

# LCSオプティクス調整法の検討 (3)

2015年1月20日(火)14時00分から  
第94回ビームダイナミクスWGミーティング  
ERL開発棟2階会議室

宮島、島田、本田、・・・(報告:宮島 司)

# 前回(12/16)からの進捗

- マッチング方法
  - 5台のQ-magを一セットにしてオプティクスマッチングを行う
- マッチング点
  - 6か所(1.合流部入口、2.主空洞入口、3.第一アーク入口、4.南直線部、5.LCS部入口、6.第二アーク入口) ⇒ **LCS衝突点を追加**
- マッチング精度の向上
  - 前回まではエミッタンス固定だったので、エミッタンスも測定値を用いて精度を向上させる
  - **現状：エミッタンス測定プログラムを追加。残り、これとオプティクスマッチングプログラムをマージする。**
- 今後の予定
  - 1/30(金)に合流部と主空洞前でマッチングテスト予定(ここは以前の方法と変わらず)
  - 2/2(月)から周回部のマッチング。新プログラムを試す。

# 調整手順の修正(前回のスライド)

- 目的

- 5台のQ-magを一セットにして、Q5入口のオプティクスを設計に合わせる

- 方法

- オプティクス測定では、5台のQ(Q1, Q2, Q3, Q4, Q5)を一セットにする

1. Q5入口のCSパラメタ( $\alpha, \beta$ )の設計値を求めておく

2. Q5のQ-scanを実施し、エミッタンス( $ex, ey$ )を測定する

} 追加項目

3. エミッタンスの測定結果を元にして、下流のスクリーンでrmsビームサイズ( $stdx, stdy$ )の応答を行列計算で求める(ターゲット)  $\Rightarrow$  Q5のK値 vs  $stdx, stdy$ の行列(ターゲット)を作る

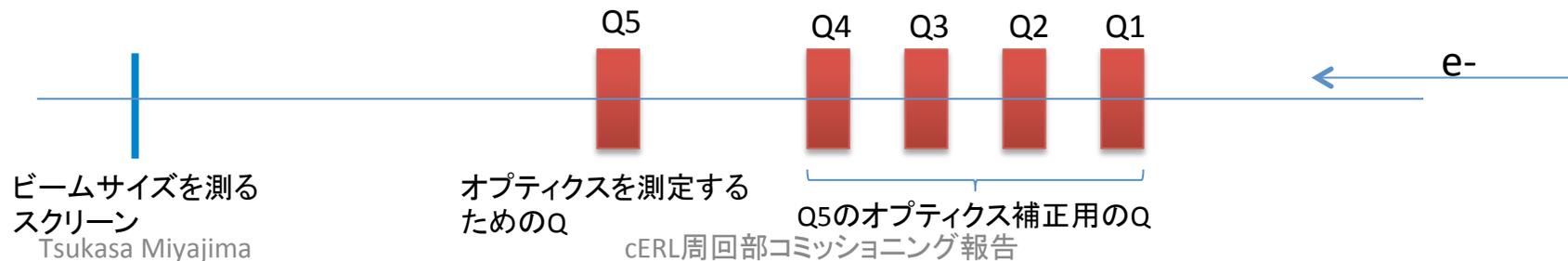
4. Q5のK値を変えながら下流スクリーンでのビームサイズを測定して行列(測定結果)を作る  $\Rightarrow$  Q5のK値 vs  $stdx, stdy$ の行列(測定結果)を作る

5. Q1のK値に設計値から微小な変化( $\Delta K$ )を与えて、2.と同様のQ5のK値に対するrmsビームサイズの変化を測定する  $\Rightarrow$  Q1を変えた時のQ5のK値 vs  $stdx, stdy$ の行列(測定結果)

