



TA実験サイトにおける空気チレンコフ光観測

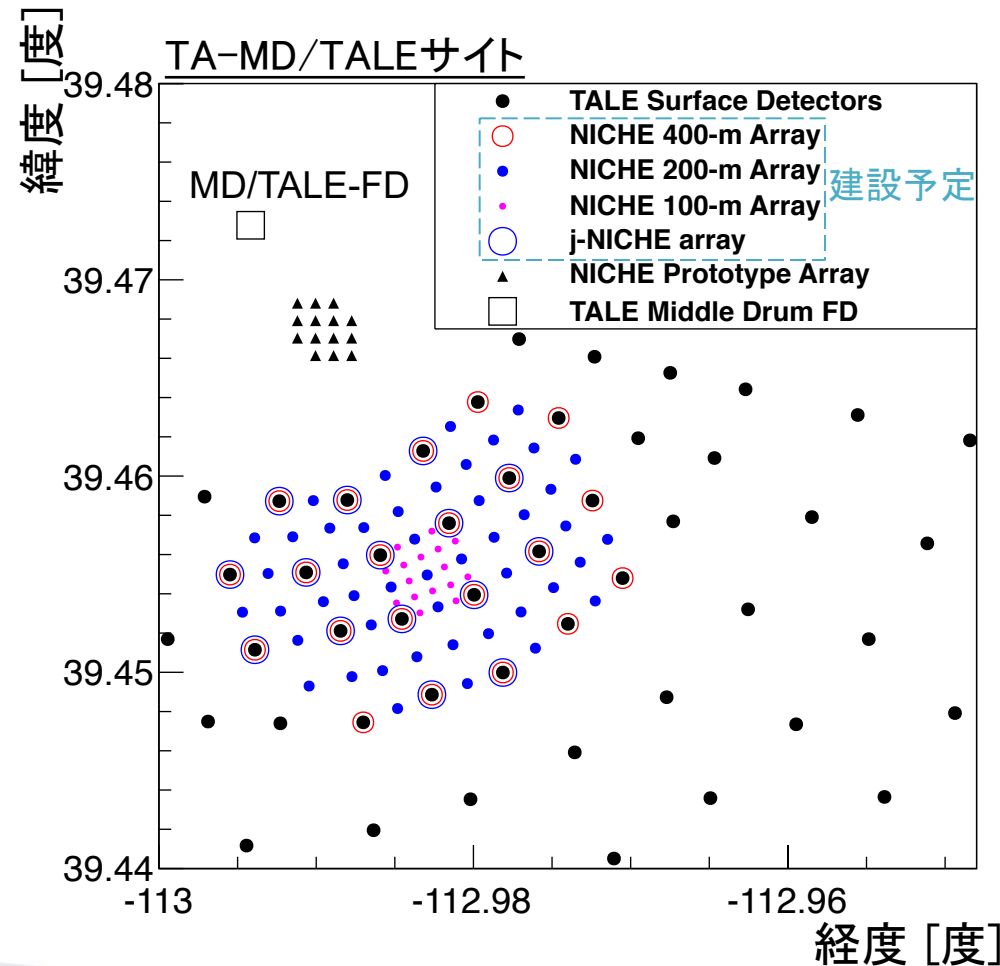
尾村勇吾
大阪市立大学

目次

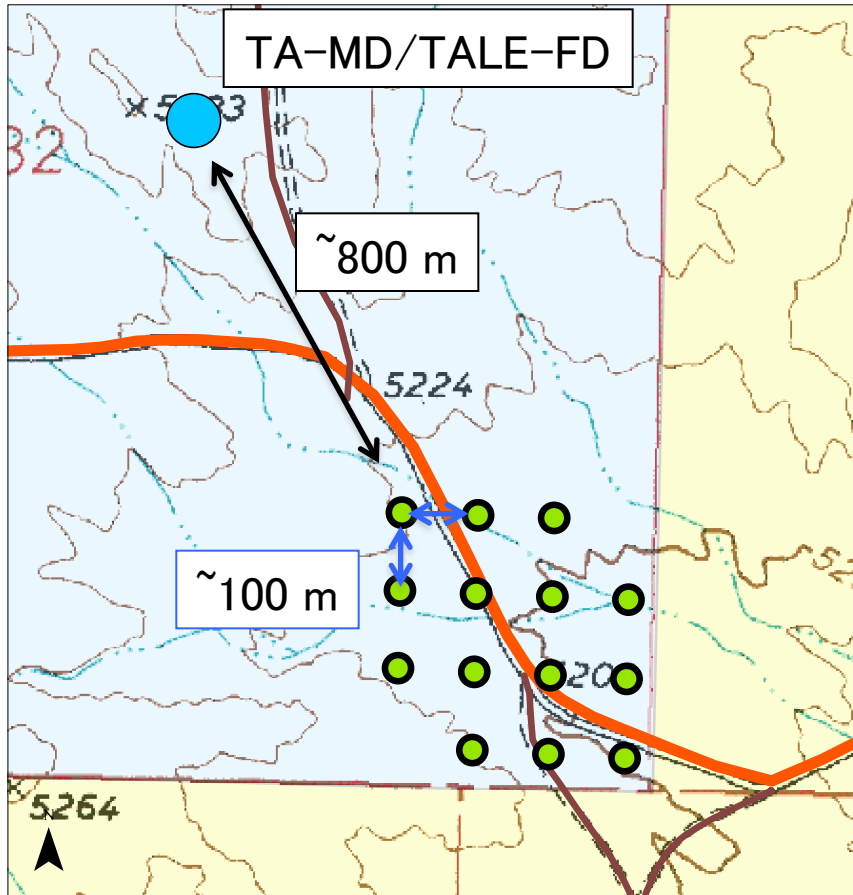
- NICHE実験
 - 目的
 - 検出器配置
 - 検出器の説明
- 現在の観測状況
- NICHE実験観測データとNICHE-FDハイブリッドイベント例
- 到来方向決定精度の評価
- ハイブリッドイベントのシャワージオメトリ決定

