

陽子位置検出用Si-Strip検出器の開発

東北大理	直井由紀	岩佐直仁	大津秀暁
	松田洋平	小林俊雄	
東北大 CYRIC	大関和貴	岡村弘之	篠塚勉

1. 研究の目的
2. シリコン検出器と読み出し回路
- (3. パルサーを用いた試験)
4. 陽子ビームを用いた試験
5. まとめ

1 研究の目的

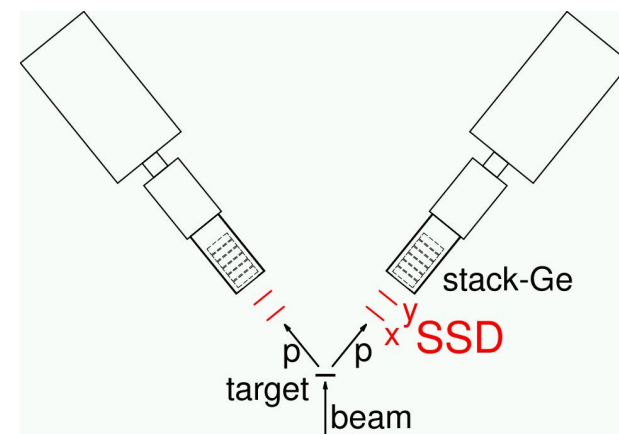
不安定原子核の構造理解

逆運動学(p,pN) 核子ノックアウト反応を用いた実験方法が有効

($p,2p$)反応で放出された2個の陽子について、
運動エネルギー + 散乱角 を測定
→ 核子の分離エネルギー、運動量導出

分離エネルギー分解能向上

- ・ エネルギー分解能
スタック型Ge検出器 (エネルギー測定)
→ 開発済



- ・ 角度分解能
マイクロストリップシリコン検出器 (エネルギー損失 + 位置 測定)
開発: 検出器の動作特性
読み出し回路の製作・動作特性
位置分解能測定 . . .

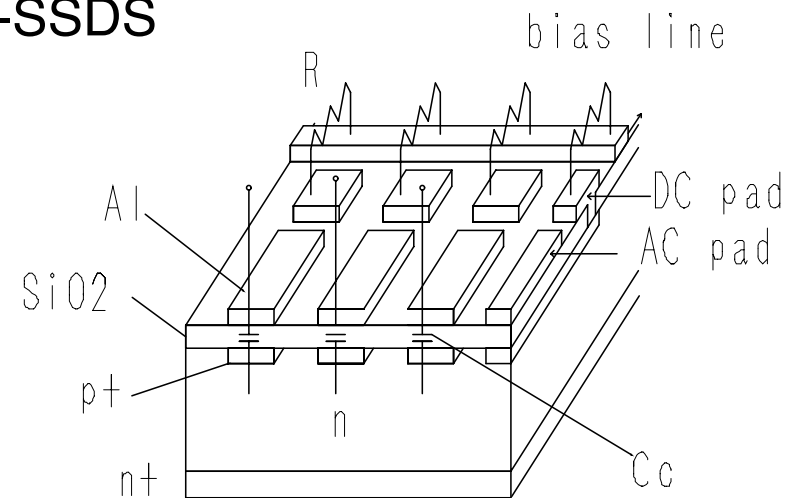
2. シリコン検出器と読み出し回路

2-1 シリコン検出器に要求される性能

- ・ 有感領域 後方のGe検出器(60 mmφ)と同程度。
- ・ 20-250 MeVの陽子のエネルギー損失が測定可能。
- ・ 位置分解能 120 μm (全幅)以下。(L~250mm)
- ・ 2個の陽子を測定するため、左右に2枚ずつ(X,Y)配置。

2-2 シリコン検出器

- ・ 浜松ホトニクス社製 01668-C3-SSDS
- 有感面積 61.4 × 61.4 mm²
- 厚さ 325 μm
- ストリップピッチ 120 μm
- ストリップ数 512 本
- 読み出し方法 AC読み出し
- 片面ストリップ構造
- バイアス電圧 80 V



