

# Elegantによる軌道計算

東京大学大学院  
理学系研究科 物理学専攻 修士2年

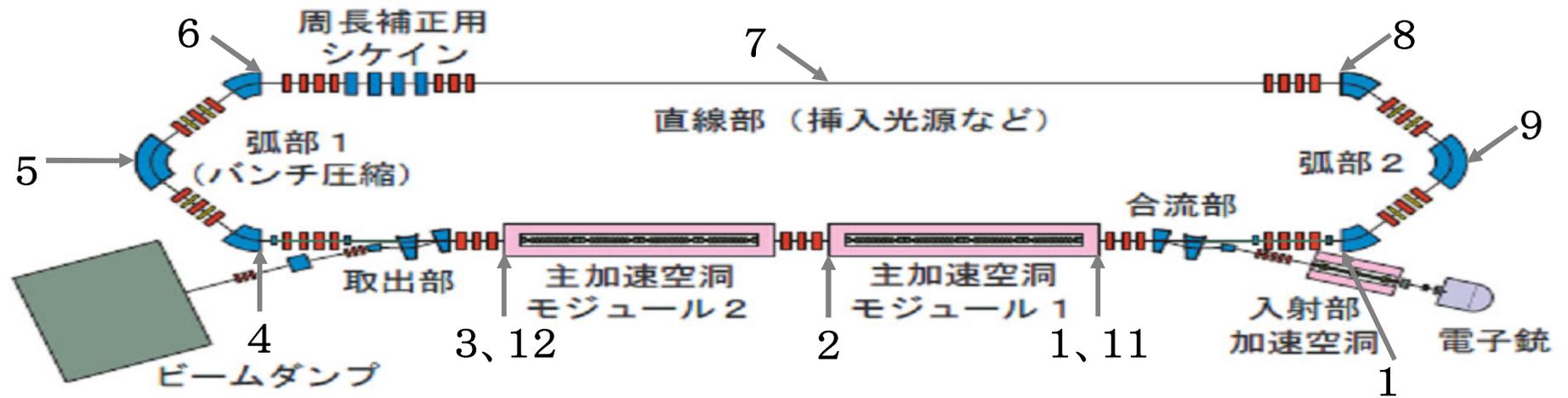
白神剛志

7月9日

## 実施項目

1. 前回の問題点の回答
2. ダンプまでのオプティクス最適化
3. 減速空洞入る直前のバンチ形状の最適化
4. データのまとめ
5. 問題点

# 初期設定事項その1



初期バンチ長=1ps

規格エミッタンス、 $en_x, en_y = 1$  [mm/mrad]

