



東海to神岡長基線ニュートリノ実験 T 2 K

査定額 10万円 (旅費)

谷川 輝 (KEK) for the T2K Collaboration
令和5年度東京大学宇宙線研共同利用研究成果発表会
2024/2/21

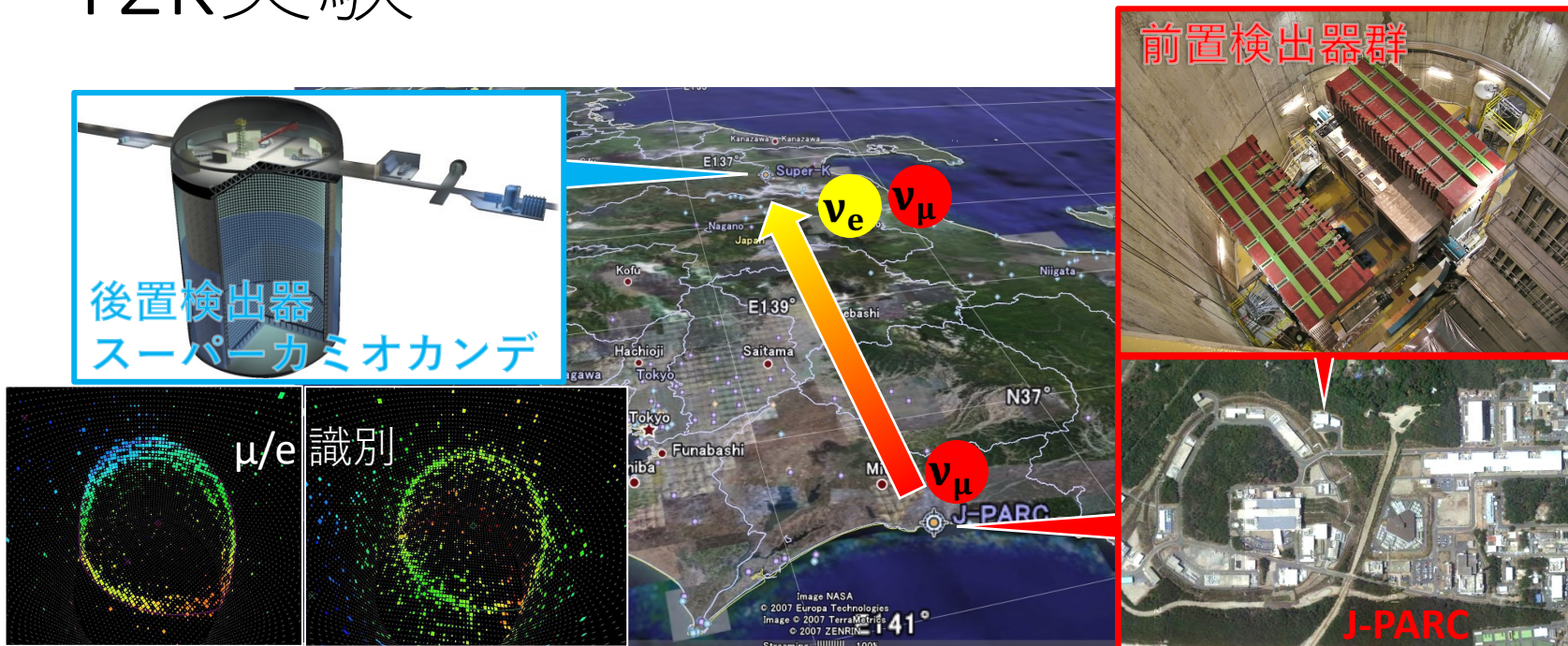
T2K実験



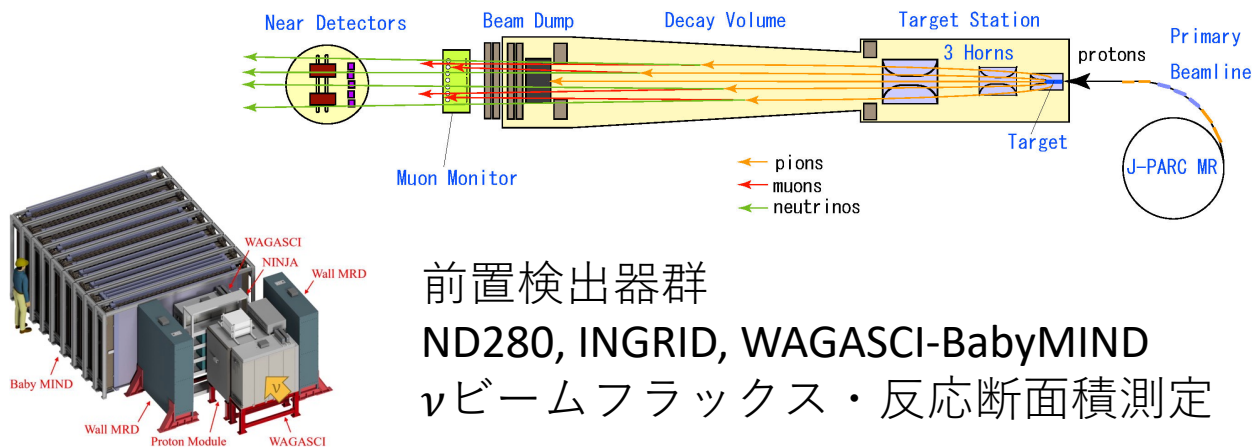
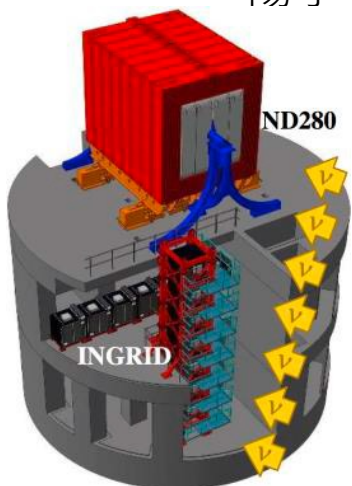
- J-PARCで生成したニュートリノを295km離れたスーパーカミオカンデ(SK)で検出
- ニュートリノ振動確率から混合角・質量二乗差・CP位相を測定
 - $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_\mu : \theta_{23}, \Delta m_{32}^2$
 - $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e : \theta_{13}, \delta_{CP}$
- 未解決問題： θ_{23} octant, 質量順序, CPの破れ

$$\theta_{23} \begin{matrix} \leq \frac{\pi}{4} \\ > \frac{\pi}{4} \\ ? \end{matrix} \quad \Delta m_{32}^2 \begin{matrix} \leq 0 \\ > 0 \\ ? \end{matrix}$$

