

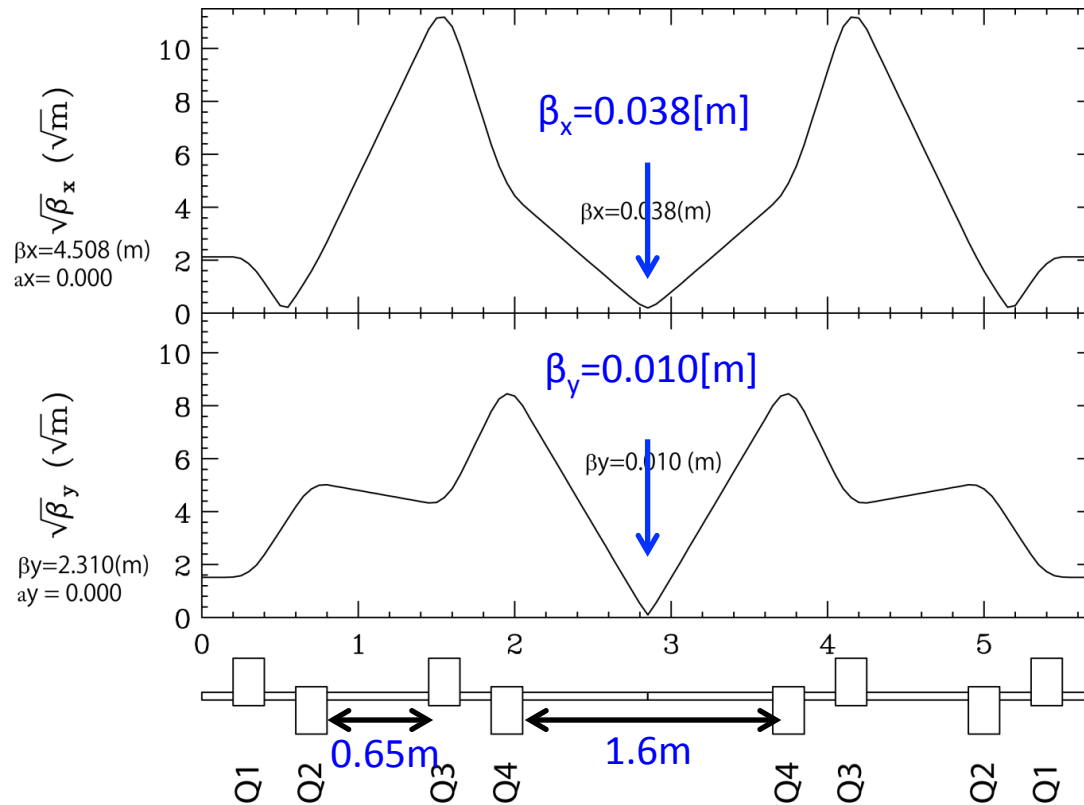
マッチング後のLCSオプティクス について

高エネルギー加速器研究機構

中村 典雄

2012年11月07日 第74回ビームダイナミクスWGミーティング

LCSオプティクス



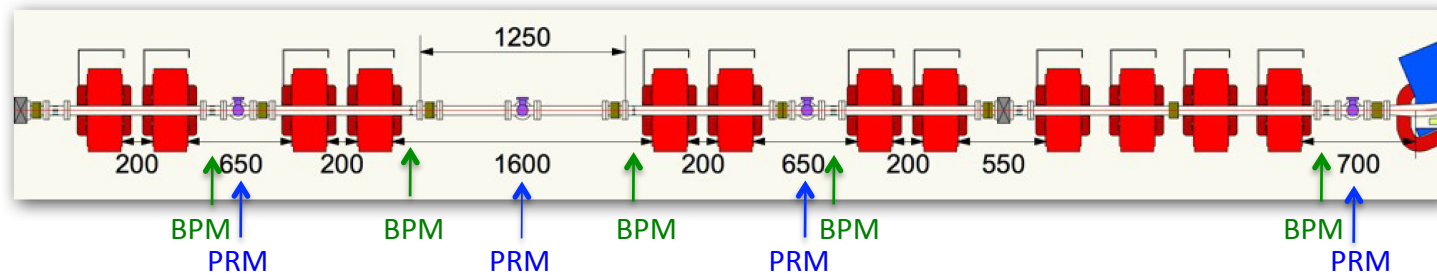
- Q1 = (L = .2 K1 = 4.996924)
- Q2 = (L = .2 K1 = -2.127496)
- Q3 = (L = .2 K1 = 2.827092)
- Q4 = (L = .2 K1 = -2.668010)
- DRIFT LQ = (L = .2)

$\beta_x = 4.508$ (m)
 $a_x = 0.000$

$\beta_{x,max} = 125.8$ [m]
 $\sigma_{x,max} = 4.25$ [mm]
 @ $\epsilon_{nx} = 10$ mm mrad

