

cERL-LCSのopticsについて

ERLビームダイナミクスWG

2012年7月6日(金)

加速器第7研究系

島田 美帆

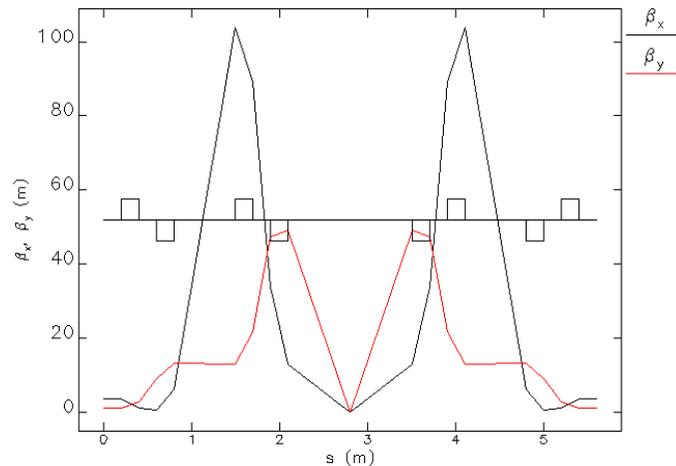
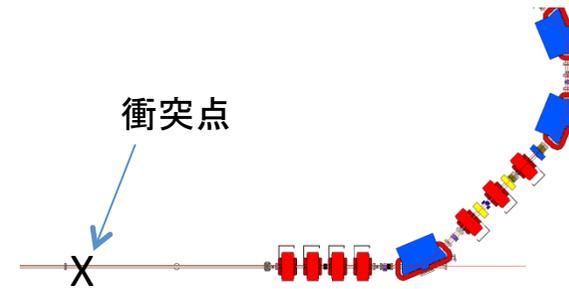
LCSの下流部マッチング I

LCS上流に対し、下流はQの数が少なく、距離も短い。

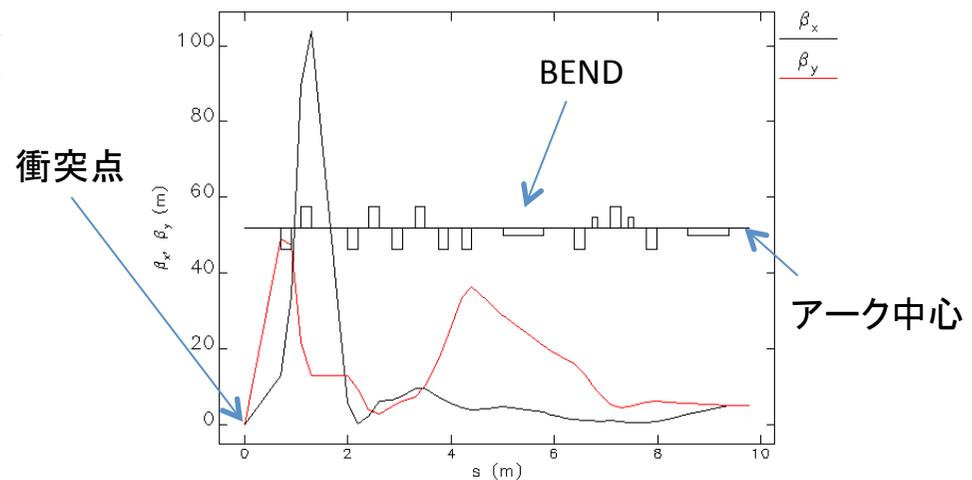
→ マッチングが困難なため、先に下流部の設計を行う。

Opticsの設計方針

- A案を元に、Qを追加しながら、リターンアークとマッチング。



衝突点Optics A案*
(β_x, β_y) = (0.038m, 0.01m)