T2K実験



陽子ビームを炭素標的に入射 → $\pi^{+(-)}$ を電磁ホーンで収束 → $\nu_{\mu}(\bar{\nu}_{\mu})$ ビーム



前置検出器群

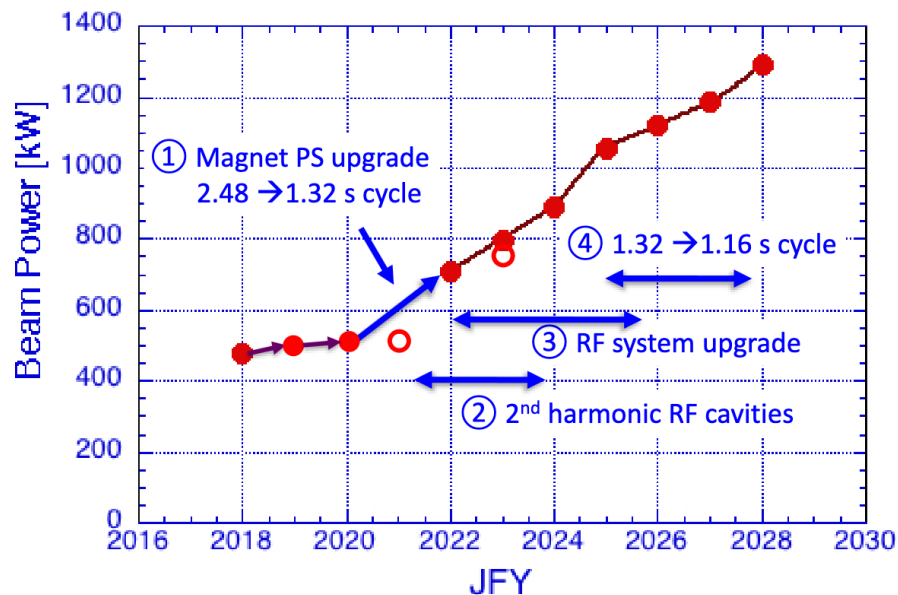
ND280, INGRID, WAGASCI-BabyMIND

ν ビームフラックス・反応断面積測定

T2K実験

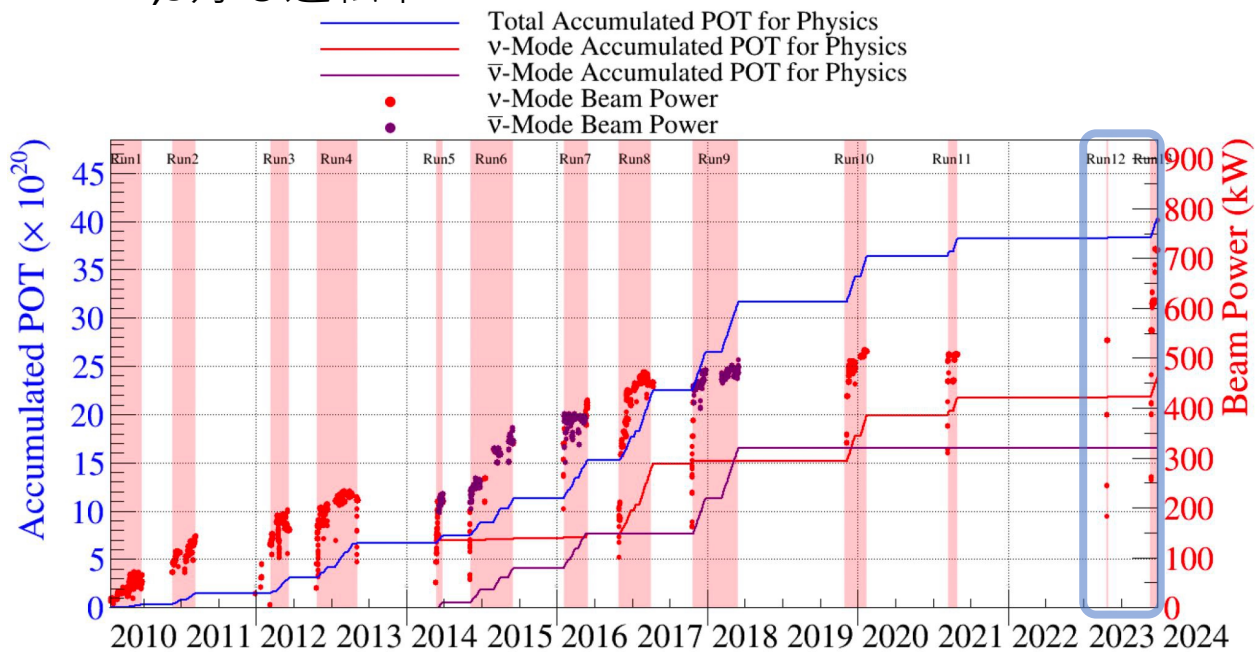
- T2K実験はビームと検出器をアップグレードし、統計・系統誤差両面を改善しようとしている
- 2026年度末まで測定を続ける予定
- 主リングのビーム強度を1.3MWに増強
