

2022 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, 平出克樹, 田中秀和, 亀田純, 池田一得, 中村輝石, 奥村公宏, 田代拓也, 武多昭道, 中桐洸太, 森山茂栄, 南野彰宏, 久世正弘, 石塚正基, Christophe Bronner, 矢野孝臣, 佐藤和史, 小汐由介, 伊藤好孝, ウェンデル ロジャー, Junjie Xia, 中西俊輔, 富谷卓矢, 三木信太郎, 吉田隼輔, 篠木正隆, 泉山将大, 馮家輝, 前川雄音, 藤澤千緒里, 岡崎玲大, 小林美咲, 佐藤太希, 政所悠太, 吉岡悠詩, 市川雅一, Mark Hartz, Benjamin Quilain, Marcin Ziembicki, Mariusz Suchenek, Marek Cieřlar, Andrzej Rychter, Robert Kurjata, Janusz Marzec, Krzysztof Zaremba, Grzegorz Pastuszek, Andrzej Buchowicz, Grzegorz Galiński, Krzysztof Dygnarowicz, Krzysztof Ziętara, Łukasz Stawarz, Michał Ostrowski, Paweł Rajda, Jerzy Kasperek, Stephane Zsoldos, Patrick de Perio
研究成果概要	<p>2027 年に観測開始を予定するハイパーカミオカンデに用いる大型光電子増倍管の安定・高性能運用を目指すため、特に本年度は大幅な品質向上を達成した。光電子増倍管の大量生産が始まり、一度に 16 本の光電子増倍管を実際の水中に近い温度に冷却して測定できる測定暗室を 2 部屋用意し、電荷ゲインと時間性能、ノイズレートを長期測定し、個体差や製造の安定性も含めた性能調査を行った。</p> <p>検出性能の安定性には問題が見られなかったが、ノイズレートの不安定性や異常ノイズの発生が一部の光電子増倍管で現れることが分かった。また、さらに一部には高電圧により発光が確認された。これら発生頻度を正しく理解するため、測定システムを強化して詳細に評価することとなった。数百本の光電子増倍管を長期測定した結果、異常が一部の光電子増倍管に見つかった。</p> <p>調査を進めた結果、原因が判明し、いくつかの対策で効果が期待された。また、追加検査を行うことで、これまでの製造品も含め異常な振る舞いが見られるものは排除するシステムを試験し、異常発生に対する対策を完了した。</p> <p>この改良効果を確認し、今後の製造品質を確実に確認するために、さらに長期の安定性と、より大量の光電子増倍管を評価するための大型暗室と測定システムを構築した。</p>

この測定システムは適切な温度管理の元で 100 本の光電子増倍管を同時に評価可能であり、スーパーカミオカンデと同じ高電圧電源・データ取得回路を採用してノイズの電荷量や時間分布を確認できるようになった。また、周囲の環境放射線がノイズに与える影響も明らかになり、適切な評価を行えるようになった。この測定システムにより品質評価を効率よく行えるようになり、対策の効果を確認した。成果として、検査後の光電子増倍管は異常が大幅に低減されており、特に改良後の光電子増倍管は検査前の良品率も大きく向上していることが分かった。

光電子増倍管が高水圧中で用いられるため、爆縮連鎖による損失を防ぐ保護カバーの開発も進んだ。これまで開発したステンレス製カバーを量産向けに改良し、スペインの研究者と製造業者と協力し、ステンレス製カバーの試作と試験が進んだ。また、カバー内部で光電子増倍管を固定するゴムバンド素材として使われていたクロロプレンゴムからは、放射性ラドンが多く放出されていたため、シリコンゴムを用いた固定バンドの長期水中保持試験を始めた。これら光電子増倍管とカバーをハイパーカミオカンデに取り付けて光検出面を構築するための設計も進み、取り付け行程の検討を進めている。

整理番号 A22