

ニュートリノ物理のための中性子・酸素原子核反応 によるガンマ線に関する研究



京都大理, 岡山大理^A, TRIUMF^B, University of British Columbia^C, 神戸大理^D

荻田 洋輔 (assy@scphys.kyoto-u.ac.jp)

中家 剛, 小汐 由介^A, 白髭 哲也^A, 永田 寛貴^A, Akira Konaka^B, Colina Nantais^C, 鈴木 州^D, 竹内 康雄^D, 矢野 孝臣^D

NC-γとニュートリノ物理

T2Kビームを用いてニュートリノの**NCQE反応**の断面積が測られている。

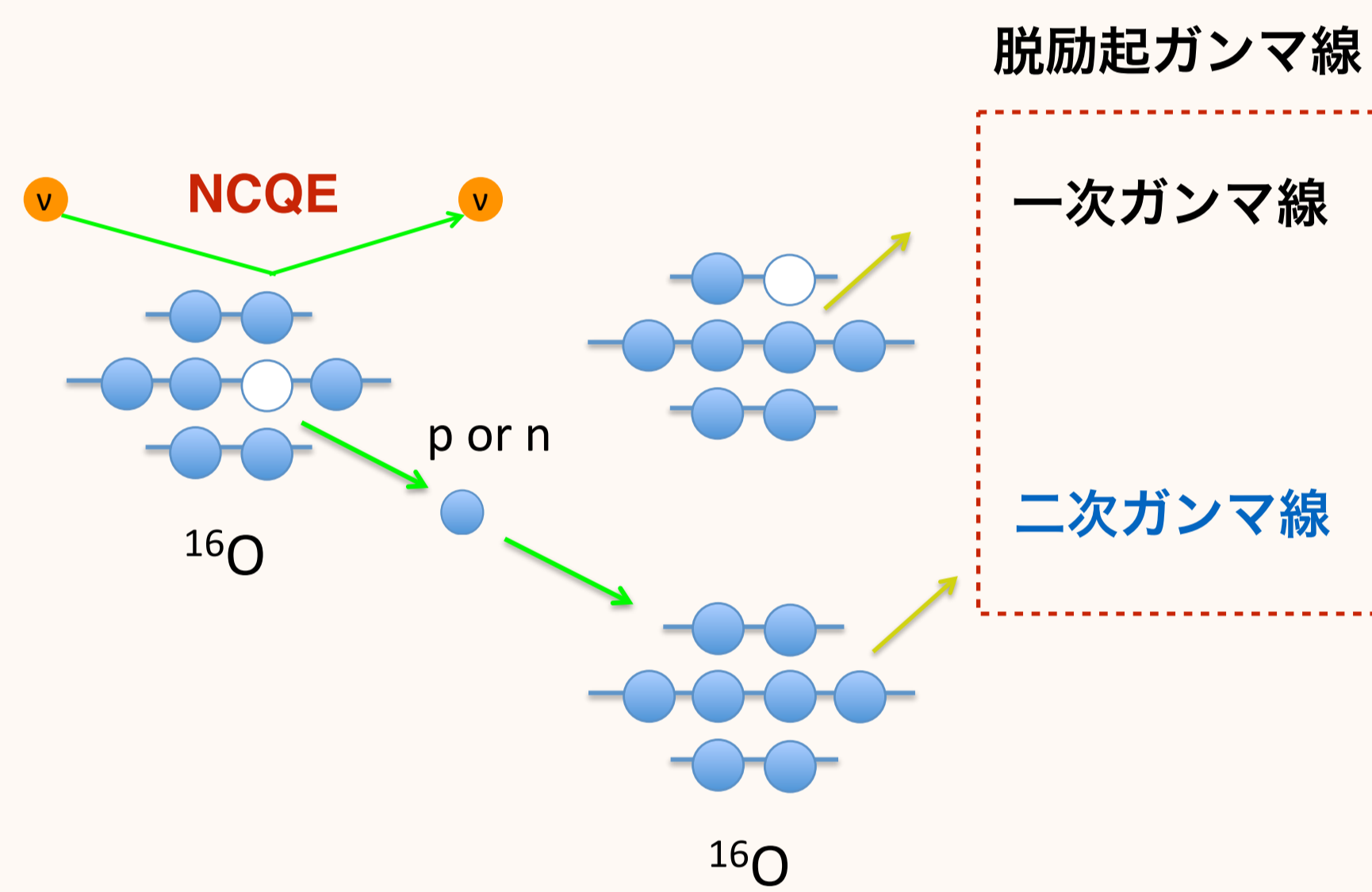
$$\langle \sigma_{\text{NCQE}} \rangle = 1.55 \times 10^{-38} \pm 0.395(\text{stat.})_{-0.33}^{+0.65}(\text{sys.}) [\text{cm}^2]$$

(Physical Review D 90, 072012 (2014))



- 今後, **系統誤差**が支配的になる.
- その主原因と考えられているのが以下の**二次ガンマ線**である.