- 電磁ホーン電流 250 kA → 320 kA
 - 陽子あたりの ν フラックス +10%
- 前置検出器ND280に新検出器を導入
 - ν -核子反応の理解
→系統誤差削減

ビーム強度の展望



ビーム増強

- ビームラインの増強を経て、2年ぶりに運転再開
- 710kW, 320kAで安定して運転
- 当初の目標750kWを超え、760kWを達成（38分間）
- 11,12月で 2×10^{20} protons-on-targetを取得
- 2,3月も運転中

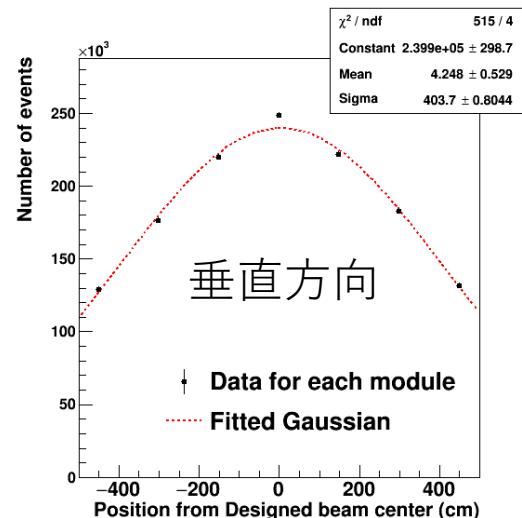
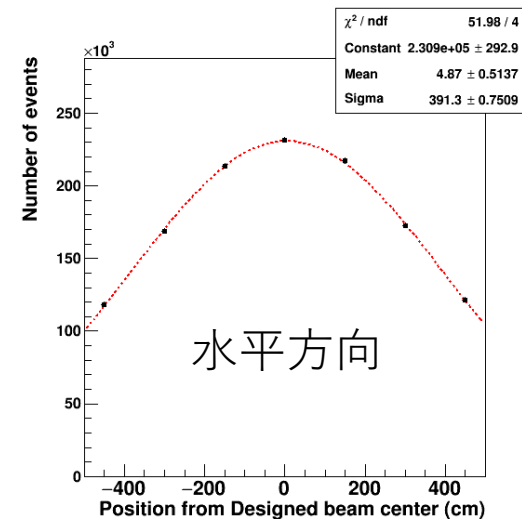


