

講演番号 16pSN-5

超新星背景ニュートリノ探索における 大気ニュートリノ背景事象の研究

酒井 聖矢 (岡山大理)

他 Super-Kamiokande Collaboration

2020年9月16日 日本物理学会 2020年秋季大会

1. イントロダクション
2. 大気ニュートリノ背景事象
3. まとめ

1.1 超新星背景ニュートリノ (SRN)

3

SRN：過去の超新星爆発ニュートリノの重ね合わせ

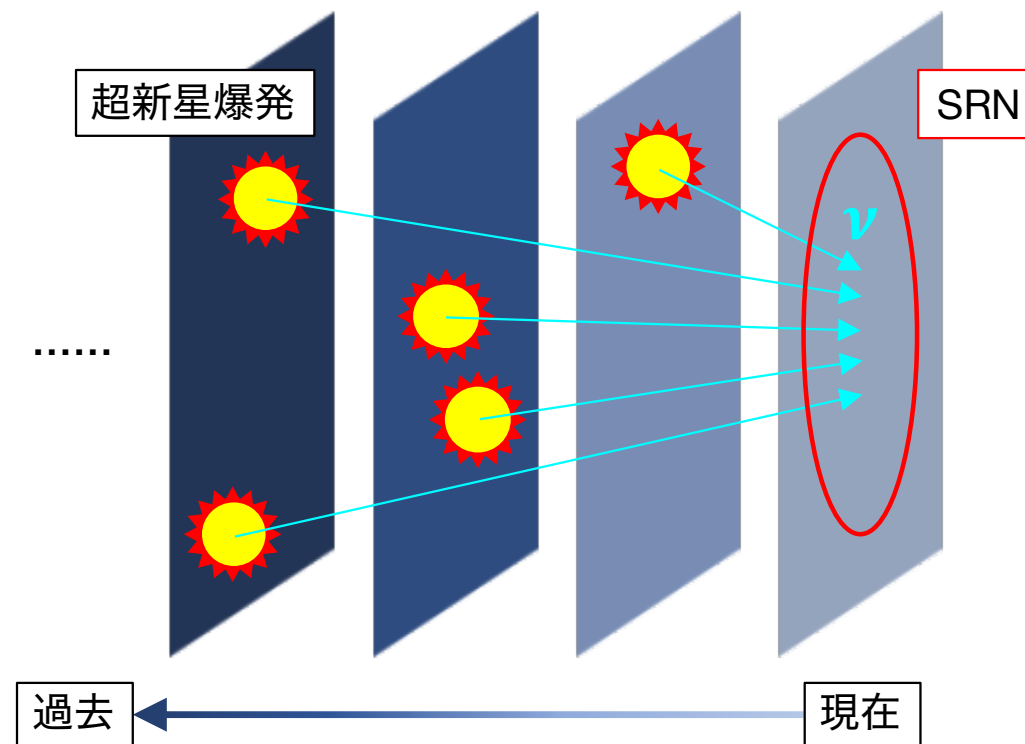
- エネルギーフラックスが個々の爆発からのニュートリノ放出量や宇宙全体での爆発発生率に依存

