KOTO実験の状況

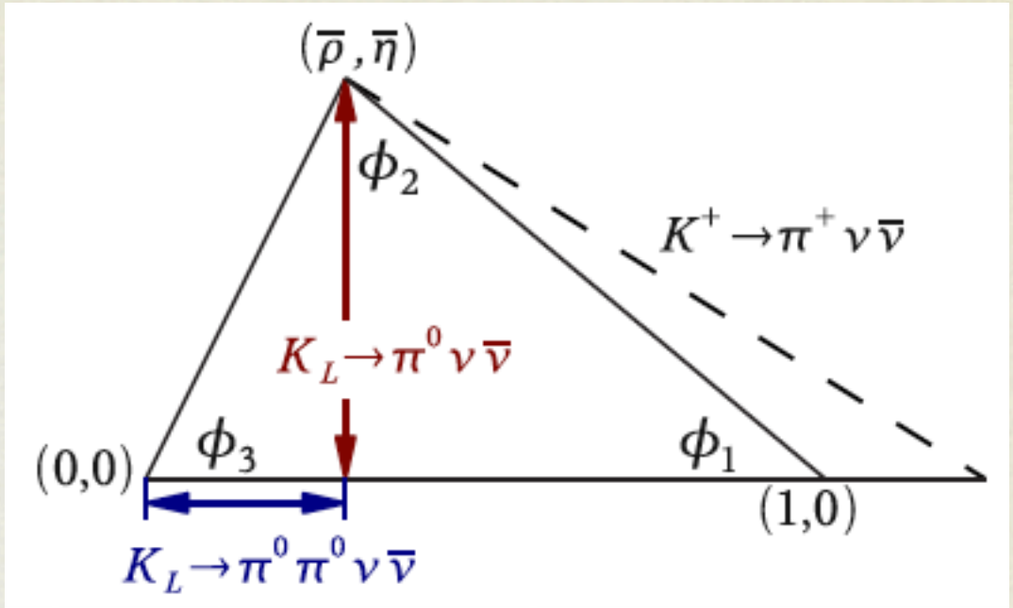
17th ICEPP Symposium　2011/02/20

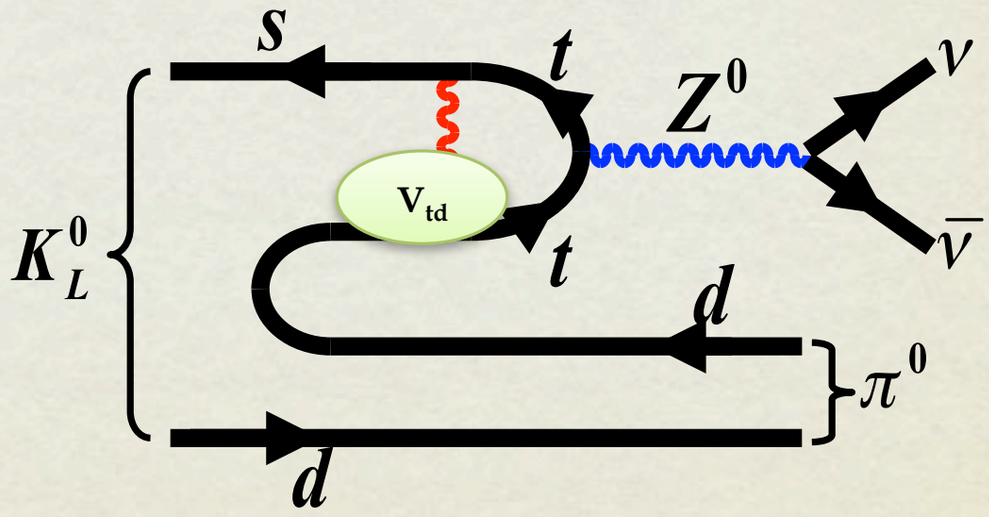
大阪大学　外川　学

Collaboration meeting at 2011/02/18 ~ 2011/02/20

E14 KoTO実験：K_L -> $\pi^0\nu\bar{\nu}$崩壊測定

- “直接的” CP violation
- CKM行列の複素位相ηによる
  - Br ∝ η^2：Unitary triangleの高さ決定
- 理論不定性が小さい
  - 1-2% -> SM検証に感度
- 非常に稀
  - 2.5 x 10^{-11} @ SM

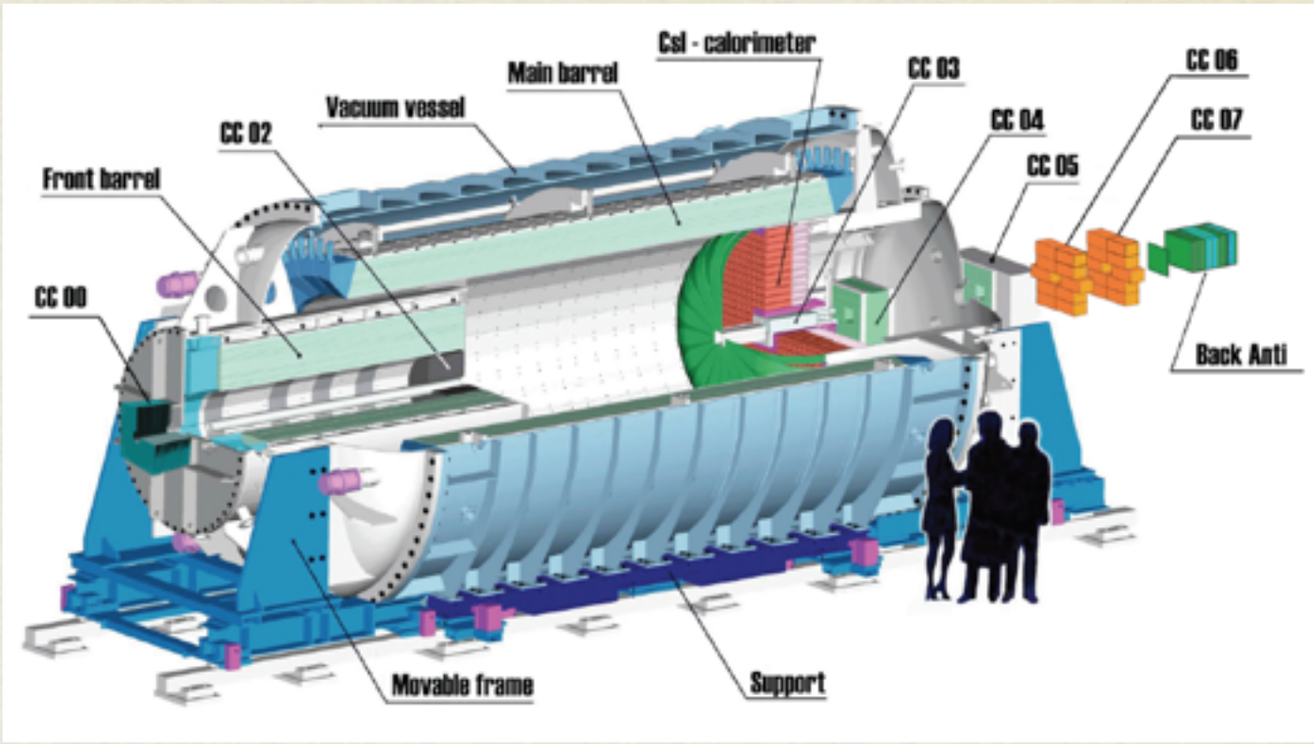


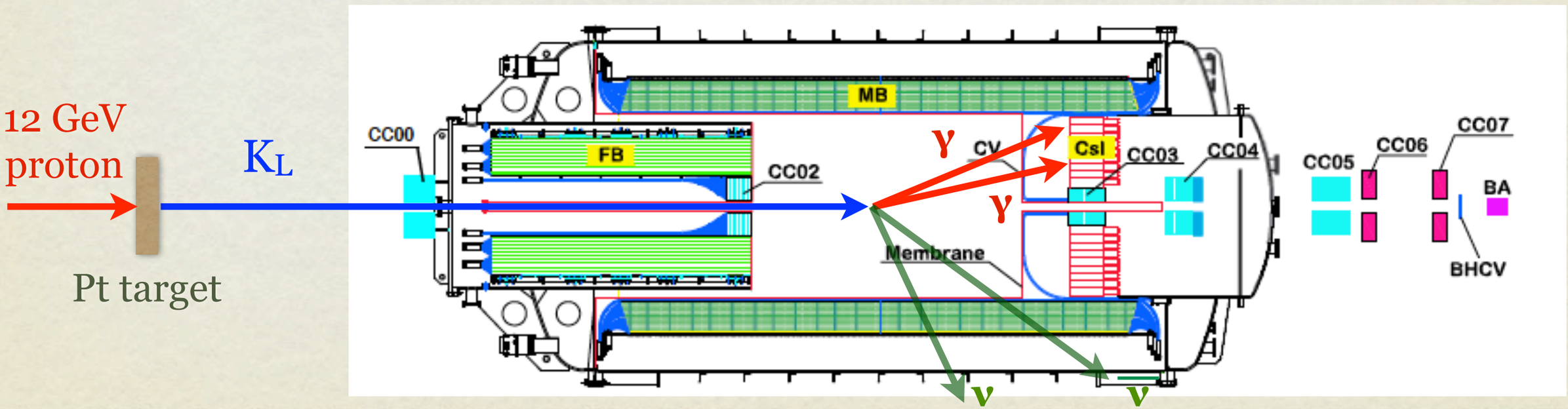


K_L -> $\pi^0\nu\nu$測定 ：E391A実験 @ KEK 12 GEV PS

- π^0 + nothingを測定
  - π^0 -> 2γ：前方CsI検出器
  - 他、周辺検出器がnon-active
- Br 上限値 2.6 x 10^{-8}

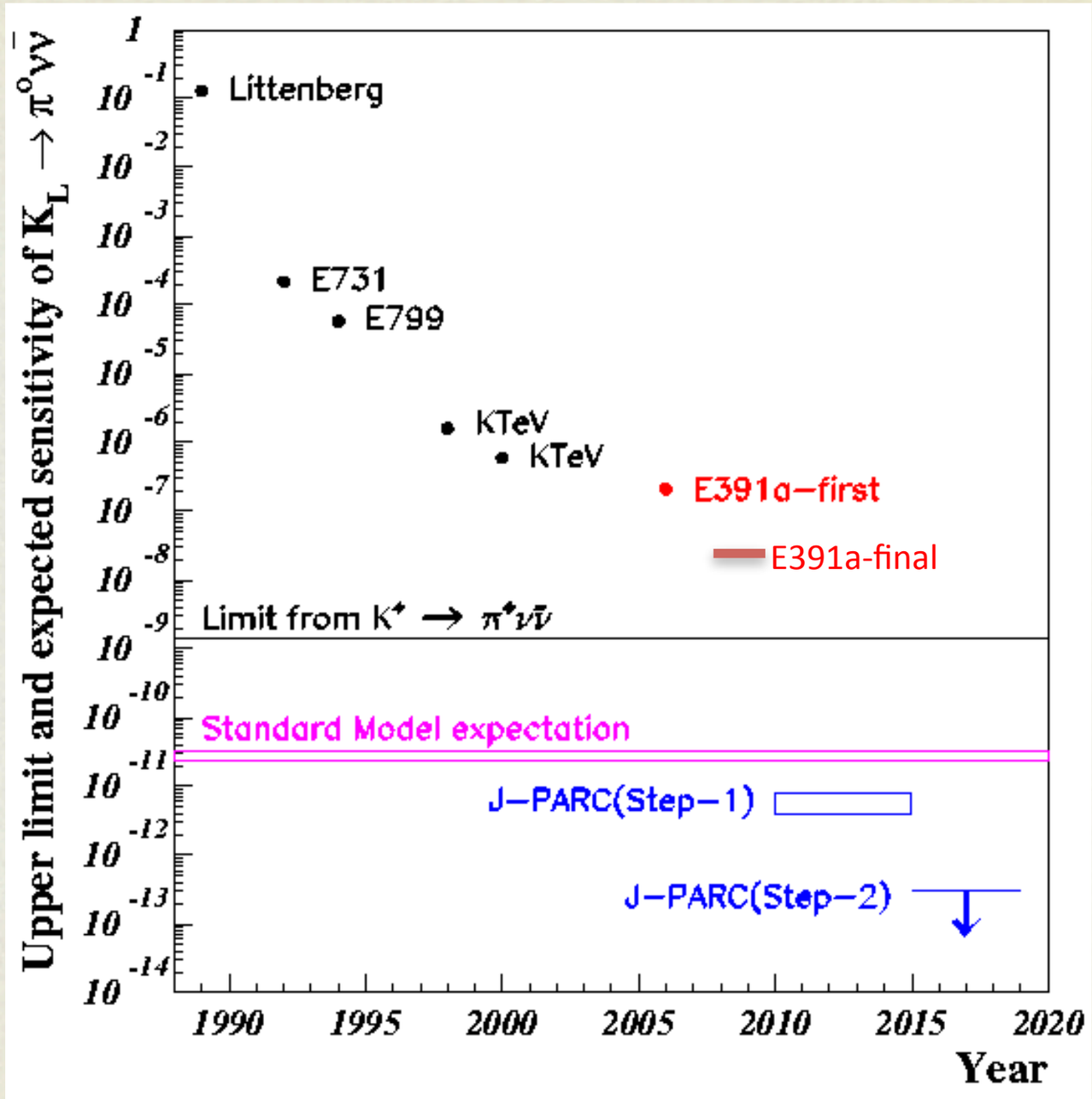
Phys.Rev.D81:072004





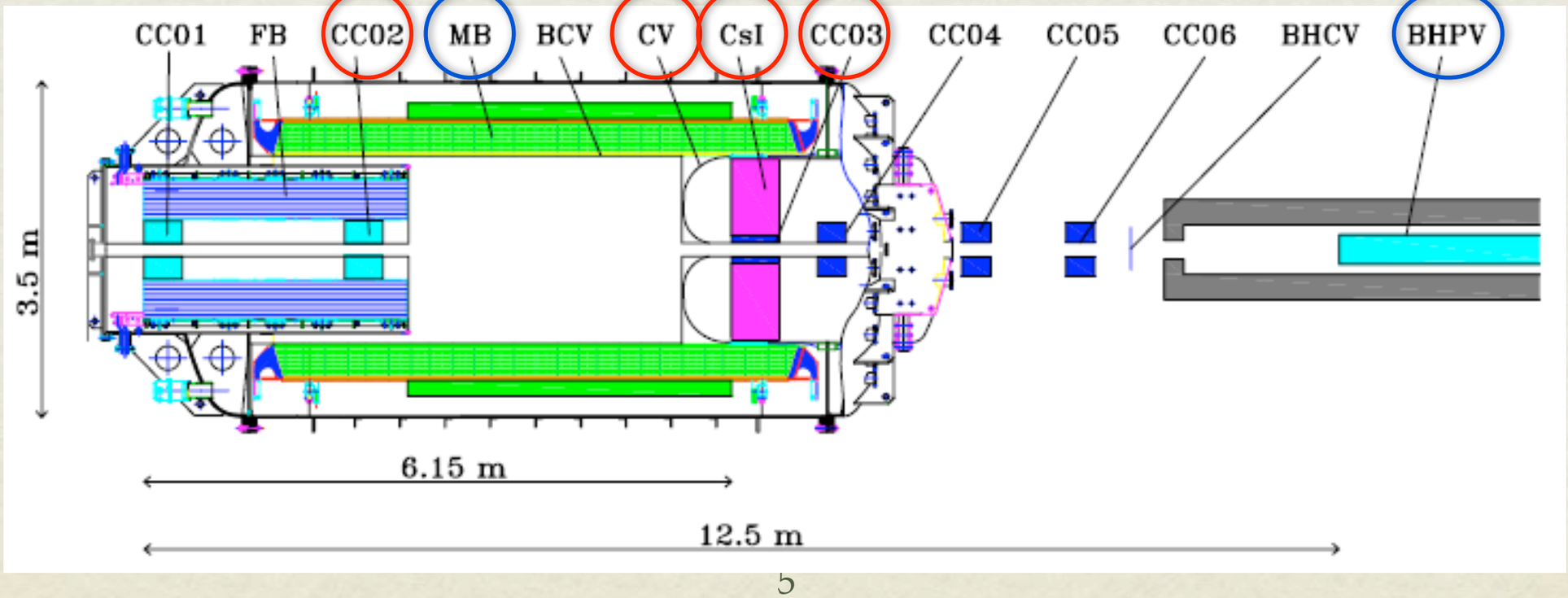
E391a -> KoTO -> ???　　...*STEP by STEP*

- E391a実験により測定手法確立
  - 更なる高統計での測定
    <- J-PARCの高強度ビーム
- J-PARC step 1 (E14 KoTO)
  - Grossman-Nir limit (10^{-9})
  - SM感度(10^{-11})
- J-PARC step 2
  - ~100イベント



KoTO（K⁰ at TOkai）実験 ＝ E391a+

- KoTO = K⁰ at TOkai
  - 高強度中性ビーム
  - New beam line : 中性子削減
- コンセプトはE391a。学んだことを生かしたアップグレード
  - 特にビーム周りの検出器群を先攻



スケジュール

Slide from Nanjo-san (Kyoto) at last year : On time!

