

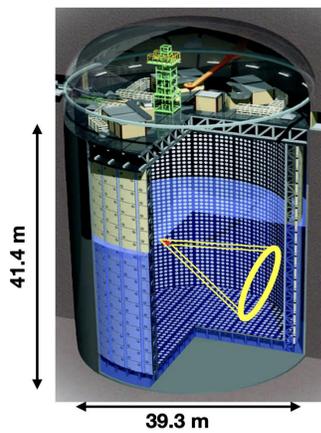
# Water Cherenkov Test Experiment (WCTE)における $^9\text{Li}$ 生成の探索結果

第11回「極低放射能技術」研究会 岡山大学 濱口紘希

## Introduction

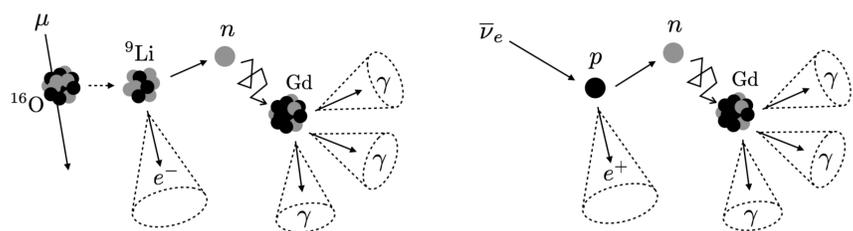
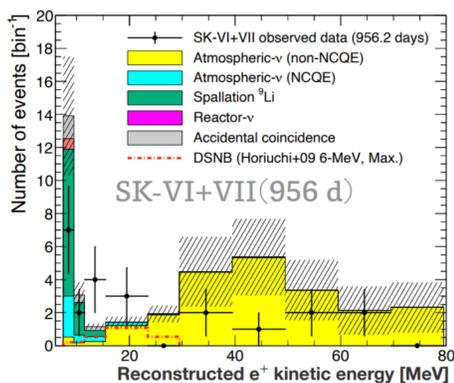
### スーパーカミオカンデ (SK)

- 地下約1000m に設置された大型水チェレンコフ検出器
- ニュートリノ反応で生成された荷電粒子のチェレンコフ光を観測
- 水中に溶解したGdにより中性子を高効率で検出



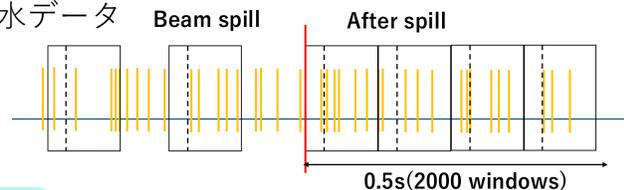
### 超新星背景ニュートリノ (DSNB)

- DSNB探索ではスパレーション生成核種が主要バックグラウンド → 宇宙線ミューオンの核破砕により生成
- 特に $^9\text{Li}$ は寿命が長く、中性子を伴う
- その生成機構は十分に理解されていない
- WCTEにより生成過程を検証する



## 解析手法

- $^9\text{Li}$ 崩壊電子の遅延信号を探索
- $^9\text{Li}$ 用にビームスピル後0.5秒データ取得
- $\pi^-$ 、340 MeV/c、純水データ



### イベント選別

#### Cluster search

- 0.5 秒ウィンドウ内から局在したヒットを抽出 (スライディングウィンドウ)

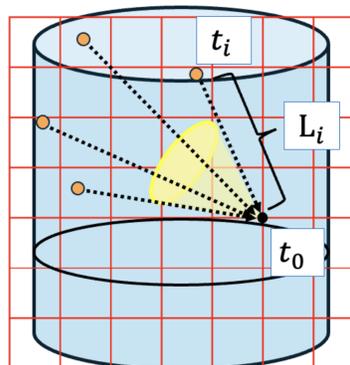
#### Energy Cut

- クラスター内ヒット数をエネルギーに換算
- $15 < N_{\text{hit}} < 40$  (6.25–14 MeV)

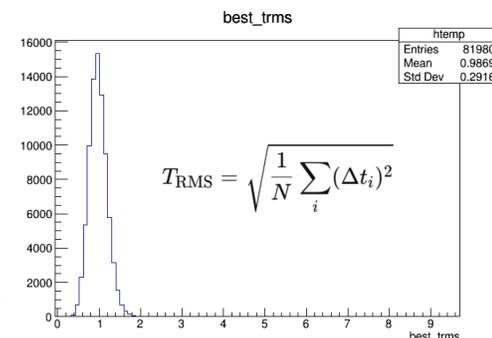
#### Vertex Cut

- ビーム軸近傍に集中している事象を選択 → 事象位置再構成手法を開発

## Vertex fitterの開発



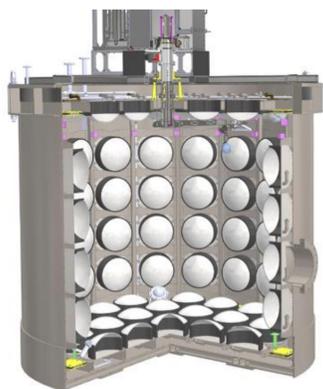
- 各multi-PMTのヒット時刻 $t_i$ を使用
- 3次元グリッド上に仮想頂点を配置
- 各頂点からの飛行時間 ToF を計算
- 補正時刻  $t_i^{\text{corr}} = t_i - \text{ToF}$  を求める
- 同時刻に最も揃う位置を真の頂点



