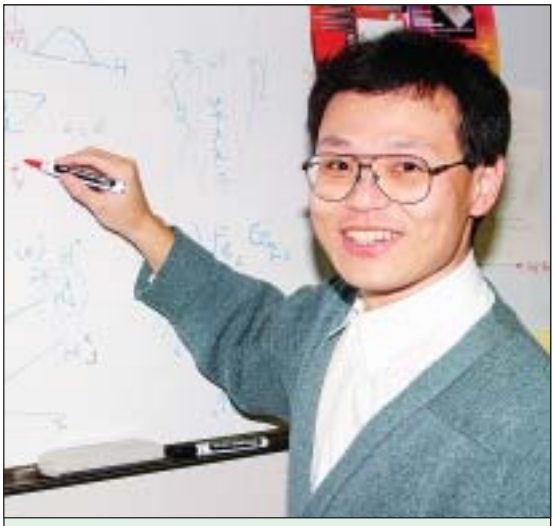
低次元分子性導体の物性理論



米満　賢治（助教授）

1985年東京大学理学部卒　1990年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士　Los Alamos国立研究所、国際理論物理センター（Trieste）、Georgia大学で博士研究員、東北大学大学院情報科学研究科助手、同工学部助教授を経て1996年２月より現職

TEL: 0564-55-7312　FAX: 0564-53-4660

電子メール: kxy@ims.ac.jp

ホームページ: http://magellan.ims.ac.jp/

有機導体や集積型金属錯体などには分子が集合することによって生じる多様な電子的機能がある。磁性、伝導性、光物性、構造物性などが絡み合い、分子性特有の異方性と柔らかさを使って制御することができる。例えば、組成変化、加圧、光照射などで環境をわずかに変えると、結晶構造、色や磁性が変わることがある。こうした変化の前兆領域は競合し、新しい領域が成長・増殖して、もの全体の性質を変えてしまうこともある。これらの物性の発現機構やダイナミクスを理論的に研究する。

電子相の基底状態や平衡状態で現れる静的性質と励起状態や非平衡で現れる動的性質を系統的に記述する。そのためには結合の強弱各極限からの摂動論、繰り込み群、数値的な電子状態計算、決定論的または確率論的な時間発展を求める方法論などを用いて多面的に考える必要がある。

①１次元強相関電子系における光誘起ダイナミクス

相互作用する電子同士が絡み合う効果は電子移動が低次元に制限されるほど特徴的に現れる。電荷移動錯体や集積型金属錯体のなかで電子移動が１次元的に起こる物質で、光照射によって絶縁体から金属に高速変化するものが知られている。電荷を輸送する粒子は電子や正孔そのものではなく相関を反映したものである。このメカニズムを相互作用や結晶構造の特徴と照射光のエネルギーに注意して明らかにする。

②電荷秩序転移におけるクーロン－電子格子－協力効果

有機導体や酸化物ではスピンを生かしながら電荷だけが凍結することがある。クーロン相互作用が電荷秩序を引き起こすが、同時に結晶構造も変わる。これは電子格子相互作用が協力して不連続転移し、分子配列を変化させるからである。このような協力現象が電荷揺らぎとスピン揺らぎを通して現れるメカニズムを明らかにする。光照射などで非平衡にしたときの電荷格子結合ダイナミクスを探る。

③量子相転移近傍の量子常誘電性と電荷移動揺らぎ

電荷移動錯体や酸化物では強誘電秩序が量子揺らぎによって妨げられているものがある。これらは光照射や圧力変化に敏感で巨大な応答を示す。その電子的なメカニズムを明らかにする。この非線型応答では分極の揺らぎと電荷移動揺らぎが絡むことが重要である。その量子臨界的挙動を様々な方法で探る。

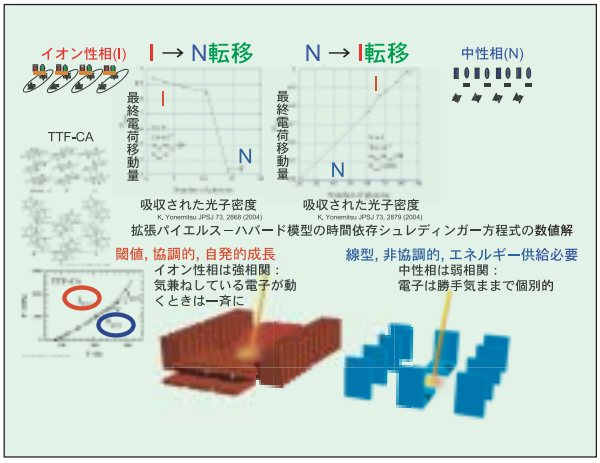
④錯体－金属界面を通した電荷輸送における電子相関効果

分子性半導体結晶と金属の界面を通した電荷輸送には電子相関の効果が現れることがある。有機モット絶縁体上の電界効果トランジスタ特性はその一例で、通常の半導体やカーボンナノチューブにおける特性と大きく異なる。外場のもとで電子が駆動されて初めて現れる、チャンネル中の電子と界面付近の電子の動的絡み合いを説明する。この効果がもたらす新規な素子の可能性を探る。

これらの問題を、解析的あるいは数値的な方法により研究する。量子力学、統計力学、物理数学などの基礎学力を十分に備えていることが必要不可欠である。

参考文献

1) K. Yonemitsu, “Phase Transition in a One-Dimensional Extended Peierls-Hubbard Model with a Pulse of Oscillating Electric Field: I. Threshold Behavior in Ionic-to-Neutral Transition,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 2868 (2004).

2) N. Maeshima and K. Yonemitsu, “Photoinduced Metallic Properties of One-Dimensional Strongly Correlated Electron Systems,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **74**, 2671 (2005).

3) K. Yonemitsu, “Mechanism of Ambipolar Field-Effect Carrier Injections in One-Dimensional Mott Insulators,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **74**, 2544 (2005).