

DSSD、エマルション混合システム の性能評価

今井憲一, 谷田聖, 外川学, 上垣内暁, 常見俊直,
J. Perker, 早田尚史, 銭廣十三, 平岩聡彦,
廣瀬昌憲, 早田恵美, 仲澤和馬^A, 渡辺崇臣^A,
久保慎也^A, 與曾井優^B

京大理, 岐阜大教育^A, 阪大核物理研究センター^B

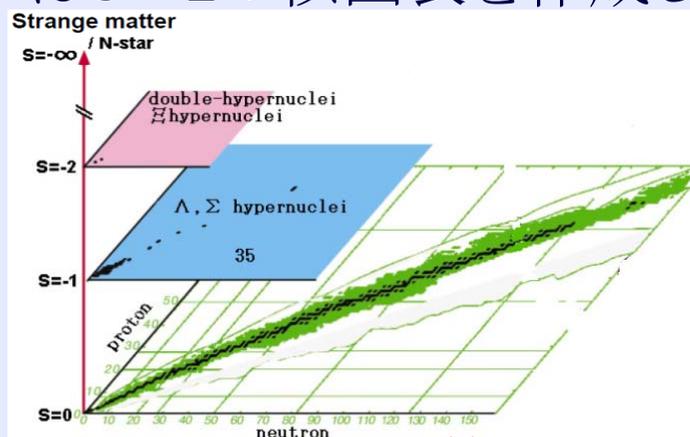
発表者: 京都大学修士課程1年 岡村敦史

目次

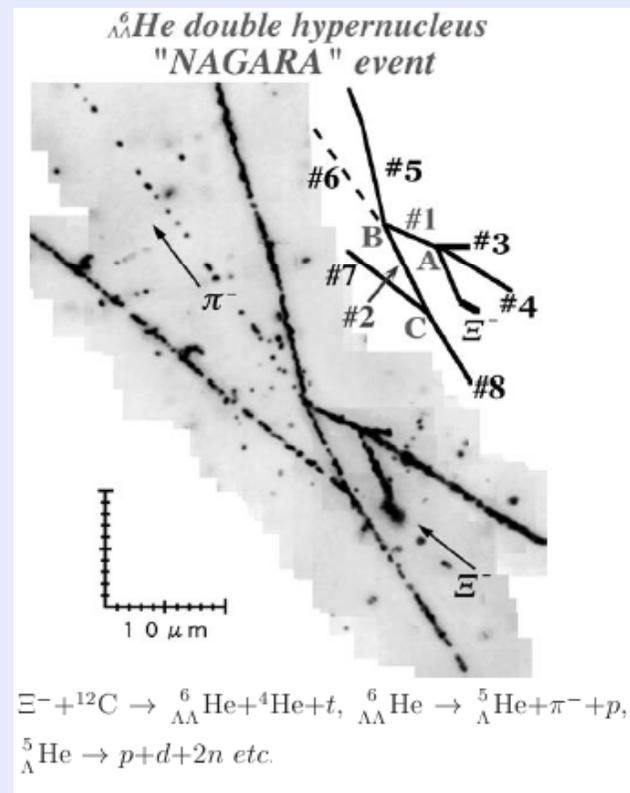
- ◆ J-PARCにおける次世代ダブルハイパー核研究
- ◆ DSSDの基本仕様
- ◆ RCNPにおけるテスト実験 (R78実験)
- ◆ 解析結果
- ◆ まとめ

次世代ダブルハイパー核研究

- S=-2の原子核はよくわかってない。
- エマルションを用いた手法が有力 (高分解能、4 π)。
- E373でダブルハイパー核が発見され結合エネルギーが求められた。
- 最終的にはS=-2の核図表を作成したい！

