

バンチ圧縮時の ビームオプティクスについて

ERL検討会
2017年4月12日(水)

加速器第7研究系
島田 美帆

アーク前後のエミッタンス測定

| | Q scan測定 | | S2E simulation* | |
|--------------------------------|------------------------|---------------|-----------------|------|
| | 水平 | 垂直 | 水平 | 垂直 |
| 北側直線部 (3/30) (QMIM01-cam13) | 1.6 ($\ll 0.1\%$) | 0.9 (0.1%) | 0.29 | 0.26 |
| 南側直線部 (3/28) (QMIM03-cam18) | 1.9 (3%) | 1.8 (0.8%) | 0.33 | 0.27 |

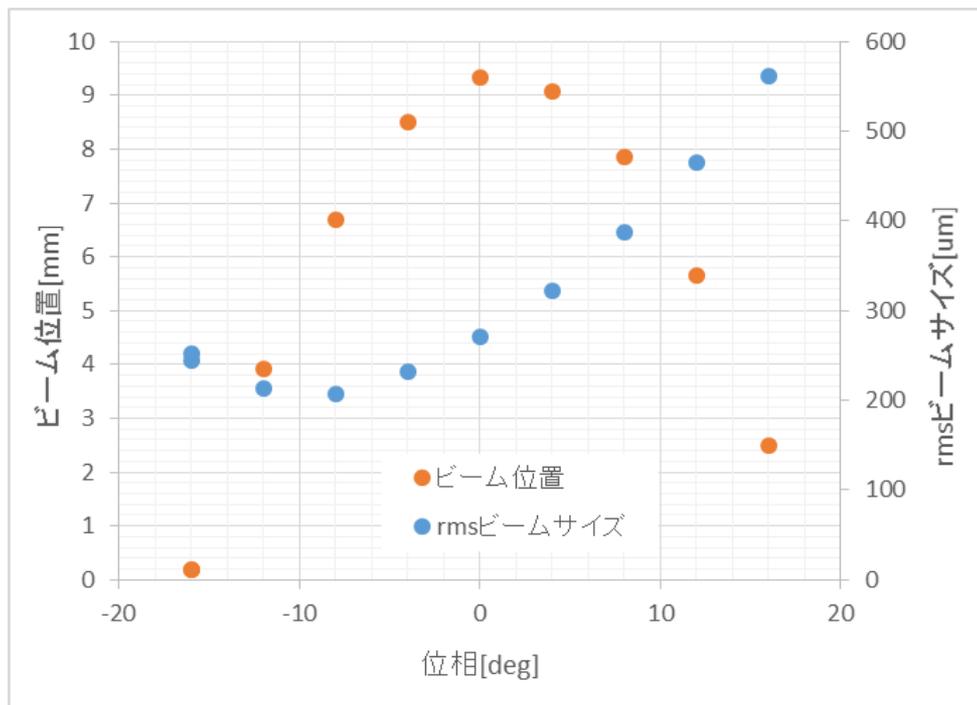
規格化エミッタンス[um-rad]の変化

2pC/bunch, pinhole size $\phi 1\text{mm}$

()内はfitting範囲の選び方による誤差。そのほかにエネルギーによる誤差1%がある。

- CSR wakeによるエミッタンス増加は見られない。
- Q scanスタディ
 - 大電荷ビーム輸送スタディと同じように、南側直線部で三日月の形状が見られた。
- S2E simulation
 - 2016年3月の0.5pCのデータを周回部で2pCに焼き直した近似的なもの。

