

南側直線部のOptics studyについて

ビームダイナミクスWG
2015年4月15日（水）
Study実施日 2015年3月25日

島田 美帆、中村 典雄

南側直線部Optics Study

- Optics studyの目的

1. 設計通りになっているか
 1. 残留磁場を考慮（今期は消磁をする必要がある。）
 2. 軌道の影響をなくす（出来る限りQの中心を通す。）
 3. 偏向電磁石エッジの影響（台本と違う可能性高い。）
 4. 環境磁場の影響
2. 将来的にoptics matchingに応用したい。

- Optics matching

- エミッタンス測定

- これまでのQ scanのデータ（高井さん測定も含む）を見ると、 σ_{min} が1pixel以上ではっきりと測定できていないと、エミッタンスの結果に大きな誤差が乗る傾向がある。
- エミッタンスが日々の微調整で大きく変化することは少ない（と仮定する）。
- エミッタンス測定は丁寧に、場合によってはスクリーンまでのQを消磁して測定。

- ベータ関数の測定

- 2/17のstudy結果によると、エミッタンスの測定値があれば、 σ_{min} が1pixel以下であっても、ベータ関数を精度よく推定することが可能。
- 時間がかからず、消磁の必要もないため、日々のマッチングに利用できる。

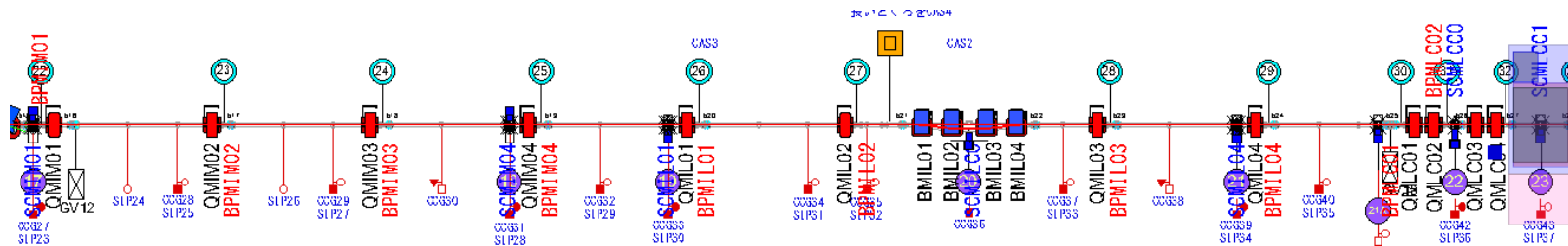
Study 手順

1. 消磁の影響

1. 消磁前に第2アーク出口までビーム調整、スクリーンで画像取得
 - LCS衝突点の微調整も行った。
2. 南側直線部（QMIM01～QMIR06）の26個のQを消磁。
3. 消磁後にはcam21以降で雲散霧消となる。
4. 手動で1.の状態を再現しようと試みる。
 - 合計12個のQを調整、調整電流量の標準偏差はおよそ0.06A。（消磁後の残留磁場の影響、0.01Aより6倍近く大きい。）
 - 時間の都合で、LCS衝突点の微調整、第2アーク以降は行わなかった。
5. 再度消磁して同じ電流を励磁する。ビームプロファイルがほぼ再現することを確認。