SRNの観測



超新星爆発機構や星形成の歴史に対する理解が格段に進む

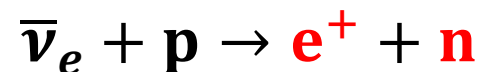
- 現在スーパーカミオカンデ(SK)ではSRNの世界初観測を目指している



1.2 SRN探索

4

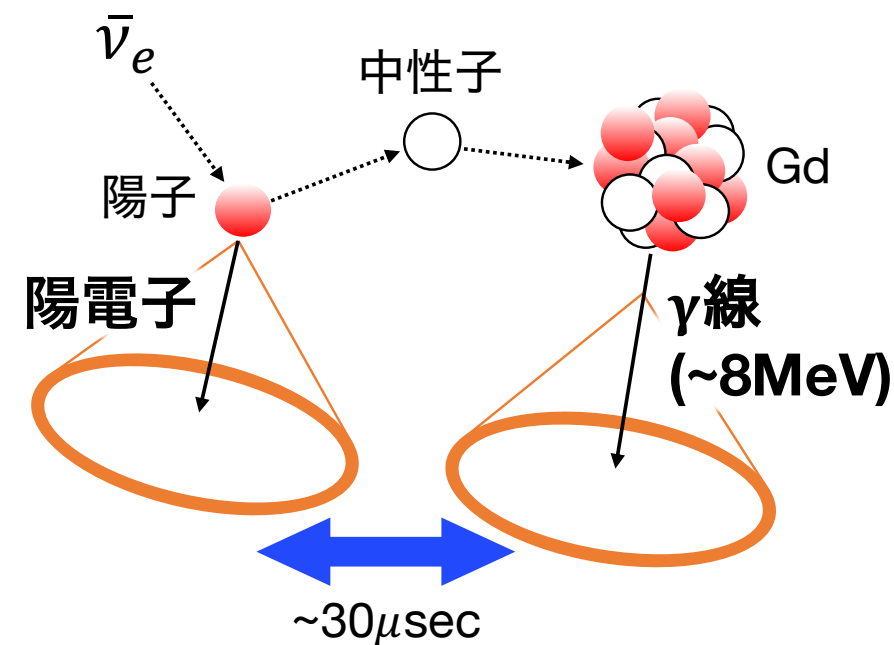
- $E < 30$ [MeV] でSRN探索
- 観測対象： $\bar{\nu}_e$ による逆ベータ崩壊反応