NICHE(Non-Imaging Cherenkov)実験

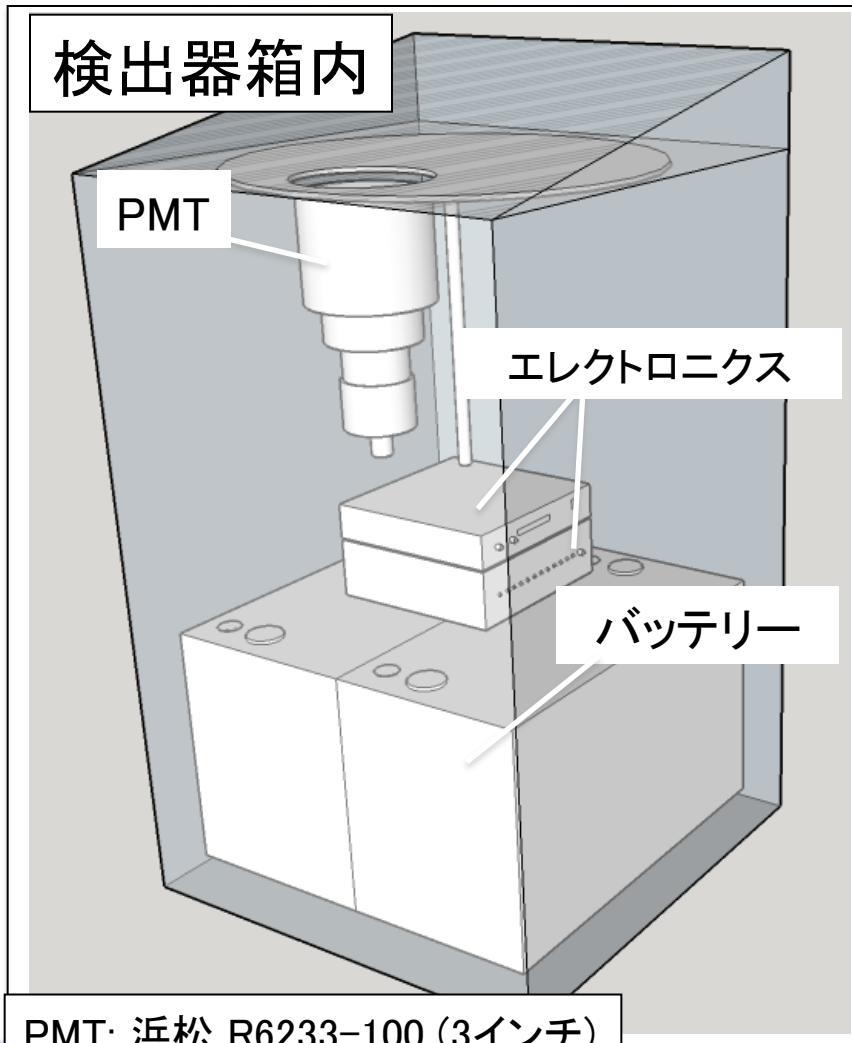
- TALE実験の見ているエネルギー領域を含む $10^{15} - 10^{18.5}$ eVのエネルギースペクトルと質量組成の精密測定
- シャワー粒子が出すチェレンコフ光をPMTで検出するための装置をアレイ状に配置する。
- 14台で観測している: NICHE Prototype Array
- 2018年5月定常観測開始



