

S2E simulationに向けた 2loopのOpticsの設計の進捗状況

ビームダイナミクスWG
2011年8月9日(火) 14:00 ~

加速器第7研究系
島田 美帆

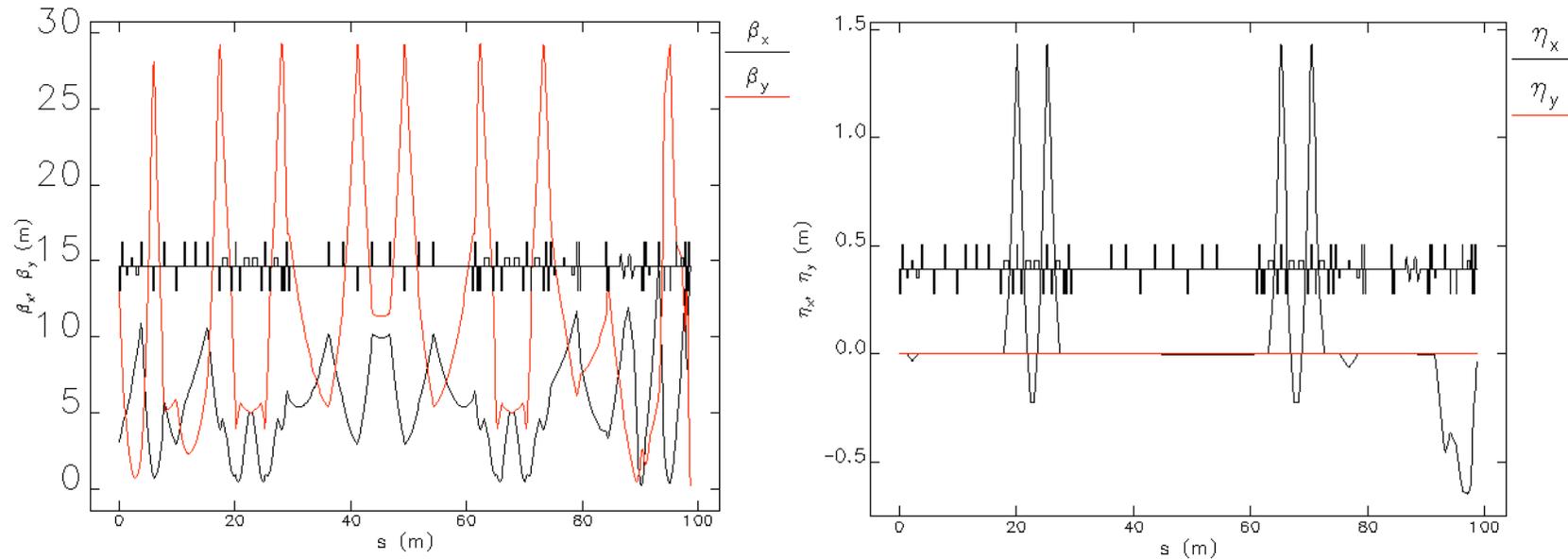
内容

内容が煩雑になってしまったため、結果も含む

1. 35MeV 1loopの設計の延長で125 MeV 1loopおよび245MeV 2loopの設計を行った。
 - アークのopticsを最初に最適化して、直線部を合せる方法。
 - 125 MeV 1 loopのOpticsは簡単に計算できた。
 - 2 loopの設計は失敗した。
 2. 昨年度の加速器学会と同じ手法で2 loopの計算を行った。
 - ダミーアークを使って直線部を最適化を最初に行う。アークはその後に計算。
 - 一部自動的に計算
 - 当時は5MeV用のQが125・245MeVの電子に与える影響を無視していたが、今回は取り入れた。
 - 取り出し直前の β 関数最適化の試み
 3. S2E simulationへ向けて
 - 合流部出口から加速空洞までの4つの5 MeVのQのK値を周回部で決める。
 - 点Aで最適化。
- 追記: 減速後のCSR wakeの影響

現在の35MeV 1LoopのOptics

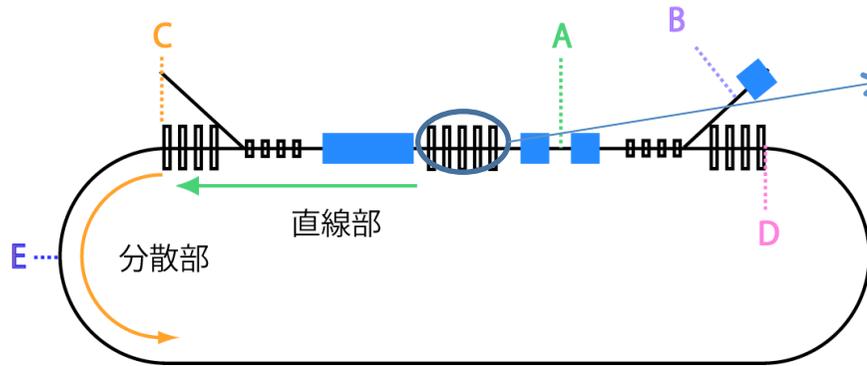
2011年7月7日 ビームダイナミクスWGと同じ結果



- ダンプラインのQの数は4 + 4の昔のタイプ。
- 全体的に β 関数を30m以下に抑えた。
- ダンプラインのビームサイズの最大値がおよそ3.4mm。

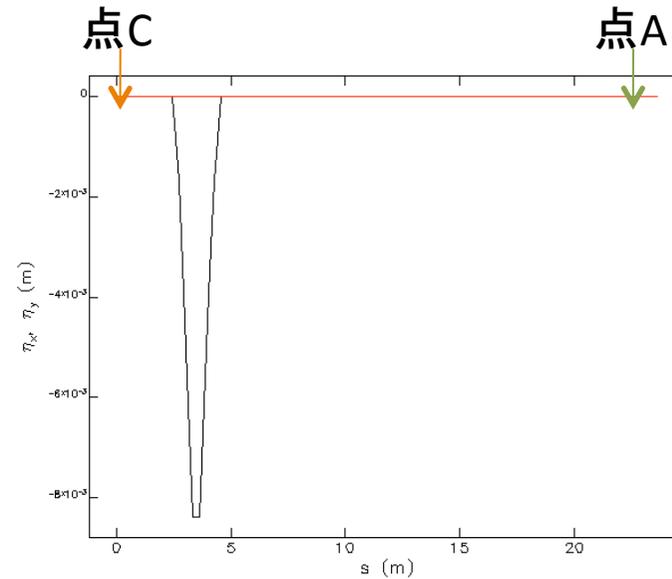
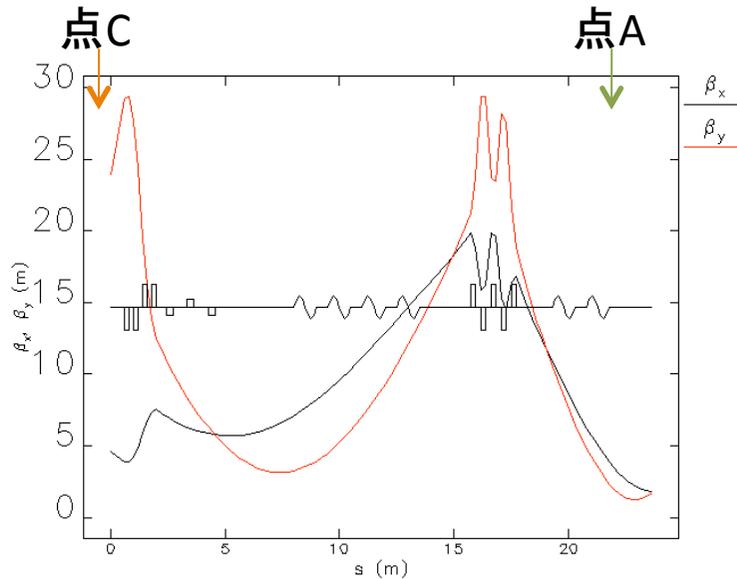
125MeV 1LoopのOptics I