KOTO実験予定

- 2008
  - Beam line design
  - 2009.2 J-PARC Hadron Hall 1st beam
- 2009
  - 2009.4-2009.9 Beam line construction
  - 2009.10-2010.2 Beam line survey
  - Detector preparation
    - CsI preparation : ~3000 crystals
    - DAQ with 125MHz FADC
    - Other detectors
- 2010 CsI Engineering Run 現在進行中
- 2011 Full detector and Physics Run

2010：メインはCsI建設

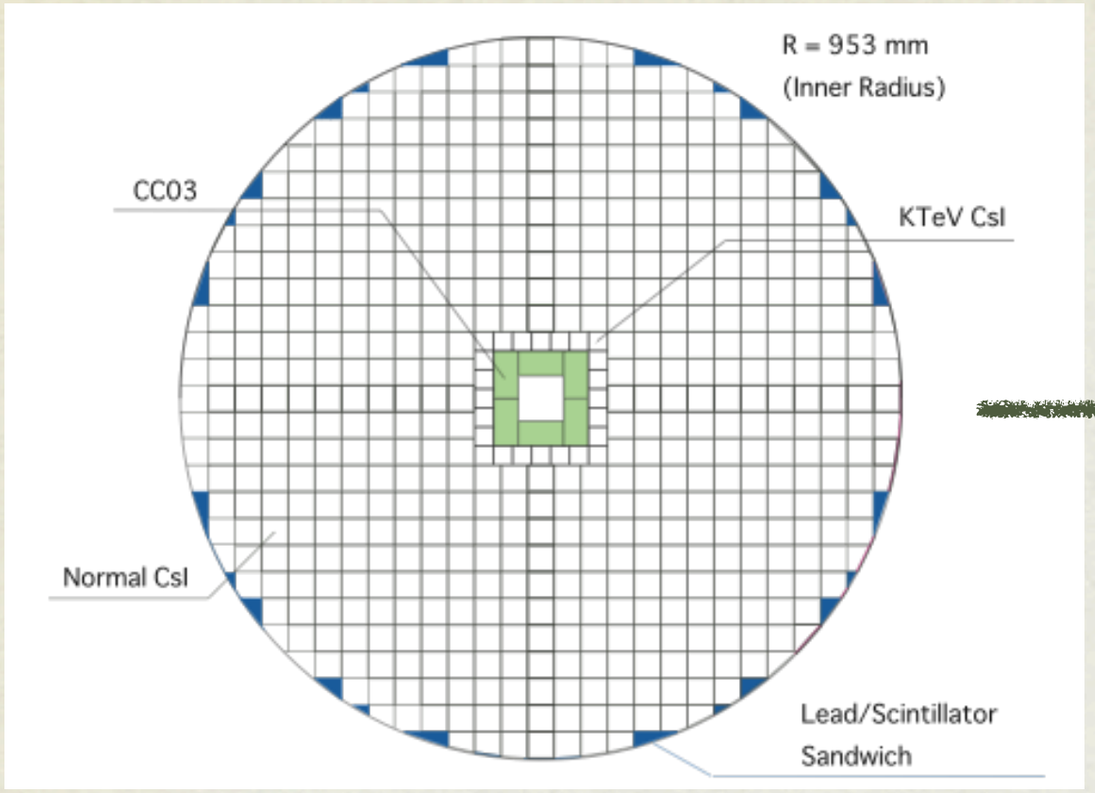
- 2010.1 & 4 : 144 ch CsI test
- 2010.5 ~ : CsI construction
- DAQ system is moved to Tokai
- 2 beam time
  - 2010.10-11 : 1st CsI engineering run
  - 2011.4 : Engineering run
- Other detectors
  - CV
  - NCC
  - and more

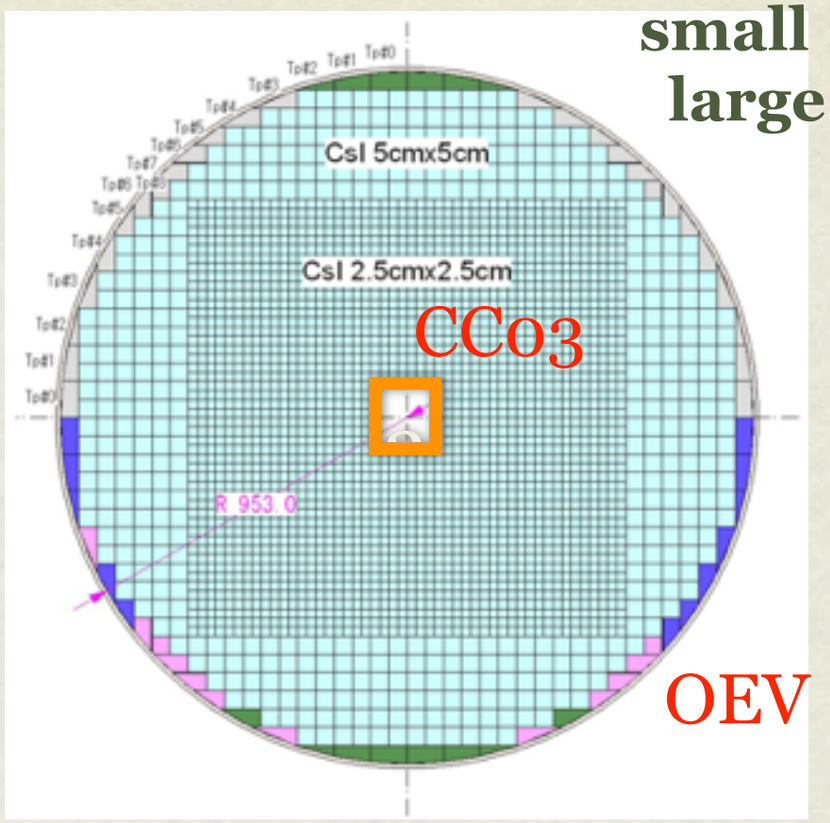
CsI 検出器 @KoTO

KTeV crystal

E391a : 7 x 7 x 30 cm^3 ($16X_0$)

KoTO : 2.5 x 2.5 x 50 cm^3 ($27X_0$)
+ 5.0 x 5.0 x 50 cm^3

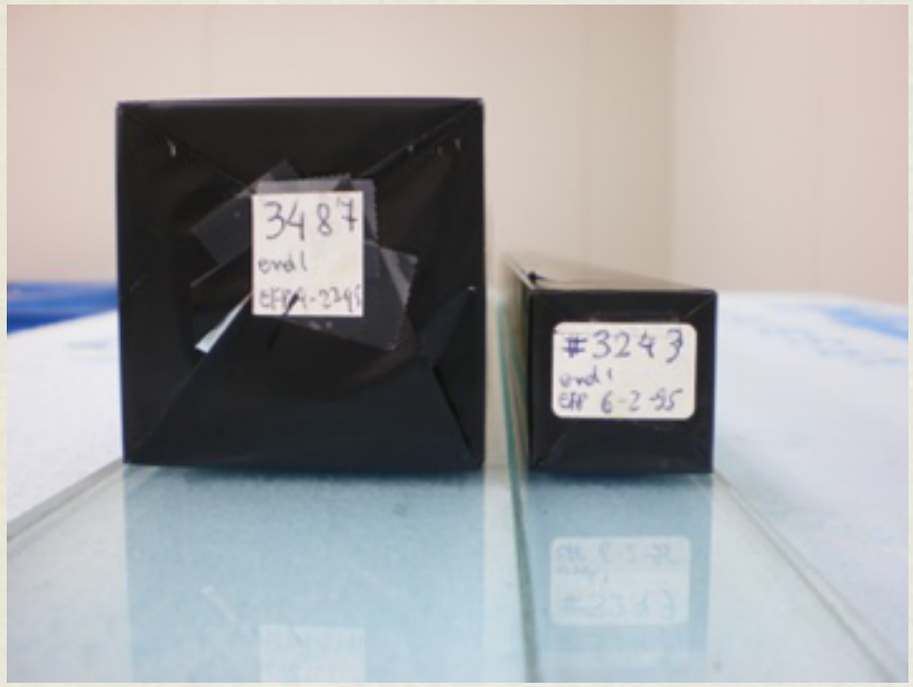




- (pure)CsI結晶はKTeVの物を借り入れ
  - エネルギー分解能の向上 -> z-vertex分解能の向上
- VETO用カウンター
  - ビームホール：CC03、外周部：OEV (Outer Edge Veto)

