

# 近況報告

2017/7/28 七村拓野

# 内容

- 磁場関連
- ファイバーシミュレーション関連
- その他

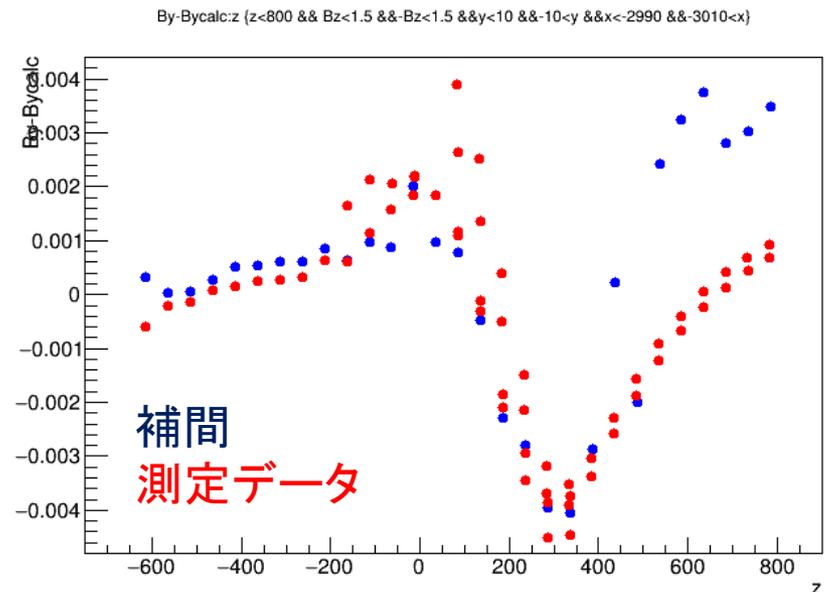
# 磁場について最近やったこと

- 測定磁場の補間

- NAG libraryを用いたshepperd法による補間
- 磁極端から800mmほど離れたところ以降はまともな値にならない(絶対値が小さいせい?)
- 近い位置での計算とのずれ方はおおむね変わらない

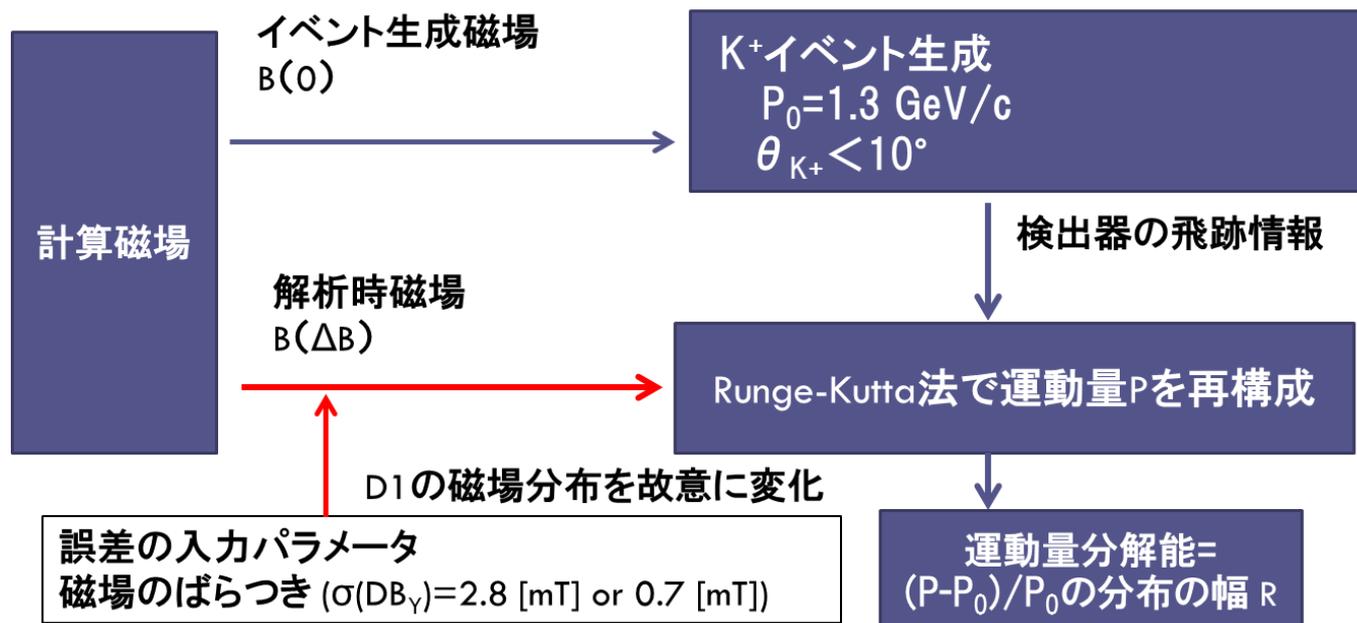
- 今後

- 補間の誤差?
- これを使ったシミュレーション



# 磁場の再現度込みの運動量分解能の評価

- 方法



# シミュレーションup dateの流れ

- 磁極端付近の誤差で全体を振る(修論版)
  - $5.3 \times 10^{-4} \rightarrow 6.7 \times 10^{-4}$  @1.3GeV/c K+
- 磁極端付近とそれ以外の領域で誤差を変える(現在)
  - $5.3 \times 10^{-4} \rightarrow \underline{6.3 \times 10^{-4}}$  @1.3GeV/c K+