35MeV 1Loopと同じラティスを使用



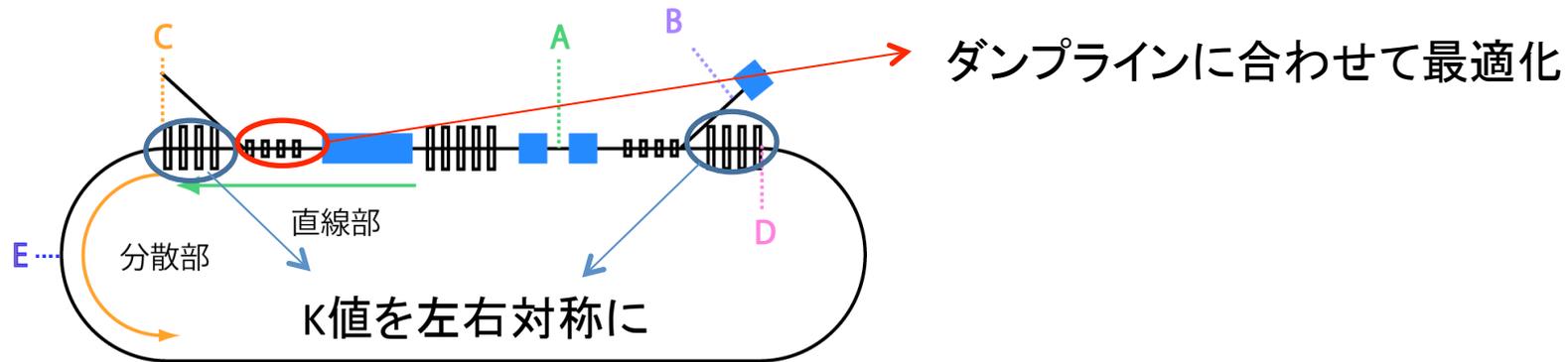
K値を左右対称に

5MeV用のQは125MeVには影響を与えないと仮定
(しかし、後ほどこれは誤りであることが判明)

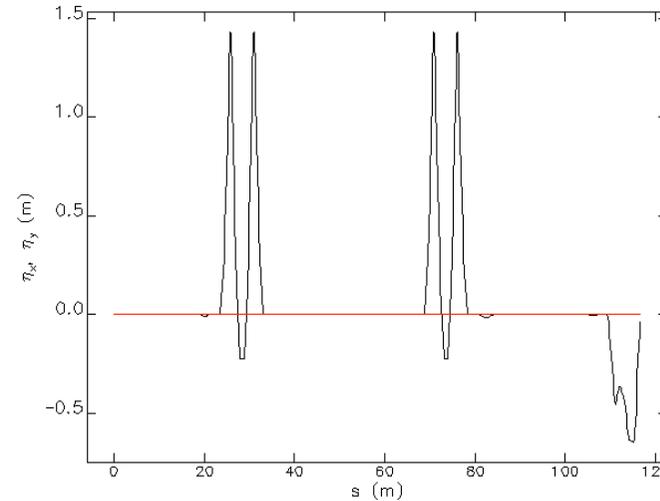
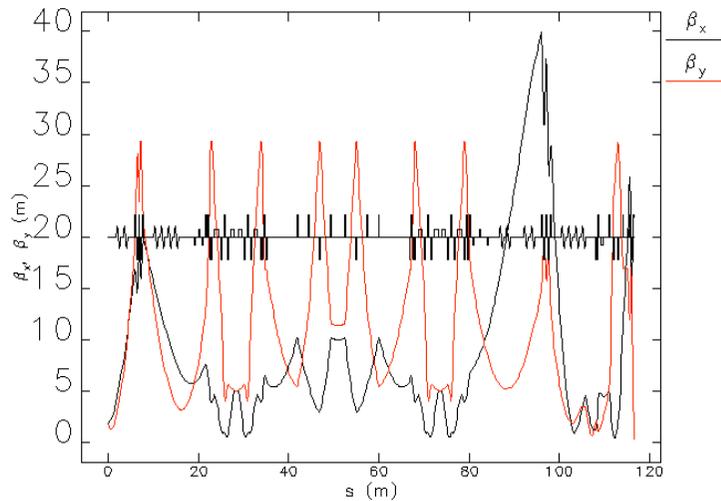


点Eで $\beta_x = \beta_y = 5\text{m}$, $\alpha_x = \alpha_y = 0$ の条件をつけた後、点Aまで逆算
(グラフは点Cから点Aまでを表示)

125MeV 1LoopのOptics II



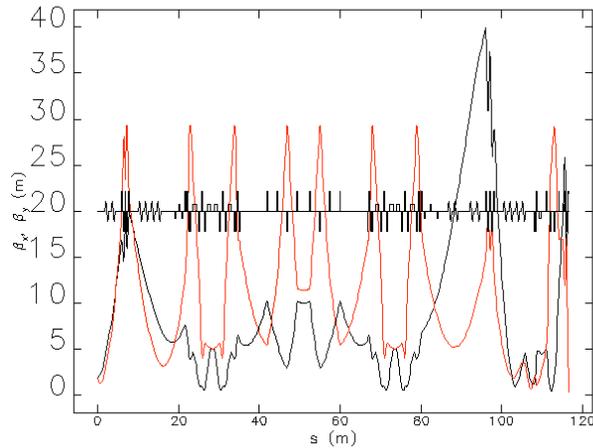
1. 点Dからダンプまでのopticsを最適化
2. 点Cから点Dまでは、35MeV 1Loopと同じopticsを用いて点Aからダンプまでを繋げた。



