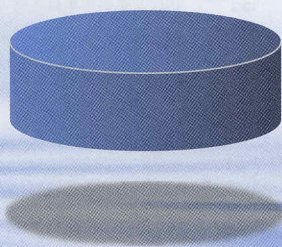


超伝導発見から100年、物質・物性から見た超伝導のすべて。

超伝導 ハンドブック



【編集】

福山 秀敏 秋光 純

現存する超伝導物質を系統的に整理・解説し、今後の広範囲な応用の可能性から、室温超伝導物質発見の期待までを展望した、研究者必携の一冊。

A5判 328頁 定価9,240円(本体8,800円)

ISBN 978-4-254-13102-4 C3042

 朝倉書店

編集者

福山 秀敏 東京理科大学

秋光 純 青山学院大学

執筆者 (五十音順)

秋光 純 青山学院大学

岩佐 義宏 東北大学

上田 寛 東京大学

内田 慎一 東京大学

永崎 洋 産業技術総合研究所

大井 修一 物質・材料研究機構

太田 幸則 千葉大学

小形 正男 東京大学

岡部 博孝 青山学院大学

柏谷 聡 産業技術総合研究所

加藤 雅恒 東北大学

加藤 礼三 理化学研究所

鹿野田一司 東京大学

川島 健司 青山学院大学

北岡 良雄 大阪大学

栗原 進 早稲田大学

黒木 和彦 電気通信大学

小林 晃人 名古屋大学

小林 典男 東北大学

小林 速男 日本大学

佐藤 正俊 名古屋大学

ス波 弘行 前 東京工業大学

清水 克哉 大阪大学

下山 淳一 東京大学

高木 英典 東京大学

高田 康民 東京大学

田口康二郎 理化学研究所

立木 昌 前 東北大学

田仲由喜夫 名古屋大学

田辺 圭一 国際超伝導産業技術研究センター

鄭 国慶 岡山大学

永長 直人 東京大学

西寺 照和 東北大学

春山 純志 青山学院大学

平田 和人 物質・材料研究機構

広井 善二 東京大学

福山 秀敏 東京理科大学

胡 暁 物質・材料研究機構

細野 秀雄 東京工業大学

前川 禎通 東北大学

前田 京剛 東京大学

前野 悦輝 京都大学

三宅 和正 大阪大学

村中 隆弘 青山学院大学

森 初果 東京大学

山地 邦彦 前 産業技術総合研究所

山中 昭司 広島大学

内容目次

1. 超伝導の基礎

- 1.1 金属電子は超伝導寸前にある
- 1.2 超伝導の電子対論理 (BCS理論) のアウトライン
- 1.3 電子対凝縮の検証
- 1.4 物理量に反映する超伝導電子対の構造
- 1.5 磁場中の超伝導体—ギンツブルク-ランダウの理論
- 1.6 電子対を作る力

2. 超伝導物質の物性

- 2.1 分子性結晶
- 2.2 炭素系超伝導体 (フラーレン, CaC₆, CNT)
- 2.3 MgB₂
- 2.4 ドープされた半導体
- 2.5 YNiB₂C₂
- 2.6 BKBO, (Nb, Ta)Se₃, (Pb, Tl)Te
- 2.7 12CaO・7Al₂O₃およびLaOT_MPn
- 2.8 電子ドープ層状窒化物
- 2.9 クラスレート型構造を有する酸化物
- 2.10 銅酸化物
- 2.11 コバルト酸化物の超伝導
- 2.12 パナジウム酸化物およびLi_{1+x}Ti_{2-x}O₄
- 2.13 ルテニウム酸化物
- 2.14 バイロクロア酸化物
- 2.15 重い (f) 電子系

2.16 Li₂ (Pd, Pt)₃B

2.17 接合系

2.18 単一元素高圧誘起

2.19 冷たい原子系

2.20 未確認超伝導物質

3. 超伝導発現機構

- 3.1 電子格子相互作用
- 3.2 電荷・スピンゆらぎ
- 3.3 高温超伝導酸化物のメカニズム
- 3.4 ボルテックマスターの物理

4. 超伝導物質の材料特性

- 4.1 超伝導応用の概念
- 4.2 高温超伝導物質の材料特性
- 4.3 高温超伝導線材開発の現状
- 4.4 超伝導デバイス開発の現状
- 4.5 現状の超伝導材料の課題と新超伝導物質への期待

