



Title	The Origin of an Anomalous Quantum Hall Effect and Magnetic Field-Induced Quantum Oscillations in η -Mo4011
Author(s)	菅, 健一
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46511
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	菅 健 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 19793 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 9 月 30 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	The Origin of an Anomalous Quantum Hall Effect and Magnetic Field-Induced Quantum Oscillations in η - Mo_4O_{11} (η - Mo_4O_{11} における特異な量子ホール効果と磁場誘起量子振動の起源)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 萩原 政幸 (副査) 教 授 大貫 惇睦 東京大学教授 金道 浩一 助教授 杉山 清寛 千葉大学助教授 音 賢一

論 文 内 容 の 要 旨

電荷密度波 (CDW) 物質 η - Mo_4O_{11} はバルク量子ホール効果 (QHE) を示す系として知られており、近年、10 T 以上の低温・強磁場でホール抵抗がホールプラトーを伴って減少するといった特異な QHE (a-QHE) が発見された。この物質系は、2 次元的な伝導層が絶縁層に挟まれた無限積層 2 次元電子系である。また、35 K 以下の第 2 CDW 相では、2 次元的な小さな電子と正孔ポケットのみが残る半金属でもある。当初、この a-QHE は正孔の Fermi 面が磁場によって増大し、占有率が大きくなるという “Field-dependent Fermi surface model” で説明された。

本研究では、50 T 以上のパルス強磁場実験により、a-QHE の起源について明らかにするとともに、新たに発見した Shubnikov-de Haas (SdH) 振動についても明らかにした。

今回、申請者はこの系で見られる a-QHE について、正孔系に加えて電子系の寄与も考慮して解析した結果、観測したホールプラトーの指数付けと帰属を行なうことができた。これによると、18 T と 40 T 付近のホールプラトーは、各々正孔系と電子系の占有率 $\nu=1$ のホールプラトーに対応する。さらに、ホール抵抗が 42 T 以上で消失してゼロになる現象を観測した。これは、正孔系と電子系における QHE が $\nu=1$ で補償している可能性を示唆している。このように、正孔系と電子系の両方の寄与を考慮することにより a-QHE を説明することができた。

また、20 T 以上の強磁場領域において磁気抵抗に磁場誘起の SdH 振動を観測し、この振動周波数が磁場の増加とともに 36 T と 49 T で逐次的に大きくなることを発見した。申請者は、第 2 CDW 相で残っている 2 次元的な小さな電子と正孔の Fermi 面と、ネスティングした Fermi 面との間のマグネティック・ブレイクダウンが磁場の増加とともに逐次的に起こると仮定し、それによってネスティングした Fermi 面に生じたキャリアが磁場誘起 SdH 振動を起こすというモデルを示した。このモデルに基づいて解析した結果、観測した磁場誘起 SdH 振動を電子と正孔の各 Fermi 面に帰属させることができた。

論文審査の結果の要旨

The Origin of an Anomalous Quantum Hall Effect and Magnetic Field-Induced Quantum Oscillations in η -Mo₄O₁₁ (η -Mo₄O₁₁ における特異な量子ホール効果と磁場誘起量子振動の起源) に関して、申請者はパルス強磁場下での高精度の輸送現象測定用実験装置を開発して、以下のことを明らかにした。

η -Mo₄O₁₁ は伝導層と絶縁層が積層した擬二次元伝導体で 105 K と 35 K で電荷密度波 (CDW) 転移をする化合物である。35 K 以下では電子と正孔のキャリアが共存する二次元的な小さなフェルミ面を有する。この化合物の伝導層に垂直に 10 テスラまでの磁場をかけると量子ホール効果により正のホール抵抗のプラトーが観測されていた。パルス磁場による 10 テスラ以上の磁場領域でのホール抵抗測定でホール抵抗の減少と高磁場でのプラトーの観測および 40 テスラ以上でのホール抵抗ゼロと言う特異な量子ホール効果を観測した。この結果を電子と正孔の補償量子ホール効果という観点で解析し実験結果を説明した。また、20 テスラ以上の領域で磁場誘起のシュブニコフ・ドハース振動を観測し、磁場の増加とともにその振動数が逐次的に大きくなることを発見した。このことはフェルミ準位の変化とマグネティックブレイクダウンを介した量子ホール系と CDW 系の間の電荷移動によって、一度消失したフェルミ面が回復した可能性を示している。

よって本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。