エネルギー広がり測定



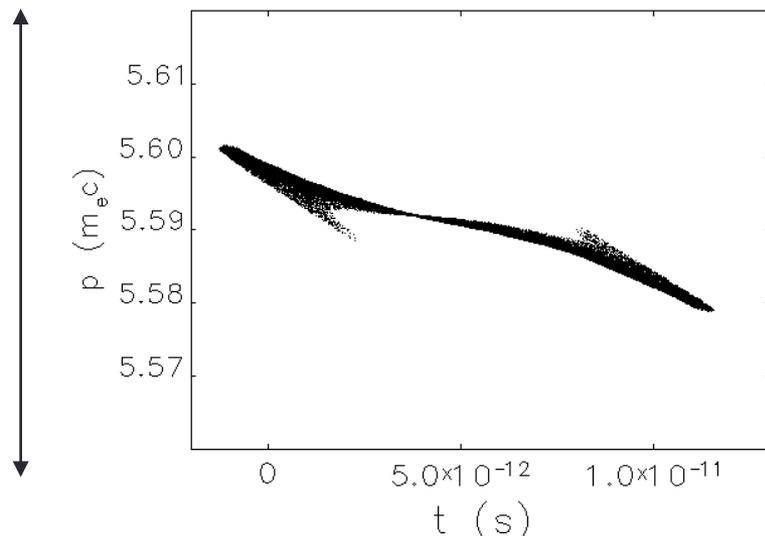
Cam15で高い精度で測定を試みる。
QMIF01-03をK=0に設定し、cam15で測定
QMAM01-04でcam15でビームを絞る。
しかし、cam14でビームがスクリーンの外にはみ
出す。
Cam14で測定することに。

ビーム位置 → 平均エネルギー
Rmsビームサイズ → エネルギー広がり

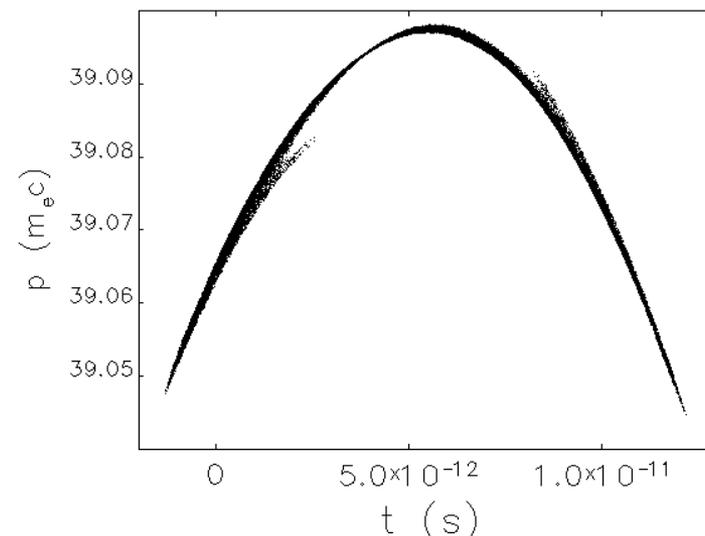
平均エネルギーの最大とエネルギー広がりの最小でおよそ8度異なる。
→入射ビームの傾きが原因か。

入射ビームの傾き (3MeV入射、20MeV周回)

$\gamma=0.6$



POINTS
主空洞手前



SCMAM04
第1アーク手前

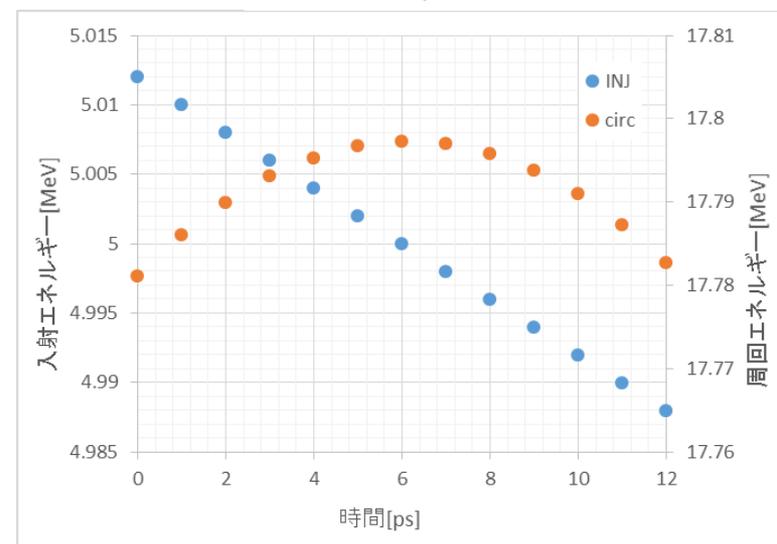
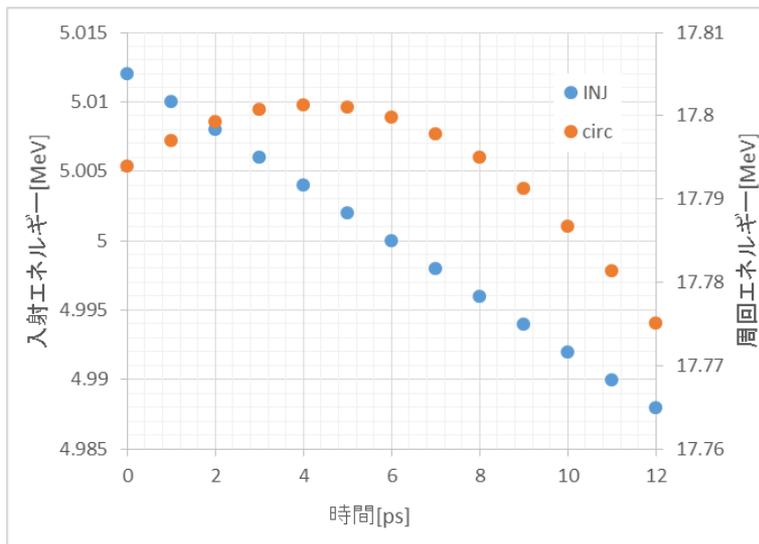
3MeV入射、主空洞で17MeV加速、周回部20MeV

