

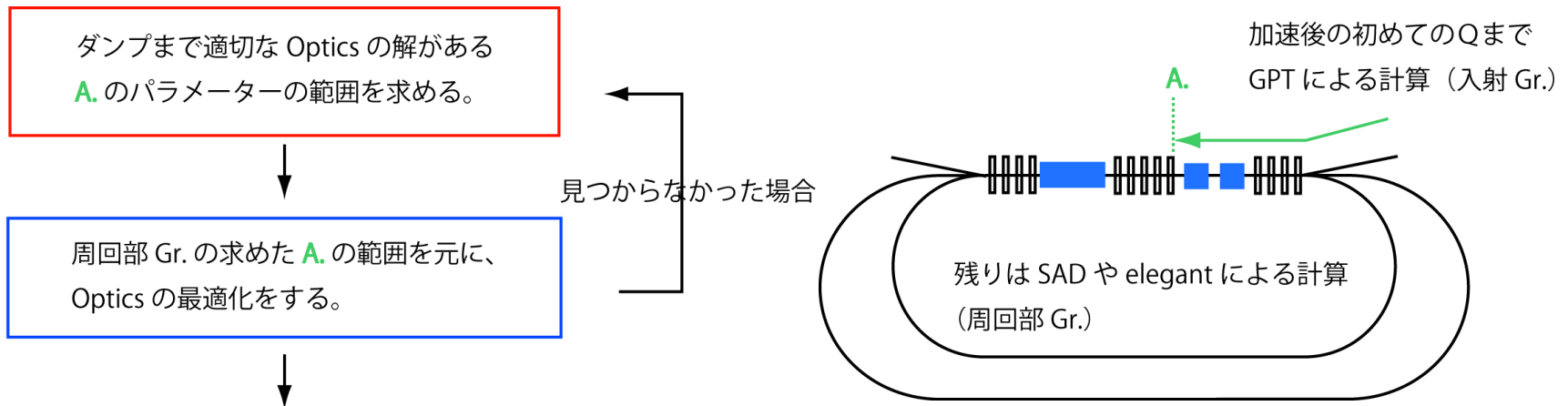
# ラティス設計の進捗状況

ERLビームダイナミクスWG  
2010年12月22日(水) 14:00 ~  
3号館7F会議室

加速器第7研究系  
島田 美帆

# cERLのOptics設計方針

- S2Eシミュレーション
  - 場所によって異なるコードで最適化し、繋げる手法。
  - cERLでは、5 MeV以上に加速するまではGPT、その後はelegant (もしくはSAD)で最適化。



入射部 Gr. 担当     周回部 Gr. 担当

## A. の条件

低エミッタンス: 0.1 mm-mrad

電子の運動エネルギー:

