

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）

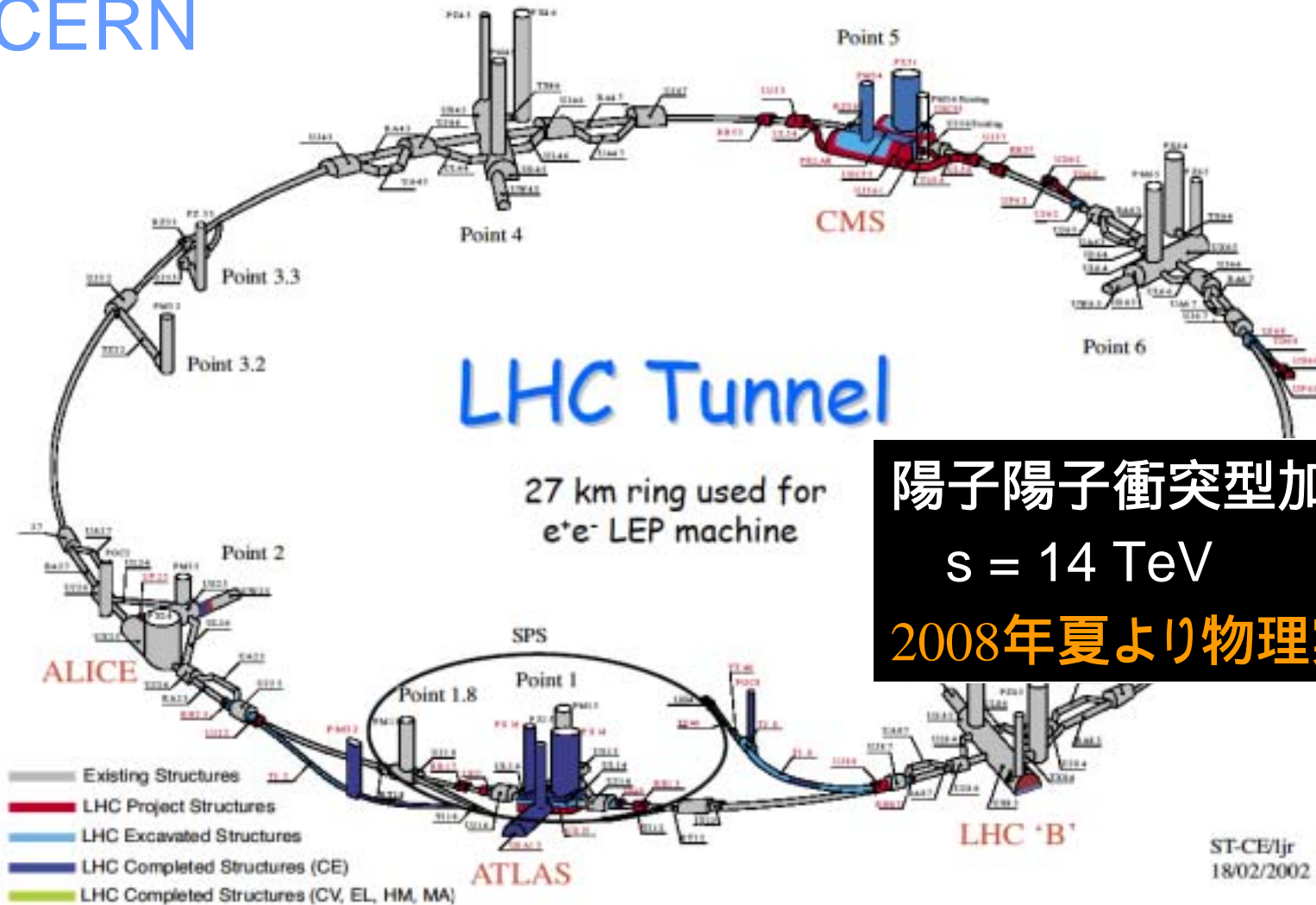
他アトラスSCTグループ

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

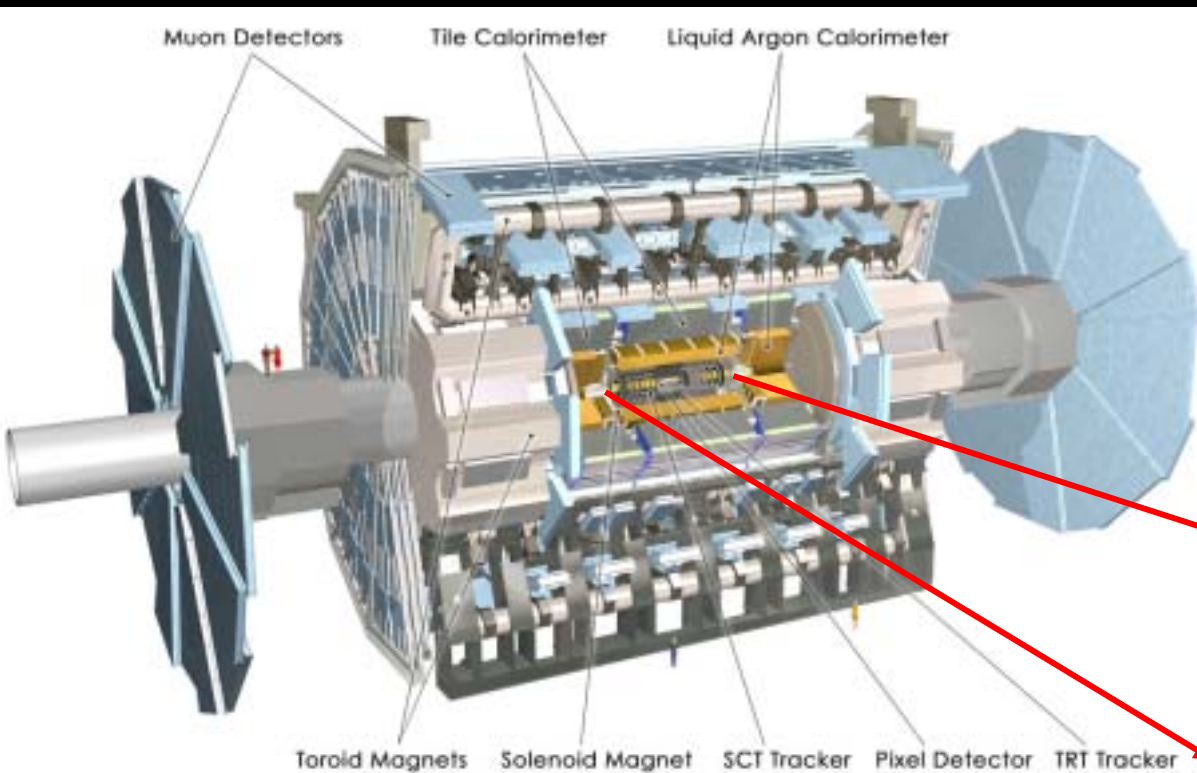


陽子陽子衝突型加速器

$s = 14 \text{ TeV}$

2008年夏より物理実験開始

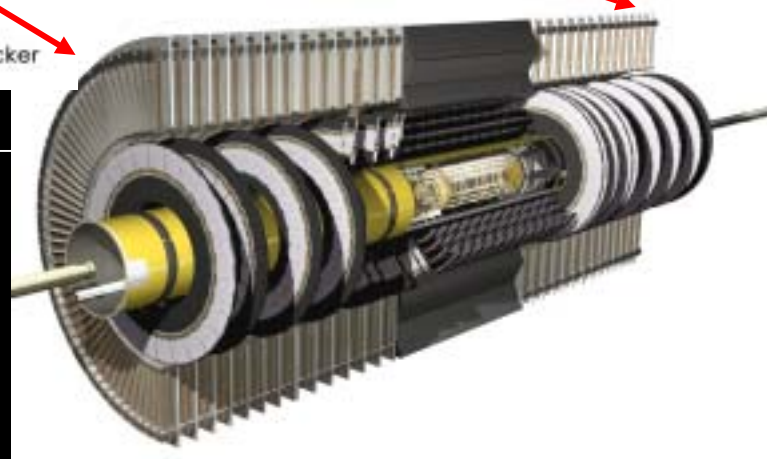