- これまでは、入射ビームに $4e-4$ 程度の傾斜があっても主加速空洞のRF curveに埋もれるとみなしていた。

縦方向ビーム位相空間分布

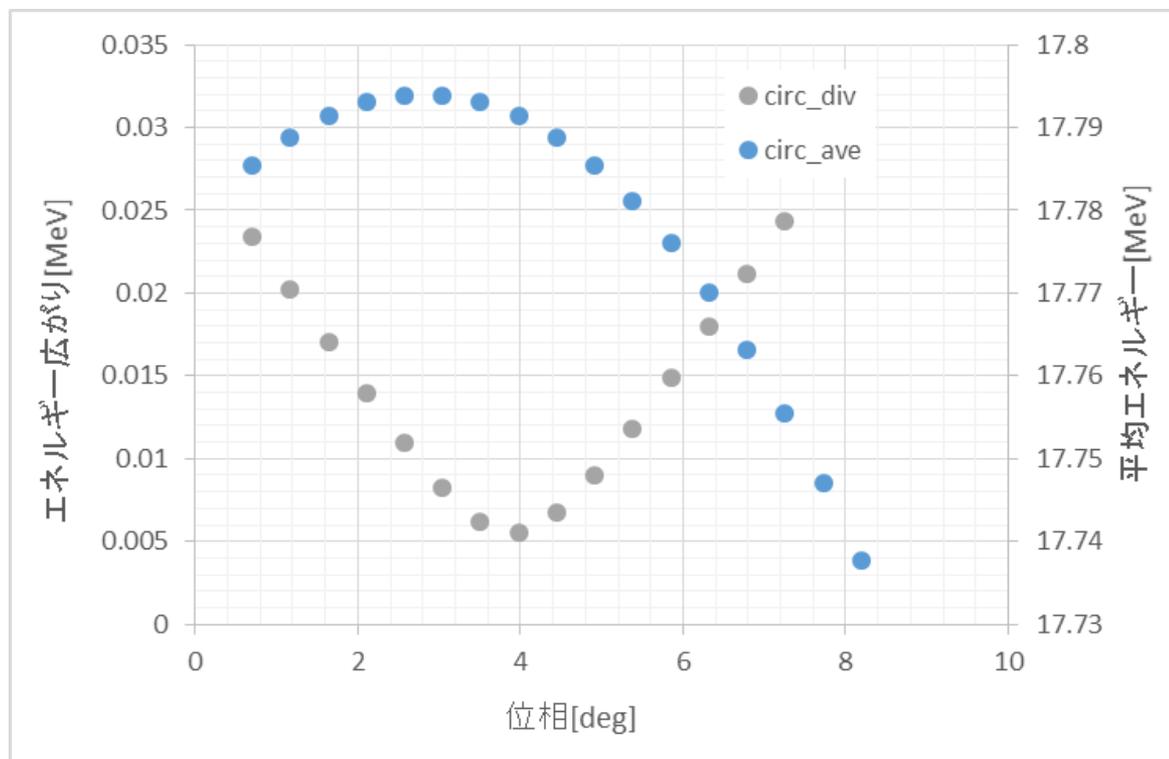
- 極めて簡易に主空洞前後の分布をexcelで計算
 - 入射ビームの傾きは全幅で4e-3、ビームの分布は縦方向に一様と仮定
 - 入射エネルギー5MeV, 主加速空洞で12.8MeV加速
 - 周回部のビーム分布●はエネルギー広がり最小になる場合で対称性あり
 - 今後のon crest加速調整ではエネルギー広がり判断してもいいかもしれない。
 - 推定バンチ長は3ps以下

$$\sigma_\delta = \frac{1}{\sqrt{2}} [1 - \exp(-\omega_{RF}^2 \sigma_t^2)]$$
$$\approx \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_{RF}^2 \sigma_t^2$$



