



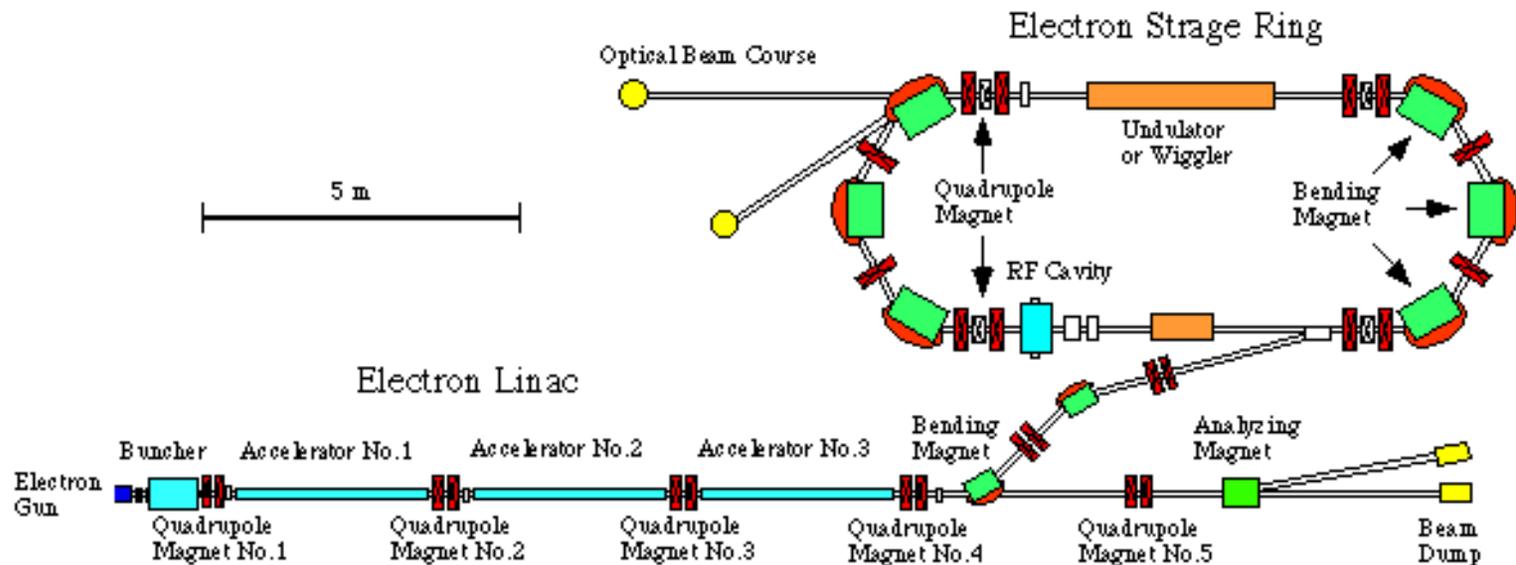
高計数率ビームテストにおける ビーム構造の解析

大阪大学理学部物理学科
久野研究室 坂井 淳

内容

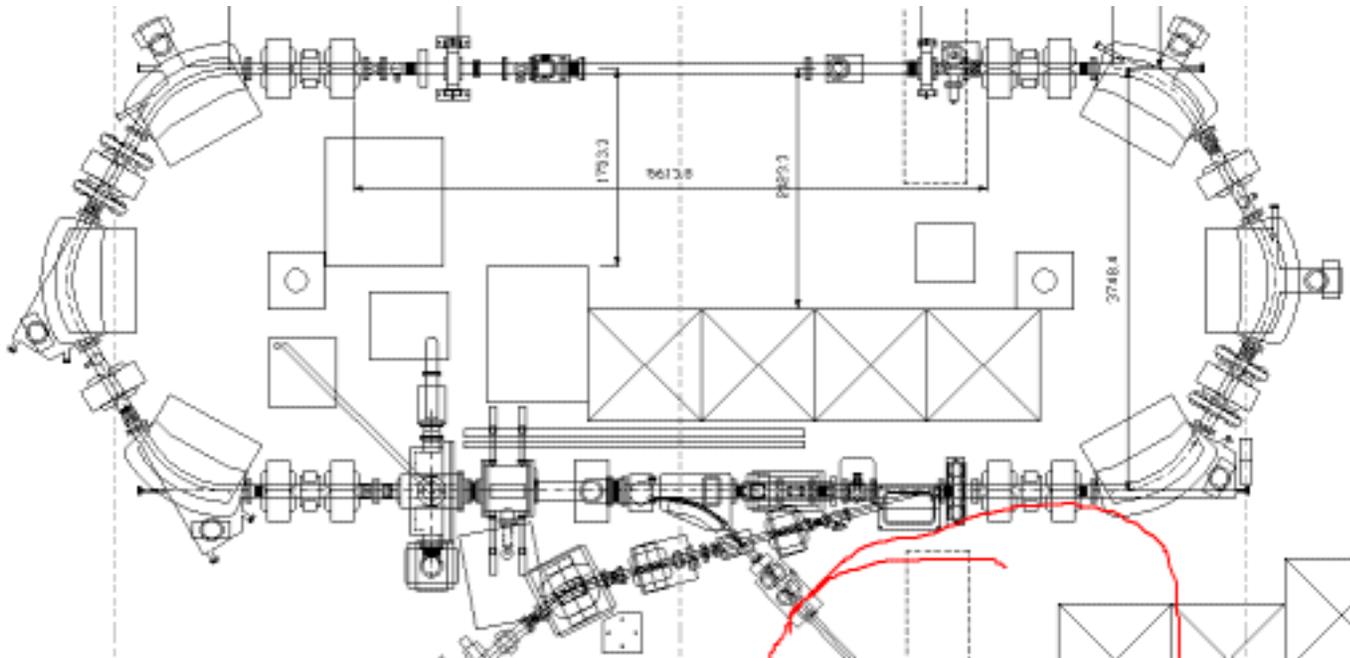
- KSRのレイアウトと仕組み
- ビームレート測定方法
- $Q=off$ での測定とデータ解析
- $Q=on$ での測定とデータ解析
- 今後の予定

京大電子線形加速器(Linac)



- 出力電子ビーム
 - ビームエネルギー: $\sim 100\text{MeV}$
 - ビーム電流: $\sim 100\text{mA}$
 - パルス幅: $\sim 1\ \mu\text{sec}$
 - 最大パルス繰り返し: 20Hz
- 加速管: $3\text{m} \times 3\text{本}$
- 収束電磁石: 四重極電磁石

