

ATLAS-SCTバレルモジュールの パイ粒子線によるビームテスト

井本 昭子

岩田洋世、留田洋二 ^B、大杉節、池上陽一 ^C、氏家宣彦 ^C、海野義信 ^C、
高力孝 ^C、近藤敬比古 ^C、高嶋隆一 ^D、田中礼三郎 ^B、寺田進 ^C、中野逸夫 ^B、
原和彦 ^A、J.E.Garcia Navarro ^F、G.F.Moorhead ^E、M.Vos ^F、
S.Gonzalez ^F

広島大、筑波大 ^A、岡山大 ^B、高工ネ研 ^C、京都教育大 ^D、
University of Melbourne ^E、Universuty of Valencia ^F

ビームテストの背景

- 近年、CERNはSPSでビームテストが行われている
- 180 GeV の (+) ビームを使用
- 2種類のシリコン飛跡検出器モジュール (バレル、エンドキャップ) を使用
- 放射線損傷

もっともビーム衝突点に近いところで、10年間の
実験期間における放射線損傷

$$3 \times 10^{14} \text{ protons/cm}^2$$

半導体検出器は放射線損傷によって性能が劣化する

漏れ電流の増加



ノイズの原因

(電流の増加) (熱の発生) (電流の増加) … 熱暴走を起こす

5月のビームテストの目的@CERN

・モジュールの放射線損傷の有無 (放射線損傷なし、5、10年分の放射量を想定)

チップを含むモジュール全体に損傷を与えている

・~ 1.5T (~ 5000A)の強さの磁場環境もあり

(トラッキングを目的としたもの)

・target study (タングステン : 10 mm, 真鍮 : 16.5mm)

(多重散乱の様子を見る)

・25 ns のバンチ衝突間隔 (本番のバンチ衝突間隔)のもとで、電荷収集が無事になされるかの確認

・LHCで10年間稼働させたとしても支障がないことを確認するために、SCTモジュールのビームテストを行い、その性能評価をする必要がある

・チップ性能が完全でないものがどの程度の振る舞いをするか

用いたモジュール

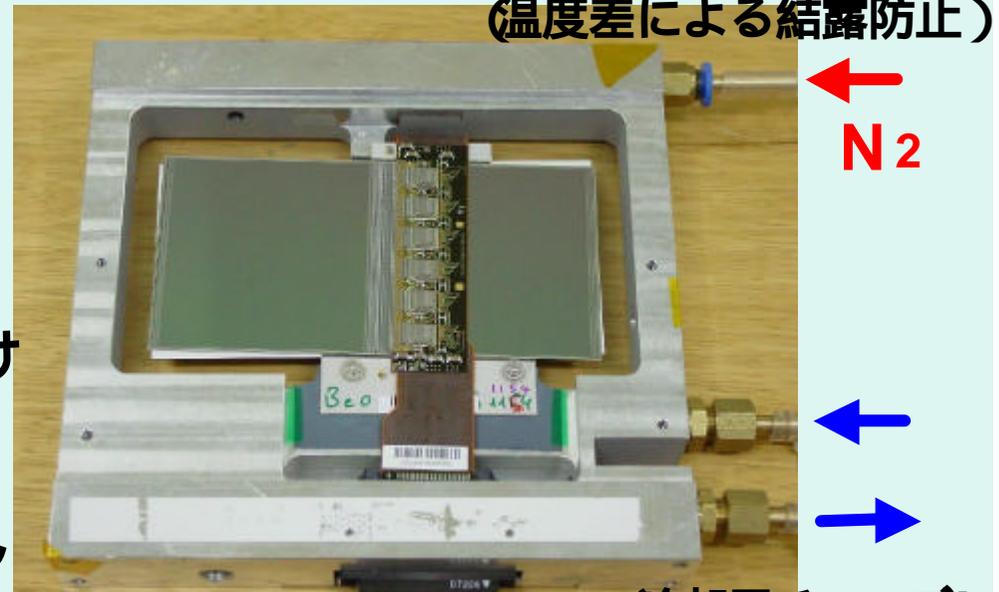
- ストリップ幅 : 16 μm
ストリップ間隔 : 80 μm
全768 ストリップ
- 2枚のウエハーをつなげ12cmのストリップ長のものを40mradの角度をつけて配置
(2次元情報が得られる)
- 1チップ128 ストリップの信号読み出し
片面6チップ、全12チップ
- バイナリー読み出し

