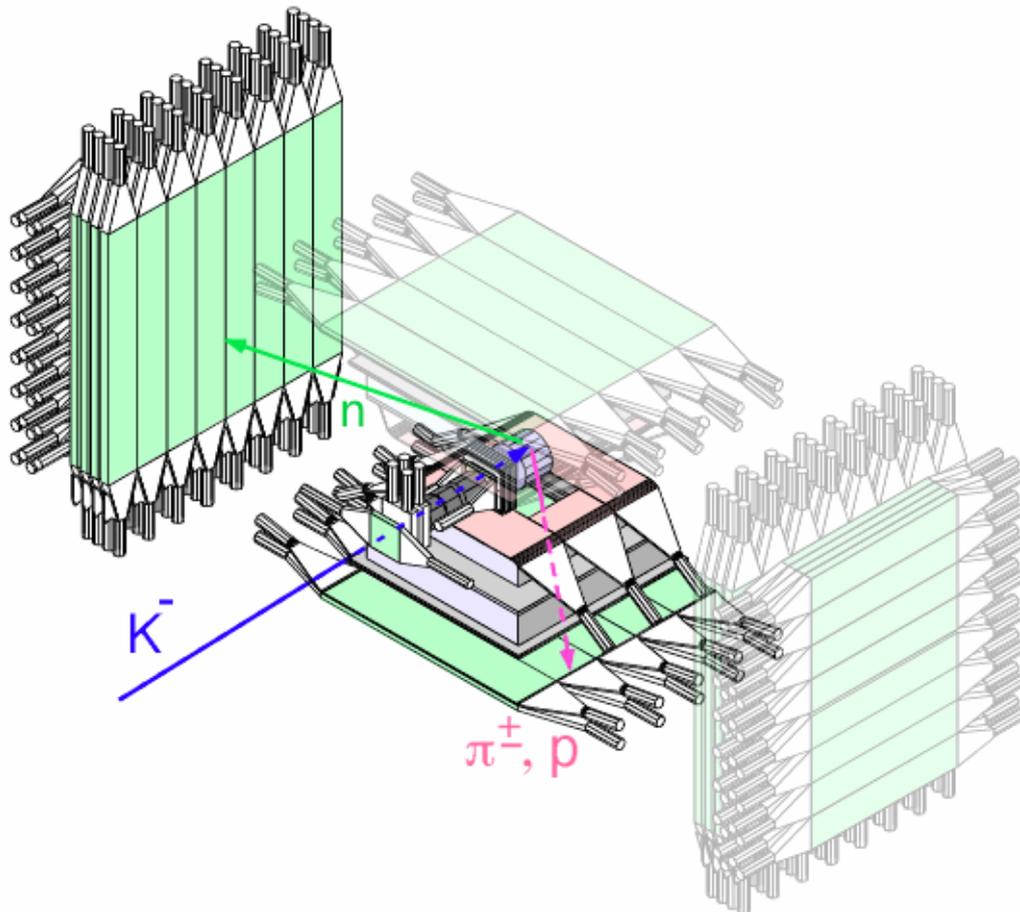


平成16年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

ふりがな		いわさき まさひこ		所属研究機関・部局・職		（独）理化学研究所・岩崎先端中間子研究室・主任研究員	
研究代表者氏名		岩崎 雅彦					
研究課題名	和文	K中間子深束縛核探索実験					
	英文	Search for deeply bound kaonic state					
研究経費	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	総合計	
16年度以降は内約額 金額単位：千円	42,900	14,600	4,900	2,400	1,600	66,400	
研究組織（研究代表者及び研究分担者）							
氏名	所属研究機関・部局・職		現在の専門	役割分担（研究実施計画に対する分担事項）			
岩崎 雅彦	理化学研究所・岩崎先端中間子研究室・主任研究員		実験核物理	全体の総括			
應田 治彦	理化学研究所・岩崎先端中間子研究室・前任研究員		実験核物理	検出器系設計・製作			
松田 恭幸	理化学研究所・岩崎先端中間子研究室・研究員		実験核物理	検出器系設計・製作			
板橋 健太	理化学研究所・岩崎先端中間子研究室・研究員		実験核物理	実験データ収集			
石元 茂	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助手		実験核物理	標的設計・製作			
当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>低エネルギー極限での $\bar{K}N$ 相互作用は過去に互いに矛盾する実験があり、長年謎として扱われてきた。我々はK中間子水素原子のX線の精密測定実験でS/N比を劇的に改善することにより、この問題を解明した。