



ILCにおけるビームモニター用 ピクセル検出器 ー ビームサイズ測定シミュレーション ー

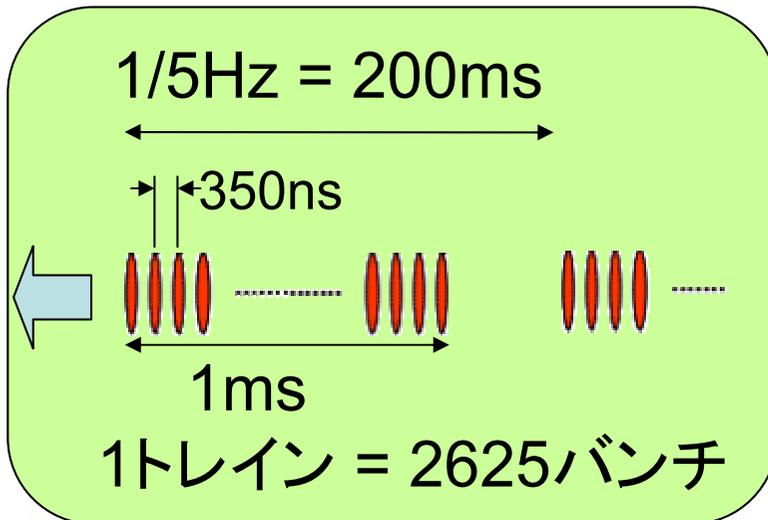
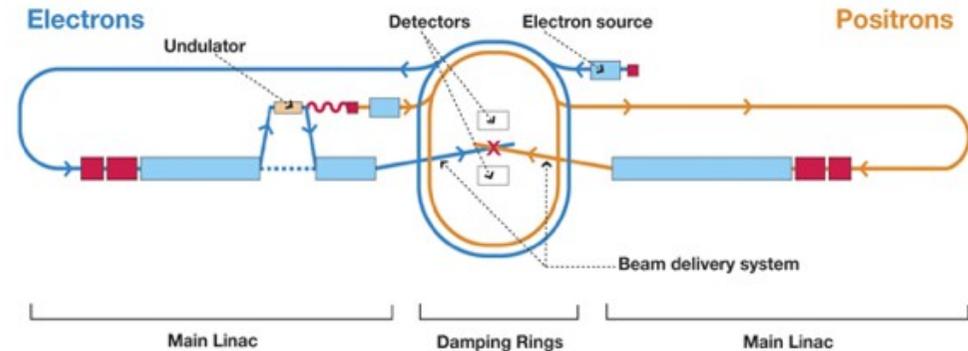
東北大学 伊藤和俊

1. ILCとは
2. ペアモニターとは
3. ビーム・サイズの測定精度の評価
4. まとめ

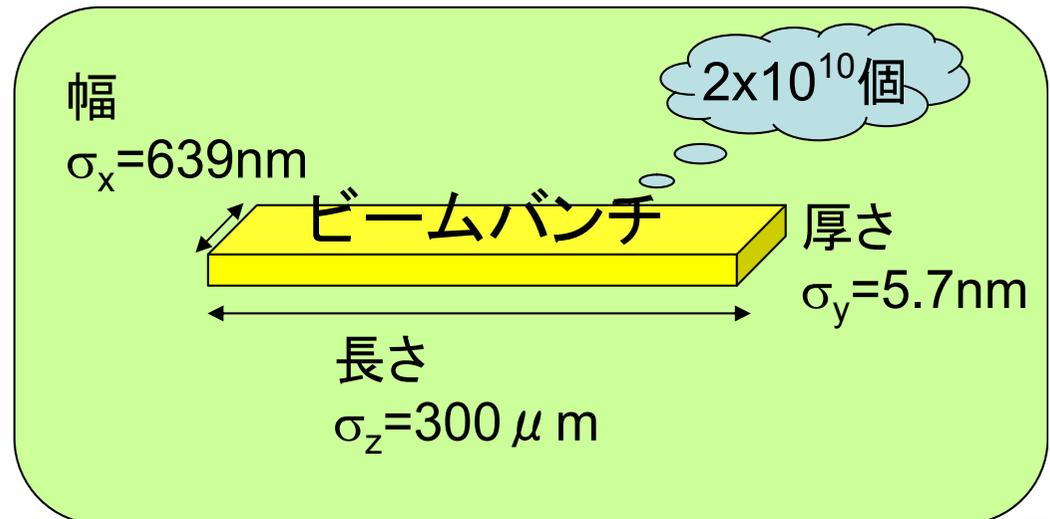


ILCとは

- 重心系エネルギー
 - 第1期：500GeV
 - 第2期：1TeV
- 全長：約30km
- 衝突角：14mrad



ILCのビームトレイン

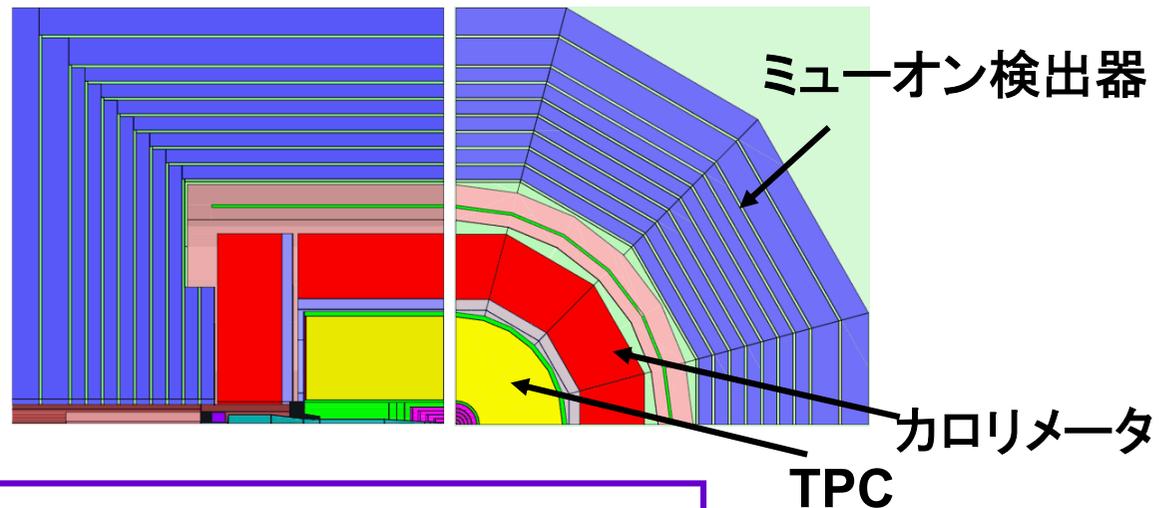
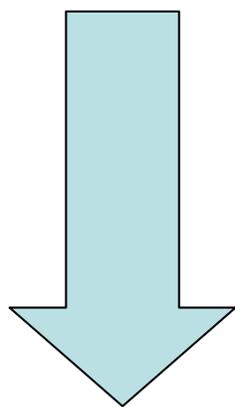