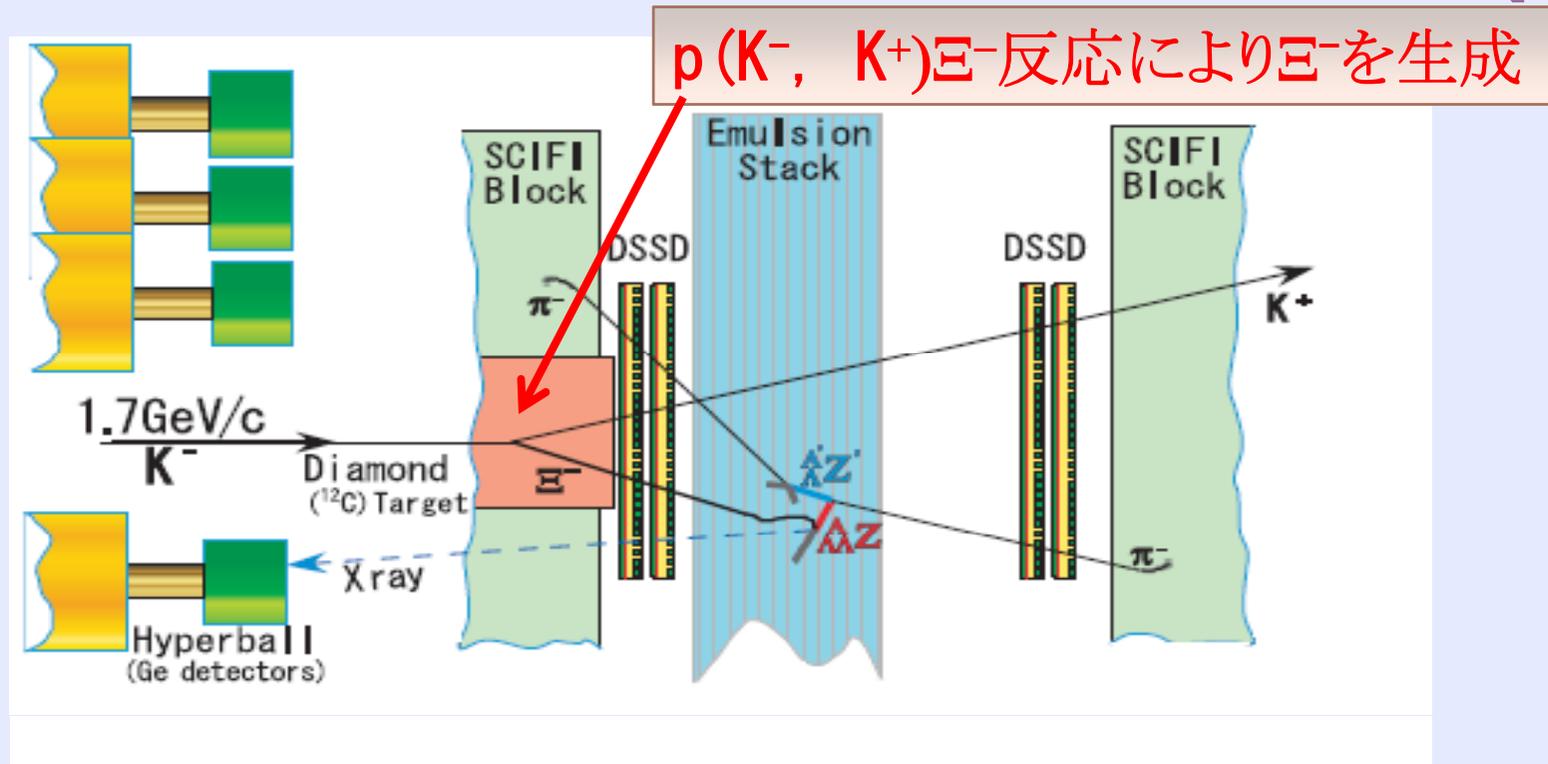


→ J-PARCにおいて約10倍の統計をためる実験が計画されている



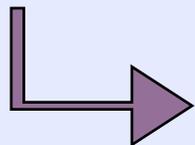
E373実験で特定された
NAGARAイベント

J-PARCにおける実験



Emulsion内 粒子トラック stopped Xi⁻ トラック : その他 = 1 : 10⁷

Stopped Xi⁻ トラックを効率よく選別する → 解析時間の短縮



DSSDで Xi⁻のemulsionへの入射位置を高精度測定

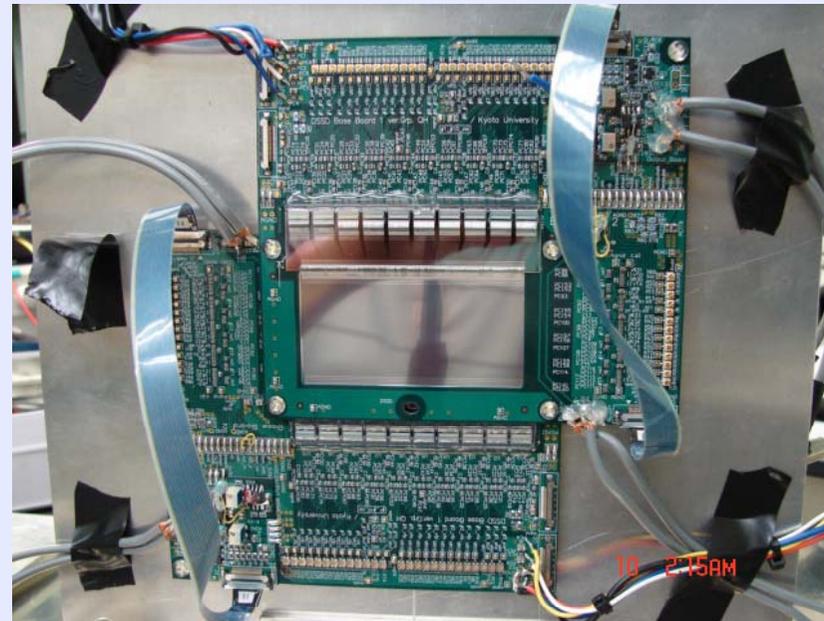
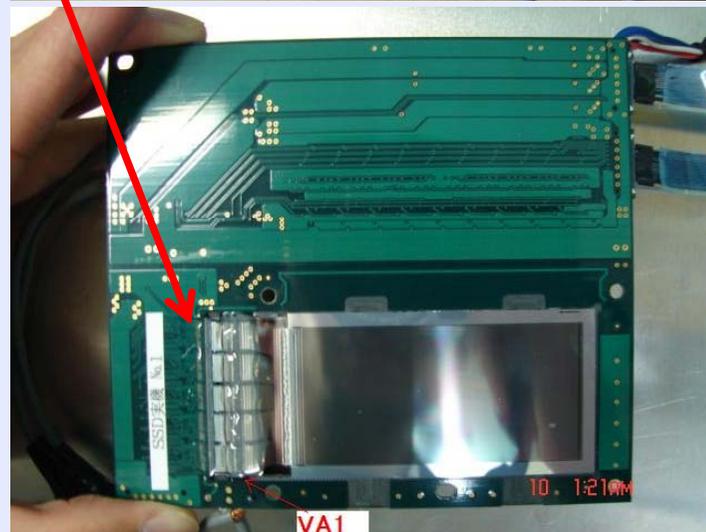
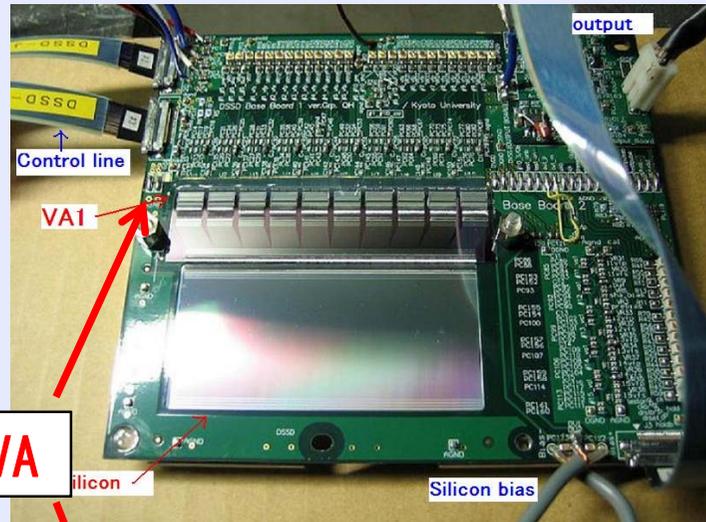
stopped Xi⁻ が落とすエネルギーを判別

DSSD, エマルジョン混合システム

DSSDの基本仕様

DSSD(Double-sided Silicon Strip Detector)

32mm x 64 mm x 0.3mm



(mm)
16
13

J-PARC実験では

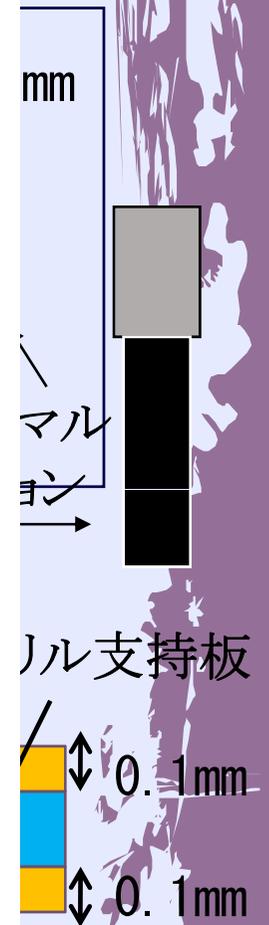
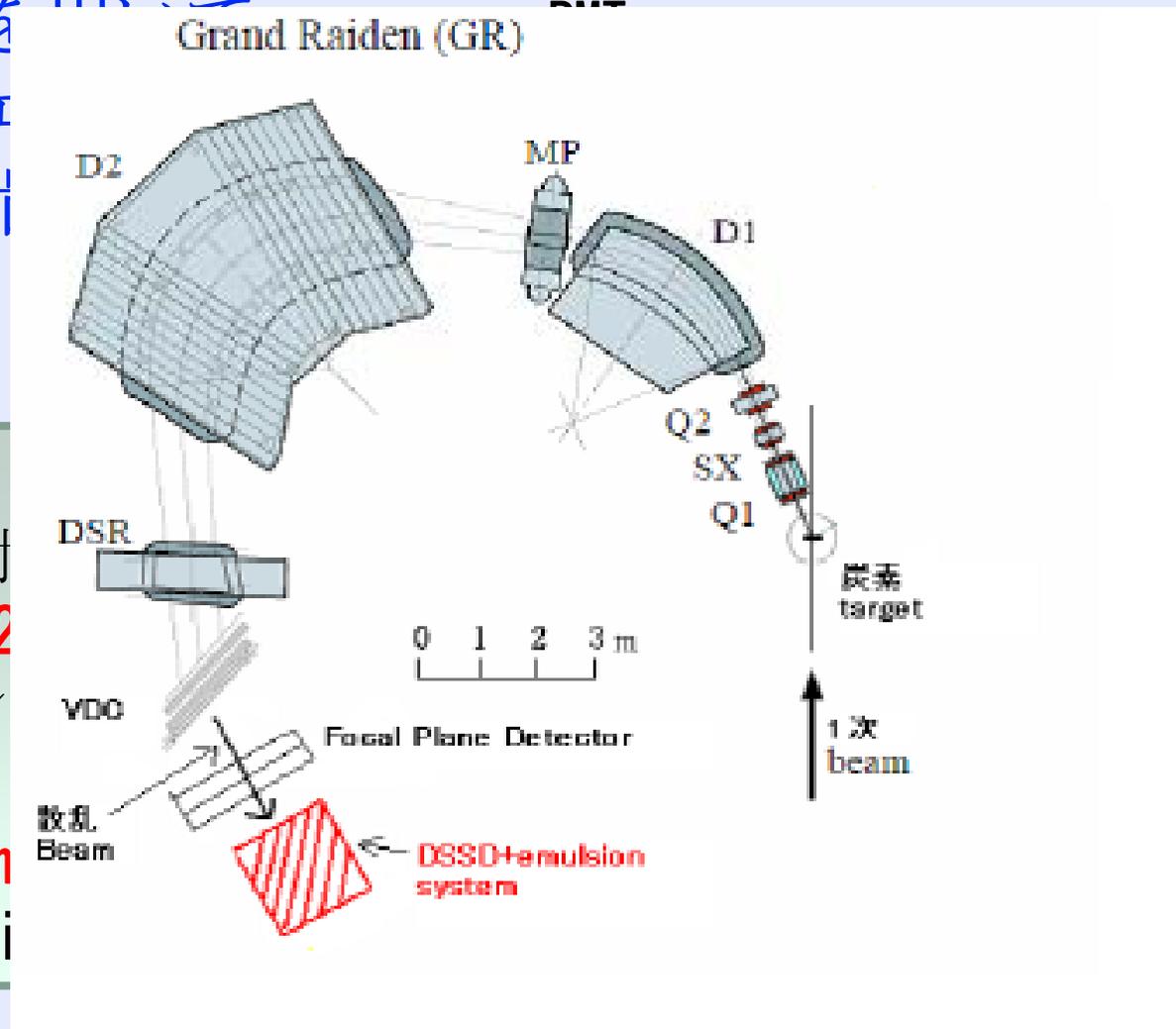
ターゲット, emulsion間4mmに2枚
のDSSDを挿入