ATLAS and ATLAS Inner Detector



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

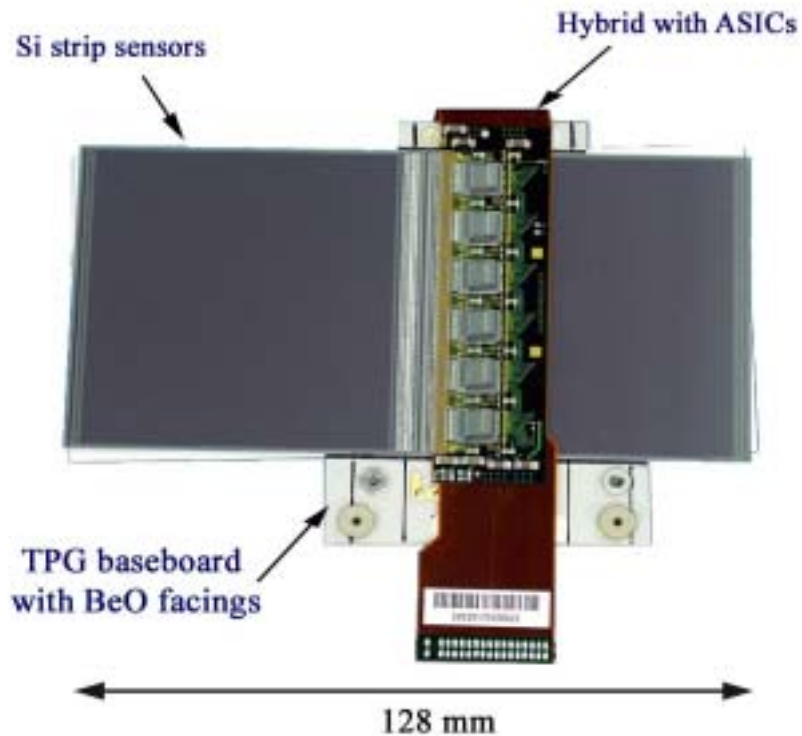


Pixel : シリコンピクセル検出器
SCT : シリコンマイクロストリップ検出器
TRT : 遷移輻射ストローチューブチェンバー

地下に設置を完了

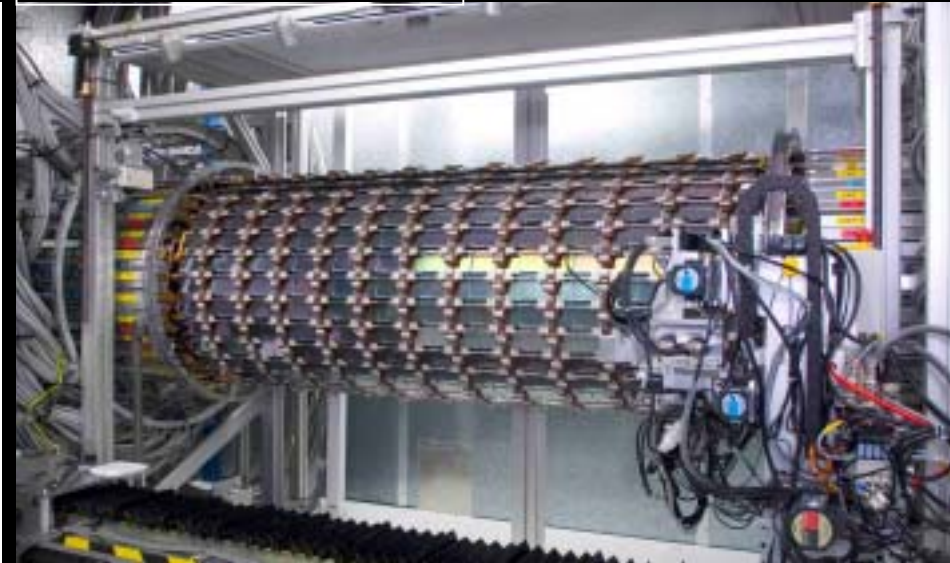
Barrel SCT

Barrel module



Strip pitch : 80 μm
Stereo angle : 40 mr Z : 2 mm