4.5 ~ 5 MeV + 30 ~ 120 MeV

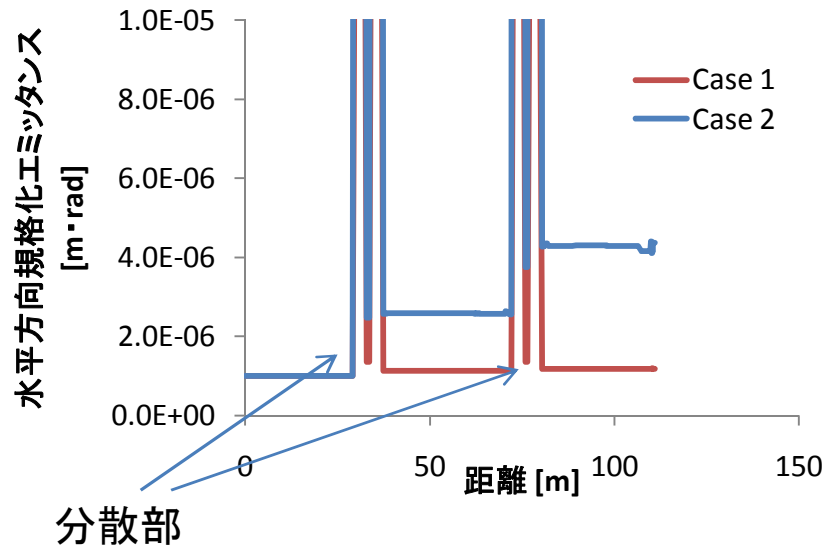
電荷量: 77 pC

バンチ長: 2 ~ 3 ps

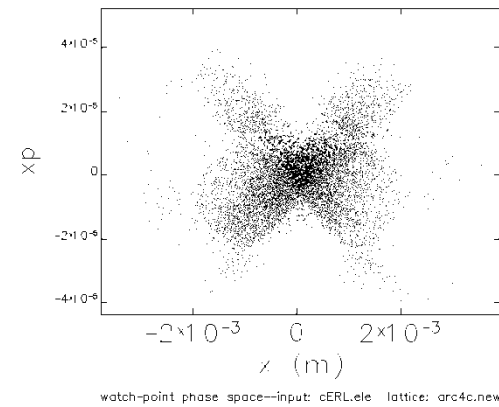
エネルギー広がり: 10e-4程度

# これまでの状況

- elegantによる周回部の計算
  - 入射合流部の出口で2通りのTwiss parameterを想定し、Opticsを計算した。
    - Case 1 (  $\beta_x, \alpha_x, \beta_y, \alpha_y$  ) = ( 13 m, -2, 0.7 m, 0 )
    - Case 2 (  $\beta_x, \alpha_x, \beta_y, \alpha_y$  ) = ( 47.1 m, 1.65, 21.5 m, 5.52 )
  - CSR wakeの影響のもとtrackingした結果、Case 2でエミッタンス増加が見られた。Phase matchingが悪かったためと考えられる。

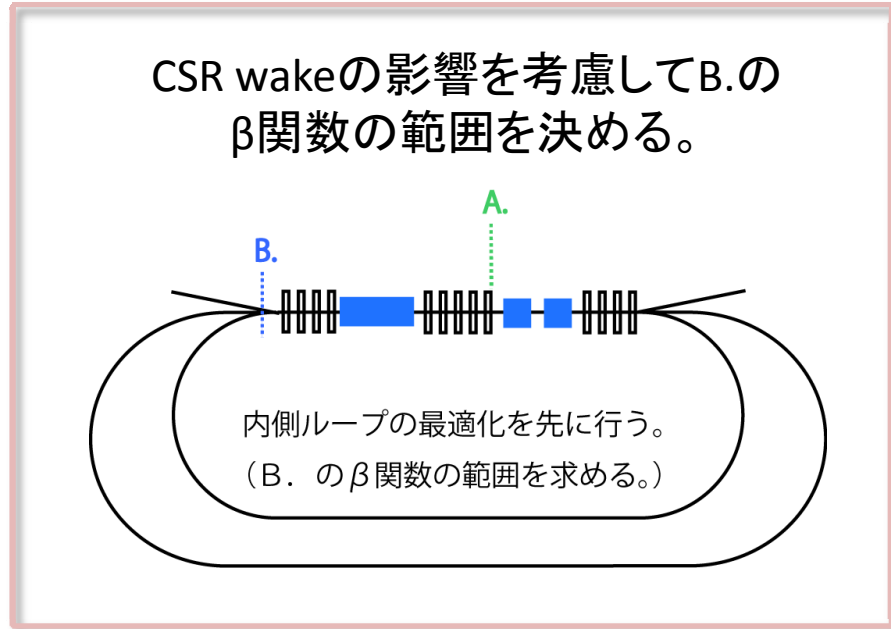


Case 2は規格化エミッタンスが10倍近くまで増加。



Return arcの直前。  
Phase matchingが悪い。

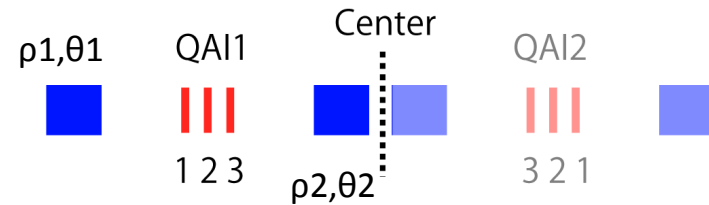
# 内側ループのOpticsの計算



- 内側ループの最適化
  - Bend間の転送行列によると、QuadのK値の組み合わせは自由度がa0ひとつのみ
  - Opticsを左右対称とすると、変数はCenterのβ関数のみ。