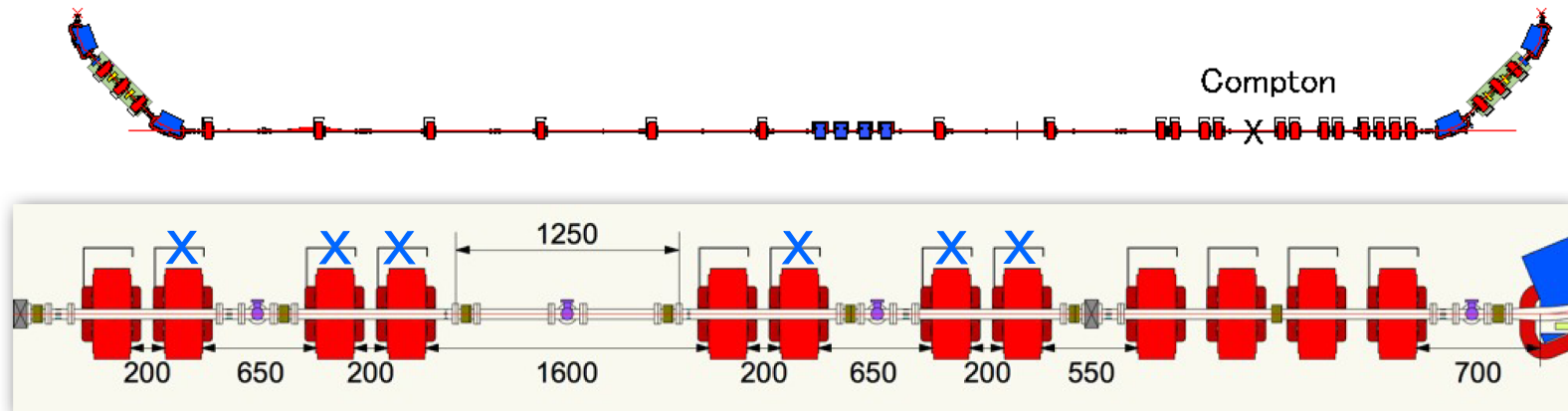
$\beta_y = 2.310$ (m)
 $a_y = 0.000$

小林氏計算

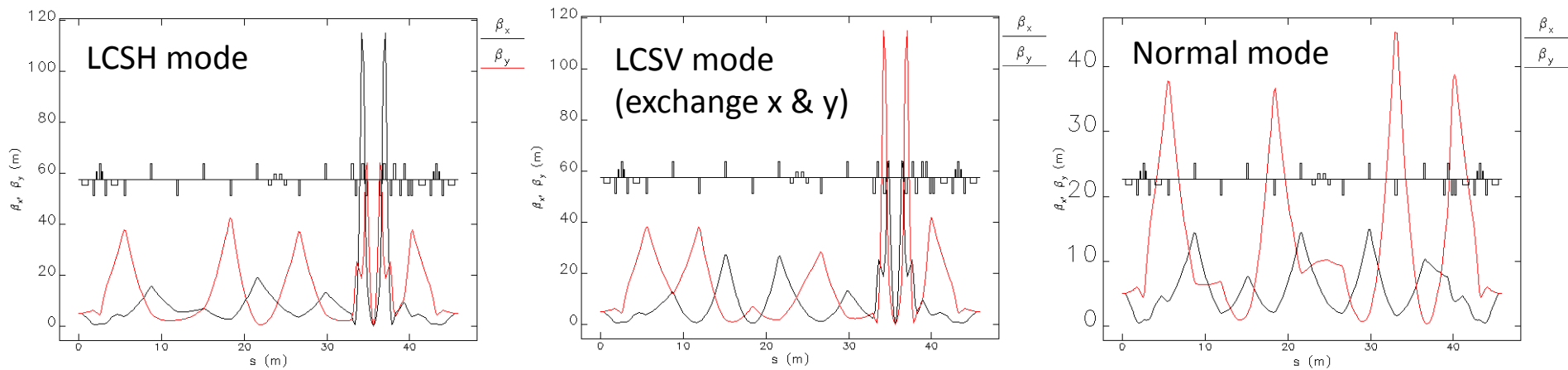


BPM: ビーム位置モニタ (ボタンorストリップ) PRM: プロファイルモニタ(スクリーンモニタ)

LCSオプティクスのマッチング



X: 通常運転モードでは使用しない。



島田氏計算

- 衝突部のxとyのoptics交換(共振器設置面の変更)をしてもマッチングはとれる。
- 衝突させない通常運転モードでもマッチングはとれる。

マッチングによるLCSオプティクスの変化

マッチング前(LCSH)

Q1 $K = 4.996924 \text{ m}^{-1}$
Q2 $K = -2.127496 \text{ m}^{-1}$
Q3 $K = 2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q4 $K = -2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q5 $K = -2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q6 $K = 2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q7 $K = -2.127496 \text{ m}^{-1}$
Q8 $K = 4.996924 \text{ m}^{-1}$



マッチング後(LCSH)

Q1 $K = 4.716280 \text{ m}^{-1}$
Q2 $K = -2.101650 \text{ m}^{-1}$
Q3 $K = 2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q4 $K = -2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q5 $K = -2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q6 $K = 2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q7 $K = -1.948310 \text{ m}^{-1}$
Q8 $K = 4.499893 \text{ m}^{-1}$

マッチング前(LCSV)

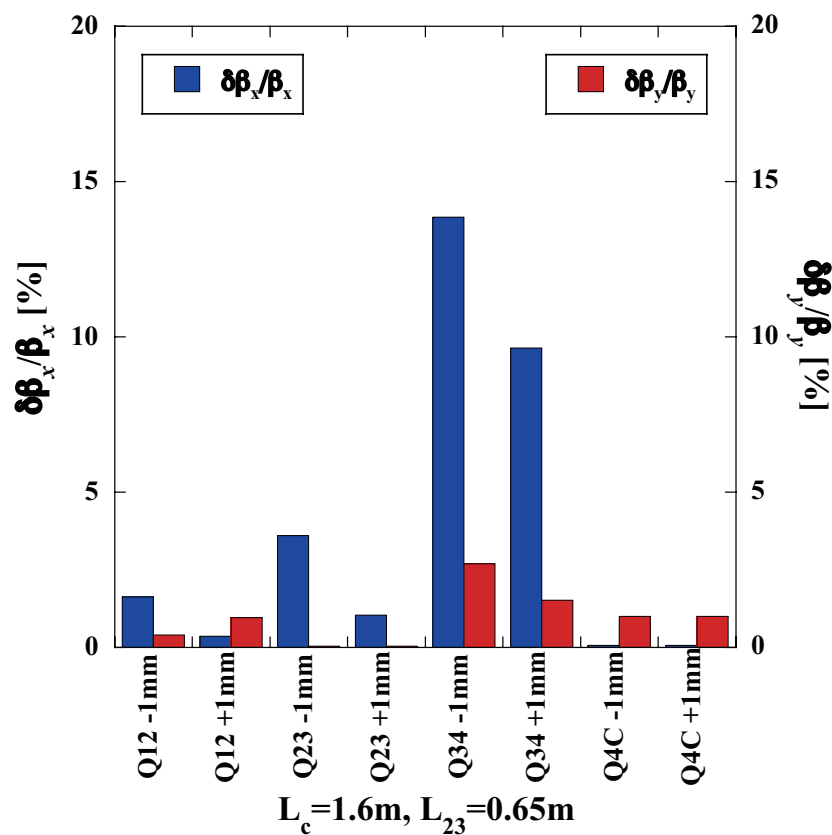
Q1 $K = -4.996924 \text{ m}^{-1}$
Q2 $K = 2.127496 \text{ m}^{-1}$
Q3 $K = -2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q4 $K = 2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q5 $K = 2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q6 $K = -2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q7 $K = 2.127496 \text{ m}^{-1}$
Q8 $K = -4.996924 \text{ m}^{-1}$



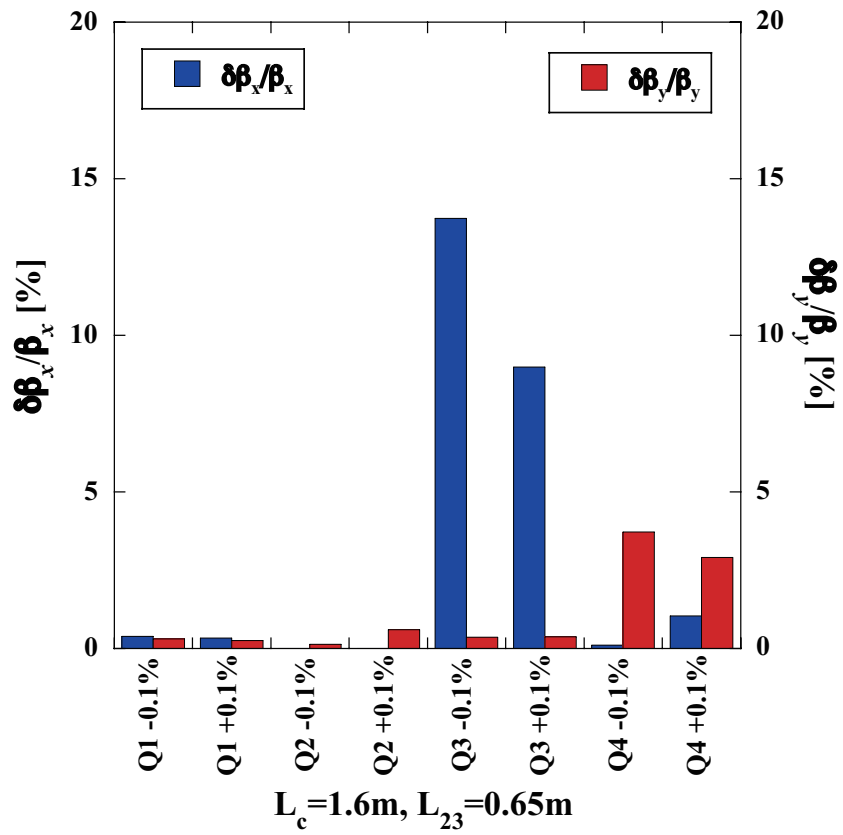
マッチング後(LCSV)