readout channels : 1536 ch

4 barrel layers

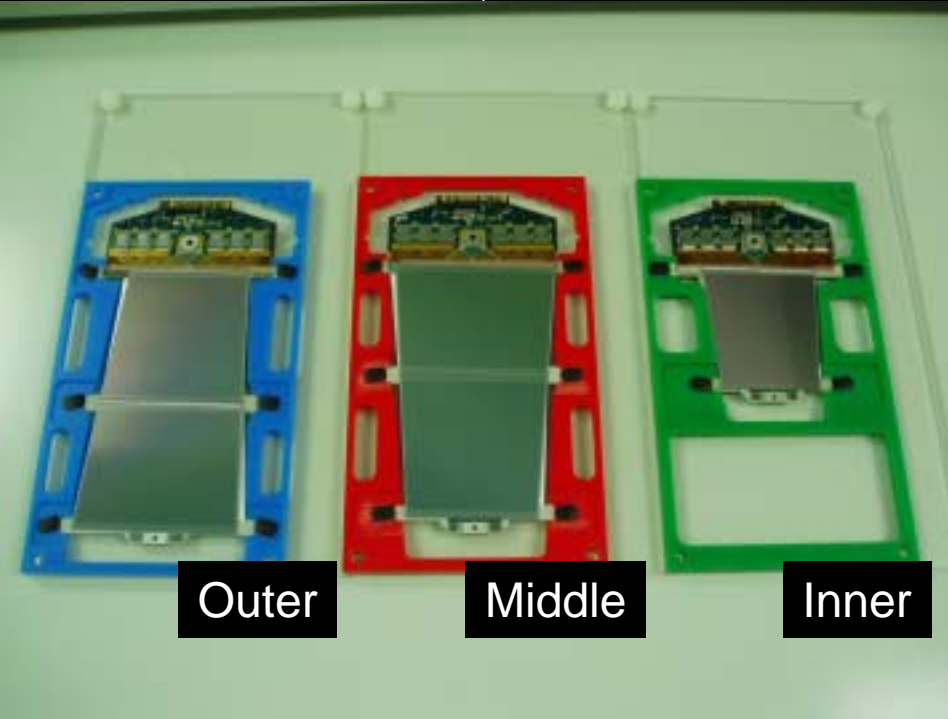


Radii : 300, 371, 443 and 514 mm
Length : 1600 mm
Total : 2112 modules

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

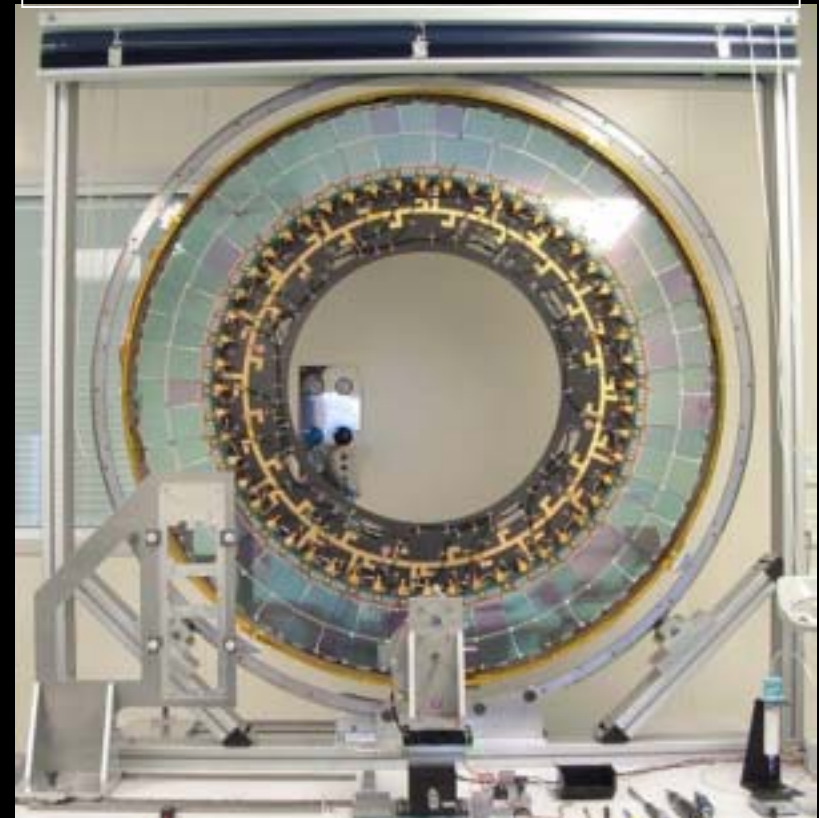
Endcap SCT

Endcap module



Outer: 56.5–71.8 mm × 123.1 mm
