

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 ステライルニュートリノ探索で探る標準模型を超えた物理

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授 丸山 和純 (まるやま たかすみ)

研究課題番号: 16H06344 研究者番号: 80375401

研究分野: 物理学

キーワード: 素粒子 (実験)

【研究の背景・目的】

ニュートリノ振動は、2015年10月に梶田氏と Art McDonald 氏がノーベル賞を受賞し、一躍脚光を浴びた物理現象である。これは、ニュートリノがその飛行距離とエネルギーに依存してフレーバー (電子、ミュー、タウ、ステライル) を変える現象であるが、本研究は、未解決である「フレーバーの変化の中に少量のステライルが含まれるか否か」という問題を高い確度で探る。

ステライルニュートリノは通常のニュートリノと違い、弱い相互作用をしないニュートリノの総称であり、現在の素粒子標準模型では説明出来ない粒子である。例えば、ディラック型右巻ニュートリノである可能性がある。ステライルニュートリノの存在が確定されれば振動発見時と同様に定説が覆される。

ステライルニュートリノは弱い相互作用を行わないため、その存在の確認は主に弱い相互作用を行うニュートリノとの振動を通じてなされる。いくつかの加速器・原子炉・線源を使ったニュートリノ実験でその存在が示唆されているが、決定的な証拠がない状況で、決定的な検証が急務である。現在、その検証に向け、世界でいくつかの実験が提案されている。本研究はそれらの実験の中でも短期間で世界に先駆けて結果を出すことを目的とする。

【研究の方法】

図1に本研究を行う際のセットアップを示す。図1右方向から来る3 GeVの陽子が水銀標的に衝突する際、 μ^+ 静止崩壊から大量のニュートリノを生成する。本実験ではこの際生成される反ミューニュート

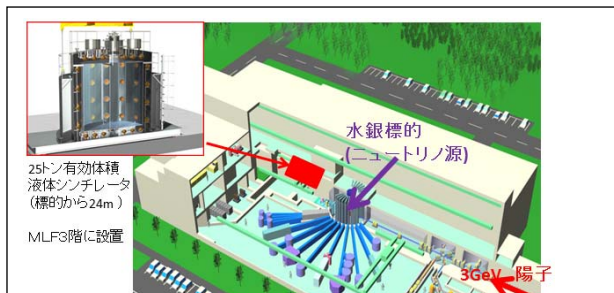


図1: MLF 建屋と検出器

リノが、標的から24m先のMLF3階に設置された50トン (有効体積25トン) 液体シンチレータ測定器で検出される間に振動して反電子ニュートリノへ

変化する割合を精査する。この短距離での振動は、先駆実験で示唆されているステライルニュートリノがある場合のみ起こる。

この実験では、既に存在し世界最高感度の研究を行うことができるJ-PARC物質・生命科学研究施設 (MLF)の3階に、検出器技術が確立した高性能で比較的小型の液体シンチレータ検出器を置くだけで世界最高の結果を出せることが特徴である。

【期待される成果と意義】

図2に実験感度を掲載した。横軸は反ミューニュートリノが反電子ニュートリノへ振動する割合で、

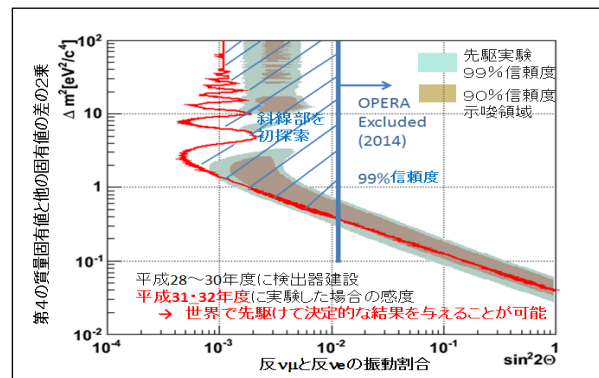


図2 本研究の感度

縦軸が第4質量固有値と他の固有値の差の2乗を表している。斜線部は本研究の予想探索感度であり、水色茶色の部分が先駆実験のステライルが存在する場合のニュートリノ振動の示唆領域である。先駆実験示唆領域について結論を出すことが可能である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Ajimura et al, PTEP 2015 6, 063C01 (2015)
- ・ M. Harada et al, arXiv:1310.1437 (実験提案書)
- ・ 高エネルギーニュース (vol.34 No.1): 岩井、末包、古田、丸山 (<http://www.jahep.org/hepnews/2015/15-1-1-JSN S2.pdf>)

【研究期間と研究経費】

平成28年度-32年度 140,100千円

【ホームページ等】

<http://research.kek.jp/group/mlfnu/>