

## ガンマ線直線偏光測定による奇奇核の斜軸回転モードの研究

著者	小松原 哲郎
著者別名	Komatsubara Tetsuro
発行年	2000
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/451">http://hdl.handle.net/2241/451</a>

## はしがき

真空中を浮遊する物体の回転運動には、複雑な動きをする場合がある。運動を記述する上で重要な主軸は3つあり、剛体の慣性モーメントが最も大きくなる軸と、最も小さくなる軸、そしてこれらと直交するもう一つの軸である。剛体の自由な回転運動がこの第3番目の軸の近傍で始まると、回転軸がゆらぐ運動が発生する。この様な一見不安定な回転運動の例として体操競技の「月面宙返り」があげられる。また、宇宙飛行士の毛利衛さんがスペースシャトル内で見せてくれた様に回転軸が突然上下逆にひっくりかえる回転もこの一例である。

一方、原子核の高スピン状態は、原子核全体が集団回転している量子状態である。量子力学的な回転運動にも、古典的な回転と同様な現象が現れるであろうか？

原子核は多数の陽子と中性子から構成される量子有限多体系であるが、この陽子数と中性子数が両方とも奇数の原子核は「奇奇核」と呼ばれる。陽子も中性子もそれぞれ2個ずつ対を作って互いの回転運動を打ち消し合う様に組みを作るので、対を作れなかった奇数番目の陽子と奇数番目の中性子が原子核構造の特徴を担う。さらに、原子核全体の集団回転がこれに結合して回転準位構造を形成し、複雑な原子核構造となる場合が多い。

これまで、この奇奇核の原子核はその構造が複雑である理由から理論的にも実験的にも敬遠される傾向にあった。奇奇核では、基底状態付近に多数の励起準位が存在する。この準位間隔は100 keV以下になる場合もあり、また、原子核によっては基底状態付近にガンマ線遷移で結ばれていない低スピン状態と高スピン状態が共存する例もある。

さらに、この奇奇核の高スピン回転準位では原子核の集団回転と陽子と中性子の独立粒子運動が結合して「斜軸回転運動」ともいわれているが、その真偽は解明されていない。

この様に、奇奇核の原子核構造は複雑であるが、最近のガンマ線分光の測定技術の飛躍的な進展により徐々に実験結果が報告されつつある。また、最近、我々の研究により「指標逆転現象」という奇奇核に特有の構造が系統的に見出され注目されるようになってきた。しかし、いまだにこの奇奇核の複雑な量子有限多体系を説き明かす鍵は見いだされていない。

「奇奇怪怪」とは、「奇怪」という言葉を強調した言い方で、非常に怪しく不思議なさまの事をいう。「奇奇核」の名称は奇奇怪怪に由来する訳ではない。しかし、奇奇核は未だに難解な原子核である。

# ガンマ線直線偏光測定による 奇奇核の斜軸回転モードの研究

## 概要

奇数個の陽子と奇数個の中性子から構成される奇奇核は一般に構造が複雑である。励起準位間のガンマ線遷移は 100 keV 以下の低エネルギーである場合もあり、また、これらの準位のスピンとパリティを測定する事は原子核構造の研究の上で最も重要な測定のひとつである。そこで、この奇奇核に予想される低エネルギーガンマ線の電磁的多重度を測定する為に、5分割セグメント型ゲルマニウム検出器によるガンマ線直線偏光測定器を開発した。

5分割セグメント型ゲルマニウム検出器は既存のガンマ線検出装置「クリスタルボール」の組み込んで使用し得る様に設計した。標準線源ならびにインビーム分光実験を行い直線偏光のテスト実験を行った。

また、セグメント型には他にも様々な形状が考えられ、モンテカルロ計算による模擬計算を行った。その結果、4分割セグメント型の直線偏光検出感度は、2～3倍程度良いと推定される。

