

Title	高エネルギー研究所 1 2GeV陽子シンクロトロンにおける (π^+ , K^+) 反応を用いた ^{12}C と ^{56}Fe ハイパー核の研究
Author(s)	入江, 隆史
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/36395
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

【3】

氏名・(本籍)	いり え たか し 入 江 隆 史
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 8 5 4 6 号
学位授与の日付	平成元年3月24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	高エネルギー研究所12GeV陽子シンクロトロンにおける (π^+ , K^+) 反応を用いた $^{12}_A\text{C}$ と $^{56}_A\text{Fe}$ ハイパー核の研究
論文審査委員	(主査) 教授 江尻 宏泰 (副査) 教授 森田 正人 教授 長島 順清 講師 岸本 忠史 助教授 橋本 治 (東京大学原子核研究所)

論 文 内 容 の 要 旨

ストレンジネスをもつハイペロンを含んだハイパー核は、核物理の分野で最近注目を浴びている。ハイパー核の構造や崩壊の研究は、ハイペロン-核子相互作用や、核内でのハイペロンの弱相互作用および電磁相互作用に対する性質について、重要な知見を与える。またそれらの物理量は、核内でのクォーク自由度の役割や、クォークの閉じ込めの問題との関連で大変興味がある。

これまで、主として Λ ハイパー核が(K^- , π^-)反応によって生成され、 Λ のスピン-軌道相互作用が小さいという重要な性質が明かにされた。しかしこの反応には小さな角運動量を持つハイパー核状態しか生成できないという欠点がある。これに対して、近年興味をもたれている(π^+ , K^+)反応を用いる方法は、運動量移行がフェルミ運動量の1.3倍程度であるので、広い範囲の角運動量や励起エネルギーをもった状態を励起することができる。したがって、中重核以上の重いハイパー核で、 $s_{1/2}$ の基底状態も含んだ Λ の主殻の構造を系統的に研究するのに適している。また、(π^+ , K^+)反応を用いると、スピン偏極あるいはスピン整列したハイパー核を生成でき、そしてこのスピン偏極あるいはスピン整列は、核子放出や崩壊を通じてよく保存されるということが指摘されている。従って、(π^+ , K^+)反応を使うと、崩壊粒子の角度相関の測定によってハイパー核の弱崩壊機構や電磁気モーメントの研究が可能になる。しかしながら、(π^+ , K^+)反応の実験はこれまで少なく、しかも実験のできる施設も国内にはない。本研究の目的は、i) 高エネルギー研究所の陽子シンクロトロンに、新しいスペクトロメーター(PICK)を建設し、ii) 典型的な中質量核である ^{56}Fe について Λ の殻構造を調べること、および、iii) Λ の束縛状態と準弾性散乱状態の両方について、反応断面積の絶対値を ^{12}C , ^{56}Fe について測定し、DWIAの計算値と比較することにより Λ ハイパー核の生成機構を研究すること、にある。特に ^{56}Fe は、非閉殻の中性

子殻構造をもつ中重 A ハイパー核についての最初のデータである。

我々が建設した P I K スペクトロメーターは、広い運動量領域 ($\Delta P/P \sim \pm 20\%$) と広い立体角を覆い、且つ適当な分解能を持ち、散乱 K^+ 中間子を効率良く測定することができる。測定された ${}_{12}^{12}\text{C}$ の基底状態の断面積は、DWIA の計算値と良く一致する。 ${}_{56}^{56}\text{Fe}$ の束縛された A の領域の断面積は、DWIA の計算値のおよそ 0.84 倍であった。 ${}_{56}^{56}\text{Fe}$ の束縛された A の領域での構造は、芯の原子核である ${}_{55}^{55}\text{Fe}$ の中性子空孔状態の強度分布を取り入れた DWIA の計算と良い一致を示す。また、 ${}_{56}^{56}\text{Fe}$ の f 軌道の単一粒子エネルギーについて 3 ± 2 (MeV) が得られた。準弾性散乱状態のスペクトルの形は、 ${}_{12}^{12}\text{C}$ と ${}_{56}^{56}\text{Fe}$ とでよく似ており、断面積の比を最大値を含む領域で取ると 2.2 ± 0.4 となる。スペクトル形が全く同じとすればこのエネルギー積分した断面積に対応し、計算値 2.58 と誤差の範囲では一致する。しかし束縛状態でも準弾性散乱状態でも、 ${}_{56}^{56}\text{Fe}$ の断面積は DWIA 計算値に比べてやや小さい。この事は、核内での核子- π^+ 、核子- K^+ 、 $\pi^+ + n \rightarrow K^+ + A$ の断面積が、自由空間での値と違っている可能性との関連で興味深い。

我々は、これから (π^+ , K^+) 反応を用いて偏極ハイパー核を生成し、崩壊粒子の角度相関をつかってハイパー核の弱崩壊や電磁気モーメントの研究に進もうとしている。

論文の審査結果の要旨

ハイパー核はストレンジ・クォークをもつハイペロンが核子系の内に存在する原子核で、新しいストレンジネスという新しい自由度のある原子核として大変興味がある。ストレンジネスの関与する新しい構造、反応、有効ハドロン相互作用、クォーク自由度等の解明のために、ハイパー核分光は極めて有力である。しかるに、実験研究は始まったばかりで、今後の精力的研究が待たれていた。

本論文では (π^+ , K^+) 反応による A -ハイパー核分光のパイオニアの研究で、次の 3 点でユニークである。i) (π^+ , K^+) 反応が有力であることに着目し、(π^+ , K^+) ハイパー核分光実験の基礎になる P I K スペクトロメーターの開発、製作、テストに成功し、はじめて高エネルギー研究所 (KEK) で (π^+ , K^+) 研究を可能にした。特に π^+ と K^+ の軌道測定用検出器系とその解析という中心部分を独力で完成した。ii) (π^+ , K^+) 反応が中重核高角運動量状態を励起できることに着目し、 ${}_{56}^{56}\text{Fe}$ ($fn^{-1} \cdot fA$) $_{6+}$ 状態の励起に成功した。非閉殻中重核で初めて共鳴状態を作ること成功し、核子側のホール状態を十分考慮に入れることによって初めて高スピン A 共鳴を含む中重 A -ハイパー核の準位を明らかにしたわけで、今後の中重ハイパー核研究の基礎となる。iii) P I K スペクトロメーターの広い運動量領域を生かし、且つ (π , p) 反応やその他の細心な方法を用いて、 A の束縛及び非束縛状態に対応する (π^+ , K^+) 反応断面積の絶対値を求めることに成功した。このことによって歪曲波インパルス近似による直接反応機構が正しいことを示し、今後の (π^+ , K^+) 反応の基礎を作った。

本論文はこれからの核物理の重要なフロンティアである A -ハイパー核の研究を大いに前進させた研究であり、理学博士の学位を受けるに十分な業績であると認める。