

2015年度冬期cERL運転準備

入射器空洞3次元モデルと軌道自動調整

2015年12月17日(木)14時～
第100回ビームダイナミクスWGミーティング

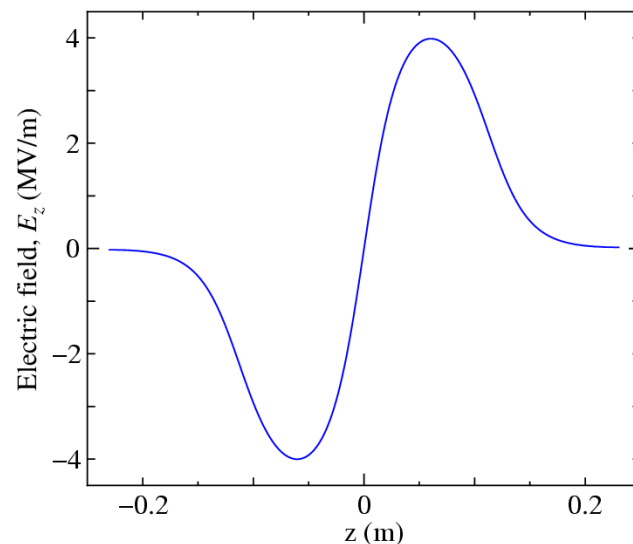
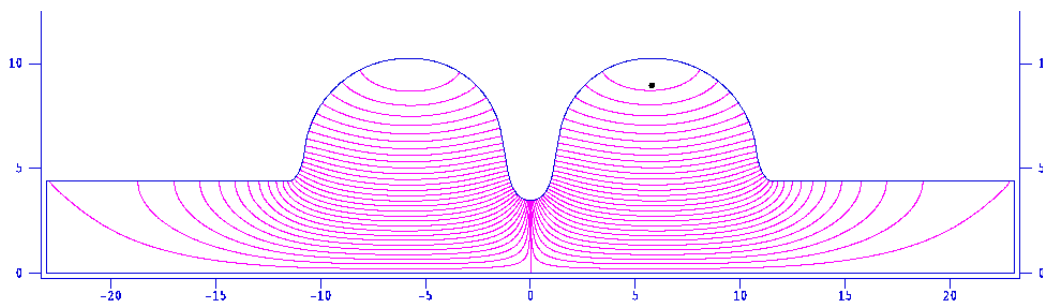
宮島 司

目的

- 目的
 - 2015年度冬期cERL運転で予定されている運転の準備
 - 進捗の報告
- 2015年度冬期cERL運転
 - 1 mA ビーム増強(施設検査)
 - 7.7 pC/bunchの運転調整(電子銃電圧 500 kV?)
 - バンチ圧縮
 - ハローの調査
 - など
- 今回の報告
 - 入射器空洞の3次元モデル化(GPTによるトラッキング)の準備
 - 自動軌道調整の準備

