

令和 7 年度（2025） 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校正法の開発 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） 常定芳基、藤井俊博、小林拓郎、石井達希、太田新一郎（大阪公立大学）
研究成果概要	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。 そこでは複数の光電子増倍管間の相対的な校正がより重要になる。IceCube 実験の場合、検出器設置後の校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校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。 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校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。 2024 年度と 2025 年度の予算を用いて、最初の概念設計とそれに基づいた基板の製作を行った。設計の詳細は 2024 年度の報告に譲るが、概ね問題ない基板ができた。その基板に我々自らが LED 素子をはんだづけし、4 つの光源を一つにまとめたシステムとして完成させた。このシステム全体の写真を図 1 に示す。このシステムは、スケジュールがあれば、現在千葉大学で製作が進む IceCube-Gen2 用光検出器モジュールに搭載する可能性があったが、結果的にこれは行われなかった。 一方で、IceCube-Gen2 実験で使うには LED の光量がまだ不足しているという課題が当初から指摘されてきた。これは回路の電流ドライバ周りの変更で電流量を増やす改善ができることが判明した（千葉大学渡邊の卒業研究テーマ）。この改善行ったあとでは、従来と同じ LED では電流が多すぎて LED を壊す可能性があることもわかった。



図 1 : 作成した基板の写真

そこで、今後はまず既存の LED で壊れずに稼働し続けられるかの調査を行う。もしだめな場合は別の LED を選定する必要がある。以上ののち、回路に変更を適用した別の基板を製作し、再度 LED システムを作ることが次の目標となる。この新しいシステムに問題がないことが分かり次第、光検出器モジュールへの組み込みなど次のステップに進むことになる。

2026 年度の本共同研究・共同利用予算では、スケジュールや金額に合わせて、LED 選定、基板の設計変更、基板の製作、といった項目のいずれかを選んで行う予定である。