

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

平成30年4月25日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 辻 井 昭 雄 様

所属部局 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻

職 名 助 教

氏 名 藤 岡 宏 之

助成の種類	平成29年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費研究課題名	キセノン136を軸としたパイ中間子原子の精密分光の二次元展開			
上記以外で助成金を充当した研究内容	パイ中間子原子核、ダブルΛハイパー核などのハドロン多体系に関する実験的研究			
助成金充当に関わる共同研究者	(所属・職名・氏名) 該当なし			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) 『J-PARC における弱崩壊π中間子測定によるダブルΛハイパー核探索に向けた検討』 『「π中間子原子核」の存在可能性と探索実験』(日本物理学会秋季大会)等			
成果の概要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会計報告	交付を受けた助成金額	1,000,000 円		
	使用した助成金額	1,000,000 円		
	返納すべき助成金額	0 円		
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		備 品 費	280,044	
		消 耗 品 費	439,184	
国 内 旅 費		259,720		
	そ の 他	21,052		
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 申請時の科研費研究課題だけでなく、新たな研究活動に対しても助成金の使用が可能という柔軟なルールのおかげで、多方面に研究を発展させることができました。厚く御礼申し上げます。			

成果の概要／藤岡 宏之

理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 助教
(現職 東京工業大学 理学院 物理学系 准教授)

藤岡 宏之

1. パイ中間子原子

原子核は、陽子と中性子の間に「強い相互作用」が引力的に働くことによって束縛した系である。強い相互作用が働く粒子は総称して「ハドロン」と呼ばれ、陽子や中性子だけでなくパイ中間子など様々な粒子がハドロンの属する。

電磁相互作用によって電子が原子核の周りを周回することができるように、負の電荷を持つ負パイ中間子が原子核に束縛されたパイ中間子原子に関する研究を主に行ってきた。負パイ中間子と原子核の間には引力的な電磁相互作用と斥力的な強い相互作用の双方が働き、両者のバランスによって負パイ中間子は重い原子核の表面付近に高い存在確率を持つことが知られている。そのため、負パイ中間子は原子核の持つ高密度を感じる事ができる。真空と有限密度媒質の構造の違いを反映し、負パイ中間子と中性子の間の相互作用の違いが現れることが理論的に予想されている。そのことを定量的に調べるため、様々な原子核に対するパイ中間子原子の実験的研究を行おうとしている。中でも、魔法数の1つである82を中性子数とするキセノン136原子核を用いた実験に着目している。キセノンは常温常圧で気体でありガス標的を用いた実験は一般には容易ではないが、大阪大学核物理研究センターにおいてガス標的の実験の実績が多々あることに着目し、同センターにおいてパイ中間子原子の分光実験を立案した。

2. 最初のパイ中間子原子分光実験の遂行

同センターにおいて高分解能・高統計のパイ中間子原子の分光実験を始めるにあたり、まずは他の研究施設における先行研究が存在するスズ124原子核を用いた実験を2017年10月下旬から約2週間実施した。約30nAのビーム強度の陽子をスズ124標的に照射し、前方に射出される2個の陽子をGrand Raiden分光器によって運動量解析することにより、負パイ中間子・スズ123原子に関する励起エネルギースペクトルを求め、同原子の各準位のエネルギーや崩壊幅を決定するのが目的である。また、それらの結果を再現するような負パイ中間子・原子核間の相互作用をフィッティングにより決定し、特に原子核表面密度における負パイ中間子・中間子間の相互作用の強さを求めることも目指している。2週間のビームタイムの間、大きなトラブルもなく、較正反応も含めて予定していた統計量のデータを取得することができ、解析

を現在進めている段階である。

それと並行し、本研究に最適化されたガス標的システムの開発もスタートし、既存のガス標的システムをベースとしながら改良を加えようとしている。

3. 派生した研究・新たな研究課題への展開

パイ中間子原子は、負パイ中間子と原子核の間の電磁相互作用によって束縛した系であり、両者の間に働く強い相互作用は斥力的である。それとは逆に引力的な強い相互作用が働く可能性のあるパイ中間子と原子核の組み合わせがあることを予想し、これらが作る共鳴状態の探索実験を同センターで行うべく計画を進めている。この計画に関連した講演を日本物理学会秋季大会等で行った。

また、さらに別種のハドロンである Λ 粒子が原子核に束縛した Λ ハイパー核は半世紀以上前に発見され、現在も精力的な研究が行われているのに対し、2個の Λ 粒子が束縛したダブル Λ ハイパー核に関する情報は極めて限られている。発見当初から今に至るまで、負 K 中間子ビームを照射した原子核乾板の画像解析によりダブル Λ ハイパー核を探し出す研究が主流であるが、原子核乾板を一切用いず検出器だけを用いた実験ができないか検討を進めた。この内容についても日本物理学会秋季大会等で発表を行うとともに、様々な研究者と議論を重ね、新しい原理によるダブル Λ ハイパー核の生成実験に向けて有望なアイデアの着想に至った。

4. この研究成果を発表した学会

- (1) 『 π 中間子と軽い原子核の共鳴状態の探索』RCNP研究会「核子・ストレンジネス多体系におけるクラスター現象」(2017年8月)
- (2) 『J-PARCにおける弱崩壊 π 中間子測定によるダブル Λ ハイパー核探索に向けた検討』日本物理学会秋季大会(2017年9月)
- (3) 『「 π 中間子原子核」の存在可能性と探索実験』日本物理学会秋季大会(2017年9月)
- (4) 『J-PARCにおける崩壊 π 中間子分光によるダブル Λ ハイパー核探索実験に関する検討』新学術領域「中性子星核物質」主催第6回「中性子星の核物質」研究会(2017年12月)