

# 周回部Optics設計

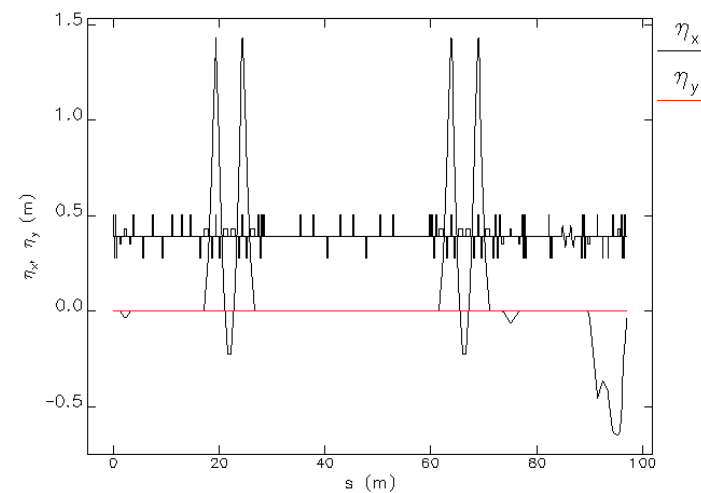
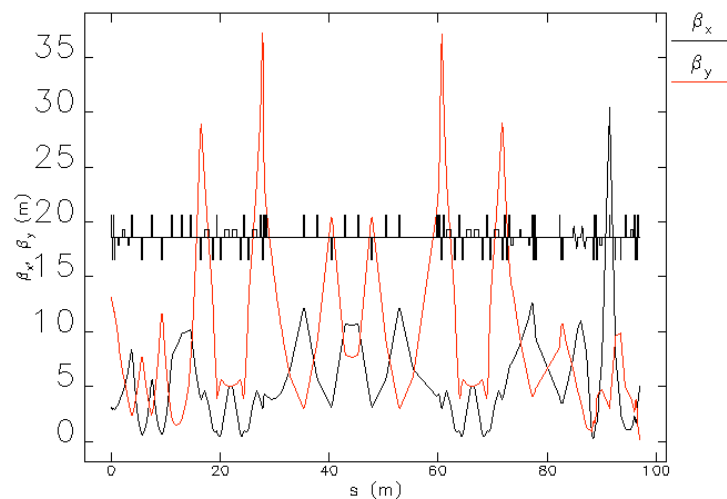
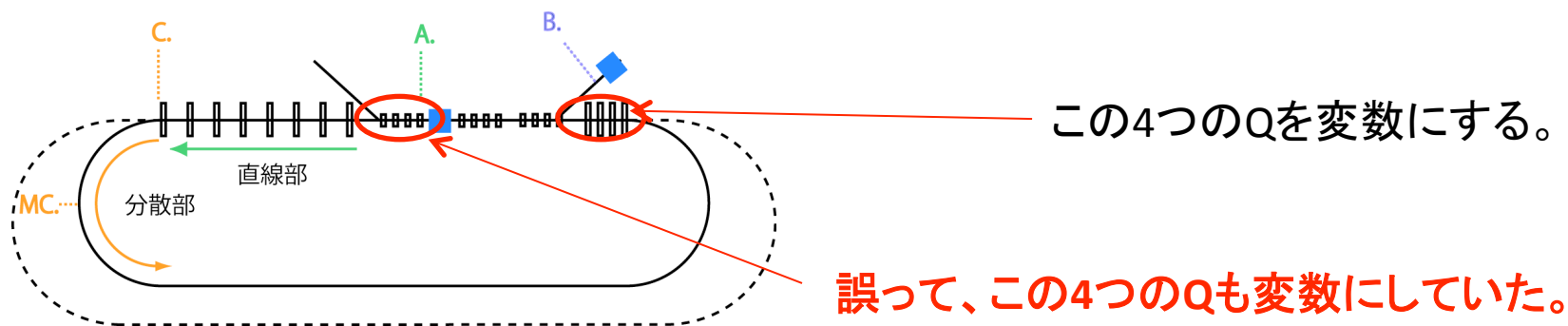
ビームダイナミクスWG  
3号館5F会議室  
2011年7月7日(木) 14:00～

加速器第7研究系  
島田 美帆

# 減速直線部の調整(I) (step7)

前回の結果に誤りがあった。

再び、減速直線部の4つのQを変数にとり、  
equation = "0 ave.betax + ave.betay +"で微調整した。



いいOpticsが見つかる。

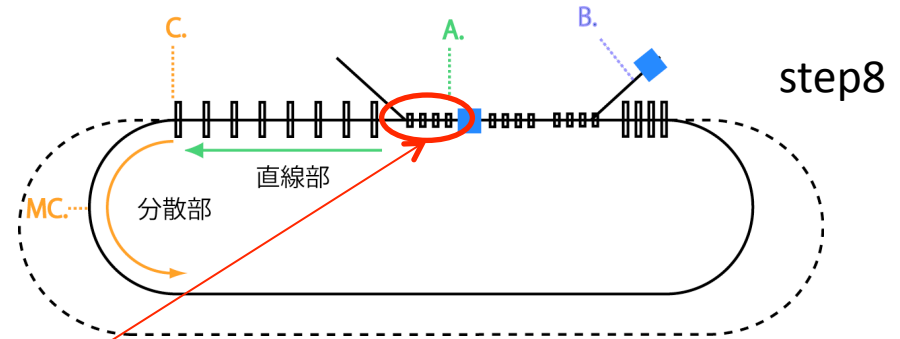
# その後の流れ

7/1 資料

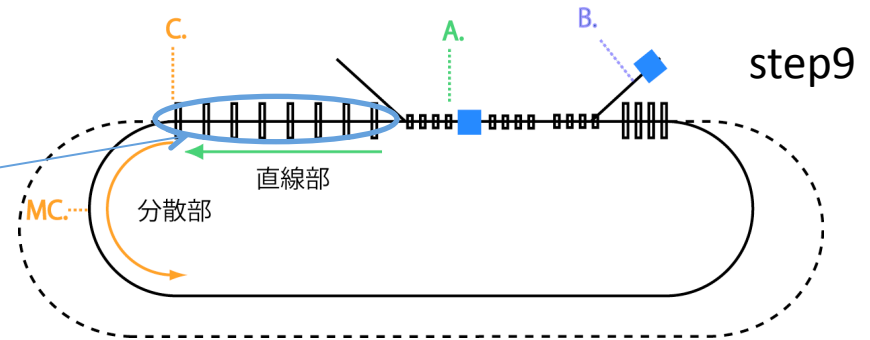
前回の自己矛盾のあるOptics



QMADの変更を35MeVに反映

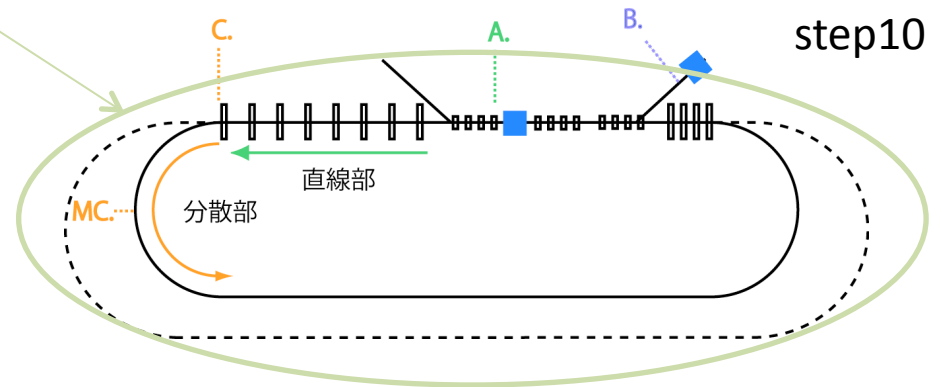


Step8 : 35MeVの変更を反映  
Step9: QMAMの8つを点MCの条件と合わせる。(=step5)  
Step10: 最後まで計算(=step6)



QMADの4つのK値に制限

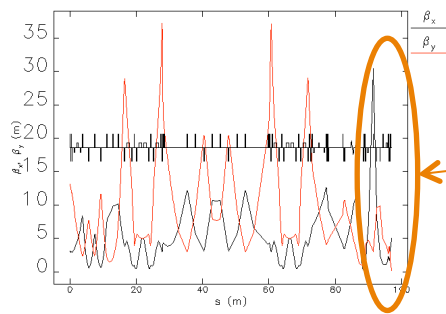
- $-5 < K < 5$
- $-7 < K < 7$
- $-8 < K < 8$
- $-10 < K < 10$



