

研究会報告

物性研短期研究会

「低次元系の磁場効果, 分数統計, 量子スピン系等の諸問題」報告*

世話人代表 東大・物性研 甲元 真人

上記の研究会が1990年4月18日より20日まで3日間、下記のプログラム通り物性研において行われた。

強磁場下の2次元電子系の特異な現象として、量子ホール効果、分数量子ホール効果、がある。最近の研究によると前者は、系のファイバー束としての位相幾何学的な性質と強く関係しており、後者は、2次元特有の分数統計粒子との関係があることが知られている。

一方、酸化物高温超伝導体の発見に伴って2次元系、特に2次元スピン系、2次元強相関電子系が、理論的な興味を集めている。これらの系において、フラックス相と呼ばれる状態が議論されているが、これは実効的には、磁場中の電子系の問題と考えられる。最近、酸化物高温超伝導は、自由な分数統計粒子の、基底状態の性質であるとの議論が盛んであるが、この分数統計粒子は、アハロフ・ボーム効果により仮想的な、磁束を伴った粒子と考えることができる。

これらある意味で、磁場と関連した2次元系の問題は、独立に考察されて来たものであるが、最近になって、お互いの関係が徐々に明らかになりつつあり、これらを共に議論することは重要であろう。さらに、このような問題は、単に物性理論的な興味だけでなく、統計力学、場の理論としても興味をもたれ、多くの研究がなされている。現状では、物性理論と場の理論との交流は、海外に比べて国内では盛んとは言えないが、その交流を深める意味でも物性理論と場の理論との研究者共同の研究会を、物性研究所で行えたことは有意義であった。

なお外国人参加者もいたので18日の午前と19日午前、午後は英語によって講演討論を行なった。

「低次元の磁場効果, 分数統計, 量子スピン系等の諸問題」プログラム

期日: 4月18日(水) - 20日(金)

場所: 物性研究所Q棟講義室

4月18日(水) 10:00-18:20

開会挨拶 10:00-10:05 甲元 真人

10:05-12:00 座長 甲元 真人(東大・物性研)

(10:05-10:40) Long Range Order in Flux Phases T.M. Rice (ETH)

(10:40-11:10) Magnetic Field Effects on Electrons in Two Dimensional Lattices

長谷川 泰正(東大・物性研)

*「物性研だより」第30巻第2号(1990年7月)より転載。

研究会報告

(10:10-12:00) Field Theory in a Strong Magnetic Field and the Quantum Hall Effect
石川 健三 (北大・理)

昼食 12:00 - 13:30

12:00 - 13:30 座長 石川 健三 (北大・理)

(13:30-14:20) On P, T Breaking Properties of Anyons 北沢 良久 (東大・理)

(14:20-14:50) Fractional Spin Particles in (2 + 1) Relativistic Theory
大貫 義郎 (名大・理)

(14:50-15:20) Anyonic Quantum Theories 松山 豊樹 (京大・基研)

休憩 15:20 - 15:50

15:50 - 18:20 座長 北沢 良久 (東大・理)

(15:50-16:20) A Relativistic Treatment of the Bose-Fermi Transmutation in Second
Quantized Theories I 糸井 千岳 (日大・理工)

(16:20-16:50) A Relativistic Treatment of the Bose-Fermi Transmutation in Second
Quantized Theories II 磯 暁 (東大・理)

(16:50-17:20) A Unified Description of Anyon Superconductivity and the Fractional
Quantum Hall Effect 岩崎 愛一 (二松学舎大)

(17:20-17:50) t - t' - J モデルにおけるホールの運動 新井正男・藤原毅夫 (東大・工)

(17:50-18:20) 競合する相互作用をもつ1次元量子スピン系の基底状態
利根川 孝 (神戸大・理)

4月19日 (木) 9:20-18:00

9:20-12:20 座長 田崎 晴明 (学習院大・理)

(9:20-10:10) Fractional Statistics on a Compact Surface
Yong-Shi Wu (Univ. of Utah)

(10:10-10:40) Strong Correlations and Gauge Fields 福山 秀敏 (東大・物性研)

(10:40-11:00) Effect of Gauge Fields on Nuclear Magnetic Relaxation Rate and Spin
Susceptibility 久保木 一浩・福山 秀敏 (東大・物性研)

(11:00-11:30) Normal State Properties of the Uniform Resonating Valence Bond State
永長 直人 (東大・工)

(11:30-12:00) Spin Fluctuation and Mass Reduction of a Carrier Pair as the Gauge Fields
in a Nearly Antiferromagnetic Background 伊豆山 健夫 (東大・教養)

昼食 12:00-13:30

13:30-14:50 座長 斯波 弘行 (東工大・理)

(13:30-14:20) Resonating-Valence-Bond Ground State in a Large- n t - J Model
田崎 晴明 (学習院大・理)

(14:20-14:50) A Weak Coupling Expansion for the Hubbard Model on a 4x4 Cluster
B. Friedman (Sam Houston State Univ.)