Q1 $K = -5.292155 \text{ m}^{-1}$
Q2 $K = 2.132559 \text{ m}^{-1}$
Q3 $K = 2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q4 $K = -2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q5 $K = -2.668010 \text{ m}^{-1}$
Q6 $K = 2.827092 \text{ m}^{-1}$
Q7 $K = 1.887517 \text{ m}^{-1}$
Q8 $K = -4.298611 \text{ m}^{-1}$

誤差の影響 (LCSHマッチング前)



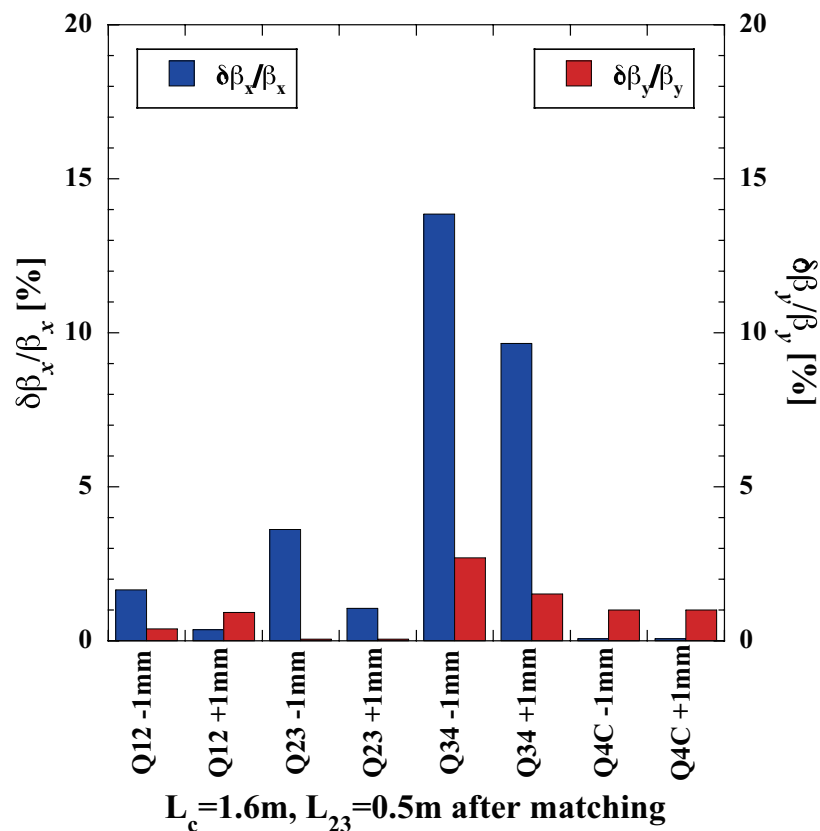
設置誤差 ($\Delta z = \pm 1\text{mm}$) の影響



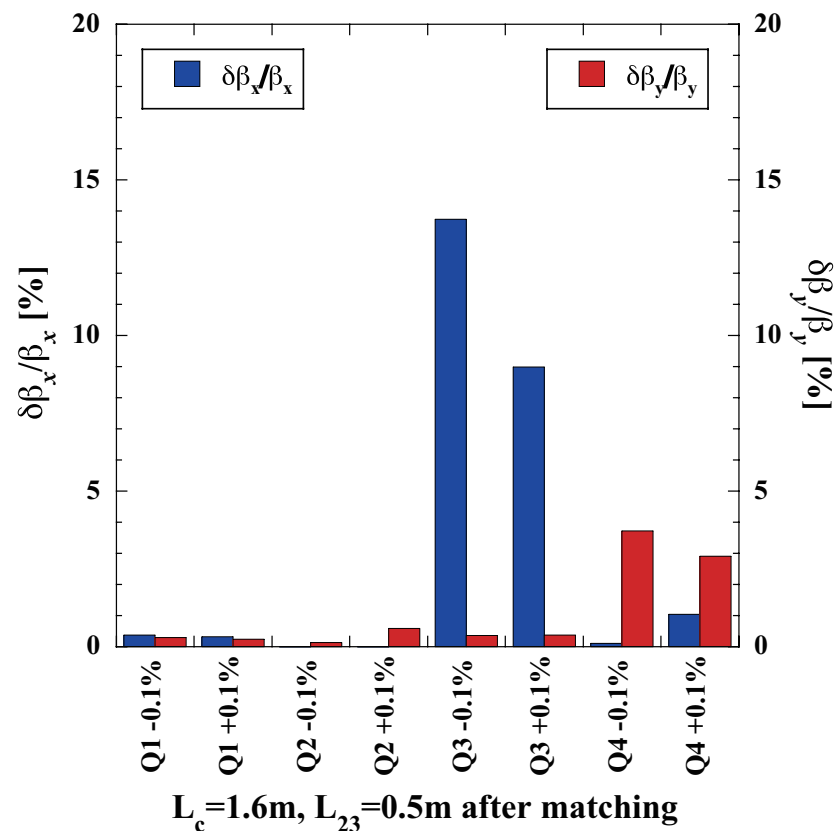
磁場誤差 ($\pm 0.1\%$) の影響

ベータatron関数で最大15%以下 (ビームサイズで約7%以下)

誤差の影響 (LCSHマッチング後)



