

f 電子系の相転移：多重極モーメント、対称性、揺らぎ

首都大 理工系 椎名亮輔

f 電子系の物性研究は、70 年代後半の異方的超伝導の発見を端緒として、強相関電子系における中心課題として今日まで大きな発展を遂げてきた。現時点で振り返ると、初期の焦点であった重い電子状態を始めとするいくつかの新現象の普遍的あるいは定性的な側面についての理解はほぼ一段落したと思う。その一方、特に 90 年以降の潮流は、f 電子系の秩序相の複雑さや奥深さの再認識に基づいて、典型物質を具体的かつ詳細に調べることに進んできた。こうした f 電子系の定量的理解への前進によって、各物質の複雑さの中に潜む新たな普遍性の存在が徐々に明らかになってきている。

f 電子系の秩序相への関心を高める直接の契機となったのは、謎めいた相転移の問題である。f 電子系では、熱力学量に明確な特異点が現れるものの、従来の手法では主要な秩序変数を決めることが困難な相転移がしばしば見出されてきた。これらは一筋縄でない f 電子秩序の典型として活発に研究が進められたが、その鍵になると考えられたのが、f 電子がもつ磁性以外の自由度、多重極モーメントであった。実際、多重極の存在自体は古くから漠然と意識されてはいたが、実験と理論の両面で深く精密な研究が行われたのはほんのここ 10 年ほどの間である。この意味で多重極研究は、最近物性研究の表舞台に現れた古くて新しい分野であると言えよう。

本講演では、現実の f 電子系化合物で見られる異常な相転移や秩序状態を理解するうえで鍵となるポイント、特に結晶場状態と多重極モーメントについて基礎的な段階から解説する。以下の内容を予定している。

- 1) 結晶の対称性と群論
- 2) 局在 f 電子系の秩序変数 -多重極モーメント-
- 3) 強い結晶場中の多重極秩序 -Ce- Γ_8 系を例として-
- 4) 揺らぎとダイナミクス
- 5) スクッテルダイトにおける多重極秩序

前半では、主に群論の一般的な枠組みやその相転移の理論との関係、それらに基づく多重極モーメントの分類などについて説明する。後半では、いくつかの典型物質における実験結果の問題点を示し、それが多重極相互作用の解析を通じてどのように理解されてきたかを紹介する。