

## 論文題目要旨

学位申請者：赤石 貴也

論文題目：Study of binding energy of hypertriton from measurement of hypernuclear production cross sections using  $K$  meson beam  
( $K$  中間子ビームを用いたハイパー核生成断面積測定によるハイパートライトンの束縛エネルギーの研究)

論文要旨：

我々の目に見える物質世界の質量のほとんどは、陽子と中性子が核力によって結合した原子核からできている。しかし、核力の複雑な性質のメカニズムはまだ完全には理解されていない。ストレンジネス・ハイパー核物理学では、ハイペロンと核子の相互作用に関して研究を行うことで、ストレンジクォークの導入によって拡張されたバリオン-バリオン相互作用からクォーク描像による核力の統一的理解を目指す。

ハイパー核の研究において、最も重要なハイパー核の一つがハイパートライトン ( ${}^3_{\Lambda}\text{H}$ ) である。 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  は陽子、中性子、 $\Lambda$  ハイペロンからなる最も軽い束縛ハイパー核である。 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  はハイパー核物理のベンチマークとなる核種の一つで、その性質は  $\Lambda N$  相互作用を理解する上で重要である。この  ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の寿命と束縛エネルギーは多くの実験が行われ、現在も議論されている。 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の寿命は、小さい束縛エネルギーによる物理描像から理論上 260 ps と予測されていたが、重イオン衝突実験では約 140–180 ps と測定され、この矛盾が「 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  寿命パズル」と呼ばれている。また、その束縛エネルギーの正確な値も未だ確定していない。このパズルを解明するために、J-PARC では ( $K^-$ ,  $\pi^0$ ) 反応を用いた実験が進行している。J-PARC E73 実験は、J-PARC ハドロン実験施設の K1.8BR ビームラインで、運動量 1 GeV/ $c$  の  $K$  中間子ビームを用いて ( $K^-$ ,  $\pi^0$ ) 反応により  ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  を生成し、 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の寿命を測定する実験である。この実験のユニークな点は、反応によって放出された  $\pi^0$  中間子を前方電磁カロリメータで再構成するのではなく、 $\pi^0$  崩壊からの高エネルギーガンマ線を検出することによって反応をタグすることである。そして、静止したハイパー核の 2 体崩壊による単一運動量の  $\pi^-$  を測定することでハイパー核の識別を行う。

本研究ではヘリウム 4 標的とヘリウム 3 標的を用いてハイパー核  ${}^4_{\Lambda}\text{H}$  と  ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  を生成したデータを取得した。このハイパー核の生成断面積を導出し、さらに、この生成断面積の比  $\sigma_{{}^3_{\Lambda}\text{H}}/\sigma_{{}^4_{\Lambda}\text{H}}$  を見積もった。( $K^-$ ,  $\pi^0$ ) 反応によるハイパー核  ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の生成断面積の理論計算にて、 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の束縛エネルギーによって生成断面積が変化することが示唆されている。これは、 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  が非常に弱い束縛系であることから、束縛エネルギーによって  $\Lambda$  ハイペロンと重水素の距離が変化し、( $K^-$ ,  $\pi^0$ ) 反応における始状態と終状態の波動関数の重なり具合に大きく影響するためである。この生成断面積比の理論計算と実験で得られた値を比較することによって、 ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の束縛エネルギーの値を見積もった。

本論文では実験の詳細とハイパー核事象の同定、生成断面積とその比の結果について報告し、理論計算との比較により得られた  ${}^3_{\Lambda}\text{H}$  の束縛エネルギーについて議論する。