Pitch: 70.8 – 90.3 μm
Middle: 56.1–75.2 mm × 118.7 mm
Pitch: 70.3 – 94.8 μm
Inner: 43.8–55.8 mm × 73.9 mm
Pitch: 54.4 – 69.5 μm

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

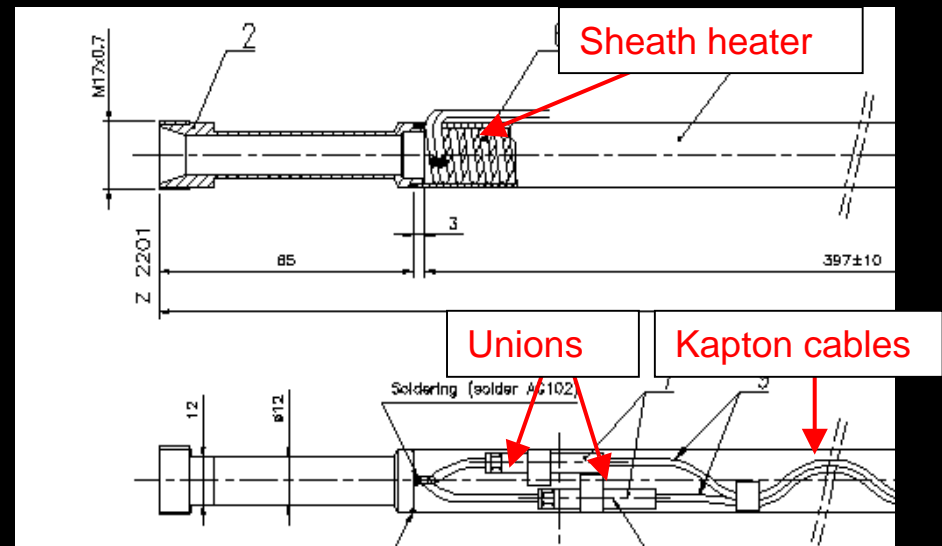
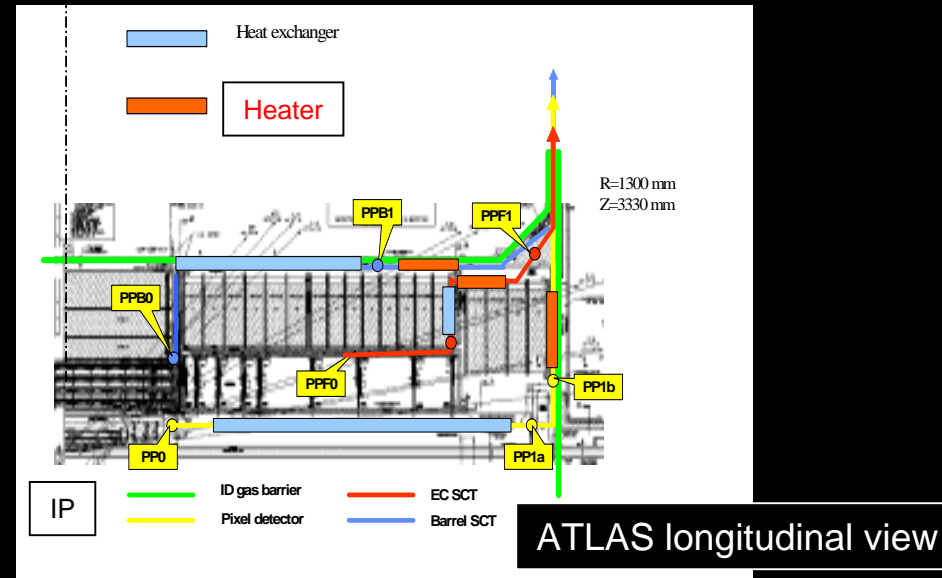
- 放射線損傷後の温度暴走の抑制
- 読み出し回路の冷却
 - 14 まで下げて運転

