

重イオン(RIビーム)用位置検出器

小林俊雄（東北大理）

- * 重イオン用位置検出器
- * ASD
- * 低物質混合ガス
- * 低圧力位置検出器
 - * MWPC
 - * high-rate DC
 - * Cathode-readout DC
 - * Hex-cell DC
- * まとめ

0. 重イオン(RIビーム)用位置検出器

熊谷さんのPPPACを
横目で眺めながら

1. 良い位置／角度測定精度

位置分解能＋多重散乱

→検出器の低物質量化

→混合ガス(大気圧)

→検出器構造の低物質量化

→低圧力位置検出器

(真空中での使用)

→ He+CH₄/C₂H₆

→ cathode readout

→ LP-MWPC/DC

2. 陽子(ビーム)の検出

$\Delta E \sim 2 \times \text{MIP} @ 250 \text{ MeV/A}$

→ wire abode

3. 高強度ビームの計測

RIBFの特徴の一つ

→ high-rate DC

4. Dynamic Range

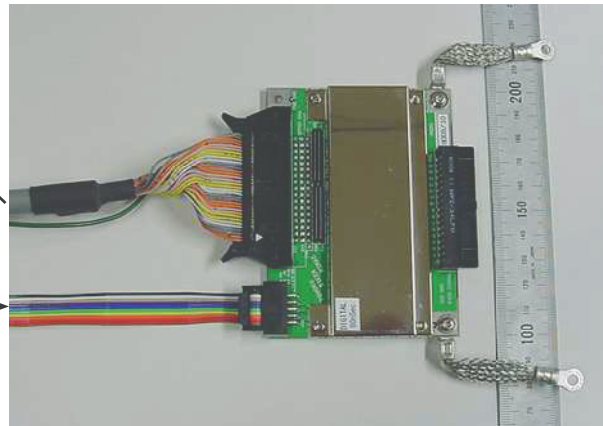
パラメータの増加：圧力

5. FrontEnd

ASD(digital, analog)

1. ASD(Amp-Shaper-Discriminator)-1

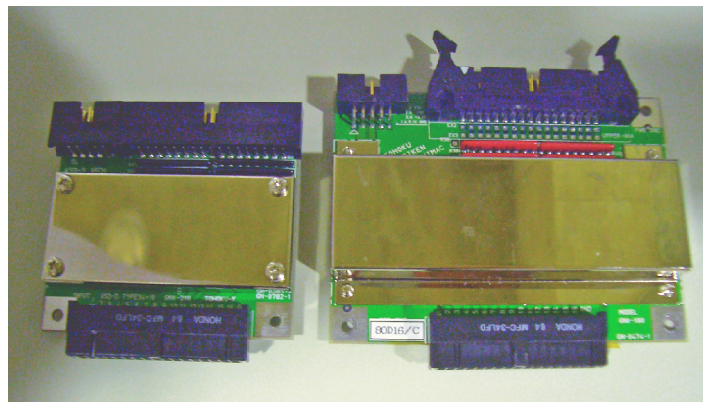
- * High-rate drift chamber
 - * high gain + low threshold
 - * short shaping time
 - * stable operation



