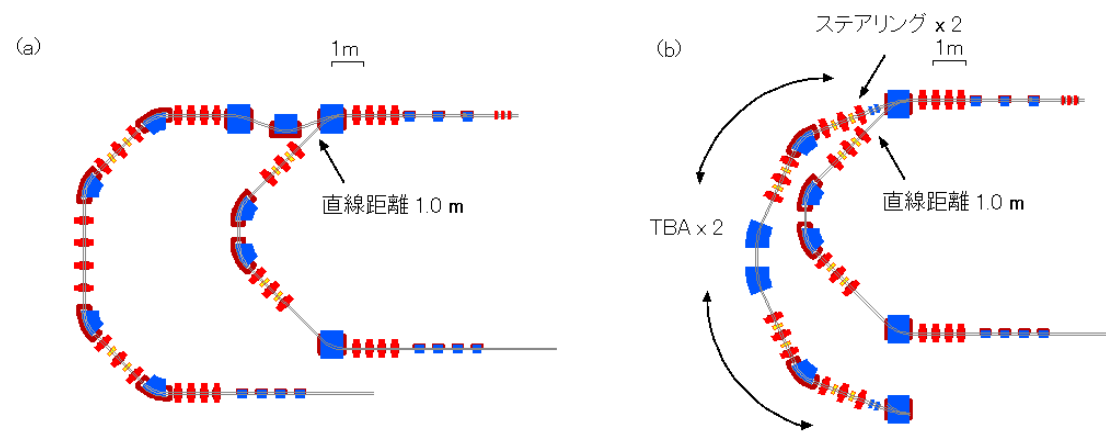
35mにあまり意味はないが、左右対称のオプティクスの場合、フォーカス位置は β 関数に依らない。

TBAの形

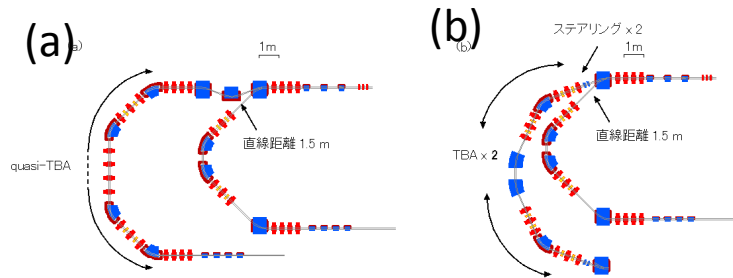
- 外側ループは以下の2つのパターンを考えている。



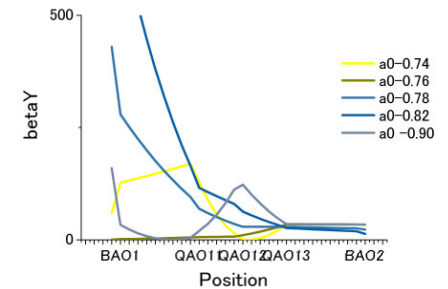
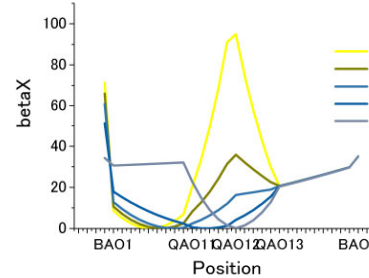
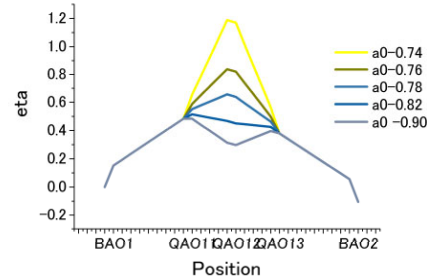
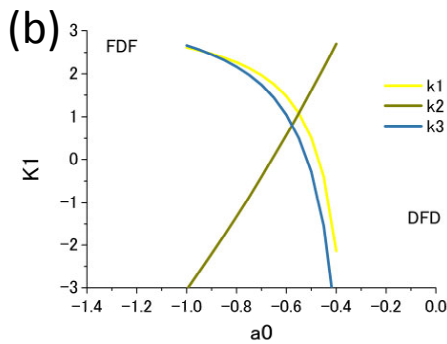
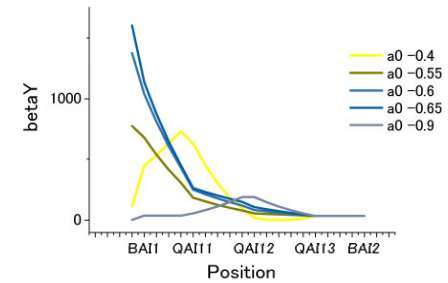
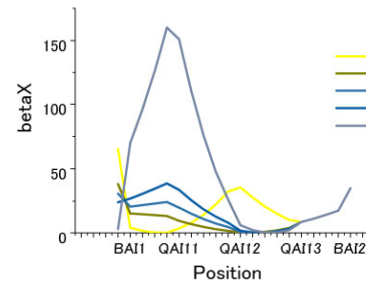
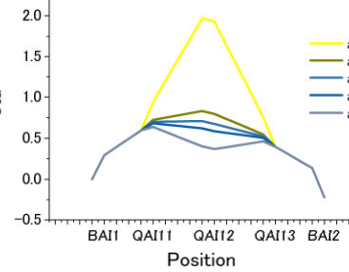
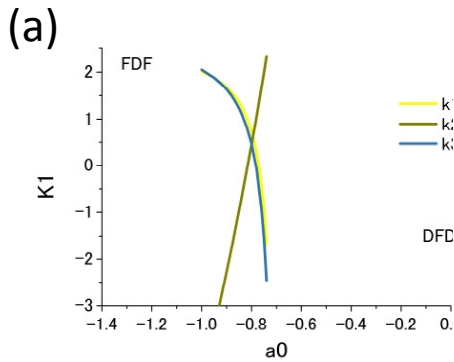
- 内側ループの長直線の長さはおよそ1mまで短くできる。



