

エミッタンス測定結果のまとめ

コンパクトERL mini workshop
2016年5月31日(火)

加速器第7研究系

島田 美帆、高井 良太、中村 典雄、宮島 司、本田 洋介、帯名 崇、
上田 明、山本 将博

Q scanによるエミッタンス測定

1. 2/24, 25, 26, 3/1
 - 0.5pC/bunch、施設検査のoptics
2. 3/18, 22
 - 7.7pC/bunch、高電荷optics
3. 3/24, 25, 30
 - 4~7pC/bunch、施設検査opticsに微調整
4. 3/31
 - 5.3pC/bunch、電子銃450kV印加

バンチ圧縮のときのデータは別に報告。

0.5pC/bunch@施設検査のoptics

- 2/24-26、3/9にかけてQ scanを実施した。Opticsは施設検査とほぼおなじ。
 - 北側直線部(主空洞手前1組、主空洞下流5組)
 - 南側直線部(周長補正シケイン前4組、LCS上流4組、LCS下流7組)
- スキャン範囲内にウエストがあり、rmsサイズが1.5pixel以上。飽和していないデータのみ抜粋
 - 誤差の表示がないデータはただひとつのQ scanの結果のみ掲載

	enx [mm-mrad]	eny [mm-mrad]
北側直線部(主空洞手前)	-	0.095
北側直線部(主空洞下流)	0.32	0.22
南側直線部(周長補正シケイン上流)	0.28	-
南側直線部(周長補正シケイン下流)	0.22	0.20
全体	0.27 ± 0.050	0.17 ± 0.067
GPTによる計算値(主空洞後)	0.26	0.24

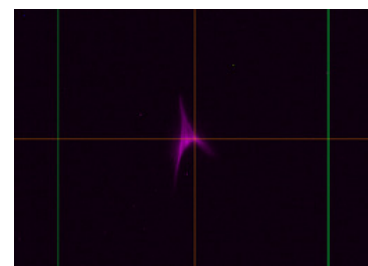
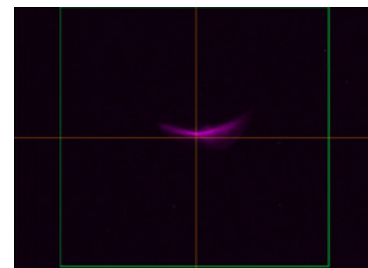
7.7pC/bunch@高電荷バンチoptics

- 3/18, 22にかけてQ scanを実施した。Opticsは高電荷にマッチングしたoptics
 - 北側直線部(主空洞手前1組、主空洞下流3組)
 - 南側直線部(周長補正シケイン前3~4組)
- 0.5pC/bunchに比べて5~6倍に増加。
- 水平方向のエミッタンスの方が垂直方向より大きい。
 - プロファイルが2山になることが多かった。
 - 解像度が原因かもしれないが、ウエストのプロファイルはきれいなGaussianに見える。
 - 特に3/22のデータでは各Q scanの結果にばらつきがあった。

	enx [mm-mrad]	eny [mm-mrad]
北側直線部(主空洞手前,3/22)	-	0.9
北側直線部(主空洞下流,3/22)	1.8±0.40	1.02±0.33
南側直線部(周長補正シケイン上流,3/18)	1.5±0.082	1.1±0.058
0.5pCの結果(前のページ)	0.27 ± 0.050	0.17 ± 0.067
GPTによる計算値(主空洞後)	0.58	0.58

4~7pC/bunch@施設検査のopticsに微調整

- 3/24, 25, 30にかけてQ scanを実施した。
 - マクロパルス長は0.5us。
- Opticsは施設検査のopticsに微調整をくわえたもの
 - 3/24 カソードセンター(x,y) = (0mm,0mm)
 - 3/25、30 カソードオフセンター(x,y) = (-1.5mm,+1.5mm)
 - CW運転後レーザーの出力100%で5.3pC/bunchであった。
- カソードオフセンターで水平方向のエミッタンスが増加したが、垂直方向は影響なし
 - 測定場所はQMAM01-cam13とQMIM03-cam18の2か所だが、ばらつきが少なかった。
 - 3/24は南側直線部でプロファイルが三角形や三日月になることがあった。
 - 3/30に垂直方向で下がっているが、軌道補正しかしていないはず。