2-3 読み出し回路

チャンネル数 多数 → マルチプレクス方式

Hybrid card (IDE AS 社製)

SSD + VA64hdr9C (front end LSI) × 8

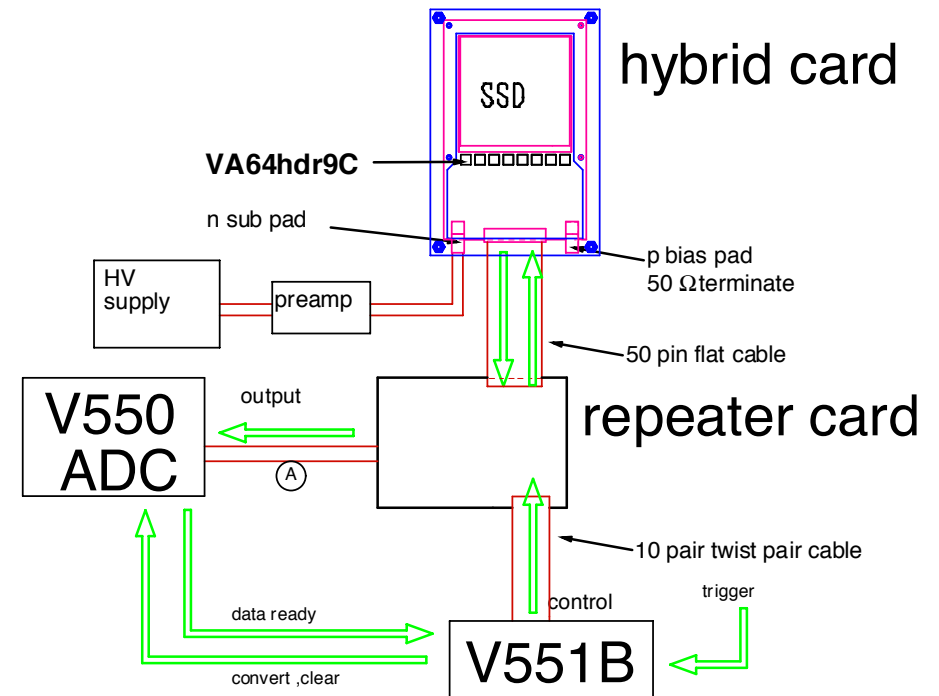
preamp
shaping amp
sample & hold
multiplex

64 チャンネル分内蔵
dynamic range 720 fC

Repeater card (IDE AS 社製)

hybrid card の出力信号増幅
VA64hdr9C 制御信号の規格変換
hybrid card への電圧供給

増幅度 : 5.5 mV/fC (設計値)



検出器と読み出し回路の概要

V551B (CAEN 社製)

VA64hdr9C 制御信号出力

V550 (CAEN 社製)

