The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Study of a kaon bound nuclear state in the 3He(K-, Λp)n reaction at pK-=1 GeV/c
Author(s)	山我, 拓巳
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69337
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　山我　拓巳　　）	
論文題名	Study of a kaon bound nuclear state in the ^{3}He (K^-, Λp) n reaction at p_{K^-}=1 GeV/c (p_{K^-}=1 GeV/cにおける^{3}He (K^-, Λp) n反応を用いたK中間子束縛原子核の研究)

論文内容の要旨

反K中間子と核子の相互作用（$\bar{K}N$相互作用）はアイソスピンI＝0のチャンネルで強い引力であることが低エネルギー散乱実験などで明らかとなっている。この引力作用により、K中間子束縛原子核と呼ばれる中間子を構成要素に含む新しい原子核物質が作られることが理論的に示唆され、その特異な性質が議論されてきた。特に、K中間子束縛原子核の束縛エネルギーは原子核中の核子の束縛エネルギーに比べて10倍程度大きくなることが予測されている。また、束縛状態の束縛エネルギーや崩壊幅は、これまで調べられていない$\bar{K}N$閾値以下での相互作用を理解するために重要な情報となる。このような性質を明らかにするために、最も単純な束縛系であるK^-pp束縛状態に関する実験・理論両面から多くの研究が行われてきた。過去、3つの実験がK^-ppの束縛エネルギーとして100 MeV程度であると報告している。一方、報告された幅についてはおよそ70 MeV～160 MeVの範囲でばらついている。いずれの実験も生成過程がはっきりしない上、競合するバックグラウンド反応の影響を受けやすいという難点が指摘できる。

本研究では、^{3}He原子核に直接K中間子を打ち込み、中性子を放出する反応を用いてK^-pp束縛状態の生成を試みた。K^-pp束縛状態がΛp終状態に崩壊する過程を捉えることでバックグラウンドを低減させた。^{3}He(K^-,Λp)n反応においてΛpの不変質量分布を測定し、K^-pp質量閾値付近の閾値より高い領域と低い領域にそれぞれ構造を見出した。Λpの不変質量と中性子の散乱角の相関を調べた。K^-pp質量閾値より高い位置にある構造は、散乱角の余弦に比例してピークの中心値が高い方へ移動する様子が観測された。これは、運動学的な要因で作られている構造であることを示す。一方、K^-pp質量閾値より低い位置にある構造は、散乱角に対して位置と幅に変化が無かった。これは、これまで知られていない状態の生成を強く示唆する。この状態をK^-pp束縛状態と仮定した場合の質量と崩壊幅はそれぞれ$2326 \pm 4(stat.)^{+7}_{-2}(\mathrm{sys.})\mathrm{MeV}/c^2$と$64 \pm 8(stat.)^{+14}_{-7}(\mathrm{sys.})\mathrm{MeV}/c^2$となった。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　山我拓巳　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	野海博之
	副 査	教授	大西宏明
	副 査	教授	岸本忠史
	副 査	教授	中野貴志
	副 査	教授	保坂淳

論文審査の結果の要旨

低エネルギーの反K（$\bar{K}$）中間子と核子(N)の散乱データやK中間子原子からのX線データから$\bar{K}N$相互作用はアイソスピン$I=0$のチャンネルで強い引力であることが示唆されている。このため、K中間子原子核束縛状態が形成されることが予想されており、引力の強さによっては通常の原子核を超える高密度の原子核物質が形成される可能性があり注目されている。これまでに実験、理論両面からK中間子原子核束縛状態に関する研究がおこなわれてきたが、最も単純な$\bar{K}$と 2 核子(NN)の束縛系においてさえ、その状態の基本的な量である質量および幅について、これまでに報告された理論予想や実験データは様々な値を示しており、議論が収束していない状況であった。

本論文では、^{3}He原子核に直接K中間子を打ち込み、中性子を放出する反応を用いてK^-pp束縛状態の生成を試みた。K^-pp束縛状態がΛp終状態に崩壊する過程を捉えることにより、$^3\mathrm{He}(K^-,\Lambda p)n$反応において、$K^-pp$束縛状態の生成を観測しようというねらいはユニークである。果たして、測定されたΛpの不変質量スペクトルにおいて、K^-pp質量閾値付近の閾値より高い領域と低い領域にそれぞれピーク構造を見出した。Λpの不変質量と中性子の散乱角の相関を調べ、K^-pp質量閾値より高い位置にある構造は、散乱角の余弦に比例してピークの中心値が高い方へ移動する様子が観測され、これが運動学的な要因で作られている構造であることを明らかにした。一方、K^-pp質量閾値より低い位置に観測された構造は、散乱角に対して位置と幅に変化が無いことを見出した。さらに、K^-pp質量閾値付近における$\Sigma(1385)$や$\Lambda(1405)$の生成を伴う過程からの寄与について考察し、これらの過程ではK^-pp質量閾値より低い位置に観測されたスペクトル構造は説明できないことを示した。このことから、K^-pp質量閾値以下にこれまで知られていない新しい状態を見出したと結論づけた。これは、$\bar{K}$と 2 核子(NN)の束縛系の存在を強く示唆するものであり、その性質を明らかにする上で非常に重要な知見を与えるものと評価できる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。