入射器空洞の3次元モデル化

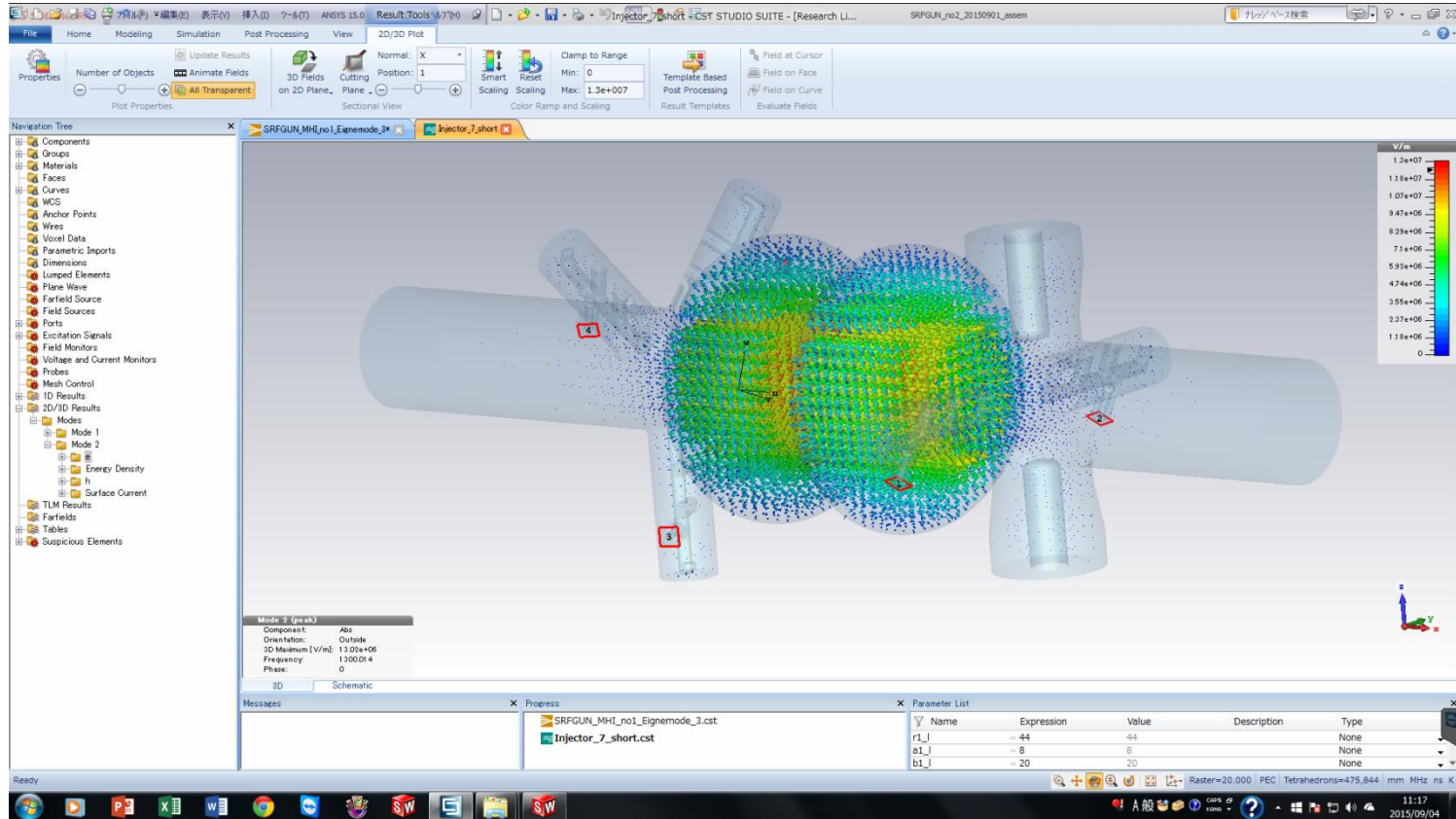
- これまでの入射器空洞モデル
 - 2次元円筒対称モデル(入力、HOMカプラーなし)
 - Poisson/Superfishで計算
 - これまでのトラッキングでは全てこの電磁場分布を使用



- これまでのビーム運転の状況
 - 入力カプラー、HOMカプラーがあるため電磁場は円筒対称から崩れる
 - ビーム運転でも、水平方向と垂直方向でビームプロファイルの非対称性が見えていた

3次元モデルの作成

- 許斐さんに入力カプラ、HOMカプラを含んだ入射器空洞の3次元モデルを作ってもらい、電磁場分布を計算してもらった



- この形状を基に、(Ex, Ey, Ez, Bx, By, Bz)の3次元分布を計算してもらった
- ただし、ファイルサイズは非常に大きくなっている(~GBクラス)
- 次のステップ: これをGPTに取り込むコードの作成