ADC(マルチプレクス方式に対応)
full range 1.5 V

4. 陽子ビームを用いた試験

4-1 目的と方法

ストリップ毎の読み出し試験。

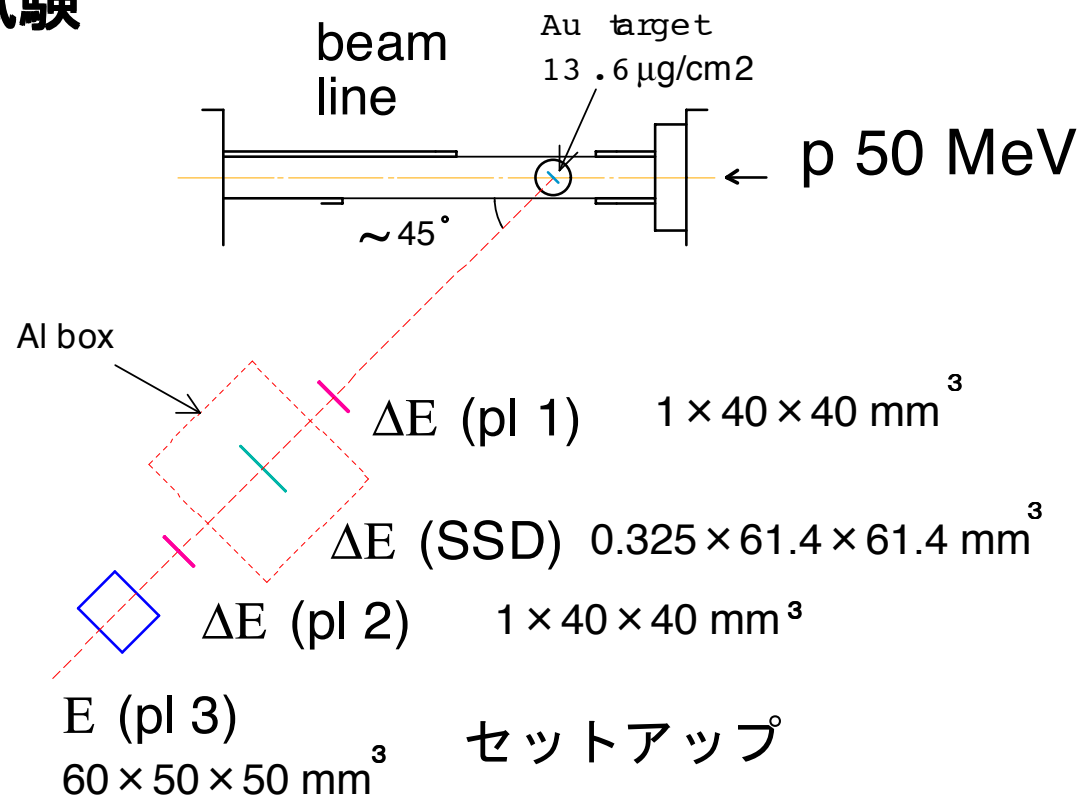
ビーム : 陽子(50 MeV)