NICHE Prototype Array



NICHE Prototype Array



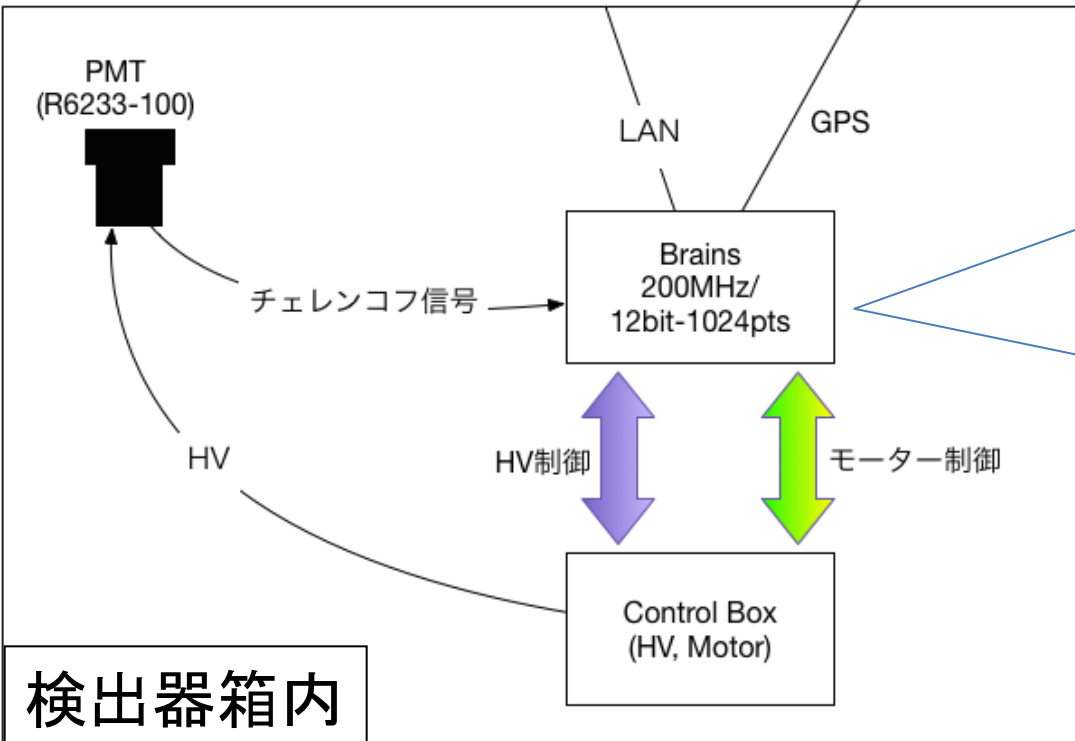
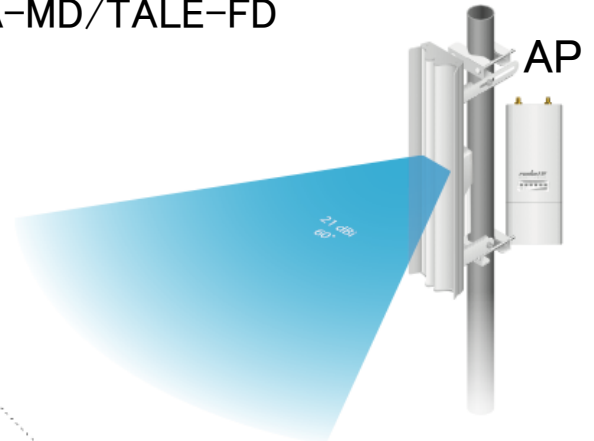
PMT: 浜松 R6233-100 (3インチ)
 FADC: 200 MHz, 12 bits



