

# 主加速部超伝導空洞の報告 ～7回目縦測定～

2010年3月16日

ERL検討会

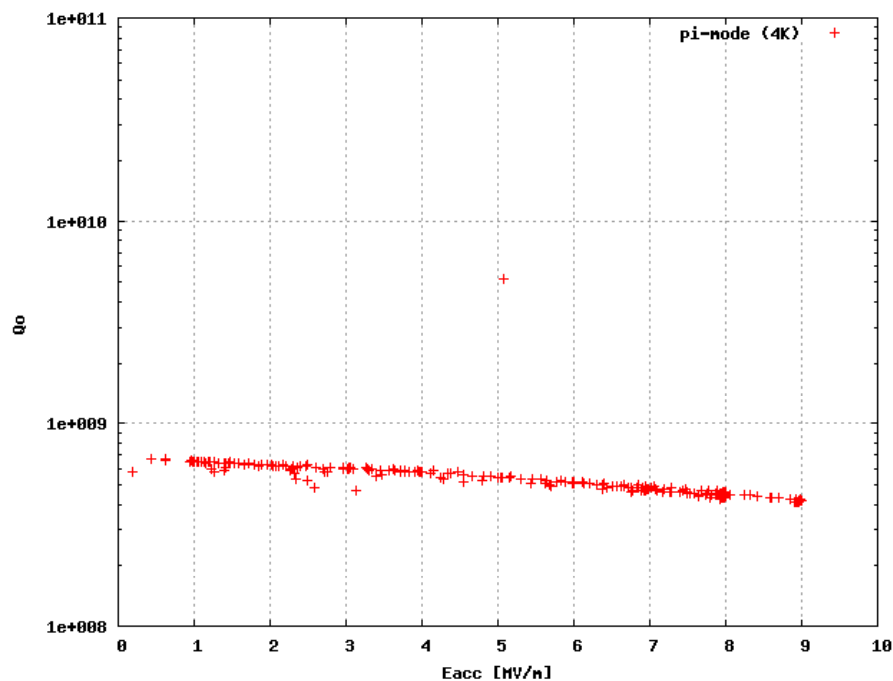
ERL-SCグループ 梅森健成

阪井寛志、沢村勝、篠江憲治、高橋毅、古屋貴章

## 第7回縦測定

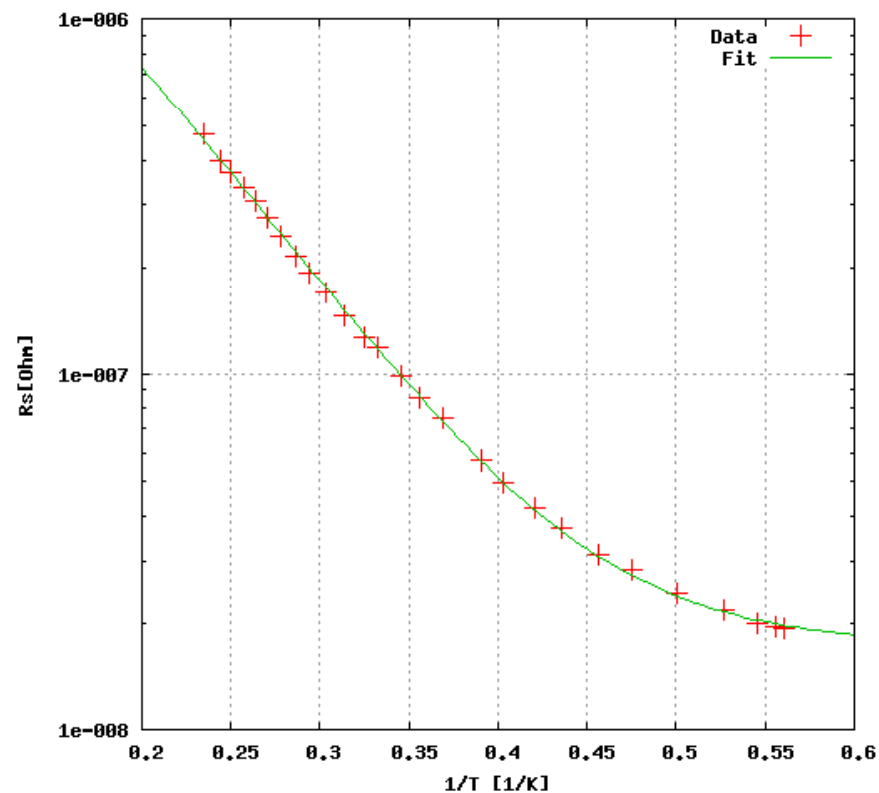
- 2010/2/23～25に測定
  - 4K Q-E測定
  - Rs-1/T測定
  - 2K Q-E測定
  - 2K pass-band Q-E測定(8pi/9, 6pi/9, 5pi/9, 3pi/9, 1pi/9)
- 今回の処理
  - EP 30um
  - HPR(Flange open 6hrs + flange close 3hrs)
  - 6回目測定前に、8-9iris突起部をLocal grinding
- 変更点
  - フランジを銅メッキ→SUSへ(Q値をかせぐため30mmへこませる)
  - Pt用アンテナも新たに用意した
  - アセンブリにおいてはイオンガンを用いて、particleを飛ばしながら
  - 治具も多少工夫して、手早く作業できるよう配慮

# 4K $\pi$ -mode



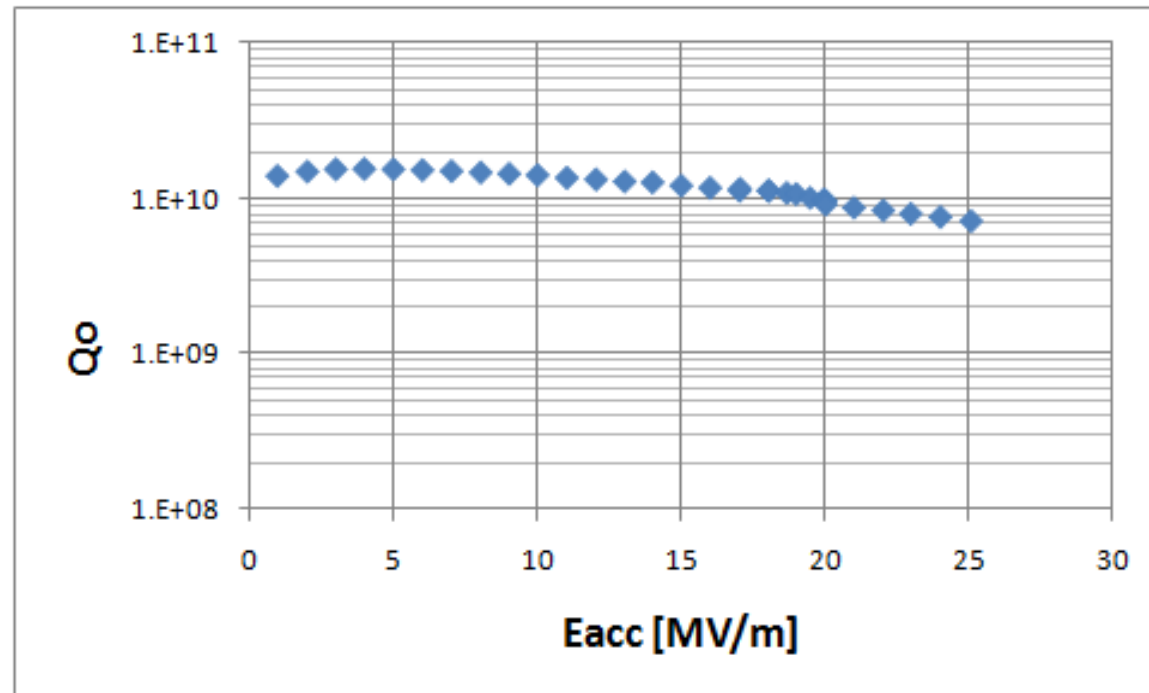
これまでで初めて、X線を観測することなく4K測定が終了した

# Q-T測定



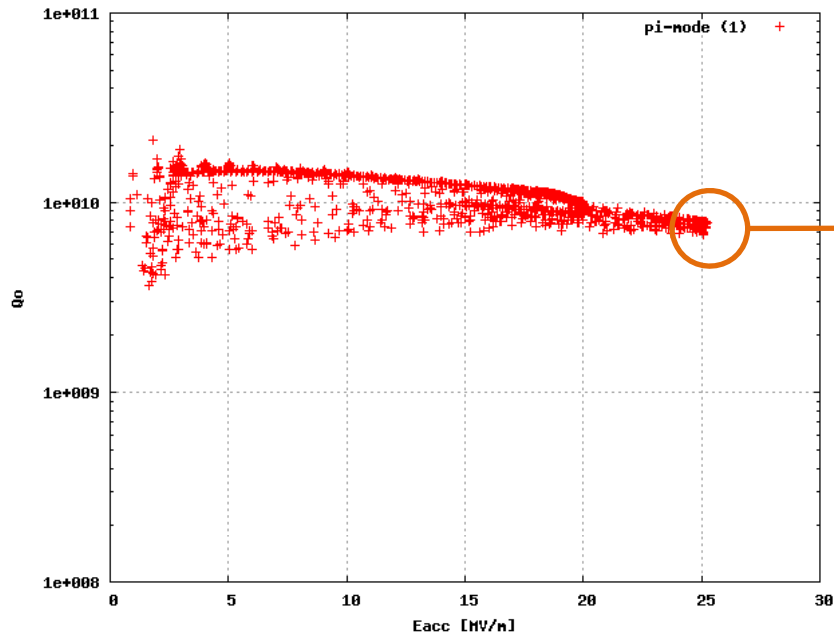
フィットから求めた残留抵抗  $17.4\text{n}\Omega$   
これまでの測定と比較して、平均的な値。  
フランジロス(両フランジとも $1 \times 10^{11}$ 程度)  
を考慮すると、表面は良いほうか。

## 2K $\pi$ -mode(1回目)

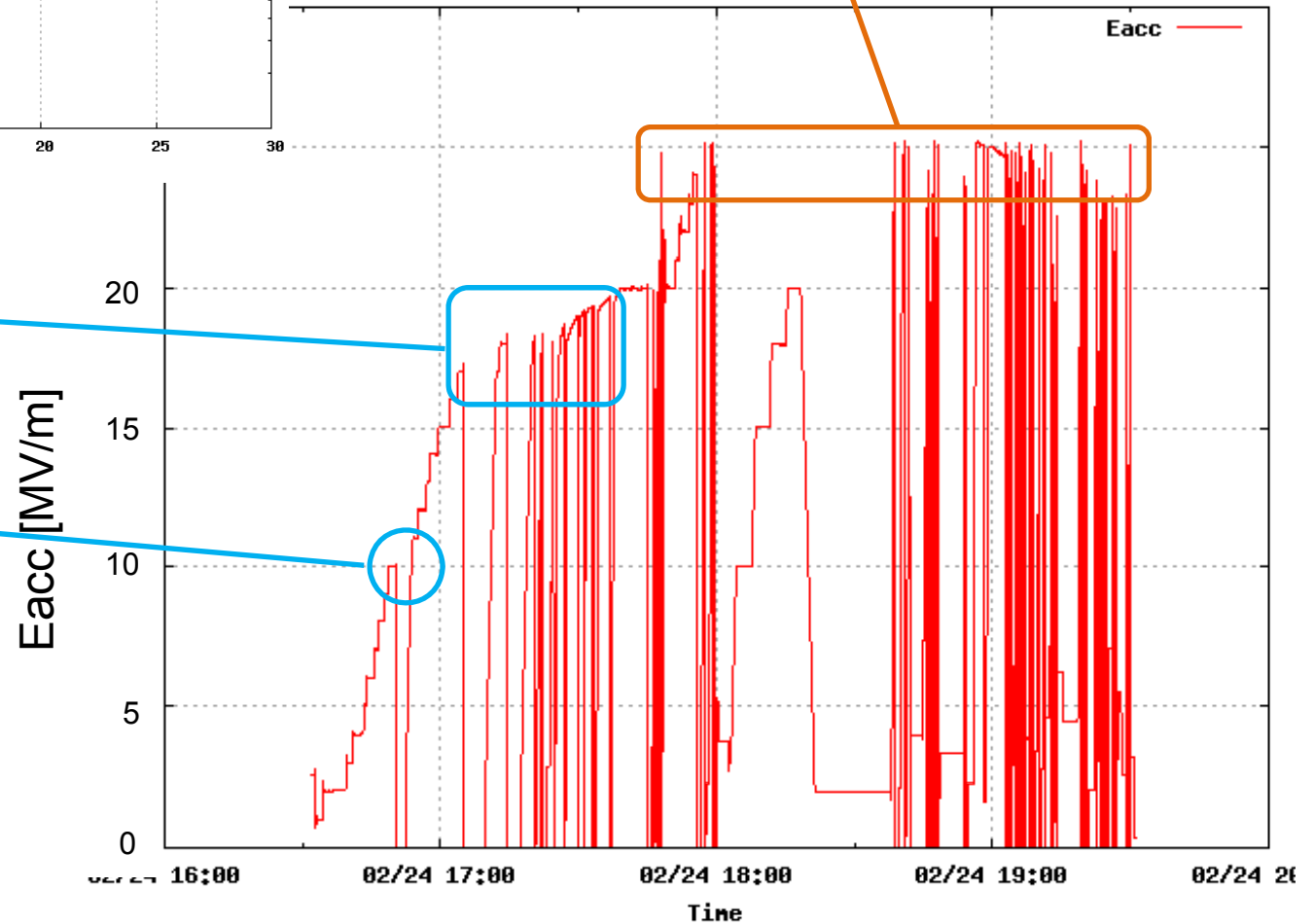


- Radiationも少なく非常に良好
- 17~20MV/mあたりでマルチパクティングによると思われるクエンチが数度あった
- 最終は、25MV/mにて、2セル赤道部(190~220度付近)の発熱により制限
- $Q=1 \times 10^{10}$ をEacc=20MV/mで達成