標的 : Au 13.6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

45度への散乱陽子を測定。

$\langle\Delta E(\text{Si})\rangle = 770 \text{ keV}$

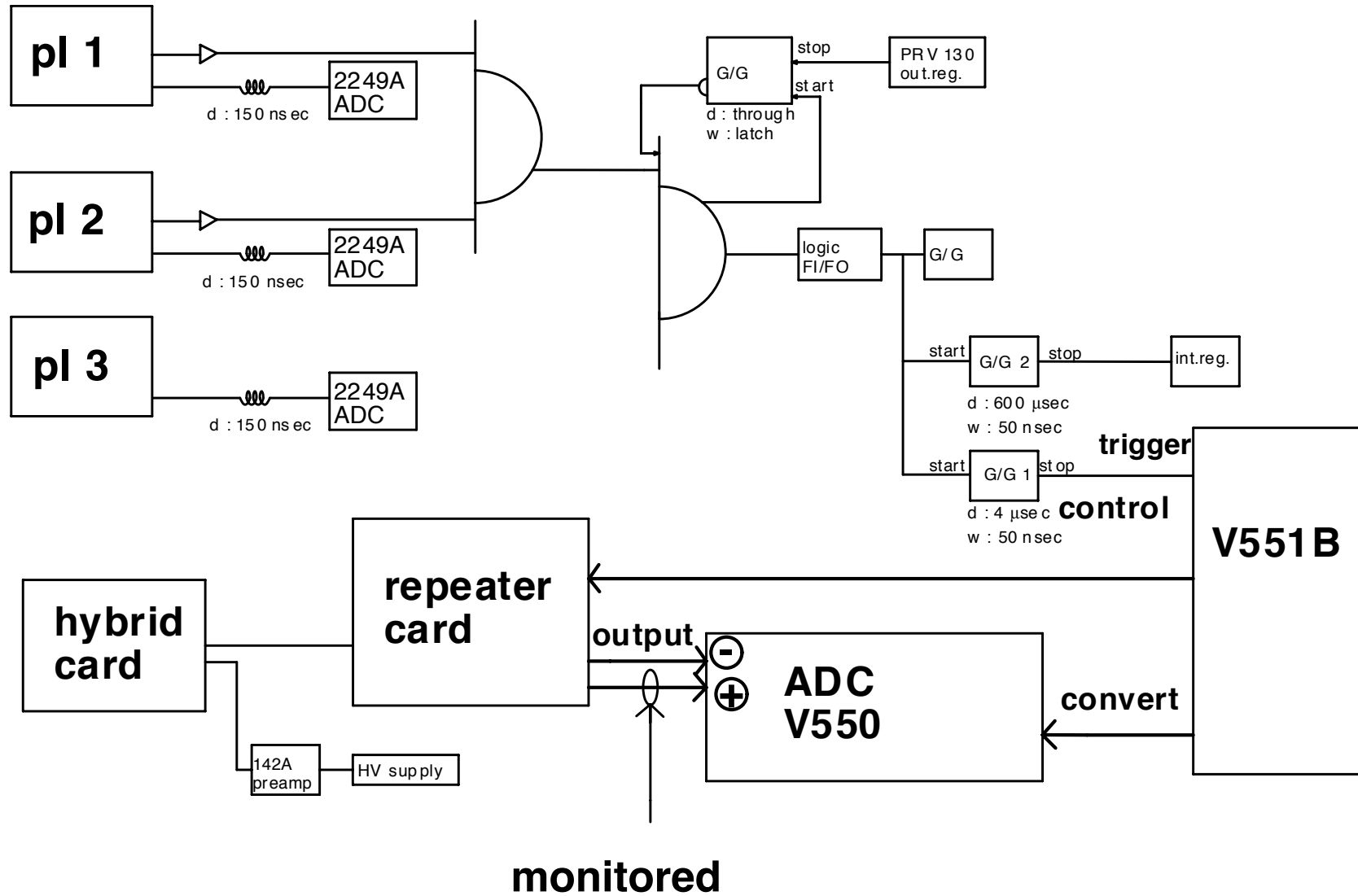
Repeater card の増幅度
最大(約5倍)に調整。



東北大学 サイクロトロン・
ラジオアイソトープセンター
(CYRIC)