中性弱カレント準弾性散乱(NCQE)反応



- Z⁰ボソンを仲介した反応(中性)
- 核子**(中性子・陽子)が飛び出して, 別の原子核と反応して別の核子をはじき出す.
- 原子核の**脱励起**からγ線が出る(~6MeV).
- SKでは一次・二次の時間差を区別できない.

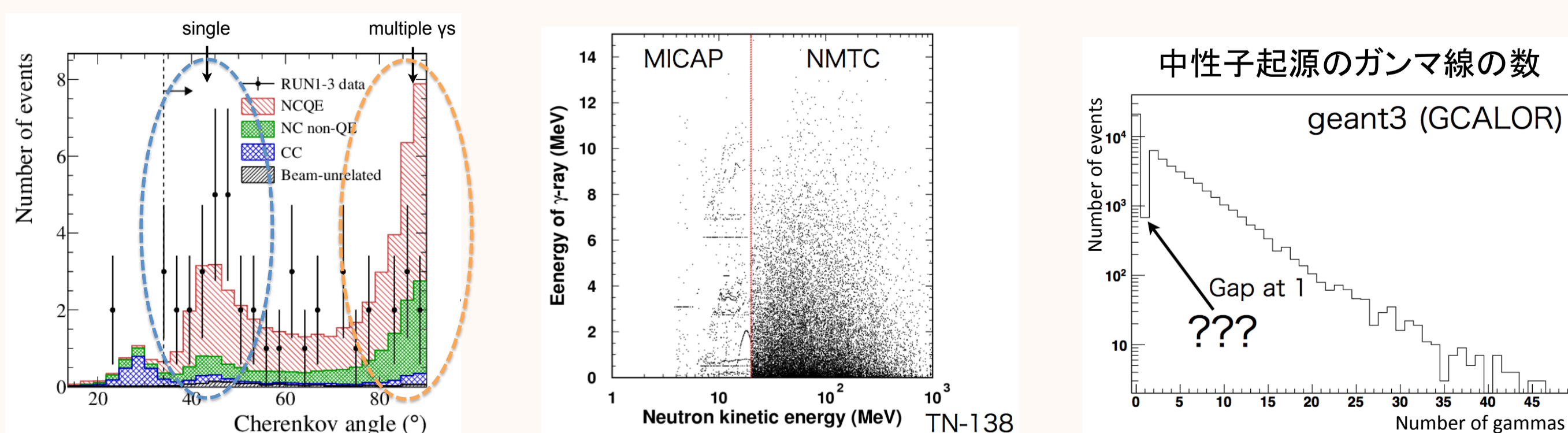


NCQE反応の理解はとても重要である!

- 超新星背景ニュートリノ**探索 (*)
- T2Kでのτ-oscillation解析 (τは重いのでCC反応できない.)
- ステライルニュートリノ**探索 (τまですべて数え上げる必要がある.)
- ダークマター**探索 (T2Kビーム内にあるならば.)

(*) Gdを入れた後の中性子捕獲からのγ線のバックグラウンドになる.

