

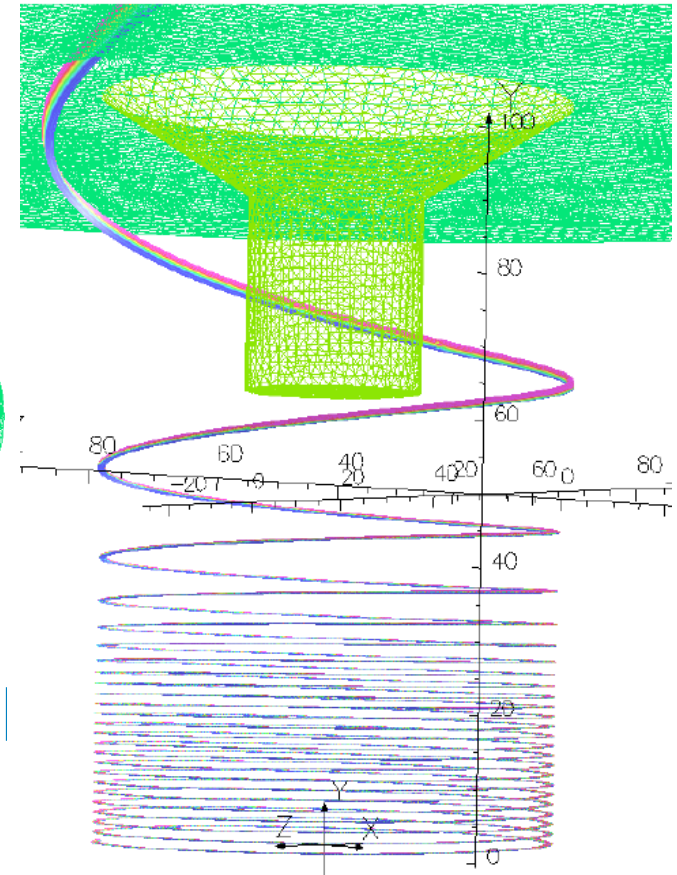
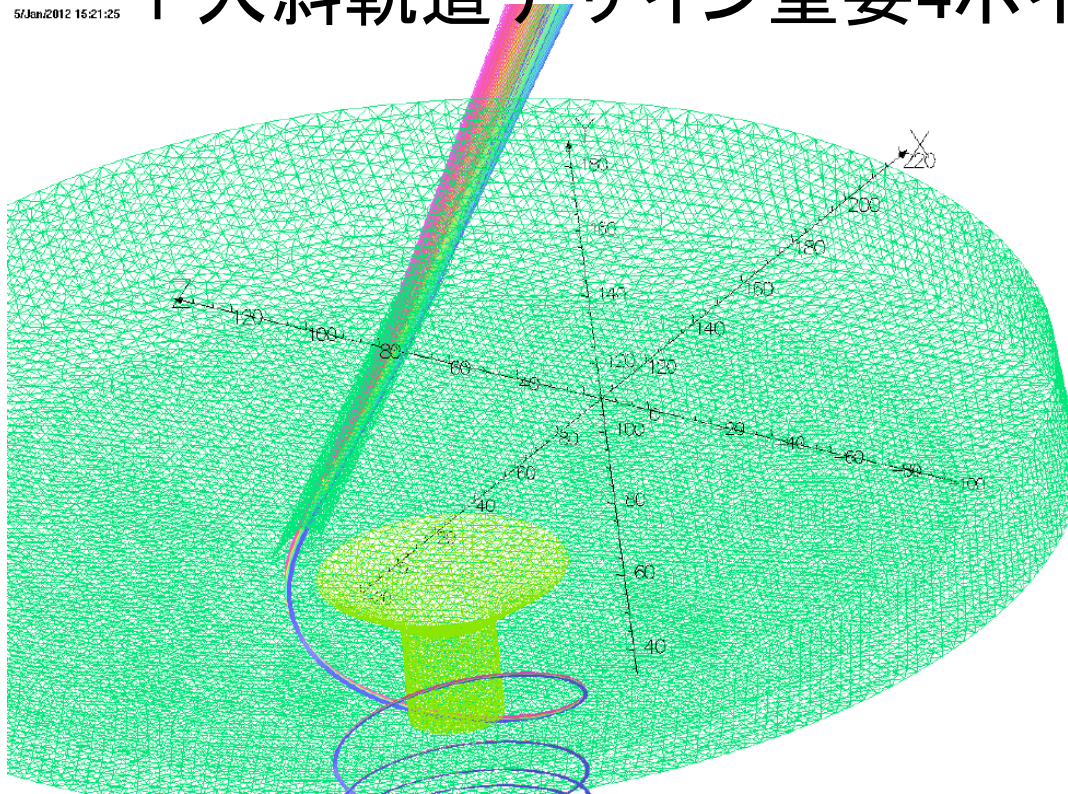
入射ビームアクセプタンス評価



1. 貯蔵軌道面 (高さ0cm)
2. トンネル外 (高さ95cm)
3. トンネル出口 (高さ110cm)
4. トンネル中 (高さ130cm)