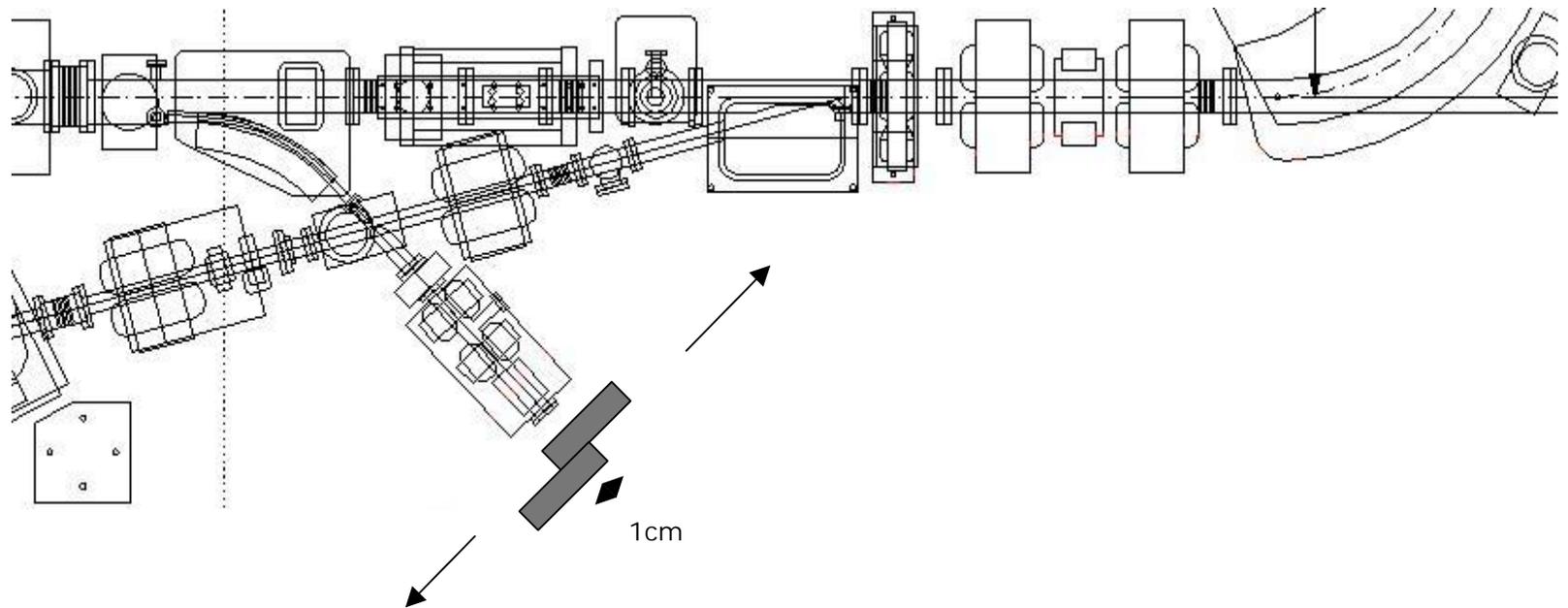
KSR (Kaken Storage Ring)



RFキッカーと静電セプタムの設定を変えることにより、ビームの取り出しレートを調整することができる。

これを利用し、Meco実験で予想される「ストローチェンバー1本あたりの計数率(電子 \sim 100kHz)」というレートに近い環境を実現することが可能となる。

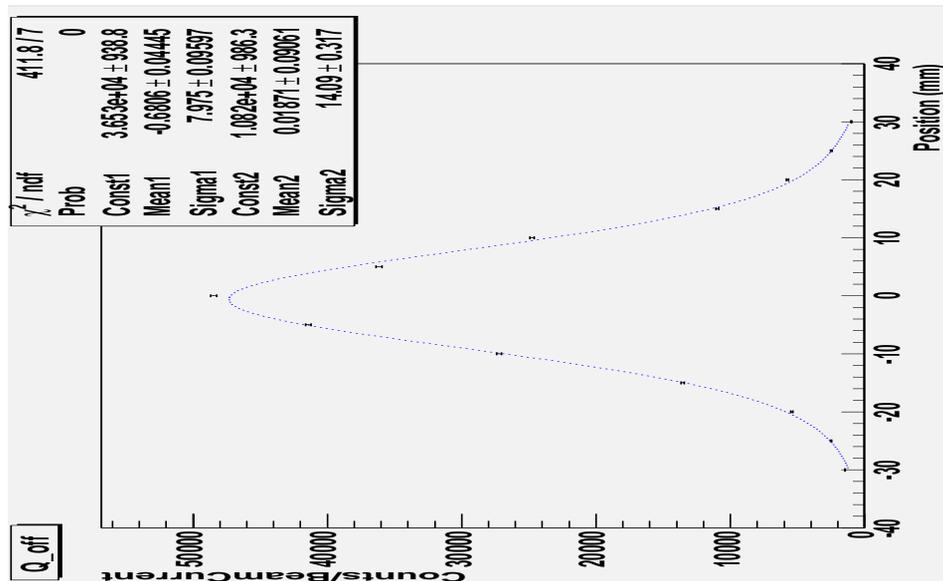
Q=off での測定



プラスチックシンチレータを1cm重ねて設置し、Coincidence のカウント数を測定した。
さらにそれを水平方向に5mm間隔で左右30mmまで動かして測定した。