ILCのビームバンチ ²



ビーム・プロファイル・モニターの要求性能

- $\sigma_x/\sigma_y = 639\text{nm}/5.7\text{nm}$ のサイズを10%以下の精度で測定すること。
- 衝突点でのビーム形状情報を得ること。
- 他の粒子検出器の障害にならないこと。



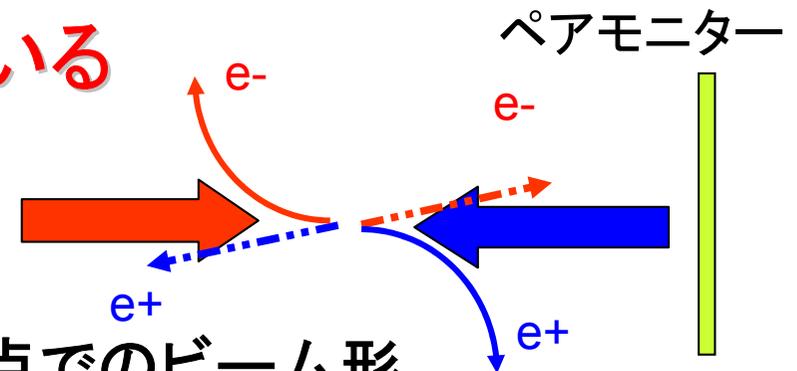
これらの要求を満たすものは、
ペアモニターだけ!!

- 電子・陽電子ペア
 - 衝突点で光子が大量に生成
 - 光子とビームが反応し、電子・陽電子ペアが生成
 - 対向するビームと同電荷の粒子は、ビームの電場により大きく散乱

→ **ビーム形状の情報を持っている**



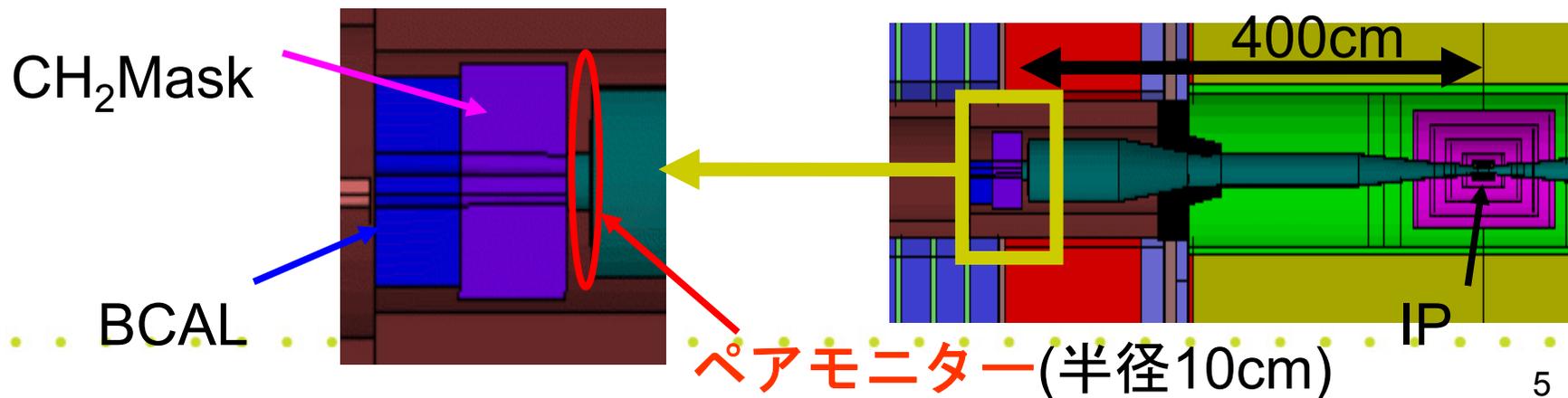
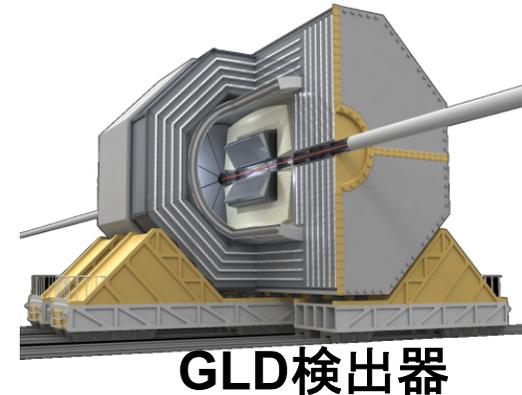
- **ペアモニター**
 - 電子・陽電子ペアを用いて、衝突点でのビーム形状情報を得る。
 - 時間ごとのビーム形状を測定する。





