

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，多孔有機材料

A-2) 研究課題：

- a) 二次元高分子の創出と機能開拓
- b) 共役多孔性高分子の創出と機能開拓

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 大環状ポルフィリンをビルディングブロックとして用い、ポルフィリン二次元高分子を構築する手法を開拓した。様々な金属ポルフィリン錯体に適用することで、同じ結晶構造を持ちながら、金属種の異なる二次元高分子の構築を可能とした。興味深いことに、金属種によってポルフィリン二次元高分子の伝導特性が劇的に変わることが分かった。フリーベースポルフィリン二次元高分子はホール伝導であるが、銅ポルフィリン二次元高分子は電子伝導を示す。一方、金属種を亜鉛に置き換えると、電子とホールの両方を伝導することが可能となった。二次元高分子は積層することで、ポルフィリンユニットは真上に重なるようにスタックし、ポルフィリンカラムが形成される。このカラム構造が伝導パスとして機能することを見いだした。それゆえ、中心金属種によりポルフィリン環の電子密度や状態が左右され、伝導特性に大きく影響を与えるようになった（ドイツ化学会誌 *Angew. Chem., Int. Ed.* 2012）。これと同様に、フタロシアニン二次元高分子では、異なる中心金属種を用いて伝導特性を制御できることを見いだした（イギリス王立化学協会誌 *Chem. Commun.* 2012）。一方、電子ドナーとアクセプターをモノマーとして、ドナーとアクセプターからなる二次元高分子の合成手法を開拓した。従来とは異なり、この場合、電子ドナーとアクセプターは自己選別して周期的なドナーカラムとアクセプターカラム構造を構築することが可能である。従って、分子の中では ambipolar 伝導経路が予め内蔵され、ドナーカラムはホール移動、アクセプターカラムには電子輸送が可能となる。実際、キャリア移動能を計測したところ、ドナー・アクセプター二次元高分子が ambipolar 伝導であることを見いだした（ドイツ化学会材料専門誌 *Adv. Mater.* 2012）。また、分子骨格にはヘテロ接合が規則正しく配列しているため、効率的な電荷分離システムとして機能することが期待されている（日経産業新聞，日刊工業新聞，科学新聞等に記事報道）。
- b) カルバゾール誘導体をビルディングブロックとして用いて新規な共役多孔性高分子を構築した。カルバゾール共役多孔性高分子は、巨大な表面積を持ち、ポア空間にゲスト分子を取り込むことができる。三次元構造でありながら、共役は広がっていることが特徴的である。そのため、励起子は局在することなく、分子骨格の中で移動することができる。カルバゾール共役多孔性高分子は、青く光る蛍光性物質である。その蛍光特性を利用し、新しい蛍光センシングシステムを開拓した（アメリカ化学会誌 *J. Am. Chem. Soc.* 2012）。電子アクセプターである芳香族分子をキャッチすると、蛍光発光は直ちに消光されてしまうことを見いだした。これとは反対に、電子リッチな芳香族分子をさらすと、蛍光発光は著しく増幅されることが分かった。すなわち、カルバゾール共役多孔性高分子は、標的分子が電子不足か電子リッチかを識別することができるユニークな蛍光性物質である。多孔性と共役を持ち合わせていることで、このような素早く応答し、かつ on と off の両方をセンシングできる分子識別システムが構築可能となった。

B-1) 学術論文

X. DING, X. FENG, A. SAEKI, S. SEKI, A. NAGAI and D. JIANG, “Conducting Metallophthalocyanine 2D Covalent Organic Frameworks: The Role of Central Metals in Controlling π -Electronic Functions,” *Chem. Commun.* **48**, 8952–8954 (2012).

X. LIU, Y. XU and D. JIANG, “Conjugated Microporous Polymers as Molecular Sensing Devices: Microporous Architecture Enables Rapid Response and Enhances Sensitivity in Fluorescence-On and Fluorescence-Off Sensing,” *J. Am. Chem. Soc.* **134**, 8738–8742 (2012).

X. FENG, L. CHEN, Y. HONSHO, O. SAENGSAWANG, L. LIU, L. WANG, A. SAEKI, S. IRLE, S. SEKI, Y. DONG and D. JIANG, “An Ambipolar Covalent Organic Framework with Self-Sorted and Periodic Electron Donor-Acceptor Ordering,” *Adv. Mater.* **24**, 3026–3031 (2012).

X. FENG, L. LIU, Y. HONSHO, A. SAEKI, S. SEKI, S. IRLE, Y. DONG, A. NAGAI and D. JIANG, “High-Rate Charge Carrier Transport in Porphyrin Covalent Organic Frameworks: Switching from Hole to Electron, and to Ambipolar,” *Angew. Chem., Int. Ed.* **51**, 2618–2622 (2012).

B-3) 総説, 著書

X. FENG, X. DING and D. JIANG, “Covalent Organic Frameworks,” *Chem. Soc. Rev.* **41**, 6010–6022 (2012).

B-4) 招待講演

D. JIANG, “Surface Engineering in Covalent Organic Frameworks,” The 244th ACS National Meeting and Expo, Philadelphia (U.S.A.), August 2012.

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).

China-Japan Joint Symposium on Functional Supramolecular Architecture, Hokkaido, August 2–5, Organizer (2009).

Sokendai Asian Winter School "Molecular Sciences on Different Space-Time Scales," Okazaki, December 2–5, Co-Organizer (2009).

China-Japan Joint Symposium on Functional Supramolecular Architecture, Jilin University, Changchun, July 25–28, Organizer (2010).

China-Japan Joint Symposium on Functional Supramolecular Architecture, Beijing Normal University, Changchun, October 6–9, Organizer (2011).

B-10) 競争的資金

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).

科研費基盤研究(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).

科学技術振興機構さきがけ研究「太陽光と光電変換機能領域」 「シート状高分子を用いた光エネルギー変換材料の創製」 江 東林 (2009年–2012年).

科研費基盤研究(A) 「共役多孔性高分子による特異分子空間の創出と機能開拓」 江 東林 (2012年–2014年).

C) 研究活動の課題と展望

二次元高分子及び多孔性共役高分子を柱に、これらの特異な構造を有する高分子は、どのようなサイエンスを秘められているのか、メンバーと日々悩んでそして楽しく。