

Title	Energy Resolution of Plastic Scintillation Detector for Neutrinoless Double Beta Decay Experiments
Author(s)	Vo, Hong Hai
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/23448
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	ボ-ホンハイ Vo Hong Hai
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 2 2 4 4 9 号
学位授与年月日	平成 20 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Energy Resolution of Plastic Scintillation Detector for Neutrinoless Double Beta Decay Experiments (ニュートリノを伴わないダブルベータ崩壊実験のためのプラスチック シンチレーターのエネルギー分解能)
論文審査委員	(主査) 教授 能町 正治 (副査) 教授 岸本 忠史 教授 下田 正 教授 野末 泰夫 准教授 青木 正治

論文内容の要旨

The energy resolution of plastic scintillation detector is studied for next generation neutrinoless double beta ($0\nu\text{-}\beta\beta$) decay experiments, especially, for MOON (Molybdenum Observatory Of Neutrinos) and SuperNEMO (Neutrino Ettore Majorana Observatory). The electron beams, the internal conversion electron from radioisotope source, proton micro-beams and LED (Light-Emitting Diode) flash are used to study the energy resolution. The electron beam is employed from the electron spectrometer at CENBG (Le Centre d' Études Nucléaires de Bordeaux Gradignan), France. The proton micro-beam is at the Wakasa wan Energy Research Center (WERC), Japan. We study the energy resolution is in separated components (statistical and intrinsic energy resolution). The theoretical consideration of the statistical component is developed.

With the results obtained about the energy resolution of the plastic scintillation detector, we estimate the sensitivity of the detector using the plastic scintillator by Monte-Carlo simulation. Because of the limitation of the energy resolution caused by the intrinsic component, which we found in this work, it is hard to measure the neutrino mass region beyond inverted hierarchy case. However, it is possible to obtain around 6σ statistical significance in 10-ton-year measurement for inverted mass hierarchy case, which corresponds to the $0\nu\text{-}\beta\beta$ half life $\sim 10^{26}$ years. The plastic scintillator can be used for the next generation double beta decay experiment, MOON and SuperNEMO.

素粒子物理の重要な課題のひとつとして物質の起源の解明がある。解明の鍵のひとつは、ニュートリノがマヨラナ質量の測定である。レプトン数を保存しない二重ベータ崩壊は、ニュートリノがマヨラナ質量を持たないと起こらない反応であり、その解明には欠かすことのできない重要な実験である。しかし、レプトン数を保存しない二重ベータ崩壊は非常に稀な事象であり、その測定にはいくつかの重要な研究開発を行う必要がある。そのひとつが、ベータ線のエネルギー分解能の改善である。

これまで、エネルギー分解能の向上に関しては様々な試みが行われてきたが、いずれも予想される性能を得る事ができなかった。本論文では、蛍光プラスチックを用いたベータ線の測定において、エネルギー分解能を決める要因を系統的に調べる事により、これまで考慮されていなかった要因を定量的に求めた。

エネルギー分解能は様々な要因で決まる。既知の要因による効果をできるだけ小さくするために、ボルドー大学原子核実験施設の電子スペクトロメーターを用いた測定や若狭湾エネルギー研究センターの陽子マイクロビームを用いた測定を行った。さらに、実験系統誤差を少なくするために相関を解析する方法により、これまで定性的に指摘されてきた蛍光プラスチック固有のエネルギー分解能を、電子及び陽子に対し定量的に求めることができた。本論文の成果は、蛍光プラスチックのエネルギー分解能の実験的研究として貢献するものである。

さらに、この成果をもとに、レプトン数を保存しない二重ベータ崩壊測定において、期待される測定感度をしらべたところ、次世代の測定装置に求められるエネルギー分解能は実現可能であることが示された。このことにより、本論文の成果は、次世代二重ベータ崩壊検出器の系統的開発のためにも貢献するものである。

以上のように、本論文の成果はレプトン数を保存しない二重ベータ崩壊測定に向けて貢献するものである。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。