電荷=77pC

加速周波数=1.3GHz

$77\text{pC} \times 1.3\text{GHz} = 100\text{mA}$

エネルギー：初期=5MeV、加速後=165MeV

## 初期設定事項その2

加速空洞のオフクレスト角度  $\phi=15$

前半アーク部R56=0.141906341

後半アーク部R56=-0.141906341

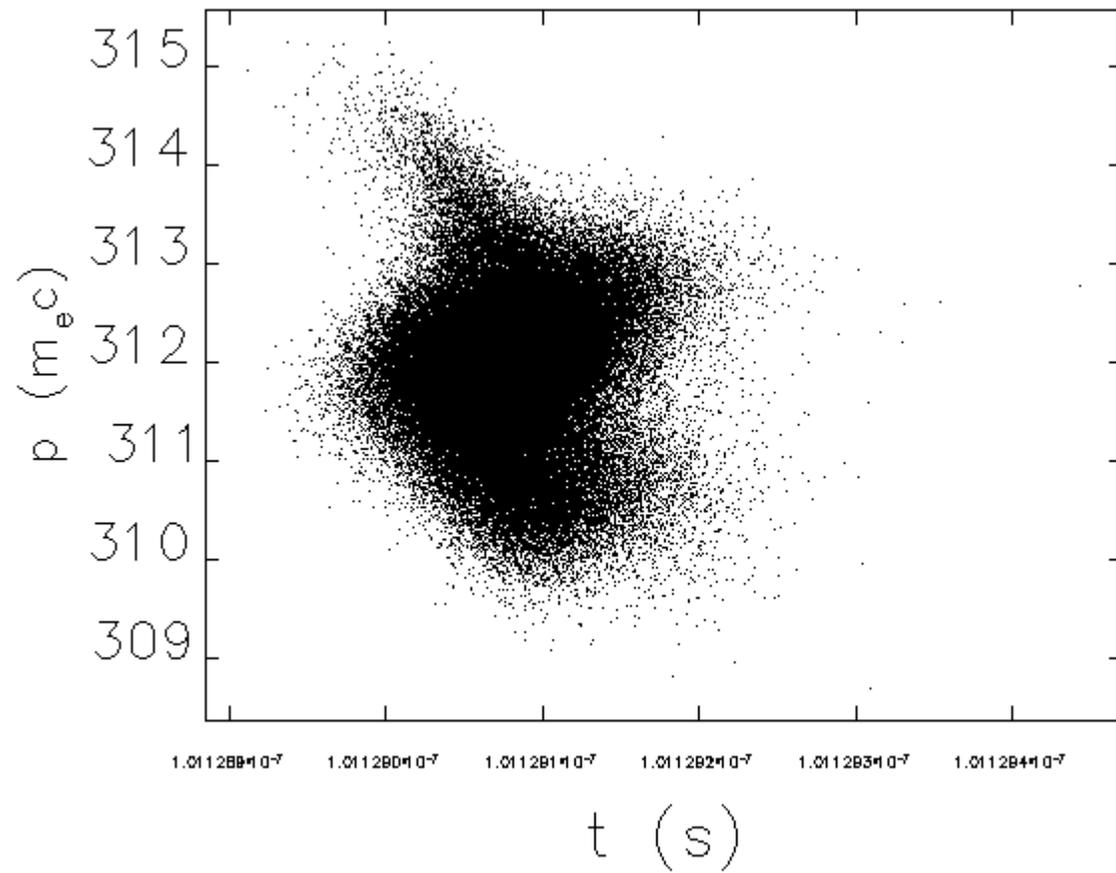
CSR込み、加速空洞のフォーカス、エッジあり

粒子のグラフデータは $5\sigma$ まで表示

- オプティクス最適化後のバンチ圧縮

- 前半アークを出た直後のバンチ

- **40.9fs** まで圧縮された。



watch-point phase space--input: SAD.ele lattice: SAD.lte

# 1. 前回の問題点

## 1. 加速空洞後のバンチ長の広がりの原因

→1つ目の加速空洞を通過時に出来るエネルギー勾配による各粒子の速度の差がバンチ長の広がりとなっている。

## 2. 直線部によるバンチ長の広がり

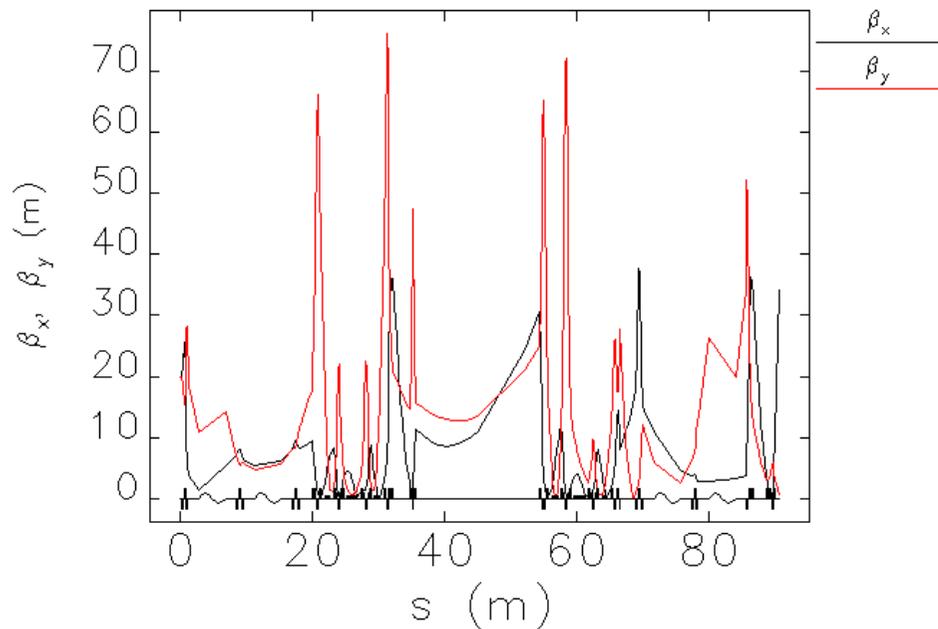
→直線部の四極を通る時、中心軌道を通る粒子と、ずれてる粒子による軌道差によりバンチが広がる。この効果はどのラティスにもあるものだが、バンチ長が極端に短いため、その影響が顕著に出てきている。