＋入斜軌道デザイン重要4ポイントのまとめ

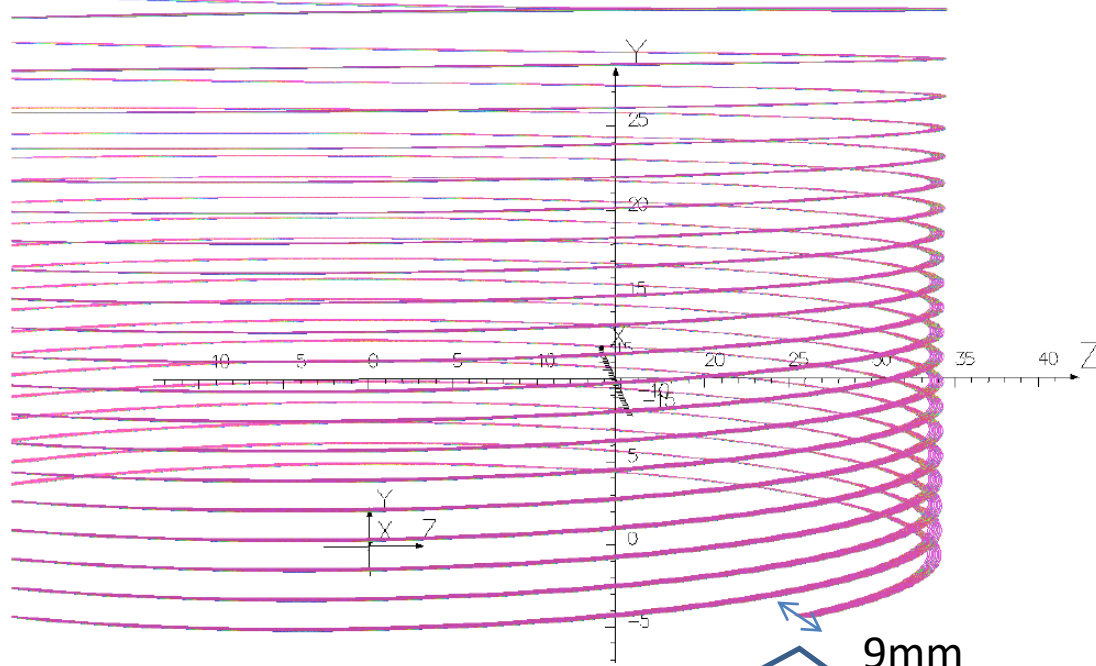
5/Jan/2012 15:21:25



軌跡に沿った座標系(Frenet-Serret Formula)と円筒座標系を使う。

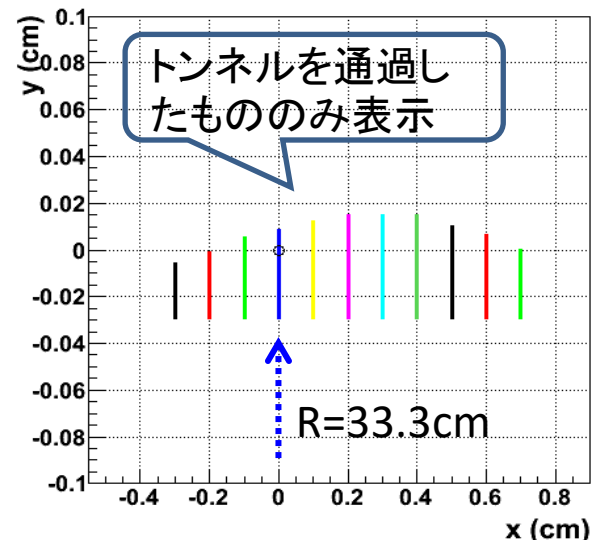
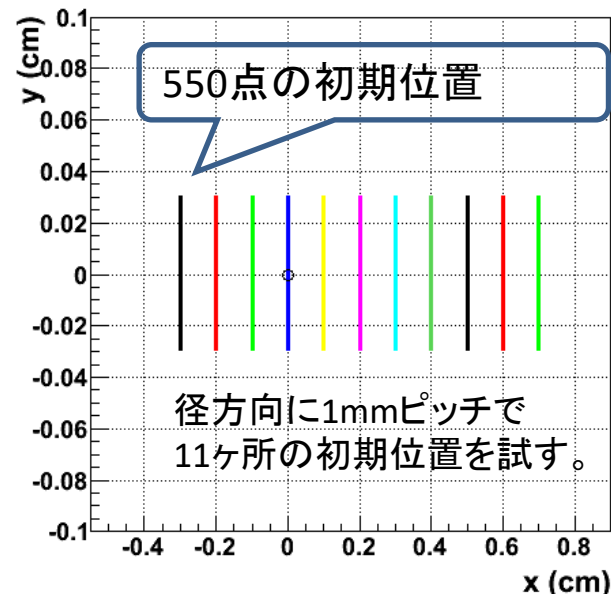
貯蔵軌道面 (高さ0cm)

5/Jan/2012 16:24:58

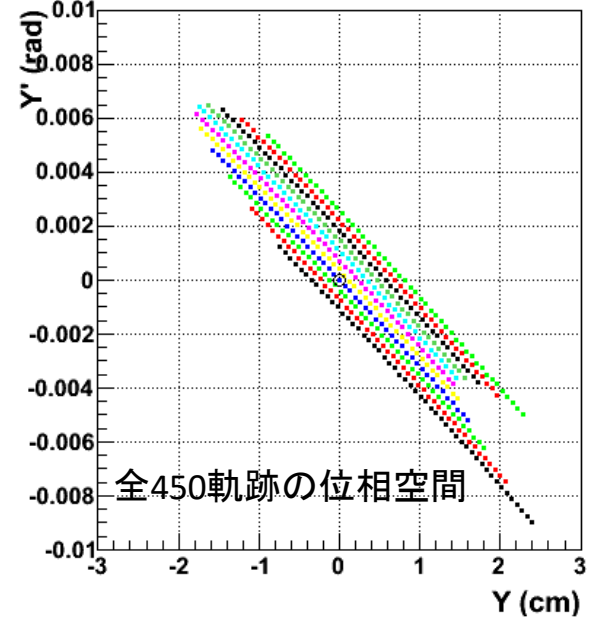
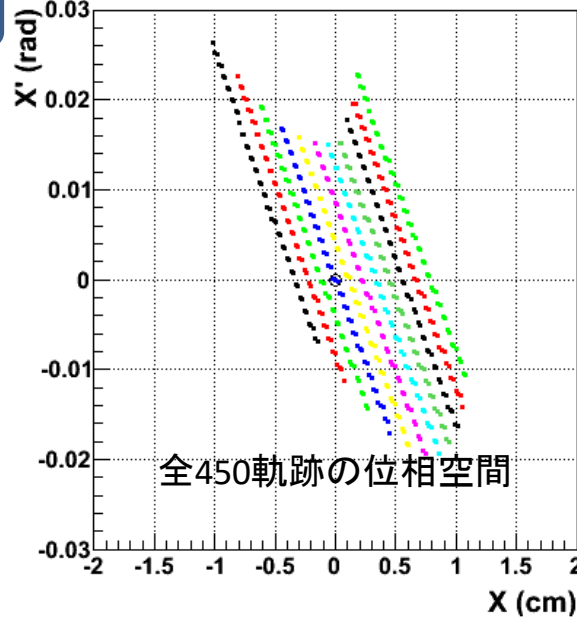
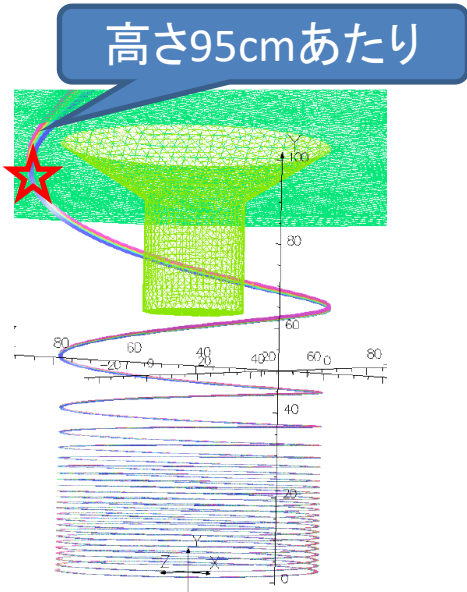


