

## 拠点形成事業 2022 年度海外派遣報告書

申請者氏名（所属・学生 の場合は学年）	大久保亮吾（理学研究科素粒子宇宙物理学専攻 博士後期課程2年）
Eメールアドレス	rokubo@hepl.phys.nagoya-u.ac.jp

研究者交流 / 若手長期派遣（どちらかに○）	共同研究整理番号： R2
用務	国際会議 RICH2022 での Belle II 実験 TOP カウンターに関する 研究発表及び交流
用務地・用務先・日程	イギリス・エディンバラ大学・2022/9/10 - 9/19

研究成果内容（研究成果論文リストもあわせて添付してください）：

9/12 - 9/16 の日程で、11th International Workshop on Ring Imaging Cherenkov Detectors (RICH2022) に参加した。この研究会は、リングイメージングチェレンコフ検出器を扱う国際会議であり、約 100 名が参加した。研究会では、LHCb 実験のアップグレードや計画中的 PANDA 実験で使用される予定の DIRC (Detection of Internally Reflected Cherenkov Light) 検出器のほか、カミオカンデのような水チェレンコフ検出器など、さまざまなタイプのチェレンコフ検出器に加え、チェレンコフ検出器に不可欠な MCP-PMT, SiPM などの光検出器に関する研究発表も多数行われた。

私は、「MCP-PMT quantum efficiency monitoring and operation status of the TOP counter at the Belle II experiment」というタイトルで発表を行った。Belle II 実験は、高輝度電子陽電子衝突により大量生成した B 中間子や  $\tau$  粒子の精密測定による新物理探索に加え、ダークマターの探索などを目指す実験である。Time of propagation (TOP) カウンターは Belle II 検出器のバレル部に設置した粒子識別装置を目的とした検出器であり、主に  $K^\pm$  と  $\pi^\pm$  の識別を担う。この検出器は石英輻射体と光検出器 Micro-Channel-Plate (MCP)-PMT で構成されており、石英輻射体を通過した荷電粒子から生じたチェレンコフ光の伝搬時間や検出位置によって識別を行う。粒子識別性能を発揮する上で、光検出器の時間分解能、検出効率が鍵である。MCP-PMT は  $\sigma = 30$  ps の高い時間分解能を持つ一方、積算出力電荷に依存して光電面の量子効率が低下する特性を持つ。そのため、高バックグラウンド環境である Belle II 実験においては、使用と共に MCP-PMT の量子効率低下が予測される。

この研究は TOP カウンターの光検出器、MCP-PMT の性能をモニタリングし、高い光子検出能力を維持することを目的とする。私は、Belle II 実験で 2021 年から 2022 年にかけて取得した衝突データを用いて、MCP-PMT の積算出力電荷と量子効率を評価した。

その結果、積算出力電荷は量子効率低下の恐れのないほどに十分に小さいことを示した。一方、量子効率を評価した結果、約 10% の予想外に大きな低下を確認した。量子効率低下原因について詳細に調べた結果、量子効率の大きな MCP-PMT が特定の製造時期に集中していることから、製造工程の問題によって量子効率が低下している可能性があることを示した。

さらに、MCP-PMT の運転中には、3 カ月あたり約 10% の増幅率低下が見られた。運転中の増幅率低下は、検出効率低下の原因となる。そこで、シャットダウン期間に電圧調整を行い、増幅率を一定とすることで検出効率を改善した。

これらの成果を 9/16 に口頭で発表した。MCP-PMT はその時間分解能の高さから注目されており、RICH2022 でも MCP-PMT を用いた検出器建設計画が多数発表された。私たちの実験は 512 台もの大量の MCP-PMT を実機で運用する初の実験であり、その結果実際に得られた上記の知見は、重要なものであると考える。発表では多くの参加者と MCP-PMT の増幅率や量子効率について議論した。さらに、発表前後でも参加者と話す機会を持つなど、多くの研究者と議論することができ、大変有意義な研究会となった。

### 発表

Ryogo Okubo, MCP-PMT quantum efficiency monitoring and operation status of the TOP counter at the Belle II experiment, 11th International Workshop on Ring Imaging Cherenkov Detectors (RICH2022), Sep. 12-16, 2022