- 補正時刻の RMS が最小となる位置を頂点と事象時刻  $t_0$  とする

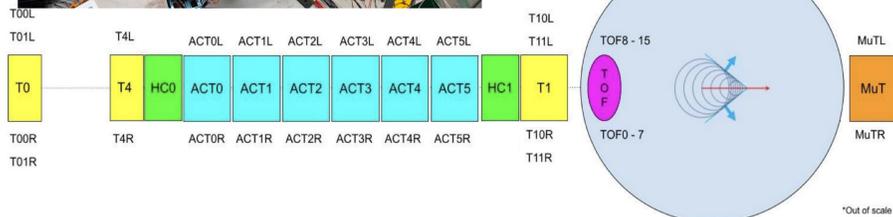
## The Water Cherenkov Test Experiment (WCTE)

- CERN East Area のビームテスト実験
- 数百 MeV/c粒子( $e$ ,  $\pi$ ,  $\mu$ ,  $p$ )を用いた水チェレンコフ応答の検証
- 2025年にビーム運転終了、解析進行中
- ハドロン反応などの理解に貢献 →  $\pi$ 相互作用と断面積を測定
- 水中中性子生成を測定



### 検出器

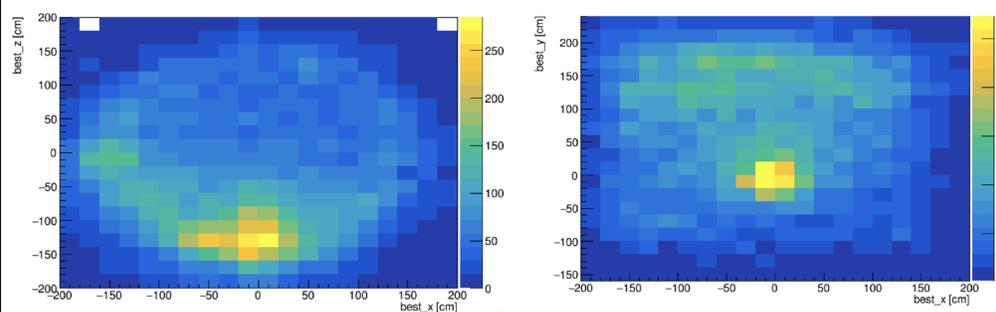
- 約40 ton水チェレンコフタンク
- multi-PMT モジュール
- T9 ビームライン入射 (0.2–1.2 GeV/c)
- Gd添加による中性子検出評価



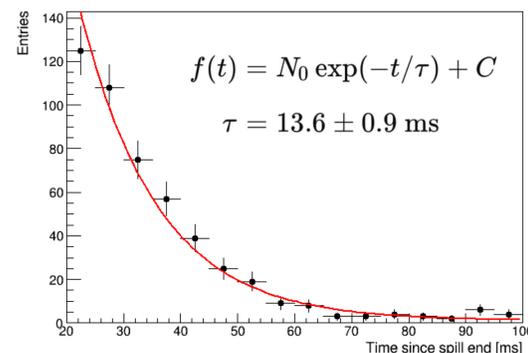
- T0~T4: 通過粒子の検出 (タイミング用トリガー)
- HC0,1: ビームスポット外の粒子の識別 (ハロー除去)
- ACT0~5: エアロゲルの屈折率を変えてチェレンコフ閾値を調整し、粒子を選別

## 解析結果

- 選別されたイベントをVertex Fitterに適用
- 再構成された頂点は、ビーム軸上に集中している
- ビーム中心付近を $^9\text{Li}$ 候補として選択



- 20 -100 msの領域で指数関数フィット
- 放射性同位体の崩壊は指数関数に従う
- $\pi$ によりスパレーション核種が生成
- 時定数は $^9\text{Li}$ とは乖離
- WCTEにおける最初の $^9\text{Li}$ 探索結果



## Summary

- DSNB 探索では $\mu$ 核破砕起源の放射性同位体( $^9\text{Li}$ )が主要バックグラウンドであるが、その生成機構の理解は十分ではない
- WCTEデータを用いてパイオン起源の $^9\text{Li}$ 生成の探索を実施した
- 事象位置再構成アルゴリズムを開発し、同位体様の指数関数成分を確認したが、得られた時定数は既知のものとは異なった
- 今後はGd添加データなどの他のデータに対しても解析を行い、中性子タグを用いた解析が必要である