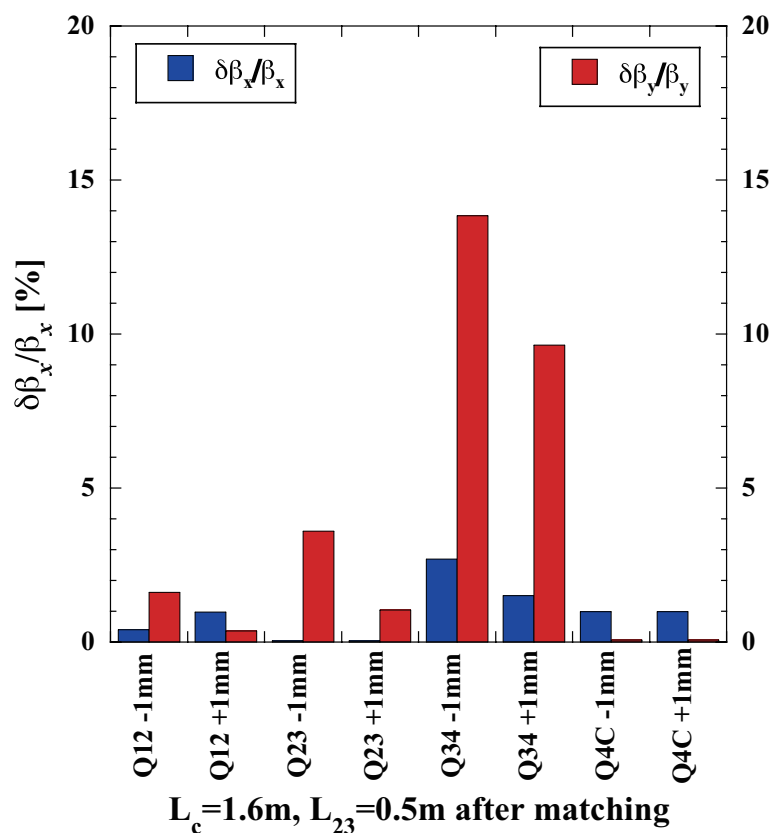
設置誤差 ($\Delta z = \pm 1\text{mm}$) の影響



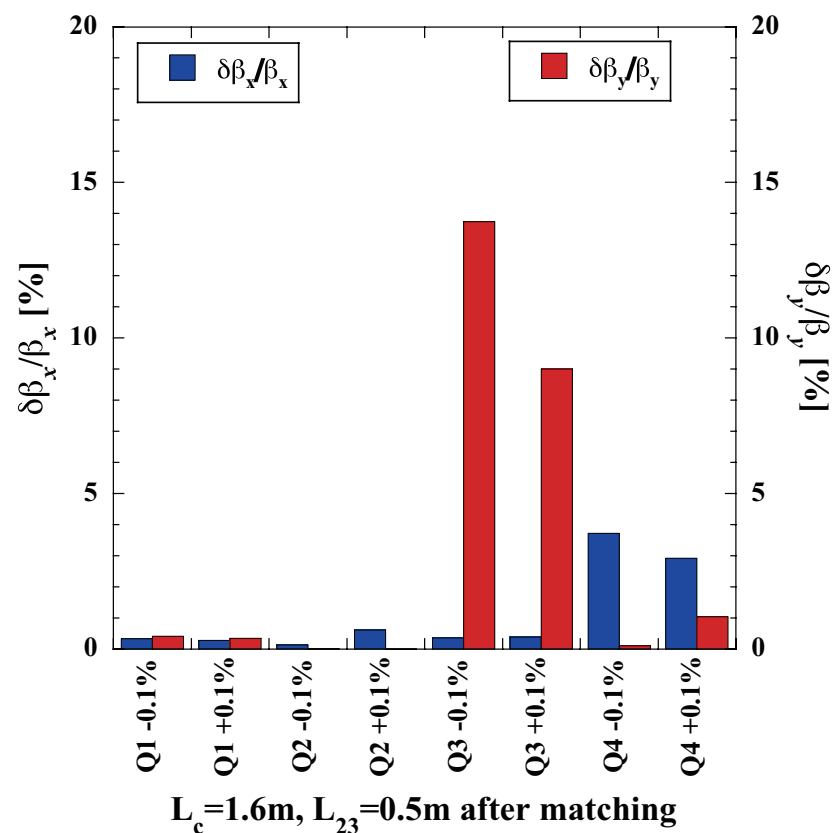
磁場誤差 ($\pm 0.1\%$) の影響

マッチングによる大きな変化はない (ビームサイズで約7%以下)。

誤差の影響 (LCSVマッチング後)



設置誤差 ($\Delta z = \pm 1\text{mm}$) の影響



磁場誤差 ($\pm 0.1\%$) の影響

ベータ関数で最大15%以下 (ビームサイズで約7%以下)

運動量変動の影響 (LCSH)

マッチング前(LCSH)

$$\beta_{x0} = 4.508 \text{ m}, \beta_{y0} = 2.310 \text{ m}$$

$$\alpha_{x0} = \alpha_{y0} = 0$$

マッチング後(LCSH)

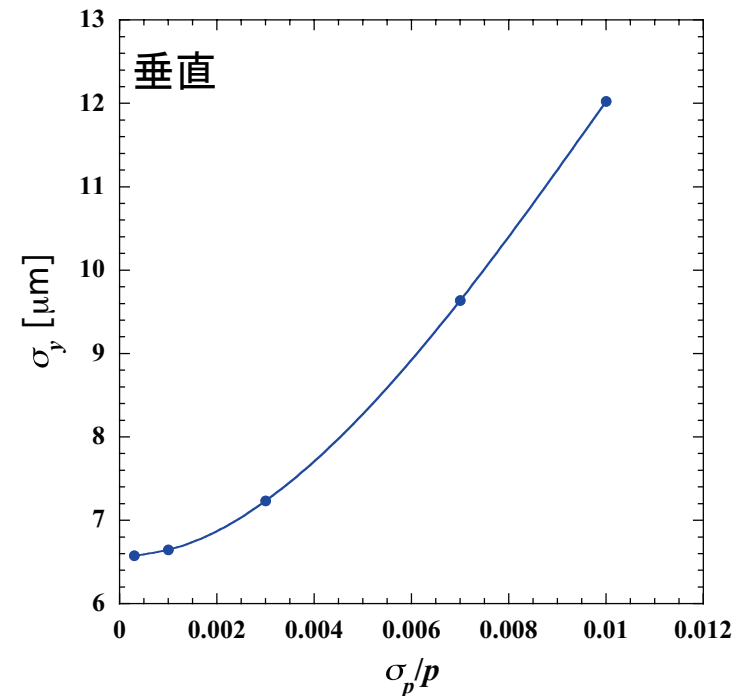
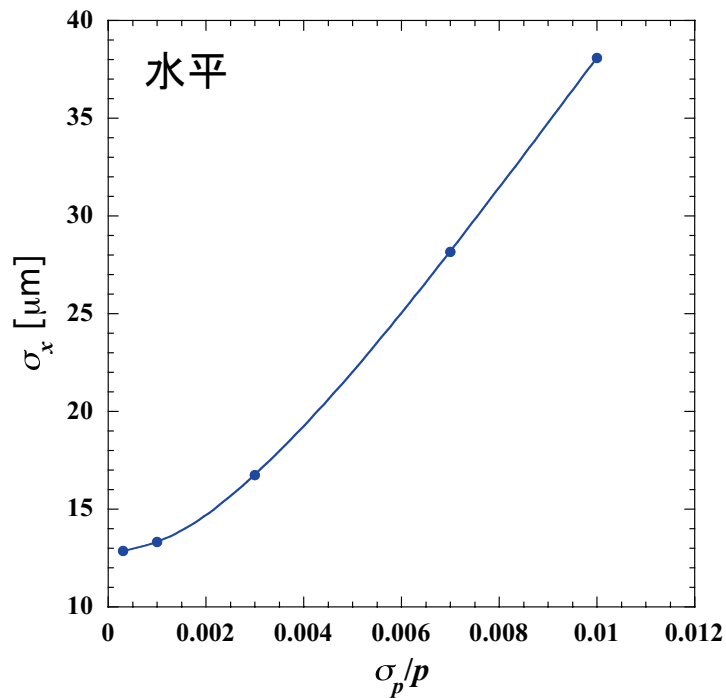
$$\beta_{x0} = 5.119 \text{ m}, \beta_{y0} = 2.221 \text{ m}$$

$$\alpha_{x0} = 0.9133, \alpha_{y0} = -0.3493$$



LCS optics直前パラメータ: $E = 35.51 \text{ MeV}$, $\varepsilon_{nx} = \varepsilon_{ny} = 0.3 \text{ mm mrad}$, $\sigma_t = 3 \text{ ps}$

LCS衝突点でのビームサイズの運動量広がり依存性(シミュレーション結果)



マッチング前後で運動量変動による影響はほとんど変化していない。

運動量変動の影響 (LCSV)

マッチング前(LCSV)

$$\beta_{x0} = 2.310 \text{ m}, \beta_{y0} = 4.508 \text{ m}$$

$$\alpha_{x0} = \alpha_{y0} = 0$$



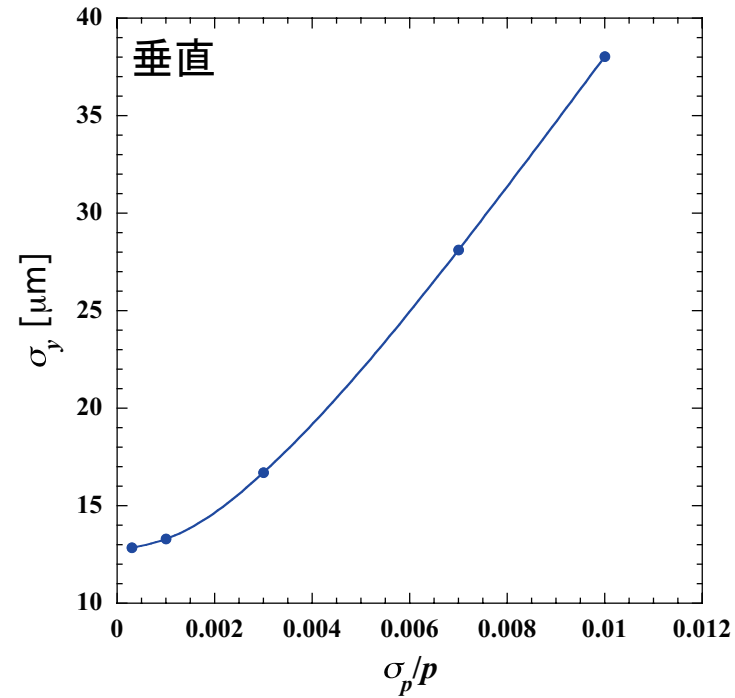
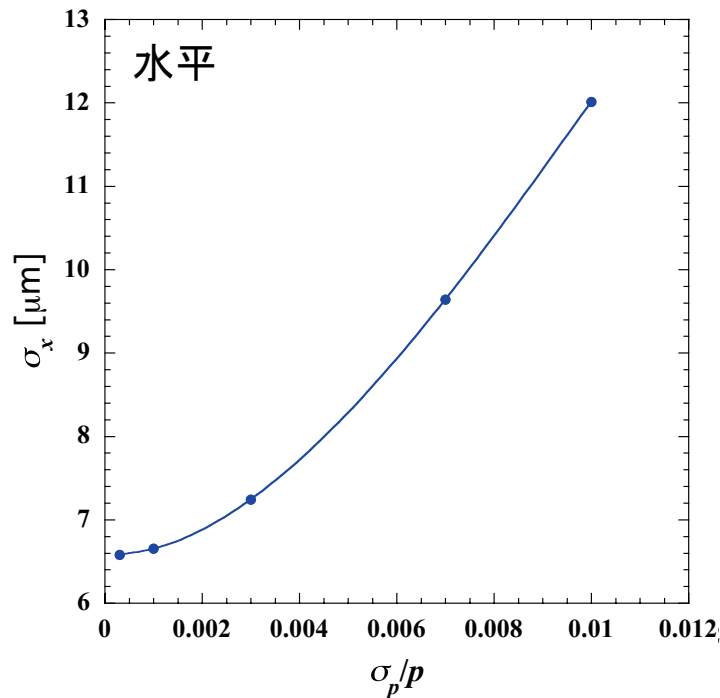
マッチング後(LCSV)

$$\beta_{x0} = 2.806 \text{ m}, \beta_{y0} = 3.950 \text{ m}$$

$$\alpha_{x0} = 0.9249, \alpha_{y0} = -0.8781$$

LCS optics直前パラメータ: $E = 35.51 \text{ MeV}$, $\varepsilon_{nx} = \varepsilon_{ny} = 0.3 \text{ mm mrad}$, $\sigma_t = 3 \text{ ps}$

LCS衝突点でのビームサイズの運動量広がり依存性 (シミュレーション結果)



マッチング前後で運動量変動による影響はほとんど変化していない。

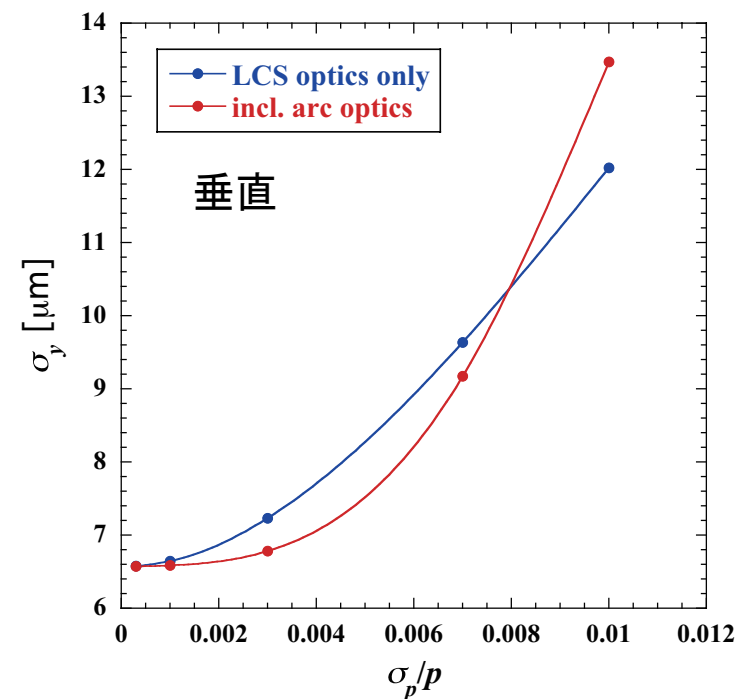
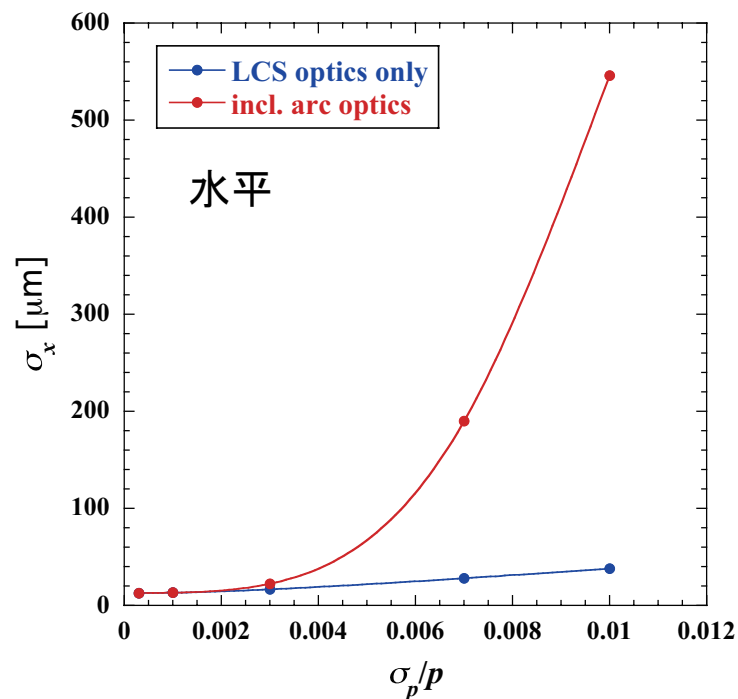
運動量変動の影響 (LCSH, アーク部含む)

