

# ATLAS シリコン飛跡検出器の コミッショニングについて

池上陽一、海野義信、高力孝、近藤敬比古、寺田進（高工研）

原和彦、丸山和純、望月亜衣、目黒立真、秦野博光（筑波大 数理）

中野逸夫、田中礼三郎、美馬覚、内藤大輔、岡本敦志（岡山大 自然）

高嶋隆一（京都教育大）、花垣和則（大阪大）、大杉節（広島大）

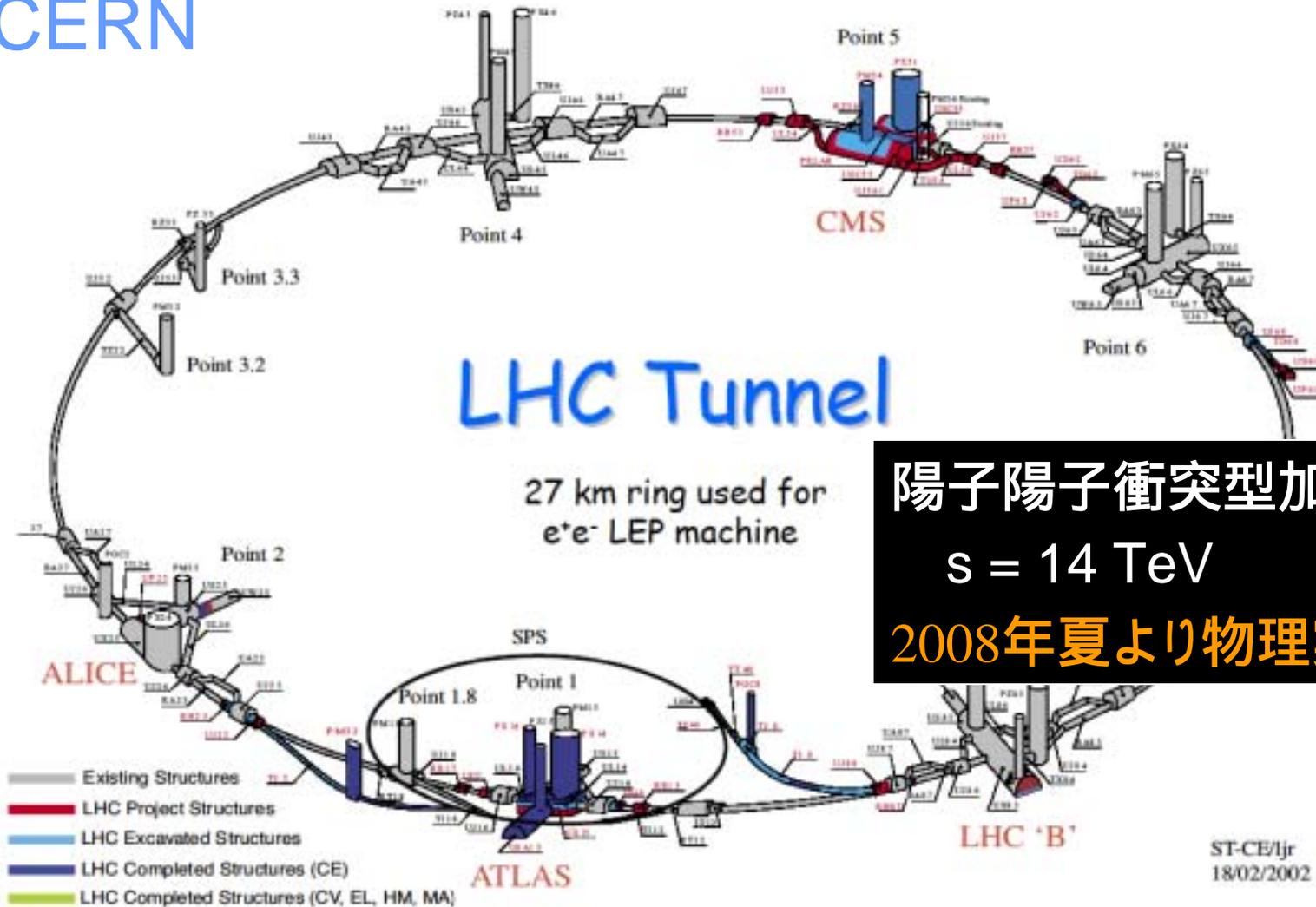
他アトラスSCTグループ

## 目次

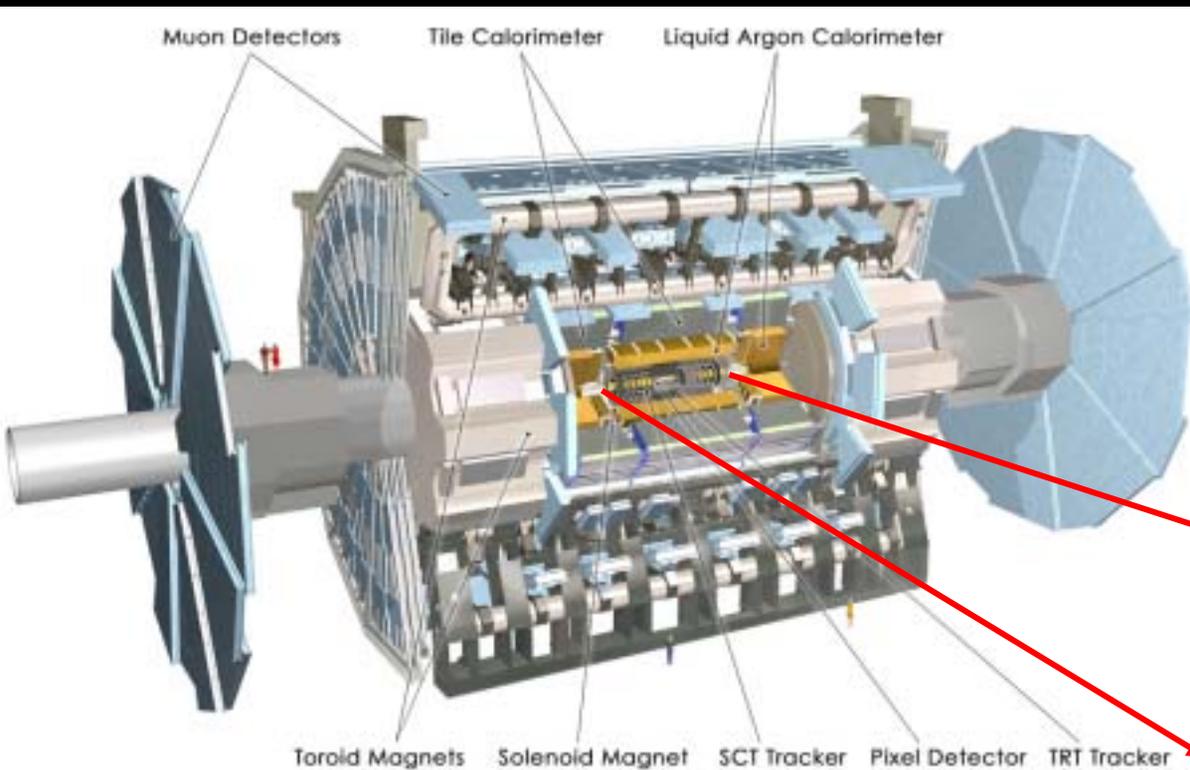
1. ATLAS シリコン飛跡検出器について
2. コミッショニングの現状
  - Evaporative Heater 問題
  - M3 combined test run
3. まとめ