- SRN探索の最新結果
→ 芦田さんの発表 (講演番号：17pSD-6) を参照
- SK-Gd実験で中性子の検出効率が向上
→ SRN探索での背景事象を削減

SK-Gd実験でも識別できない背景事象が存在

大気ニュートリノ背景事象

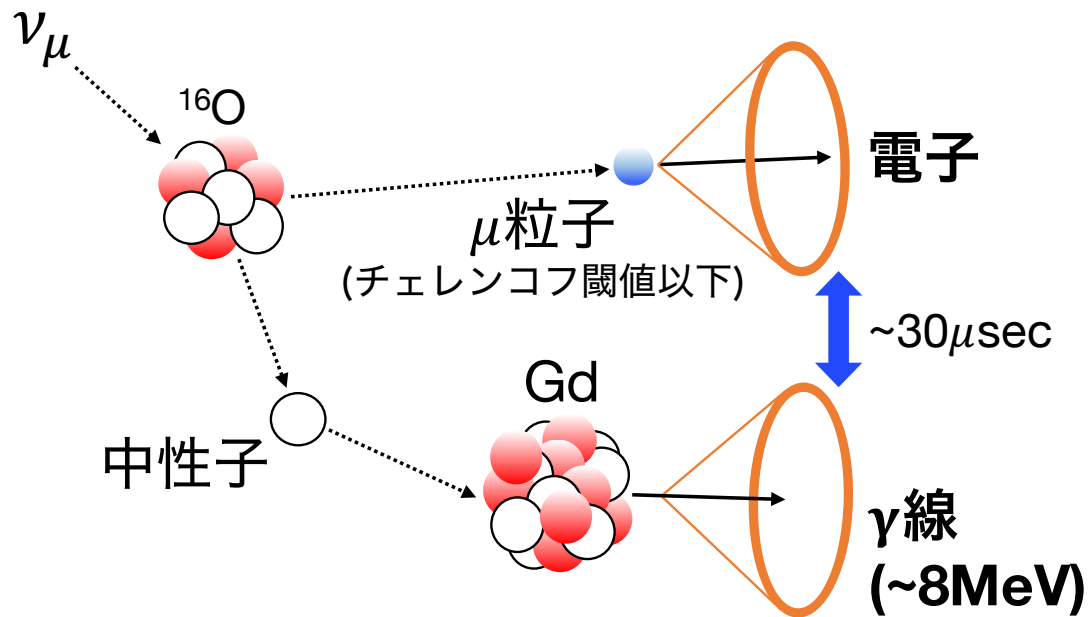


2.1 大気ニュートリノ背景事象

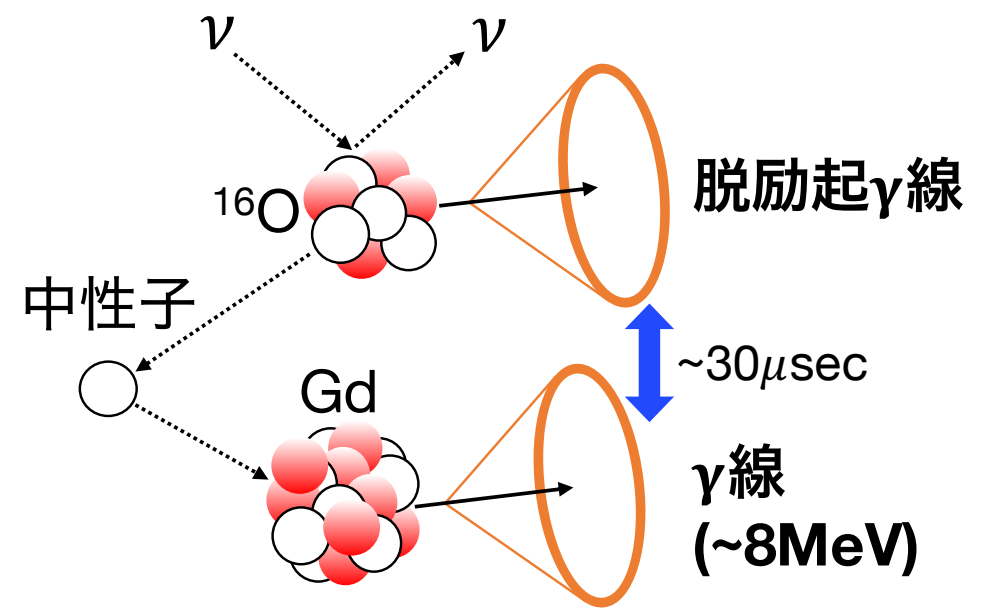
5

大気ニュートリノ：高エネルギーの宇宙線と大気中の原子核の反応で発生する
 π 粒子や μ 粒子の崩壊で生成されるニュートリノ

大気ニュートリノの荷電カレント
反応 (CC反応)



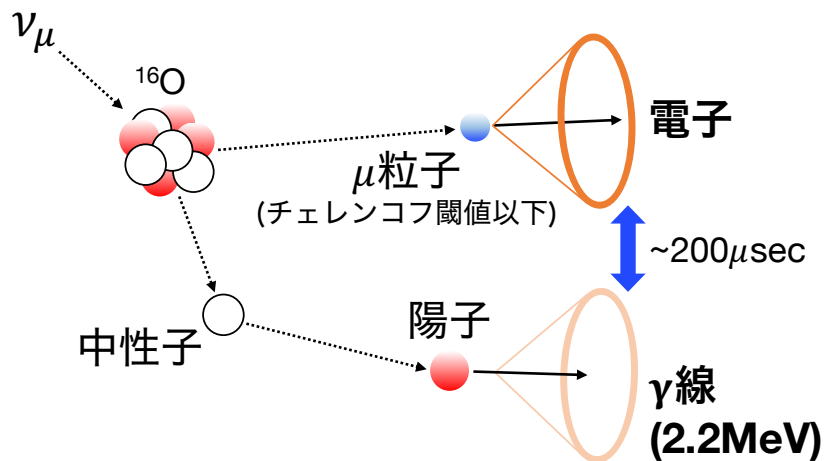
大気ニュートリノの中性カレント
準弾性散乱反応 (NCQE反応)