佐々木chip $\tau = 16\text{nsec}$
谷森chip $\tau = 80\text{nsec}$

Analog/Digital両version

$V_{th} = 10\text{mV} (\sim 1\text{fC})$ で安定動作

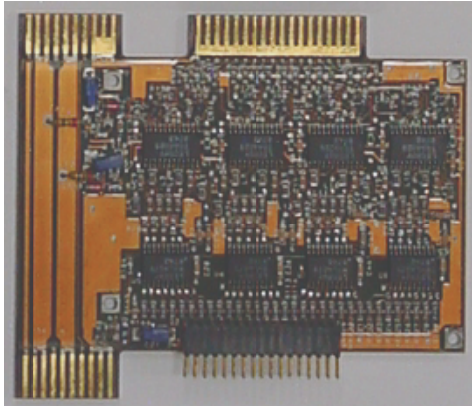


小形digital 汎用digital/analog

1. ASD(Amp-Shaper-Discriminator)-2

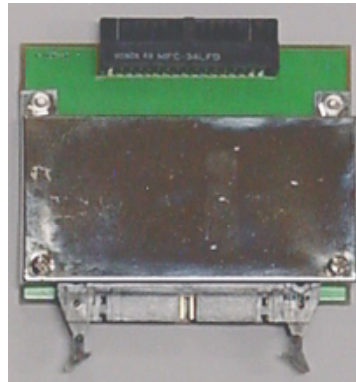
1986-

2735PC/DC

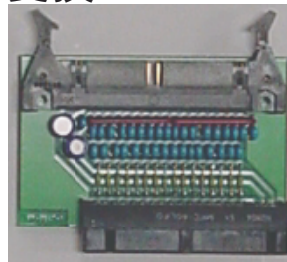


1992-

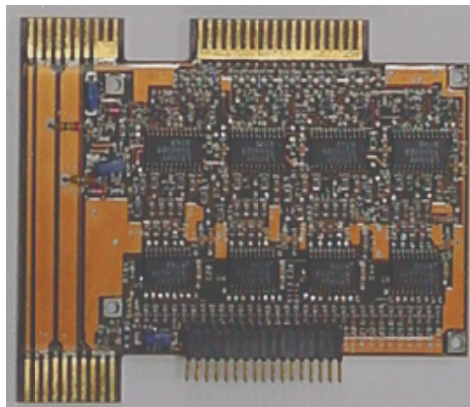
Sasaki PreAmp



変換

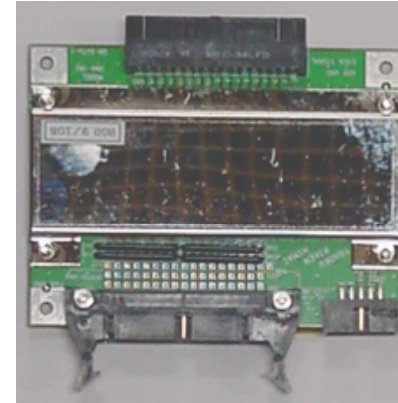


2735PC/DC



2002-

ASD

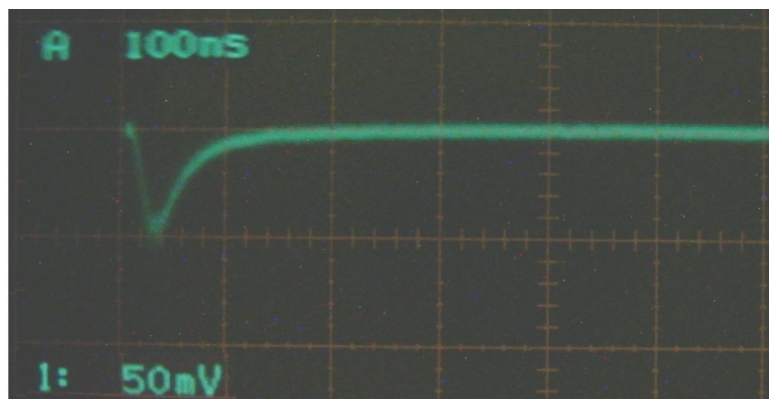


- * Thresholdこみで約 5 0 倍
- * 安定な動作

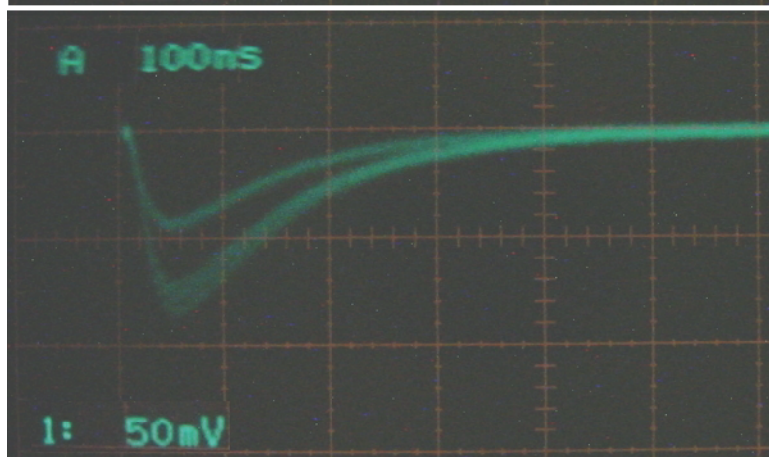
1. ASD(Amp-Shaper-Discriminator)-3

X-ray信号

$C_F = 1\text{pF}$



Sasaki $\tau = 16\text{ nsec}$

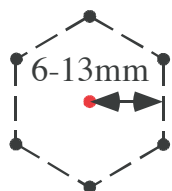


Tanimori $\tau = 80\text{ nsec}$

- * かなり良いcharge-sensitive preamp
 - * PMTにもhigh-gain-ampとして使用可能
- Fiber scintillatorのdigital読出に使用中

2. 低物質質量混合ガス(大気圧)-1

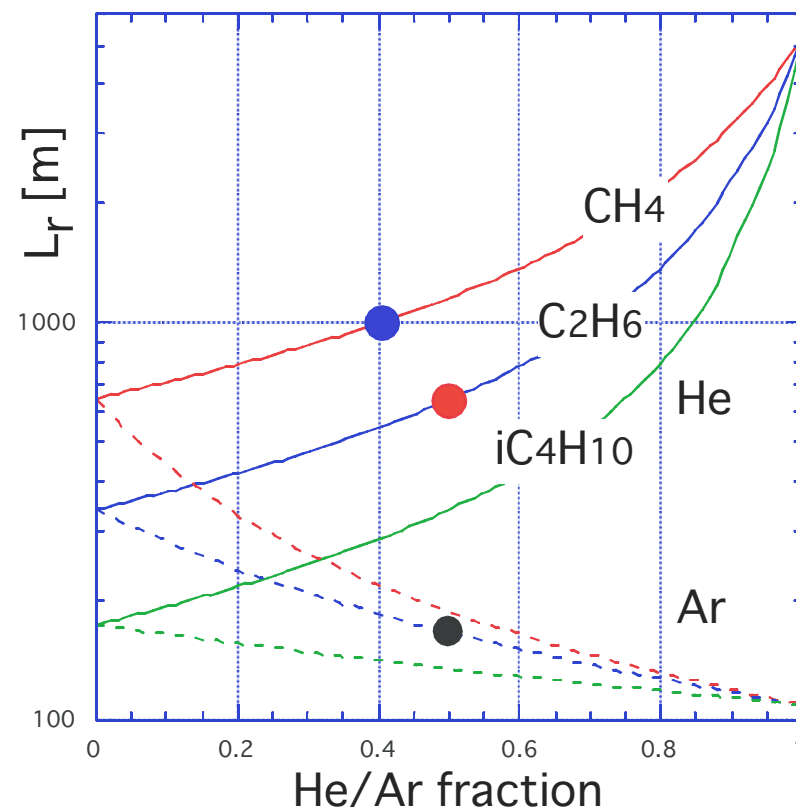
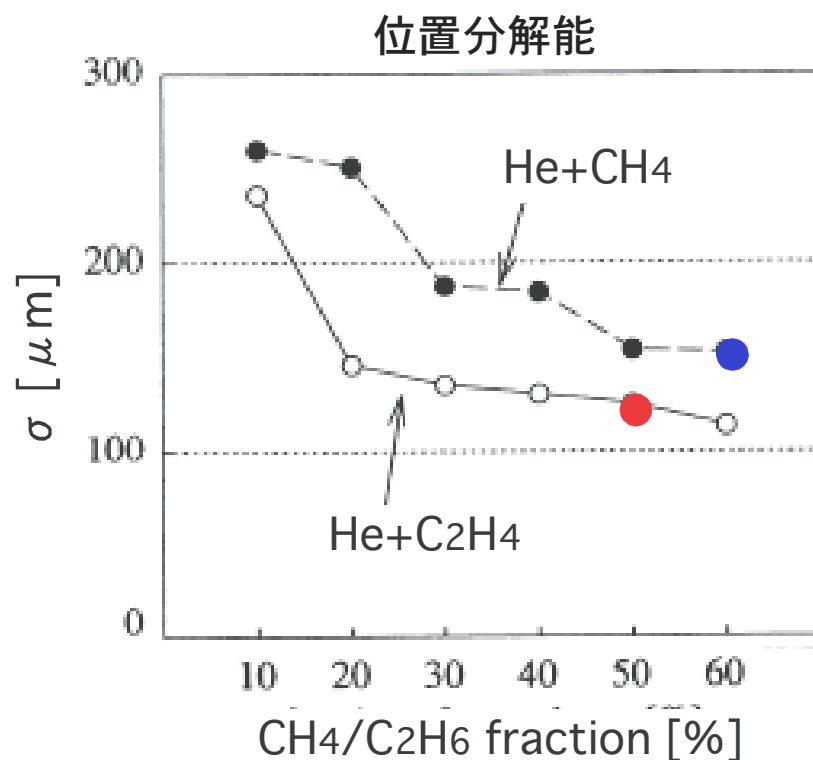
Ar/He+CH₄/C₂H₆/iC₄H₁₀