マッチングのOptics

衝突点からBENDの間には8台のQが必要

→ 予備の4台のQは全てLCS下流に配置。

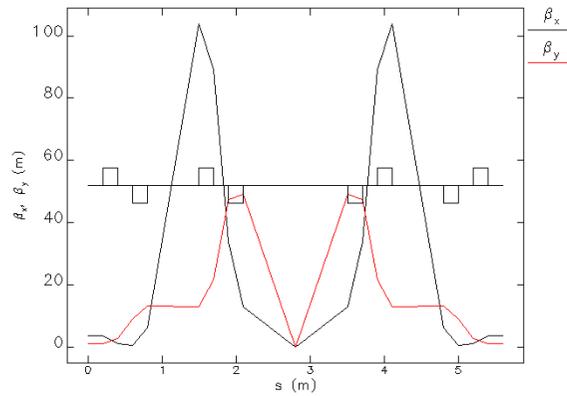
*小林さんの設計

衝突点ラティスの変更

Opticsの設計方針

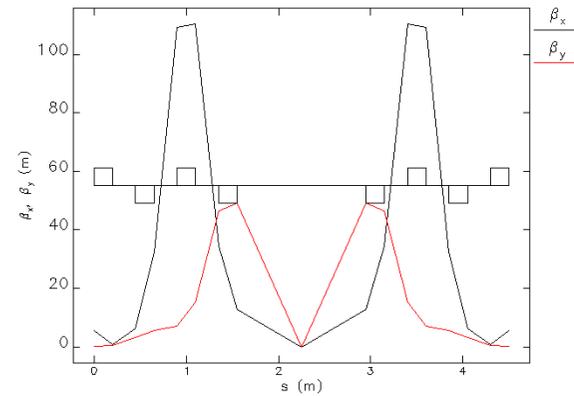
- 衝突点をできる限り、実験室に近づけたい。
→ 衝突点付近のQの間隔を短くする。
- Qの間隔を他の場所と同じにしたい。(ハードウェアの設計のため。)
- 衝突点と最寄りのQの間隔(0.7m)と衝突点のB関数(0.038m, 0.01m)は維持する。

衝突点付近



衝突点Optics A案

4連Qの間隔が0.2m、0.7m、0.2m

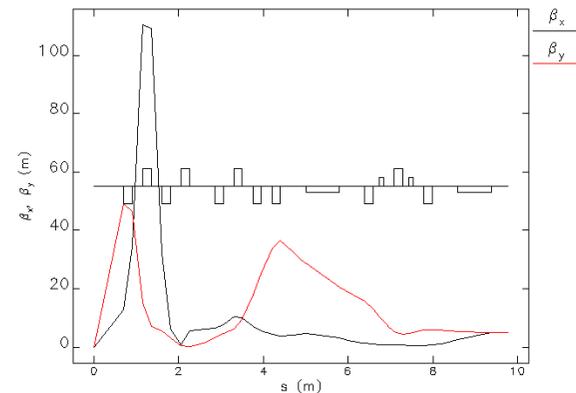
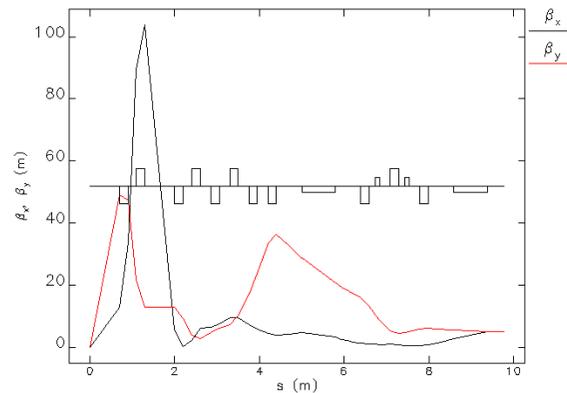


衝突点Optics B案

4連Qの間隔が全て0.25m(他の4連Qと同じ)