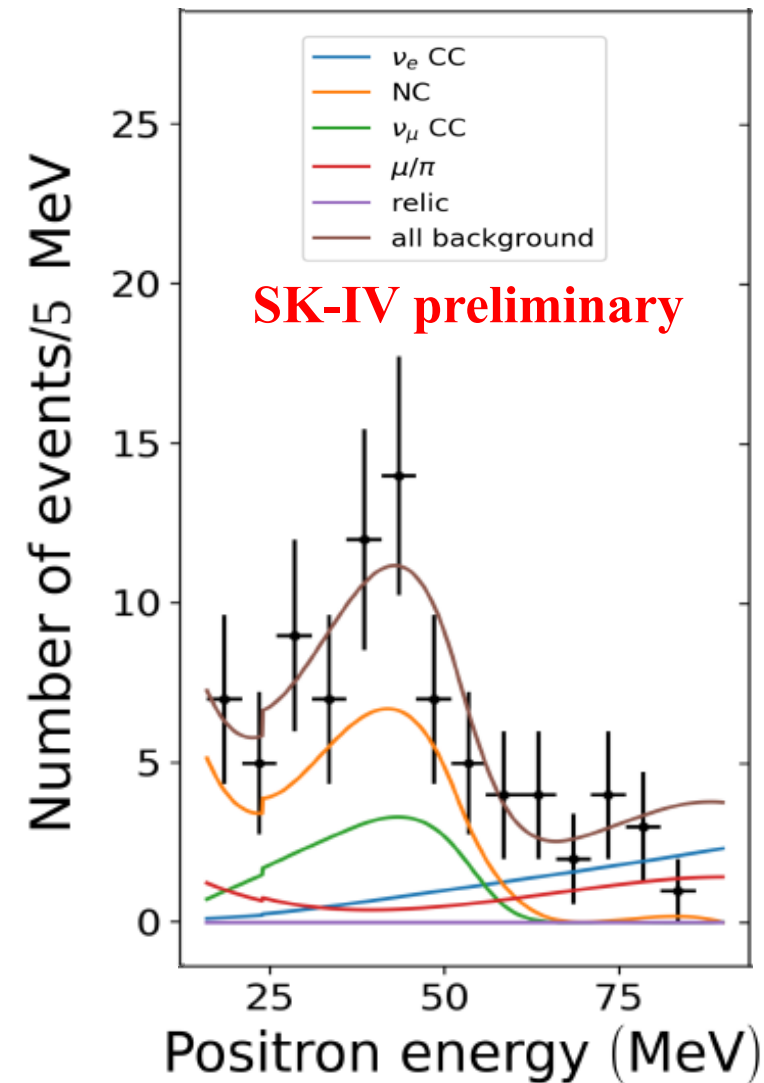
事象数の正確な見積もりが必要

2.2 大気ニュートリノ背景事象 (CC反応)

