

氏名(本籍)	はやかわ たけひと 早川 岳人 (埼玉県)
学位の種類	博士 (物理学)
学位記番号	博甲第 1,359 号
学位授与年月日	平成 7 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審査研究科	物理学研究科
学位論文題目	Signature inversion of ^{124}La and ^{128}La (^{124}La と ^{128}La における指標逆転現象)
主査	筑波大学教授 理学博士 吉野 興平
副査	筑波大学助教授 理学博士 田岸 義宏
副査	筑波大学助教授 理学博士 青木 保夫
副査	筑波大学講師 理学博士 宇根 司
副査	千葉大学教授 理学博士 草刈 英栄

論 文 の 要 旨

本論文の目的は、陽子および中性子が共に奇数である原子核（奇奇核）の回転スペクトルを観測し、そこに現れる奇奇核に特有な指標分離または指標逆転現象に対する系統性を実験データとして確立することである。

指標とは原子核を支配するハミルトニアン of 回転不変性に伴う量子数である。簡単な場合として原子核内の陽子・中性子の密度分布が軸対称回転楕円体のとき、それを対称軸に垂直な軸の周りに 180° 回転しても原子核の状態は不変でなければならない。量子力学に於いてこの不変性は原子核の量子状態を記述する波動関数に反映され、波動関数は上の回転に対して位相を除き不変でなければならない。

励起状態にある原子核から放射されるガンマ線を観測すると、分子の場合と同様に、原子核の回転スペクトルが観測される。これは一定の規則を持つ一群の線のスペクトルで、個々のスペクトル線は定まった量子状態に対応する。これらの量子状態は、原子核の全角運動量 I と空間反転対称性に関連するパリティ π によって指定される。軸対称変形を持つ奇奇核の場合、上に記した 180° 回転に対する不変性を満たすために、角運動量 I が偶数であるか奇数であるかにしたがって $\alpha = 0$ または $\alpha = 1$ という指標量子数が付与される。すなわち原子核の回転スペクトルは π と α を用いてさらに詳しく分類することができる。さらに原子核の内部構造によって、上の二つの指標のうち一方の指標を持つスペクトルが他方に比べて、ある特定の I を境にしてその励起エネルギーが低くなることがある。大きな I を持つ状態に対して良い近似であるクラッキング模型理論によれば、高い内部角運動量 j の陽子と中

性子和を一個づつ含む奇奇核では、 $\alpha = 1$ すなわち I が奇数の状態群の方が常にエネルギーが低い筈であるが、奇奇核ではこの関係が小さい I に対して逆になることがある。これが“指標逆転”と呼ばれる現象であり、陽子や中性子が占有する原子核内部の軌道に依存すると考えられるが、質量数 $A \sim 130$ 領域の原子核については実験データが極めて乏しく、特に La アイソトープに於ける回転状態の角運動量の実験的決定が重要視されていた。

そこで著者は、まず実験データの系統性を拡張するという観点から、回転スペクトルがまったく報告されていない奇奇核 ^{124}La (陽子数 $Z=57$, 中性子数 $N=67$) の回転スペクトルを観測し、指標逆転を確認した。ただし、著しい実験的困難のために角運動量の絶対値は決定はできず、指標逆転が小さな I に対して起こるのか、大きな I のときに起こるのかは決定されていない。続いて ^{128}La (陽子数 $Z=57$, 中性子数 $N=71$) の回転状態の角運動量を実験的に決定した。その結果、 ^{128}La の指標逆転は既に知られている ^{124}Cs および ^{126}Cs の場合と同様に、小さな I に対して起こることを確かめた。この実験結果は粒子・回転子結合理論による計算と比較され、指標逆転という点では理論と実験が一致するが、定量的一致は不十分である事を結論している。

審 査 の 要 旨

近年、原子核の回転スペクトルの観測技術が著しく進歩し、原子核を構成する陽子と中性子が全体として回転する集団回転と、原子核内での陽子または中性子の独立粒子運動との結合様式が詳しく研究されるようになった。特に大きな角運動量を持つ状態の研究が世界各地で活発に行われている。しかしながら、原子核構造を理解する上でまず第一歩となる角運動量の実験的決定は、幾つかの異なる実験や時間のかかる複雑な実験を必要とするので、近隣の原子核との比較や理論による推定で済ませていることも多い。著者が研究した La のアイソトープでも、以前は角運動量を理論から推定していたために指標逆転の系統性の理解は著しく困難であった。

本論文に於いて著者は目的の La アイソトープ生成に数種の核反応を利用し、核反応から放射される γ 線の注意深い比較分析や中性子・荷重粒子と γ 線の同時計測により、曖昧さの非常に少ない測定を行って ^{124}La および ^{128}La の回転スペクトルを同定した。さらに ^{128}La については β -崩壊、それに続く娘核の γ -崩壊に於ける γ - γ 角度相関など、理論的にも実験的にも十分に確立された方法により、 ^{128}La に於ける回転スペクトルに付随する角運動量を決定した。著者の研究によって一層鮮明になった La の奇奇核の於ける指標逆転の中性子数依存性、並びに ^{128}La に於ける角運動量の決定は、今後の指標逆転現象の理解および原子核構造理論の発展にとって堅固な基礎となるものである。本論文は実験データそのものに既に十分な価値があり、学界への貢献度も高く、博士論文に値するものと言える。

よって、著者は博士（物理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。