9mm

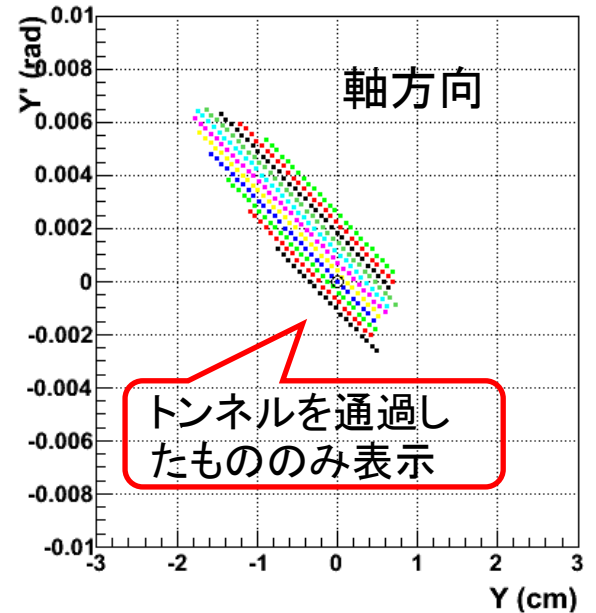
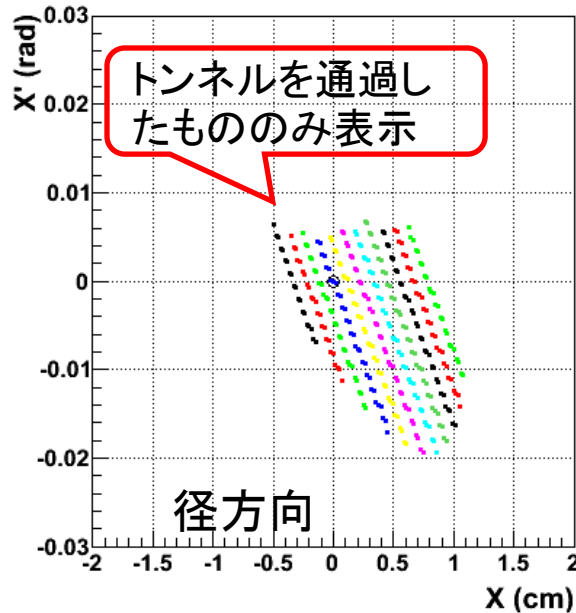
1. ソレノイド軸方向高さゼロ。基準軌道に対し、径方向に-5mm ~ +7mm, ソレノイド軸方向に±0.3mm ずらした位置から逆軌道を計算し、トンネルを通過するかどうか確認する。
2. 初期運動量は基準と同じ。初期位置だけずらす。
3. 総数50 × 11 = 550点の初期位置。
4. 右上図は全550軌跡の初期位置で、右下図はトンネルを通過したもののみ表示。基準軌跡の初期値 ($R=33.3\text{cm}$, $y=0\text{cm}$, \circ で示す)が原点になる。



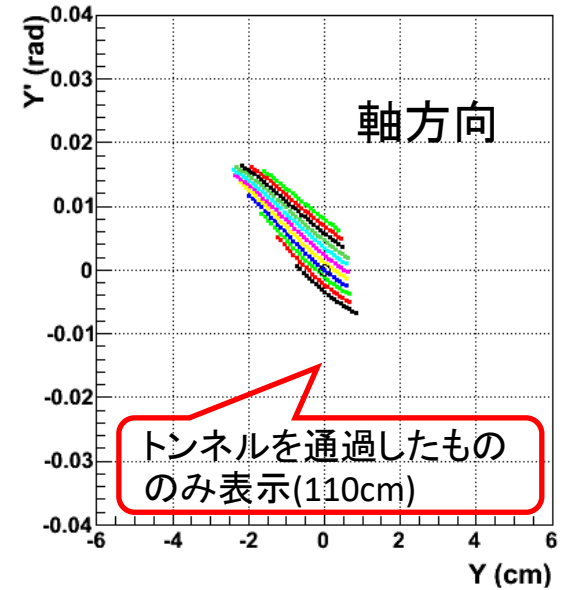
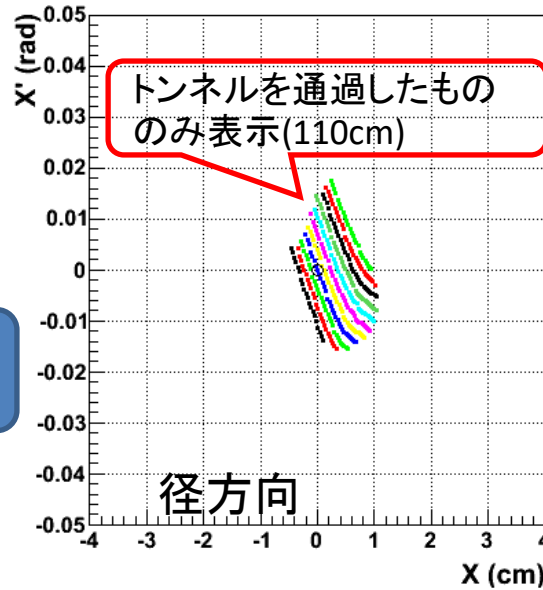
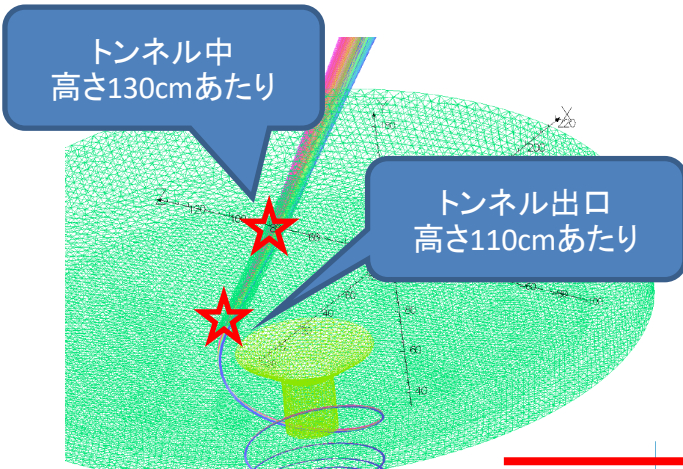
トンネル外 (高さ95cm)



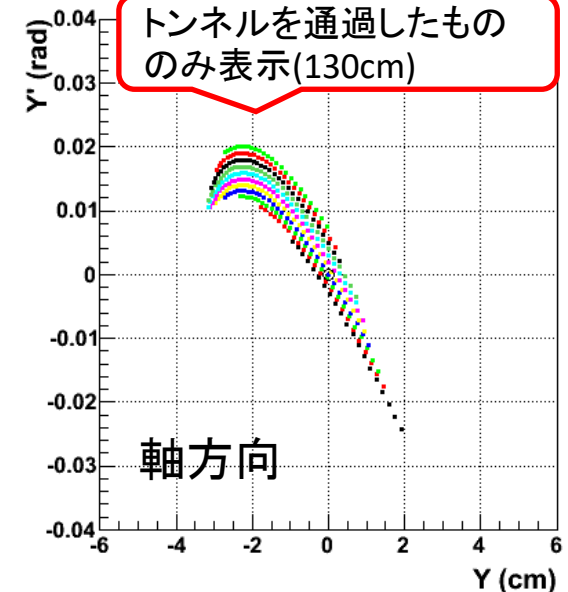
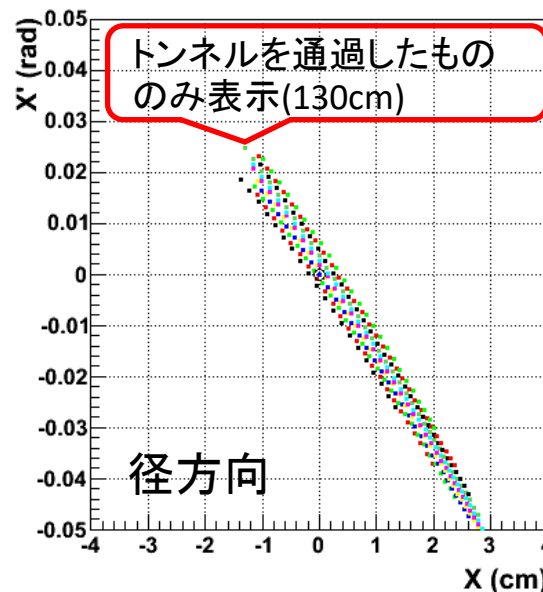
高さ95cmの地点の
アクセプタンス