シミュレーションのセットアップ

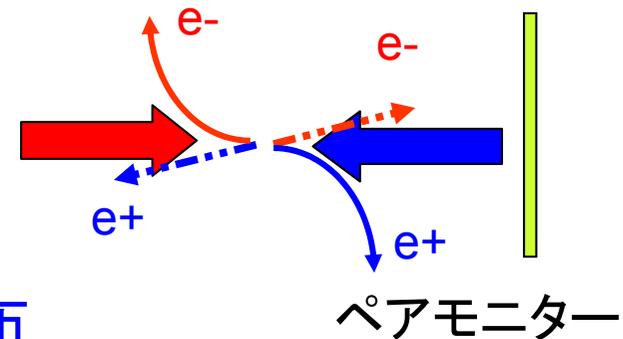
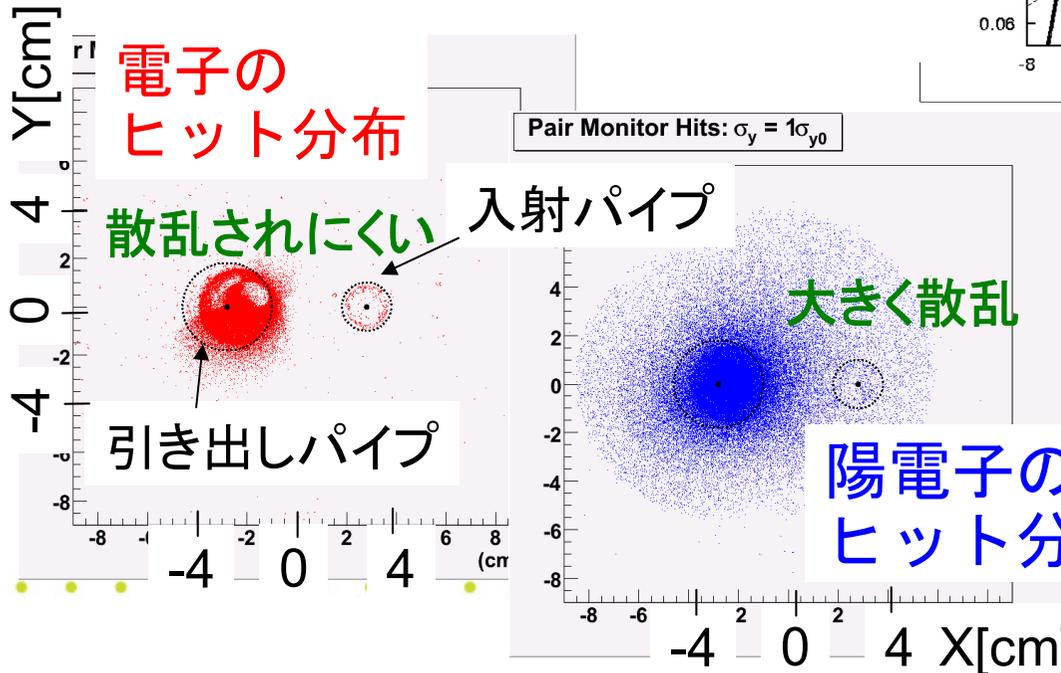
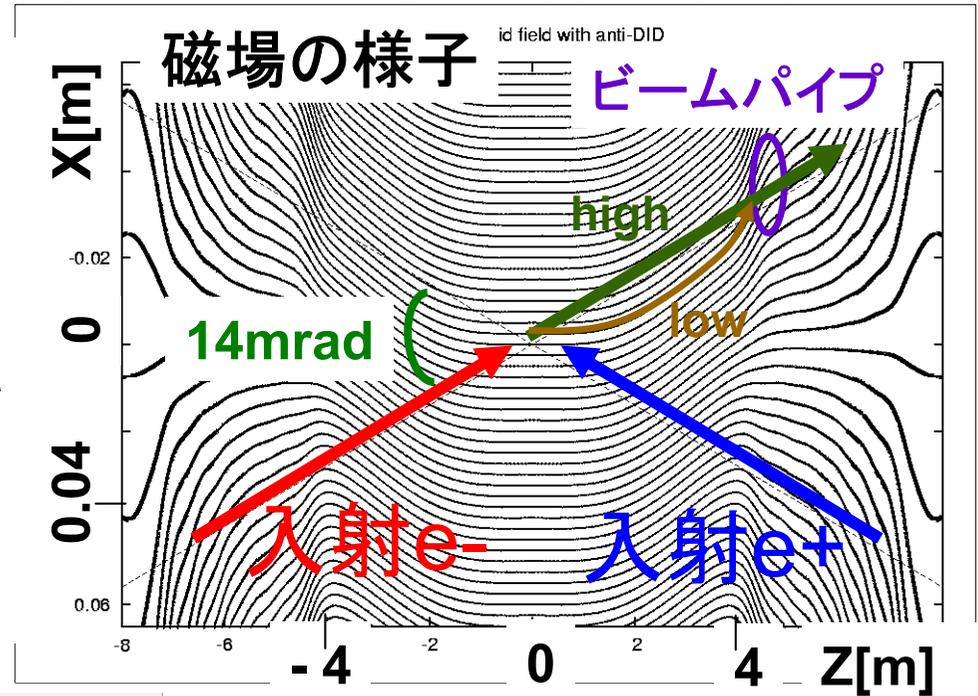
- ビームエネルギー：500GeV
- ペア・バックグラウンド生成プログラム：CAIN
- トラッキング・エミュレータ：Jupiter (Geant4ベース)
- ペアモニター
 - 位置：衝突点から400cm
 - 半径10cmの円盤