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

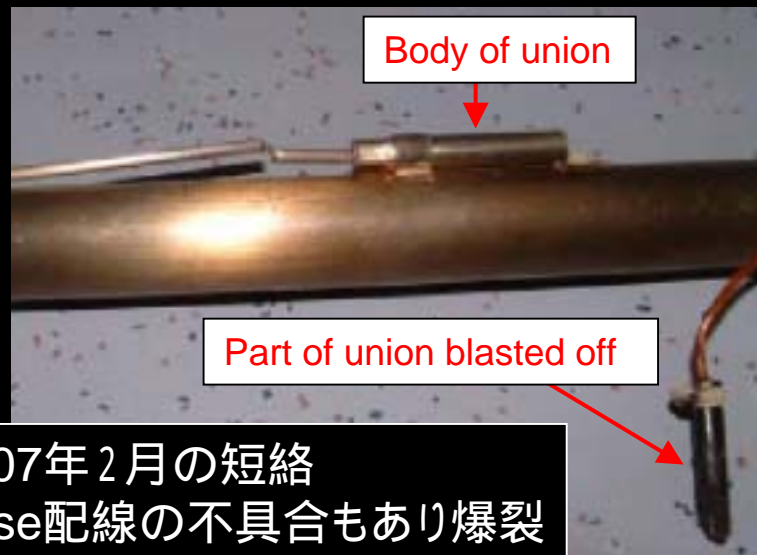
明確な原因は不明

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

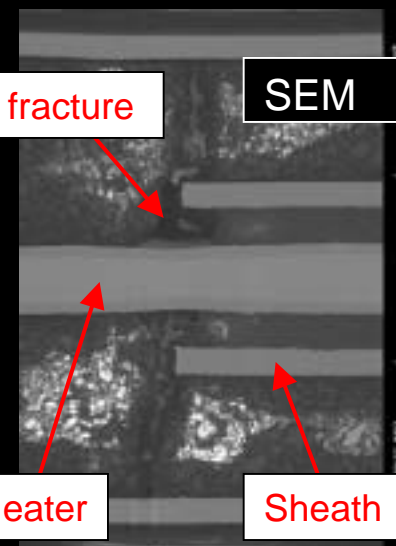
Thermocamera



3W, $T = 345$

fracture

SEM

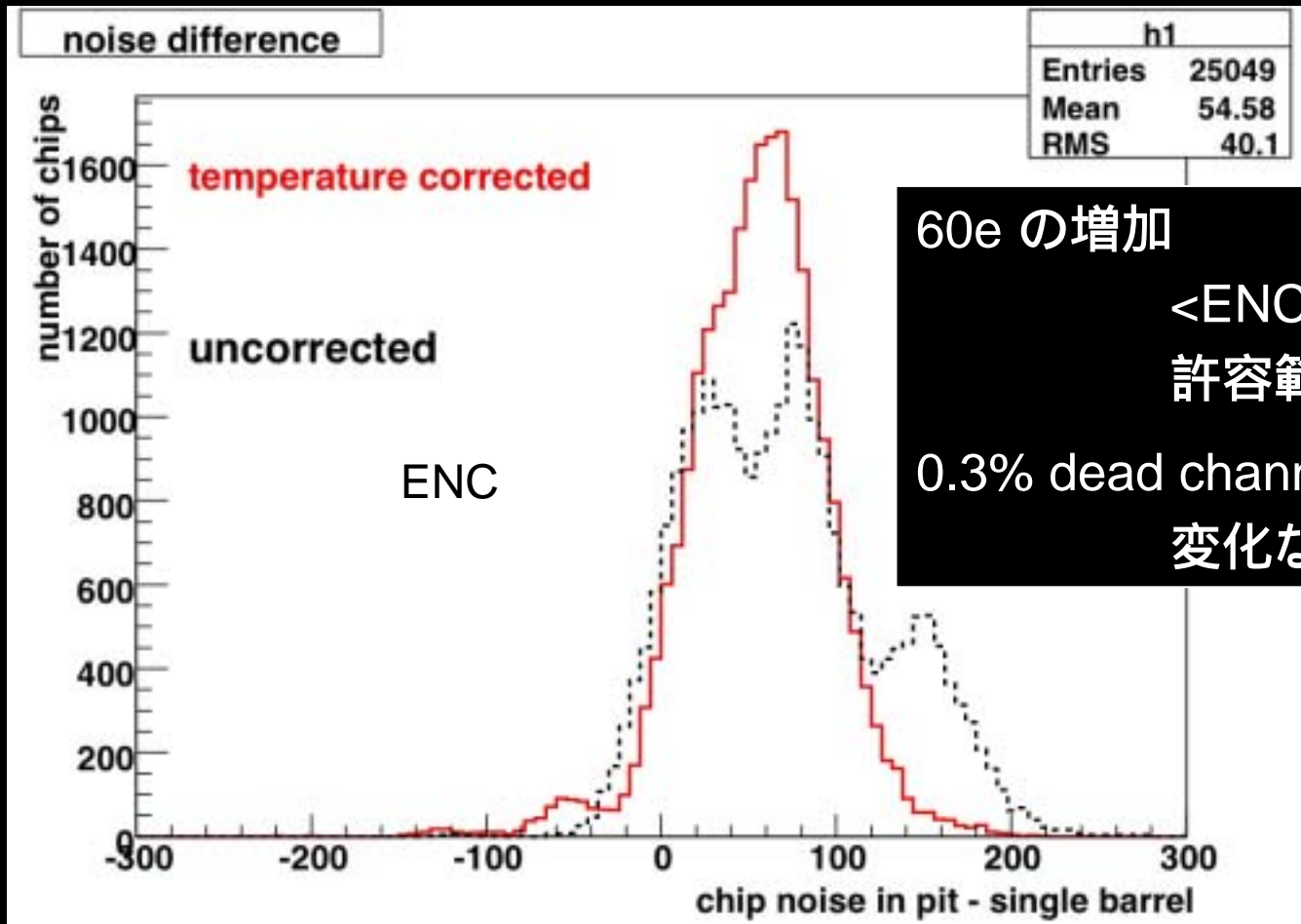