六角セル

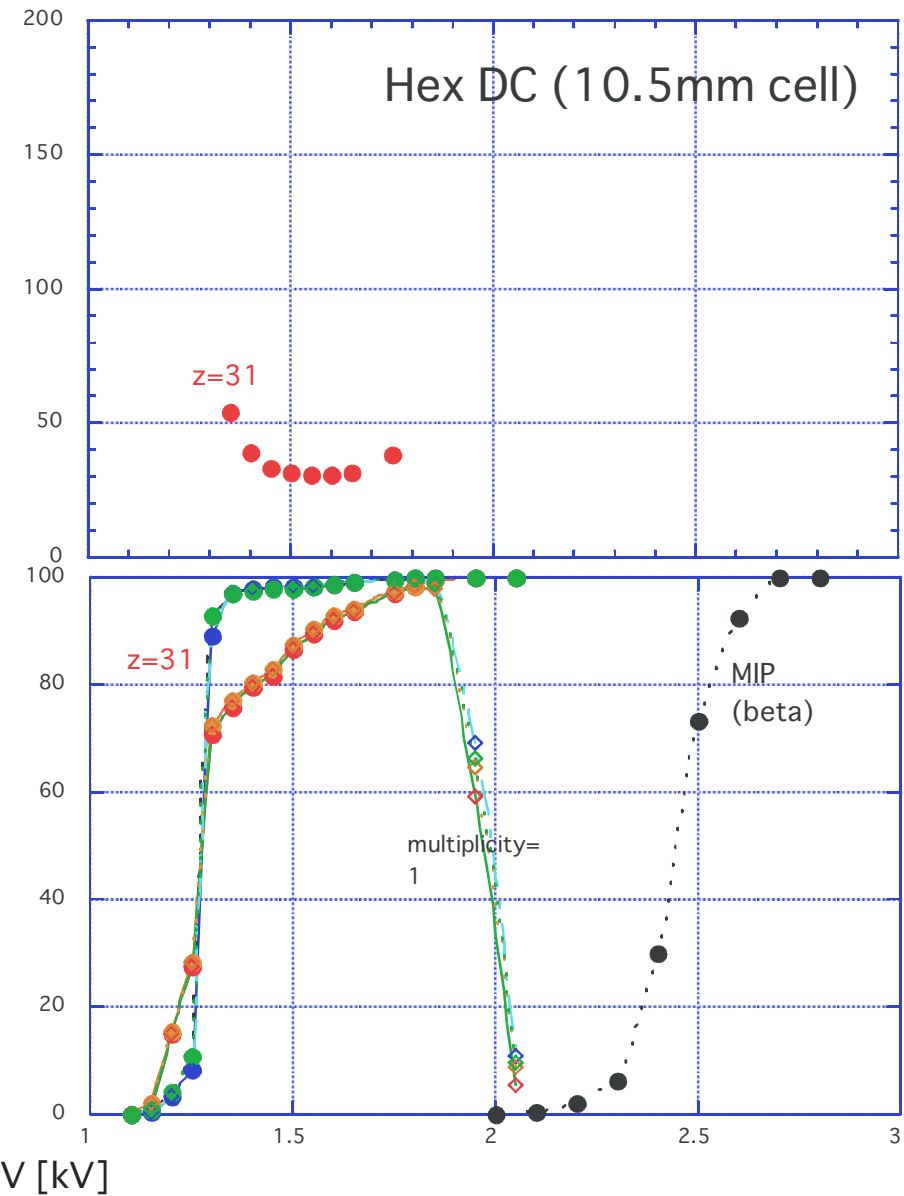
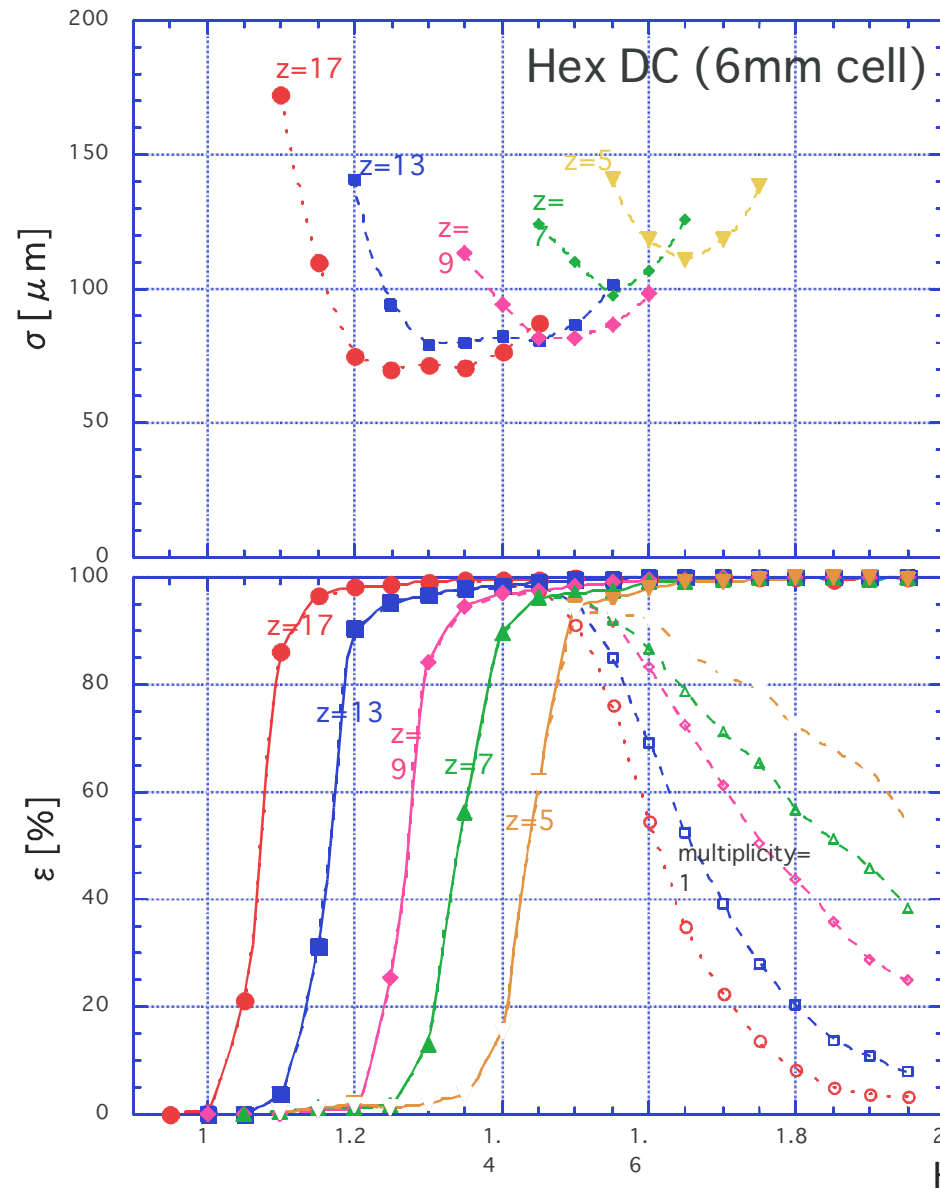
$$\frac{L}{L_R} = (1.7 + 4) \times 10^{-4}$$

(1) 最少電離粒子(μ)



2. 低物質質量混合ガス(大気圧)-3

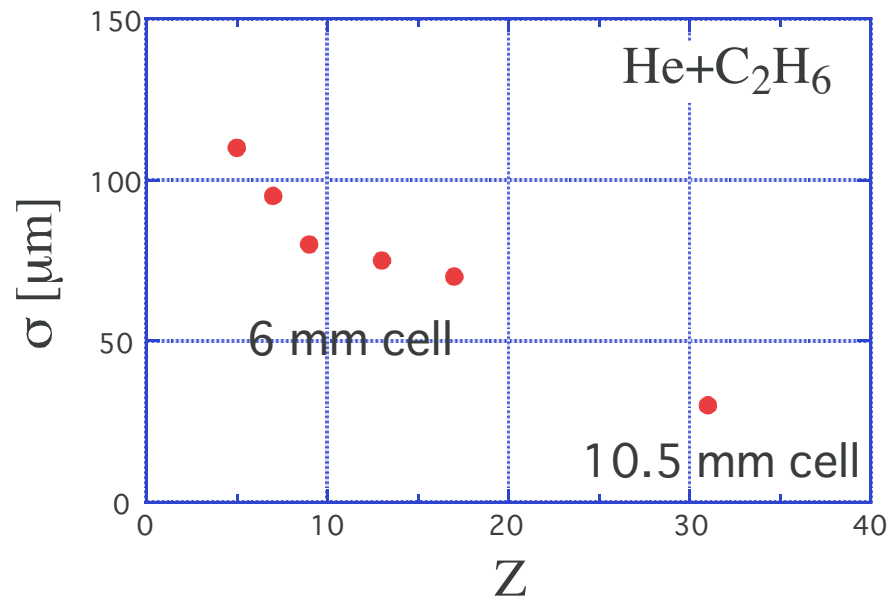
(2) 重イオン @250MeV/A $\sim 2\text{MIP} \times Z^2$



2. 低物質質量混合ガス(大気圧)-5

6 角セル形DC + (He+50%C₂H₆) @大気圧

位置分解能@最適動作点



3. 低圧力位置検出器

- * 位置検出器の真空中での使用

- * 重イオン測定のDynamic Range : gain + drift field

 - 調整パラメータ : $HV(E) + E/P$

 - 位置検出器の低圧力での動作

低圧力での動作特性

1. MWPC

 - 2mm-MWPCが、100torrで1MIP(β 線)に $\varepsilon \sim 100\%$!