# LHC (Large Hadron Collider)計画

CERN



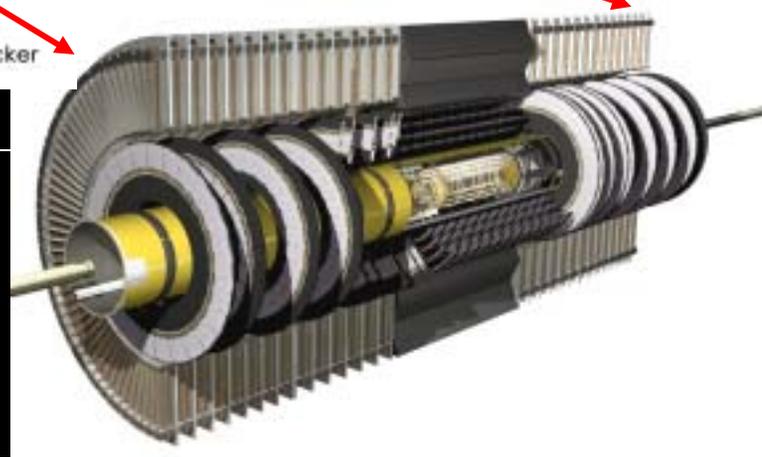
# ATLAS and ATLAS Inner Detector



ATLAS detector  
直径 25 m  
長さ 46 m  
重さ 7000 Tons

inner detector  
直径 2 m  
長さ 7 m  
| | < 2.5

Solenoid  
磁場 2T

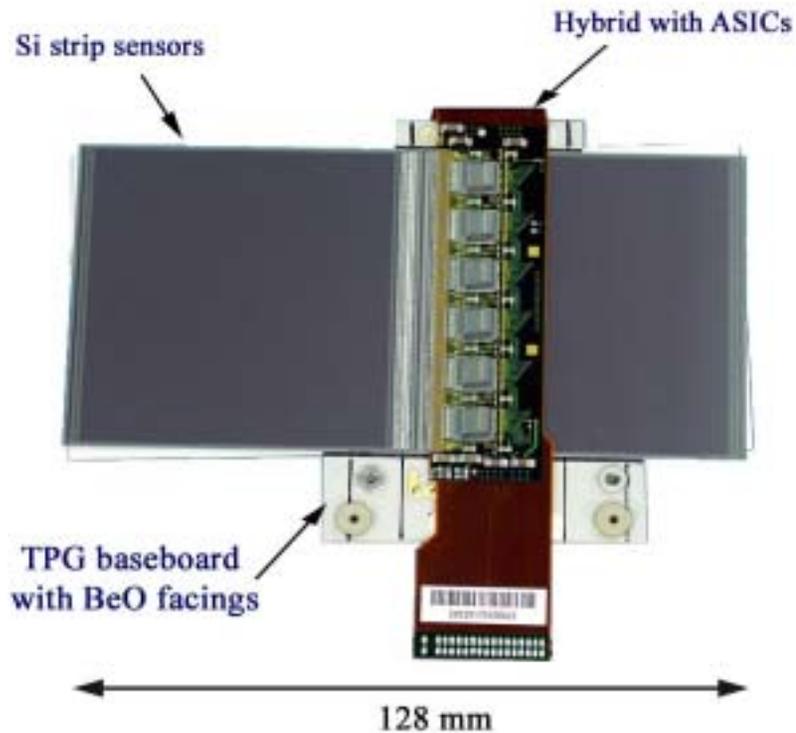


Pixel : シリコンピクセル検出器  
SCT : シリコンマイクロストリップ検出器  
TRT : 遷移輻射ストローチューブチェンバー

**地下に設置を完了**

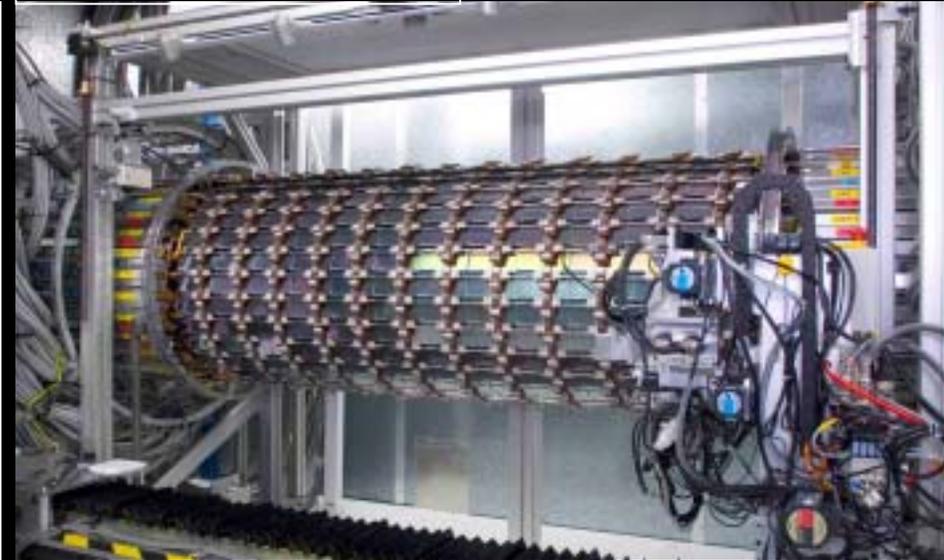
# Barrel SCT

## Barrel module



Strip pitch : 80  $\mu\text{m}$   
Stereo angle : 40 mr      Z : 2 mm  
readout channels : 1536 ch