Q=off のデータの解析

- カウント数をリング内の Beam Current で規格化
- Two Gaussian でフィット



$$\sigma_1 = 8.0(\text{mm})$$

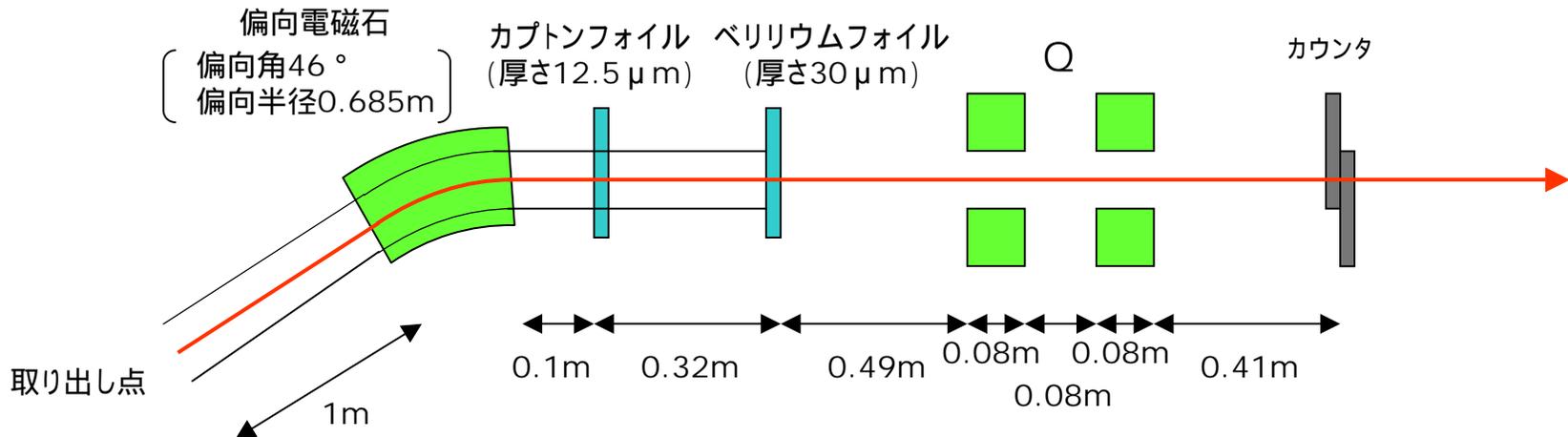
$$\sigma_2 = 14.1(\text{mm})$$

ビーム広がりの原因

ビーム広がりの原因としては

- ・ビームの取り出し誤差(ビーム径0.2mm、角度広がり0.3mrad)
- ・ビームのエネルギー広がりによる偏向半径の差
(ビームエネルギー60MeV、エネルギー広がり0.1%)
- ・カプトン、ベリリウムそれぞれのフォイルでの多重散乱
- ・大気中での多重散乱

などが考えられる。

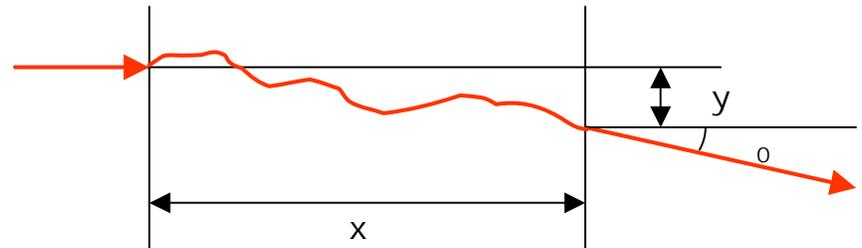


多重散乱によるビーム広がりの評価

荷電粒子(ここでは電子)の物質中での多重散乱による広がり、以下の式で与えられる。

$$\theta_0 = \frac{13.6 \text{ MeV}}{\beta c p} z \sqrt{\frac{x}{X_0}} \left(1 + 0.038 \ln \frac{x}{X_0}\right)$$