## 2K $\pi$ -mode(1回目) 詳細



25MV/mにて、2セル赤道部  
(190~220度付近)の発熱  
とともにクエンチ



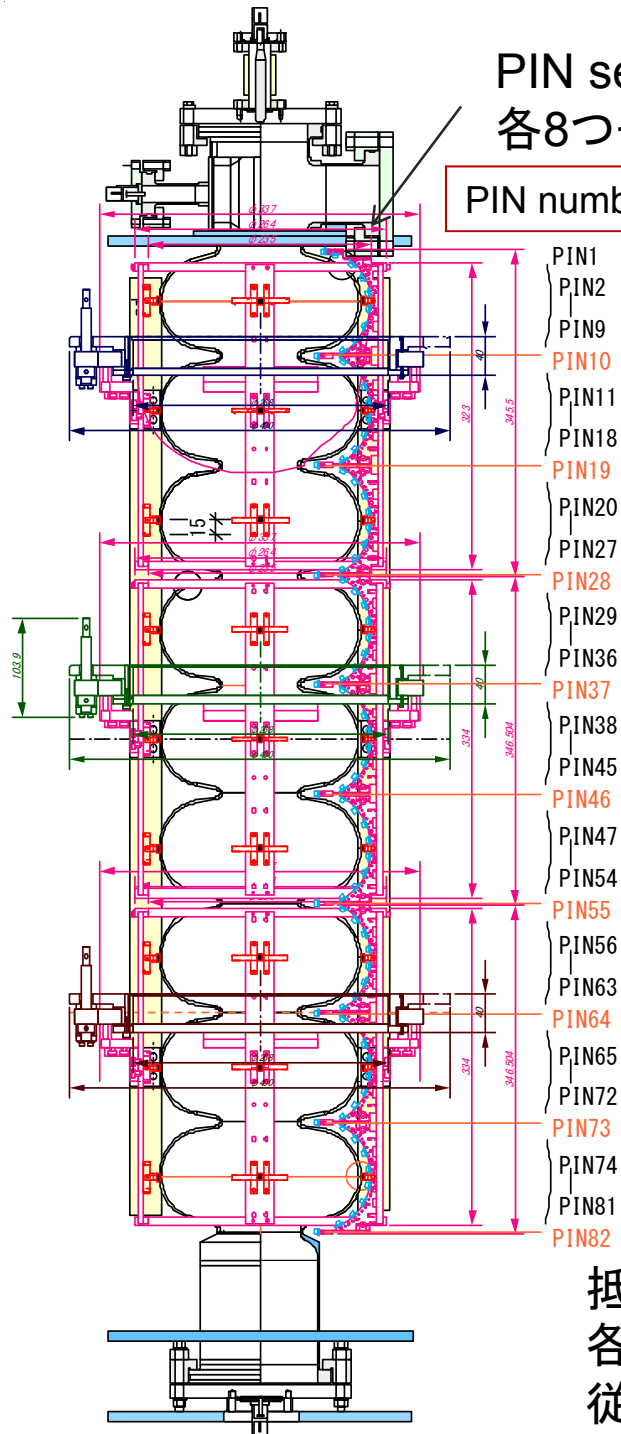
17~20MV/mで数回  
クエンチ (Multi-  
pactingと思われる)

10MV/mで一度クエン  
チ(原因不明)

# 回転メカsetup

PIN sensor部 軸方向に  
各8つ+iris毎に1つ。合計82個

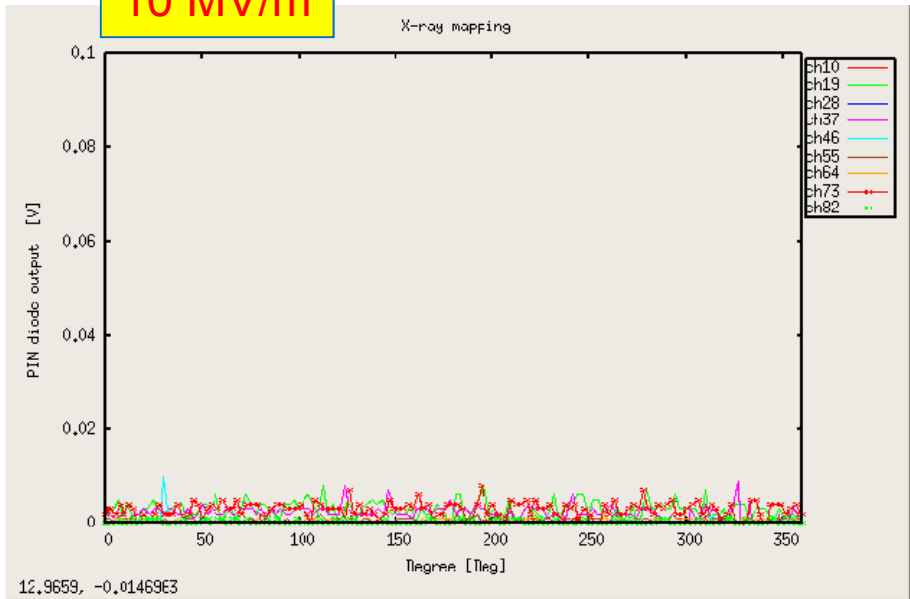
PIN numbering(オレンジはiris部)



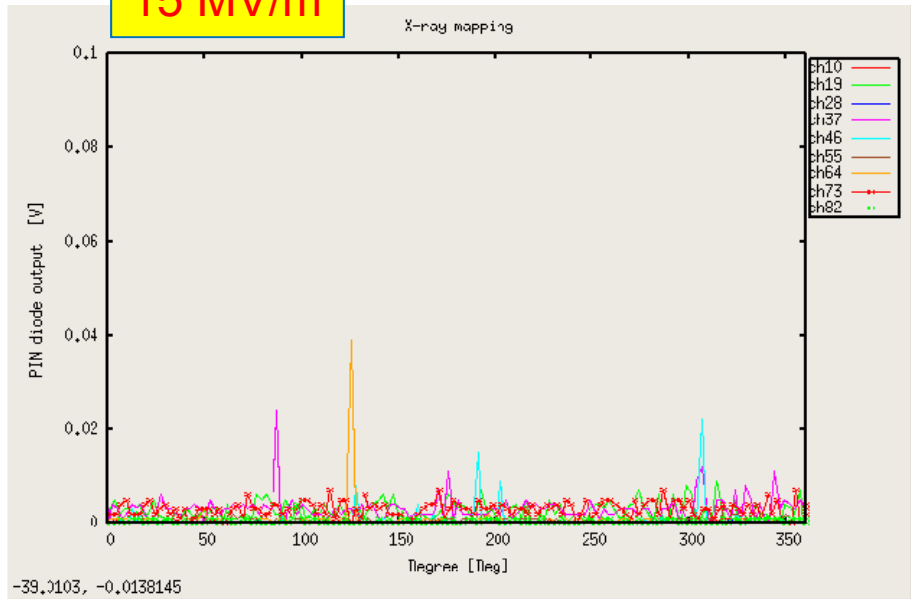
抵抗は回転メカとともに回転する  
各セル赤道部に90度毎配置  
従って4個 × 9cell = 36個配置。

# 2K $\pi$ -mode(1回目) X線マッピング

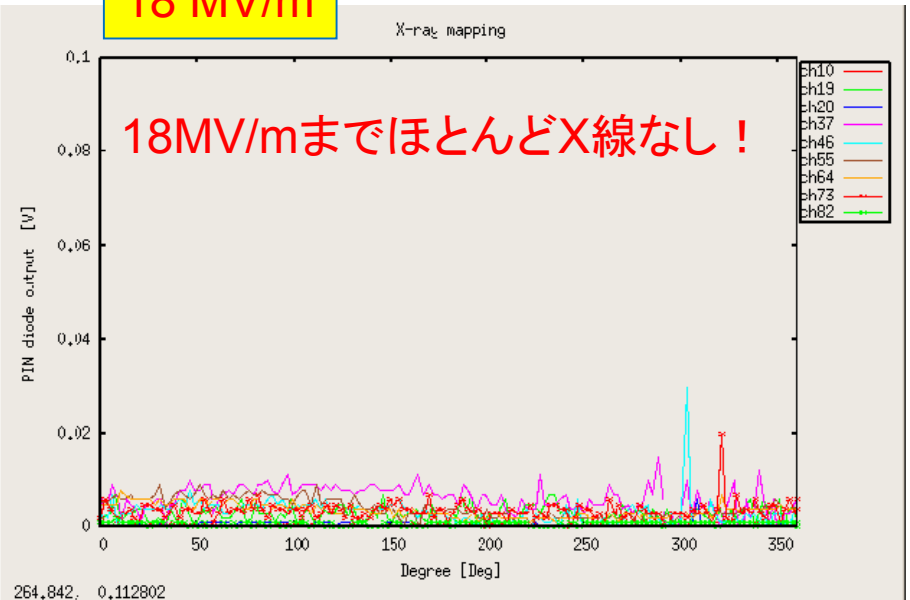
10 MV/m



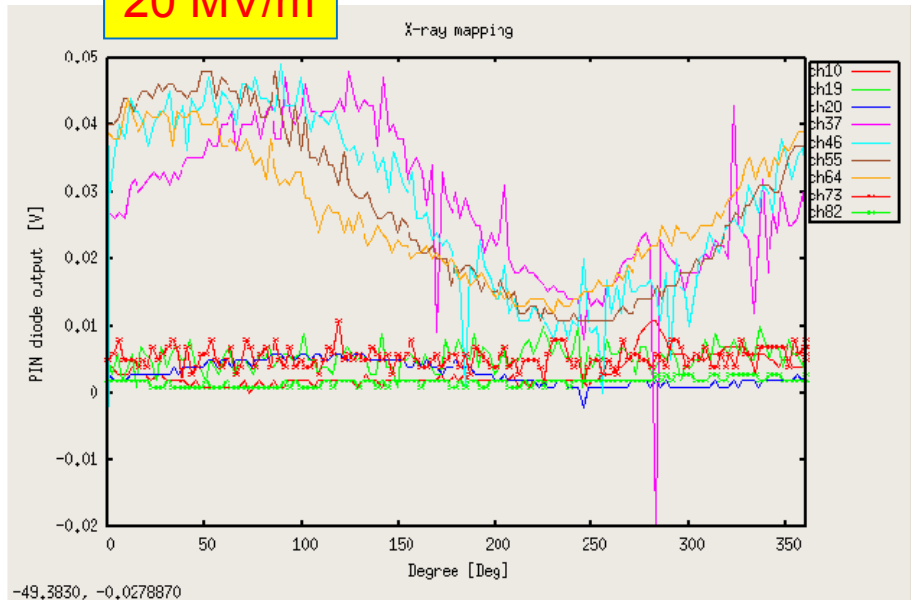
15 MV/m



18 MV/m

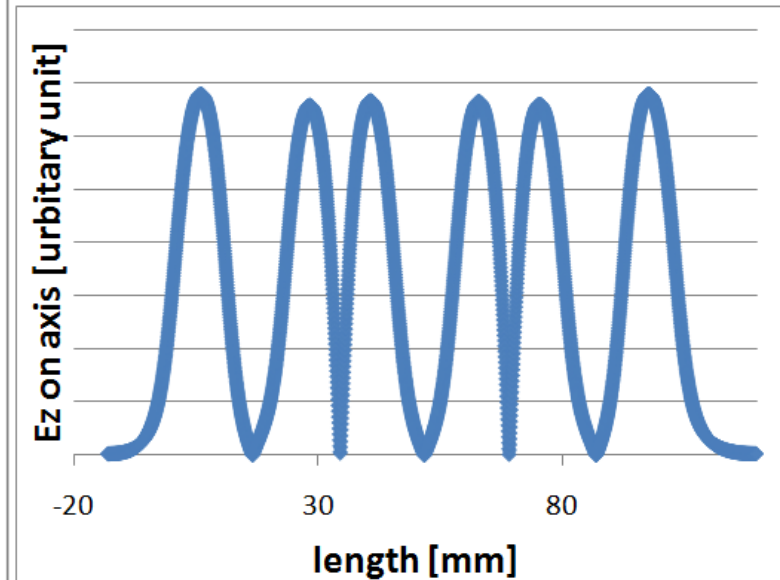
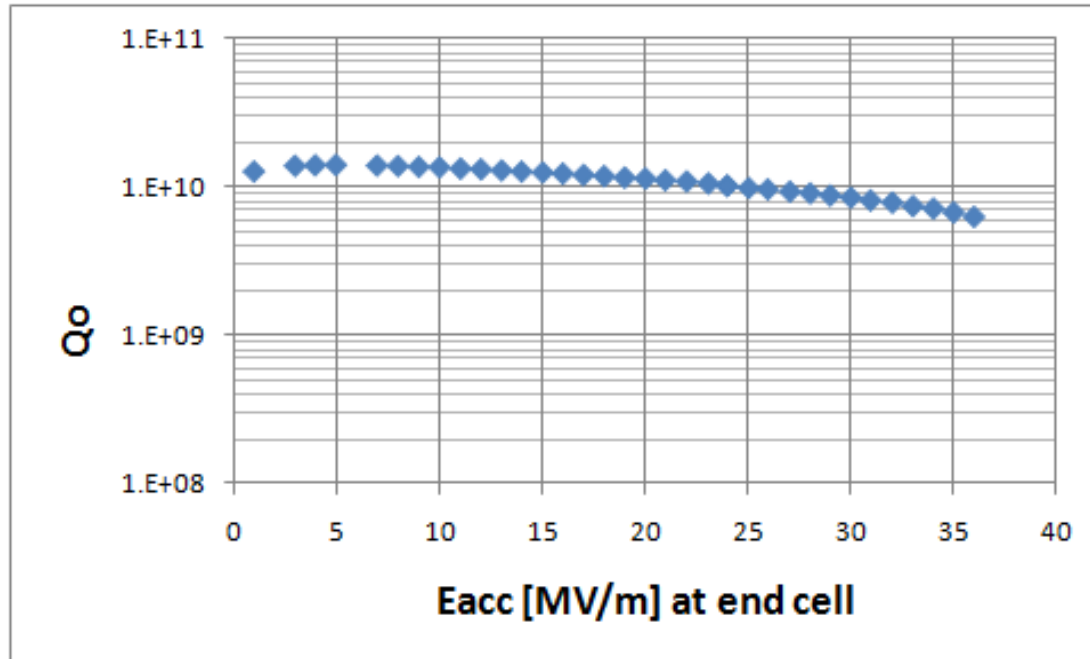