CsI 検出器 @KoTO

CsI結晶

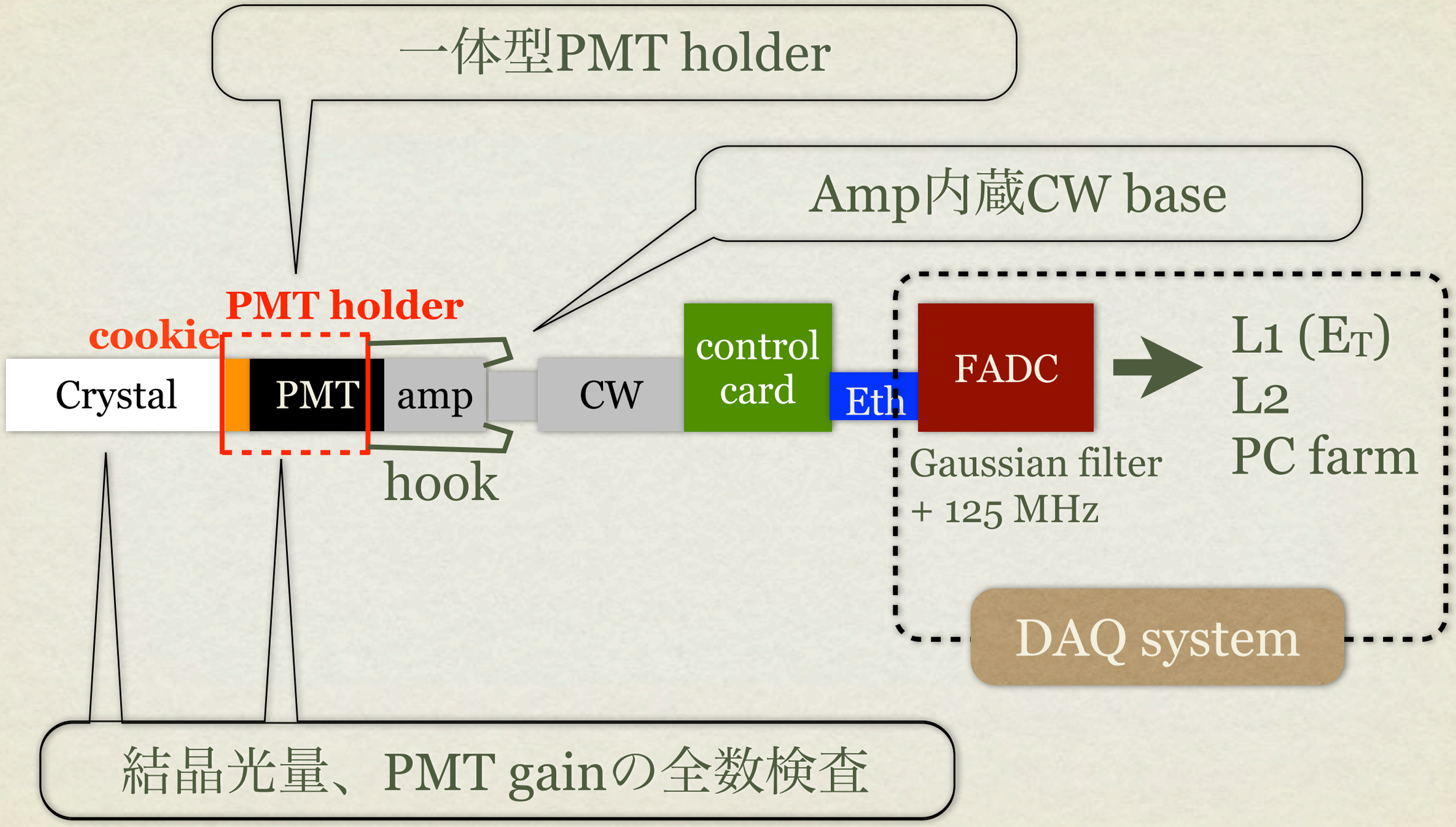


- Large : 5 cm角
- Small : 2.5 cm角
- CCo3はLargeから切り出し

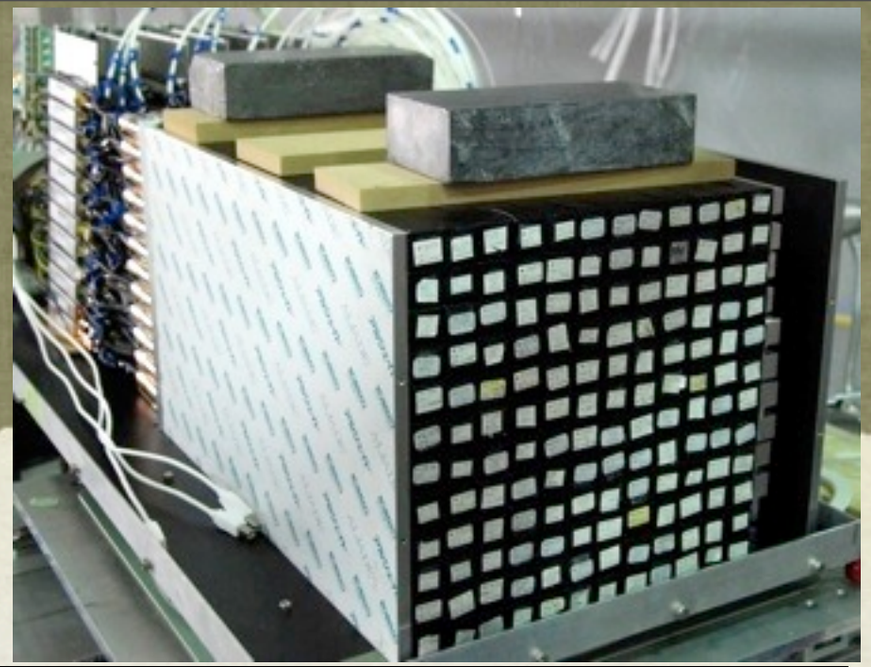
OEV

- 鉛シンチサンドイッチ+WLSファイバー+PMT
- 外周に分布するK -> 2πバックグラウンドをVETO

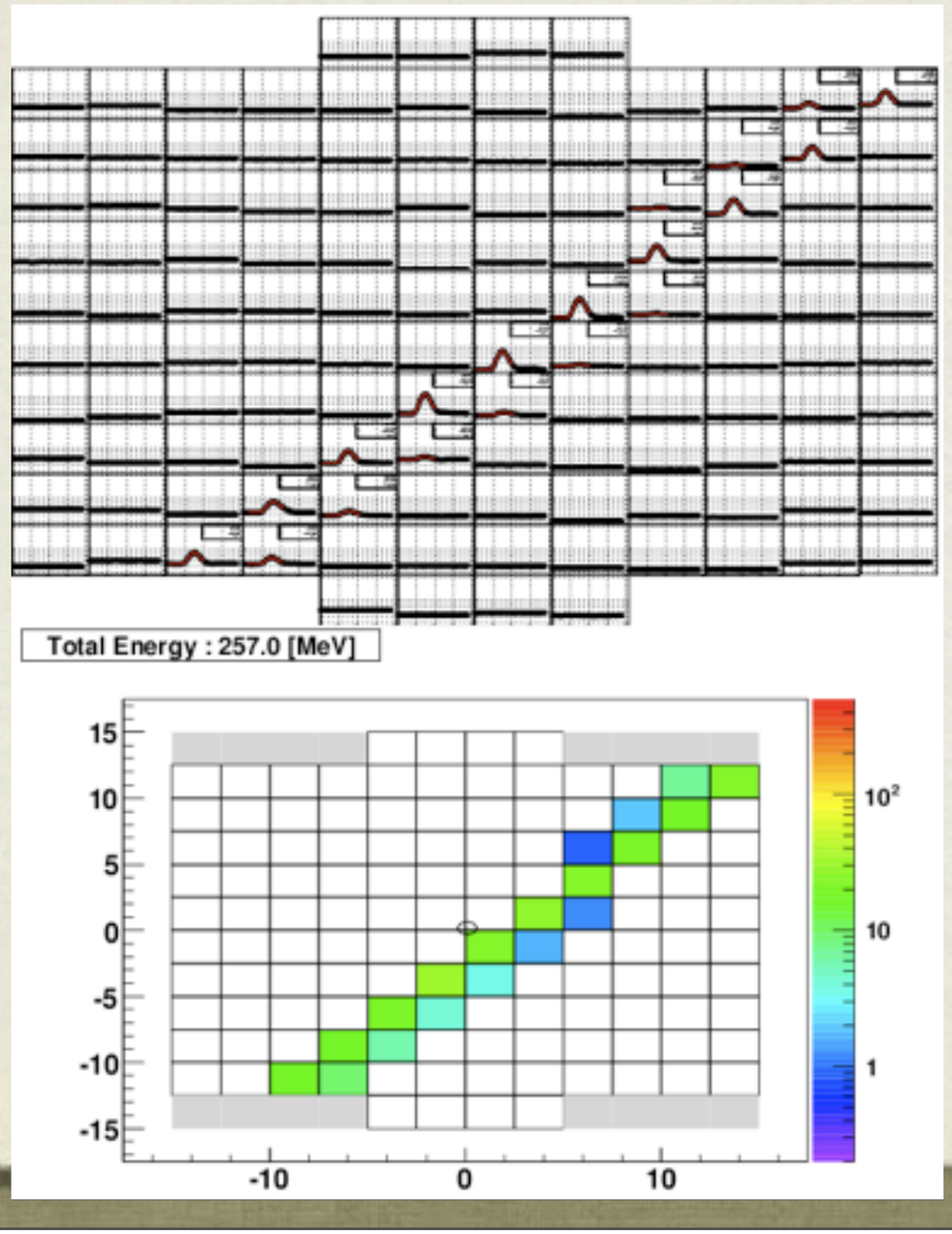
CsI 検出器全体

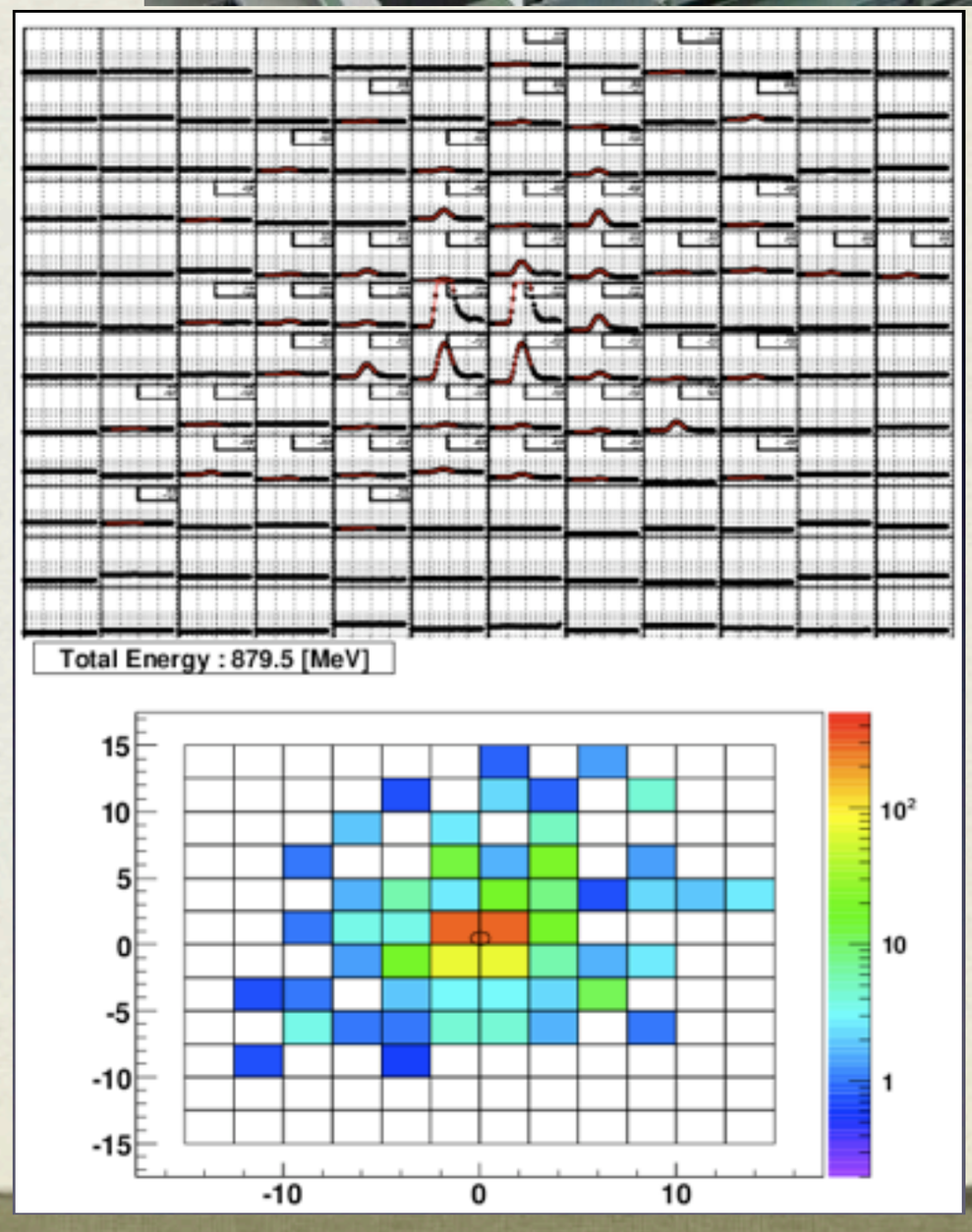

一体型PMT holder
Amp内蔵CW base
PMT holder
cookie
Crystal
PMT
amp
hook
CW
control card
Eth
FADC
Gaussian filter
+ 125 MHz
L1 (ET)
L2
PC farm
DAQ system
結晶光量、PMT gainの全数検査