	電荷量[pC/bunch]	enx [mm-mrad]	eny [mm-mrad]
カソードセンター(3/24)	4.1	0.71±0.12	0.81±0.037
カソードセンター(3/24)	7.0	1.7±0.037	1.4±0.049
オフセンター(3/25)	5.3	2.3±0.071	1.3±0.071
オフセンター(3/30)	5.2	2.2±0.071	0.95±0.021
GPT(施設検査optics)	7.7	2.9	1.8

高電荷バンチ/450kV電子銃印加

- 3/31に450kVでビームを輸送、Q scanを実施した。
 - Opticsは450kVに最適化
 - カソードセンター(x,y) = (0mm,0mm)
 - レーザーの出力100%で5.3pC/bunchであった。
- 450kV運転の影響
 - 電荷量が異なるため、そのまま比較ができない。
 - 垂直方向ではエミッタンスを低く抑えている。
 - 水平方向では、主空洞手前までは低エミッタンスを輸送できているが、下流で増加している。

	電荷量[pC/bunch]	enx [mm-mrad]	eny [mm-mrad]
390kV (3/24)	4.1	0.71±0.12	0.81±0.037
390kV (3/24)	7.0	1.7±0.037	1.4±0.049
450kV・主空洞上流 (3/31)	5.3	1.0	0.66
450kV・主空洞下流 (3/31)	5.3	2.7±0.21	1.0±0.071
GPT(450kV)	7.7	0.45	0.44

計算の課題

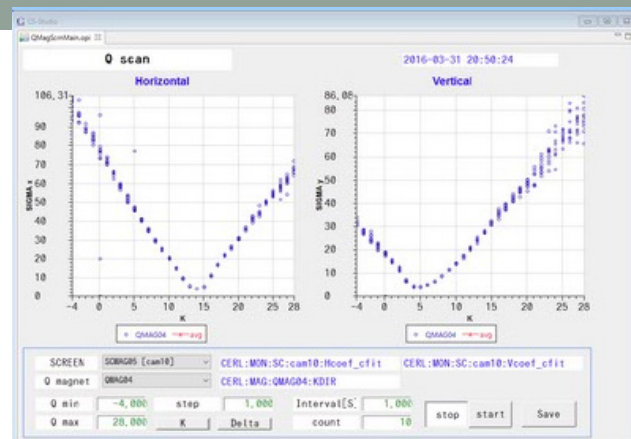
- 目的: 誰でも測定できるようにしたい。

- 現状:

- EriServ2のページでファイル名を入力すると自動的に計算できるようになっている。高井さん、帯名さんが実装。
- Q scanパネルで測定するまでの手順・パラメータ設定方法が煩雑・不明瞭
 - 電磁石の標準化の手順、fitting範囲の決め方、ND filterやGainの設定方法など

- 課題

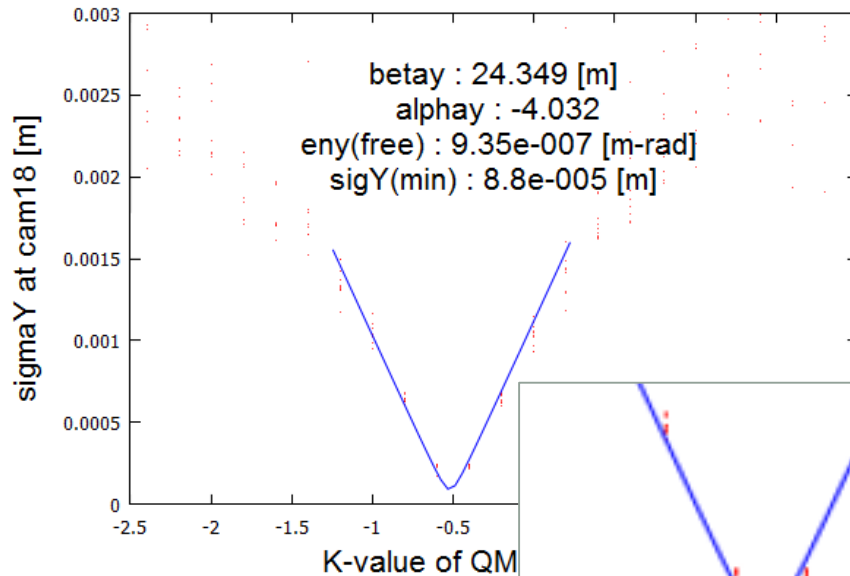
- Fitting範囲の決め方
 - 基準がないので、測定者によって差が最も出やすい。
- ウエスト付近のデータ量
 - データが粗いとどんな係数でもfittingできてしまうため、誤差の原因となる。
- 測定的高速化
 - ウエスト付近は細かく、それ以外は粗く。
 - それとも、ウエスト付近だけを細かく測定。