→ **n-side** に実装をなくす

RCNPにおけるテスト実験

陽子ビームを用いて
DSSDによるエマルジョン
中の飛跡位置を求めた。

- ビーム
- システムに対して
 $0^\circ, 15^\circ, 20^\circ$
- エマルジョン
- DSSD間 1.5m
- DSSD-emulsion system

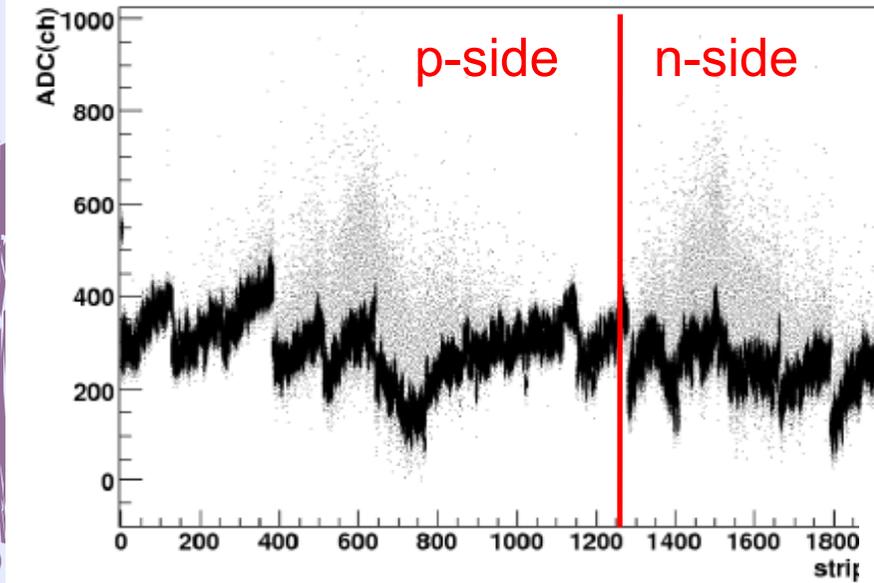


解析

◆ 解析手順

1. DSSDデータの解析
2. predictionの作成
3. emulsion中でのtrack探索
4. iterationによるDSSD-emulsionの位置調整
5. residualを求める

DSSDデータの解析



生データ (^{90}Sr)