20 MV/m



# 6 $\pi$ /9 mode

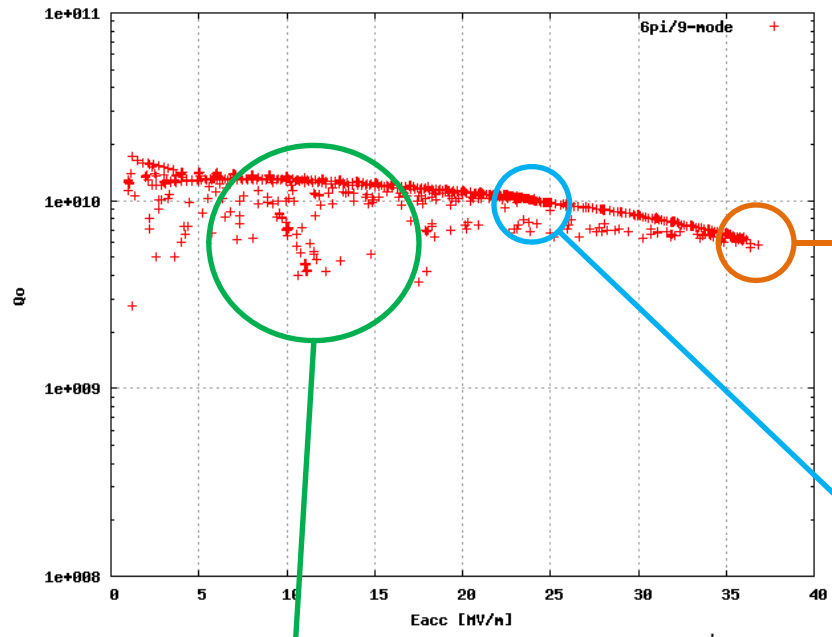
6 $\pi$ /9 mode  
 $\pi$ -modeで発熱の見られた  
2セルにfieldが無いモード



- 20MV/m付近で何度かクエンチ。マルチパクティングと思われる。
- 36MV/mまで到達。
- 4cell赤道部での発熱と思われるクエンチで制限(45~135度?)
- その後、突如field emissionが始まり、10~十数MV/mでリミットしてしまった。



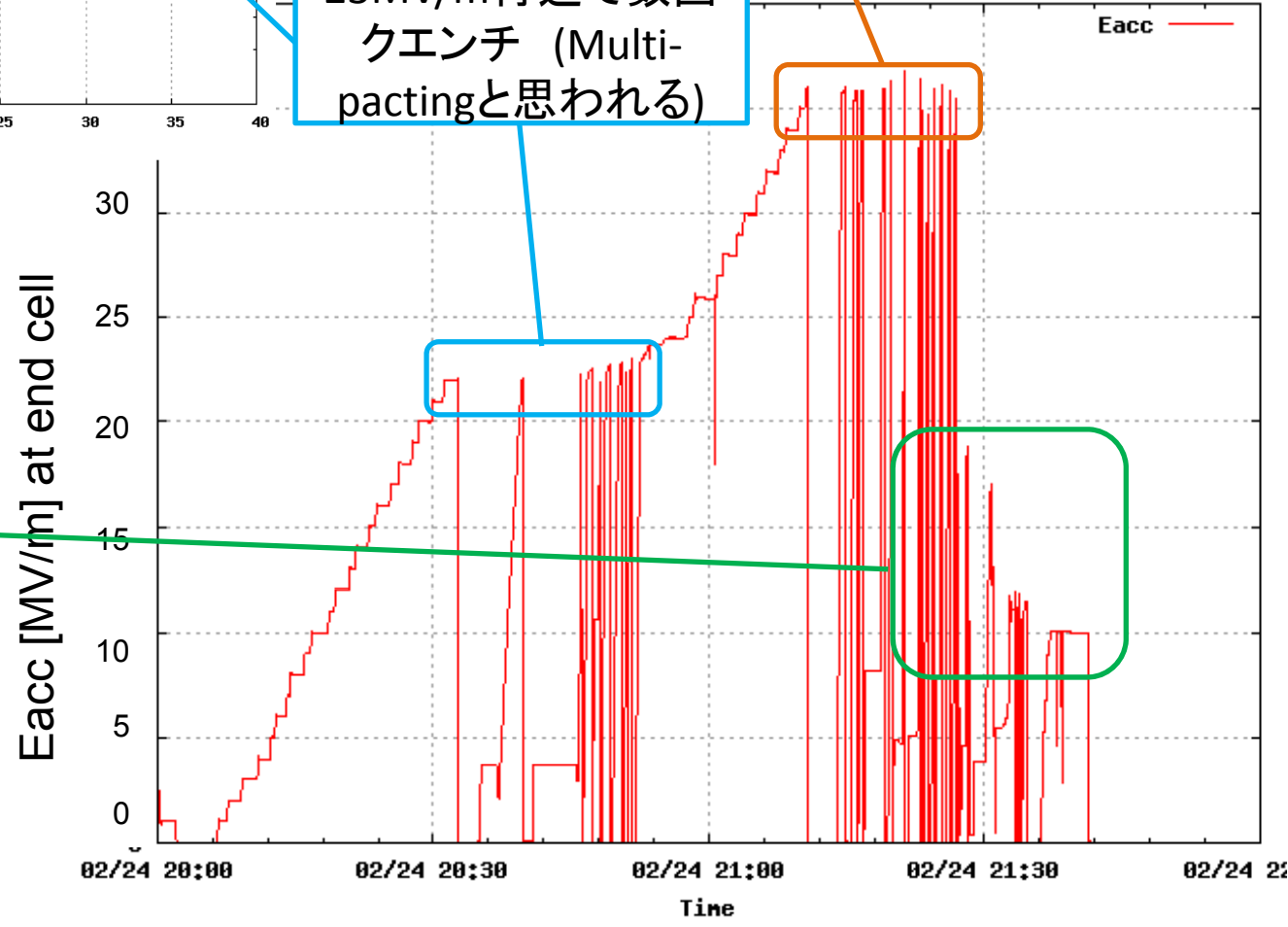
# 6π/9-mode 詳細



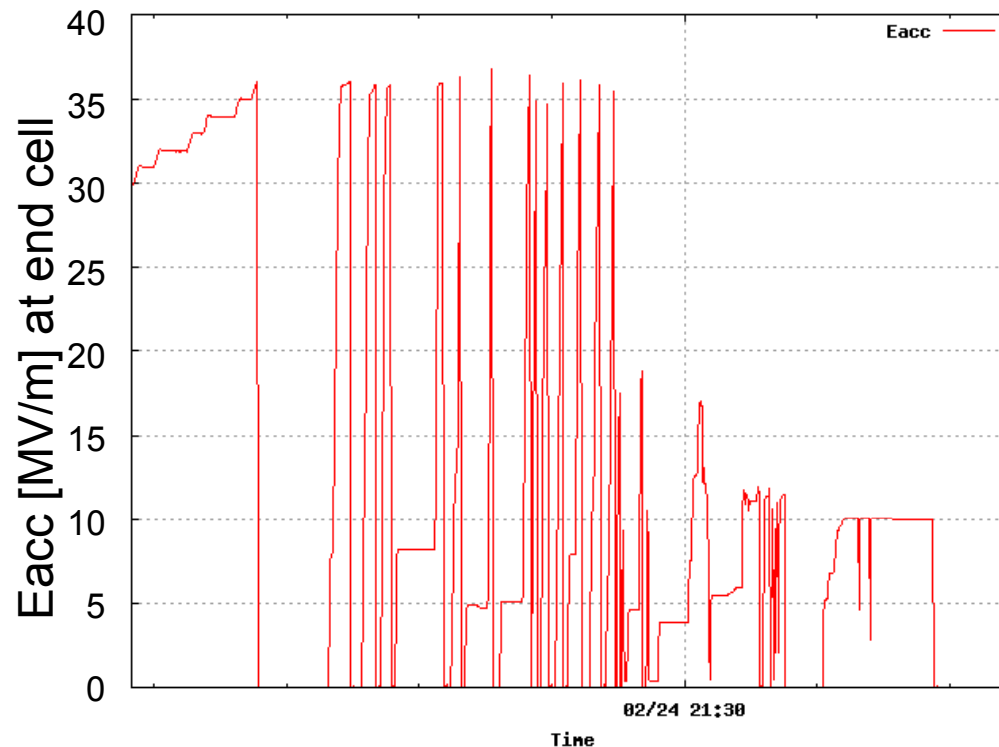
36MV/mにて、4セル赤道部(45~135度付近)の発熱とともにクエンチ

23MV/m付近で数回クエンチ (Multi-pactingと思われる)

Field emissionにより性能劣化してしまった

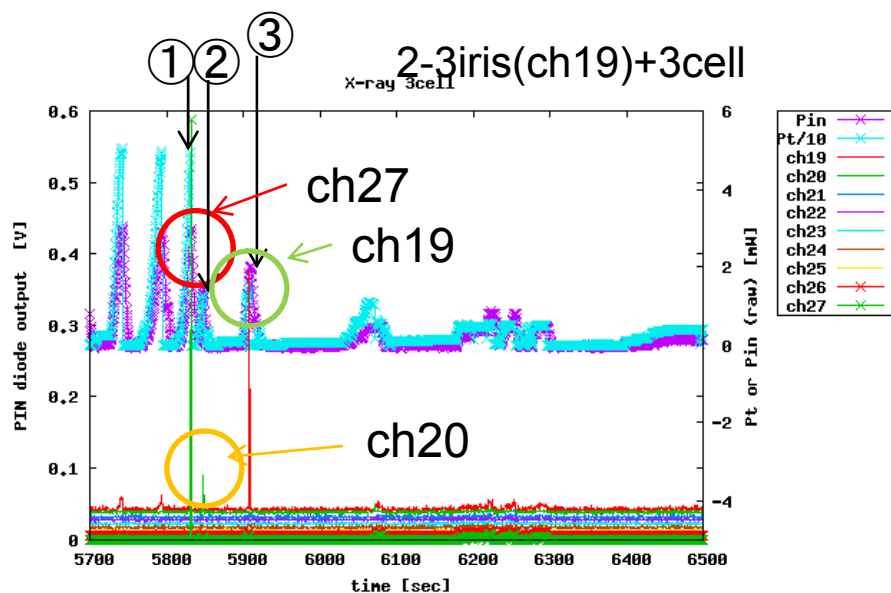
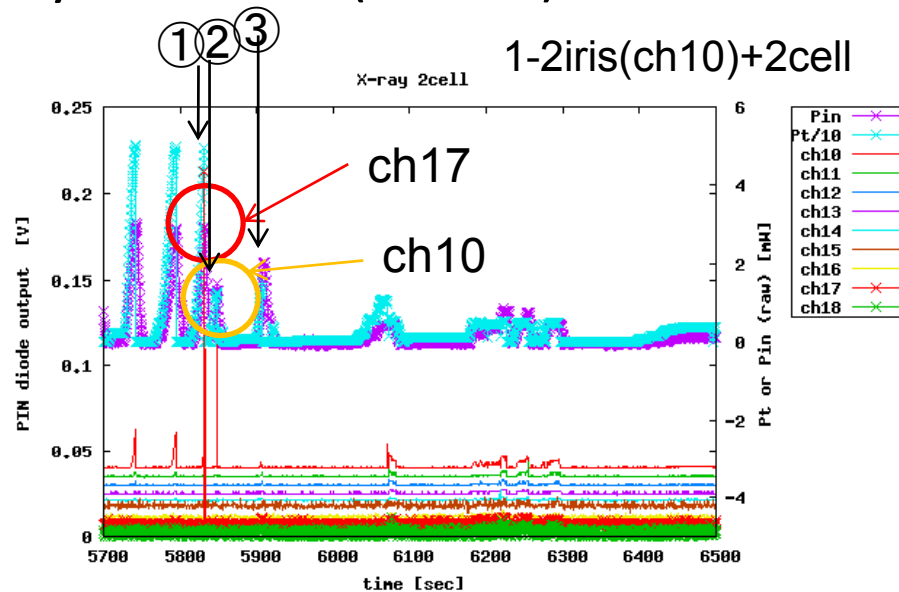
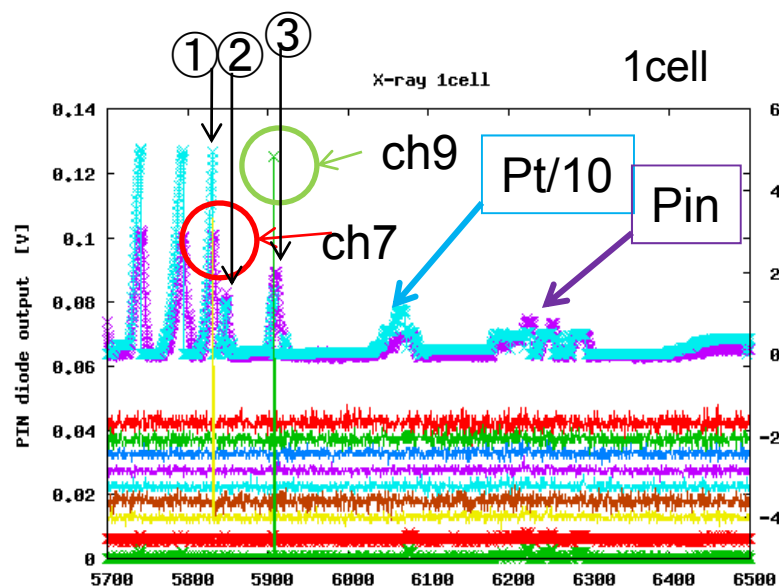


