

2019 (令和元) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：次世代ニュートリノ検出器のための大口径光検出器の開発と運用

英文：Development of the Large Aperture Photodetector

for a next-generation neutrino detector

研究代表者 西村 康宏

参加研究者 塩澤真人, 横山将志, 早戸良成, 中家剛, 中山祥英, 田中秀和, 池田一得, 武多昭道, 南野彰宏, 久世正弘, 石塚正基, Christophe Bronner, 矢野孝臣, 小汐由介, 伊藤好孝, 阿久津良介, 吉田朋世, 園田祐太郎, 竹中彰, XIA Junjie, 福田涼, 太田憲吾, Lukas Berns, Giorgio Pintaudi, 浅田祐希, 岡本浩大, 塚田舞, 篠木正隆, 泉山将大, 保科琴代, Mark Hartz, Benjamin Quilain, Marcin Ziembicki, Andrzej Rychter, Mariusz Chabera, Adam Klekotko, Svetlana Karpova, Grzegorz Pastuszak, Andrzej Buchowicz, Grzegorz Galiński, Krzysztof Ziętara, Łukasz Stawarz, Michał Ostrowski, Paweł Rajda, Jerzy Kasperek, Krzysztof Stopa

研究成果概要

次世代ニュートリノ検出器計画「ハイパーカミオカンデ」で十分な高性能化をもたらす新型光電子増倍管の低バックグラウンド化を達成し、大量製造の準備が整った。

2018年にスーパーカミオカンデのタンク内に取り付けられた、100本以上のハイパーカミオカンデ用新型光電子増倍管を1年間安定動作させた。ノイズ計数レートが 5.4 ± 0.5 kHzまで低減していることが分かり、従来のスーパーカミオカンデ光電子増倍管のレートに大きく近付いた。

新型光電子増倍管のガラス品質改善に大きな進展があり、ウラン・トリウム系列の放射線量をおおよそ半減させた。また、不純物混入を抑えられ、ガラスの透過率が上がったこともあり、量子効率が向上した。これらに起因する発光バックグラウンドを抑えられたことを確認した。また、水中への放射性ラドン放出量について調査し、使用されるケーブルの素材に原因があることを突き止め、改良開発を始めた。改良した光電子増倍管10本を冷暗所に設置し、ノイズ計数レートの最終評価を行っている。

また、これら光検出器を取り付ける架構フレームのモックアップを製作し、実際に取り付け等の設計確認試験を行った。爆縮連鎖を抑止する樹脂製カバーや集光装置の開発と試作も進んだ。

他社製品の候補として、中国製のマイクロチャンネルプレートを用いた新型光電子増倍管も大幅に改良できた。耐水圧性能は最弱部の補強に成功して1.25 MPa水圧まで耐え、時間分解能は半値全幅で5ナノ秒に達した。ノイズ計数レートも大きく改善され、実用性に対する評価が進んでいる。

整理番号 A22