

平成20年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：液体キセノン検出器を用いた暗黒物質探索

英文：A Search for Dark Matter using Liquid Xenon Detector

研究代表者 東京大学宇宙線研究所・神岡宇宙素粒子研究施設 鈴木洋一郎

参加研究者

東京大学宇宙線研究所 教授：鈴木洋一郎、中畑雅行、准教授：森山茂栄、竹内康雄、
特任准教授：山下雅樹、助教：小汐由介、竹田敦、安部航、関谷洋之

特任助教：小川洋、小林兼好、D3:上島考太、M1:篠崎晃宏、五代儀一樹

東海大学理学部、教授：西島恭司、D2: 本木大資、横浜国立大学、准教授：中村正吾、
M2:藤井景子、名古屋大学、教授:伊藤好孝、准教授：増田公明、

宮城教育大学 准教授 福田善之、岐阜大学、教授：田阪茂樹、

佐賀大学文化教育学部、教授：大隈秀晃、早稲田大学、教授：鈴木聡、

ソウル国立大学：教授：Soo-Bong Kim、Sejong大学：准教授：Yeongduk Kim

研究成果概要

本研究は、液体キセノン検出器（XMASS実験）を用いた暗黒物質探索である。

液体キセノンは非常に良いシンチレータである。また、液体、気体、固体の各相が利用できるため内部のバックグラウンドのもとであるU/Thなどを極端に少なく出来る。とくに、有機シンチレータに含まれる炭素14を含まないため、低エネルギーに信号がでる暗黒物質探索に最適である。探索するエネルギーが低いため、自己遮蔽が有効に働く。また、集光を70～80%程度にまですることでエネルギー閾値を下げる事が可能となる。感度は現在のほぼ1桁以上上がると予想されている。

暗黒物質の存在は、近年のWMAPによる実験結果からもその存在は確実視されているが、いまだにその正体は不明である。暗黒物質を探索し発見することは宇宙物理学に残された大きな課題である。暗黒物質の第一の候補は新しい素粒子である超対称性粒子である可能性が高い。したがって、暗黒物質の発見は、宇宙物理学ばかりでなく、素粒子物理学の発展にも大きく寄与する。

現在、世界中で勢力的に暗黒物質探索が行われており、それらに遅れることなく、探索を開始するべく準備を行っている。XMASSの探索感度は、現在計画されている世界の検出器の中で最高感度である。

本研究は、暗黒物質探索実験として、これまで、おこなってきた、液体キセノンを用いた宇宙素粒子検出器の開発研究を継承するものである。今年度までに、測定装置に必要な様々な開発・設計を行ってきた。低バックグラウンド光電子増倍管では、ウランやトリウムなどの不純物の混合が、これまでのものに比べて100分の1程度のもを開発した。これにより、有効質量部におけるバックグラウンドレベルを 10^{-4} DRUのレベルにできることが実証された。また、液体キセノンの液体状態による循環が可能であることを示し、実験中における継続的バックグラウンドの除去が可能であることを示した。また、小型のテストチェンバーを用いて、事象の再構成法の確立や、本実験の本質的なアイデアである自己遮蔽能力の実証などを行った。また、キセノンからクリプトンを除去する蒸留装置の開発を行った。以上のように、これまでに、実験に必要な、要素の開発をほぼすべて完了したことになる。また、様々な詳細設計も、右図に示すように、進行している。したがって、順調に準備が整っており、この夏に実験が開始できるものと思われる。