144 ch テスト実験@仙台（2010/4）



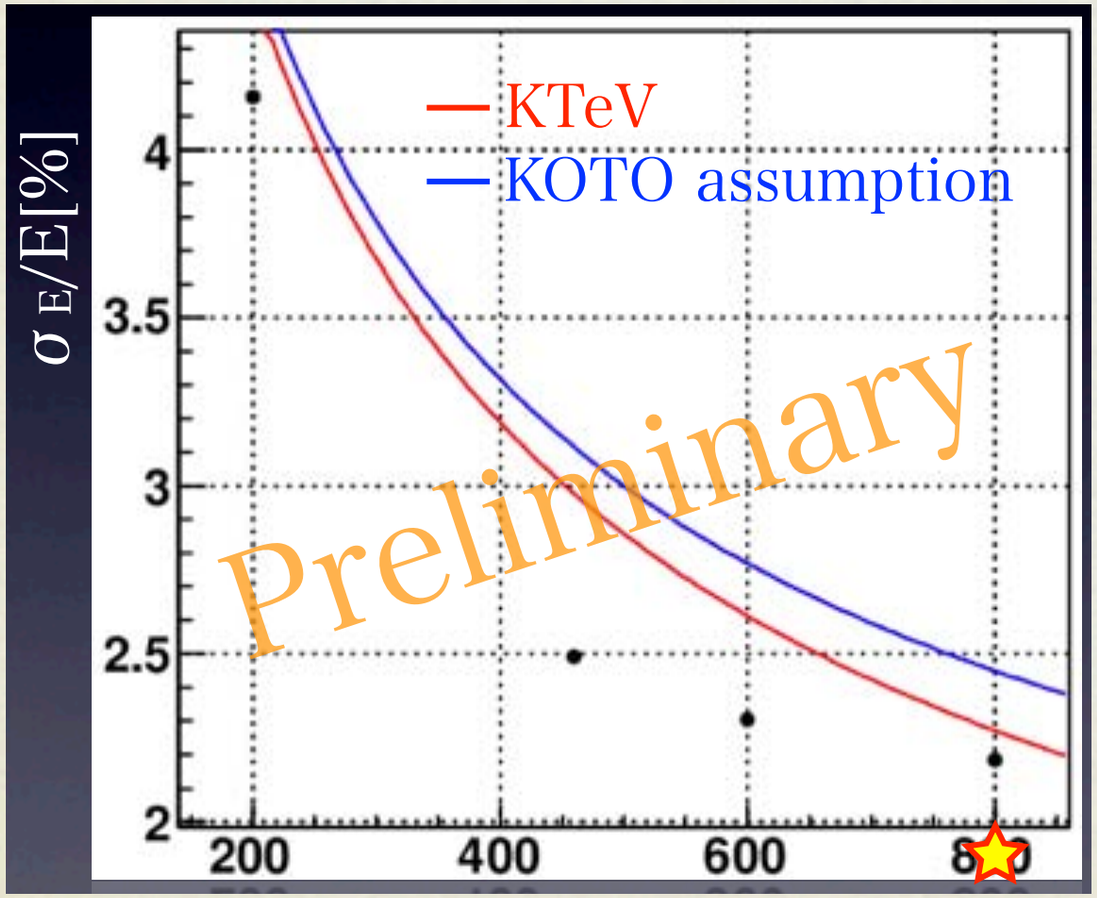
- 144 chで性能評価

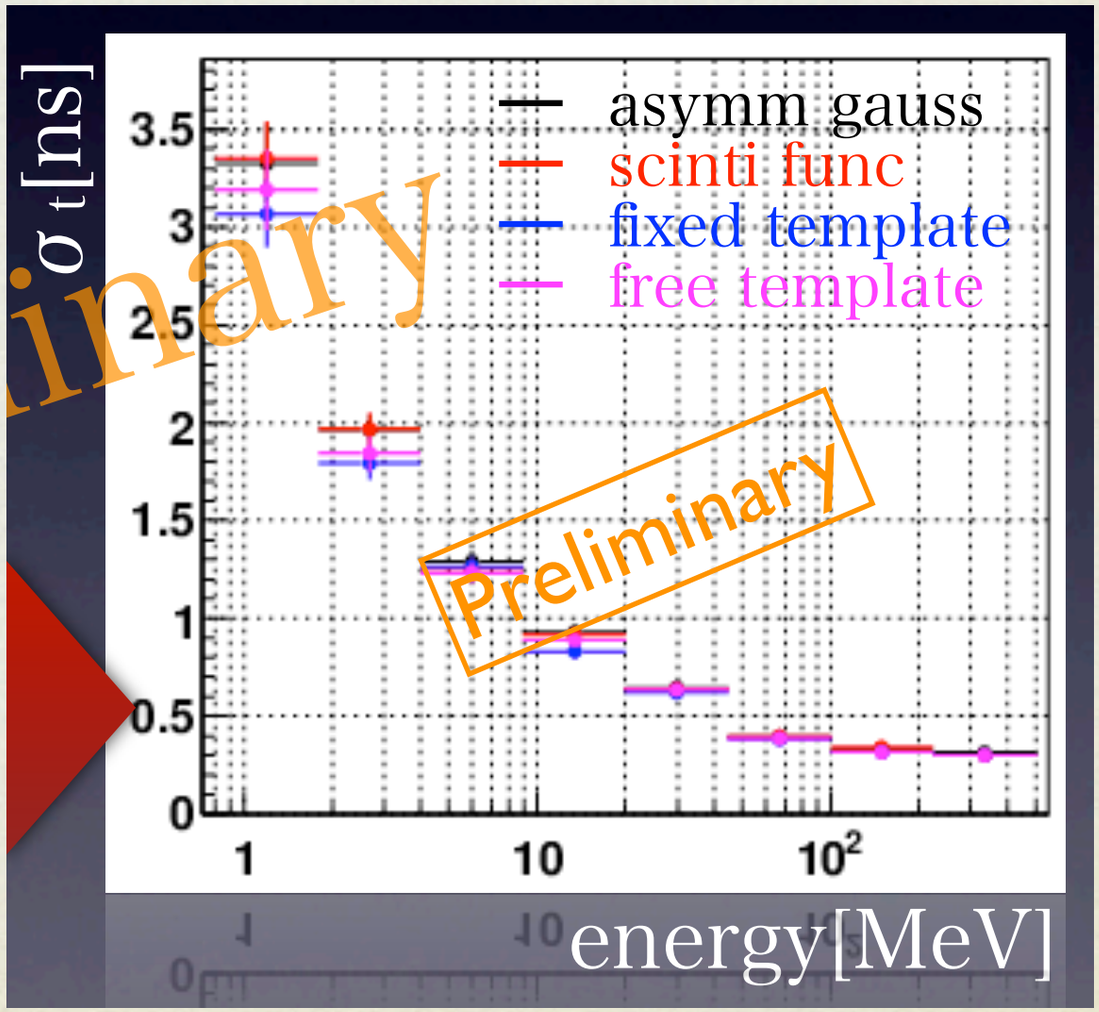




Energy and timing resolutions

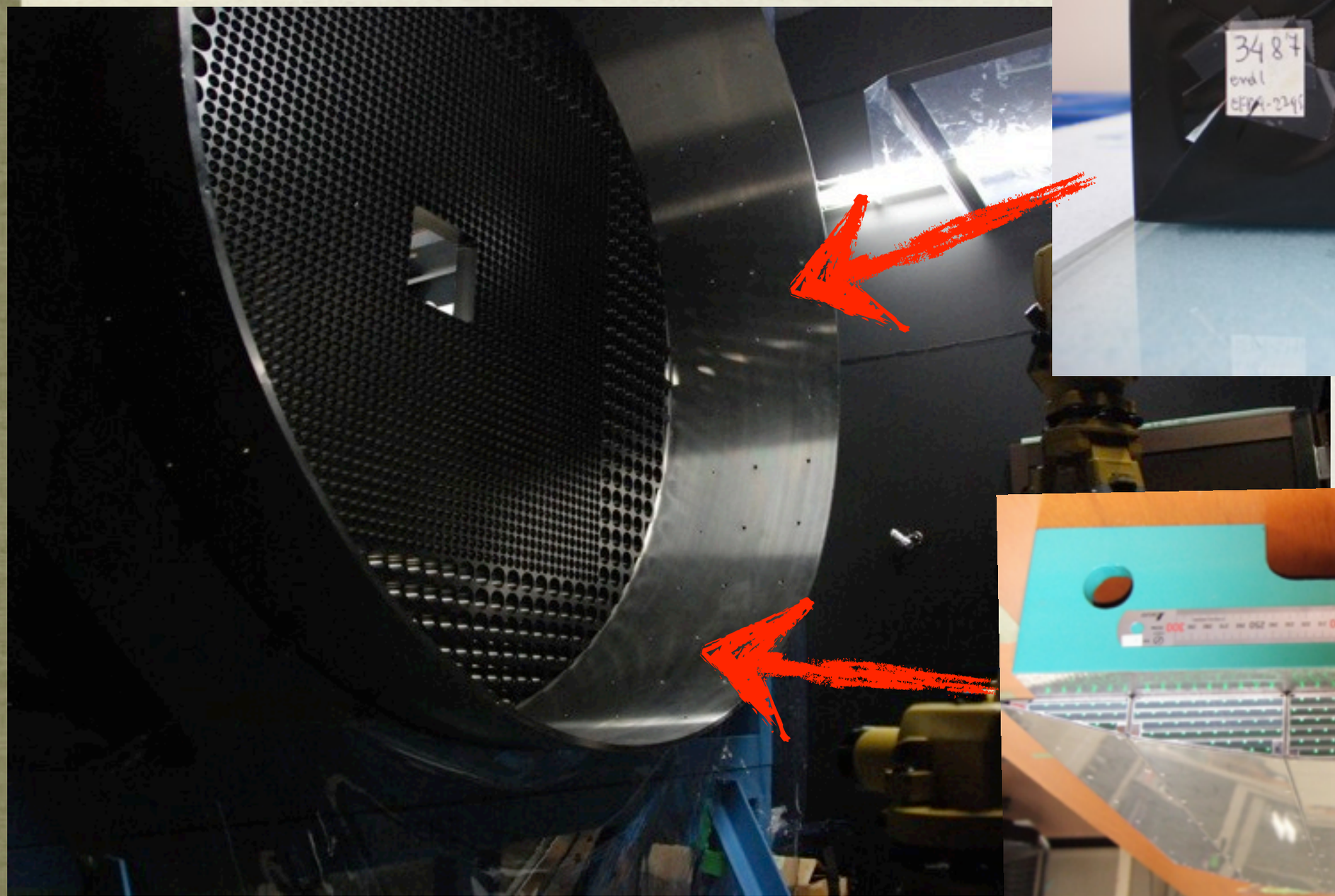
- エネルギー、時間分解能とも要求を達成

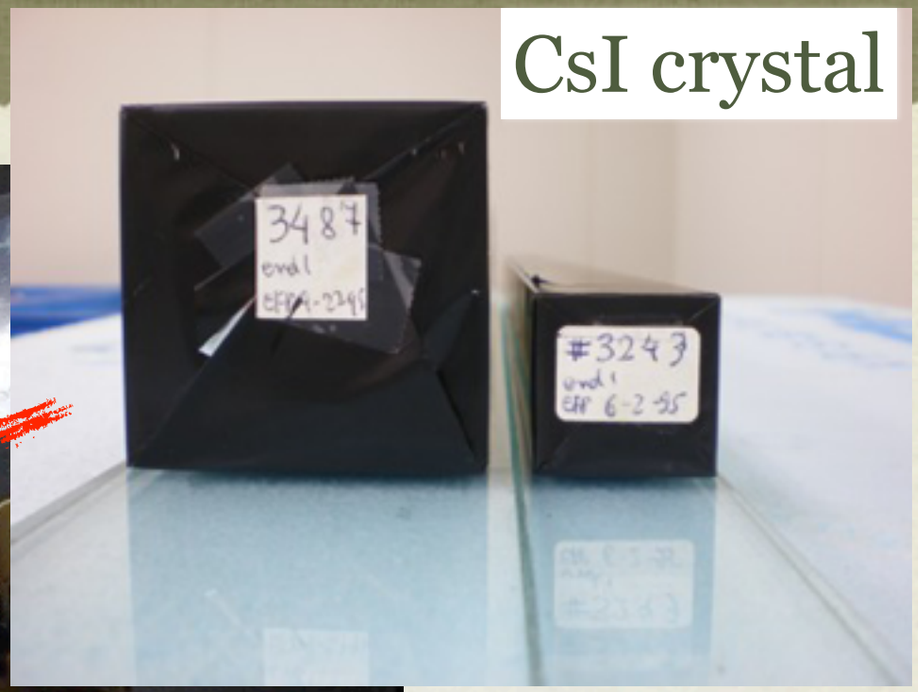




東海村 J-PARC でのCsI建設： 5月スタート

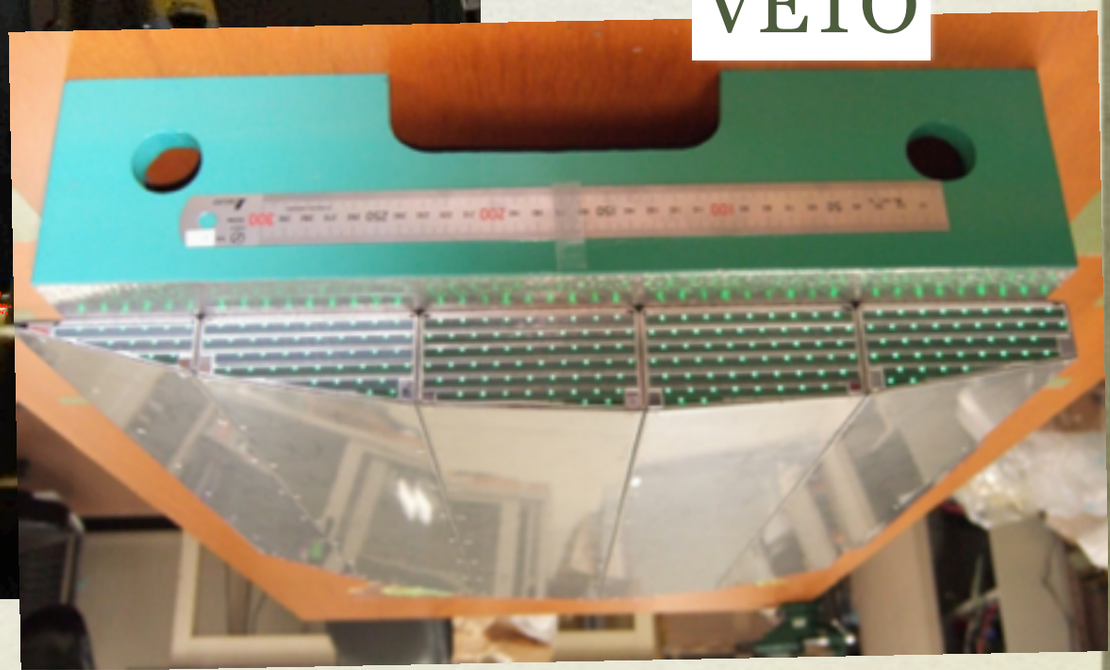
PMT holder



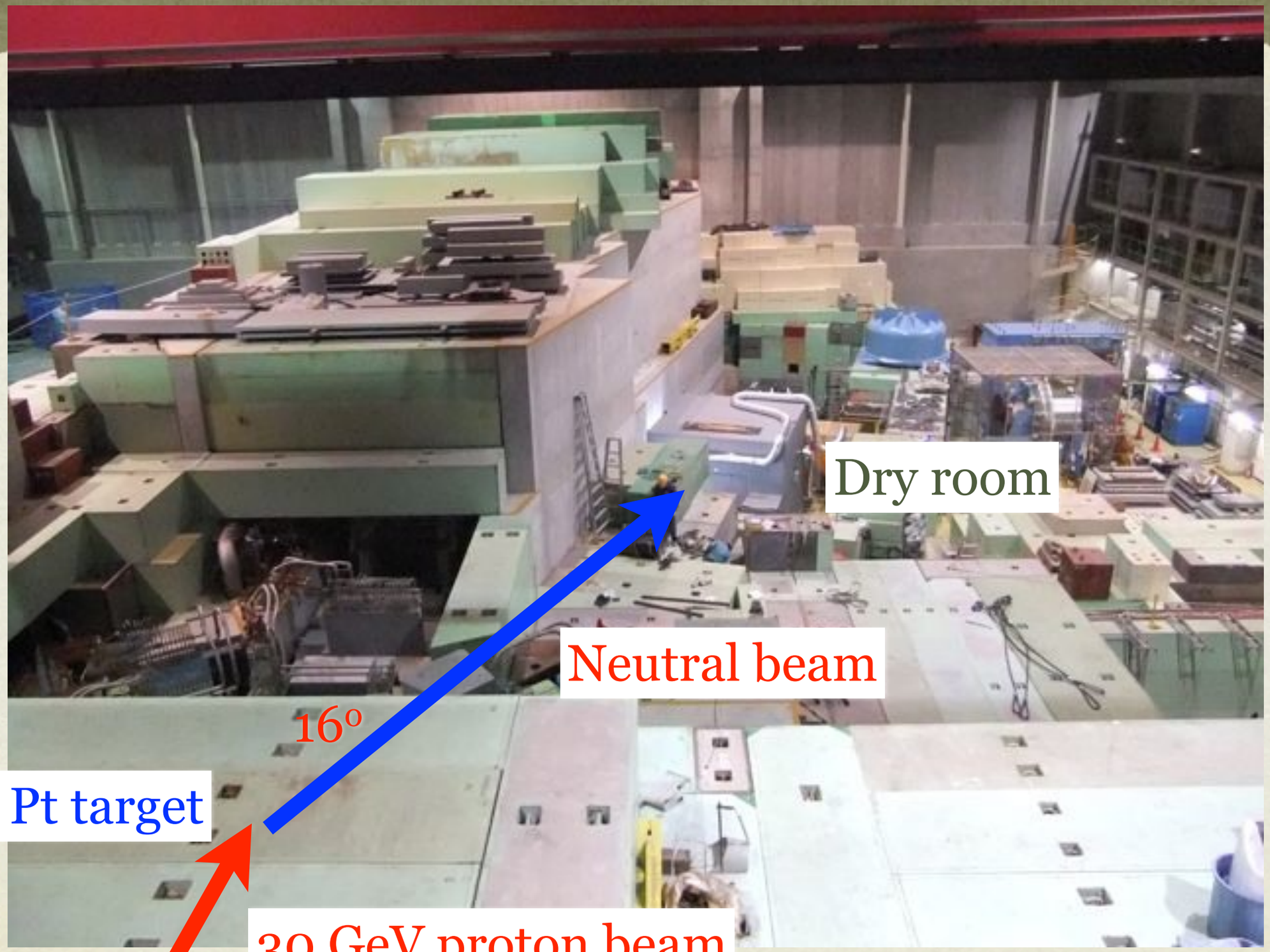


CsI crystal

VETO

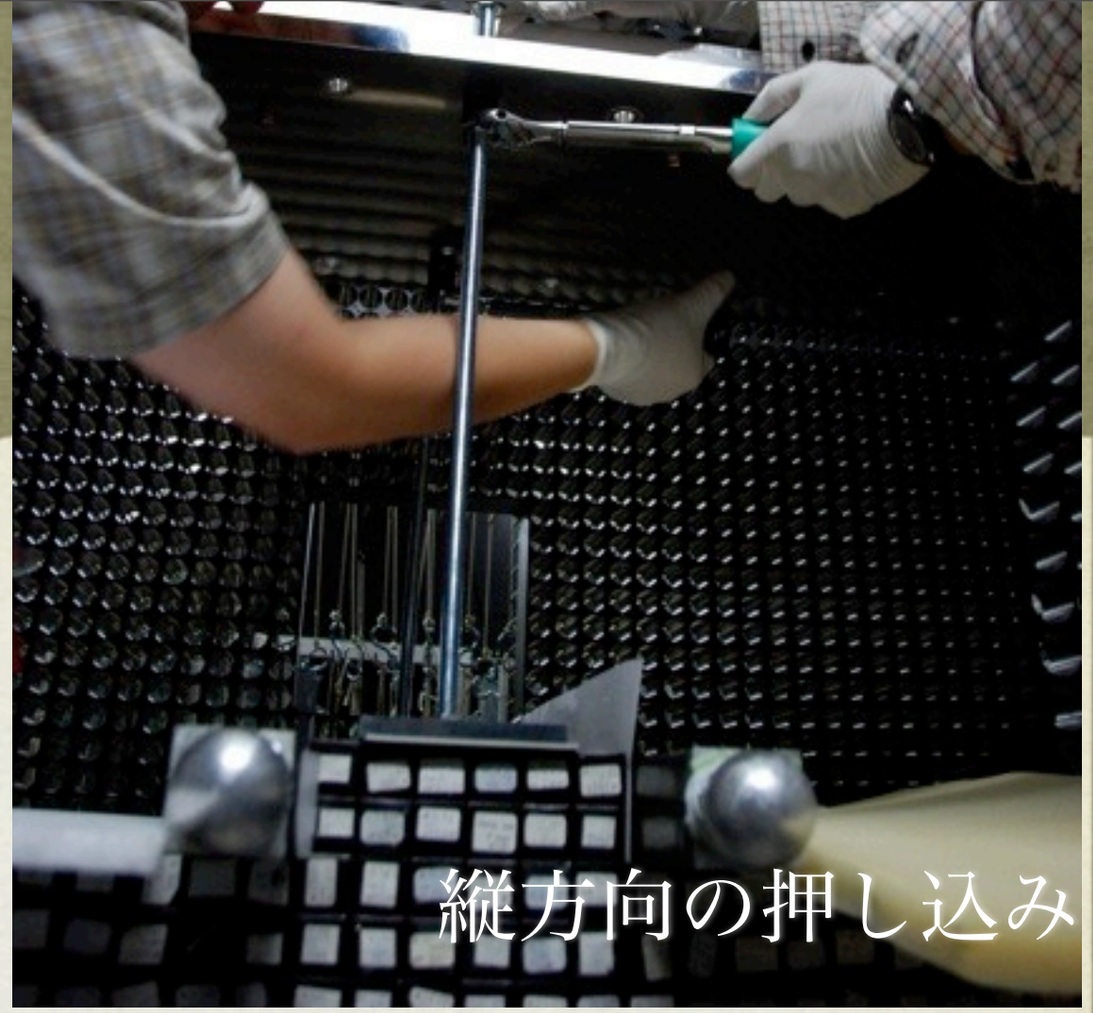


K_L line at Hadron Hall

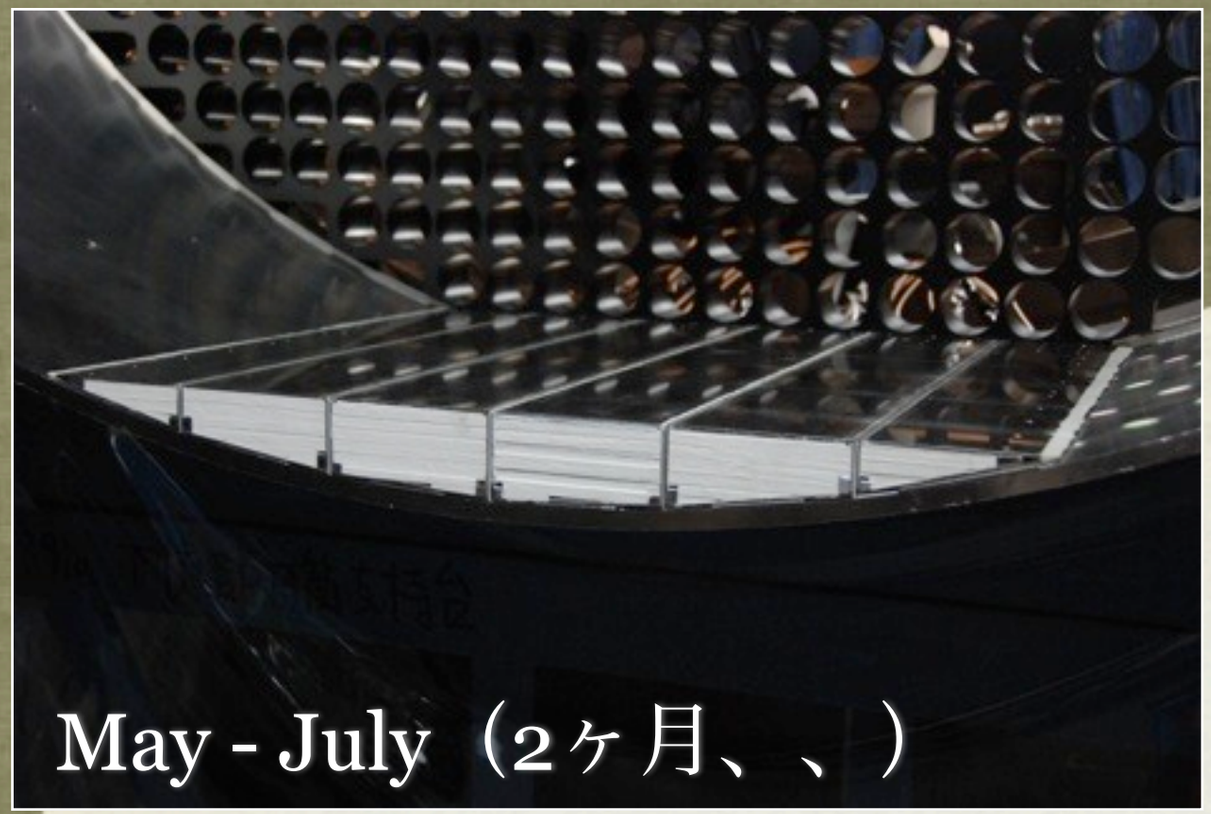


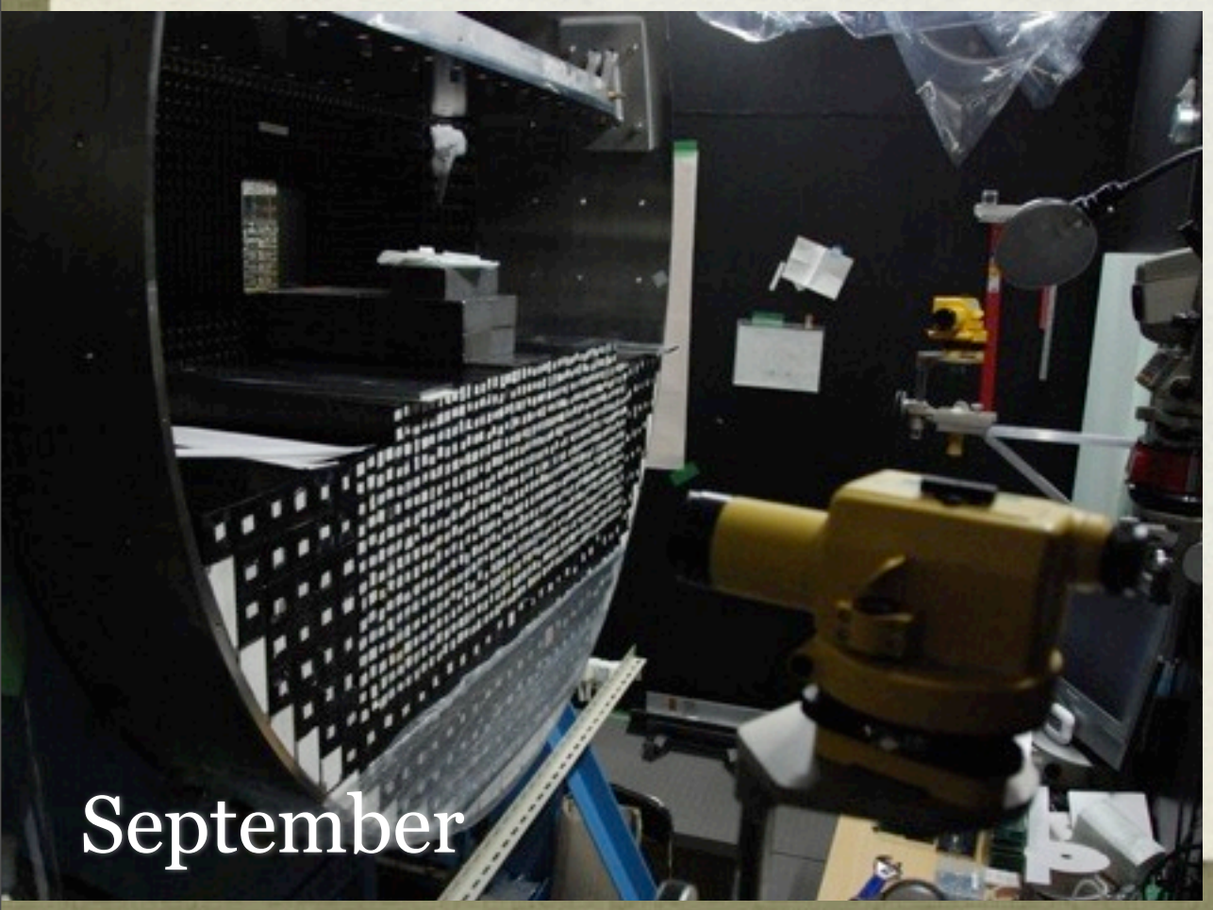
