

論文審査結果の要旨

氏名 朴 成基

本論文は、ペロブスカイト型鉄酸化物 $R_{1-x}Sr_xFeO_3$ ($R=La, Pr, Nd, Sm, Gd$)、およびマグネタイト Fe_3O_4 の単結晶試料をフローティングゾーン (FZ) 法によって作成し、その電子物性を系統的に研究している。特に、良質の単結晶試料を用いることによってより精密な光学スペクトルの測定が可能となり、 $La_{1/3}Sr_{2/3}FeO_3$ での電荷整列に伴う電子状態の変化を光学測定によって明らかにしている。さらに、バンドフィリングおよび1電子バンド幅というパラメーターを制御することによって、電荷整列の転移温度がこれらのパラメーターにどのように依存するかを調べている。

第1章で当研究の背景を説明した後、第2章では、FZ法による単結晶育成、光学測定および電子線回折測定の原理と方法が簡潔に記述されている。第3章では、 $La_{1-x}Sr_xFeO_3$ のバンドフィリングを変化させた場合の電子物性の変化を、電気抵抗等の測定によって調べている。良質の単結晶を用いることによって、 $La_{1/3}Sr_{2/3}FeO_3$ では磁気相転移および電荷整列が同じ温度で生じることを示し、電荷整列によって電気抵抗が急激に変化してヒステリシスを示す様子を観測している。

第4章では、 $La_{1/3}Sr_{2/3}FeO_3$ の電荷整列による電子状態変化を、光学スペクトルの測定と解析によって詳細に調べている。特に、電荷整列温度以下で光学フォノンによる新しい構造が光学スペクトルに出現することを見出し、この構造の出現は電荷整列による (1 1 1) 軸方向の3倍周期出現に由来すると考察している。さらに、この構造の強度は電荷整列温度で急激に増加し、電荷整列転移が1次転移的であることを示している。一方、光学ギャップは電荷整列温度以下で序々に増加し、2次転移的な挙動を示す。これらの観測結果に基づき、光学ギャップは転移温度以下でも序々に成長する磁気秩序によって与えられると推論している。つまり、電荷整列に伴う格子変化は1次転移的であるが、磁気秩序およびバンドギャップの発達は2次転移的挙動を示す。

第5章では、 $R_{1/2}Sr_{2/3}FeO_3$ において R イオンを変えることによって、バンド幅を変化させた場合の電子物性が系統的に調べられている。 R イオンのイオン半径が小さくなるにつれて rhombohedral の歪みが大きくなり、磁気相転移点および電荷整列温度が低温側に移動することを示した。これは、rhombohedral の歪みによってバンド幅が減少すると、酸素 2p 軌道と Fe 3d 軌道との混成が小さくなり、その結果として電荷整列が抑えられることを示唆している。酸素 2p 軌道と Fe 3d 軌道との混成が小さくなれば、酸素 2p 軌道を介した磁気的な相互作用

は減少する。つまり、 $R_{1/2}Sr_{2/3}FeO_3$ の電荷整列においては、電子・格子相互作用だけでなく、電子間クーロン相互作用に由来する磁氣的相互作用が重要であることを当研究は示しており、当研究は電荷・格子・スピンの協力現象の一例として重要な研究である。

本研究は、論文提出者が主体となって単結晶試料の作成、電気抵抗、帯磁率の測定、光学スペクトルの測定および解析、電子線回折測定を行ったものであり、論文提出者の寄与は十分である。

本論文は、ペロブスカイト型鉄酸化物の電荷整列とそれに伴う電子状態の変化を明らかにしており、遷移金属酸化物に広く見られる電荷整列現象の理解に重要な貢献をしており、論文提出者に博士（理学）の学位を授与できることを認める。