

東北大学大学院理学研究科物理学専攻・数学専攻・天文学専攻

21世紀 COE 拠点形成プログラム

「物質階層融合科学の構築」

平成15年度リサーチ・アシスタント (RA) 研究報告書

氏名	森野 正行
学籍番号	
専攻	東北大学大学院理学研究科 物理学専攻
学年	博士課程後期3年の課程 1年
指導教官	澤田 安樹 助教授
研究題目	2層量子ホール系における縦抵抗異方性現象の解明
I. 研究発表 (学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの、および15年度中の学会等での本人の発表)	
<ul style="list-style-type: none">・ N. Kumada, , D. Terasawa, M. Morino, K. Tagashira, A. Sawada, Z.F. Ezawa, K. Muraki, T. Saku, Y. Hirayama: “Interactions between composite fermions by a comparison of integer and fractional quantum Hall states in bilayer systems”, Physical Review B, in press (2004).・ D. Terasawa, M. Morino, K. Nakada, S. Kozumi, A. Sawada, Z.F. Ezawa, N. Kumada, K. Muraki, T. Saku, Y. Hirayama, “Simultaneous Excitation of Spins and Pseudospins in the Bilayer $\nu=1$ Quantum Hall State”, Physica E, in press (2004).・ A. Sawada, D. Terasawa, N. Kumada, M. Morino, K. Tagashira, Z.F. Ezawa, K. Muraki, T. Saku, Y. Hirayama, “Continuous transformation from spin- to pseudospin-type excitation”, Physica E 18, 118-119 (2003).・ 森野正行, 岩田一樹, 関根恵, 鈴木三千郎, 澤田安樹, 江澤潤一, 熊田倫雄, 村木康二, 佐久規, 平山祥郎: “2層系量子ホール状態における面内磁場方向に依存した縦抵抗の異方性”, 日本物理学会 第59回年次大会 (福岡) 2004年3月 口頭発表決定(28pYG-4).	

II. 研究活動結果の概要

2層2次元電子系を強磁場中で傾けて垂直磁場とともに面内磁場を導入したとき、試料に流す電流を面内磁場方向に対して平行にした場合と垂直にした場合とでランダウ準位占有率 $\nu=1$ 付近で縦抵抗に大きな差が生じる現象を初めて発見した。この面内磁場方向による異方的現象のメカニズム解明を目的として、系の様々なパラメーターを変えて実験を行った。以下に得られた結果を列挙する。

- 1) 本研究で使用した試料はゲート電極を用いて2次元電子系2層の電子密度を独立に制御することが可能であり、電子が2層に存在する状態から片方1層にだけ存在する状態まで連続的に変化させることができる。この特性を利用して、1層状態では縦抵抗の異方的振る舞いが起きず、2層状態で顕著に生じることを明らかにした(図1参照)。
- 2) 面内磁場と電流のなす角を ϕ としたとき、 $\phi=0^\circ$ (面内磁場と電流が平行)、 $\phi=90^\circ$ (直交)だけでなく、 $\phi=180^\circ$ (反平行)を含む広範囲で縦抵抗の大きさを測定したところ、熱的に活性化した状態の $\nu=1$ 量子ホール状態の縦抵抗は ϕ に関して 180° の周期を持つ余弦関数的振る舞いをすることがわかった(図2参照)。この結果から、2層 $\nu=1$ 状態の縦抵抗は電流ベクトルと面内磁場ベクトルの内積の関数として書けることを明らかにした。

以上の結果を日本物理学会 第59回年次大会にて口頭発表することが決定している。また、2004年夏のICPS(半導体国際会議)での口頭発表での参加を申請中である。

今後、温度や電流、面内磁場の大きさを変えてこの異方的振る舞いがどのように変化するかについて引き続き研究する予定である。

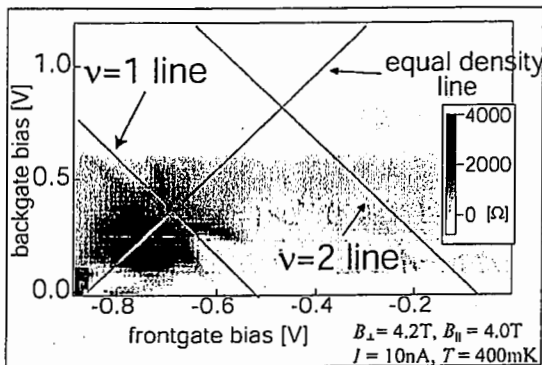


図1: front層(試料表面側)とback層(試料裏面側)のゲート電極を掃引して電子密度を制御し、面内磁場と電流が垂直な状態と平行な状態間で縦抵抗の差をとった図(単位 Ω)。backgate bias 0Vは1層化した状態である。equal density line上が最も2層化した状態となり、2層 $\nu=1$ 状態付近にだけ大きく異方性が現れていることがわかる。

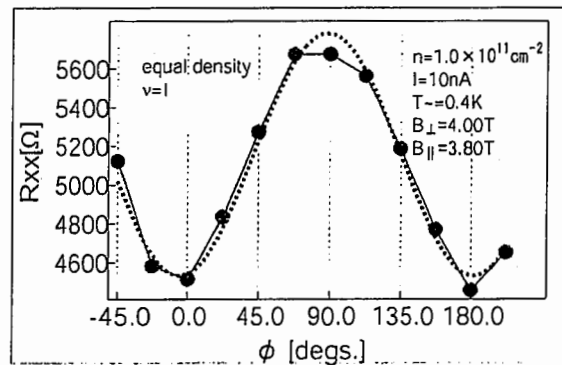


図2: 面内磁場を3.8Tに固定し、2層を等しい電子密度にした $\nu=1$ 量子ホール状態での縦抵抗を ϕ (面内磁場ベクトルと電流ベクトルのなす角)についてプロットした図。実線がデータ点を結んだもの、破線が余弦関数でのフィッティング曲線である。 ϕ に関して 180° 周期で縦抵抗が変化していることがわかる。