



## 小川 琢治

愛媛大学理学部 物質理学科

プロフィール:昭和59年京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了、理学博士(京都大学)、同年愛媛大学助手、昭和62年愛媛大学講師、平成1年愛媛大学助教授、平成9年—平成11年九州大学助教授(有機化学基礎研究センター)、平成11年4月—愛媛大学助教授。平成13年—分子科学研究所客員助教授  
専門:有機化学 趣味:映画鑑賞、旅行

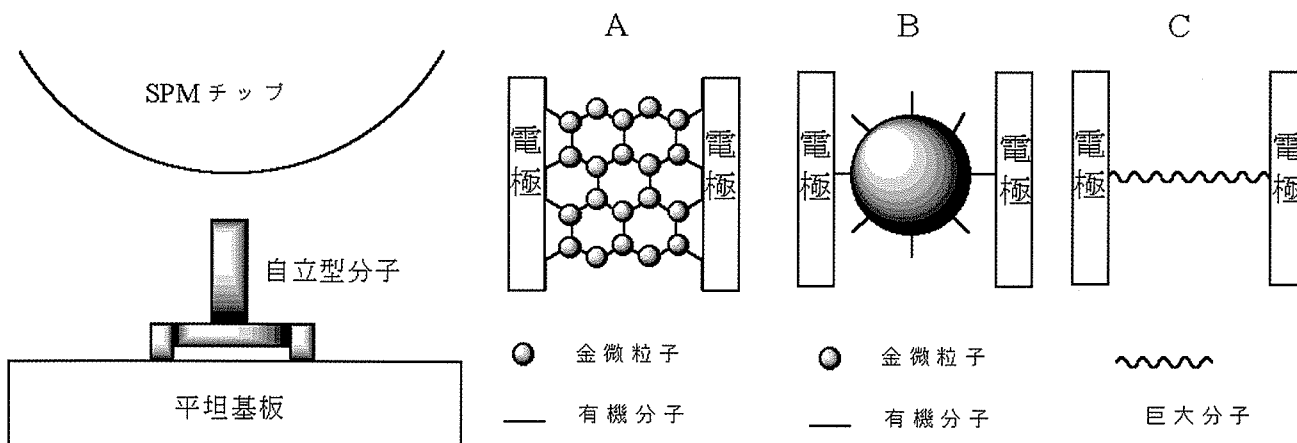
# 単分子電子素子への有機合成的アプローチ

## 要旨

単一の分子が機能単位となり何らかの情報処理を行う「分子素子」は、無機半導体を素材とする現在の電子素子に比べて以下のメリットがあると考えられている。(1) 1nm以下の精度で全く同じ大きさ・形状の物が多数作成可能である。(2) 形状、電子状態の自由度が高く、設計可能性が大きい。(3) 有機分子の素材は多くの場合C, H, N, O, S等の軽元素であり、環境への負荷の高いGa, As, Mn, Sb, Se, Cd等の重元素を使わない。また、「分子素子」のデメリットと考えられている点も、多くの場合には1nm程度の組織体を用いた電子素子で有れば共通の問題点であり、有機分子を用いるが故の特異な問題点では無いことが多い。

分子を用いて、電流制御でデジタル信号処理を行おうと考えると、当然単分子の電流計測実験を行う必要があるが、これ自体が物理・化学の非常に興味深く重要なターゲットになっている。有機分子ポリマーや結晶などの分子集合体の電導特性に関しては、日本は長い歴史を持っており、ほぼ確立した分野であると考えて良いと思う。しかし、単分子の電導に関しては未だに信頼できる実験例も少なく、その理論も今まさに作られつつある段階である。そのため、上記の目的を達成するための最初の研究テーマとして、単分子ないしは少数分子がかかる有機分子電子素子の物性を容易に測る手法を開発し、新規の有機分子を用いた新規の電子特性を見いだすことを目的に研究を行った。測定手法としては、下図に示す方法を用いており、それぞれの測定法にふさわしい構造の有機分子を設計合成してきた。

## 有機分子および有機分子/金属微粒子複合系の電気特性の計測法



(1) 自立型分子のSPMによる計測

(2) 平面ギャップ電極と、有機分子/金微粒子を用いた計測

## 走査型プローブ顕微鏡による単分子電導計測に最適化した自立分子

単分子ないしは少数分子の伝導度計測の実験として、走査トンネル顕微鏡を用いた実験が良く行われているが、多くの実験においては自己組織化膜中に直立させた試料の観測を行ったものがある。この方法では、単分子のみの伝導度を測っているのではなく隣接する分子から流れ込む電流も同時に測定しており、そのデータからモデルを仮定しないと単分子の伝導特性を求めることができない。我々は、自己組織化膜を用いないで基板上に単分子が孤立して直立する分子の合成を行い、その単分子電導計測を行った。

## ナノ電極を用いた計測用分子の設計合成と物性計測

走査プローブ顕微鏡を用いた測定は、確実に単分子の計測が可能であり、信頼性の高いデータが得られるが、(1) 分子と電極(チップ)

の間が物理接触であり、分子と電極が共有結合でつながった場合の計測ができない、(2) 将来的な実働デバイスへの出口が明確でない、と言う欠点がある。将来的な展開を考えると、平面ナノ電極を用いた計測法を確立する必要がある。平面電極を用いた実験としては、約1 $\mu$ m程度のギャップの電極を、約3nm $\phi$ の金微粒子と有機分子ジチオールでつなげた素子、約50-100nmのナノ電極と50-100nmの金微粒子/有機ジチオールから作った素子、約50-100nmのナノ電極と約50-100nmの巨大分子から作った素子を用いた実験を行った。

## 研究成果

### 論文

1. Electronic conductive characteristics of devices fabricated with 1,10-decanedithiol and gold nano particles between 1000nm electrode gaps, Takuji Ogawa, Keiji Kobayashi, Go Masuda, Takuya Takase, and Seisuke Maeda, Thin Solid Films, 393, 374-378 (2001). 2. Chemical approach toward molecular electronic device, Takuji Ogawa, Keiji Kobayashi, Go Masuda, Takuya Takase, Yuusuke Shimizu, and Seisuke Maeda, Trans. Mat. Res. Soc. Jpn., 26, 733-738 (2001).

### 解説

1. 小川琢治「単一分子デバイスの設計と合成」in「分子ナノテクノロジー」、化学同人(2002) 2. 「単分子エレクトロニクス」小川琢治、「ナノテクノロジー最前線」東京教育出版センター(2002)、3. 小川琢治「分子エレクトロニクスはどこまで進んだか」化学(化学同人)、9月号、19-24(2000) 4. 小川琢治「究極のナノテクノロジーとしての有機合成」有機合成化学協会誌(有機合成化学協会)、5月号、452-453(2001). 5. 「分子エレクトロニクスへの扉」小川琢治、月刊機能材料(シーエムシー)「21世紀の新材料・新技術」、8月号、30-36(2001) 6. 「分子電子素子のナノ科学技術」小川琢治、STEPネットワーク(四国産業技術振興センター)、5月号、(2002)

### 特許

1. 発明の名称 分子集積回路素子、出願日 平成14年3月11日、出願番号 特願2002-064264、2. 発明の名称 分子ワイヤ、出願日 平成14年7月31日、出願番号 特願2002-223978、3. 発明の名称 分子ワイヤおよびその製造方法、出願日 平成14年7月31日、出願番号 特願2002-223975、4. 発明の名称 有機金属錯体およびその製造方法ならびにそれを用いた電荷保持材料および単電子トランジスタ、出願日 平成14年7月31日、出願番号 特願2002-223971