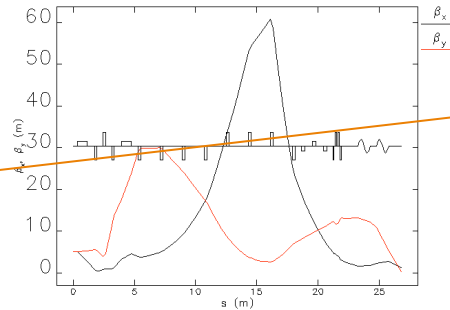
# Self consistentなOptics

$-10 < K < 10$

Step8(no-self consistent)



step9

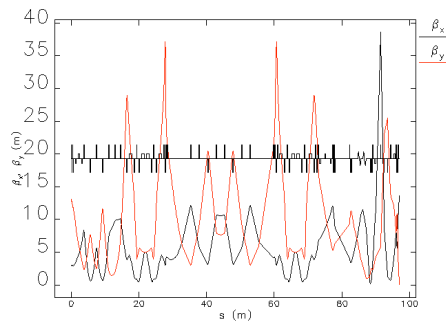


Matching失敗

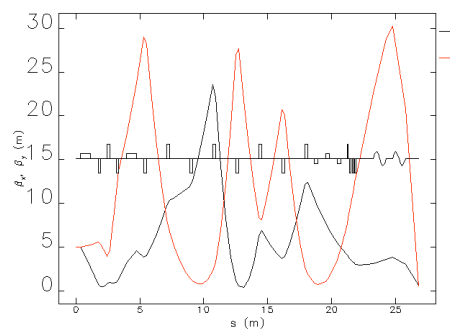
QMADのK値が大きいと $\beta$ 関数を小さくすることができるが、マッチングに失敗しやすい。

$-5 < K < 5$

Step8b(no-self consistent)



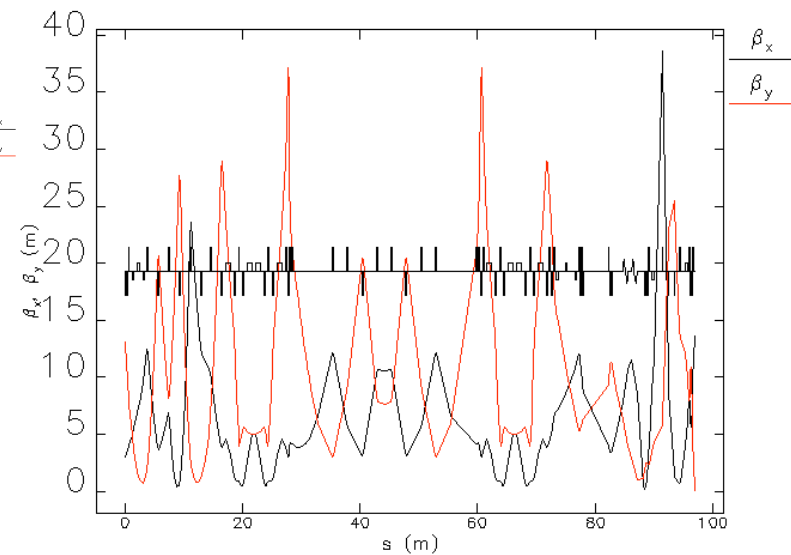
step9b



Matching成功

step10b

Self-consistent



条件式は"ave.betax + ave.betay 0.3 \* +"