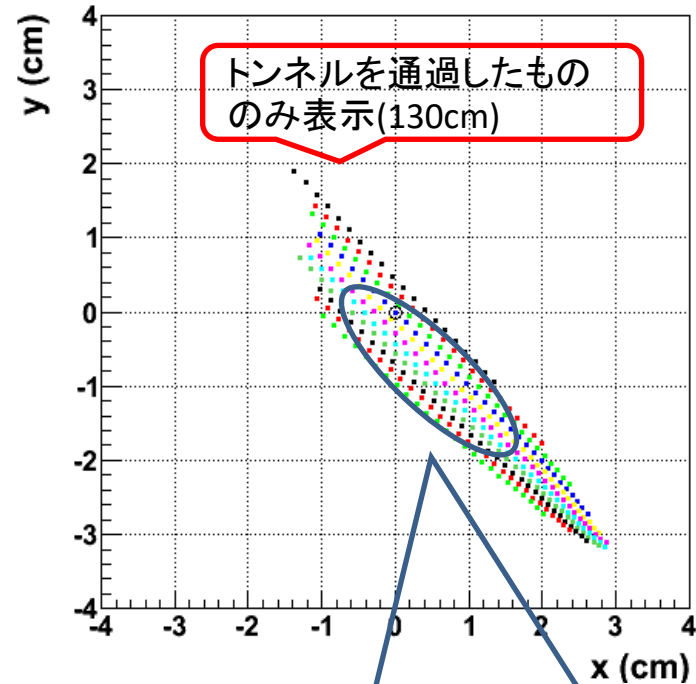
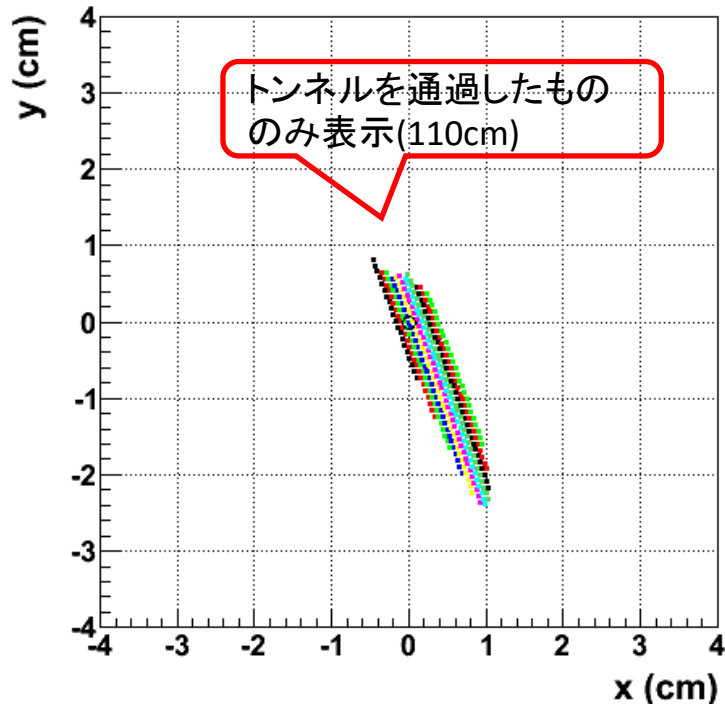
トンネル入り口(高さ110cm)とトンネル内(高さ130cm)



高さ110cm、130cm 地点
のアクセプタンス

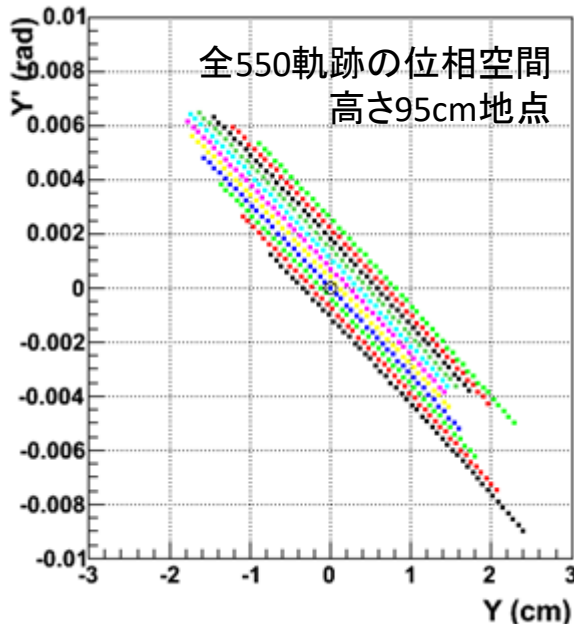
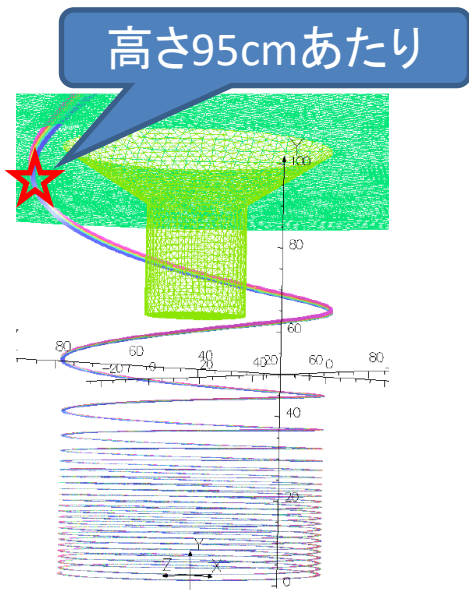


トンネル内のビーム断面サイズ



例えば、このような形状の領域(高さ130cm地点で)の中に入るビーム初期位置、前頁に示す位相空間の相関を満たすビームを準備すれば、ビーム入射可能。

位相空間の相関関係 (高さ95cm地点を例に取る)



傾きと切片の物理的な意味は？
(阿部さん質問)

- ①色の違いは、高さ0cmでの、径方向の初期位置の違いに対応している。
- ②各線の長さは、高さ0cmでの、軸方向の初期位置を±0.3mmズラしたことに関係している。

