

【基盤研究(S)】

理工系(化学)



研究課題名 機能性ナノ構造体の界面配位合成と化学素子の創製

東京大学・大学院理学系研究科・教授 にしはら ひろし  
西原 寛

研究課題番号: 26220801 研究者番号: 70156090

研究分野: 無機化学

キーワード: 分子ワイヤ、二次元錯体、バイオ共役マテリアル

【研究の背景・目的】

光・電子・電気化学デバイスの技術革新における次なる目標は半導体や無機固体に加えて様々な機能をもつ分子材料を利用する技術の確立であり、分子材料を用いてナノサイズ物質を設計通りに組み上げるボトムアップ方法論の確立が求められている。

本研究では、「界面配位プログラミング法」を用いて、ユニークな特性を有する分子ネットワークを創製するとともに、独創的で高性能の化学素子を開発することを目的とする。対象物質系の一つは、界面に縦方向に分子ユニットを連結して組み上げるπ共役金属錯体ワイヤであり、レドックス活性、導電性に加えて、光、温度、圧力刺激に応答して構造や物性が変換する機能や光電変換機能を組み込んだ錯体分子ワイヤを構築し、インテリジェントな化学素子を開発する。また生体コンポーネント PSI, PSII と分子ワイヤのハイブリッドシステムを構築する。もう一つの対象物質系は界面に横方向に分子ユニットを連結して組み上げるπ共役金属錯体ナノシート(図1)であり、二相界面合成法を用いて多層および単層の導電性及びレドックス活性な錯体πナノシートを作製し、エレクトロクロミズム、トポロジカル絶縁性の発現とそれらを応用した先駆的な素子の開発を行う。

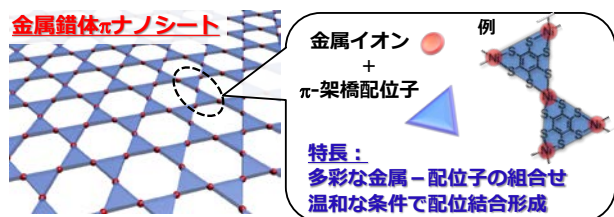


図1. 研究対象の金属錯体πナノシート。

【研究の方法】

様々な金属と配位子の組み合わせを用いて、1) インテリジェント錯体分子ワイヤと 2) 錯体πナノシートを創製し、それらの構造解析・物性測定・素子開発を行う。1) については、分子ネットワーク中の電子輸送特性の普遍的要素を導出するとともに、より高速電子移動能および外部信号応答機能を持つ分子ワイヤを創出する。さらにそれらのインテリジェント分子ワイヤを用いてウェット系、ドライ系分子素子を作製する。2) については種々の金属と配位子の組合せで物質群を探索し、液液界面での多層シート(μm厚)、気液界面での単層および数層のシート(nm厚)の合成法と色々な基板への転写法を確立し、

構造決定と物性測定を行う。さらに、エレクトロクロミック素子、高性能FETやスピントルク素子を作製する。またワイヤシート共役系の創成も行い、高次機能材料開発へ展開する。

【期待される成果と意義】

単一分子デバイスに適する物質は、導電性やレドックス特性を自在に制御でき、光などの外場応答性を有する分子ワイヤである。配位プログラミング法で合成できるπ共役レドックス錯体ポリマーワイヤは、金やシリコン基板上でポテンシャル傾斜構造や分岐構造を精密かつ自在に設計でき、超長距離電子輸送能や多重レドックス活性をもつ。本研究で、外部信号に応答する分子スイッチ部位を組み込むことによって新しい化学素子へ展開できる。

一方、有機電子デバイスの物質の主役として、有機半導体、金属・半導体ナノ粒子が研究されてきたが、最近グラフェン(二次元炭素)に大きな注目が集まっている。その理由は、グラフェンが優れた物性を示すことに加えて、二次元シート状構造が、そのまま従来の半導体技術、表面加工技術を適用できるからである。本研究の対象である金属錯体πナノシートは、物質のバリエーション、合成の簡便さ、低コスト、物性チューニングの容易さ等の利点を持つ独創的な物質であり、導電性やレドックス特性も付与できる。トポロジカル絶縁性が見出されれば、それを活かしたSTT素子などへの応用は、新たな分子素子開拓へつながる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- π-Conjugated Nickel Bisdithiolene Complex Nanosheet, T. Kambe, R. Sakamoto, K. Hoshiko, K. Takada, J. Ryu, S. Sasaki, J. Kim, K. Nakazato, M. Takata, H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 2462-2465.
- Coordination Programming-A Concept for the Creation of Multifunctional Molecular Systems, H. Nishihara, *Chem. Lett.* **2014**, *43*, 388-395. (Highlight Review)

【研究期間と研究経費】

平成26年度-30年度  
150,100千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/inorg/nishihara@chem.s.u-tokyo.ac.jp>