

受理年月日	
受理番号	

高エネルギー加速器研究機構  
素粒子原子核研究所陽子加速器共同利用実験申請書  
Proposal for an Experiment at IPNS, KEK Proton Synchrotron

素粒子原子核研究所長 殿

To: Director, Institute of Particle and Nuclear Studies

実験責任者 Spokesperson	氏名 Name	早野 龍五 (印)	職名 Position	教授
	所属 Affiliation	国立大学法人 東京大学理学系大学院	Phone:	
	連絡先 Address		FAX:	
			E-mail:	

下記の通り、別紙実験計画書を添えて申請します。

課題名 Title	K 中間子ヘリウム原子の 3d→2p X 線の測定 Measurement of Kaonic Helium X ray (3d - 2p)			
希望するシフト数 Beamtime Request	80	シフト shifts	予算配分希望額 Budget Request	千円 thousand yen
実験の要旨 Abstract	<p>我々は E471 実験において、<math>^4\text{He}(K^-, p)</math> スペクトル上に幅の狭い状態 <math>-\text{ストレンジトライバリオン } S^0(3115)^-</math> を発見した (Phys. Lett. B 597 (2004) 263: 添付資料 1)。この状態のアイソスピンは <math>T=1</math> であり、さらに <math>^4\text{He}(K^-, n)</math> 反応で、25MeV ほど高いエネルギー位置にアイソスピン <math>T=0</math> と考えられる状態が発見された (arXic:nucl-ex/0310018v2: 添付資料 2)。これらの状態は、<b>K-中間子の原子核中の極めて深い束縛状態</b>であると理解するのが自然であるが、束縛エネルギーは共に実験前に赤石・山崎等によって理論予測されていた <math>T=0</math> の状態の質量値よりも遥かに小さい。<b>「K 中間子の原子核中で感じるポテンシャルが極めて強い引力であること」を示し、上の解釈が正しい事を明示する実験が急務</b>である。</p> <p>K 中間子ヘリウム原子の 2p エネルギー準位は、波動関数の重なりが小さい為、強い相互作用によるエネルギーシフトは、従来の理論の枠組みでは殆ど起こらない。最近の理論の進展により、強く引力的でかつ吸収が小さく、従って K 中間子が原子核中でそのアイデンティティーを失わずに強い相互作用による束縛状態の形成されることなしには、<math>\sim 10\text{eV}</math> に達するような実験的に観測可能なほど大きなエネルギーシフトは起こりえない事が分かった。すなわち、E471 で発見された 2 つの状態が K 中間子と原子核の束縛状態と考えた場合にだけ起こりうる。</p> <p>3d→2p の X 線は過去に 3 回の測定例があり、極めて大きなシフト<math>\sim 40\text{eV}</math> を観測しているが、測定器のエネルギー絶対較正に関して必ずしも十分に確定的なものとはいえず、統計・分解能・エネルギーの絶対精度を向上させた実験が必須である。新たに開発されつつある X 線検出器 SDD (silicon drift detector) の利用により、エネルギー精度の劇的向上から、<b>低エネルギー領域の KN 相互作用についての決定精度が著しく改善される</b>。我々は、10,000 事象以上の 3d→2p X 線を観測し、そのエネルギーを高精度で決定する実験を行う。E549 の標的の下流方向に SDD を 6 個程度設置して、80 シフト程度のデータ収集を行い、エネルギーシフトの精度として<math>\sim 2\text{eV}</math> 程度を達成する。</p> <p>SDD は、Si (Li) と比較して、圧倒的に薄い為、ソフト コンプトンによるバックグラウンドが小さいと同時に高い分解能を持つ。E549 実験装置のヘリウム標的のビーム方向下流に SDD を設置することによって、過去の実験には無い、K 中間子原子生成点の同定が行えるため、高い S/N 比が期待される。E549 実験では、負電荷の <math>\pi</math> 中間子の生成吸収反応に起因する中性子バックグラウンドを押さえる為、標的周囲の物質を可能な限り排除する設計になっており、逆に SDD は、その直後に pre-amp を敷設する事が必須であるため、また、X 線を優先させたトリガーを組む必要性もあるため、独立したビームタイム確保が重要となる。このため、別実験として申請を行なう。</p>			