ミッシェルスペクトル：
 μ 粒子の崩壊で発生する
電子のスペクトル



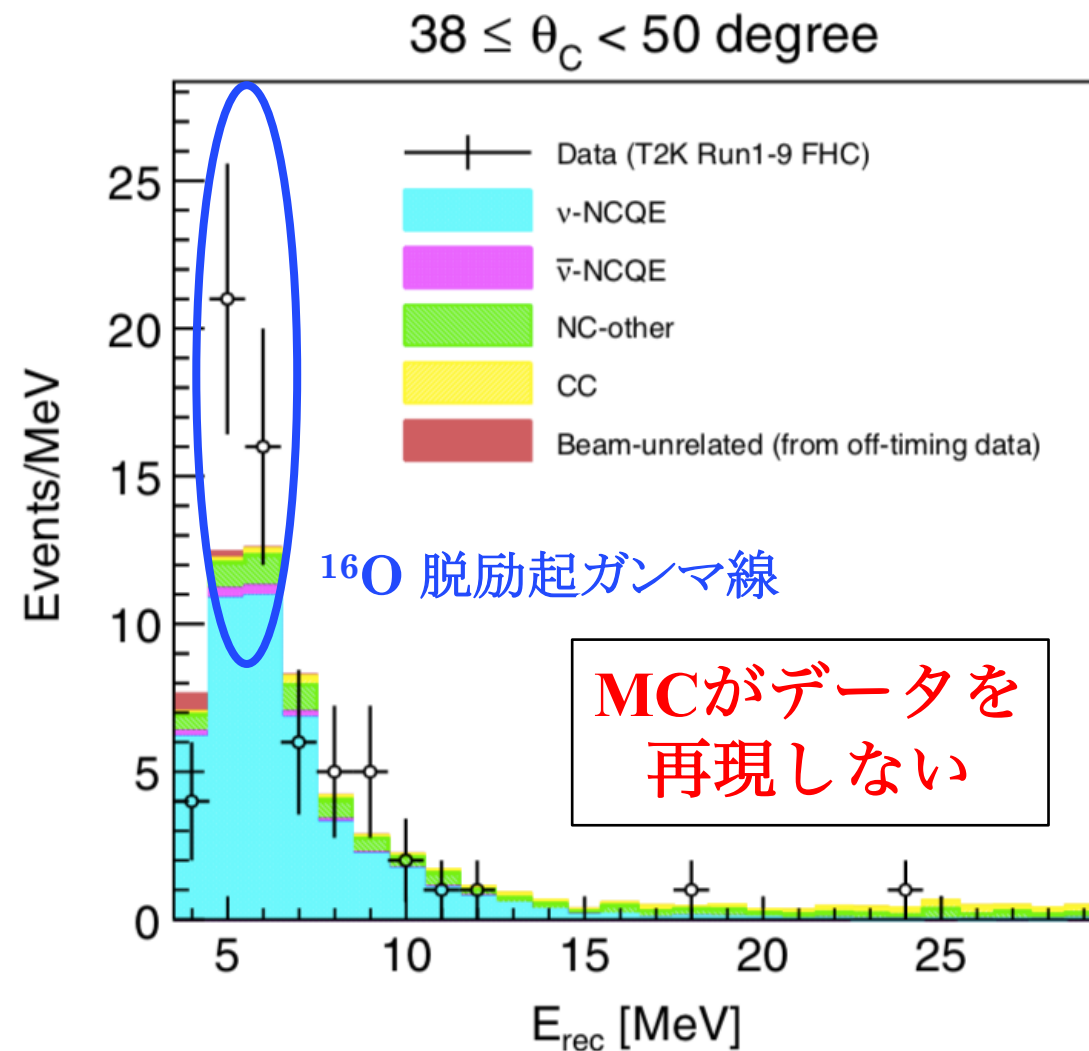
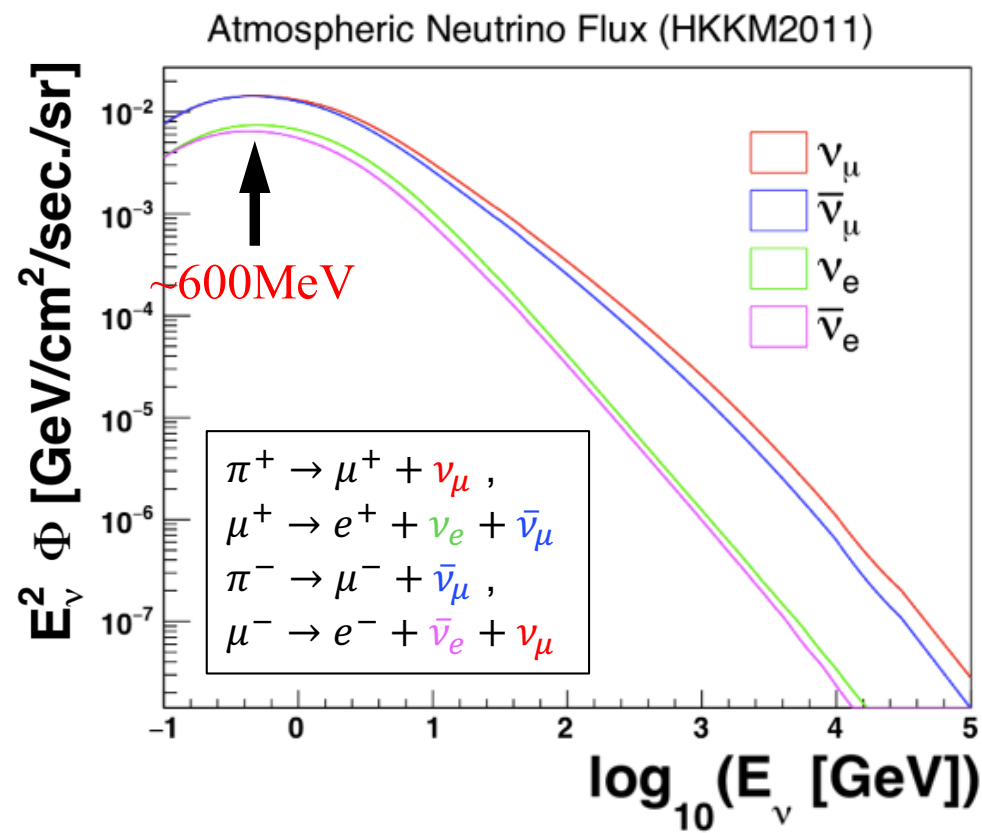
- CC反応以外の背景事象が少ないエネルギー領域 ($30 < E < 80$ [MeV])でMC(ミッシェルスペクトル)をデータにフィット
- データの統計数が少ない
→ SK-Gd実験で統計数を増やす



2.3 大気ニュートリノ背景事象 (NCQE反応)