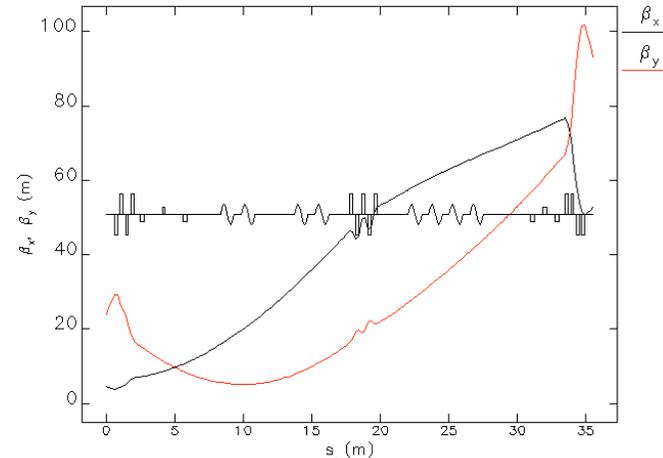
未だ最適化の余地はあるが、簡単に1周するOpticsが見つかった。

245MeV 2LoopのOptics I

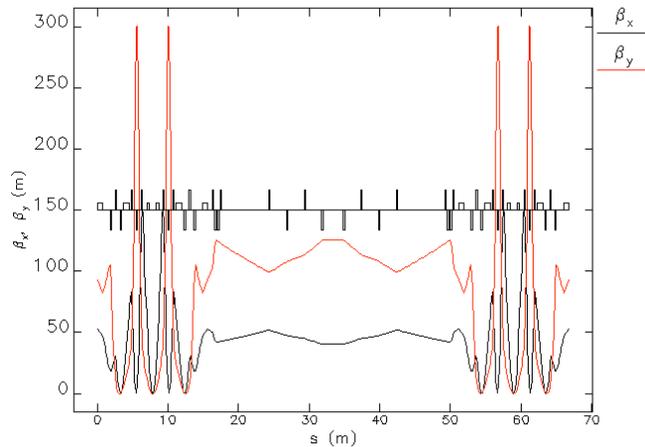
125MeV 1loopの結果を基に計算した。



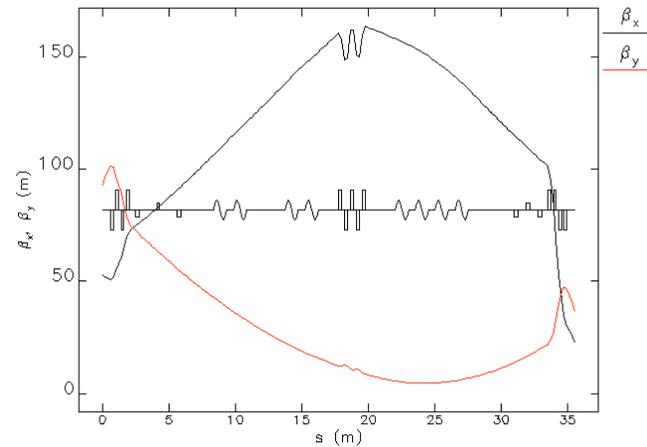
1. 125MeV 1Loop



2. 2回目の加速



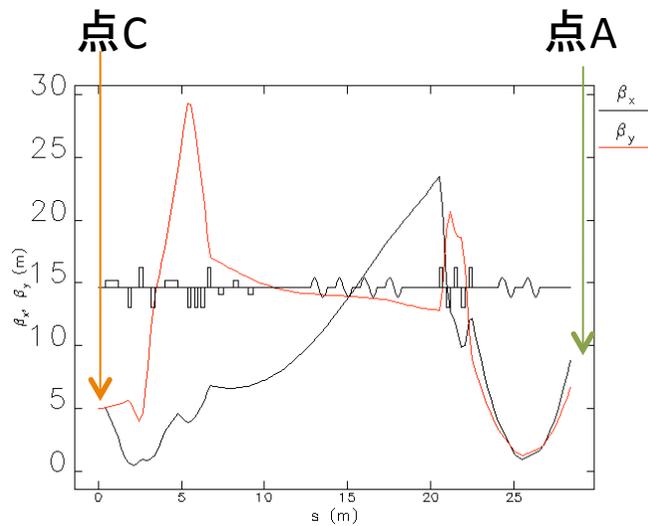
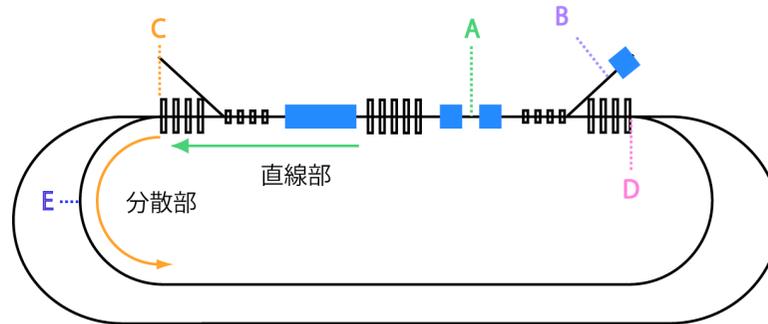
3. 外側ループ
(Isochronousに失敗しています。R56=0.1m)



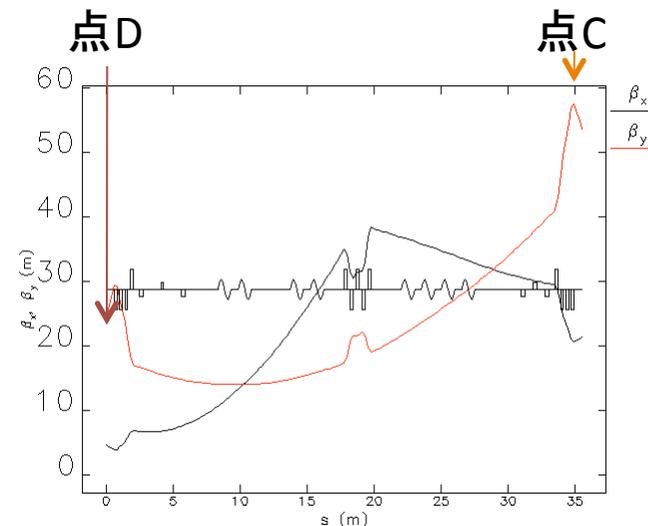
4. 最初の減速
どうしても β 関数が100mを超えてしまうので、
ここで、あきらめる。

245MeV 2LoopのOptics II

先に2回加速の直線部を設計



1. 1回目の加速(点Cから逆算)

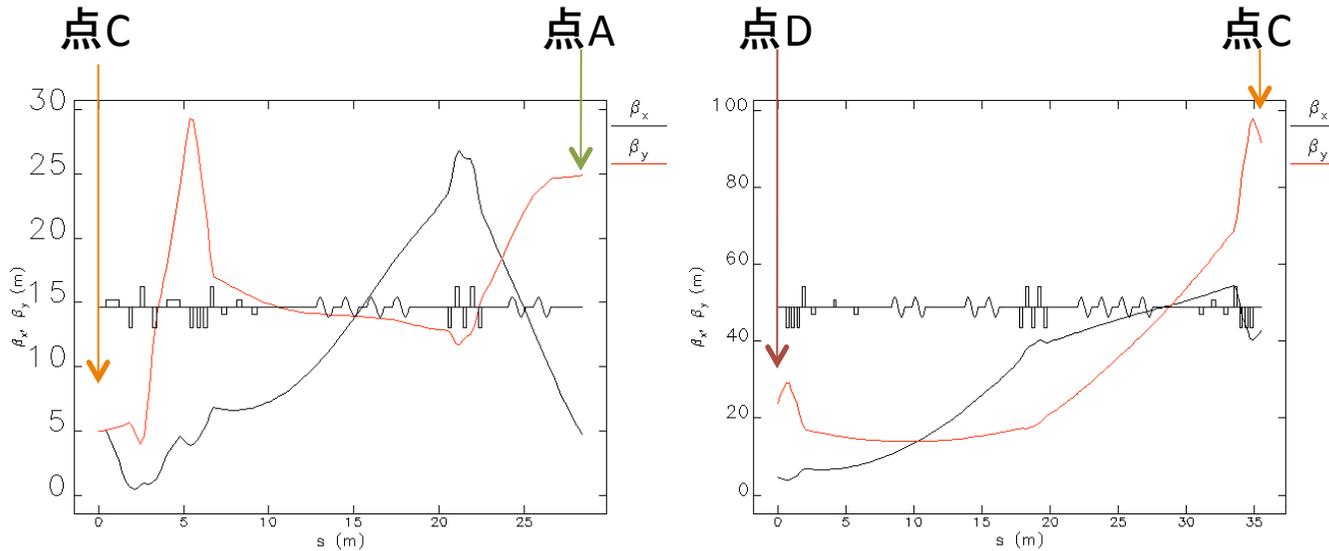
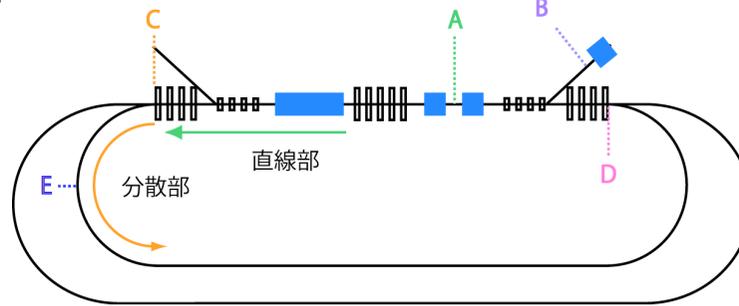


2. 2回目の加速

- ✓ 2回目の加速で β 関数を小さめに抑えることが出来た。
- ✓ 点A(35MeV加速直後)のtwiss parameterはよくない。

245MeV 2LoopのOptics II

点Aのtwiss parameterを気にしつつ、2回目の加速の直線部を設計



- ✓ 点Aのtwiss parameterは入射器が設計しやすいような値になった。
- ✓ しかし、2回目の加速で β 関数が100m近くになる。(2つ前のスライドの結果を参考すると、減速の β 関数はさらに大きくなると予想される。)

2 Loopの時は点Eの β_x を指定しないことにした。

内容

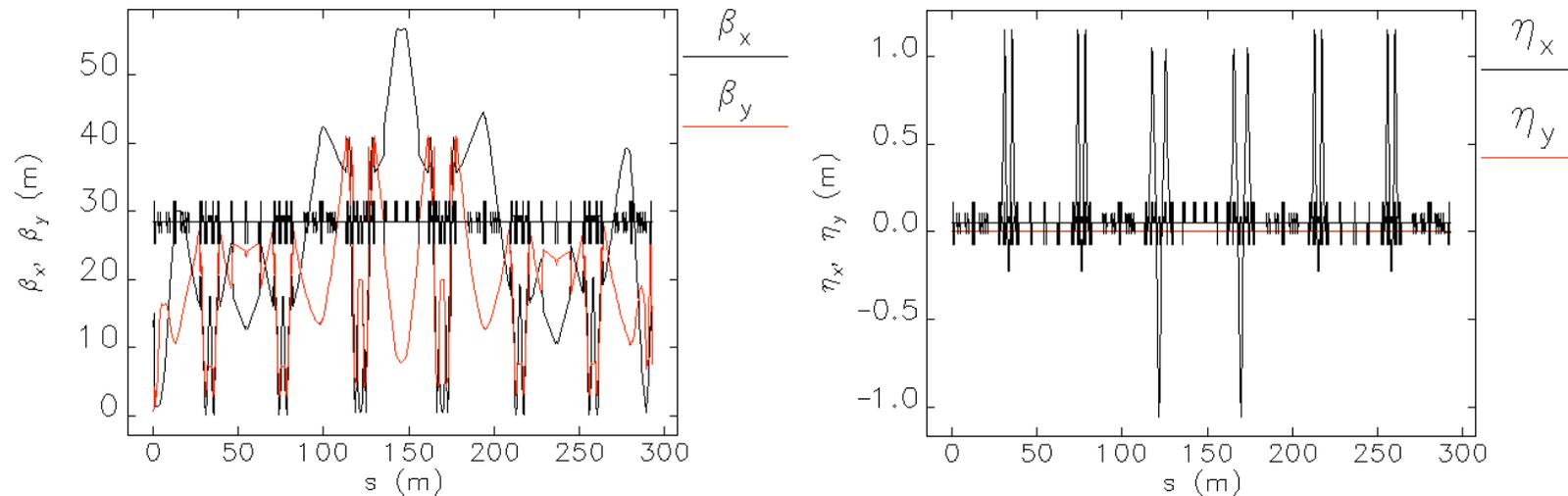
内容が煩雑になってしまったため、結果も含む

1. 35MeV 1loopの設計の延長で125 MeV 1loopおよび245MeV 2loopの設計を行った。
 - アークのopticsを最初に最適化して、直線部を合せる方法。
 - 125 MeV 1 loopのOpticsは簡単に計算できた。
 - 2 loopの設計は失敗した。
 2. 昨年度の加速器学会と同じ手法で2 loopの計算を行った。
 - ダミーアークを使って直線部を最適化を最初に行う。アークはその後に計算。
 - 一部自動的に計算
 - 当時は5MeV用のQが125・245MeVの電子に与える影響を無視していたが、今回は取り入れた。
 - 取り出し直前の β 関数最適化の試み
 3. S2E simulationへ向けて
 - 合流部出口から加速空洞までの4つの5 MeVのQのK値を周回部で決める。
 - 点Aで最適化。
- 追記: 減速後のCSR wakeの影響

245MeV 2LoopのOptics III

昨年の加速器学会と同じ手法で計算(ラティスも昨年のもを使用)

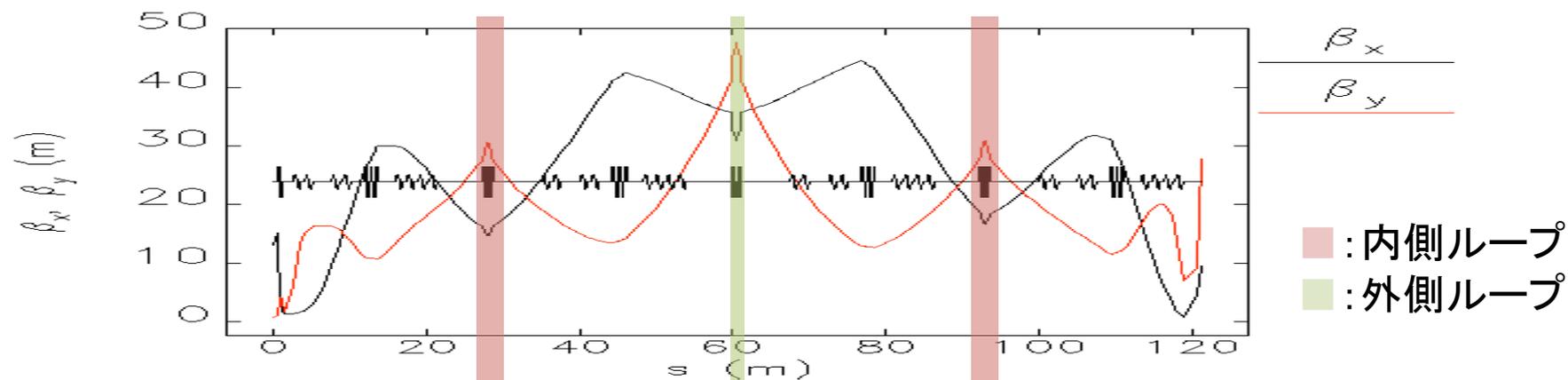
2loopのopticsをelegantで自動的に計算するコードを作成しており、それを使用した。
詳細は加速器学会要綱やビームダイナミクスWGの資料に掲載



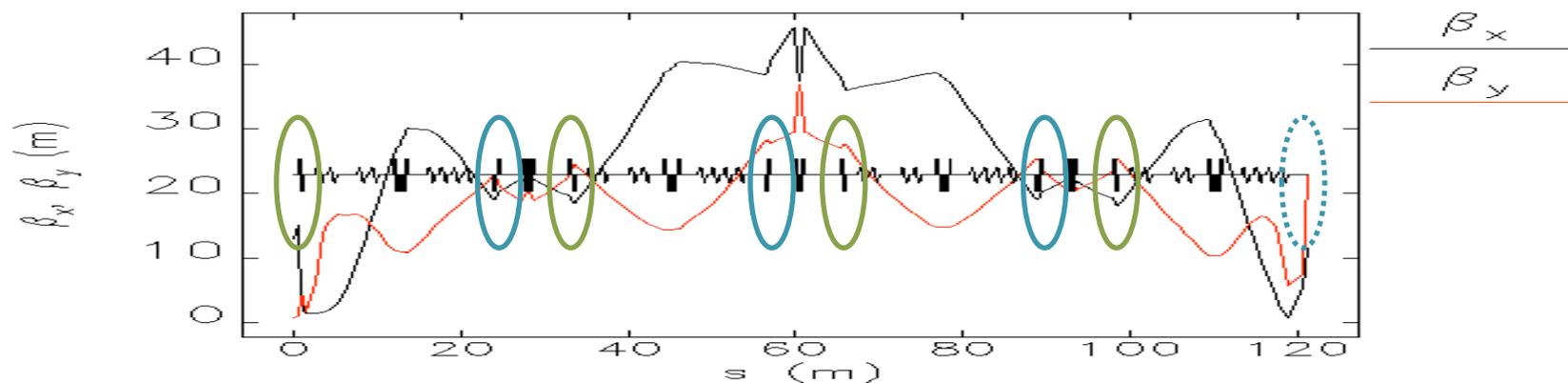
昨年の加速器学会の結果(CSR wakeによる $\Delta\epsilon_x$ が小さいoptics)

- ✓ 合流部直後で $\beta_x, \alpha_x, \beta_y, \alpha_y$ が13m, -2, 0.7m, 0としたもの。
- ✓ 入射器との整合はとれていないが、CSR wakeによる $\Delta\epsilon_x$ が小さかった。
- ✓ 5MeV用のQおよびBが125MeV, 245MeVに与える影響を無視している。

