

# 重い原子核でのシップモーメントの理論値

## Calculated Schiff Moments in Heavy Nuclei

プロジェクト代表者：吉永尚孝（理学部・教授）

Naotaka Yoshinaga (Faculty of Science, Professor)

### 1 研究概要

現在、中性子の電気双極子モーメント(EDM)はまだ見つかっていないが、その値に対する上限は素粒子物理の理論に対して重要な影響を与えてきた。現在、さらに詳しい実験が行われているが、いまのところEDMの確定値は得られておらず、上限値が得られているにすぎない。基本粒子がEDMを持つことは、時間反転対称性Tの破れを意味する。素粒子の標準模型(ワインバーグ・サラム模型)では、測定不可能なほど小さなEDMを予言する。原子核が大きさを持ち変形しており、電荷と双極子モーメントの密度分布が異なっていれば、原子核はシップモーメントと呼ばれるモーメントを通じ、原子に双極子モーメントを生み出させることになる。すなわち、原子核のシップモーメントが大きければ、それだけ大きな原子の双極子モーメントが期待できることになる。原子核のシップモーメントは、原子核が点状粒子から大きくずれている場合、すなわち重い原子核や、四重極変形をしている場合には、そうでない場合に比べ非常に大きくなると期待されている。また、八重極変形をしている場合には効果は数千倍にもなると考えられている。

このプロジェクトでは理論的に重い原子核の波動関数を系統的に計算し、電気双極子モーメントがどの原子で大きくなるかを予言しようとするものである。現在、シップモーメントに対して、理論的予言がほとんどなされていないため、実験では  $^{199}\text{Hg}$  や  $^{129}\text{Xe}$  などの限られた原子核でしか実験が行われていないが、理論的予言が行われれば、どの原子について実験を行うべきかの示唆を与えることが可能になると考えている。

### 2 研究結果

本研究では、まず  $^{129}\text{Xe}$  を含む系統的な殻模型計算を行い、精度の良い波動関数を得ることに成功した。この計算では相互作用は時間反転対称性を破らないことを仮定した。計算は、原子核の殻模型を用い、相互作用は対相互作用と四重極相互作用を用いた。まず、最初に質量数130領域の、偶々核について相互作用の強さを変化させながら、最適な相互作用を決定した。その相互作用を用い、奇核の波動関数を計算した。図は  $^{129}\text{Xe}$ ,  $^{131}\text{Xe}$ ,  $^{133}\text{Xe}$  の計算されたエネルギースペクトルと実験値を示す。この結果からわかるように本計算では正parityの状態は非常によく再現されているが、負parityの状態については今後の改良の余地があることがわかる。

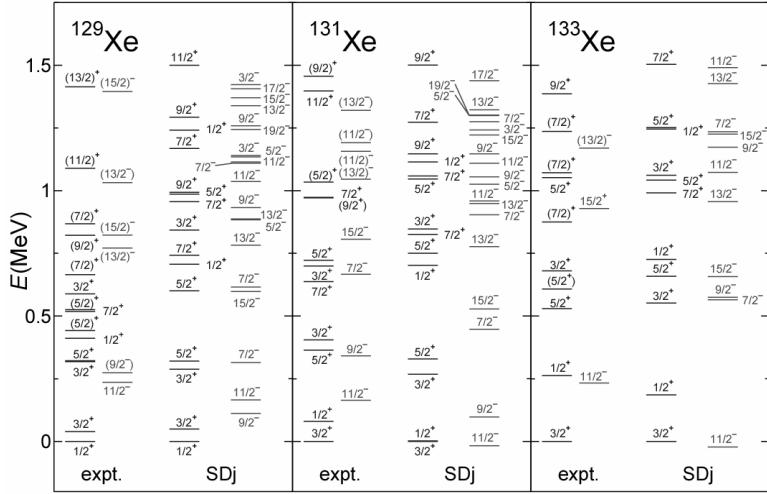


図  $^{129}\text{Xe}$ ,  $^{131}\text{Xe}$ ,  $^{133}\text{Xe}$  のエネルギーレベル。それぞれの図の左側が実験値、右側が理論値。

以上の波動関数を用い、今後パリティを破る相互作用を導入したときに、シップモーメントを摂動論で計算し、

1. 現在の実験値を説明するためには、パリティを破る相互作用をどれだけ必要とするか、
  2. 特にどの原子核でシップモーメントが大きくなるか、
- についての理論的予言を今後の研究で与えたいと考える。

### 3まとめ

今回の研究では、原子核の波動関数をいかに精度よく理論計算して決定するということに尽力したが、今後はこの波動関数を用い、実際にシップモーメントの計算に着手して行く予定である。

### 4参考文献

1. *New band mechanism of doubly-odd nuclei around mass 130*  
K. Higashiyama, N. Yoshinaga, and K. Tanabe  
Phys. Rev. C 72, 024315 (2005)
2. *Backbending phenomena in  $^{132,134,136}\text{Ce}$  with a pair-truncated shell model*  
T. Takahashi, N. Yoshinaga, and K. Higashiyama  
Phys. Rev. C 71, 014305 (2005)
3. *Systematic studies of nuclei around mass 130 in the pair-truncated shell model*  
N. Yoshinaga and K. Higashiyama  
Phys. Rev. C 69, 054309 (2004)