7

- T2K実験(~600MeV)でNCQE反応断面積を測定

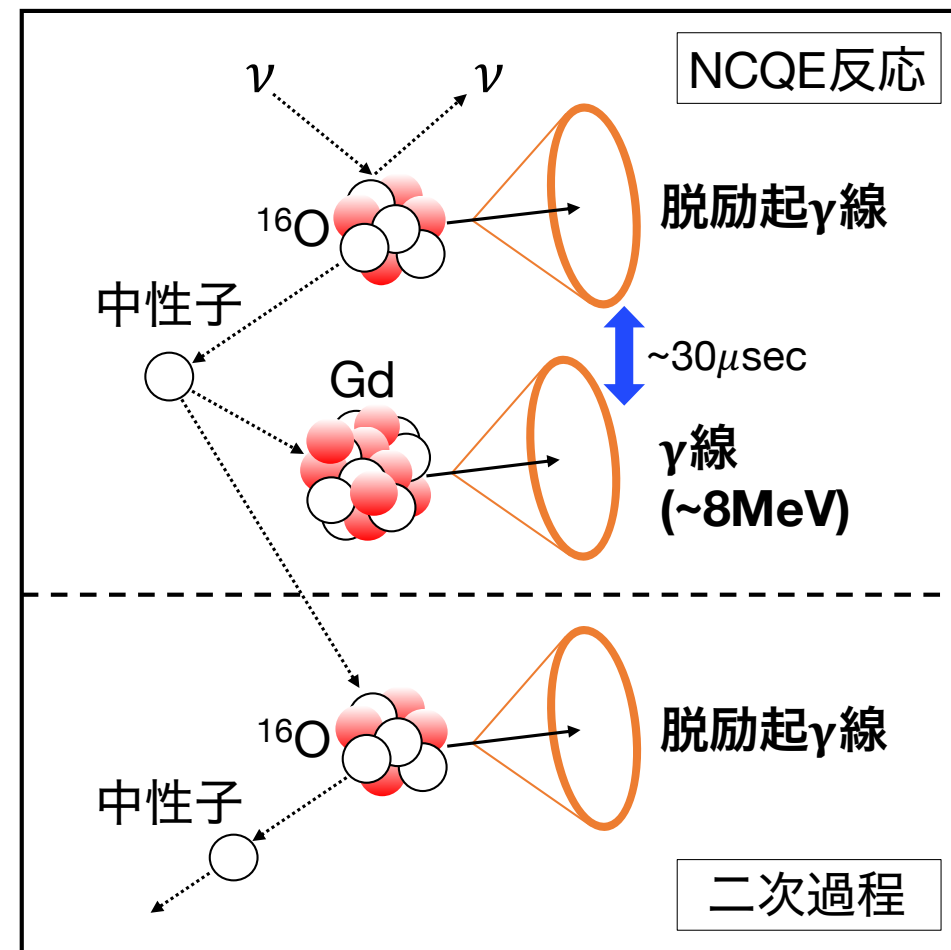


Y. Ashida, Ph.D Thesis, Kyoto University (2020)
K. Abe et al., Phys. Rev. D 100, 112009 (2019)

2.3 大気ニュートリノ背景事象 (NCQE反応)

