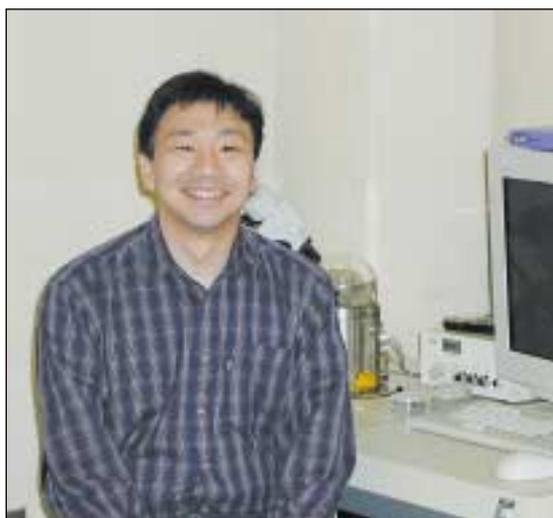


## 分子トランジスターの構築をめざして



### 山田 博一（助教授）

1986年東京大学理学部化学科卒、1989年同学大学院博士課程中退、同学助手、1993年郵政省通信総合研究所関西先端研究センター研究官、1996年京都大学工学研究科講師を経て現職、理学博士。  
TEL: 0564-55-7423  
FAX: 0564-55-7374

分子1個でスイッチングを行う「分子素子」の概念が提出されてから20年あまりになります。当初は「机上でのみ動く素子」として批判を受けましたが、ここ数年のナノテクノロジーの進歩により、例えば、単一分子からの発光を検出したり、DNAやカーボンナノチューブのようなナノメートルサイズの物質の電気特性を測定することも可能になっており、「分子エレクトロニクス」と呼ばれる新しい研究分野が着実に進展しています。

では、分子数個からなるpnpトランジスターを作ってみましょう。まず、p型特性を示す(多数キャリアが正孔)有機分子とn型特性を示す分子(電子)を用意しましょう。もう難問にぶつかります。有機半導体のp型、n型の起源は为什么呢。無機半導体では不純物ドーピングによりp型、n型特性を制御できます。いわゆる不純物半導体です。有機結晶の半導体特性を調べると、確かにp型、n型と判定される振る舞いを示します。アントラセンなど多くの有機物はp型特性を示し、フラレンなど一部の材料はn型特性を持つことが知られていま

す。この特性は合成時の不純物の混入や、大気中の水分や酸素の吸着によると思われます。では、ほんとにpureな分子1個は? - p型・n型といった定義すら難しいことがわかります。

それでも、我々は、数多くの有機物の中から、HOMOとLUMOの位置を調べて、いい組み合わせを選べば、無機半導体でみられるp/n接合のようなものを得られるかもしれません。

その特性を測ってみましょう。ダイオード特性が得られるはずですが。光を当てると太陽電池にもなるはずですが。いや、分子の世界ではもっと別の現象が観測されるかもしれません。目には見えませんが、テスターで測るわけにはいきません。幸い我々は、走査プローブ顕微鏡(SPM)とよばれる手法を用いて原子1個を視ることができるようになっています。このプローブで分子に触れて測定してみよう。プローブ先端の金属1原子から分子へ、うまく電子(または正孔)が渡るのでしょうか。ここにも難しさや面白さがあります。

さて、最後はこの分子への配線です。トランジスターとしての機能を取り出すには、pnp分子の3極に結線をしなければなりません。金属原子を並べましょうか、それとも導電性高分子を接続しましょうか。もっと他にもいいアイデアがあるかもしれません。

こうしてみると、分子トランジスターはまだまだ夢かもしれません。実現には、いろいろなグループの協力が必要であることがわかります。ここ分子研は、その環境が整った研究機関の一つであると思います。いろいろな分野の方と協力して、ひとつずつ解決していきたいと考えています。

