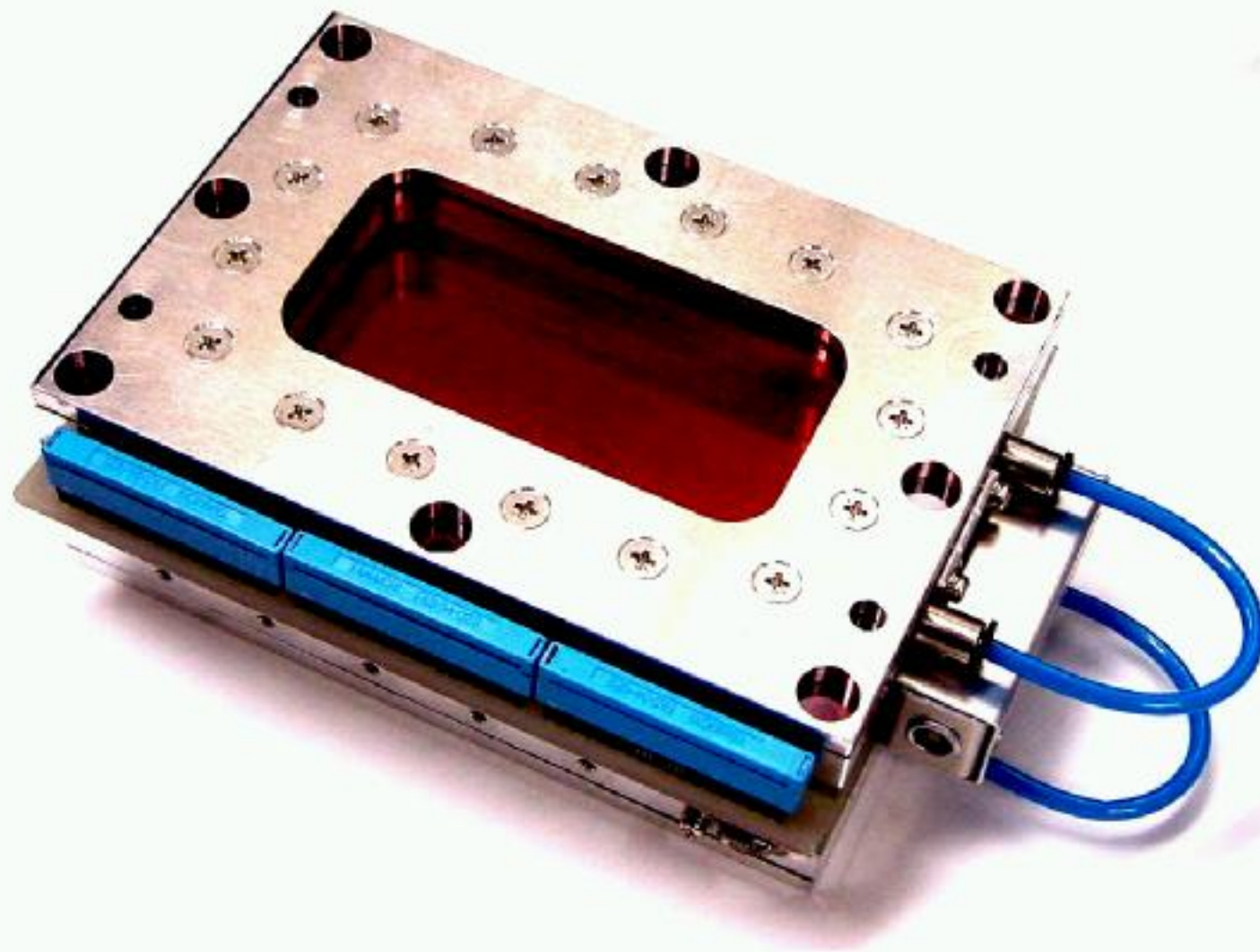


Low-pressure MWPC の開発

東北大理 大関和貴、大津秀暁、奥田貴志、渡辺極之、
薬師寺崇、岩佐直仁、小林俊雄



仕様

- 有感領域
96 × 48 mm²
- アノード
2 mm 間隔, 20 μm φ Au-W, Re
- カソード
12.5 μm 厚両面 Cu-Cr 蒸着カプトン
- アノード-カソード間隔
4 mm