(14:50-15:20) Dispersion of Low-lying Excitations in Half-filled and Doped 1D Hubbard Model
青木 秀夫・草部 浩一 (東大・理)

休憩 15:20-15:50

15:50-18:00 座長 福山 秀敏 (東大・物性研)

(15:50-16:40) Dynamics of Holes and Spins in the Hubbard t-J Model and Superconductivity
松居 哲生 (ベルリン自由大)

(16:40-17:10) 2-Dimensional t-t'-J Model: Slave Fermion Method
吉岡 大二郎 (九大・教養)

(17:10-18:00) A Current Algebra Approach to the Kondo Effect
Ian Affleck (Univ. of British Columbia)

4月20日 (金) 9:20-17:40

9:20-12:20 座長 長谷川 泰正 (東大・物性研)

(9:20-10:10) フェルミオン系のモンテカルロシミュレーション

初貝 安弘 (東大・物性研)

(10:10-10:40) ハイゼンベルグモデルの対称性 斎藤 理一郎 (電通大・工)

(10:40-11:10) 低次元ハイゼンベルグモデルの動力学 高橋 實 (東大・物性研)

(11:10-12:00) Path Integral Approach to the Thermal Average of Local Observables
高麗 徹 (学習院大・理)

昼食 12:00-13:30

13:30-15:20 座長 青木 秀夫 (東大・理)

(13:30-14:20) Rigorous Bounds on the Susceptibilities of the Hubbard Model
久保 健 (筑波大・物理学系)

(14:20-14:50) 二層構造量子ハイゼンベルグモデルのスピン波理論
飛田 和男 (埼玉大・教養)

(14:50-15:20) 1次元 $S=1/2$ XXZモデルにおける異方性とBond Alternation
岡本 清美 (東工大・理)

昼食 15:20-15:50

15:50-17:40 座長 高橋 實 (東大・物性研)

(15:50-16:20) 擬一次元反強磁性体の基底状態 坂井 徹 (東大・物性研)

(16:20-16:50) フラストレートした量子スピン系のスピン波理論
雑賀 洋平・西森 秀穂 (東工大・理)

(16:50-17:20) 絶縁体からの超伝導 高田 康民 (東大・物性研)

(17:20-17:50) Spectrum and the Quantum Hall Effect on the Square Lattice with Next-Nearest-Neighbor Hopping 甲元 真人 (東大・物性研)

Long Range Order in Flux Phases

ETH T. M. Rice

There are many possible ways to generalize the Affleck-Marston flux phase to densities away from half-filling. One way proposed by Anderson et al⁽¹⁾ is to consider a uniform flux phase where the flux per plaquette is equal to the electron density per site and spin. Such a commensurate generalization was considered by Lederer et al⁽²⁾ using a renormalized mean field theory. The exchange term in a t-J model was shown to favor this commensurate flux phase(CFP) because of the stability of flux states in two dimensional lattices found by Hasegawa et al.⁽³⁾ The density matrix is complex however which leads to a reduction of the kinetic energy. Another consequence of the complex value of the density matrix is the occurrence of orbital currents whose size and form depends on the exact commensurability. Thus the CFP are characterized by an orbital current long range order⁽⁴⁾ in addition to uniform spin chirality and to a modified form of off diagonal long range order (ODLRO) related to the Girvin-Mac Donald-Read order in quantum Hall states. Recently modifications have been proposed⁽⁵⁾ of the CFP in which the density matrix is real so that there is no orbital current pattern in these new states. Such states, in contrast to CFP, involve a separation of spin and charge. When written as variational wavefunctions, they include additional factors which explicitly depend on the hole positions. These new wave functions have a uniform spin chirality and a modified ODLRO similar to the CFP. Also the balance between kinetic and magnetic energies is similar.

- 1) P.W. Anderson, B. S. Shastry and D. Hristopolous, Phys. Rev. B40, 8939 (1989).
- 2) P. Lederer, D. Poiblan and T.M. Rice, Phys. Rev. Lett. 63, 1519 (1989).
- 3) Y. Hasegawa, P. Lederer, T.M. Rice and P. B. Wiegmann, Phys. Rev. Lett. 63, 907 (1989).
- 4) P. Lederer, D. Poiblan and T.M. Rice, Phys. Rev. B (in press)
- 5) M. Ogata, B. Dougot and T.M. Rice, to be published