2. 南側直線部のOptics測定

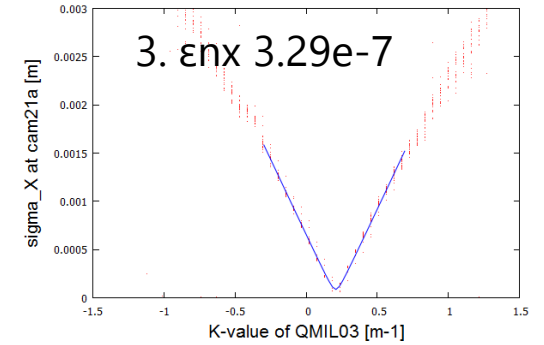
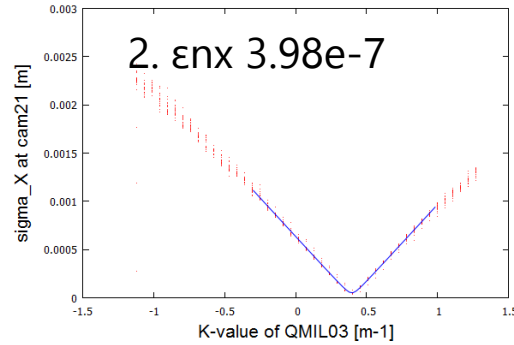
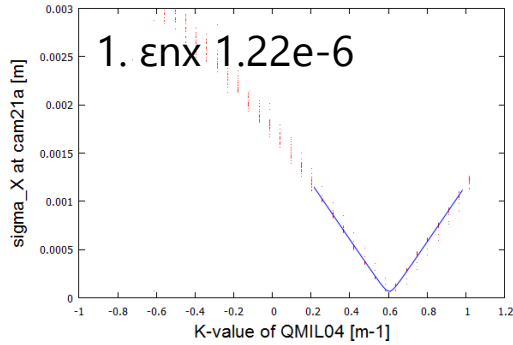
1. cam17からcam26まで、fittingでrms sizeを記録。
 - BGは除いており、飽和していないことを確認。
 - この時の電磁石の設定値は20150225_201735.logに保存。
2. 下流からQ scanを実施。合計7ヶ所。



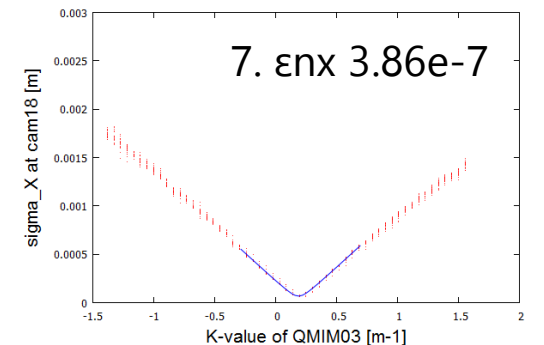
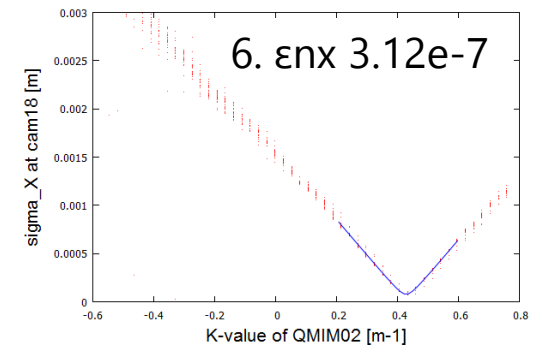
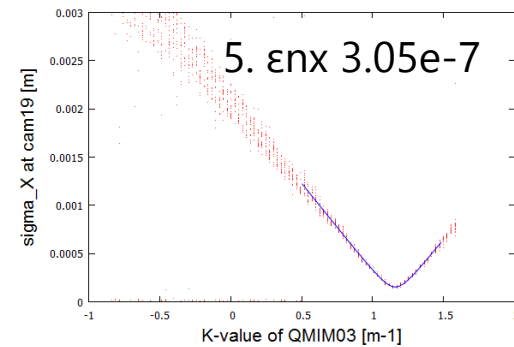
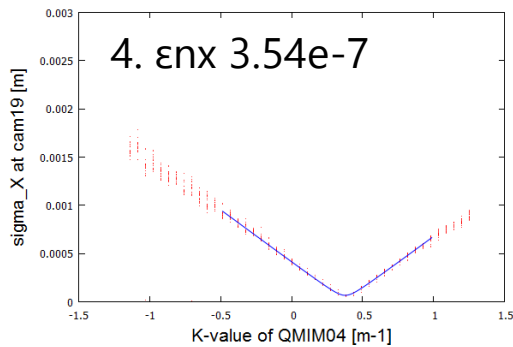
エミッタンス測定結果（水平）