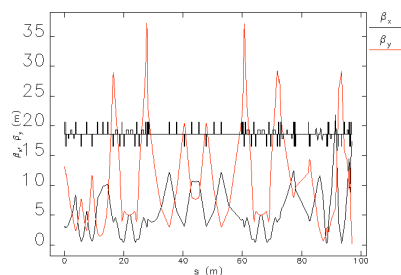
比較的 $\beta$ 関数の抑えられたopticsが見つかった。

# QMADのK値の制限を微調整

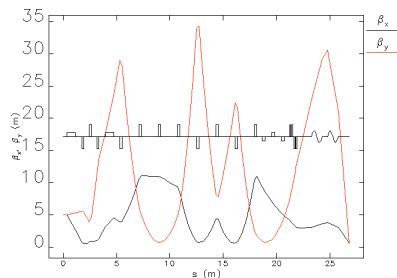
7/1 資料

$-7 < K < 7$

step8eK7

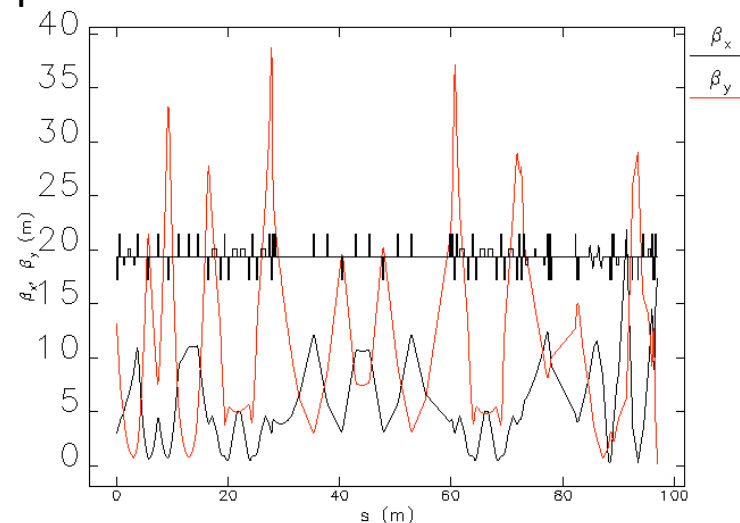


step9eK7



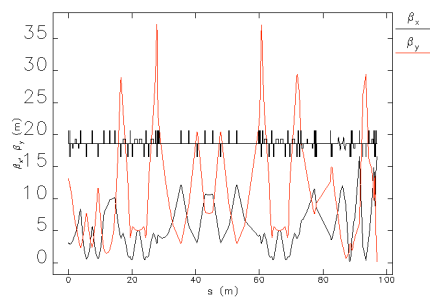
optimization function : 0.044

step10eK7

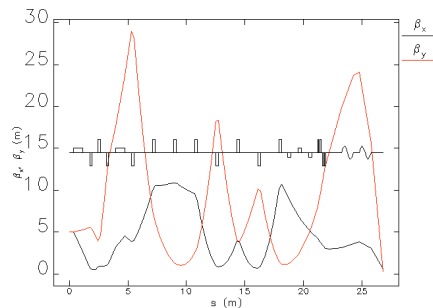


$-8 < K < 8$

step8eK8

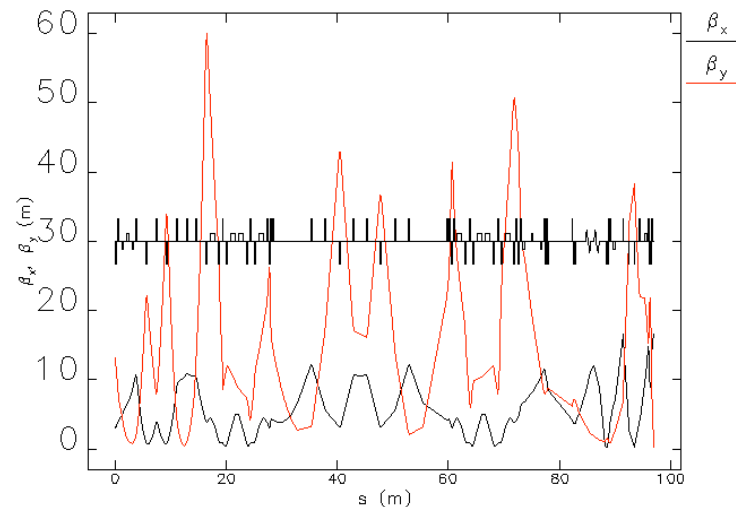


step9eK8



optimization function : 0.80

step10eK8

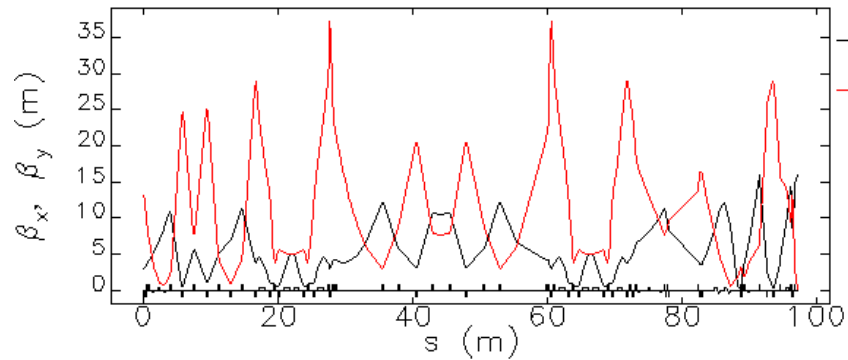


$-7 < K < 7$ のときはかろうじてマッチングに成功したが、 $-8 < K < 8$ では失敗した。

# 中村さんの結果との比較

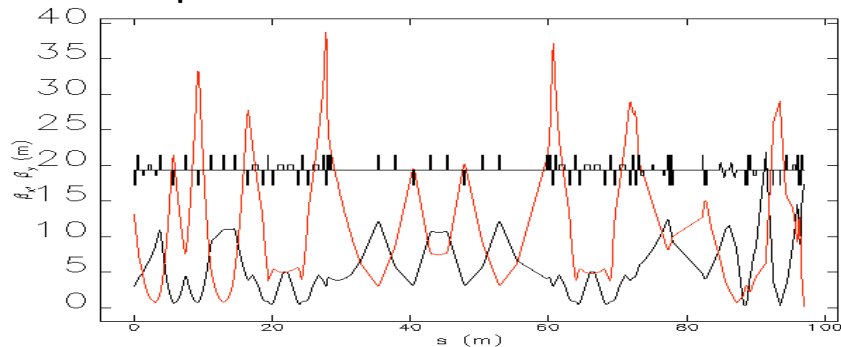
7/1 資料

## 中村さんの結果(2011.June)



QMAD01U: QUAD,L=0.1,K1=-9.999962278958494  
QMAD02U: QUAD,L=0.1,K1=-5.632384450524353  
QMAD03U: QUAD,L=0.1,K1=4.291280552886245  
QMAD04U: QUAD,L=0.1,K1=7.86220655497548

## step10eK7



QMAD01U: QUAD,L=0.1,K1=-6.999999767955221  
QMAD02U: QUAD,L=0.1,K1=-6.999998562822671  
QMAD03U: QUAD,L=0.1,K1=3.539324808287594  
QMAD04U: QUAD,L=0.1,K1=6.99999095968909

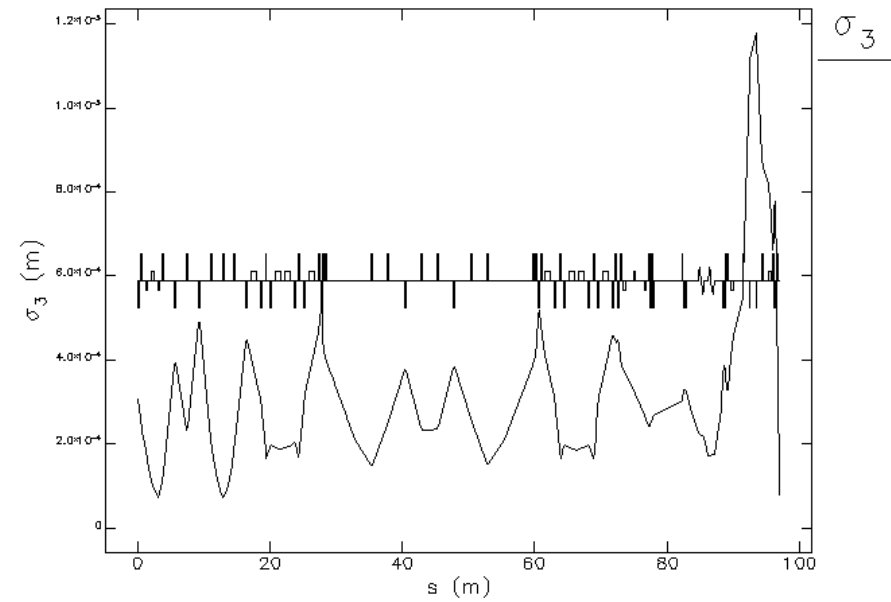
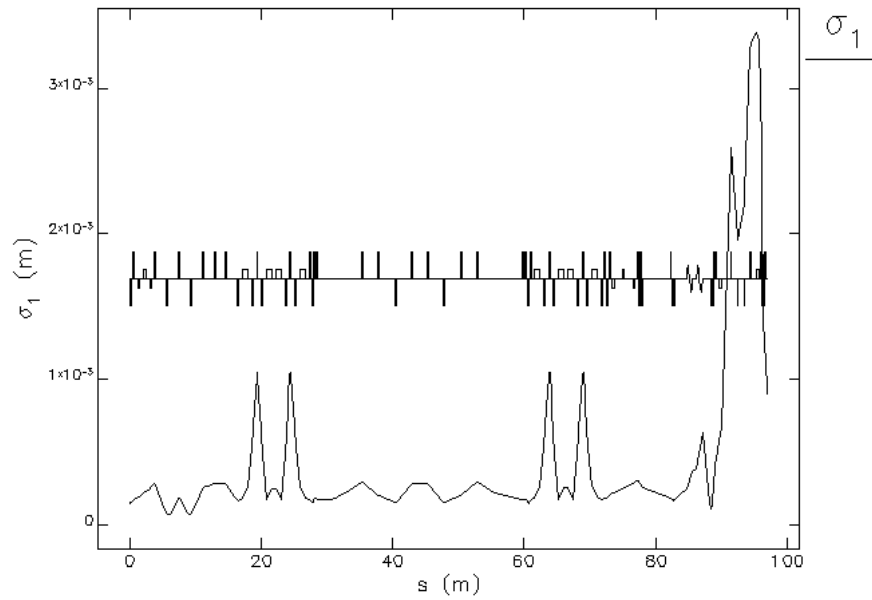
初期値は全てK=0

ほとんど同じような結果が得られた。

課題: 中村さんの結果ではQMADの制限が $\pm 10$ にも関わらず、matchingに成功した。

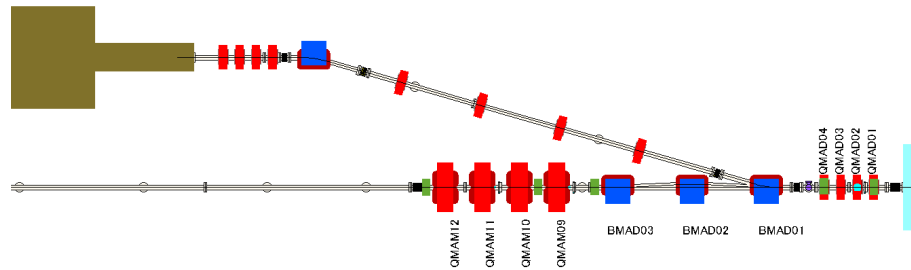
# ビームサイズ

7/1 資料

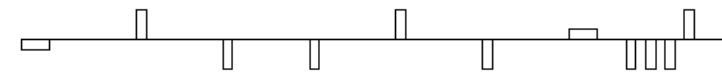
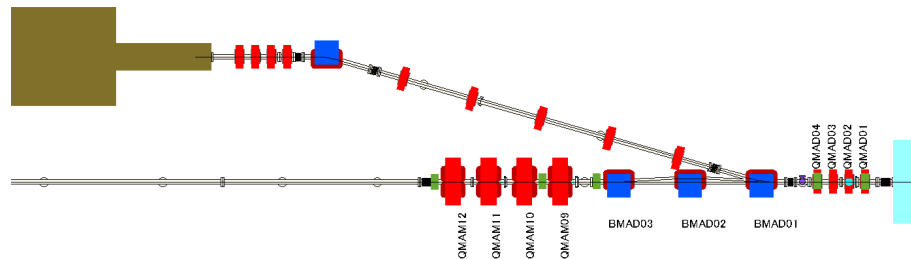


最大値は $\sigma_1$ が3.4mm,  $\sigma_3$ が1.2mmであった。

# ダンプラインの変更



DUMP:  
 LINE=(BMAD01U,L1400,QMDP01U,L900,QMDP02  
 U,L900,QMDP03U,L900,QMDP04U,L900,&  
 BMAD04U,L300,QMDP05U,L100,QMDP06U,L100,  
 QMDP07U,L100,QMDP08U,L300)