外側ループのTBA



- (a)の方が(b)より、 $K1$ の変化に対して $a0$ が変化しにくい。
- β_x は必ず1回はオーバーフォーカスをする。
- β_y は必ず $a0$ が極端に小さい・大きい場合にオーバーフォーカスをする。



$K1$ と $a0$ の関係

分散関数

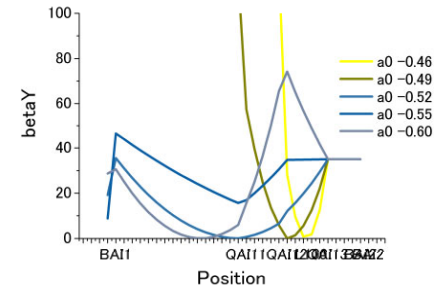
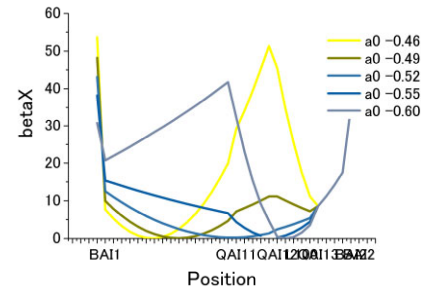
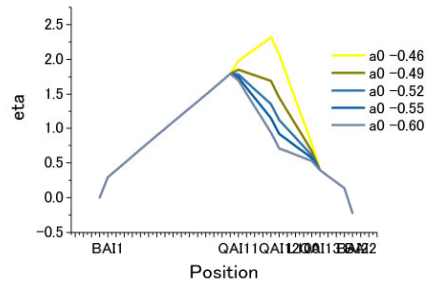
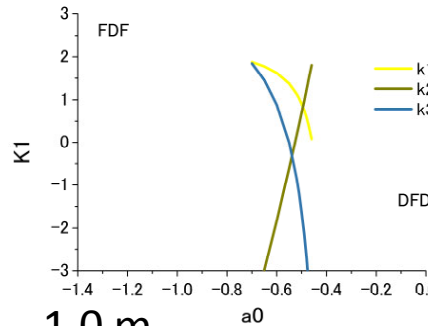
β_x 関数

β_y 関数

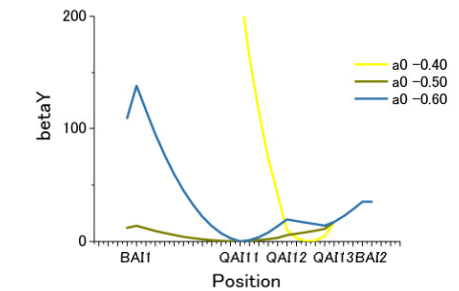
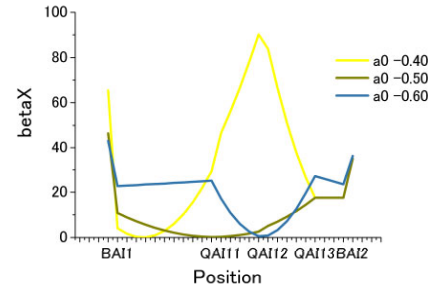
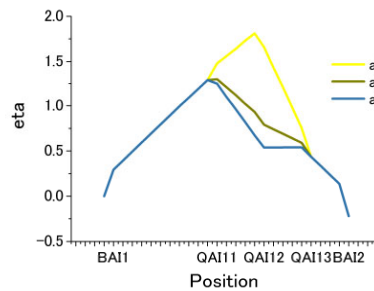
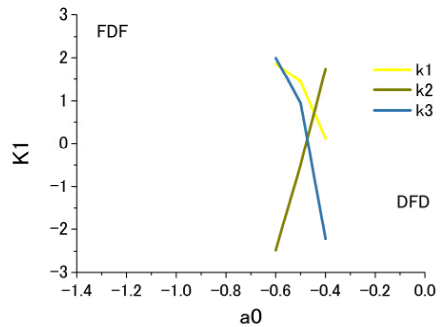
内側ループのTBA

- 長直線部が1.5mと1.0mの場合で計算
- 1.0mでは中央のバンドもrectangularで計算している。
- 分散関数は外側より大きい。
- β_x は同じように一度オーバーフォーカスをする。
- β_y はある特定の a_0 に設定しないとオーバーフォーカスをする。

1.5 m



1.0 m



K1と a_0 の関係

分散関数

β_x 関数

β_y 関数