

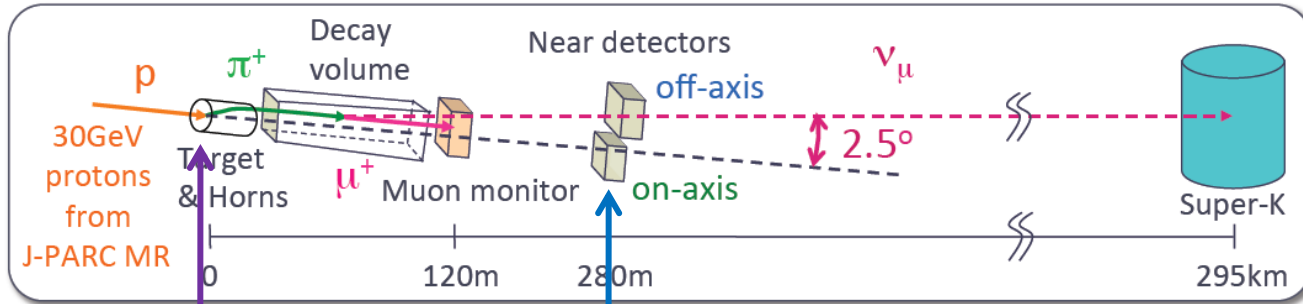
J-PARCニュートリノビーム
on-axis低エネルギーフラックス測定実験
LEMの準備状況

梶裕志(東大宇宙線研)
他LEM collaboration

LEM(Low Energy Module)実験

- J-PARCテスト実験(P35)
 - 東大宇宙線研, Bern大学, Lyon大学
 - J-PARC ν beamのエネルギー分布を
on-axis方向で測定 (T2Kは2.5度off-axis)
- NA61実験hadron productionを間接的に追試
- J-PARC ν beamの理解を含める
 - T2K実験物理解析に情報を提供
 - Future study
- 9/26-10/7検出器 install
 - ⇒ 本年12月の ν beam timeより測定開始

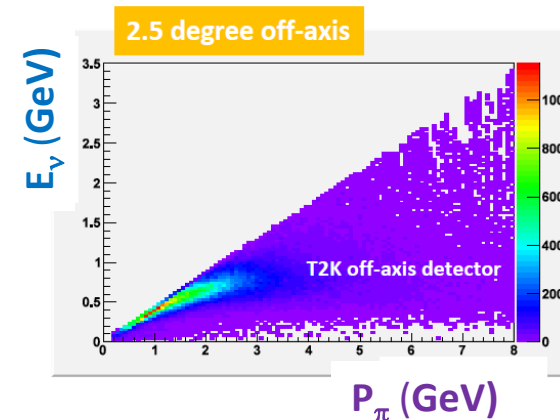
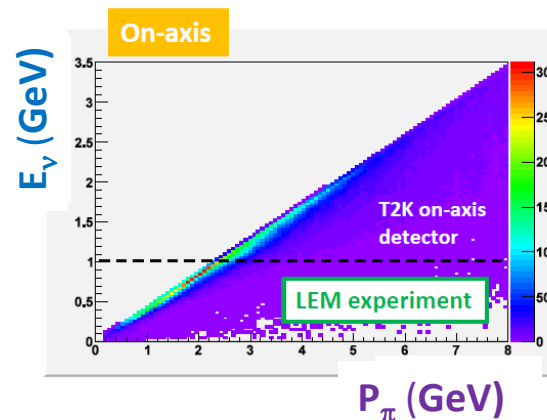
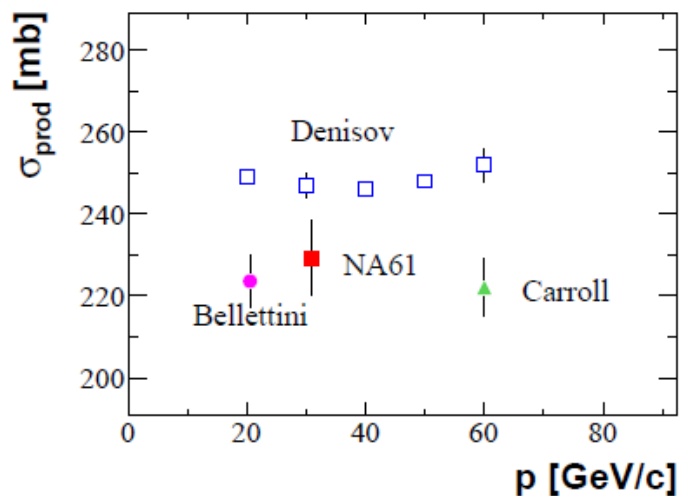
Hadron production check