そこから帰結される結果は、$\bar{K}N$ 相互作用は極めて強い引力であり、このため、理論的に$\Lambda(1405)$はK中間子と陽子の強い相互作用による束縛状態ではないかと考えられてきたが、それと矛盾しないことを示すことが出来た。我々のこの研究が契機となり、K中間子が原子核内に強く束縛し準安定になるという理論予言がなされた。この系は、これまで知られているいかなる束縛状態より束縛エネルギーが高いと考えられ、超高密度核物質が自発的に生成している可能性が指摘されている。</p> <p>本研究は、このような「K中間子原子核状態」を特定しようとするものである。このため、^4Heを標的とし、(stopped K, n)反応を用い、$\Sigma\pi$エネルギー閾値下のK原子核状態を探索する。</p>							

これまでの研究経過（研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。）

実験は、文科省高エネルギー加速器研究機構・12GeV 陽子シンクロトロン研究施設 (KEK-12GeV-PS)K5 で行われ、探査していた K 中間子の深い束縛状態の存在を強く示唆する実験結果を得た。



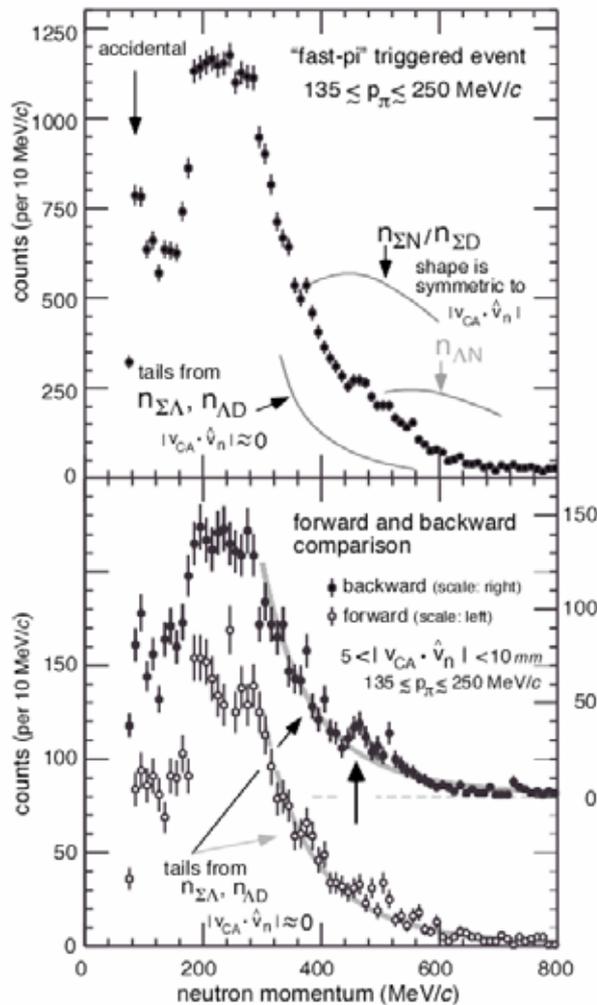
図に、主に本科学研究費補助金（一部、高エネルギー加速器研究機構、E471 共同利用実験経費）で作成された実験装置を示す。赤石・山崎等の理論計算により、 K と ppn とは、非常に強く束縛 ($\sim 130\text{MeV}$) し、崩壊幅の狭い準安定状態を形成すると予想された。この際、その強い引力からこの状態は異常に高密度の物質になると予想された。このような状態が特定できれば、 $\bar{K}N$ 相互作用のみならず、超高密度核物質中でのカイラル対称性の回復によるハドロン質量の変化が観測される可能性がある。