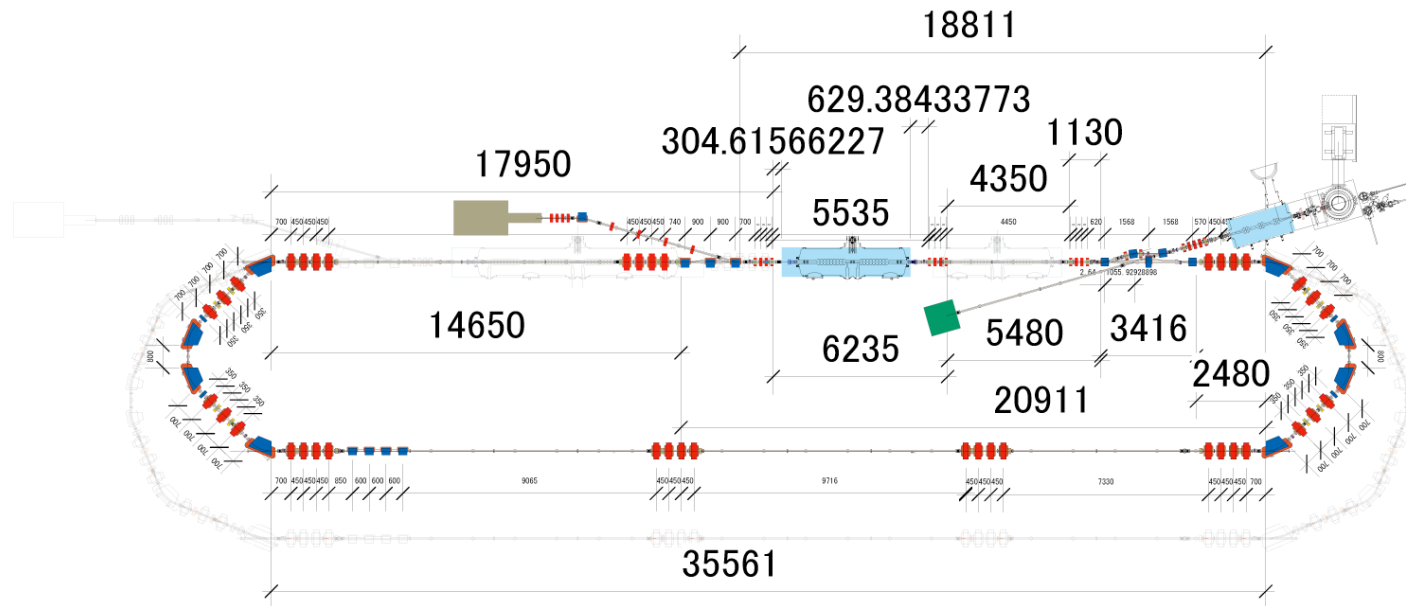


DUMP:  
 LINE=(BMAD01U,L900,QMDP01U,L800,QMDP02U  
 ,L800,QMDP03U,L800,QMDP04U,L800,QMDP05U,  
 L800,&  
 BMAD04U,L300,QMDP06U,L100,QMDP07U,L100,  
 QMDP08U,L100,QMDP09U,L300)

ダンプラインのQを取り出しシケインに近づけ、数を一つ増やした。

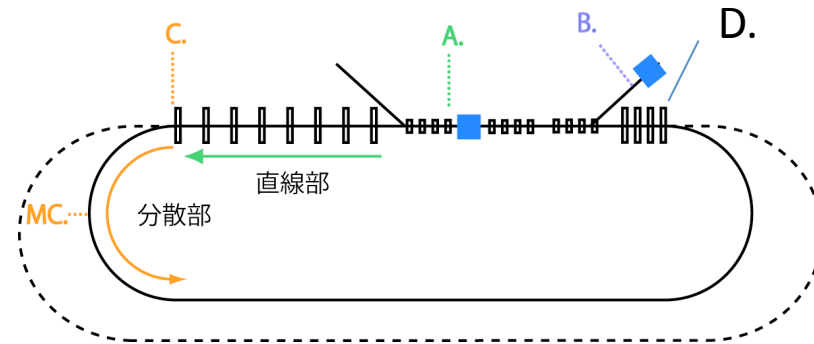


# 前回からの変更点



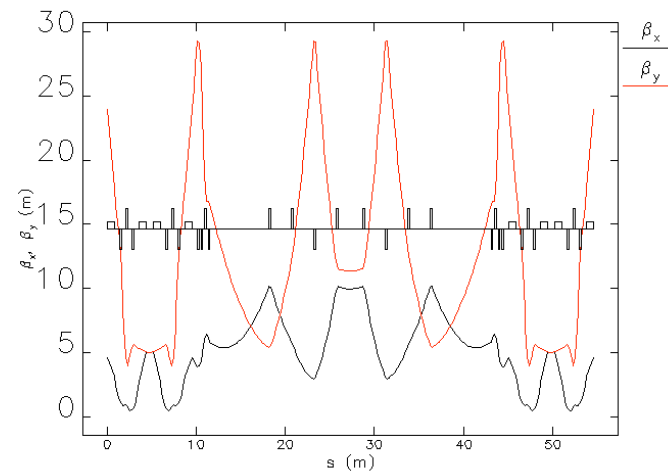
- VWの図面に合せてIteファイルを書き直した。
- 周回部のopticsを微調整した。
- 入射合流部後のQMAGは宮島さんの結果をそのまま使用したが、Q間の距離は図面に合せたので多少矛盾がある。

# 周回部の微調整

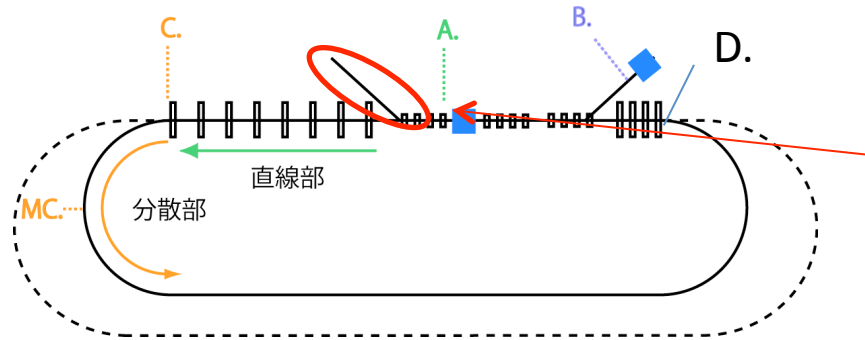


点Cと点Dの間の周回部を微調整

- アークのベント間隔を700mm→800mmにした。
- 直線部の距離を図面に合せて修正。
- 直線部の $\beta$ 関数の最適化をやり直した。



# ダンプラインの分散関数の最適化

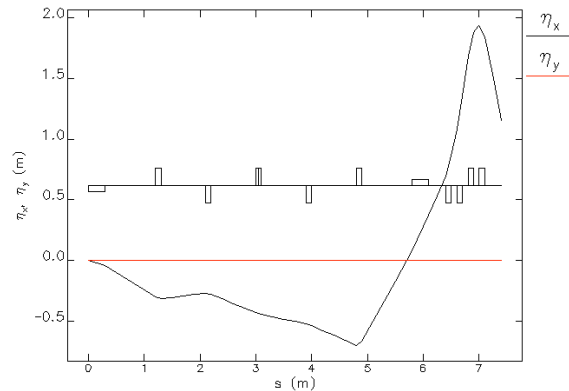


これらのQを調整

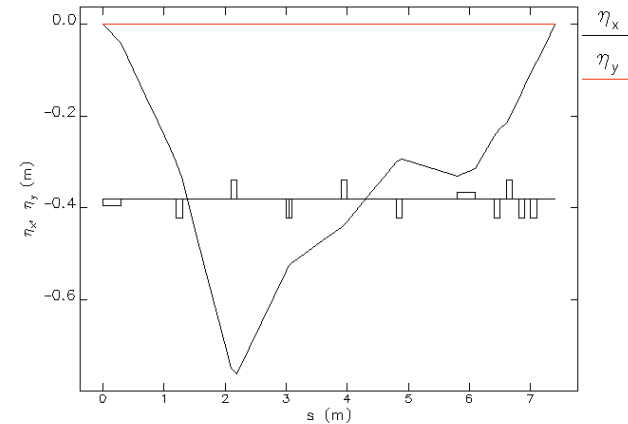
- Step4a : 前回と同じ
- Step4e : 小林さんにSADで計算していただいたOptics\*

$\beta$ 関数が大きくなりすぎない範囲で分散関数を小さくした。

step4a

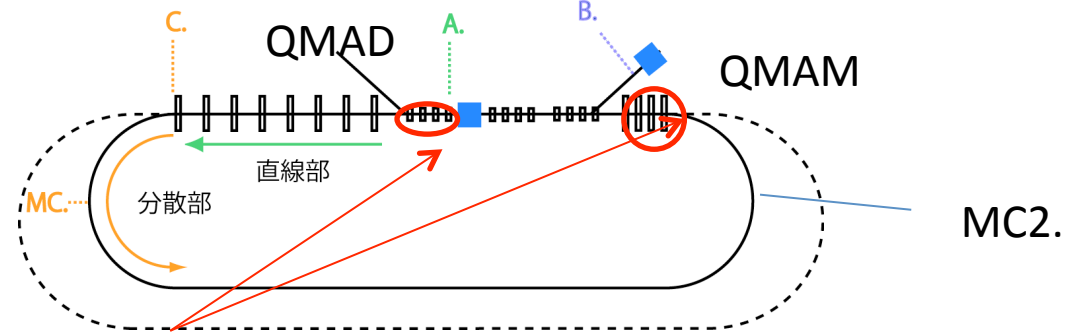


step4e



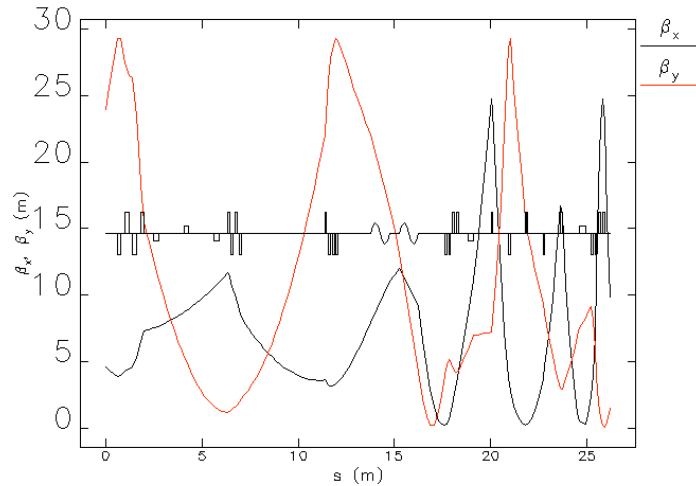
\*取り出しシケインの入口のtwiss parameterを使って $\beta$ 関数と $\eta$ 関数を最適化