 - 大関

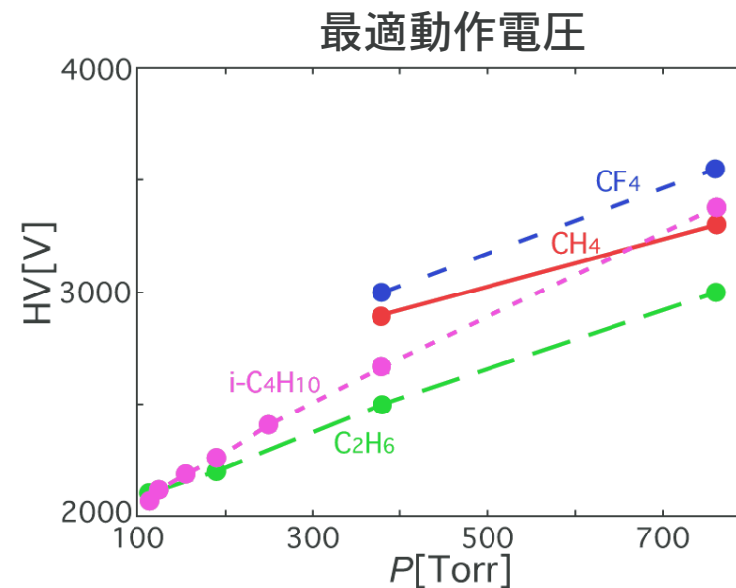
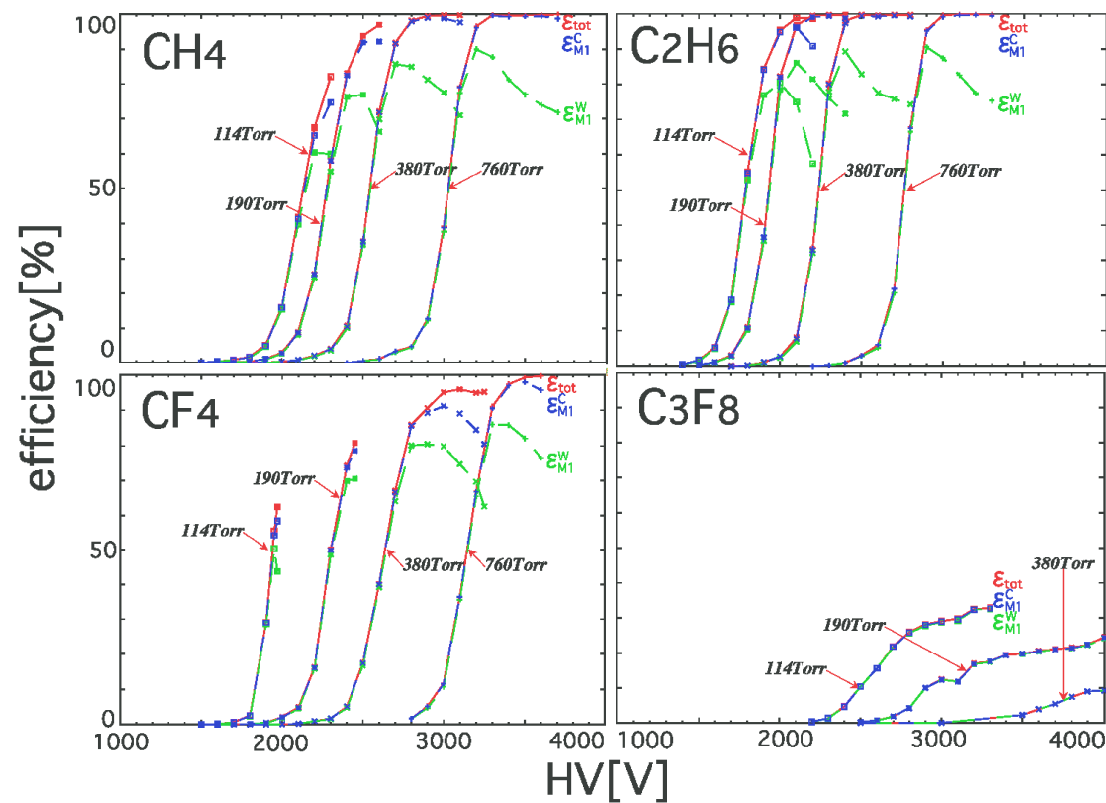
2. High-Rate drift chamber

3. Cathode-readout drift chamber

4. Hex-cell drift chamber

4. 低圧MWPC-1

(1) β 線 (最少電離粒子: MIP)



