

東北大学大学院理学研究科物理学専攻・数学専攻・天文学専攻

21世紀 COE 拠点形成プログラム

「物質階層融合科学の構築」

平成15年度リサーチ・アシスタント (RA) 研究報告書

氏名	亀岡 覚
学籍番号	
専攻	東北大学大学院理学研究科 物理学 専攻
学年	博士課程後期3年の課程 2年
指導教官	中村 哲 助教授
研究題目	ラムダハイパー核の弱崩壊過程の研究
I. 研究発表 (学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの、および15年度中の学会等での本人の発表)	
<ul style="list-style-type: none">• Measurement of the π^- decay width of ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ SENDAI03 International Symposium on Electrophoto-production of Strangeness on Nucleons and Nuclei June 16th-18th, 2003 Miyagi, Sendai, Japan• Measurement of the π^- decay width of ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ HYP2003 VIII International Conference on Hypernuclear & Strange Particle Physics Jefferson Lab, Newport News, Virginia October 14-18, 2003	

II. 研究活動結果の概要

2000年秋から2002年春にかけて高エネルギー加速器研究機構(KEK)行われた実験データの解析を進め、ラムダハイパー核 ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ と ${}^{12}_{\Lambda}\text{C}$ の構造と崩壊機構の解明のための研究を行った。

私は主にハイパー核の崩壊生成物のうち荷電粒子の同定とエネルギー測定を行い、共同研究者による中性粒子の解析と合わせることにより、放出核子対の角度相関、エネルギー相関を測定してラムダハイパー核の非中間子崩壊 $\Lambda N \rightarrow NN$ の同定を行い、長らくのパズルであった $\Lambda n \rightarrow nn$ 崩壊と $\Lambda p \rightarrow np$ 崩壊の比率 Γ_n/Γ_p を高精度で決定することに成功した。

また、私はCERNで開発されているシミュレーション用ソフトウェアGEANT4を応用して、本実験における荷電粒子やガンマ線の検出効率の評価を可能にした。これを用いて、 $\Lambda \rightarrow p\pi^-$, $\Lambda \rightarrow n\pi^0$ 崩壊の分岐比を測定した。さらに、ハイパー核の寿命測定の解析を行って、 ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ と ${}^{12}_{\Lambda}\text{C}$ の寿命をそれぞれ、 278^{+11}_{-10} ps, 212^{+7}_{-6} psとこれまでの実験を大幅に上回る精度で決定した。これからハイパー核の全崩壊幅、 $\Lambda \rightarrow p\pi^-$, $\Lambda \rightarrow n\pi^0$ 崩壊幅、非中間子崩壊幅を導出し、 ${}^5_{\Lambda}\text{He}$, ${}^{12}_{\Lambda}\text{C}$ の崩壊に関する物理量のほぼ全てを決定し、ひとつの実験で初めてこのような完全測定を達成した。中間子崩壊で生成した核子は運動量が一般的な原子核のフェルミ運動量より小さいため、パウリ効果による抑制を受ける。そのため、特に軽いハイパー核において中間子崩壊幅はラムダ粒子と核子との重なり、すなわちラムダ粒子の感じる一粒子ポテンシャルの形状を反映するものとなる。私は理論計算との比較により、有効 ΛN 相互作用(YNG)が予想するよりも ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ の中間子崩壊幅が小さい、すなわちラムダ粒子とアルファ粒子の重なりが大きいことを発見した。有効 ΛN 相互作用はハイパー核におけるラムダ粒子の束縛エネルギーを再現するように決められているが、ハイパー核の中間子崩壊幅を測定することにより、束縛エネルギーとは独立な情報が得られる。今までの中間子崩壊幅の実験データは理論計算と比較するに足る精度がなかった。

このように、 ΛN 相互作用の研究は、核力をハイペロンを含めたバリオン間相互作用として統一的理解するために精力的に行われている課題のひとつである。核力はクォーク間でのグルオンの交換による強い相互作用を起源とすると考えられているが、現在のところ、クォーク間力による核力の定量的な記述は達成されていない。

私はこれまでの研究成果を2003年10月に米国のジェファーソン研究所における国際会議で発表した。現在は論文の準備中である。