主空洞直後～LCS衝突点までのオプティクスを全て含めたトラッキング

マッチング後のLCSオプティクス(LCSH)

主空洞直後パラメータ: $E = 35.51$ MeV, $\varepsilon_{nx} = \varepsilon_{ny} = 0.3$ mm mrad, $\sigma_t = 3$ ps

LCS衝突点でのビームサイズの運動量広がり依存性(トラッキング結果)



運動量変動が大きいとアーク部の高次の効果が水平で支配的になる。

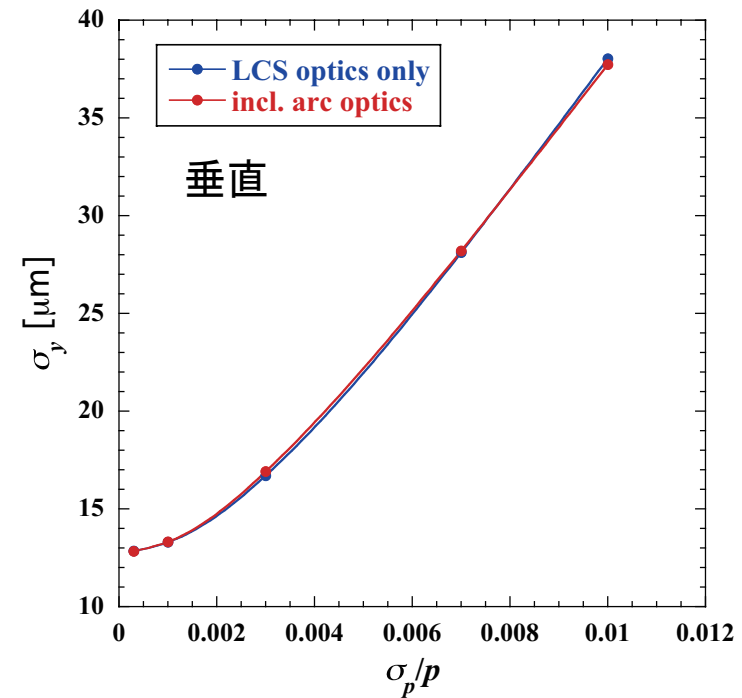
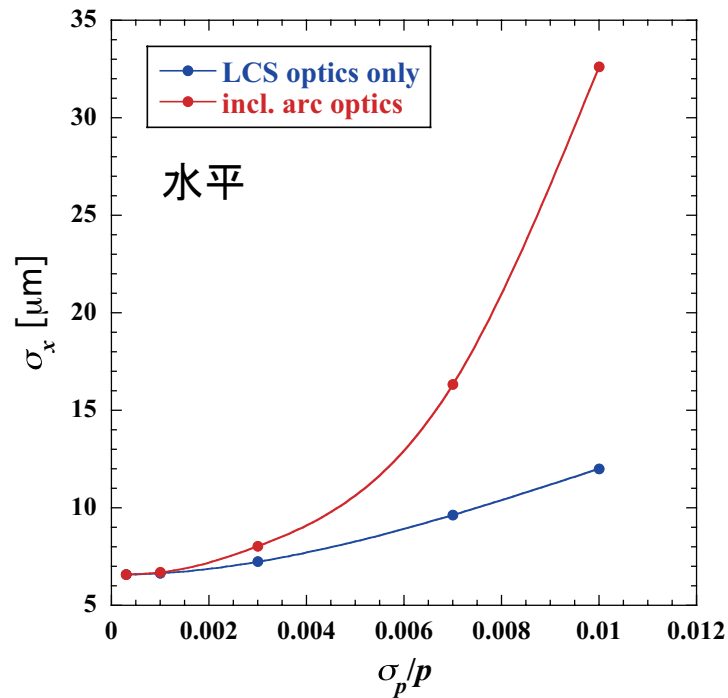
運動量変動の影響 (LCSV, アーク部含む)

主空洞直後～LCS衝突点までのオプティクスを全て含めたトラッキング

マッチング後のLCSオプティクス(LCSV)

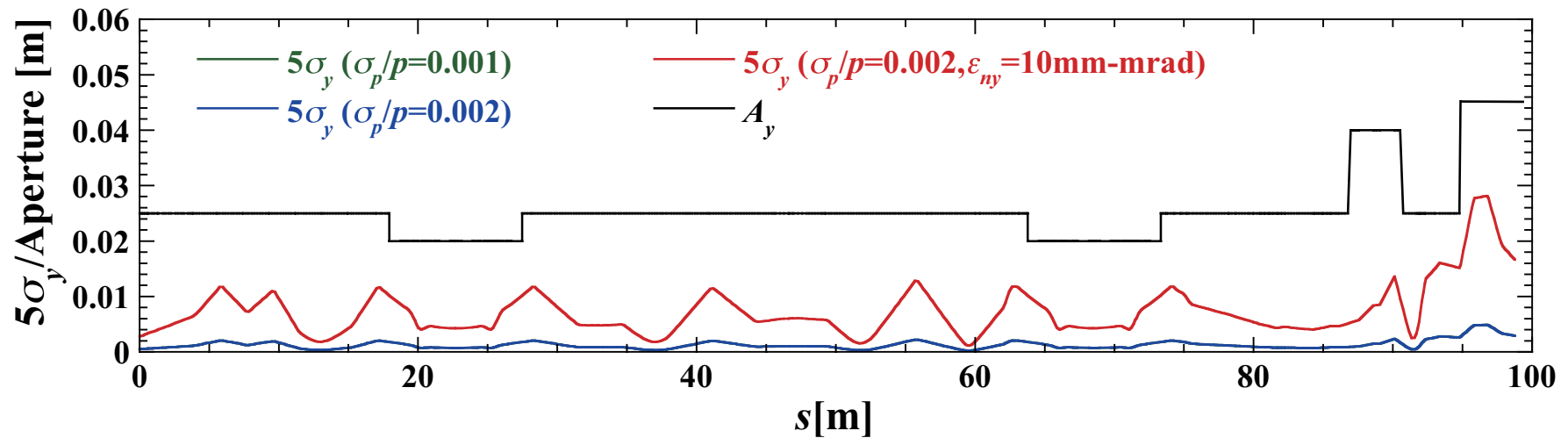
主空洞直後パラメータ: $E = 35.51$ MeV, $\varepsilon_{nx} = \varepsilon_{ny} = 0.3$ mm mrad, $\sigma_t = 3$ ps