<https://kds.kek.jp/event/48881/contributions/252892/attachments/175364/231993/Jan2024-PAC-T2KAnalysis-Mahn.pdf>

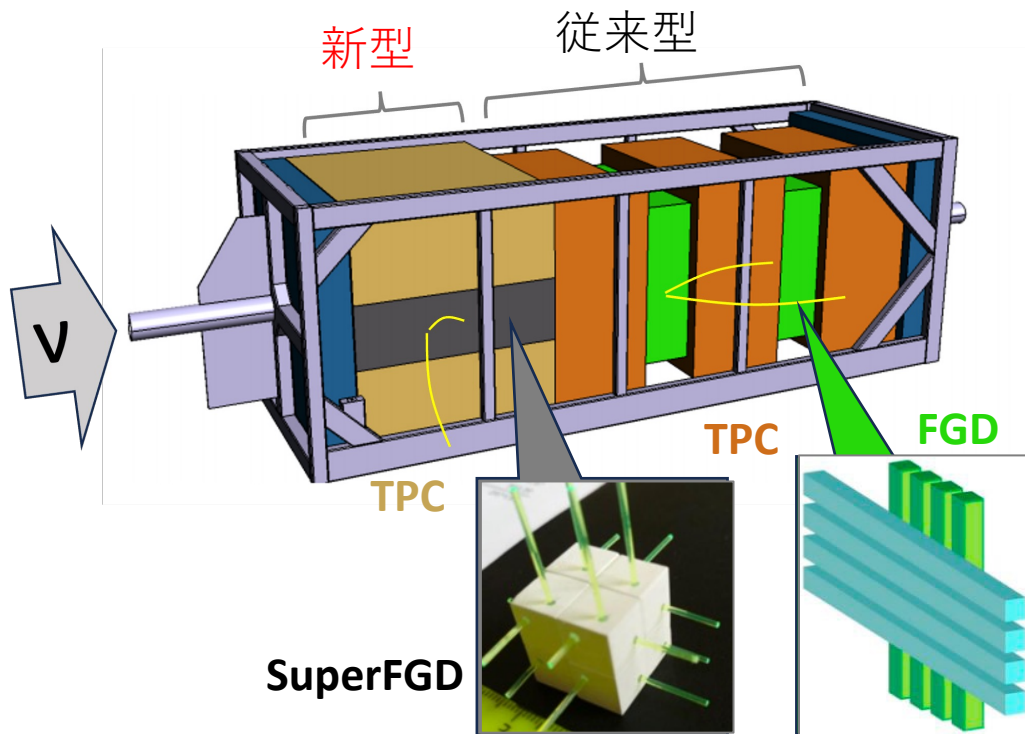
https://kds.kek.jp/event/48881/contributions/252884/attachments/175350/231974/PAC_T2K_Hardware_flux_fv.pdf

2024/2/21

320kAでのνビームプロファイル INGRIDによる測定

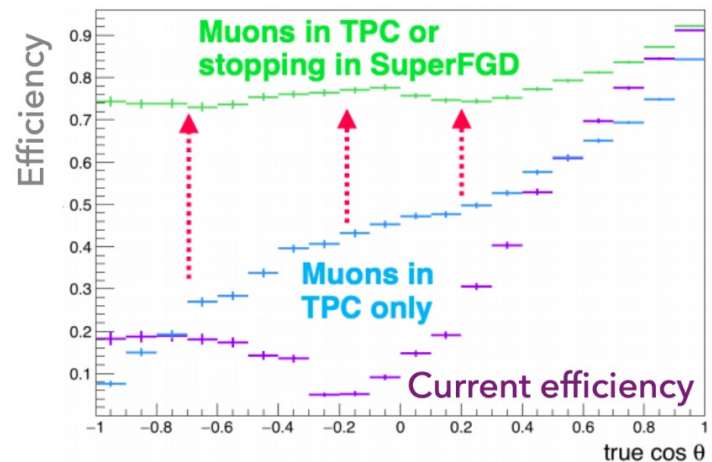
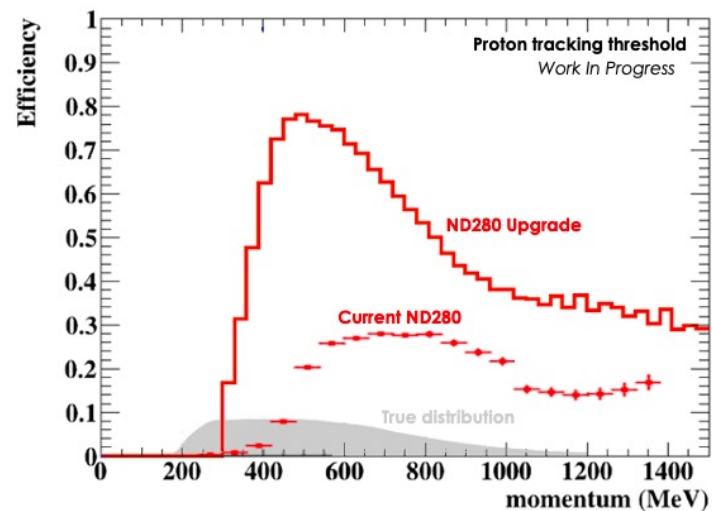