# 減速ラインの最適化

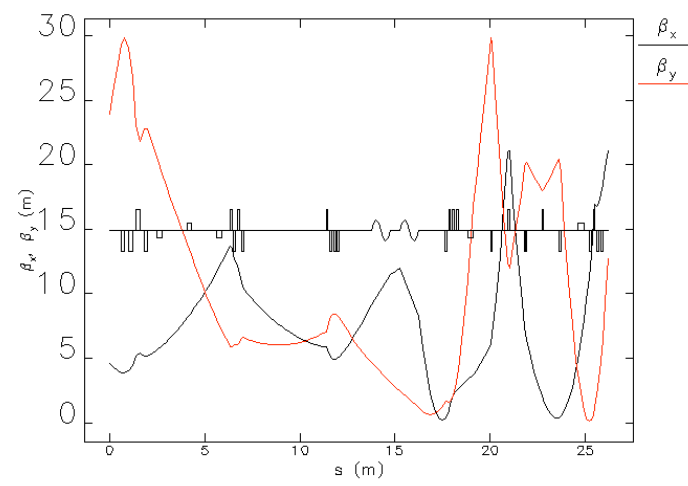


- これら8つのQを調整して、  
equation = "0 ave.betax + ave.betay + max.betax + max.betay + ", を最適化
- K値の範囲はQMAMは±15, QMADは±10とした。

step5B-a

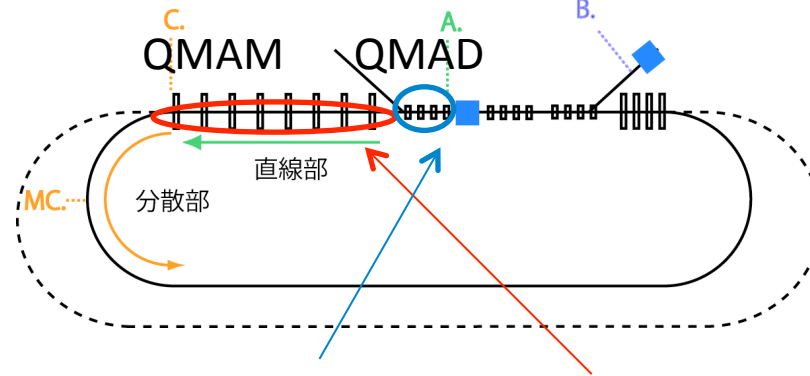


step5B-e



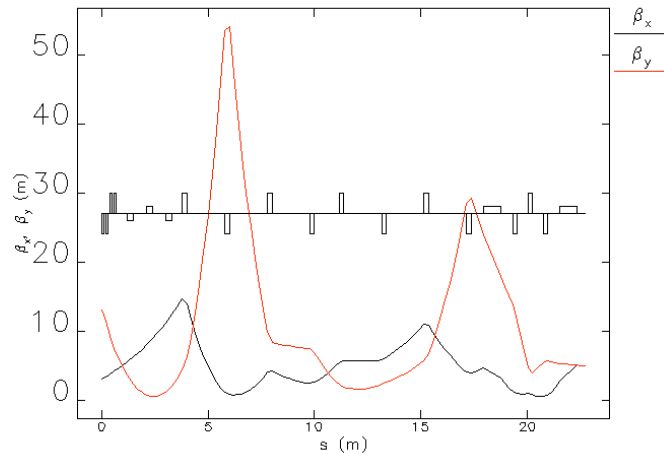
点MC2以降のOptics

# 加速後の35MeVのopticsをマッチング



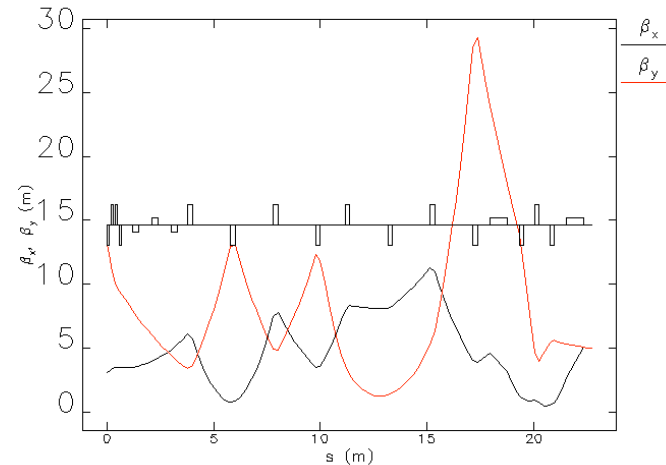
QMADの変化を35MeVに適応した後、QMAMの8つのQで点MCにマッチング  
 equation = "0 betax 5 - abs + betay 5 - abs + alphax 0 - abs + alphas 0 - abs + "

step6B-a



optimization function : 0.00092

step6B-e



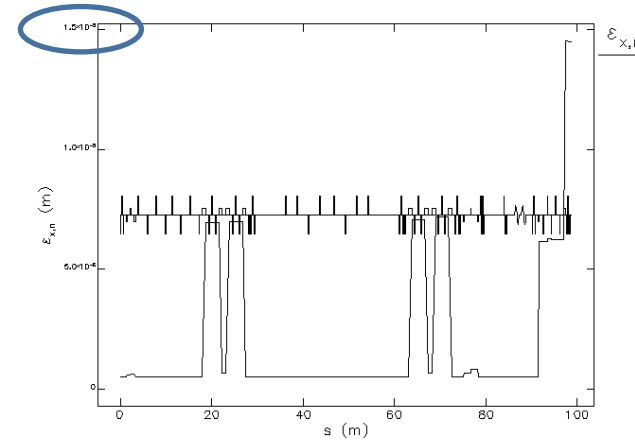
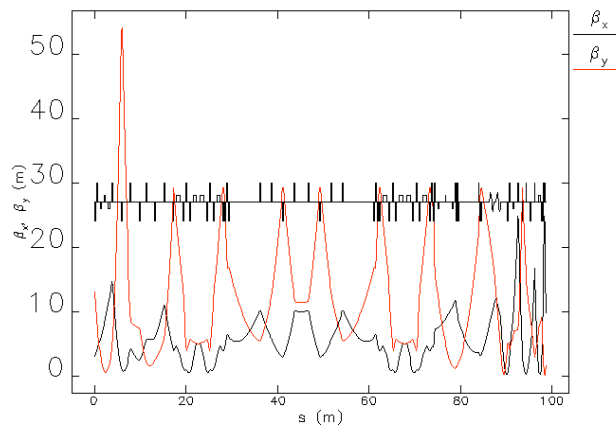
optimization function : 0.00064

