

(別紙様式1)

平成15年度東北大学21世紀COE特別研究奨励費 研究活動結果報告書

21世紀COE拠点リーダー

鈴木厚人 殿

(ふりがな) 氏 名	しもだ ゆういち	所 属	資格(いずれかを囲む)
	下田 雄一	物理学 専攻	COE フェロー(博士課程)
研究課題名	2層系分数量子ホール状態における励起スペクトルの解明		
研究指導者	所 属 部 局	職 名	氏 名
	大学院理学研究科	助教授	澤田 安樹

我々はトンネリングギャップの大きい領域で、2層系 $\nu=2$ 量子ホール状態の励起スペクトルを球面系でのハートリー・フォック・ボゴリューボフ(HFB)理論を用いて調べた。この系の励起スペクトルを求める手法としては時間依存型のハートリー・フォック(HF)理論があるが、この理論はスピントリプレットの励起しか得られなかった。しかし、HFBからは、スピントリプレットだけではなくスピングレットの励起スペクトルがシステマティックに得られた。また、厳密対角化法(ED)は少数電子系しか取り扱いえないという制限がつくが、今のところ厳密解を与える唯一の方法であるので、EDとの比較は理論の成否を確認する点で重要である。そこで少数電子系でのHFBで得られた励起スペクトルとEDのものとを比較したところ、良い一致を示した(図1)。つまりHFBは励起スペクトルの振舞いを良く記述することを明らかにした(研究発表[1])。また、基底状態からも理論の成否を確認するために、基底状態の性質についても調べた。従来、トンネリングギャップの大きい領域では、基底状態として擬スピンのx方向に偏極し、その周りのゆらぎがy, z方向で対称かつ最小不確定関係を保つ擬スピン・コヒーレント(PSC)状態が考えられてきたが、今回の我々の研究では、基底状態は、擬スピンがx方向に概ね偏極しているもののその周りのゆらぎがy方向に増大し、z方向に減少しつつ最小不確定関係を保つ擬スピン・スクィーズド(PSS)状態となることが分かった。また、擬スピンの偏極率をPSS状態とPSC状態でそれぞれ求め、EDで得られたものと比較した(図2)ところ、PSS状態で求めたものはEDで求めたものと非常に良い一致を示す一方、PSC状態で求めたものは一致を示さなかった。このことから、基底状態がPSS状態であることが裏付けられた。また、擬スピンのスクィージングは電子間の相関のために起こることから、HFB理論は電子間の相関を良く取り込んでいると言え、この領域での最良の近似を構築したと言える。研究計画では、次のステップとしてHFB理論をトンネリングギャップのより広い領域へ適用できるように理論を改良すること、複合フェルミオンの2層系 $\nu=2$ 量子ホール状態と見做される $\nu=2/(4n\pm 1)$ 量子ホール状態(n: 自然数)に適用すること、それを用いて相図を作成することを挙げたが、現段階では複合フェルミオン系に理論を適用することに取り組んでいる。

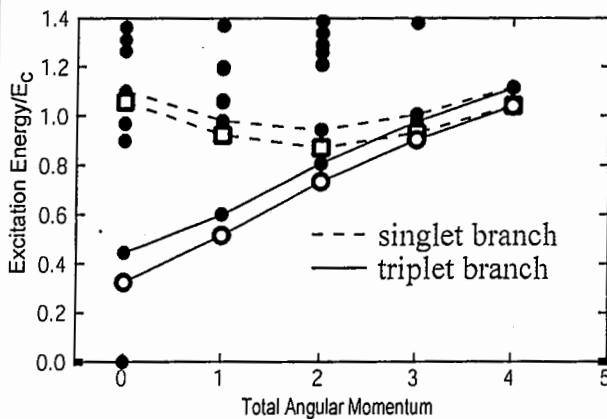


図1 励起スペクトルの例

白抜き丸(四角)は、それぞれHFBのトリプレット(シングレット)の励起を示す。また、それぞれ実線(破線)で結んである。黒丸はEDのスペクトルを表し、HFBと対応する励起を同じ線でむすんである。電子数は10。

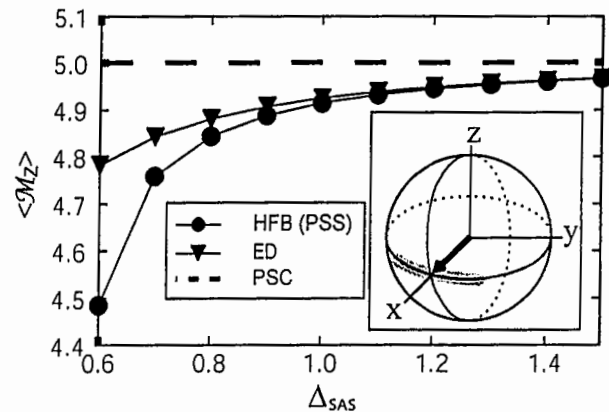


図2 擬スピン偏極率

黒丸、黒三角、破線は、それぞれHFB(PSS), ED, PSCのものを示す。また、図中の小図はPSSのスキマティックな図で矢印が擬スピン、灰色の部分揺らぎである。電子数は10。

[1] Y. Shimoda, T. Nakajima, and A. Sawada,
Excitation Spectrum in Bilayer $\nu=2$ Quantum Hall Systems.
Physica E in press.

[2] 下田雄一, 中島龍也, 澤田安樹
2層系 $\nu=2$ 量子ホール系の基底状態
日本物理学会 春 福岡 2004. 3. (発表予定)