

分数・整数量子ホール系における非弾性散乱と端状態間緩和

科学技術振興事業団¹、東大院総合² 町田友樹¹、石塚進²、小宮山進²

Inelastic scattering processes and inter-edge-state equilibration in fractional quantum Hall systems

Tomoki Machida¹, Susumu Ishizuka², and Susumu Komiyama²

¹CREST Project, Japan Science and Technology Corporation (JST)

²Department of Basic Sciences, University of Tokyo

分数量子ホール系におけるエッジ状態描像解明のため、分数エッジ状態間非平衡分布を調べた。試料は $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}/\text{GaAs}$ ホールバー型試料、 $5\ \mu\text{m}$ 間隔で直列に配列されたショットキーゲートを備えている。試料に強磁場を加え、 $\nu=1$ の整数量子ホール状態で負のゲートバイアスを加えると、 $\nu=2/3$ 、 $3/5$ 、 $1/3$ の分数量子ホール状態への遷移が観測される。2つの直列なゲートをまたぐ抵抗値 R_D はゲートを単独でバイアスした場合の抵抗値 R_S の単純な2倍にはならず、 $2R_S$ よりも小さくなる。この R_D と $2R_S$ のずれは電流または温度を増大することによって消失する。ゲート間隔が $50\ \mu\text{m}$ の試料においては R_D と $2R_S$ は一致する。これらは $\nu=1$ の整数量子ホール系が分数エッジ状態に相当する内部構造に分割しており、 $5\ \mu\text{m}$ の距離に渡って分数エッジ状態間の非平衡分布が緩和しないことを示している。我々は複合フェルミオンのエッジ状態描像を用いて、非平衡分布緩和長の磁場・ランダウ充填率依存性を議論する。分数エッジチャネル幅が伝導体の外側へ行くほど狭くなること示唆されている。

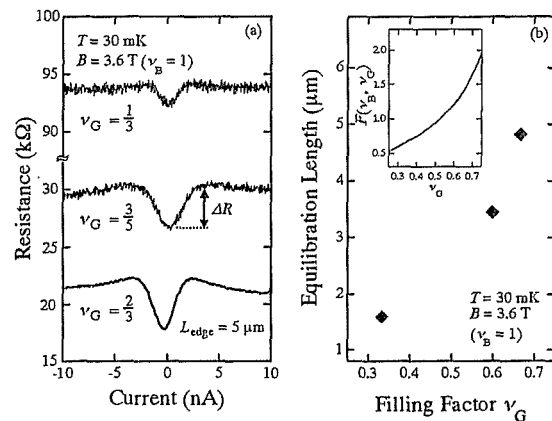


図1 ホール抵抗の非線形性と緩和長

分数量子ホール系における非弾性散乱過程解明のため、分数量子ホール遷移幅の試料サイズ依存性を調べた。異なる大きさのショットキーゲートを備えた $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}/\text{GaAs}$ ホールバー型試料における $\nu=2/3$ と $\nu=3/5$ の分数量子ホール状態間遷移の遷移幅は、 80mK 以下の低温領域で系統的なサイズ依存性を示す。遷移幅は試料サイズを大きくするに従って減少する。この傾向は整数量子ホール遷移で観測されている試料サイズ依存性と定性的には同じであり、分数量子ホール遷移が整数量子ホール遷移と同様に局在長と試料サイズの関係で決定されることを示唆している。低温領域での明確なサイズ依存性は非弾性散乱長が試料サイズと同程度になっていることを示唆しており、整数量子ホール遷移で用いた解析を利用することによって分数量子ホール系における非弾性散乱長の見積りに成功した。

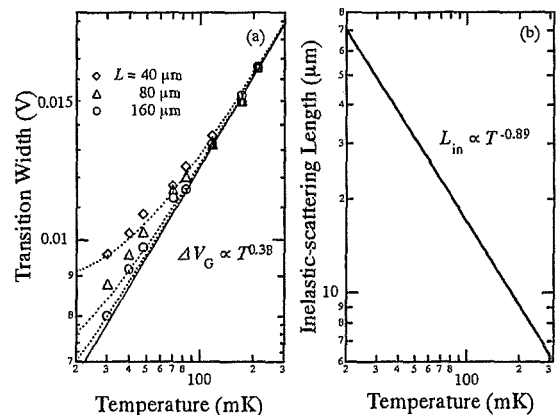


図2 分数量子ホール遷移幅と非弾性散乱長