

【34】

氏 名(本 籍)	やす だ たか ひろ 安 田 隆 裕 (三重県)
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 186 号
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 58 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	<b>Study of the <math>\Lambda</math> Polarization in Proton-Nucleus Interactions at 12 GeV</b> (12 GeV陽子-原子核反応における $\Lambda$ 粒子の偏極の研究)
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 諏 訪 繁 樹
副 査	筑波大学助教授 理学博士 滝 川 紘 治

論 文 の 要 旨

この論文は 12 GeV陽子と原子核標的との相互作用によって生成される $\Lambda$ 粒子の偏極度の精密測定  
の報告である。 $\Lambda$ 粒子の偏極が原子核効果であるか否かを検証するために、3種類の原子核標的  
(Be, Cu, 及びW)を用いて測定が行なわれた。得られた偏極度は、3核種について統計誤差(3%)  
の範囲内で一致している。生成された $\Lambda$ 粒子の横運動量 $P_T$ が1 GeV/c以下である場合には、偏極度の  
絶対値は、 $P_T$ とともに単調に増加し、 $P_T$ が1 GeV/c以上になると約19%で一定となる。 $\Lambda$ 粒子の偏  
極のこのような性質は米フェルミ研究所(FNAL)で行なわれた400 GeVでの最近の実験の結果と  
定性的に一致する。しかし偏極度の大きさと、偏極度が一定の量を取り始める $P_T$ の値は、400 GeVで  
の結果と異なっている。

1976年に、G. Bunce等はFNAL中性ハイペロン・ビームで行なわれた $\Lambda$ 粒子の偏極に関する論文  
を発表した。この中で(1) $\Lambda$ 粒子の偏極ベクトルは生成面に垂直であること、(2) $\Lambda$ 偏極度は統計精度の  
範囲内で、ファイマンのスケーリング・パラメータ $X_F$ に依存しないこと、及び(3)偏極度は $P_T$ ととも  
に単調に増加することが報告された。それ以後世界各地の研究所で、同じテーマをもった実験がな  
され、偏極度は標的原子核の違いに大きくはよらないことと、入射ビームのエネルギーにもよらな  
いことがわかってきた。申請者を含む筑波大素粒子実験グループは、既に、以前の実験によって、  
12 GeV陽子とタングステン標的との相互作用から生成された $\Lambda$ の偏極度の測定を行なった。観測さ  
れた偏極度の値、方向及び $P_T$ 依存性は、24 から 400 GeVまでのエネルギー領域での測定結果と矛盾

していなかった。

$\Lambda$ 粒子の偏極の発見から、現在までになされた一連の実験は、この現象が入射粒子のエネルギーには大きく依存しない、また標的核種への依存性も小さいということを示した。しかし本論文で指摘されるように、これまで運動学的パラメータ $P_T$ と $X_F$ の限られた領域でのデータが収集されたに過ぎない。 $\Lambda$ 粒子の偏極現象を支配する力学を解明するためには、より広範な $P_T$ と $X_F$ の領域でのデータが必要である。また標的原子核の違いによる効果もさらに精密に測定する必要がある。何故なら、 $\Lambda$ 粒子の断面積の原子核標的への依存性は、既に解析され、12 GeVがScaling領域の下限に近いことを示しており、このような運動学的領域では、原子核効果が顕著になる可能性があるからである。

実験は、KEK 12 GeV陽子シンクロトロンから引きだされた陽子ビーム・ラインで行なわれた。標的に生成された2次粒子は、小口径のコリメーターによって引きだされる。コリメーターは2極電磁石の中に置かれているので、大部分の荷電粒子は取り除かれる。

測定装置は2台の運動量解析用電磁石、2台のプロポーションナル・チェンバー、4台のドリフト・チェンバー、ガス・チェレンコフ・カウンター及びシンチレーション・カウンターから成る。 $\Lambda \rightarrow P + \pi^-$  eventは、正荷電の粒子を陽子、負荷電の粒子を $\pi$ 中間子と仮定して計算された不変質量によって同定される。

データ収集は1981年11月に開始され、1982年10月まで続いた。この間、セットアップの変更による測定系のバックグラウンド事象の除去、トリガー効率の向上等を行なった。

粒子の偏極の精密測定においては、正確なデータ解析が必要とされる。偏極測定の原理は、 $\Lambda \rightarrow P \pi^-$ 崩壊の角分布が $\Lambda$ のスピン向きに対し、非対称であることを利用する。しかし、実際には、(1)測定器系の検出効率空間的に一様でなく、いわゆるデッド・スペースや、局所的なインエフィシエンスをもつ、(2)崩壊粒子の図形認識や、運動量決定も有限の誤差を含む、等の理由により、系統誤差をもちうる。この誤差を検討するため、申請者は、モンテカルロ法により、偏極度をパラメーターとして、検出される $\pi^-P$ の角分布を求め、実験データと比較して、偏極度を求めた。

解析の正しさの検査は $\Lambda$ 粒子生成に関与する強作用のパリティの保存則から期待される事柄、すなわち、 $\Lambda$ 粒子の偏極の生成面内の成分と、進行方向への成分がともにゼロとなることを用いた。これにより、偏極の測定値の系統誤差は1%以下であることを確認した。

粒子の偏極度の標的核種への依存性は、3つの核種について同一条件のもとでデータを取り、バイアスのない解析によって調べられた。各核種に対する偏極度は統計誤差(3%)の範囲で一致している。このことから、3核種に対する偏極度の値の平均値を求め、より統計誤差の小さいデータとみなし、他の実験との比較を行なった。

得られた偏極度の $P_T$ への依存性から、以下のような結論が引きだされた。

- (1) 粒子の偏極度は、各標的核種に対して統計誤差(3%)の範囲内で一致する。
- (2) 12 GeVでの偏極度の値は、BNLで行なわれた28.5 GeVでの値と $P_T > 1.2$  GeV/cを除いてよく一致し、FNALの400 GeVでの値と異なる。
- (3) 3.5°のデータから得られた偏極度と6.5°のデータから得られた値とは、滑らかにつながらない。

- (2)(3)を説明するためには、従来無視されてきた $X_F$ 依存性が必要である。
- (4) 400 GeVの実験は、 $P_T \geq 1.6$  GeV/cで偏極度が一定になることを示したのに対し、12 GeVでは偏極度は $P_T \geq 1.0$  GeV/cで一定になる。

## 審 査 の 要 旨

この研究は12 GeV陽子と原子核の衝突により生成された $\Lambda$ 粒子の偏極の精密測定の結果である。実験及び解析はともに注意深く、正確に行なわれており、結果はハドロンの動力学に重要な情報を提供している。特に400 GeV領域の実験結果と比較し、偏極度に有意な系統的な差異があることを明確に示した。一方よい精度で標的原子核への依存性がないことが明らかにされ、偏極現象およびそのエネルギー依存性がクォーク・レベルの動力学に関するものであることを示した点は、特記すべきである。

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認める。