

A group of approximately 15 people are gathered around a long wooden table in a bright, open-plan dining area. They are eating and talking, with some making peace signs. The table is set with various dishes, including what appears to be a large tray of gyoza (dumplings), bowls of food, and several cans of beverages. The room has a high ceiling with exposed wooden beams and large windows that let in plenty of natural light. The overall atmosphere is casual and friendly.

**名古屋工業大学大学院工学研究科
ソフトマテリアル分野
高木研究室**

研究室紹介



**①芳香族アミドの立体化学を利用した新構造(高)分子の合成
これまで**

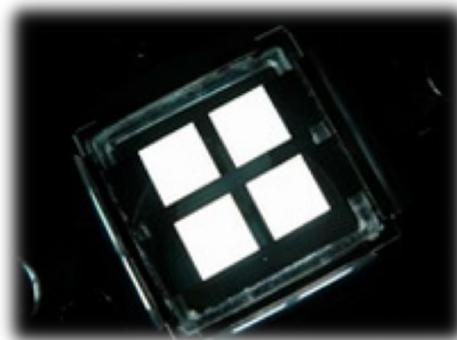


■ π 電子系化合物は機能材料の宝庫

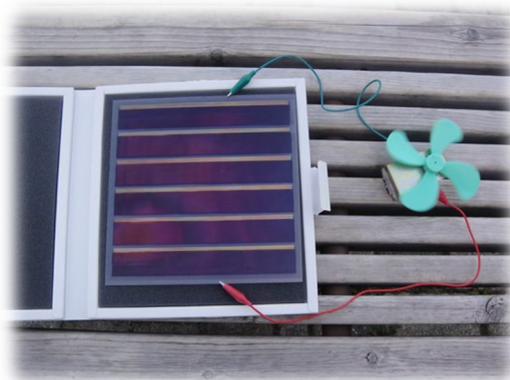
電圧で色が変わる



電気を光に変換する



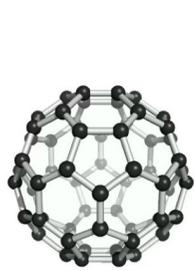
光を電気に変換する



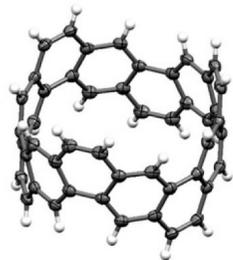
生体情報をモニタする



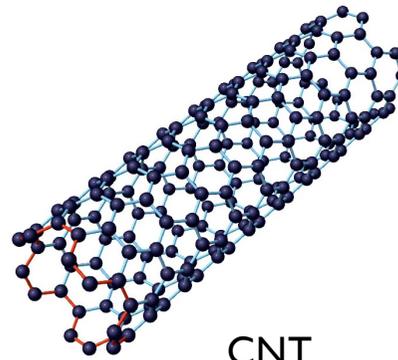
■ 分子そのものを合成(発見)すること、分子配列を制御することが重要



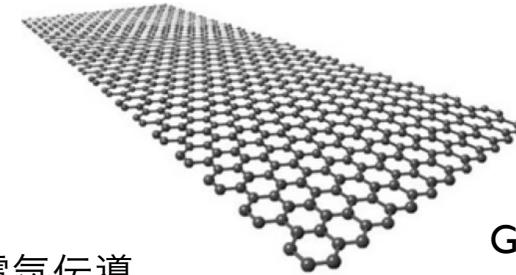
C60



CNB

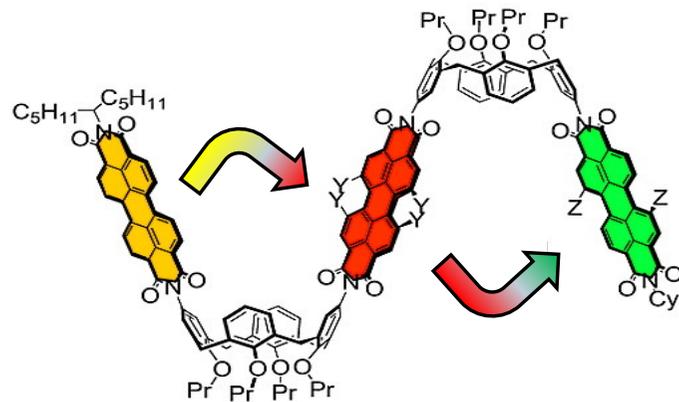


CNT



Graphene

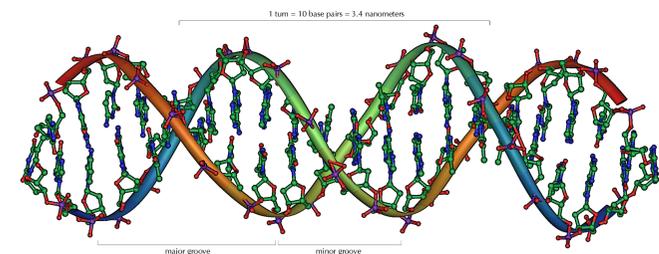
- ・ 電気伝導
- ・ 光吸収、発光
- ・ 分子包接
- ・ 物質吸着



エネルギーが効率よく伝播する

F. Würthner et al
J. Phys. Chem. C. **2008**, 112, 2476

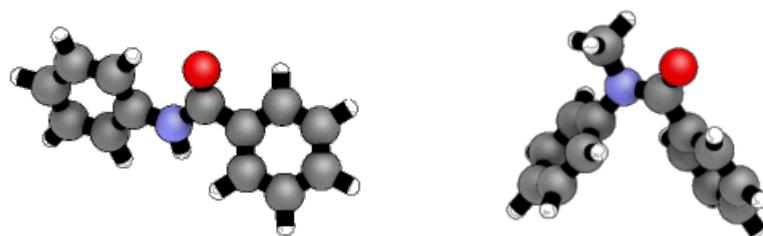
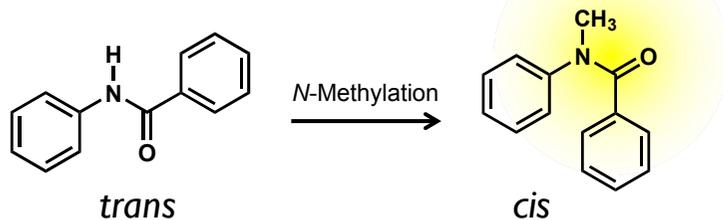
核酸塩基(π 電子系)が長軸方向に積層し
 電荷移動を担う



