

Title	Structure and Reaction Study of Light Hypernuclei by the Microscopic Cluster Model
Author(s)	Yamada, Taiichi
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/589
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	やま 山	だ 田	たい 泰	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7291	号	
学位授与の日付	昭和61年3月25日			
学位授与の要件	基礎工学研究科 数理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	微視的クラスターモデルによる軽いハイパー核の構造及び反応の研究			
論文審査委員	(主査) 教授	高木 修二		
	(副査) 教授	竹之内 脩	教授	丘本 正 教授 森田 正人

論文内容の要旨

$A(\Sigma)$ -ハイパー核の研究は (K^-, π^\pm) 反応による実験情報の提供が行なわれるようになった1970年代後半以降大きな展開をみせた。このうち、軽いハイパー核の構造の理論的分析は1970年代初頭から Dalitz や Gal 等により殻模型に基づいて系統的に行なわれている。一方、通常の軽い核においてはクラスター構造が重要な側面を形成している事が知られているので、この領域におけるハイパー核の構造研究においてもクラスター描像を取り入れた分析が必要不可欠である。この立場から、坂東・池田・元場等により1980年代初頭から軽い p-殻ハイパー核の微視的クラスターモデルに基づく構造分析が結合状態近似の下で系統的に行なわれ、既存の実験データとかなり良い対応が得られている。本論文はこの微視的クラスターモデルによる軽いハイパー核の研究をさらに進展させるため、以下の2つの目的に基づいて行なわれた研究をまとめたものである：1つは軽い p-殻ハイパー核の共鳴状態の性質を散乱問題を解く事により調べ、さらにハイパー核の生成過程である (K^-, π^-) 反応の断面積を定量的に分析し、この反応で得られているピークの位置及び巾のメカニズムを明らかにする事、もう1つは微視的クラスターモデルをより重い p 殻及び sd 殻ハイパー核に適用して、この領域のハイパー核の特徴を明らかにする事である。

第1の目的に対しては軽い p-殻ハイパー核の代表例として ${}^9\text{Be}$ を取り上げ ${}^9\text{Be}$ の $L^\pi = 1^-$ 共鳴状態のエネルギー及び巾を評価するため、低エネルギー領域において開いている ${}^5\text{He} + \alpha$, $A + {}^8\text{Be}(0^+)$, $A + {}^8\text{Be}(2^+)$ の3つのチャネルを結合させて散乱問題を解いた。さらに、外向き波境界条件の下でこれら3つの粒子崩壊チャネルを結合して得られる ${}^9\text{Be}$ の連続状態の波動関数を用いて、 ${}^9\text{Be}(K^-, \pi^-) \rightarrow {}^9\text{Be}$ の反応の断面積を定量的に分析し、実験データと比較・検討を行なった。これらの分析から (K^-, π^-)

反応実験で得られている第2番目のピーク ($E_{\lambda} \approx 6.3 \text{ MeV}$, $\Gamma = 7 \sim 8 \text{ MeV}$) は $L^{\pi} = 1_{2}^{-}$ 状態に対応し、ピークの位置及び巾とも実験データとかなり良い一致が得られた。今まで疑問とされていたこのピークの位置及び巾のメカニズムを定量的に理解する事ができた。また、 $L^{\pi} = 1_{1}^{-}$ 状態に対応するピークのエネルギー及び巾を予想し、今のところ種々の条件により実験では発見されていないが、将来 ${}^9\text{Be}$ ($K^{-}, \pi^{-}\alpha$) ${}^8\text{He}$ 反応実験が行なわれるなら発見される可能性がある。

第2の目的に対しては重いp-殻及びsd-殻ハイパー核の代表例として ${}^{13}\text{C}$ 及び ${}^{21}\text{Ne}$ の構造がそれぞれ微視的クラスター模型 $3\alpha + A$ 及び $\alpha + {}^{16}\text{O} + A$ により分析された。エネルギースペクトラム、 $B(E2)$ 値及び平均自乗半径等が計算され、得られた多くの状態は各々の持つ内部構造に基づいていくつかの回転帯に分類する事ができた。今までの軽いp-殻ハイパー核の構造研究において得られている多くの興味ある側面以外に、これら重いハイパー核特有の側面が数多く得られた。例えば、 ${}^{13}\text{C}$ では 3α 部分の持つ2つの性質の異なる構造(殻模型的構造及び発達した 3α クラスター構造)と A 粒子の1粒子運動とが結合して全体として様々な結合様式が出現した。また、 ${}^{21}\text{Ne}$ では A 粒子が加わる事により $\alpha + {}^{16}\text{O}$ 部分の正・負パリティ状態が結合(パリティ結合)し、これが ${}^{21}\text{Ne}$ の固有状態の性質に大きな影響を与えている事などである。これらの研究を通して重いp-殻及びsd-殻ハイパー核の興味ある特徴が数多く明らかになった。

論文の審査結果の要旨

本論文は軽いハイパー核の構造と反応を核の微視的クラスター模型を用いて論じたものである。ハイパー核は物質の新しい形態であり、興味深い多くの問題を内蔵していると思われるが、その性質はまだ十分に明らかにはされていない。

本論文は2つの部分より成る。1つは ${}^9\text{Be}$ (K^{-}, π^{-}) ${}^8\text{He}$ 反応における共鳴現象を取扱ったものであり、もう1つは ${}^{13}\text{C}$, ${}^{21}\text{Ne}$ の構造を論じたものである。軽い核は殻模型で記述されることが多いが、同時にまたクラスター構造を示すことが知られており、とくにBe, C, O, Ne等はそれが顕著である。これらの核の性質は微視的クラスター模型によりよく説明されるので、著者はこの処方を軽いハイパー核に適用してその性質を調べている。 ${}^8\text{He}$ はこれまでも $\alpha + \alpha + A$ というクラスター模型で調べられているがそれはいわゆる束縛状態近似(BSA)でなされており、連続エネルギー状態を正しく取扱ったものではなかった。著者はまずいくつかのチャンネルを考慮に入れた散乱状態を解いて共鳴エネルギーとその幅を求め、これとBSAで得られる結果との対応を示した。次に著者は ${}^9\text{Be}$ (K^{-}, π^{-}) ${}^8\text{He}$ 反応の π^{-} スペクトルに見られる顕著なピークとその幅を上記の共鳴状態で説明するため、連続エネルギー状態の ${}^8\text{He}$ の波動関数を求め、これを用いて上記反応の断面積を計算し実験との良い一致を得た。これによりこれまで不明であったピークの位置と幅の出現機構が明らかとなった。

論文の後半で著者はp-殻およびsd-殻の代表的ハイパー核である ${}^{13}\text{C}$, ${}^{21}\text{Ne}$ の構造を微視的クラスター模型($3\alpha + A$, $\alpha + {}^{16}\text{O} + A$)を用いて解析している。エネルギースペクトル、 $B(E2)$ 値等

が計算され、得られた状態は内部構造に基いていくつかの回転帯に分類された。この際、 A 粒子が核子の Pauli 禁止則と抵触しないことから生ずるハイパー核特有の状態の出現、 A 粒子の添加によるクラスター構造の安定化など興味ある結果が得られている。

これらの結果はハイパー核研究に新しい多くの知見を与え、今後の研究に有益な指針を与えるものである。よって本論文は学位論文として価値あるものと認める。