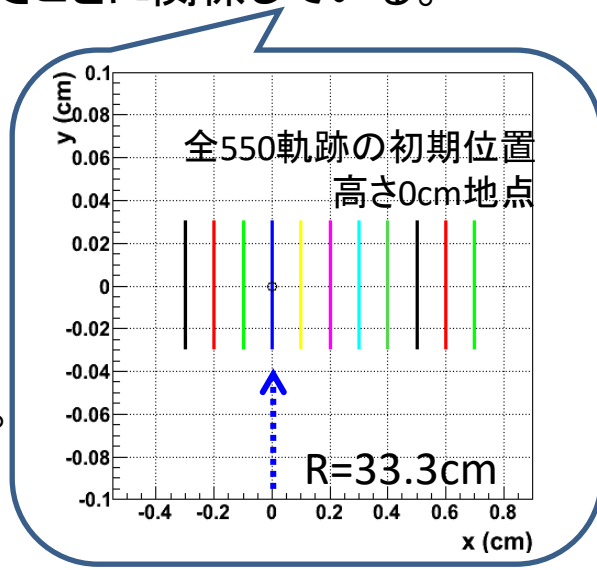
③傾きは、その位置での $B_R(r,y)$ と、 V_y , V_L から算出できる。

$$\text{slope} = \frac{q}{m_\mu} \frac{V_L}{V_Y} B_R(r, y) \quad \left[\begin{array}{l} \text{ただし、} \\ r = \sqrt{x^2 + z^2} \\ V_L = \sqrt{V_x^2 + V_z^2} \end{array} \right]$$

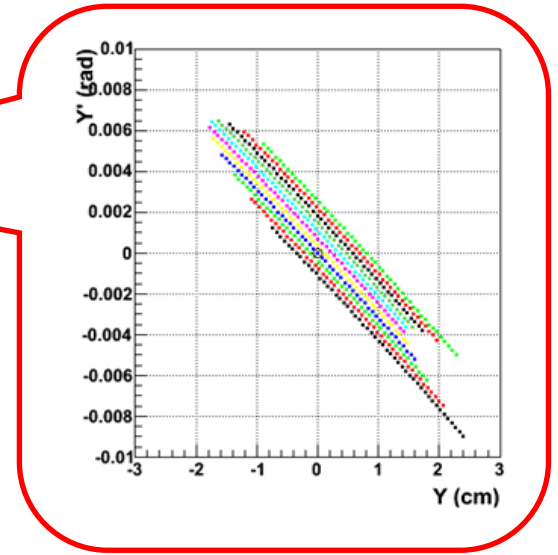
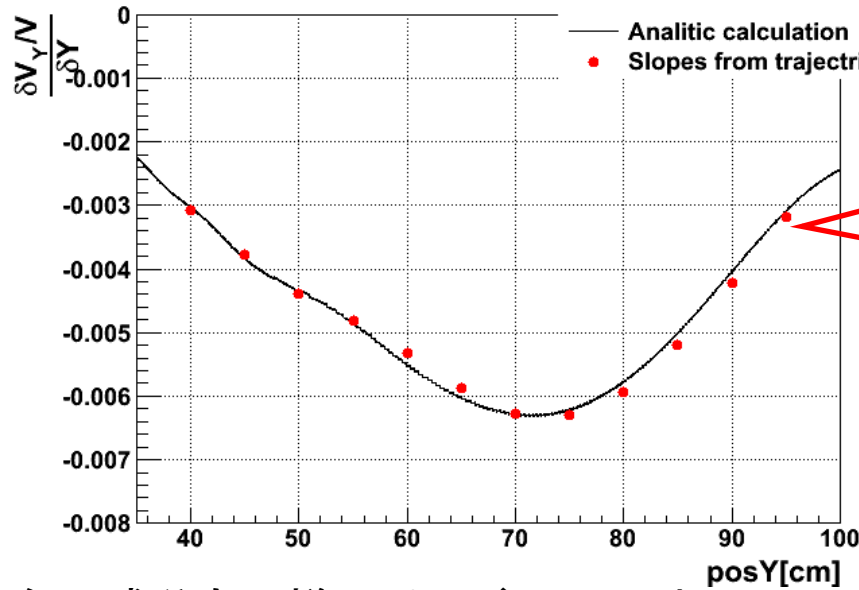
式(1)

④Y'切片は、軌跡に沿った積分 $\frac{\Delta v_y}{\Delta t} = \frac{q}{m_\mu} v_L B_r$ の差になる。

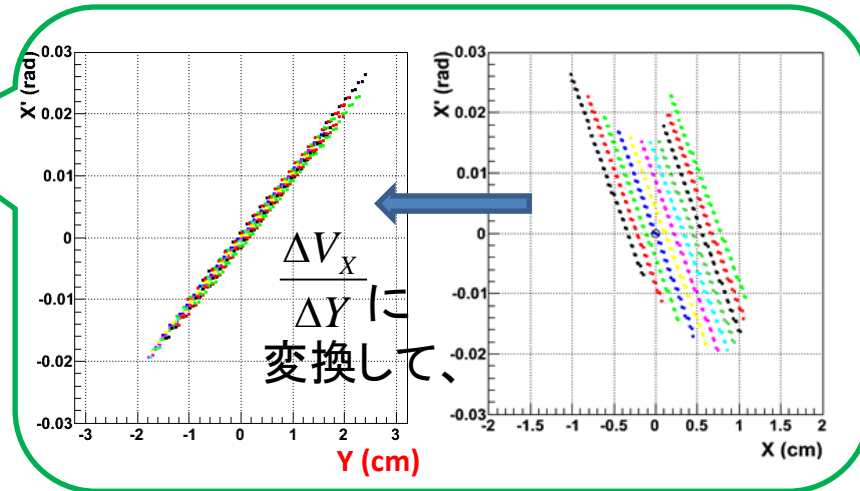
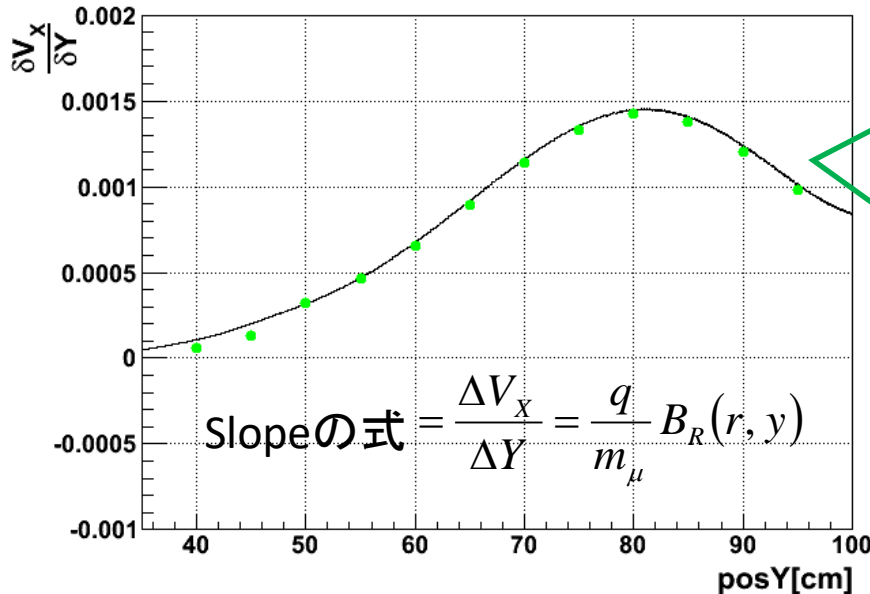
V_L は高さによってさほど変化しないので、実質的に、軌跡に沿った $B_r(r,y)$ の積分の差が、切片になる。