用いたモジュールの枚数

	B	E/C
放射線損傷なし	4	1
10年分の放射量	2	3
5年分の放射量	0	2
計	6 (3)	6

バレルモジュール

(温度差による結露防止)

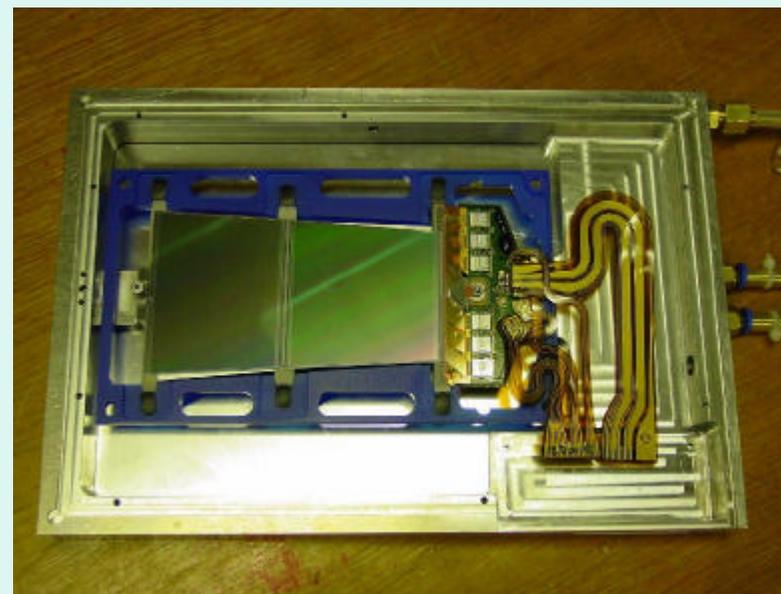


←
N₂

←
→