これまでの我々の実験と他のグループの報告を比較すると、セシウムアイソトープの奇奇核の原子核構造は系統的に不自然な点があった。これを確認する為に追試実験として  $^{120}\text{Cs}$  と  $^{122}\text{Cs}$  の原子核構造を調べた。その結果、これまでの報告にほぼ一致する構造が確認された。即ち、奇奇核セシウムアイソトープは中性子の変化に対し不連続に変化する箇所がある事が確認された。

## 研究組織

研究代表者 : 小松原哲郎 (筑波大学物理学系・講師)  
研究分担者 : 古野興平 (筑波大学物理学系・教授)  
" : 橋本幸男 (筑波大学物理学系・講師)  
" : 静間俊行 (日本原子力研究所・研究員)

## 研究経費

平成9年度	7.600	千円
平成10年度	600	千円
平成11年度	500	千円
計	8.700	千円

## 研究発表

### (1) 学会誌等

- 1) T.Komatsubara, H. Ishiyama, T. Shizuma and K. Furuno  
Development of gamma-ray linear polarimeter  
Tandem Accelerator Center University of Tsukuba. Annual Report 1997  
UTTAC-66 p.9-12(1998)
- 2) T.Komatsubara, T.Shizuma, K.Furuno  
Systematic Study of Odd-Odd Nuclei in Mass 130 Region  
Contribution paper in Nuclear Structure '98, Gatlinburg  
p.62 (1998)
- 3) T.Shizuma, K.Matsuura, T.Jumatsu, K.Hata, Y.Sasaki, H.Ishiyama, M.Kato,  
K.Uchiyama, T.Komatsubara, K.Furuno, T.Hayakawa  
Crossings of the g-, s- and t-bands in  $^{184}\text{Os}$   
Physics Letters  
B 442, pp. 53-58. (1998)
- 4) Y.H.Zhang, T.Hayakawa, M.Oshima, J.Katakura, Y.Hatsukawa, M.Matsuda,  
H.Kusakari, M.Sugawara, T.Komatsubara  
Rotational Bands in Odd-Odd  $^{180}\text{Ir}$   
European Physical Journal A 5, 345-349 (1999)
- 5) K. Furuno, M. Oshima, T. Komatsubara, K. Furutaka, T. Hayakawa, M. Kidera,  
Y. Hatsukawa, M. Matsuda, S. Mitarai, T. Shizuma, T. Saitoh, N. Hashimoto,  
H. Kusakari, M. Sugawara, T. Morikawa  
A gamma-ray detector array for joint spectroscopy experiments at the JAERI  
tandem-booster facility  
Nuclear Instruments and Methods  
A 421, pp.211-226. (1999)
- 6) T.Komatsubara, H. Ishiyama, T. Shizuma and K. Furuno  
Test experiments of gamma-ray linear polarimeter  
Tandem Accelerator Center University of Tsukuba. Annual Report 1998  
UTTAC-67 p.62-64(1999)

# 目次

はしがき  
概要

1. 序論	1
1. 1. 研究の目的と方法	1
1. 2. 研究の特色	2
2. ガンマ線直線偏光検出器の開発	3
2. 1. 直線偏光の測定原理	3
2. 1. 1. ガンマ線の直線偏光	3
2. 1. 2. コンプトン散乱による直線偏光測定の原理	6
2. 2. 5分割セグメント型ゲルマニウム検出器	11
2. 2. 1. 検出器の形状	11
2. 2. 2. 直線偏光検出用の回路系	14
2. 3. モンテカルロ計算による模擬計算	19
3. 5分割セグメント型検出器の校正実験	21
3. 1. 校正用線源による測定	21
3. 1. 1. $^{60}\text{Co}$ ガンマ線相関実験	24
3. 2. インビーム実験	31
3. 2. 1. $^{127}\text{Ba}$ インビーム実験	32
3. 2. 2. $^{178}\text{W}$ インビーム実験	37
4. 直線偏光検出器の形状の比較	41
5. 奇奇核の原子核構造	45
5. 1. $^{120}\text{Cs}$ の励起準位構造	45
5. 2. $^{122}\text{Cs}$ の励起準位構造	46
6. まとめ	49
7. 今後について	50
8. 発表論文(代表3編)	51
9. 謝辞	59
10. 参考文献	60