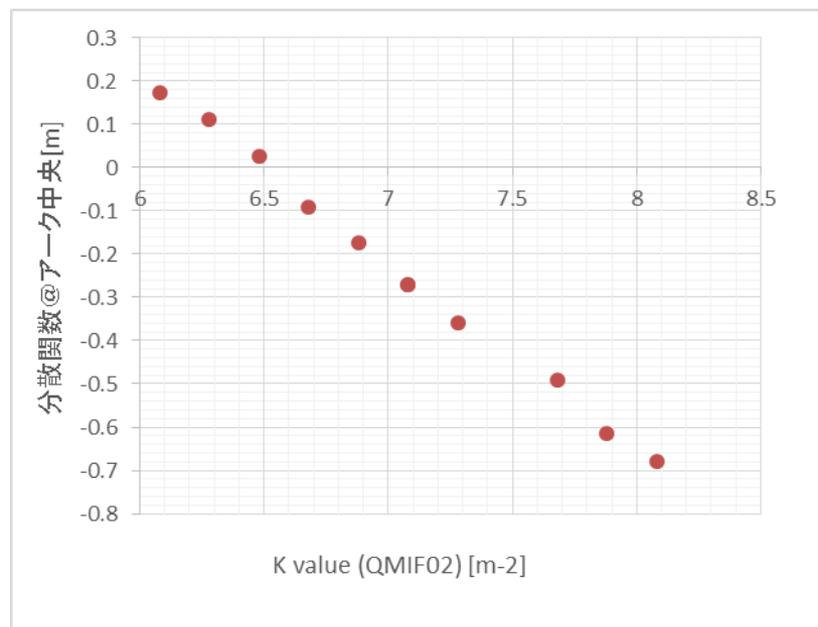
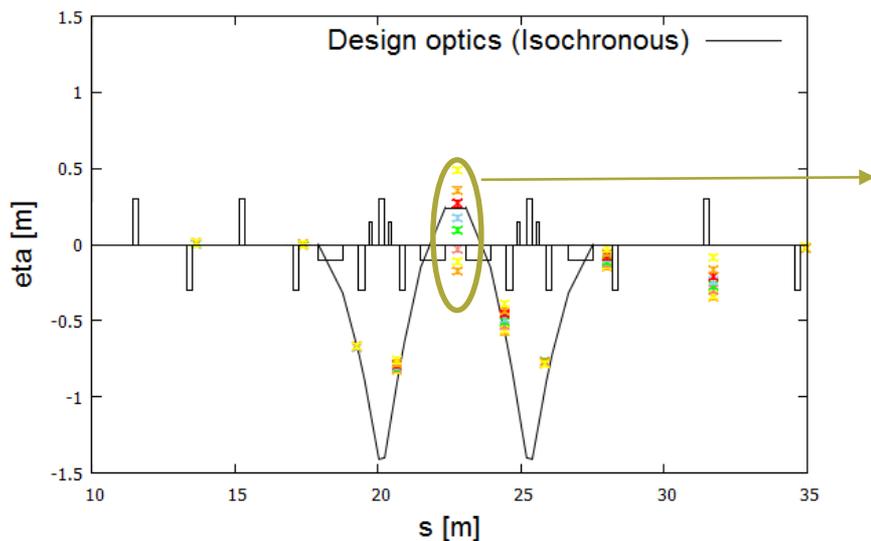
最適位相の差 (5MeV入射、17.8MeV周回)

