

氏名(本籍)	原 和 彦 (愛知県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博甲第283号
学位授与年月日	昭和60年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	物理学研究科 物理学専攻
学位論文題目	Inclusive Production of K_s^0 and Λ^0 in the Collision of 12-GeV Protons on Nuclear Targets (12GeV陽子, 原子核衝突における K_s^0 および Λ^0 粒子の包含発生)
主査	筑波大学教授 理学博士 近藤 都 登
副査	筑波大学教授 理学博士 原 康 夫
副査	筑波大学教授 理学博士 八木 浩 輔
副査	筑波大学助教授 理学博士 滝川 紘 治

論 文 の 要 旨

ハドロン・原子核衝突による粒子生成の研究は、素粒子反応の機構、特にその時空的発達の情報を得ることができるものとして、近年高エネルギー物理学の分野で関心が持たれている。この論文は、12GeV陽子と原子核の衝突による K_s^0 および Λ^0 粒子の包含生成断面積を、Be, Cu, W の3種の原子核について測定した結果の報告である。 K^0 および Λ^0 粒子は、いずれもストレンジネス-1をもつ粒子で、互いの発生の様式を比較することにより、粒子生成に関して新たな知見を得ることができた。

論文は五つの章から成る。第1章は序論でこの分野の現状の概観とこの研究の大略、第2章は実験装置と実験方法の詳細、第3章は実験データの解析、特に断面積の導出とその誤差の評価、第4章は実験結果の物理的意義、理論模型との比較、第5章は結論を述べている。

K_s^0 粒子と Λ^0 粒子の生成角につき、実験室系で、 3.5° , 5.0° , 6.5° , 8.0° , 9.5° の5点でデータを取り、運動学的領域は、ファイマンの x (生成粒子運動量の縦成分を示すパラメタ) と横運動量 P_T を用いて、 K_s^0 に対し、 $0.4 < x < 0.8$, $0.4 < P_T < 1.3 \text{ GeV}/c$ 、又 Λ^0 に対し、 $0.4 < x < 0.9$, $0.4 < P_T < 1.7 \text{ GeV}/c$ を覆った。 K_s^0 と Λ^0 は各々 $\pi^+ \pi^-$, $P \pi^-$ の崩壊形式の運動学的再構成により同定した。崩壊生成粒子は2台の運動量同定電磁石、計24面の多線検出器、トリガー用のシンチレーション検出器からなる実験装置で検出した。 K_s^0 粒子は主として Λ^0 粒子、 r などの為に12GeV領域では検出が困難であるので、崩壊領域を決定するシンチレーション検出器の中央の r の通過する部

分を不感にしたり，2組のホドスコープ検出器(16分割)からの信号を組み合わせ Λ° 粒子を除去する等の工夫をした。

データ解析では，再構成された2飛跡事象(V° 粒子)に対して K_s° または Λ° 粒子である事を崩壊粒子の開き角，不変質量，生成点等の情報から識別した。こうして得られた K° 粒子は不変質量の巾12MeV，バックグランド15%で同定され，一方， Λ° 粒子は巾3MeV，バックグランド5%で同定された。 K_s° に対するトリガー効率は凡そ0.2%で，各角度，各標的につき，凡そ500個の事象が得られた。

求められた K_s° と Λ° の生成断面積をもとに，① P_T 分布，② x 分布，③ファイマン・スケーリング，④A依存性，⑤前方減衰，⑥ $A=1$ へ外挿した生成断面積，⑦ K_s° と Λ° の生成比，⑧トリプル・レッジの理論，⑨分岐-再結合の関数，⑩平均の P_T^2 等の諸点につき，他の実験や理論を引用し，比較・検討がなされた。

① P_T 分布

生成断面積は P_T の関数としてガウス型 $e^{-b(x)P_T^2}$ で再現される。 $b(x)$ の値は K_s° では， $3.5(\text{GeV}/c)^{-2}$ ， Λ° では $2.6\sim 3.5(\text{GeV}/c)^{-2}$ である。