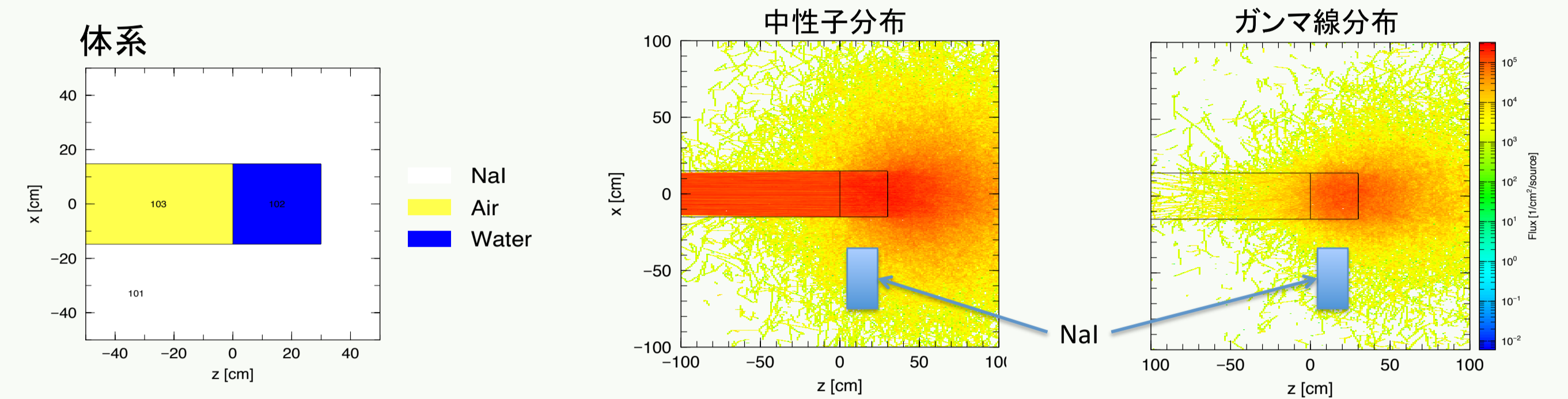
しかし, **二次ガンマ線の見積もり**がきちんとなされていないため, この反応は良く理解されておらず, MCも信頼できない状況である.



大阪大学核物理研究センター(**RCNP**)の準単色の中性子ビーム(~80MeV)を用いて**二次ガンマ線のエネルギーと本数**を測定するプロジェクトを開始

RCNPでのγ線測定

岡山大の永田くんによる**PHITS**(JAEA開発のMCコード)を用いたシミュレーションの結果, **中性子の散乱範囲がガンマ線の散布範囲を覆い隠す**ということがわかった.



→ **中性子とγ線を識別する手法が必要!**

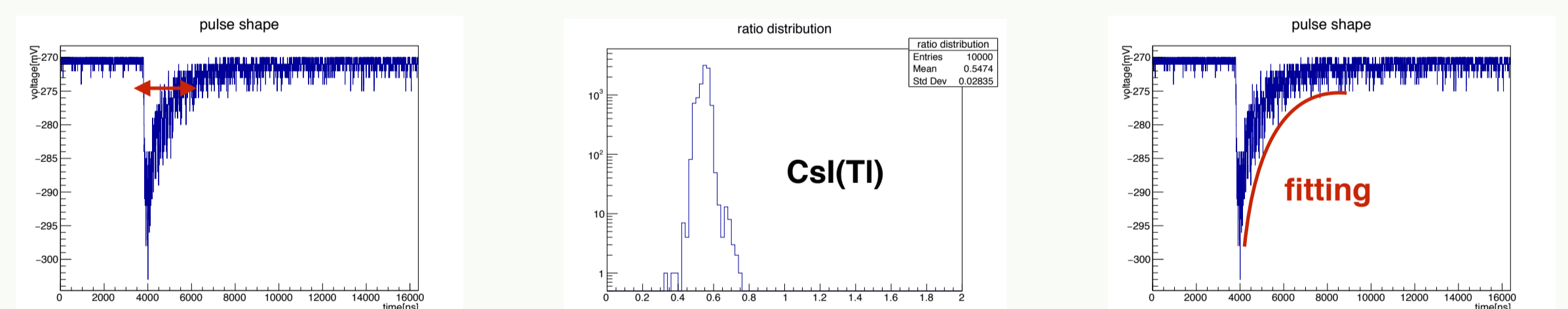
中性子・γ線波形弁別

- いくつかのシンチレータのシンチレーション波形の**崩壊時間**は入射粒子によって異なる.
- これを利用して**波形によって**中性子とγ線を識別する.
- いくつか手法を現在テスト中である.
 - (A) **FADC**によって波形データを取る(解析手法はいろいろ).
 - (B) ADCで積分する区間を変えて, その**積分値比**"ratio"を見る.