6. 5.をQ2, Q3, Q4に対しても行い、Q2, Q3, Q4を変えた時のQ5のK値 vs  $stdx, stdy$ の行列(測定結果)を作る

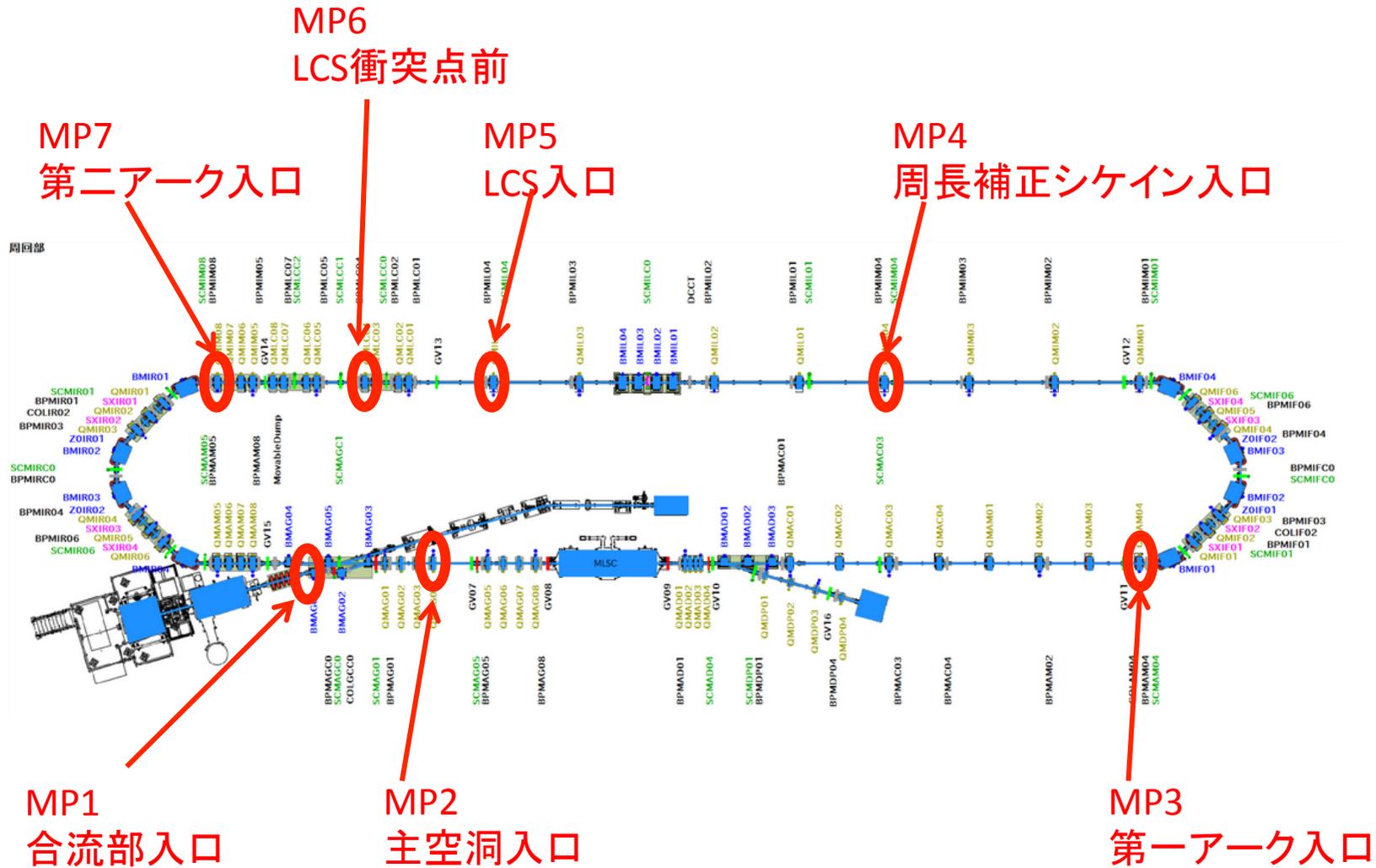
7. 5.と6.で作った応答行列の疑似逆行列を作り(ここでは、SVDを使用)、1.と2.の差を補正するためのK値のリスト( $\Delta K1Q1, \Delta K1Q2, \Delta K1Q3, \Delta K1Q4$ )を作る

