

キーワード

金属錯体、配位高分子、インピーダンス分光測定、薄膜太陽電池、電界効果トランジスタ、有機 EL 素子
metal complex, coordination polymer, impedance spectroscopy, thin-film solar cell, field-effect transistor, organic light emitting diode

研究内容

配位高分子は金属イオンが有機架橋配位子によって架橋されたポリマー構造を有する無機・有機複合材料であり、金属イオンと有機配位子の高度な自己集積能を利用することで、特異な骨格と空間を有する集積体が構築可能な複合材料である。この材料はメタンや二酸化炭素、水素などの気体の吸蔵・分離や不均一触媒への応用など近年多くの研究が行われているものの、電子デバイスへの応用に関してはあまり進展していない。そこで、本研究で新たな配位高分子の開発とそれらを用いた電子デバイスの作製と評価を行い、無機・有機複合材料である配位高分子の新たな研究領域の開拓を試みている。

[1] 新規配位高分子の開発

本研究では金属イオンと有機架橋配位子とを組み合わせることで、ポリマー構造を有する無機・有機複合体である配位高分子を合成している。最近特に、導電性と発光特性を兼ね備えた新たな配位高分子の開発に取り組んでおり、熱活性化遅延蛍光(TADF)を示す配位高分子など様々な機能性配位高分子の合成に成功している。

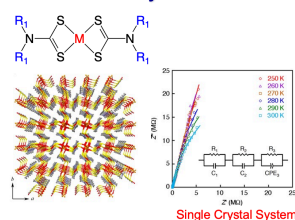
[2] 配位高分子の物性評価

本研究では合成した配位高分子に関して、インピーダンス分光測定やマイクロ波空洞吸収法によりその電気伝導性および誘電性を評価してきた。その結果、本研究で合成した配位高分子が有機半導体材料やアモルファスシリコンに匹敵する高いキャリア移動度をもつ半導体特性を示すことや、半導体特性を示しなおかつ強誘電性を発現することなど、金属錯体のポリマーである配位高分子ならではの電子物性が発現する事を見出した。

[3] 配位高分子の電子デバイスへの応用

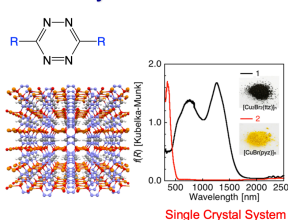
本研究ではこれまで、開発してきた配位高分子を用いて薄膜太陽電池や電界効果トランジスタ(FET)、有機EL素子などの光電子デバイスへの展開を模索してきた。最近では特に本研究で合成した配位高分子をバッファ層として用いた薄膜太陽電池が従来のバッファ層を用いた太陽電池よりも高効率化することを見いだしている。また、配位高分子を発光材料とした有機EL素子の作製にも成功している。

Dithiocarbamate System



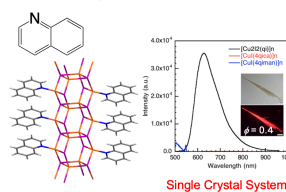
Single Crystal System

Tetrazine System



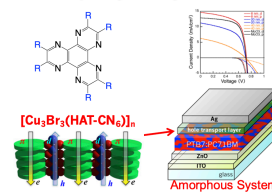
Single Crystal System

Quinoline System



Single Crystal System

Hexaazatriphenylene System



Amorphous System

最近の業績

- [1] K. Matsumoto, *et al.* : Organic Thin-film Solar Cells Using Benzotrithiophene Derivatives Bearing Acceptor Units as Non-fullerene Acceptors, *Eur. J. Org. Chem.*, **2021**, 4620-4629.
- [2] N. Yoshimura, *et al.* : Photosensitizing ruthenium(ii)-dye multilayers: photoinduced charge separation and back electron transfer suppression, *Sustainable Energy & Fuels*, **2020**, *4*, 3450-3457.
- [3] M. C. Heiber, *et al.* : Measuring the competition between bimolecular charge recombination and charge transport in organic solar cells under operating conditions, *Energy & Environmental Science*, **2018**, *11*, 3019 – 3032.
- [4] T. Okubo, *et al.* : Crystal Structure and Band-Gap Engineering of a Semiconducting Coordination Polymer Consisting of Copper(I) Bromide and a Bridging Acceptor Ligand, *Inorg. Chem.*, **2018**, *57*, 2373 – 2376.
- [5] K. Himoto, *et al.* : A new semiconducting 1D Cu(I)-Cu(II) mixedvalence coordination polymer with Cu(II) dimethylpiperidine-dithiocarbamate and a tetranuclear Cu(I)-Br cluster unit, *New J. Chem.*, **2018**, *42*, 3995 – 3998.
- [6] 大久保貴志: 配位高分子の構造・電子状態・物性制御と薄膜太陽電池への展開, *ファインケミカル*, 2020年11月号, *49*, 30-38.
 - 半導体材料(特許 6633872).
 - 配位高分子微粒子および配位高分子薄膜の製造方法(特許 6223110).
 - 科研費 新学術研究領域(公募研究)(2020-2021年度)(390万円)
 - 小笠原敏晶記念財団(2021年度)(400万円)