横軸: strip番号

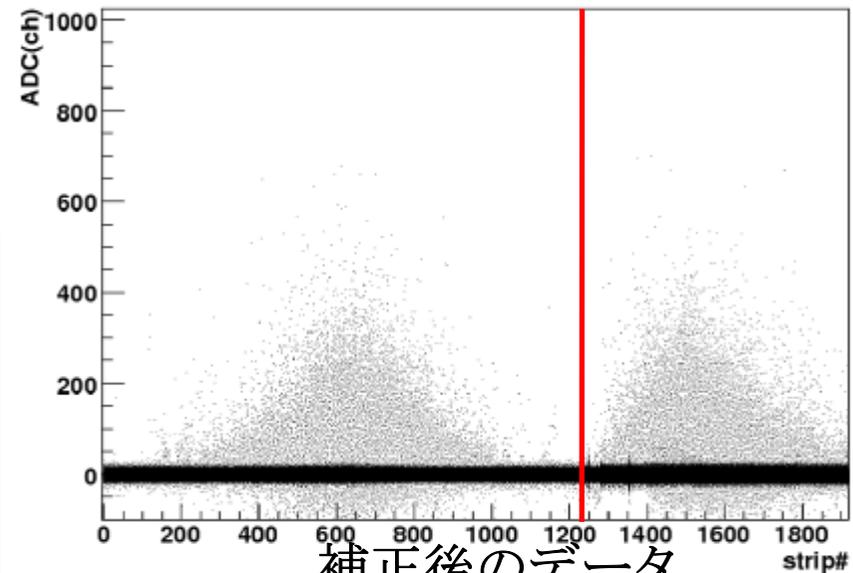
0~1279 p-side

1280~1900 n-side

縦軸: ADCのチャンネル

● stripごとのペDESTALをガウスフィットしてやり、meanを引く

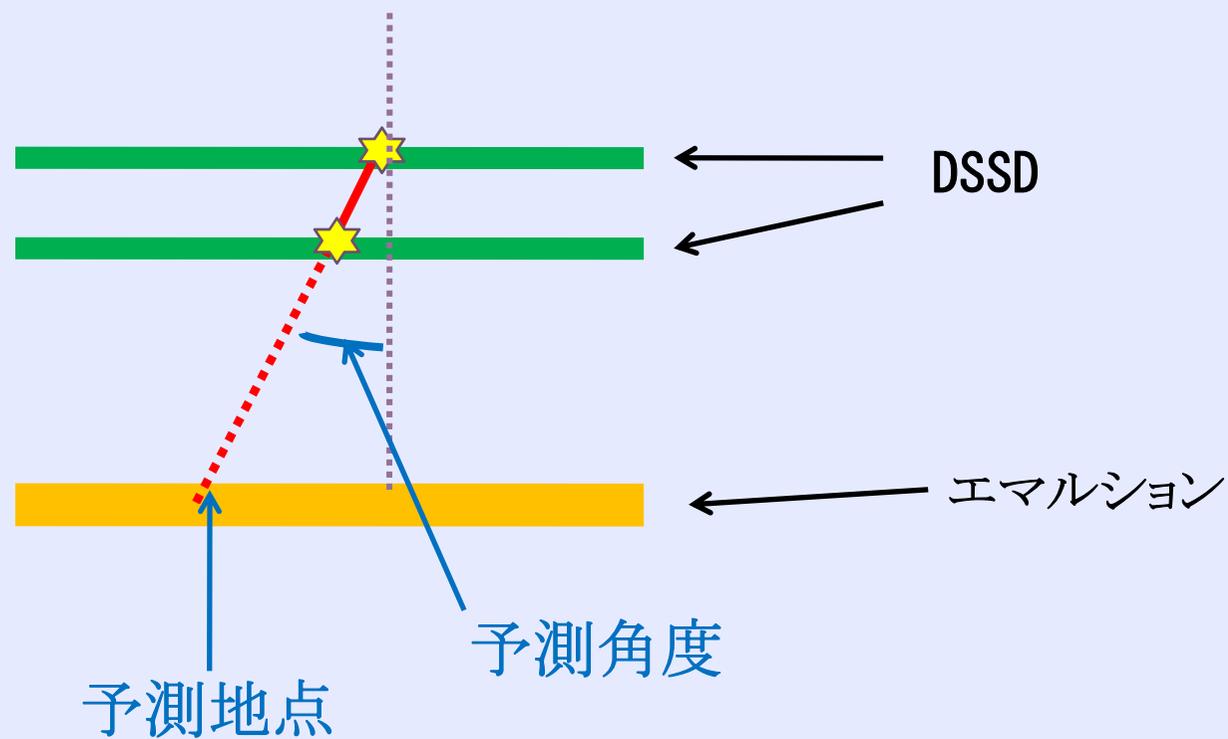
● common mode noise を引く



補正後のデータ

predictionの作成

- ADCの値のノイズの 3σ 以上を信号とする
- ADCの値の重みを付けて重心をとる(クラスタリング)



エマルション中の飛跡探索



エマルション写真



~100 μm

~100 μm

Proton

10° 入射

顕微鏡イメージ



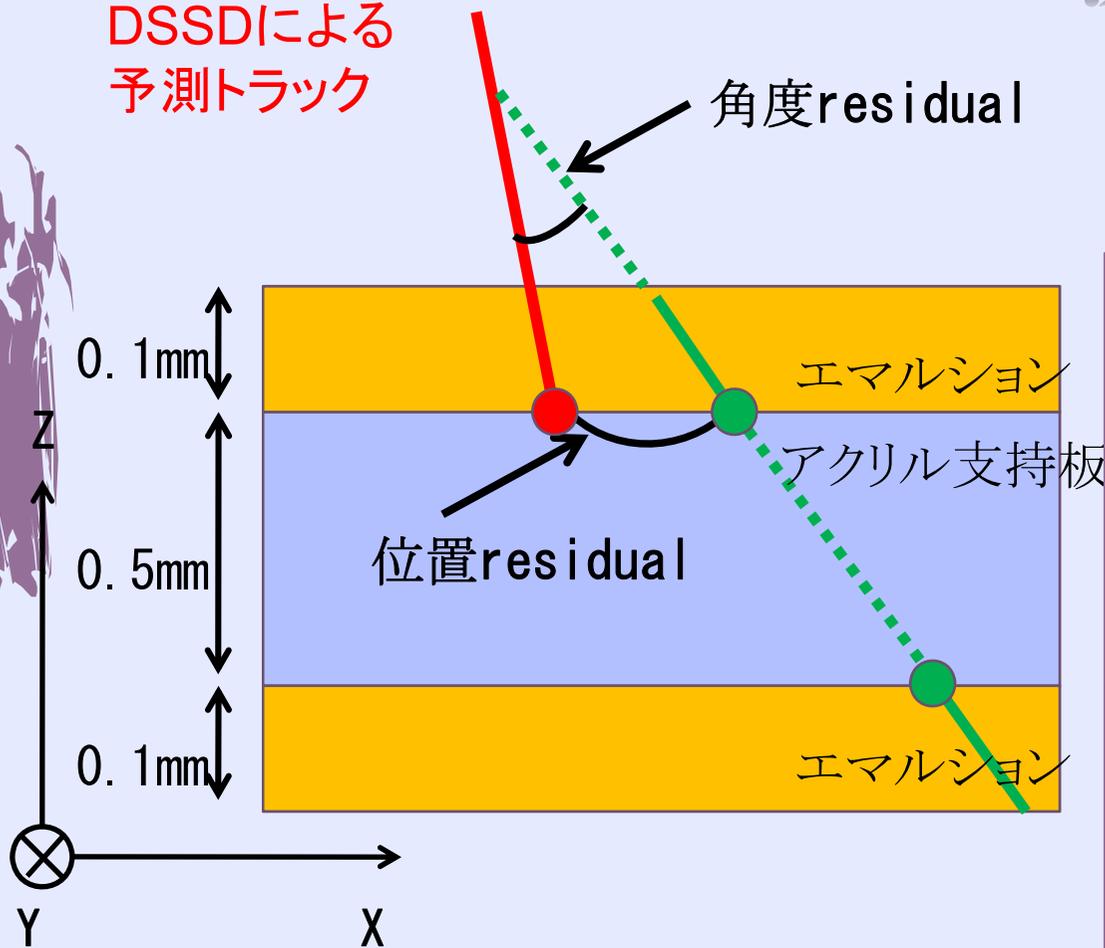
顕微鏡写真

×50 で30° 入射
のprotonを探索

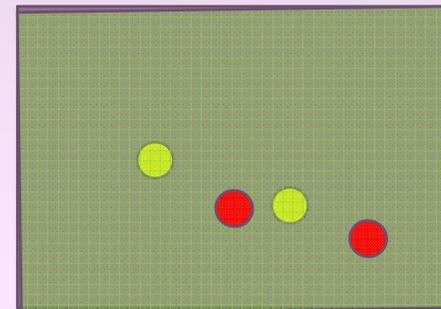
→ 64event

residualの決定

DSSDによる
予測トラック



Iterationでresidualの和が最小になるようにDSSDとエマルジョンの位置を調整する

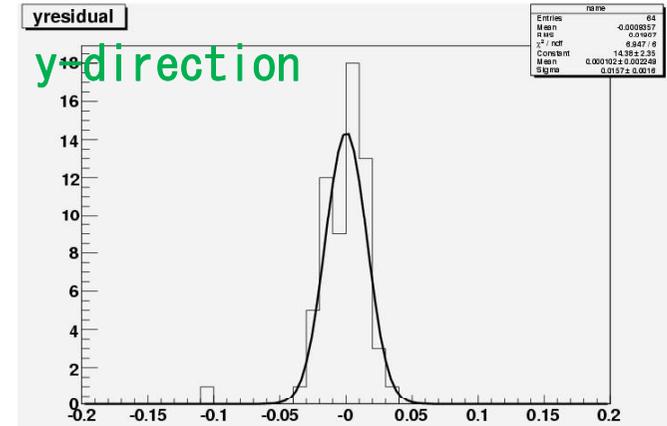
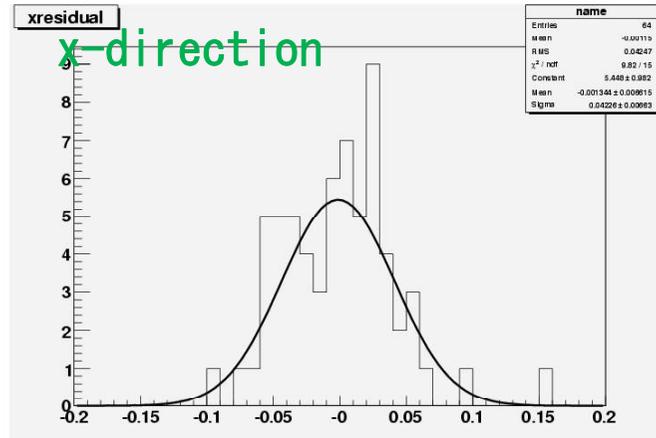