8. 補正値を設定して、4.の測定を行い、補正されているか確認する



# 今期の運転におけるマッチング箇所

- 7か所のマッチング点(MP)を予定



# Q5入口のCSパラメタ(周回部)

- 入射器側は前回と同じとする
- 周回部Normal optics

| s   | ElementName        | betax      | betay      | etax        | etaxp       | alphax      | alphay      |
|---|--------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| (1) normal optics   |                    |            |            |             |             |             |             |
| •MP3  |                    |            |            |             |             |             |             |
| QMAM04D: QUAD,L=0.2,K1=-2.670112001768447   |                    |            |            |             |             |             |             |
| BMIF01: CSRCSBEND,L=0.8517623250741702,ANGLE=-0.7853981633974483,HGAP=0.03,&<br>FINT=0.387,N_KICKS=600,SYNCH_RAD=1,BINS=600,ISR=1 |                    |            |            |             |             |             |             |
|   | 1.7045E+01 L175    | 5.3799E+00 | 4.0677E+01 | -1.4265E-17 | -6.6498E-17 | 2.7484E+00  | -1.3842E+01 |
|   | 1.7245E+01 QMAM04D | 4.8618E+00 | 4.1819E+01 | -2.8572E-17 | -7.7835E-17 | -6.6401E-02 | 8.3379E+00  |
| •MP4  |                    |            |            |             |             |             |             |
| QMIM04: QUAD,L=0.2,K1=2.805964781223493   |                    |            |            |             |             |             |             |
|   | 3.7769E+01 L90     | 5.9733E+00 | 2.1128E+00 | -2.7712E-09 | 1.1734E-08  | -2.2214E+00 | 1.8964E-01  |
|   | 3.7969E+01 QMIM04  | 6.1894E+00 | 2.2976E+00 | -3.1395E-10 | 1.2608E-08  | 1.1817E+00  | -1.1482E+00 |
| •MP5  |                    |            |            |             |             |             |             |
| QMIL04: QUAD,L=0.2,K1=2.333445060051101   |                    |            |            |             |             |             |             |
|   | 5.2467E+01 L90     | 1.3033E+01 | 2.9696E+00 | -3.5090E-08 | -1.7287E-08 | -3.3686E+00 | 1.8088E+00  |
|   | 5.2667E+01 QMIL04  | 1.3156E+01 | 2.5455E+00 | -3.6869E-08 | -3.6400E-10 | 2.7740E+00  | 3.7739E-01  |
| •MP6  |                    |            |            |             |             |             |             |
| QMLC04: QUAD,L=0.2  |                    |            |            |             |             |             |             |
|   | 5.7316E+01 L200    | 2.8345E+00 | 4.9158E+00 | -5.2558E-08 | -9.3963E-09 | -5.1479E-01 | -3.0039E-01 |
|   | 5.7516E+01 QMLC04  | 3.0583E+00 | 5.0448E+00 | -5.4437E-08 | -9.3963E-09 | -6.0405E-01 | -3.4475E-01 |
| •MP7  |                    |            |            |             |             |             |             |
| QMIM08: QUAD,L=0.2,K1=-2.007960672012417  |                    |            |            |             |             |             |             |
| BMIR01: CSRCSBEND,L=0.8517623250741702,ANGLE=-0.7853981633974483,HGAP=0.03,&<br>FINT=0.387,N_KICKS=600,SYNCH_RAD=1,BINS=600,ISR=1 |                    |            |            |             |             |             |             |
|   | 6.2866E+01 L150    | 5.2434E+00 | 4.1774E+01 | -4.4543E-08 | 2.7865E-08  | 2.0249E+00  | -8.5556E+00 |
|   | 6.3066E+01 QMIM08  | 4.8618E+00 | 4.1819E+01 | -4.0696E-08 | 1.0863E-08  | -6.6401E-02 | 8.3379E+00  |