③傾きは、その位置でのBR(r,y)と、 V_y , V_L から算出できる。

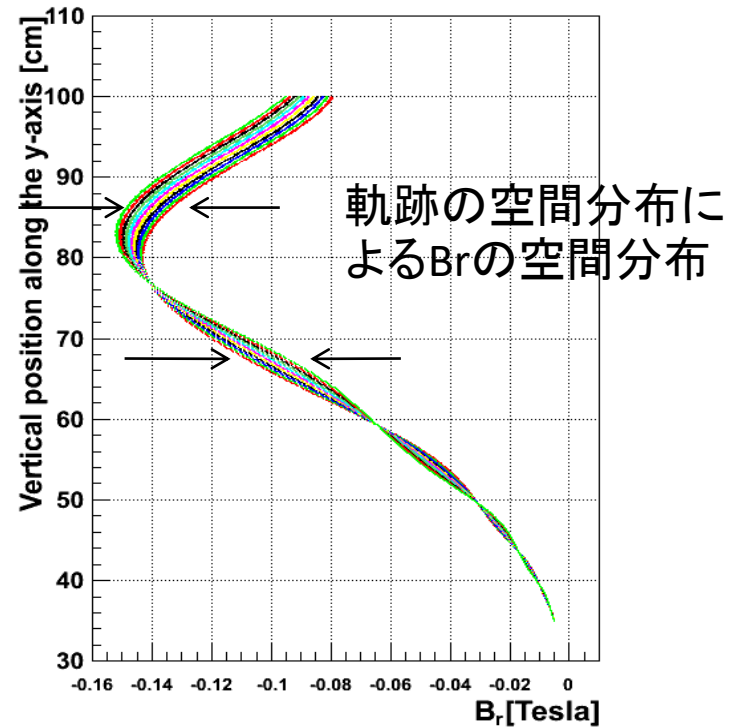
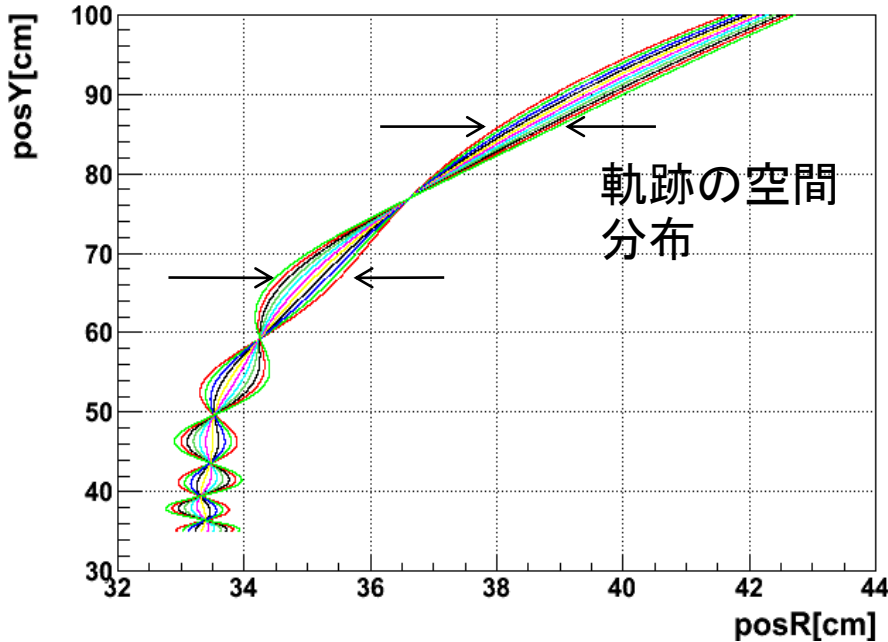


径方向の成分も同様。(ページ11に再出)

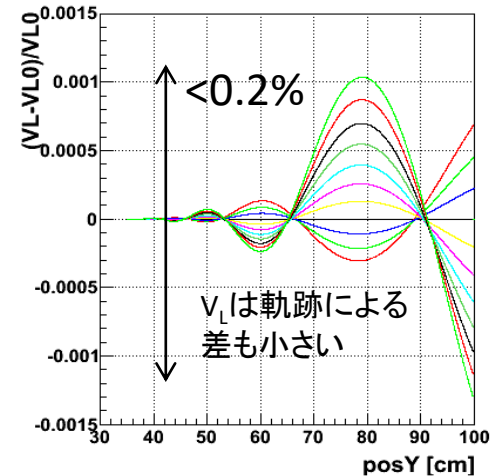
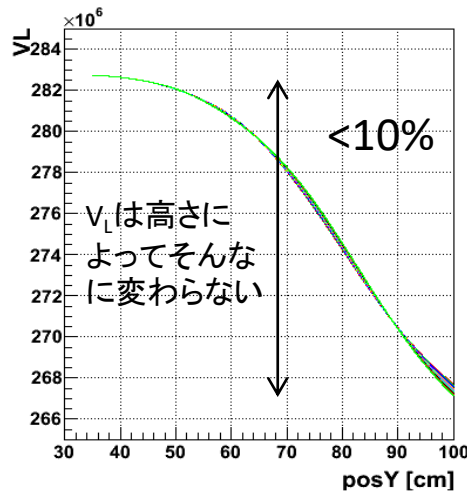


④Y'切片は、軌跡に沿った積分 $\frac{\Delta v_y}{\Delta t} = \frac{q}{m_\mu} v_L B_r$ の差になる。

v_L は高さによってさほど変化しないので、実質的に、軌跡に沿った $B_r(r,y)$ の積分の差が、切片になる。

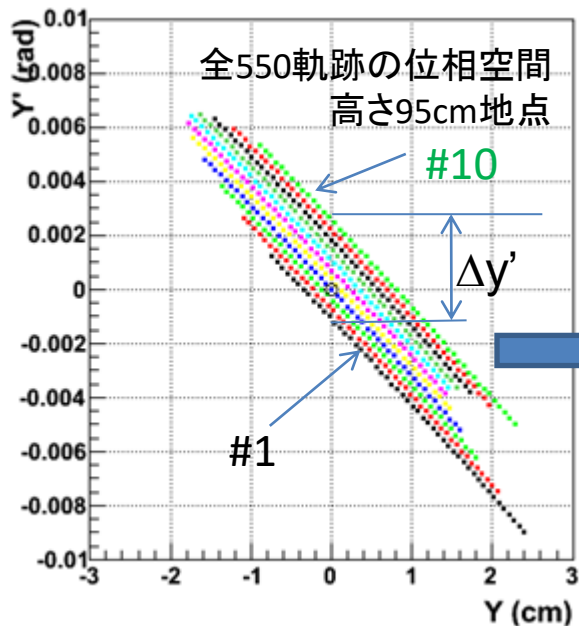
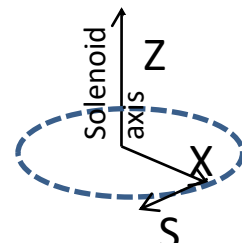


一方で、 v_L は高さによってそんなに変わらない (<10%)し、軌跡による差は0.2%程度なので、大雑把に、軌跡に沿った B_r の空間分布の差、と考える良い。