点Aから点MCのOptics : マッチングは良好

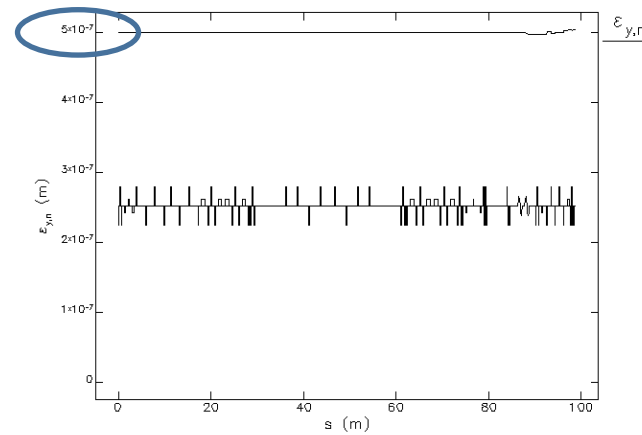
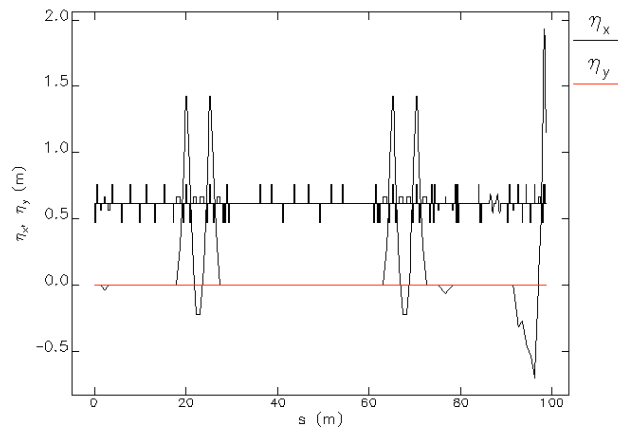
# 点Aからダンブまで(β関数・η関数・ε<sub>x</sub>・ε<sub>y</sub>)

step7B-a

$1.5 \times 10^{-5}$



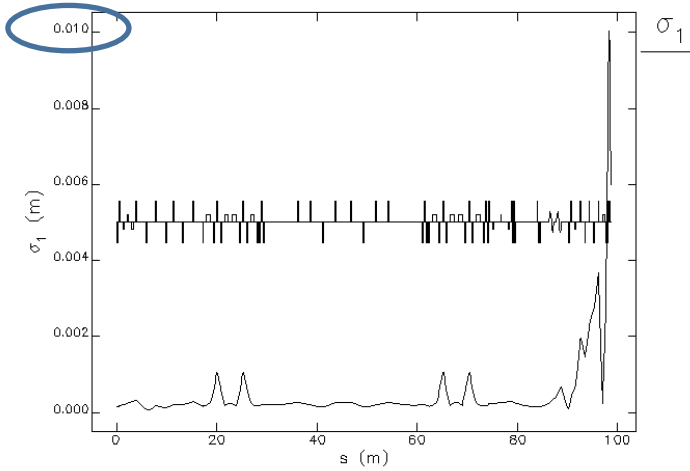
$5 \times 10^{-7}$



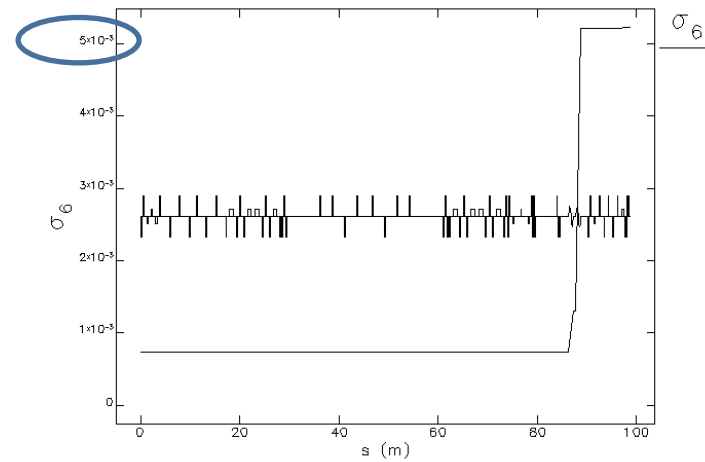
# 点Aからダンプまで (ビームサイズ・エネルギー広がり)

step7B-e

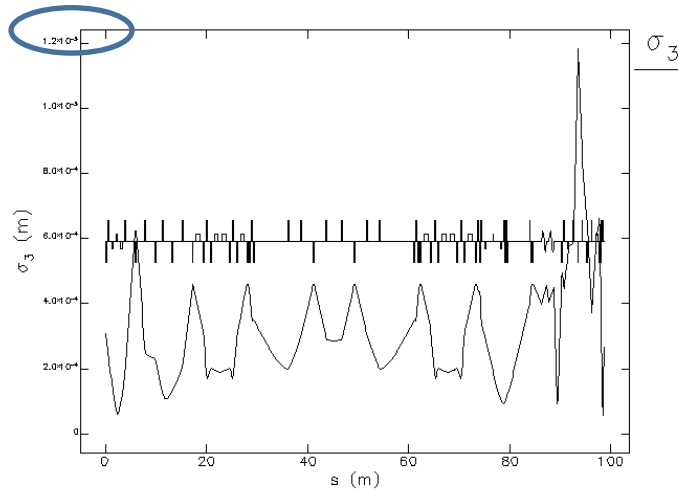
0.01 m



$5 \times 10^{-3}$



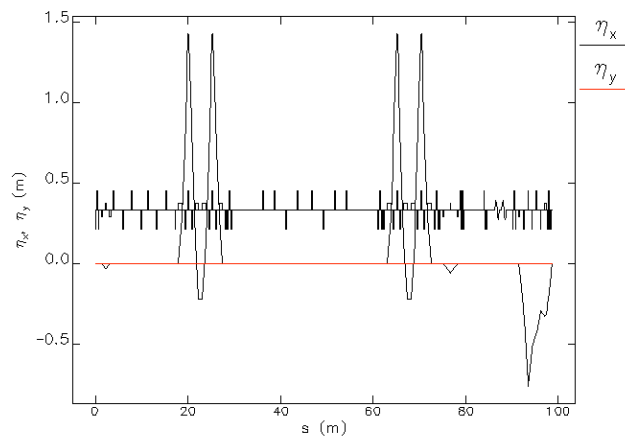
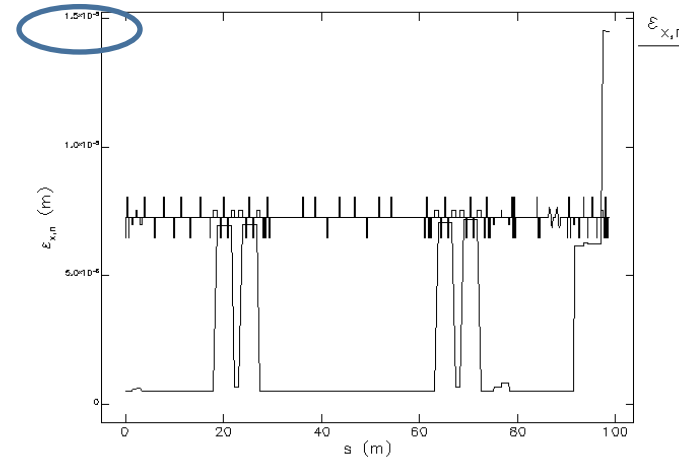
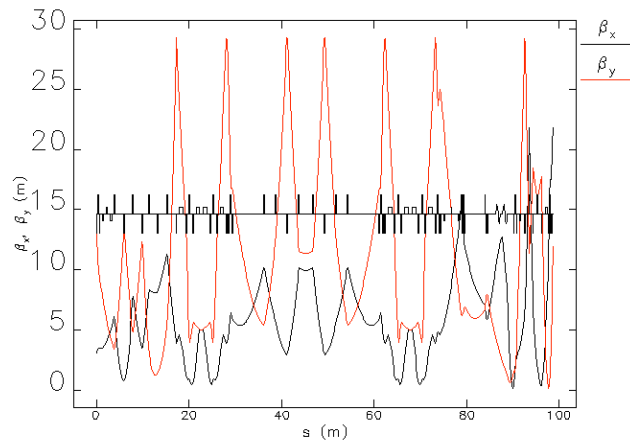
$1.2 \times 10^{-4}$



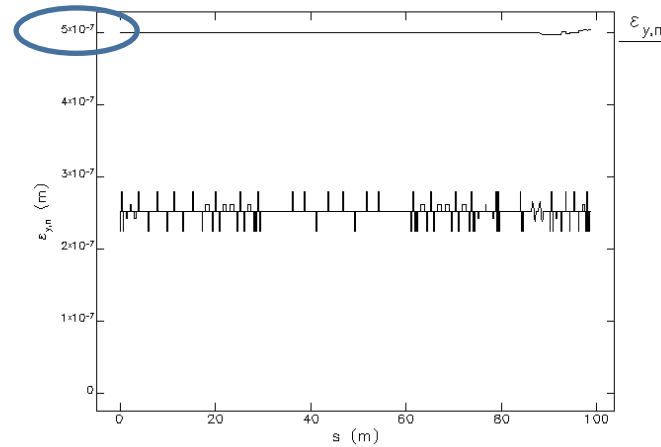
# 点Aからダンブまで(β関数・η関数・ε<sub>x</sub>・ε<sub>y</sub>)