## 3. の大きい場所でのビームサイズはどうか

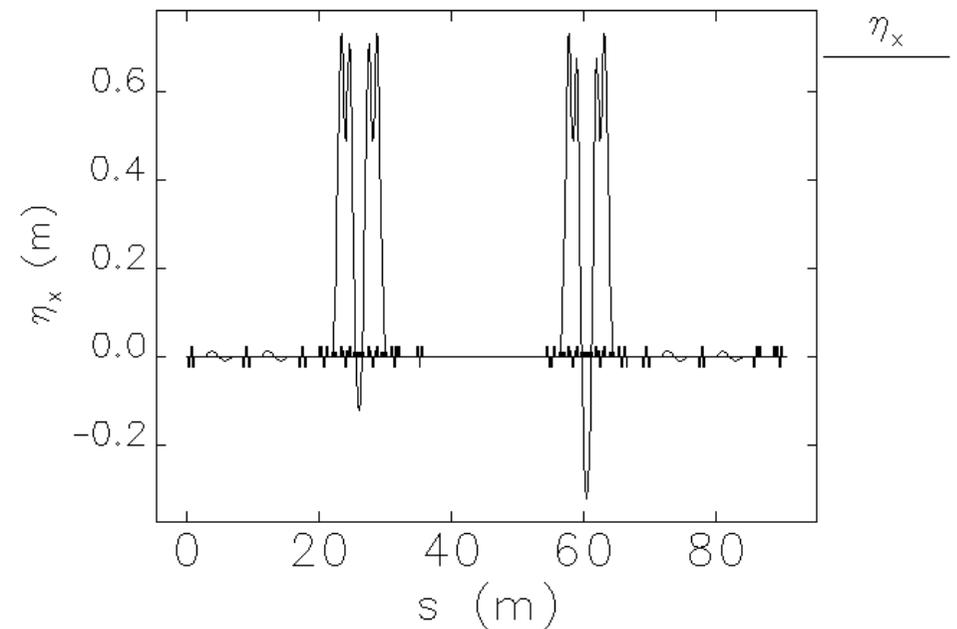
→エミッタンスからのビームサイズに比べたら  $\eta$  の寄与が大きくなるのは確かだが、アーク部で  $\eta$  の大きい場所でのビームサイズは水平方向の  $\sigma_x$  が  $1.8e-3[m]$  程度であり問題があるほど大きいわけではない。

## 2. ダンプまでのオプティクス最適化

- ・ ダンプされるまでの $\beta$ 関数や $\eta$ 関数



Twiss parameters--input: SAD.ele lattice: SAD.lte



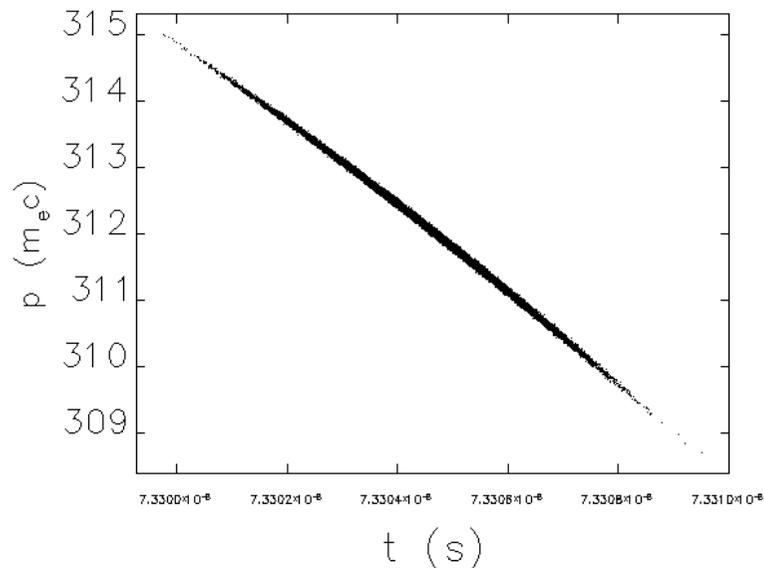
Twiss parameters--input: SAD.ele lattice: SAD.lte

・バンチ長、エミッタンスの流れ

場所	バンチ長	水平方向規格化 エミッタンス
初期	1ps	1[mm/mrad]
加速後直後	1.12ps	1.01[mm/mrad]
前半アーク出口	40.9fs	2.43[mm/mrad]
直線部の真ん中	56.9fs	2.40[mm/mrad]
後半アーク入り口	95.8fs	2.32[mm/mrad]
後半アーク出口	1.27ps	5.79[mm/mrad]

