



Title	Search for massive neutrinos in $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ decay
Author(s)	山田, 薫
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58008
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	山田 薫
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 23558 号
学位授与年月日	平成22年3月23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	Search for massive neutrinos in $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ decay ($\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ 崩壊を用いた重いニュートリノ探索)
論文審査委員	(主査) 教授 久野 良孝 (副査) 教授 下田 正 教授 山中 卓 教授 中野 貴志 准教授 青木 正治

論文内容の要旨

この論文では、TRIUMF(カナダ国立素粒子原子核物理研究所)における PIENU 実験のデータを解析し、 $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ 崩壊を用いた重いニュートリノ探索を行った。

今日、多くの実験結果によりニュートリノ物理への理解は飛躍的に深まり、ニュートリノが極めて小さいが有限の質量を持っていることがわかっている。しかしながら、ニュートリノが質量をもつという事実から、なぜニュートリノの質量だけ他の素粒子に比べて極めて小さいのか、なぜ右巻きのニュートリノは発見されていないのか、などの多くの疑問が生まれた。重いニュートリノはこれらの疑問を解決する可能性を持っており、いくつかの新しい物理理論で存在を予言されているが、まだこれまでに発見に到っていない。

この論文では PIENU 実験で2009年5月から9月までの間に記録されたデータを解析し、重いニュートリノ探索を行った。その結果、重いニュートリノの存在を示す証拠は得られず、質量が $90\text{MeV}/c^2$ から $130\text{MeV}/c^2$ の重いニュートリノの mixing パラメーター $|U_{e1}|^2$ に対して上限値を求めた。得られた上限値は $90\text{MeV}/c^2$ から $110\text{MeV}/c^2$ の質量領域では $|U_{e1}|^2 < 5 \times 10^{-8}$ であり、これは現在の世界記録を1.5倍上回る結果である。

論文審査の結果の要旨

本論文の研究目的は、パイ中間子の稀崩壊 $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ を使って、未発見の質量の重いニュートリノの探索である。

スーパーカミオカンデ実験などでのニュートリノ振動実験より、これまで質量が無いと思われていたニュートリノに有限で非常に小さい質量(0.1eV 以下程度)があることが判明している。しかし、ニュートリノ振動実験では質量が非常に小さい領域にしか感度がないため、もっと重い領域(数10MeV 程度)での質量を持つニュートリノがあるかどうかについては決めることができない。また、欧州原子核研究所(CERN)のZボソンの崩壊から $40\text{GeV}/c^2$ 以下のは3種類のニュート

リノしかないことが分かっているが、Zボソンと相互作用をしないニュートリノ(sterile neutrino)の存在も議論されており、これらのニュートリノの探索は重要である。このニュートリノを探索する方法として、パイ中間子などの粒子の2体崩壊を利用することが考えられた。この論文では、TRIUMF(カナダ国立素粒子原子核物理研究所)における PIENU 実験のデータを解析し、 $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu$ 崩壊を用いた重いニュートリノ探索を行った。

今日、多くの実験結果によりニュートリノ物理への理解は飛躍的に深まり、ニュートリノが極めて小さいが有限の質量を持っていることがわかっている。しかしながら、ニュートリノが質量をもつという事実から、なぜニュートリノの質量だけ他の素粒子に比べて極めて小さいのか、なぜ右巻きのニュートリノは発見されていないのか、などの多くの疑問が生まれた。重いニュートリノはこれらの疑問を解決する可能性を持っており、いくつかの新しい物理理論で存在を予言されているが、まだこれまでに発見に到っていない。

この論文では PIENU 実験で2009年5月から9月までの間に記録されたデータを解析し、重いニュートリノ探索を行った。その結果、重いニュートリノの存在を示す証拠は得られず、質量が $90\text{MeV}/c^2$ から $130\text{MeV}/c^2$ の重いニュートリノの mixing パラメーター $|U_{e1}|^2$ に対して上限値を求めた。得られた上限値は $90\text{MeV}/c^2$ から $110\text{MeV}/c^2$ の質量領域では $|U_{e1}|^2 < 5 \times 10^{-8}$ であり、これは現在の世界記録を1.5倍上回る結果である。

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。