目的

2次原子核ビーム

$\frac{\Delta P}{P} \sim \pm 3\%$ \rightarrow 粒子ごとに運動量の決定が必要

方法

TOF



$$\frac{\sigma_P}{P} \sim 0.5\%$$

● 運動量分散焦点面 $\rightarrow \frac{\sigma_P}{P} \sim 0.1\%$

$$\sigma_x = D \frac{\sigma_P}{P}$$

$$D = 2 \sim 3 \text{ cm}/\%$$

$$\sigma_x \approx 1 \text{ mm}$$

要求/目標

■ 粒子

$$\sim 250 \text{ MeV} / A \quad Z \geq 1$$

■ 位置精度

$$\sigma_x \approx 1 \text{ mm}$$

■ 高計数率

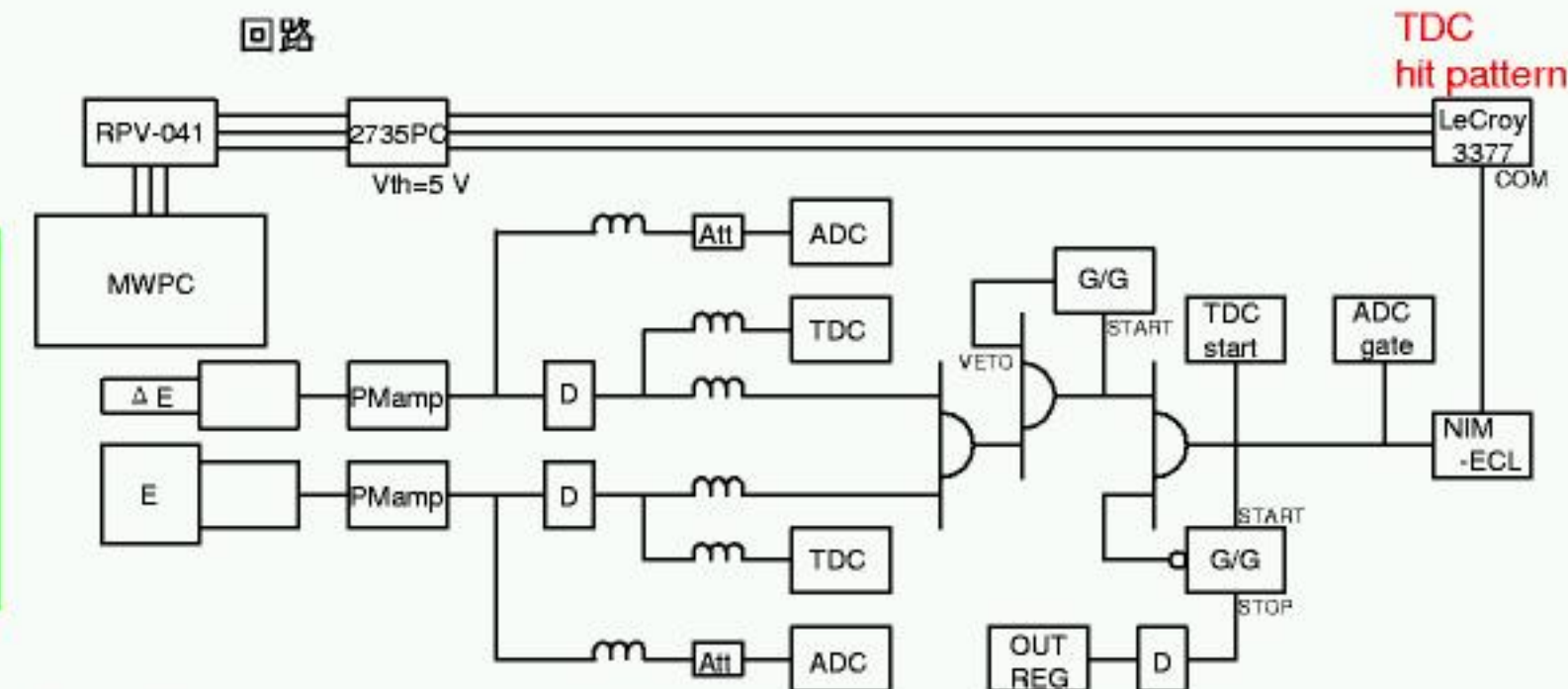
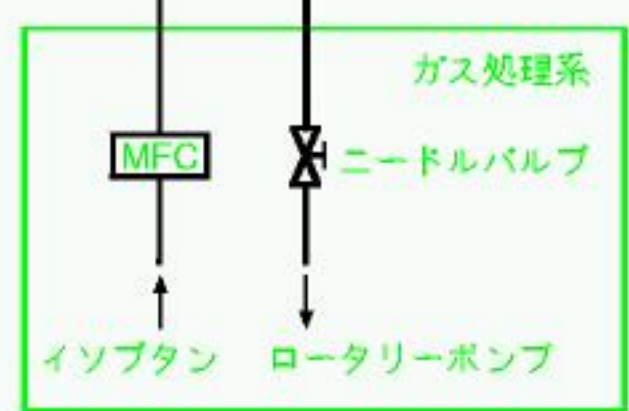
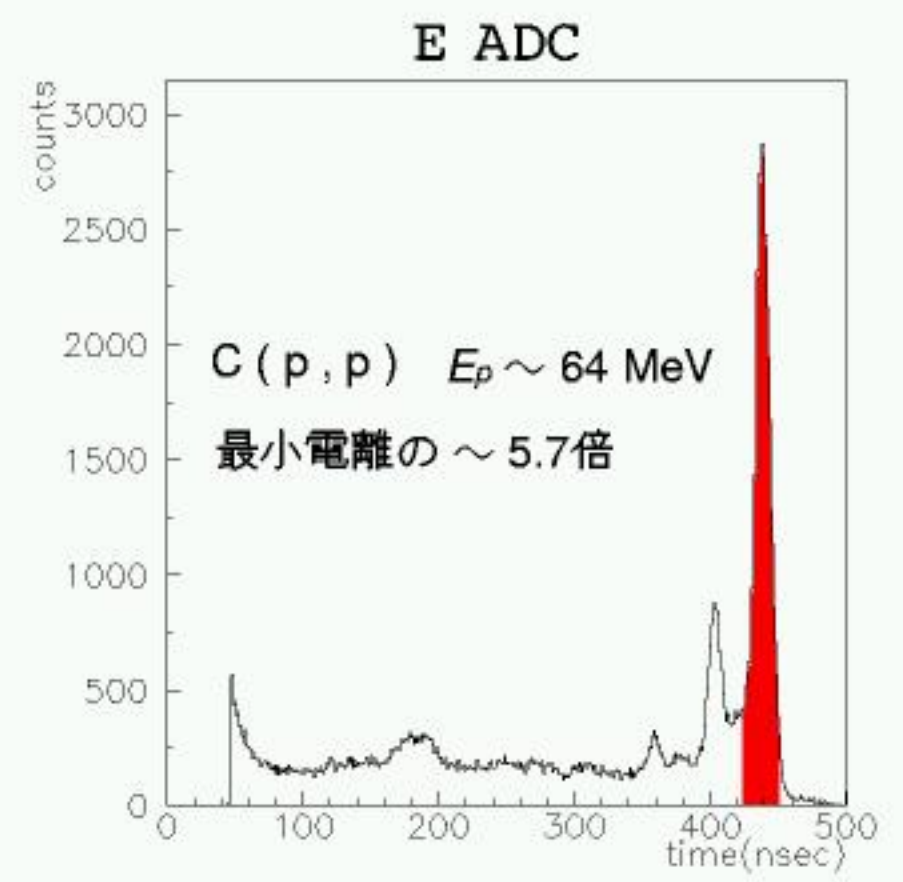
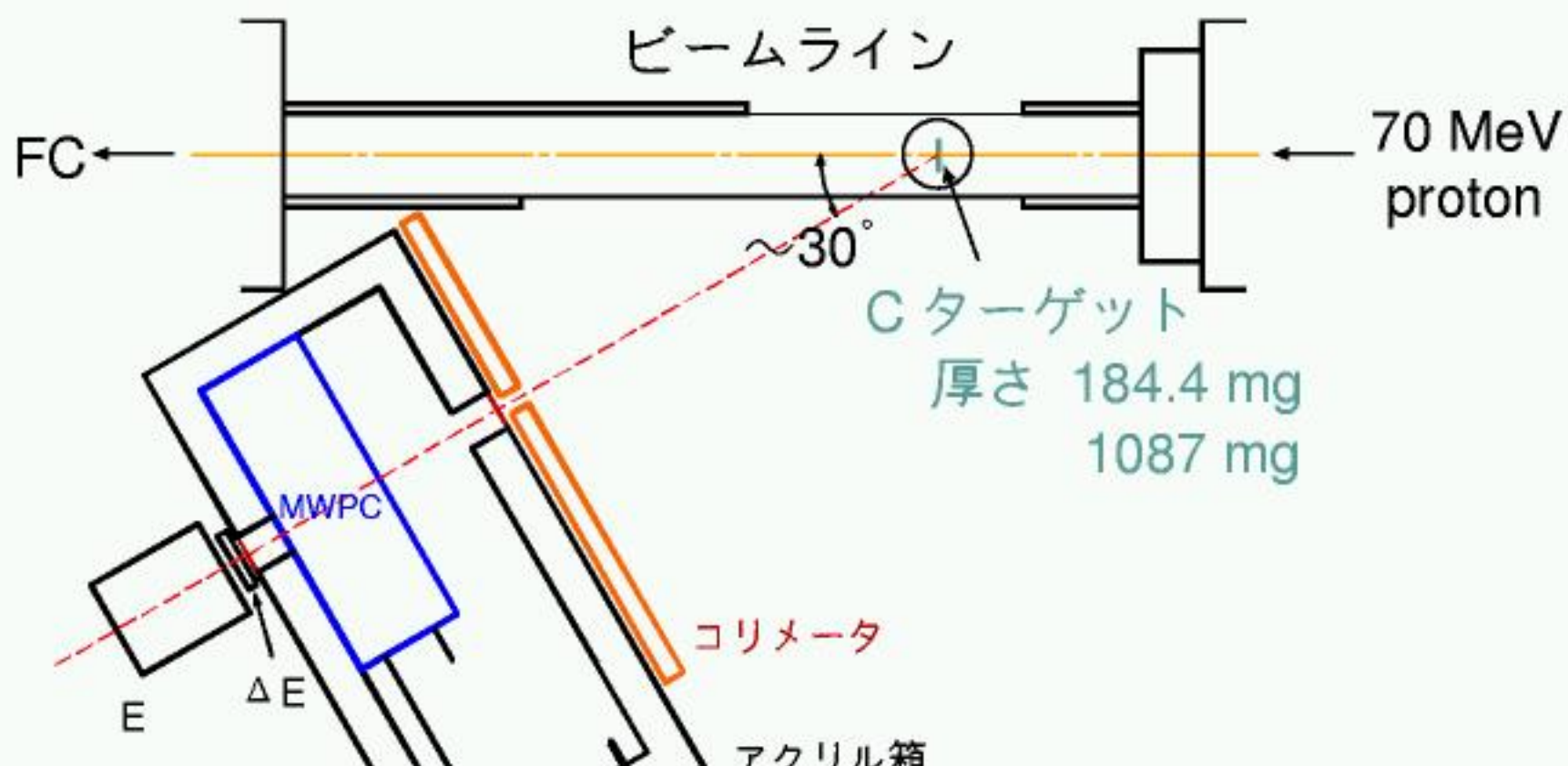
$$1\text{M} \sim 10\text{M} \text{ Hz/plane}$$

