

ガラスベース原子核乾板を用いた薄型エマルシヨンスペクトロメーターの再現性

佐野 元哉（素粒子物理学教室）

現代の素粒子物理学は標準理論（Standard Model）を用いて記述される。この理論は素粒子とその間に働く力を説明する。しかし、暗黒物質や暗黒エネルギー、ニュートリノ質量、物質反物質の非対称性など、標準理論では説明できない現象も存在する。これらを解明することが現代物理学の目標である。

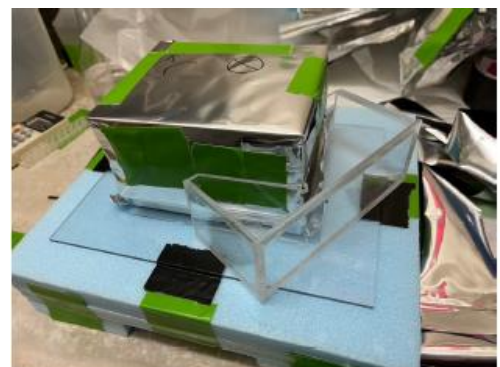
タウニュートリノはニュートリノの中で最後に発見された粒子であり、検出例が少ない。また、反粒子である反タウニュートリノは未だ直接検出されていない。これにより、タウニュートリノと反タウニュートリノの精密測定は、新しい物理の発見が期待される。

本研究室では、ニュートリノと反ニュートリノを識別し、その運動量を測定するための Compact Emulsion Spectrometer (CES) を開発している。CES は、高密度かつ大量の物質中で効率的に反応を起こす必要があるニュートリノ実験において、最小限の体積で測定を行うことが可能である。さらに、反応点直下に設置することで、電子を含む崩壊過程の検出も可能である。

2005 年に原理検証実験が行われた実験。磁場中に入射した荷電粒子の持つ運動量の逆数と曲がりの大きさ（sagitta）には良い相関が確認された。しかし、原子核乾板のベース素材であるポリスチレンは熱膨張率が大きく、また、乳剤の引っ張りによる歪み等が複合的に重なることで、乾板の平面性が失われ、sagitta の測定が可能な有効面積は乾板中央部に限られていた。

これを受け、2017 年のビーム照射実験では、3 種のベース素材を用意して、それぞれに支持体を挟んだものとそうでないものを用意して実験を行った。結果、200 μm 厚のガラスベースに、支持体を挟まない CES が最も良い性能を示した。また、有効面積の拡大が確認された。2019 年と 2020 年の宇宙線照射実験では、500 μm のガラスベースを使用し、平面性を高めるための新しい CES 枠を採用した。また、運動量測定のために Emulsion Cloud Chamber (ECC) を CES 下流に設置し、それぞれの飛跡に運動量情報を付与し、運動量ごとの解析を行った。結果として、6 GeV/c の領域まで 2.5σ の電荷識別精度が確認され、ベース厚の向上により位置測定精度と角度測定精度が最大 2.1 倍向上した。しかし、ECC の運動量分解能の不足により、高運動量領域の測定精度の検証が行えなかった。

本研究では、再現性の確認を目標に、2020 年度の実験環境を再現し、宇宙線照射実験を行った。また、先行研究で確認の取れなかった、6 GeV/c 以降の運動量領域の測定を目指し、ECC の積層数を増やし、標的層を鉛からタングステンに変更することで、運動量分解能の向上を図った。結果として、ECC のハンドリングミスにより運動量のごとでの解析には至っていないが、全 sagitta 分布を用い、2020 年度 CES のデータとの比較を行うことで、2020 年度のデータとの再現性が確認された。



宇宙線照射セットアップ図