CSR wakeに関わる変数はa0とβxの2つのみであるため、手計算で最適化を試みる。

isochrinous TBA

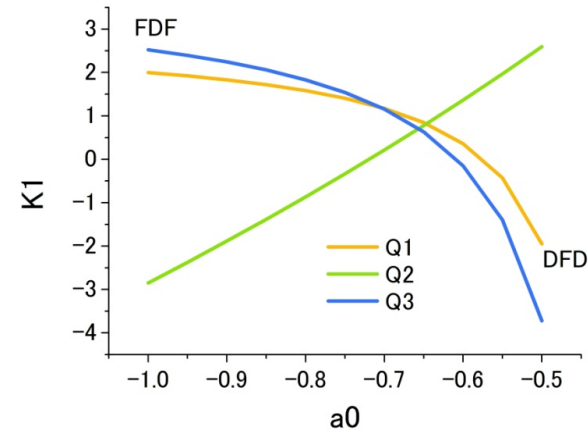


$$M_t = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_0 & \frac{\Phi_1 - a_0 \rho_1 (1 - \cos \theta_1)}{\sin \theta_1} \\ \frac{a_0 \Phi_2 - \sin \theta_1}{\Phi_1} & \frac{1 + m_{12}(a, \theta_0) m_{21}(a, \theta_0)}{a} \end{pmatrix}$$

$$\Phi_1 \equiv \rho_2 \left( -\frac{\theta_1 + \theta_2}{\tan \theta_2} + \frac{\sin \theta_1}{\tan \theta_2} + \frac{R_{56}}{\tan \theta_2} + 1 \right)$$