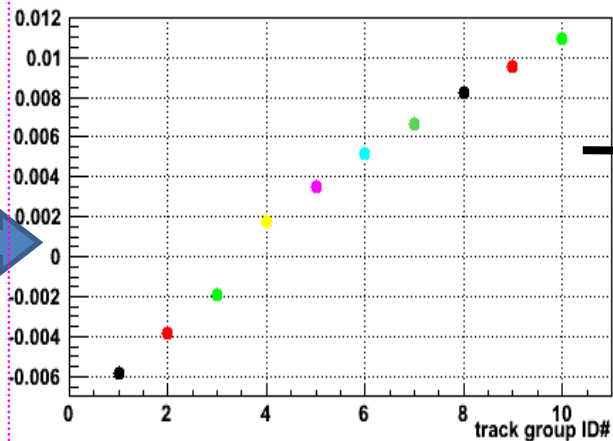


④Y'切片は、軌跡に沿ったBrの空間分布の差に近似的に比例する。

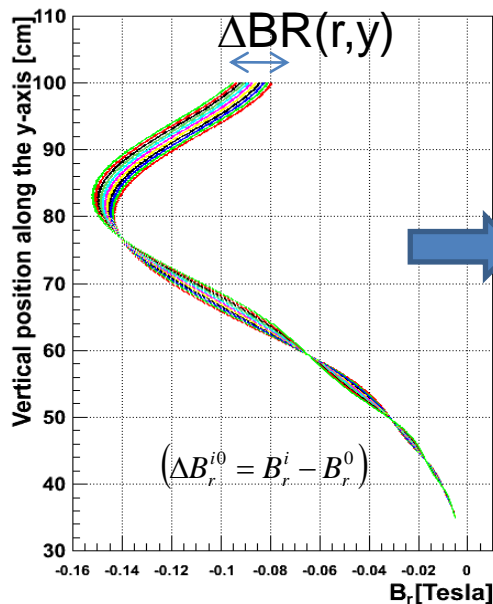
注) 磁場を扱うので、円筒座標系で考える



Y'切片の差: $\Delta y'$



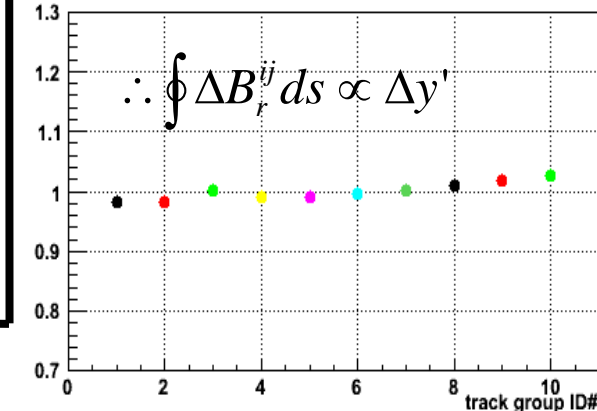
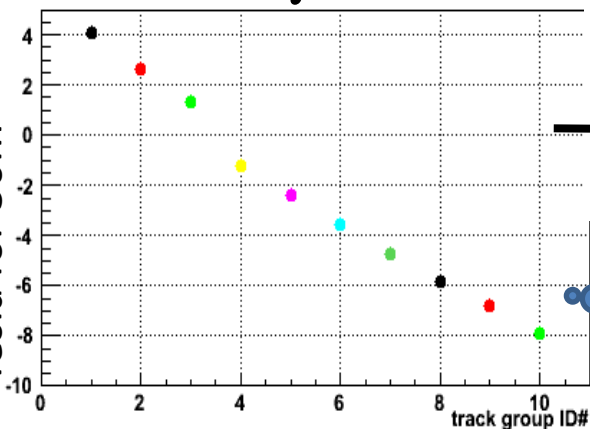
$\oint \Delta B_r^{i0} ds$ と $\Delta y'$ の各ID毎に比を取ると、-700くらいになる。その平均値でノーマライズすると、1付近に収まる。



軌跡に沿ったBr差の積分 $\oint \Delta B_r^{i0} ds$
ただし、軌跡の長さ $\oint ds \approx 50m$

軌跡に沿ったBr差

Tesla for 50m



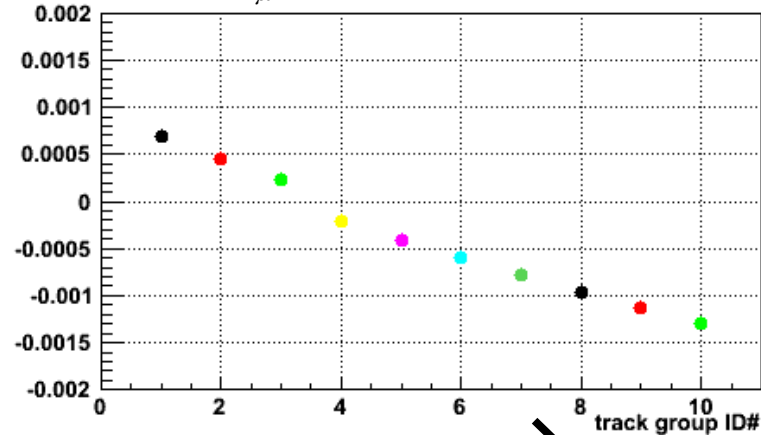
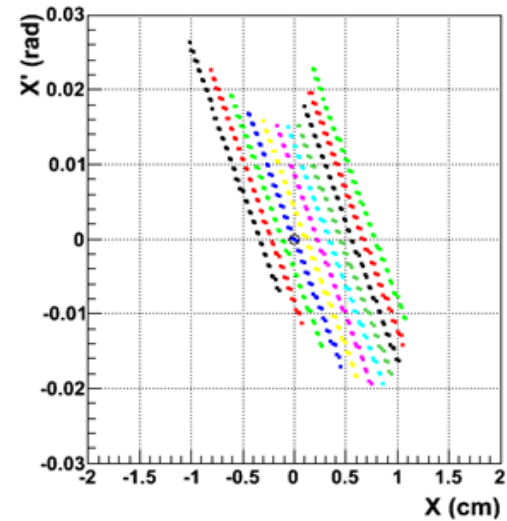
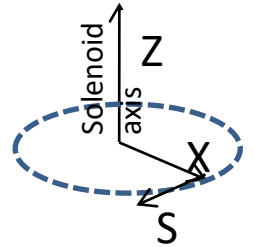
誤差の蓄積
10tesla/50m程度は許される? ローカルに0.2%/cmくらい? 甘すぎやしないか?