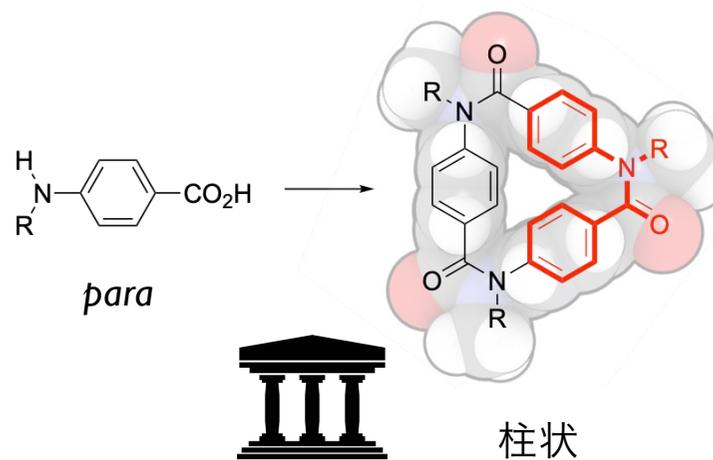
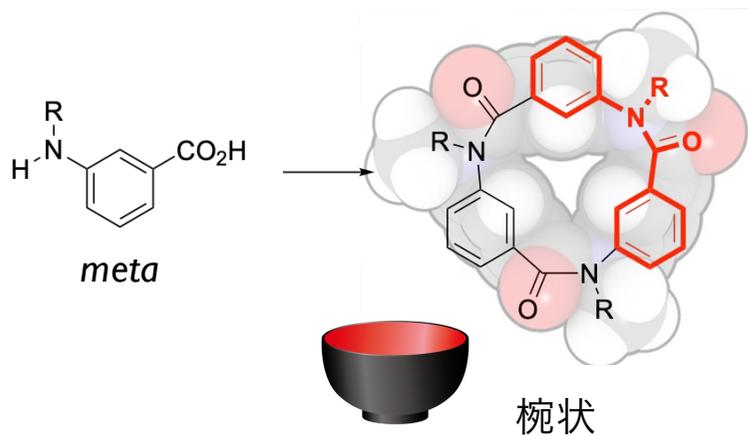
J. K. Barton et al
Science **1993**, 262, 1025



■ 第三級芳香族アミドの立体化学と環状三量体の高效率合成



A. Itai and K. Shudo et al.
Tetrahedron Lett. **1989**, 30, 6177

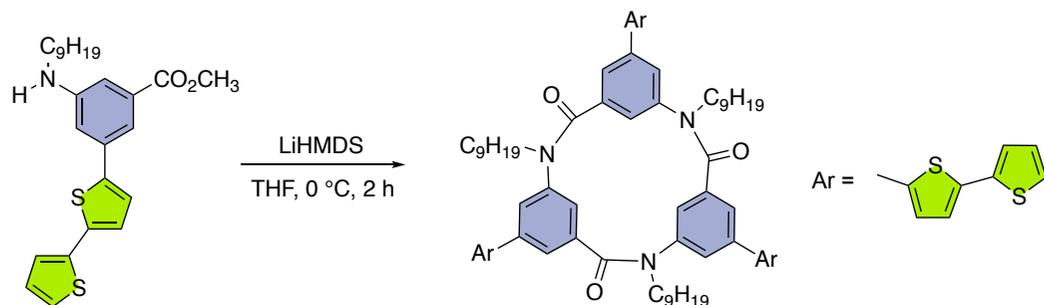


- ✓ ユニークな構造
- ✓ 機能団導入
- ✓ 面性キラリティ

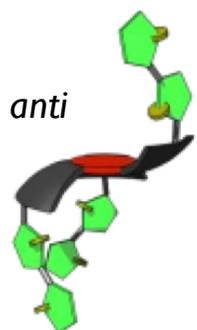
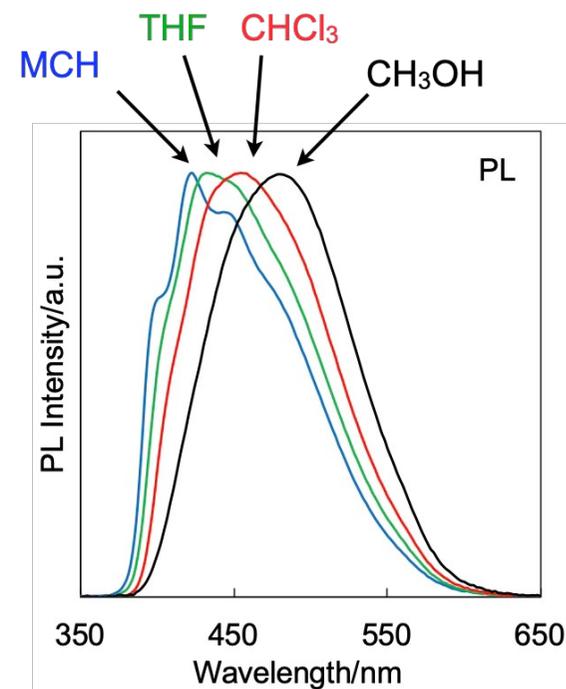
I. Azumaya et al., *Tetrahedron* **2003**, 59, 2325



□ π 電子系の集積化

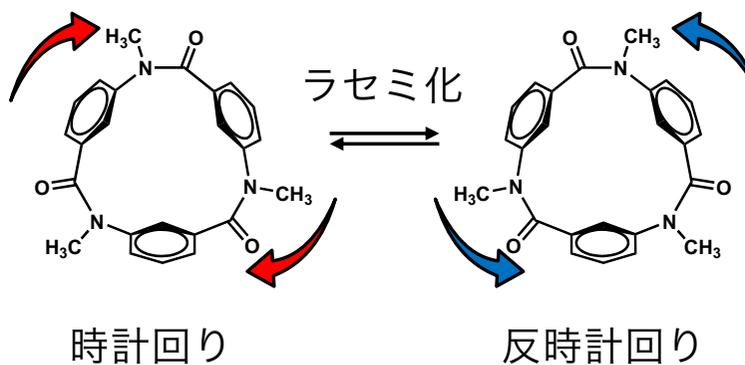
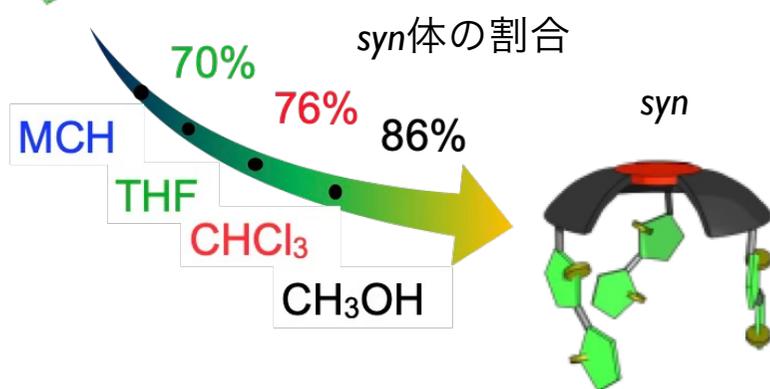


