

【特別推進研究】

理工系

研究課題名 JSNS2 実験による J-PARC 物質生命科学研究所施設ニュートリノ研究の発展と展開



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

まるやま たかすみ

丸山 和純

研究課題番号： 20H05624 研究者番号：80375401

キーワード： ニュートリノ、ステライルニュートリノ、液体シンチレータ検出器

【研究の背景・目的】

ニュートリノ振動は、2015年に梶田氏とMcDonald氏がノーベル賞を受賞し、脚光を浴びた。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型（電子、ミュー、タウ、ステライル）を変える現象で、本研究は、未解決の「型変化の中に少量のステライルが含まれるか？」という問題を高い確度で探る。

ステライル型は弱い相互作用をしないニュートリノであり、素粒子標準理論で説明出来ない。ステライル型の存在が確定できれば、大きく定説が覆される。

ステライル型は弱い相互作用を行わないため、その存在の確認は他のニュートリノとの振動を通じてなされる。いくつかの実験でその存在が示唆されているが、決定的な証拠はない状況で、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行われている。本研究は感度強化を行い、国際競争に勝ち、世界の実験の中で最速で結果を出す。

また、感度強化の一環として行う研究を通じ、物質・生命科学実験施設（MLF）の施設能力向上も狙う。

【研究の方法】

JSNS2 実験のセットアップを図1に示す。J-PARC MLF 3階に既に存在する、水銀標的から24m基線の50トン液体シンチレータ検出器に加え、新規に36m

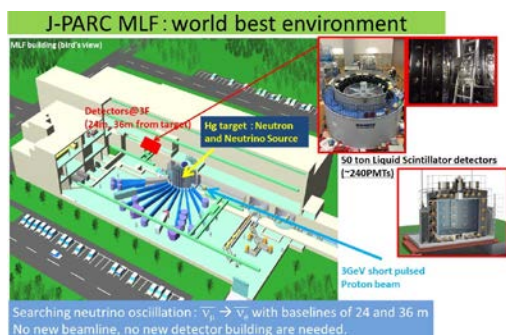


図1：JSNS2実験のセットアップ

地点に同じ検出器を作製し、追加設置する。水銀標的で生成される大量の反ミュー型ニュートリノが液体シンチレータ検出器で検出されるまでの間、数10mで振動を起こし、反電子型に振動するかどうかを探る。データ取得中の現行検出器に、追加で新検出器を設置し、飛行距離の差による振動と背景事象の違いをより理解し、感度強化することが可能となる。

他、高速中性子背景事象の除去能力が高い液シンへの改良、電子回路の改良、水銀標的前の陽子ビーム最終段収束改良、水銀標的でのニュートリノ親粒子または中性子の生成断面積の精密測定などを行い、ステライルニュートリノ探索の感度強化とともに、別物理の遂行、施設能力向上を展開する。

【期待される成果と意義】

図2で本研究によるJSNS2実験の感度強化を示す。横軸が反ミュー型が反電子型へ振動する割合で、縦軸が第4質量固有値と他の固有値の差の2乗を表す。斜線部は本研究の予想探索感度であり、水色・

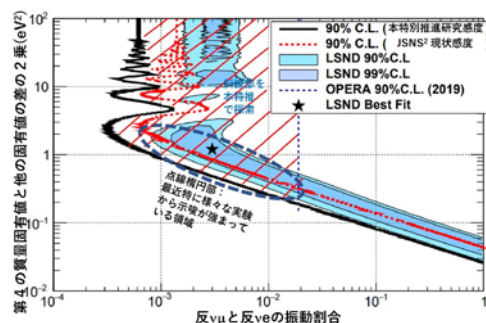


図2：JSNS2実験の本特別推進による感度強化

青色の部分が先駆実験でステライルが存在する場合の振動の示唆領域である。先駆実験示唆領域について完全な結論を出すことが可能であり、赤の点線で示した現行JSNS2実験の感度を大きく向上できる。特に、最近示唆が強い領域（図中点線楕円部）に対する感度が強化される。

他、前述の施設能力の向上も行う。更に水銀標的内で別途K中間子2体崩壊で生成される236 MeV単色エネルギーと物質の散乱断面積測定も行う。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Ajimura et al, arXiv:1705.08629 (技術設計書)
- ・ M. Harada et al, arXiv:1310.1437 (実験提案書)

【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 474,500千円

【ホームページ等】

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