

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	世界最高精度での中性子寿命測定実験のための新型ガス検出器の研究開発				
研究テーマ (欧文) AZ	Development of new gaseous detector for neutron lifetime measurement in the world highest precision				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓) ヨシオカ	名) タマキ	研究期間 B	2016 ~ 2017 年
	漢字 CB	吉岡	瑞樹	報告年度 YR	2017 年
	ローマ字 CZ	Yoshioka	Tamaki	研究機関名	九州大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	九州大学先端素粒子物理研究センター・准教授				
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)	<p>中性子は最も単純な原子核の一つであり、およそ 900 秒で陽子、電子、反ニュートリノに崩壊する。その寿命は素粒子標準理論およびビッグバン元素合成理論の精密検証において不可欠なパラメータの一つであるが、測定手法により <math>8.4 \pm 2.2</math> 秒と大きく乖離しており、当該分野において深刻な問題となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中性子計数法:低エネルギー中性子を容器に貯蔵し、崩壊せずに残った中性子を計数 → <math>879.6 \pm 0.8</math> 秒</li> <li>・陽子計数法 :中性子ビームを検出器に通過させ、崩壊で発生した陽子を計数 → <math>888.0 \pm 2.1</math> 秒</li> </ul> <p>この値の乖離が何らかの物理に起因している場合、中性子が約 1%の分岐比で未知の粒子に崩壊していることを示す。例えば、この乖離を暗黒物質によって説明を試みる興味深い理論研究(arXiv:1801.01124v2[hep-ph])が今年 1 月に発表されており、それは既存の素粒子の振る舞いを記述する理論体系の拡張に留まらず、時空の構造の理解をも大きく変革する大発見に繋がる。この乖離の起源の追求は素粒子原子核分野における喫緊の課題となっており、新しい手法による実験が強く望まれている。そこで我々は、2 つの測定手法が考案される以前にフランス・グルノーブルのラウエランジュバン研究所の原子炉で行われた別の手法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電子計数法 : 中性子ビームをガス検出器に通過させ、崩壊で発生した電子を計数 → <math>878 \pm 30</math> 秒</li> </ul> <p>の精度を 1 桁以上改善することを目指し、茨城県東海村の大強度陽子加速器施設(J-PARC)の世界最高強度のバルス中性子源において 2009 年から実験を進めてきた。そして共同研究者の音野瑛俊や大学院生らと共に物理解析を主導し、10 秒程度の精度での初期解析結果を 2017 年 9 月に公表した。さらに、我々は世界最高精度を達成すべく電子計数法に新しい改善を提案しており、本研究はこの新規プロジェクトの基盤を築くものである。本研究が提案する新型検出器とソレノイド磁場を組み合わせることで、新しい物理を切り拓く決定的な実験となりうる。</p> <p>電子計数法の課題はガス起因事象(検出器に用いるガスで散乱した中性子に起因して壁から発生する背景事象)を正確に評価することである。そこで検出器の電極の位置を従来から大きく変化させ、さらにソレノイド磁石の中に配置することでこの背景事象を効率的に低減することを考案した。ただし、従来のガス検出器に比べて複雑な電極構造となるため、試作機による原理実証を行う必要があった。試作機による原理実証は本助成金によって遂行し、所期の性能を満たしていることを確認した。</p> <p>ソレノイド磁石として、茨城県つくば市の高エネルギー加速器研究機構(以下、KEK)所有の超伝導磁石の使用を検討している。この超伝導磁石は宇宙線起源反物質・反粒子探索を目的とした BESS 気球実験で使用された磁石の予備機であり、未使用のまま KEK に保管されていた。本研究を実施する際に、この電磁石を使用することが合意されており、すでに励磁試験は完了している。ガス検出器を設置するための真空容器およびビームライン接続用の架台の一部を本助成金によって措置し、すでに超伝導磁石と統合されている。</p> <p>本実験を実施するビームラインおよび関連施設は実用に供しており、本助成金により本研究のための準備が万端整ったと言える。</p>				
キーワード FA	素粒子実験	中性子寿命	ガス検出器		

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Precise Neutron Lifetime Measurement with a Solenoidal Coil							
	著者名 <sup>GA</sup>	Naoyuki Sumi	雑誌名 <sup>GC</sup>	JPS Conference Proceedings					
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	8	巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

The neutron lifetime  $\tau=880.2\pm 1.0$  sec, is an important parameter for particle physics and cosmology. There is, however, an 8.4 sec (4.0  $\sigma$ ) deviation between the measured value of the neutron lifetime using two methods: one method counts neutrons that survive after some time, while the other counts protons resulting from neutron beta decay. A new method is being implemented at J-PARC/MLF/BL05 using a pulsed cold neutron beam. A Time Projection Chamber (TPC) records both the electrons from neutron beta decay and protons from the neutron-<sup>3</sup>He capture reactions in order to estimate the neutron flux. Electron background signals require the largest correction and are source of uncertainty for this experiment. A solenoidal magnetic field can greatly reduce this background. The TPC drift region must be divided into three regions in this case. A prototype detector was developed to study the multi drift layer TPC. The status of a study using a prototype detector is reported in this paper.