様式８

令和６年度（2024）　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　　塩澤眞人,横山将志,中島康博,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,市川雅一,毛受弘彰,吉岡悠詩,後藤三四朗,浅香龍星,政所悠太,冨谷卓矢,三木信太郎,佐藤幸音,土井遼太郎,近藤諒太郎,丸谷晏大,馮家輝,前川雄音, Yu-Ming Liu,小林美咲,堀内昇悟,川端篤史,岡明香里,深澤雅光,舘岡佳蓮, Marcin Ziembicki, Mariusz Suchenek, Marek Cieślar, Andrzej Rychter, Robert Kurjata, Janusz Marzec, Krzysztof Zaremba, Grzegorz Pastuszak, Andrzej Buchowicz, Grzegorz Galiński, Krzysztof Dygnarowicz, Krzysztof Ziętara,Łukasz Stawarz, Michał Ostrowski, Jerzy Kozioł, Paweł Rajda, Michał Nurek, Bartosz Piotrowski, Jakub Kowalewski, Wojciech Obrębski, Grzegorz Łysoń, Mateusz Pietrzak, Stephane Zsoldos
研究成果概要 現在建設中の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、現在大量製造中の性能評価・監視を行っている。毎月の頻度で約 100 本の製造品を測定し、別途常時 100 本以上の長期安定性を評価している。特に、光電子増倍管の詳細な性能を把握した上で性能安定性を確認でき、この取付に必要な保護カバーの実証が大きく進展した。 2024 年度は光電子増倍管 16 本のゲインやレートの安定性を 1 年以上の長期間で評価し、問題なく安定に機能することが確認された。また、100 本の光電子増倍管を半年間監視する測定を数回行い、不具合が時間に従って大幅に増加しないことを確認した。毎月の確認を行った上で取付予定数の 7 割を調達し、これらを保護カバーと組み合わせるための準備を始めている。 光電子増倍管を高水圧中で安全に用いるため、爆縮連鎖による損失を防ぐ保護カバーの開発が大きく進展し、製造前の最終調整段階に進んだ。強度試験により重要な強度指標を明らかにし、また品質仕様を完成させた。また、取付機構を改良してより安全に水

中で用いられるようになった。スペイン海上で爆縮連鎖抑止試験を行った結果、カバーが壊れた場合にも周囲への破壊連鎖を抑止できることが分かり、十分な強度性能を持つことを確認できたため、次年度からの製造が可能となった。

光電子増倍管の詳細性能調査も行われ、磁場・印加電圧の違いで光入射位置による性能の違いがどのように現れるかをロボットアームで精細にスキャンした。また、量子効率の温度依存性を波長ごとに評価し、量子効率スペクトル分布の温度安定性を評価できた。サンプリングにより性能参照可能な事前キャリブレーションの準備も進んでいる。

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るためのアセンブリ手法の作業実証と、自動化を含む効率化の検討が進んだ。また、光検出面を構築するブラックシートの特性調査と選出が進み、次年度の製造に向けた準備を行った。実際のハイパーカミオカンデ検出器の一部を再現し、光電子増倍管とカバーの取り付け基本行程を評価し、検出器構築の事前準備の大きな進捗を得られた。

整理番号　A22