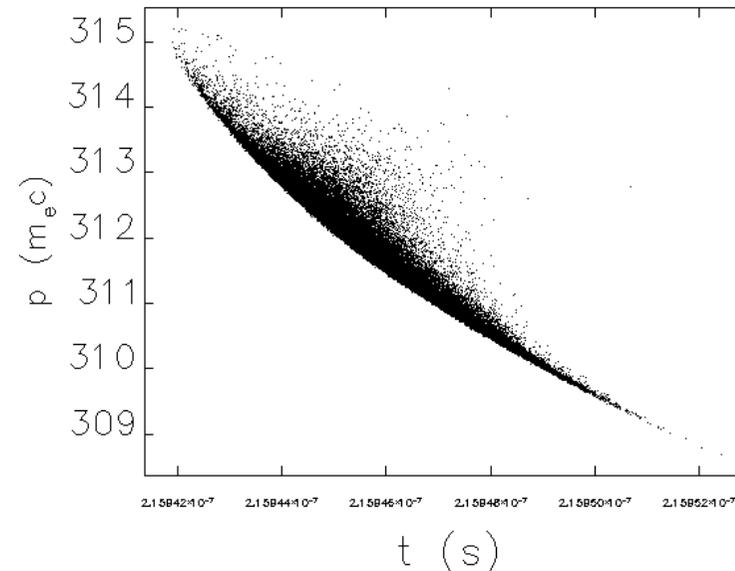
### 3. 減速のためのバンチ長と形の設定

前半アーク部入る直前のバンチ  
バンチ長=1.12ps



watch-point phase space--input: SAD.ele lattice: SAD.lite

後半アーク部出た直後のバンチ  
バンチ長=1.27ps



watch-point phase space--input: SAD.ele lattice: SAD.lite

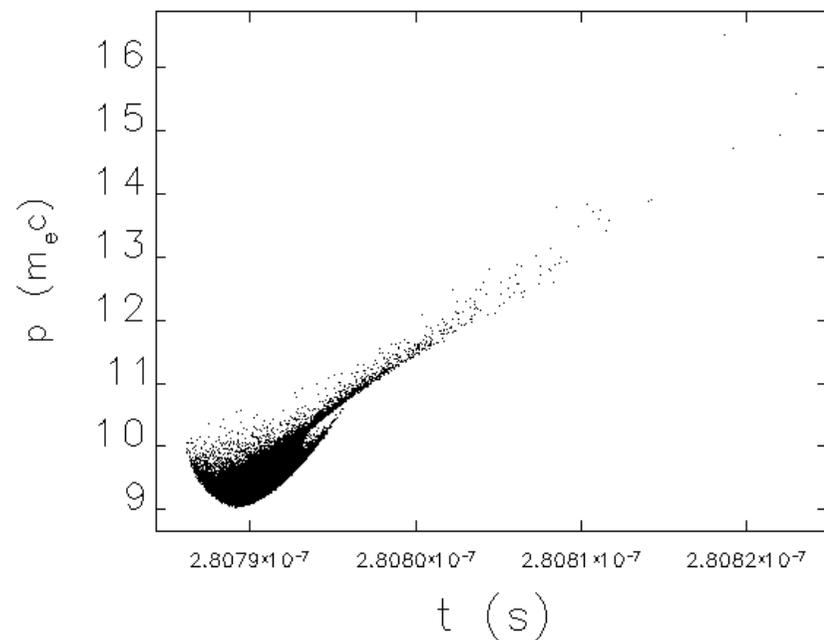
アーク前半で $R56=0.142$ 、後半アークで $R56=-0.142$ なので