## 6 $\pi$ /9モードの詳細(後半)



- 36MV/mにて十数回クエンチさせた
- あるクエンチを境にemissionが始まる
- 徐々に悪化する様子も見える
  - 36MV/m → 18MV/m → 17MV/m → 12MV/m → 10MV/m
- **最終的に10MV/m以上入らなくなった**

## 6/9pi-mode burst前後 X-ray dataの例 (1-3cell)

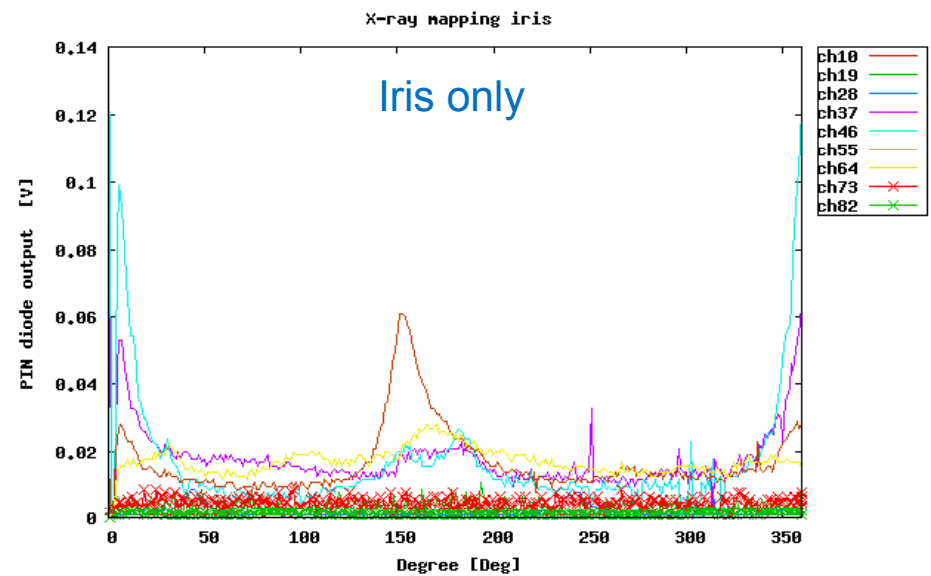
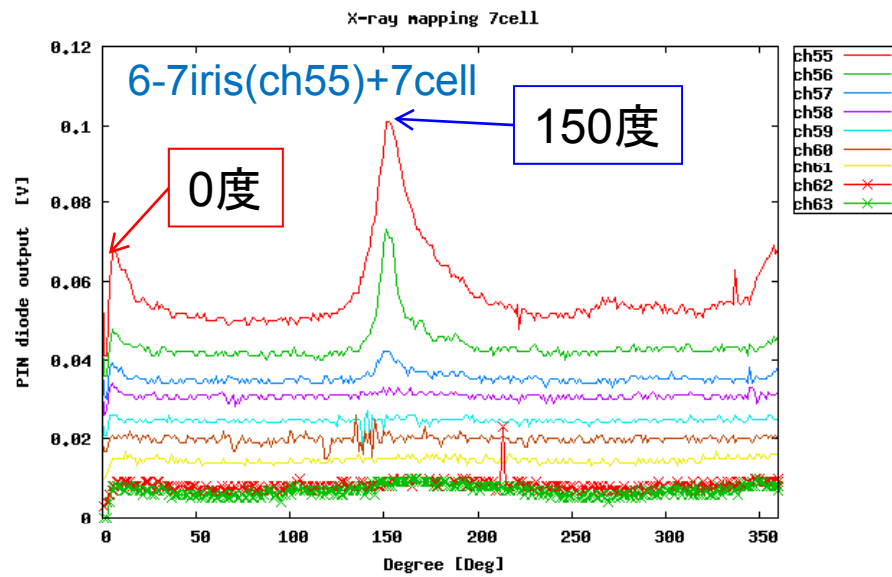
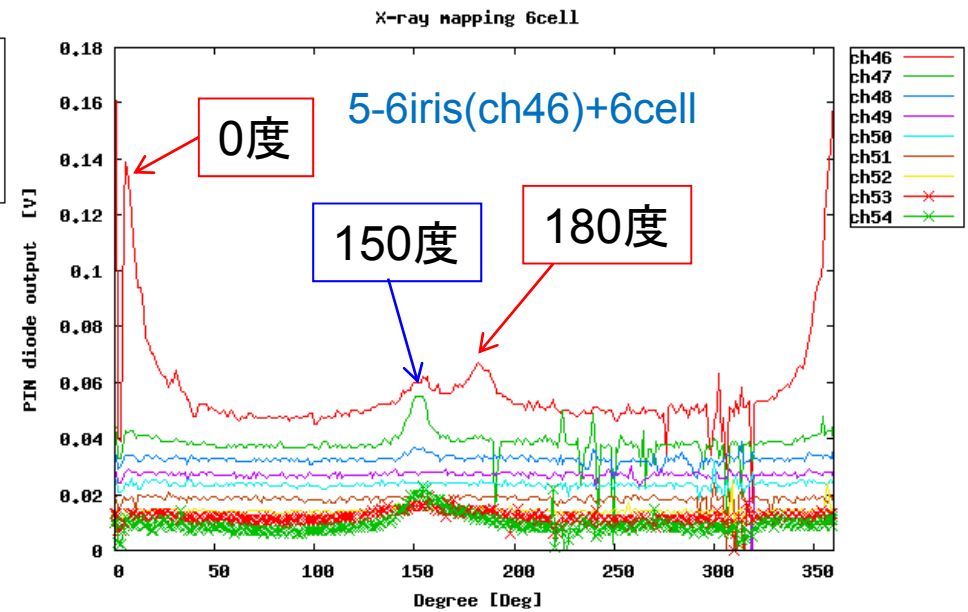
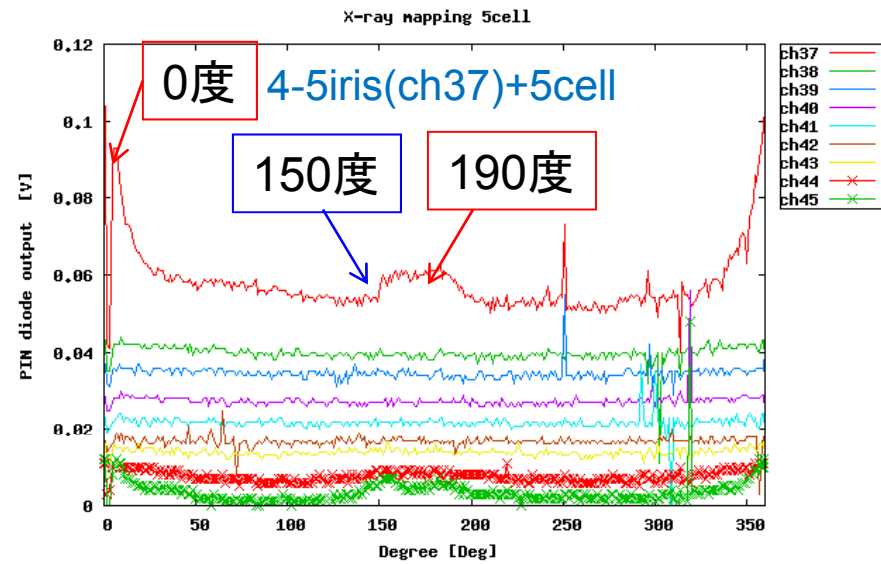


- ① 最初のquench+Burstが起きたtiming:  
これにより36MV/mあったfieldがそれ以降powerが入らなくなる。
- ② ①の次のquench
- ③ ②の次のquench

	①	②	③
1cell	Ch7 (0.09V)	--	Ch9 (0.13V)
2cell	Ch17 (0.17V)	Ch10 (0.11V)	--
3cell	Ch27 (0.45V)	Ch20 (0.1V)	Ch19 (0.4V)

クエンチと同期して、パルス的なX線信号が空洞全面に渡り観測されている様子  
何か異常な現象が起こっていることは確かだが... 何が起きている??

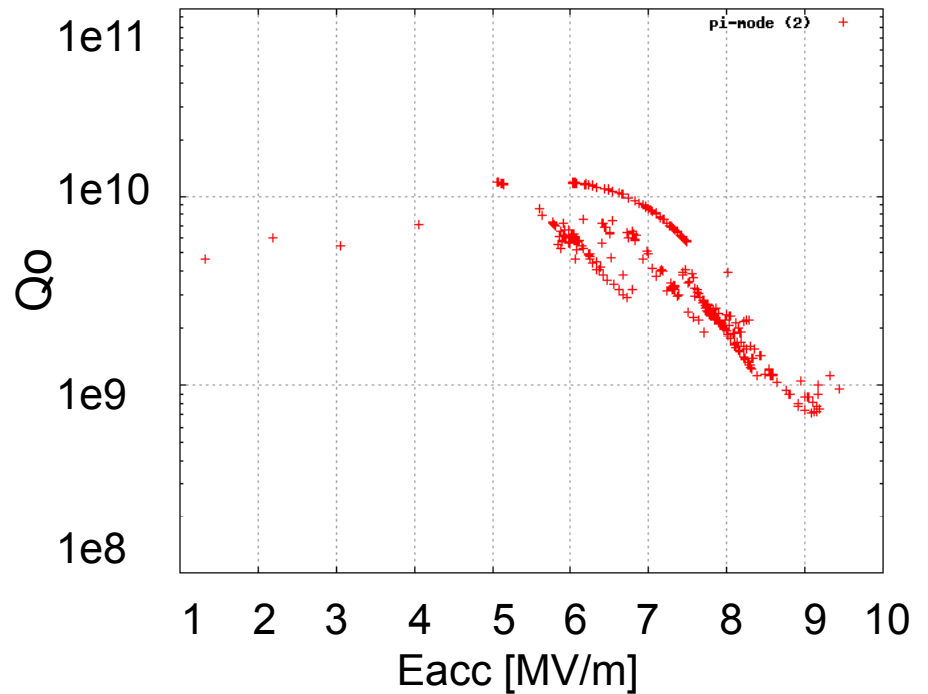
# 6/9Pi-mode (10.0MV/m, $Q_0=7.1 \cdot 10^9$ ) (after burst)



