HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Charge Stripe in FeTe [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	河島, 佑樹
Citation	北海道大学. 博士(工学) 甲第11874号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/58688
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Yuki_Kawashima_abstract.pdf (論文内容の要旨)

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（工学）　　氏名　河島 佑樹

学　位　論　文　題　名

Charge Stripe in FeTe
(鉄テルルにおける電荷ストライプの研究)

自然界には、様々なストライプ (縞) 配列構造が存在する。それらのほとんどは、ストライプの構成要素間の相互作用が異方的であることに由来する。果たして、等方的な相互作用のみで系の対称性を低下させストライプ構造を形成できるのだろうか。本研究では、2 次元的異方性すなわち面内等方性を持つ電子系において、この疑問に答えるべく電荷ストライプ構造の探索を行った。そこで、電子間のクーロン相互作用が適度に働く強相関電子系として鉄系超伝導物質群に着目した。この系の非超伝導相は、磁性相でありながら電子の遍歴性が高いうえ電子系に対する結晶格子の影響が少ないという特徴を持つことから、電子間のクーロン相互作用を研究するのに適した系である。鉄系超伝導物質群の中でも最も単純な結晶構造を持つ FeX(X: カルコゲン) に着目し、非超伝導物質の FeTe を対象とした。走査トンネル顕微鏡 (STM) による微視的な電荷分布の実空間観察と二色ポンププローブ反射率測定による過渡的電子応答の観測から電子状態を明らかにした。

第 1 章では本研究の背景と目的について述べた。現在までに観測されている電荷ストライプを持つ物質である強相関電子系の有機導体とモット絶縁体における電荷ストライプの成因について言及した。これらとの比較から、鉄系超伝導物質群が新たな強相関電子系と見なせることを示し、この電子構造を調べることの重要性を述べた。これまでにわかっている鉄系超伝導体の磁気秩序であるスピン密度波とその基本的発現機構についてもここで述べた。

第 2 章では本研究に用いた FeTe 単結晶の作成と組成評価、実験方法の基本原理について述べた。基礎的な電子物性である磁化率と抵抗率の測定方法、STM と二色ポンププローブ反射率測定の基本原理と本研究で用いた測定装置について述べた。

第 3 章では基礎的な電子物性測定と STM、二色ポンププローブ反射率測定の実験結果について述べた。電気抵抗率と磁化率の温度依存性から、SDW 転移とその転移温度が 58 K であることがわかった。さらに STM 測定によって FeTe では SDW 状態である 8 K において電荷ストライプ構造を持つことを見出した。また、STM 像の詳細な解析によってこの電荷ストライプが鉄の非等価なサイトが二つできているために起こっているということがわかった。さらに、8 K においてトンネルスペクトルを測定し、観測されたギャップ構造が SDW ギャップであること、さらにギャップの大きさが SDW 転移温度から期待される値と一致することを示した。この電荷ストライプは 80 K の測定によって高温において消失していることがわかった。80 K において鉄は結晶構造的にも電子構造的にも等方的な正方形の面を作っている。鉄系超伝導体では SDW 転移と同時に構造相転移を起こすことがわかっている。この構造相転移によって正方形な面の鉄は対称性を落とし長方形な面になることがわかっている。この対称性の低下に伴って電荷ストライプも形成されたと考察し、その形成を見るために二色ポンププローブ反射率測定による偏光に対する異方性の温度依存性を測定した。二色ポンププローブ測定では SDW に対応する反射率変化の温度依存性と SDW 転移温度 60 K 以上で反射率の偏光依存性が出始めることを観測した。反射率の偏光依存性が出始める

温度は 75 K であり、SDW 転移温度よりも十分に高いために反射率の偏光依存性は SDW や構造相転移とは別の原因によって起こっているということがわかった。これまで発見されてきた電荷ストライプ構造はモット絶縁体、有機導体のいずれも格子変位を伴う電荷ストライプである。本研究で見出された電荷ストライプは構造相転移温度よりも高い温度で電荷ストライプが起こり始めるのでモット絶縁体や有機導体とは異なるメカニズムによって起こった電荷ストライプである可能性が高い。鉄系超伝導体における電荷ストライプは、格子変位を伴わず長距離クーロン相互作用だけによることが示された。

第 4 章では、本論文の研究成果を総括した。

以上、STM 測定と二色ポンププローブ反射率測定により、FeTe において電荷ストライプが見出された。この電荷ストライプは他の強相関電子系で報告のある電荷秩序とは異なる成因を持つことが明らかになった。電子間長距離クーロン相互作用が働きながらもより金属に近い物質群で電荷ストライプが見出されたことは、高温超伝導発現などの舞台となる強相関電子系の理解に大きく寄与するものである。