step7B-e

$1.5 \times 10^{-5}$



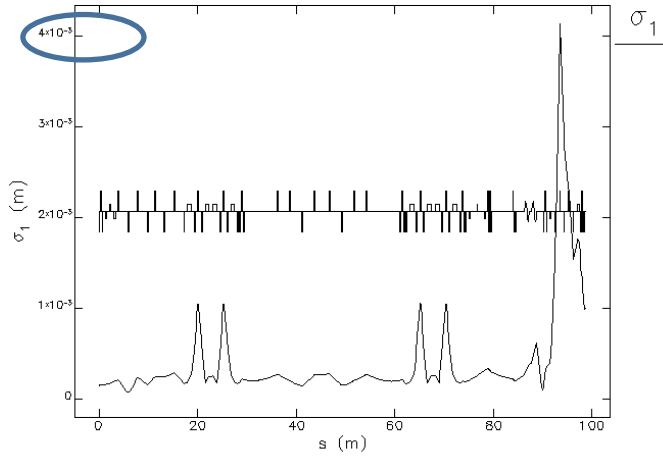
$5 \times 10^{-7}$





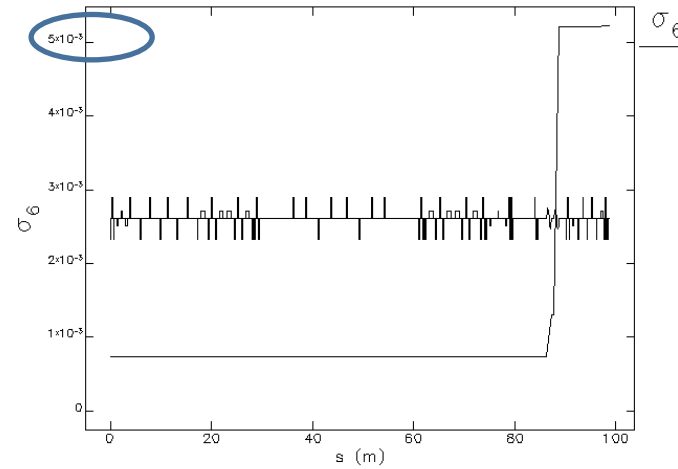
# 点Aからダンプまで (ビームサイズ・エネルギー広がり)

$4 \times 10^{-3} \text{ m}$

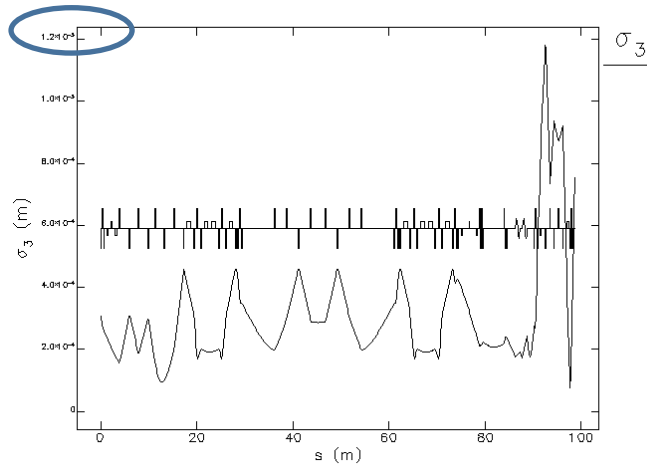


最大4.1mm

$5 \times 10^{-3}$



$1.2 \times 10^{-4}$



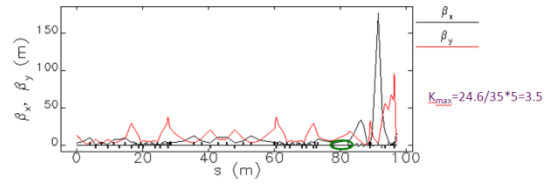
# 中村さんとcross check

同じ方法で確認。

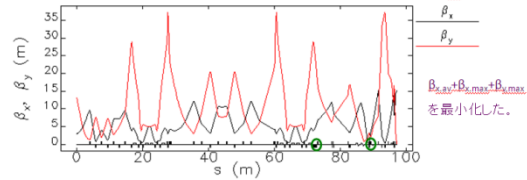
Optics打ち合わせ6/2(中村さん)

## オプティクスの最適化(1)

(1) 入射器～加速空洞間の四極電磁石(8台)の35MeVビームへの影響

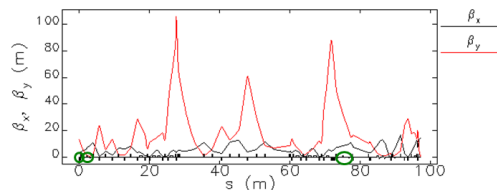


(2) 取出直前と第2アーク直後の四極電磁石(計8台,  $k < 10$ )による $\beta_{x,y}$ の最適化

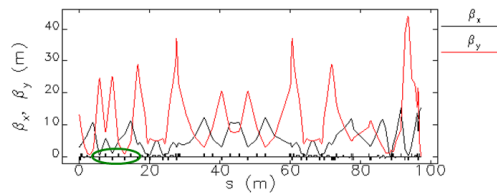


## オプティクスの最適化(2)

(3) 取出部直前の四極電磁石十合流部、取出部シケインの付加(35MeV)



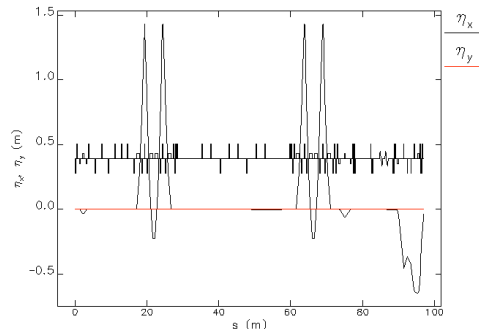
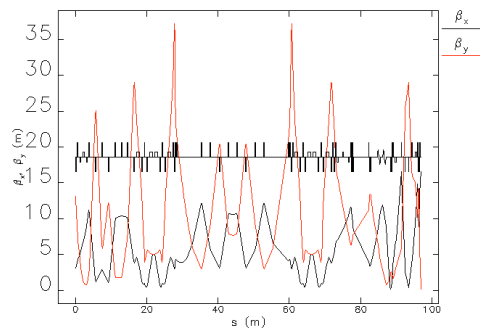
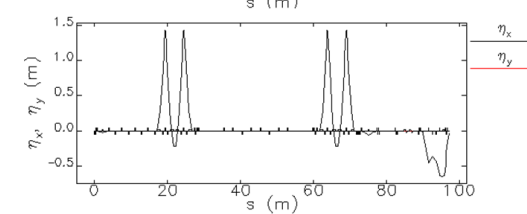
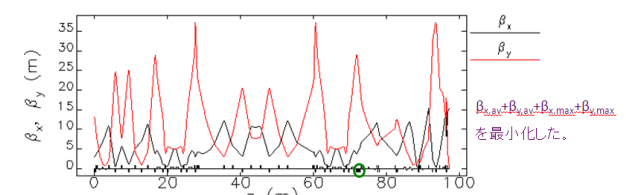
(4) 8台の四極電磁石によるアーク部とのマッチング



## オプティクスの最適化(3)

第2アーク直後の四極電磁石(4台)で $\beta_{x,y}$ を最適化

減速後最大のビームサイズ:  $S_x=3.5\text{mm}$  ( $Sp=5.1 \times 10^{-3}$ ),  $S_y=1.3\text{mm}$

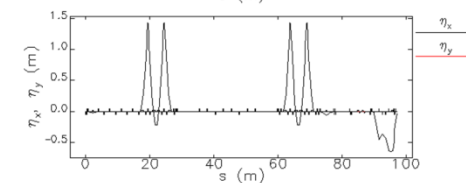
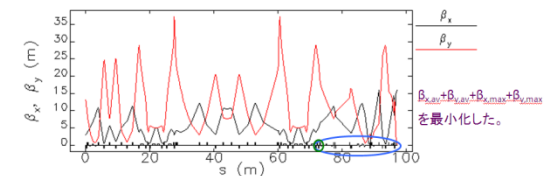


(4)まではほぼ同じ結果が得られたが、最後で若干異なる $\beta$ 関数となった。最後のoptimizationは6/23と同じように第2アーク後のみを取り出して行った。