- 補間した測定磁場データで置き換える

# ファイバー関連

- RCNP実験の際、急きょ65MeV protonになったときにシミュレーションをしたところ、3MeV 程度のエネルギーロスになるはずが5 MeVという結果になる
  - ポリスチレンのMaterialの定義がC 0.5, H 0.5で定義されていたが間違い(これは重量比), nAtomsで定義しなおした
  - ファイバーのエネルギーロスを過大評価していたことになる

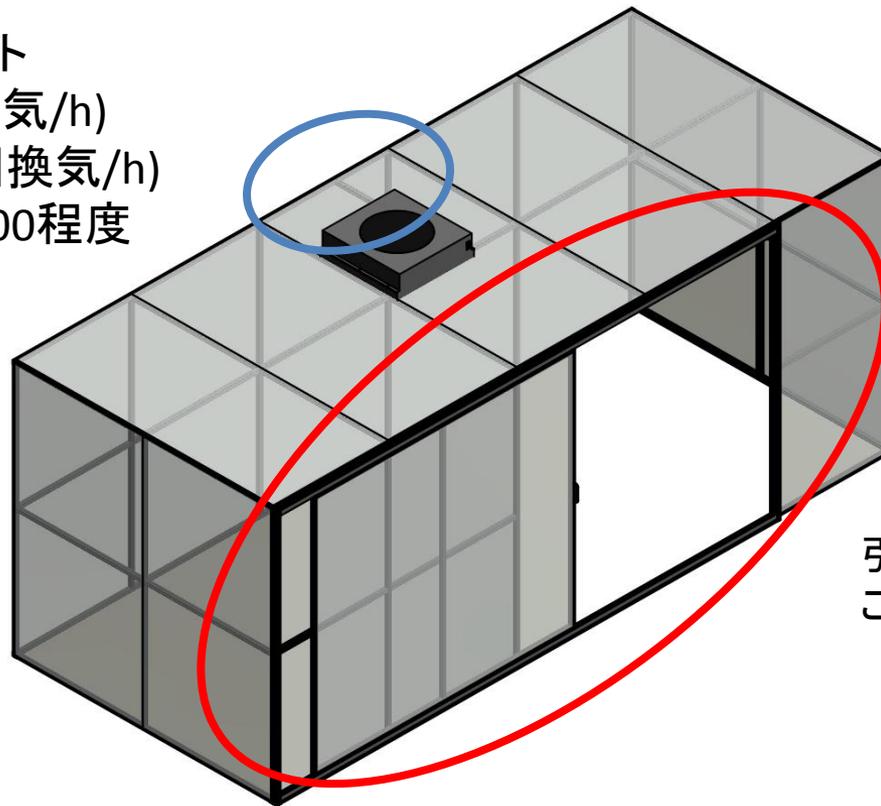
# RCNP実験の続きの検討

- 層の数を増やした時の補正を実証
  - (VME-EASIROCの読み出しの構成の練習?)
- $^{12}\text{C}(p,p')^{12}\text{C}^*(7.65\text{ MeV})@4.5^\circ$  を検討
  - $^{12}\text{C}^*$ と崩壊 $\alpha$ はほぼ反応ファイバーで止まりそう、反応点を除外するくらいで補正可能
- 反応由来の粒子が結構飛ぶ反応も見てみたいが...
  - $p(p,d)\pi^+$  ?
- 次回 proposal 締切8/4
  - ちょっと厳しい...

# その他

- チェンバーテストをやるためのクリーンルームの組み立て & チェンバー入れを夏の間は予定...

HEPAフィルタユニット  
10 m<sup>3</sup>/min (30回換気/h)  
or 15 m<sup>3</sup>/min (45回換気/h)  
のものでクラス10000程度