位置residual, 角度residual

位置residual

x-direction
 $42.3 \pm 6.6 \mu\text{m}$

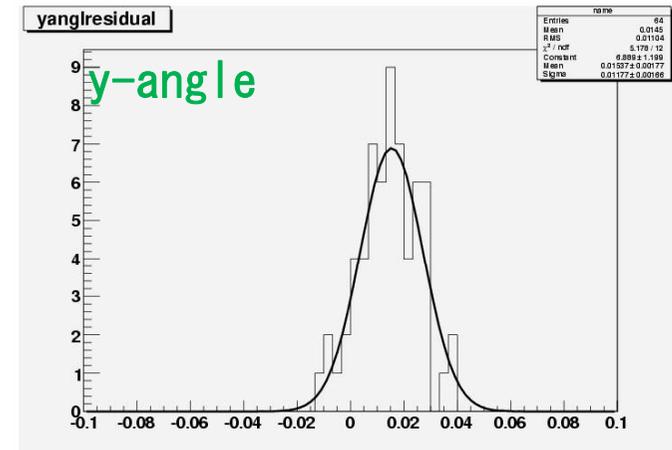
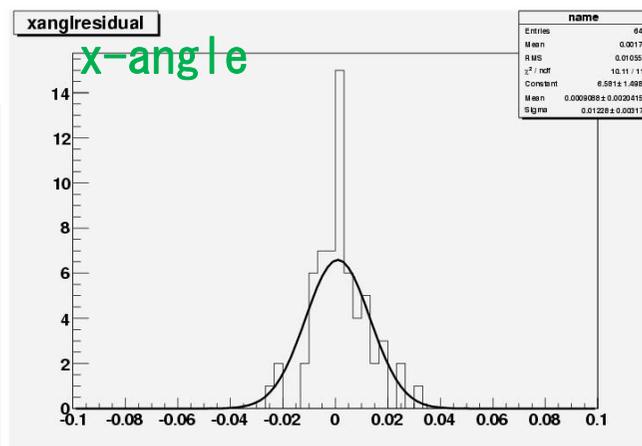
y-direction
 $15.7 \pm 1.6 \mu\text{m}$



角度residual

x-direction
 $12.3 \pm 3.7 \text{mrad}$

y-direction
 $11.8 \pm 1.7 \text{mrad}$



GEANT4によるシミュレーションの結果

位置分解能: $14.4\mu\text{m}$

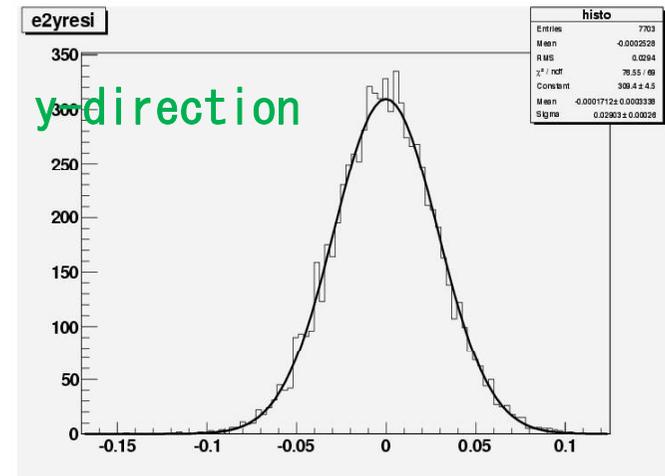
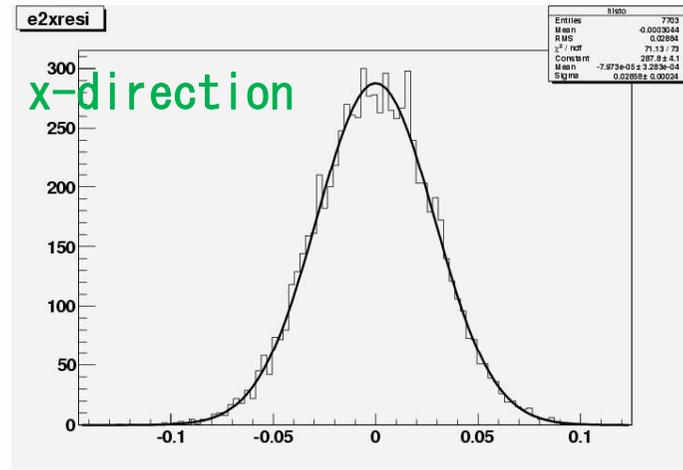
位置residual

x-direction

$28.6 \pm 0.24 \mu\text{m}$

y-direction

$29.0 \pm 0.3 \mu\text{m}$



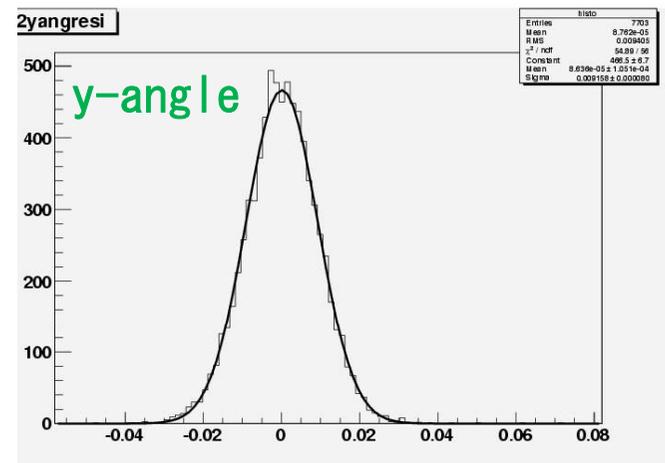
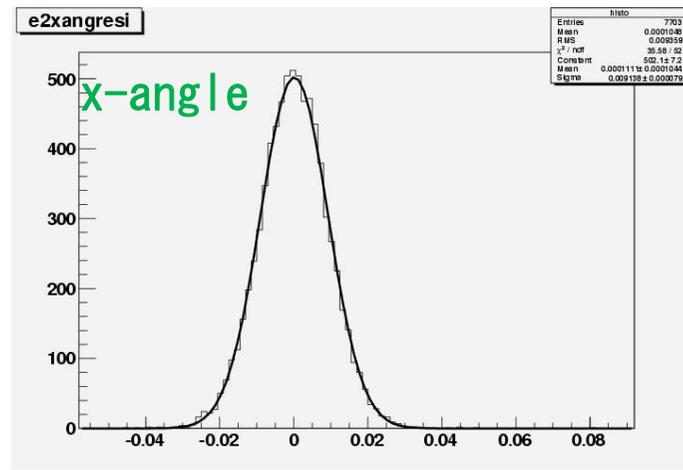
角度residual

x-direction

$9.1 \pm 0.08 \text{mrad}$

y-direction

$9.2 \pm 0.08 \text{mrad}$



考察

	位置residual (μm)		角度residual (mrad)	
	x方向	y方向	x方向	y方向
結果	42.3 ± 6.6	15.7 ± 1.6	12.3 ± 3.7	11.8 ± 1.7
simulation	28.6 ± 0.2	29.0 ± 0.3	9.1 ± 0.08	9.2 ± 0.08

- ◆ 位置residualはシミュレーションに比べて

x方向は大きい



エマルシヨンの歪み
多重散乱の効果が入ってない
iterationの不備

y方向は小さい



DSSDの
(by ク)

統計が少ない
さまざまな角度でのデータを取る

- ◆ 角度residualはシミュレーションに比べて少し大きい



位置residualに焼きなおすと数 μm 程度

まとめ

- ◆ J-PARC実験で E^- のトラッキングを目的に開発されたDSSDの性能評価実験をRCNPで行った。
- ◆ DSSDとemulsionのシステムの飛跡予測精度を測定した。
136.2MeVの陽子での飛跡予測精度は 30° 入射で
位置residual : $42\ \mu\text{m}$ (x方向) $15\ \mu\text{m}$ (y方向)
角度residual : $12\ \text{mrad}$ (x方向) $12\ \text{mrad}$ (y方向)
と測定された。

SCIFI-bundle の値 (E373)

位置分解能 $280\ \mu\text{m}$ (x方向) $163\ \mu\text{m}$ (y方向)