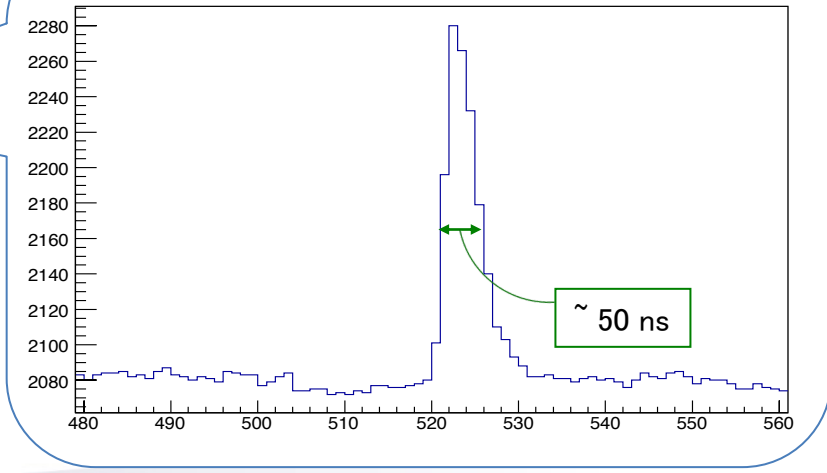
検出器系の構成



TA-MD/TALE-FD

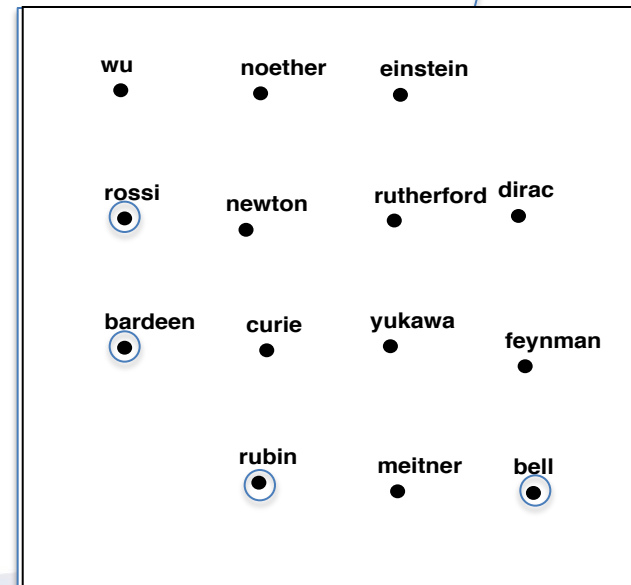


チェレンコフ光波形の典型例



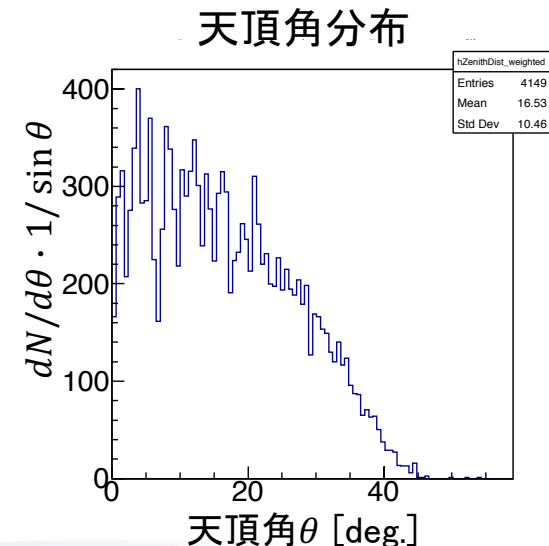
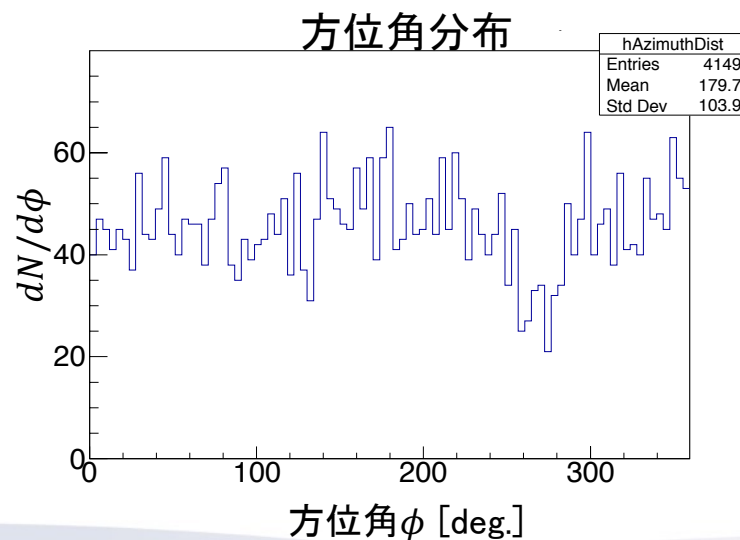
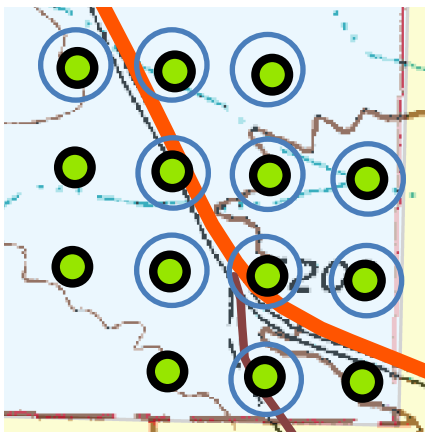
観測状況

- 2018年5月より検出器10台で定常観測を開始
- 2018年9月に全検出器14台を設置完了
- これまで80日⇒381時間観測 (duty factor 20%)。コインシデンスイベント数 ($N \geq 4$) は110,768。