245MeV 2LoopのOptics III



5MeVのQの影響を無視した場合



5MeVのQの影響を取り込んだ場合

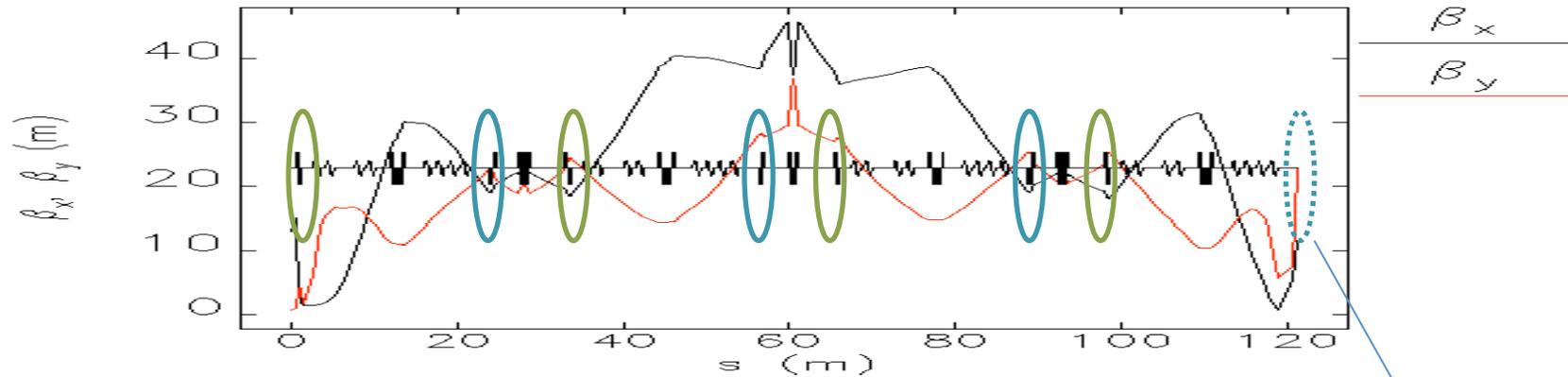
- 入射合流部直後のQ
- ダンプ取り出し直前のQ

このスライドでは直線部のopticsを見やすくするため、Dummy ARCのopticsを掲載。
Dump直前のQ は無視。

5MeV用のQが125・245MeVの電子に強い収束力を与えていることがわかる。

245MeV 2LoopのOptics IV

最初は対称性を持つOpticsを目指す

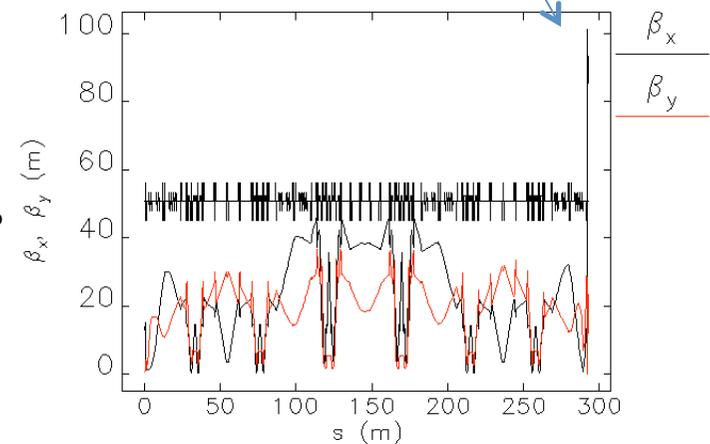


合流部直後と取り出し直前のQのK値は、

1. 対称的であり、
2. 2回の加速と減速の全体を見ながら調整する、
必要がある

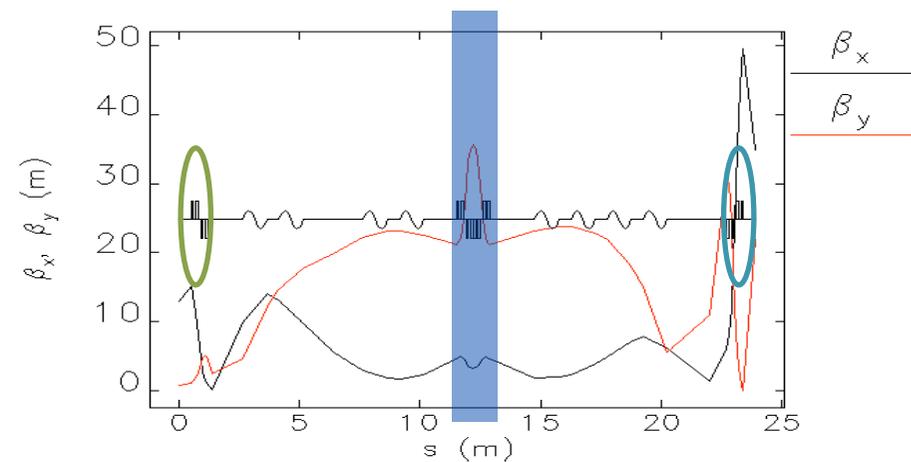
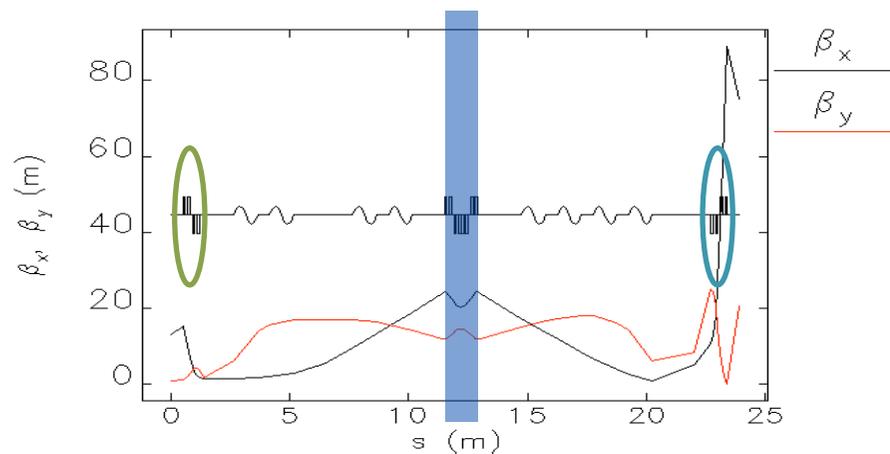
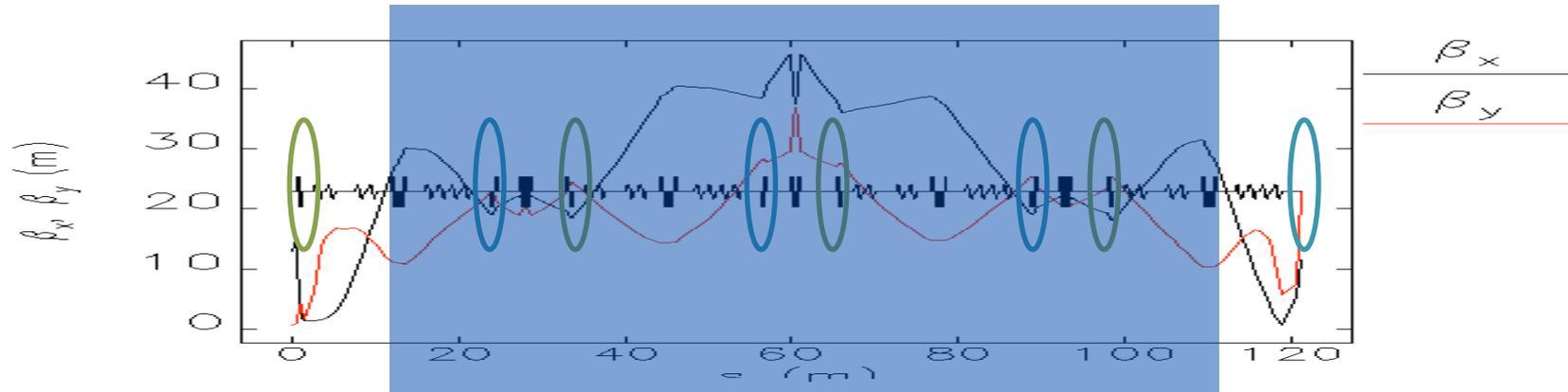
K値を入れて計算