## 4 barrel layers

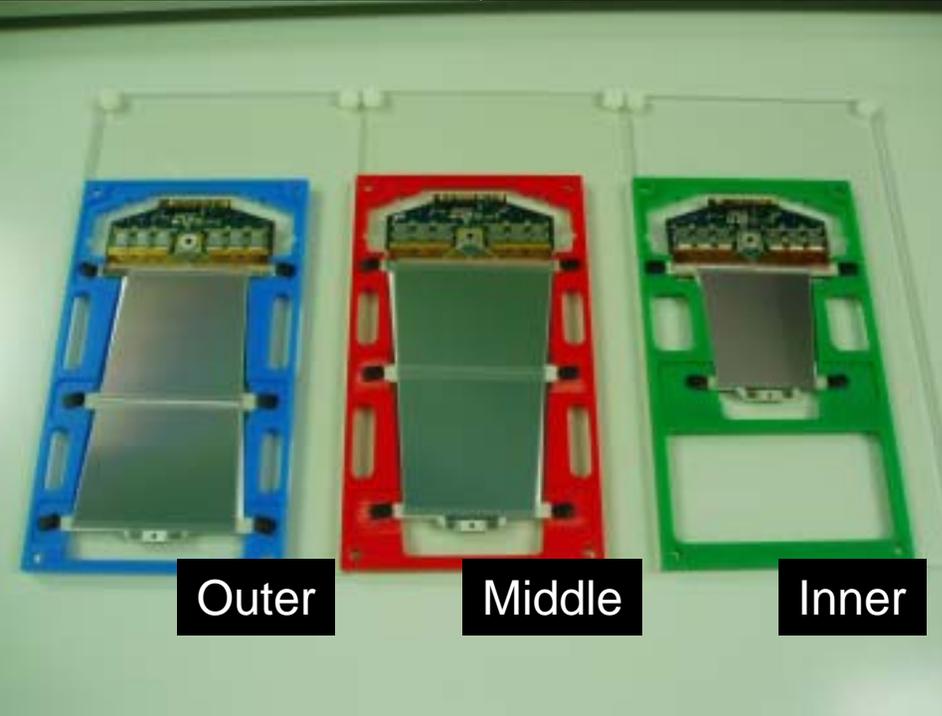


Radii : 300, 371, 443 and 514 mm  
Length : 1600 mm  
Total : 2112 modules

**高放射線耐性**  $> 2 \cdot 10^{14} \text{ Neq/cm}^2$

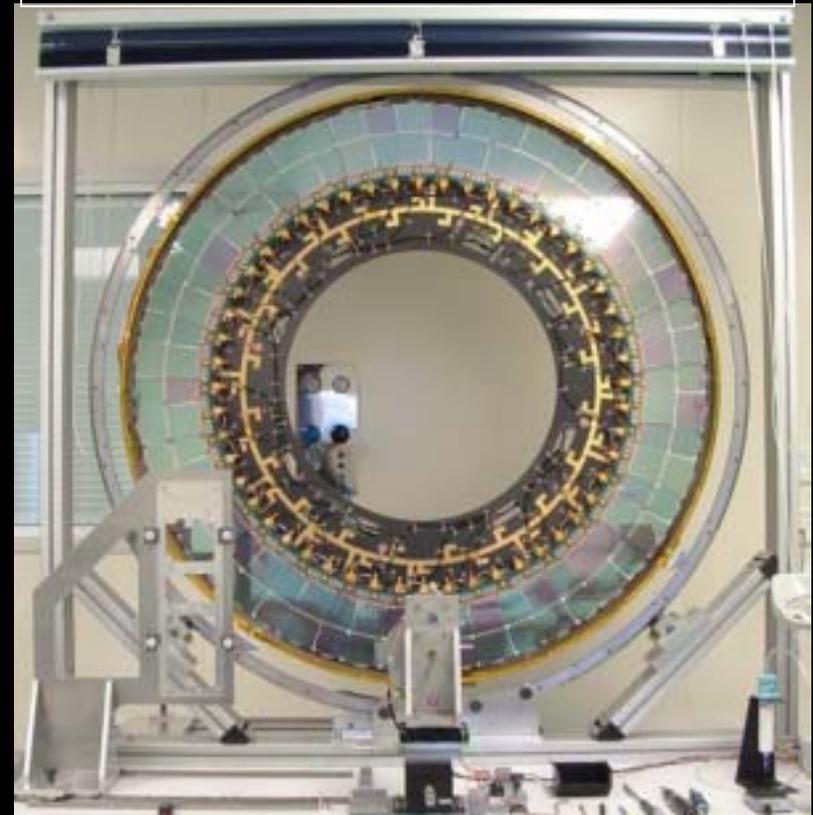
# Endcap SCT

Endcap module



Outer: 56.5–71.8 mm × 123.1 mm  
Pitch: 70.8 – 90.3  $\mu\text{m}$   
Middle: 56.1–75.2 mm × 118.7 mm  
Pitch: 70.3 – 94.8  $\mu\text{m}$   
Inner: 43.8–55.8 mm × 73.9 mm  
Pitch: 54.4 – 69.5  $\mu\text{m}$

9 Endcap disks × 2 sides



Disk distance from  $z = 0$   
: 835 - 2788 mm  
Radii : 259-560 mm  
Total : 1976 modules

# SCT コミッショニングの現状

- 地上部で、宇宙線を用いて、検出効率、ノイズ特性を計測し、特性の劣化が無いことを今年の春の学会で示した。