正確なエミッタンス測定のために
間のQを飛ばして測定

周長補正シケイン後方



周長補正シケイン前方

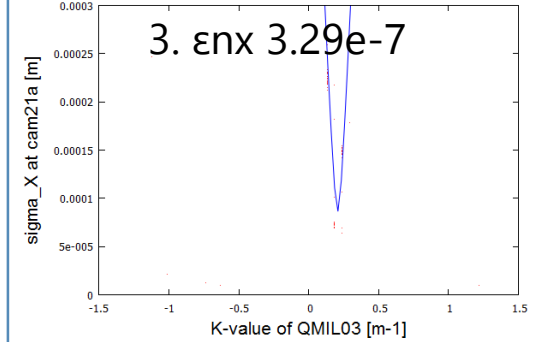
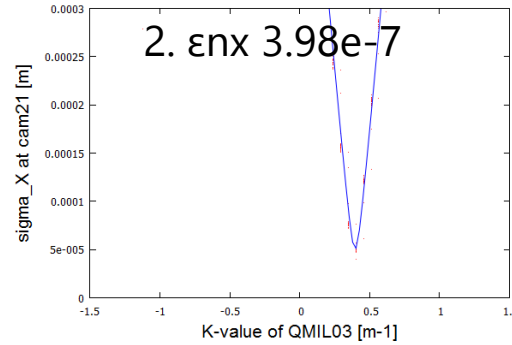
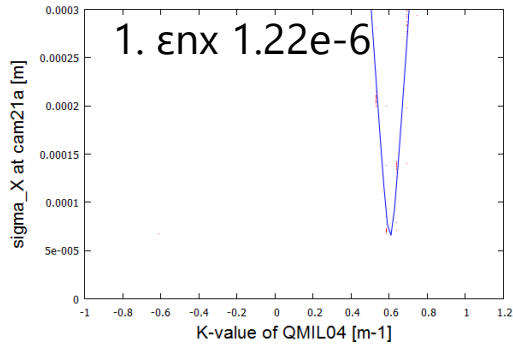


- Thin lens近似の結果
- 1の結果以外は $3\sim 4e-7$ の範囲で一致している。
- フィッティング範囲（青線の範囲）に工夫が必要かもしれない。
- K値を変えた直後（電流が変わっている途中）のデータを除いていない。
- これまでの高井さんのemittance測定と比べて、測定点の数が少ない。

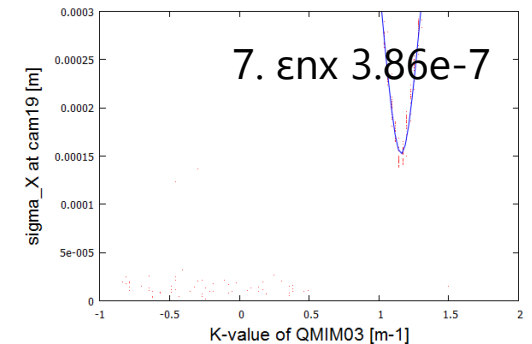
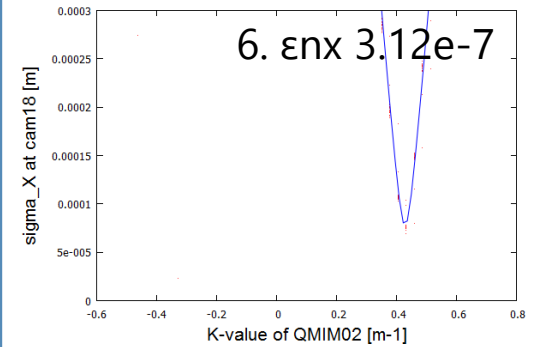
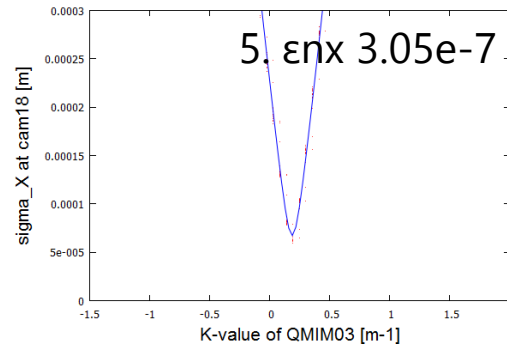
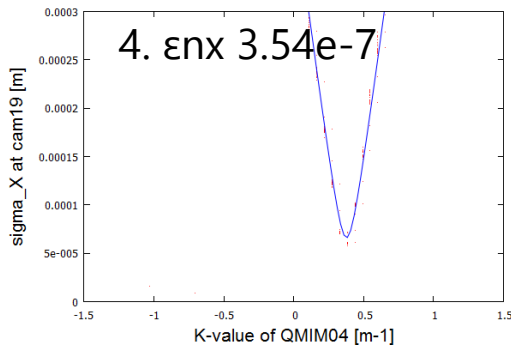
エミッタンス測定結果（水平、拡大）