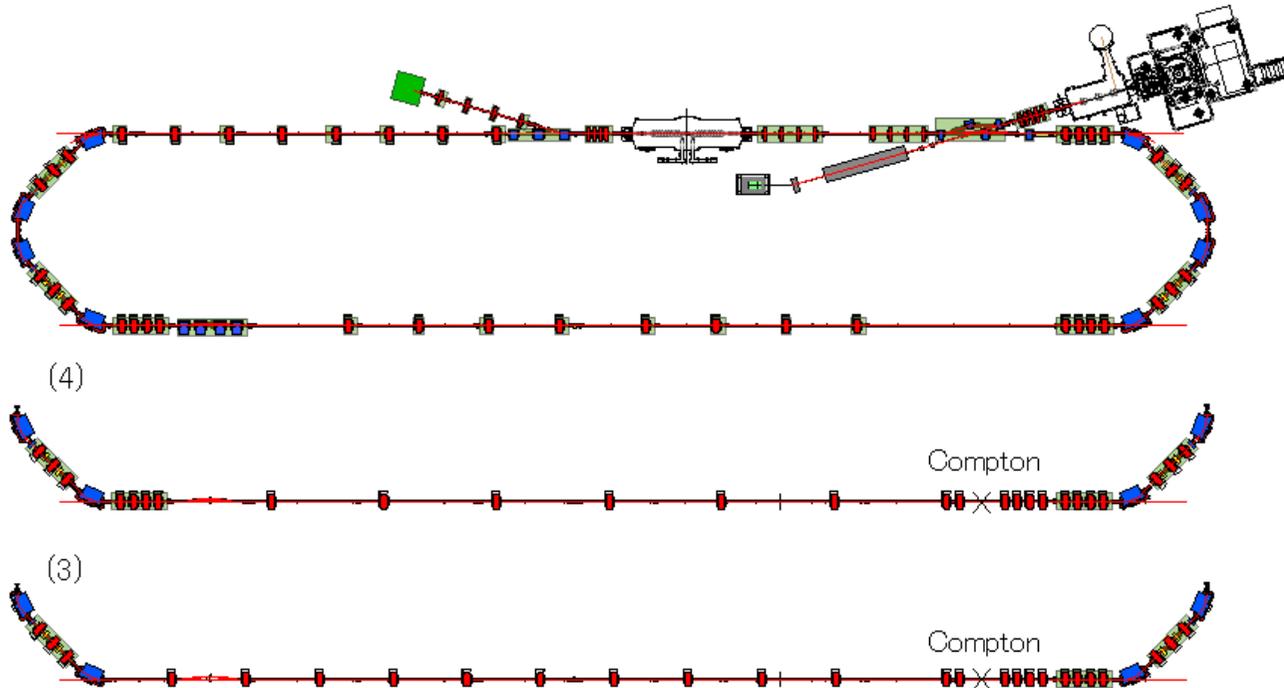
リターンアークとの
マッチング

どちらも良好



南側直線部の配置案

当初はQ4台の購入はないと考えていた。



予備のQは全て下流に配置した。

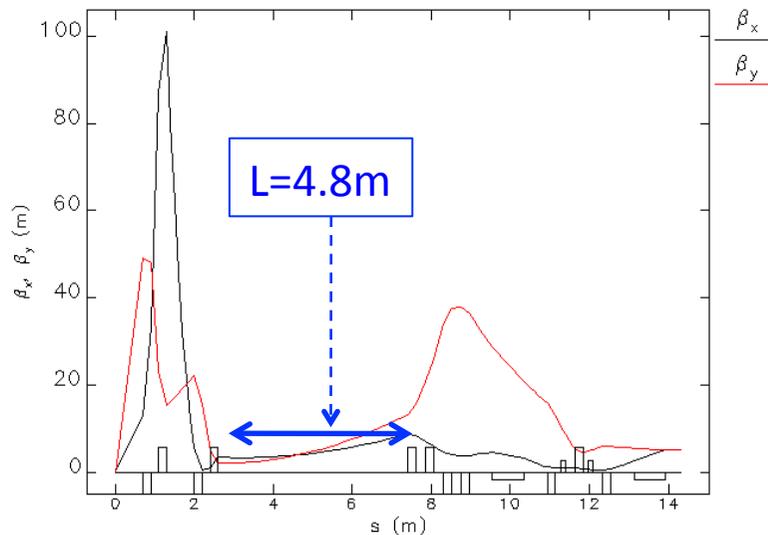
少なくとも衝突点のすぐ上流には2つのQが必要。

→ さらにQが追加されなければ、上流のマッチングが困難になる？

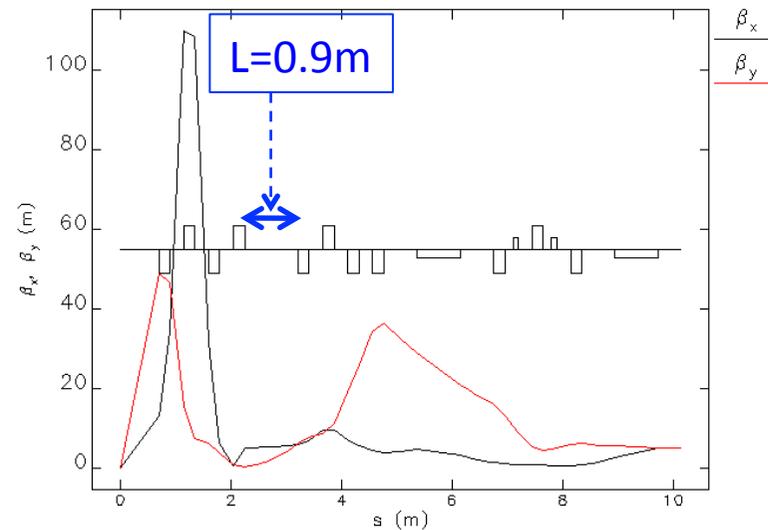