シミュレーションのセットアップ

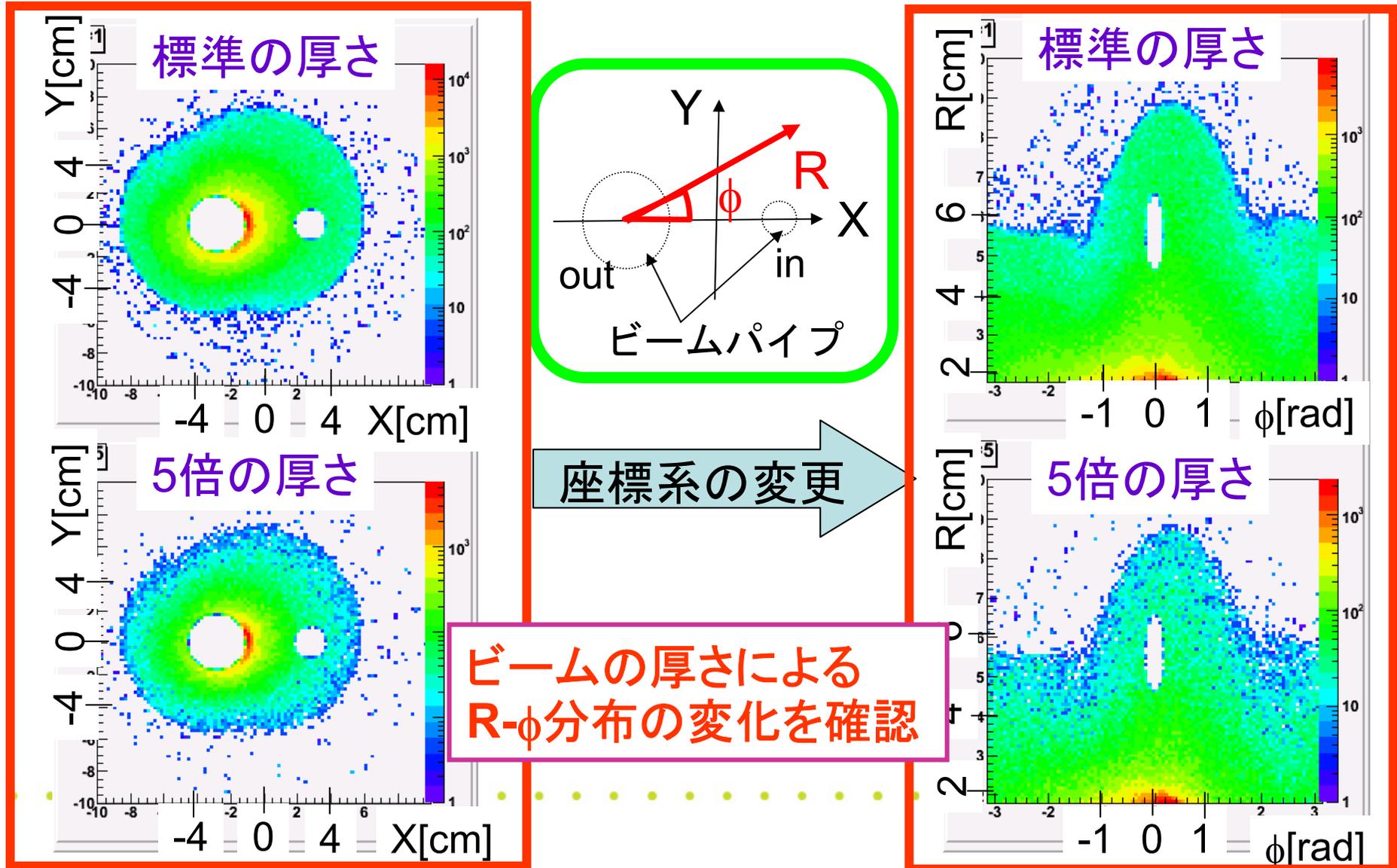
- 衝突角：14mrad
- 磁場：ソレノイド磁場3T + anti-DID
 - anti-DID とは、 e^+e^- ペアをビーム・パイプに導くための磁場