$$\Delta y = \frac{x}{\sqrt{3}} \theta_0$$



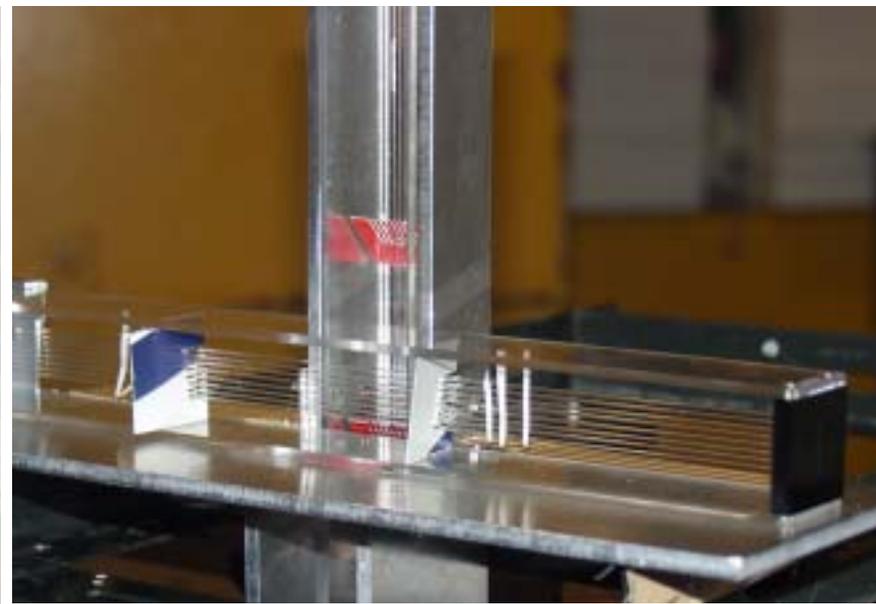
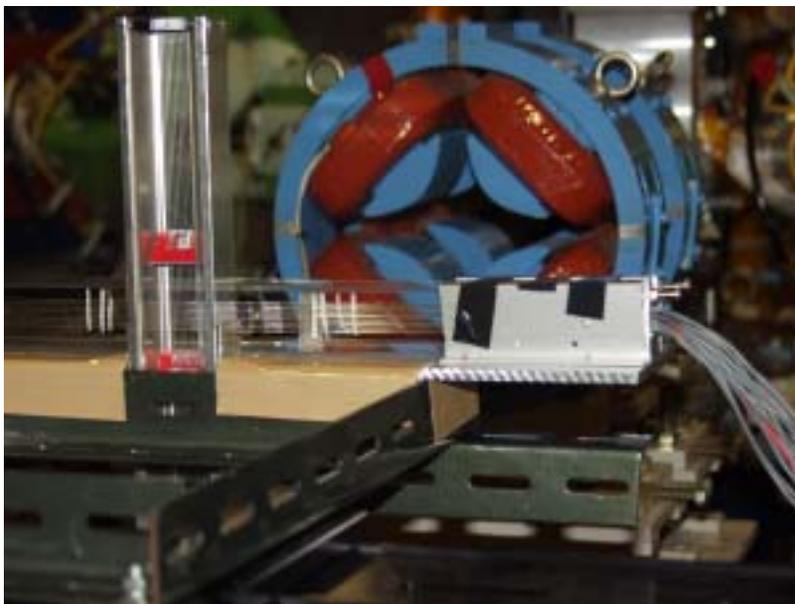
p 、 β 、 z はそれぞれ入射粒子の運動量 (MeV/c)、速度、電荷であり、 X_0 は通過する物質の輻射長である。

