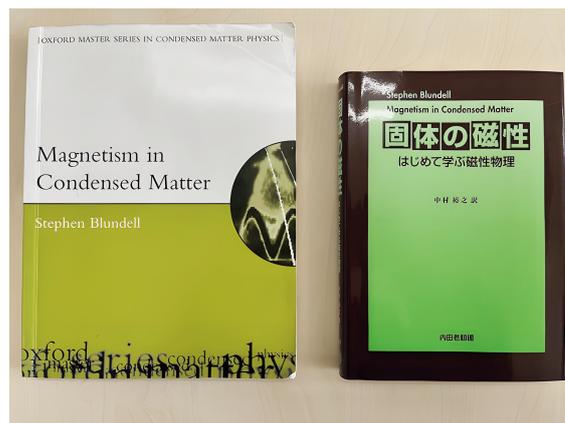




## “Magnetism in Condensed Matter” (Oxford Master Series in Physics)

Stephen Blundell (著)  
OXFORD UNIVERSITY PRESS 2001年

熊本大学 圓谷 貴夫



■日本語版も出版されております(右側).

思い出の教科書として“Magnetism in Condensed Matter”を紹介させていただきたいと思います。この本は Oxford Master Series in Physics シリーズの一巻で、著者はオックスフォード大学の Stephen Blundell 教授です。私は、大学院修士1年生時の「磁性物理学」の授業の指定教科書として出会いました。当時は原著のみが出版されている状況でしたが、2015年に内田老鶴圃から京都大学 中村裕之先生の訳で「固体の磁性 はじめて学ぶ磁性物理」という日本語版が出版されています。

磁性は、超伝導などの量子物理学の分野だけでなく、永久磁石やスピントロニクスなどの材料研究でも重要な役割を果たしています。さらに、セラミックスや誘電体材料における3d 遷移金属を含む結晶場の理解は、構造相転移や磁気秩序の変化などを説明するために欠かせない知識となっています。当時、筆者は第一原理計算手法を用いて高い飽和磁化をもつ窒化鉄  $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$  や  $\text{CrN}$  といった3d 遷移金属窒化物の磁気的秩序の安定性の研究をしていたため、磁性物理学の授業を興味深く聴講していたことを思い出します。

この本の特長は、基本を押さえつつ、多くの磁気的現象について詳しく説明し、必要な内容が過不足なくバランスよく構成されていることです。また、豊富なグラフや図解が掲載されているため、読者は説明を読みながらイメージをもつことができます。さらに章末問題が豊富にあり、解答も記載されているため、研究室の輪講で使っている研究室もあると聞きます。この本は初歩的な内容から最新の磁性研究までがコンパクトにまとまっており、理学系、工学系を問わず磁性を初めて学ぶ人におすすめの一冊です。

第1章では、磁気モーメントの概念とスピンの関連する量子力学(角運動量, スピン角運動量演算子)の復習に焦点を当てています。また、付録には電磁気学、量子力学、統計力学の基礎的な内容が詳細に記載されているため、これらの科目を学部で履修していなかった方でも概念を習得できます。第2章では、磁場中の孤立した原子の磁気モーメントに焦点を当てて展開されています。反磁性という負の磁化率の概念が量子論で理解できること、さらに孤立原子内で、エネルギー準位が最小となるようなスピン角運動量と軌道角運動量

の合成方法(フント則)について学びます。第2章の内容は磁性物理学を学ぶ上で特に重要と認識しています。

第3章は「Environment(環境)」というタイトルで、結晶内の近接原子が作る電場(結晶場)の概念について学びます。遷移金属のd軌道の形状と、酸素などのイオンが八面体配置や四面体配置をした場合の軌道の分裂の仕方の違いが明確に説明されています。さらに、八面体配置が自発的に歪むヤーン・テラー効果のメカニズムについても触れられています。この章では、S. Blundell 先生が精力的に取り組んでいるミュオンスピン回転( $\mu\text{SR}$ )法についても述べています。この測定方法は、分子性結晶などの微小結晶の磁性を調べる強力な測定方法です。私が理化学研究所で特別研究員をしていたとき、イギリスのラザフォード・アップルトン研究所のミュオンスピン回転のビームラインで研究室のメンバーが分子性結晶の $\mu\text{SR}$ 測定を行っていました。比較的大きな結晶に対しては磁気構造を中性子散乱実験で特定できますが、微小結晶に対しては難しく、 $\mu\text{SR}$ がスピン配列の次元性を明らかにする手段として用いられています。

第4章では磁気交換相互作用について、第5章では強磁性、反強磁性、フェリ磁性といった磁気秩序のタイプとその測定方法について解説しています。第6章から第8章では、磁性に関連する様々な現象について、最新の研究事例を交えて説明しています。特に金属、合金の磁性を扱う研究者にとっては、第7章の「金属の磁性」に関する記述が有益だと思います。

最後に個人的なエピソードを一つ。2016年の夏に米国で開かれた分子磁性に関するゴードン会議に参加した際、会場へ向かっていたところ、この本の著者である S. Blundell 先生に突然話しかけられ、戸惑ったことがあります。今思えば、先生は若手研究者との交流を求めて声をかけてくださったのだと思います。当時はその教科書の著者であることを理解していましたが、嬉しさと緊張であまり話せなかったことが少し残念です。再びお会いする機会があれば、もっと話ができればと思っています。

(2024年1月9日受理)[doi:10.2320/materia.63.333]