- 地下への移動
- **Evaporative Heater 問題**
- The third milestone (M3) combined test run への参加 (2007/6)
  - Trigger DAQ への組み込み
  - Detector Control System (DCS) : PSコントロール、環境モニター、...  
**monitor, calibration**
  - noise study for barrel SCT (宇宙線試験はキャンセル)**
- M4 combined test run (2007/8)
  - TDAQ + DCS の調整が中心で、SCT本体の詳細な研究はなし
- M5 combined test run (2007/10)
  - Evaporative Heater の補修が完了予定
  - Barrel (+Endcap) SCTによる本格的なコミッショニングが開始予定

# Evaporative Heater

## SCTの動作温度

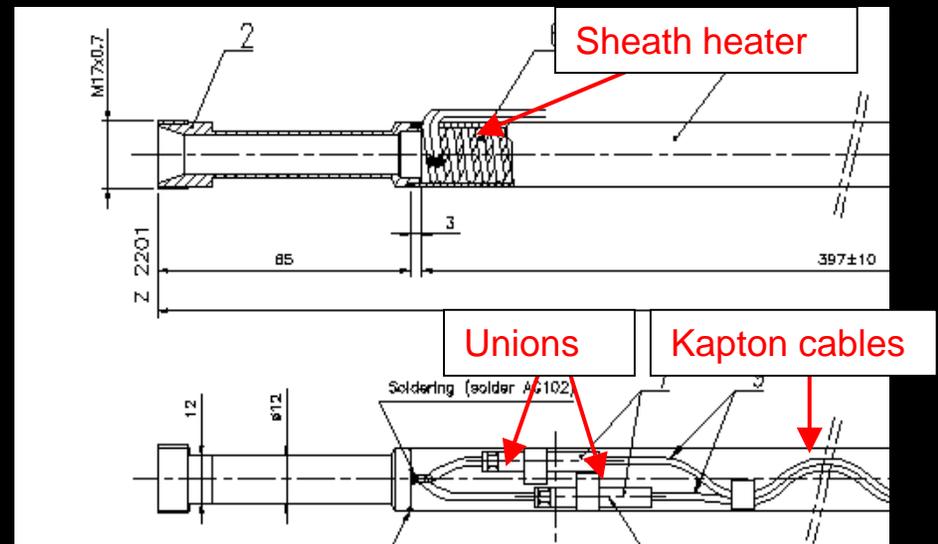
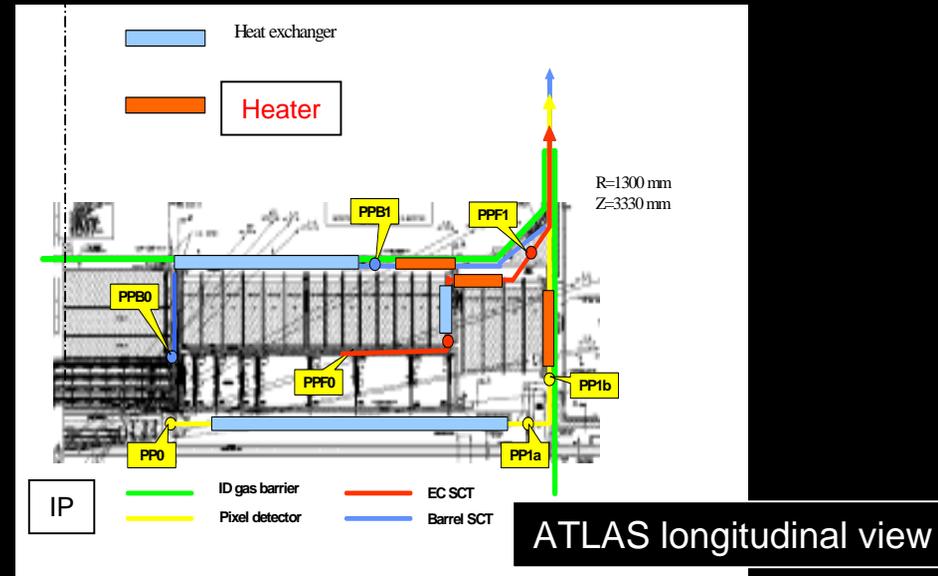
- 放射線損傷後の温度暴走の抑制
- 読み出し回路の冷却
  - 14 まで下げて運転