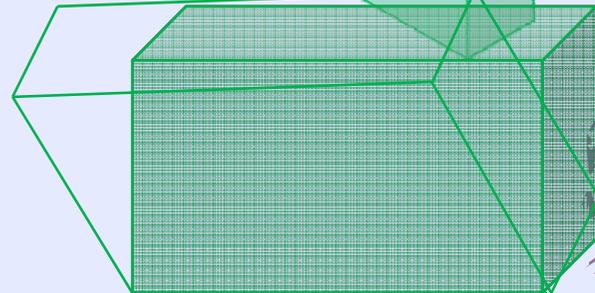
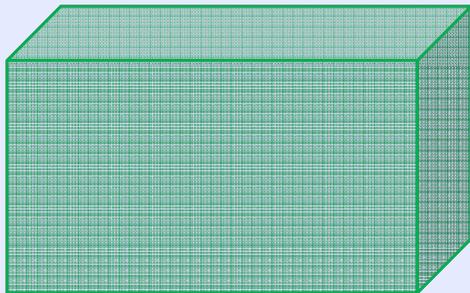
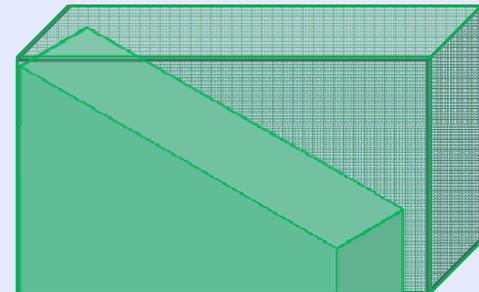
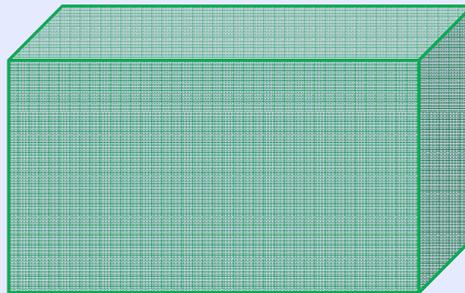
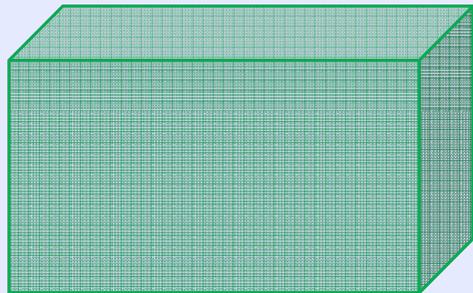
角度分解能 $44\ \text{mrad}$ (x方向) $25\ \text{mrad}$ (y方向)

- ◆ この位置予測精度はJ-PARC実験の要請を満たしている。

Appendix

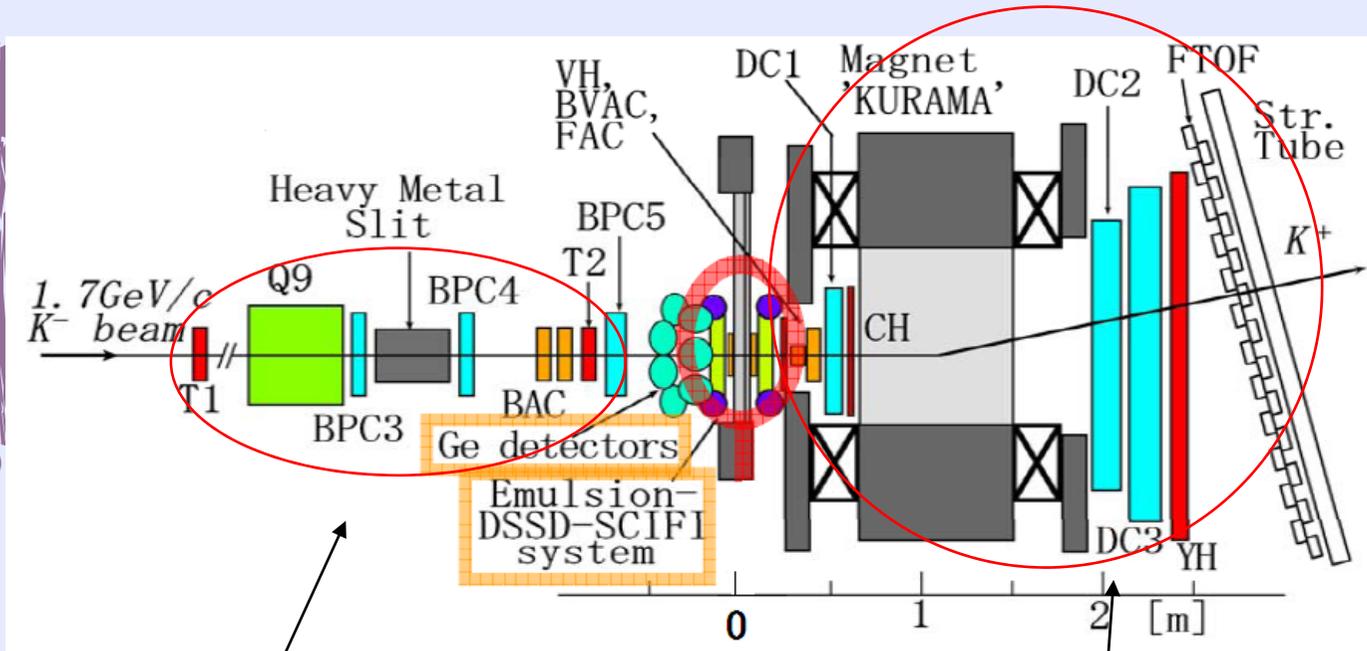
◆ Iteration

parameterはdx, dy, dtheta, dalpha, dbetaの5つ



J-PARCにおける実験

p(K⁻, K⁺)E⁻反応によりE⁻を生成



Beam monitor

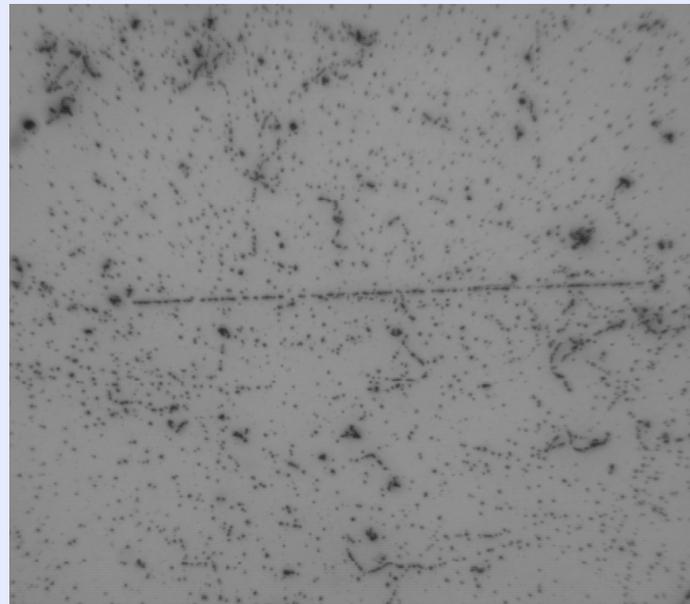
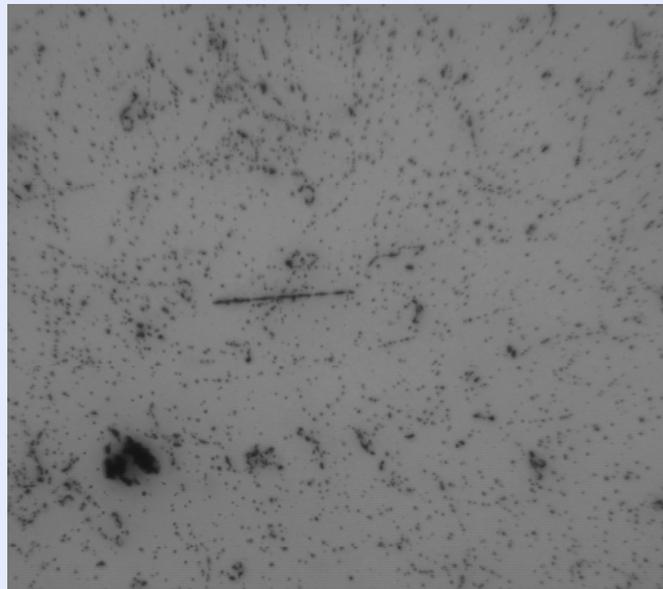
K⁻ビーム選別、ビームトラック検出