$P > 200$ torr で MIP-sensitive

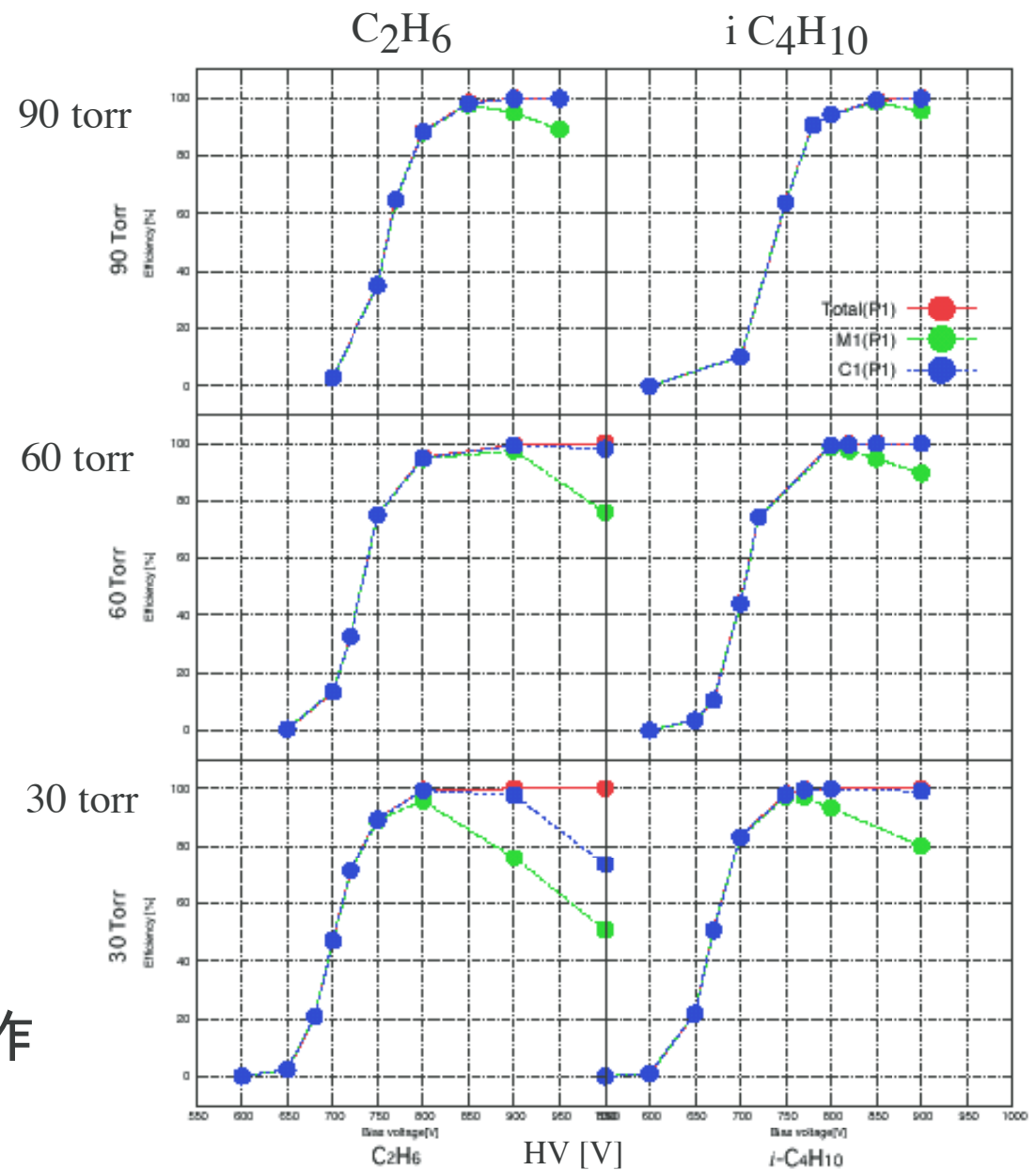
$\sigma_T \sim 6$ nsec

4. 低圧MWPC-2

(2) 250 MeV/A ^{40}Ar

P<100 torr
plateauを持ち安定な動作

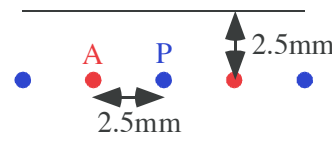
HV= 850-900V



5. High-rate drift chamber-1

High-rate drift chamber(SKS)

Drift距離 2.5 mm
Drift時間, pulse巾 < 100nsec

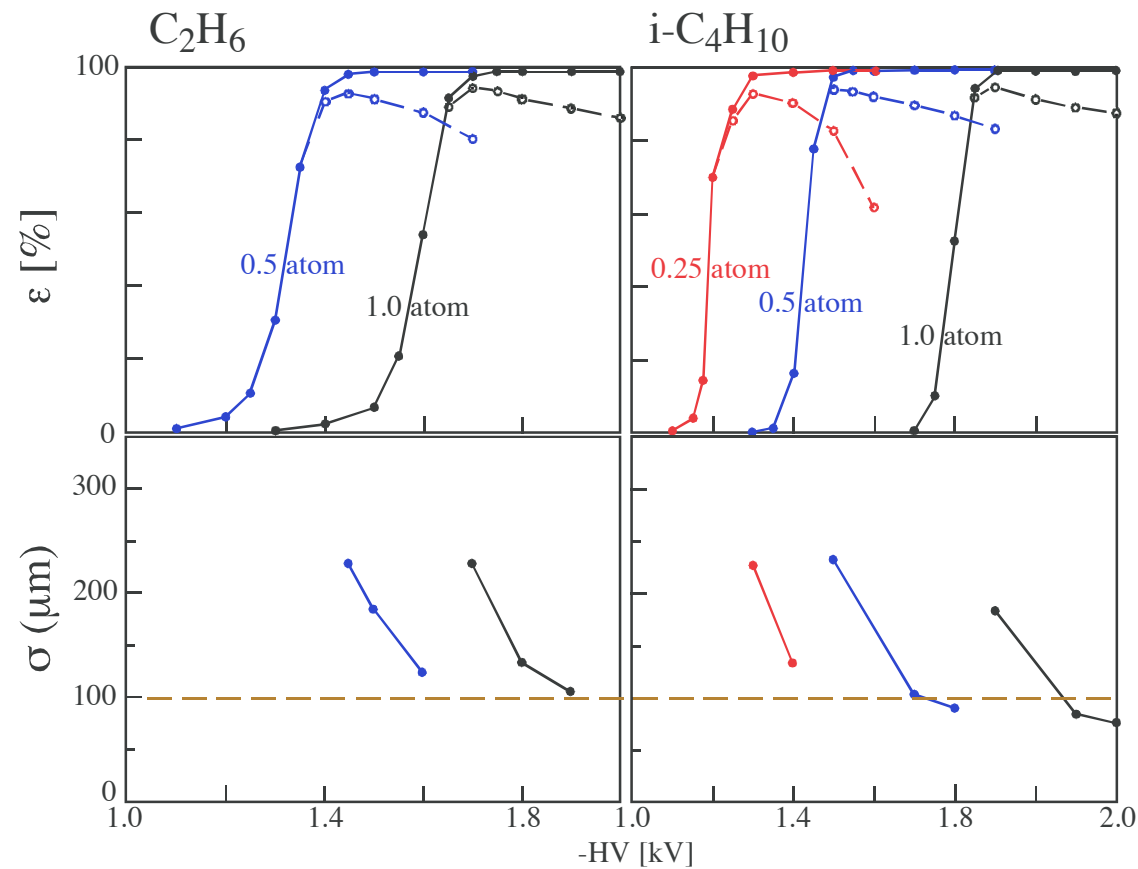


大気圧での使用

- * Gas : He+50%C₂H₆, He+60%CH₄
- * 位置分解能 : 150-200 μ m
- * Rate : 0.2-0.5MHz/wireまで問題無く動作
- * 有効領域 : 80x80, 160x160mm²
- * ASD :

5. High-rate drift chamber @低圧力-2

最少電離粒子(μ)



(1) $Z=1$ MIP (μ)に対し

0.25気圧まで安定動作。

(2) iC_4H_{10} @0.25 atom

$\sigma = 130 \mu m$

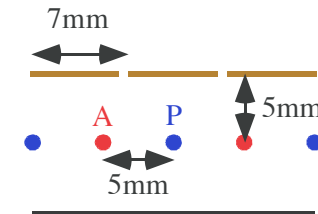
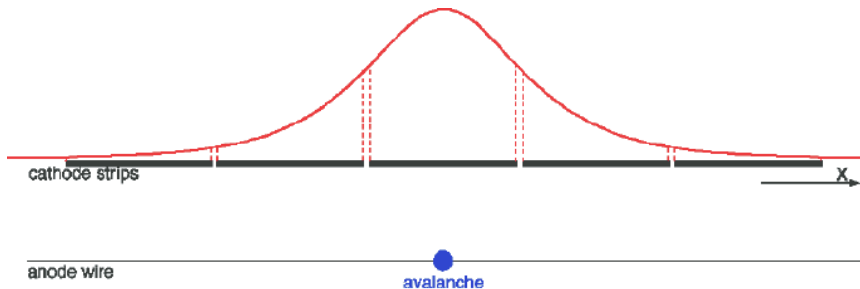
(3) 重イオン