前置検出器ND280アップグレード

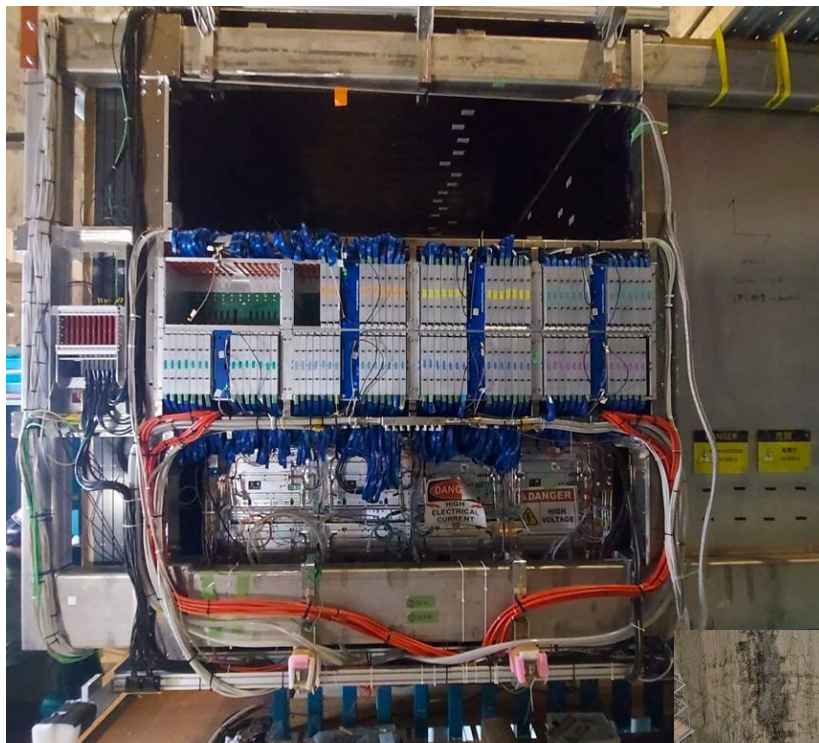


- 1cm角の立方体シンチレータによる高精細化
 - 低運動量飛跡の再構成
 - 粒子識別能力向上
- 上下にガス飛跡検出器(TPC)を配置
 - 大角度散乱飛跡への感度向上

→ SKと同じ位相空間での ν 反応断面積測定



ND280アップグレード状況

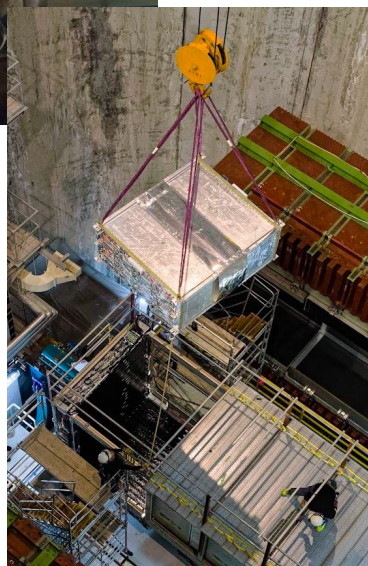


地上での試験を経て、
2023年夏-秋に新検出器群を設置

- SuperFGD 昨年度J-PARCで組立
80%の読出回路を使用
- TPC (下段) 夏にCERNから輸送
- Time Of Flight 検出器
全6枚を夏にCERNから輸送
4枚設置済み

