

【特別推進研究】

理工系（数物系科学）



研究課題名 マルチ・ストレンジネス多体系の精密分光

京都大学・大学院理学研究科・教授 ながえ ともふみ
永江 知文

研究分野：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

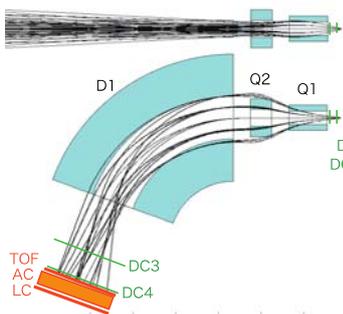
キーワード：原子核（実験）

【研究の背景・目的】

ストレンジネス(S)が入ったバリオン多体系としてのハイパー核の研究は、これまで $S=1$ のラムダ (Λ)・ハイパー核とシグマ (Σ)・ハイパー核を中心に研究が行われてきた。一方、これを進めてストレンジネスが2個入った、マルチ・ストレンジネスのバリオン多体系の研究では、2個のラムダ粒子が束縛した二重ラムダ ($\Lambda\Lambda$)・ハイパー核が数個見つかったのみである。 $S=2$ のバリオン多体系には、この二重ラムダ・ハイパー核から約 28 MeV だけエネルギーの高い状態として、 $S=2$ のバリオンであるグザイ (Ξ) 粒子が原子核に束縛したグザイ・ハイパー核が存在すると予想されている。本研究は、このグザイ・ハイパー核分光を、高エネルギー分解能で世界で初めて本格的に研究するものであり、その上でグザイ・ハイパー核と二重ラムダ・ハイパー核という2つの束縛状態が強く結合した特徴ある系である $S=2$ のバリオン多体系の様相を解明することを目的とする。これは、中性子星の中心部において実現されていると考えられる高密度核物質中でのストレンジネス自由度の役割を理解する上で重要な知見を与えるものである。

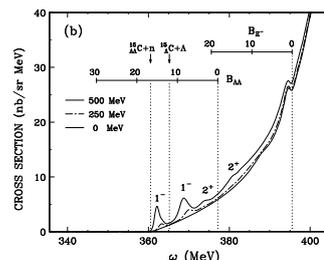
【研究の方法】

大強度陽子加速器施設 J-PARC において得られる中間エネルギーの大強度 K中間子ビームと大立体角を有し高いエネルギー分解能を持つ磁気スペクトロメーターを組み合わせることで、世界で初めて (K, K^+) 反応によるグザイ・ハイパー核と二重ラムダ・ハイパー核の分光学的研究を行う。大立体角をもち運動量分解能を向上させた (0.05%FWHM) 新しい磁気スペクトロメーターを設計・製作する。図に示すように QQD (四重極電磁石2台と双極型電磁石1台) からなる磁気光学系を採用する。ビームライン・スペクトロメーターと合わせて、エネルギー分解能として 1.2 MeV を目標とする。スペクトロメーターの覆う立体角の大きさは 70 msr 以上を目指す。



【期待される成果と意義】

グザイ・ハイパー核と二重ラムダ・ハイパー核の励起を調べるため、まず最初に $^{16}\text{O}(K, K^+)$ 反応の測定を行う。J-PARC のハドロン実験室 K1.8 ビームラインの K中間子大強度ビームを利用する。図に原田らによる ^{16}O 標的の場合の理論的に期待されるスペクトルの例を示す。下図の右側のピークがグザイ・ハイパー核の束縛状態に対応し、中央部分の数本のピークが二重ラムダ・ハイパー核の励起準位に相当している。約1ヶ月のビームタイムで十分な統計精度のデータが取得できる。引き続き、 ^{10}B (2週間)、 ^7Li (2週間)、 ^{28}Si 標的 (1ヶ月) を使ってデータを取得し、グザイ原子核ポテンシャル等のアイソスピン依存性や質量数依存性を調べる。



これらの実験情報は、超高密度核物質中でのストレンジネス自由度の役割、すなわち、ラムダやグザイ粒子などのハイペロン出現の仕方を決定づけるものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- P. Khaustov, D.E. Alburger, et al., "Evidence of Ξ hypernuclear production in the $^{12}\text{C}(K, K^+)^{12}_{\Xi}\text{Be}$ reaction", Phys. Rev. C 61 (2000) 054603
- T. Harada, Y. Hirabayashi, A. Umeya, "Production of doubly strange hypernuclei via Ξ -doorways in the $^{16}\text{O}(K, K^+)$ reaction at 1.8 GeV/c", Phys. Lett. B 690 (2010) 363-368.

【研究期間と研究経費】

平成23年度 - 27年度

336,200千円

【ホームページ等】

<http://www-nh.scphys.kyoto-u.ac.jp/~nagae/tokubetsu/index.html>
nagae@scphys.kyoto-u.ac.jp