

分子機能研究部門

江 東 林 (准教授) (2005年5月1日着任)

A-1) 専門領域：有機化学，高分子科学

A-2) 研究課題：

- a) 電子系共役多核金属集積体の創製と電子機能の開拓
- b) 電子系シート状高分子および共有結合性有機骨格構造の創製と機能開拓

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 本研究では、 π 電子系で連結した新規な共役多核遷移金属錯体を設計し、 π - π 相互作用を活用することにより金属錯体の空間配置が精密に制御された集積体の構築に成功した。この場合、金属サイトは互いに共役しているため、分子内の磁氣的・電子的な相互作用に加え、集積化することにより、 π 共役系を介した長距離分子間相互作用が期待できる。二核金属錯体は軸比の極めて高いベルトを与えることを見いだした。この場合、反強磁性相互作用が観察され、二つの金属は互いに逆のスピンの向きを保つことが分かった。興味深いことに、ベルトは電子伝導とホール伝導を持ち合わせるという特異な伝導機能を示した。これまでに、有機反強磁性半導体材料は有機半導体と磁性金属塩の共結晶のみに実現されている。この分子のバージョンアップとして、周囲に両親媒性ユニットを導入した。この場合、異種金属イオンを位置選択的に搭載できるという著しい特徴を持つ。特に、金属種を種ごとに整理して並ぶことで、これまでに困難であった異方性の持った金属集積体の構築が可能となった。興味深いことに、常磁性金属を用いた場合、温度に依存しない Pauli 常磁性が観察された。さらに、PCI-AFM 法を用いて検討したところ、中性分子にもかかわらず、伝導性を示すというユニーク現象を見いだした。これは、中性有機分子の集積体で伝導を示す例として、注目されている。以上とは関連して、共役三核金属錯体は二次元シートを形成し、光励起エネルギーを運搬でき、光伝導であることを見いだした。
- b) 共有結合性有機骨格はメゾやマイクロサイズの細孔を有する結晶性高分子である。重縮合反応により合成され、細孔サイズが骨格により一義的に規定されるため、ガス吸着・貯蔵ための多孔性物質として注目されている。これに対して、本研究では、共有結合性有機骨格が提供する規則正しい配列構造に着目し、 π 電子系シート状高分子を設計し、光、電子、ホールなどの相互作用を通じて、世界に先駆けて光・電子機能性共有結合性有機骨格構造の創出に成功した。具体的に、拡張 π 共役分子であるトリフェニレンやピレン誘導体をモノマーとして使い、重縮合反応により新規な π 電子系共有結合性高分子骨格構造を合成した。この場合、シート状ポリマーを形成し、 π - π スタックにより厚さが約百ナノ、長さが数ミクロンという軸比の極めて高いベルトを与える。紫外線や可視光を用いてトリフェニレンやピレンユニットを励起すると、いずれも強い青色蛍光を放すことが分かった。励起スペクトル測定からユニット間のエネルギー移動が示唆された。また、励起子は特定のユニットに局在することなく、骨格を移動していることが分かった。すなわち、有機骨格構造体は紫外から可視光まで幅広い領域の光を捕集し、青色発光に効率的に変換できることを実証した。さらに、電気伝導を示し、p 型半導体であることを見いだした。『光・電子機能性有機骨格構造体』の初めての例として注目されている (*Angew. Chem., Int. Ed.* の VIP およびアメリカ化学会会員誌 *C&EN* にハイライト)。

B-1) 学術論文

S. WAN, J. GUO, J. KIM, H. IHEE and D. JIANG, “A Belt-Shaped, Blue Luminescent and Semiconducting Covalent Organic Framework,” *Angew. Chem., Int. Ed.* **47**, 8826–8830 (2008).

D. YANG, G. GUO, J. HU, C. WANG and D. JIANG, “Hydrothermal Treatment to Prepare Hydroxyl Group Modified Multi-Walled Carbon Nanotubes,” *J. Mater. Chem.* **18**, 350–354 (2008).

B-4) 招待講演

D. JIANG, “Supramolecular Approach to Spin Functional Materials,” China-Japan Joint Symposium on the π -Conjugated Molecules towards Functional Materials, Beijing (China), February 2008.

D. JIANG, “Macromolecular and Supramolecular Approaches to Photo and Spin Functional Materials,” The 2008 Asian-Core Symposium and Annual Meeting, KAIST, Deajeon (Korea), March 2008.

D. JIANG, “Macromolecular and Supramolecular Approaches to Photofunctional Nanomaterials,” The Second CAS Symposium on Applied Chemistry, Changchun (China), September 2008.

D. JIANG, “Macromolecular and Supramolecular Approaches to Photo and Spin Functional Nanomaterials,” 5th International Symposium on High-Tech Polymer Materials (HTPM-V), Beijing (China), October 2008.

D. JIANG, “Macromolecular and Supramolecular Approaches to Photofunctional Nanomaterials,” 2008 National Symposium on Solar Energy Photochemistry and Photocatalysis, Shanghai (China), November 2008.

D. JIANG, “Topological Design of Sheet-Shaped Macromolecules and Organic Frameworks,” China-Japan Joint Symposium on Functional Supramolecular Architecture, Beijing (China), December 2008.

B-6) 受賞, 表彰

江 東林, 2000年度日本化学会年次大会講演賞 (2000).

江 東林, 2005年度日本化学会若手特別講演賞 (2005).

江 東林, 2006年度高分子学会 Wiley 賞 (2006).

江 東林, 2006年度科学技術分野文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2006).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

第二回デンドリマー国際会議実行委員 (2000).

Winter School of JSPS Asian Core Program on Frontiers of Materials, Photo and Theoretical Molecular Science, Beijing, December 5–8, Organizer (2006).

China-Japan Joint Symposium on the π -Conjugated Molecules towards Functional Materials, Beijing, February 24–25, Organizer (2008).

Sokendai Asian Winter School “Molecular Sciences on Different Space-Time Scales,” Okazaki, December 9–12, Co-Organizer (2008).

China-Japan Joint Symposium on Functional Supramolecular Architecture, Beijing, December 20–21, Organizer (2008).

B-10) 競争的資金

奨励研究,「デンドリマー組織を用いた高反応性金属ポルフィリン錯体の空間的孤立化と新反応の開拓」江 東林 (1997年–1998年).

日本科学協会笹川科学研究,「デンドリマーを用いた金属ポルフィリン錯体の孤立化」江 東林 (1997年).

特定領域研究(A),「デンドリマーで被覆した分子ワイヤーの合成と機能」江 東林 (1999年).

若手奨励研究(A),「赤外線を用いた人工光合成系の構築」江 東林 (1999年–2000年).

科学技術振興機構さきがけ研究「構造制御と機能領域」,「樹木状金属集積体を用いたスピン空間の構築と機能開拓」江 東林 (2005年–2008年).

基盤研究(B),「光・磁気スイッチング配位高分子の設計と機能」江 東林 (2008年–2010年).

C) 研究活動の課題と展望

分子研に着任して4年目になりますが,『ゼロ』からの設計と合成をもとに出発しました。今頃やっと芽がすこし見えてきています。これから大きな木になれるように育てていきます。