上流部マッチング対策のため、衝突点を上流部に移動した。

LCS下流設計のマッチング II

目的: 全体的にQが少ないため、4連QをARC BENDから遠ざけて上流のマッチングを楽にしたい。



衝突点Optics A案マッチング*



衝突点Optics B案マッチング

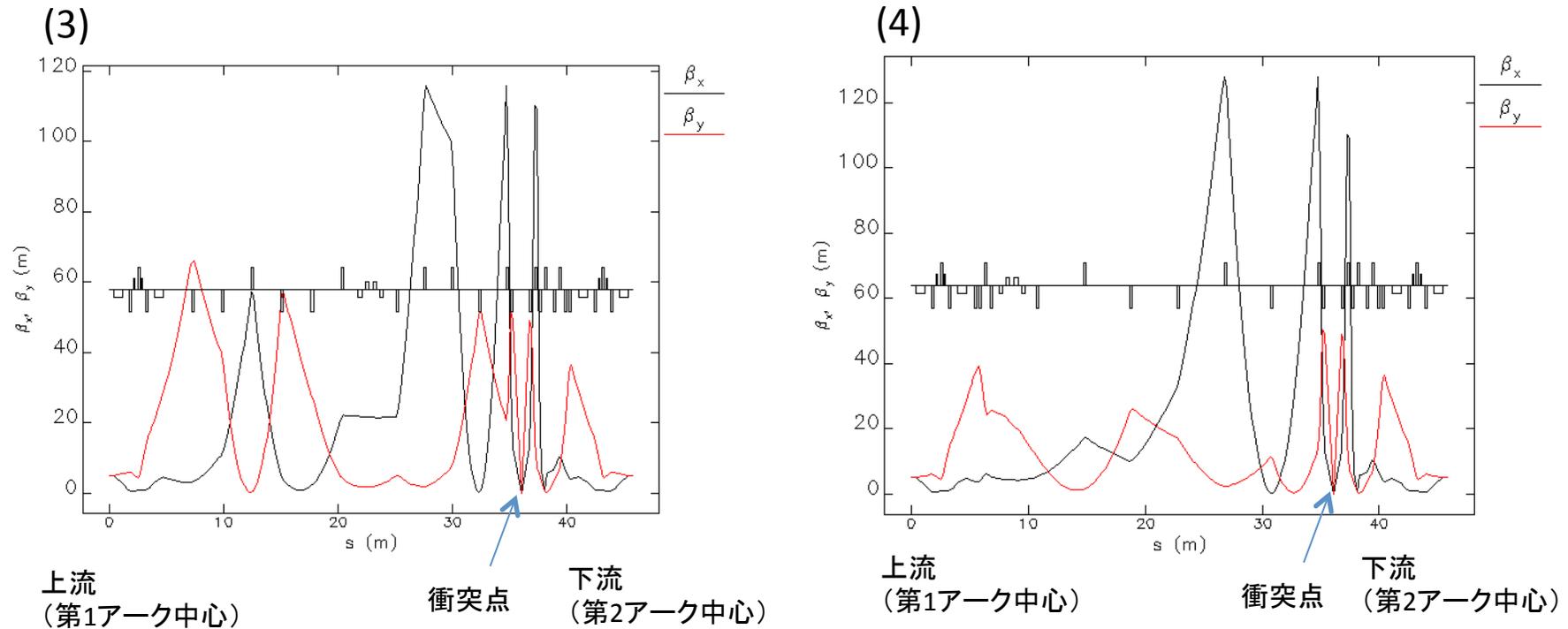
A案では4連Qより4.8m上流に移動することが出来たが、B案では0.9mが限度であった。