我々は、いち早くこの状態を特定するため、12GeV-PS、K5 ビームラインで実験を行った。実験は ^4He を標的とし、(stopped K , n) 反応を用いて単色の中性子生成事象を検出する方法を用いて行われた。反応の中間過程で K が ppn と強い束縛状態を形成すれば、単色高エネルギーの中性子が生成される。K 中間子を液体ヘリウム標的に静止させ、K 中間子吸収反応から生成する中子を左右の中性子検出用プラスチックシンチレータで計測し、そのエネルギーを飛程-時間法 (TOF) で決定した。また、正確な反応点を同定するため、反応で生成した荷電粒子の飛程を上下のチェンバーで検出した。

実験データの解析の結果、次項に示すように、非常に強い束縛状態に対応するピークが中間子運動量スペクトル上に得られた。

特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

実験解析で得られた中性子運動量スペクトルを以下に示す。実験結果は Σ 崩壊起因と考えられる比較的速い荷電 によってトリガーされた事象の中性子運動量スペクトル (図上) に 470 MeV/c 付近に構造が見いだされ、その構造は、 $Kppn$ 中間状態が ΣNN 終状態を形成したと考えられる方向にのみ 3.6σ の標準偏差のピークとして存在することが確認された。



これが、 $Kppn$ 中間状態の形成によるとすれば、その束縛エネルギーは 170~180 MeV に達し、理論予測値より遥かに強く束縛していることに対応する。

このことが真実であれば、これまでの観測された束縛エネルギーを一桁上回るような状態が形成されたことを意味し、核力計算による予想値を上回ったことは、この理論計算で想定されていなかったような、カイラル対称性の回復が occurring ことを強く示唆する。今後の研究の発展によっては、陽子・中性子をはじめとするハドロン質量の起源を探る重要な手がかりを提供出来る可能性が極めて高い。

我々は、この結果を 2003 年 10 月の Jlab (米国) でのハイパー核およびストレンジネスの国際会議で発表するとともに、PLB 誌に投稿した。論文は、現在レフェリーからの「事象選択を厳しくしたことによるバイアスの可能性の有無の再検討」等の指摘を受け、それに答える準備をするとともに、さらに詳細な実験のシミュレーションを行うことによって、実験データに自己矛盾がないか、より詳細な解析を行っている。

研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文 (発表予定のものを記入することも可能。) の全著者名、論文名、学協会誌名、巻 (号)、最初と最後のページ、発表年 (西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。)

T. Suzuki, H. Bhang, G. Franklin, K. Gomikawa, R.S. Hayano, T. Hayashi, K. Ishikawa, S. Ishimoto, K. Itahashi, M. Iwasaki, T. Katayama, Y. Kondo, Y. Matsuda, T. Nakamura, S. Okada, H. Outa, B. Quinn, M. Sato, M. Shindo, H. So, T. Sugimoto, P. Strasser, K. Suzuki, S. Suzuki, D. Tomono, A.M. Vinodkumar, E. Widmann, T. Yamazaki, T. Yoneyama
Internatinal Conference on Srangeness and Hypernuclei, Jlab, 10/2003

M. Iwasaki, T. Suzuki, H. Bhang, G. Franklin, K. Gomikawa, R.S. Hayano, T. Hayashi, K. Ishikawa, S. Ishimoto, K. Itahashi, T. Katayama, Y. Kondo, Y. Matsuda, T. Nakamura, S. Okada, H. Outa, B. Quinn, M. Sato, M. Shindo, H. So, T. Sugimoto, P. Strasser, K. Suzuki, S. Suzuki, D. Tomono, A.M. Vinodkumar, E. Widmann, T. Yamazaki, T. Yoneyama
“Evidence for a strongly bound kaonic system $K^{\rho}ppn$ ” Submitted to PLB, 10/2003