本来なら戻った形になるが、CSR効果のため、バンチ前方部分がエネルギー高くなり、またバンチ長が広がっている。

今回は六極の設定を行い、加速空洞直後に似た形状になるように設定した。

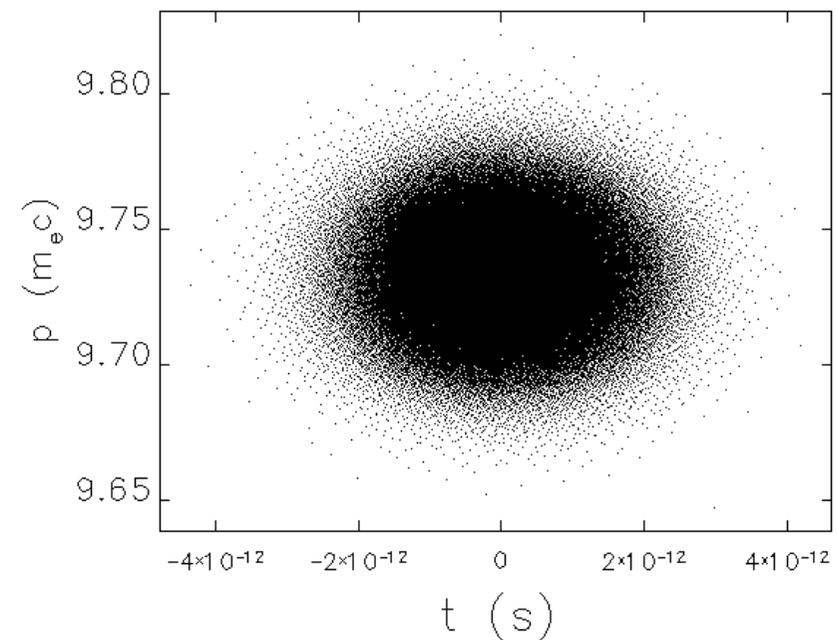
## 4. データのまとめ

・減速後ダンプまでのオプティクス最適化後の減速直後バンチ形状



watch-point phase space--input: SAD.ele lattice: SAD.lite

・初期バンチ

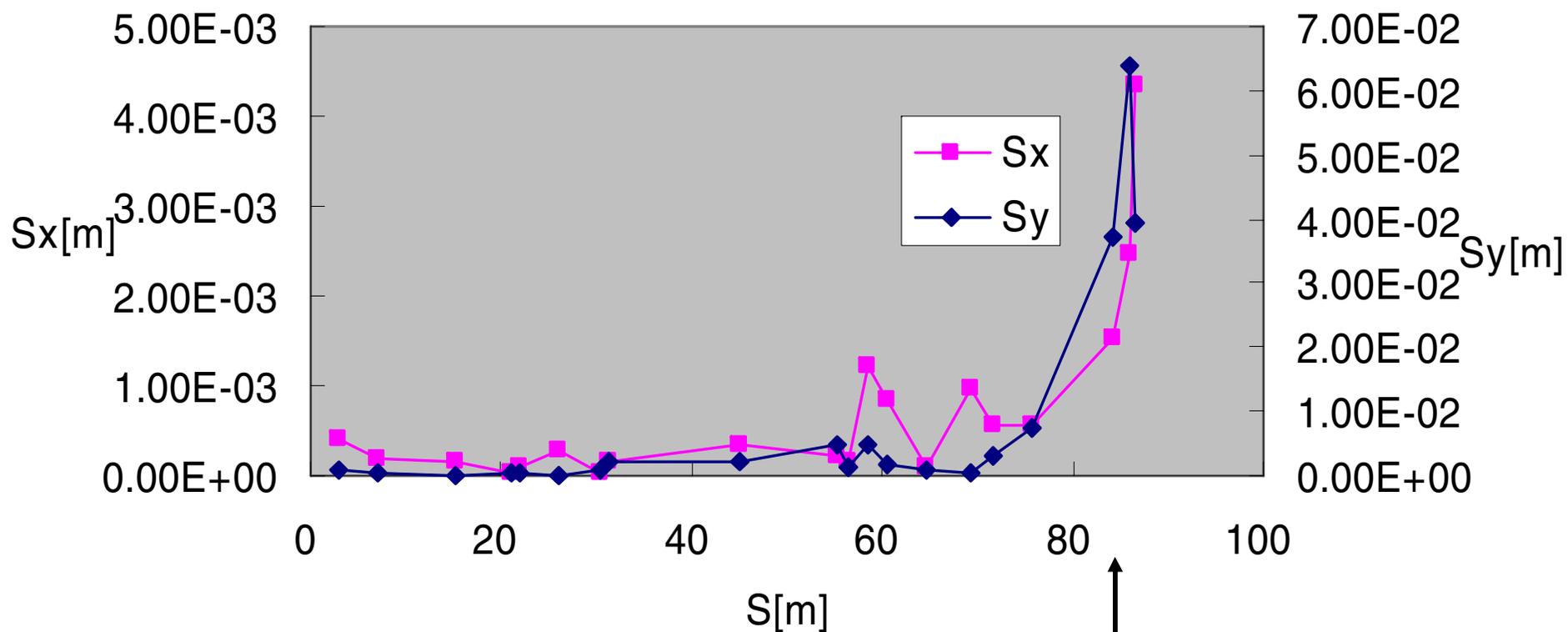