→ A案の方がマッチングがとりやすいのか。

*中村さんによる

Opticsの比較

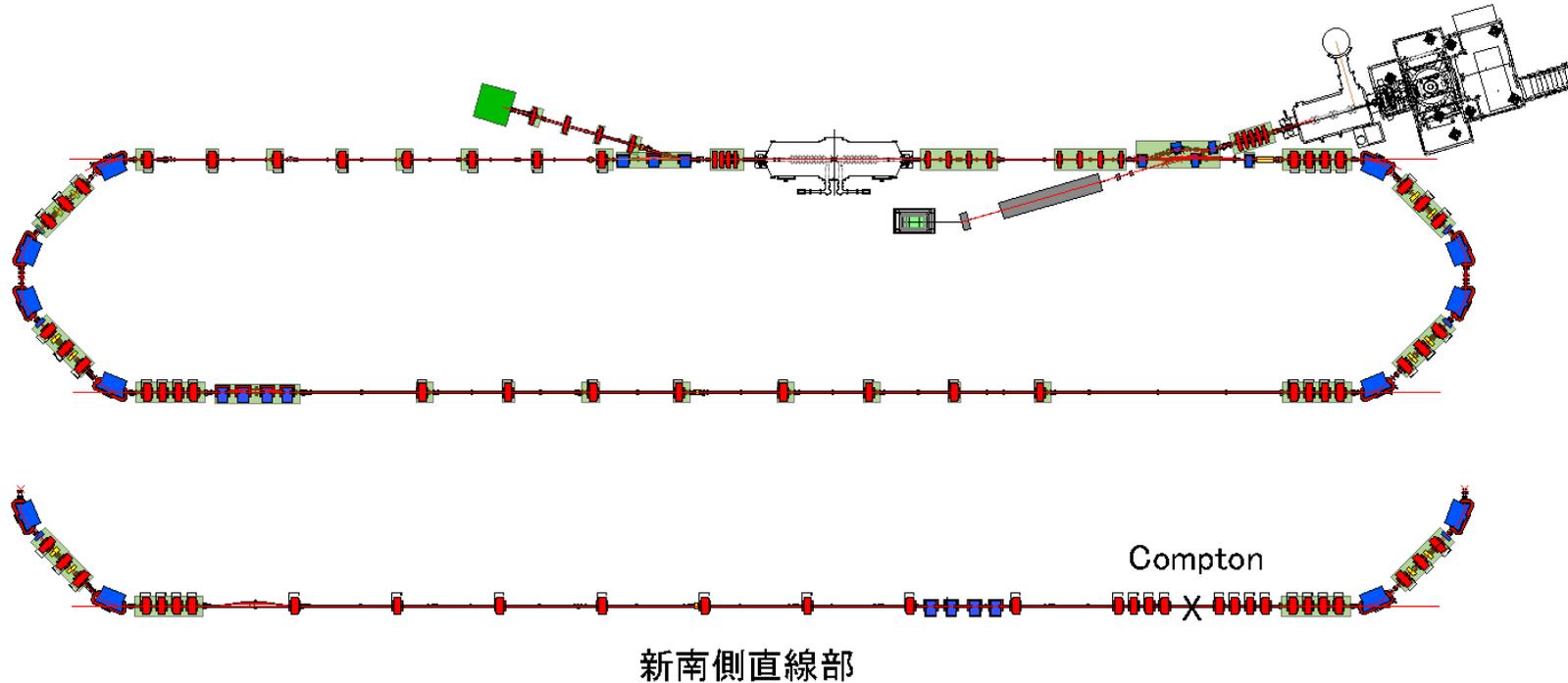
しかし、B案のまま上流部のマッチングを行った。



- どちらのケースも最適化は十分ではなく、このOpticsだけでは判断できないが、マッチングがとれることを確認。
- しかし、(3)ではアーキ出口からQまでの距離が長いため、 β 関数は大きくなる。
→ アーキ出口から最初のQまでの距離は元に戻す予定。
- (4)では、アーキ出口の4連Qが無駄に配置されているようにも感じる。

南側直線部配置案II

その後、4台のQを新規購入することになった。



主な変更箇所

- LCSのためのラティス(第1次案)を設計。
- 現状に対し、Qを8台(予備4台、新規購入4台)追加。
- 周長補正シケインを下流に移動。
 - Merit1: シケインを通る前にビーム診断のスペースを確保できる。
 - Merit2: Opticsの設計が若干楽になる。

シケインでのCSR wake影響

シケイン(2010年)のみで計算

	曲げ角 [degree]	周長補正量 [mm]	E [MeV]	Q [pC]	σ_t [fs]	ϵ_{nx} [mm mrad]	σ_δ
初期値					100	1.00	1.00e-4
Case 1	5	5	35	7.7	102	1.01	2.58e-4
Case 2	10	20	35	7.7	108	1.04	2.67e-4
Case 3	5	5	35	77	117	1.89	2.32e-3
Case 4	10	20	35	77	194	3.25	2.26e-3
Case 5	5	5	125	77	106	1.35	8.54e-4
Case 6	10	20	125	77	137	2.84	9.75e-4

- 7.7pCのときはあまり大きな影響はないか。
- 大きな電荷量でバンチ圧縮した場合に大きな影響。
- 補足: OFF CREST加速の場合、 σ_δ の初期値は2e-3である。

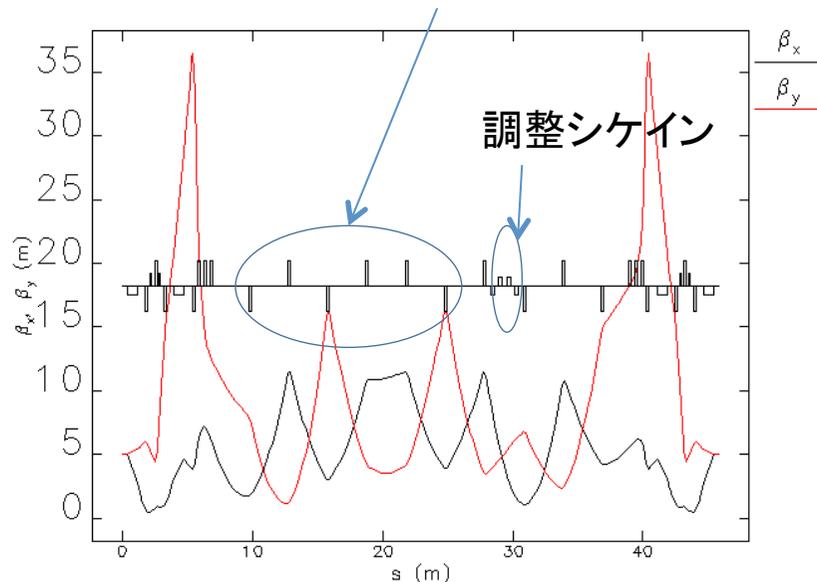
参考 CSR wake transition length $L_0 \sim (24\sigma_s R^2)^{1/3}$

