

まえがき

ギリシアのマグネシア (Magnesia) 地方で産出された鉄を引きつける性質を持つ石 (Fe_3O_4) をギリシア人がマーズネースと称したことに由来する磁性体 (Magnet) とその性質である磁性 (Magnetism) は、古来より人々を魅了してきた。磁性体には金属磁性体や化合物磁性体などさまざまな種類があるが、その中で分子磁性体は、遷移金属錯体や有機ラジカルなどを構成要素とする磁性体である。分子磁性体を研究対象とする分子磁性は、物質合成の技術、磁性理論および計測技術の進歩によって急速に発展してきた分野である。

材料科学の視点に立つと、分子磁性体の構成要素である有機分子は、その多様性や薄膜などの加工性、軽量性などに優れた特色がある。一方、無機物質と有機物質の十字路に位置する金属錯体では、遷移金属イオンや希土類イオンの持つ多彩なスピン状態や配位子の持つ次元性の制御機能を活用し、さまざまな幾何学的構造を持つ低次元磁性体の設計が可能である。集積型金属錯体の合理的合成法が急速に進展してきた現在、スピン空間を自在に制御した低次元磁性体やさまざまなサイズの多核金属錯体が開発され、それに伴って新しい物性理論が生み出されてきた。この中で、単分子磁石としての多核金属錯体は、究極のナノスケール磁気メモリーとして注目され、また量子化された離散準位間の量子トンネリング現象とその制御は量子コンピューティングにおける量子ビットの候補として研究されている。

このような背景のもとで、本書は有機分子から金属錯体にわたるさまざまな分子集合体の磁性について解説したものであり、本書をとおして分子磁性の実践的な解析ができるように心掛けた。磁性の解析では、用いる単位系が重要であるが、現在あらゆる分野において世界的に使用されている単位系は、1960年の国際度量衡総会において採択された国際単位系 (Système International d'Unités : 略称 SI) である。しかしながら、磁性の分野においては、磁化率などの実験値や計算値を文献の値と比べようとするとき、過去の研究の大部分は CGS 単位系であり、SI 単位系と CGS 単位系の換算が必用になる。本書では、

第1章のはじめに、磁性に関するSI単位系とCGS単位系について解説し、その換算に関しては付録Aで解説している。

本書は、全9章と付録で構成されている。まず第1章では、分子磁性の概論を学び、第2章では、有機ラジカル分子の磁氣的性質を具体的な例を紹介しながら学んだ後、有機ラジカルの強磁性やグラファイトの端に発現するスピン分極と強磁性について学ぶ。第3章では、遷移金属錯体の電子状態について配位子場理論に基づいて解説した後、強磁性の分子設計と実際例について学ぶ。なお、配位子場理論の詳細に関しては、付録Bで解説している。第4章では、遷移金属錯体を対象に、さまざまな低次元磁性体の磁化率の振る舞いとその解析について学ぶ。第5章では、スピン空間を制御したさまざまな型の幾何学的スピン構造から発現するスピンフラストレーションとその磁化率の振る舞いについて学ぶ。第6章では、多核錯体の磁性について学んだ後、Mn₁₂核錯体をはじめさまざまな単分子磁石を紹介し、交流磁化率から得られる単分子磁石の上限温度(ブロッキング温度)の解析法について学ぶ。第7章では、温度や光などの外場で基底スピン状態が変化するスピנקロスオーバー錯体とその磁性について学ぶ。第8章では、遷移金属錯体を対象に、温度や光などの外場で低原子価金属イオンから高原子価金属イオンに電荷移動が起こり、その磁性が大きく変化する電荷移動相転移や電荷移動誘起スピン転移、金属イオンと配位子の間で電荷移動が起こる原子価互変異性の現象について学ぶ。第9章では、発展する分子磁性として、最前線のトピックスや将来の展望について解説する。

本書は、学部高学年から大学院生、企業研究者、学際領域の研究者など、分子磁性の入り口に位置する初学者の教科書的な役割を果たすことを目的としているが、そればかりではなく、物性化学や物性物理学の研究者が分子磁性を研究するときの参考書的な役割でもある。本書でとり上げた分子磁性の現象やその解析が、若い学生や研究者の知的好奇心を刺激し、この分野に足を踏み入れるきっかけになれば、著者としてこれ以上の幸いはない。

本書を出版するにあたり，東京大学名誉教授の藤原毅夫先生には，内田老鶴圃刊行の物質・材料テキストシリーズの一環として出版することを薦めて下さり，また責任監修者として貴重なアドバイスを頂いたことに対して感謝申し上げます。また，内田老鶴圃代表取締役の内田学氏および編集担当の方々には，編集作業から出版に至るまでお世話になり，心よりお礼を申し上げます。

2020年8月

小島 憲道