LCS衝突点でのビームサイズの運動量広がり依存性(トラッキング結果)



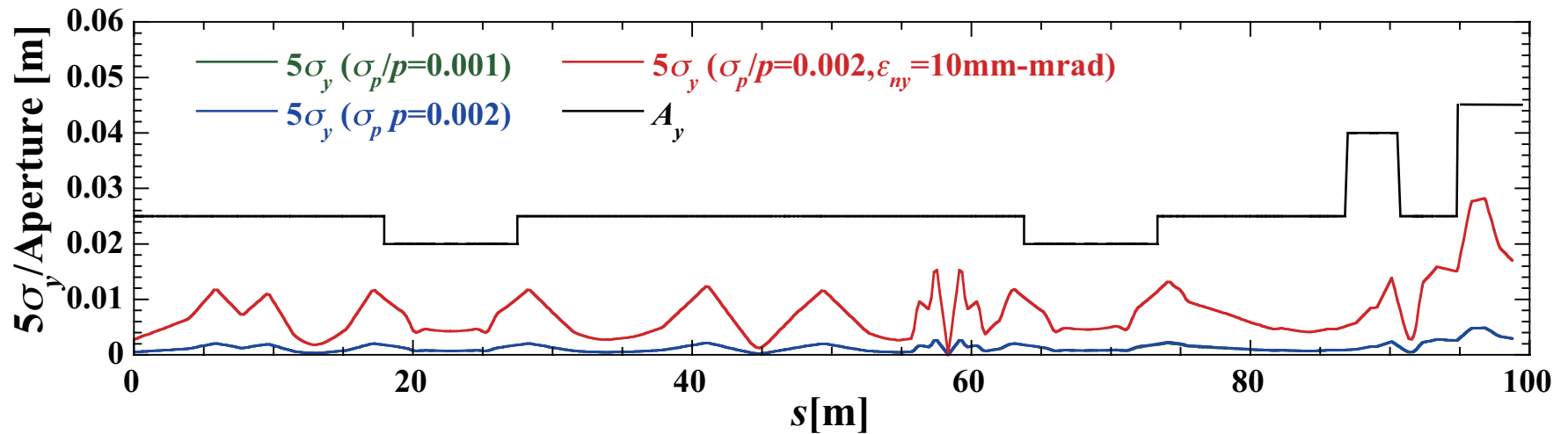
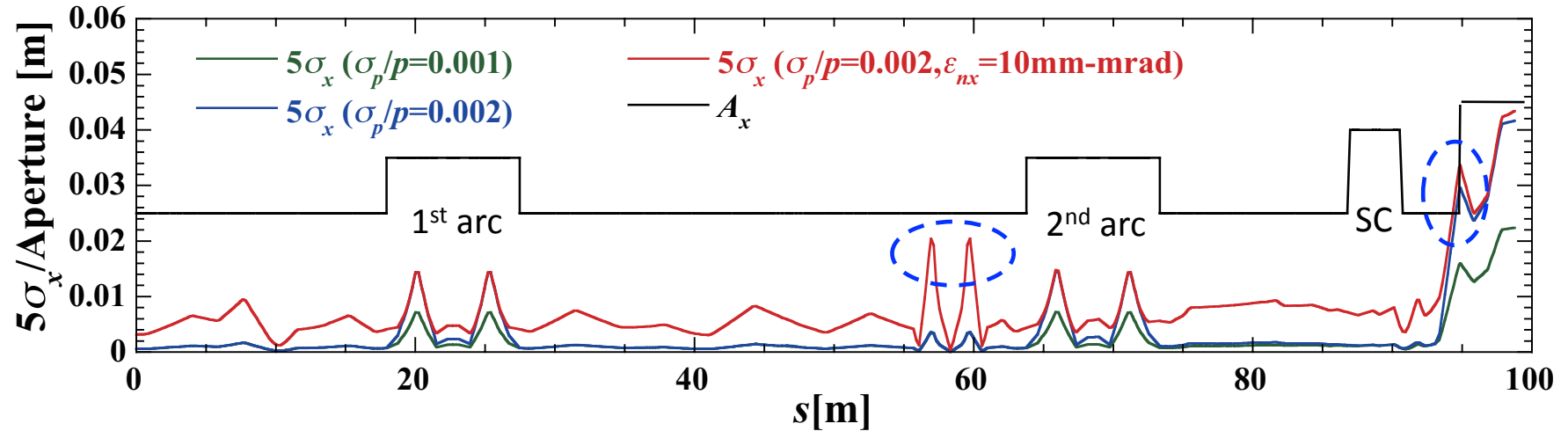
運動量変動が大きいとアーク部の高次の効果が水平で支配的になる。

アパーチャ vs. ビームサイズ (Normal)



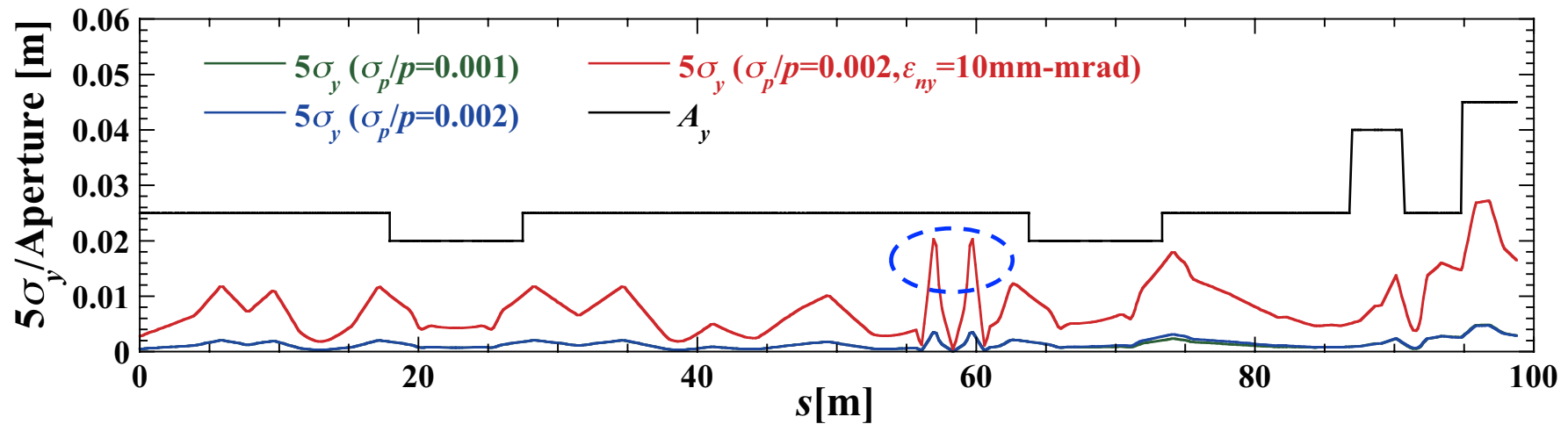
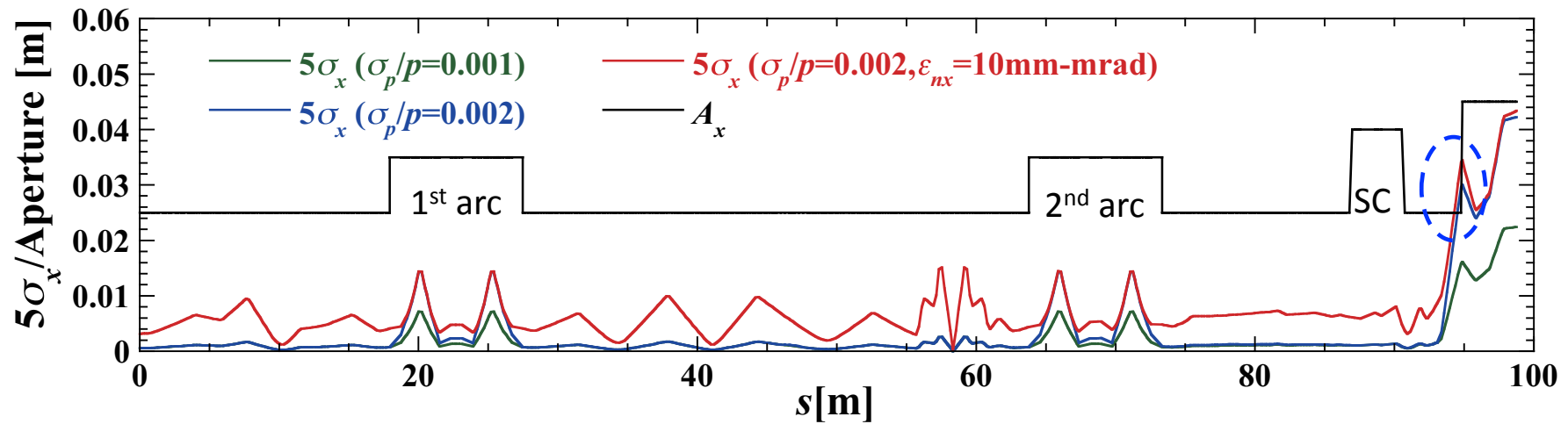
ダンプレインのビームロスの観点から運動量変動は1%以下であることが要求される。