## Evaporative Heater の役割

- 省スペース化を図るために
  - SCTの冷媒配管の熱絶縁の省略

気液二層流の冷媒( $C_3F_8$ )を  
気体にする必要がある

液体のままでは、  
冷媒の停留(圧損発生)  
低温のままでは、  
戻り配管の結露



# Evaporative Heater 問題とその対応

2007年2月にunionで短絡事故が発生  
(シースヒーターとリード線の結線部分)

原因は？

ヒーターとシースの電気抵抗測定

SEMによる破断面の解析

X線による透過解析

サーモグラフによる温度の解析

明確な原因は不明

補修へ

2007年5月に再発

事前の検査では、“Golden union”であった

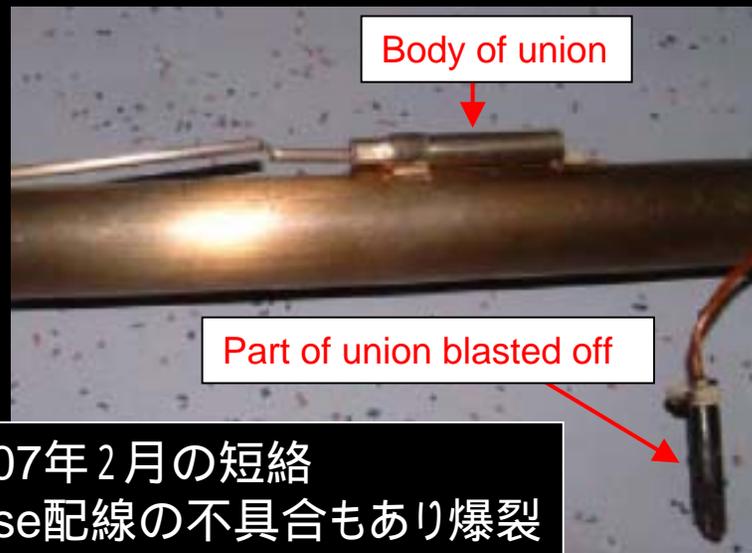
明確な原因は不明

単一の要因ではないようだ

ヒーターを外からアクセス出来る場所に移動  
“far-heater”