ビームの厚さ(σ_y)の測定

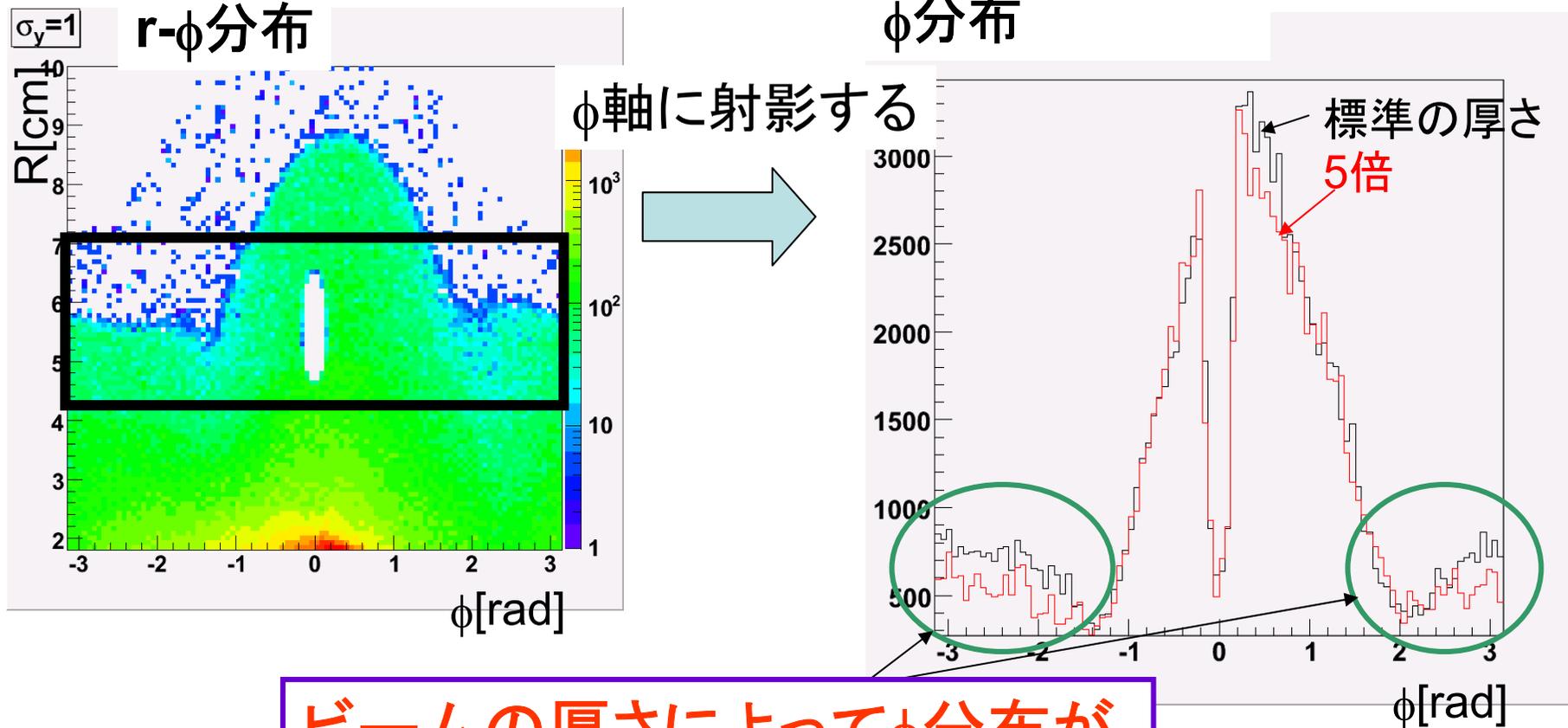
- ビームの厚さの変化に対するヒットパターンの変化





ビームの厚さ(σ_y)による分布の変化

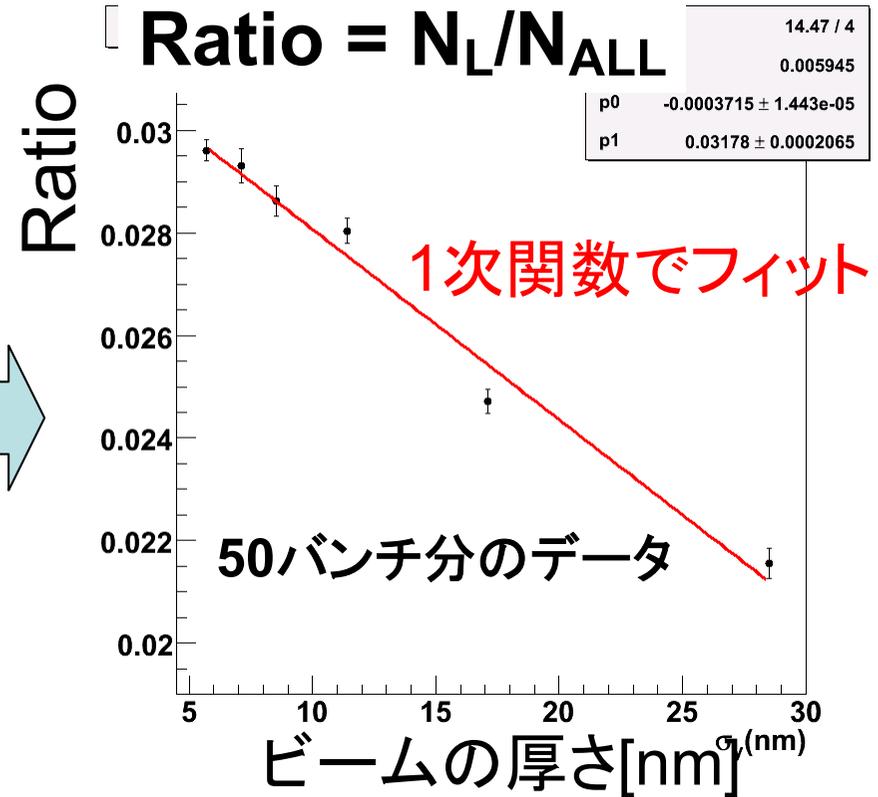
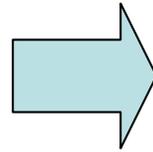
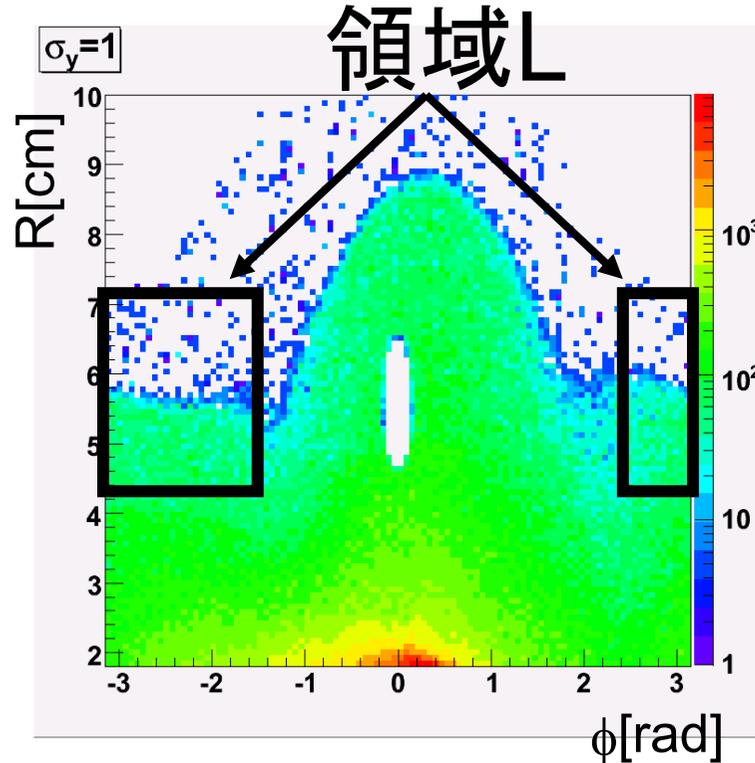
- 変化している部分を調べるため、射影する