Crystal stacking

- 隙間なく
- 隣同士の高さを< 200 μm以内に

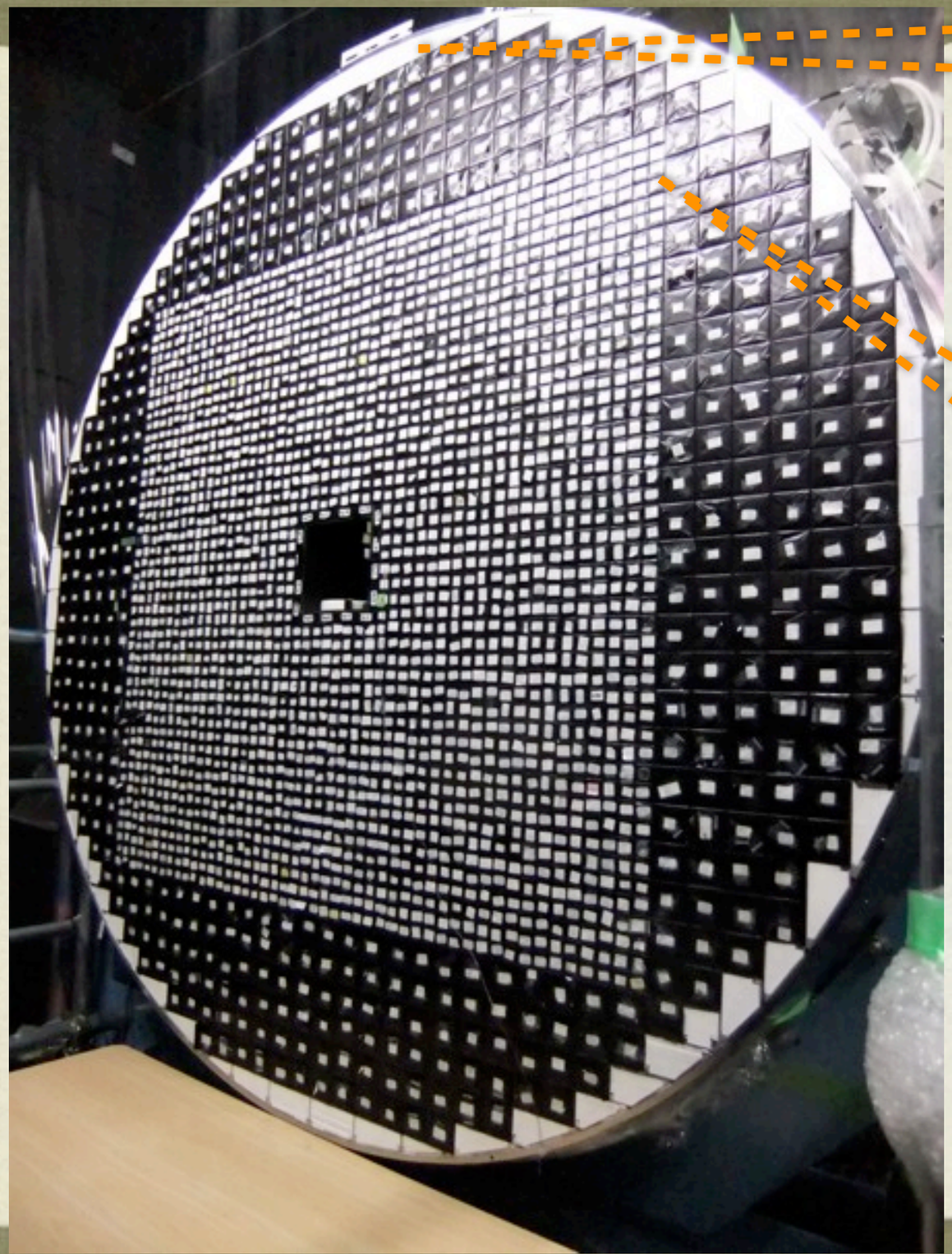


Stacking, stacking...





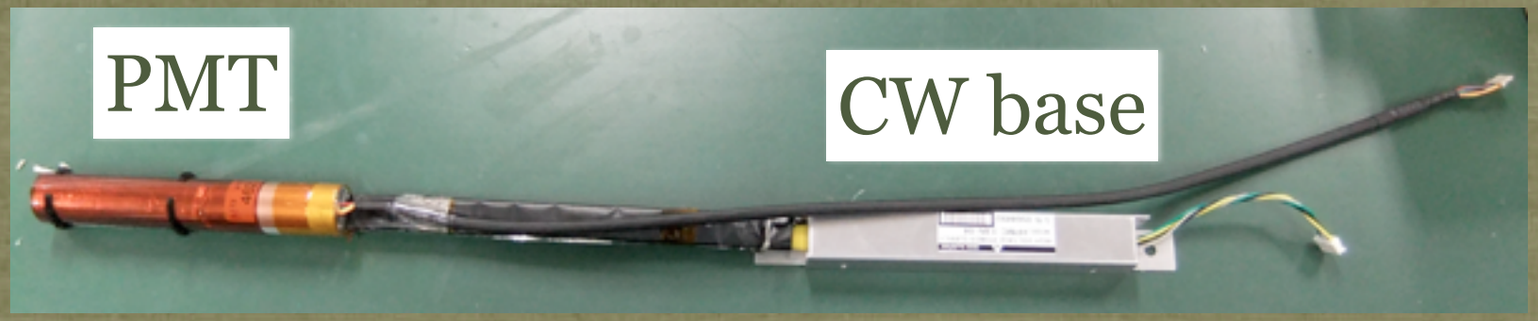
完成！(2011/02/08)



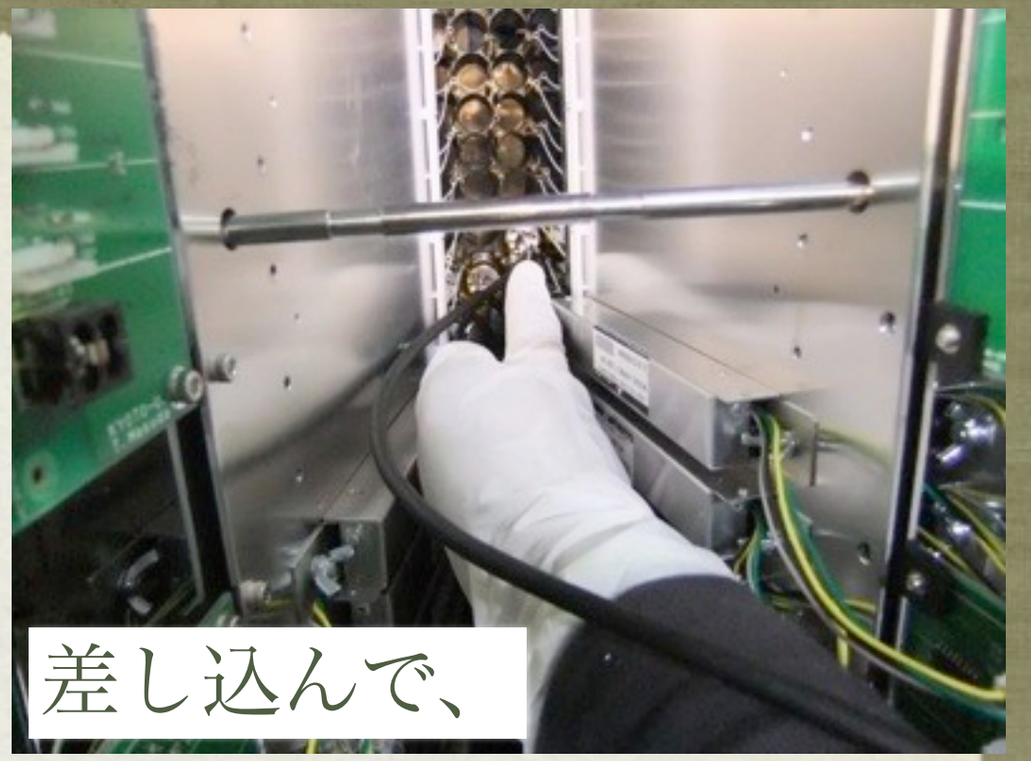
これだけ上まで行っても隣

同士で<200 umを達成

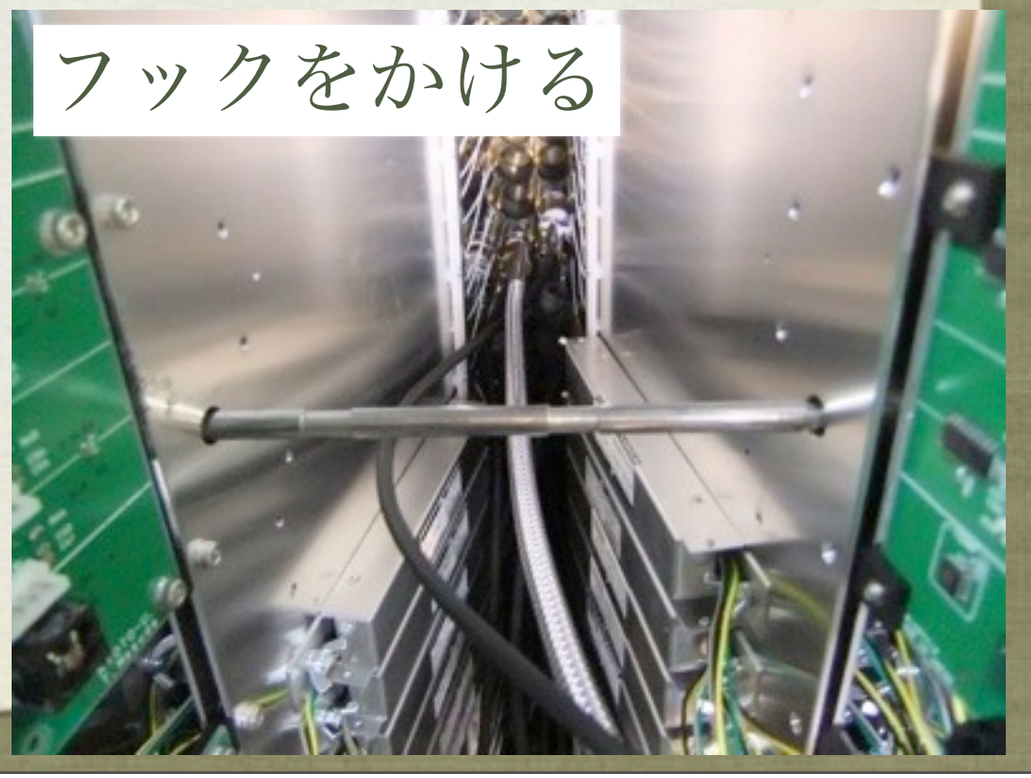
下流側：PMT付け



4月のビームに向けて進行中



差し込んで、

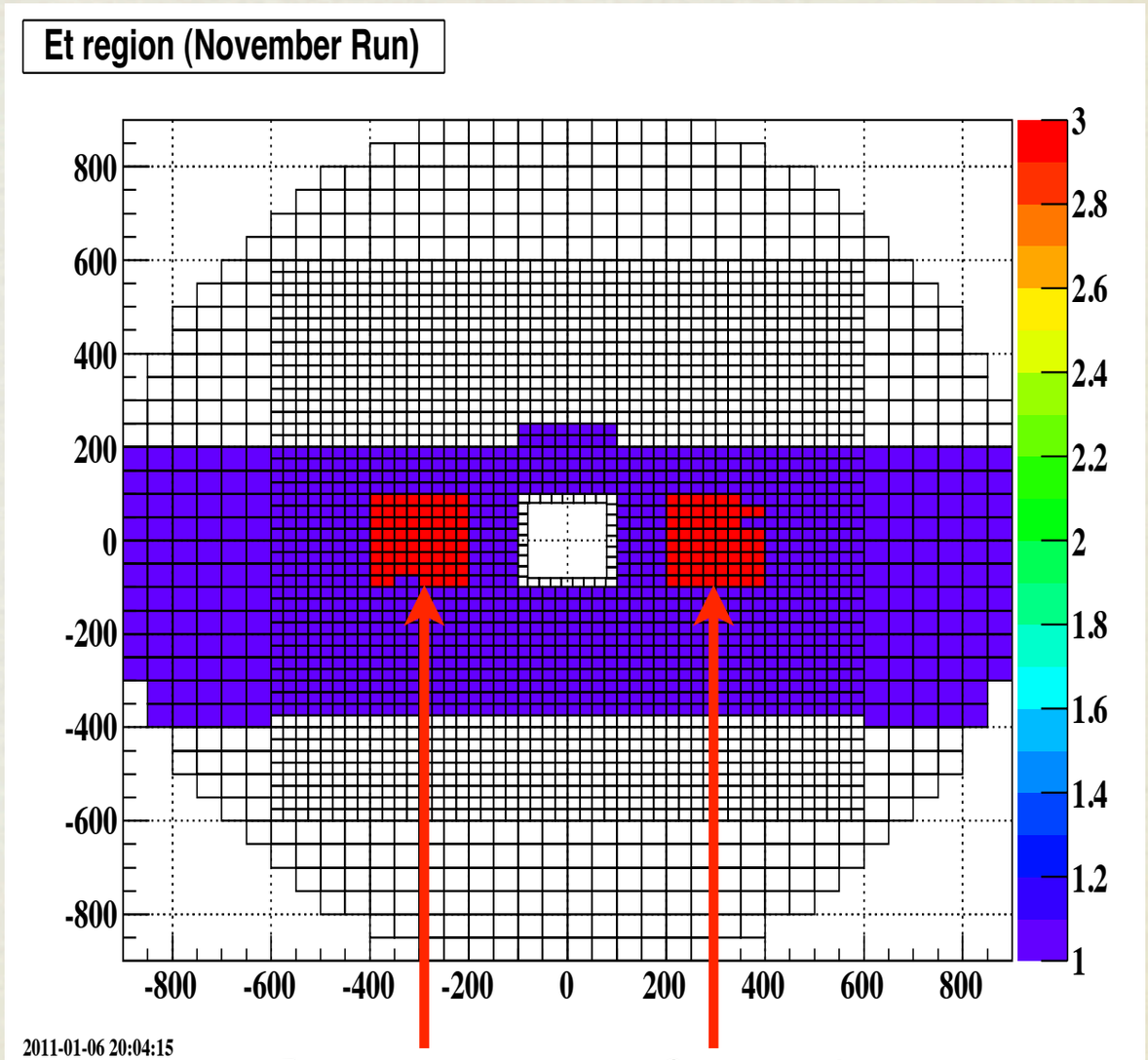


フックをかける

1st CsI commissioning run

- 目的：結晶のキャリブレーション
  - Ke3 electron
  - K_L -> $3\pi^0$
- ビームホール周辺、約1200 chの読み出し
  - FADC数でリミット
- DAQ
  - 限られた領域でのE_T trigger
  - 今回はVMEバックプレーン読み出し（up to 500 Hz）

