



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Induced charge density wave and superconductivity in Cu-doped TaSe ₃ [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	野村, 温
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13634号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74051
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Atsushi_Nomura_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 野村 温

審査担当者 主 査 教 授 丹田 聡

副 査 教 授 小田 研 (本学大学院理学院)

副 査 教 授 戸田 泰則

学位論文題名

Induced charge density wave and superconductivity in Cu-doped TaSe₃
(Cuドーピングした TaSe₃における誘起された電荷密度波と超伝導)

電荷密度波 (CDW) と超伝導の関係は対角的長距離秩序 (実空間秩序) と非対角的長距離秩序 (運動量空間秩序) の相克という意味で 100 年来の古くて新しい物性物理学上の重要な中心的命題である。これまで遷移金属カルコゲナイド系や層状遷移金属酸化物 (高温) 超伝導体などの低次元物質で調べられてきたが、「(i) 同じ物質内に CDW と超伝導がもともと存在する場合」と「(ii) CDW 物質に超伝導を誘起した場合」でしか調べられて来なかった。CDW と超伝導の関係すなわち対角的秩序と非対角的秩序との関係を本質的に理解するためには、「(iii) 超伝導物質に CDW を誘起した場合」を調べる必要がある。本研究は初めてその研究 (iii) を実験的に行ったものである。

本研究では、遷移金属トリカルコゲナイド MX₃ (M: Nb, Ta; X: S, Se) の一つである TaSe₃ を研究対象物質とした。MX₃ はチェーン構造をもつ、擬一次元導体である。その一次元性から、MX₃ に属するほとんどの物質で (NbSe₃、TaS₃、NbS₃) フェルミ面は平面に近く、ネスティング条件が良いことから転移温度以下で CDW 転移が起こる。一方、TaSe₃ は、他の MX₃ よりも 3 次元であることから CDW 転移を示さず、約 2 K で超伝導転移を示す。本研究では、Cu ドーピングを用いて TaSe₃ に CDW を誘起し、超伝導と誘起した CDW の関係を電気抵抗測定によって調べた。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べた。CDW と超伝導の関係についての研究の現状を説明し、CDW と超伝導の関係を大局的に理解する上で誘起した CDW と超伝導の関係を調べる重要性であることを述べた。

第 2 章では 4.2-280 K の電気抵抗の精密測定の結果と室温での単結晶 X 線回折の結果について述べた。Cu ドーピングした TaSe₃ において、純粋な TaSe₃ には見られない、約 91 K で抵抗の温度微分 (dR/dT) の急激な低下 (ディップ) を発見した。この dR/dT の急激な変化は、相対的な抵抗上昇を伴う状態の急激な変化を示す。また、この dR/dT のディップの形は“ γ ” 形状であり、多くの CDW 物質で見られる CDW 転移による dR/dT のディップと同じ形状であった。さらに、室温での単結晶 X 線回折から、チェーンに垂直な方向の格子定数が Cu ドーピングによって大きくなる傾向にあることが分かった。これらの結果から、Cu ドーピングによって TaSe₃ で CDW が誘起されたことが結論付けられた。

第 3 章では 0.6-4.2 K の抵抗の精密測定の結果について述べた。Cu ドーピングによる超伝導の変化を調べた。その結果、Cu 濃度の高い試料で超伝導の転移温度が下がった領域が現れ、その領域は Cu 濃度が高くなるにつれて拡大することを発見した。この結果から、超伝導が Cu ドーピングによって局所的に抑制されたことが明らかになった。

第4章では、誘起したCDWと超伝導の関係について議論した。実験結果から、CuドーピングしたTaSe₃において、CDWが誘起される一方で、超伝導が抑制されることが示された。したがって、誘起されたCDWと超伝導は競合関係にあることが明らかになった。

さらに、誘起したCDWの短距離秩序性について議論した。CuドーピングしたTaSe₃における超伝導の抑制は局所的であった。また、CDW転移による抵抗異常は極めて小さく、さらに、Cu濃度が大きくなるにつれて抵抗異常のサイズが大きくなるのに対し、抵抗異常の出現温度はCu濃度によらず一定であった。これらの実験結果から、誘起されたCDWは短距離秩序であることが示唆された。

第5章で本研究の結論を述べた。すべての議論から、CuドーピングしたTaSe₃において、誘起された短距離秩序のCDWと超伝導は競合関係にあることが結論付けられた。

本研究で得られた短距離秩序のCDWと超伝導の競合関係は、先行研究でCDW物質に超伝導が誘起された場合に観察された非競合関係と異なる結果であり、短距離秩序のCDWと超伝導の競合関係を理解する上で重要な知見である。よって、筆者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。