様式２

拠点形成事業 2023 年度海外派遣報告書

申請者氏名（所属・学生の場合は学年）	和田 有咲(高エネルギー素粒子物理学研究室(N 研),修士２年)
Ｅメールアドレス	[redacted]

研究者交流 / 若手長期派遣(どちらかに○)	共同研究整理番号：R1
用務	新型 TGC 検出器の性能検証とトリガー回路の動作実証
用務地・用務先・日程	ジュネーブ(スイス)・CERN・2024 年 3 月 3 日から 3 月 23 日

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）：

2029 年に運転開始予定の高輝度 LHC では大統計データを用いて暗黒物質の候補を含む新粒子の探索感度を向上させる。ATLAS 実験では高輝度 LHC に向けて内層の TGC 検出器をアップグレードする。新しい TGC 検出器はこれまでにない構造をもち、実際の運転において検出性能が充分高いことを確かめることが重要である。本研究では、複数の手法を用いたノイズ評価および、クロストークの評価を、トリガー回路を使用して行った。

TGC 検出器を作成しているイスラエルにおいて、NIM モジュールを組み合わせたシステムでノイズ評価を行なっている。一方で、本実験で用いるデータ取得システムは特定用途の電子基板を複数組み合わせたものであり、データの処理方法が異なる。同一の検出器、同一の実験室環境において二つの手法を比べることで、本実験用の電子基板を用いる方が、ノイズを抑制するために必要な電圧がおよそ 2 倍大きいことが分かった。この結果を元に、イスラエルにおいて NIM モジュールで行うノイズ評価に関する要求を定めることができた。

クロストークの評価では検出層間のクロストークと、同一層におけるチャンネル間のクロストークを測定した。どちらの測定でも、1 つの検出層にのみ電圧を印加し、それ以外の 2 層には電圧を与えない環境で、3 通りの組み合わせ全てに対して測定を行なった。その結果、検出層間のクロストークはないことが分かった。またチャンネル間のクロストークはいくつか生じていることが分かり、ワイヤーよりもストリップに多いことが分かった。検出層間のクロストークは、検出器の構造上ないことが事前に予想できていたことから、期待通りの結果が得られたと言える。チャンネル間のクロストークに関しては、今後詳細なデータ解析を進めるのに必要な高統計データを取得することができた。

本申請での研究計画では以上の内容を想定していたが、滞在中比較的スムーズに研究が進んだことから、発展的な研究として TGC 検出器に使用するガスの探究も行った。TGC 検出器に通常使用しているガスは、二酸化炭素:n ペンタン(55:45)の混合ガスである。この混合ガスは、信号の検出効率やゲインを考慮して選ばれたものであるが、これまでに TGC 検出器に用いる代替ガスの探究はほとんど行われていない。n ペンタンは可燃性ガスのため、安全性や取り扱いのしにくさの点で問題がある。TGC に用いる代替ガスの研究として、アルゴン:二酸化炭素(93:7)の混合ガスを使用し、オシロスコープを用いた波形測定と複数の回路を組み合わせた検出効率の測定を行なった。その結果、信号の波高が小さく、印加する電圧の大きさによってはミューオン信号の後に波形の乱れが生じることがわかった。これは、混合比と印加電圧を最適化することで抑制できる可能性がある。また、アルゴンベース以外のガスの研究も今後の研究課題である。

これらの研究により、2029 年からの運転で使用予定の新型 TGC 検出器に対してノイズの回路依存性を明らかにし、クロストークが小さいことを確認できた。また、代替ガスの検討を立ち上げることができた。これらは高輝度 LHC におけるデータの精選につながり、暗黒物質探索に使用するデータの質の向上に貢献する。