

平成 17(2005)年度 私立大学学術研究高度化推進事業
および新技術開発研究に係る研究状況報告書

2006 年 04 月 21 日

選 定 事 業 (い ず れ か に)	ハイテク・学術プロジェクト・新技術・ベンチャー(ハイテクベンチャー)・産学連携・オープン		
研究プロジェクト等名	素粒子・宇宙実験用希ガス液体検出器の開発		
研 究 組 織			
所 属	資 格	氏 名	本研究における研究分担
代表 理工総研 分担 理工総研	教 授 名誉教授・ 顧問研究員	菊池 順 道家 忠義	研究の統括 研究開発の顧問
理工総研 理工総研 理工総研 理工総研	教授 講師 嘱託 助手	鈴木 聡 寺沢 和洋 滝沢 京子 錦戸 文彦	暗黒物質探索実験 $\mu^+ e^+$ 実験 液体 Xe - TPC の開発 新型 PMT の開発
研究内容(テーマ)			
<p>希ガス液体検出器を素粒子、原子核、宇宙物理実験などに使用するための開発研究である。これまでの結果から、実際の物理実験で使用される大型のチェンバーを長時間にわたって安定に使用するためには循環式のガス純化装置を用いるとともに、温度・圧力のよりいっそうの安定化の可能なシステムを開発することが必要である。またシンチレーション光を利用する場合には、使用するフォトマルチプライアーの性能がきわめて重要である。そこで色々と試作・テストを繰り返した結果、低温下でも量子効率や利得の高い試作品の開発に成功した。この PMT を用いてシンチレーション光を利用した場合のエネルギー分解能・位置分解能・時間分解能などの限界を試し、シミュレーションと比較する。</p>			
研究実施状況の概要(当該年度のまとめ) 1,400~1,600 字程度で記入			
<p>μe 崩壊検出実験；最近の実験によれば、ニュートリノが極微の質量を持つことを示している。このことは、標準理論では保存するとされているレプトンフレーバーを破る新しい物理の存在、超対称性による力の大統一が働いていることを示唆している。$\mu^+ e^+$ 崩壊探索実験は荷電レプトンを使用することで、これらの結果とは別の観点からレプトンフレーバーの破れを検証することができる。これまでに、通常の μ 粒子の崩壊モードである $\mu^+ e^+ e^- \mu^-$ に対する $\mu^+ e^+$ 崩壊の分岐比で実験的に与えられている上限値は、1.2×10^{-11} であるが、一方、理論計算によると、この崩壊が現在の実験上限値のすぐ下の、$10^{-11} \sim 10^{-14}$ に見つかる可能性が高いことが示されている。液体 Xe シンチレーション検出器を使用して、現在の実験的な上限値を 2、3 桁上回り、理論的予想に迫ることのできる実験を計画した。プロトタイプのテストを日本国内で終えて、スイス PSI 研究所へ移送し、現地でのテストも終えて、現地で用意された他の検出器と組み合わせる作業が行なわれている。</p> <p>ダークマターの探索実験；宇宙空間には現在我々が観測している星などの質量の 10~20 倍程度の質量があると考えられている。これをダークマター(暗黒物質)と呼んでいる。暗黒物質はその存在を重力の効果でのみ知ることのできる目に見えない物質を意味しているがそれが何であるかはまだ分かっていない。このダークマターの 1 つの候補が weakly interacting massive particle(WIMPs)である。ダークマターが Xe の原子核と衝突した時のプライマリ-マリシンチレーション、セカンダリーシンチレーション、電離作用を利用して α 線や β 線を反跳核からの信号と識別することができる気相・液相 2 相型液体 Xe チェンバーを開発、試作した。これまでの神岡での実験結果を基にして、スケールアップをしたチェンバーの設計を終え、15kg 検出器の設計・製作をし、基本的な動作テストを行っている。</p>			

液体 Xe を用いたガンマー線位置検出器の開発；ダークマター検出のために開発された液相・気相型の chamber シンチレーション光を複数の PMT で検出することにより発光位置を検出することが可能である。この原理を利用してガンマー線宇宙検出器を開発している。

研究成果の発表（論文の著者、論文標題、雑誌名、巻・号、発行年、該当ページ順で記載。図書の場合は、著者名、書名、出版社等名、発行年、該当ページ、総ページ順で記載すること。）

Absorption of scintillation light in a 100l liquid xenon gamma-ray detector and expected detector performance

Baldini A, Bemporad C, Cei F, et al.

Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A 545 (3): 753-764 JUN 21 2005

Performance of prototype liquid Xenon scintillation detector system for time-of-flight type positron emission tomography with improved photomultipliers

Nishikido F, Doke T, Kikuchi J, Mori T, Murayama H, Ooshita T and Takahashi H.

Japanese Journal of Applied Physics., Vol.44, No.7A, (2005), 5193-5198

Calibration and in-flight performance of the Compton telescope prototype LXeGRIT

Aprile E, Curioni A, Giboni KL, et al.

New Astronomy Reviews 48 (1-4): Feb. (2004) 257-262

Performance of a prototype of liquid Xenon scintillation detector system for positron emission tomography

F.Nishikido, T.Doke, J.Kikuchi, T.Mori, K.Takizawa and M.Yamamoto

Japanese Journal of Applied Physics, Vol.43, NO.2, (2004) 779-784