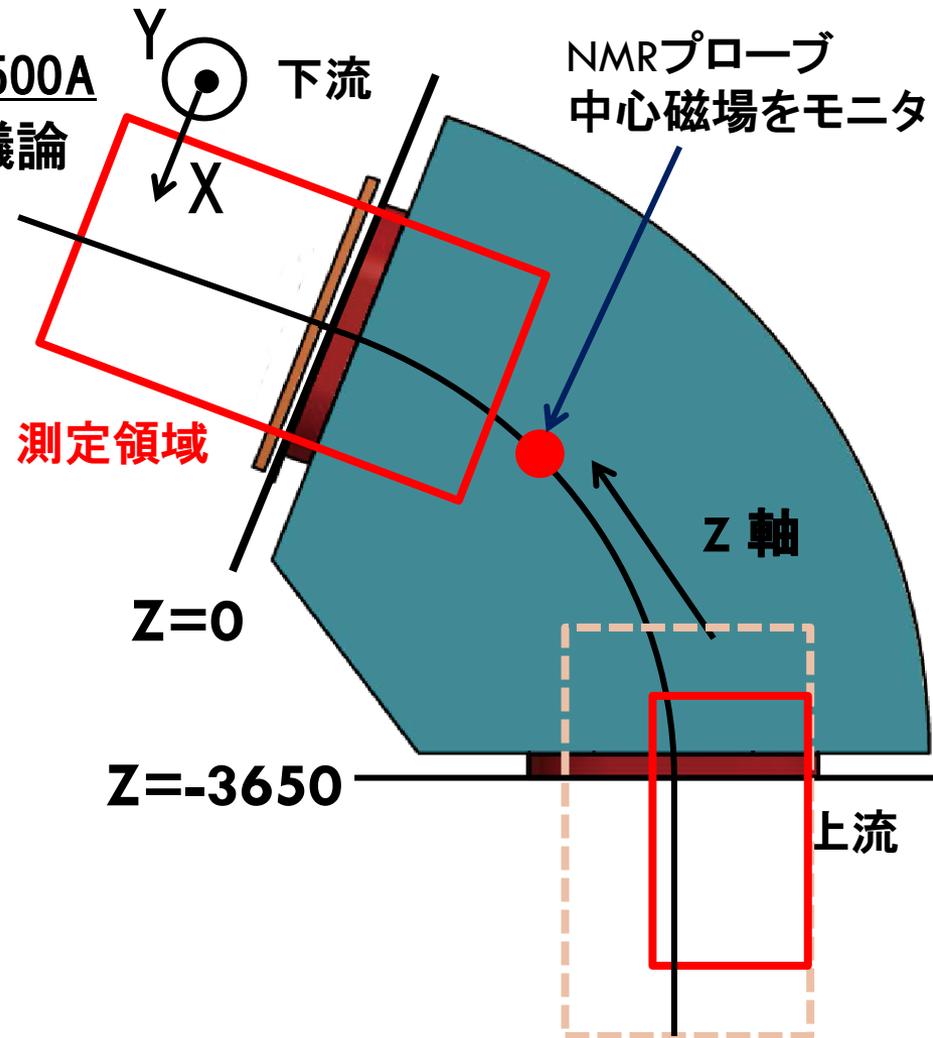
引き戸を考えていたが  
こちら辺はシンプルにする

backup

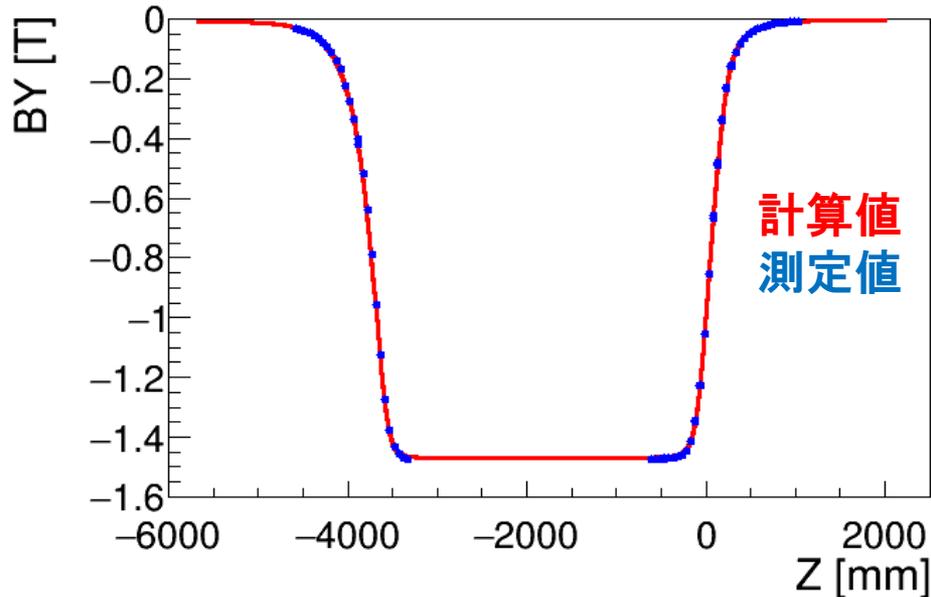
磁場測定周りのおさらい

# 測定の概要

- 領域：800×320×1700 mm<sup>3</sup>(下流側), 400×320×1100 mm<sup>3</sup>(上流側)
  - メッシュ間隔：50×20×50 mm<sup>3</sup>
  - 電流設定：1000A, 1500A, 2000A, 2500A
- 本発表では下流側、2500Aについて議論