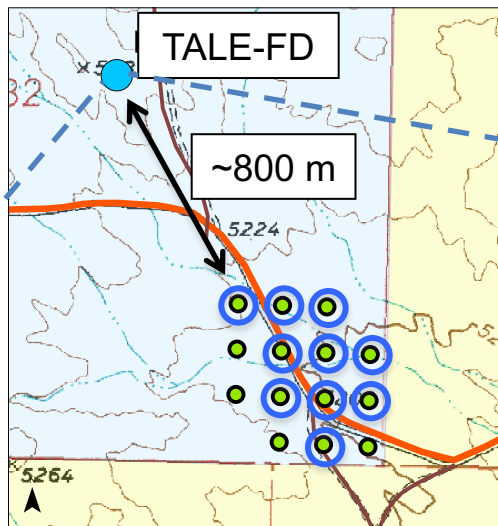


2017年9月21日 観測データ

- 観測に使った検出器は10台
- コインシデンスイベント数 ($N \geq 4$) は4149 (time window = $10 \mu s$)
- コインシデンスイベント ($N \geq 4$) について、各検出器のヒット時刻を平面フィットすることで方位角/天頂角分布を決定した。

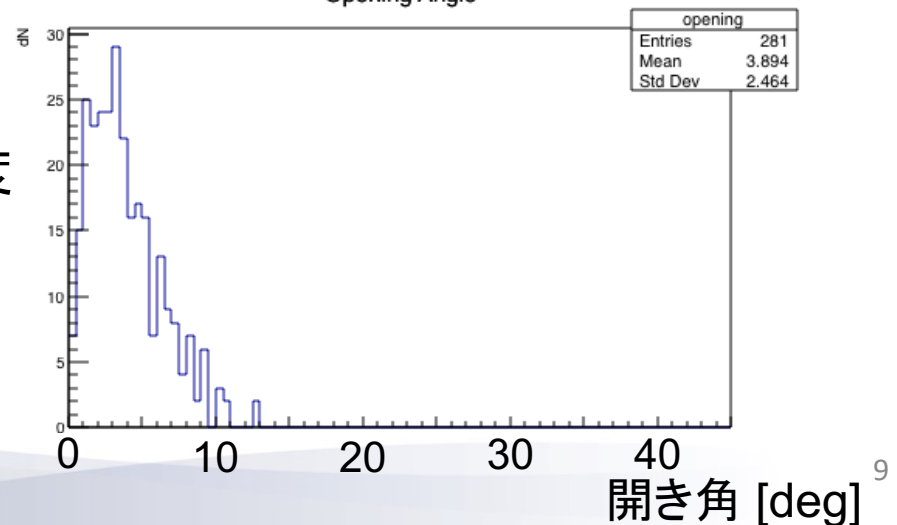
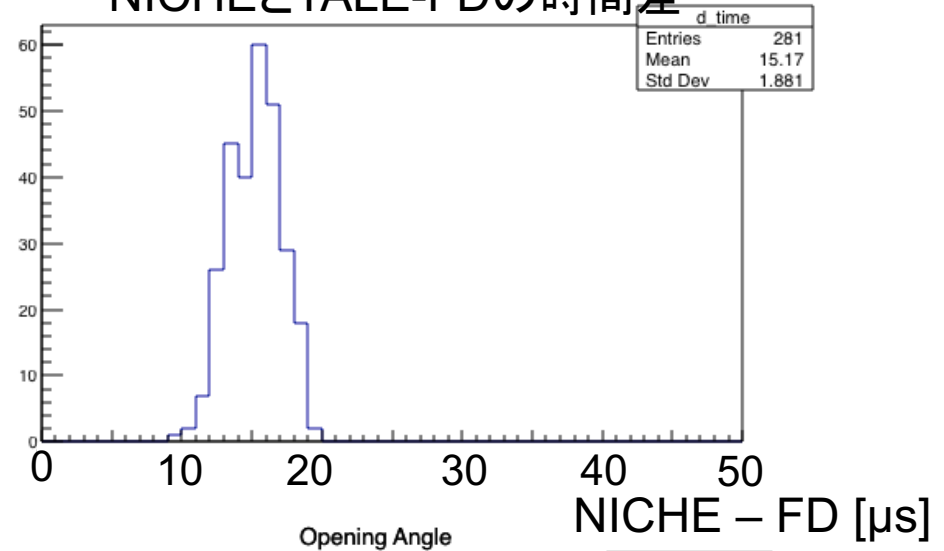


NICHE-TALEハイブリッドイベント(2017-09-21)