2024年春に完成予定

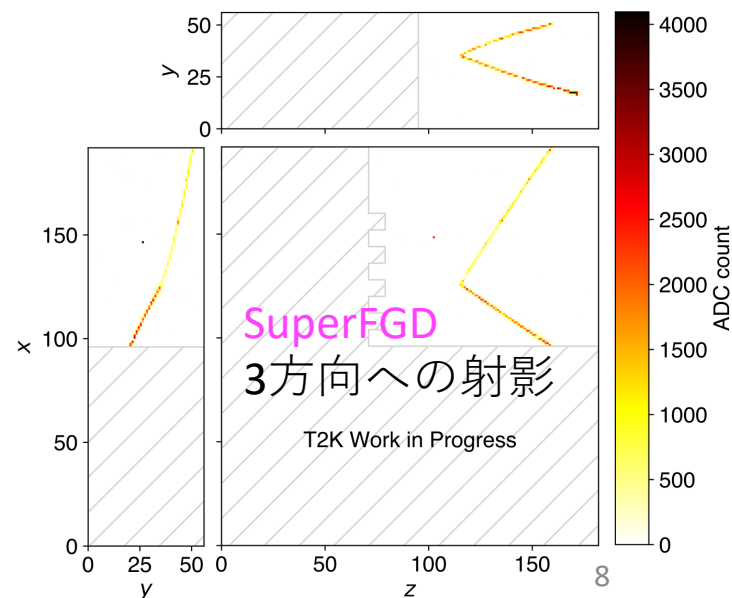
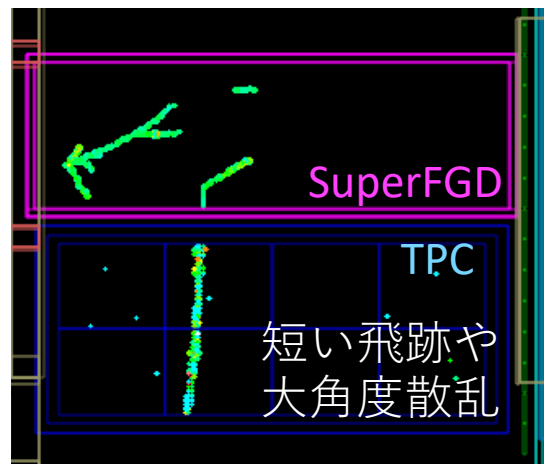
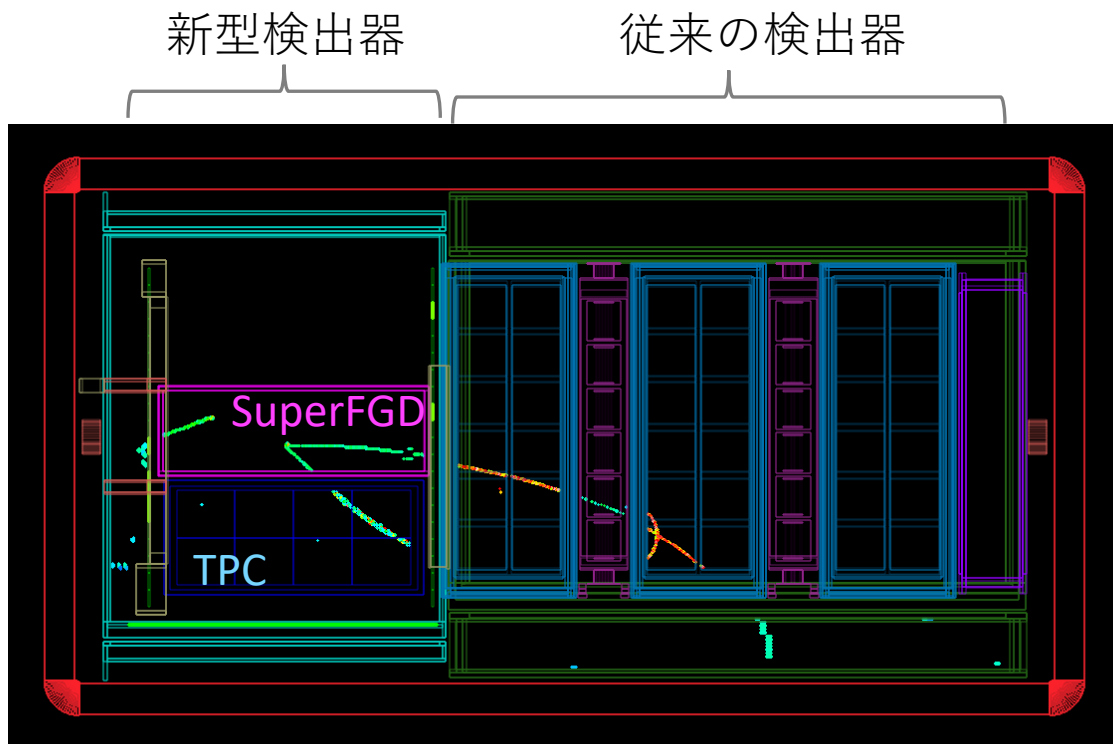
設置の様子



2024/2/21

ND280アップグレード状況

- 12月には従来のND280と統合して安定にニュートリノビームデータを取得
- 新型検出器の校正・性能評価が進行中



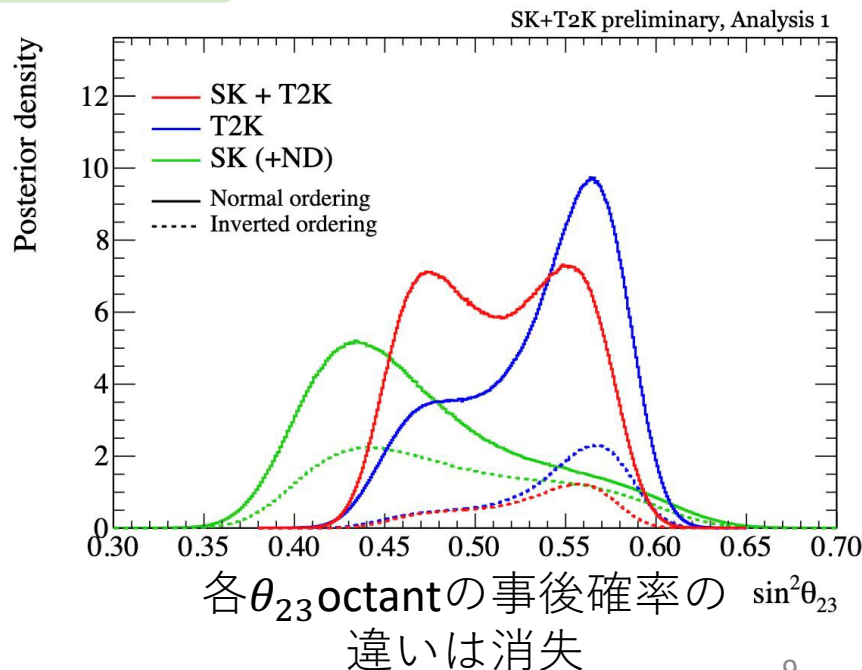
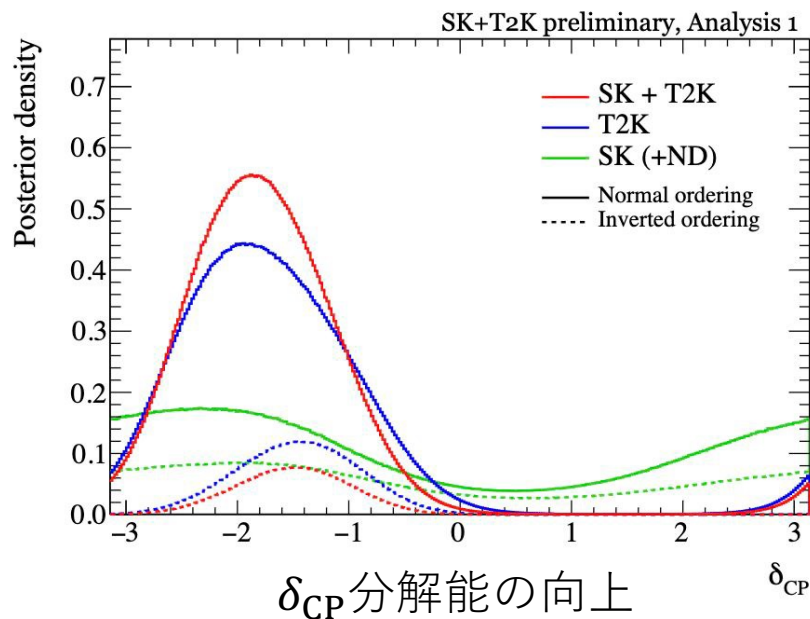
他実験との共同解析

- 振動確率 $P(\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e)$ は δ_{CP} だけでなく質量順序・ θ_{23} に依存、縮退している
- 飛行距離・エネルギーの異なる実験との共同解析で縮退を解く
 - **SK** : atmospheric, sub/multi-GeV
 - **T2K** : 295 km, ~0.6 GeV
 - **NOvA** : 810 km, ~2 GeV

NNN23で公表

KEK素核研セミナーで公表

SK+T2K共同解析結果



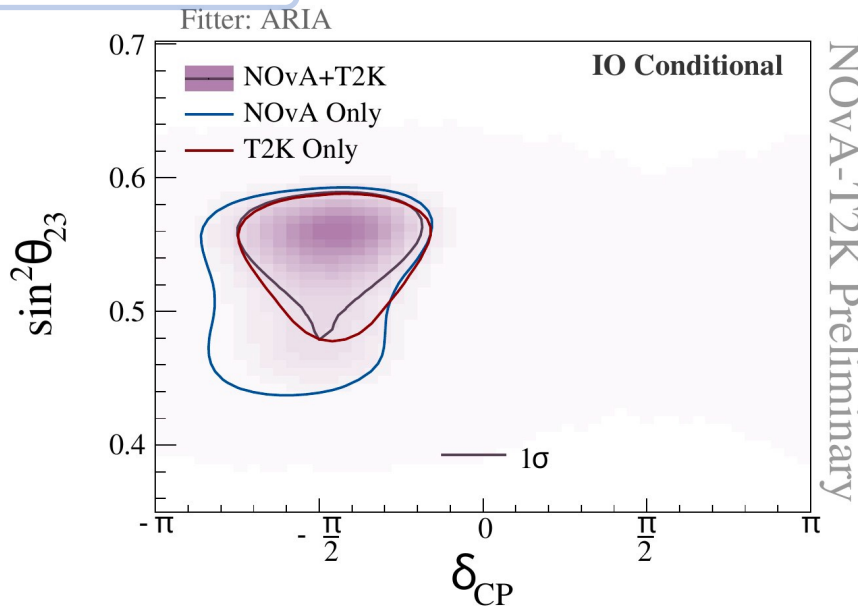
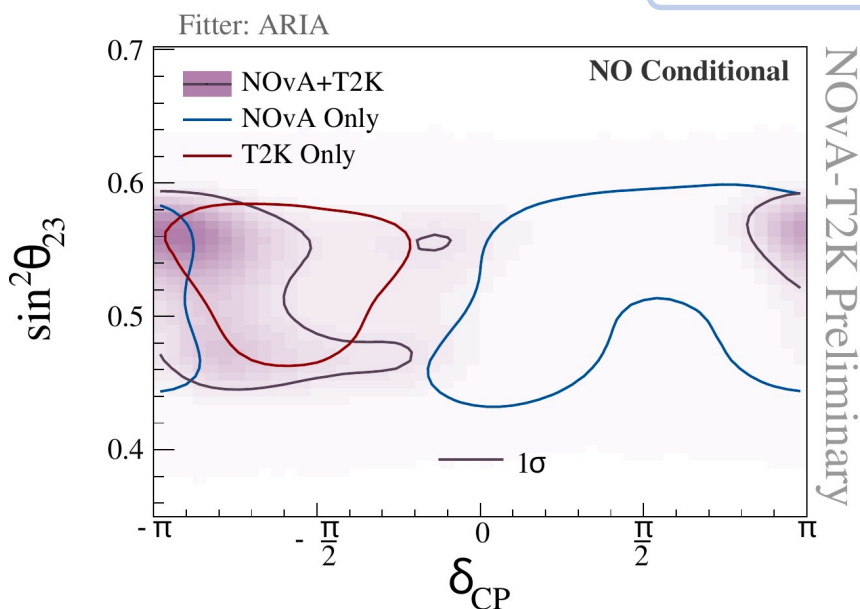
他実験との共同解析

- 振動確率 $P(\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e)$ は δ_{CP} だけでなく質量順序・ θ_{23} に依存、縮退している
- 飛行距離・エネルギーの異なる実験との共同解析で縮退を解く
 - **SK** : atmospheric, sub/multi-GeV
 - **T2K** : 295 km, ~ 0.6 GeV
 - **NOvA** : 810 km, ~ 2 GeV

NNN23で公表

KEK素核研セミナーで公表

T2K+NOvA共同解析結果



事後確率分布の違いを統合

まとめ

- ビーム・前置検出器のアップグレードを経て測定を再開
 - ビーム増強後、2年ぶりの運転
 - ビーム強度 760kW, ホーン電流 320kAを達成
 - 新型前置検出器でのビームデータ取得
- 前置検出器のアップグレードが2024年春に完了予定
- SK, NOvAとの共同解析結果を発表
 - 振動パラメータの縮退を解いて感度向上