中心軌道上の磁場のY成分



# 測定データの較正

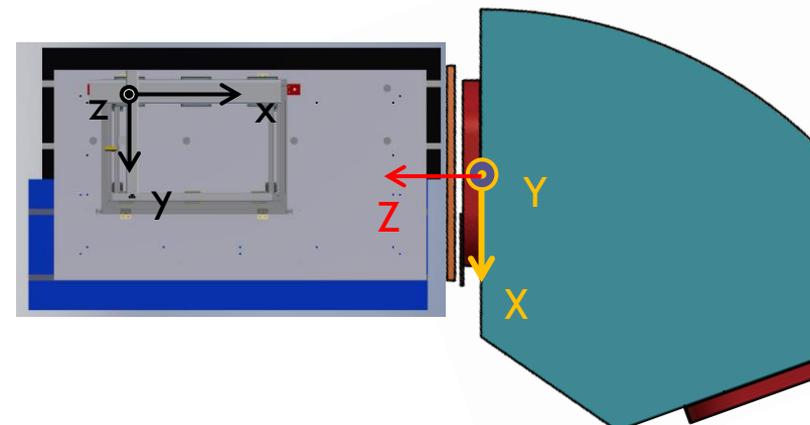
- 測定データ
  - $(x, y, z), (b_x, b_y, b_z)$
- 計算磁場分布
  - $(X, Y, Z), (B_x, B_y, B_z)$
- 計算磁場と統一的に扱うため、測定データ $(x, y, z, b_x, b_y, b_z)$ を変換
- 位置の変換 $(x, y, z) \rightarrow (X, Y, Z)$ 
  - 座標原点を合わせる
  - 駆動装置の傾きを補正
- 磁場の較正 $(b_x, b_y, b_z) \rightarrow (B_x, B_y, B_z)$ 
  - プローブの傾きを補正
  - 電流の時間変動の補正



位置のずれ  $\delta X < 0.1$  [mm]



角度の較正誤差  $\Delta\theta = 0.002$  [rad]



$Z=0$ が磁極端、  
 $Z>0$ が外側、 $Z<0$ が内側

# 測定結果の一例

- 中心軌道に沿った $B_Y$ 分布をEnge関数

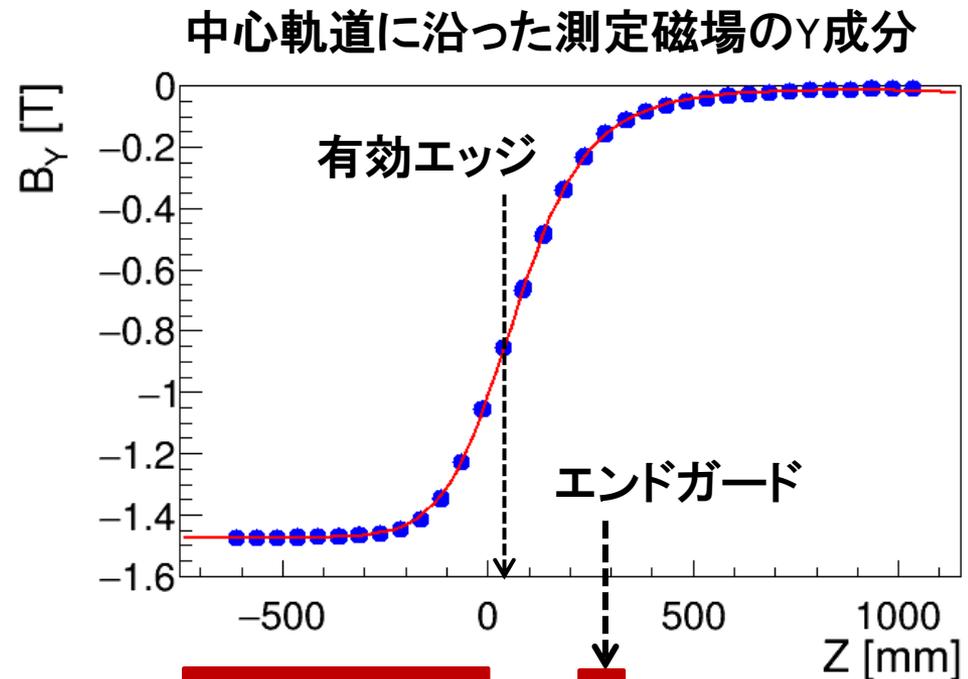
$$f(Z) = \frac{1}{1 + e^{p(Z-s)}} \quad : \quad p(x) \text{は多項式}$$

でフィッティングして有効エッジ $s$ を求める

- 2500Aのデータに対し

有効エッジの位置は  
 $s = 67.3 \pm 0.4$  [mm]

