

平成 18(2006)年度 私立大学学術研究高度化推進事業
に係る研究状況報告書

提出日： 2007 年 4 月 19 日

選 定 事 業 (いずれかに○)	ハイテク ・ 学術フカ ・ 社会連携 ・ オープン		
研 究 フ ロ シ ョ ン 名	素粒子・宇宙実験用希ガス液体検出器の開発		
研 究 組 織 名	理工学術院理工学研究所		
所 属	資 格	氏 名	本フ ロ シ ョ ン における研究分担
代表 理工研 分担 理工研 理工研 理工研 理工研 放射線医学研究所 (旧・理工研・助手で変更届け済)	教授 名誉教授・ 顧問研究員 教授 講師 嘱託 研究員	菊池 順 道家 忠義 鈴木 聡 寺沢 和洋 滝沢 京子 錦戸 文彦	研究の統括 研究開発の顧問 暗黒物質探索実験 $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 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。100 リッター程度のチェンバーを用いたテスト実験ではすでに、期待通りの成果が得られている。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り、本年度はこの点に重点をおいた研究開発を行った。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を行った。</p>			
研究実施状況の概要 (当該年度のまとめ)			
<p>$\mu \rightarrow e \cdot \gamma$ 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。$\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ 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。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；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・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 γ 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 で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の位置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、該当ページの順で記載。図書の場合は、著者名、書名、出版社等名、発行年、該当ページ、総ページの順で記載すること。）

Design and Simulation Study for Full Size Liquid Xe Scintillation TOF-PET System
F. Nishikido, J. Kikuchi, T. Doke, S. Suzuki and H. Takahashi
IEEE Nucl.Sci. 投稿中

Fluctuation in energy-loss measurements in allene-doped liquid argon for heavy ions
K.Masuda, F.Nishikido, E.Shibamura, J.Kikuchi, T.Doke and T. murakami
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A 570(2007) 487-497

Time-of-flight positron emission tomography using liquid xenon scintillation
T.Doke, J.Kikuchi and F.Nishikido
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A 569(2006) 863-871