J. Org. Chem. **2011**, *76*, 2471

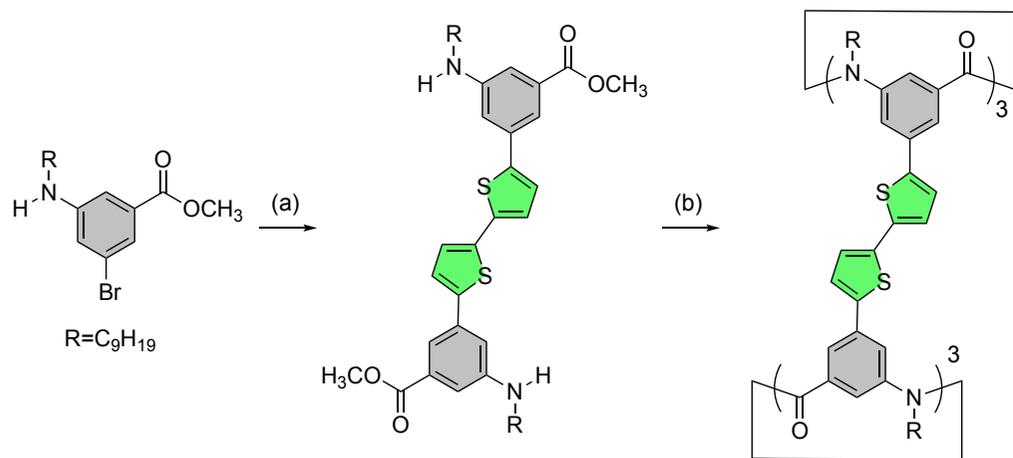


☑ 溶媒極性に応じた構造変換と発光

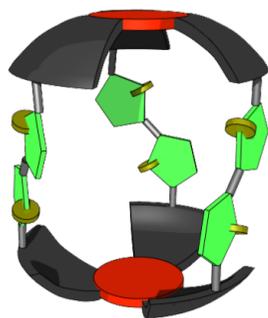
☹ 羽根の反転によるキラリティ消失



□ チューブ構造によるキラリティ発源

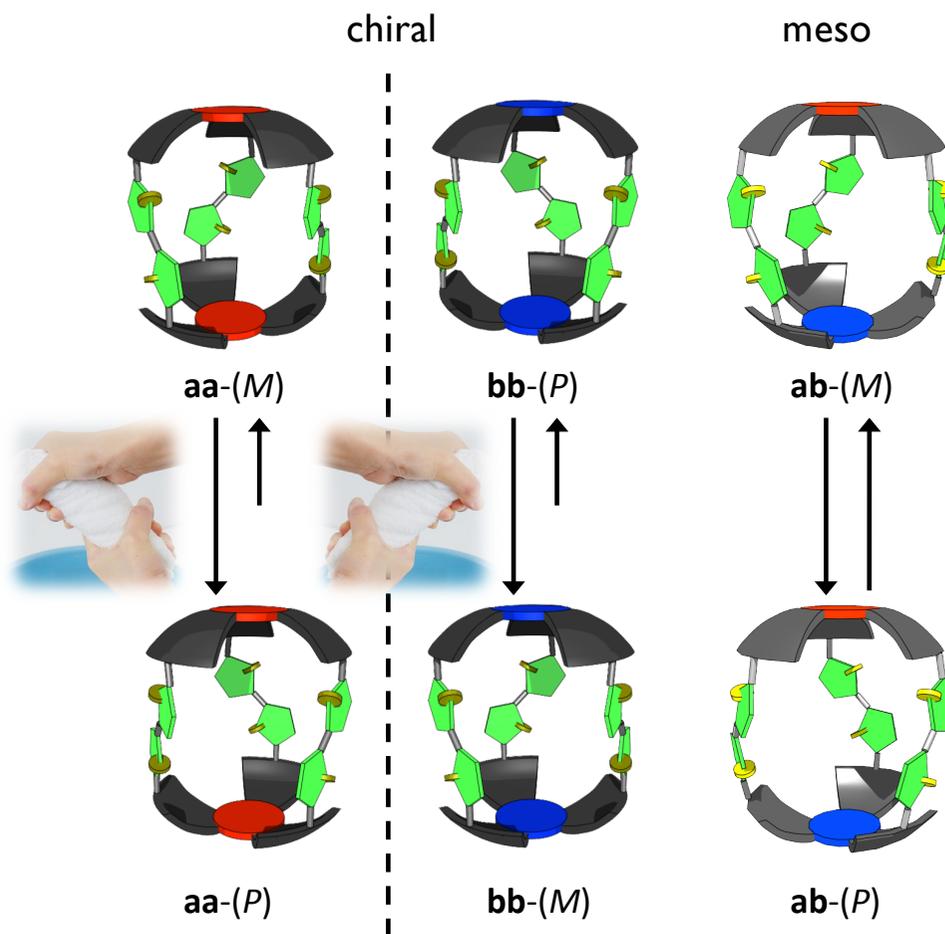


(a) 5,5'-bis(trimethylstannyl)-2,2'-bithiophene, Pd(PPh₃)₄, toluene reflux,
(b) LiHMDS, THF, 0 °C.



✔ 共有結合によるラセミ化抑制

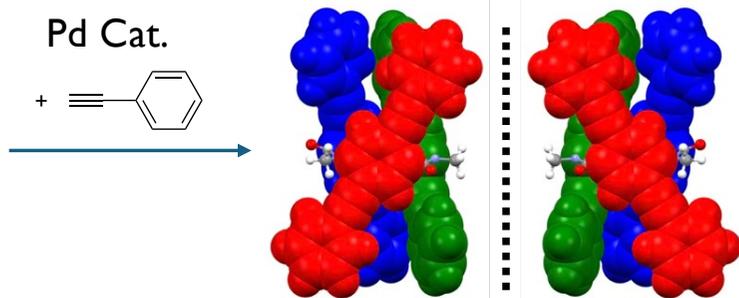
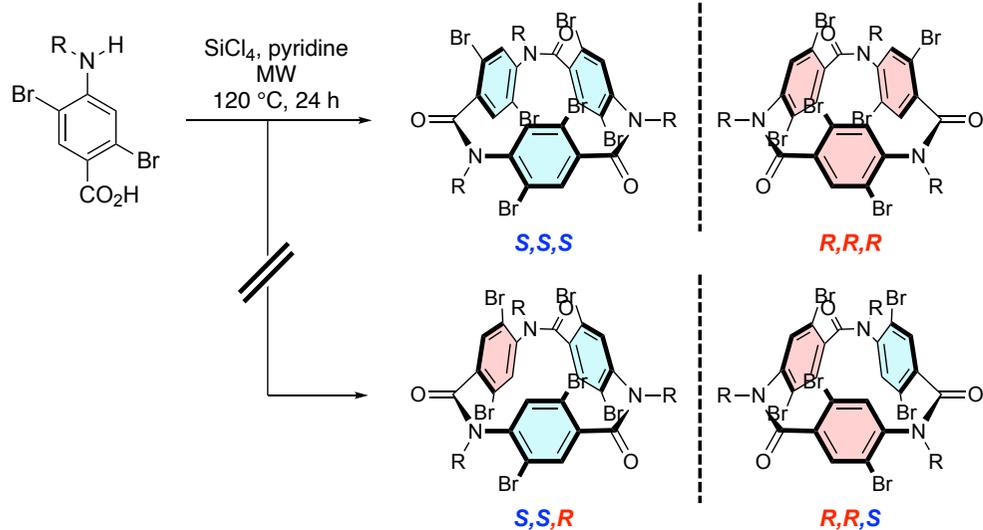
Chem. Eur. J. 2013, 19, 11853