## 今回のオプティクス最適化

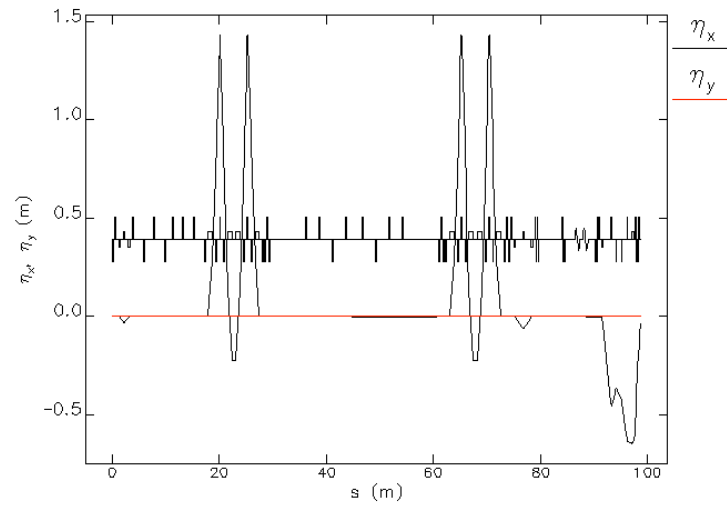
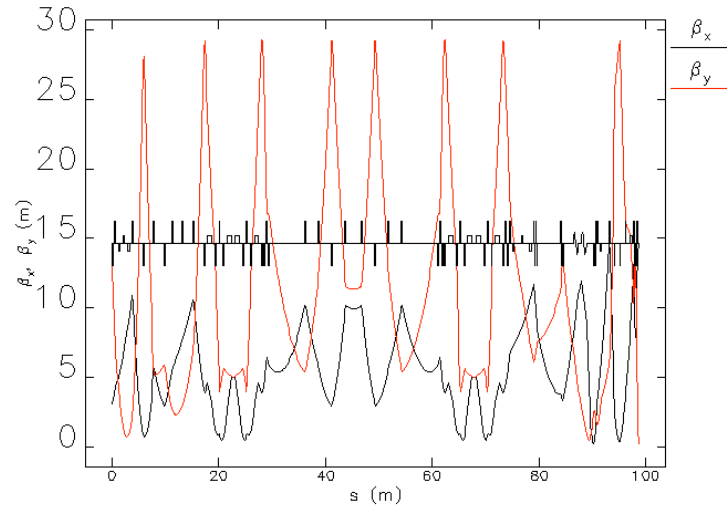
第2アーク部以降を取出しての四極電磁石(4台)で $\beta_{x,y}$ を最適化(分散関数は同じ)

減速後:  $B_x,max=16.0\text{m}$ ,  $B_y,max=29.0\text{m}$ ,  $S_x,max=3.46\text{mm}$ ,  $S_y,max=1.17\text{mm}$

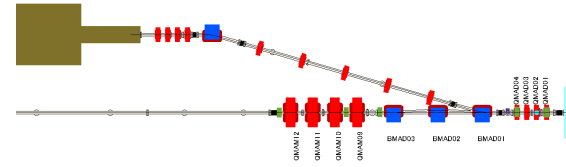


Optics打ち合わせ6/23(中村さん)

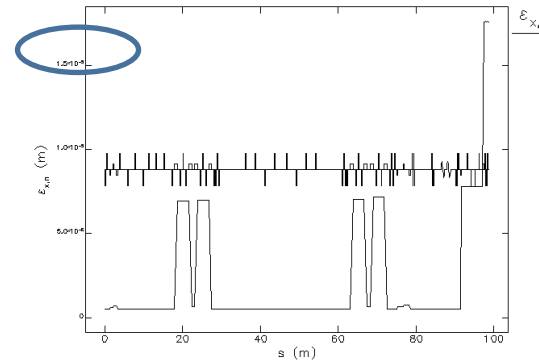
# 修正後のラティスで再計算I



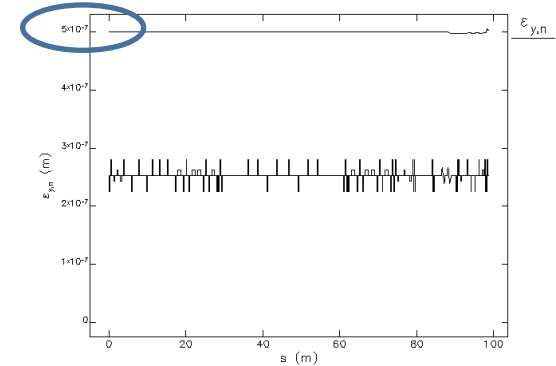
ダンプリンは以前のラティス(Qx4)のまま



$1.5 \times 10^{-5}$



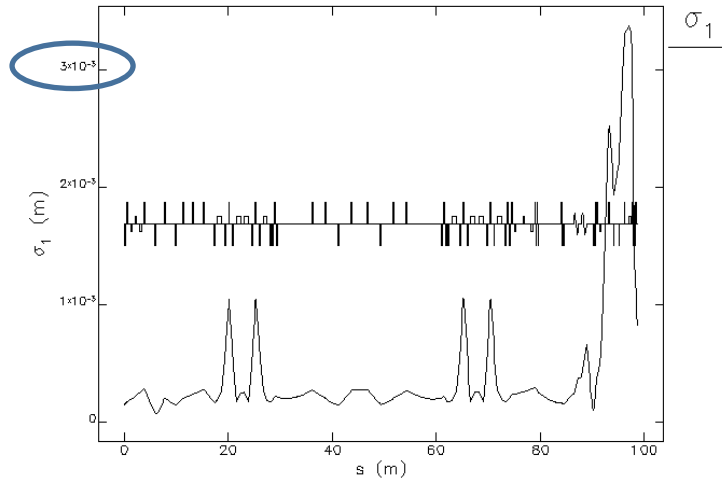
$5 \times 10^{-7}$



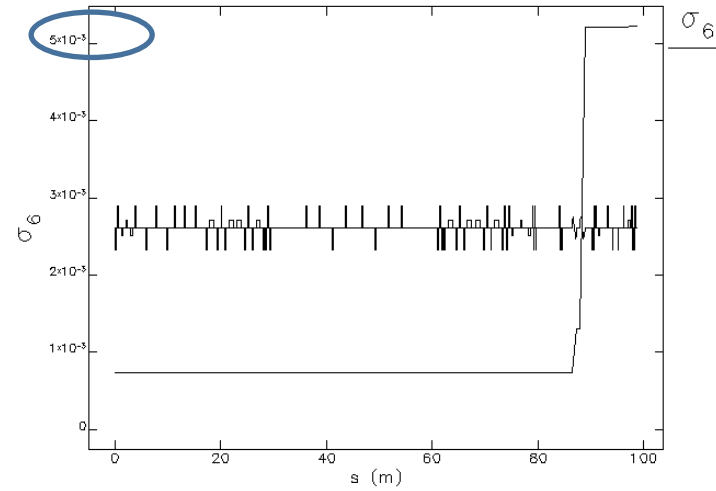
全体にわたって $\beta$ 関数を30m以下に抑えることができた。

# 修正後のラティスで再計算II

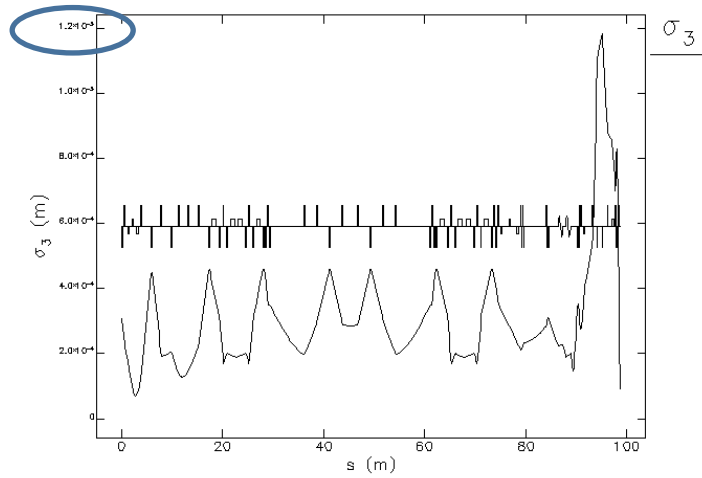
$3 \times 10^{-3} \text{ m}$



$5 \times 10^{-3}$



$1.2 \times 10^{-4}$



# まとめ

- 前回の報告で、計算結果に自己矛盾な点があったため、修正を行った。
- 取り出しシケイン直前のQのK値を大きくすると、ダンプラインの $\beta$ 関数やビームサイズを小さくすることが可能だが、35MeV周回部のマッチングが困難になる。
- 減速後にはエネルギー広がりが $5 \times 10^{-3}$ になるため、ビームサイズはほとんど分散関数によって決まるが、 $\beta$ 関数30m以上にならない範囲で分散関数を最小化する方針を採用。
- CAD図に変更した後のラティスで第1次案のOpticsが見つかった。
  - ダンプラインのQの数は5 + 4の新しいタイプ。
  - 全体的に渡って $\beta$ 関数が30m以下
  - ダンプラインのビームサイズの最大値がおよそ4.1mm
- ダンプラインのQを一つ加えることによって、 $\beta$ 関数やビームサイズが小さく抑えられることを期待したが、改善されることはなかった。
- 中村さんの計算結果を基に、ラティスを微調整した後のopticsを求めた。
  - ダンプラインのQの数は4 + 4の昔のタイプ。
  - 全体的に渡って $\beta$ 関数が30m以下
  - ダンプラインのビームサイズの最大値がおよそ3.4mm