■ 真空槽中での動作

$$10^{-6} \text{ Torr}$$

セットアップ

CYRIC@東北大



トリガー ≡ $\Delta E \otimes E$

測定内容

イソブタン 100 %

■ 圧力を変えて動作特性の測定

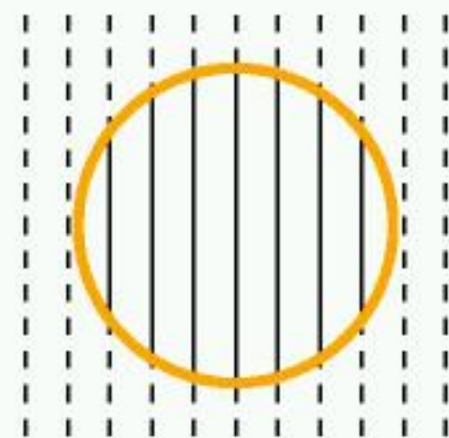
- 760 Torr
- 380 Torr
- 190 Torr
- 100 Torr
- 80 Torr
- 60 Torr
- 40 Torr
- 30 Torr
- 20 Torr
- 10 Torr
- 5 Torr

■ 高計数率での応答の確認

190 Torr

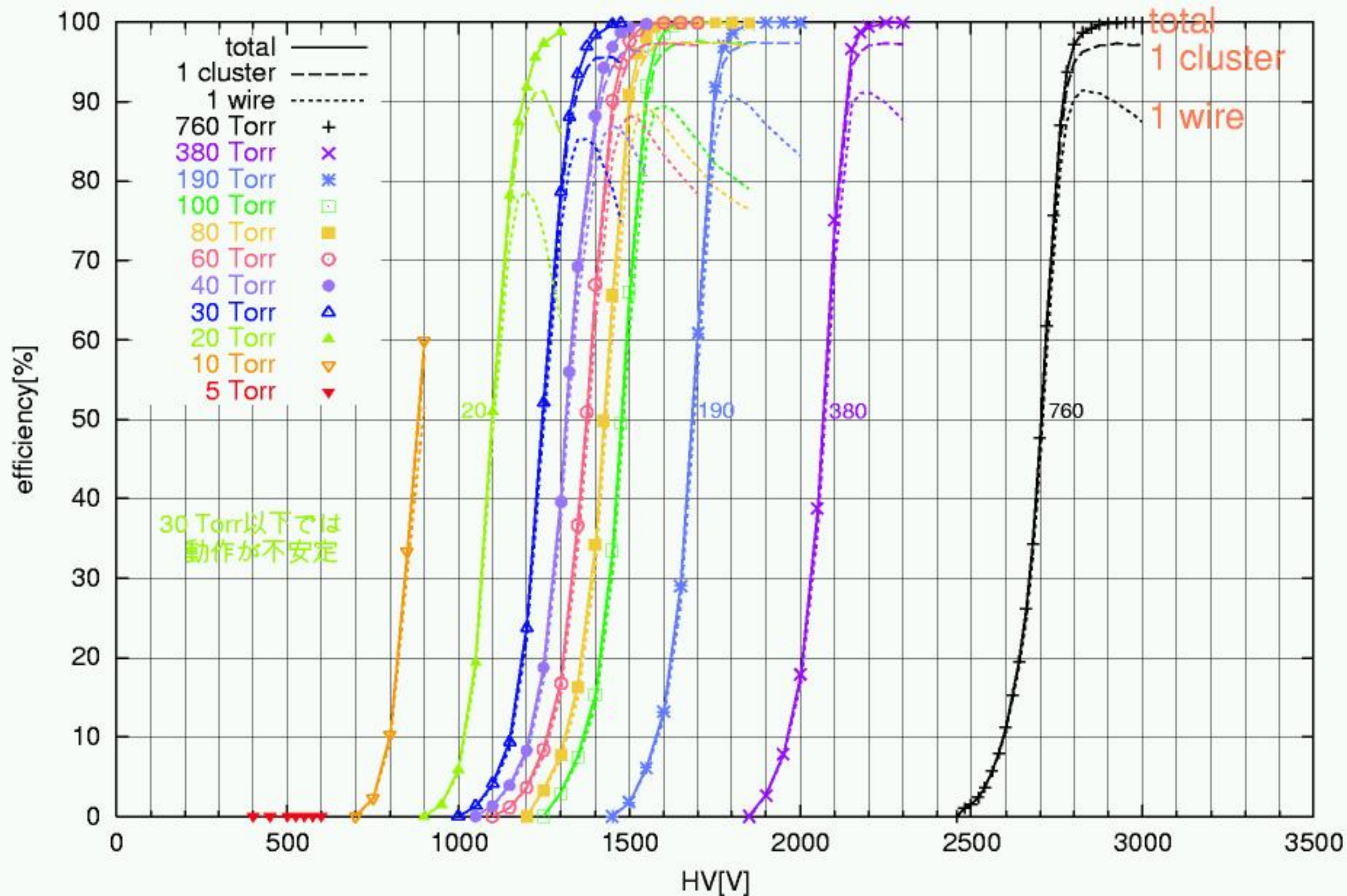
- 1k Hz /7wires
- 10k Hz /7wires
- 100k Hz /7wires
- 1M Hz /7wires
- 2M Hz /7wires

