

氏 名	こん どう やす ひろ 近 藤 恭 弘
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2256 号
学位授与の日付	平 成 12 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 ・ 宇 宙 物 理 学 専 攻
学位論文題目	Measurement of Σ^-p Elastic Scattering Cross Sections with a Scintillating-Fiber Active Target (シンチレーティングファイバーアクティブターゲットによる Σ^-p 弾性散乱断面積の測定)
論文調査委員	(主 査) 教 授 今 井 憲 一 教 授 西 川 公 一 郎 助 教 授 延 與 秀 人

論 文 内 容 の 要 旨

本申請論文はハイペロン-核子散乱の測定によりハイペロン-核子間の相互作用の実験的研究を行なったものである。 $SU_c(3)$ バリオン間の相互作用を統一的に理解するためには、ハイペロン-核子 (YN) 間の相互作用の研究が不可欠である。また、バリオン間相互作用における flavor $SU(3)$ 対称性の仮定の検証という意味でも多くのチャンネルで YN 相互作用を測定する必要がある。YN 相互作用の研究の内でも、YN 散乱によるものが、もっとも直接的で重要なものである。この論文では、運動量領域 300 から 800 MeV/c での Σ^-p 散乱の弾性散乱微分断面積について述べる。これらは、P 波やそれ以上の部分波の寄与が重要となってくる領域での Σ^-p 断面積の初めての測定結果である。

実験は高エネルギー研究所の陽子シンクロトロンからの π^- 中間子ビームを用いて行なわれた。この実験ではシンチレーティングファイバー (scintillating fiber; SCIFI) アクティブターゲットを新たに製作し、 Σ^- の生成、及び散乱ターゲットとして用いた。SCIFI は直径 300 μm というこれまでにない細い fiber で構成されている。これは、寿命が短いハイペロンの散乱を観測するのに非常に適した検出器である。SCIFI ターゲット内の水素原子もしくは炭素原子内の陽子を標的とした (π^- , K^+) 反応によって、 Σ^- を生成する。 Σ^- は SCIFI 検出器によって、その崩壊 ($\Sigma^- \rightarrow \pi^- + n$) が観測され同定される。生成された Σ^- のうちのあるものは SCIFI 内で陽子と散乱する。その事象数を数え、散乱断面積を求める。

(π^- , K^+) 反応は、 K^+ を Cherenkov 検出器や Time-of-Flight Counter を備えた電磁スペクトロメータ系で正しく同定することで選り出した。その反応事象について人の目による SCIFI のイメージデータのスキニングを行った。まず、それぞれの反応事象と散乱を同定するため、荷電粒子の飛跡のトポロジーによる分類を行い、必要な事象のみ反応点を入力した (ポインティング)。スキャンした反応事象の総数は、 2.8×10^5 であった。そのうち、776 の弾性散乱候補のすべてと、 Σ^- 生成候補のうち 2947 サンプルについてポインティングを行った。

弾性散乱事象の解析方法としてつぎの 2 つの方法を用いた。一つは、水素との (π^- , K^+) 反応によって生成された Σ^- のみを用い、一方は水素と、炭素原子核中の陽子との反応で生じた Σ^- の両方を用いたものである。後者の方が統計的には優れるが、前者では、一つ余計に運動学的拘束を用いることが出来る。すなわち、それは生成反応の運動学より計算される Σ^- の初期の運動量である。解析で最終的に残った散乱事象は前者では 30 事象、後者では約 70 であった。さらに解析効率や人の目の認識効率を詳細な Monte Carlo Simulation によって求め、最終的な弾性散乱微分断面積を求めた。上の 2 つの方法による結果は、統計誤差の範囲内で一致した。また、断面積の運動量依存も求められた。

実験結果は one boson exchange model (Bonn-Jülich model A) と quark cluster model (京都-新潟モデルの FSS と RGM-H) と比較され、これら 2 つの理論の予測と誤差の範囲で一致することがしめされた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本申請論文は、Scintillating Fiber 検出器という新しい visual な検出器を用いて、Hyperon-nucleon 散乱実験を行なうこ

とによって、Hyperon-nucleon 相互作用を調べようとするものであり、この論文では特に Σ^-p 弾性散乱の微分断面積の測定について述べられている。

核力の起源を理解するうえで Hyperon-nucleon 相互作用を知ることは非常に重要な意味があり、これまで Hyperon-nucleon 散乱のデータが直接的な情報源として強く求められて来た。しかし実験的な困難さのために長く測定がなされなかった。申請者は Scintillating Fiber 検出器という新しい方法を導入することによってこの Hyperon-nucleon 散乱実験を行ない、理論と比較しうる精度で散乱断面積の値を得た。このことはこの研究にたいして新しい実験方法を確立したという点で高く評価される。

申請者等はこれまでにない $300\mu\text{m}$ の Scintillating Fiber を用いて高位置分解能でしかも大容積の飛跡検出器を製作した。これは特に短寿命で飛程の短い低エネルギーの Λ や Σ^- hyperon を効率よく捕えるために重要である。実際の EBCCD の画像データで Σ^- とその崩壊や散乱の飛跡が見事に捕えられている。このことによって初めて Σ^-p 散乱の測定が可能になったわけで、この検出器の開発・製作を成功させた意義は大きい。また効率よく Hyperon-nucleon 散乱データを取得し、かつ効率の良い解析を行なうために、 (π^-, K^+) 反応を Spectrometer を用いて background のほとんどない同定を行っており、その運動量分解能も含めて十分な性能を引き出している。

画像データの解析は人の目によっている。その認識効率が解析上最大の問題であるが、その他さまざまな解析上の効率もふくめて、それらの評価のため、必要な点は Monte Carlo Simulation を駆使している。ここで行なわれた解析手法の研究も、これらもこの実験方法の確立という点で重要な成果といえるだろう。

論文では、Fiber 中の水素だけからの Σ^- と炭素からのものもふくめた場合の2つ方法で最終的な散乱微分断面積が求められている。これらの結果はともに統計的に一致しておりデータの信頼度の良さをしめしている。これらのデータのエネルギー領域は $400\text{--}700\text{MeV}/c$ にわたっている。P 波以上の部分波がきくエネルギー領域の Σ^-p 弾性散乱のはじめてのデータを提供したという点で高く評価することができる。(これまでの S 波領域のみの低エネルギー極限のデータでは相互作用を決める上であまりにも不定性が大きいと考えられる。) また測定値は核力の理論模型 (Bonn-Julich model および Kyoto-Niigata model) と良い一致をしめしており、はじめて Σ^-p の channel でこれらのモデルに実験的な根拠を与えたことも評価できる。

なおこの申請論文の主な内容はすでに Nuclear Physics 誌に掲載されることが決定されている。よって、本申請論文は博士(理学)の学位論文に値するものと認める。

また主論文および参考論文に報告されている研究業績を中心として、これに関連した研究分野について口頭試問した結果、合格と認めた。