

## 見えない秩序を探索する

世の中がかくも多様なのは、秩序をともなう相転移のおかげである。磁石が鉄に引き寄せられるのも、超伝導体が磁石の上で浮くのも、相転移という電子たちの協力現象があつてのことである。さらに秩序相にある物質では、その秩序の特性を反映して、電磁気学などの「物理法則」がいろいろと書き換わる。その意味で、新しい秩序相を見つければ、そこには新しい「物理法則」が宿るといえる。

磁石は電子のスピンのように一様に整列した強磁性状態で、古代ギリシア人もその性質を容易に知ることができた。一方、スピンの交替的に並ぶ反強磁性の秩序は、帯磁率や比熱などの熱力学量の異常として間接的にわかるものの、それだけでは反強磁性の整列を確認したわけではない。秩序を「見る」には、秩序と直接結合したプローブが必要である。

通常の磁気秩序では、磁気双極子であるスピンの配列している。しかし、物質内の電子には軌道（電荷分布の形状）の自由度もあり、スピン・軌道相互作用でスピンの結びついた高次の多極子（4極子、8極子、…）を形成する。こうした多極子の配列による秩序も存在し、それらの発現形態によって、多極子秩序、（スピン）ネマティック、ポメラシチュク不安定性、フラックス状態などとよばれている。

これらの秩序とプローブとの結合はたいへん弱く、観測は困難である。実験と理論の両面でのたゆまぬ努力により、

2000年ごろからようやく、共鳴X線散乱、（高角）中性子散乱、核磁気（4重極）共鳴、超音波などの実験手法を駆使して検出できるようになってきた。

「見えない秩序」の発見は新しい「物理法則」の発見と同義であり、それを利用した新しい物性機能の探求にもつながっている。たとえば時空反転対称性を破るトロイダル（アナポール）秩序相では、強い電気磁気効果や非相反光学応答が期待され、応用上重要である。また「見えない」秩序に付随するゆらぎを媒介とした、新種の超伝導の研究も行われている。

今後も「見えない秩序」が次々に発見されるであろうが、そのなかに思いもよらない新しい「物理法則」が見つかるかもしれない。いまから楽しみである。

会誌編集委員会、楠瀬博明（明大理工）