コリメータ:15 mm ϕ

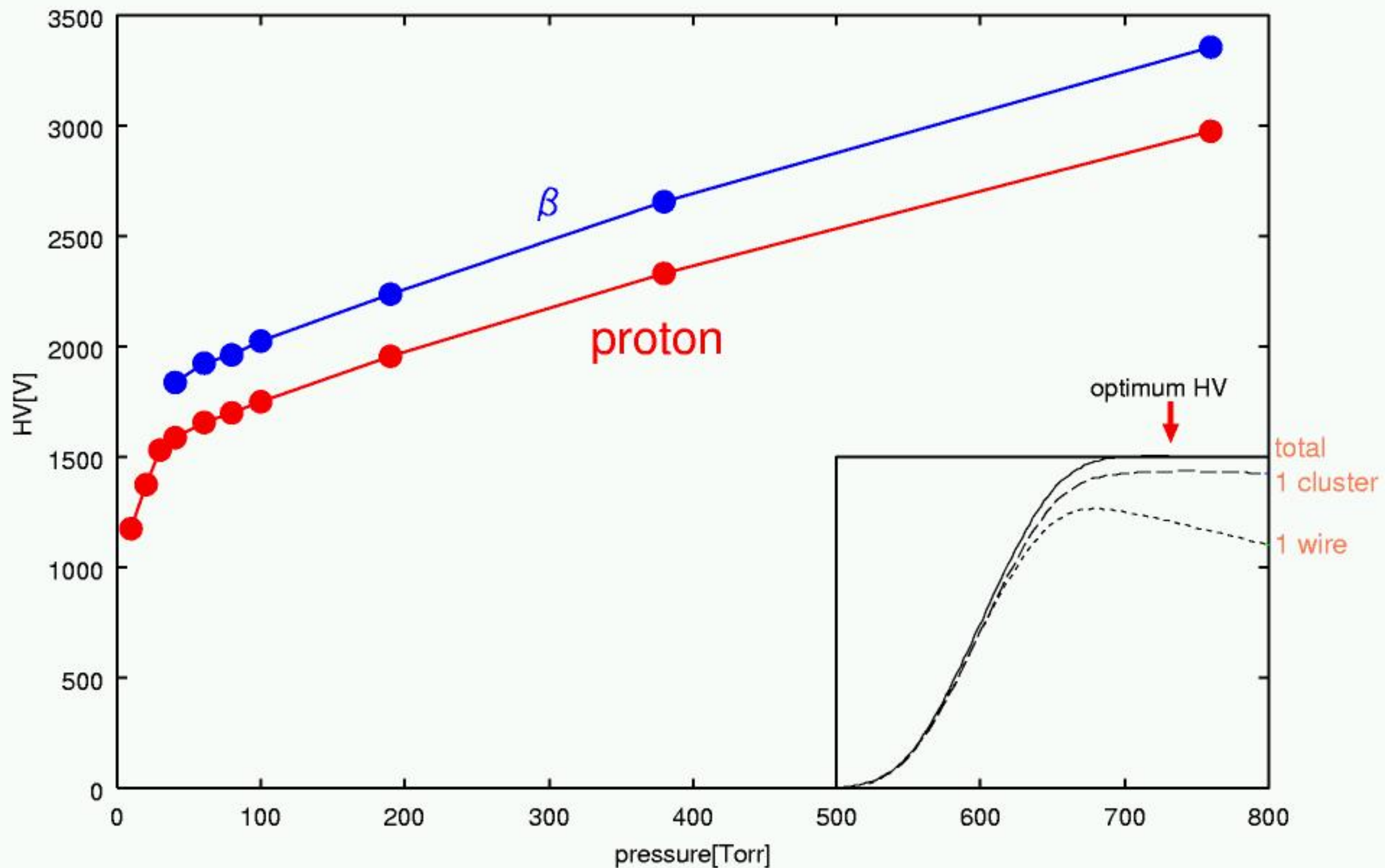


各圧力での検出効率曲線

$E_p \sim 64 \text{ MeV}$



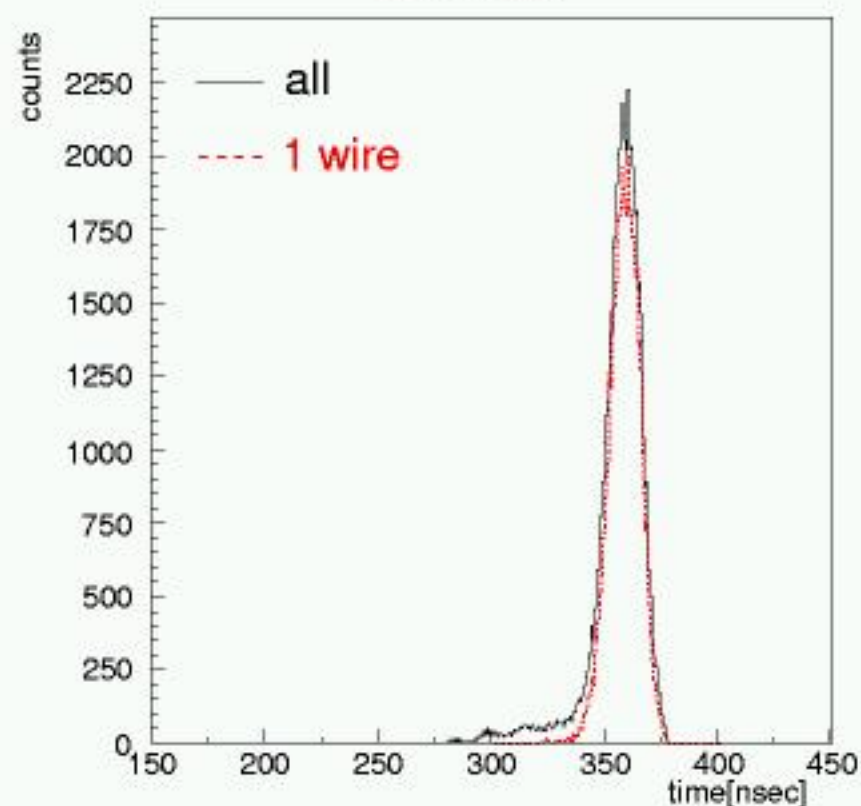
最適電圧