- 281ハイブリッドイベント
- NICHEとTALEの開き角は平均3.9度

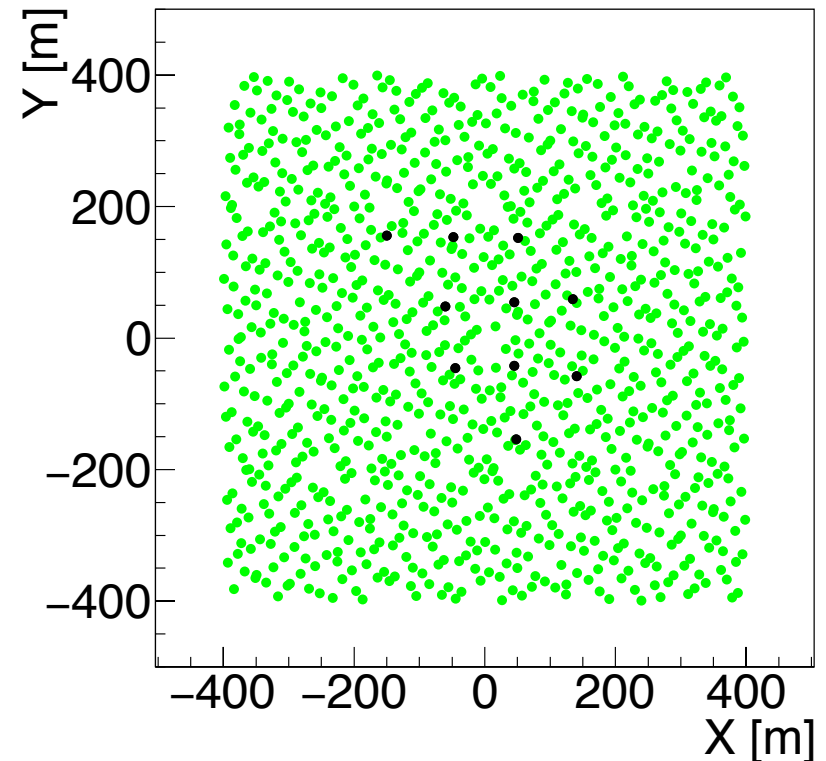
NICHEとTALE-FDの時間差



到来方向決定精度の評価

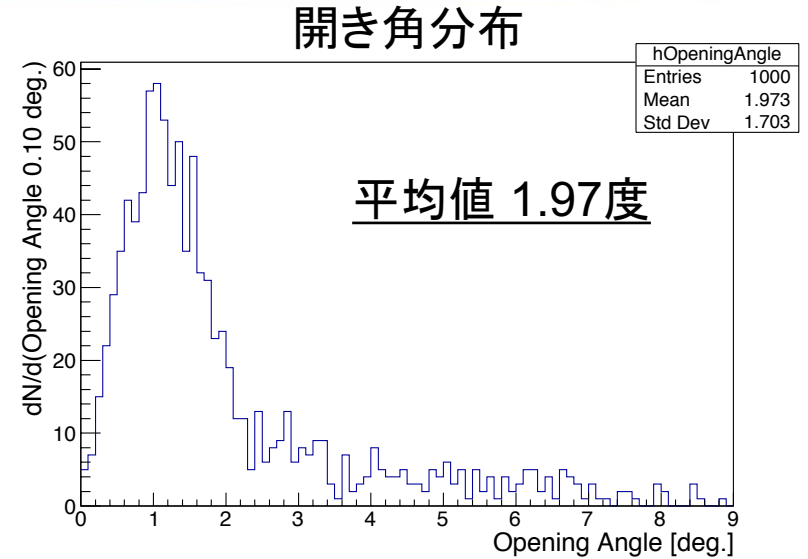
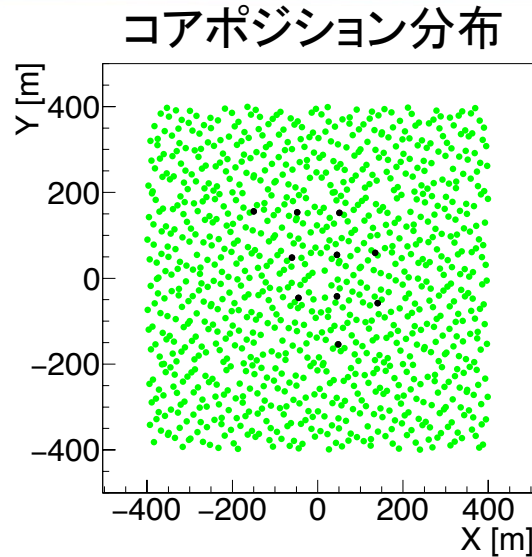
- CORSIKAで1000シャワーを生成。
 - エネルギー: 10^{15} eV
 - 核種: 陽子
 - 到来方向:
 - 天頂角: 0-70度でランダム。
 - 方位角: 0-360度でランダム。
 - コアポジション: 検出器アレイ中心からX/Y軸共に ± 400 mの範囲内で一様。
- 各シャワーに対して実データと同じフォーマットの疑似データを生成、疑似データを再構成プログラムに与える。