# Q5入口のCSパラメタ(周回部)

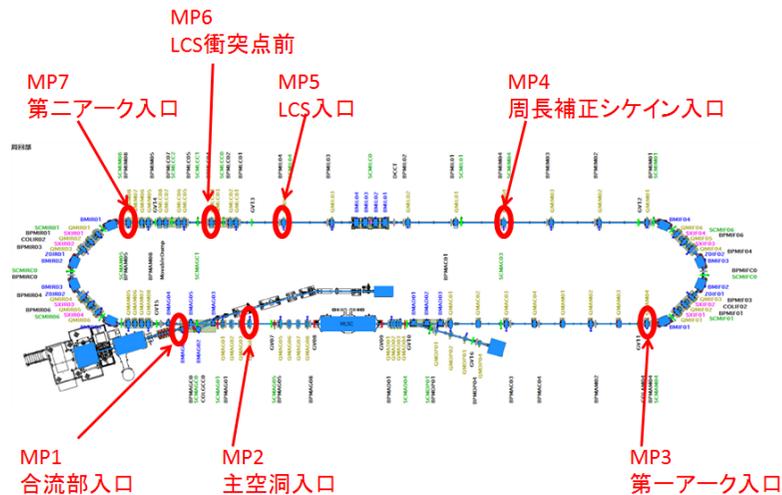
- LCS optics

| s              | ElementName   | betax      | betay      | etax        | etaxp       | alphax      | alphay      |
|----------------|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| (2) LCS optics |   |            |            |             |             |             |             |
| •MP3           |   |            |            |             |             |             |             |
| QMAM04D:       | QUAD,L=0.2,K1=-2.670112001768447  |            |            |             |             |             |             |
| BMIF01:        | CSRCSBEND,L=0.8517623250741702,ANGLE=-0.7853981633974483,HGAP=0.03,&<br>FINT=0.387,N_KICKS=600,SYNCH_RAD=1,BINS=600,ISR=1 |            |            |             |             |             |             |
|                | 1.7045E+01L175  | 5.3799E+00 | 4.0677E+01 | -1.4265E-17 | -6.6498E-17 | 2.7484E+00  | -1.3842E+01 |
|                | 1.7245E+01QMAM04D   | 4.8618E+00 | 4.1819E+01 | -2.8572E-17 | -7.7835E-17 | -6.6401E-02 | 8.3379E+00  |
| •MP4           |   |            |            |             |             |             |             |
| QMIM04:        | QUAD,L=0.2,K1=2.805964781223493   |            |            |             |             |             |             |
|                | 3.7769E+01L90   | 5.9733E+00 | 2.1128E+00 | -2.7712E-09 | 1.1734E-08  | -2.2214E+00 | 1.8964E-01  |
|                | 3.7969E+01QMIM04  | 6.1894E+00 | 2.2976E+00 | -3.1395E-10 | 1.2608E-08  | 1.1817E+00  | -1.1482E+00 |
| •MP5           |   |            |            |             |             |             |             |
| QMIL04:        | QUAD,L=0.2,K1=2.333445060051101   |            |            |             |             |             |             |
|                | 5.2467E+01L90   | 1.3033E+01 | 2.9696E+00 | -3.5090E-08 | -1.7287E-08 | -3.3686E+00 | 1.8088E+00  |
|                | 5.2667E+01QMIL04  | 1.3156E+01 | 2.5455E+00 | -3.6869E-08 | -3.6400E-10 | 2.7740E+00  | 3.7739E-01  |
| •MP6           |   |            |            |             |             |             |             |
| QMLC04:        | QUAD,L=0.2,K1=13.34005  |            |            |             |             |             |             |
|                | 5.7316E+01L200  | 6.0621E+01 | 4.0615E+01 | -2.0763E-07 | -3.2341E-07 | -9.3813E+01 | 1.1801E+02  |
|                | 5.7516E+01QMLC04  | 6.4009E+01 | 1.6880E+01 | -2.1374E-07 | 2.6511E-07  | 7.9999E+01  | 2.1053E+01  |
| •MP7           |   |            |            |             |             |             |             |
| QMIM08:        | QUAD,L=0.2,K1=-1.152297170296687  |            |            |             |             |             |             |
| BMIR01:        | CSRCSBEND,L=0.8517623250741702,ANGLE=-0.7853981633974483,HGAP=0.03,&<br>FINT=0.387,N_KICKS=600,SYNCH_RAD=1,BINS=600,ISR=1 |            |            |             |             |             |             |
|                | 6.2866E+01L150  | 5.1171E+00 | 4.3220E+01 | 6.9582E-08  | -1.3170E-08 | 1.1418E+00  | -1.4361E+00 |
|                | 6.3066E+01QMIM08  | 4.9040E+00 | 4.1818E+01 | 6.8538E-08  | 2.6851E-09  | -6.0040E-02 | 8.3379E+00  |