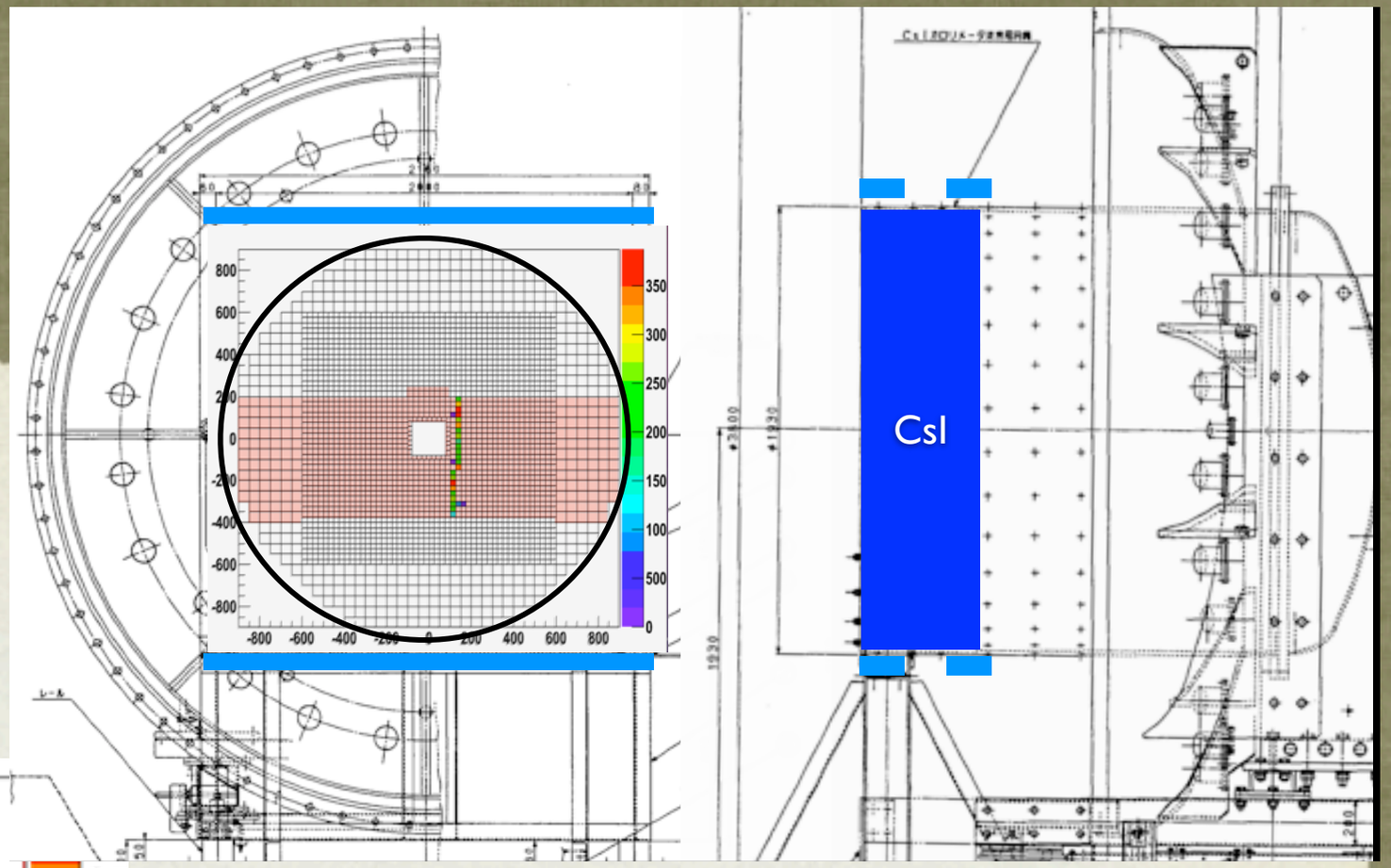
Readout region

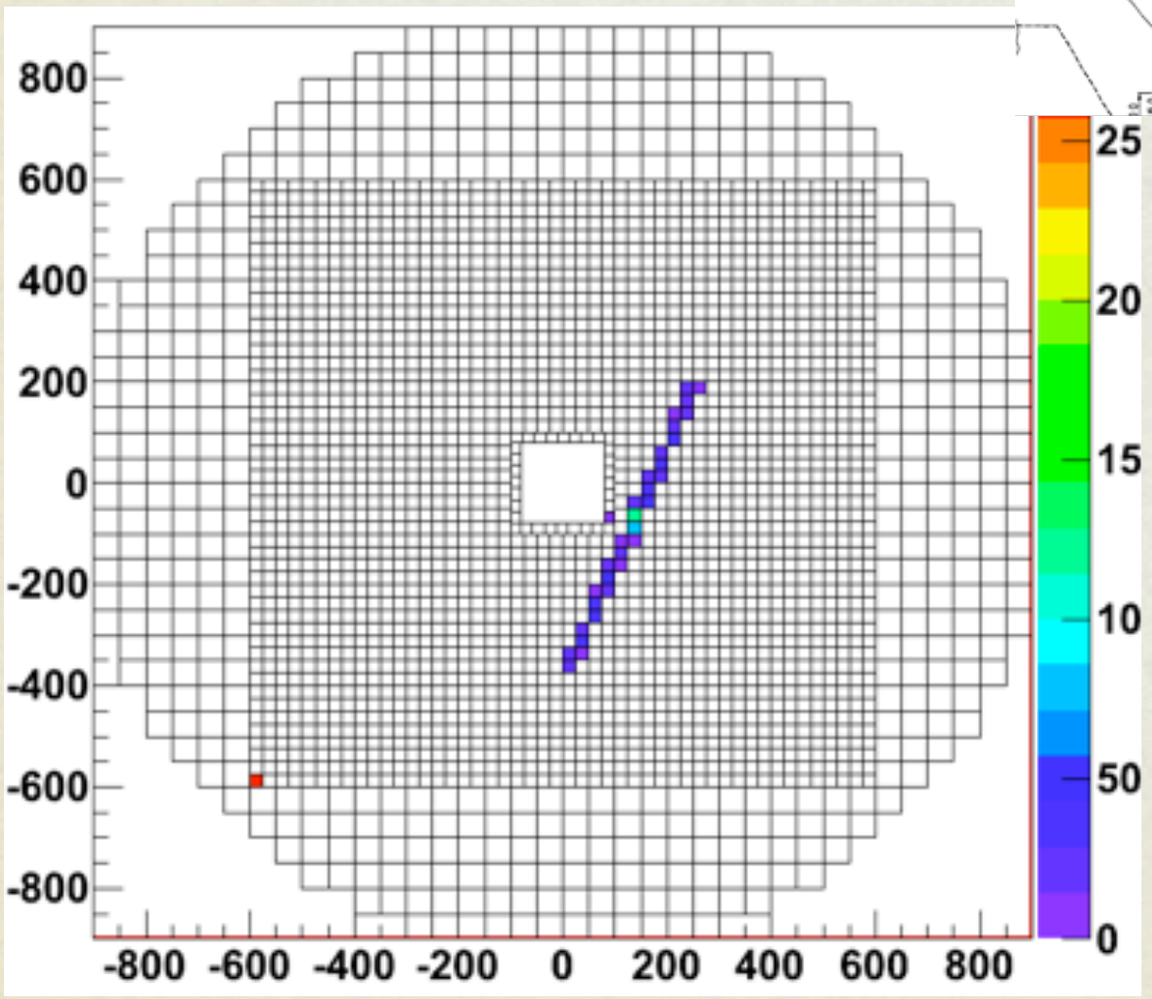


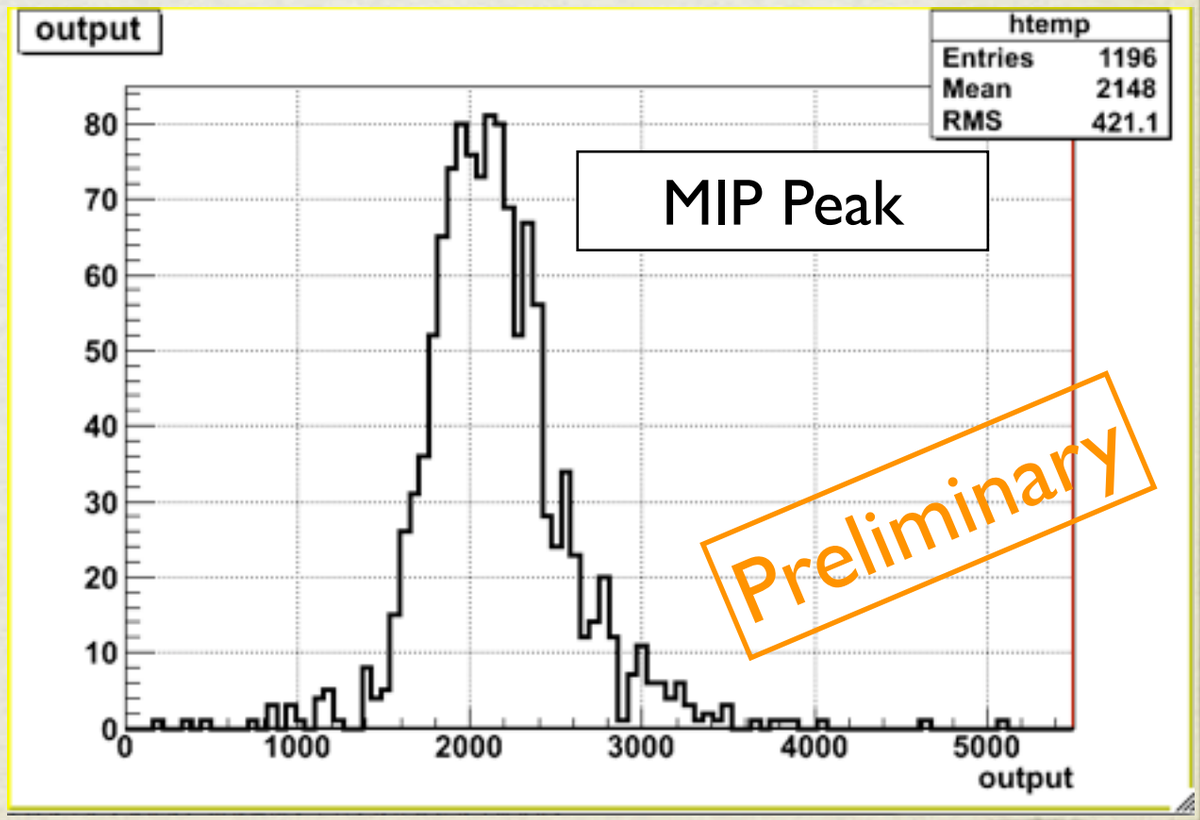
Make E_T sum for trigger

宇宙線データ

- 各結晶のキャリブレーション

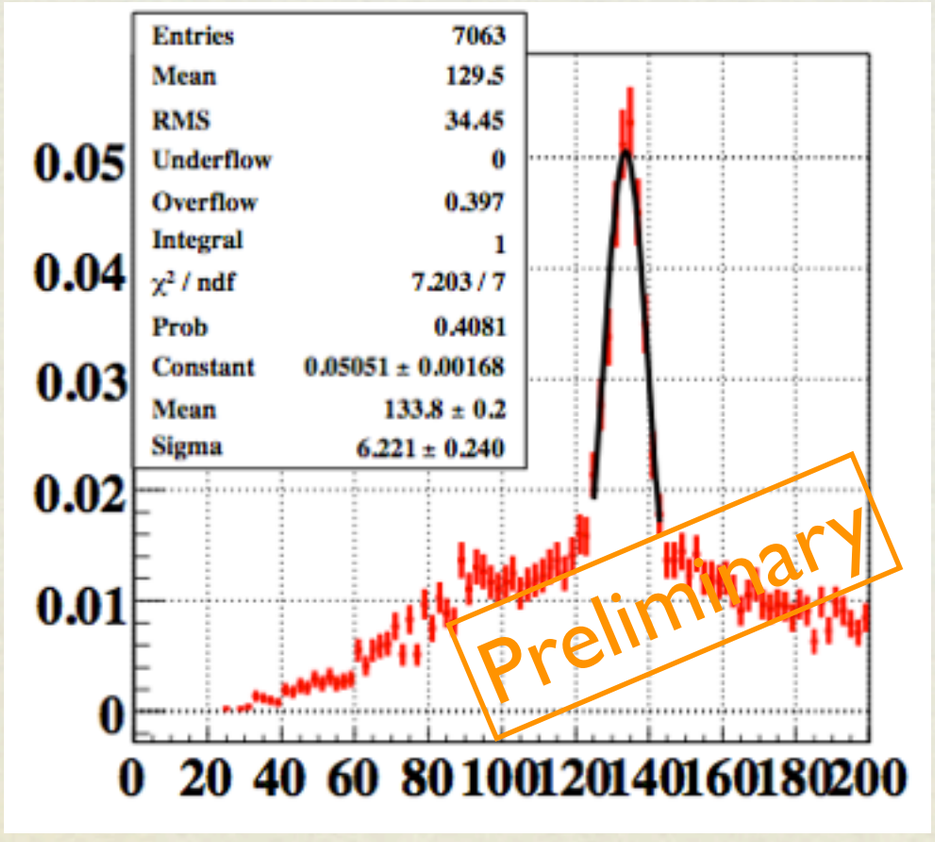


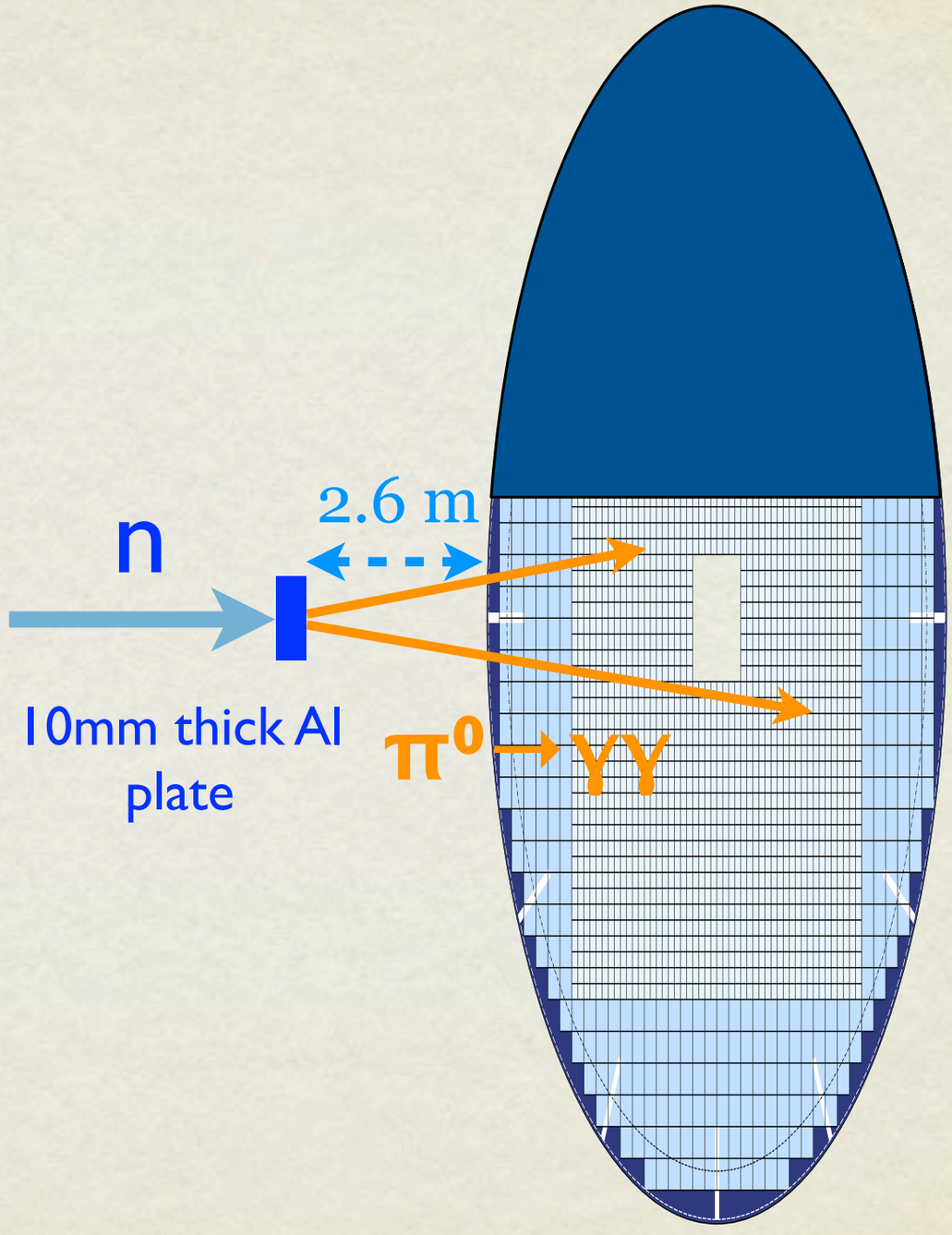




photons from π^0