- エネルギー平均とエネルギー広がりのお最適位相が2度ずれる可能性。
 - スタディ結果の8度に比べて小さい。他に原因があるか。

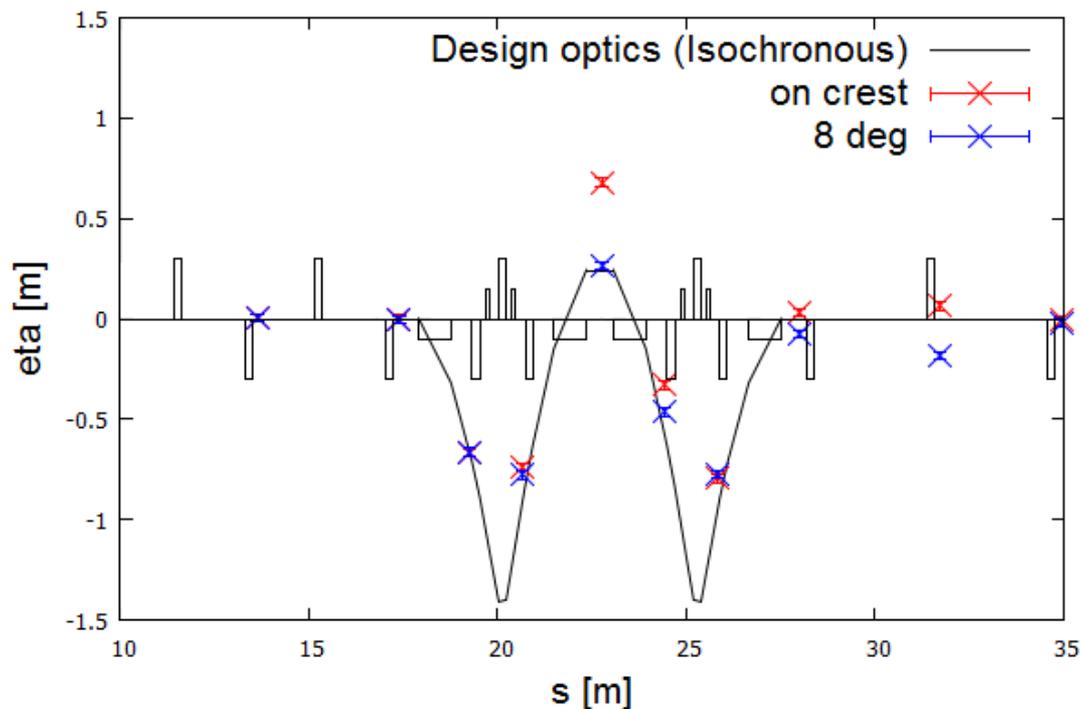


分散関数とR56

- 3/27にQMIF02を変えて分散関数を測定した。
- QMIF02とアーク中央の分散関数は比例関係にある。
 - R56パネルでQMIF01,02,05,06を-1:2:2:-1の比率で変更