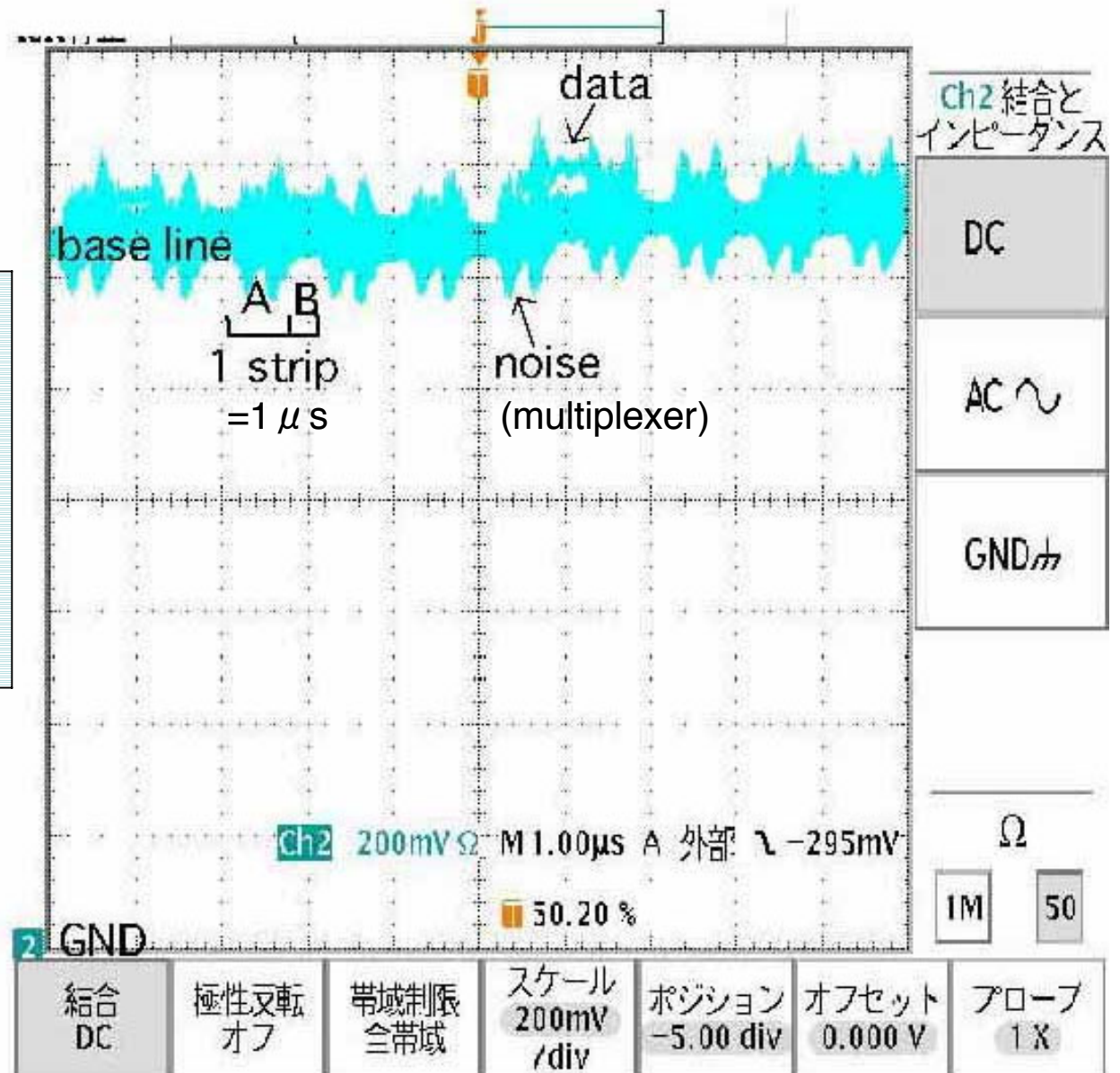
回路図

トリガー : pl 1 × pl 2



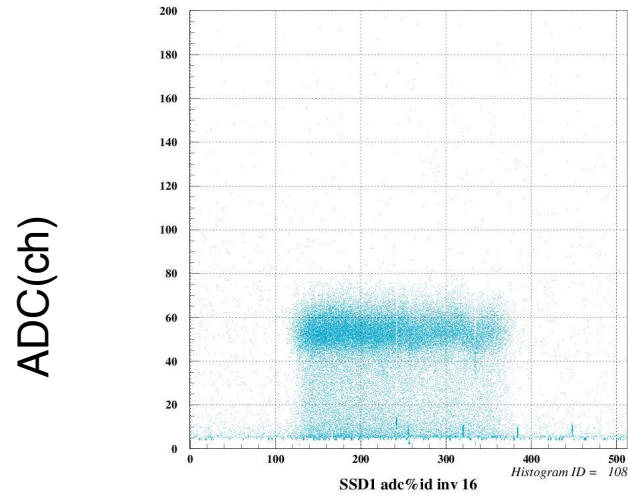
4-2 repeater card の出力

- ・ 1ストリップ毎の出力を確認
(マルチプレクサのチャンネル切り替えノイズ中に)