BENDの長さ: 30cm, $L_0 \sim 20$ cm (5degree), $L_0 \sim 12$ cm (10degree)

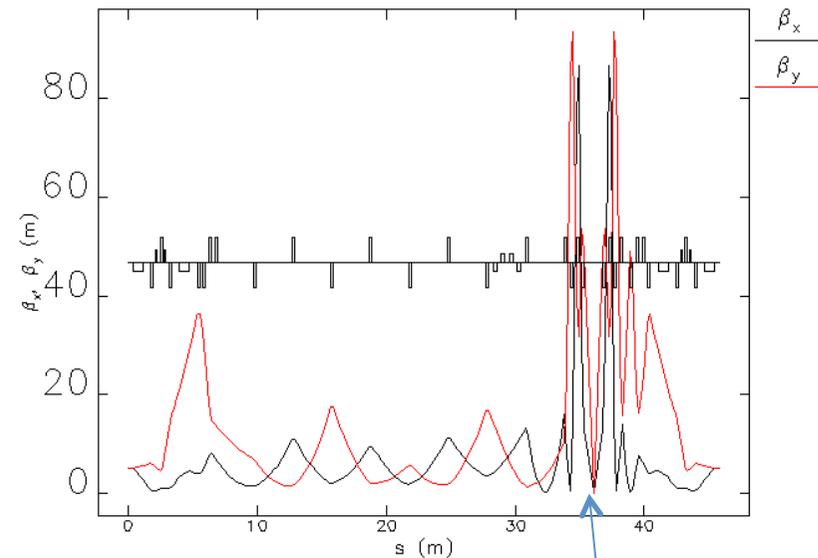
マッチング第1次案

B案でマッチング

ビーム診断のスペース



Normal mode



LCS mode

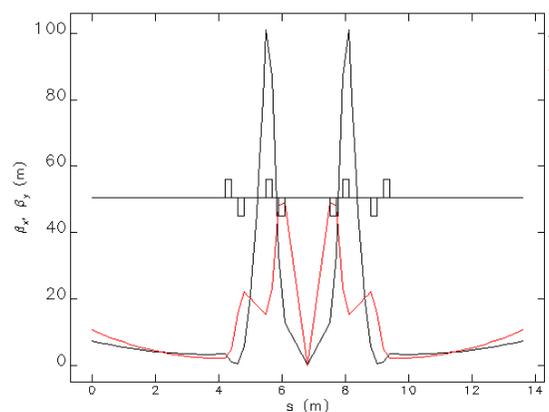
衝突点 (新しいOptics)

- 通常運転では、LCSに使う8つのQの内、2つのみ使用。
- 調整シケインはできる限り下流に移動した。
 - バンチ圧縮のときに、調整シケインでビームの質が劣化するため。
 - ビーム診断のスペースを確保。
- LCSのOpticsの問題点
 - 2箇所 $K=5\text{m}^{-1}$ (SADの定義)の強いQがある。
 - Beta関数が90mを超える箇所がある。

LCS付近のtolerance

次の3つのopticsについてtoleranceを調べた。

(1)



(1) : ラティスA案・optics

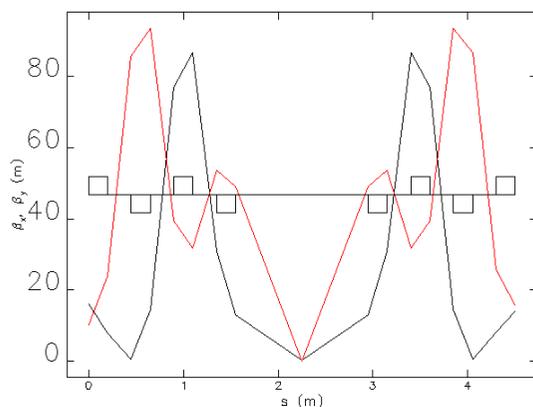
ラティス

Q1S, Q2S, Q3, Q4, 衝突点, Q4台

K値[m-1] (SADの定義)

Q4	-2.81774
Q3	2.820685
Q2S	-2.17545
Q1S	5.087382

(2)