$$\Phi_2 \equiv -(\theta_1 + \theta_2) + \sin \theta_1 + R_{56}$$

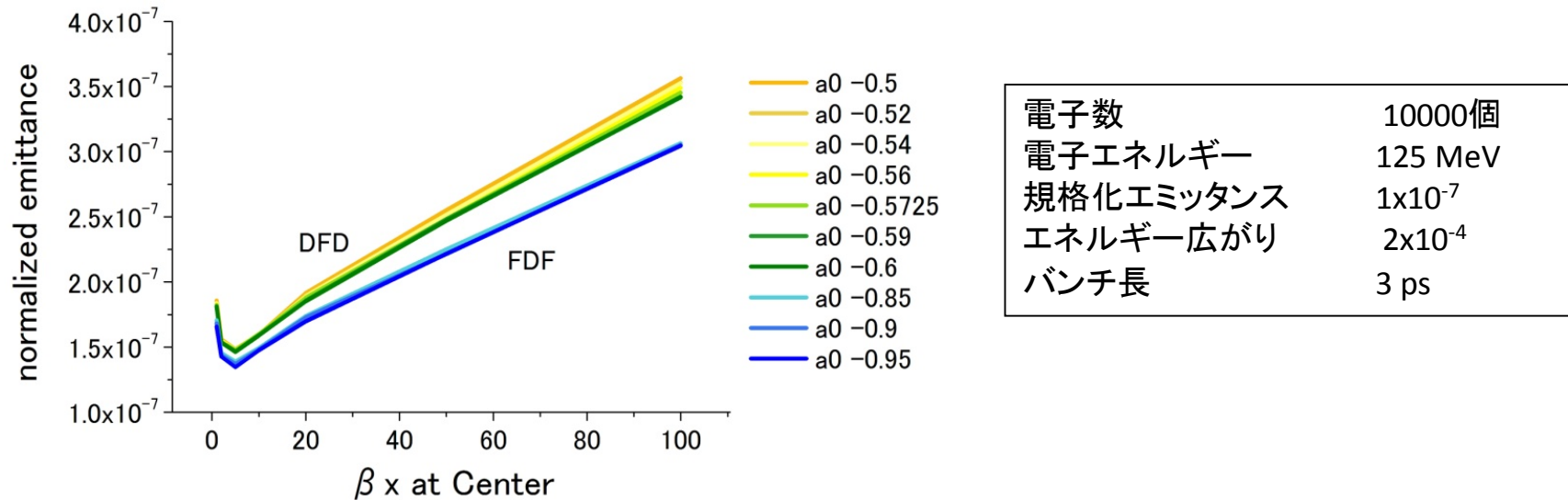
この転送行列ではCenterのドリフトを無視しているため、微調整が必要。



転送行列m11成分: a0と各QのK値の関係

# 内側ループのCSR wakeの影響

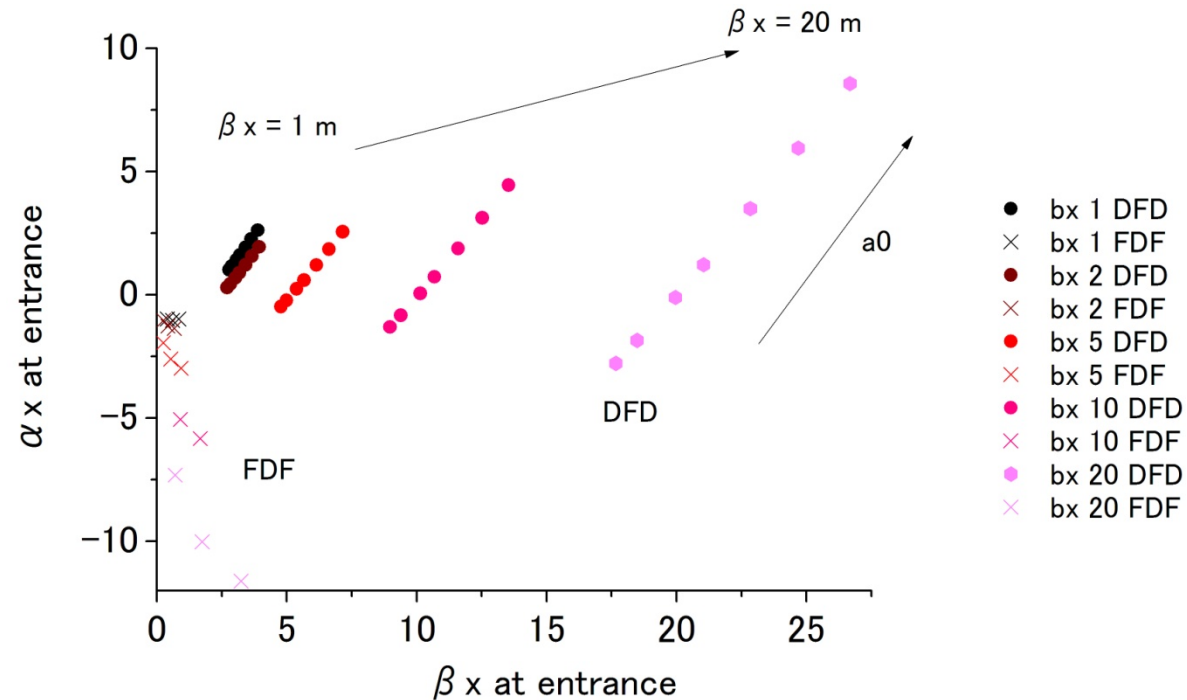
変数はCenterの $\beta_x$ と $a_0$ のみ



- Centerの $\beta_x$ が1~20mの範囲では規格化エミッタンスの増加 $\Delta\epsilon_{nx}$ を2倍以下に抑えることが可能。
- どの $a_0$ においても、Centerの $\beta_x$ が5m付近で、 $\Delta\epsilon_{nx}$ が最小になる。
- DFDよりFDFの方が $\Delta\epsilon_{nx}$ を小さく抑えられるが、わずかな差である。
- 全てのバンドのPhase matchingが関わっている。

極性(DFD, FDF)に大きな依存性はないため、Centerの $\beta_x$ が1~20 mを最適なOpticsとする。

# 内側ループ入口の $\beta_x$ 関数の範囲



- Centerの $\beta_x$ 関数を1~20mに制限すると、内側ループ入口の $\beta_x$ 関数の取り得る範囲も決まる。
- DFDの場合、Centerとentranceの $\beta_x$ 関数はほぼ同じである。
- FDFの場合、 $\beta_x$ を小さくする必要があるため、Opticsのマッチングは難しくなるだろう。

DFDに限定し、ドットの分布する台形の範囲内で探す。

# 内側ループの $\beta_y$ 関数

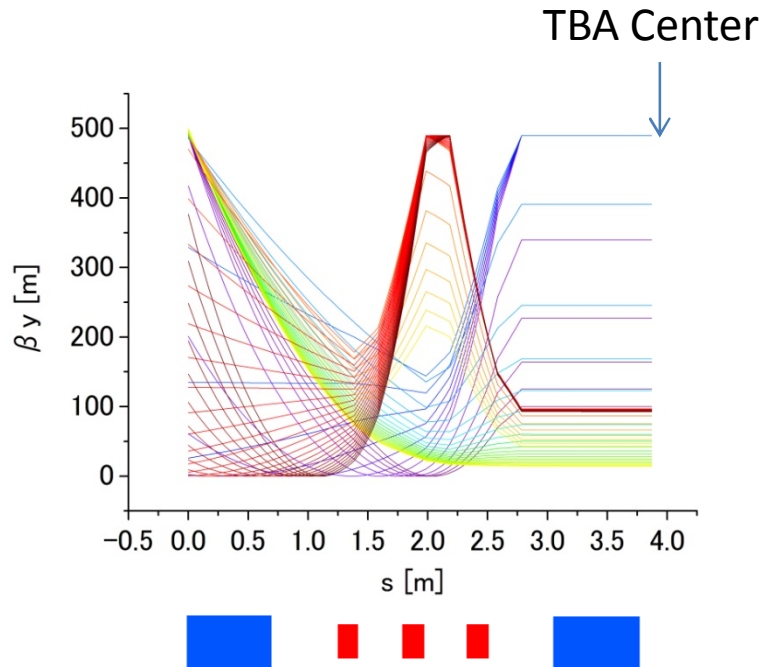


Fig.1 : TBAの $\beta_y$

- $-0.5425 < a_0 < -0.9475$ の範囲の $\beta_y$ を0.0025のステップで表示。
- 最大値が500mになるようにCenterの $\beta_y$ を設定。

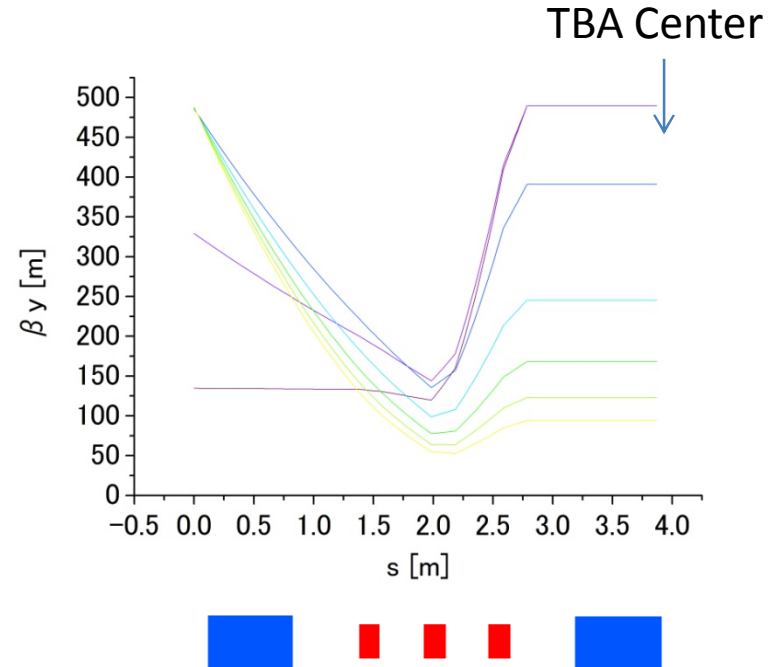


Fig.2 : Fig.1から選んだ $\beta_y$

- Fig.1から、 $\beta_y$ の最大値と最小値の比が10以下になるものを選択。(滑らかな $\beta_y$ を選択。)
- 極性はDFD( $a_0$ の絶対値が小さい)ものに限定。
- Centerの $\beta_y$ が変化すると、 $\beta$ 関数の形状は崩れるが、ここでは無視した。