スキャンステップによるエミッタンスの差

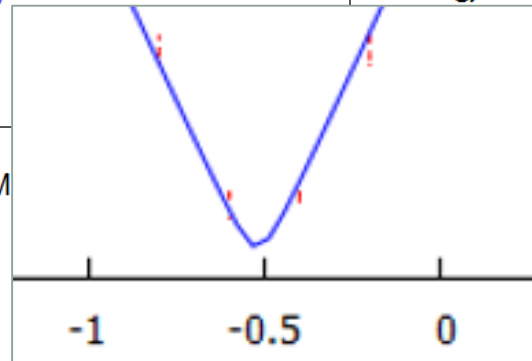
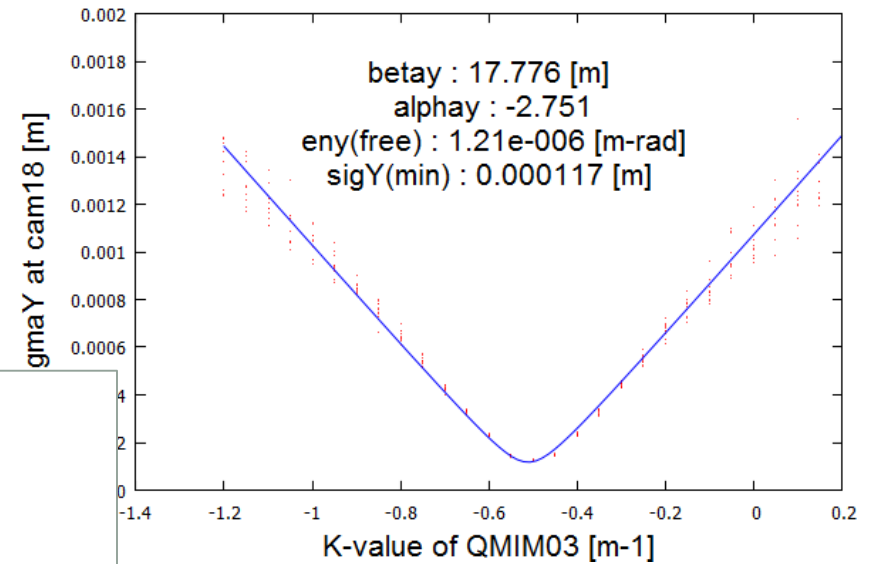
スキャンステップ $\Delta K = 1$ [m⁻²]

20160318_222611



スキャンステップ $\Delta K = 0.25$ [m⁻²]

20160318_223250

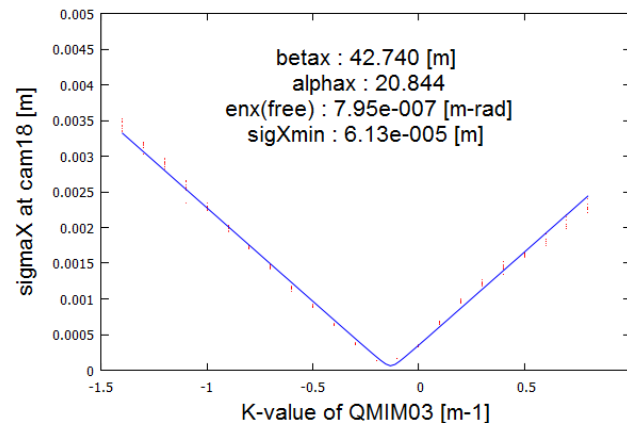
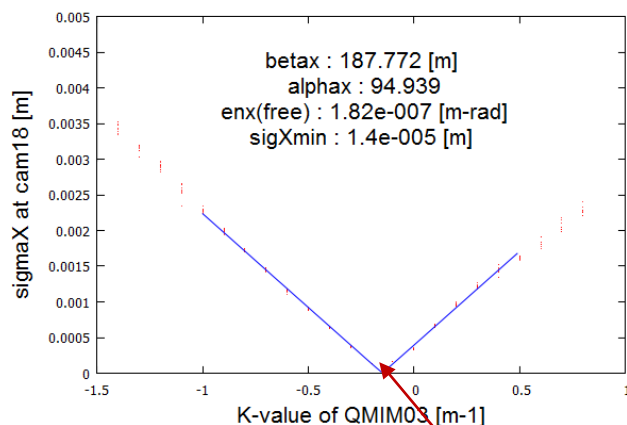