正確なエミッタンス測定のために
間のQを飛ばして測定

周長補正シケイン後方



周長補正シケイン前方

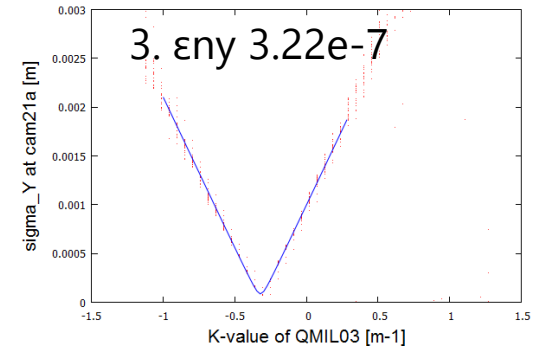
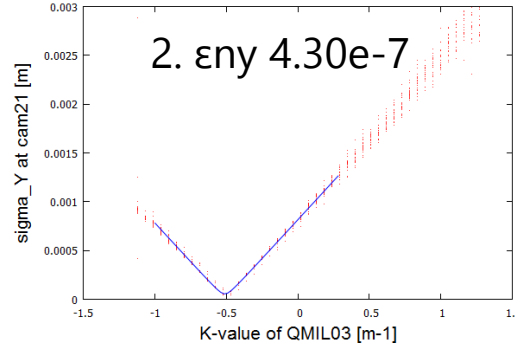
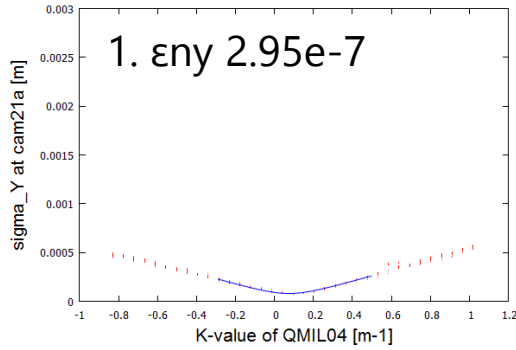


- 垂直方向（後のページ）では、 σ_{min} が70 μm 以下になると、エミッタンスの測定値が大きくなる傾向があるが、水平方向ではそれがほとんど見られない。（1.のデータは除く）