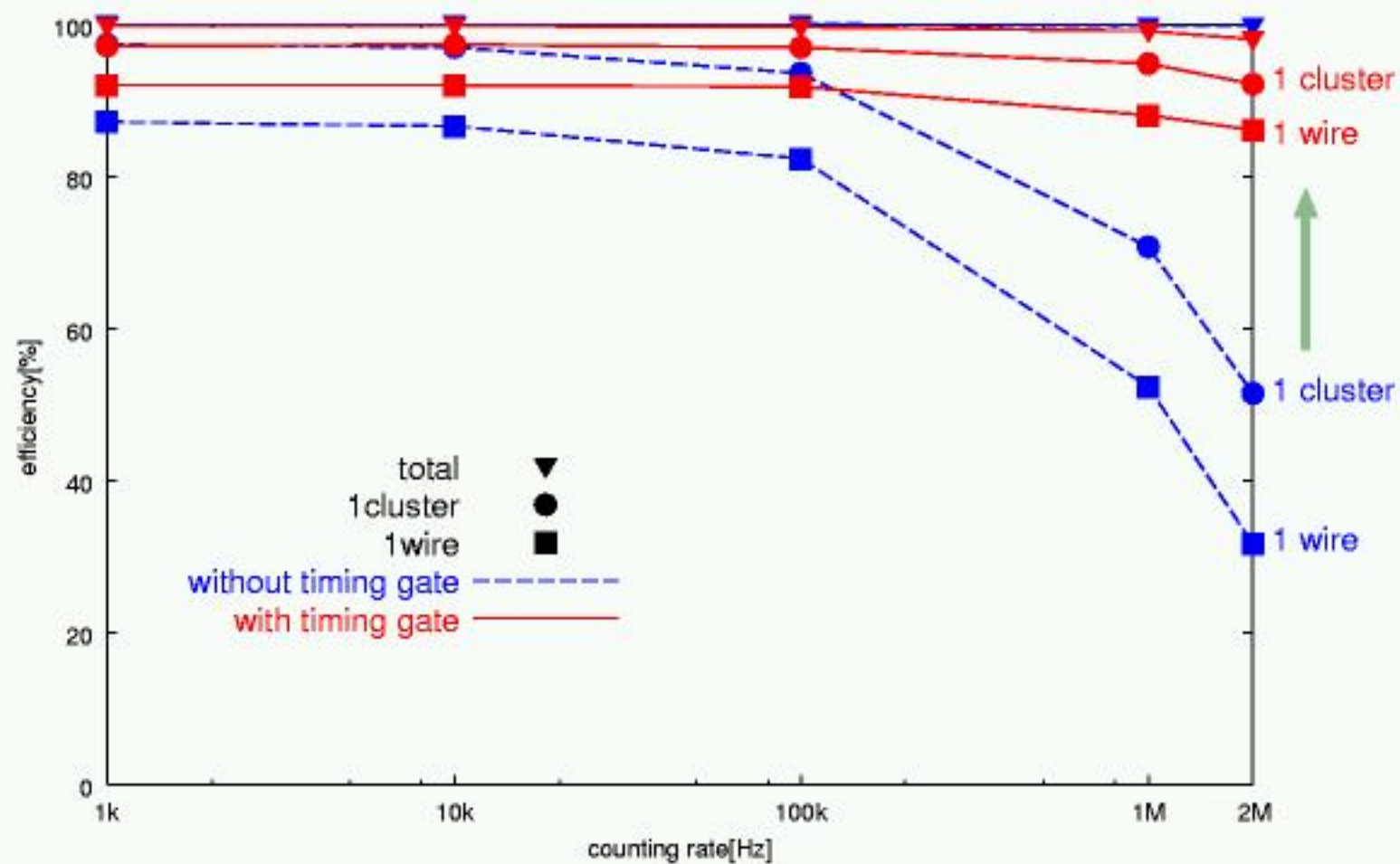
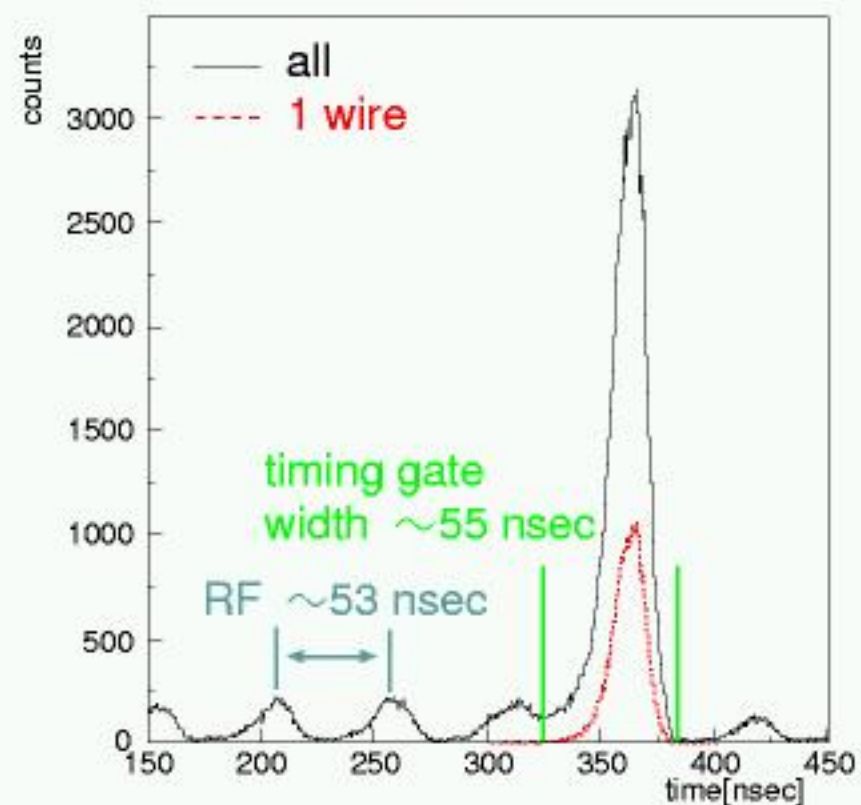
40 Torr以下で急激な減少

高計数率下での応答

1k Hz



2M Hz



圧力と最適電圧の関係

■ 検出効率 100 %

各イベントごとにアノードに到達する電子数が一定数以上 (N)