GPT読み込み関数の作成

- 通常の空洞計算
 - `map1D_TM(ECS,filename,z,Ez,fac,phi,w)` ⇒ 1次元電場分布から近軸近似でTMモードの電磁場分布を計算
 - `map25D_TM(ECS,mapfile.gdf,r,z,Er,Ez,Bphi,ffac,k,phi,w)` ⇒ 2次元円筒対称モデルの電磁場分布を読み込む
- 今回の3次元分布の読み込み
 - GPTには3次元の動電磁場を扱う関数がない
 - 静電場・静磁場用の場の読み込みコードを参照して、許斐さんの作った電磁場分布を読み込む新たな関数を作る
 - 現状:
 - 3次元電磁場分布の読み込みコードの理解
 - 検討項目:
 - 許斐さんからもらった電磁場分布を基本モードと考えて、単に1.3 GHzで変動させればよいか？

予定

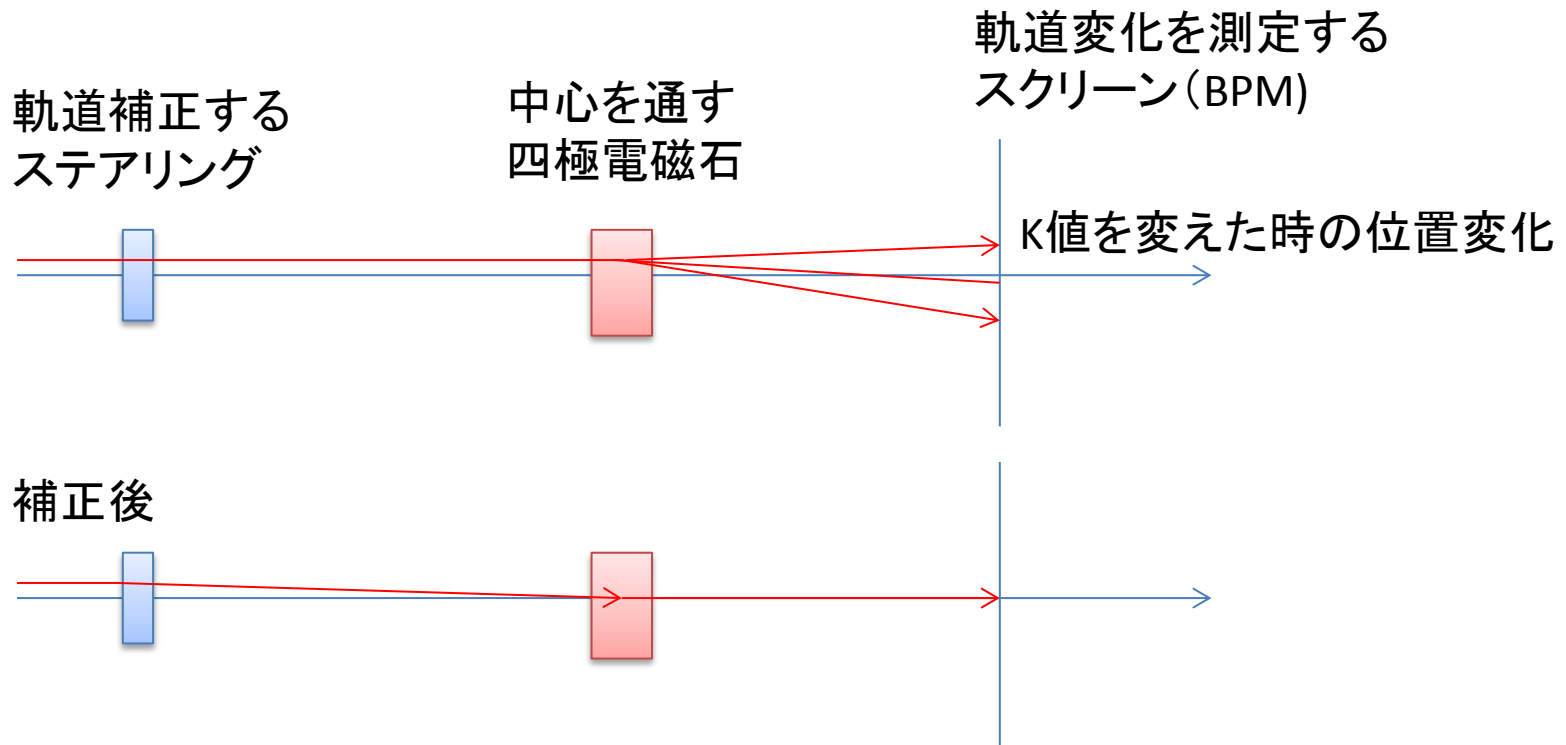
- 入射器空洞3次元モデル化の予定
 - 年末： 電磁場分布読み込み関数の作成
 - 1月上旬： デバッグ(加速状態の比較)
 - 1月中旬～下旬： 実験データとの比較、モデルの修正
 - 2月上旬～2月下旬： 3次元モデルを用いた最適化計算(7.7 pC運転用)

