

樋口昌芳

(独)物質・材料研究機構 先端的共通技術部門 グループリーダー

エレクトロクロミック型カラー電子ペーパー

§1. 研究実施体制

(1)「樋口」グループ

- ① 研究代表者: 樋口 昌芳 ((独)物質・材料研究機構 先端的共通技術部門、グループリーダー)
- ② 研究項目
 - ・有機／金属ハイブリッドポリマーの開発
 - ・エレクトロクロミック型カラー電子ペーパーの作製
 - ・新デバイス構造の探索

(2)「森山」グループ

- ① 主たる共同研究者: 森山 悟士 ((独)物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点、独立研究者)
- ② 研究項目
 - ・有機／金属ハイブリッドポリマーの電子物性評価
 - ・エレクトロクロミック型カラー電子ペーパーの物性評価

(3)「牧」グループ

- ③ 主たる共同研究者: 牧 英之 (慶應義塾大学 理工学部、准教授)
- ④ 研究項目
 - ・有機／金属ハイブリッドポリマーの光物性評価

§2. 研究実施内容

【研究のねらい】 電子ペーパーは、電源を切っても表示が続く次世代ディスプレイであり、将来新聞やポスター等の代替品として、省エネルギーと省資源に寄与すると期待されている。従来の電子ペーパーは白黒表示であるため、カラー化が重要な研究課題となっている。本研究では、革新的エレクトロクロミック材料(電気で色が変わる材料)の創製と、それを用いたカラー電子ペーパーの開発を目的とする。

【これまでの研究の概要、及び研究進捗状況】 これまでに、ビス(ターピリジン)と鉄などの金属イオンからなる有機/金属ハイブリッドポリマーが優れたエレクトロクロミック機能を有することを見出している。現在、新しい有機モジュール(金属配位部位を2ヶ所有する有機分子)を設計・合成し、金属イオンとナノスケールで数珠つなぎに結合させることで様々な有機/金属ハイブリッドポリマーの開発を行っている。また、新しい表示デバイス素子の開発も並行して行っている。平成 23 年度において、ランタノイド金属イオンを含むハイブリッドポリマーの物性解明を行い、蒸気によって発光特性が変わる「ベイポルミネセンス特性」を発見した(*Chem. Commun.*, **2012**, *48*, 4947)。気体の発生を文字で知らせてくれる革新的なセンサーディスプレイとしての応用が期待される。

【研究成果】

次の(A)～(D)に関する研究に関する成果を得た。

(A) 有機/金属ハイブリッドポリマーの開発

(A-1) パラジウム触媒を用いたカップリング反応により、フェナンスロリンを2つ有する有機配位子を設計・合成し、これと銅、ニッケル、銀、亜鉛イオンを配位結合させることで、種々の有機/金属ハイブリッドポリマーを開発した(図1)。²⁾

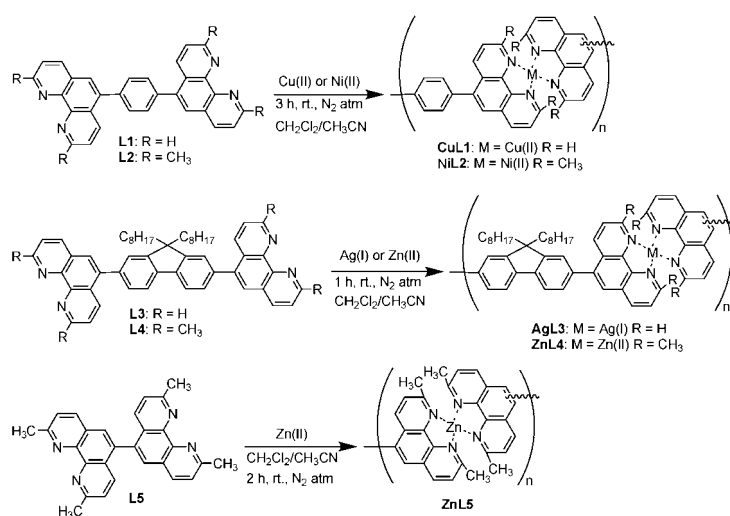


図 1. Synthesis of Cu-, Ni-, Ag- and Zn-based organic-metallic hybrid polymers.