転送行列の $m_{11}$ 成分、 $a_0$ は-0.5275から-0.5825の間に限定

# 内側ループ入口の $\beta y$ および $\alpha y$ の範囲

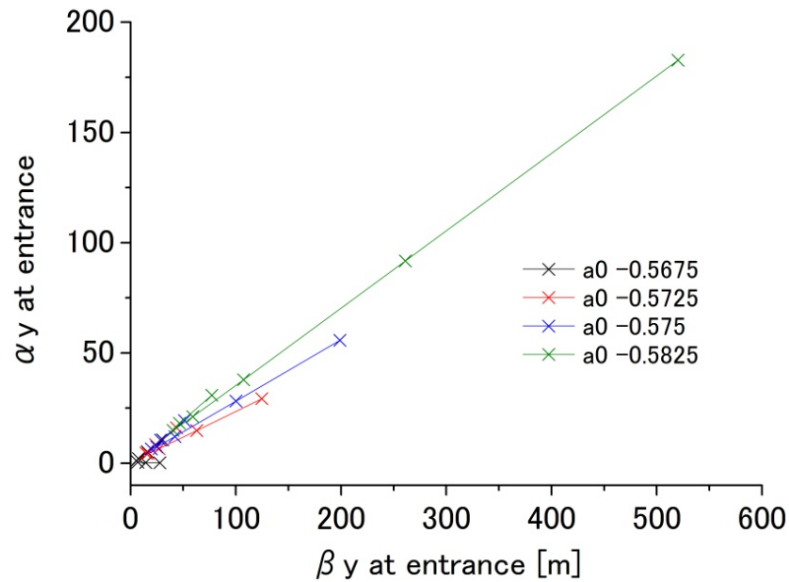


Fig.1 :  $a_0$ と内側ループ入口の $\alpha y$ および $\beta y$ の関係

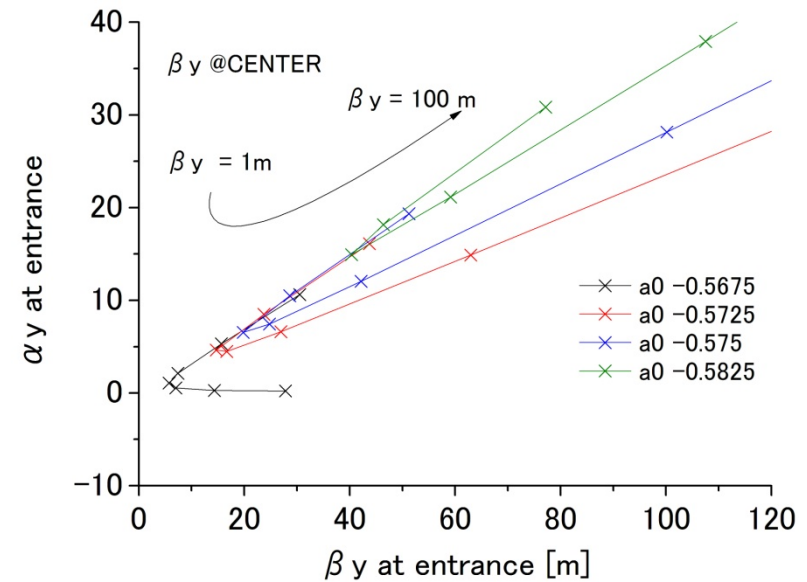


Fig.2 : Fig.1の拡大図

- $a_0$ が-0.5825の場合、内側ループ入口の $\alpha y$ は最小でも10を超える。
- $a_0$ が-0.575の場合、内側ループ入口の $\alpha y$ は最小でも7程度。
- $a_0$ の絶対値が小さくなると、内側ループ入口の $\alpha y$ は小さくすることが可能。