軌道自動調整プログラム

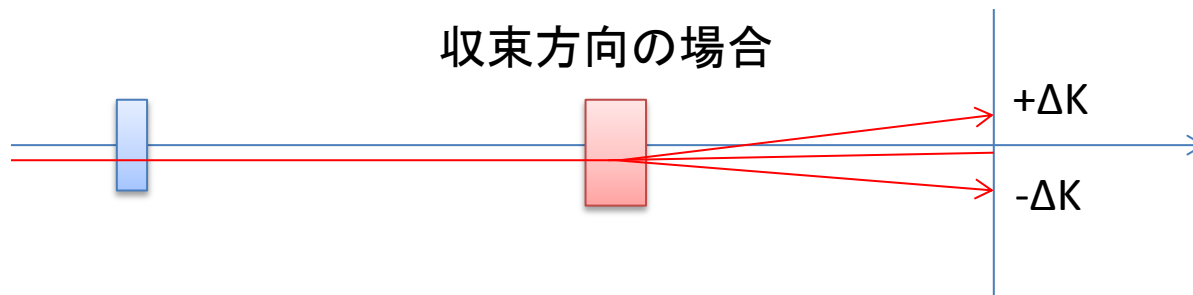
- 目的： cERL運転開始時に手動で行っている軌道調整(四極電磁石の中心を通す)を自動化する
- 進捗：
 - 東日本技研の路川さんと自動調整ロジックの作成を行った
 - このロジックをもとに、自動調整プログラムの実装を行っている
 - テスト用データ生成プログラムを作成した

調整方法

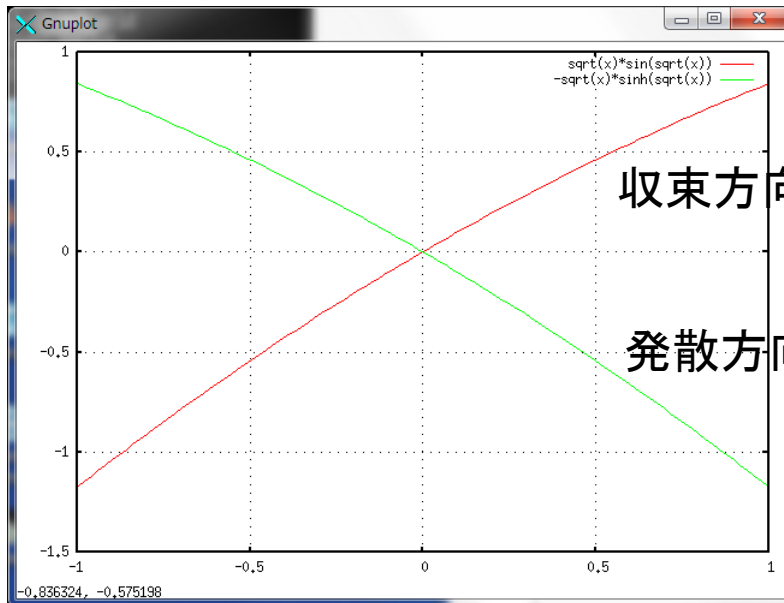
- 方法:
 - 中心を通す四極電磁石の選択(リストにする)
 - 四極電磁石のK値を変えた時のスクリーン(BPM)における軌道変化を測定
 - 軌道変化から、四極電磁石上流にある補正用ステアリングの蹴り角を計算
 - ステアリングに補正值を設定したあと、軌道変化の再測定を実施