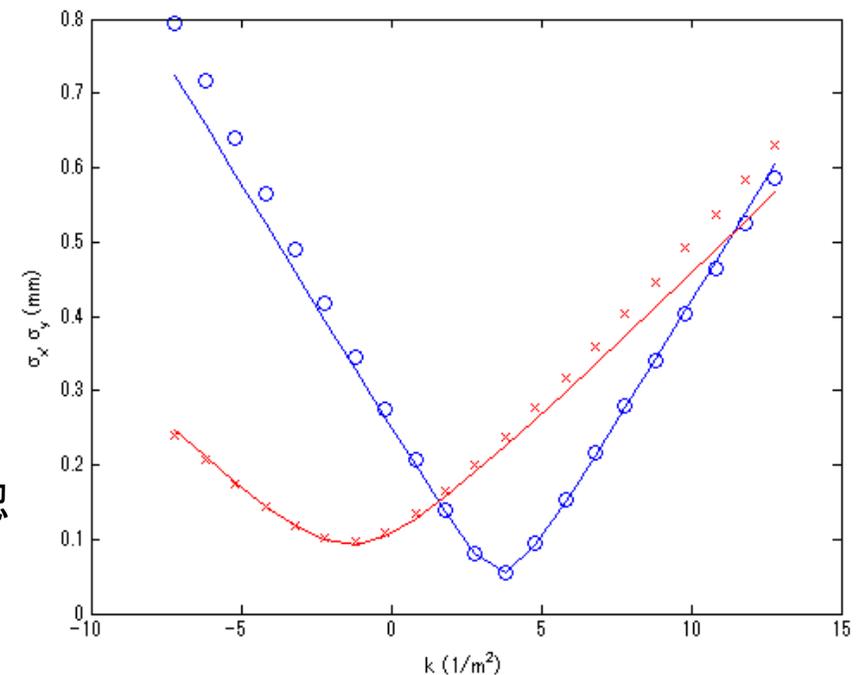
# エミッタンス測定プログラムの追加

- 手順の2番目として、Q-scanからエミッタンス測定を行う
- 測定されたエミッタンスを用いて、スクリーン上でのstdx, stdyの応答関数(ターゲット値)を求める
- プログラムの製作 ⇒ matlabで実装
- コア部分の動作を確認した
- まだツールを作っている段階なので、誤差評価(打たれ強さ)はまだ