② x 分布

x 依存性は x 関数として $(x_0-x)^m$ で再現される。巾 $m(P_T)$ は Λ° では P_T 依存が弱く， $P_T=0$ では0.62で200GeVでの値と一致する。 K_s° では P_T の減少と共に $m(P_T)$ は増加の傾向がある。 $P_T=0$ へ外挿した Λ° の生成断面積は $x^n(X_0-X)^m$ でも再現され， n はAの減少に従い増加する。

③ファイマン・スケーリング

フェルミ研究所(FNAL)の300GeVでのBe標的からの Λ° ， K_s° の生成断面積と直接比較する事で， (x, P_T) の関数としてスケーリング則をテストした。300GeVと比べて K_s° は40~100%， Λ° は30~70%大きく，共に大きな x ，小さな P_T から先にスケールしていく。

④A依存性

標的核のAへの依存性は A^{α} で再現される。巾の値 $\alpha(x, P_T)$ は P_T と共に増加の傾向を示し，300GeVでの値と良く一致する。

⑤前方減衰

$P_T=0$ に外挿した $\alpha(x, P_T=0)$ は300GeVの傾向とほぼ一致する。 Λ° に対し，核効果による前方減衰の理論と一致するが， K_s° は Λ° と同程度の減衰を示し，中間子の方が重粒子より減衰が小さいとする理論とは差異がある。

⑥ $A=1$ に外挿した生成断面積

水素泡箱実験で得られた不変断面積 $F_1(x)$ と比較する為に核標的の断面積を $A=1$ に外挿し， P_T で積分した。 K_s° の $F_1(x)$ は核標的300GeVで求められた値とほぼ等しいが，水素標的12GeVでの $F_1(x)$ より2~10倍大きい。 Λ° の $F_1(x)$ は12GeV領域の水素標的データより2倍程大きい。特に大きな x で，核標的の $A=1$ への外挿値と陽子標的との差は大きくなる。

⑦ K_s° と Λ° の生成化

K_s^0 と Λ^0 の生成比は大きな x , 大きな P_T で減少する。生成比の A 依存性は弱い。 $x = 0$ に外挿した生成比はほぼ1で, 300GeV と比べて 2 ~ 3 小さい。

⑧トリプル・レジェの理論

Λ^0 , K_s^0 共にトリプル・レジェの理論で良く再現される。レジェ軌跡は300GeV で得られた値と一致し, K_s^0 の場合, $\Sigma_{u,d,s}$, $\Sigma_{u,d,s}'$ の軌跡の間に位置する。

⑨分岐-再結合の関数

コンスティテュент・クォーク模型(CQM)では, 粒子生成は入射陽子のクォークが核に奪い取られる確率と通過したクォークがハドロンに分岐もしくは再結合する確率の積和で表わされる。前者の確率として, 従来決められた値を用い, 後者の確率をこの実験から決定した。

⑩平均の P_T^2

粒子生成の際の横向き運動量 P_T の分布係数 $b(x)$ の x 依存性は Λ^0 と K_s^0 とで異なる。これをクォーク模型で理解すると, K_s^0 粒子は主として陽子の1クォークから生成されるが, Λ^0 粒子は対クォークからの場合と1クォークからの場合の二通り考えられる。 Λ^0 粒子では, この二つの割合が x と共に変化する為に $b(x)$ に x 依存性が現われる。⑨で求めたハドロン化確率関数を用い, これら3過程における P_T^2 の平均値を求め, 1クォークから Λ^0 粒子が生成される過程が他の2過程に比べ大きな P_T^2 値を持つことを示した。

審 査 の 要 旨

原子核を標的として高エネルギー衝突では, 原子核が単に陽子と中性子の集合体として記述できないことが, 近年明らかとなり, 原子核の高エネルギー反応は, 最近の高エネルギー物理学の興味あるテーマの一つとなっている。陽子や原子核内で定常的に存在しないストレンジクォークの生成を, 構造上類似の K^0 , Λ^0 2粒子の生成につき, 系統的に調べた事は, この分野の貴重な情報を与え, 原子核, 素粒子反応の理解に新しい道を開いたものであり, 高く評価される。実験方法, 解析とも確実に信頼性の高いものである。

よって, 著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものとみとめる。