

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		将来のニュートリノ質量精密測定を見込んだ、新しい電子エネルギー測定法の開拓			
研究テーマ (欧文) AZ		Study of radiofrequency technique for electron energy measurement toward a future direct neutrino mass measurement			
研究氏 代表 者	カタカナ CC	姓) ハセガワ	名) マサヤ	研究期間 B	2013 ~ 2015 年
	漢字 CB	長谷川	雅也	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	HASEGAWA	MASAYA	研究機関名	高エネルギー加速器研究機構
研究代表者 CD 所属機関・職名		高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所 助教			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめて下さい。) 本研究は将来のニュートリノ質量精密測定に向けて、トリチウムベータ崩壊からの電子のエネルギースペクトルを 0.1eV 以下の分解能で測定する為の、電波観測技術を用いた新しい手法を開拓する事を目標としている。具体的には磁場中で電子が発生するサイクロトロン放射の周波数からエネルギーを再構成する手法の原理検証を世界に先駆けて行う。 はじめに、手法の原理検証を行う為のプロトタイプ検出器の設計を行った。まずシミュレーションにより、1T(テスラ)程度の磁場中での電子のサイクロトロン放射を用いた～0.1eV の分解能でエネルギー測定が原理的に可能であることを確認した。ここで 1T の磁場中で電子が放出する電波の周波数は約 27GHz となる。次にこの仕様に基づいて、プロトタイプ検出器用のクライオスタット(真空槽)のメカニカルな設計を行った。ここで、磁場を発生する磁石としてソレノイド電磁石を用いた場合とネオジム磁石を用いた場合の両方について一様な磁場が期待出来る領域を定義し、そこにガス状のクリプトンを送る為の配管や生成した電波を受けるアンテナの位置などを決定し仕様を固めた。 並行して、検出器に用いるコンポーネントの基本特性の評価を行った。具体的には信号発生器を用いてサイクロトロン放射を模擬した 10GHz～40GHz の電波を発生し、それをホーンアンテナで受け、ローパスフィルター及び(低温)アンプを通してパワー検出器に入射して、～30GHz 付近の電波に対して検出器の感度がある事、及びトリチウムベータ崩壊電子の観測に関して無関係な高周波の電波(>35GHz)に対して感度が無い事を確認した。また、同時に取得した検出器系のノイズレベル、信号増幅率の結果からシミュレーションを用いて、より現実的な電子のエネルギー分解能の評価を行った。この結果をプロトタイプ器による試験結果と比較し、ニュートリノ質量測定に向けた実機の製作を目指す。またこの過程で、本研究で開発する手法がこれまで不可能と思われて来た(ビッグバン直後 1 秒後に発生した)背景ニュートリノの検出に応用可能である事も分かった。					
キーワード FA		ニュートリノ	サイクロトロン放射		

(以下は記入しないで下さい。)

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下さい。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

The main goal of this study is to establish a new method for measuring the electron energy based on a radio-frequency technique toward a future direct neutrino absolute mass measurement. Electrons emit the cyclotron radiation in the magnetic field, which is related to the energy of the electron, thus provides a new form of non-destructive spectroscopy.

We designed a prototype detector system which will be used for the proof-of-concept of the frequency-based technique. By using the simulation, we showed the energy resolution of 0.1eV level is possible with this method in principle. The frequency of the radiation under the magnetic field of about 1 Tesla is about 27 GHz. We made the drawings of the cryostat for the prototype detector system under the configuration. The size of the uniform magnetic field is evaluated with simulation for both case of that we employ the electric magnet and permanent magnet, and the configuration of antenna and pipes for inserting the source of electrons are determined. In parallel, we evaluated basic performance of detector system which consists of horn antenna for detecting radio-waves, low-pass filter and cryogenic amplifier. The system is sensitive to radio-waves with frequency of around 30GHz, while not sensitive to radio-waves with frequency of higher than 35GHz, which is not the signal region on neutrino mass measurement. The noise level and gain of the detector system is also checked. By using the result, we evaluated the electron energy resolution with the prototype, which will be compared with the real data. This is the first step of building the detector for neutrino mass measurement.