## MP4におけるQ-scanデータフィッティング試験



とりあえずThin-lens近似でフィッティングを確認  
点: 仮想データ  
線: フィッティング結果



現状: 測定 ⇒ python, 計算+補正 ⇒ matlab の予定  
間に合えば、matlab内で完結するようにしたい

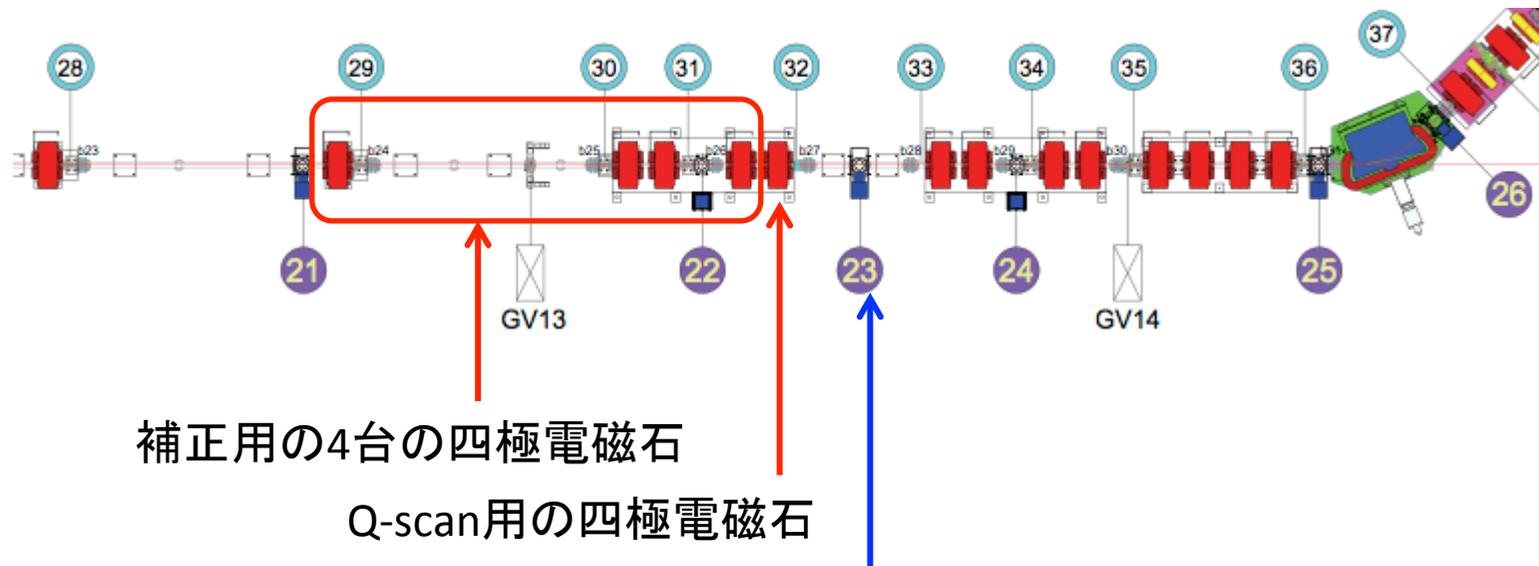
# 今後の予定

- 放射線施設検査まで
  - 1/30(金)に合流部と主空洞前でマッチングテスト予定、MP1, MP2
  - 2/2(月)から周回部のマッチング。新プログラムを試す。MP3-MP7
  - 2/3(火)電流増強、放射線確認
- LCS試験に向けて
  - 2/16の週から(2/9の週から開始しても良いが、施設検査時に基に戻せることが必要)
  - オプティクス: normal ⇒ LCSに変更
  - MP4(周長補正シケイン入口)から再マッチングを実施
  - MP6(LCS衝突点)でも同様の手法でオプティクスを合わせられると思っている ⇒ プログラムができれば確認してみる予定

