

【特別推進研究】

理工系



研究課題名 二次元共役ポリマー、配位ナノシートの創製とヘテロ構造化による高次機能発現

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： 19H05460 研究者番号：70156090

キーワード： 二次元物質、金属錯体、結晶、ヘテロ構造、エネルギー貯蔵

【研究の背景・目的】

配位ナノシートとは、金属イオンと平面形の架橋有機 π 配位子との結合で構成される二次元共役ポリマーの極薄膜を指す。金属的な性質を示す強電子相関系配位ナノシートは研究代表者らが2013年に初めて報告した。配位ナノシートは、二次元物質の代表例であるグラフェンなどの強電子相関系無機物質とは異なり、温和な条件下で進行する金属イオンと有機分子のボトムアップ錯形成反応により合成でき、多彩な化学・幾何構造とそれに伴う多様な物性・化学的性質・機械的特性を創出できることから、その自然科学や産業への波及効果は計り知れない。本研究では、液-液や気-液などの二相界面を反応場とする、新規機能性配位ナノシートの高品質合成を確立し、本質的な物理・化学的特性を明らかにするとともに、ヘテロ積層体・接合体のような複合系を創製してそれらの特異な物理的、化学的機能を導き出し、電子・磁気・光デバイスやエネルギー変換・貯蔵デバイスなどへの応用を探索する。

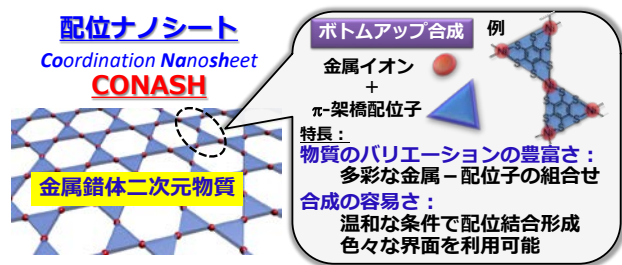


図1 配位ナノシートの特長

【研究の方法】

本研究では、新規配位ナノシートを創製するとともに、高品質の配位ナノシートの特異な物理的、化学的特性を完全に解明し、その機能を極限まで引き出すために、具体的に次の4課題に取り組む。

1) 新規化学構造の機能性配位ナノシートを理論計算予測と組み合わせながら創製する。2) 高純度で大面積 (10マイクロメートル平方) の単結晶性配位ナノシートを合成・同定し、精密な電子・磁気・光物性測定を行い、本質的な構造-物性相関を完全に解明する。3) 金属錯体と二次元共役構造の両方の特長を活用した極限の物理的、化学的機能を探索する。4) 配位ナノシートを他のナノシートと組み合わせたヘテロ積層、ヘテロ接合構造を作製し、複合系の特異な物理的、化学的特性を見出して解明する。

いずれの課題も、これまで研究代表者らが独自に開発してきた研究手法や進め方および物理学、電子

工学の研究者との共同研究ネットワークを基盤としているが、高品質の配位ナノシートを合成するには、大きな実験手法の飛躍が必要である。独自の新界面合成手法を開発することによってこの課題を解決し、配位ナノシートが有する様々な機能の基礎研究を主軸としながら、応用展開を進める。特に研究分担者の坂牛 健主任研究員 (NIMS) と共同で配位ナノシートのエネルギー貯蔵・変換機能について研究する。

【期待される成果と意義】

配位ナノシートは、二次元物質であるが、グラフェン等の無機ナノシートとは合成法が異なり、二相界面または溶液中での錯形成反応という高温を必要としない常温でのボトムアップ合成で作られる。しかしながら、現時点でのこの湿式合成法の問題点として、極めて高品質 (高純度、単結晶、大面積) の生成物を常に得ることができるところまでは到達していないことが挙げられる。

本研究において高品質配位ナノシートの一般的な合成法を確立することができれば、配位ナノシートの科学と工学は、次のステージに飛躍できる。それは、化学や物理学、電子工学を核として、産業化に結び付く研究技術開発である。配位ナノシートには、無機系ナノシートとは異なる多くのユニークな点が存在する。それは金属錯体ユニットがもつ特性や機能を二次元構造に組み込める点であり、二次元物質と金属錯体の相乗的な現象や機能による独自の応用展開によって、新たな科学技術、社会のおよび経済・産業の要請への答えを生み出す力を秘めている。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- π -Conjugated Nickel Bis(dithiolene) Complex Nanosheet. T. Kambe, R. Sakamoto, K. Hoshiko, K. Takada, M. Miyachi, J. Ryu, S. Sasaki, J. Kim, K. Nakazato, M. Takata, H. Nishihara, *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, 135, 2462-2465.
- Coordination nanosheets (CONASHs): strategies, structures and functions. R. Sakamoto, K. Takada, T. Pal, H. Maeda, T. Kambe, H. Nishihara, *Chem Commun.* (Feature article) **2017**, 53, 5781-5801.

【研究期間と研究経費】

令和元年度-令和5年度 418,700千円

【ホームページ等】

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