以下は今回用いられた物質での値で、 θ_0 は測定点でのビームの広がりを表す。

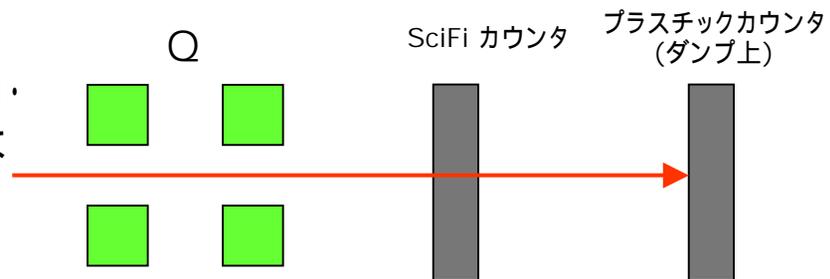
	X_0 (m)	x (m)	θ_0 (mrad)	y (mm)	Δy (mm)
カプトン	0.286	12.5×10^{-6}	0.92	6.7×10^{-9}	1.4
ベリリウム	0.3528	30×10^{-6}	1.3	2.3×10^{-8}	1.5
大気	304.2	1.14	11	7.2	7.2
(取り出し誤差)			0.3		0.9

これらを総合すると、測定点でのビーム広がり、 Δy はそれぞれの Δy_i の自乗和の平方根で表され、 $\Delta y = 7.5$ (mm) となる。この値は測定により得られたデータの Δy_1 とよく一致している。

Q-on (Focus , Defocus)での測定



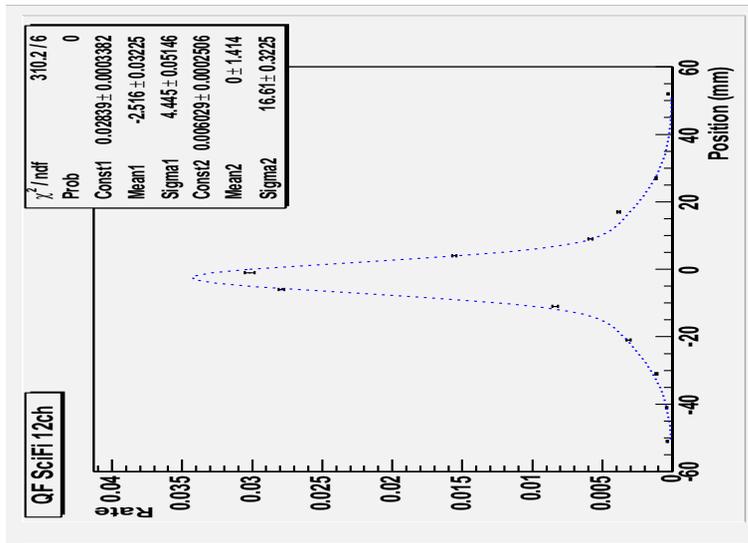
直径1mmのSciFi カウンタを1mm間隔で上下方向・水平方向にそれぞれ 8本ずつセットし、ダンプ上にはプラスチックカウンタを置いた。