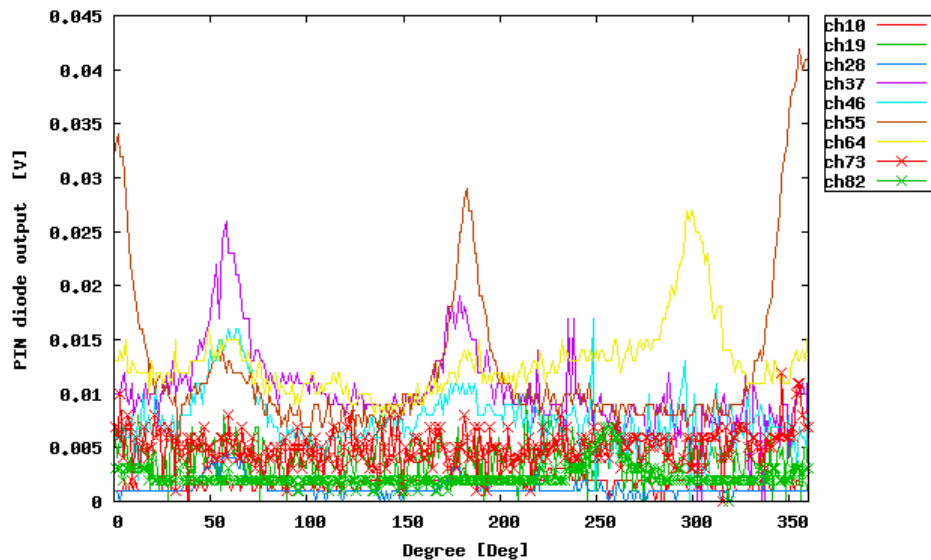
いくつかシャープなX線シグナルを観測

# 2K $\pi$ -mode(2回目)

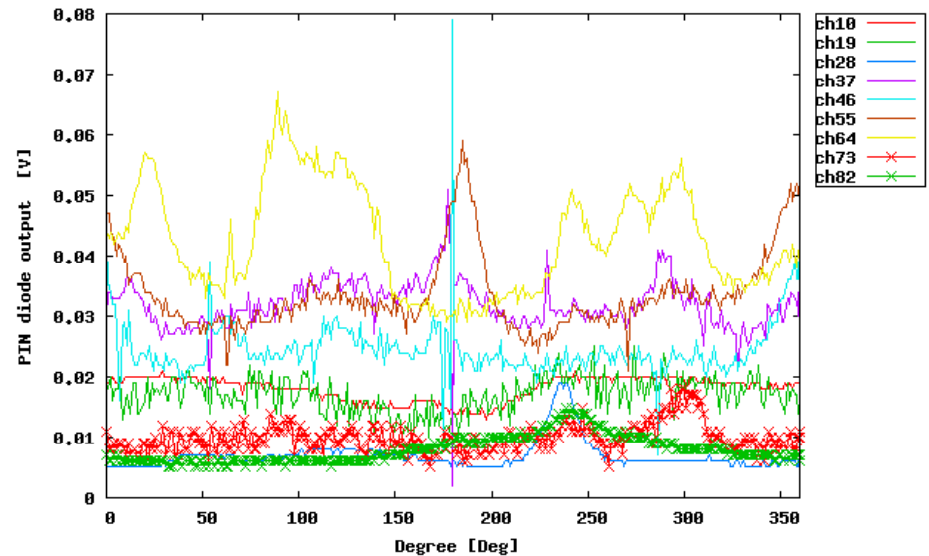
- 再度、 $\pi$ -modeにトライするも、field戻らず
- 激しいfield emissionが観測される
- fieldが上がるとともに、数多くのemissionが起こっていると思われる。



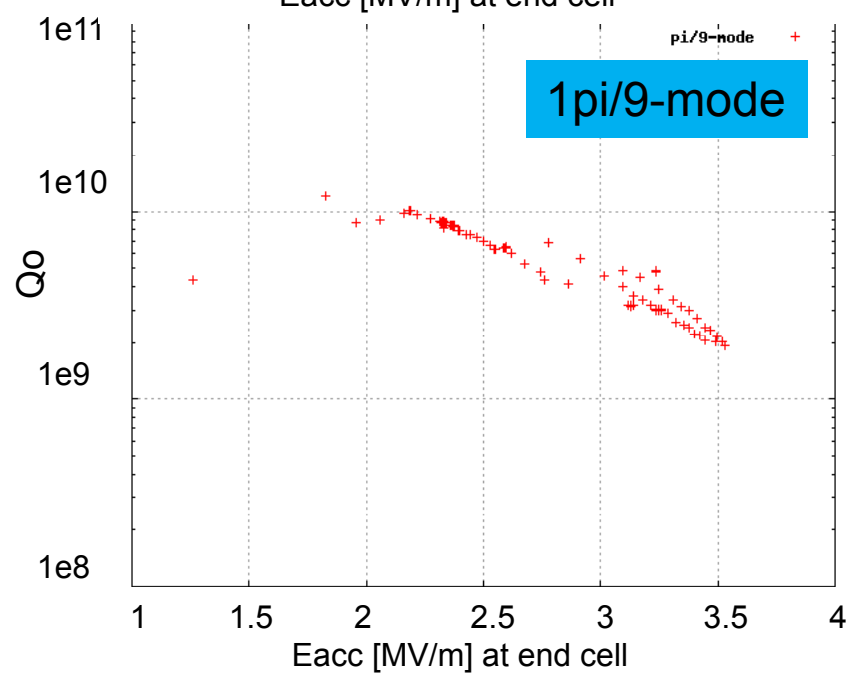
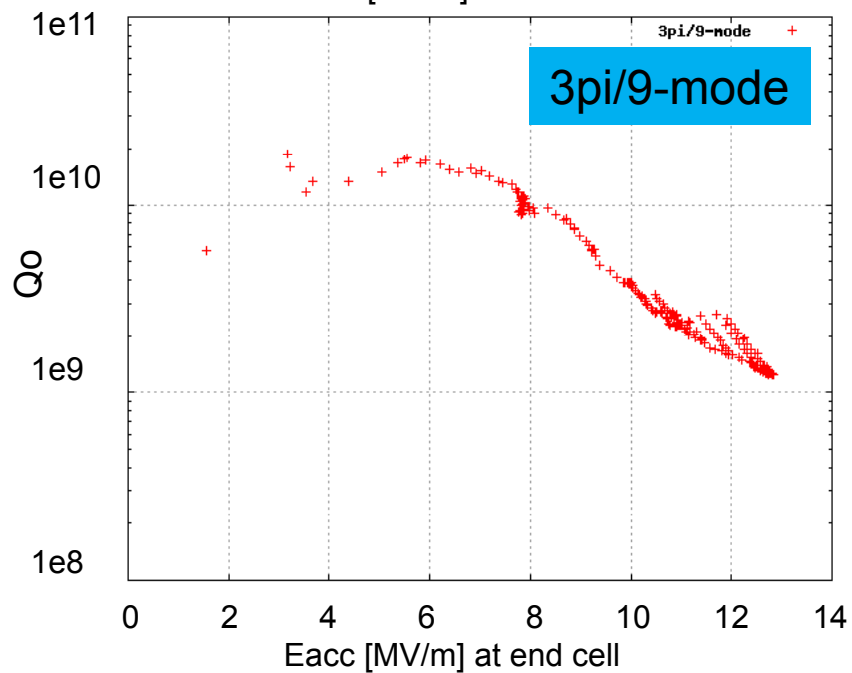
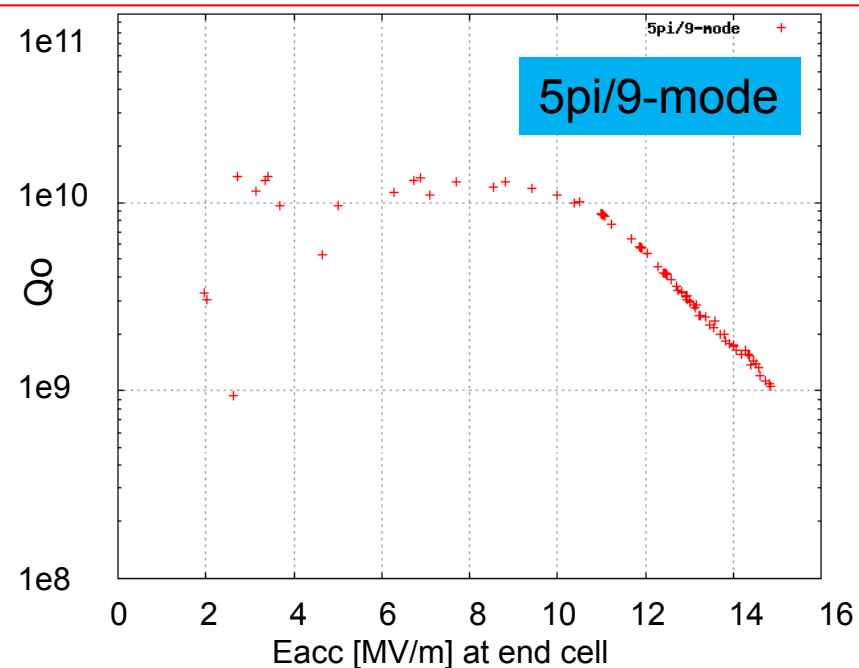
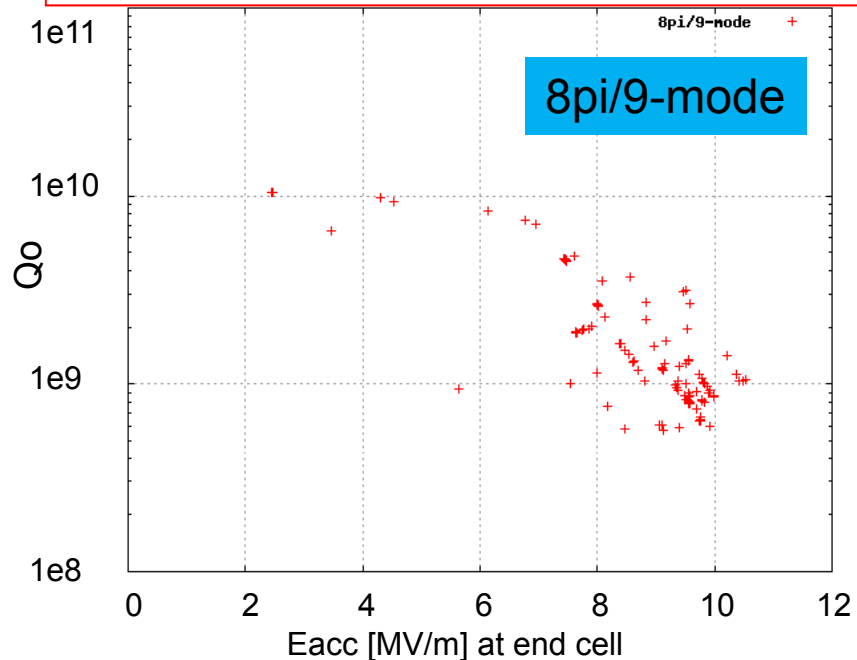
6.0 MV/m, アイリス部のX線