⑤x'切片は、軌跡に沿った $V_y \cdot B_R$ の空間分布の差に近似的に比例する。

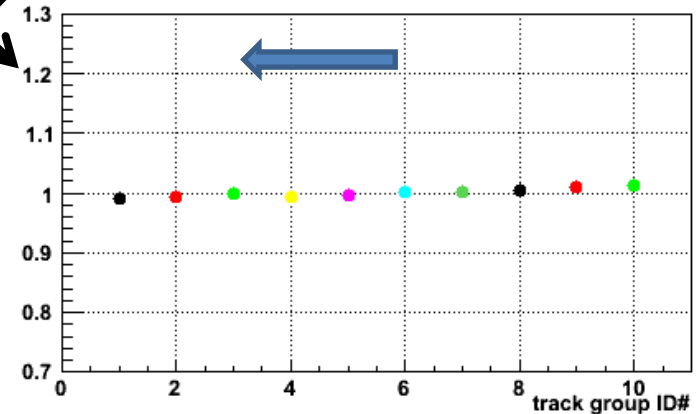
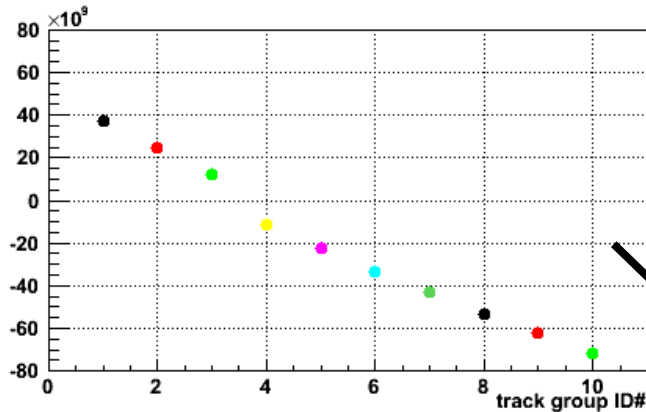
注) 磁場を扱うので、円筒座標系で考える

$$a_x = \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{q}{m_\mu} V_y B_R(r, y) \text{ より、}$$

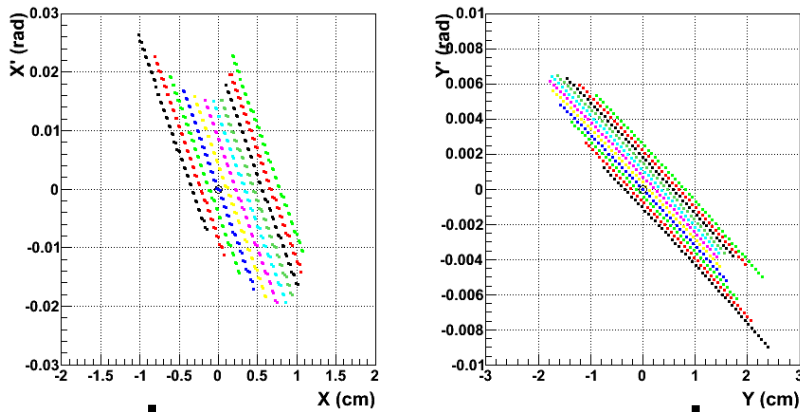
$$\Delta x' \text{切片は} \Rightarrow \frac{q}{m_\mu} \oint V_y B_R(r, y) ds \text{ のはず。}$$



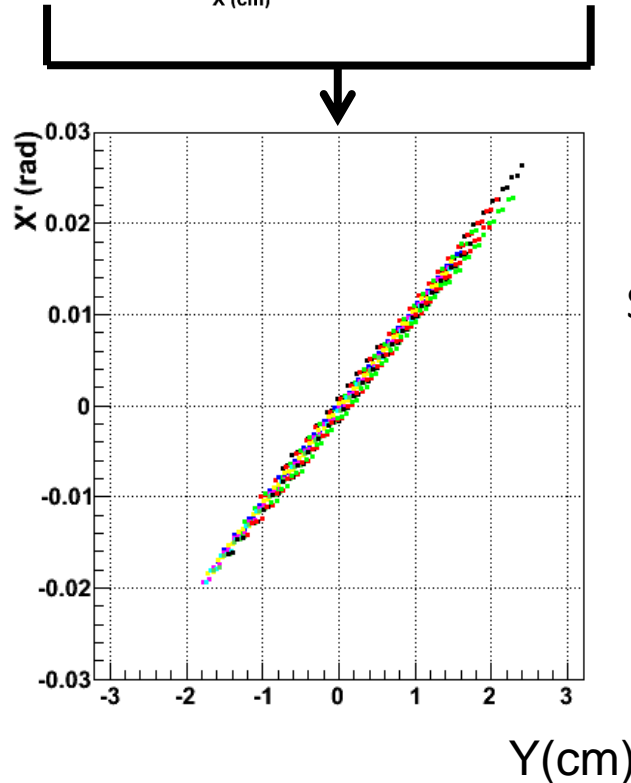
$$\oint V_y B_R(r, y) ds$$



⑥ xとyの相関について



ページ7で、サラリと流したが、xとy成分の相関関係は軌跡に拠らずひとつの関係式を必ず満足する。



Slopeの式 = $\frac{\Delta V_X}{\Delta Y} = \frac{q}{m_\mu} B_R(r, y)$

これを満足するようにしか、軌道は取れない。

まとめ：入斜軌道デザイン重要4ポイント

A.ある地点でのy-y'の傾きは、その位置でのBR(r,y)と、V_y, V_Lから算出できる。

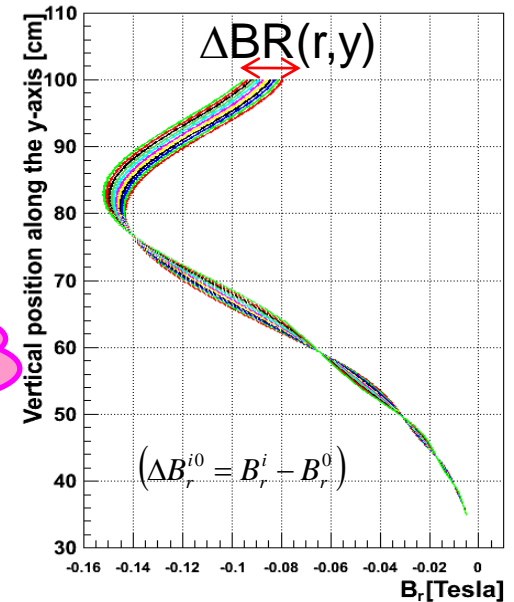
$$y-y'slope = \frac{q}{m_\mu} \frac{V_L}{V_Y} B_R(r, y) \quad \text{ただし、} \quad r = \sqrt{x^2 + z^2}$$

$$V_L = \sqrt{V_x^2 + V_z^2}$$

B.ある地点でのy'の広がり、軌跡に沿ったBr差の積分 $\oint \Delta B_r^{i0} ds$ に比例する。

ステアリングに関する
か

C.ある地点でのx'の広がり、軌跡に沿ったBr·Vy差の積分 $\oint V_y^{i0} B_r^{i0}(r, y) ds$ に比例する。



D.全軌道のy-x'の相関関係は次式を満足する。 $y-x'slope = \frac{q}{m_\mu} B_R(r, y)$

次回までの宿題

- 入射部分(高さ50~110cm)くらいの領域の誤差磁場の評価
 - 前頁より、誤差の蓄積10tesla/50m程度は許される。ローカルに0.2%/cmくらい？甘すぎやしないか？
 - トンネルの有無、竹輪サイズの違う磁場と軌跡の関係を比較する、
 - OPERAで誤差磁場モデルを作って評価する。
- トンネル外でのステアリングを試みる。