6. Cathode-readout drift chamber-1

* Drift Chamberのカソード読出

pitch=7mm

4 μ m厚AL-ポリプロピレン、レーザー加工

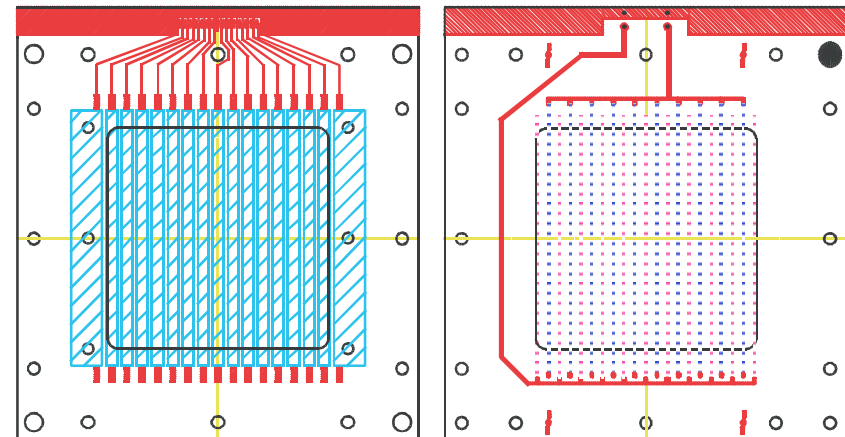


* 物質質量

w - K_x - A_y - K - A_x - K_y - w

$$L/L_r = 0.08 \times 10^{-3}$$

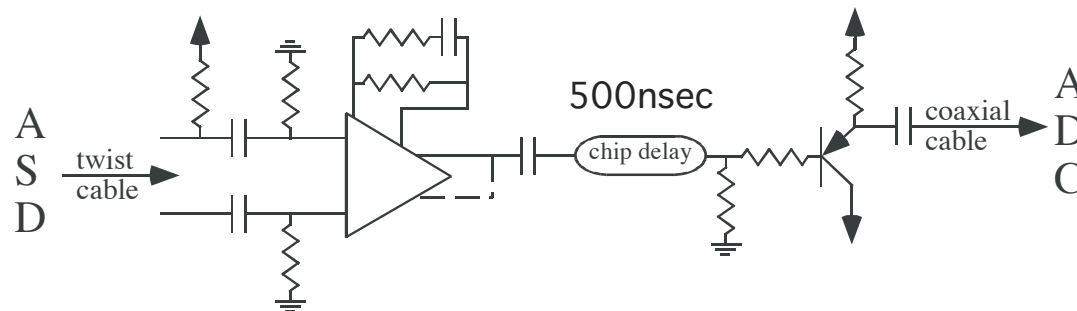
* Analog読出



6. Cathode-readout drift chamber-2

読出回路：

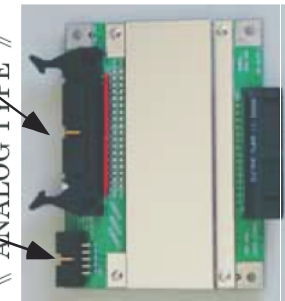
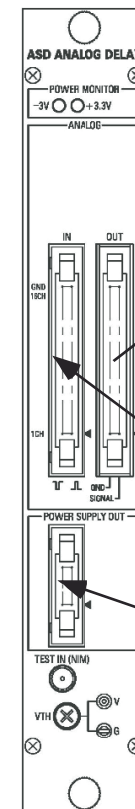
Analog ASD + Receiver/Shaper/Delay