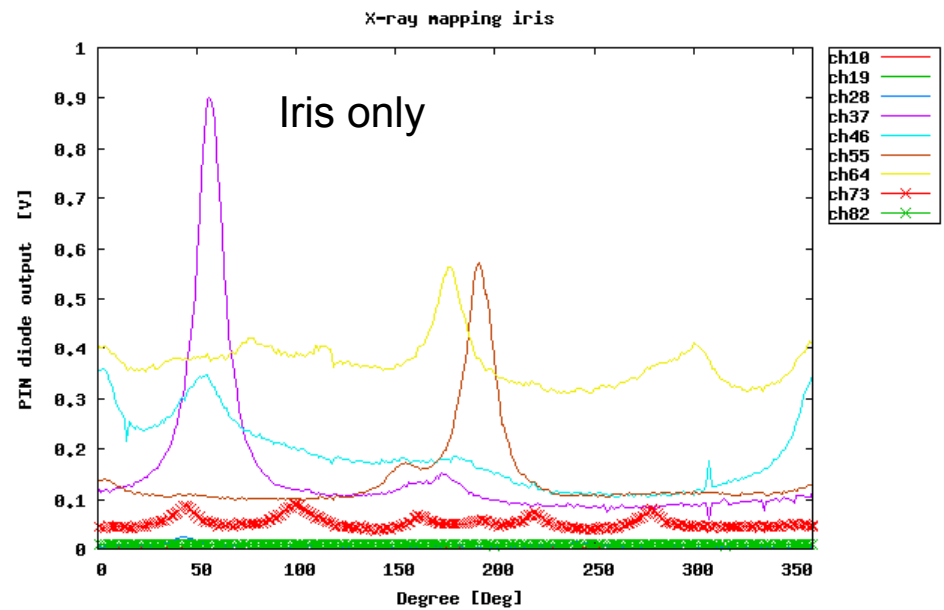
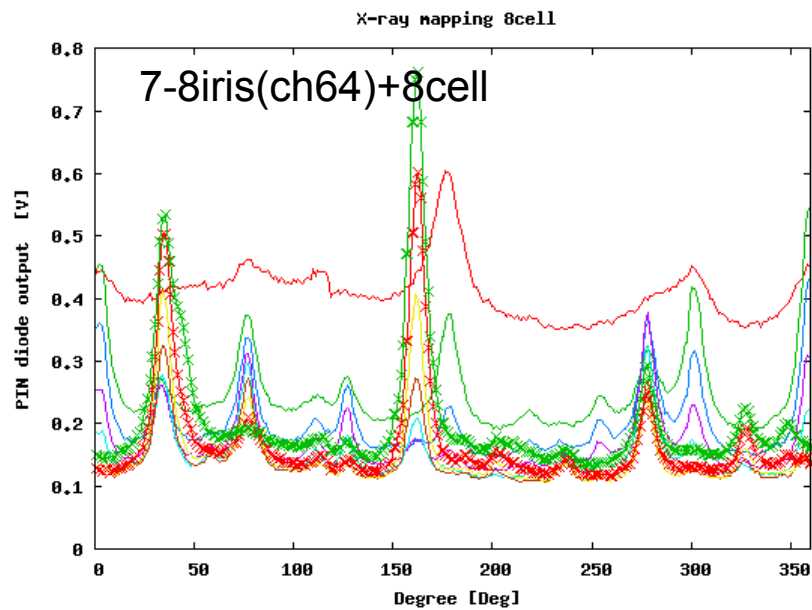
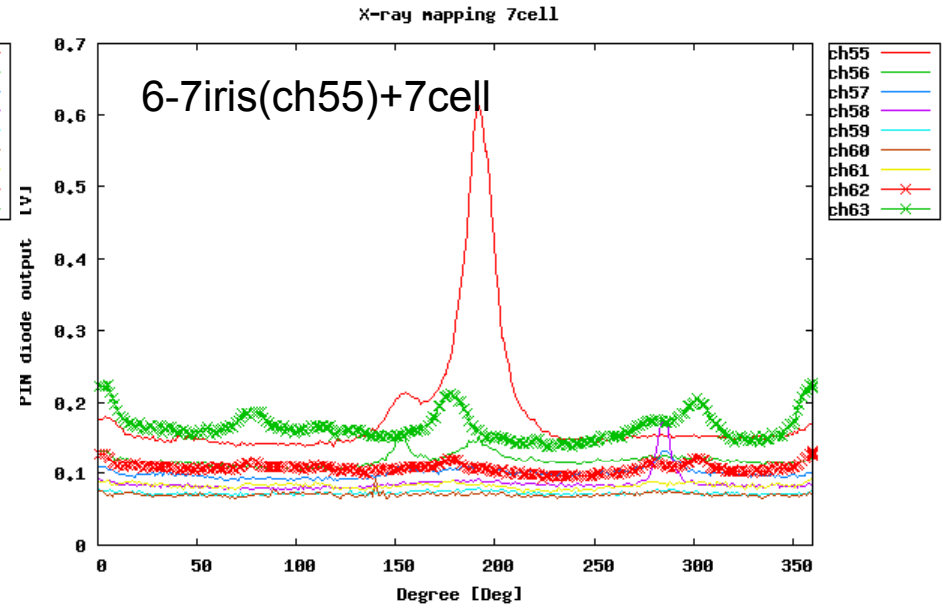
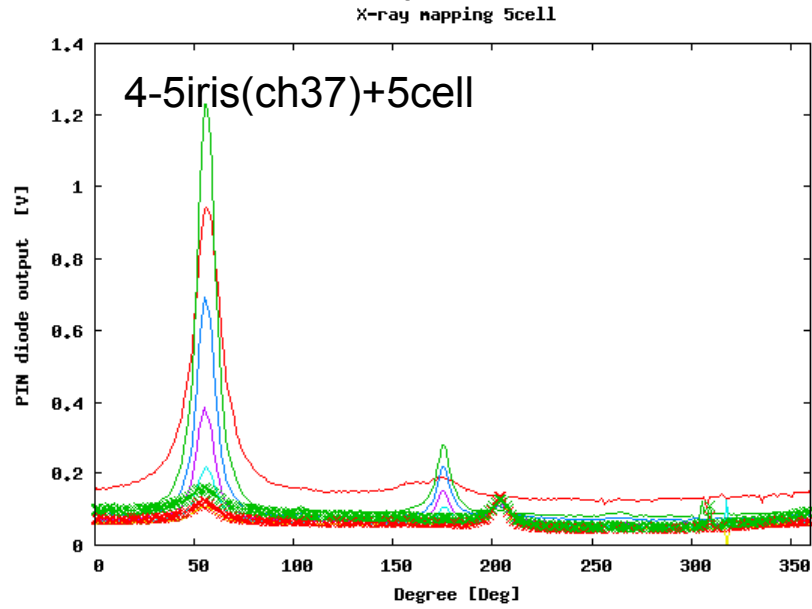
7.5 MV/m, アイリス部のX線



パスバンド測定 & エイジングを試みるも、どのモードでも激しいemissionを観測

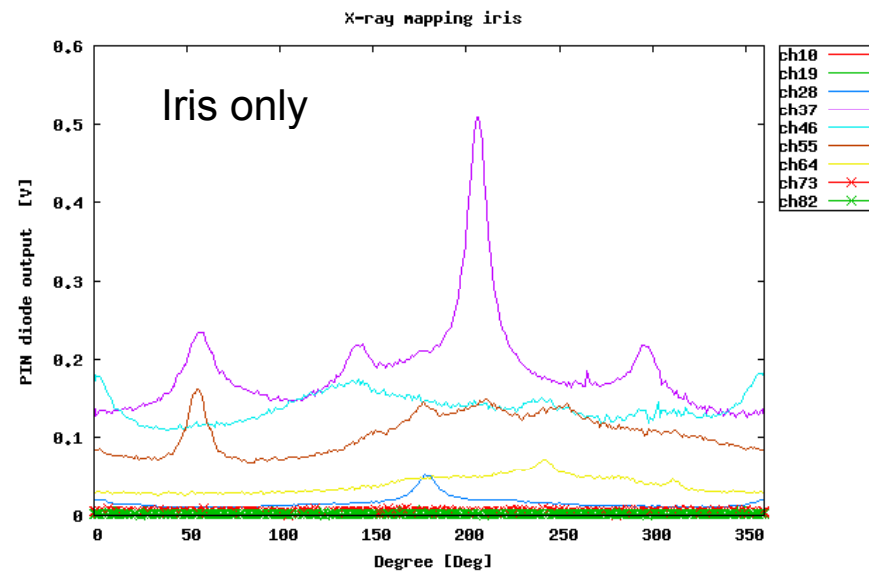
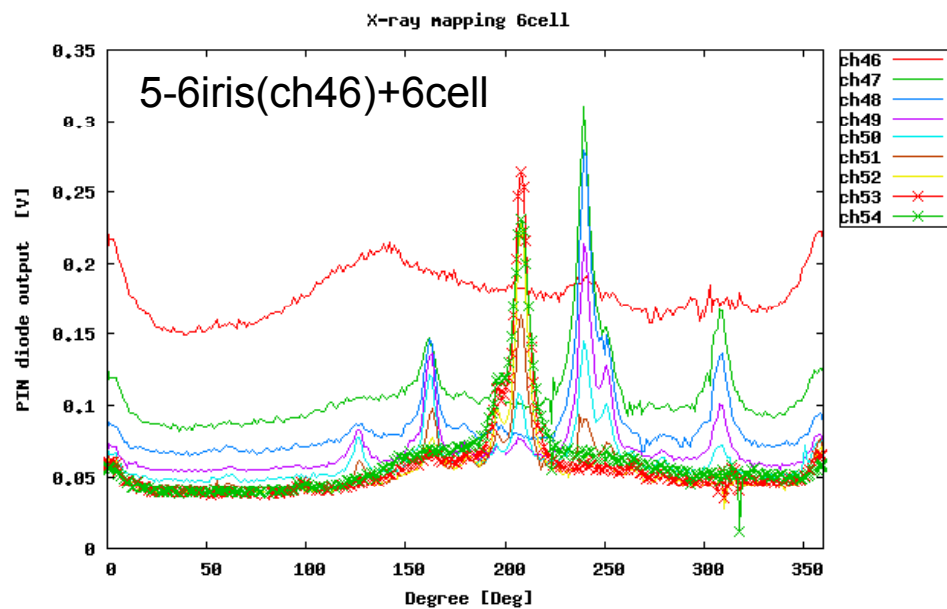
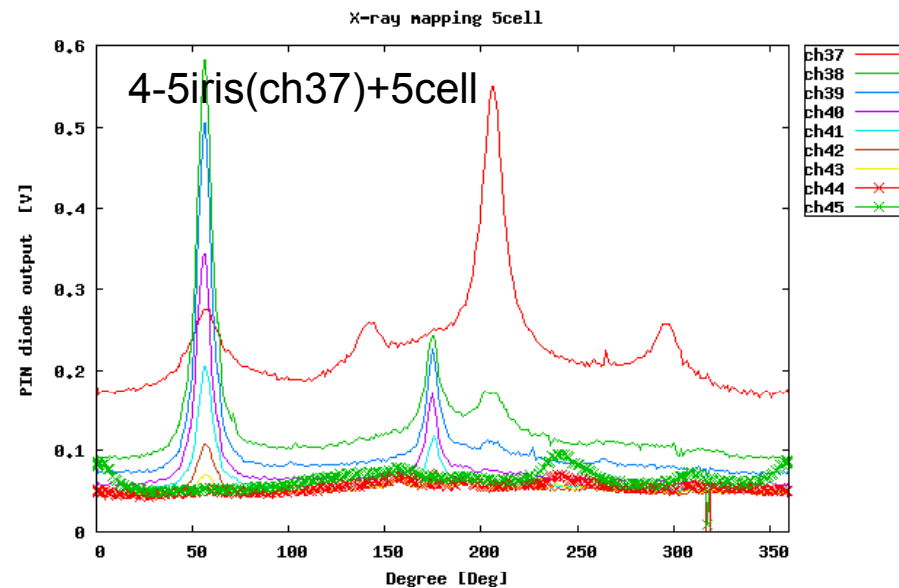
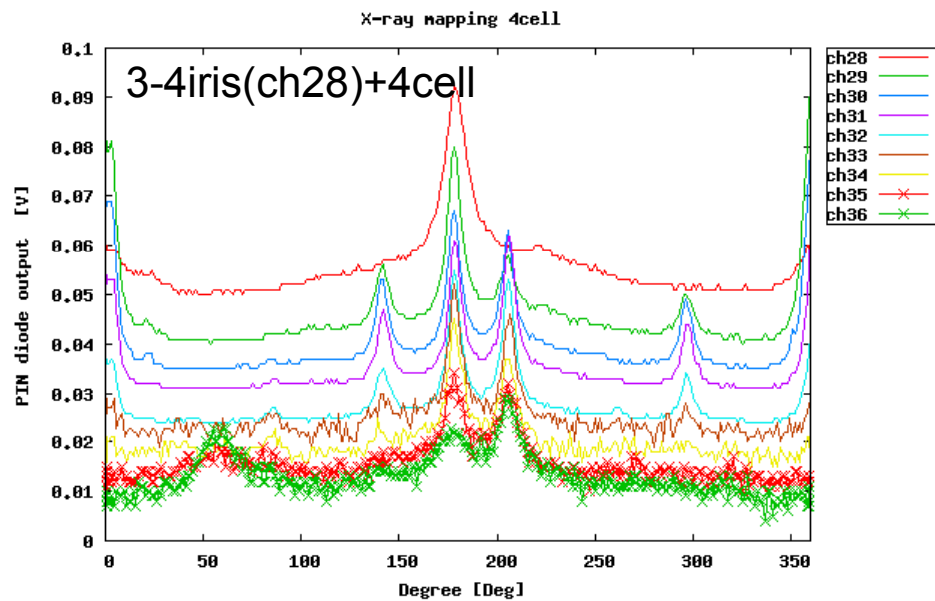


# 3/9pi-mode (11.0MV/m@end cell, Q0=4.7\*10^9)



数多くのemission sourceができてしまったと思われる。

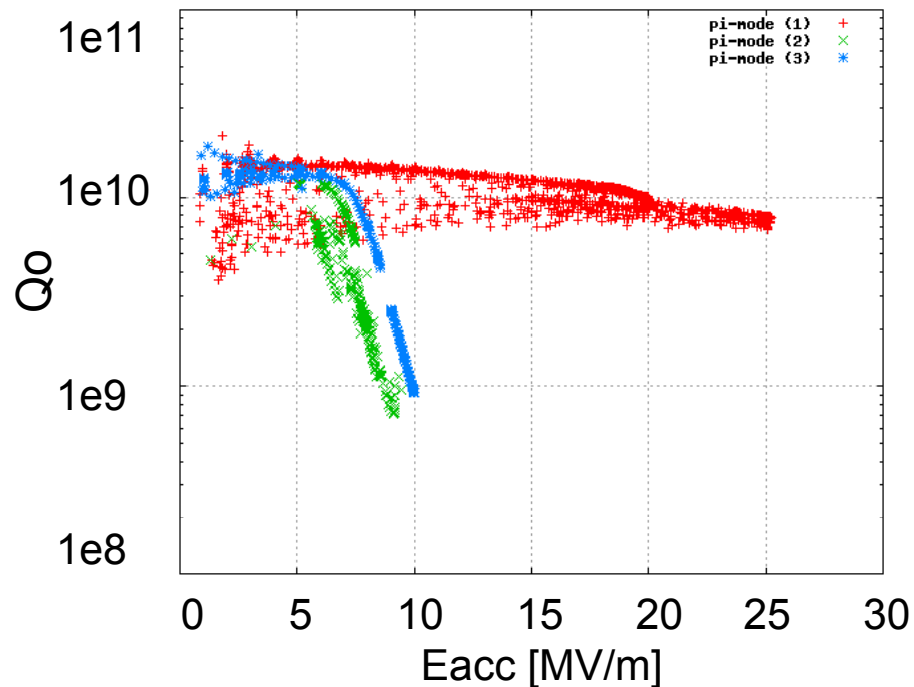
# 1/9pi-mode (3.2MV/m@end cell Q0=4.8\*10^9)