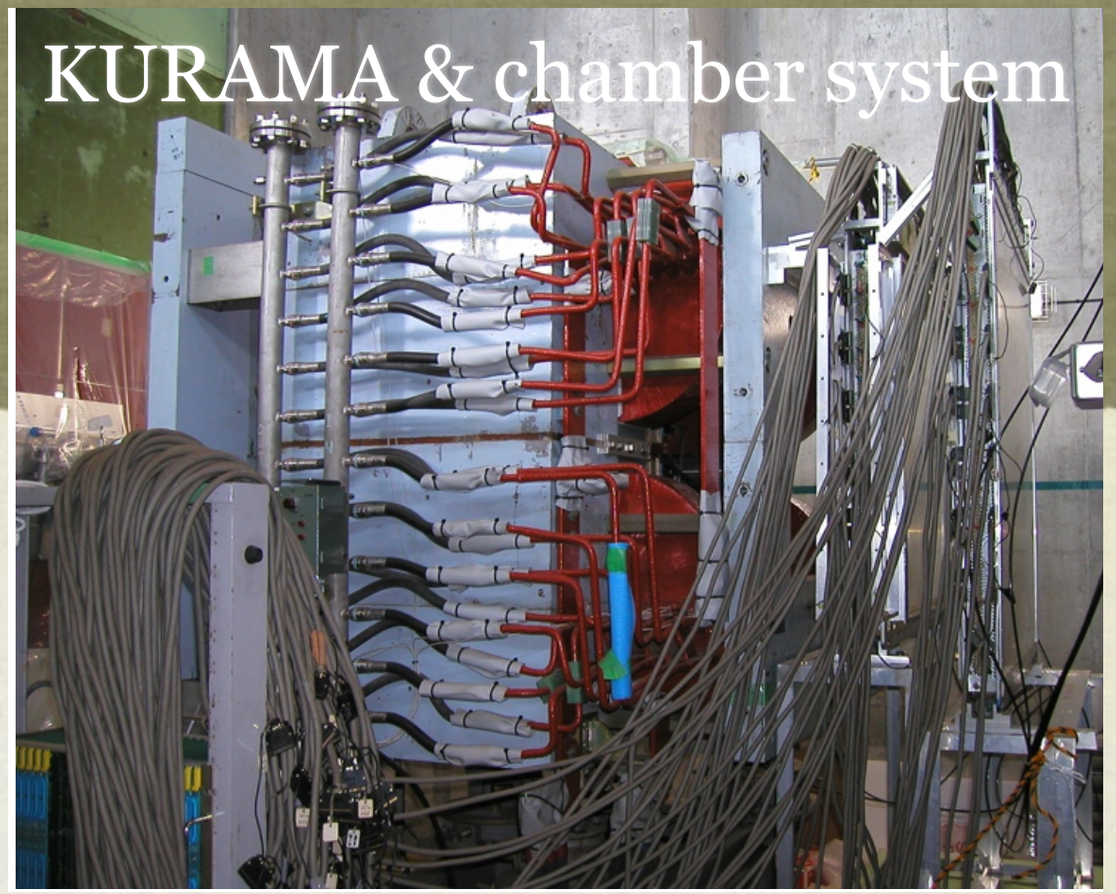
- Converterを置いて、生成されるπ⁰ -> 2γを捕らえる
- Clear π^0 peak

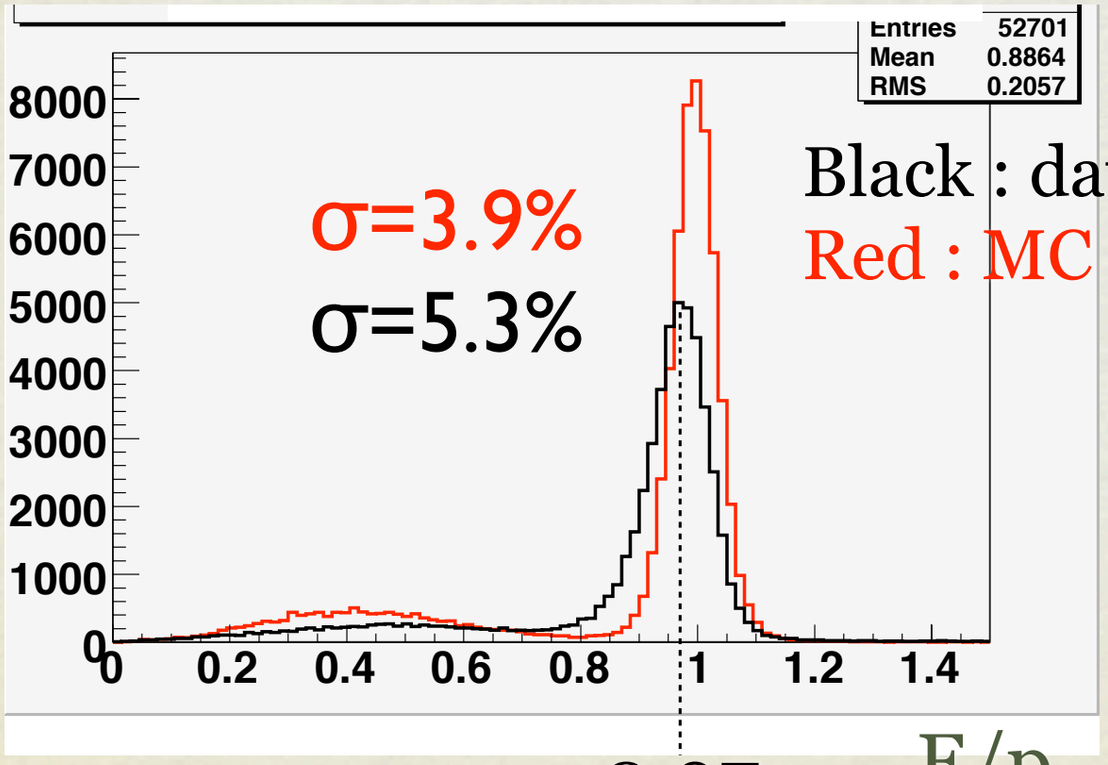


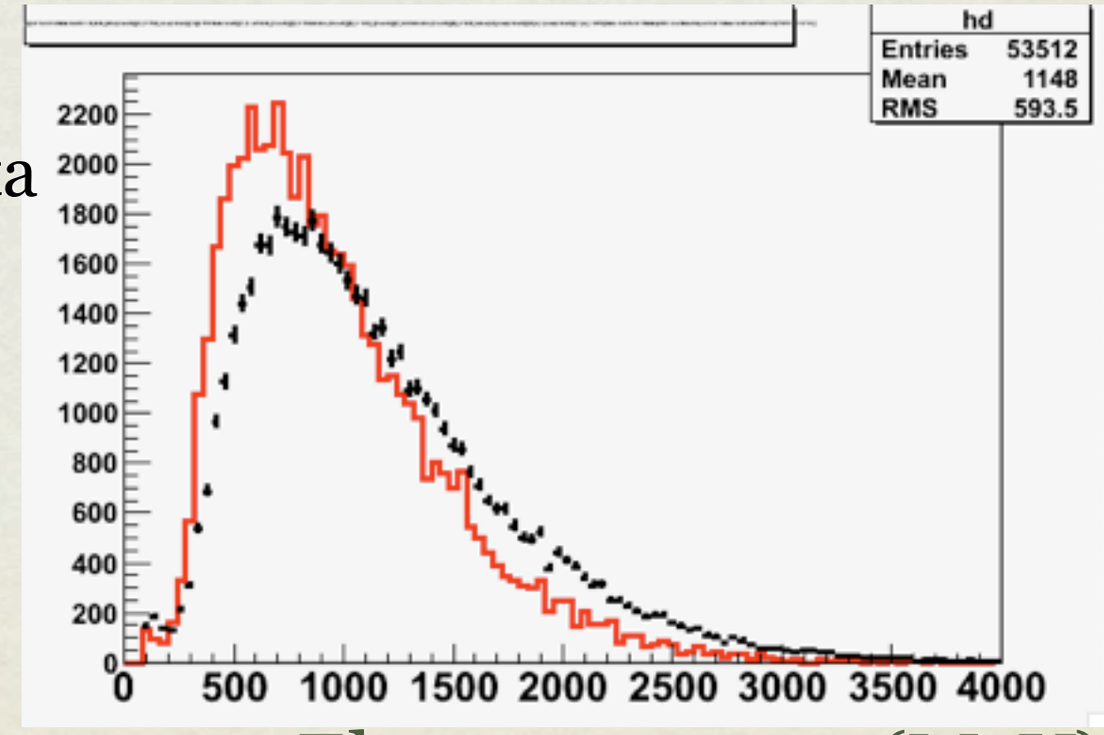


Electrons from Ke3

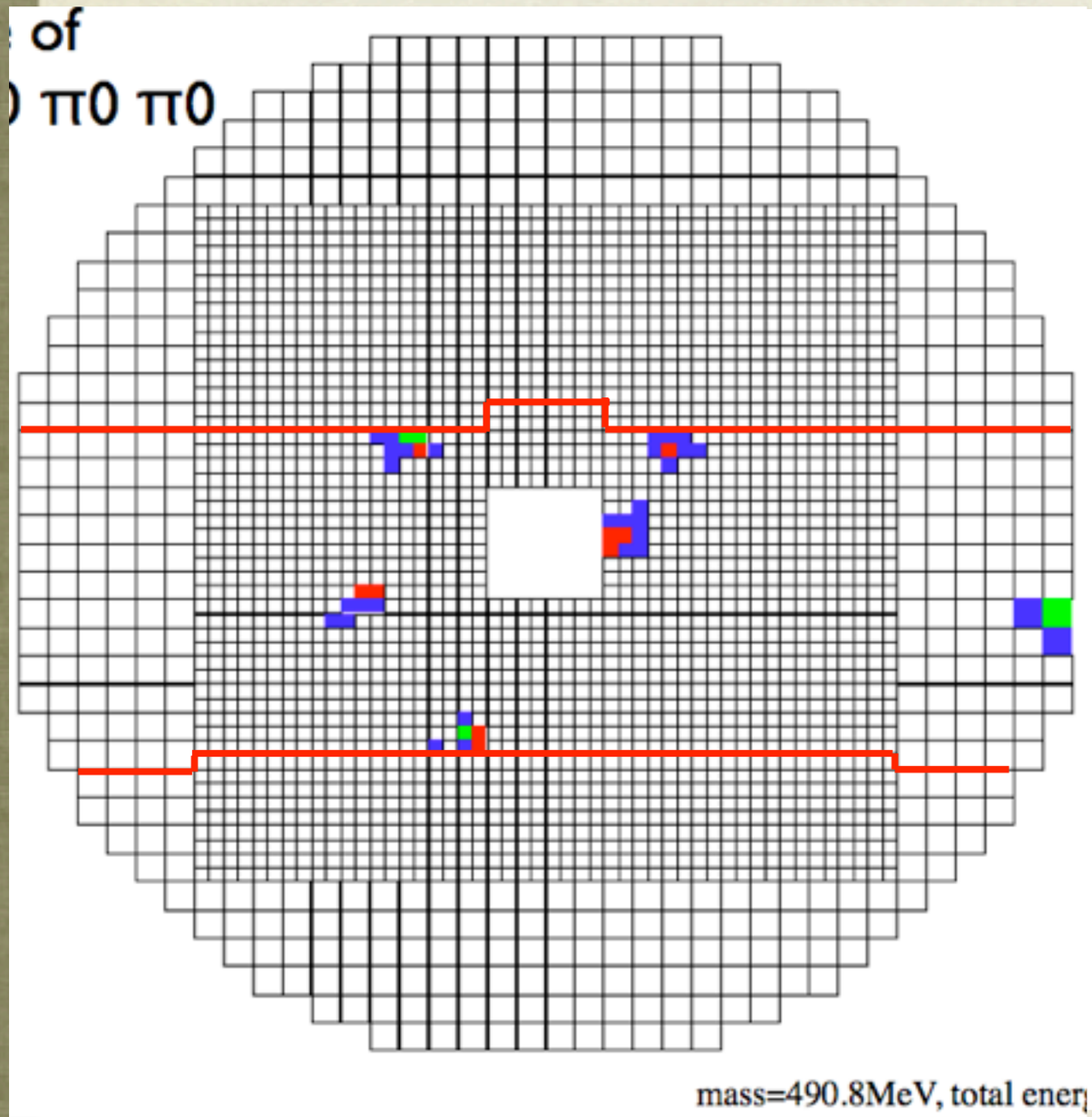
- チェンバーシステムで運動量測定
  - E/pでキャリブレーション
- 現在解析中
  - So far E/p ~ 0.97