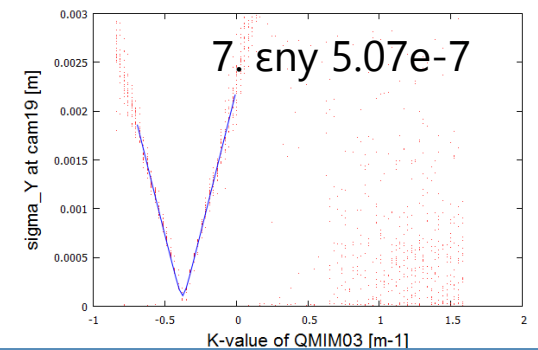
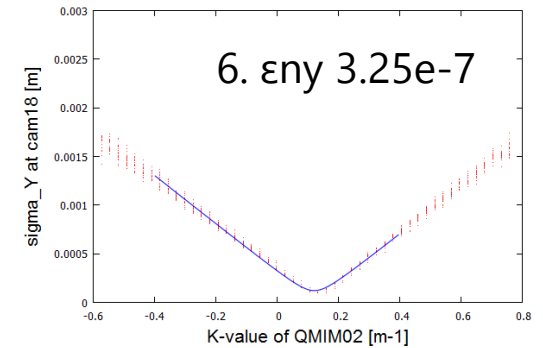
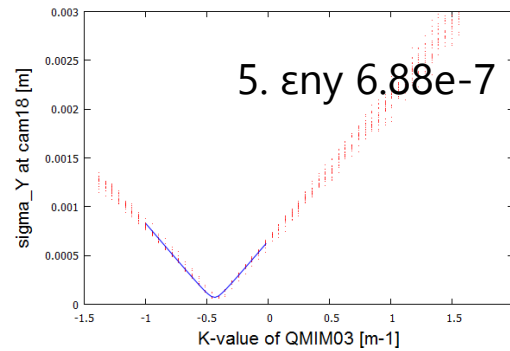
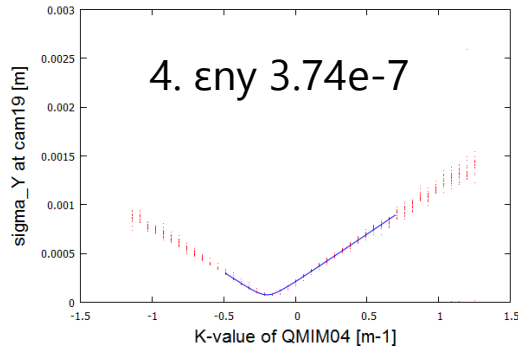
エミッタンス測定結果（垂直）

正確なエミッタンス測定のために
間のQを飛ばして測定

周長補正シケイン後方



周長補正シケイン前方

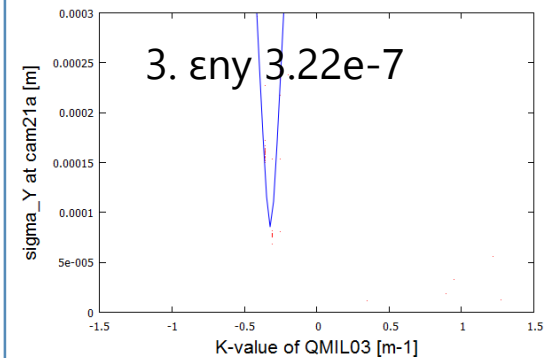
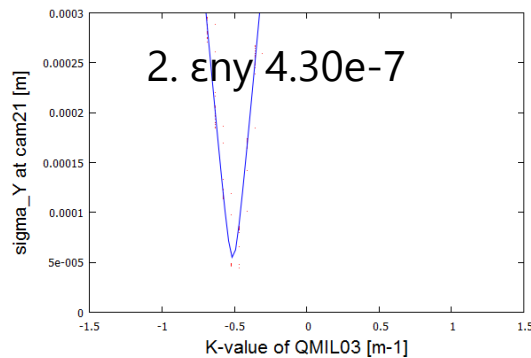
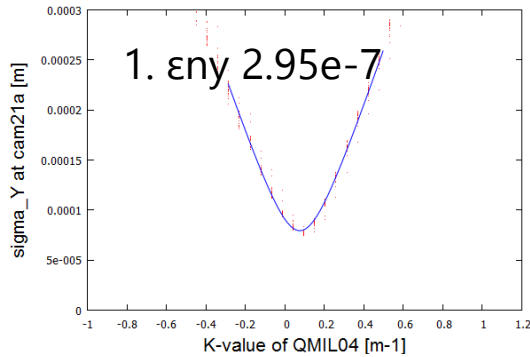


