

偶数分母の分数量子ホール効果

九大 教養部

吉岡大二郎

分数量子ホール効果は、2次元電子系に強磁場をかけたときに低温で観測される現象である。従来は奇数分母の分数のみが観測されていたが、1987年に $5/2$ という偶数分母の分数量子ホール効果が観測された。従来の奇数分母の分数量子ホール効果は、電子のスピンは磁場により偏極しているとして、ラフリンの波動関数と、それと関連した試行波動関数、準粒子の階層構造などによって説明されてきたが、これらの方法で説明できるのは奇数分母の場合のみで偶数分母は説明できない。

ところで、実験で偶数分母の分数量子ホール効果が観測されるのは、磁場が比較的小さいときであり、また、磁場を2次元面にたいして傾けると、偶数分母の分数量子ホール効果のみが消えてしまう。これらのことは電子のスピンがそろっていないで、両方のスピン成分が混ざった状態がこの偶数分母の分数量子ホール効果をもたらしていることを示唆している。

そこで、電子の g -factor が0であるとして少数系のハミルトニアンに対角化の方法で分数量子ホール効果の可能性を調べた。しかし、電子間の相互作用をクーロンとした時には、分数量子ホール効果を与えるような基底状態は得られなかった。一方、相互作用を適当な形にすると、分数量子ホール効果を与える基底状態を得ることができる。このような基底状態は今のところ3種類のものが見つかっている。しかし、そのときの相互作用はあまり現実的ではない。そこで、相互作用をクーロンから少しずつ変えていったとき、分数量子ホール効果を与える3種類の基底状態のうちどれが出やすいかを調べた。その結果、電子間の相互作用が弱いスピン依存性を持てば、偶数分母の分数量子ホール効果が観測されることがわかった。