

要 旨

本研究は原子核乾板の特徴である高位置分解能を活用した粒子識別法の研究である。ダブルストレンジ核の研究を目的としたハイブリッドエマルション実験 KEK-PS E373 に参加し、多重散乱の原理に基づいた方法で Ξ^- 粒子と K^- 粒子の識別を行う。

E373 実験では (K^-, K^+) 反応で生成した Ξ^- 粒子を主検出器であるエマルション内で静止させ、 Ξ^- 吸収核を数多く検出し吸収核の解析から $\Lambda - \Lambda$ 、 $\Xi - N$ 相互作用の知見を得る。 K^- ビームの照射は 1998 年から 2000 年にかけて筑波の高エネルギー加速器研究機構で行われ、その後エマルション解析からおよそ 10^3 個の Ξ^- 静止事象が検出された。この内 "NAGARA" event は世界で初めてその核種が同定されたダブル Λ ハイパー核であり、この事象により $\Lambda - \Lambda$ 相互作用が弱い引力であることが判明した。この他にも 2 例のダブル Λ ハイパー核が発見されている。

本実験ではエマルション上流部に配置したダイヤモンドターゲットにおいて (K^-, K^+) 反応を発生させ、生成された Ξ^- 粒子をシンチレーティングファイバー検出器で検出する。検出された予測座標や角度情報をもとにエマルション内部で Ξ^- 候補 track を追跡し、ダブル Λ ハイパー核や H 粒子候補を見つけ出す。 Ξ^- 粒子はエマルション外部で生成されるため吸収事象にバックグラウンドが含まれる可能性がある。 Ξ^- 粒子を直接確認するため、エマルション中での多重散乱測定による粒子識別法を研究した。

多重散乱の原理によると位置変位や角度変位の期待値は運動量に反比例する。運動量は質量に依存するため、飛程を固定値とすれば運動量の違いから質量分析が可能となる。このような原理に基づいてエマルション中で位置の 2 次変位を測定し、シミュレーションとの比較から粒子を同定した。散乱を再現するシミュレーターとして放射線医療などの分野で応用されている Geant4 を採用し、これを用いて尤度比による粒子識別を行った。

原子核乾板は $1\mu\text{m}$ 以下という他にはない高い分解能を持った検出器である。散乱を用いた方法では位置の測定精度が寄与するため、原子核乾板を利用した測定は効果的だと言える。この性能を最大限に活用するため、歪みの補正、座標系の回転等いくつかの工夫を施した。その結果位置の 2 次変位に対して $0.76\mu\text{m}$ という高い測定精度が実現でき、これまで困難とされてきた Ξ と π 、さらには Ξ と K の粒子識別が可能となった。