Heater

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

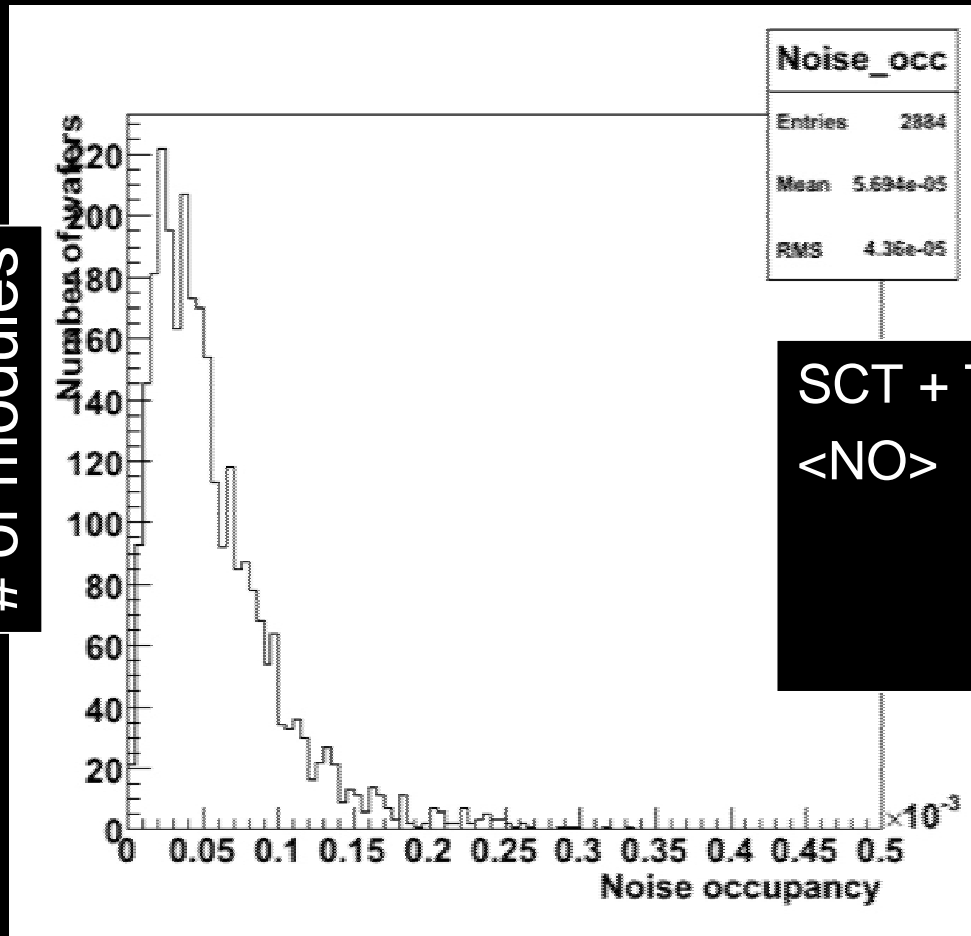
0.3% dead channels

変化なし

M3 combined test run results (2)

NO (Noise Occupancy)の分布

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



of modules

SCT + TRT