bunched-beam phase space--input: SAD.ele lattice: SAD.lite

完全ではないが、エネルギー回収された形になっている。

CSR効果を完全に消さないで完全に戻った形にはならない。テールが少し現れ、エネルギー Spredd が約**15**倍になっている。

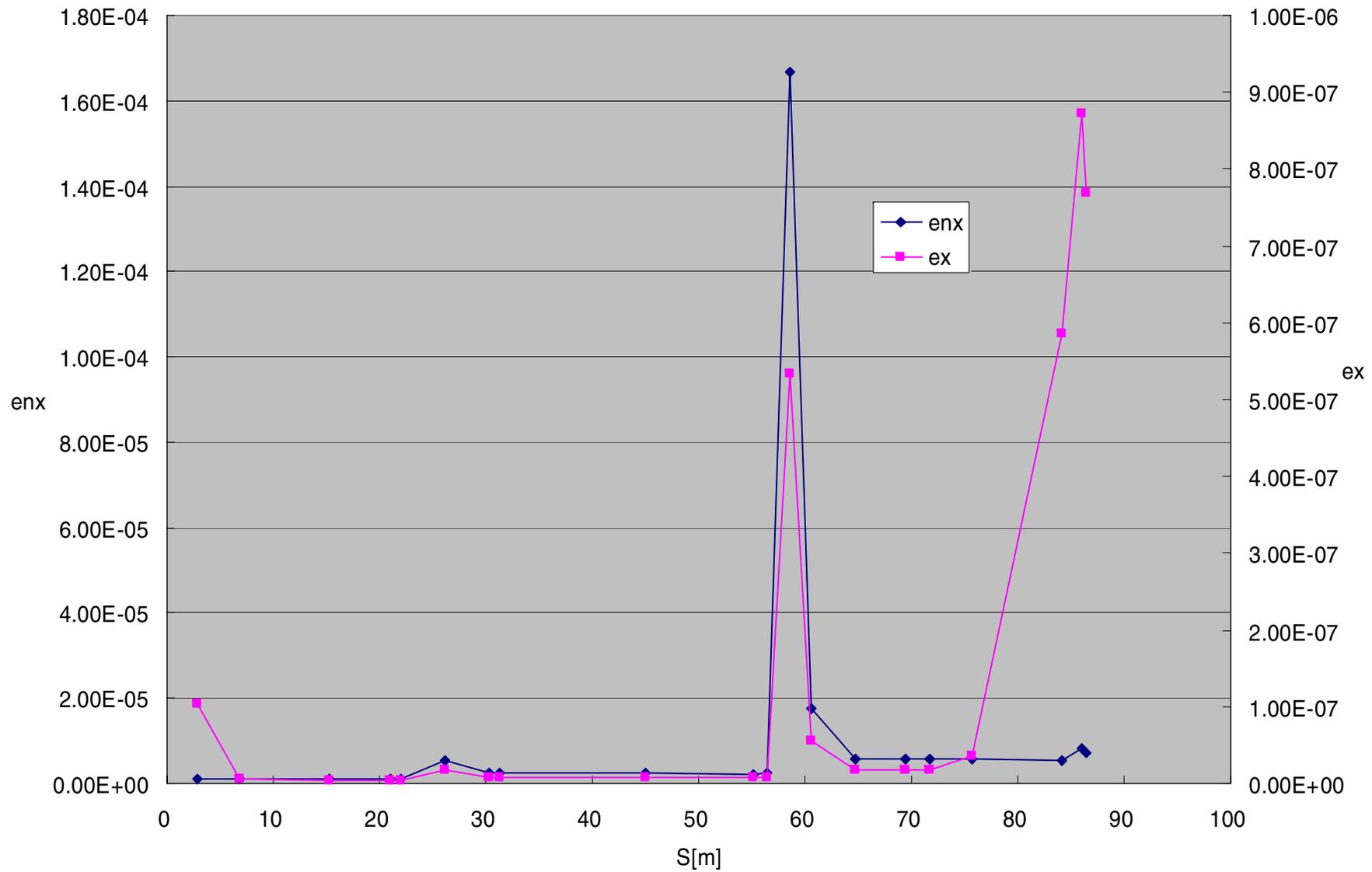
• 要所要所のビームサイズ

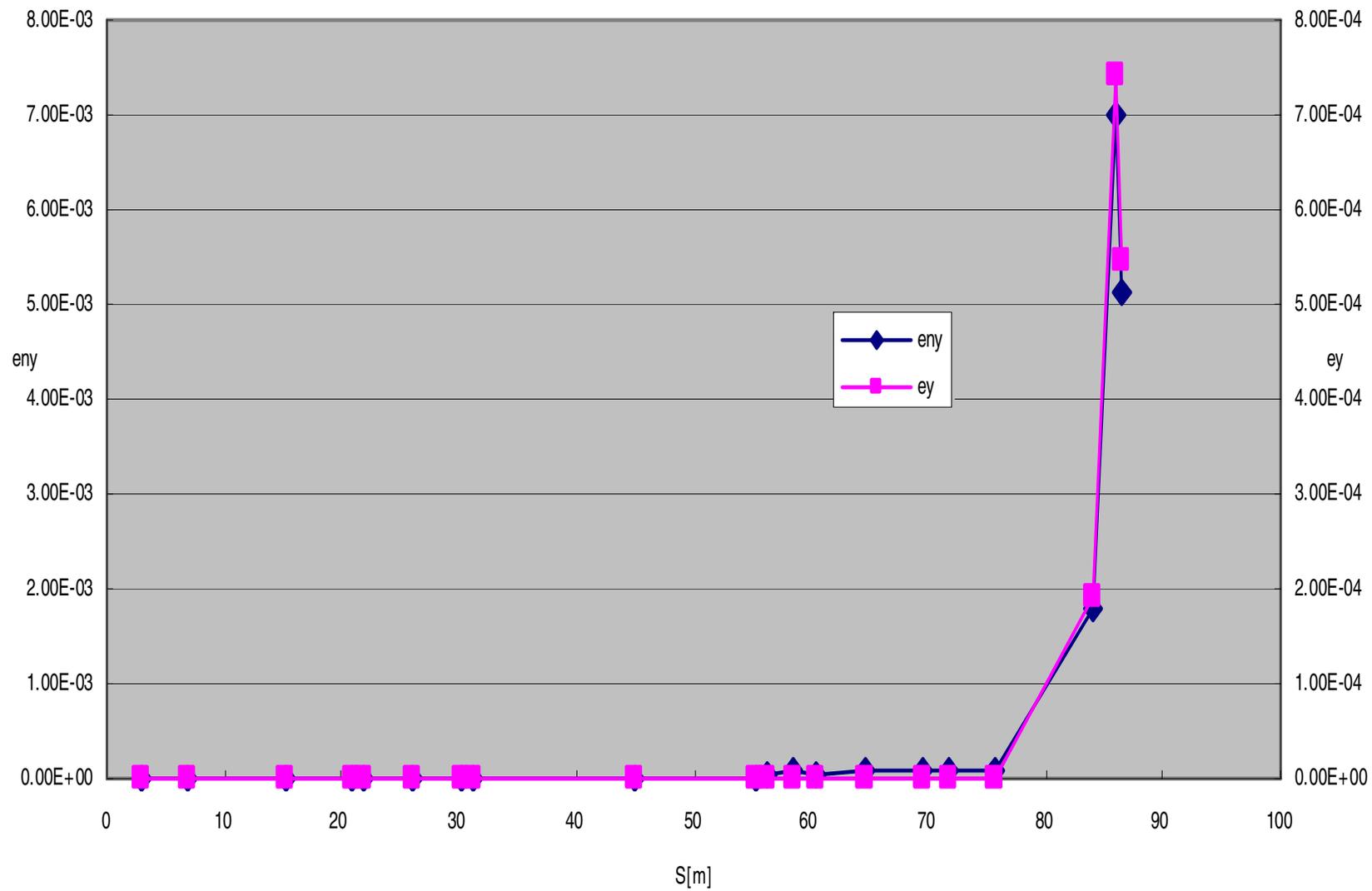


↑  
1度目の減速空洞通過直後

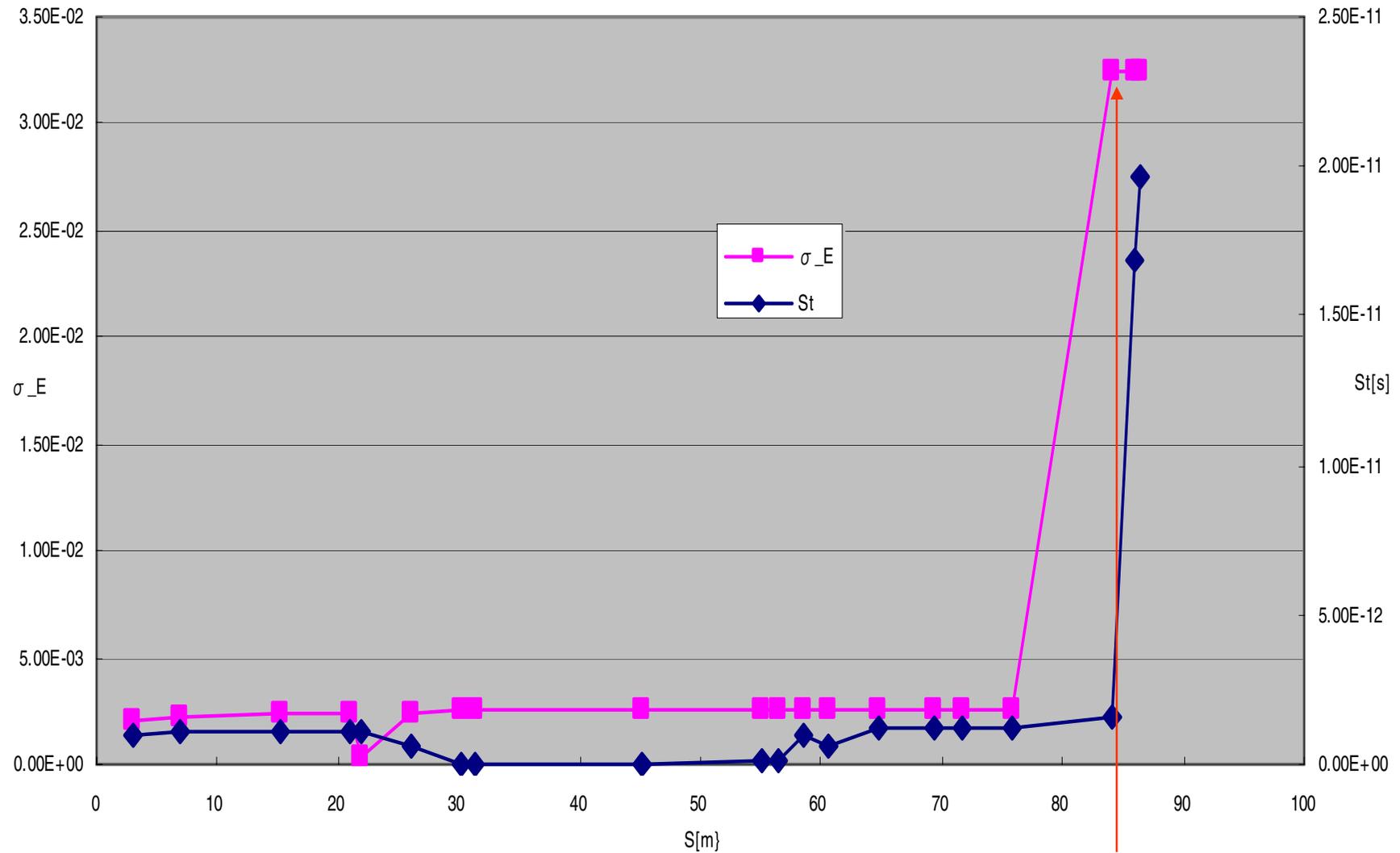