(2), (3) : ラティス B案

(2): β 関数の最大値が100m以下, (3) β 関数の最大値が100m以上

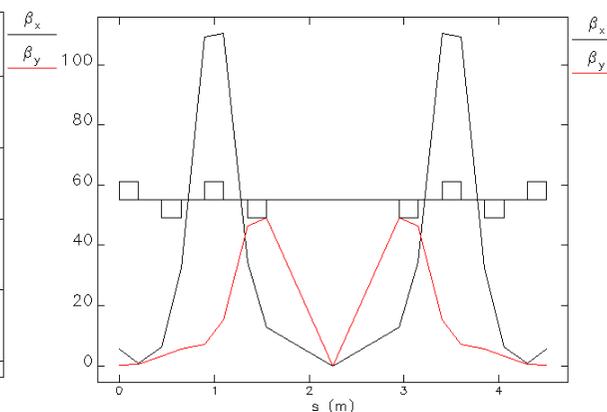
ラティス

Q8, Q7, Q6, Q5, 衝突点, Q4台

K値[m-1] (SADの定義)

Q5	-2.25767
Q6	3.639511
Q7	-3.11304
Q8	4.412806

(3)



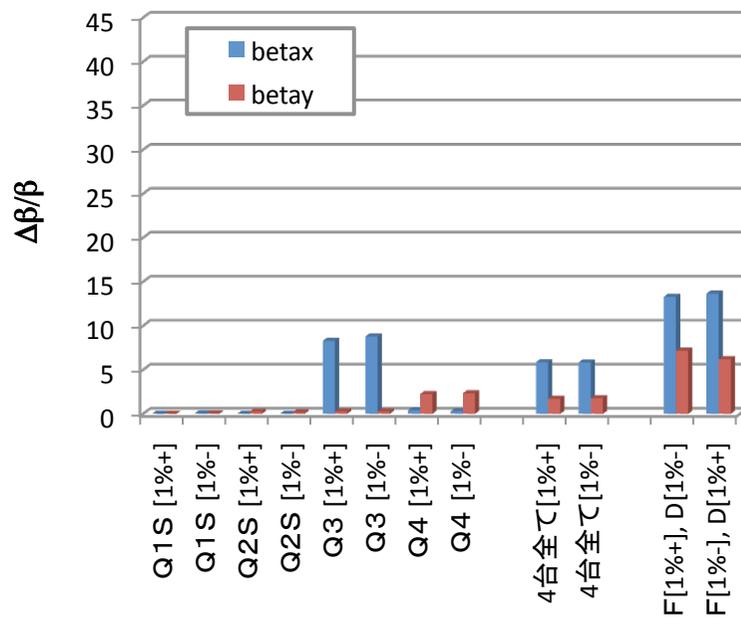
K値[m-1] (SADの定義)

Q5	-2.98771
Q6	3.388876
Q7	-1.42507
Q8	7.154015

Toleranceの評価

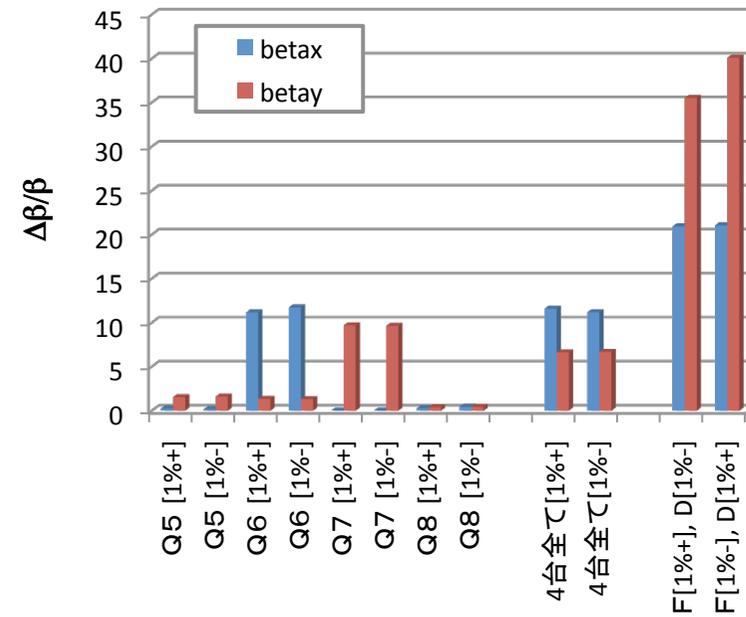
1%のK値の誤差を仮定して、衝突点の β 関数の変化を調べた。

1. 各電磁石一つにエラーを与える。
2. 4台全てに同じエラーを与える。
3. FとDで異なるエラー(+1%, -1%)を与える。



ラティスA案

ラティス : Q1S, Q2S, Q3, Q4, 衝突点, Q4台



ラティスB案 ($\beta_{max} < 100m$)