☹ 平衡の偏りが小さくキラル材料として不完全

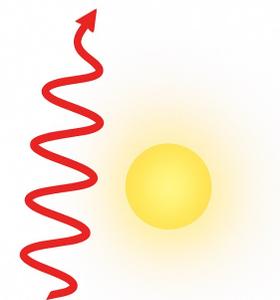
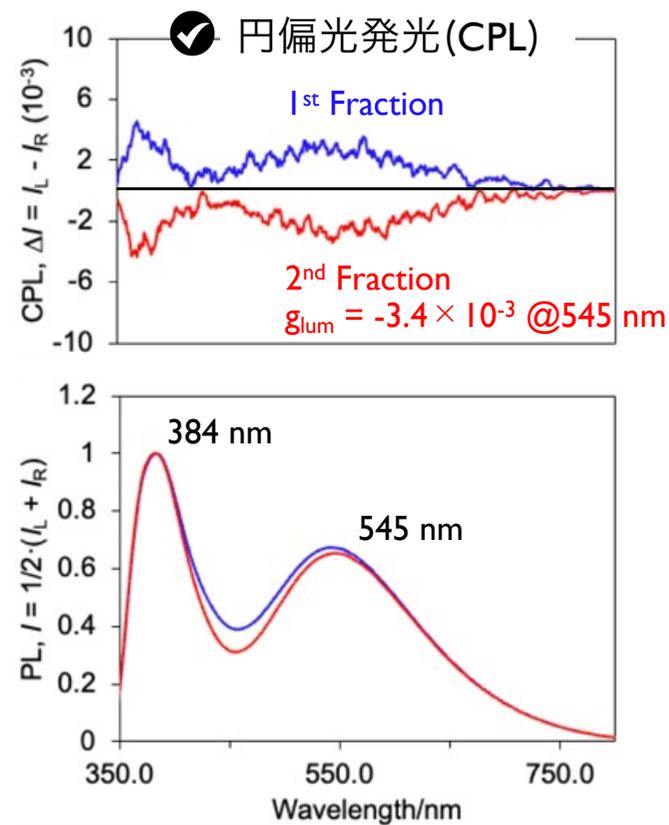


□ 安定な三重らせん構造の構築



✓ π 電子系が輪の中をくぐれない

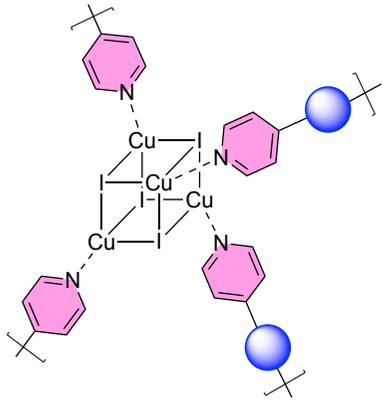
Chem. Commun. 2015, 51, 5710



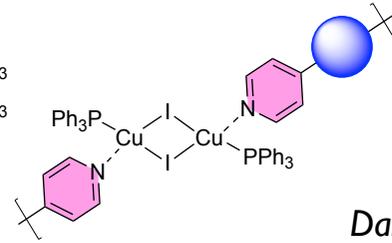
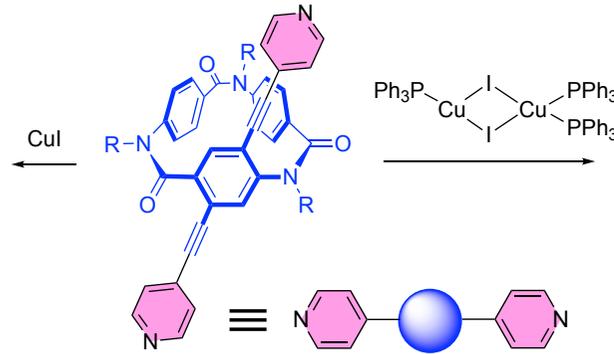
3Dディスプレイ



□ 銅配位ポリマーの調製



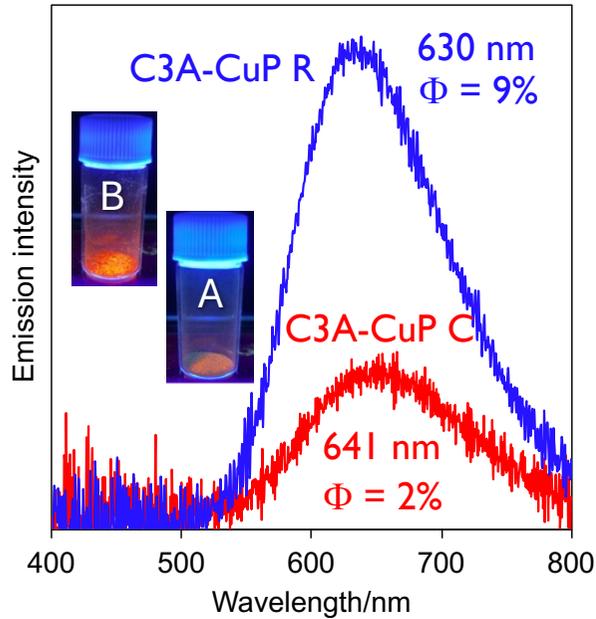
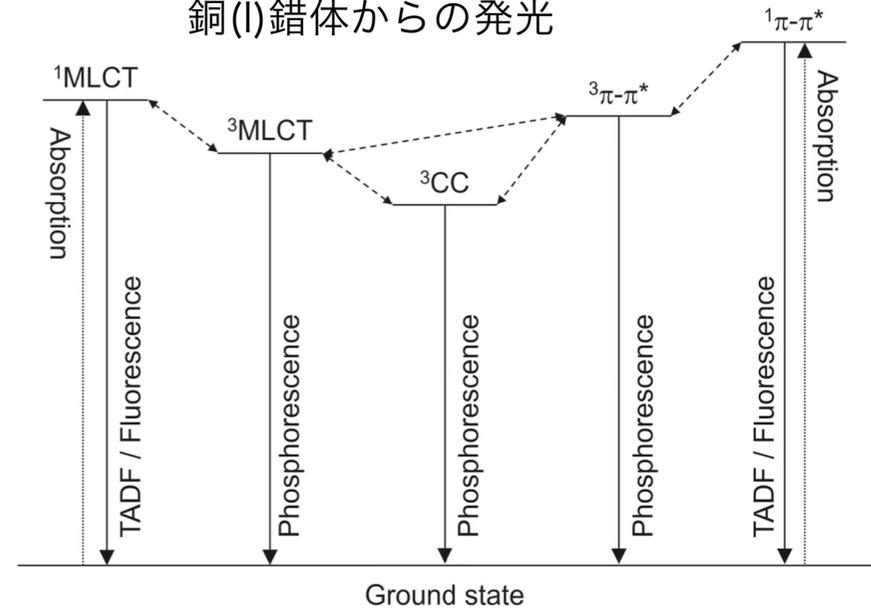
C3A-CuP C
(架橋体)



