

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：次世代高エネルギーニュートリノ実験のための検出器較正法の開発<br>英文：Development of the detector calibration system for the next-generation high-energy neutrino experiments                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 研究代表者  | 野田浩司（千葉大学）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 参加研究者  | 石原安野、清水信宏、小林志鳳（千葉大学）<br>常定芳基、藤井俊博、小林拓郎（大阪公立大学）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 研究成果概要 | <p>IceCube-Gen2 実験などの次世代高エネルギーニュートリノ実験においては、用いる光電子増倍管のサイズを小さくし、一つの検出器ガラス容器（モジュール）の中に 10 以上の光電子増倍管を設置することで、感度と角度再構成性能を飛躍的に向上させるのが主流となっている。検出器の感度が向上することで検出器の間隔を広げ、検出体積を稼ぐのも次世代計画の大きな狙いの一つである。</p> <p>そこでは複数の光電子増倍管間の相対的な較正がより重要になる。IceCube 実験の場合、検出器設置後の較正は隣の検出器に設置された光源を用いて（つまり氷を介して）行われるが、次世代実験で間隔が広がって光源からの距離が遠くなると、より多くの光量が必要となるだけでなく、一つの光源で複数の光電子増倍管を較正することになるため、光源の角度分布への要求性能も高くなる。</p> <p>そこで本研究は、次世代高エネルギーニュートリノ実験に不可欠な較正光源の開発を行い、特に IceCube-Gen2 実験で用いられる光検出器モジュールへの設置を目指す。</p> <p>2024 年度には、まずは概念設計を行った後、最初の行う試作の方針を定めた。具体的には、IceCube で使われている方法、すなわち 8 つの LED をカスケード接続する方法の問題点を洗い出した。特に、ケーブルの取り回しに問題があること、またコネクタ部のはんだ付け箇所が多く、加工費用や部品費用がかかること、さらには、光源への制約が厳しいため、Gen2 に向けて光源を改善する際に支障となりうること、などが共有された。これを受けて、フレキシブル基板を用いた方法で試作を行うこととした。次に業者の選定を行った。フレキシブル基板を用いることによって、取り回しは楽になると考えられるが、光源の固定には問題が生じうる（きちんと固定されない）可能性が指摘された。しかし、選定された業者との複数回の打ち合わせによって、フレキシブル基板の中で部分的に固く成形することが可能であると判明し、LED の固定部だけを固くする方向で試作することに決定した。これら検討・議論の結果を受けて、年度中に設計を完了した。</p> |

今後 2025 年度には、試作基板の製作と LED や回路素子の実装を行う予定である。可能であれば、これと並行して千葉大学で進む Gen2 光モジュール試作機の一部に導入し、実際に検出器を組み上げた時のケーブル取り回しなどに想定通りの改善が見られるかを試験していく予定である。

また、LED の種類や LED の周りに別の光学系を設置するなどの検討を進め、光量や角度分布の改良へ向けた研究も引き続き行っていく。

整理番号 F28