differential receiver
amp
shaper/pole-zero

- * delay chipの特性
- * AC couple: high-rateでの動作

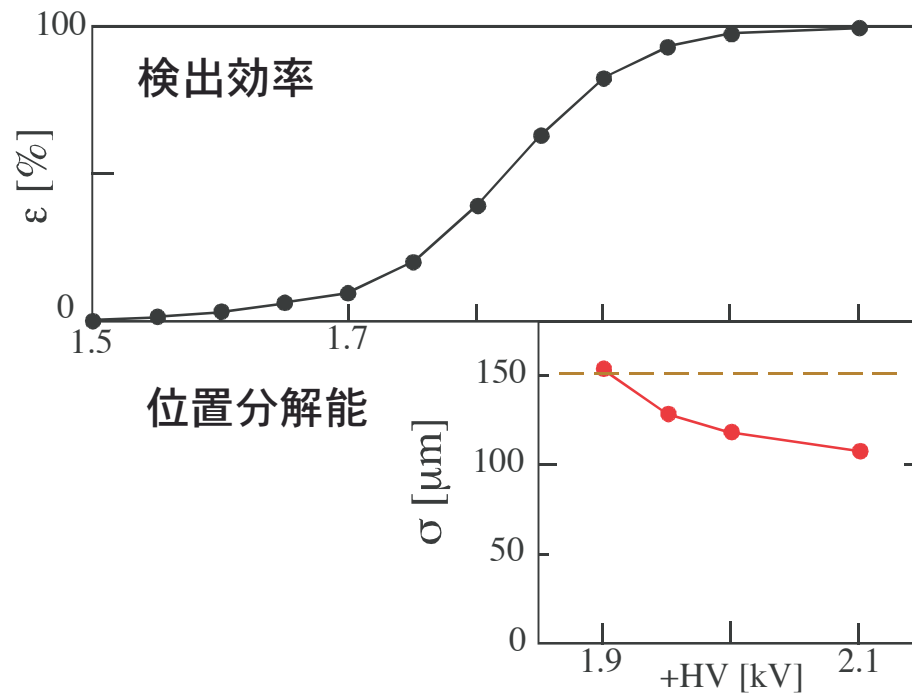
16ch
/1-span NIM module



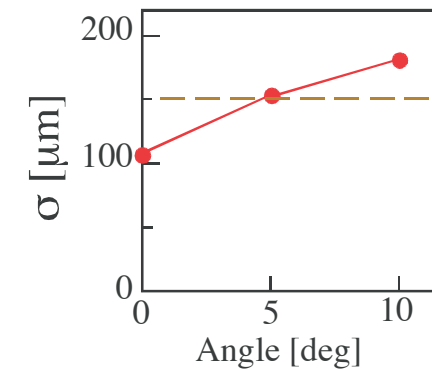
《 ANALOG TYPE 》

6. Cathode-readout drift chamber(大気圧)-3

(1) 最少電離粒子(μ) He+50%C₂H₆ @大気圧

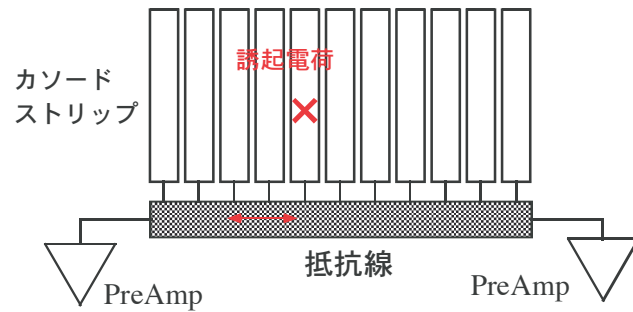


位置分解能：角度依存性

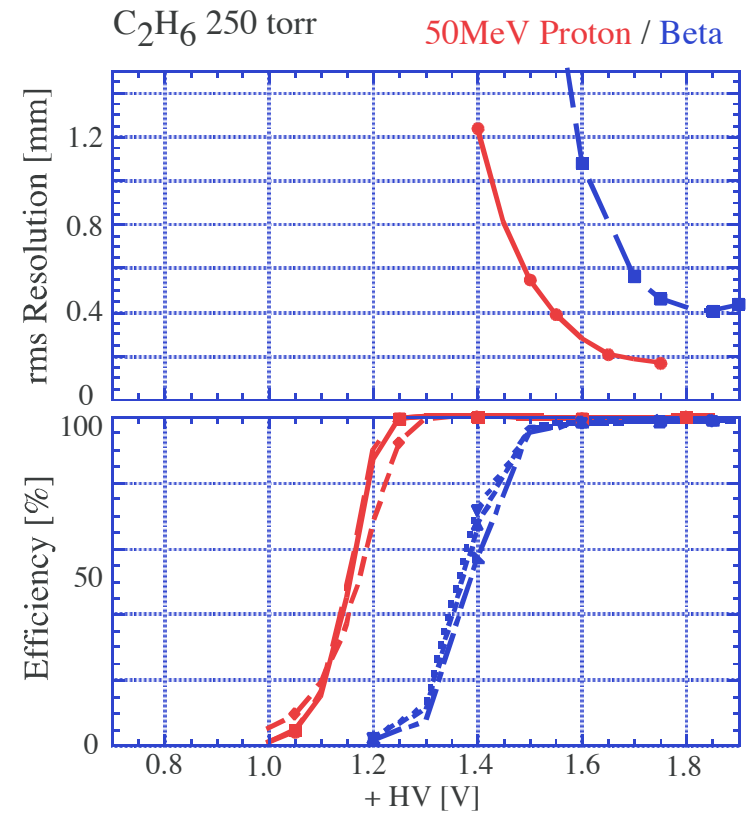


6. Cathode-readout drift chamber(低圧力)-4

(2) 50MeV proton @Charge Division RO



shaping timeが短い
中央のみ



6. Cathode-readout drift chamber(低圧力)-5

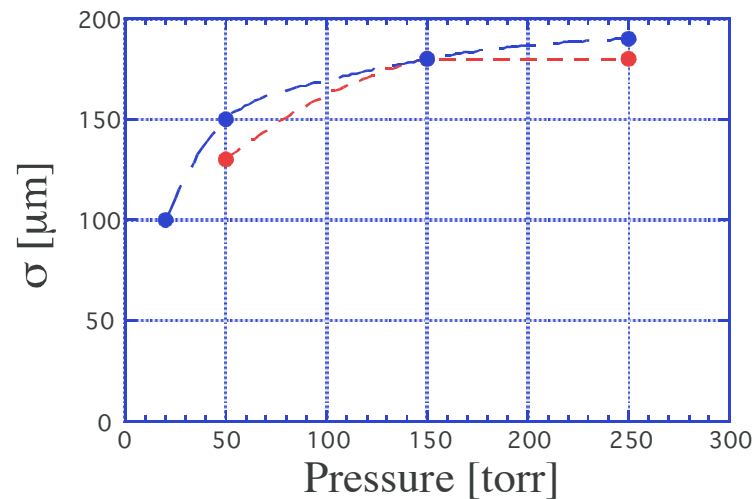
(3) $Z=33$ @280MeV/A

解析方法：

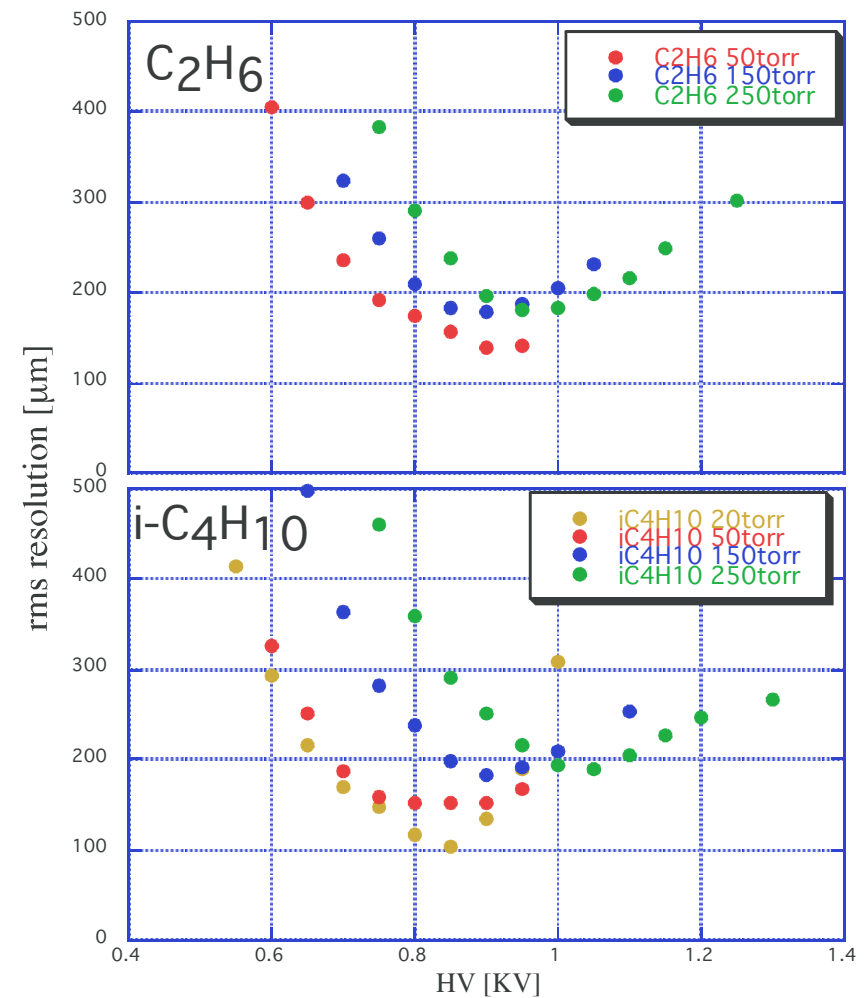
重心法

Charge Ratio Method