- ✓ 取り出し直前のQを独立に調整して絞ることが困難。
- ✓ 入射部に決めてもらう予定だった合流部直後のQを周回部で指定する必要。



直線部Opticsの例 I-I

■の部分ショートカットし、合流部直後と取り出し直前の5MeVビームを最適化

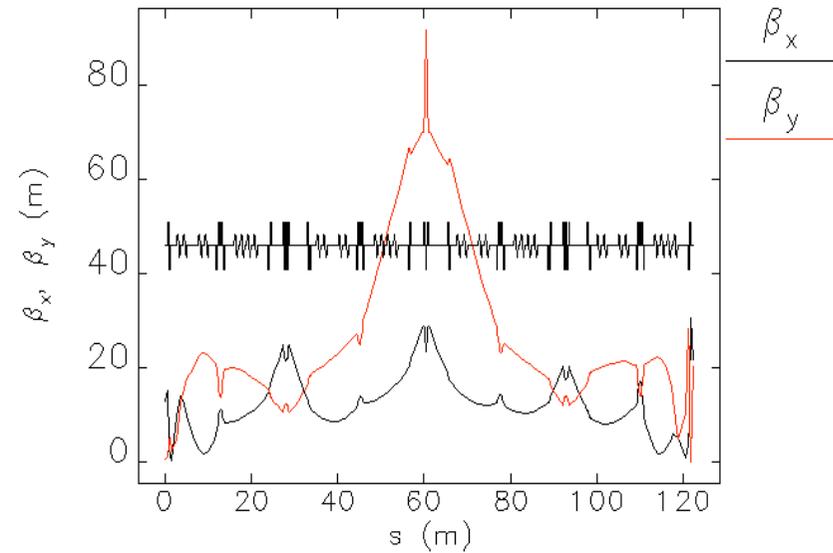
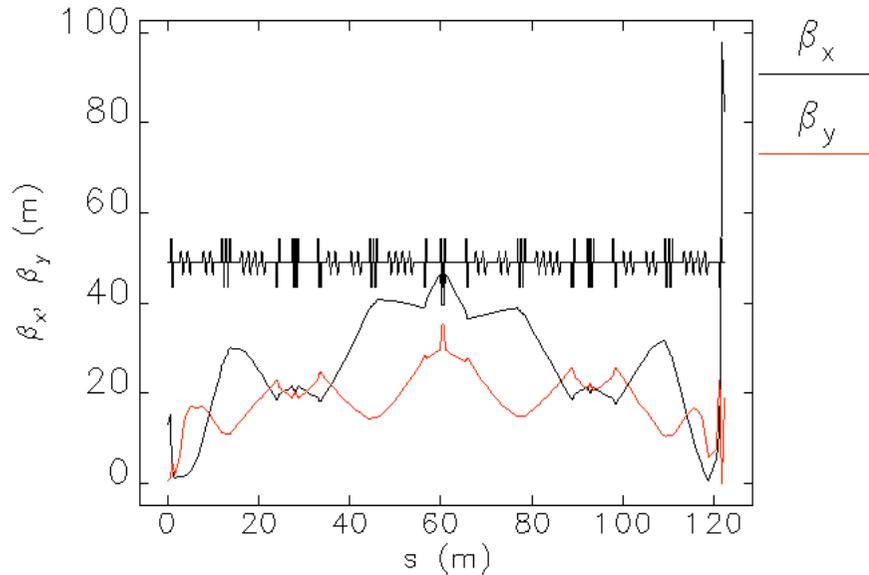


■の部分ショートカットし、65MeVまで加速直後に減速するoptics。対称性を保持。

点Sにおいて、 $(\beta_x, \alpha_x, \beta_y, \alpha_y) = (13 \text{ m}, -2, 0.7 \text{ m}, 0)$

左:高エネルギーの β 関数を最適化、右:ダンプ取り出し直前の β を最適化

直線部Opticsの例 I-II



前ページの結果を基に計算した2loop-optics。(ダミーアーク使用)

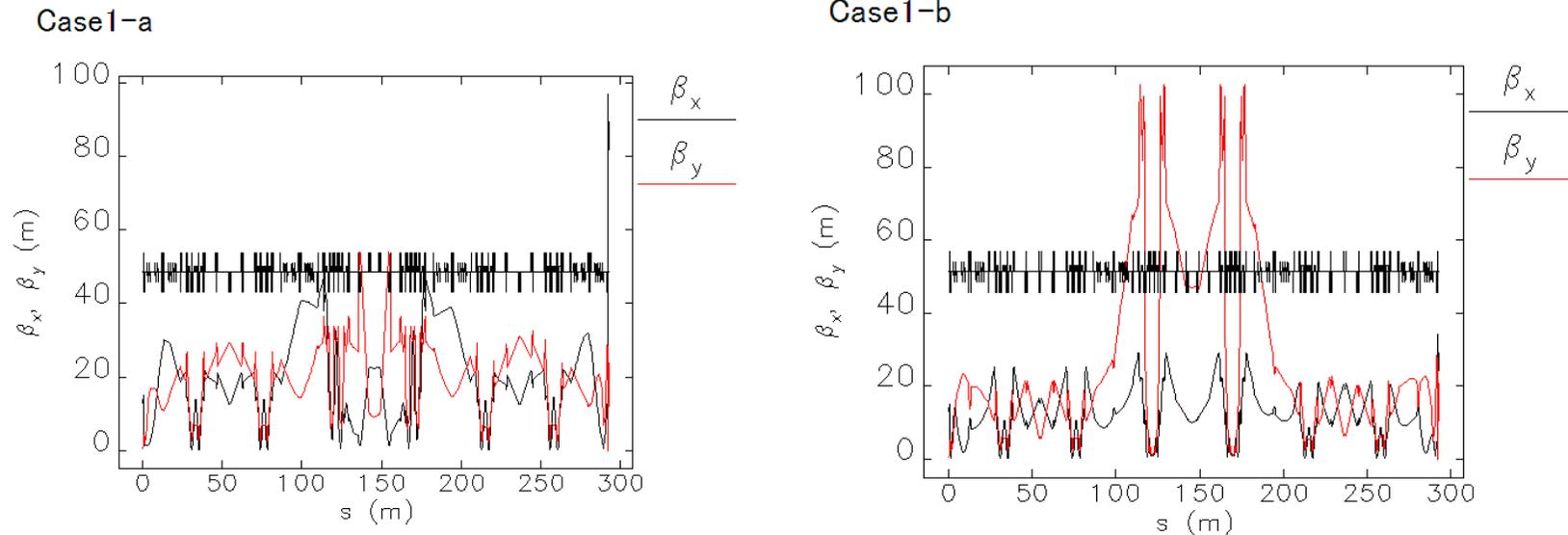
対称性を保持している。

左:高エネルギーの β 関数を最適化、右:ダンプ取り出し直前の β を最適化

現時点では、ダンプ取り出し直前の β 関数を小さくしようとすると、
周回部の β 関数が大きくなる傾向がある。

(しかし、他に解がある可能性もある。)

直線部Opticsの例 I-III

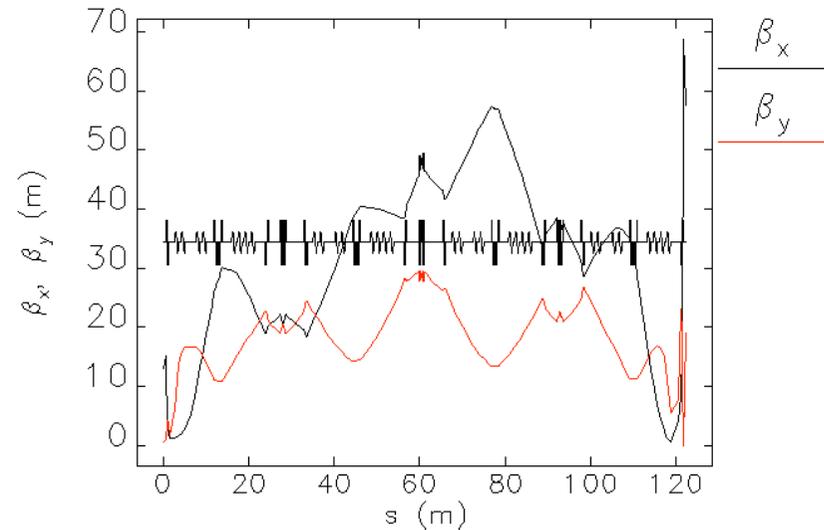
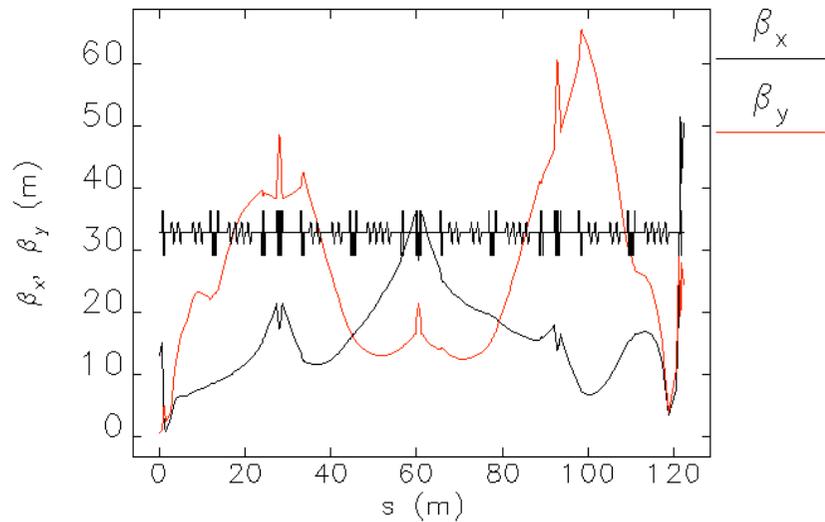


前ページの結果を基に計算した2loop-optics。(アイソクロナスのアーケ)
対称性を保持している。

左:高エネルギーの β 関数を最適化、右:ダンプ取り出し直前の β を最適化

前ページと同じだが、ダンプ取り出し直前の β 関数を小さくしようとすると、
周回部の β 関数が大きくなる傾向がある。
(しかし、他に解がある可能性もある。)