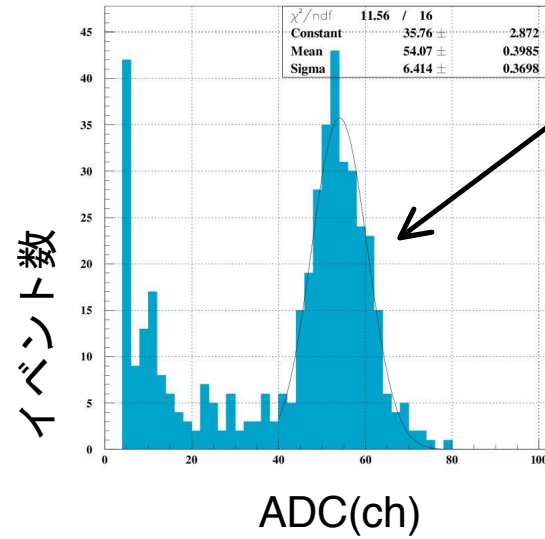


4-3 実験結果

SSDのスペクトル (弾性散乱選択)

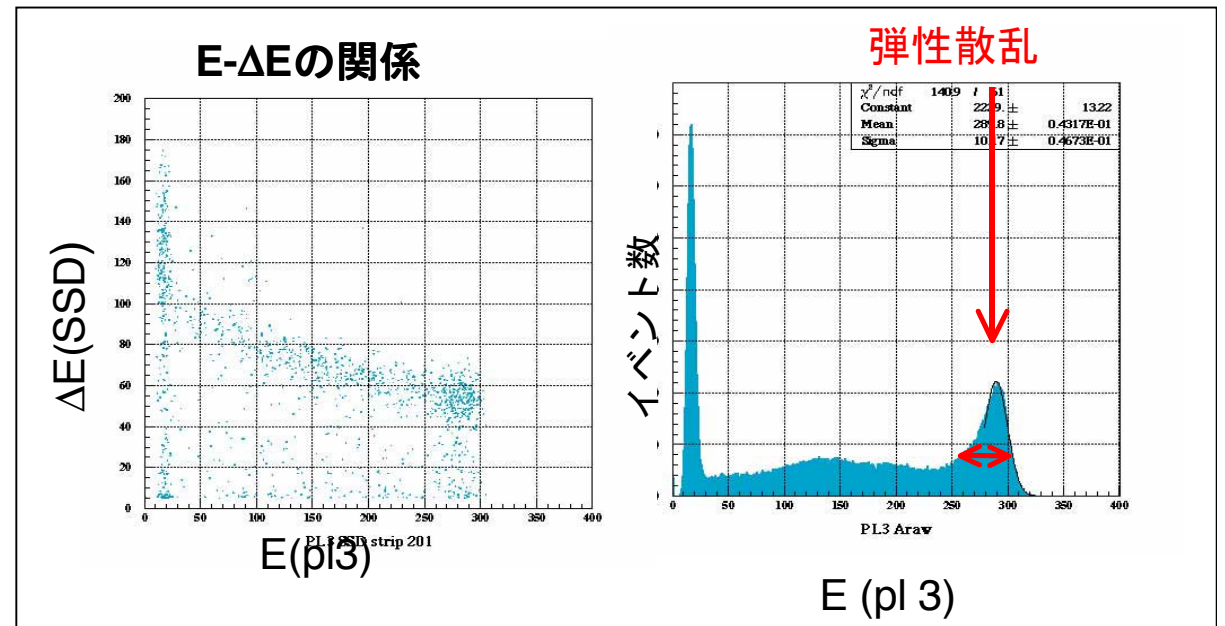
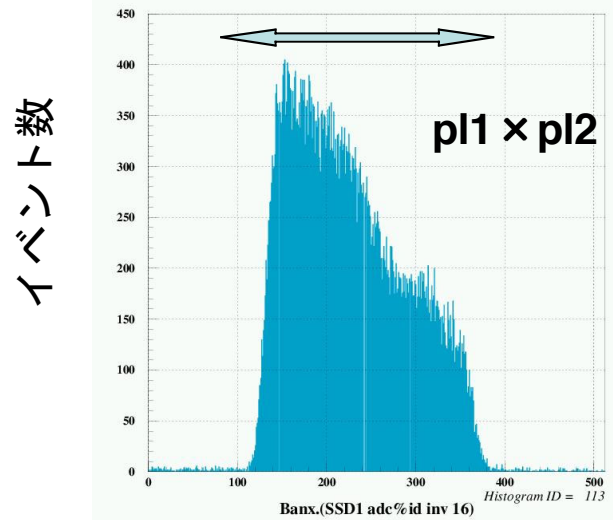