スペクトロメーター

K⁺選別、運動量、位置測定

- Beam
1.7 GeV/c K⁻
- $K/\pi \geq 6$
(E373 1/4)
- Trigger (K⁻, K⁺)

検出効率 p-side : 94.8 % n-
side : 92.9 %

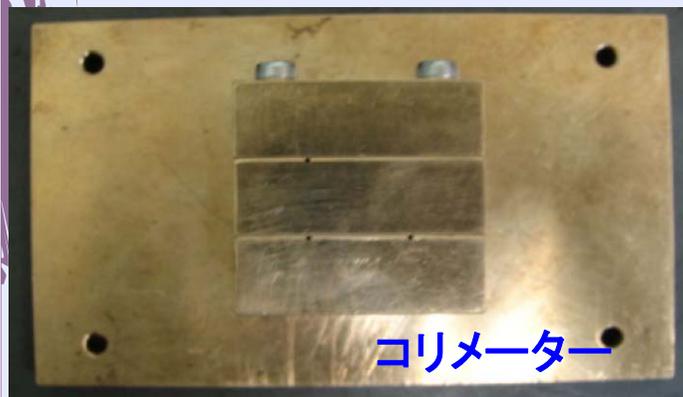
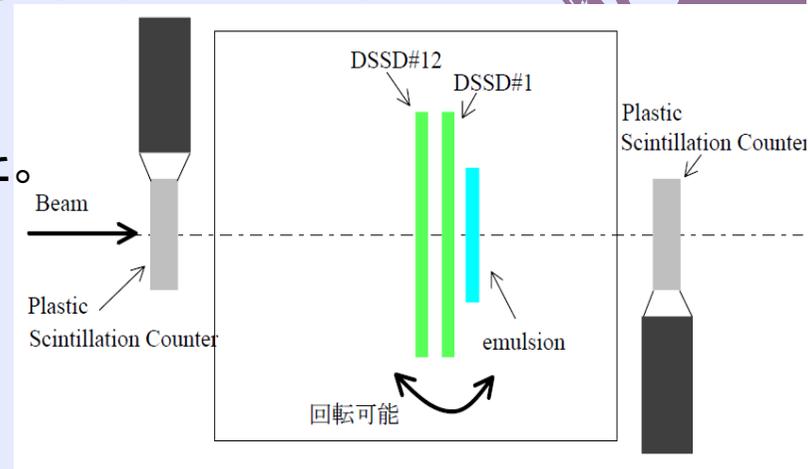


RCNPでのテスト実験(R78)

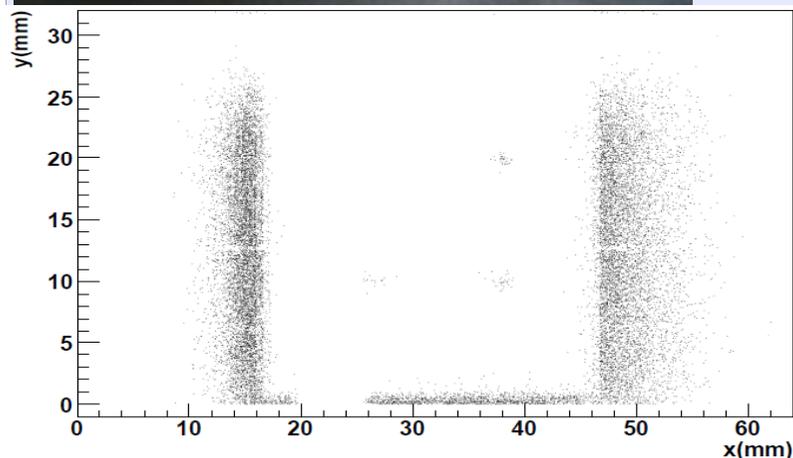
136.2 MeVの陽子ビームを入射。

Hybrid systemの角度を0, 25, 30, 45, 50と変化させた。

DSSD間 1.5 mm DSSD-emulsion間 約1.0 mm



コリメーター



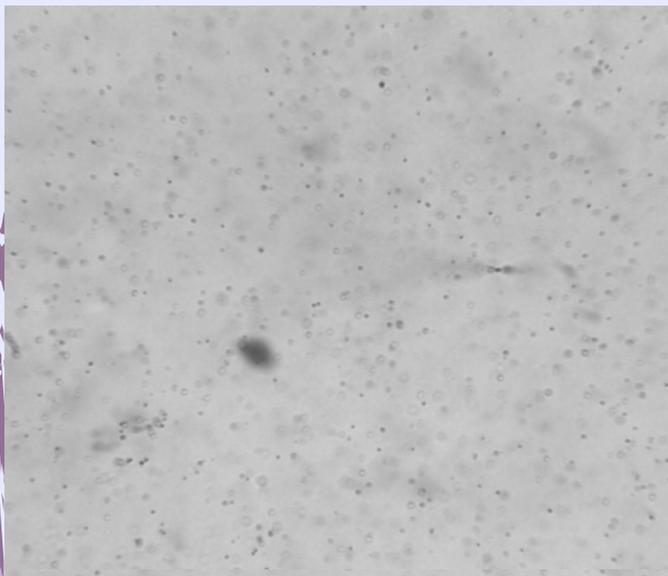
コリメーターランからDSSD#1に対する
DSSD#12のずれは

X: +0.191 mm

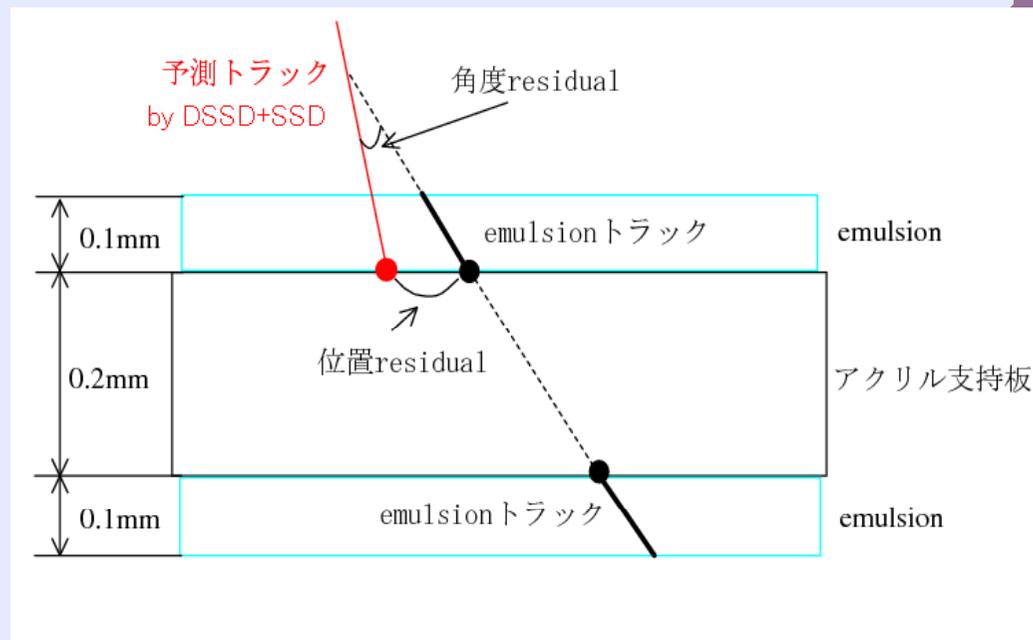
Y: -0.216 mm

30° データから検出効率 (DSSD#12の
3thVAは除く) は?

