

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 小林 良彦  
 学位 博士 ( 理学 )  
 学位記番号 新大院博 (理) 第 417 号  
 学位授与の日付 平成 29 年 3 月 23 日  
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当  
 博士論文名 弱束縛な超流動原子核における準粒子共鳴の理論的研究

論文審査委員 主査 教授・松尾 正之  
 副査 教授・小池 裕司  
 副査 教授・大野 義章  
 副査 准教授・大坪 隆  
 副査 助教・吉田 賢市

博士論文の要旨

理化学研究所の R I ビームファクトリーに代表される近年の加速器実験の発展により、束縛限界 (ドリップライン) に達するほどの中性子過剰な不安定核種の実験的・理論的探究が可能になり、中性子の弱束縛性に起因する新奇現象が明らかになりつつある。本博士論文は、中性子対相関 (超流動性) によって引き起こされる準粒子共鳴に着目し、ドリップライン近傍核での観測可能性を想定して、準粒子共鳴の発現様式と性質に対相関が及ぼす効果を理論的に解析したものである。

本論文で採用する理論的枠組みは、座標空間表示ハートレー・フォック・ボゴリューボフ理論であり、これを用いて中性子の低エネルギー弾性散乱を記述し、散乱位相差、断面積、散乱行列 (S 行列) の分析から準粒子共鳴の諸性質を研究している。特に、中性子捕獲反応などにも関与する低角運動量の部分波 (s 波および p 波) の共鳴に着目して分析した。代表例として、p 波については、 $^{46}\text{Si}$  に対する中性子散乱 (すなわち  $^{47}\text{Si}$  の中性子準粒子共鳴)、s 波については  $^{20}\text{C}$  に対する散乱 ( $^{21}\text{C}$  の中性子準粒子共鳴) を取り上げ、詳細な数値分析を遂行した。

p 波準粒子共鳴の分析からは、1) 共鳴のエネルギー、幅ともに対相関の強度に強く依存すること、2) その依存性は、空孔的な準粒子共鳴の場合と粒子的な準粒子共鳴で大きく異なること、3) 特に、粒子的準粒子共鳴では、対相関が共鳴幅の減少をもたらすという新たな発見を報告している。さらに、準粒子波動関数の分析を通してその機構を明らかにしたことも大きな成果である。

s 波準粒子の分析からは、これまで知られていなかった多くの性質を解明している。まず第一に、散乱位相差や弾性散乱断面積は、通常の 1 粒子ポテンシャル散乱では妥当とされる散乱長や有効距離で理解することが困難な特異な振る舞いを示すことを明らかにした。第二に、その特質を探求するために S 行列の極を分析し、ポテンシャル散乱で現れる 1 つの極以外にも、対相関によって、新たな極 (ペアリング極) が現れることで、上記の特異な性質がもたらされていることを明らかにした。第三に、上記の結果、仮想状態的な

振る舞いだけでなく、通常のポテンシャル散乱では現れない共鳴構造も出現することを明らかにしている。これらは、準粒子散乱状態に対する新たな知見であり、大きな意義がある。

論文では、全体の概要を述べた第1章につづき、第2章と第3章では中性子過剰の弱束縛原子核の特徴と対相関について、採用した研究手法であるハートレー・フォック・ボゴリューボフ理論のレビューが行われている。第4章で、準粒子共鳴についての研究背景および本研究の動機が述べられたのち、第6章ではp波準粒子共鳴についての研究結果、第7章では、s波準粒子散乱と準粒子共鳴についての研究結果が詳述されている。第8章では、全体の結論と今後の展望が述べられている。このほかに、付録部には、井戸型ポテンシャルを仮定した解析的な分析なども付け加えられている。全体として、非常に詳細で包括的な研究の成果がまとめられている。

#### 審査結果の要旨

以上述べたように、本博士論文は、核子超流動性（核子対相関）が引き起こす準粒子共鳴がドリップライン近傍の中性子過剰核においてどのように発現し、また、対相関がその性質をどのように支配するかを詳細かつ包括的に分析したものである。研究の水準は高く、先行研究では知られていない準粒子共鳴の様々な特徴を解明しており、オリジナリティの高い研究成果が得られている。論文の記述も詳細かつ的確である。

よって、本論文は博士（理学）の博士論文として十分であると認定した。