

高田康民

## 超伝導

朝倉書店, 東京, 2019, viii + 411p, 21 × 15 cm, 本体 7,600 円 (朝倉物理学大系 22)

[大学院・専門向]

ISBN 978-4-254-13692-0

酒井志朗 (理研)

本書は、同著者による『多体問題』(朝倉物理学体系 9, 1999 年刊), 『多体問題特論』(同 15, 2009 年刊) に続く固体電子論に関する著作であり, タイトルの通り主題は超伝導である。本書の著を世に出すからには著者独自の観点・世界観の発露が必要という趣旨のことを述べており, 本書でも随所にその意思が感じられる。

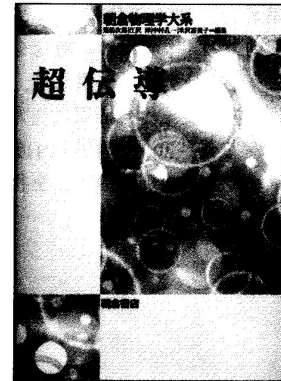
超伝導理論に関する書籍として本書を特徴づけるのは, 現実の超伝導体の「定量的」な記述を目指して理論が展開されている点である。定量的な理論の出発点は原子核と電子から成る多体系の第一原理ハミルトニアンであり, これに立脚して多電子-多原子核状態を高精度に計算することが求められる。そのためには原子核の種類や位置, フォノンモード, あるいは電子軌道・スピンといった様々な自由度を考慮する必要があるが, 本書ではその点が煩雑になり過ぎないように工夫されながらも丁寧に書かれている。これはかなり根気のいる作業であり, 著者の読者への細やかな配慮が感じられる点である。

理論構築における本質的問題は, 電子-フォノン相互作用と電子-電子相互作用の取り扱いである。従来型超伝導体と呼ばれる多くの超伝導体では前者がクーパー対形成の主因であるが, 定量性を担保するためには後者も精度よく取り入れる必要がある。前二巻で

内容は前巻の前書きにおいて既に予告されており, 前二巻のファンにとっては待望の書と言える。また, 前著『多体問題』の前書きで著者は, 多体問題を扱った数多の名著が既にある中で新はこれらの相互作用を取り入れるための電子状態計算の理論手法が詳しく解説されてきた。

本書の第一章もこの観点, 特に電子-フォノン相互作用の記述という観点から, 断熱近似やフォノンの第一原理計算, ポーラロンの物理について詳しい解説がなされている。現実的な多電子-多原子核複合系を扱うには数値計算に頼らざるを得ないが, その計算結果について直感的な理解を得るために, 1 サイト問題や 2 サイト問題, 1 電子系, あるいは断熱極限・反断熱極限といった解析的に議論できる極限的な状況で何が起こるかをまず抑え, その範囲で理解できる振る舞いとそれ以外の振る舞いに分けた丁寧な説明がなされている。

第二章は, 超伝導物性や, 銅酸化物・鉄系超伝導体といった非従来型も含む様々な超伝導物質について主要な実験結果や理論についての概観を与えたあと, 従来型(フォノン媒介)超伝導体の説明に成功した Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) 理論について詳しく記述されている。現代の物性物理学における超伝導研究の概観を得たい読者



はこの章から読み始めるのも一手であろう。著者の深い洞察に基づいて一つの結果が多角的に解説されているため, 既に通じ BCS 理論を学んだ読者にとっても有益な章である。

これら二章及び前二巻を踏まえた第三章は, フォノンのダイナミクスを取り入れたエリアシュバーク理論の解説に始まり, これを超えてより完全な第一原理的(現象論的パラメータを含まない)超伝導理論を構築する試みとその応用例が述べられている。電子相関が弱い従来型超伝導体についてはこの試みは成功しつつあるが, 高温超伝導体を含む強相関超伝導体の記述は未解決のまま残されている。前巻刊行後の 10 年ほどで, 2 次元物質, トポロジカル物質, あるいは高圧下水素化物などの新たな文脈で, 従来型超伝導体の定量的理論の構築は益々重要性を増している。本書は, この理論の汎用・精密化, あるいはこれを超えた強相関超伝導体の理論を研究する大学院生・研究者にとって, 大変学ぶところの多い良書である。

(2019 年 12 月 31 日原稿受付)