Hadron production

ν flux

ν flux測定を通して
hadron production断面積をチェック



NA61/SHINE実験

- Phys. Rev. C 84, 034604 (2011)
- T2K beam MCは結果をinput parameterとして利用
- Denisovと他実験は10-20%のずれ

Pion運動量分布をみるなら
on-axisが有利

$E_\nu < 1$ GeV領域は
既存の検出器では測れない

ν flux measurement

測定事象からCharged Current (CC)
Quasi-Elastic (QE)事象を選別



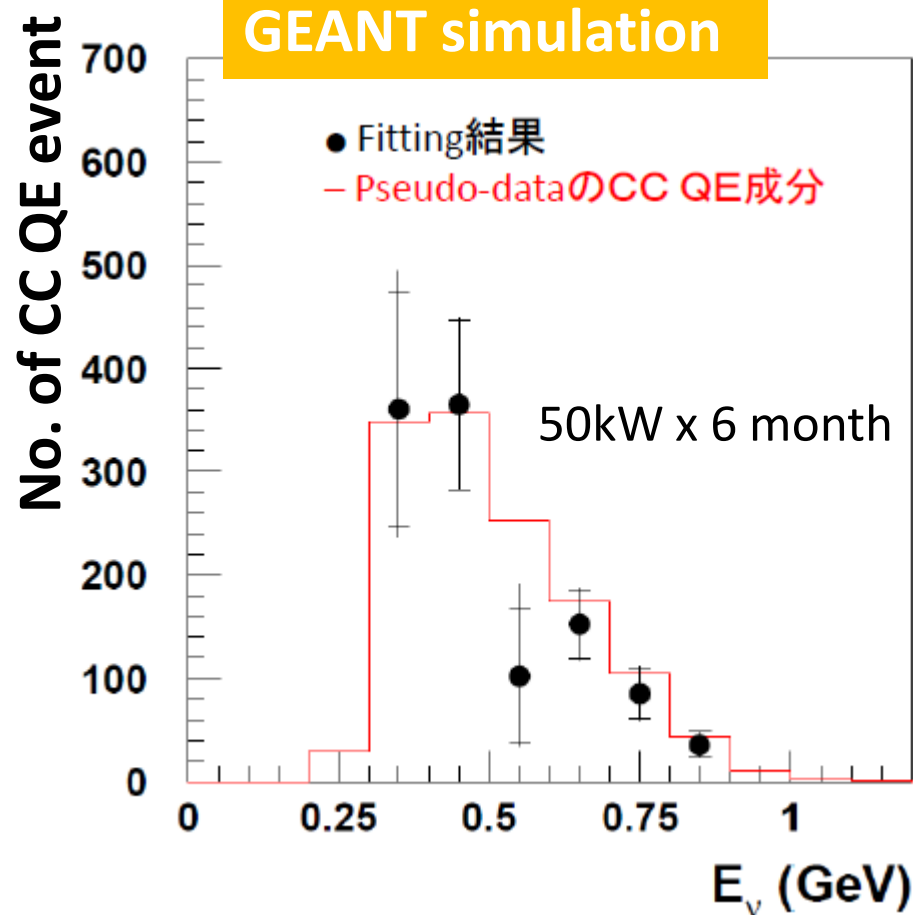
2体散乱のkinematicsにより
入射 ν エネルギーを再構成

NA61実験を追試

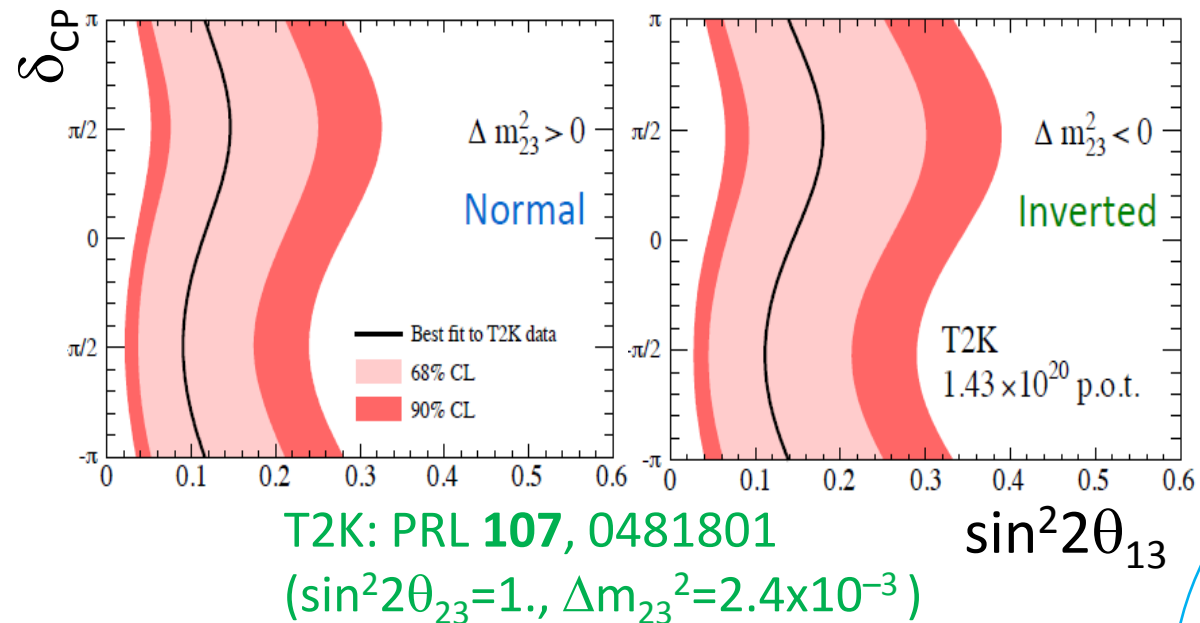
