

氏名(本籍)	呂 駿 (中国)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博乙第976号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Systematical Study of Quasi- $\gamma$ band in A~130 Nuclei (質量数 A~130領域の原子核の準ガンマバンドの系統的研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 古野興平
副査	筑波大学教授 理学博士 香村俊武
副査	筑波大学助教授 理学博士 李相茂
副査	東京大学助教授 理学博士 大塚孝治

## 論文の要旨

質量数 A ~130領域の原子核は古くから $\gamma$ -不安定核として知られている。原子核の球形からのずれ(変形)は $\beta$ と $\gamma$ という二つのパラメーターで表わされ、 $\beta$ は球形から軸対称回転楕円体への変形の度合いを与え、 $\gamma$ は軸対称からのずれを与える。 $\gamma$ の値は $0^\circ$ から $60^\circ$ までの範囲にあり、 $\gamma=0^\circ$ がラグビーボール型の軸対称変形を、 $\gamma=60^\circ$ はアンパン型の軸対称変形を与える。その中間が非軸対称である。原子核がこれらの形のどれを取るかは、核の内部エネルギーの $\beta$ と $\gamma$ に対する依存性によって決る。 $\gamma$ -不安定というのはその内部エネルギーが変数 $\gamma$ の変化に対して僅かしか変わらず、安定な平衡変形が期待できないことは勿論、動的な変形すなわち振動も強い非調和振動となる。このように軸対称からのずれに関する集団運動モードに対して、 $\gamma$ 変形または $\gamma$ 振動という呼びかたをする。これまでのことは巨視的模型での描像であるが、殻模型を基礎とした相互作用ボソン模型(IBM)では、 $\gamma$ 不安定はO(6)対称性を持った系として表現される。A~170の領域で、HfやWのように安定な軸対称変形を持つ偶偶核では内部エネルギーに $\gamma=0^\circ$ 附近のところでやや深い極小値があり、近似的に調和振動をしながら核全体として回転すると考えられる一連の励起状態がある。これを $\gamma$ バンドと呼ぶ。そして $\gamma$ バンドから基底回転バンドへの電磁遷移は理論的には電気四重極遷移(E2)で磁気双極子遷移(M1)は禁止され、この事は実験的にも確かめられている。

これに対してA~130の領域で、Xe, Ba, Ceの偶偶核にも $\gamma$ バンドと見なせる状態があるが、励起準位にHfやWには無い不規則性があるので、準 $\gamma$ バンドと言われていた。最近 $^{124}\text{Ba}$ に於いて準 $\gamma$ バンドの $4^+_{\frac{1}{2}}$ 状態から基底回転バンドの $4^+_{\frac{1}{2}}$ 状態への遷移に、異常に強いM1の混合があることが見出された。これは巨視的模型では説明できないが、最近発展した中性子ボソンと陽子ボソンを区別す

る IBM-2 模型では、M1 の増強や M1 強度のボソン数依存性を予言する事が出来る。

著者はこれを検証するために、 $^{126}\text{Ba}$ 、 $^{128}\text{Ba}$  および  $^{132}\text{Ce}$  について精密な実験を行なった。すなわち加速器センターに於いて重イオン核反応によりこれらの核を生成し、そこから放射される  $\gamma$  線の角度分布と直線偏光を測定して、準  $\gamma$  バンドから基底状態回転バンドへの電磁遷移の E2/M1 の混合比を曖昧さ無く求めた。このデータと他の実験データと合わせてその系統性を調べ、次の結論を得た。すなわち、

- 1) Ba のアイソトープでは中性子数の減少と共に M1 強度の占める割合が減少する。
- 2) 原子番号が二つ少ない Xe のアイソトープでも同じ現象が観測される。
- 3) IBM-2 理論は定性的に M1 の減少を再現するが、その絶対値を約 20% 過大評価する。
- 4)  $^{132}\text{Xe}$ 、 $^{126}\text{Ba}$ 、 $^{132}\text{Ce}$  に於ける  $3^+_{\text{r}} \rightarrow 2^+_{\text{r}}$ 、 $3^+_{\text{r}} \rightarrow 2^+_{\text{g}}$  および  $4^+_{\text{r}} \rightarrow 4^+_{\text{g}}$  遷移の M1 強度の割合は、Xe, Ba, Ce の順に減少する。これも IBM-2 理論と定性的に一致する。

この研究に加えて、著者は未だ準  $\gamma$  バンドの実験データが不十分である Ce の軽いアイソトープのうち、 $^{128}\text{Ce}$  についても実験を行い、この原子核に於ける準  $r$  バンドから基底回転バンドへの電磁遷移に於ける M1 遷移も IBM-2 理論によって説明し得ることを初めて明らかにした。さらに著者は、これらの M1 遷移のデータから IBM ハミルトニアンに於ける中性子-陽子対称項の強度、並びに M1 遷移演算子の有効  $g$ -因子の大きさを見積もることができる事を示唆した。

## 審 査 の 要 旨

軸対称からのずれに関する集団運動モード、すなわち  $\gamma$  変形または  $\gamma$  振動は、原子核の高速回転に伴う軸対称変形の破れと関係して、最近新たな研究課題となっている。特に著者が研究対象とした  $\gamma$  不安定核は、原子核が球形から安定な軸対称変形に移行する中間に位置しており、著者が実験で求めた E2/M1 混合比は従来の巨視的模型に基づく理論では説明できなかった。著者は IBM 模型理論に対する検証を示し、今までの理論には無かった中性子と陽子の集団運動をそれぞれ区別して考慮する必要性を示唆した点は、今後の原子核構造に於ける IBM 理論への大きな貢献であり、高く評価することができる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。