

二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出  
平成27年度採択研究代表者

2018年度 実績報告書
-----------------

西原 寛

東京大学大学院理学系研究科  
教授

有機・無機複合二次元物質、配位ナノシートの創製と電子・光・化学複合機能の創出

## § 1. 研究成果の概要

ビス(ジイミノ)ニッケル錯体ナノシート(NiDI)を二次電池の電極材料としての応用性を調査した(図1)。NiDIの特徴である、金属錯体部位の酸化還元活性とイオンが容易に出入りできる構造内の空孔が有効に生かされ、市販の二次電池に匹敵する容量が達成された。また、300回の充電・放電サイクルを繰り返しても容量は維持されており、優れたサイクル特性を示した。

また、ビス(ジチオラト)白金錯体ナノシート(PtDT)を合成し、その構造や電気伝導度を調査した。PtDTは既報のNiDTのstaggered構造と異なるslipped hexagonal構造を持ち、絶縁性の物質であることがわかった(図2)。PtDTをヨウ素の溶液に浸して金属錯体部位を一部酸化すると、電気伝導度が大きく向上し、電気伝導性を示す。理論計算により、PtDTのバンド構造を得たところ、フェルミ準位近傍にギャップが存在しており、NiDTと異なり、導電性が低いことと一致した。

中里グループとは配位ナノシートと半導体技術とを融合して素子化を進めるべく、集積回路や素子の設計・試作および動作試験を実施した。

佐々木グループとは放射光を用いた配位ナノシートの形成過程の調査を試み、実験系の構築と反応追跡実験を行った。

### 【代表的な原著論文】

1. Keisuke Wada, Ken Sakaushi, Sono Sasaki and Hiroshi Nishihara, "Multielectron-Transfer-based Rechargeable Energy Storage of Two-Dimensional Coordination Frameworks with Non-Innocent Ligands", *Angew. Chem. Int. Ed.*, vol. 57, No. 29, pp. 8886-8890, 2018
2. Ryota Matsuoka, Ryojun Toyoda, Ryo Shiotsuki, Naoya Fukui, Keisuke Wada, Hiroaki Maeda, Ryota Sakamoto, Sono Sasaki, Hiroyasu Masunaga, Kosuke Nagashio, Hiroshi Nishihara, "Expansion of the Graphdiyne Family: A Triphenylene-Cored Analogue", *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 11, No. 3, pp. 2730-2733, 2019.

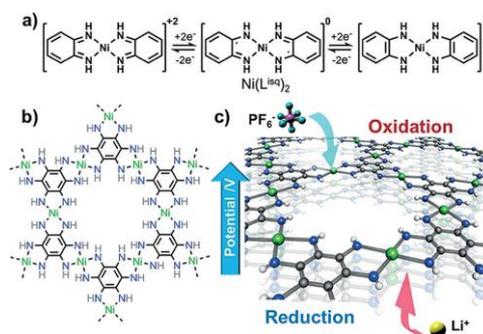


図1. a) NiDI内部の金属錯体の酸化還元反応、b) NiDIの化学構造、c) NiDIにイオンが出入りする概念図。

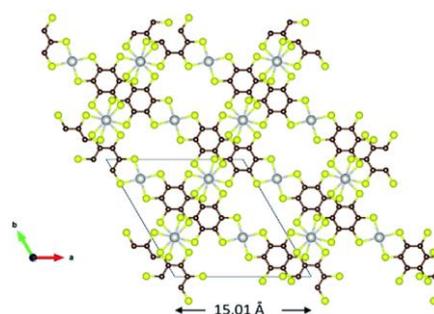


図2. PtDTのslipped hexagonal構造。層間距離は4.19Å。

## § 2. 研究実施体制

### (1)「西原」グループ

① 研究代表者:西原 寛 (東京大学大学院理学系研究科 教授)

#### ② 研究項目

- ・配位ナノシート(CONASH)の合成と同定
- ・CONASH のレドックス・光機能解析とキャパシタ・光電池への応用
- ・強電子相関性 CONASH の物性解析と電子状態の理論解明
- ・CONASH の電気化学触媒機能を探索

### (2)「中里」グループ

① 主たる共同研究者:中里 和郎(名古屋大学大学院工学研究科 教授)

#### ② 研究項目

- ・CONASH の電子輸送特性評価
- ・CONASH を用いたグルコース燃料電池の作製と評価
- ・半導体集積回路と CONASH の融合技術の開発

### (3)「佐々木」グループ

① 主たる共同研究者:佐々木 園 (京都工芸繊維大学繊維学系 教授)

#### ② 研究項目

- ・CONASH の構造—機能相関の解明