C3A-CuP R
(線状ポリマー)

Dalton Trans. **2025**, 54, 6379

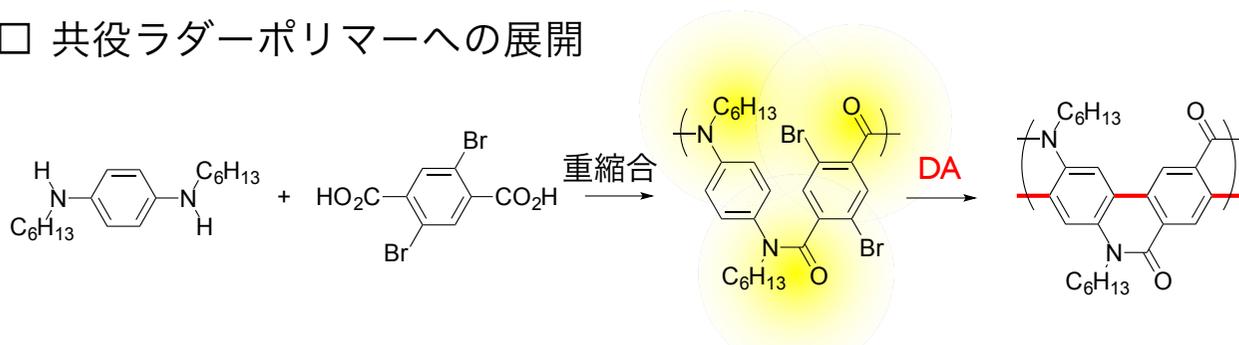
銅(I)錯体からの発光



- ☑ 室温赤色発光
- ☹ 円偏光発光なし

- ☑ 安価で豊富な資源
- ☑ 多様な発光(燐光、遅延発光)

□ 共役ラダーポリマーへの展開

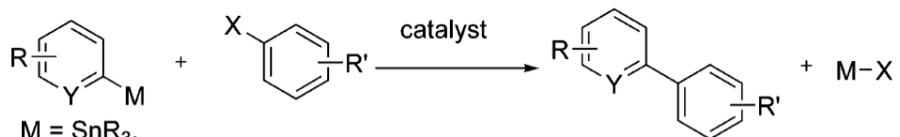


Polym. Chem. **2015**, *6*, 6792

✔ 橋かけによる平面化、耐熱化



有機金属試薬を使った従来のアリール化



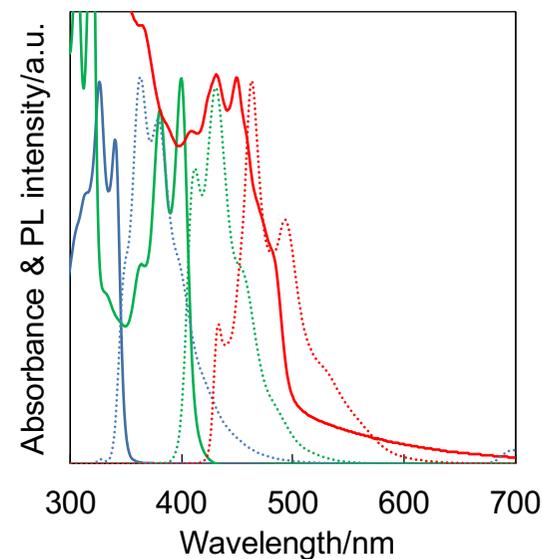
M = SnR₃,
B(OR)₂,
MgX, etc.

X = Cl, Br,
I, OSO₂R

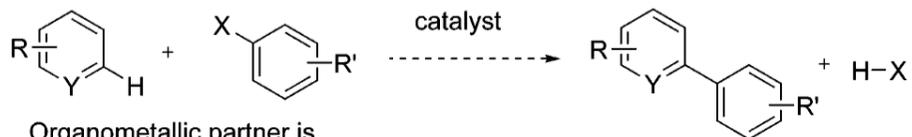
Pre-activation groups become
molecular waste

Must be prepared from the
corresponding arene

Aryl organometallic can sometimes be
difficult to prepare and may be unstable



直接アリール化(DA)



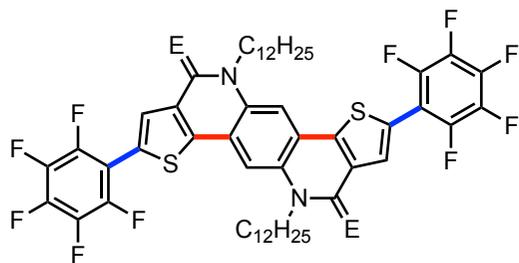
Organometallic partner is
replaced with a simple arene

- 原子利用効率が高い(廃棄物削減)
- 不安定な有機金属試薬が不要

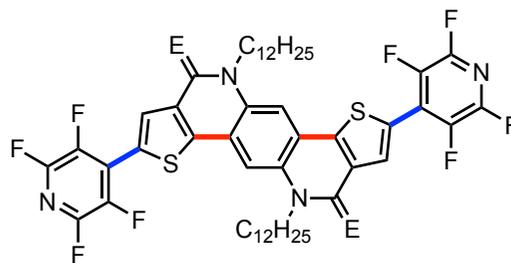
K. Fagnou et al, *Chem. Commun.* **2004**, 2874



□ トランジスタ特性、光ウェーブガイド特性



5FO (E=O), 5FS (E=S)

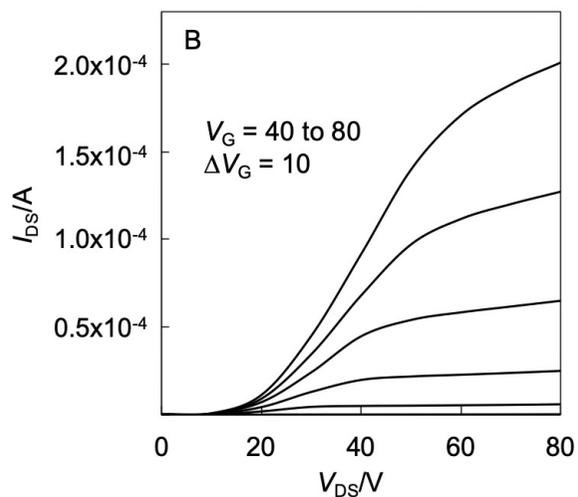


4FPO (E=O), 4FPS (E=S)