Thin-lens近似四極の軌道変化



- Thin-lens近似でQの中心を通っていないときのスクリーン上でのビーム位置のK値依存性を計算 ⇒ **K値に対して線形ではない**
- 手動調整では、正弦波でK値を変えて、最適化を繰り返していたことになる（非線形最適化を行っていたことに対応）



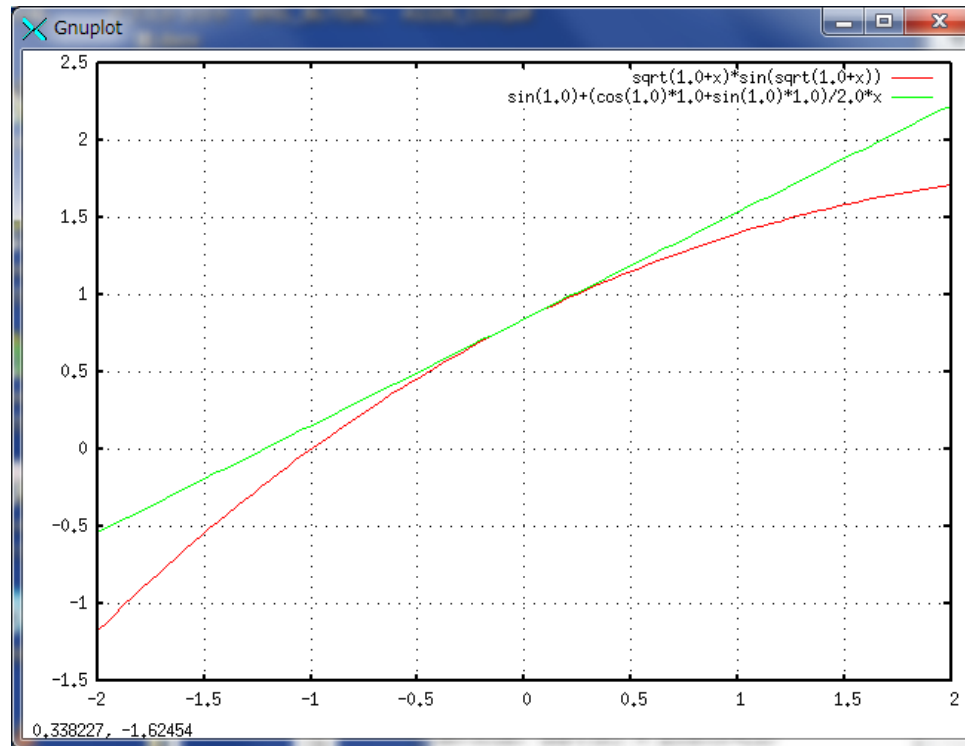
縦軸: スクリーン上の位置の変化
横軸: ΔK

収束方向 (マイナスオフセット)

発散方向 (マイナスオフセット)

ステアリング補正量の計算

- ΔK に対する軌道変化を線形近似して、ステアリングの補正量を求める



テストプログラムでは、線形近似による補正を2回繰り返したら、元のずれの1%程度に抑えられた

- プログラムの実装が完了したら、疑似測定データで検証する予定

運転条件

- 施設検査まで
 - 電子銃: 390 kV
 - バンチ電荷: 最大 0.77 pC
 - 初期レーザーパルス長: 3 ps rms Gaussian
 - 加速エネルギー: 2.9 MeV(入射器)、20 MeV(周回部)
 - 繰り返し周波数: 1.3 GHz CW
 - 主空洞入口のバンチ長: 3 ps rms
- 施設検査後
 - 電子銃: ~500 kV
 - バンチ電荷: 7.7 pC
 - 初期レーザーパルス長: 16 or 32 ps flat-top(本田さんと相談)
 - 加速エネルギー: 2.9 MeV(入射器)、20 MeV(周回部)
 - 主空洞入口のバンチ長: 3 ps rms