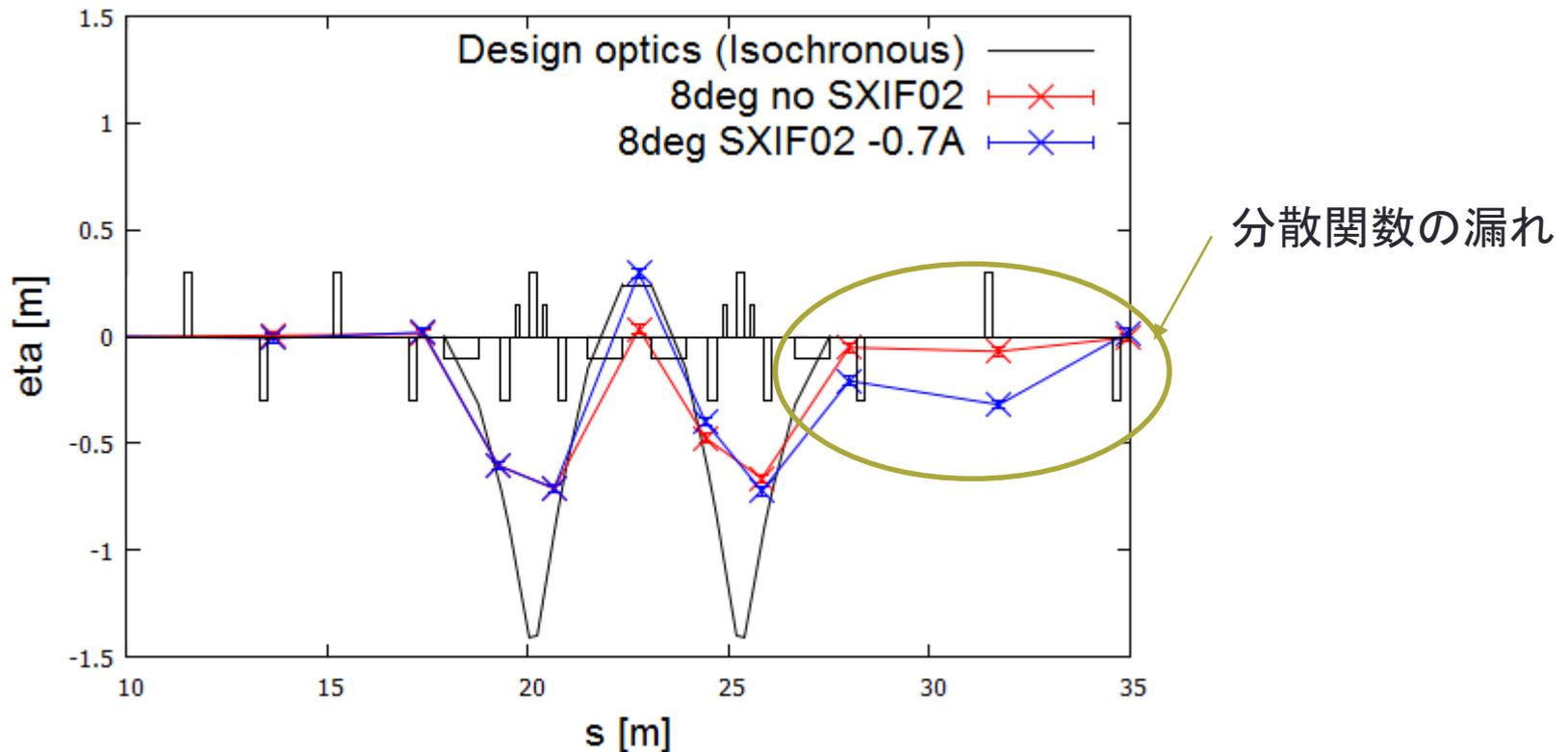
もしかしたら測定・判断ミス



- 同じopticsで測定したにも関わらず、on crestと8 degの分散関数が異なる。
 - Cam14で同じエネルギーになるように調整した。
 - 厳密に分散関数を閉じなかったことが原因か。
 - 次回のスタディで確認するか。エネルギーを変えるごとに分散関数の確認必要。