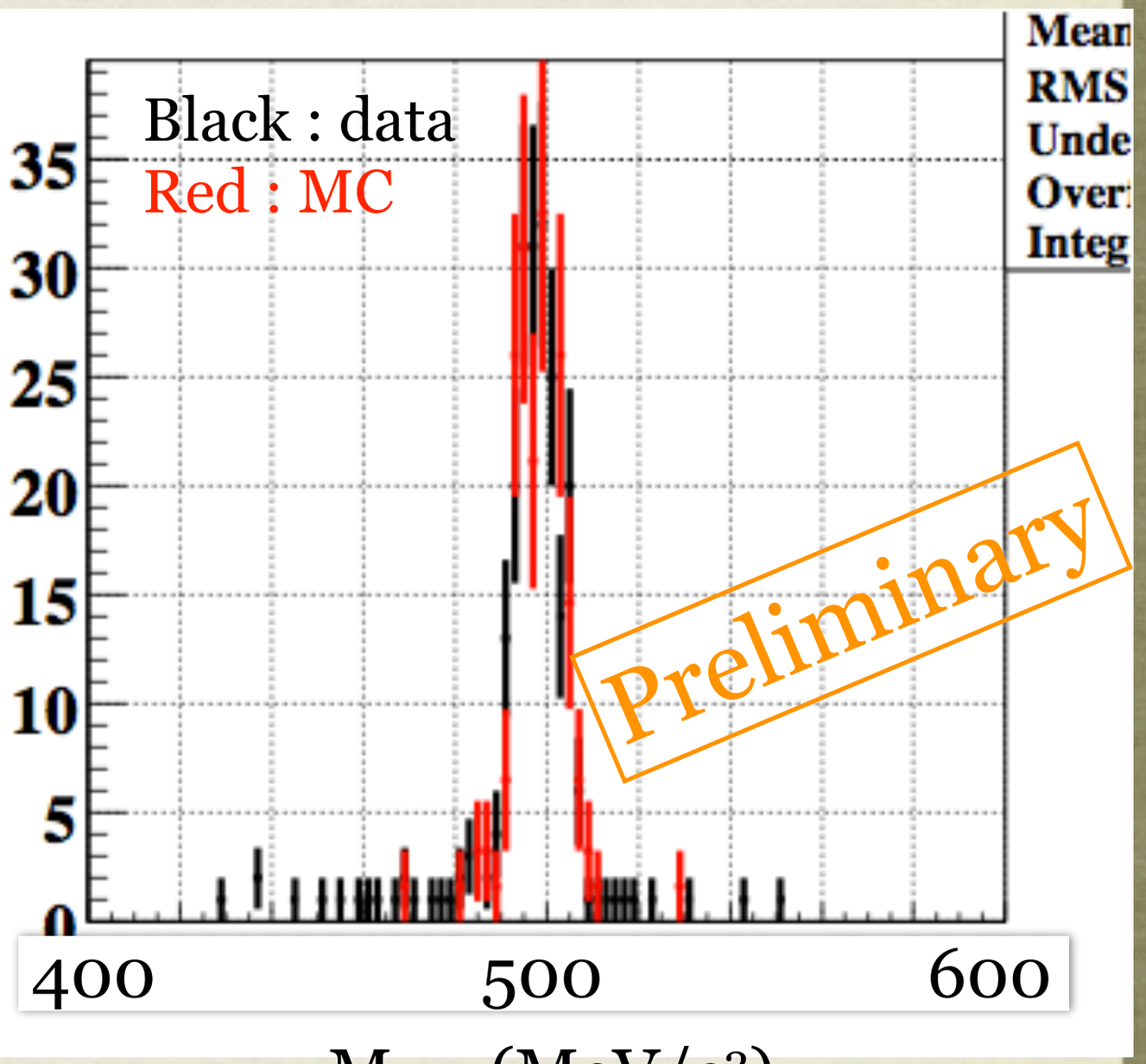






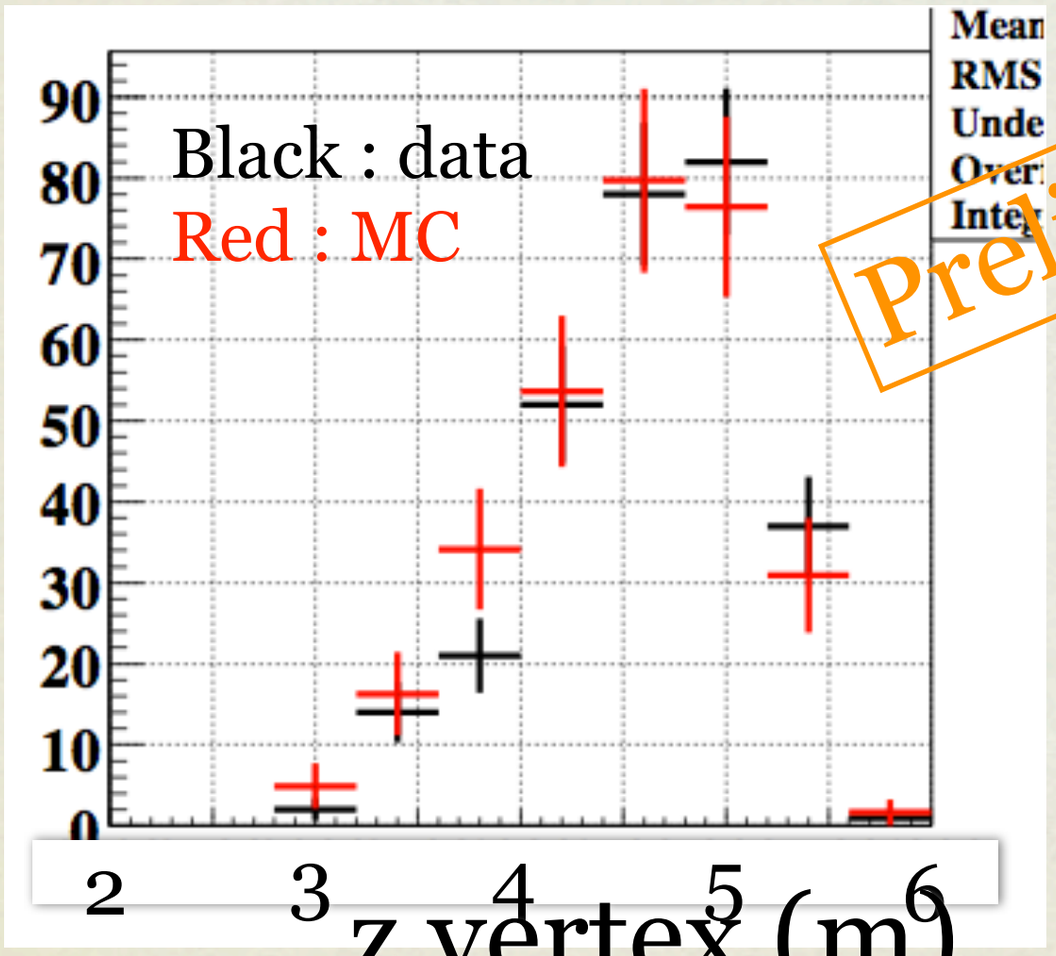
CsI: $K_L \to 3\pi^0$

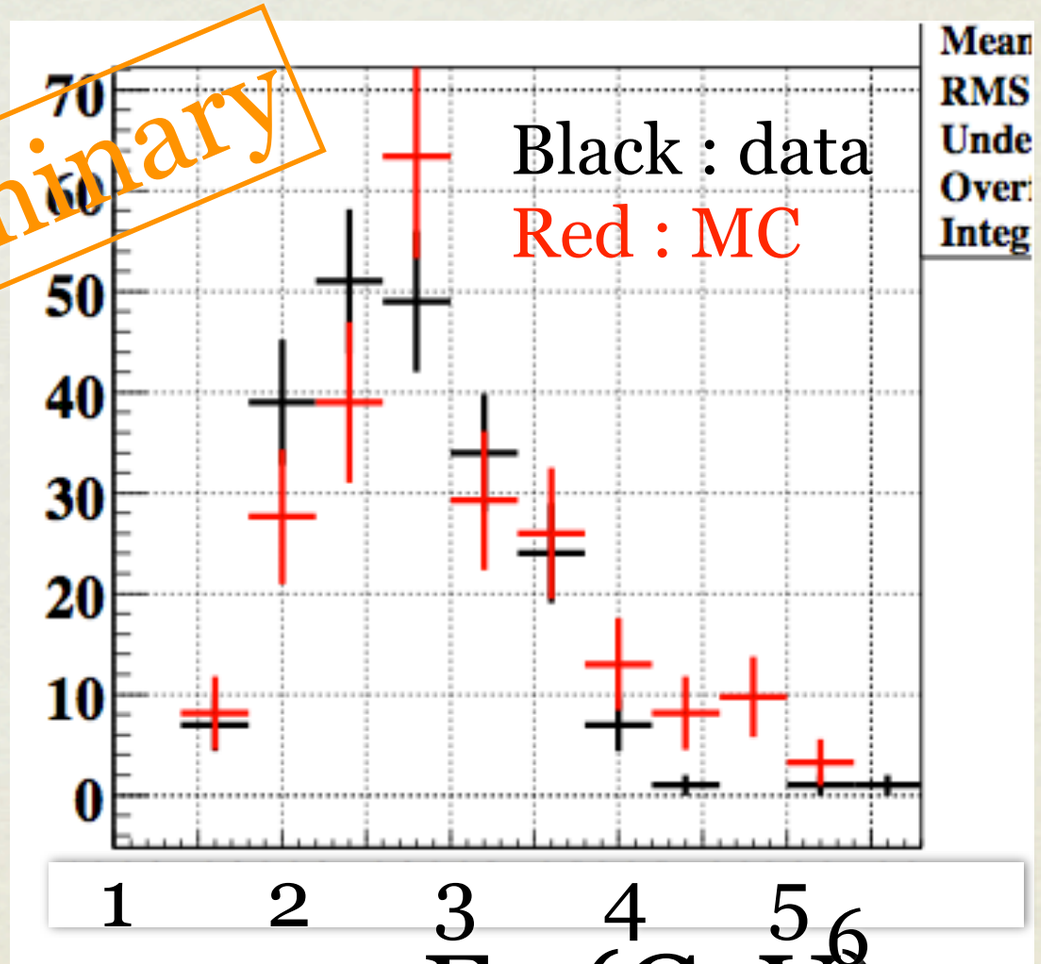




CsI: $K_L \rightarrow 3\pi^0$

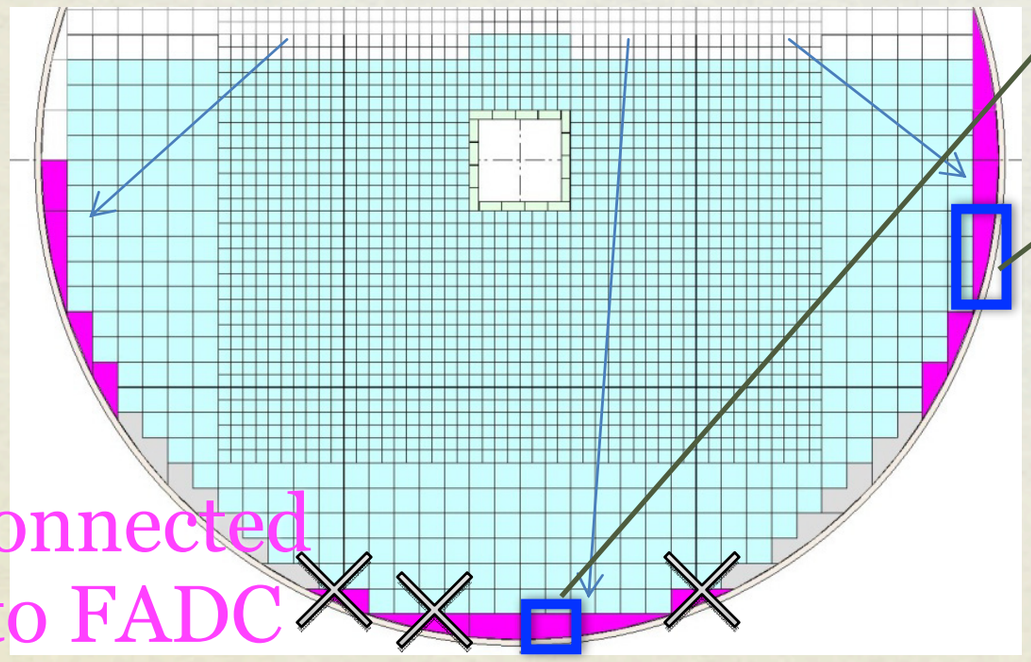
- #events is consistent with K_L yield of previous run

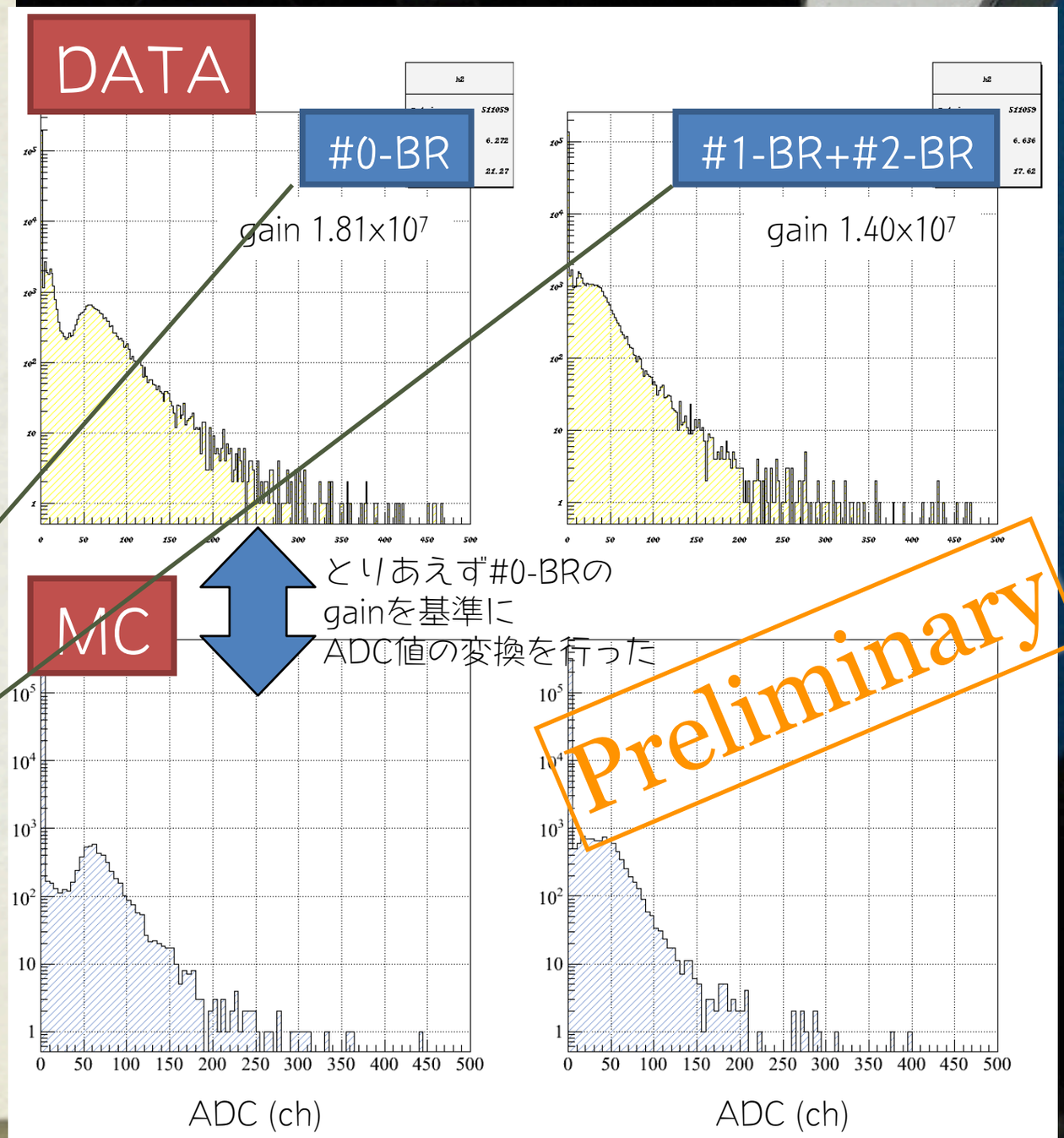




Veto around the CsI

- Will use cosmic ray events + MC for calibration





４月のランに向けて

- 目的
  - 全結晶のキャリブレーション
    - Ke3 electron
    - K_L -> $3\pi^0$
  - ほぼ最終設計でのDAQ、トリガーシステムの確立

- 現状
  - 結晶スタッキング：完成
  - PMT付け：2/3ほど完成。3 月中旬完成予定

Data taking plan

* Dec. 2011 (10kW, >2weeks): Engineering Run in air
* Jan. 2012 (10kW, >2weeks): Engineering Run in vacuum
* Spring 2012 (10~20kW): Commissioning & Physics run (beyond E391a : 10^{-8})
* May~June, 2012 (30kW, ~4weeks+): Physics run for the G.N. limit (10^{-9})
* Summer: linac upgrade

Construction before the 2011 Winter run

April May June July Aug. Sep. Oct. Nov. Dec.

Beam

Beam

Test in vacuum

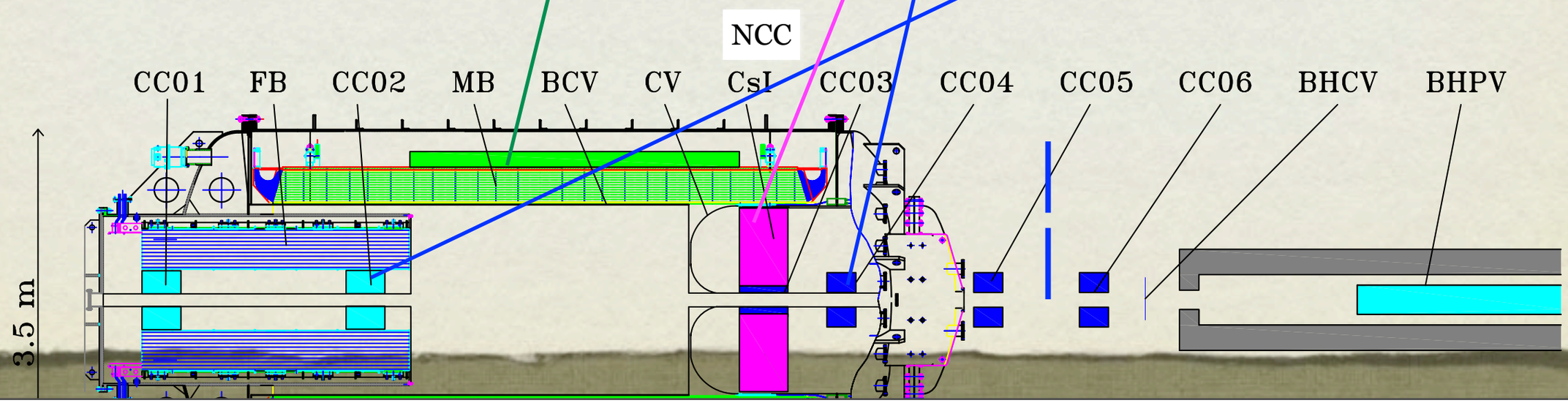
CV & CC04 installation

Main Barrel Installation

Connect up/ down-stream sections

CsI : Move down-stream

NCC installation



Summary

- J-PARC E14 KOTO実験は、2012年に始まるphysics runに向けて、検出器の開発、建設が急ピッチで進んでいる。
- 2010年度はメイン検出器のCsI建設が主
  - 結晶の性能理解
  - Ke3 electron, K_L -> $3\pi^0$を用いたキャリブレーション
  - 2011年度4月にDAQも含めほぼ最終系でビームテストを予定