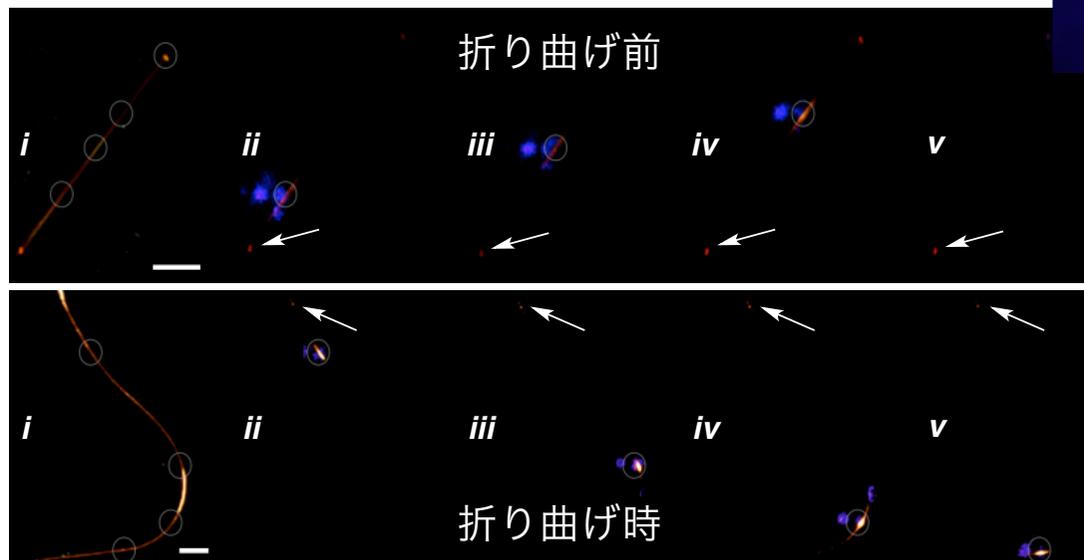
1st DA と 2nd DA
を組み合わせる合成

✔ 電流ON-OFF制御

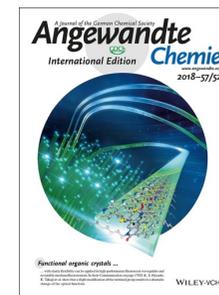
✔ 折り曲げ可能な光エネルギーを伝える結晶



Chem. Eur. J. **2018**, 24, 14137

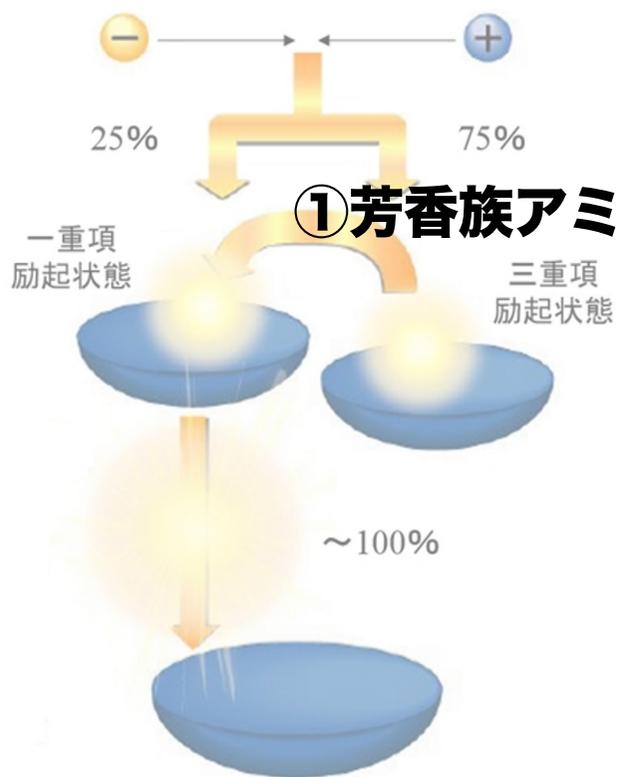


Angew. Chem. Int. Ed. **2018**, 57, 17002



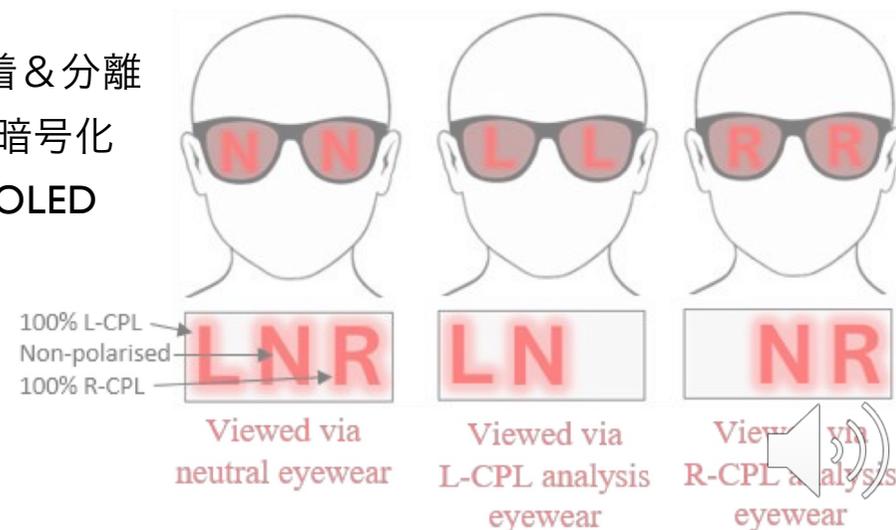
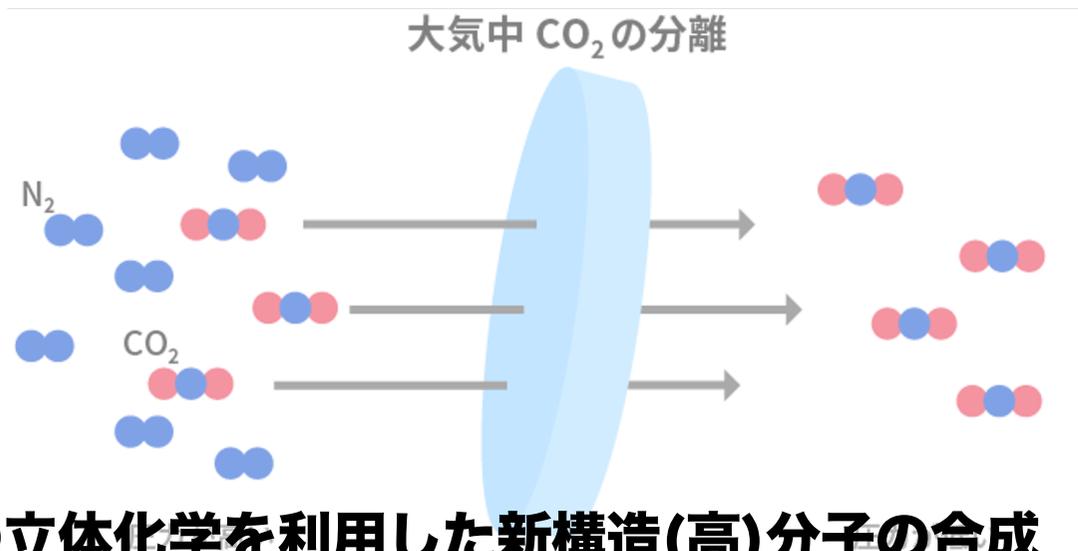
inside cover掲載





