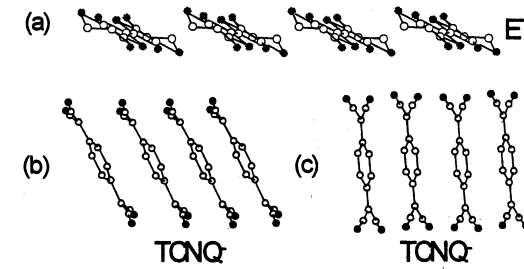


# モット絶縁体有機一次元物質

## 「光キャリアダイナミクス」

### 岡本・東大 直接観測に成功

光照射によって物質の電子構造や物性が変化する現象、その一つに、光照射によって絶縁体が金属に変わる現象がある。モット絶縁体と呼ばれる物質に光を照射すると、瞬時に金属状態への転移が起こり、ピコ秒(1ピコ秒は10の12乗秒)の時間スケールで元の絶縁体状態に戻ることが知られている。東京大学大学院新領域創成科学研究科の岡本博教授らのグループは、モット絶縁体である有機一次元物質系において、光照射によって生じる伝導キャリアのダイナミクスを



一次元モット絶縁体、(a)ET-F<sub>2</sub>TCNQ、(b)Rb-TCNQ、(c)K-TCNQの一次元的分子積層構造

40フェムト秒(1フェムト秒は10の15乗秒)という高時間分解能で調べた。その結果、伝導キャリアの緩い電子格子相互作用と呼ばれる電子と分子配列の自由度との相互作用に依って系統的に変化すること、また、電子格子相互作用が弱い物質では「絶縁体」金属絶縁体」という交換(スピン)が200フェムト秒という極めて短い時間で起こることを

を明らかにした。岡本教授によると「光照射によって、物質の伝導性、磁性、光学的性質等を高速かつ高効率に制御することができれば、将来の光スイッチング素子や光メモリ素子などへ応用できるだろう」というのがこの研究の出発点です」という。光照射によって物質の性質が変わる現象(光誘起相転移)は数多く見いだされてきたが、ほとんどの場合結晶構造の大きな変化を伴っているため、その変換速度はそれほど速くならない。光照射によって、電子構造だけが変化する現象を使えば、ピコ秒以下の超高速で物質の性質を制御できるはずである。「例えば、強相関電子系の一つであるモット絶縁体と呼ばれる状態に光を照

射すると、高速に金属へと変化させることが可能で」としている。そこで、同グループでは、三種の一次元モット絶縁体ET-F<sub>2</sub>TCNQ、Rb-TCNQ、K-TCNQについて、時間幅約25フェムト秒のレーザーパルスを用いたポンプ・プローブ分光で光キャリアのダイナミクスを詳細に調べた。電子格子相互作用が小さいET-F<sub>2</sub>TCNQでは、光照射によって瞬時に金属化が生じ、その金属状態は200フェムト秒という極めて短時間で元の絶縁体状態に戻る。一方、Rb-TCNQおよびK-TCNQでは、光照射によって生じたキャリアは約70フェムト秒で局在化し、約0.8ピコ秒(Rb-TCNQ)および約1.3ピコ秒(K-TCNQ)の時定数で消滅することがわかった。この70フェムト

秒という時間は、キャリアを局在化させる分子変位に対応する格子振動の時間で決まる。また、キャリア消滅の時定数は、電子格子相互作用が大きくなり、キャリアの局在性が強まるにつれて長くなるものと解釈できる。岡本教授の話「今後は、有機物質だけでなく、遷移金属酸化物や遷移金属錯体をはじめとする様々な強相関電子系物質に超高速レーザー分光法を適用し、より高速かつ高効率の光誘起相転移の探索とその物理的機構の解明を進めて行きたい。さらに、このような現象を使ったデバイスモデルの構築も目指す予定です」この研究は、日本物理学会発行の英文誌「Journal of Physics of Japan」11月号に掲載された。