

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 宮里 卓郎

強相関電子系においては、強磁性・高温超伝導・超巨大磁気抵抗効果など多彩な物理現象が、「電荷・スピン・軌道・格子」の自由度と電子間の様々な相互作用に由来して起こることが知られている。特に相互作用が競合している場合は、画期的な電気・磁気・光機能の発現や巨大応答およびそれらの外場による制御が可能である。さらにこのような強相関電子系は、非対角的に結合した交差相関の電子物性を発現する絶好の環境を作り出している。特に、遍歴強磁性体における異常ホール効果の起源については半世紀以上にもわたり議論がなされているが、いまだ統一的な理解が得られているとは言いがたく、また、最近になってスピнкаイラリティーやバンド構造の詳細に依存した、いわゆるベリー位相機構が提唱されている。本論文は遍歴強磁性体の異常ホール効果と異常ネルンスト効果(熱ホール効果)に注目し、様々な物質においてそれらを系統的に調べその起源を明らかにしようとするものである。

本論文は全6章よりなる。

第1章は「序論」である。ここでは、強相関電子系における交差相関電子物性についてその背景と、何ゆえ強相関電子系なのか、何ゆえ交差相関物性なのか、ということが議論されている。また、異常ホール効果の起源についていまだ統一的な理解が得られていない現状を紹介し、本論文でそれらにある程度の終止符を打つことができたことを述べている。

第2章は「研究背景」である。異常ホール効果に関して初期からの歴史的な経過を踏まえ、どのような機構が実験・理論的に提唱されて現在に至っているかが詳細に述べられている。また、スピнкаイラリティーやベリー位相機構による現象の解釈に対して、それらの説明と最近の発展について述べられている。異常ネルンスト効果に関しては、現在までに報告例が極めて少なくその理解が進んでいないことを指摘し、現象の直感的解釈を試みている。全体として、現在までの研究背景を知るための有用なレビューであり、本論文で明らかにすべきことが簡潔にまとめられている。

第3章は「実験方法」である。本論文で作成した酸化物試料の作成方法や物性測定方法について詳細に述べられている。特に異常ネルンスト効果についてはその測定方法が確立されているとは言いがたく、独自の工夫を加えて試料ホルダーを自作し、微小な信号に対して精度の高い測定を実現するための一連の測定方法が述べられている。

第4章は「異常ホール効果」である。単体金属、酸化物、カルコゲナイドスピネル化合物に対する異常ホール効果の測定結果がまとめられている。これらの物質群を採用することにより、およそ5桁の範囲に渡る電気伝導率に対してその異常ホール効果の振舞を系統的に調べている。各々の物質における異常ホール伝導率の温度依存性は単純ではないが、

基底状態(最低温)における異常ホール伝導率の伝導率依存性に着目し実験結果を簡潔にまとめられている。その結果、dirty(damping)領域、intrinsic 領域、そして clean 領域と、振舞が質的に異なる 3 つの領域に現象を分類し議論している。これらの振舞を最近のベリ一位相機構を取り入れた理論的解釈と比較検討し、その妥当性を結論している。これらの実験結果によって、遍歴強磁性体の異常ホール効果に対して飛躍的な理解がもたらされたと考えられる。

第5章は「異常ネルンスト効果」である。ここでは、異常ネルンスト効果の振舞を Mott の関係式を用いて統一的に理解することができることを指摘している。また、(La, Sr)CoO₃ 結晶において Mott の関係式に基づく詳細な定量的解析を行い、少なくとも dirty な領域においては Mott の関係式がよく成立しており、異常ネルンスト効果が良く理解できることを初めて実験的に示している。

第6章はまとめと今後の展望である。

尚、すべての詳細な実験結果が付録として添付されている。

以上を要するに本論文は、遍歴強磁性体における異常ホール効果と異常ネルンスト効果の物理的起源に関してベリ一位相機構による統一的な理解が可能であることを実験的に示し、それらの現象に対して飛躍的な理解をもたらしたものと考えられる。

これらの点で、本研究は物性物理学、物理工学の進展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。