8

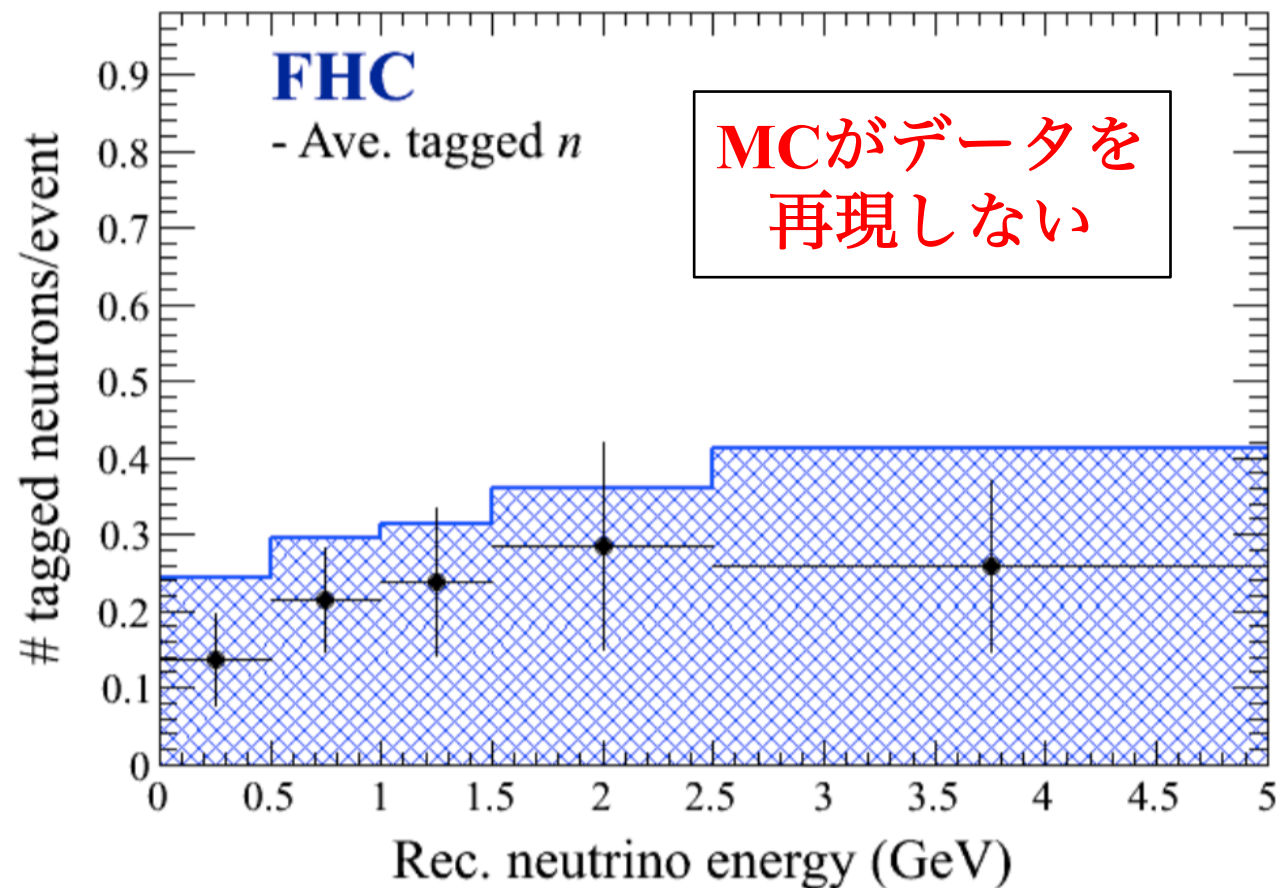
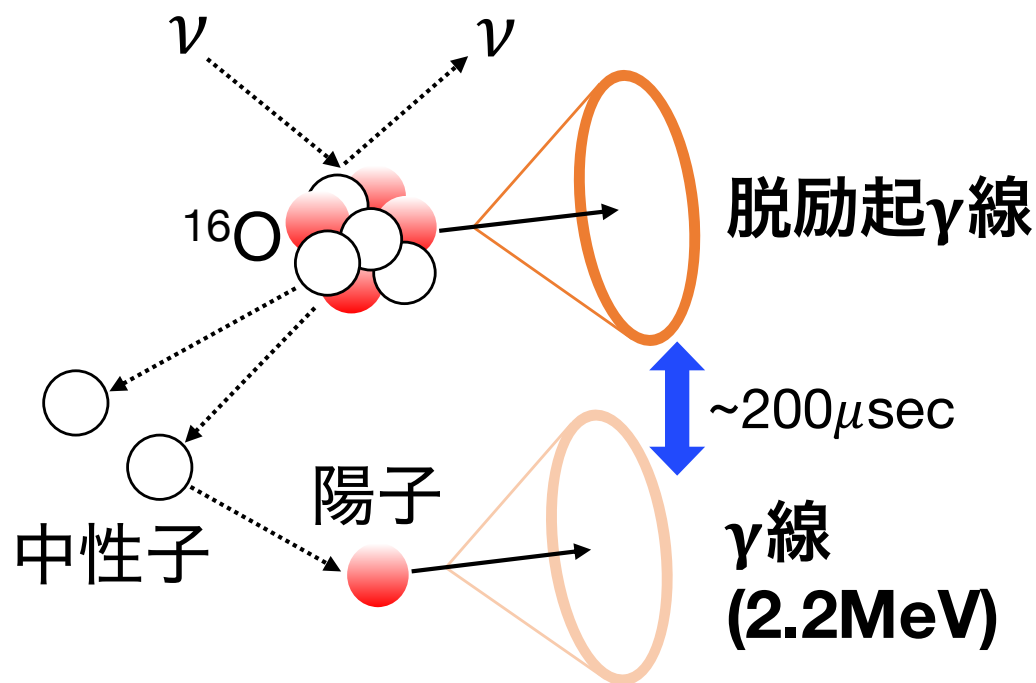
- NCQE反応で弾き出された中性子が別の酸素原子核と反応 (n-O反応)
 - 脱励起ガンマ線や中性子が発生
- n-O反応モデル、それに伴い発生するガンマ線のモデルが正確ではない
- 30, 80, 250 [MeV] の中性子ビームと水標的を用いた、n-O反応による脱励起ガンマ線のエネルギー・生成断面積測定 (大阪大学核物理研究センター)
- 30, 80 [MeV] は解析完了、250 [MeV] は解析中
 - MCに実装
 - **NCQE反応におけるn-O反応由来の系統誤差を削減**



2.3 大気ニュートリノ背景事象 (NCQE反応)