Matchingが困難なため、 $a_0$ の範囲を-0.5275から-0.575の間に狭める。



# 内側ループ入口の $\beta_x$ および $\beta_y$ の範囲：まとめ

- 制約条件

- $\Delta\epsilon_{nx}$ を2倍以下に抑えるため、CENTERの $\beta_x$ 範囲は1~20 mとした。
- 内側ループ入口の $\beta_x$ のマッチングのため、極性はDFD ( $a_0 > -0.6$ )とした。
- 滑らかな $\beta_y$ 関数にするため、 $a_0$ の範囲を-0.5675~-0.5825とした。
- 内側ループの $\beta_y$ のマッチングのため、 $a_0$ の範囲を-0.5675~-0.575に制限した。

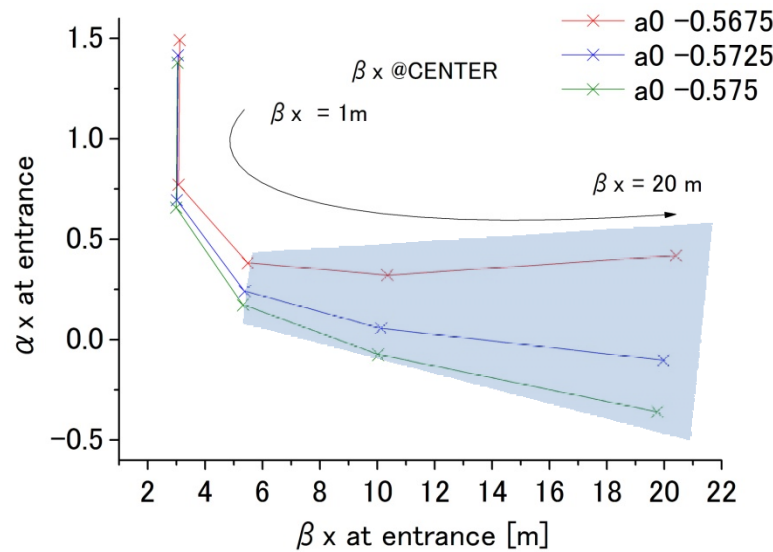


Fig.1 : 内側ループ入口の $\beta_x$ および $\alpha_x$ の適切な範囲

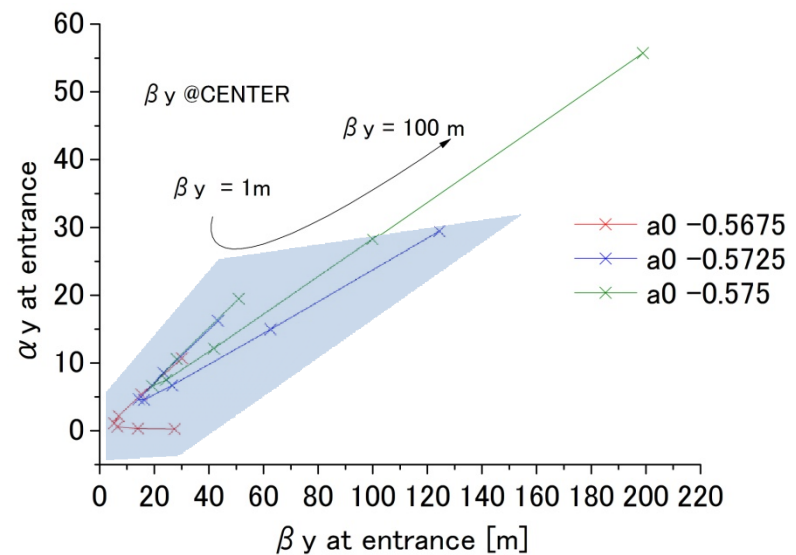


Fig.1 : 内側ループ入口の $\beta_y$ および $\alpha_y$ の適切な範囲

内側ループの入口では $\beta_x$ 、 $\alpha_x$ 、 $\beta_y$ 、 $\alpha_y$ を の範囲内に収めたい。