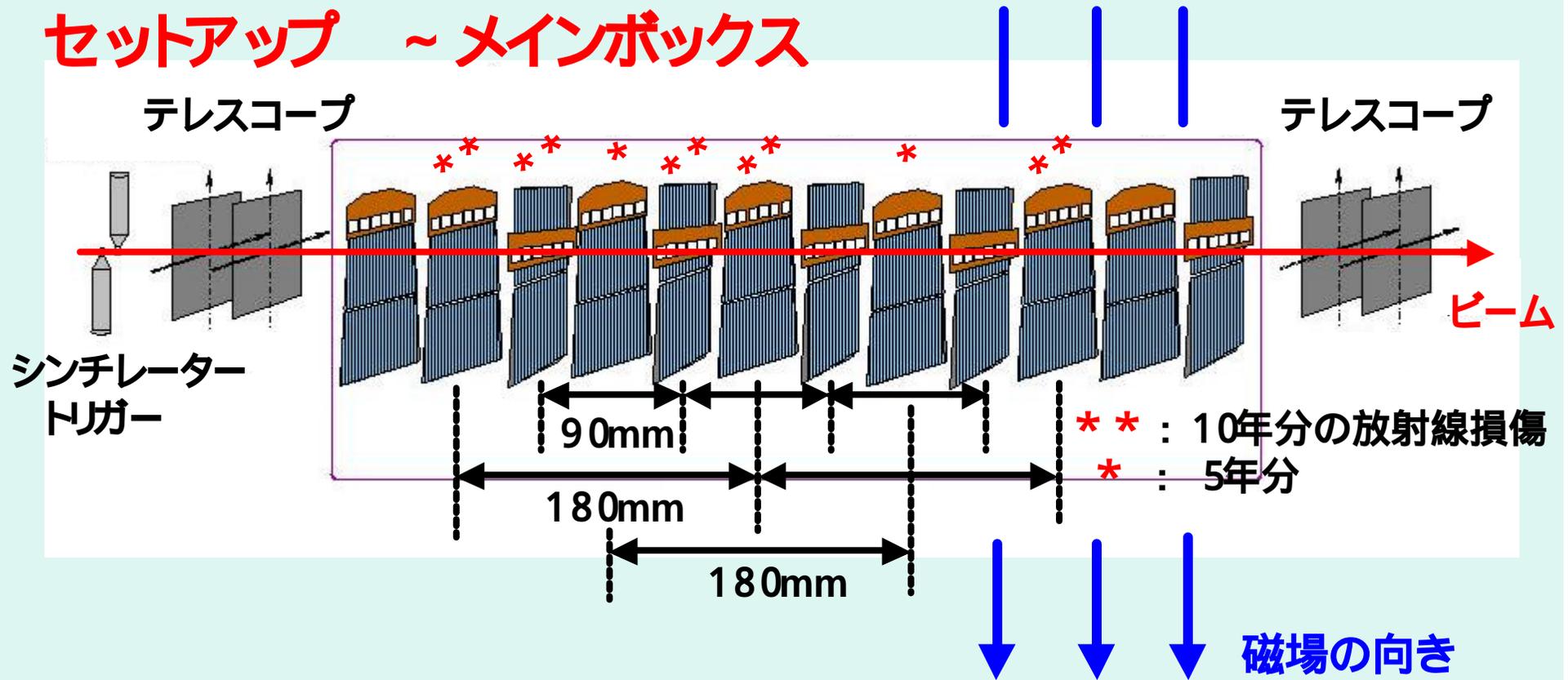
(冷却用チューブ)

エンドキャップモジュール



←
←
→

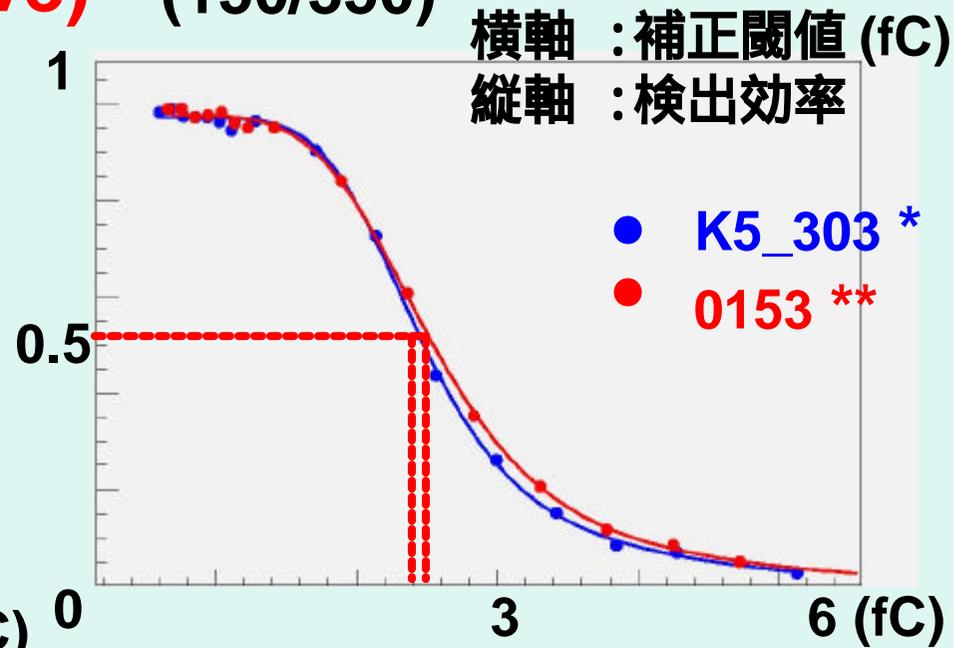
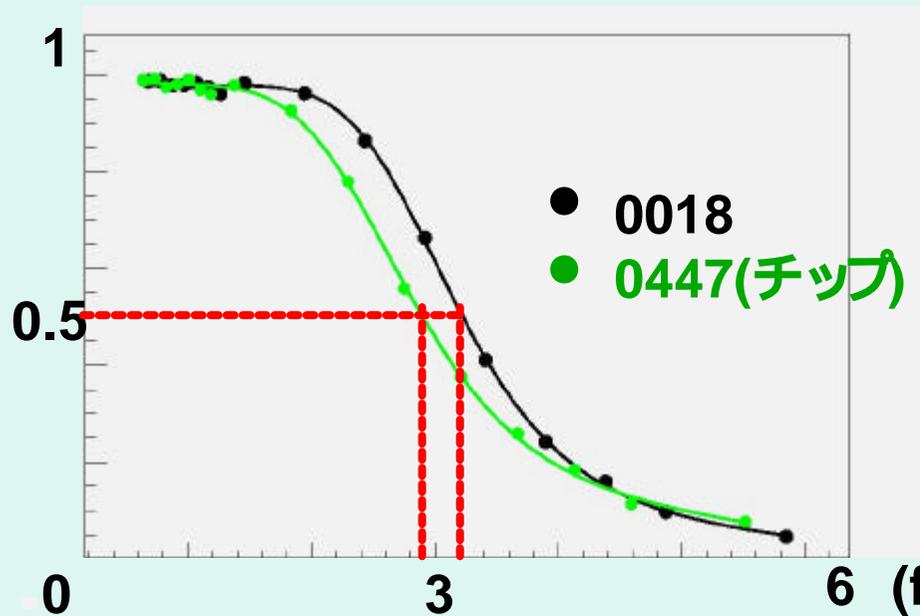
セットアップ ~ メインボックス