$$- E_\nu \Rightarrow P_\pi$$

T2K実験に情報を提供

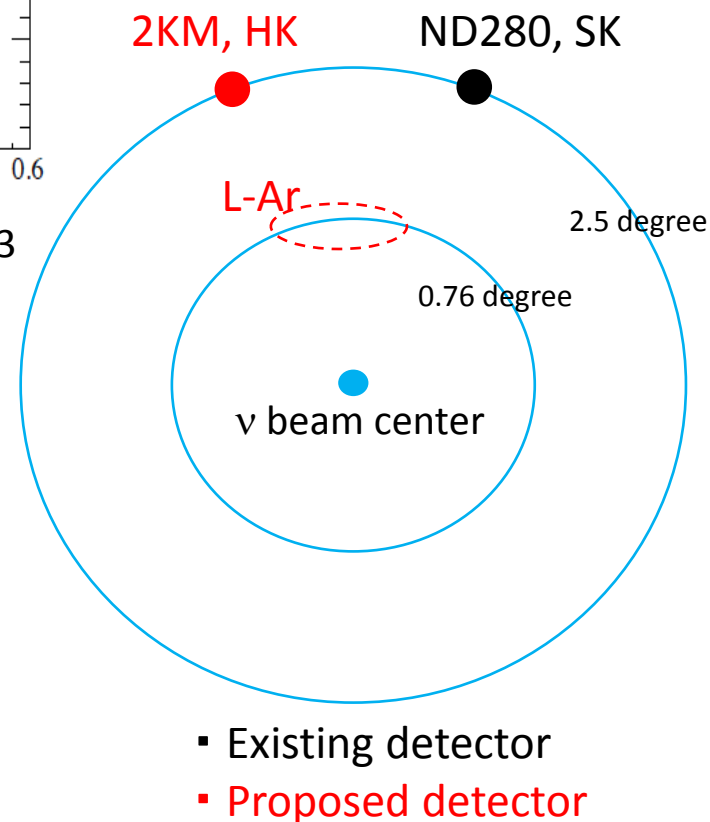
- Energy spectrumを<20%の精度で測定@on-axis
- CC/NC比、CC QE/non-QE比などの解析に直接的な情報も提供



Flux measurement for future projects



- T2K解析結果($\sin^2 2\theta_{13} > 0$. @ 90C.L.)を受け
 \Rightarrow 次世代 δ_{CP} 測定実験の議論は急務
- 一番の議題は
 「水チェレンコフ, L-Ar TPCどちらを選ぶか?」
- **提案実験**の方向のflux測定値は存在しない
- Sensitivity study
 \Rightarrow 今のところBeam simulationを信じるしかない