$P < 200\text{mbar}$

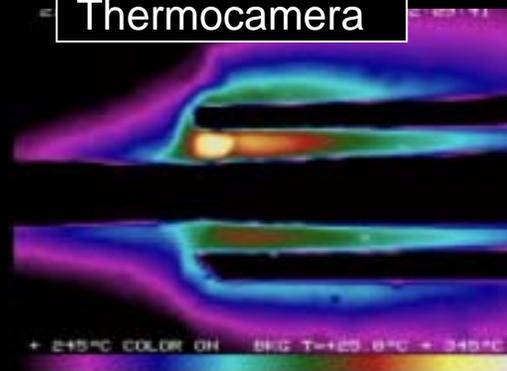
$T < 5$



2007年2月の短絡  
Fuse配線の不具合もあり爆裂

Unionの不良解析

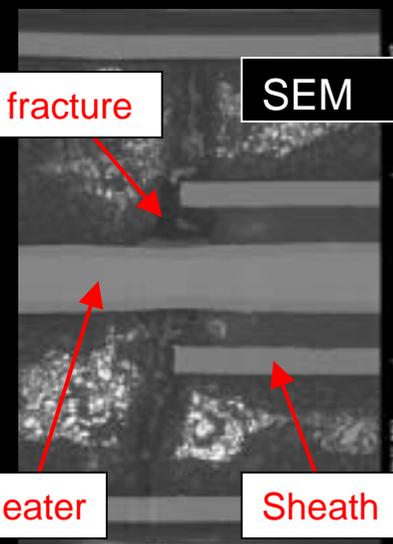
Thermocamera



3W,  $T = 345$

fracture

SEM

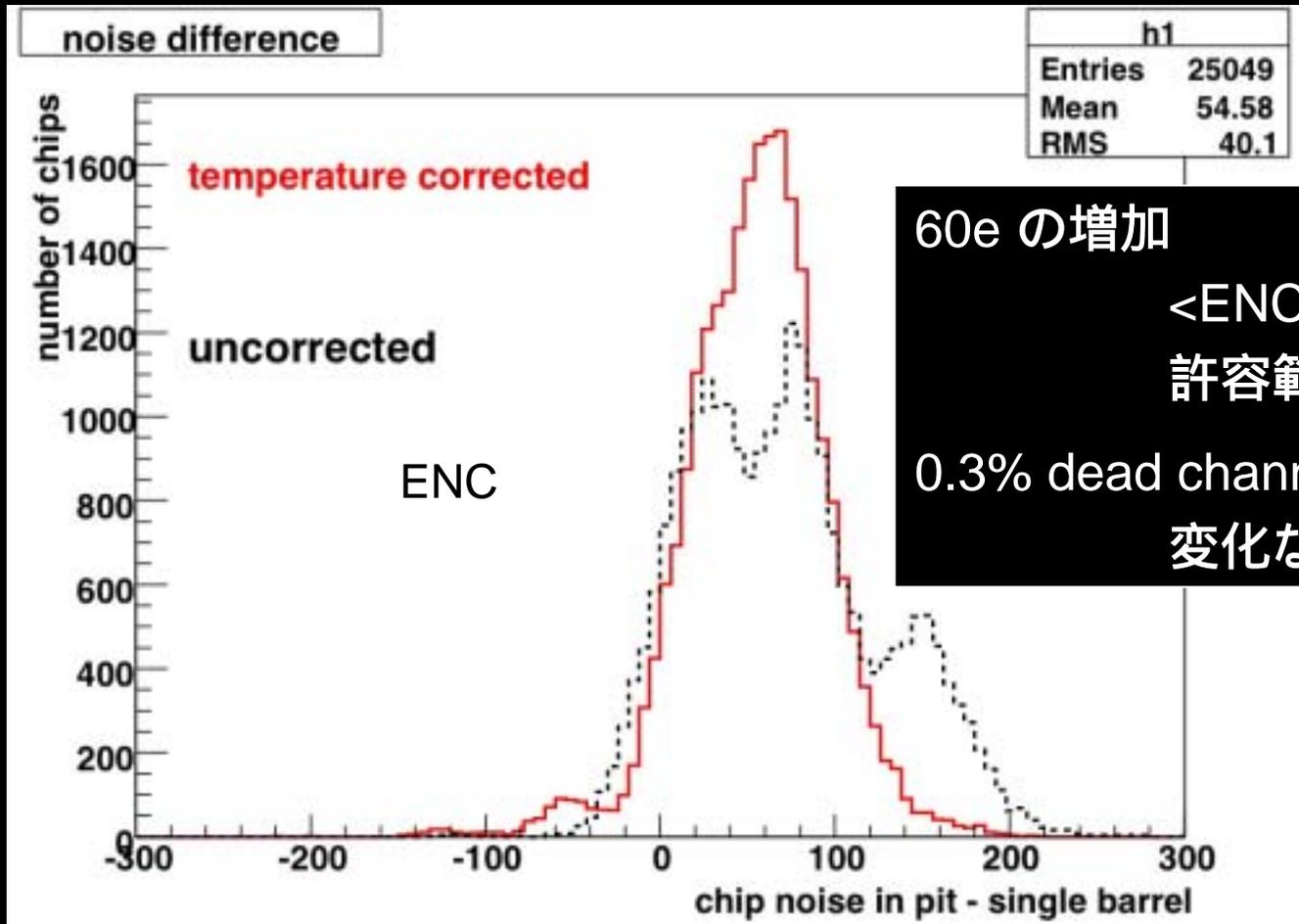


Heater

Sheath

# M3 combined test run results

地下部と地上部とのENC (Equivalent Noise Charge)の差の分布  
ENCは、テストパルスによる threshold curveから評価



60e の増加

$\langle \text{ENC} \rangle = 1600e$

許容範囲内

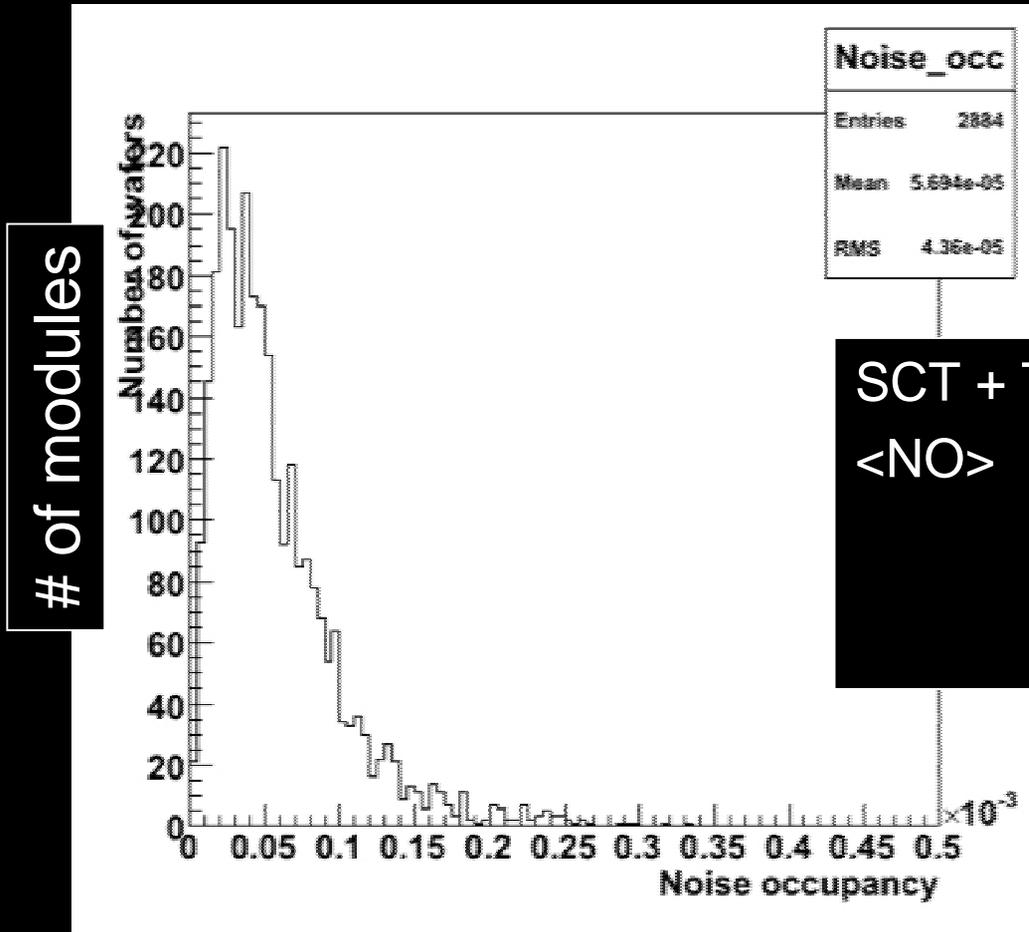
0.3% dead channels

変化なし

# M3 combined test run results (2)

NO (Noise Occupancy)の分布

