

報告番号

* 第 3368 号

主論文の要旨

題名 A Study of $K\eta$ final state
in the reaction $K^-p \rightarrow K^- \eta p$
at 11 GeV

11 GeV $K^-p \rightarrow K^- \eta p$ 反応に
おける $K\eta$ 系の研究

氏名 林井久樹

主論文の要旨

報告番号

※ 巻 第

号

氏名

林井 久樹

ストレンジクォークを含む中間子共鳴状態 K^* は $K\pi$ 及び $K\pi\pi$ の系において精力的に調べられてきており、確認されている K^* 共鳴状態の質量はクォークモデルに基ずく計算と良く一致している。また、このような系 ($K\pi$ 、 $K\pi\pi$) への崩壊幅も比較的良く分かっている。しかし、これらとは異なる崩壊モードである K^* 共鳴から $K\eta$ への崩壊を直接確認したデータはなく、 $K_2^*(1430)$ 共鳴について PDG (素粒子データグループ) の表に載っている値は間接的に他のチャンネルのフィットから求めたものである。

この $K^* \rightarrow K\eta$ 崩壊において非常に特徴的な選択則が存在する事が $SU(3)$ フレーバー対称性と擬スカラー粒子の 9 重項対称性の仮定から予言されている。すなわち 偶スピンの K^* 共鳴と $K\eta$ 結合型は対称型 (D-タイプ) であり、このようなスピンの K^* 共鳴から $K\eta$ への崩壊は非常に強く抑えられる。逆に反対称型 (F-タイプ) の結合である奇スピンの K^* 共鳴から $K\eta$ への崩壊は十分大きいはずである。ここで、特に偶スピンの K^* 共鳴から $K\eta$ への崩壊が抑制される程度は η と η' との混合角に非常に敏感である。したがって、この $K\eta$ の系は中間子のハドロン崩壊に於ける $SU(3)$ 対称性を確認する上で非常にいいプローブとなる事が期待される。 $K^* \rightarrow K\eta$ 崩壊におけるこのような選択的な崩壊則を確認する事は D 中間子の ρ と ω の関与しない弱い相互作用による崩壊を理解する上でも重要である事が Lipkin によって指摘されている。

また 実験的な制約のために良く知られていないこの系の研究はクォークモデルから外れた未知の粒子がないか探索する上でも重要である。

本論文ではこのような動機に基づき $K\eta$ のシステムを 11 GeV $\bar{K}p \rightarrow \bar{K}\eta p$ 反応において系統的に解析した結果を報告す

る。解析したデータはスタンフォード線型加速器センター (SLAC) にある大口径スペクトロメーター (LASS) を用いて収集したもので、実験 (E135) の感度は 4.1 event/nb である。この $K^- p \rightarrow K^- \eta p$ 反応の終状態 $K^- \eta p$ に含まれている η 粒子は $\pi^+ \pi^- \pi^0$ 系より確認した。したがって 実際の実験で観測される終状態は $K^- \pi^+ \pi^- \pi^0 p$ である。ここでこの終状態に存在する中性 π^0 中間子は本実験では直接観測出来ない粒子である。しかし LASS スペクトロメーターはほぼ 4π の立体角を被っているため、このように1個の粒子が見えない反応であってもその確認が可能である。また このスペクトロメーターはすぐれた粒子識別能力を持っているので、終状態に含まれている荷電粒子の種類もほぼ一意的に識別する事が可能である。

選びだした $K^- \pi^+ \pi^- \pi^0 p$ イベントの $\pi^+ \pi^- \pi^0$ 質量分布にはきれいな η と ω の共鳴が観測され、この分布から η 共鳴の領域を選択して $K^- \eta$ の質量分布を調べると、 1.75 GeV 付近にきれいなピーク構造が観測された。これが スピン 3 の K_3^* (1780) である事を引き続いて行った球面調和関数によるモーメント解析とそのモーメントを部分波振幅に分解する解析によって確認した。得られた K_3^* (1780) から $K \eta$ への崩壊幅と $K \pi$ への崩壊幅の比は 0.5 ± 0.18 である。知られている K_3^* (1780) $\rightarrow K \pi$ 崩壊の分岐比を使って、 K_3^* (1780) 共鳴から $K \eta$ 崩壊する分岐比になおすこの値は

$$R(K_3^*(1780) \rightarrow K \eta) = 9.4 \pm 3.4 \%$$

に対応する。

一方、 K_2^* (1430) はその生成断面積が大きく $K \pi$ チャネル

では大きなピークとして観測されているにもかかわらず、 $K\eta$ チャンネルでは質量分布にも、崩壊角分布のモーメント、対応する部分波振幅でも観測されなかった。結果、得られた $K\frac{1}{2}^*(1430)$ から $K\eta$ への崩壊幅と $K\pi$ への崩壊幅の上限は 95% の確かさで <0.0092 である。この上限値は同様に全幅に対する分岐比にすると

$$R(K\frac{1}{2}^*(1430) \rightarrow K\eta) < 0.45\%$$

に対応する。この値は現在PDGの表に載っている値にくらべて1桁小さい値である。

K^* のスピン状態による K^* 共鳴状態から $K\eta$ への崩壊率のこのような大きな違いは先に述べたSU(3)と擬スカラー粒子の9重項対称性で非常に良く説明される。測定された $K\frac{1}{2}^*(1430)$ から $K\eta$ への崩壊幅の上限値はちょうど2次の大久保-ゲルマンの質量公式から期待される $\eta-\eta'$ の混合角 $\theta = -10^\circ$ に対応する。また最近の $\psi \rightarrow \gamma\eta (\gamma\eta')$ 過程の実験および π^0, η, η' の $\gamma\gamma$ 崩壊幅の測定から簡単なSU(3)関係を仮定して導かれる値 $\theta = -20^\circ$ とこの実験の結果は良く一致している。他方 $K\frac{3}{2}^*(1780)$ から $K\eta$ への崩壊率はこれらのどの角度とも矛盾しない。

以上 これらの詳細について本論文で記述する。