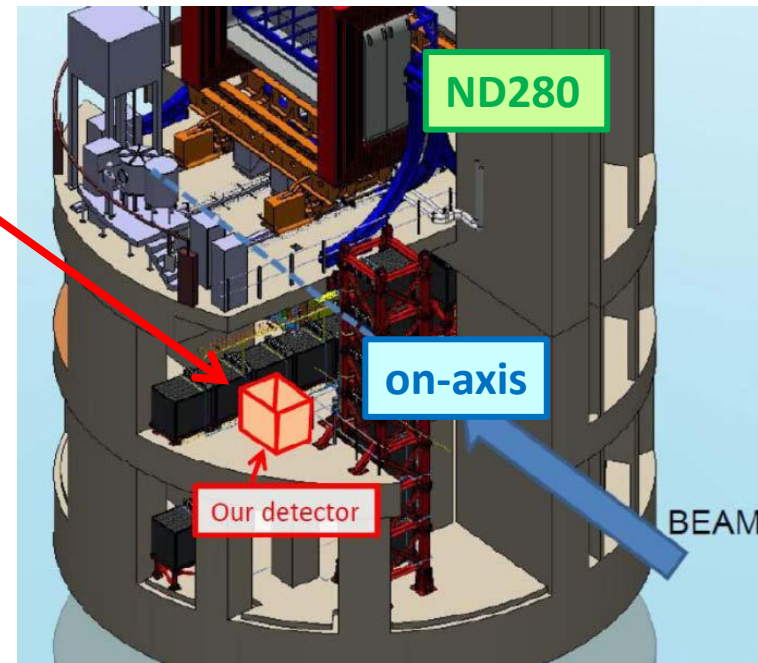
神岡方向だけでなく、beam全体像の理解が必要

LEM検出器概要

ND280 SS floorに設置 (0.5度off-axis)

サンドイッチカロリメータ型検出器

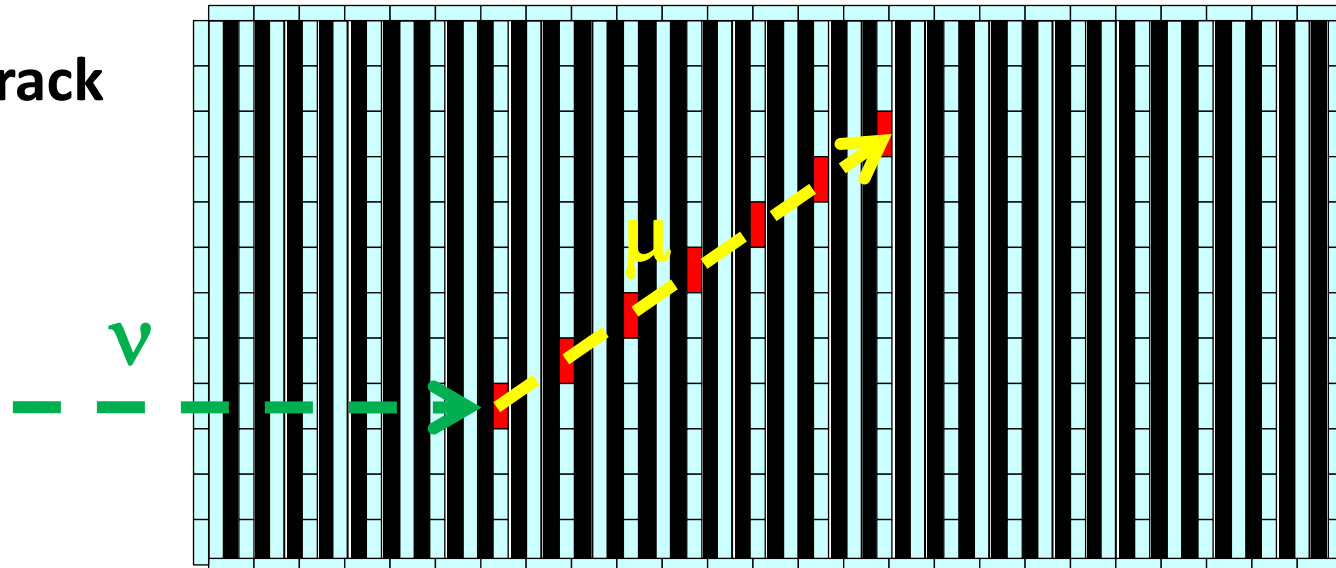
- ν target (iron, 1cm厚)
- シンチレータ counter plane (1cm厚)
 - 光学的に分割 (xもしくはy方向)
 - 散乱粒子のhit位置情報 \Rightarrow Tracking
- Veto plane 7枚 (上流は2枚)



Vetoにhitがないtrack

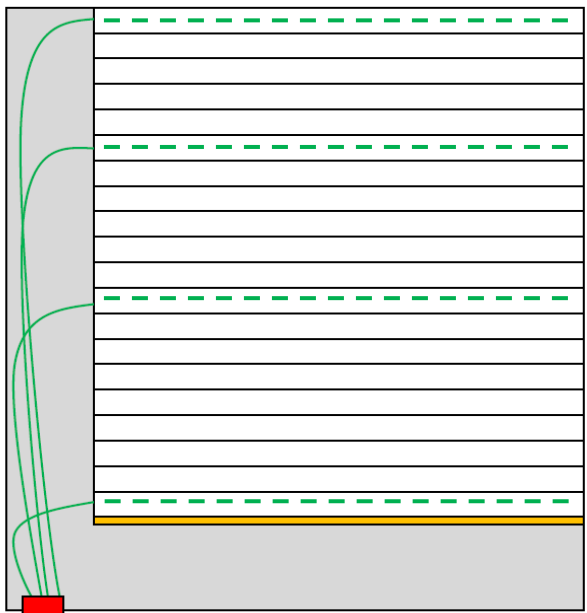
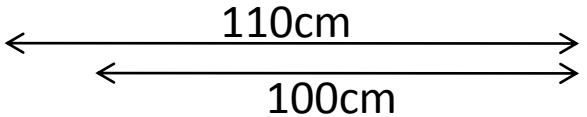


ν 散乱のmuon



Counter plane

3大学で共同開発・製作@Bern大学
2011/1 - 2011/4



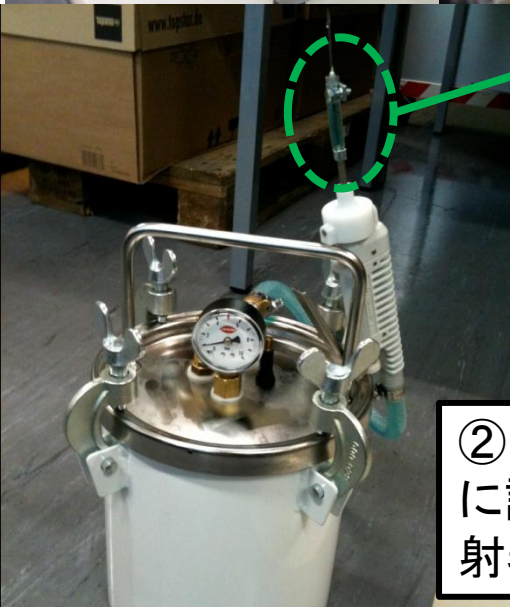
これらをアルミニウムケース
(110x110 cm²)に収納

シンチレーション光はコネクタ部から取り出され、
ここから先はclear fiberにより伝搬 ⇒ PMTへ



Scintillator bar

① Optical greaseの容器を真空引き

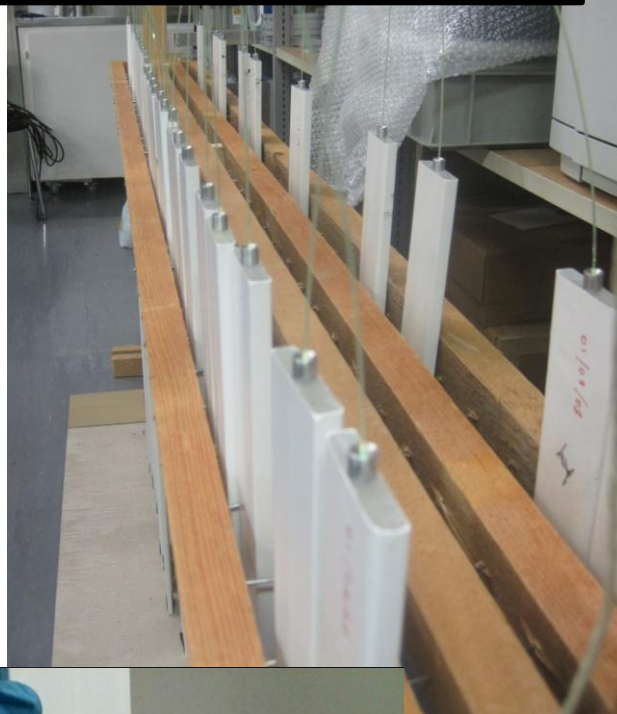


② Grease容器を高圧タンクに設置、圧力でgreaseを注射器より放出



③ Scintillator barを立てた状態で、底部よりgreaseを注入

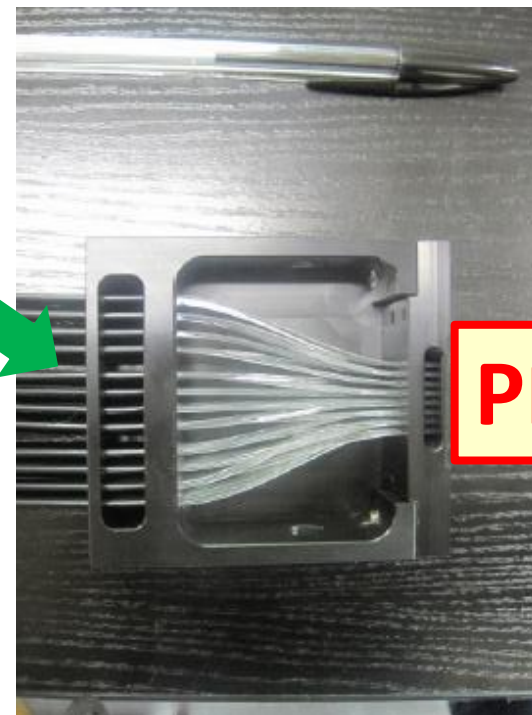
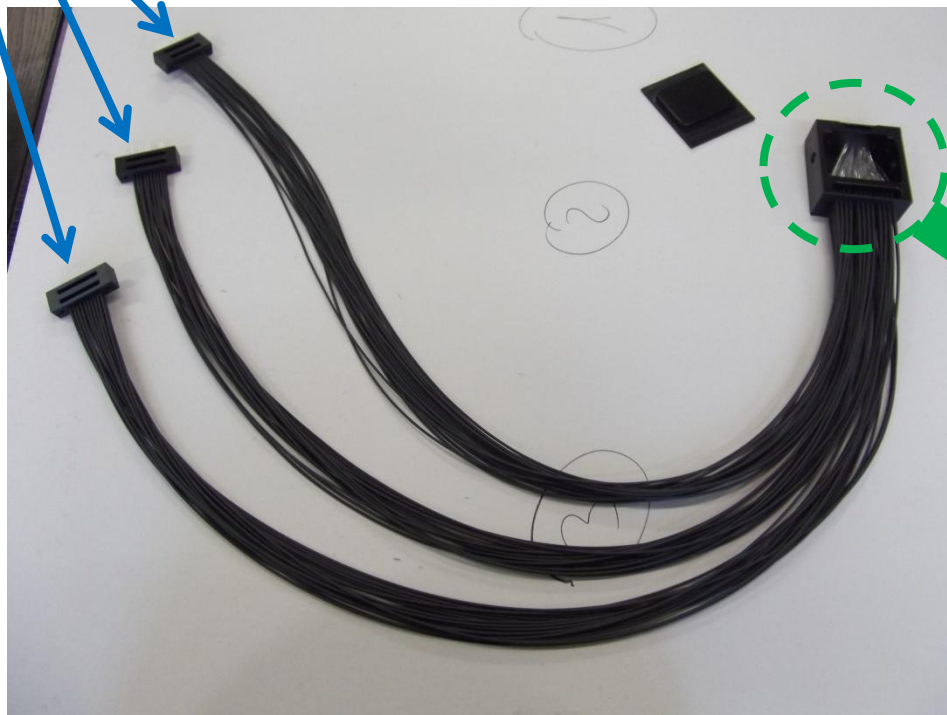
④ 上部からWLS fiberを挿入
Optical greaseを乾燥



これらの手法により bar内の気泡を取り除くことに成功 ⇒ 集光効率UP

Counter plane

Clear fiber bundle

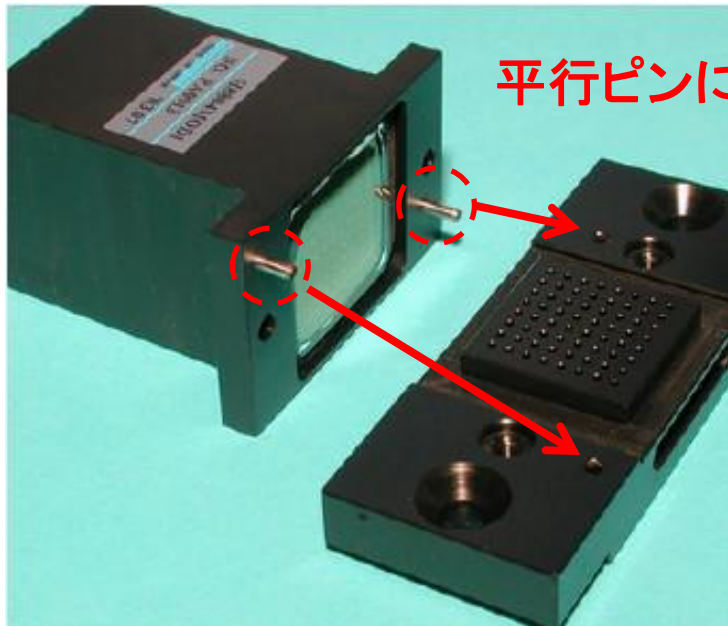


- 110cm長のclear fiber($\phi 1$)で光信号を輸送
 - Counter plane側 20本を1つのコネクタ(cookie)
 - PMT側 60本(20本 \times 3)を1つのコネクタ
- 3 counter planeからの信号を1PMTで読み出し

64ch multi anode PMT

H8804-200MODA

- Green extended type
- 短波長領域で従来製品より高量子効率
(QE = 25 % @ 500nm)

