

する。また、これらのPopulation Mixing成分（以下、これを $\omega_1 + \omega_2$ 成分とする。）は、2本の励起光の重なり具合によっても異なるが、励起密度に対して1～2乗で変化する。

また、光励起担体が1：1の割合で光励起電流と励起子発光になるような電場 F_c は励起密度により変化する。励起密度が小さいときにはほぼ8 kV/cm程度だったのが、励起密度が大きくなるとほぼ20 kV/cm程度になり、その中間でステップ状の変化をする。以上の事柄はNGEの生成速度と電子のトンネル速度との兼ね合いにより全て説明できることが明らかにされた。また、時間相関単一光子計数法による垂直電場下での励起子発光は2重指数関数型の緩和があり、その遅い方の信号成分は励起子の解離と電子のトンネルにともなうNGEにより生じることが明らかにされた。また、電場の上昇とともに電子の量子準位間の共鳴トンネルが起こるところに近づいていくが、このとき、ちょうど共鳴点では長い成分が消え、それがすぎると長い成分だけが残ることが明らかになった。これから、共鳴点では、電子のトンネル速度が急激に増加し、NGEを作れなくなることが明らかにされた。

5. Superconductivity and Spin-Density-Wave in Two-Dimensional Hubbard Model

嶋 原 浩

本論文は、二次元Hubbard ModelのHalf-filled近傍の超伝導とスピン密度波の競合を摂動論的に扱ったものである。

高温超伝導の機構として、 CuO_2 面内の強い電子相関が明らかとなり、Hubbard Modelに基づき、RVB等の強相関的アプローチがなされてきた。摂動論的に弱い相互作用からアプローチする意味は以下のように考える。

- (1) 超伝導の起因と考えられる反強磁性に関する限り、電子数－温度の相図は類似している。即ち、強相関では、反強磁性転移温度(T_{AF})は、Half-filledで最も高く、電子数を変えると減少するが、弱相関でもNestingが悪くなるために同様のことが起き、それはRPAで簡単に記述することができる。
- (2) 局所的反強磁性相関は、 U を小さいところから増やすと、最初は強くなり、強相関では、

Super exchange $J \propto t^2/U$ で弱くなる。従って、弱相関と強相関の間で、反強磁性相関に強くなり、超伝導もこの領域で高い T_c を示すと考えられる。

- (3) 弱相関で反強磁性—超伝導の相図を作成すれば、上記のような、弱相関—強相関の連続性と類似性を考えると、このような超伝導に対する知見が得られると考えられる。

以上の理由に基づき、スピン及び電荷のゆらぎはRPAで扱い。それを媒介とした超伝導の T_c はLadder近似で(振動数について近似をせずに、また Normal electron に対する繰り込みも取り入れて)計算し、SDWと超伝導の相図を作成し、以下の結論を得た。

- (1) d波超伝導はスピン密度波の消える近傍で出現する。
- (2) Self-Energyの効果で、 T_c は著しく抑えられ、Nearest-Neighbour Hoppingだけの場合は、 T_c は高々数 °K 程度である。
- (3) Next-Nearest-Neighbour Hoppingがある場合は、 T_{AF} は抑えられ、 T_c が著しく上昇し、10°Kの程度になる。

以上のように、高温超伝導等の機構として Hubbard Model では、Nearest-Neighbour Hoppingだけでは否定的であるが、酸素間の Hopping に由来する Next-Nearest-Neighbour Hopping による T_c の上昇は、強相関でどうなるかは興味深い。

又、摂動論の良いと思われる有機超伝導体については、現在、同じ方向で研究中である。

尚、本論文では、自由電子、及び局所的な相互作用のある電子の2次元系の特性についても詳細に調べている。

6. スピネル相酸化物導体 $\text{Li}_x\text{Zn}_{1-x}\text{V}_2\text{O}_4$ の核磁気共鳴

名 嘉 節

スピネル相酸化物導体 $\text{Li}_x\text{Zn}_{1-x}\text{V}_2\text{O}_4$ 系では、 $x=0$ の ZnV_2O_4 が絶縁体、 $x=1.0$ の LiV_2O_4 が金属で、この中間の組成 $x=0.3-0.5$ で絶縁体より金属に変化することが熱起電力、赤外吸収等の観測より知られている。しかし、この系の電気伝導の機構、磁性等の物性は未解決でどのような描像で統一的に考えるべきかはわかっていないのが現状である。