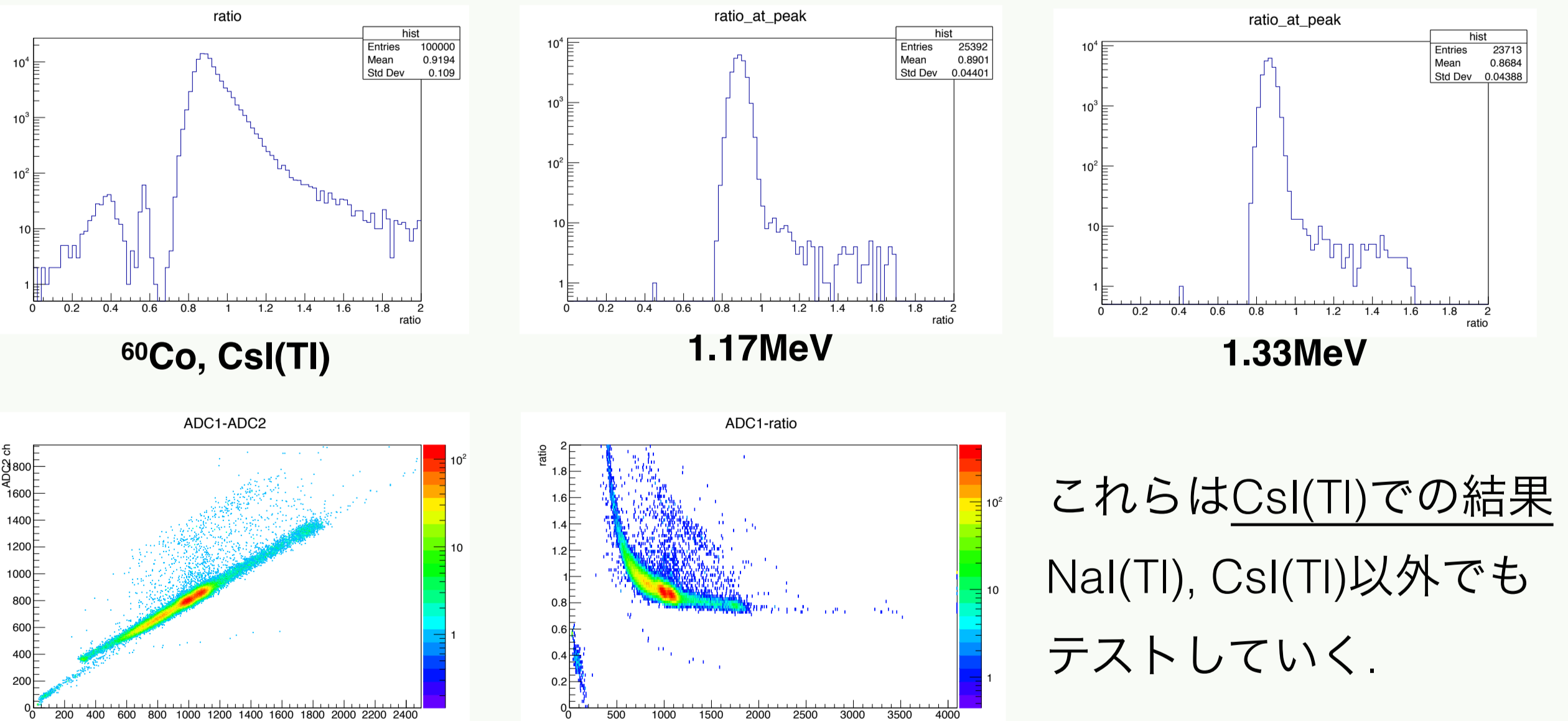
(A)

各イベントを判定し, カテゴリー化する解析アルゴリズムを考案中

- 波高**: ピーク高さの何%かの高さの2点間の距離を見る.
- 電荷積分**: オフラインでADCと同じことをやり"ratio"を見る.
- 崩壊曲線のフィッティング**: 崩壊の**時定数**を見る.



(B)



=今後の予定=

- CsI(Tl), LaBr**, 液体シンチレータでのテストを行う.
- J-PARC B2ホールでの測定を行うので, その計画と目標を決定する.
- J-PARC B2ホールの環境のシミュレーションを**Geant4**を用いて行う (測定計画をきちんと決めてから).
- 多チャンネル・多モジュール同時読み出し**のための回路とDAQコードを考える.
- J-PARC実験後, RCNPでのビーム実験に向け準備を進めていく(ある程度, **検出器のデザイン**を決めたい).