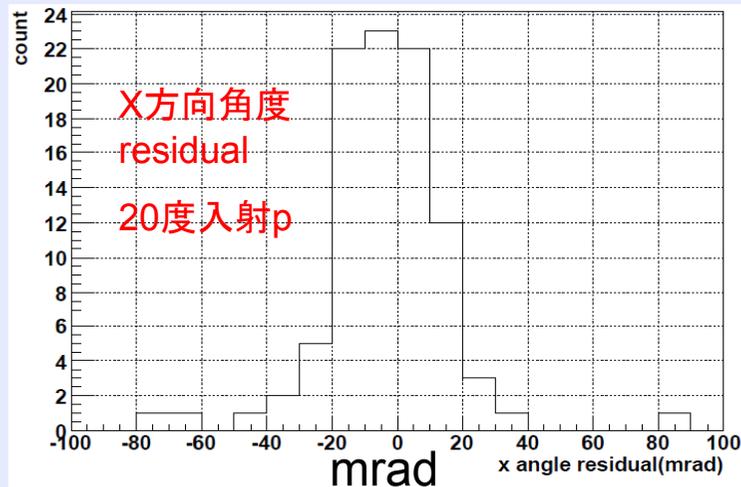
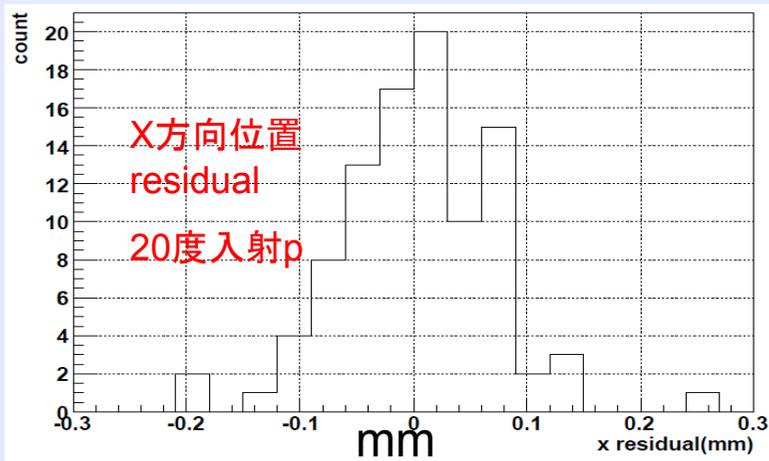
T594の結果(Hybrid system実験)



Proton 20° 入射顕微鏡イメージ



Iteration済み



考察

	位置residual		角度residual	
	x方向	y方向	x方向	y方向
結果	$42.3 \pm 6.6 \mu\text{m}$	$15.7 \pm 1.6 \mu\text{m}$	$12.3 \pm 3.7\text{mrad}$	$11.8 \pm 1.7\text{mrad}$
simulation	$28.6 \pm 0.2 \mu\text{m}$	$29.0 \pm 0.3 \mu\text{m}$	$9.1 \pm 0.08\text{mrad}$	$9.2 \pm 0.08\text{mrad}$

- ◆ 位置residualはシミュレーションに比べて
x方向は大きい



エマルジョンの歪み？

800 μm



y方向は小さい



DSSDの分解能は14.4 μm

より良い

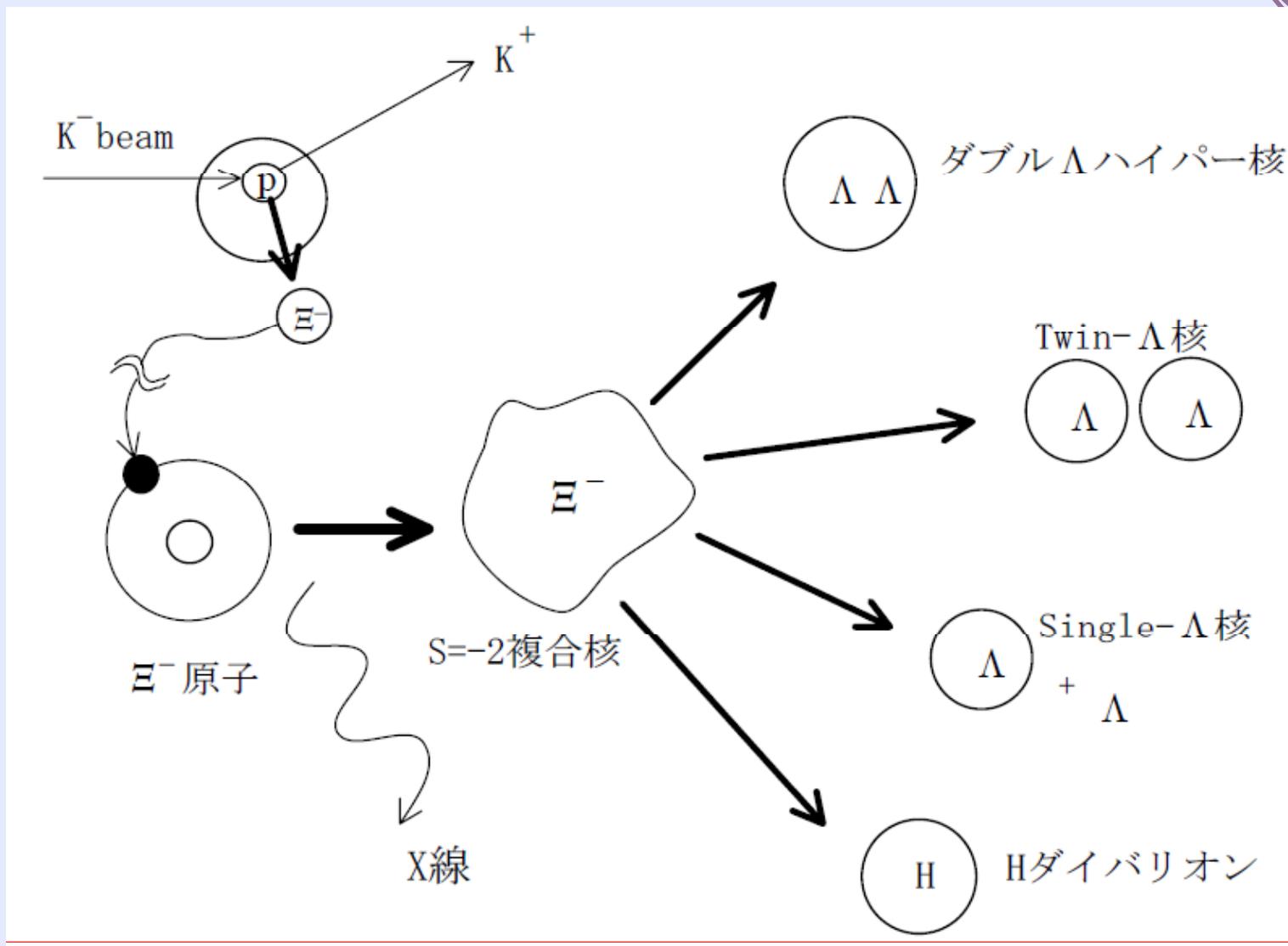
統計が少ない

- ◆ 角度residualはシミュレーションに比べて



位置residual

さまざまな角度でのデータを取る



$3\sigma 3 \cdot 10^{-3}$