計算磁場は $s = 67.4$  [mm]  
 双極電磁石を特徴づける  
 量が一致した



# 測定結果の一例

- 中心軌道に沿った $B_Y$ 分布をEnge関数

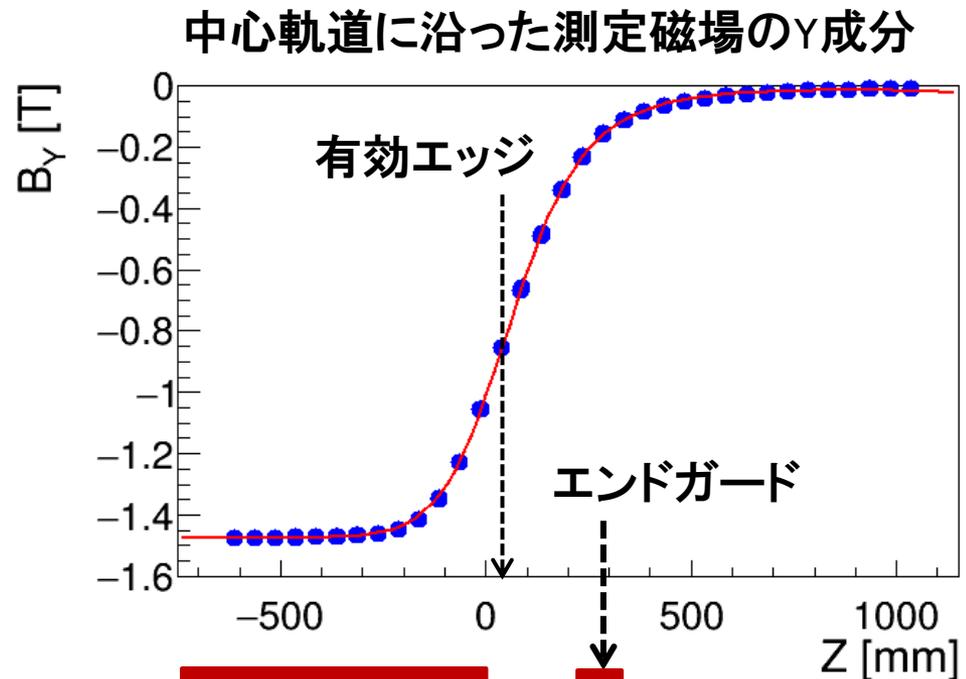
$$f(Z) = \frac{1}{1 + e^{p(Z-s)}} \quad : \quad p(x) \text{は多項式}$$

でフィッティングして有効エッジ $s$ を求める

- 2500Aのデータに対し

有効エッジの位置は  
 $s = 67.3 \pm 0.4$  [mm]

計算磁場は $s = 67.4$  [mm]  
双極電磁石を特徴づける  
量が一致した



# 測定誤差 $\Delta B$ の評価

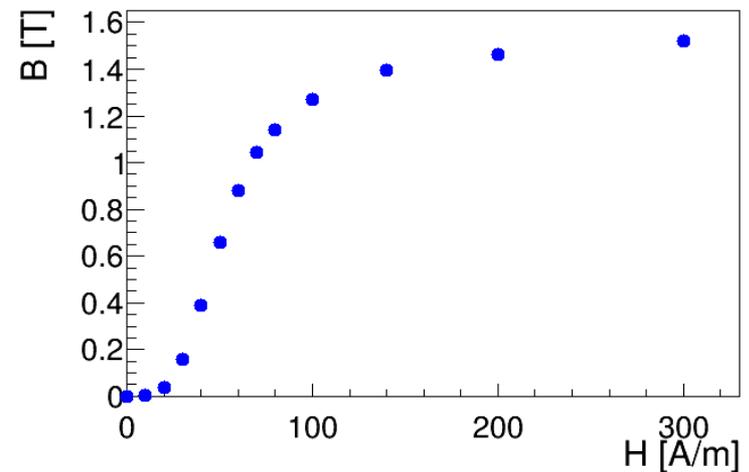
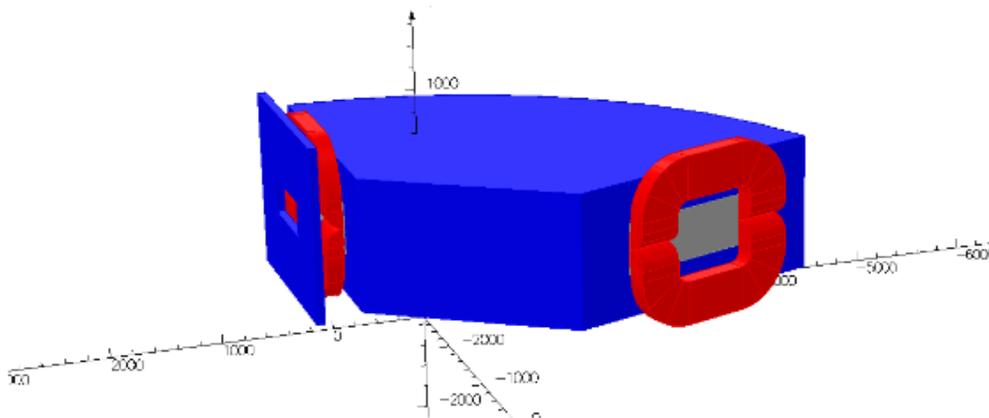
- **ホールプローブ自体の測定誤差  $\sigma_{\text{Hall}}$** 
  - 同じ位置の磁場を連続で測ったデータから評価
- **測定点の位置精度からくる誤差  $\sigma_{\text{mover}}$** 
  - 同じ位置に繰り返し設定しなおして測ったデータから評価
- **ホール素子の大きさからくる誤差  $\sigma_{\text{size}}$** 
  - ホール素子は半径 $750\mu\text{m}$ の円盤型
  - 測定データから測定点の $\frac{\partial B}{\partial x}$ を求め、誤差の伝搬則から評価
- **誤差 $\Delta B^2 = \sigma_{\text{Hall}}^2 + \sigma_{\text{mover}}^2 + \sigma_{\text{size}}^2$   $\Delta B$ に対しては $\sigma_{\text{size}}$ が支配的**