アパーチャ vs. ビームサイズ (LCSH)



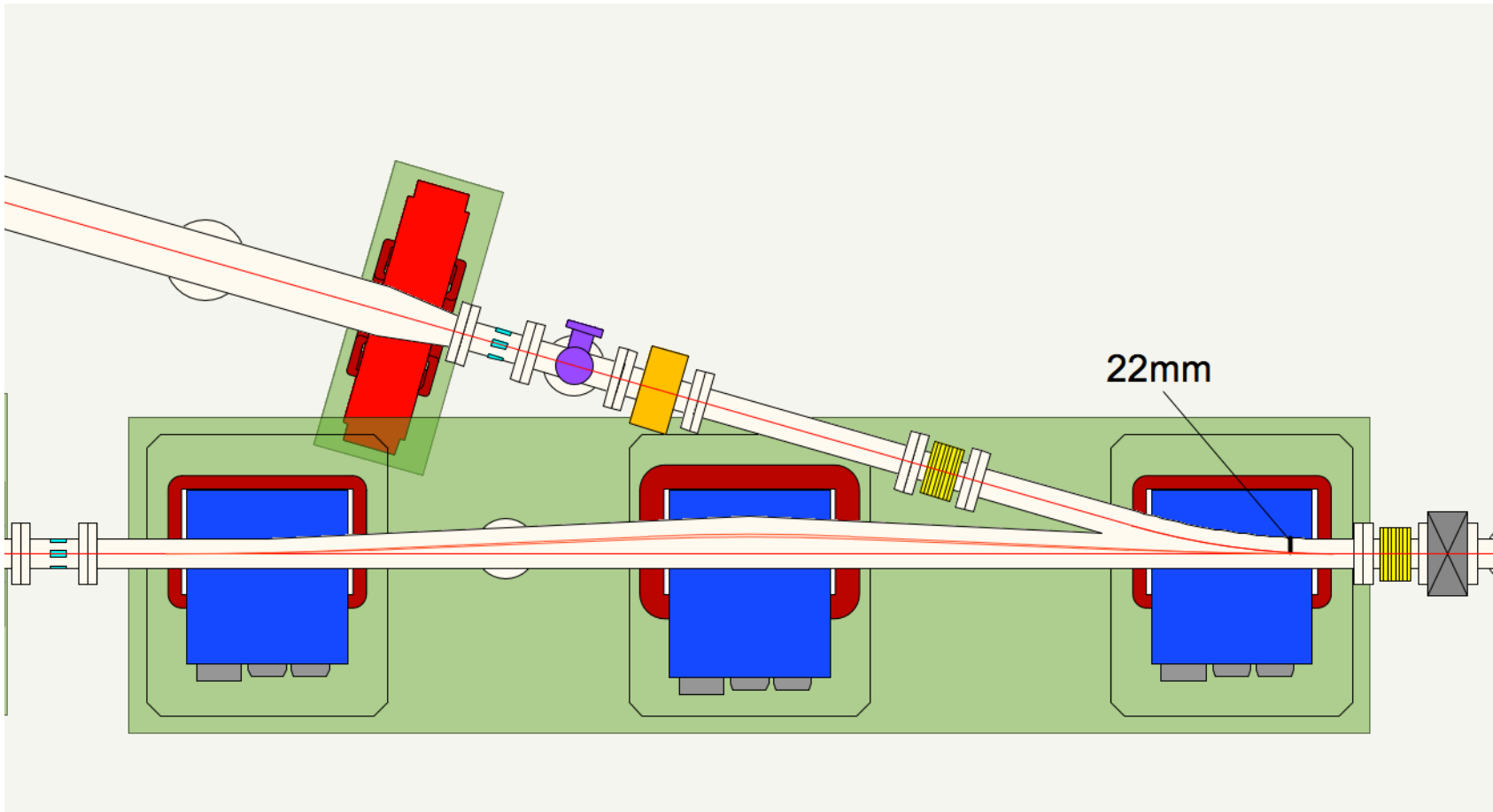
LCSモードでは、さらに規格化エミッタンスが10mm-mrad以下が望ましい。

アパーチャ vs. ビームサイズ (LCSV)



LCSモードでは、さらに規格化エミッタンスが10mm-mrad以下が望ましい。

取出し・ダンプライン



取出しシケインの分岐部のアパーチャを広くすることを要望している。

まとめ

- レーザーコンプトン散乱(LCS)X線発生用オプティクスについてマッチングによる四極電磁石の変化の影響を調べた。
- 設置誤差・磁場誤差及び運動量変動のLCSオプティクスへの影響について調べた結果、特に大きな変化がないことがわかった。
- ただし、運動量変動が大きいとLCSオプティクス自身よりも第1アーク部の高次の効果が衝突点でのビームサイズを支配する。LCSHよりもLCSVの方がその影響は小さい。
- LCS衝突点でのビームサイズの広がり及びダンプラインでのビームロスの観点から、運動量変動は 1×10^{-3} 以下、規格化エミッタンスはおよそ10mm-mrad以下であることが望まれる。