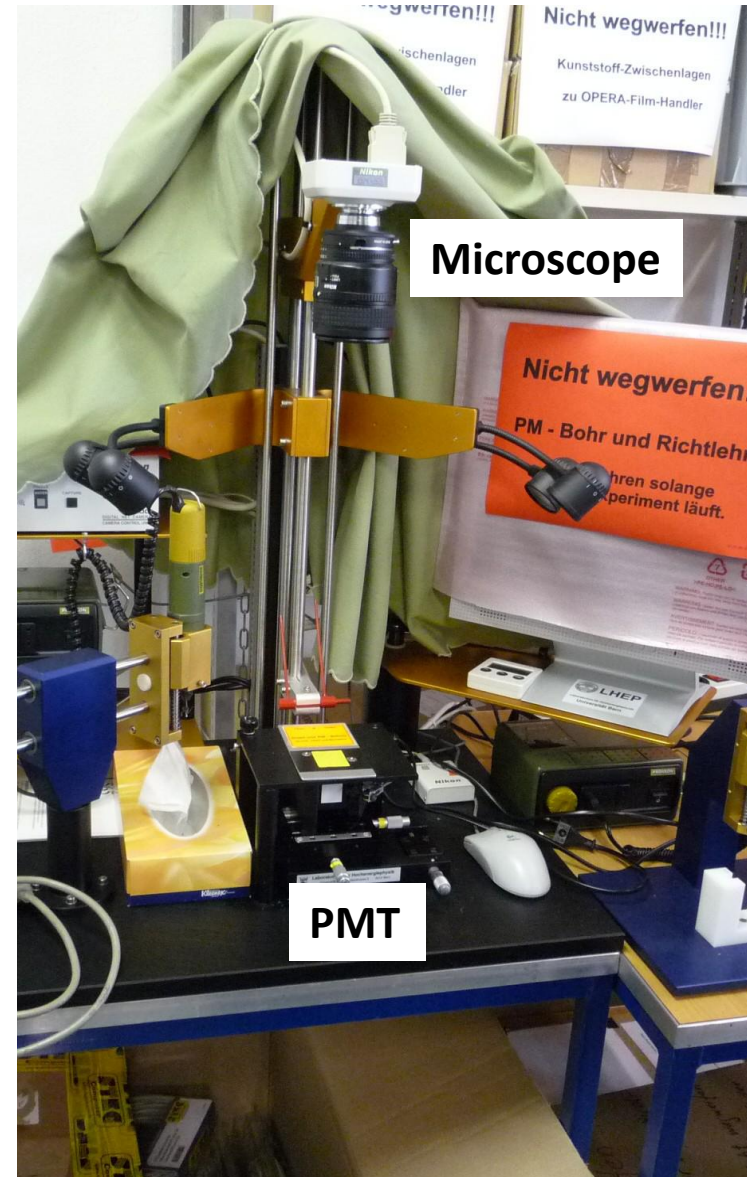


平行ピンによるalignment

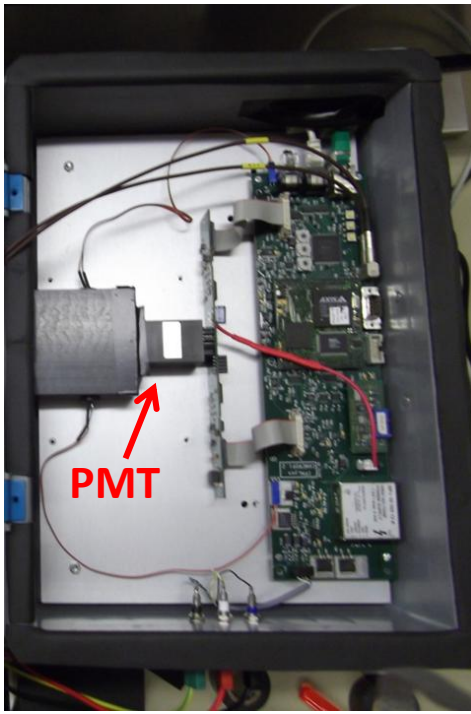
OPERA 実験用
alignment system
@Bern大学

PMTの個体差に対応したalignment

- 1つ1つ顕微鏡で光電面の位置を確認
- 正確なalignmentにより
photon loss, cross talkを抑制

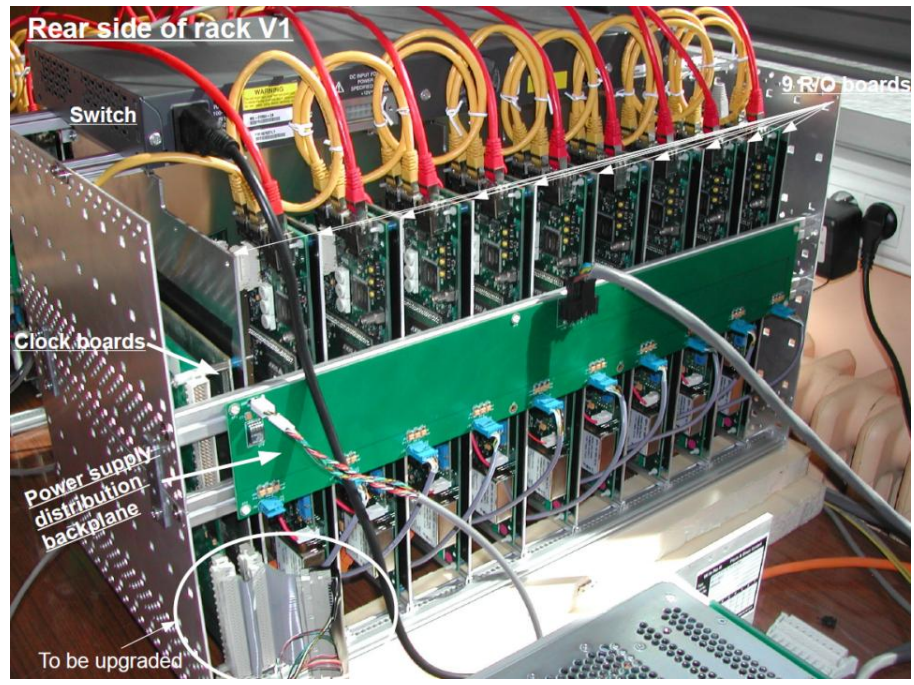


Readout system



DAQ board

- FPGA x2
それぞれに32ch ADC
- Calibration用LED
- Power supply for PMT
- セルフ/内部/外部
トリガーモード
- Ethernet接続



極めて低いノイズレート (<1Hz for 1 p.e. threshold)

ソフトウェアもOPERA実験のものを使用

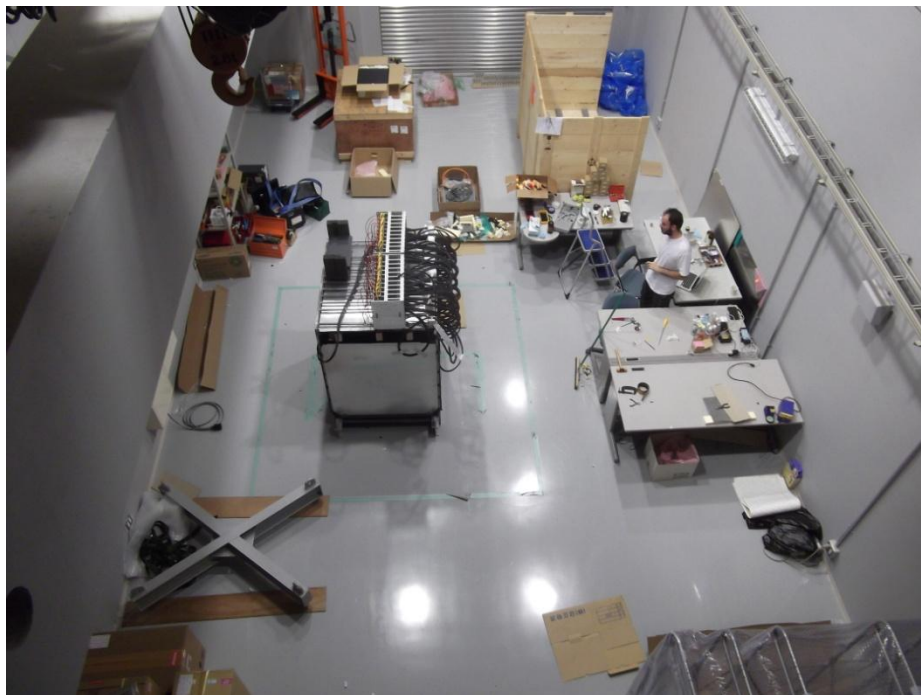
OPERA実験において長期安定性を確認済み

宇宙線研におけるcosmic test中もセルフトリガーモードで1週間以上安定動作

19 boardにより全counter planeとveto planeからの信号を読み出し

Final assembling

- 3大学合同で検出器の建設@東大宇宙線研
 - 検出器組立(7月)
 - DAQ組立とcommissioning(8月上旬)
- 現在、cosmic test中



Installation and beam test

Installation

- 9/26 – 10/7
- Main moduleとrack(DAQ主計算機, UPS, 変圧器)のみのコンパクト設計
⇒ 運搬・設置作業は容易(2 day)
- 各ケーブルの接続とcommissioning (2 weeks)

Data taking

- 本年12月からの ν beam time中に測定
- (早ければ)2012年夏に結果発表

まとめ

- LEM実験はJ-PARC ν beamのエネルギー分布を on-axisで測定
 - NA61 hadron productionを追試
 - ν beamを多角的な理解
- 今後の予定
 - 9/26-10/7検出器インストール&コミッショニング
 - 本年12月のビームより測定開始
 - (早ければ)来年夏、最初の結果
- 検出器パフォーマンスについては次講演
**“Cosmic ray analysis and expected sensitivity of LEM”
by Andrew Laing**