- ・エンドキャップモジュールとバレルモジュールは交互に設置
- ・モジュール間隔は約 45mm

	ビームテスト	本番
バレルモジュール間	90mm	70mm
エンドキャップモジュール (10年)間	180mm	180mm
(5年)間	180mm	

検出効率 VS 閾値 (Scurve) (150/350)



0447モジュール : チップ(S03)がLarge Gain Spread...0 ~ 70 mV
(通常は40 ~ 60 mV)

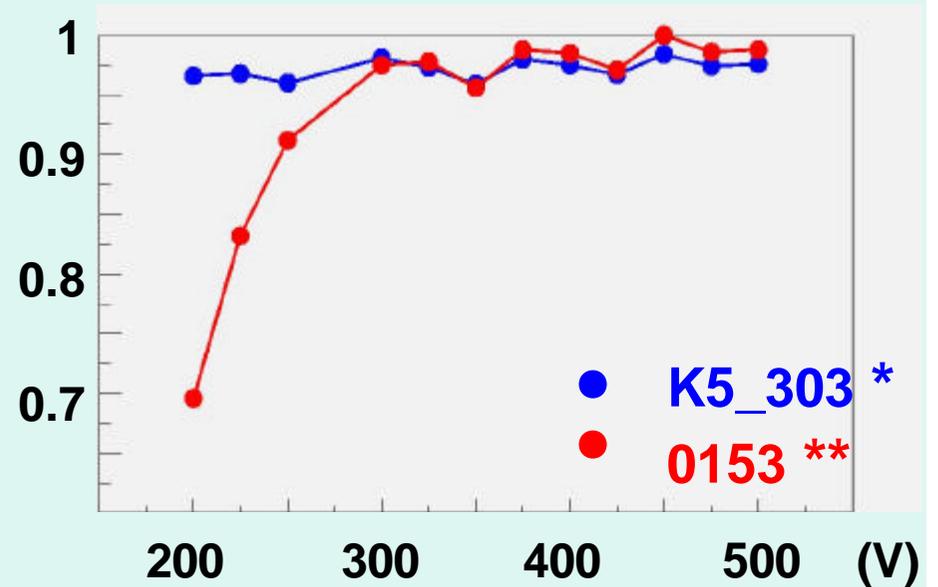
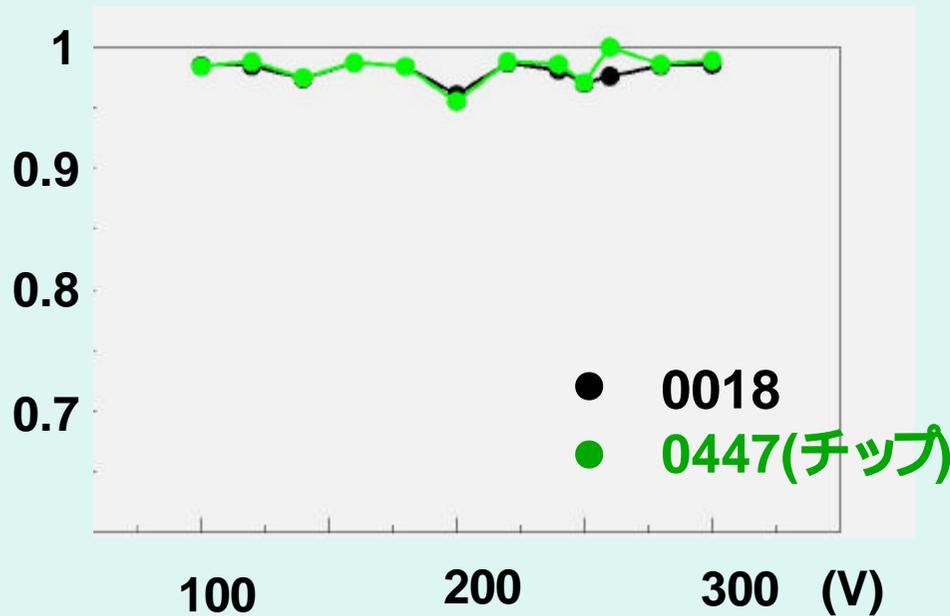
検出効率 ... メインボックス前に設置されているプラスチックシンチレータでカウントされたものとTDC(Time to Digital Convertor)でカウントされたものによる