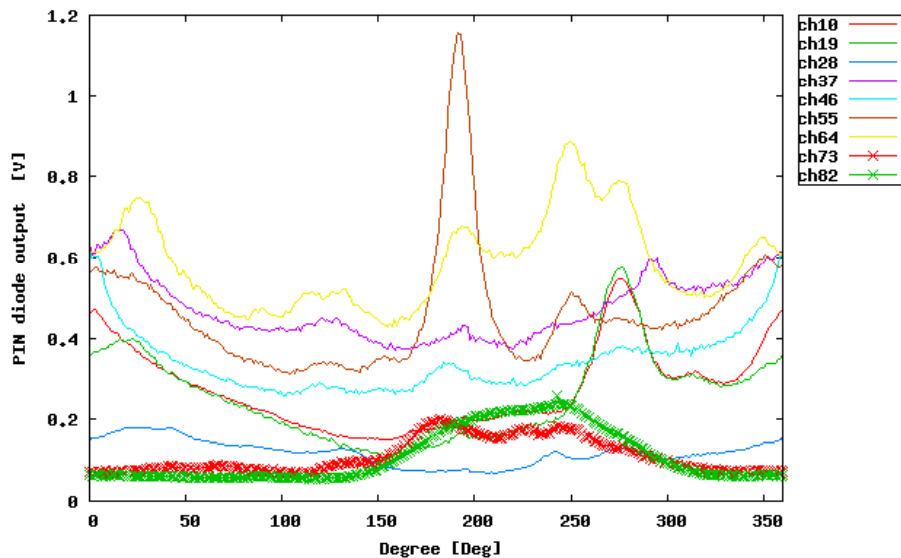


# 2K $\pi$ -mode(3回目)

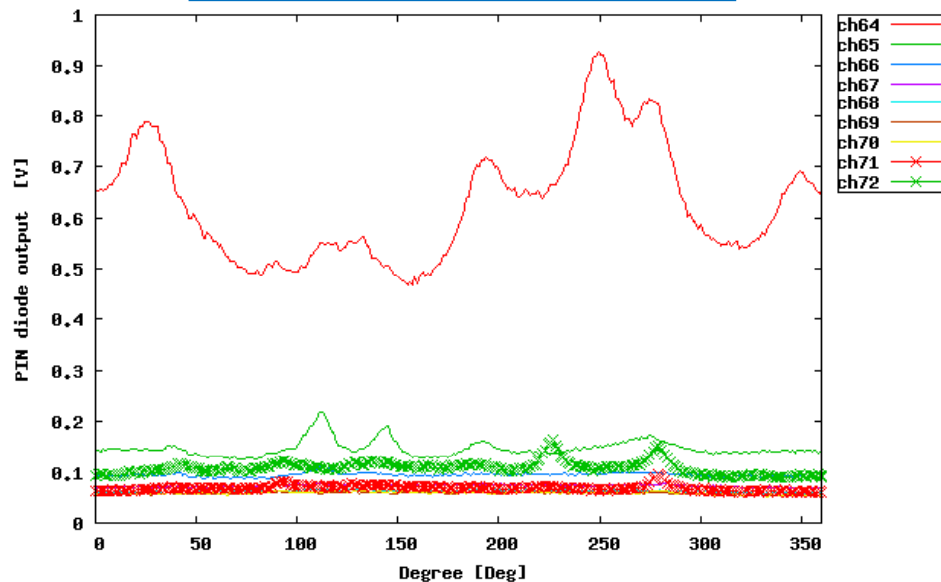
- 2回目よりは多少プロセスされている感があるも、元には戻らなかった。
- 激しいfield emissionにより10MV/m程度に制限される。



9.0 MV/m, アイリス部のX線



9.0 MV/m, 8cellでのX線



# 測定後の内面観察について

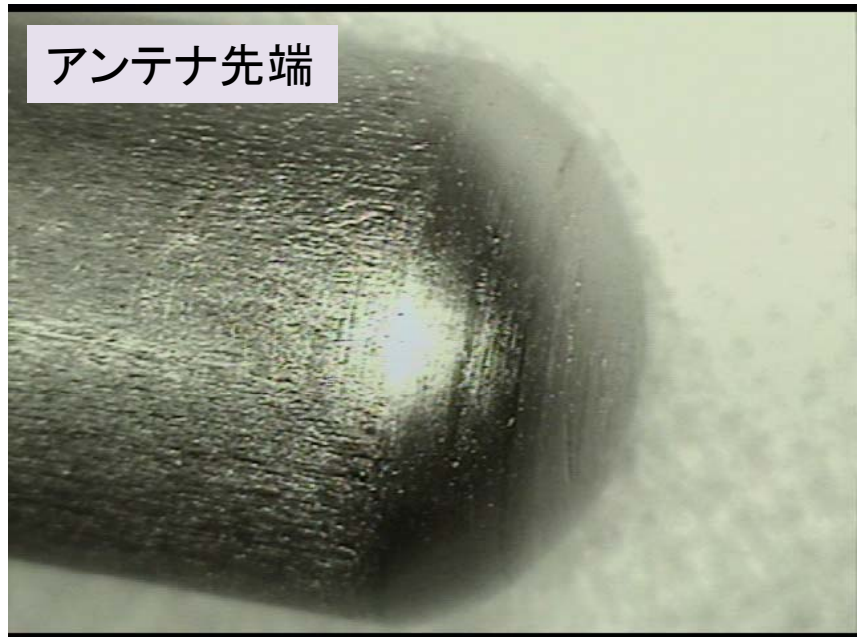
- 縦測定後にフランジをばらし、カップラーおよび空洞内部を観察
- カップラー周辺は顕微鏡を用いて観察。ベローズ、セラミック等を含め放電等の異常が起こっているようには思えない。
- 空洞内面には、既知のピットがいくつか存在する。4セルと2セル赤道はピットが多い。発熱部分には、近い部分にピットあり。
- スパッターなどが起こった様子は空洞内部にも特に見られない。
- Local grindingした部分は、50+30umのEPをした後では、ほとんど目立たない。

# カップラーの様子

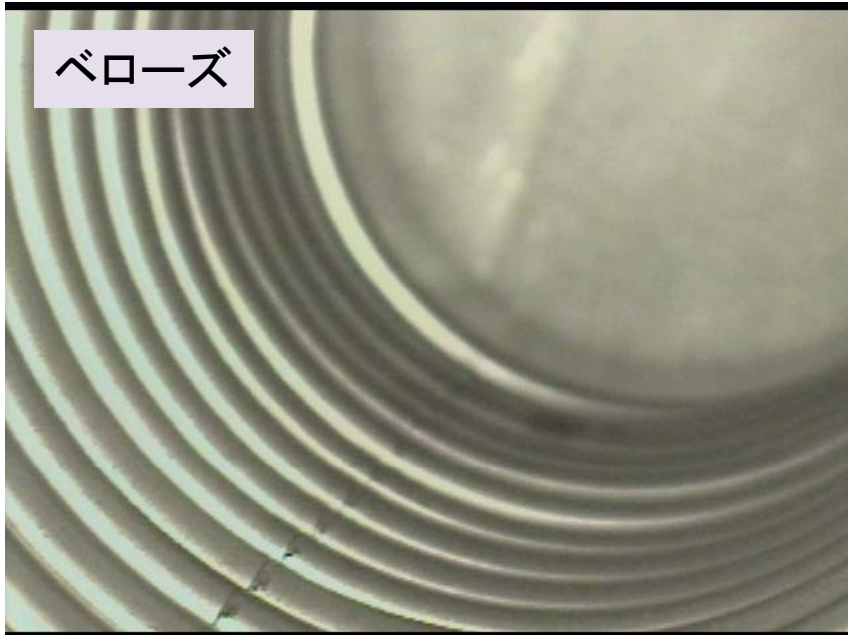
カップラー全体



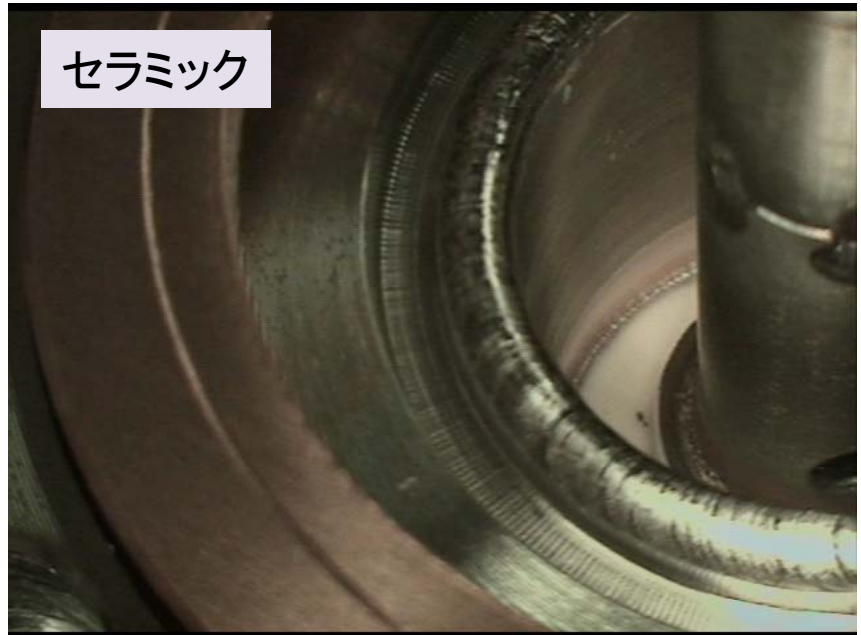
アンテナ先端



ベローズ



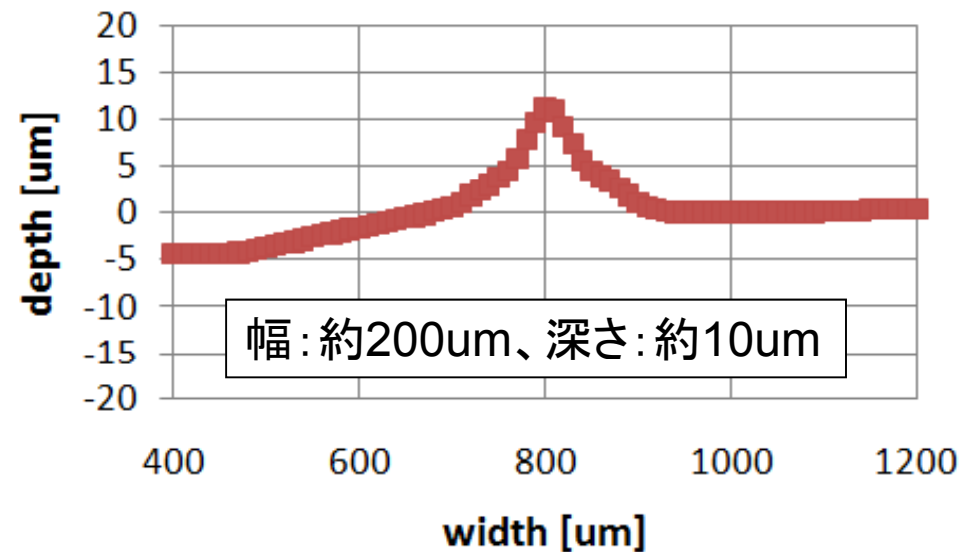
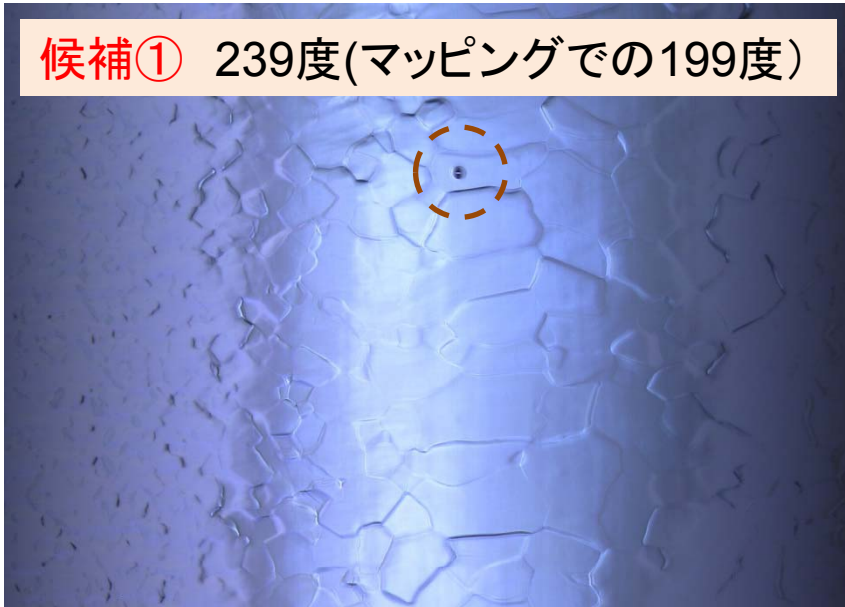
セラミック