- 結果にばらつきがあり、 $3\sim 7e-7$ の範囲で広がっている。

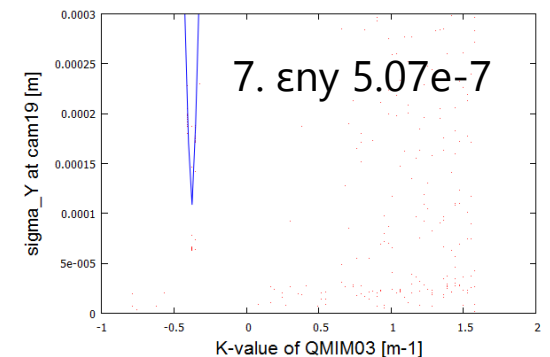
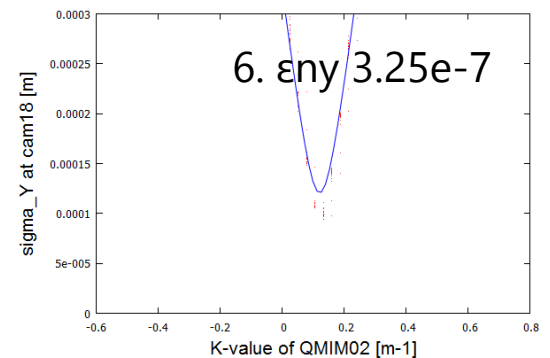
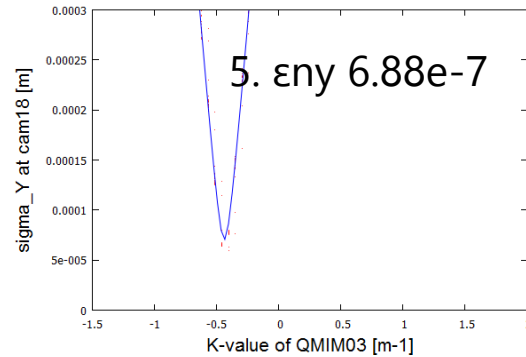
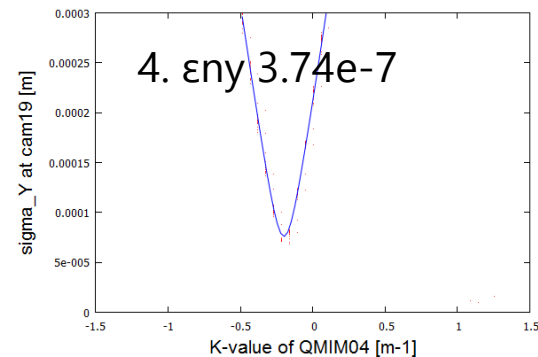
エミッタンス測定結果（垂直：拡大）

