

## 2020(令和二)年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：水チェレンコフ光検出器における中性子を伴う偶発雑音事象の解明  
英文：Elucidation of accidental background events with neutron capturing in water Cherenkov detector

研究代表者 伊藤博士（東大宇宙線研）

参加研究者 竹内康雄（神戸大）、小汐由介（岡山大）、中野佑樹（神戸大）

### 研究成果概要

中性子を伴った偶発雑音事象は捕獲時間に対してランダムな分布を持っており時間構造はもたない(図1)。水チェレンコフ検出器における遅延同時検出では、この偶発雑音を詳細に見積もる必要がある。特にエネルギー閾値付近に顕著で、原因解明することによって、次計画のSK-Gd実験の反電子ニュートリノ検出による新物理探索の感度を大きく左右する。

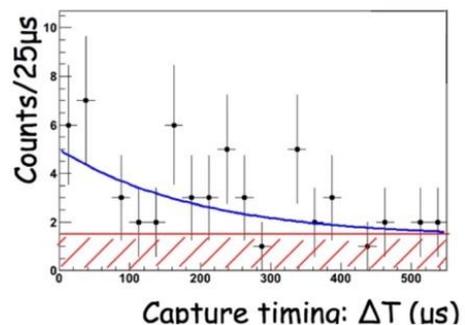


図1. 中性子タグによって選ばれた事象の中性子捕獲時刻分布。

本研究は2008~2018年のスーパーカミオカンデのデータを用いて、中性子タグによって選ばれた事象における偶発雑音の特性について調査した。特に中性子と雑音のカット条件や宇宙線ミュオンによる核破砕同位体をカットする条件(spallation cut)を調整して偶発雑音の事象数変化をみることで傾向を調べた(図2)。

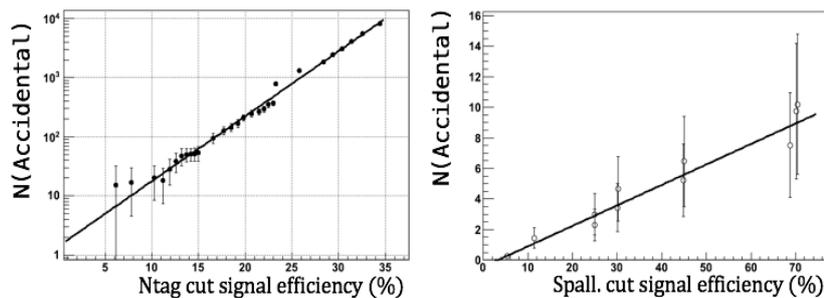


図2. 中性子タグによって選ばれた事象の中性子捕獲時刻分布

偶発事象 $N$ は中性子タグ効率と指数関数的な相関を持ち(図2左)、核破砕同位体のカットによる効率と比例関係を持つこと(図2右)が得られた。これは何を意味するか。除去しきれなかった宇宙線ミュオン由来の事象が、あたかも時間構造を持たない偶発的な事象として観測されていると考察する。ただし、先発信号ののちにミュオンによる核破砕RIが発生して中性子を発する事象は頻度が有意に低いことを見積もっているため、他の事象が偶発的に検出器内で起こっていると考えられる。我々はこの解明のために重

要な情報を手に入れた。今後、我々はシミュレーションをベースに検証することによって裏付けを計画している。2020年度はスーパーカミオカンデに硫酸ガドリニウムを充填し、SK-Gdを開始させた。展望として、中性子タグ効率が改善された場合の偶発雑音についても調査し、反電子ニュートリノ物理に対する系統的な不確かさを減らす努力を継続する予定である。

(査読付き学術論文)

なし

(国際学会発表)

(1) Y. Nakano, NEUTRINO 2020, Latest solar neutrino analysis results from Super-Kamiokande

(国内学会発表)

(2) 中野佑樹, 他 Super-Kamiokande collaboration, 日本物理学会 2020 年年次大会, Super-Kamiokande 実験における Gd 溶解前後の検出器応答に関する研究

(3) 伊藤博士, 他 Super-Kamiokande collaboration, 日本物理学会 2020 年年次大会, SK-Gd の最近の動向と今後の展開

整理番号 A10