NO = (# of hits) / (# of trigger)



SCT + TRT

$$\langle \text{NO} \rangle = 5.7 \times 10^{-5}$$

$5.0 \times 10^{-5}$  : 地上の結果

TRTとの同時に動作は、OK

# まとめ

- Inner detectorは、全て地下に移動を完了した。
- Barrel SCTについては、地下移動後ノイズの増加は、許容の範囲内であった。  
Barrel TRTを同時に動かしても問題は発生しなかった。
- DAQ、DCSは、順次順調に立ち上がっている
- monitor, calibration関係は進展中であり、  
日本グループが、積極的に関与をして行く。

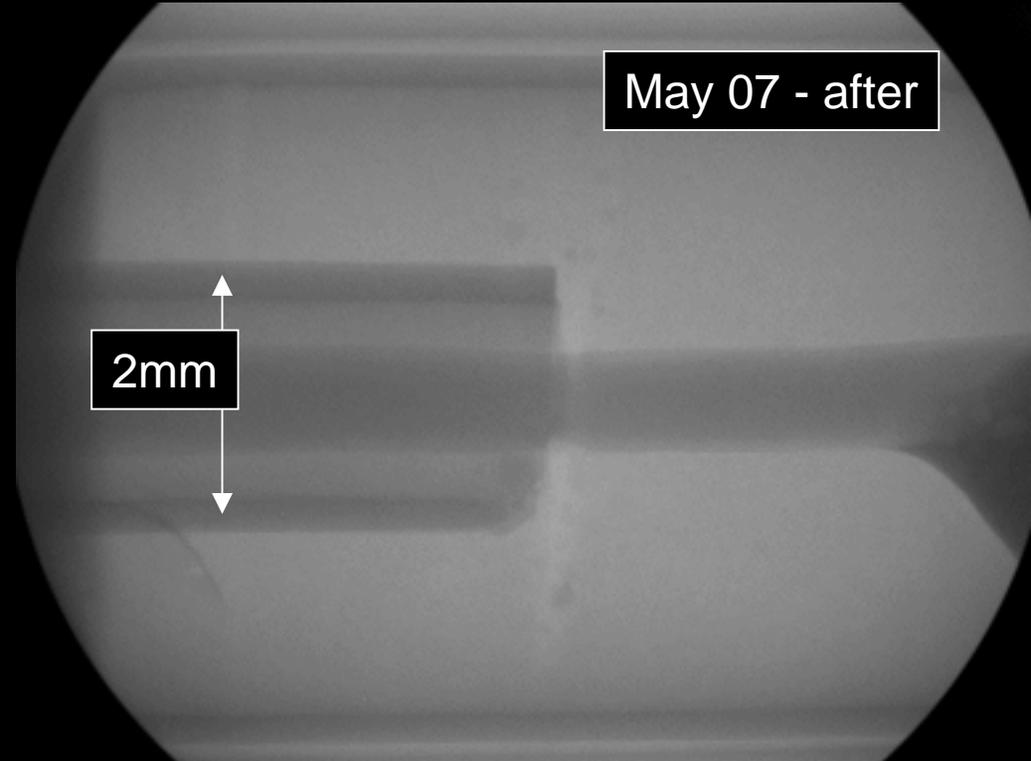
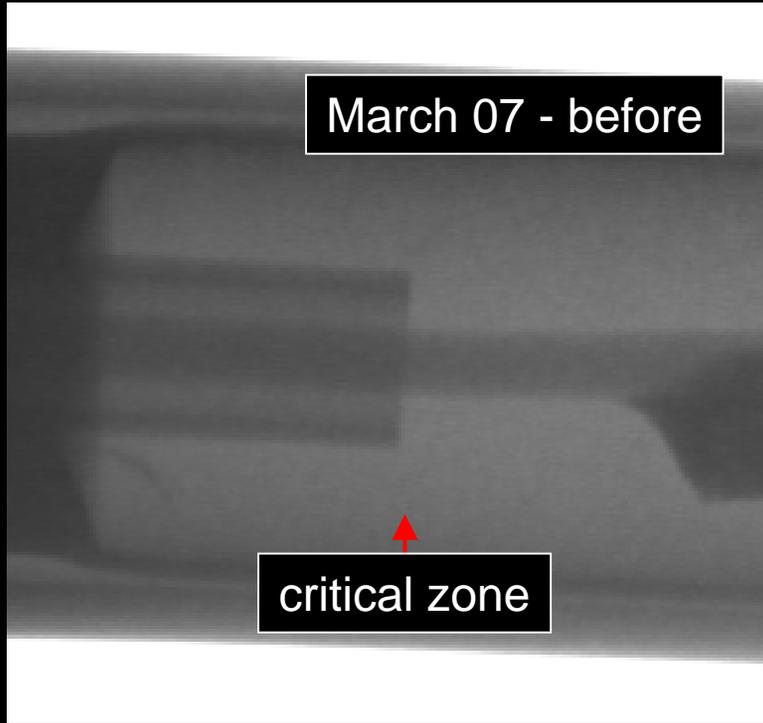
今年10月のM5 runでは、far-heaterの設置が完了し、Barrel (+Endcap) SCTによる本格的なコミッションングが開始される予定であり、引き続き解析を継続して行く。