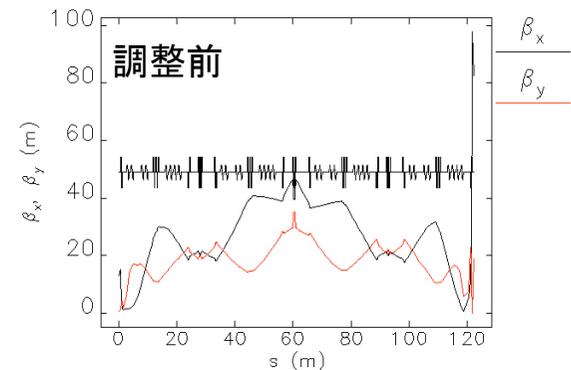
直線部Opticsの例 II



対称性を崩したoptics

左:入射合流部直後と取り出し直前のQの対称性を崩した場合、
右:外側ループの対称性を崩した場合

取り出し直前の β 関数は
劇的に減少するのではなさそうである。



内容

内容が煩雑になってしまったため、結果も含む

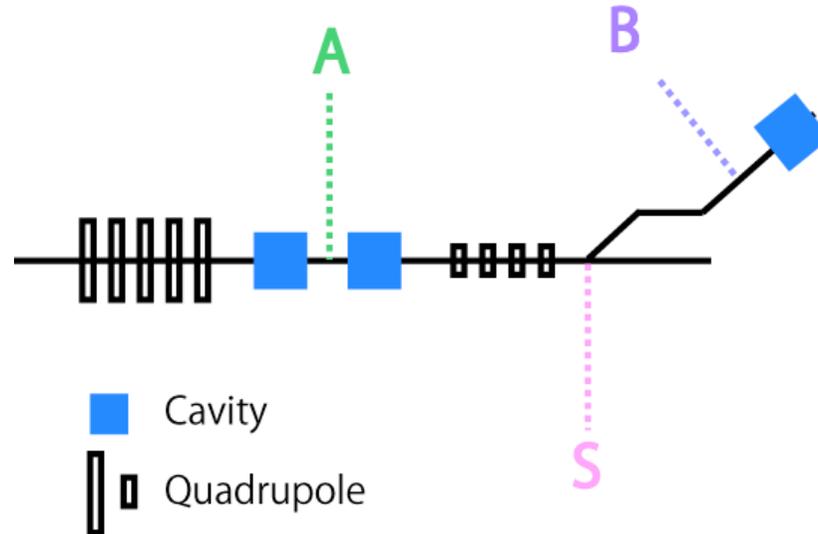
1. 35MeV 1loopの設計の延長で125 MeV 1loopおよび245MeV 2loopの設計を行った。
 - アークのopticsを最初に最適化して、直線部を合せる方法。
 - 125 MeV 1 loopのOpticsは簡単に計算できた。
 - 2 loopの設計は失敗した。

2. 昨年度の加速器学会と同じ手法で2 loopの計算を行った。
 - ダミーアークを使って直線部を最適化を最初に行う。アークはその後に計算。
 - 一部自動的に計算
 - 当時は5MeV用のQが125・245MeVの電子に与える影響を無視していたが、今回は取り入れた。
 - 取り出し直前の β 関数最適化の試み

3. S2E simulationへ向けて
 - 合流部出口から加速空洞までの4つの5 MeVのQのK値を周回部で決める。
 - 点Aで最適化。

- 追記: 減速後のCSR wakeの影響

受け渡し点の変更



周回部で指定(elegant)

点Aのtwiss parameterの範囲
点Sと点Aの間のQのK値



入射部で計算(GPT)

点Aでエミッタンスが最小となるOpticsを見つける。
(点Sで最適化しても点Aで大きくなる可能性があるため。)

点Sのtwiss parameterの範囲

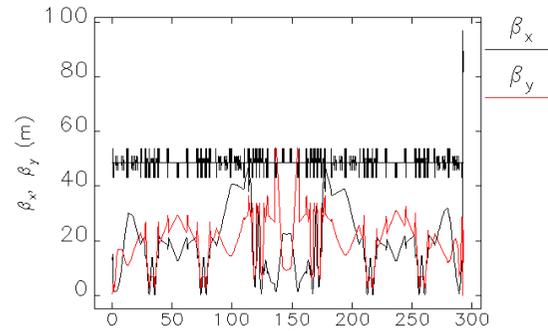
	bx	ax	by	ay
Case1	13	-2	0.7	0
Case2	5	-2	0.7	0
Case3	20	-2	0.7	0
Case4	13	-1	0.7	0
Case5	13	-3	0.7	0
Case6	13	-2	0.5	0
Case7	13	-2	3	0
Case8	13	-2	0.7	1
Case9	20	-2	3	0
Case10	5	-2	0.5	0
Case11	13	-2	1	0
Case12	13	-2	2	0
Case13	13	-2	0.7	0.5
Case14	20	-1	0.7	0
Case15	15	-1	0.7	0
Case16	5	-2	1	0
Case17	13	-2	2	1

赤:良好、黄:普通

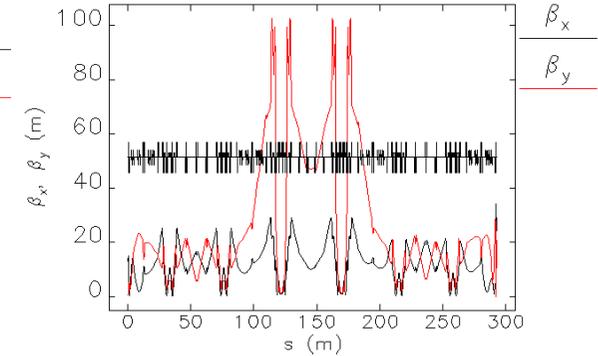
青:悪い、黒:判定不可能

- ✓ うまくいくとは、4分で計算終了。
- ✓ うまくいかないときは、elegantの条件式を手入力に変更しながら、進めていく。
- ✓ 判断基準はあいまい。

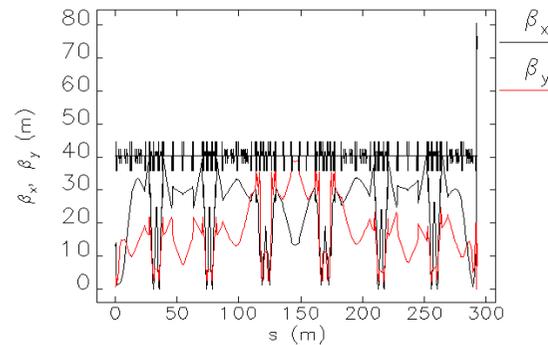
Case1-a



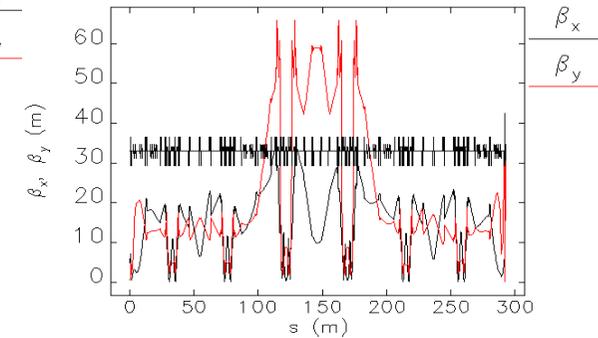
Case1-b



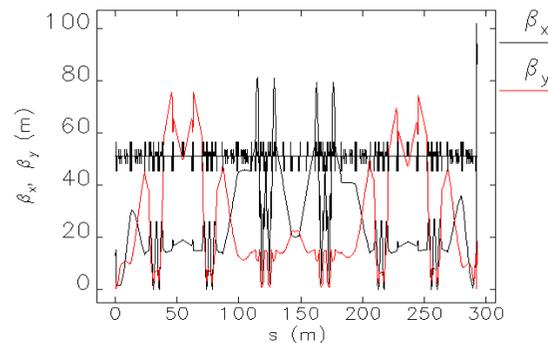
Case4-a



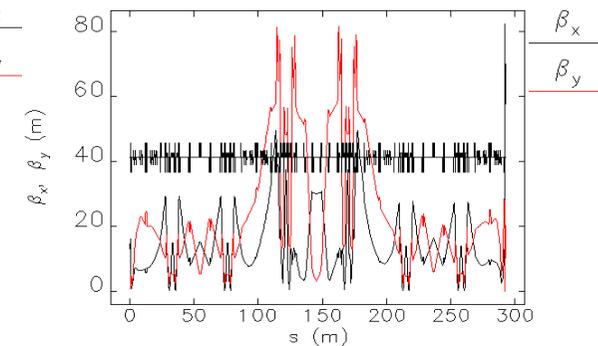
Case2-b'