(B) 有機／金属ハイブリッドポリマーの電子・光物性評価

ルテニウムイオンを有する有機／金属ハイブリッドポリマーを合成し、そのポリマー形成を原子間力顕微鏡から確認した。本ポリマーフィルムは、室温で一重項MLCTの励起により三重項MLCTからの発光を示すことを見出した。

(C) 新デバイス構造の探索

ビス(ターピリジル)ベンゼンと鉄とルテニウムイオンを段階的に錯形成させることで、両イオンを含む有機／金属ハイブリッドポリマーを合成した。このポリマーフィルムは金属イオンの酸化還元に伴ってマルチカラーの電クロミック特性を示した。

(D) 新応用分野の開拓(医療分野)

これまでに有機／金属ハイブリッドポリマーとウシ胸腺DNAとの定量的な会合をこれまでに見出している(*Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2011**, 13, 4839)。本年度、構造の異なる4種類のDNAとの会合特性を明らかにするとともに、その抗がん作用を見出した(図2)。¹⁾

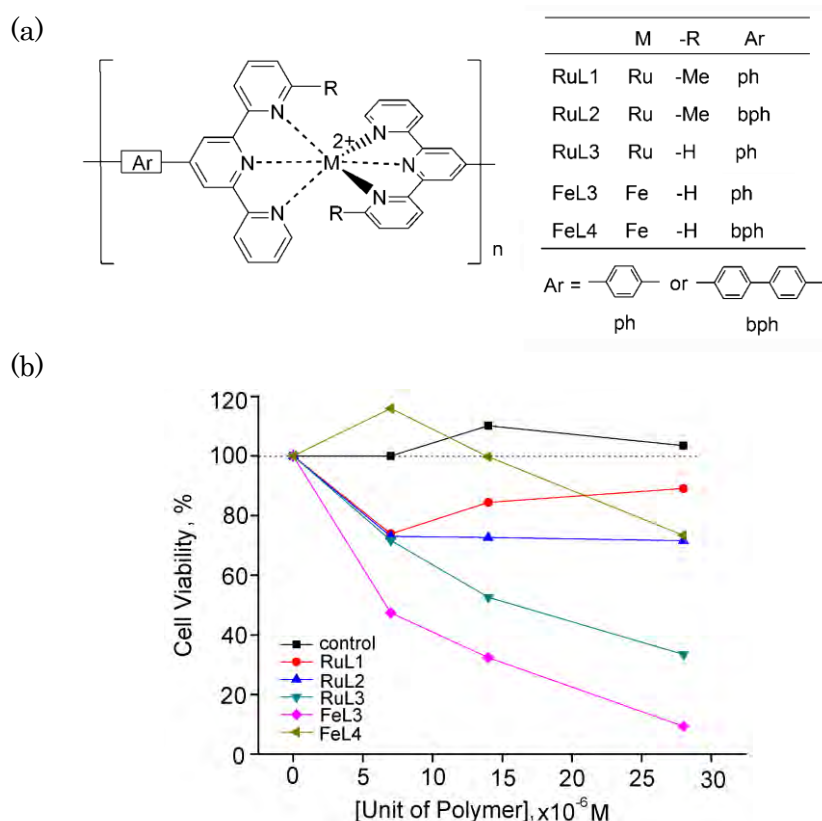


図 2. (a) Fe- and Ru-based organic-metallic hybrid polymers. (b) Cytotoxicity of the polymers against human non-small cell lung cancer cell lines (NCI-H460) in vitro.

【今後の見通し】 学術的知見を統合し製造プロセスへと展開することで、従来にないエレクトロクロミック型カラー電子ペーパーを開発する。また、新しいデバイス構造を探索・発明することで、簡素で実用性の高い革新的表示デバイスを実現する。さらに、新規物質群である有機／金属ハイブリッドポリマーの電子・光物性を解明し、カラー電子ペーパー以外のアウトカム(太陽電池や二次電池など)も含めた基礎・基盤技術の確立を目指す。

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

● 論文詳細情報

1. Jinghua Li, Tatsuya Murakami, Masayoshi Higuchi, “Metallo-Supramolecular Polymers: Versatile DNA Binding and Their Cytotoxicity”, *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, vol. 23, No. 1, pp. 119-125, 2013. (DOI: 10.1007/s10904-012-9752-2)
2. Md. Delwar Hossain, Masayoshi Higuchi, “Synthesis of Metallo-Supramolecular Polymers Using 5,5'-Linked Bis(1,10-Phenanthroline) Ligands”, *Synthesis*, vol. 45, No. 6, pp. 753-758, 2013. (DOI: 10.1055/s-0032-1316858)

(3-2) 知財出願

- ① 平成 24 年度特許出願件数(国内 1 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 4 件)