位置分解能：圧力依存性



位置分解能：HV依存性



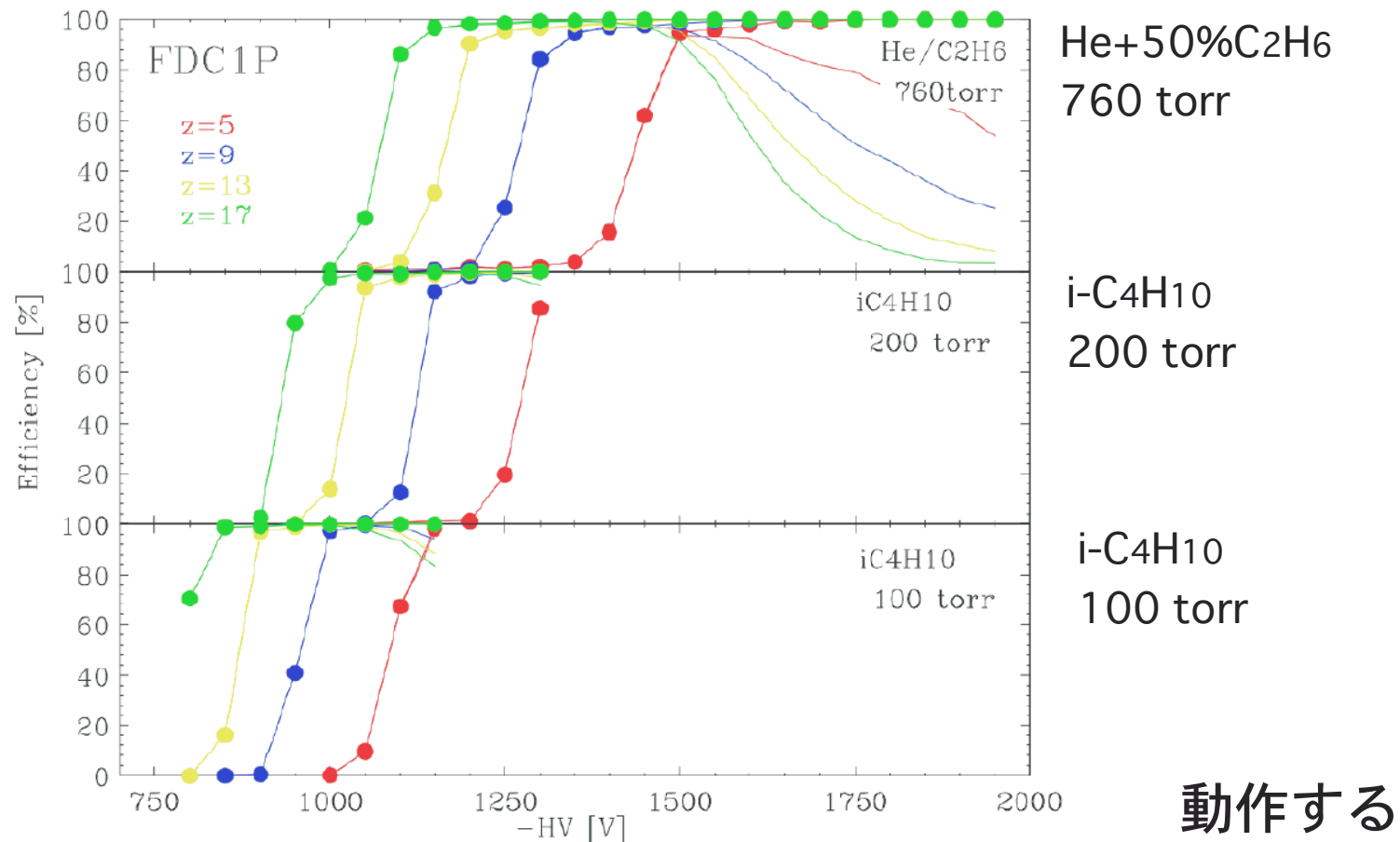
計数率の問題

7. 6角セル形DC @低圧力-1

Foil cathode

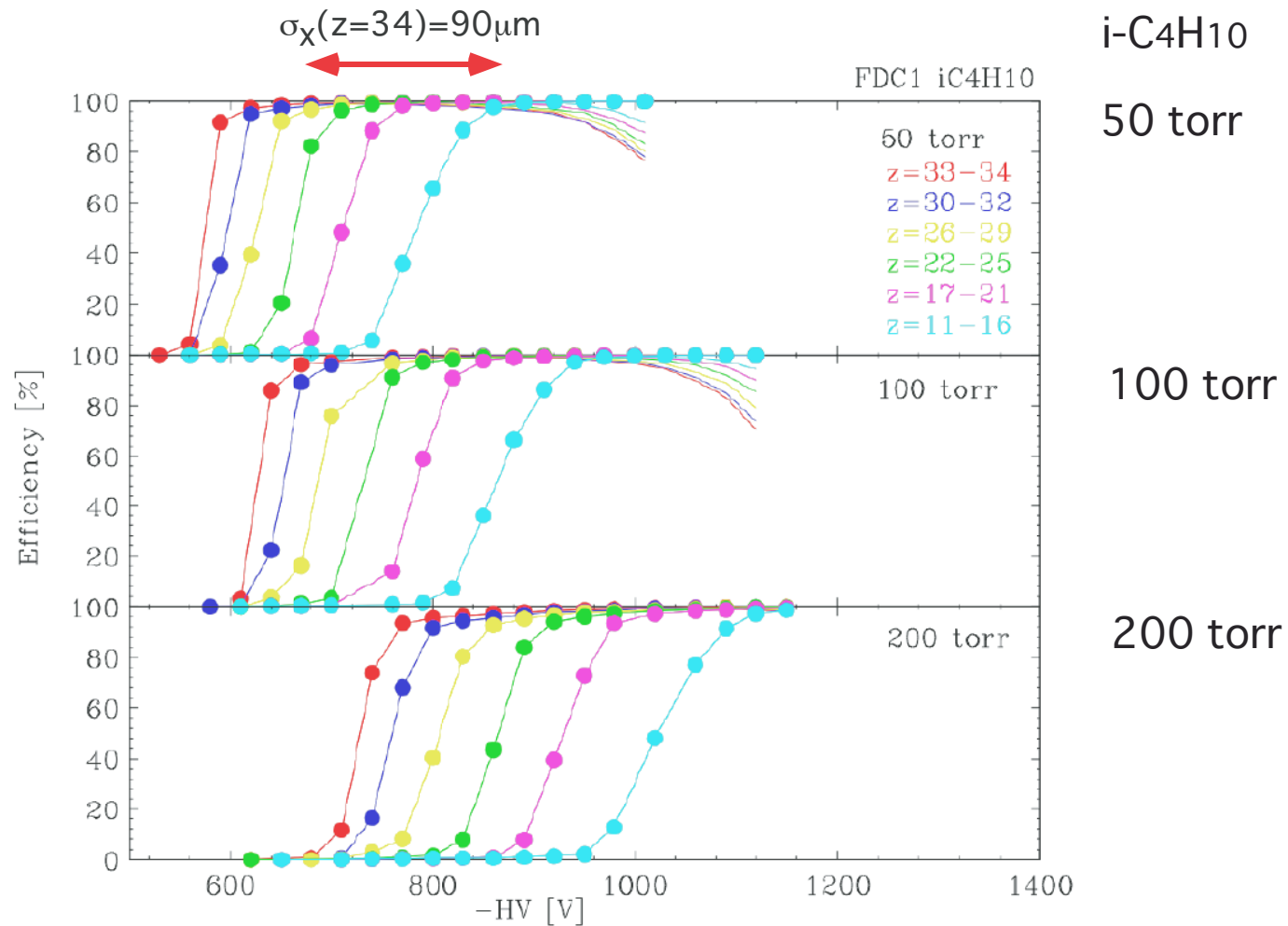
LP-MWPC, LP-Cathode-DC → wire cathode ?

(1) $5 < Z < 17$ 2次ビーム(from ^{40}Ar)@250MeV/A



7. 6角セル形DC @低圧力-2

(2) $11 < Z < 34$ 2次ビーム(from ^{84}Kr)@250MeV/A



位置分解能も良い

まとめ

- 1。最少電離粒子の検出可能性を残しつつ、重イオン用位置検出器に新たな動作パラメータを与える為に、低圧力位置検出器のR&Dを行った。
- 2。小形prototypeに関しては、
MWPC
high-rate drift chamber
cathode-readout drift chamber
hexagonal-cell drift chamber
とも、低圧力で安定な動作を示し、位置分解能も悪くない。
- 3。SAMURAI用の大型化にはメカニカルな問題点が残る。
- 4。でも熊谷さんの実用的な芸術品であるPPPACにはどれも及ばない。
- 5。共同研究者、特に学生の貢献に感謝。
大津、大関、松田、田澤、渡辺、三木、篠原： 位置検出器
高田、佐藤(義)
薬師寺、関、直井、遠藤： 全エネルギー検出器