

論文要旨

稲生恒明

論文題目

ハイパー核生成実験における多重電磁散乱測定を用いた粒子識別

論文要旨

KEK-PS E373 実験はハイブリッドエマルジョン法を用いたダブルラムダハイパー核探索実験であり、 $\Lambda\Lambda$ (ラムダラムダ)相互作用、 S (ストレンジネス)-2 の世界を深く理解していくことを目的とした実験である。

1998-2000 年に高エネルギー加速器研究機構(KEK)でビーム照射が行われた。 Ξ 粒子を生成し、原子核乾板内で静止させることで、ダブルラムダハイパー核のイベントを生成出来る。 $p(K^-, K^+)\Xi$ 反応から他の飛跡検出器を併用し、 Ξ 粒子を追跡して静止吸収点を検出する手法をハイブリッドエマルジョン法と呼ぶ。この実験によって $\Lambda\Lambda$ 相互作用が弱い引力であると判明した。新しく E373 実験の 10 倍の統計を目指す J-PARC E07 実験ではこの手法と並行して原子核乾板の全面探索を行うことが計画されている。これは原子核乾板を CCD カメラでスキャンし、 Ξ 粒子吸収点候補を直接検出するものである。

この全面探索法では、各事象で静止吸収される粒子の識別が非常に重要である。そこで、本研究はエマルジョン中の電磁散乱測定による Ξ 粒子識別法に着目した。多重電磁散乱では位置変位の期待値は運動量の反比例し、飛程は質量に依存する。飛程を固定すれば運動量の差異から質量分析が可能になる識別法である。これを用いることで事象ごとに静止吸収される粒子の同定が可能になり、 Ξ 粒子が入射したことの保証になる。

エマルジョンはサブミクロンの高い分解能を持つ検出器である。電磁散乱測定には位置の測定精度が重要であり、最大限この精度を活用する必要がある。これまでに歪みの補正や飛跡読み取り装置の読み取り誤差、座標系の回転等の誤差の低減を行い、新しく飛跡測定時の視野移動に伴う補正をパターンマッチに変更したことで、視野移動時の補正值の標準偏差が最大で $1.61 \pm 0.23 \mu\text{m}$ から $0.33 \pm 0.05 \mu\text{m}$ に改善した。これにより散乱の測定値(二次変位)の誤差が $0.76 \pm 0.05 \mu\text{m}$ から $0.60 \pm 0.05 \mu\text{m}$ にまで測定精度が向上した。

の結果を利用して、シミュレーターの“Geant4”を用いて尤度比識別を行ったところ、尤度比の平均値が向上し、fake rate の改善を確認し、重い原子核に吸収されたダブルハイパー核である Heavy Double 事象の入射粒子が Ξ/K の尤度比 1.00, fake rate 0.9%となり Ξ であると識別出来た。そして E373 実験の乾板に対して全面探索法を用いた解析を行い、得られたイベントにこの手法を適用させた。これによって入射粒子が π 粒子らしいイベントは全て π 粒子と識別することが出来た。

また、Geant4 の数値計算法を参考にすることで任意の質量値での尤度を出し、最尤推定を行った。これにより各事象の吸収粒子に対して質量値を与えられるようになった。