# Backup

# Fault analysis of heater unions ( X-ray )

First fault in February. The union of a heater blew-up after few hours of operation. All non conformities (geometrical and permeability to moisture) found and corrected.

A union failed on May 7 while testing Barrel SCT in the pit. This was a “golden” union, not a single non conformity and was in operation since 5 days. It failed at start-up.



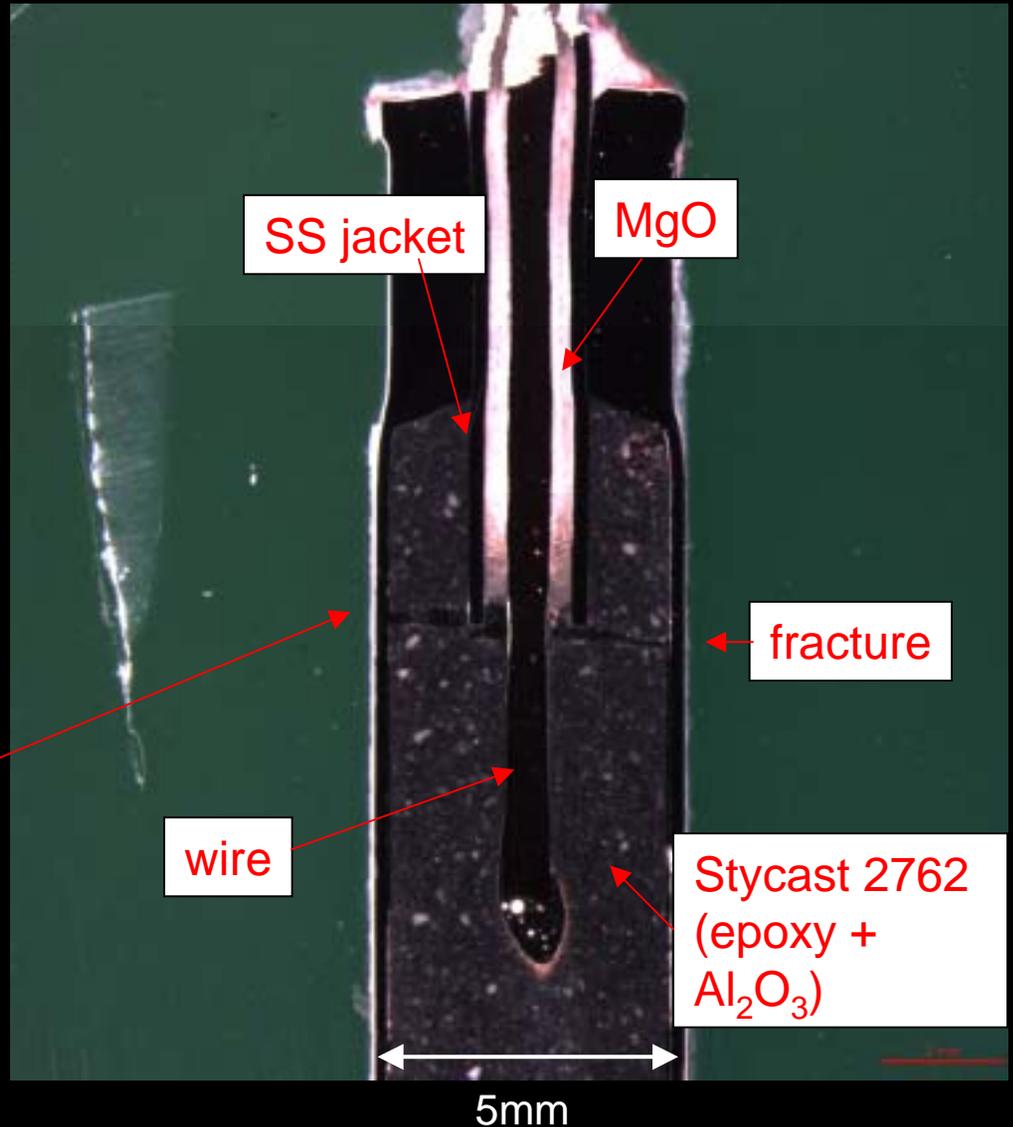
# Longitudinal Metallographic Cut

The interlock system did work and therefore the union did not blow-up (as in the first fault in February).

This allowed a more detailed analysis of the problem (also the QC was much improved in between the two faults, so we know better the characteristics of the union before the fault).

$R_{\text{short}} = 25 \text{ m}\Omega$ , then longitudinal metallographic cut and  $R = 38 \text{ m}\Omega$ .

A fracture is visible (same as in the x-ray)



# Thermocamera analysis

Injected a known current through the 2 shorted ( $38 \text{ m}\Omega$ ) electrodes and measured with high-resolution thermocamera