Strip# 250



弾性散乱

X軸射影 (弾性散乱) ↓ Strip #



増幅度

弾性散乱ピーク

中心値 : $\sim 54 \text{ ch} \Leftrightarrow 80 \text{ mV}$
($1024 \text{ ch} \Leftrightarrow 1.5 \text{ V}$)

巾(σ) : 90 keV

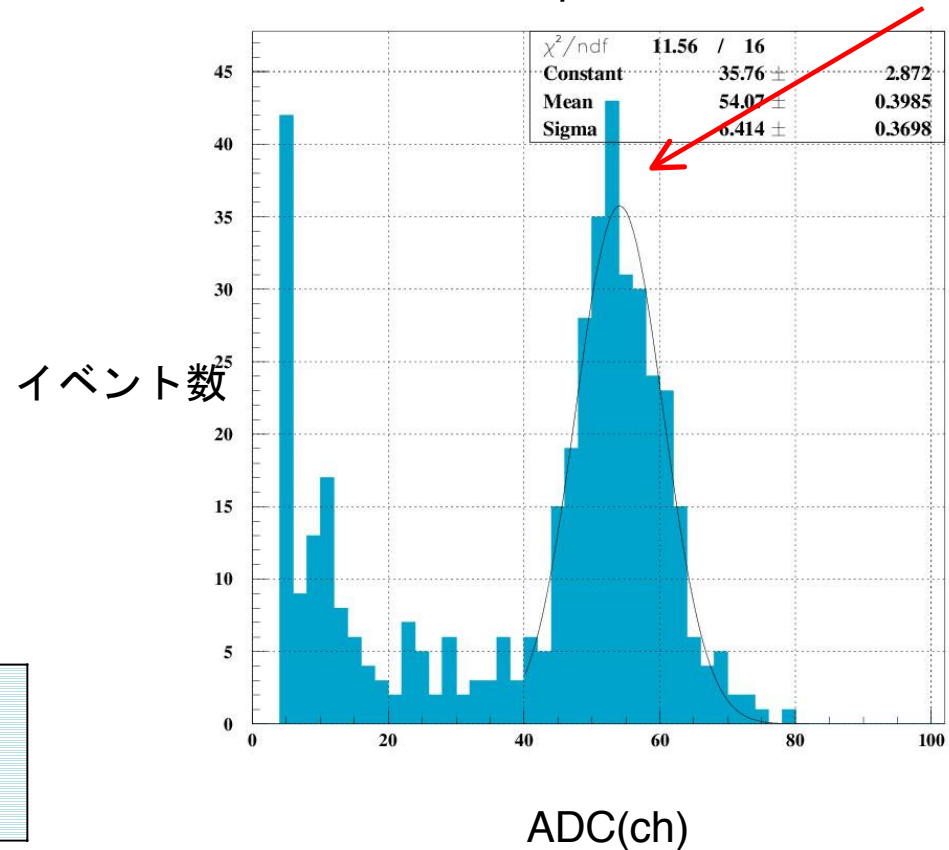
$\langle \Delta E \rangle = 770 \text{ keV}$

↓
電荷量 : 34.2 fC

↓
増幅度 : 約 2.3 mV/fC
(設計値 $5.5 \text{ mV/fC} \times 5$)