①芳香族アミドの立体化学を利用した新構造(高)分子の合成 現在と今後

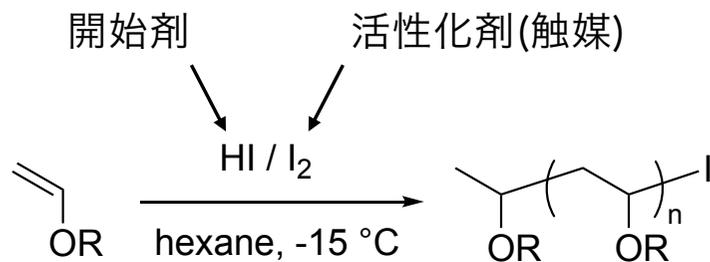
- ・多孔性ポリマー ⇒ ガス吸着&分離
- ・キラルプロペラ分子 ⇒ 光暗号化
- ・銅配位ポリマー ⇒ 高輝度OLED



**②ビニルモノマーの精密重合を可能にする有機触媒の開発
これまで**



■ カチオン重合の変遷



✔ 分子量が制御可能、ブロック共重合

T. Higashimura et al., *Macromolecules* **1984**, 17, 265

・ 既成概念「カチオン重合＝生長末端が不安定」からの脱却



金属ルイス酸触媒の開発

☹️ 空気や水分に不安定

☹️ 残留金属がポリマーの着色や分解につながる

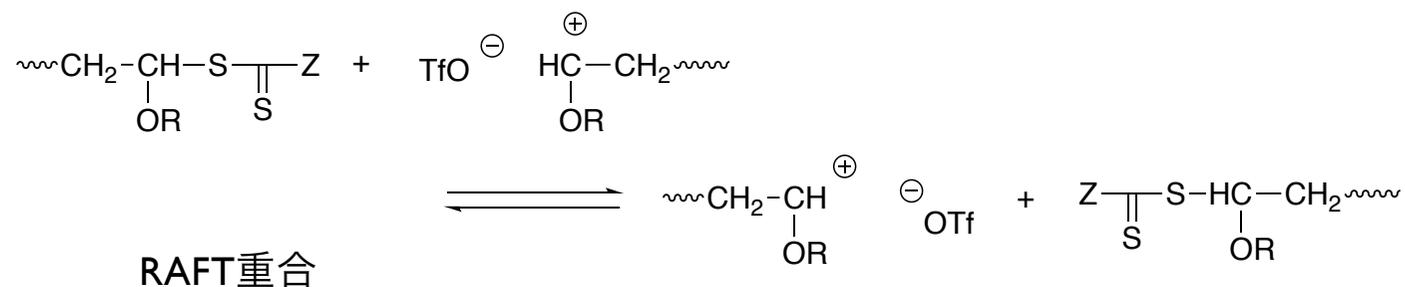
モノマー重合活性に合わせた触媒選択

										13	14	15
										B	C	N
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb(III)
Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi

S. Aoshima et al., *Chem. Lett.* **2010**, 39, 1232

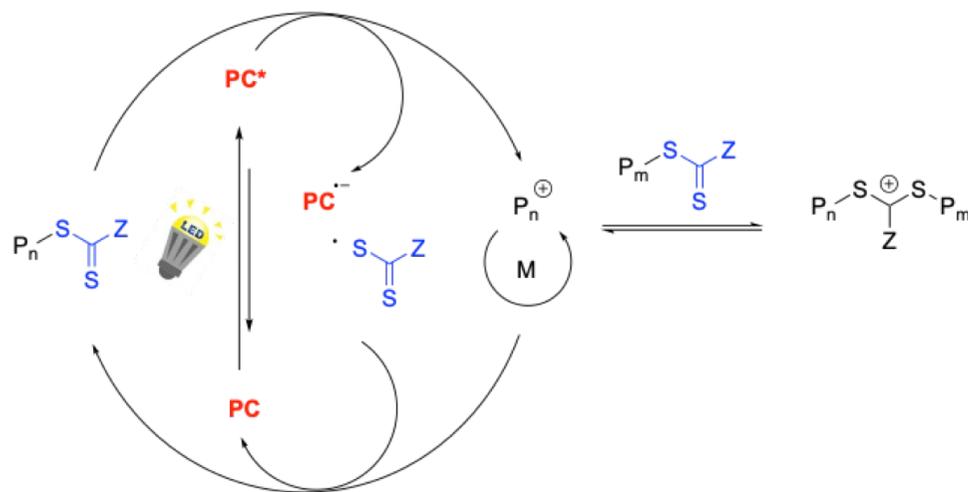


■ 脱金属触媒（有機触媒の開発）

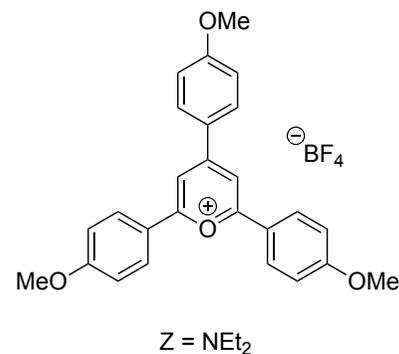


K. Sato and M. Kamigaito et al., *ACIE* **2015**, *54*, 1924

S. Sugihara et al., *Macromolecules* **2015**, *48*, 5120



光照射下でのみ重合が進行（ON-OFF制御）



『有機触媒』

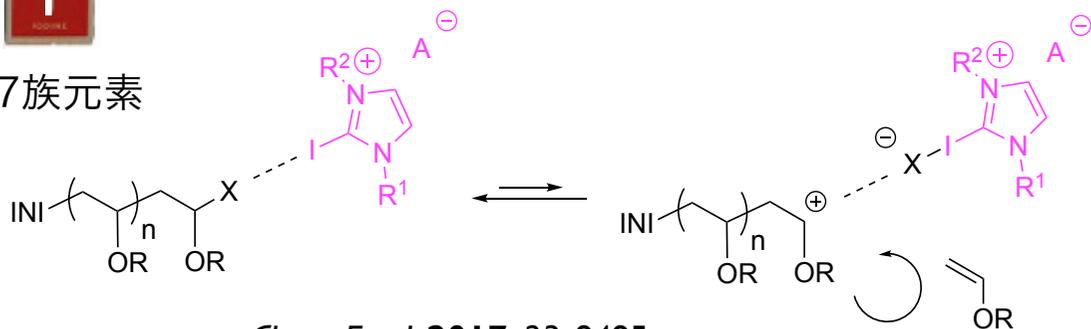
B. P. Fors et al. *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 15535