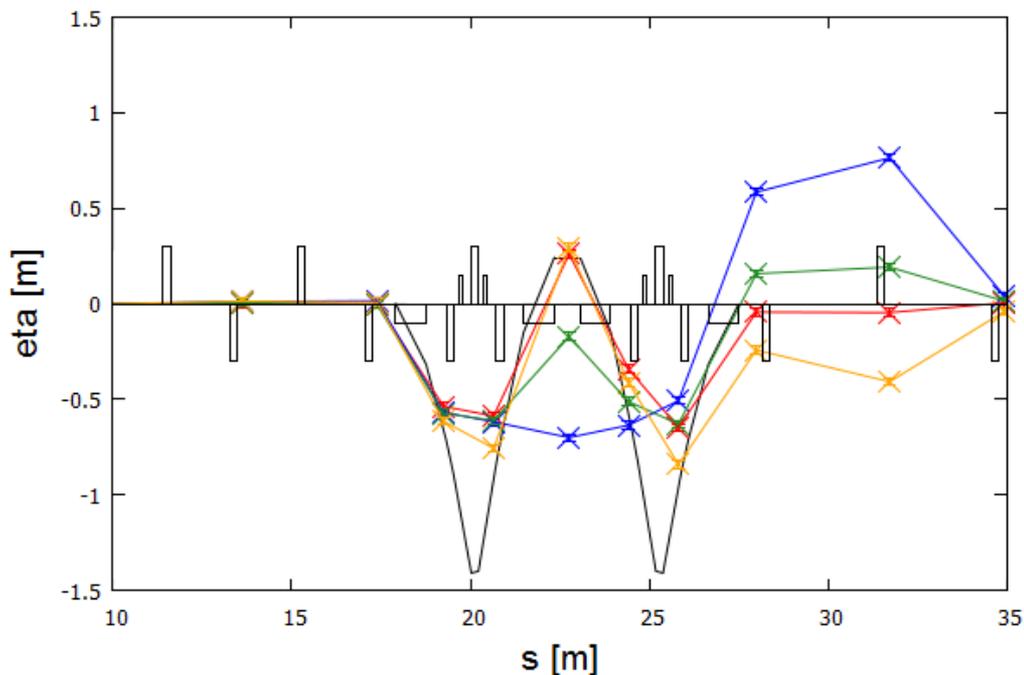
6極電磁石onの分散関数

- 6極電磁石で1次・2次の分散関数が発生する。
 - 6極中心を通過していたら、2次のみ
 - 2つの6極電磁石で分散関数を閉じる必要あり。
 - 1次か2次かの判断もできていない。
 - このためのスタディの時間が必要。



加速位相と分散関数

- On crest(noBC), 12deg, 16deg, 8degの最適な状態
 - 全て3/30のデータ
- 分散が漏れているため、QMIF02とアーク中央の η に相関がない。
- 最適な6極の符号が位相によって異なるので、解析必要。

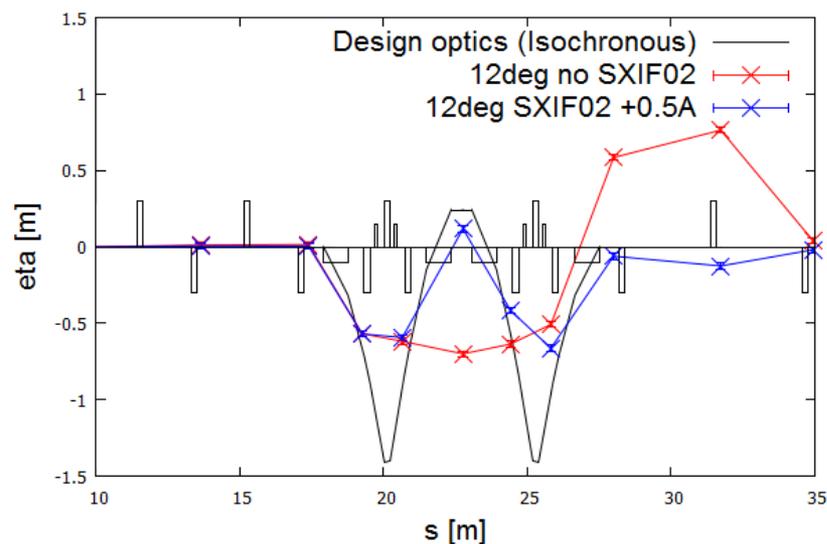
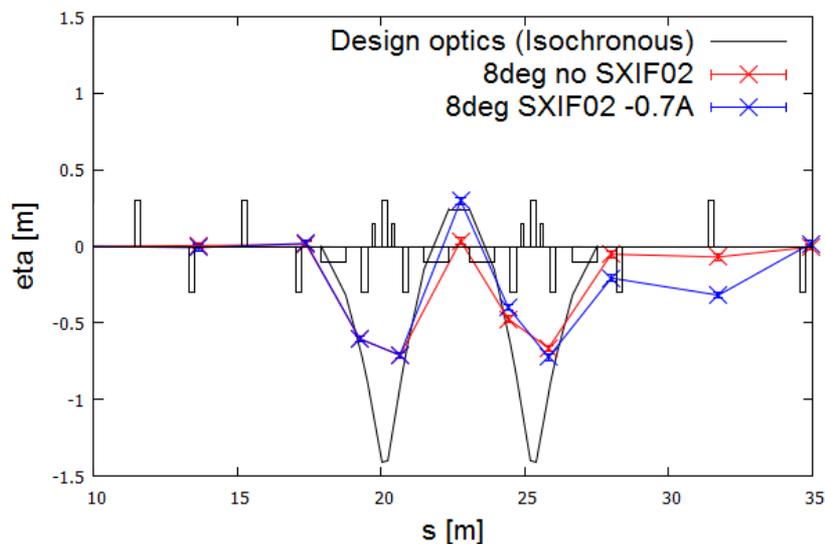


Design optics (Isochronous) —
on crest —x—
12deg —x—
16deg —x—
8deg —x—

| | QMIF02 | SXIF02 |
|----------|--------|--------|
| On crest | 7.13 | 0 |
| 12deg | 6.74 | 0.5 |
| 16deg | 6.74 | 0.5 |
| 8deg | 6.54 | -0.7 |

