

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）	陳 夏姫 理学研究科物理科学領域 F 研究室・修士 1 年
E メールアドレス	

研究者交流 / <u>若手長期派遣</u> （どちらかに○）	共同研究整理番号： R3
用務	方向感度を持った暗黒物質直接探索のための低感度超微粒子原子核乾板を用いた選択的事象検出試験
用務地・用務先・日程	イタリア グラン・サッソ国立研究所 2023 年 10 月 24 日～12 月 13 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）：

グラン・サッソ国立研究所 (LNGS) にて、従来の原子核乾板から意図的に感度を落とした原子核乾板を作成し、方向感度をもった暗黒物質の直接探索実験を行った。

当初の予定では「超微粒子原子核乾板による方向感度を持った暗黒物質探索直接探索のためのリフレッシュを利用した背景事象削減試験」であったが、優先度の高い低質量の暗黒物質を仮定した「方向感度を持った暗黒物質直接探索のための低感度超微粒子原子核乾板を用いた選択的事象検出試験」に目的を変更した。

暗黒物質のモデルに、暗黒物質質量 Sub-GeV 帯を仮定する。暗黒物質質量が 1 GeV のとき、銀河内の宇宙線の原子核との弾性散乱によって加速された暗黒物質は約 10 GeV の力学的エネルギーをもつ。これが原子核乾板内の炭素、酸素、窒素と弾性散乱すると 400 keV 以上のエネルギー、1 μm 以上の飛程を残す。これは、現行の解析システムで容易に観測できる飛程である。このエネルギー帯の dE/dx は α 線のブラッグピークよりも高い。

通常の超微粒子原子核乾板 (NIT) は AgBr (I) と AgBr をコアシェルの二層構造にし感度を高めているが、本研究ではそのヨウ素を抜くことで感度を落とした NIT を作成した。これにより、ノイズ事象を削減し、高い dE/dx をもつ飛跡を選択的に記録、観測が可能であることを期待している。さらに、現行の NIT は 70 nm の粒子サイズをもつものを用いているが、40 nm のものも作成しより感度低下をさせたものと、それぞれ増感処理の有無を振り実験を行った。

LNGS 内の地下 1000 m 環境において原子核乳剤の作成、ラドンレベル 6 Bq/m³ 未満の部屋で塗布、乾燥を行い、検出器作成中の背景事象混入や α 線の混入を抑えた。観測は地上で行い、赤道儀を用いて銀河中心の方向に向けて 1 週間、2 週間の観測を行った。現像処理の際は再度地下で行った。このモデルの暗黒物質探索は初めての試みで試験的であるため、複数の条件を振り g スケールでの探索となっている。

サンプルの解析が可能であるシステムが日本でのみ行えるため、現像処理までを LNGS で行い、作成したサンプルを日本に持ち帰った。現在、暗黒物質探索用のスキャニングシステム PTS を用いた解析を進めている。また同時並行で、LNGS で作成した NIT を持ち帰り、神奈川大学星野研究室において 400 keV の炭素イオンの照射を行った。こちらの今回の暗黒物質探索の飛跡キャリブレーション用に測定を進めている。



赤道儀に原子核乾板を設置する様子