 $\langle \text{NO} \rangle = 5.7 \times 10^{-5}$
 5.0×10^{-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。

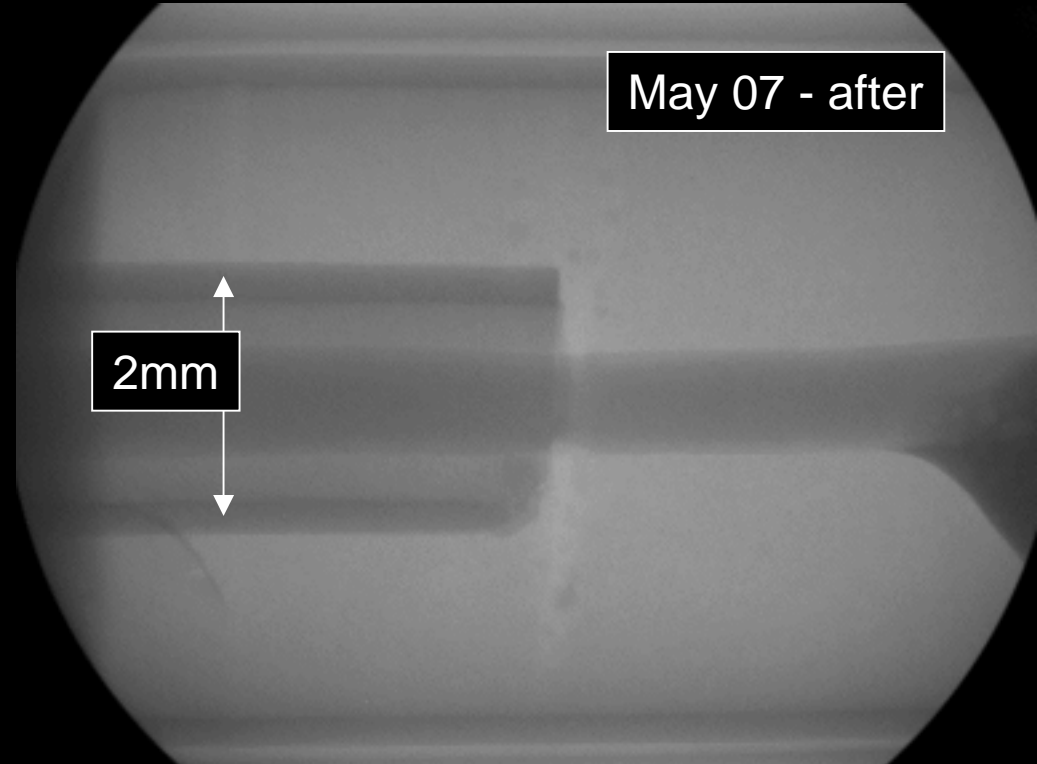
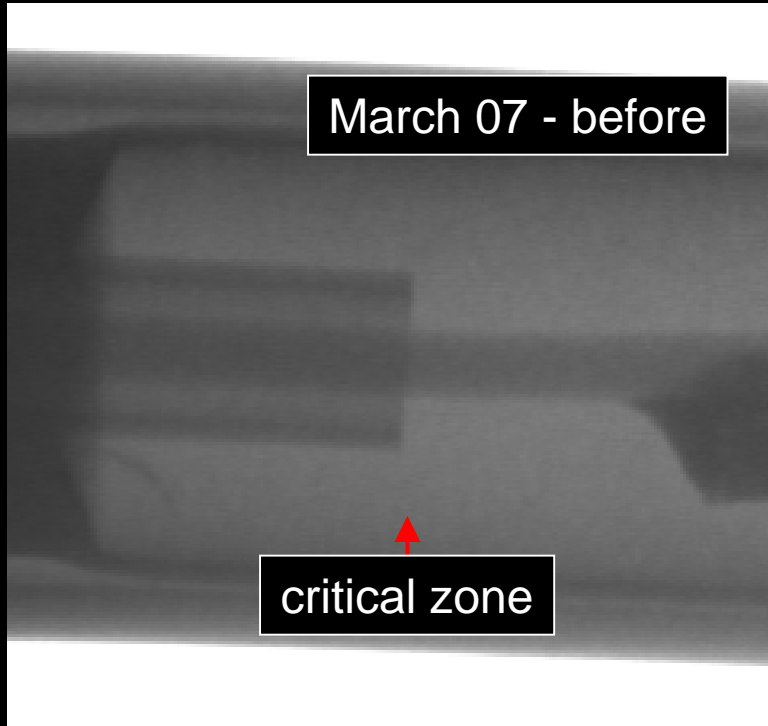
今年10月のM5 runでは、far-heaterの設置が完了し、Barrel (+Endcap) SCTによる本格的なコミッションングが開始される予定であり、引き続き解析を継続して行く。