ビームの厚さによって ϕ 分布が
大きく変化している

→ビーム情報を持っている

ビームの厚さ(σ_y)の測定能力

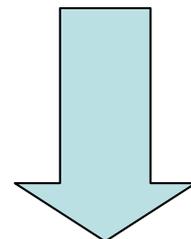
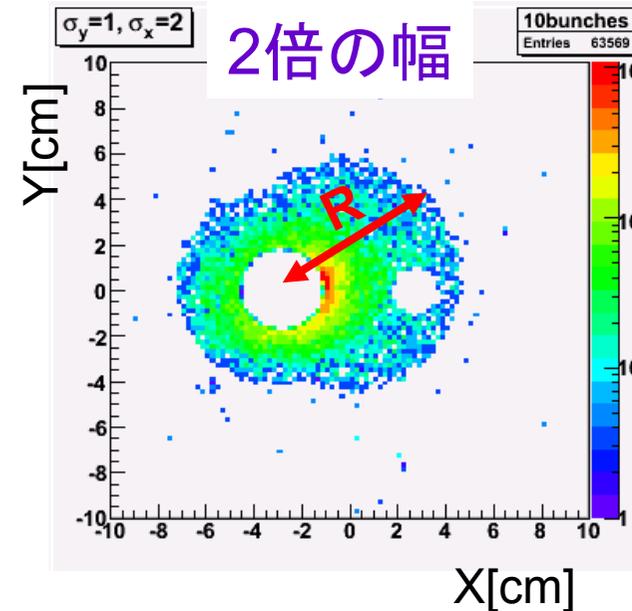
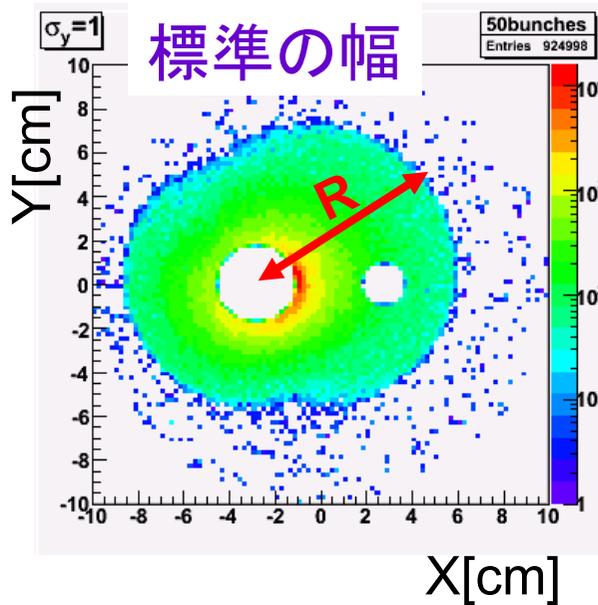


164バンチ(2625バンチ/16)に焼き直すと...
 標準のビームサイズでは**0.30nm(5.3%)の精度で、
 ビームの厚さを測定可能。**

→ **要求性能を満たしている** 9

ビームの幅(σ_x)の測定

- ビームの幅の変化に対するヒットパターンの変化



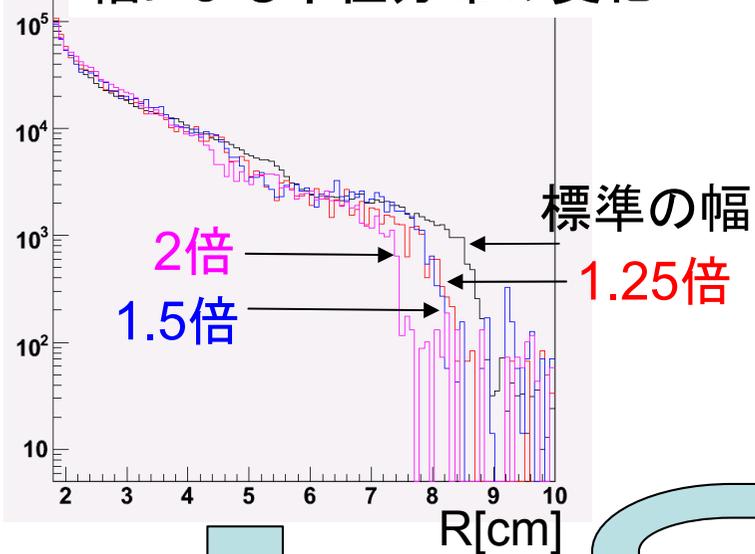
ビームの幅が大きくなると、ビーム表面の電場が弱くなり、散乱されにくくなる。

最大半径に注目する

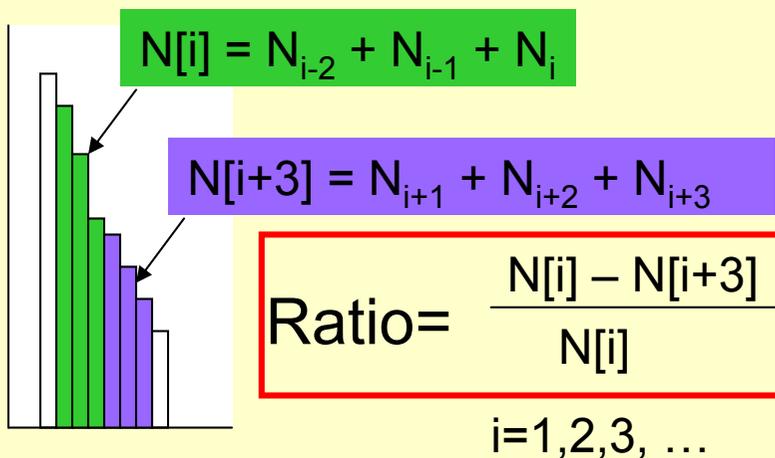
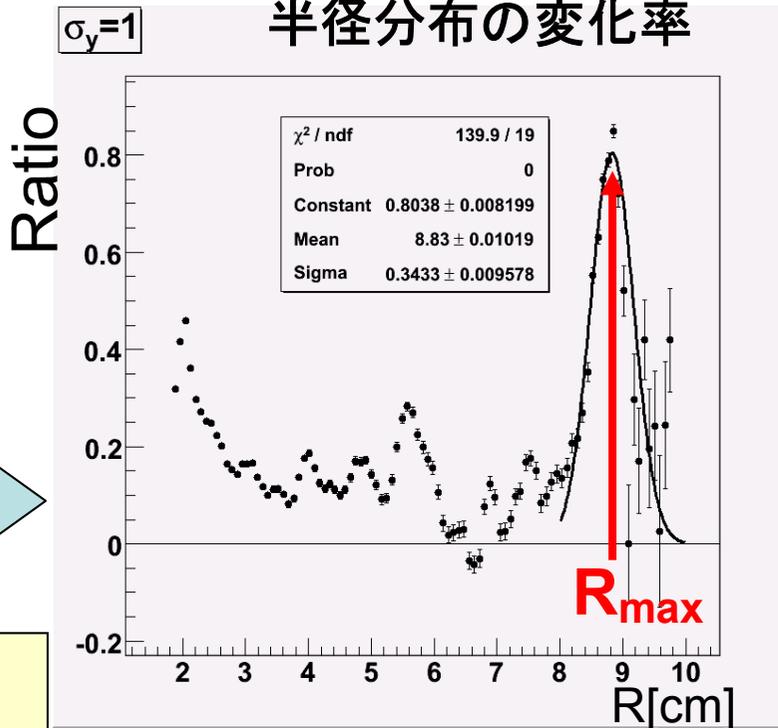


