

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) π 電子系共役多核金属集積体の創製と電子機能の開拓
- b) π 電子系二次元シート状高分子の創製と機能開拓

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 (*Chem. Commun.* 2009)。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。興味深いことに、三核共役金属集積体は自己組織化により二次元シートをあたえ、極めて高いキャリア伝導を有することが分かった。二次元シートが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。また、著しい伝導異方性を示すことを明らかにした (*J. Am. Chem. Soc.* 2009)。
- 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・貯蔵の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。上述の知見に基づき、『光伝導性シート状高分子の設計』に着目し、偶然にもシート状高分子が可視光を捕集し、光伝導を誘起することを見いだした。これは、光伝導性シート状高分子の誕生である。我々は、ピレン誘導体をモノマーとして用い、自己重縮合反応により、単一成分からなるシート状高分子を合成し、サイズの極めて均一なミクロンキューブを与えることを見いだした。単一 π 電子系成分のため、励起子はシート内、シート間を移動することが可能である。興味深いことに、シート状高分子は速やかに可視光に応答し、極めて大きな光電流を誘起するという現象を突き止めた。すなわち、シート状高分子は可視光を捕集するだけでなく、励起子を高速移動し、さらに、そのエネルギーを電気エネルギーに変換できるということを初めて実証した。シート状高分子の新しい機能として注目されている (*Angew. Chem., Int. Ed.* 2009)。

B-1) 学術論文

S. WAN, J. GUO, J. KIM, H. IHEE and D. JIANG, "A Photoconductive Covalent Organic Framework: Self-Condensed Arene Cubes with Eclipsed 2D Polypyrene Sheets for Photocurrent Generation," *Angew. Chem., Int. Ed.* **48**, 5439–5442 (2009).

L. CHEN, L. WANG, X. GAO, S. NAGASE, Y. HONSHO, A. SAEKI, S. SEKI and D. JIANG, "The Non-Covalent Assembly of Benzene-Bridged Metallosalphen Dimers: Photoconductive Tapes with Large Carrier Mobility and Spatially Distinctive Conduction Anisotropy," *Chem. Commun.* 3119–3121 (2009).

L. CHEN, J. KIM, T. ISHIZUKA, Y. HONSHO, A. SAEKI, S. SEKI, H. IHEE and D. JIANG, "Noncovalently Netted, Photoconductive Sheets with Extremely High Carrier Mobility and Conduction Anisotropy from Triphenylene-Fused Metal Trigon Conjugates," *J. Am. Chem. Soc.* **131**, 7287–7292 (2009).

Y. ZHANG, Y. YU, Z. JIANG, H. XU, Z. WANG, X. ZHANG, M. ODA, T. ISHIZUKA, D. JIANG, L. CHI and H. FUCHS, "Single-Molecule Study on Intermolecular Interaction Between C₆₀ and Porphyrin Derivatives: Toward Understanding How Strong the Multivalency Is," *Langmuir* **25**, 6627–6632 (2009).

M. ODA, T. ISHIZUKA, S. ARAI, A. TAKANO and D. JIANG, "Highly Planar Amphiphilic Porphyrins," *Tetrahedron Lett.* **50**, 7137–7140 (2009).

B-4) 招待講演

D. JIANG, "Topological Design of Sheet-Shaped Macromolecules," China-Japan Joint Symposium on Functional Supramolecular Architecture, Hokkaido, August 2009.

D. JIANG, "Design and Photofunctions of Two-Dimensional Macromolecules and Organic Frameworks," National Polymer Symposium of China, Tianjin (China), August 2009.

D. JIANG, "Molecular Design and Electronic Functions of Two-dimensional Macromolecules," International Conference on Organic Photonics and Electronics 2009 (ICOPE2009), The 11th International Conference on Organic Nonlinear Optics (ICONO11), Beijing (China), September 2009.

D. JIANG, "Design and Functions of Two-Dimensional Macromolecules," 5th IUPAC International Symposium on Novel Materials and Their Synthesis, Shanghai (China), October 2009.

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).

B-10) 競争的資金

日本学術振興会科研費奨励研究, 「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).

文部省科研費特定領域研究(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).

文部省科研費若手奨励研究(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).

日本学術振興会科研費基盤研究(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).

C) 研究活動の課題と展望

分子研に着任して5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。芽が見えてきましたので, これから大きく育てていきます。