9

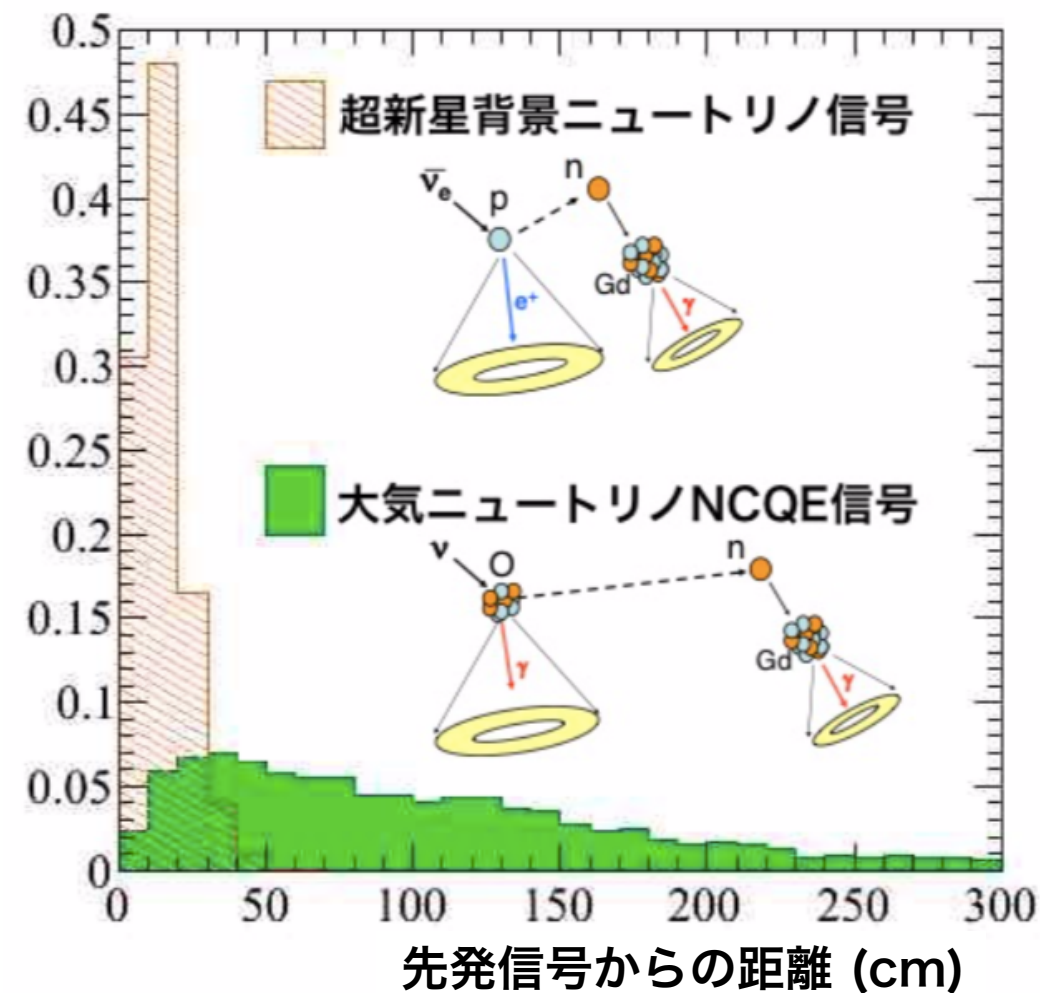
- T2K実験でNCQE反応で発生する中性子の数を測定
- NCQE反応モデルが正確ではない → SK-Gd実験でも測定を行う



2.3 大気ニュートリノ背景事象 (NCQE反応)

10

- データ解析による改善
- SRNのエネルギー：数十MeV
- 大気ニュートリノのエネルギー：数百MeV
- 遅延ガンマ線の発生点の違いを観測
→ **NCQE反応・CC反応を半分程度削減可能**



- 現在SKはSK-Gd実験によるSRNの世界初観測を目指している
- SK-Gd実験でも識別できない背景事象については事象数の正確な見積もりが必要
- CC反応 : SK-Gd実験で統計数を増やす
- NCQE反応 : n-O反応モデル、n-O反応で発生するガンマ線のモデル
 - n-O反応による脱励起ガンマ線のエネルギー・生成断面積測定
 - NCQE反応モデル
 - T2K実験でNCQE反応で発生する中性子の数を測定
- SRNとNCQE反応・CC反応での遅延ガンマ線の発生点の違いの観測