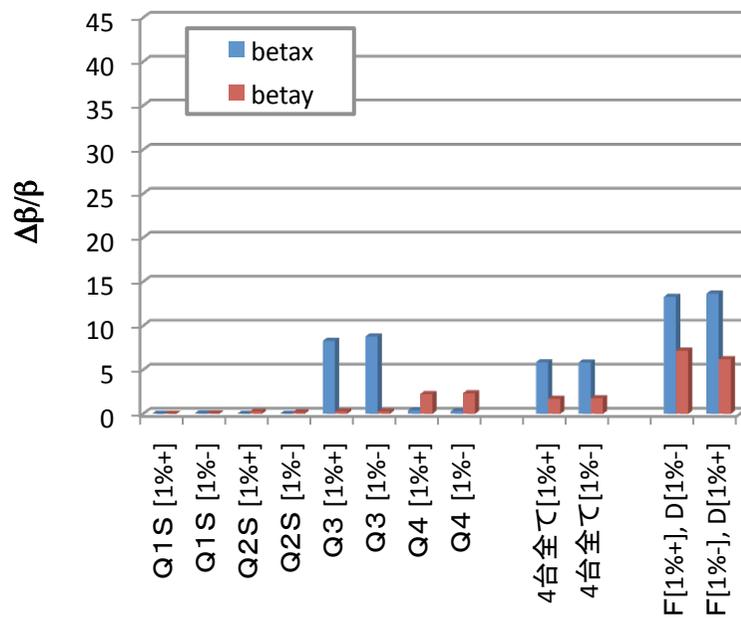
ラティス : Q8, Q7, Q6, Q5, 衝突点, Q4台

ラティスA案の方が、エラーに対して強い

Toleranceの評価

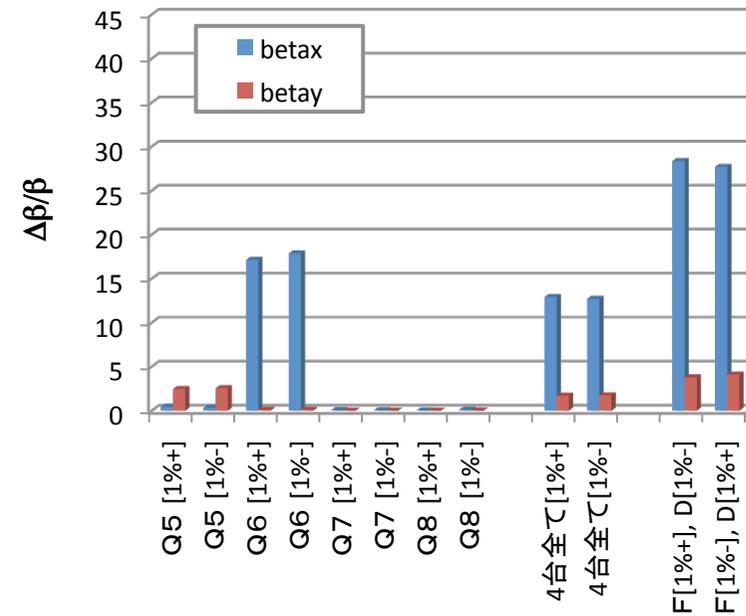
新しいラティスで100m以下に β 関数を押さえなかったOpticsについて評価した。

1. 各電磁石一つにエラーを与える。
2. 4台全てに同じエラーを与える。
3. FとDで異なるエラー(+1%, -1%)を与える。



ラティスA案

ラティス : Q1S, Q2S, Q3, Q4, 衝突点, Q4台



ラティスB案 ($\beta_{max} > 100m$)

ラティス : Q8, Q7, Q6, Q5, 衝突点, Q4台

この場合も、ラティスA案の方が、エラーに対して強い

まとめ

- LCSのOpticsおよびラティスの設計を行った。
 - 予備に確保しているQは全てLCS下流に配置した。
 - 衝突点のラティスは2つの案を検討した。
 - 衝突点のベータ関数とQの間隔は小林さんの案を踏襲。
 - A案のほうがマッチングがとりやすいことがわかった。
 - B案の方が衝突点を実験室に近づけることができ、他の4連Qと同じ配置であるためハードウェアが設計しやすい。
 - 衝突点の位置を上流に動かさなくても、Qを追加することなく上流でマッチングがとれることがわかった。
 - ベータ関数の最大値は100m以下に抑えることは可能。
 - 通常の運転では衝突点付近の8つのQの内、2つを用いてマッチングをとることができる。
- 周長補正シケインの移動について提案した。
 - 77pCのバンチ圧縮の際、周長補正シケインによってエミッタンスが増加する。
 - その前に少なくともビーム診断のためのスペースは確保すべき。
- 衝突点付近のToleranceについて検証した。
 - A案の方が、toleranceが大きいことがわかった。