■ 1次電子数

圧力 P に比例 $\rightarrow eP$

■ 第一タウンゼント係数

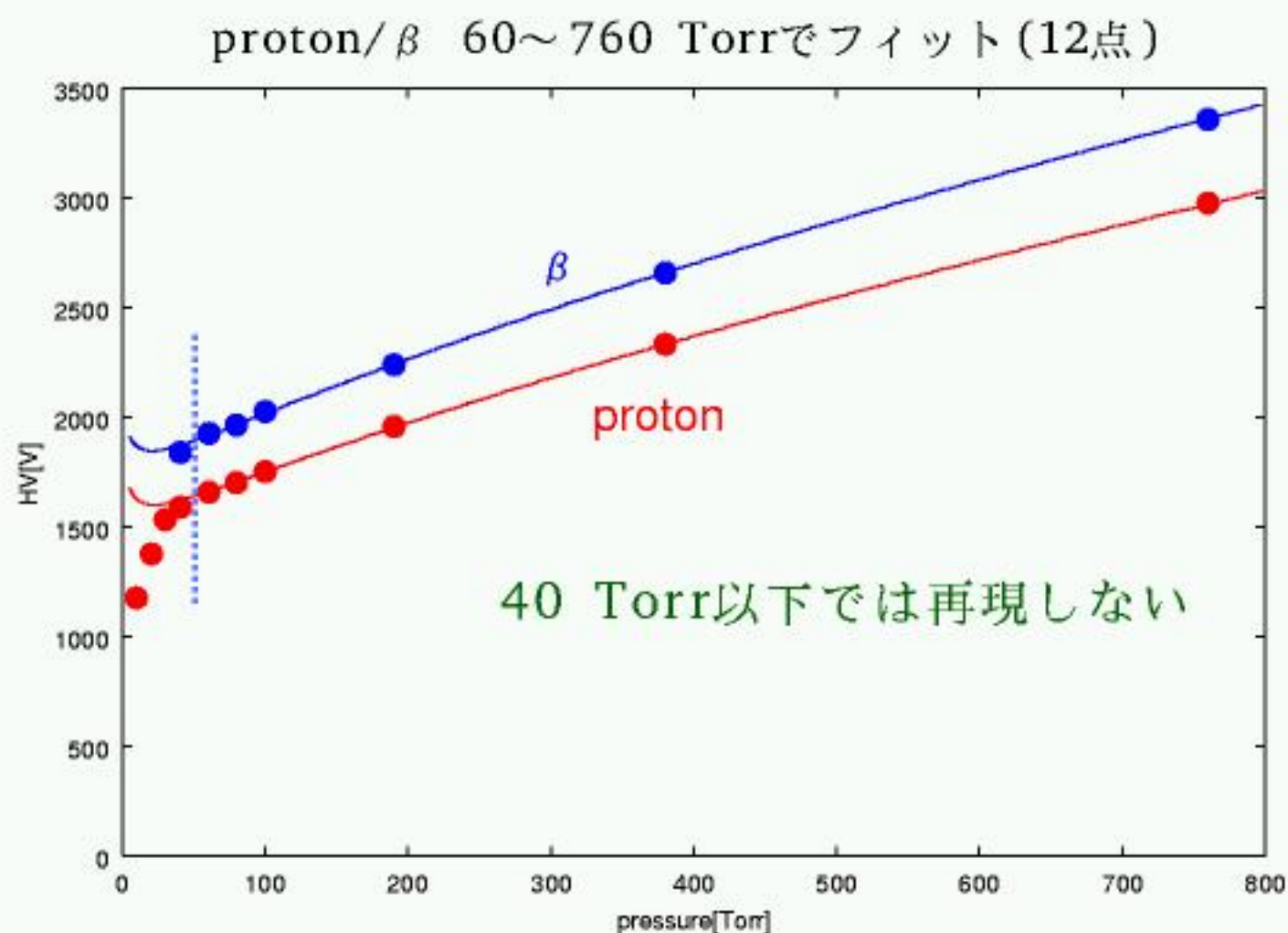
$\frac{\alpha}{P} = K S^m \exp(-L S^{m-1})$; $S = E/P$ T.Aoyama *cf.* $\frac{\alpha}{P} = A \exp(-B S^{-1})$

■ 円筒電場

$$E = d \frac{V}{r}$$

$$\frac{K d V}{L(1-m)} \exp\left\{-L \left(\frac{dV}{aP}\right)^{m-1}\right\} + dzV - \ln \frac{N}{eP} = 0$$

変数: K, L, m, N, z



圧力と最適電圧の関係 (その2)

■ 電場

$$r \leq \frac{s}{\pi} \text{ のとき } E = d \frac{V}{r} \quad (\text{円筒電場})$$

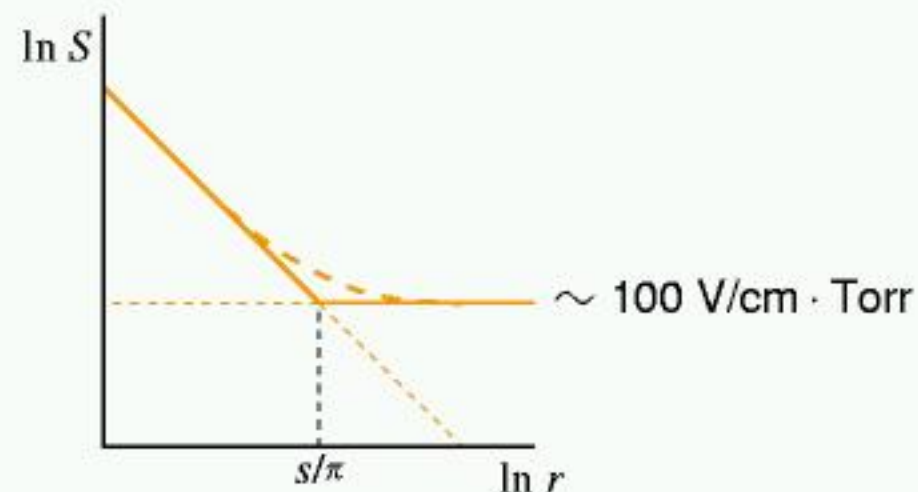
$$r \geq \frac{s}{\pi} \text{ のとき } E = d \frac{\pi V}{s} \quad (\text{平行電場})$$