Case8-a

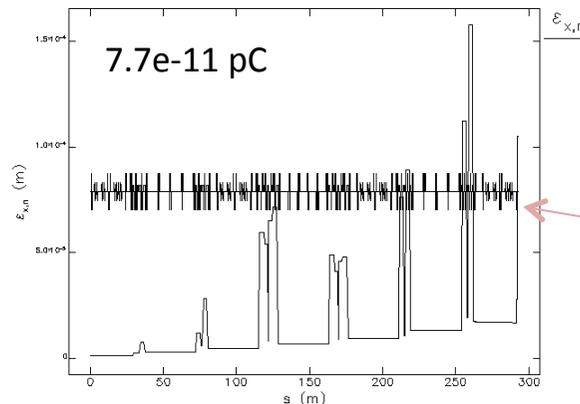
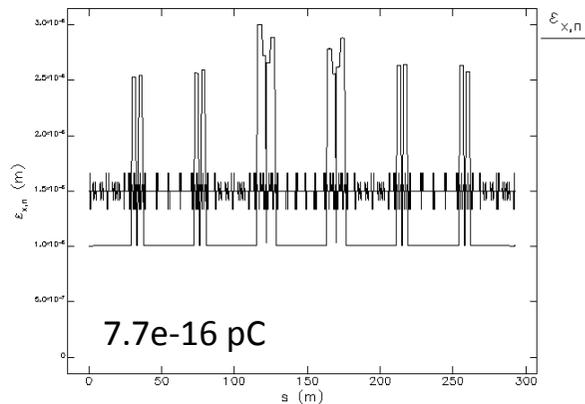


Case5-b



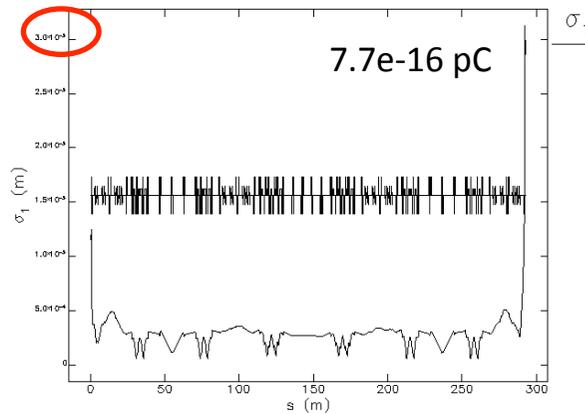
追記：CSR wakeによるエミッタンス増加！

減速後の直線部でエミッタンスの増加が見られる。(77pC, 1ps)

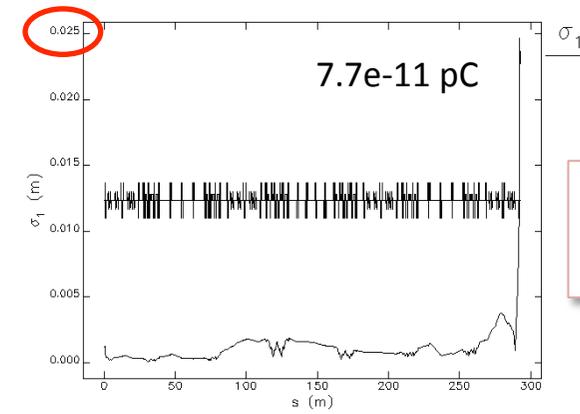


直線部で
エミッタンスの増加

0.003 m



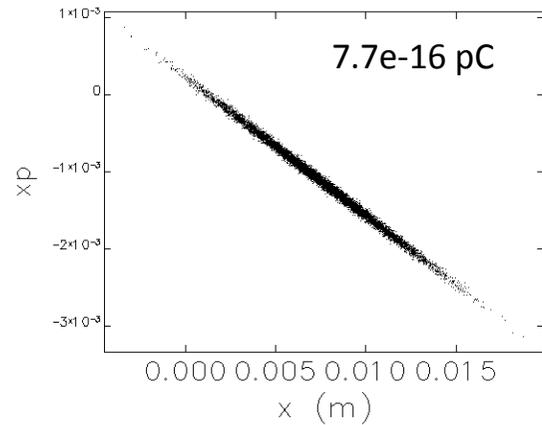
0.025 m



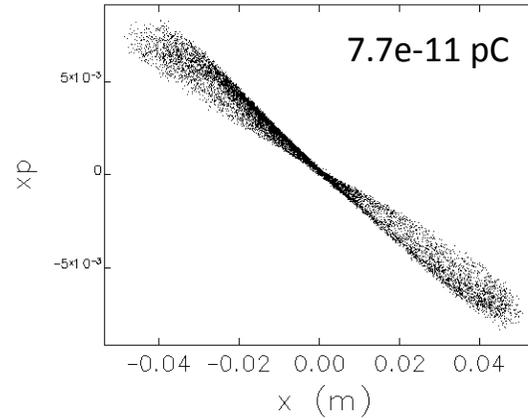
ビームサイズが
およそ10倍になる。

図：取り出しシケインの直前までの(上) ε_{nx} と(下) σ_x 。
減速後は直線部のみで、ベンドは通過していない。

追記: CSR wakeによるエミッタンス増加 II

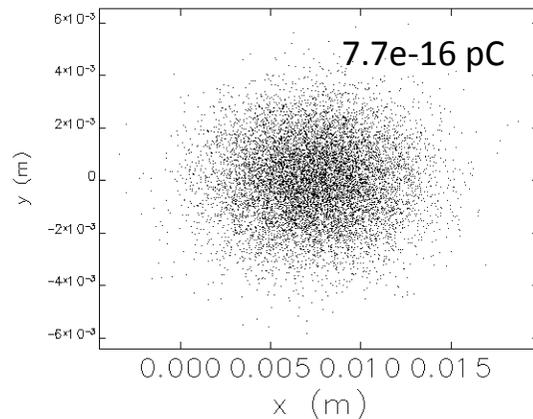


watch-point phase space--input: cERL.ele lattice: cERL.new

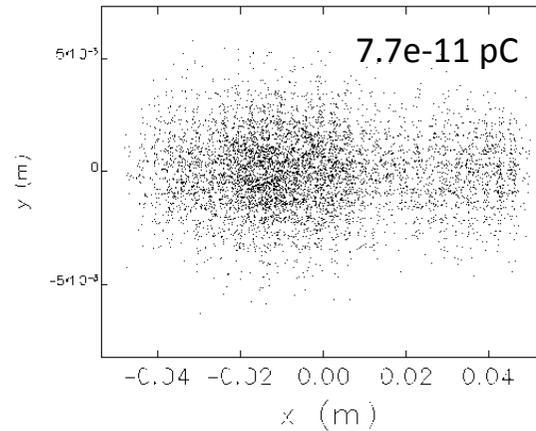


watch-point phase space--input: cERL.ele lattice: cERL.new

オフセットを通過した電子
↓
ねじれた分布?



watch-point phase space--input: cERL.ele lattice: cERL.new



watch-point phase space--input: cERL.ele lattice: cERL.new

2つに分かれた分布
↓
CSR wakeの可能性

図: ベンド直前の粒子分布
上: 水平方向の位相空間、下: 断面方向の実空間

まとめ

- IPAC'11に向けたsimulationを行っている。
 - 現時点の目的は、2loop cERLでS2E受け渡し点のtwiss parameterの取りうる範囲を求めること。
 - 点Aのtwiss parameterの範囲と点Sから点Aの4つのQのK値を入射部に受け渡した。
- 2 loop ERLのoptics設計
 - 1Loopでは先にアークを最適化したが、2loopでは困難であった。そのため、先に加速直線部を最適化した後にアークを設計した。
 - 5MeV用のQの影響が予想より大きかった。
 - 減速後のQが独立に調整できないため、 β 関数を小さく抑えることが困難。
 - 減速後はCSR wakeの影響によりエミッタンスが増加する恐れがある。