



Title	(π^+ , K^+) 反応を用いたラムダ・ハイパー核の研究 及びPIKスペクトロメーターの建設
Author(s)	福田, 光宏
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36389
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていない ため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利 用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文につい てをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【4】

氏名・(本籍)	ふく　　だ　　みつ　　ひろ 福　　田　　光　　宏
学位の種類	理　　学　　博　　士
学位記番号	第　　8 2 8 7　　号
学位授与の日付	昭 和 63 年 6 月 15 日
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	(π^+ , K^+) 反応を用いたラムダ・ハイパー核の研究及びP I Kスペクトロメーターの建設
論文審査委員	(主査) 教 授 江尻 宏泰 (副査) 教 授 長島 順清　　教 授 高橋 憲明　　助教授 森信 俊平 講 師 岸本 忠史

論 文 内 容 の 要 旨

高エネルギー物理学研究所において、(π^+ , K^+) 反応を用いたラムダ・ハイパー核の研究のためのハイパー核分光器 (P I Kスペクトロメーター) の建設に初めて成功した。(π^+ , K^+) 反応を用いたラムダ・ハイパー核の研究の方法は新しく、その特徴として、運動量移行が大きいこと、深い束縛状態から浅い束縛状態まで広範囲に励起できること、低スピン状態から高スピン状態まで系統的に励起できること、高スピン状態の強度が比較的強いので軌道角運動量の主単位を簡単に観測できること、偏極ハイパー核を作り易いこと、大強度の π^+ ビームを得易いことなどが挙げられる。我々は、このような(π^+ , K^+) 反応の特長を生かして、ラムダ・ハイパー核の構造や弱崩壊機構を研究することを目的としている。私は、この研究の中でもP I Kスペクトロメーター全般の設計及び建設、P I Kスペクトロメーターに使われている常電導電磁石の磁場測定、得られた実験データの解析プログラムの開発及び解析を担当した。

P I Kスペクトロメーターは、既存の2つの常電導電磁石を用いて作られ、 π^+ ビームの運動量を分析する分光器 (P I K-BA) と標的から放出される K^+ を分析する分光器 (P I K-SK) から構成されている。P I K-SPは、大口徑の常電導電磁石を使っているので、立体角が大きく ($\Delta\Omega=10\sim 15\text{msr}$)、広範囲の運動量領域 (20%FWHM) を一度に測定できる、という特長を持っている。P I K-SP全体は、 -8° から $+35^\circ$ まで回転することができ、角度分布の測定や偏極ハイパー核の観測に適している。また、 K^+ の飛行距離は約5.5mで、これは世界にある他のK中間子分光器(例えばBNLのMoby-Dick) のそれより2 m以上も短く、K中間子の生存率にすると1.5倍も我々の方が有利である。運動量分解能は、 $681\text{MeV}/c$ の π^+ ビームに対し $\Delta p=4.7\text{MeV}/\text{FWHM}$ で常電導電磁石1台という単純

な構成のハイパー核分光器としては最高の分解能を達成している。この分解能は、主にドリフト・チェンバー中でガスによる多重散乱が原因であることがわかっており、その物質量を減らすことによって最近3.7MeV/c FWHMまで分解能は向上している。以上のように、PIKスペクトロメーターは、単純な設計でありながら世界的にも最高水準の性能を発揮している。

K中間子の運動量分析は、ルンゲ・クッタ法によるトラック・フィッティングにより行った。この方法は、常電導電磁石の磁場分布を使って運動方程式を解いていくもので、位相空間依存性がなく、精度よく運動量を求めることができる。磁場分布は、新しく開発した磁場測定装置を用いて精密に測定された。磁場測定装置は、磁場を測定する3ケのホール素子、ホール素子の位置を変える駆動装置、ホール素子の位置やホール電圧などをモニターする装置、磁場測定装置全系を制御するパーソナル・コンピューターから構成されている。位置の測定精度は0.2%、磁場の測定精度は0.3%で、全系の精度として0.4%の磁場分布が得られた。

PIKスペクトロメーターの性能は $^{12}\text{C}(\pi^+, K^+)$ 反応を用いて総合的にチェックされた。標的としてプラスチック・シンチレーターを用い、標的中でのエネルギー損失も同時に記録した。その結果、 $^{12}_{\Lambda}\text{C}$ の 1^- 状態（基底状態）及び 2^+ 状態の2つのピークを観測した。エネルギー分解能は、 1^- 状態のピークから $\Delta E = 6 \text{ MeV}$ FWHMであった。ハイパー核準位の生成断面積は、 1^- 状態が $15 \pm 6 \mu\text{b}/\text{sr}$ 、 2^+ 状態が $15 \pm 9 \mu\text{b}/\text{sr}$ であった。これらの値は、BNLの結果と誤差の範囲内で一致している。また、標的であるプラスチック・シンチレーター中での最小エネルギー損失より大きい波高値を持つイベントを選び出すことによって、Quasi-free Λ 粒子生成過程のイベントを抑制し、ハイパー核が弱崩壊したイベントを選択的に取り出すことができ、その抑制率は 1^- 状態が $74 \pm 13\%$ 、Quasi-free Λ 粒子生成過程が $48 \pm 1\%$ であった。この結果から、 $^{12}_{\Lambda}\text{C}$ の非中間子崩壊の陽子放出モードの分岐比として、 $\Gamma_{p/\Gamma_{nm}} = 0.73 + 0.27, -0.60$ を得た。この値は、BNLで得られた値と誤差の範囲内で一致している。

論文の審査結果の要旨

この論文では (π^+, K^+) 反応と云う新しい反応を用いてハイパー核構造の研究が可能であることを実際に示したことと、そのための主要実験装置であるPIKスペクトロメーターの開発・制作を行ったことの二点が主になっている。

これまで (π^-, K^-) 反応がハイパー核研究に使われて来たが、 (π^+, K^+) 反応は広い角運動量とエネルギーの Λ ハイパー核準位を系統的に励起出来ること、スピン偏極・整列があること、入射ビームの強度が強いことの特徴がある。一方実験を行う上には中高エネルギー（ $\sim 1 \sim 0.7 \text{ GeV}/c$ ）中間子の分析系、高強度ビームに耐える検出器系、及び低反応断面積反応を測定出来る大立体角低バックグラウンドスペクトロメーターが必要になる。

本研究では高エネルギー研究所ではじめて上記性能をもったPIKスペクトロメーターの開発と制作に成功した。特に単純な磁極構造をもった既存の磁石を用いて π ビーム及びKビームのスペクトロメー

ター全系を完成させたことはハイパー核の実験研究の進歩に大きな寄与である。

このスペクトロメーターを用い、実際に (π^+, K^+) 反応が Λ ハイパー核励起に用いられることを ^{12}C (π^+, K^+) 反応で示した。また活性標的を用いて $^{12}_{\Lambda}\text{C}$ ハイパー核弱崩壊の分岐比を求め、弱崩壊機構の解明に有用な知見を得た。以上の内容からこの研究は原子核のフロンティアであるハイパー核と奇妙クォークの研究を大きく前進させるもので、博士論文として十分価値のあるものであると認める。