コアポジション分布

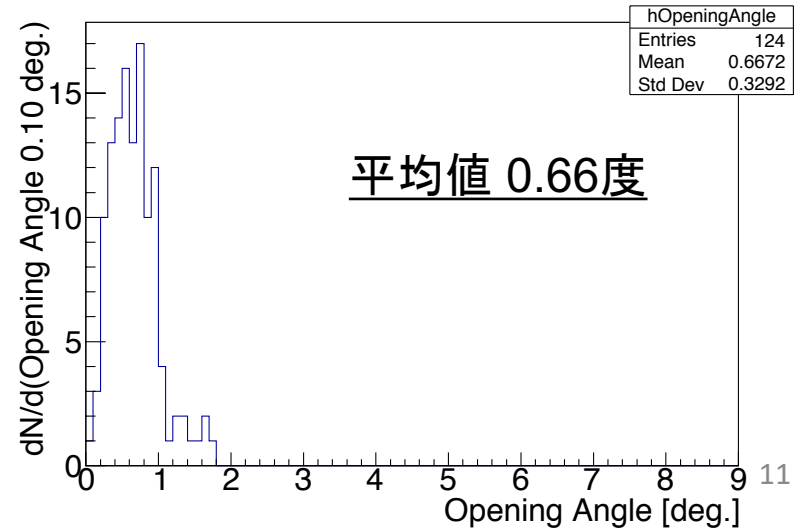
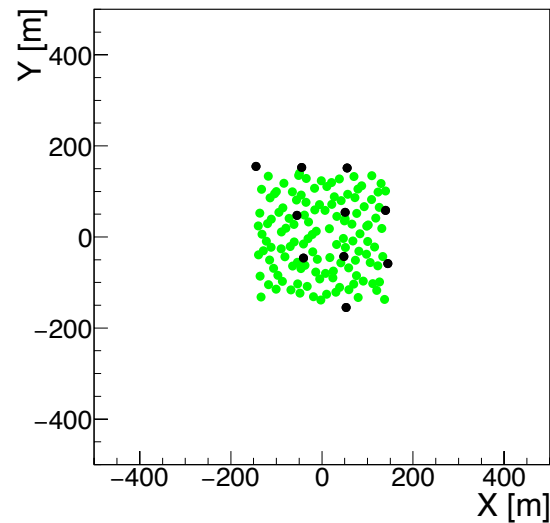


到来方向決定精度

セレクションなし:



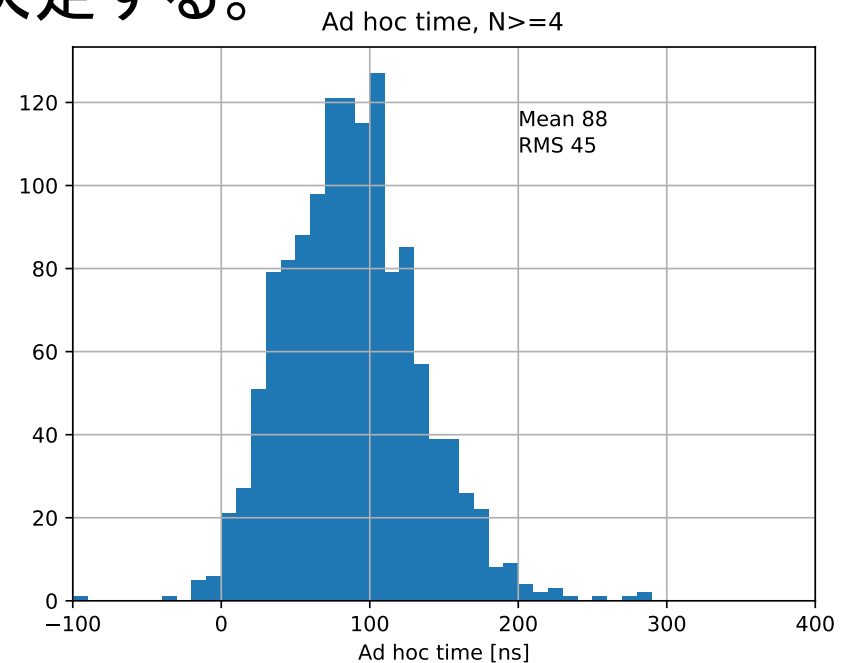
セレクションあり:



NICHE-TALEハイブリッドタイミングフィット(1/2)

