

田中彰治(助教)(1989年4月1日着任)

A-1) 専門領域：非ベンゼン系芳香族化学，分子スケールエレクトロニクス

A-2) 研究課題：

- a) 量子効果素子回路の単一分子内集積化法の開拓
- b) 単一長鎖分子ワイヤの伝導特性の系統的解明
- c) 基板表面に設置した巨大分子系の実空間構造解析

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 本研究では、「単一巨大分子骨格内に量子効果素子回路をまるごと集積化」するための逐次精密合成プロセスの開拓を目指している。昨年度までに、単電荷トンネル素子の基本構成モジュール群 [トンネル接合, 静電接合, 量子井戸, 多端子型クーロン島, ワイヤ, アンカーユニット] が一通り揃ったので,今年度は素子構築に取りかかった。手始めは、三端子型の基本量子スイッチング素子である単電荷トンネルトランジスタである。その構成モジュール [トンネル接合 ×2, 静電接合 ×1, 三端子型クーロン島 ×1, ワイヤユニット] を逐次接合し, 単電荷トンネルトランジスタ構造を内蔵した大型分子 (サイズ: 8 nm × 3 nm, 分子量: 5,293) の合成に成功した。ついで、三端子型の単電荷ターンスタイル構造を内蔵する分子 [トンネル接合 ×4, 静電接合 ×1, 三端子型クーロン島 ×1, ワイヤユニット] の合成にも成功した。さらに、4端子型の単電荷ポンプ構造を有する分子 [トンネル接合 ×3, 静電接合 ×2, 三端子型クーロン島 ×2, ワイヤユニット] の合成についてもほぼ完了している。
- b) 単一分子鎖レベルの電荷輸送特性の解明と制御法の開拓を 阪大・多田・山田 G と実施している。本年度は 特に「トンネル伝導からポーラロン伝導へと転移する境界鎖長領域 (5–6 nm)」近傍における伝導度の温度依存性を系統的に計測した。その結果を理論予想 (産総研・浅井 G) と比較検討することにより, 単一分子伝導の実態の解明を進めている。さらにその発展系として, 各種機能サイトを導入した長鎖分子ワイヤの伝導特性を評価するため, 発光中心や磁性中心を導入した長鎖分子鎖の合成を京大・田中 (一) G と実施した。
- c) 巨大分子系の「基板に設置した状態での分子形状」や「局所的電子構造 (特にトンネル/静電接合部分)」を個別分子レベルで解析するため, 走査プローブ顕微鏡を用いた研究を横浜・市立大の横山 G と実施している。真空蒸着が不可な大型分子の場合, 「孤立吸着分子の良質な試料」の作成が最初の難関となる。当研究室の分子群の場合, 一般的なパルスジェット法を用いても良質な試料を得るのは困難であったが, エレクトロスプレー法を用いることで良質な試料を再現性よく得られるようになった。現在, 120 nm 級 (被覆型チオフェン 288 量体, 分子量: 86,184) までの分子ワイヤについて, 単一分子の高分解能 STM 観測を達成した。今後, a) 項で合成した多端子系巨大分子について, 各種の局所分光法の適用を行う。

B-1) 学術論文

SK. LEE, R. YAMADA, H. TADA and S. TANAKA, "Mechanism of Electrical Conduction through Single Oligothiophene Molecules," *Funct. Mater. Lett.* **3**, 245–248 (2010).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

分子研分子物質開発研究センター・特別シンポジウム「分子スケールエレクトロニクスにおける新規分子物質開発」主催者 (1998).

応用物理学会・日本化学会合同シンポジウム「21世紀の分子エレクトロニクス研究の展望と課題——分子設計・合成・デバイスからコンピュータへ——」日本化学会側準備・運営担当 (2000).

第12回日本MRS学術シンポジウム: セッション H 「単一電子デバイス・マテリアルの開発最前線~分子系・ナノ固体系の単一電子デバイス~」共同チェア (2000).

First International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics 組織委員 (2001).

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(C), 「単一分子内多重トンネル接合系の精密構築法の開拓」田中彰治 (2007年-2008年).

科研費基盤研究(B), 「単電子 / 正孔トンネルデバイス回路の単一分子内集積化のための分子開発」田中彰治 (2010年-2012年).

C) 研究活動の課題と展望

二端子タイプの機能集積化巨大分子の合成については、おおそ目処が立ってきた。今後は、多端子系に研究の主眼を移すことになる。ますます、合成、単一分子物性計測、そして実験結果の理論解析は困難となるであろうが、実際には「普通では得られない非典型的なブツ」の合成を達成すると、そいつが「ほんの少しだけ前代未聞の指針」を教示してくれるので、なんとかなるものである。これは、ロールプレイングゲームで「モンスターとの戦闘を介して経験値を取得する」と同じ原理である(違つかも) 但し、リセットは効かないので要注意。はてさて、どこまで行けるか。行けるところまで行ってみよう。