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.



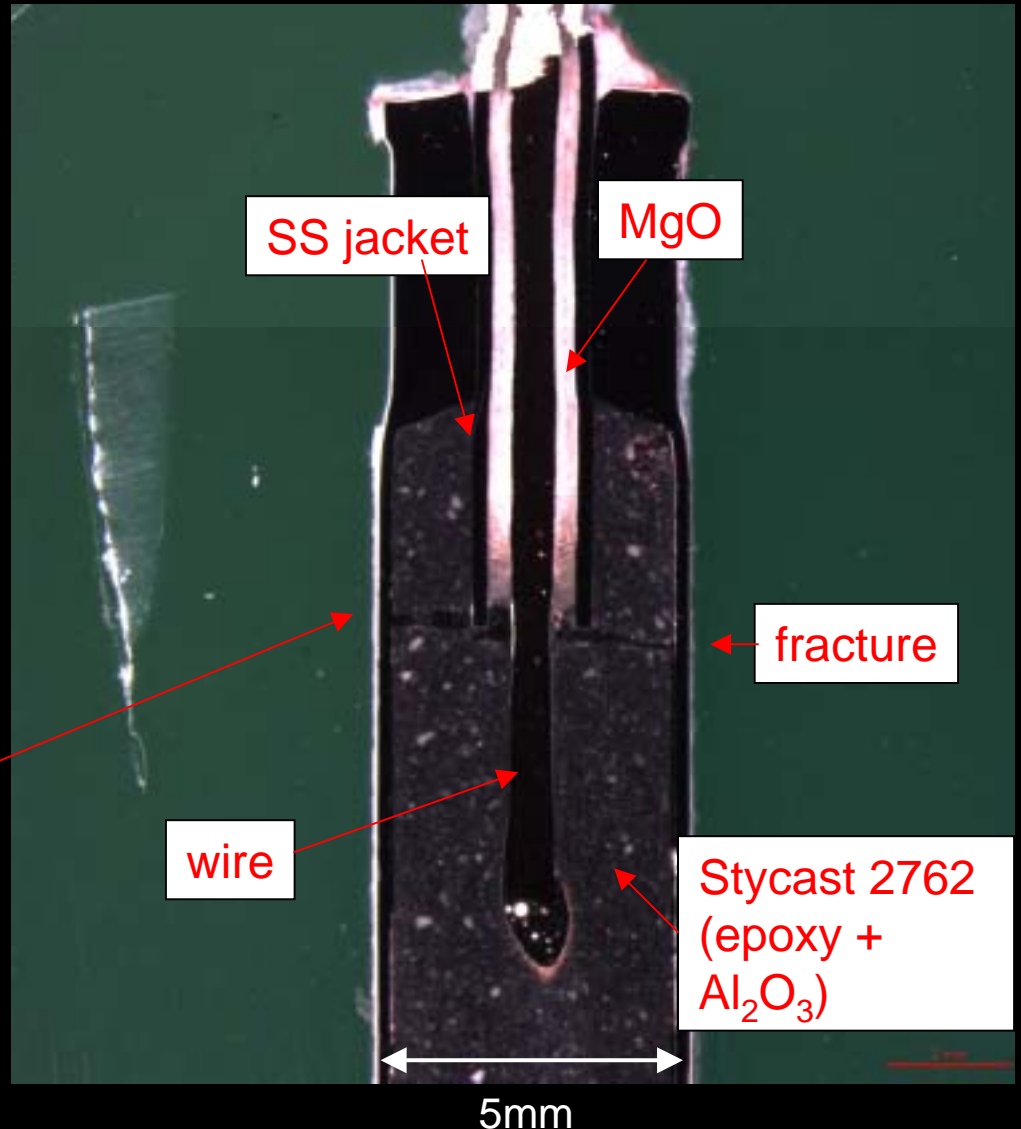
Longitudinal Metallographic Cut

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

