

分子性イオントランジスタ開発の試み

Attempt for Development of Molecular Ion Switchable Transistor

広島大院理¹, 広島大 IAMR², 広島大キラル国際研究³

○ 西原 禎文^{1,2,3}, (D3)市橋 克哉¹, 井上克也^{1,2,3}

Dept. Chem., Hiroshima Univ.¹, IAMR, Hiroshima Univ.², CResChent, Hiroshima Univ.³,

°Sadafumi Nishihara^{1,2,3}, Katsuya Ichihashi¹, Katsuya Inoue^{1,2,3}

E-mail: snishi@hiroshima-u.ac.jp

次世代デバイスの有力候補とされている分子エレクトロニクス材料は、従来のシリコンデバイスでは到達し得ない高集積化や高機能化が期待されている。実際、多環芳香族化合物を用いた単分子トランジスタなど、これまでに数多くの分子素子が開発され、現在も盛んに研究が行われている。しかし、これら分子エレクトロニクス分野では、シリコンデバイスの後継となり得る材料の開発を目標としてきた為、シリコンデバイスの機能を分子で再現することが研究の中心であった。この様な背景の中、本研究では、分子特有の機能をエレクトロニクス材料に組み込むことで、新しいタイプの分子トランジスタの創出を目指した。

我々はこれまでに、局在電子系を形成する $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]^-$ 結晶内に、 Li^+ イオンとクラウンエーテルからなるイオンチャンネル構造を導入することに成功している。さらに、固体 ^7Li -NMR測定、誘電率測定、インピーダンス測定から、チャンネル内での Li^+ イオン伝導を確認している。また、異種イオンを含んだ水溶液に本系を浸すことで、チャンネル構造を通じて結晶内の全ての Li^+ イオンが、水溶液中のイオンに置き換わることを明らかにした。本研究では、この特異な固相イオン交換機構から着想を得て、溶液内のイオン種によって電気伝導度を制御できる「イオンスイッチ分子トランジスタ」の開発を目指した。

具体的には、電子受容性 An^+ イオンを結晶内に導入することで局在電子系にホールドーピングを、電子供与性 Dn^+ イオンを導入することで電子ドーピングを行う。これにより、局在電子系の電子状態を制御することが可能となり、イオン種による結晶の電気伝導度制御が可能になる。実際、電子受容性イオンである Cu^{2+} イオンへの固相イオン交換を行った。実験では、 10^{-3} Mの塩化銅水溶液に、本系の単結晶を 30°C 、24時間浸した。EPR測定、ICP発光分光分析、X線光電子分光測定、IRスペクトル及びUVスペクトル測定、磁化率測定を行い、物性を評価した。その結果、結晶中の Li^+ イオンが Cu^{2+} イオンと交換されるのに伴い、局在電子系を形成する $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]^-$ 相から Cu^{2+} イオンへの電子移動が確認された。

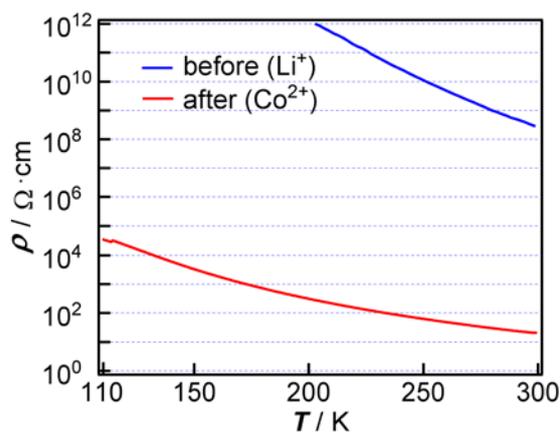


図 1. 交換前の試料と Co^{2+} 交換体の直流比抵抗の温度依存性

その結果、結晶中の Li^+ イオンが Cu^{2+} イオンと交換されるのに伴い、局在電子系を形成する $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]^-$ 相から Cu^{2+} イオンへの電子移動が確認された。