- 同一シャワーに対するNICHEとTALEのイベントトリガー時刻を使って、シャワージオメトリを決定する。
- NICHEとTALEの時間差の分布

TALEの時間分解能は100ns

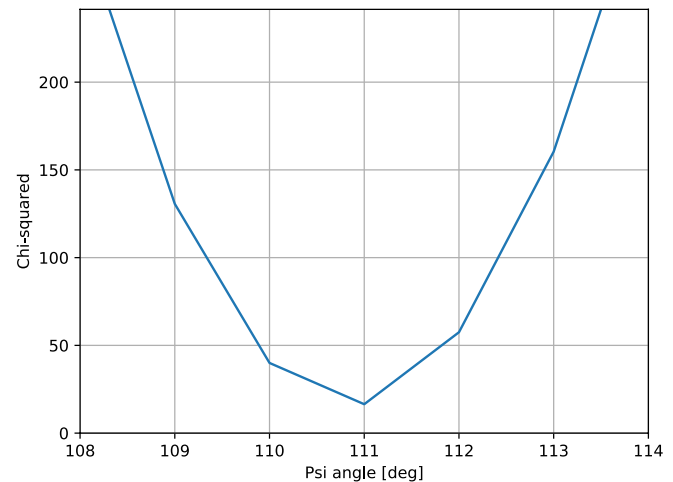
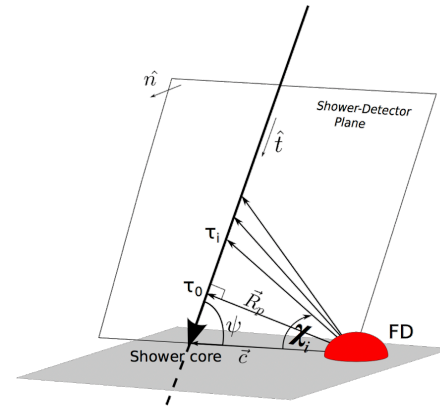
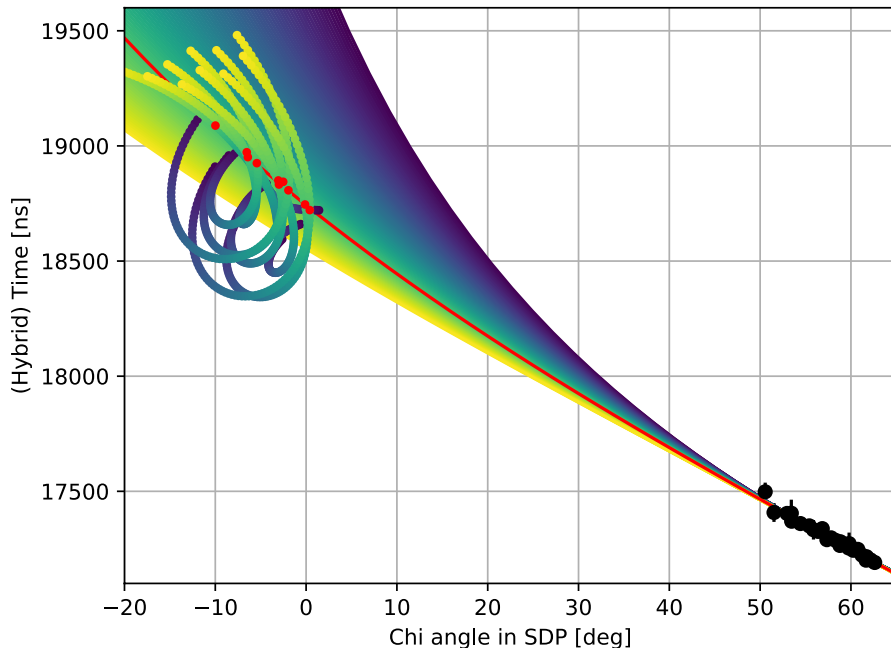


→ この分布の平均値88を使ってTALEイベントとNICHEイベントのタイミングフィットをする。

NICHE-TALEハイブリッドタイミングフィット(2/2)

- FDで決定したSDP固定で、 ψ を0度(濃い青)から180度(黄)まで1度刻みで変える。→ 最も良くフィットできる ψ が赤色の点

$$\text{フィット関数: } \tau = t_0 + \frac{R_p}{c} \tan\left(\frac{\pi - \psi - \chi}{2}\right)$$



まとめ

- NICHE実験は 10^{15} - 10^{18} eVエネルギー領域での質量組成を調べることを目的にしている。
- 到来方向の決定精度を調べた。
検出器アレイ外に落ちた場合、平均値は1.97度。
検出器アレイ近くに落ちた場合の平均値は0.66度。
- NICHE-TALEハイブリッドイベントからタイミングフィットにより、シャワージオメトリを決定できることを確かめた。