

論 文 要 旨

素粒子物理学教室
学績番号 6419009
氏名 高木 秀彰

論文題目

低エネルギー領域における反ニュートリノ-鉄荷電カレント反応断面積の測定

論文要旨

数百 MeV から数 GeV の低エネルギー領域におけるニュートリノ反応断面積はニュートリノ振動の精密測定にとって必要不可欠な要素であるが、我々の理解は十分とは言えない。NINJA 実験 (Neutrino Interaction research with Nuclear emulsion and J-PARC Accelerator) は高い位置分解能を有する原子核乾板を用いることで低エネルギーの陽子まで検出可能にして、ニュートリノ-原子核反応の詳細な解析を行うことを目的としている。原子核乾板は古くから使われている検出器で、荷電粒子が通過すると乳剤中に存在するハロゲン化銀と反応し、黒い銀粒子が析出する。これにより、荷電粒子の飛跡を顕微鏡で高い位置分解能で観測することができる。本研究では 2016 年に行われた 65kg の鉄標的に平均エネルギー 1.30GeV の反ニュートリノビームを照射した実験における反ニュートリノ-鉄反応事象について解析を行った。検出器はビーム上流から ECC(Emulsion Cloud Chamber)、多段シフター、INGRID で構成されている。ECC は鉄板と原子核乾板の積層構造をしており、標的兼検出器の役割を持っている。INGRID は鉄板とシンチレーターバーで構成された検出器で、本実験ではミュー粒子の選定に用いている。多段シフターでは原子核乾板を一定時間ごとに移動させる機構を備えており、原子核乾板に記録される飛跡に通過した時刻に対応したずれが生じる。この飛跡のずれによって原子核乾板に写る荷電粒子の飛跡に時間情報を付与する。それによって INGRID で検出された飛跡と ECC に記録された飛跡のマッチングを取ることが可能となっている。各検出器で検出された飛跡情報を使い、ニュートリノ反応によって出てくるミュー粒子を INGRID で捉え、その飛跡を ECC まで逆追跡する手法でニュートリノ反応の再構成を行う。その結果、抽出された反応点候補は 1098 事象あり、それら全てについて顕微鏡を用いた直接観察 (マニュアルチェック) を行い、標的物質が鉄となる反応事象候補を確定した。マニュアルチェックの結果、解析対象のニュートリノ-鉄反応は 833 事象であり、それらについて各事象から放出される荷電粒子の本数分布、反応由来のミュー粒子、荷電パイ中間子、陽子それぞれの運動量分布をモンテカルロシミュレーション (NEUT) の結果と比較を行った。また、先行研究やモンテカルロシミュレーションを用いて背景事象を見積もることで反ニュートリノ-鉄荷電カレント反応断面積が $(4.14 \pm 0.22) \times 10^{-39} \text{cm}^2/\text{nucleon}$ という結果が得られた。