半径分布と最大半径決定法

幅による半径分布の変化



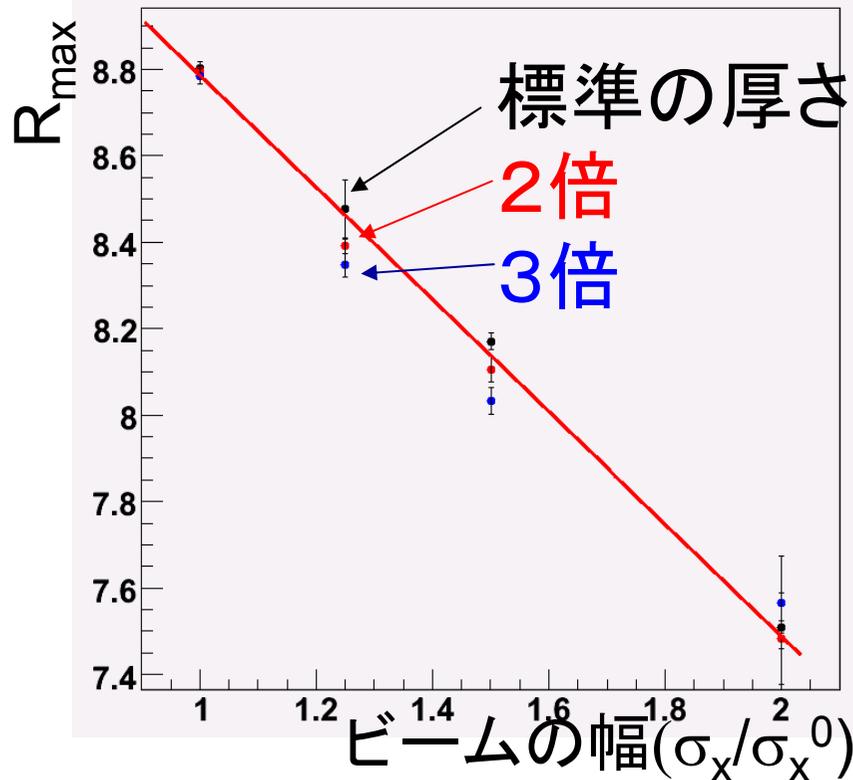
半径分布の変化率



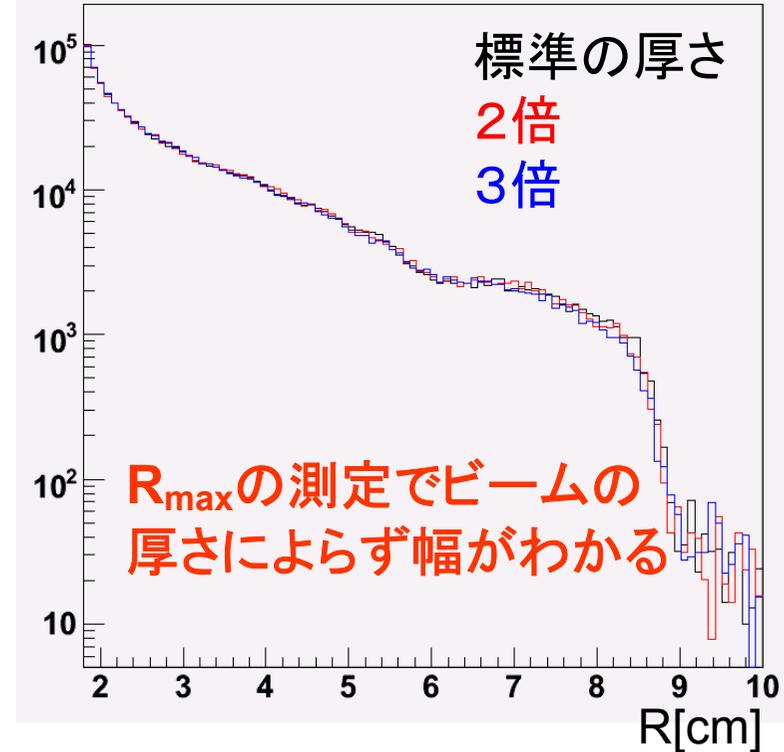
- ピーク部分をガウス分布でフィット
- 平均値を R_{\max} とする

ビームの幅(σ_x)の測定能力

ビームサイズによる R_{max} の変化



厚さによる半径分布の変化



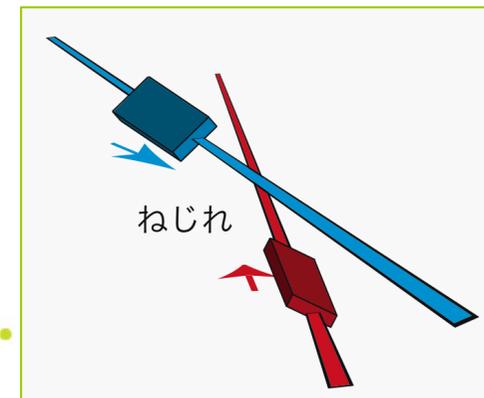
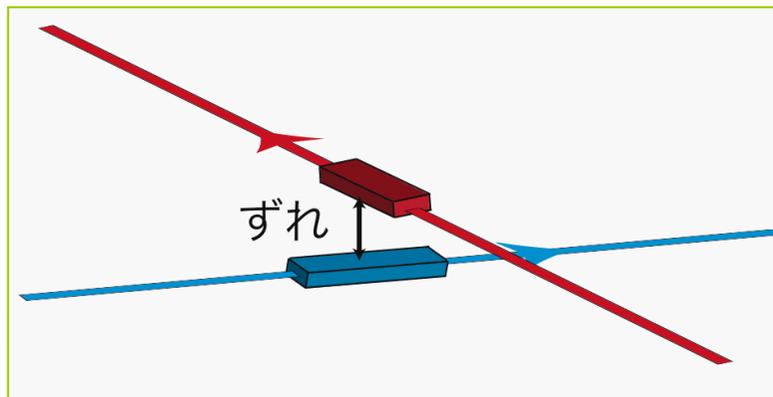