6極電磁石onの分散関数・加速位相依存

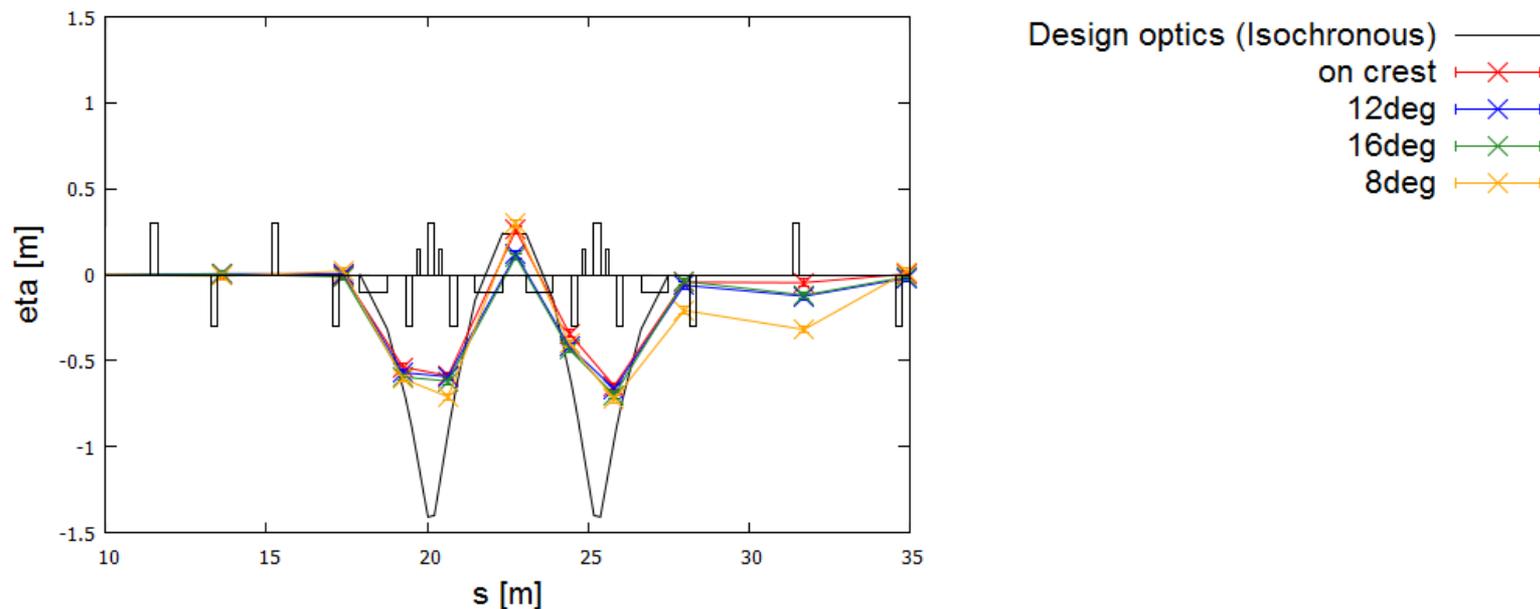
- 6極電磁石を最適化した時の分散関数の漏れがSXIF02の符号によって異なる。
- ビームダイナミクスについて調査必要



| | QMIF02 | SXIF02 |
|-------|--------|--------|
| 12deg | 6.74 | 0.5 |
| 8deg | 6.54 | -0.7 |

6極電磁石offの分散関数・加速位相依存

- 6極電磁石をoffし、R56は最適な状態で分散関数の測定
- アークの分散の漏れが小さくなるが、8degではやや大きめ
- 12degと16degの最適なR56とその分散関数がほぼ同じである。本来なら違うはず。



まとめ

- バンチ圧縮によるエミッタンス増加は確認できなかった。
- 平均エネルギーが最大となる位相でエネルギー広がりが最小にならなかった。
 - 入射ビーム傾斜で2deg程度の差が説明可能。しかし、およそ8degの差があった。
- バンチ圧縮の分散関数を測定した。
 - 真面に閉じていなかったため、R56の評価に影響
 - 6極電磁石によって分散関数が漏れている。中心を通過していれば2次の分散関数。
- オプティクス関連
 - 位相によって6極電磁石の符号が異なる。
 - 12degと16degの最適なR56がなぜか同じ。