成分	$\sigma_{\text{Hall}}$ [mT]	$\sigma_{\text{mover}}$ [mT]	$\sigma_{\text{size}}$ [mT]	$\Delta B$ [mT]
$B_x$	0.03	0.01	0.06	0.06
$B_y$	0.03	0.02	<1.6	1.6 (磁極端付近), 0.20 (それ以外)
$B_z$	0.03	0.1	<1.4	1.4 (磁極端付近), 0.22 (それ以外)

# 測定磁場と計算磁場の比較

# 計算磁場

- OPERA-3D/TOSCAで計算
- モデリング：設計図をもとに作成、上下対称
  - 周辺の磁性体や電磁石の架台などは考慮していない
- BH曲線：Q1電磁石の計算磁場の精度を上げるために調整したもの

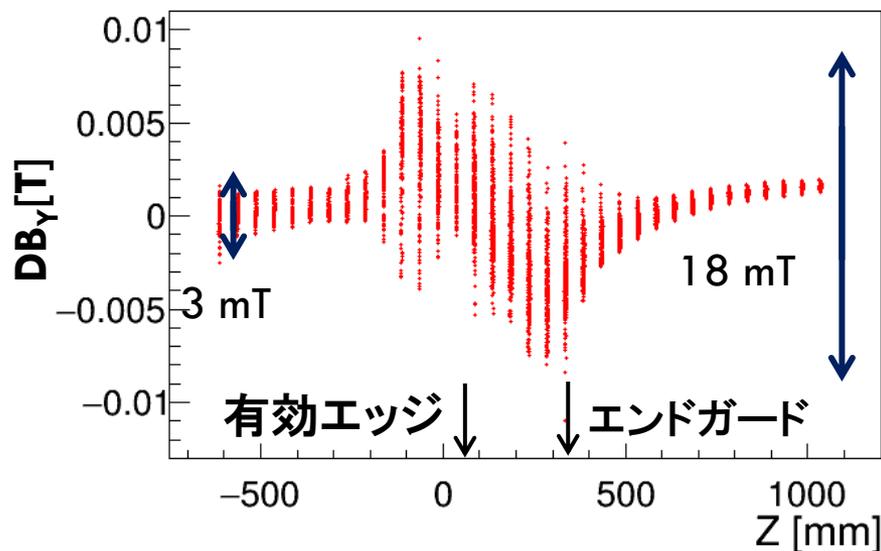


- メッシュサイズ
  - ヨーク部分:30 mm, 粒子が通る領域:20mm
  - それ以外:100mm
    - ・ メッシュサイズによる計算精度は60 $\mu$ T未満

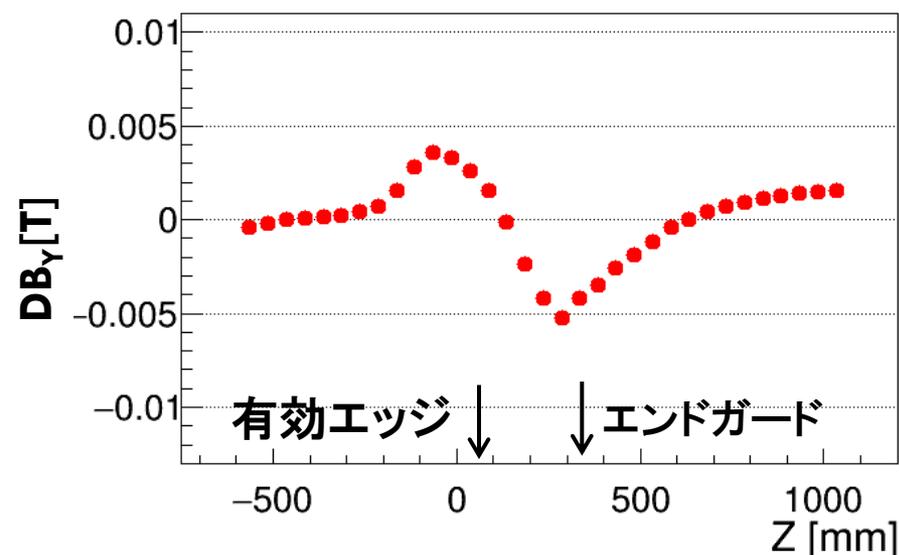
# 計算磁場との比較

- $DB_Y = (\text{測定磁場のY成分}) - (\text{計算磁場のY成分})$ 
  - 傾向1 a: 一様領域では3mTの範囲に収まる( $\sigma = 0.7\text{mT}$ )
  - 傾向1 b: 磁極端付近では18mTの範囲でばらつく( $\sigma = 2.8\text{mT}$ )
  - 傾向2: 有効エッジの前後で正負が入れ替わる