medium charge ... 検出効率 が半値になるときの閾値

0018	0447(チップ)	K5_303 *	0156 **
3.25	2.92	2.56	2.50

検出効率 VS バイアス電圧 @1.1 fC

横軸 : バイアス電圧 (V)
縦軸 : 検出効率



放射線損傷なし 5年分の放射量を与えたモジュール

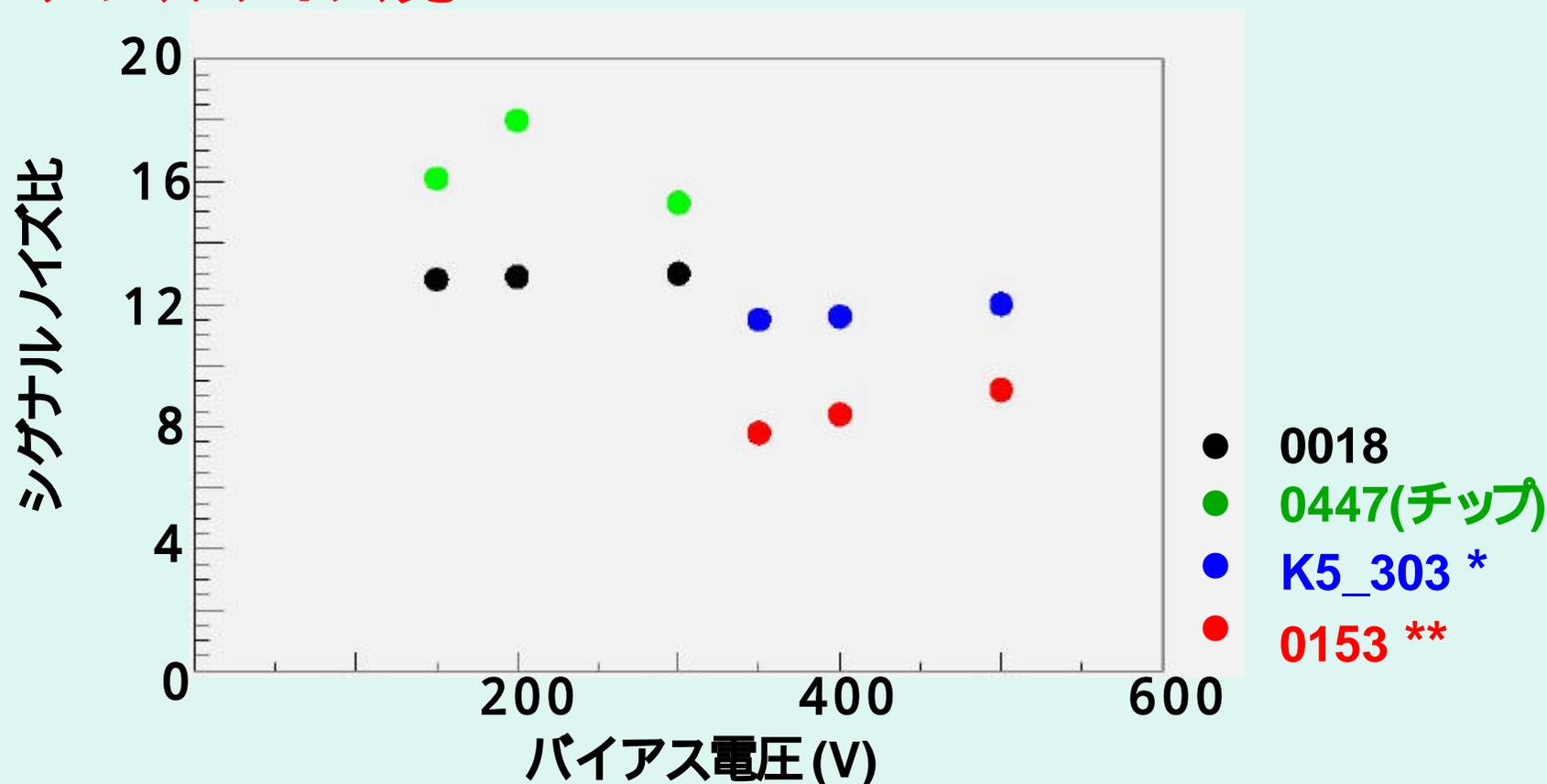
低いバイアス電圧で十分検出効率がよい

10年分の放射量を与えたモジュール

検出効率が安定するまでにある程度のバイアス電圧を要する

= シリコン検出器を完全空乏化するのに必要なバイアス電圧を知ることができる

シグナルノイズ比



• **バイアス電圧** をあげると全体のシグナルに対してノイズがさがっていく

0018 : シグナルを効率よく受け取っている

0447 : ばらついていて不安定 (チップ不良のせいかな?)

K5_303* : シグナルを効率よく受け取っている

0153** : ノイズの割合が高いのでこのバイアス電圧では勾配を続けている



まとめ



the ATLAS Experiment



- 放射量 5年分を与えたモジュールは放射線損傷の劣化による不具合は見られず、ほぼ放射線損傷を与えていないモジュールと同じ振る舞いをした
- 放射量 10年分与えたものは放射線損傷による影響を受けており、本番で十分使用できるかどうかのさらなる詳細な解析を要する
- チップ性能の不完全なものは場合によっては不安定な振る舞いをするので、同じく詳細な解析を要する
- 別のモジュールの解析、比較
- 新しいデータ (SCTビームテストは随時行われている) を用いた解析、比較

A
T
L
A
S

