

フタロシアニン分子への Fe 原子吸着による近藤共鳴発現

LT-UHV-STM study of Kondo resonance on phthalocyanines

driven by Fe atom adsorption

千葉大院工¹, 三重大院工², [○]佐々木 悟¹, 中村 浩次², 山田 豊和¹

Chiba Univ.¹, Mie Univ.², [○]Satoru Sasaki¹, Kohji Nakamura², Toyo Kazu Yamada¹

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

有機分子に金属原子を挿入することで、metal-freeな有機分子を金属化(metallization)できる。例えば、metal-free フタロシアニン (H₂Pc) 分子中心の水素2個を取り金属原子が中に挿入する。例、H₂Pc + Fe → FePc + H₂ (gas)。有機分子の金属化は、溶液中だけでなく真空基板上でも実現できる。基板上に製膜したπ共役分子膜に、室温で金属を蒸着し、追加アニールすることで金属化が生じる。

本研究で我々は、極低温 (5 K) ・超高真空 (UHV) 環境での有機分子金属化を行った。極低温であれば水素脱離と伴わない磁性原子の有機分子への吸着が可能となり、また有機分子の中心以外の側鎖への吸着も可能となる。液中有機合成とは異なる、新たな磁性金属原子・有機分子・複合体を基板上で合成できる。

本研究は全て、1 個の原子・分子を直接観察し同時に電子状態をその場計測できる、自作の極低温UHV走査トンネル顕微鏡 (STM) 装置を用いて行った (装置や測定手法に関しては ref. [1-3]参照)。Cu(111)基板の単一フタロシアニン分子へのFe原子吸着を実施した。H₂Pc、FePc、CuPc (昇華精製済み) をアルミナ坩堝温度550 Kで昇華し、清浄・平坦化 (テラス幅>50 nm) Cu(111)表面に吸着したところ、10×10 nm²範囲に数個の単分子を観察した (5秒間蒸着、基板温度 約100 K)。分子吸着後、再びSTM装置にセットし5 Kに冷却した。さらに、STM内の試料位置を向いた蒸着器からFeを10 s蒸着し、Cu(111)上にFe単原子を吸着した。

STM探針を用いてFe原子をH₂Pc中心位置に挿入した場合、FePcとは異なる高さ・形状と電子状態を示した。つまりFe-H₂Pc complexはFePcと異なる事が分かった。一方、Fe原子をCuPc側鎖に吸着した際、フェルミ準位近傍で特徴的なピークの発現を確認した。温度可変(5→20K)によるピーク変化から近藤共鳴と考える。共鳴の強さはFe原子吸着の1つの側鎖内の場所により変化を生じた。特に側鎖エッジで強い共鳴を示した (T_K ~ 59 K)。なお、Cu(111)上のFe原子は近藤共鳴を示さない。詳細を報告する。

References:

- [1] R. Nemoto, et al., **J. Phys Chem. C** 123, 18939 (2019).
- [2] E. Inami, et al., **Analytical Chemistry** 90, 8954 (2018).
- [3] N. K. M. Nazriq, et al., **Nanotechnology** 29, 495701 (2018).