- $\Delta K=1$ で0.94 mm-mrad、 $\Delta K=0.25$ で1.2mm-mrad、およそ20%の測定誤差
- フィッティング範囲は同じなため、ウエスト付近のデータの間隔が大きいと異なる結果になると思われる。
- 同じデータでfitting範囲を変えたときに、同様のことが起こることがある。

QMIM03-cam18のfitting範囲による誤差

0.66mA

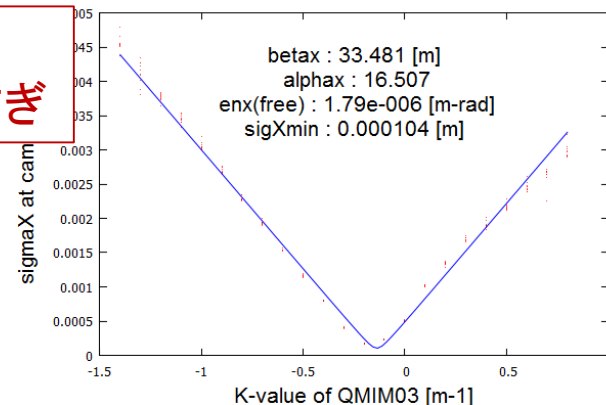
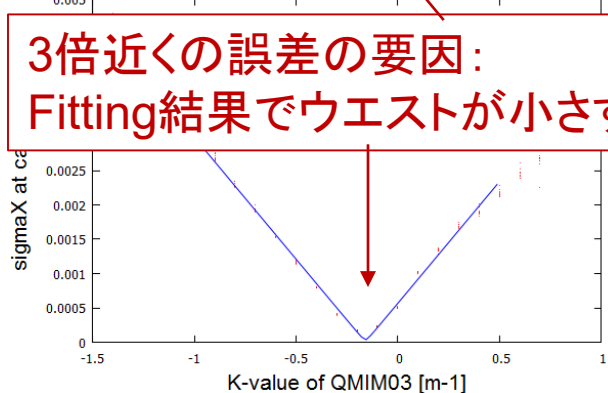
20160324_195642



3倍近くの誤差の要因:
Fitting結果でウエストが小さすぎ

1.14mA

20160324_200512



- 4.1pC(0.66mA)
 - 0.182 mm-mrad (-1<K<0.5), 0.795 mm-mrad (-1.5<K<1)
- 7.0pC(1.14mA)
 - 0.622 mm-mrad (-1<K<0.5), 1.79 mm-mrad (-1.5<K<1)

まとめ

1. 0.5pC/bunch、施設検査のoptics
 - en_x 0.27 mm-mrad, en_y 0.17 mm-mradを達成
2. 7.7pC/bunch、高電荷optics
 - 0.5pC/bunchに比べて5~6倍にエミッタンスが増加
 - チャンピオンデータ en_x 1.5 mm-mrad, en_y 1.0 mm-mradを達成
3. 4~7pC/bunch、施設検査opticsに微調整
 - 7pC/bunchで en_x 1.7 mm-mrad, en_y 1.4 mm-mrad
 - カソードオフセンターで水平方向のエミッタンス増加
4. 電子銃450kV印加 (5.3pC/bunch)
 - 垂直方向で390kVより低いエミッタンスを輸送できていることを確認。
 - 主空洞でエミッタンスが増加しているようにみえる。