↑  
2度目の減速空洞通過直後

• 要所要所の水平エミッタンス





・ 要所要所のバンチ長とエネルギー спреッド



2度目の減速空洞通過直後

## 4. 問題点

◆ビームサイズ、特に垂直方向のサイズが非常に大きい。**eny**が減速空洞入る所から値が悪くなっている。

◆水平方向のエミッタンスで一部急激に増加している部分がある。

→後半部の最初のアークであるため、バンチ長が非常に小さい状態でベンドに入るため、**CSR**によるエミッタンス増加の影響が大きいのではないか。

◆2個目の減速空洞通過後からバンチ長の値が悪くなっている。

→粒子の垂直方向の位相空間において、**yp**の が**0.06rad**を持っているため、軌道差が大きく、それがバンチ長の差にそのまま繋がっている。**yp**の  $\sigma$ が**0.06rad**、理想軌道の移動距離**1.7m**として計算すると約**1e-11**だけのバンチ長増加に繋がる。

→**eny**の最適化が出来ればこの問題は解決する。

- まとめ

- $\eta$  の大きい場所でのビームサイズはそこまで大きくない。
- 減速空洞前後のラインでビームサイズ、すなわちエミッタンスの最適化が必要。

- 今後の予定

- エミッタンスの最適化が出来たら、エネルギーや電荷量を変えてシミュレーションを行う。