正確なエミッタンス測定のために
間のQを飛ばして測定

周長補正シケイン後方



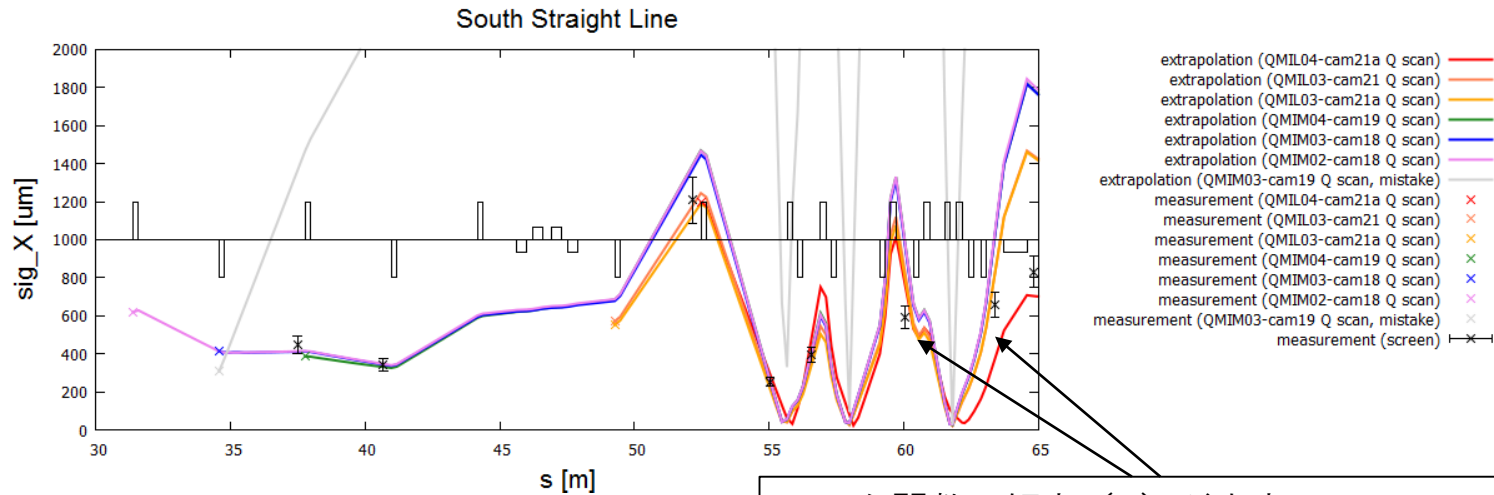
周長補正シケイン前方



- ビームサイズが最小となる付近を拡大する。
- 目視で判断する限り、 $\sigma_{min} > 70 \mu\text{m}$ となる1,3,4,6のQ scanではenyが $3 \sim 4 \times 10^{-7}$ となっている。（ように見える。）
- 水平方向では、 σ_{min} が小さくてもエミッタンスの測定にばらつきが少ない。
- どれが正しくエミッタンスを測定できているか不明。いくつかのQ scanデータから、多数決と σ_{min} を考慮して、判断している。Q scanデータがひとつしかない場合、判断基準がよくわからない。

Rms-sizeの比較（水平）

- すべてのQ scanの結果で、 $\epsilon_{nx}=0.3e-6$ と仮定し、 β と α を推定。
- その後、残留磁場のoffsetを考慮して下流のrmsサイズを推定
- スクリーンのエラーバーは±10%の誤差