- 最大半径を測定することでビームの幅を測定可能
- 誤差を考慮した測定精度の見積もりは現在進行中

- ペアモニターは、衝突点でのビーム形状情報を得ることができる。
- ビームの厚さ(σ_y)は、0.30nm(5.3%)の精度で測定可能。



要求性能の10%をクリア

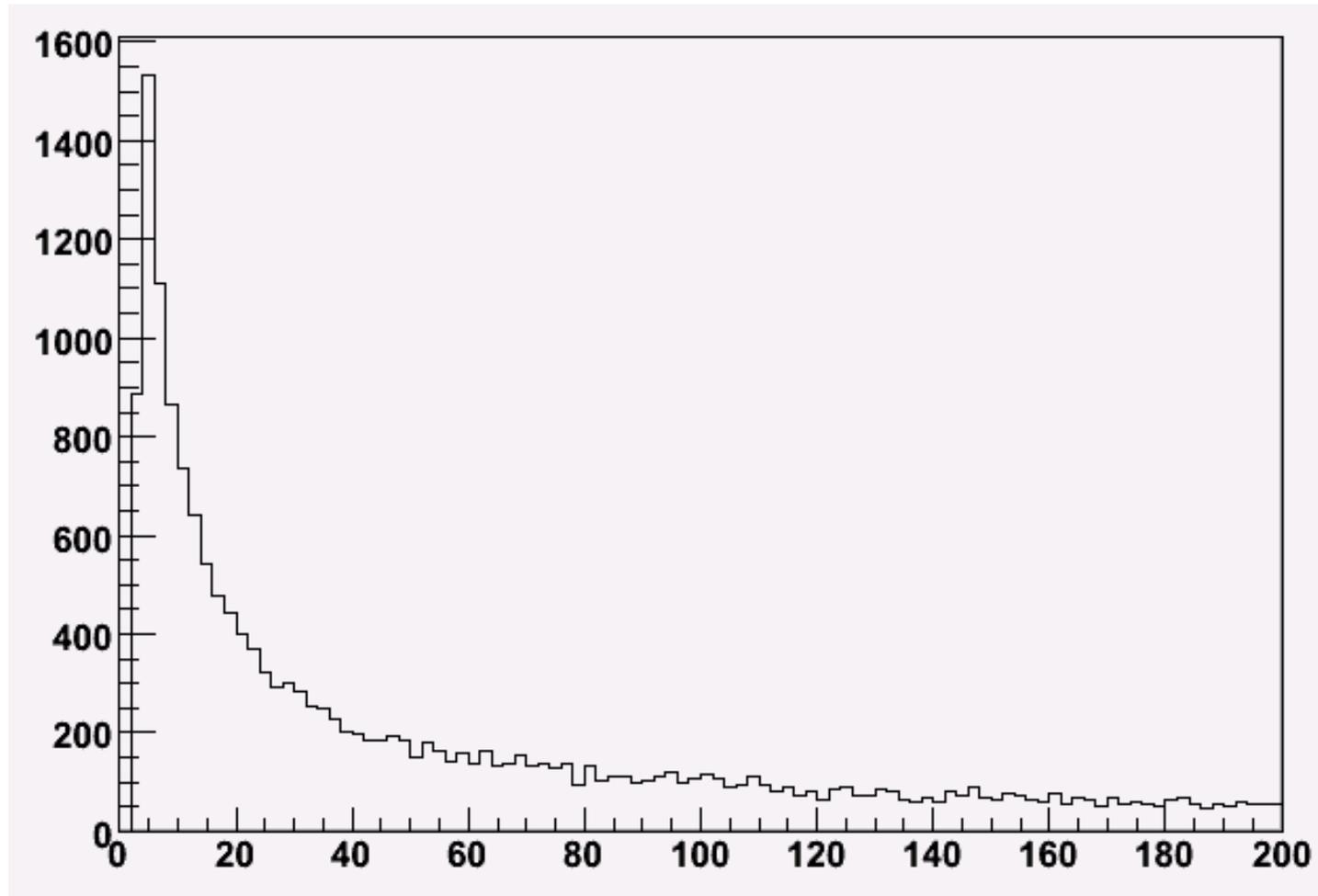
- ビームの幅(σ_x)は、最大半径を見ることで測定可能。
- 今後は、ビーム同士がずれや、ねじれの評価と、より正確な磁場でのシミュレーション。







電子・陽電子ペアのエネルギー分布



エネルギー[MeV]



ビームの厚さ(σ_y)による分布の変化