Backup slides

# LCS衝突点でのオプティクス調整案

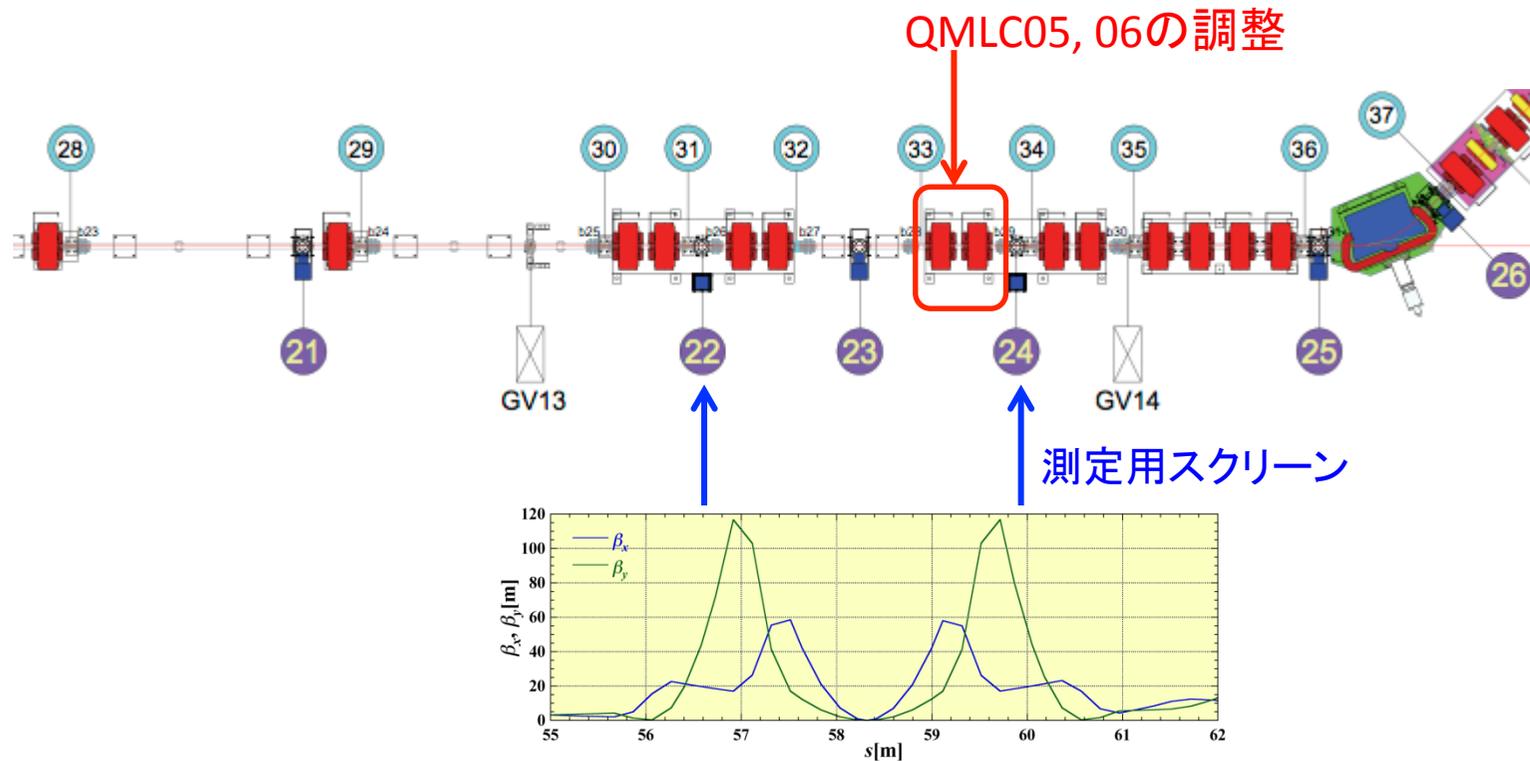
- 衝突点のスクリーンを使って、同じ方法でのマッチングを試みる



衝突点  
ここでビームサイズの変化を測定する  
課題: 小さいビームサイズを測定できるか?

# LCS領域後半の調整案

- LCS領域のオプティクスは鏡像対称性があるので、それを満たすように調整する
- 下記のスクリーン22と24で同じビーム形状になるのが正解

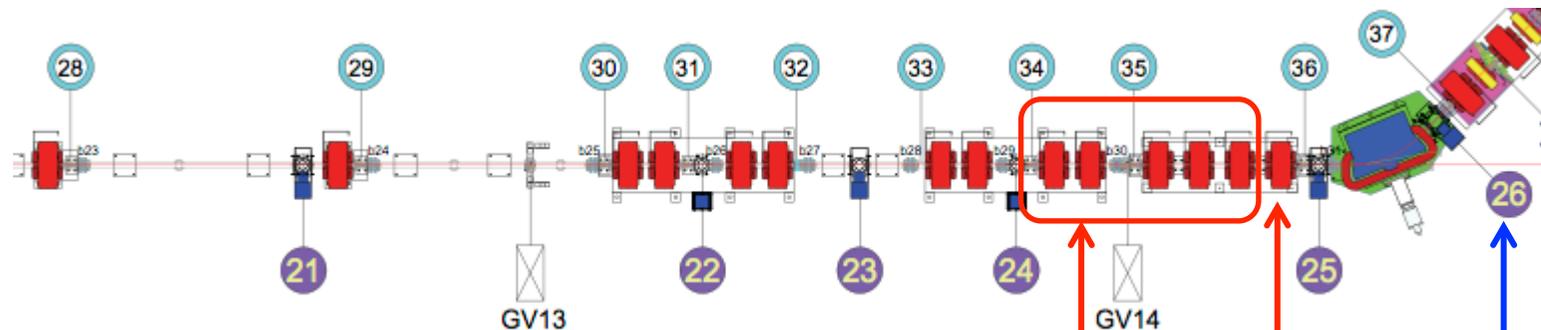


QMLC05, 06の2パラメタスキャンを行って、スクリーン22と同じプロファイルになるパラメタを探す？

QMLC03, 04の設定値から出発すれば、設計値から割と近いところにいるはず

# 第二アーケへのオプティクス調整案

- 衝突点のスクリーンを使って、同じ方法でのマッチングを試みる



補正用の5台の四極電磁石

Q-scan用の四極電磁石

ビームサイズ測定点  
ここでビームサイズの変化を測定する

ここでは、5台のQの影響を測定する。

$\alpha_x, \alpha_y, \beta_x, \beta_y$ の4つに対して、自由変数が5つあるので、収束するか計算で事前にあたっておく必要がある。