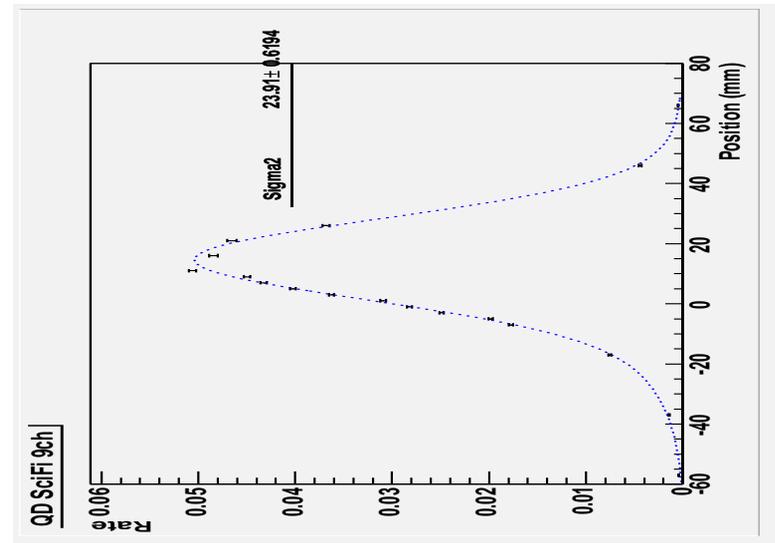
Q=on (Focus , Defocus)のデータの解析

- カウント数をダンプ上のカウント数で規格化
- Two Gaussian でフィット

Q=Focus

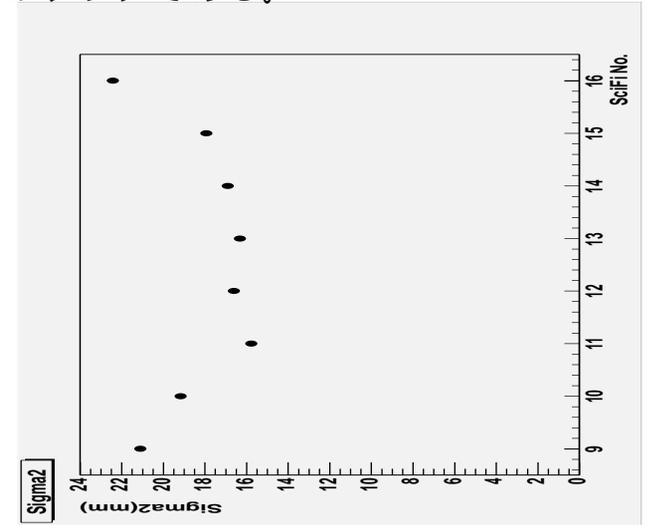
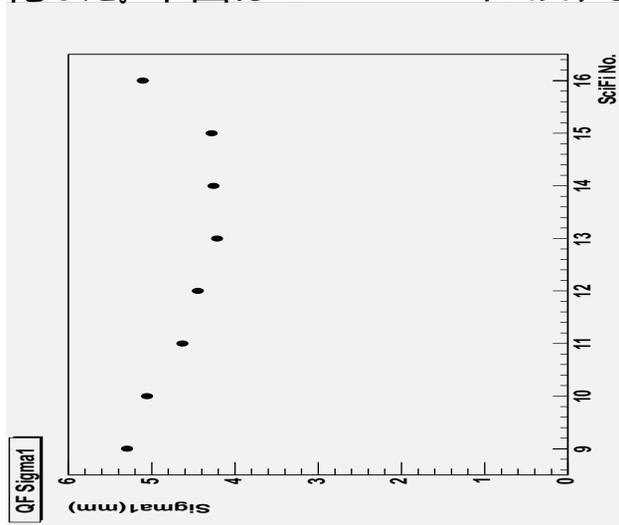


Q=Defocus



Q=on での の比較

ファイバーごとに測定結果を Two Gaussian でフィットし、それぞれの σ_1 、 σ_2 、 C_2/C_1 をグラフ化した。下図はQ=Focus における σ_1 、 σ_2 のグラフである。



Q=Defocus でも同様に解析した。

Q=Focus、Defocus において σ_1 、 σ_2 、 C_2/C_1 について平均をとると下表のようになった。

	σ_1 (mm)	σ_2 (mm)	C_2/C_1
Focus	4.7 ± 0.4	18.3 ± 2.3	0.15 ± 0.05
Defocus	12.5 ± 2.1	23.5 ± 3.4	0.28 ± 0.08

Q によるビーム広がりの変化は σ_1 によくあらわれている。

今後の予定

- 上下方向のビーム構造の解析
- ビームの時間的構造の解析
- 実際にストローチェンバーに当たったビームレートの算出
- 2 の評価
- 「TURTLE」を用いた、ビーム構造のシミュレーション