Strip# 250

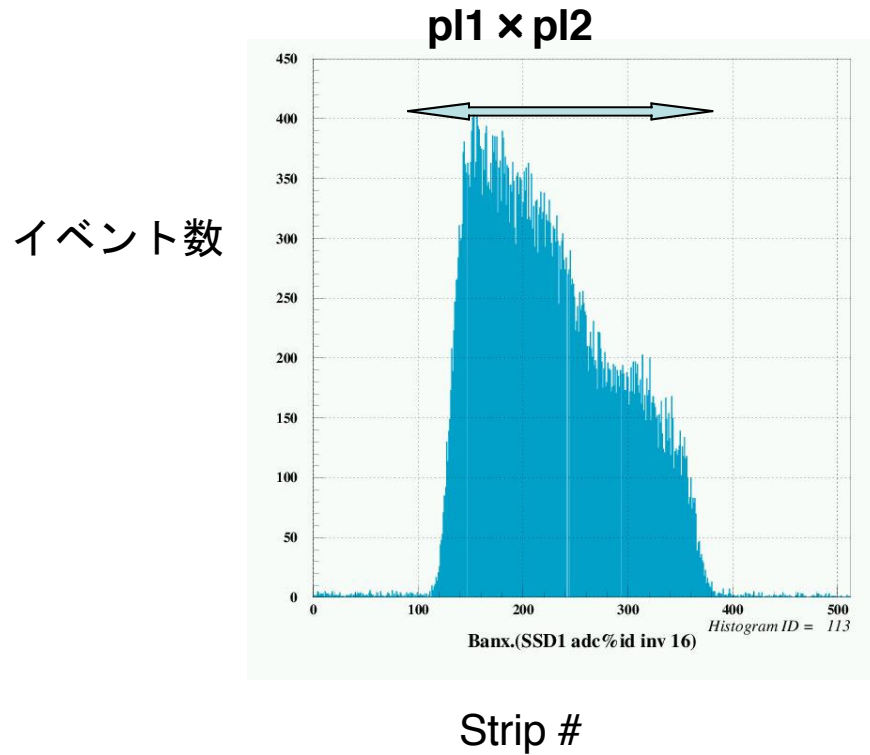
弾性散乱



- ペDESTALの巾(σ) $\sim 1 \text{ ch} \Leftrightarrow 14 \text{ keV}$ (1.5 mV)

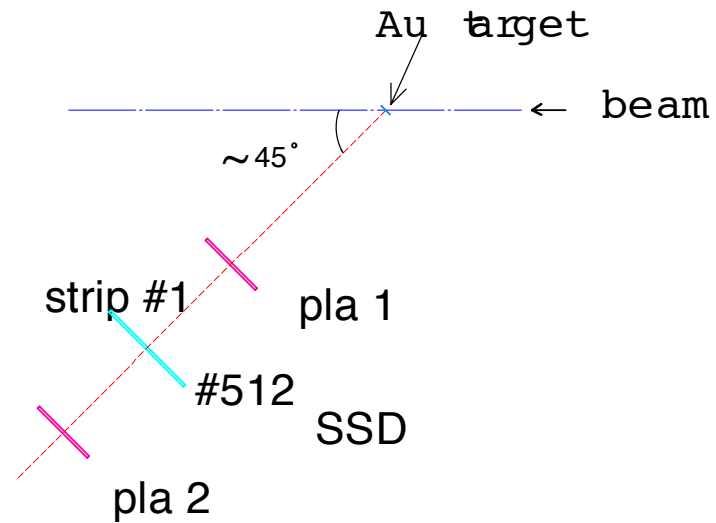
・ ヒットパターン

弾性散乱のイベント選択



出力：トリガー検出器の位置に対応。

角度分布確認。



5. まとめ

陽子位置検出用マイクロストリップシリコン検出器と読み出し回路の開発を行った。

- ・ 1ストリップ毎の動作確認。
- ・ トリガー検出器に対応した位置に出力。
- ・ ペDESTAL(σ) ~ 1.5 mV
- ・ 回路の増幅度
最大で 2.3 mV/fC 。 (設計値 : 5.5 mV/fC $\times 5$)

今後の課題

- ・ ADC出力の0点付近のノイズ (?) の理解。
→マルチプレクサ読み出し最適化など。
- ・ repeater card の改造。
- ・ 位置分解能の測定。