$$\frac{KdV}{L(1-m)} \exp\left\{-L\left(\frac{dV}{aP}\right)^{m-1}\right\} - \left\{\frac{KdV}{L(1-m)} - PK\left(\frac{d\pi V}{sP}\right)^m\left(b - \frac{s}{\pi}\right)\right\} \times \exp\left\{-L\left(\frac{d\pi V}{sP}\right)^{m-1}\right\} - \ln \frac{N}{eP} = 0$$

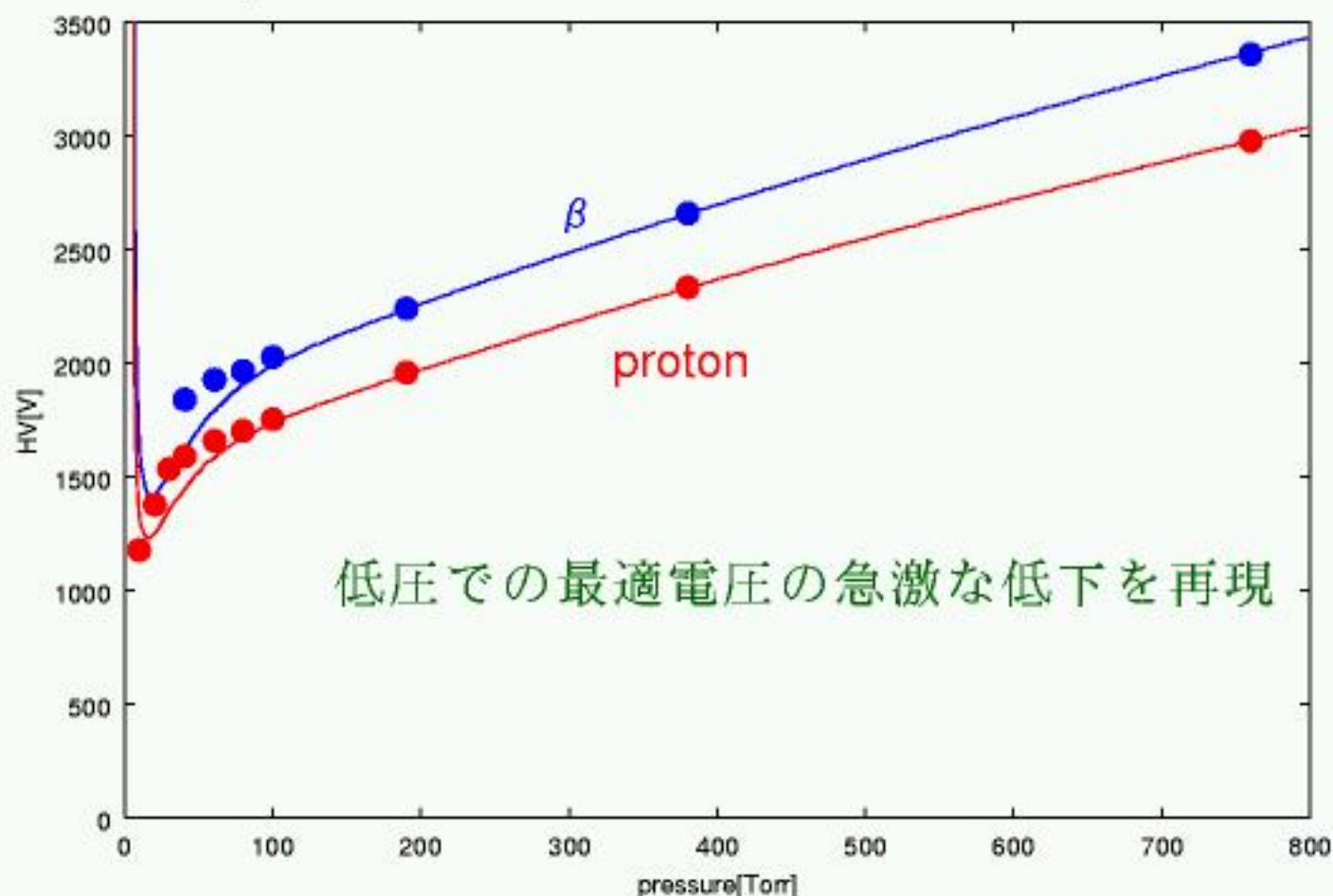
変数: K, L, m, N, b

低圧では MWPC 全体で
電子雪崩が発生

中間電場の省略
→ 実測値からのずれ ?



proton 10~760 Torrでフィット (10点)



まとめ

- 運動量分散焦点面における低圧 MWPC の使用
- MWPC を低圧、高計数率で使用するための動作テスト
 - 最小電離粒子に対する動作特性の測定
～ 100 % の検出効率を達成
 - 最小電離の約 5.7 倍の粒子に対する動作特性の測定
～ 40 Torr まで安定に動作
 - 高計数率下での応答の確認
タイミングゲートをかけることによって、
実効検出効率を低下させずに使用することが可能
- 圧力と最適電圧の関係のモデル化
40 Torr 以下での最適電圧の急激な低下
↓
MWPC 全域で電子雪崩が発生するモードへの移行