全測定データの差



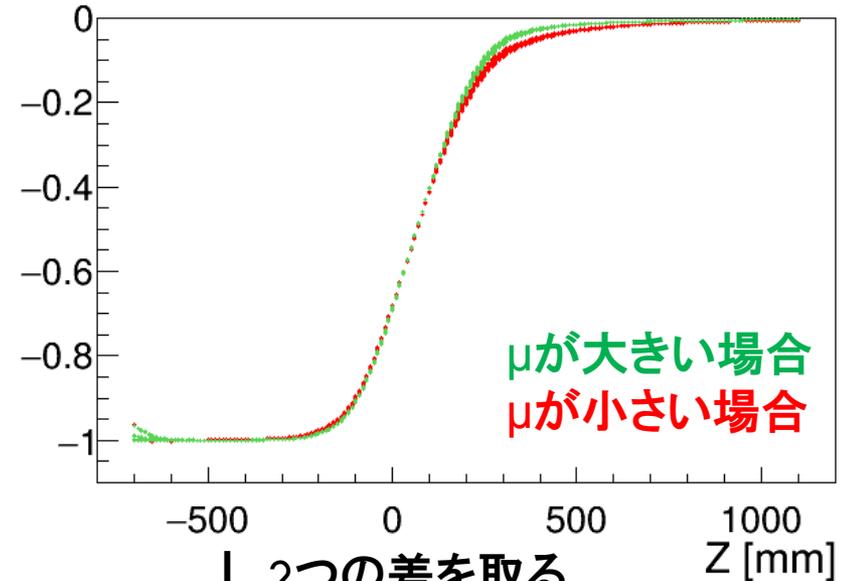
中心軌道での差



# DB<sub>Y</sub>の傾向から考察

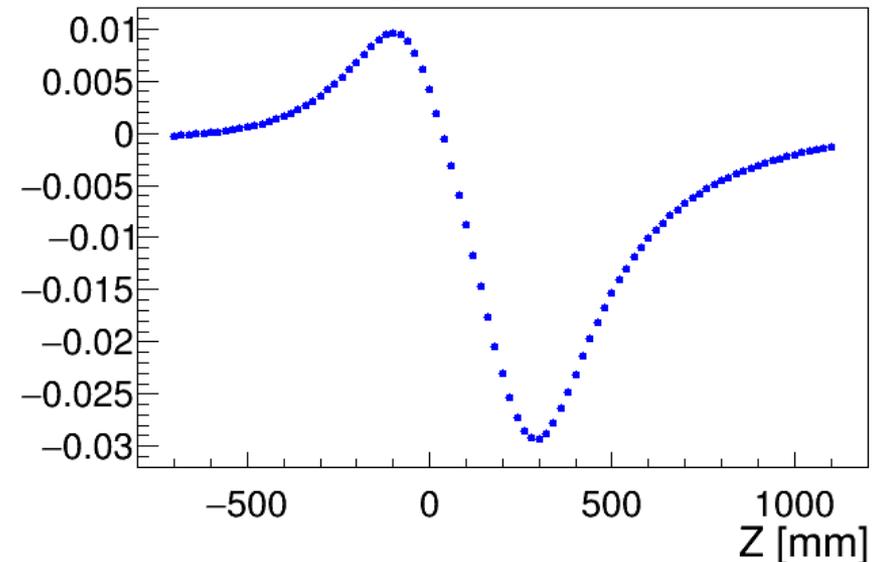
- 傾向2は磁極の透磁率 $\mu$ の値の違いからくるものと考えられる

規格化した計算磁場分布



2つの差を取る

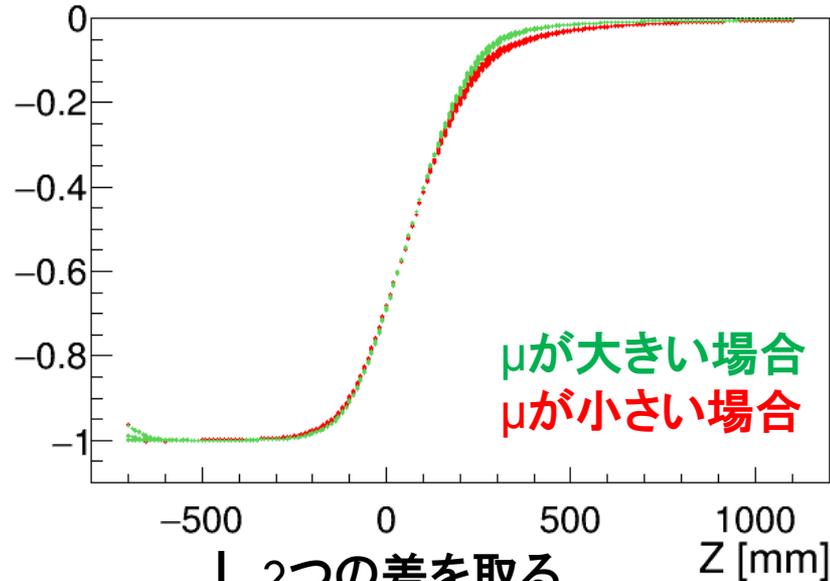
$$B_Y(\mu_{\text{小}}) - B_Y(\mu_{\text{大}})$$



# DB<sub>Y</sub>の傾向から考察

- 傾向2は磁極の透磁率 $\mu$ の値の違いからくるものと考えられる
- 計算で使う鉄の透磁率が大きいと推測される