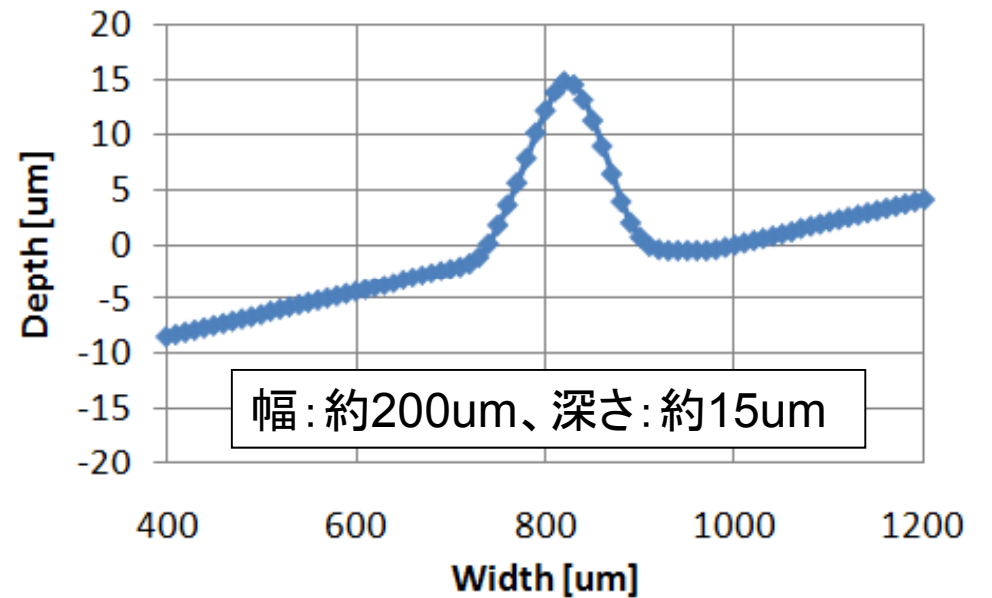
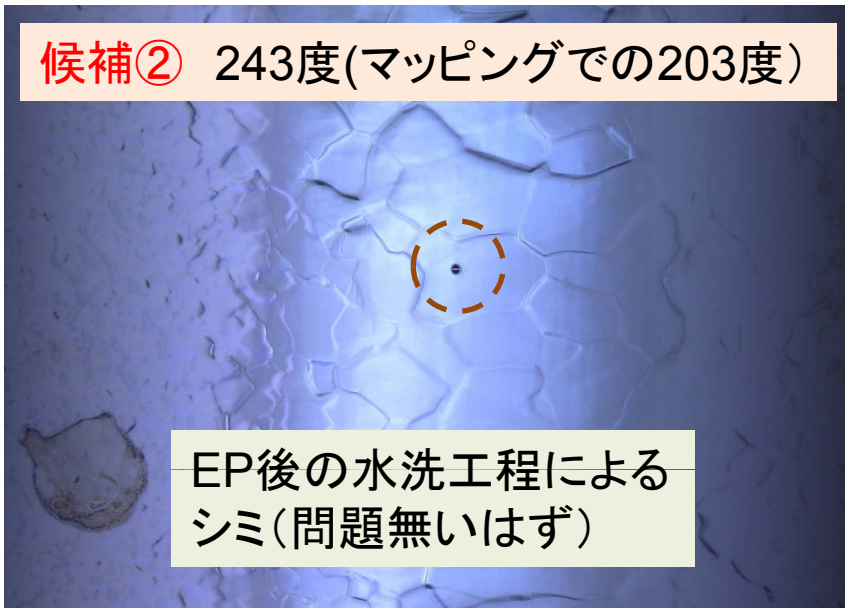
# 2セル赤道での発熱の候補

どちらもピット  
図は凹凸が反転なので注意

候補① 239度(マッピングでの199度)



候補② 243度(マッピングでの203度)

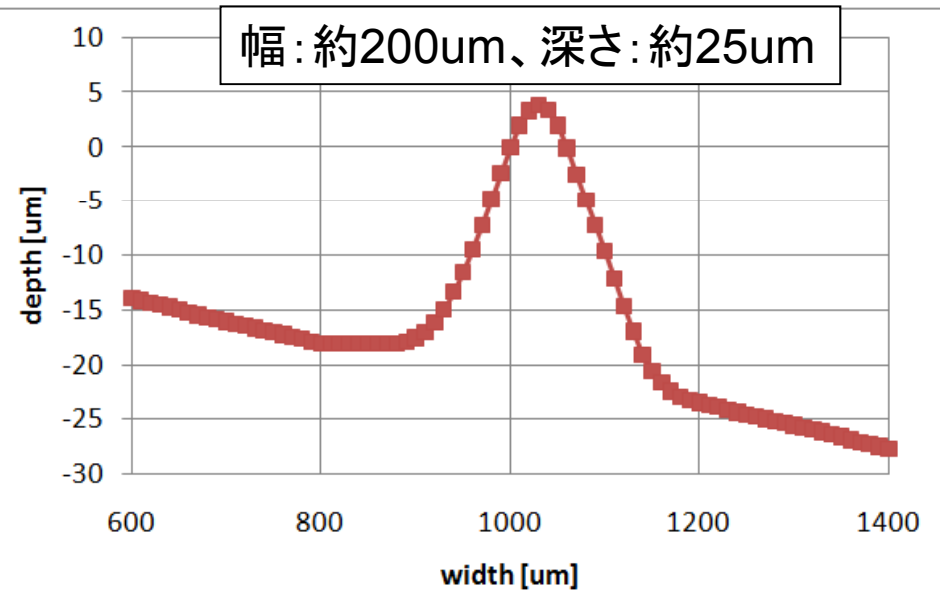
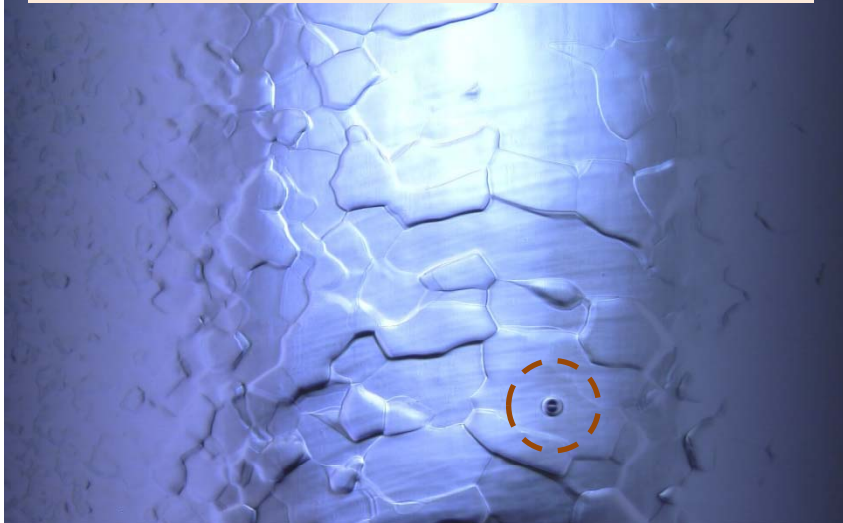


# 4セル赤道での発熱の候補

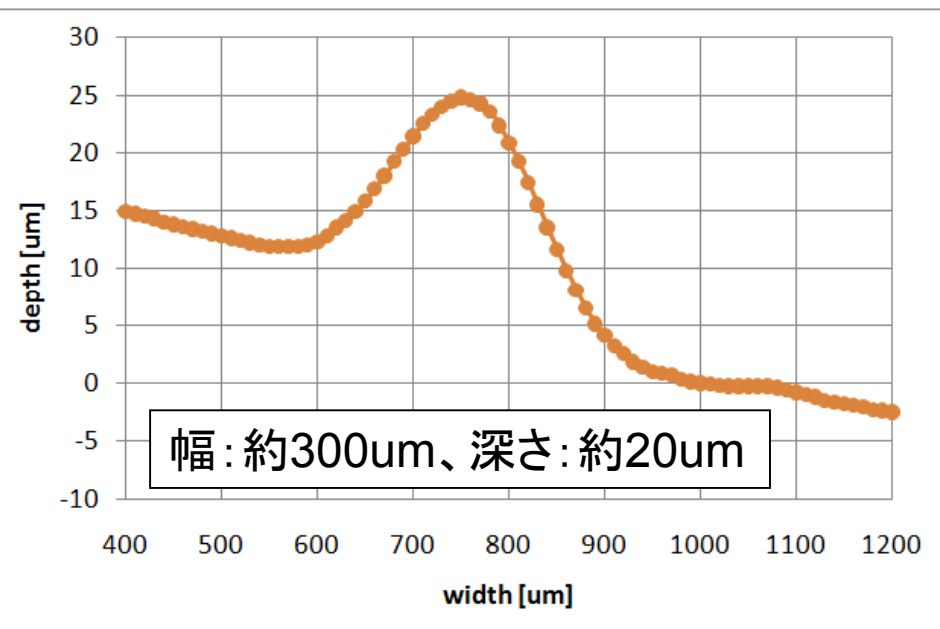
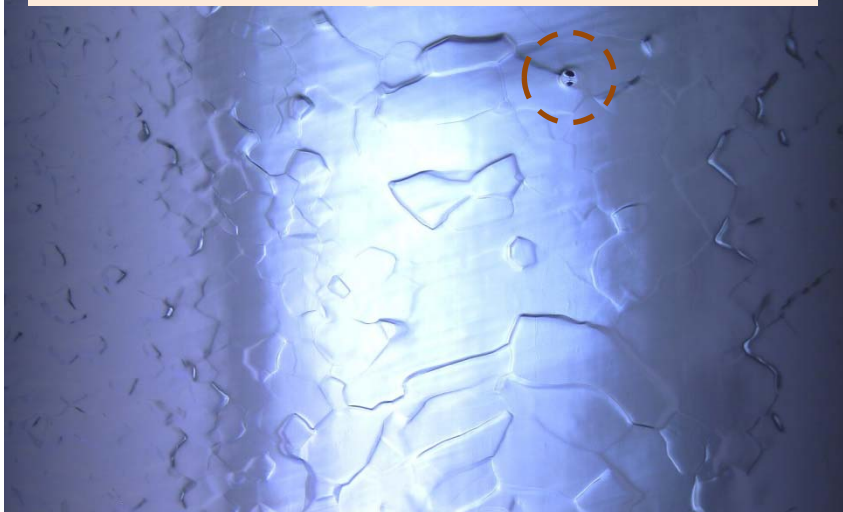
どちらもピット

図は凹凸が反転なので注意

候補① 110度(マッピングでの70度)



候補② 130度(マッピングでの90度)

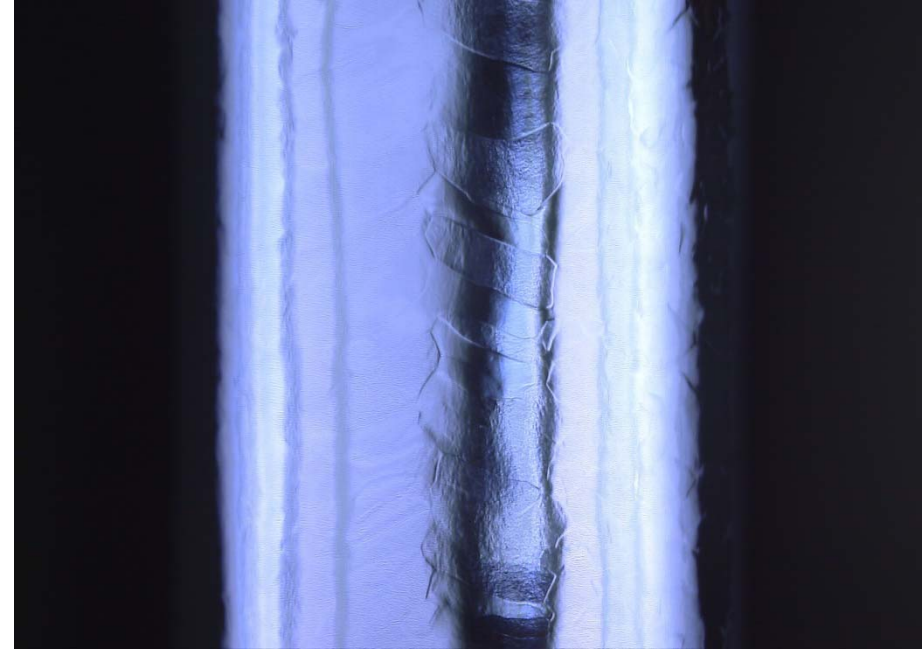


# Local grindした場所（突起の合った場所）

6回目縦測定前  
(Local grinding直後)



7回目縦測定後  
(Local grinding以降、EP 50um + 30um)



Local grindした場所は、EP80um後ほとんど目立たなくなっている。  
(EP50umの段階ですでにかなりきれい)  
今回最初にfieldが出たことから、Local grindingにより十分修復された

# まとめ

- 前回の測定(真空リークにて測定終了)以降、30 $\mu$ mのEPを行い、再度縦測定を行った。
- 最初の2K  $\pi$ -mode測定においては、radiationも少なく25MV/mに到達した。(20MV/mにて $Q_0=1 \times 10^{10}$ )
- 6 $\pi$ /9 modeの測定中に、36MV/mでクエンチした以降、field emissionが増加。
- その後、pass-band modeにてプロセスを試みるが、多少改善したのみで、最終の $\pi$ -mode性能は10MV/mに制限された。
- X線マッピングから、かなり多数のX線トレースが観測されている。
- 6 $\pi$ /9 modeでのクエンチに起因して、何かが起こりemission sourceをまき散らしたか？

# 今後の予定

- 3/15の週 アセンブリ準備
- 3/23の週 EP&アセンブリ
- 4/19の週 縦測定
  
- 3月末 ERL9セル#2号機納品
  
- 4月上旬 新セラミック窓(セラミック厚さを薄くして、1.3GHzから共鳴を逃げた)のハイパワー試験@JAEA
- HOMダンパーの冷却試験(ヒーター試験)は、適宜、東大物性研にて実施中