



Title	A Study Of Weak Nuclear Response By Nuclear Muon Capture
Author(s)	Hashim, Izyan Hazwani Binti
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52302
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (IZYAN HAZWANI BINTI HASHIM)	
Title	A Study Of Weak Nuclear Capture Response By Nuclear Muon Capture (ミューオン原子核捕獲を用いた原子核の弱い相互作用応答の研究)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>Nuclear matrix elements (NMEs) for double beta decays (DBD) are crucial for extracting fundamental neutrino properties from DBD experiments. In order to study DBD NMEs, single β^+ and β^- NMEs are required. The purpose of the present research is to develop an experimental approach towards the determination of weak nuclear response (square of the NME) for the importance of fundamental properties of neutrinos. Hence the present research aims at experimental studies of muon capture strength distributions, the β^+ side responses, to help/confirm theoretical evaluation for DBD NMEs.</p> <p>The process of nuclear muon capture is excitation of the nucleus by compound nuclear formation and de-excitation of the compound nucleus by neutron emission. However, captures on the excited states of nucleus are more preferable in comparison with capture on the ground state. The neutron emission is always accompanied by gamma rays due to the transitions from excited state to the ground state. The capture strength is evaluated by the production of isotope after muon capture via observation of nuclear gamma rays and X-rays. The enriched molybdenum thin film is used.</p> <p>The theoretical approach is explained by the statistical neutron decay calculator with the limited excitation energy, which corresponds to the Q-value of muon captures. Neutron binding energy is defined as the threshold energy for emission of neutron and their cascade process after nuclear excitation is explained by emission of the fast pre-equilibrium neutrons (PEQ) and evaporating neutrons (EQ) fraction.</p> <p>The second part discusses the experimental observation of isotope production after (μ, xn) reaction on ^{100}Mo target with $x = 0, 1, 2, \dots$ neutron emission. The isotopes are identified by their gamma rays following the capture reaction and the observed half-life from the decay curve.</p> <p>The final phase elaborates the comparison of previous feasibility test on ^{94}Mo and the current ^{100}Mo experimental observations with the neutron statistical calculations for both natural and enriched Molybdenum targets. From the population of isotopes produced by the reaction, one may get the muon-capture strength distribution, which can be used to help deduce the nuclear responses relevant to neutrino-less double beta decay.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 (Izyan Hazwani Hashim)		
論文審査担当者	(職)	氏名
	主査 教授	久野良孝
	副査 教授	下田 正
	副査 教授	能町正治
	副査 教授	青井 考
	副査 助教	佐藤 朗
	副査 名誉教授	江尻宏泰

論文審査の結果の要旨

本論文は、負電荷ミューオン原子核捕獲反応直後の原子核励起状態のエネルギー分布を研究した論文である。この原子核の励起状態エネルギー分布は非常に重要な知見を持っており、特に、ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊の反応行列要素を決めるために役に立つことが知られている。二重ベータ崩壊の反応行列要素が決まると、その反応率から有効ニュートリノ質量が決まるからである。

本研究において励起状態のエネルギー分布を測定する原理は、以下のようである。まず、ミューオン原子核捕獲反応後に原子核の励起エネルギー状態が低ければ、小数の中性子を放出し核子数の変化の少ないアイソトープに変換するし、励起エネルギー状態が高ければ、多数の中性子を放出し核子数の変化が大きいアイソトープに変換する。したがって、反応後のアイソトープの生成量から励起状態エネルギー分布を評価できる。また、アイソトープの生成量はそれぞれのアイソトープの励起状態からのガンマ線を半導体検出器を使って測定する。

実験は、大阪大学の RCNP のミューオン施設 MuSIC での初試験の後、東海村の J-PARC 陽子加速器施設 MLF 施設のミューオン施設で行われた。試料である ^{100}Mo に負電荷ミューオンを照射し、しばらくたった後にガンマ線測定を行った。その結果から ^{100}Mo の励起状態分布を決めた。本論文の重要な点は、アイソトープの生成比から捕獲直後の原子核の励起状態エネルギー分布を決める方法を確立した点にある。特に、二重ベータ崩壊探索に必要である $100\text{MeV}/c$ の運動量移行領域を始めた調べた点にある。このような先行研究は存在せず独創的な研究である。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分に価値あるものと認める。