

# 新奇な形状を持った原子核の探求

一般科目 小笠原弘道

専門分野: 理論物理学(原子核)

キーワード: エキゾチック変形、高速回転、ソフト振動モード、微視的機構

## 分野の概要

原子核は原子の中心にあり、陽子と中性子が数個～数百個ほど集まってできた非常に小さな物質です。この原子核は、たった2種類の粒子からできていますが、その性質は驚くほど多様な側面を持っています。超伝導性や磁性といった固体に見られる多様な物性は原子核にも見られます。また、固体などの構成要素が無数と見なせるほど多い系と比較して少数の構成要素からなる系(有限系)ですから、表面の存在が全体の性質に強く寄与するメソスコピック系としての側面もあり、原子核の形状にもさまざまなものがあります。さらに、構成要素である陽子と中性子の比率によっても原子核の性質が変わり、近年、陽子と中性子の比率が自然界に存在するものからかけ離れた不安定核を人工的に作って実験することができるようになり、極限的な状態での原子核の性質についても研究がなされています。

また、これらのうちのいくつかの性質が組み合わせたり競合したりすることで、より多様な原子核の性質が発現します。

## 研究テーマの概要

本研究の目的は、原子核のこれまでに見つかっていない新奇な形状(**エキゾチック変形**)の状態が存在する可能性を、計算機も用いて理論的に予言することですが、特に原子核が**高速回転**した場合に**エキゾチック変形**状態が現れる可能性に着目します。考えられる**エキゾチック変形**として、バナナのように屈曲した形状や四面体のような形状が挙げられます。

また、この研究では**エキゾチック変形**状態が存在する可能性の予言に加えて、そのような状態に転移するメカニズム(機構)を構成要素である陽子と中性子の自由度から(微視的に)説明すること、すなわち**エキゾチック変形**状態が現れる**微視的機構**の予言、も目的としています。

このように、原子核がエキゾチック変形状態に転移する可能性をその微視的機構まで含めて予言するために、具体的には、特定の性質を持った振動モードに着目し、原子核が回転したときにその振動モードの性質がどのように変化するかを調べます。これは、振動モードがエキゾチック変形状態へ転移する前兆(前駆現象)になっている可能性があり、この性質がどのように変化して原子核がエキゾチック変形状態に転移するかを調べることで、その転移の機構を解明することにつながるからです。このように、状態が転移する際の前駆現象になる振動モードをソフト振動モードと言います。

## 研究の内容

近年の実験で、 $^{40}\text{Ca}$  やその周辺の原子核に、**超変形状態**と呼ばれる、軸の長さの比が1 : 2程度のレモン形の状態や、それらがいろいろな速さで回転した状態である、**超変形回転バンド**が見つかっています。これらの回転バンドにおいて、

- ・振動モードが励起するのか
  - ・励起するとすればそれは回転の速度によってどのように性質が変わるのか
  - ・その振動モードが**ソフト振動モード**となって原子核が**エキゾチック変形**状態に転移するのか
- といったことを調べるのが、この研究の目的です。

これまでの研究の結果、 $^{40}\text{Ca}$  の超変形回転バンドについては、振動モードの存在が予言され、回転の速度が増大するにつれて**ソフト振動モード**の性質が顕著になり、**エキゾチック変形**状態に転移する可能性が示唆されています。また、回転の速度の増大に伴う原子核の構造の変化も分析し、**エキゾチック変形**状態へ転移する**微視的機構**も提唱しています。

連絡先 e-mail: ogasawar@akashi.ac.jp

所属学会: 日本物理学会