2. 超伝導物質の物性

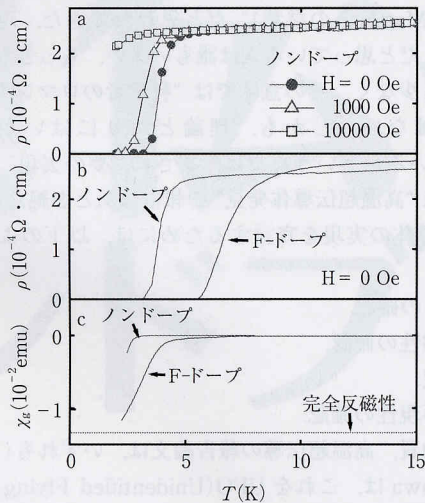


図 2.89 LaOFeP の超伝導性

a : ρ - T 磁場依存性, b : ドープ試料の ρ - T , c : 磁化率温度依存性

づく. 超伝導転移温度はノンドープ LaOFeP: $T_c=3.9$ K, F-ドープ LaOFeP: $T_c=6.9$ K であり, F をドープすることで, T_c は上昇する. 2 K における, ノンドープ LaOFeP の重量磁化率 (χ_g) 温度依存性を図 2.89 に示す. LaOFeP は $T=2$ K, $H<10$ Oe で反磁性磁化率を示した. この大きさから, この反磁性は LaOFeP 相によるマイスナー効果によるものであることがわかる. 2 K におけるノンドープおよび F-ドープ LaOFeP の完全反磁性体積分率は 18% および 91% と見積られる. また, 常伝導状態での磁化率は, わずかな温度依存性を示し, 遍歴電子の寄与であると考えられる^[17].

La サイトを Ce で完全に置換した CeOFeP では図 2.90 に示すように ~ 30 K 付近から温度の減少とともに, 電気抵抗は緩やかに減少するが, LaOFeP と異なり超伝導転移を示さない. この系の遍歴した電子が Ce イオンの持つ磁気モーメントと磁氣的に相互作用をすることで, 超伝導転移が消失していると考えられる. このように, Ln サイトに磁性イオンを入れることで, 超伝導転移が抑制され, T_c は消失, または低下すると考えられる.

図 2.91 に示すように LaONiP は $T_c\sim 3$ K の超伝導体である. また LaOFeP と同様に磁気秩序化を示さない. これに対し, LaOCoP は 43 K 以下で磁気秩序化する遍歴強磁性体である^[10]. このように, La サイトへの置換や T_M の変化により, LaOT_MP は電気的性質のみでなく, 磁氣的性質も大きく変化する.

2.20 未確認超伝導物質

高い温度（できれば室温）で超伝導を示す物質の発見は、長い間の人類の夢であるといっても過言ではない。しかし銅酸化物超伝導体が発見される以前は、これは“単なる Science Fiction (Matthias の言葉)”だと思われてきた。現在では、これを“単なる Science Fiction”だと思っている人は誰もいまい。もっとも、すぐにでも達成できると思っている人も少なく、その意味では“科学者のロマンをそそる課題”であるといっても過言ではない。しかも、理論どおりにはいかない（逆にいえば Serendipity を待っている）という点では、まさに“夢の実現”を待っている分野である。そのため、古来“高温超伝導体発見”の報告はあとを絶たない。

そもそも高温超伝導体の実現を宣言するためには、以下のような条件が必要である。

- (1) 電気抵抗=ゼロの確認。
- (2) マイスナー反磁性の確認。
- (3) 結晶構造の確定。
- (4) 他の人による再現性の確認。

以下の表に載せた物質、高温超伝導の報告論文は、いずれも(1)~(4)の条件をクリアしていない。Kitazawa は、これを UFO (Unidentified Flying Object) にちなんで、USO (Unidentified Superconducting Object) と名づけた。これが“ウソ”と呼ばれるのもある意味での皮肉である。以下執筆者の知っている限りの“USO”の一覧表を示す。条件(3)、(4)に関しては、確認されている物質は一つもないので、表の覧から省いた。この覧には、明らかに誤りだと判明している物から微妙なデータまで玉石混合で並べてある。そのため、ほとんど全部のデータにコメントをつけた。コメントには、執筆担当者の私見も含まれている。

表 2.18 の非銅酸化物系のいくつかは、誘電体媒質中に金属経路ができて、媒質のエキシトン（励起子）を媒介とする引力により超伝導が生じた（Little 超伝導）と考える人もいる。

コメント一覧

読者対象

- 物理系・化学系・金属材料系の学生から研究者・技術者
- 学校図書館(室)、公共図書館

[2009年12月刊]

きりとり線

【お申し込み書】 この申し込み書にご記入のうえ、最寄りの書店にご注文下さい。

超伝導ハンドブック

A5判 328頁 定価9,240円(本体8,800円)
ISBN 978-4-254-13102-4 C3042

冊

取扱書店

●お名前 公費 / 私費

●ご住所(〒) TEL

 朝倉書店

〒162-8707 東京都新宿区新小川町6-29/振替00160-9-8673
電話 03-3260-7631 / FAX 03-3260-0180
http://www.asakura.co.jp eigyo@asakura.co.jp