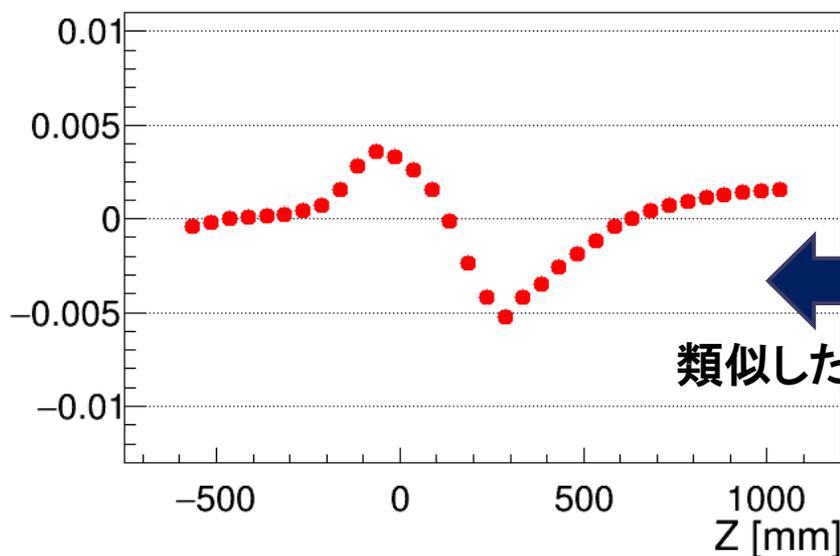
規格化した計算磁場分布



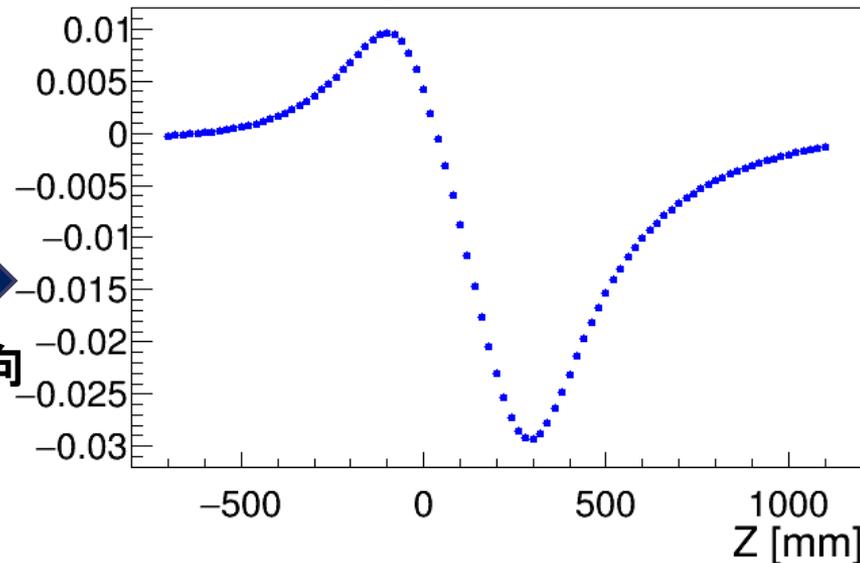
2つの差を取る

$$B_Y(\mu小) - B_Y(\mu大)$$

中心軌道付近での差



類似した傾向



# 計算磁場との比較

- 計算磁場の精度

成分	$\sigma$ (DB) (磁極端付近) [mT]	$\sigma$ (DB) (それ以外) [mT]
$B_x$	1.9	0.82
$B_y$	2.8	0.7
$B_z$	3.2	0.98

- 計算磁場と測定磁場の違いの原因

- 有効エッジの前後で大小が入れ替わるという傾向がある
- 計算で用いた鉄の透磁率が大きいためと推測される  
→計算で用いる鉄の透磁率を小さく調整する