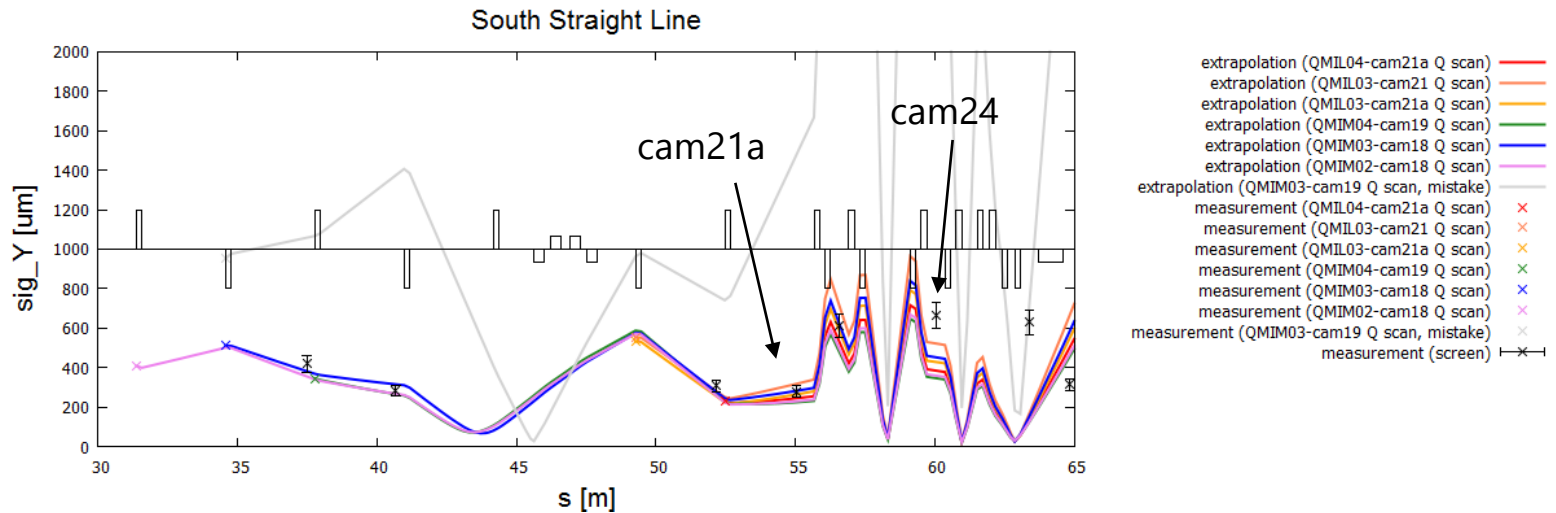
ベータ関数の傾き (α) が大きいので、一致しているように見えるが、実はあまり合っていない。

結果

- おおむねQ scanによる下流の推定結果とスクリーンの測定結果が一致している。
 - ビームサイズが大きい個所で、不一致が目立つ傾向。
 - LCS衝突点からずれ始め、BMIR01直後のcam26で大きくなる。分散関数が原因であるなら、スクリーン測定値のほうが大きくなるはず。。
- 周長補正シケイン前後の結果に若干の差があるが、LCS付近に比べて影響は小さい。
- エミッタンス測定値がずれていた1.のデータは他のQ scanの外挿結果と大きくずれる。

Rms-sizeの比較（垂直）

- すべてのQ scanの結果で、 $\epsilon_{nx}=0.3e-6$ と仮定し、 β と α を推定。
- その後、残留磁場のoffsetを考慮して下流のrmsサイズを推定
- スクリーンのエラーバーは±10%の誤差



結果

- LCSまでは、Q scanによる下流の推定結果とスクリーンの測定結果がおおむね一致している。
 - LCS下流(cam24)以降からずれ始める。
 - 水平方向の結果と比べて、LCS衝突点以降のずれが大きい。
 - エミッタンスの測定結果が違った2,5.のデータは他のQ scanの結果と多少ずれている。
- 水平方向に比べて、周長補正シケイン前後の結果は一致している。
- Cam21aのマッチングに利用できそうだが、cam24には無理そうである。
 - 強いQとステアリングの影響で6極成分が残っているのか？
 - 通常opticsでも同様のstudyを行って確認する。

まとめ

- 南側直線部で消磁を行い、残留磁場の影響を計算出来る状態で、Q scan と rms size の測定を行った。
 - 長い期間のヒステリシスの影響は大きく、ビームサイズは再現性がなかった。
 - 数回だけのQ scan やビームサイズ微調整では、消磁をしても再現性があった。
- 合計7ヶ所でQ scan を行い、エミッタンスやベータ関数の測定を行った。
 - 場所によって、エミッタンスの結果にばらつきがあった。
 - 複数のQ scan を行えば、fitting 結果の信頼性がわかるが、ひとつのデータで判断するためにはどうすればいいか。対策を検討する。
- Q scan の fitting の結果から下流のビームサイズを推定し、スクリーンの結果と比較した。
 - LCS 衝突点付近からずれ始める。
 - もしかしたら、6極成分などの影響を受けているかもしれない。
- LCS 手前のマッチングには利用できそうだが、それ以降はまだ課題が残る。