□ ハロゲン結合触媒



17族元素

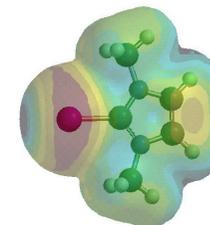


Chem. Eur. J. **2017**, 23, 9495

hot paper選定

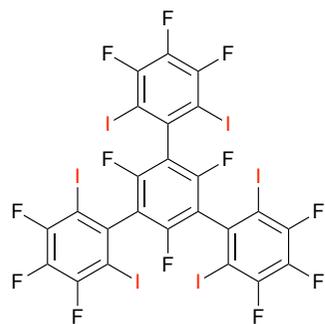


σホール
=ルイス酸性



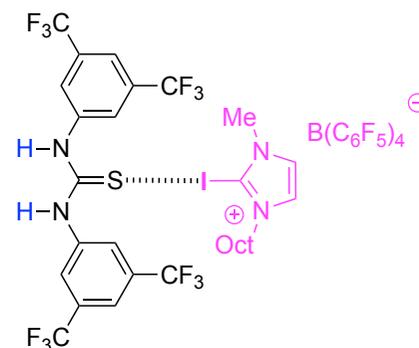
✔️ ハロゲン結合触媒による
世界初のリビングカチオン重合

☹️ 低温でないとも触媒が分解



✔️ 中性触媒による常温重合

Polym. Chem. **2020**, 11, 6739

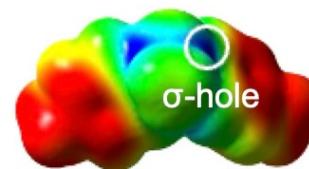
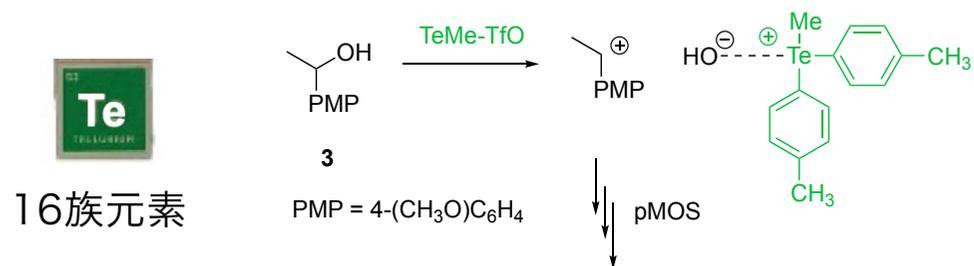


✔️ ハイブリッド触媒による高耐久化

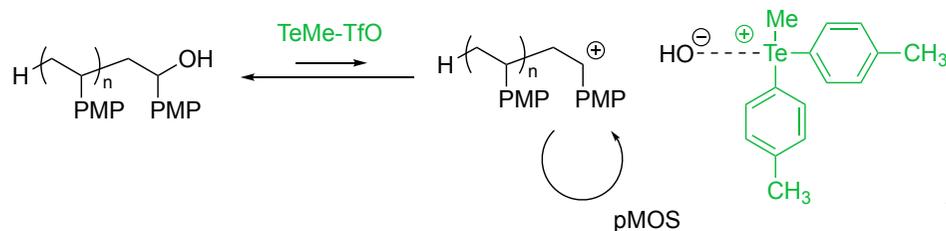
Macromolecules **2022**, 55, 5756



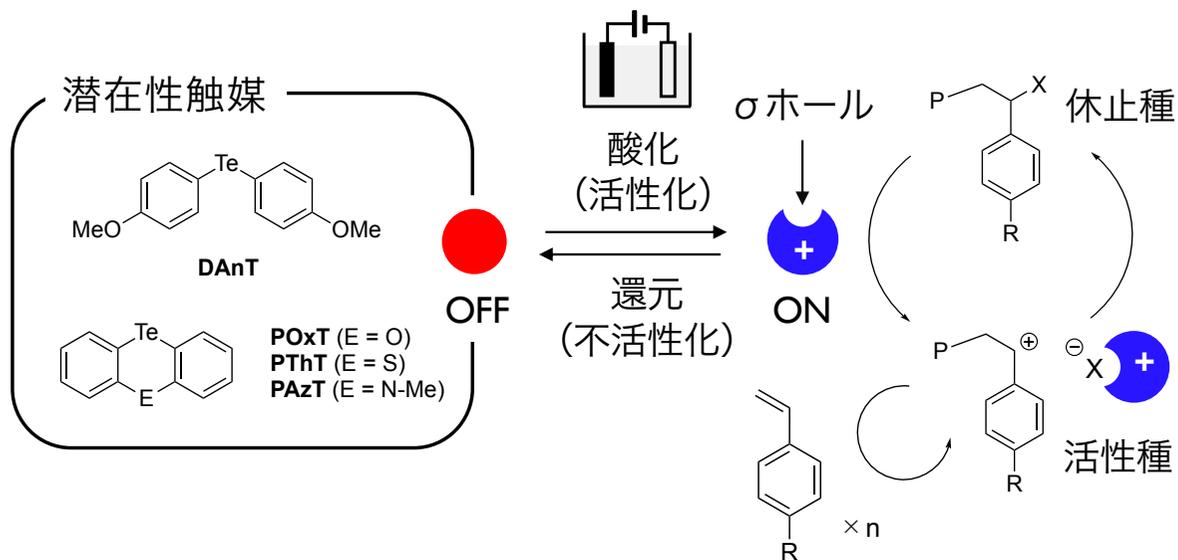
□ カルコゲン結合触媒



✔ 水存在下(大気中)でのリビング重合



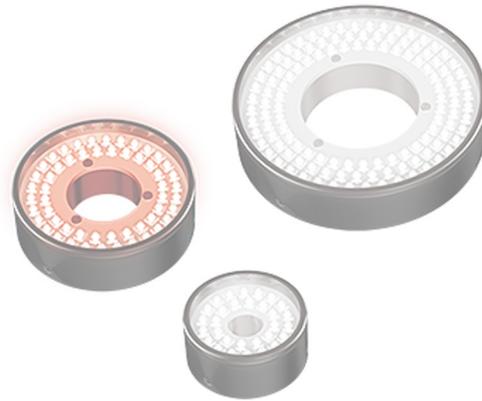
Macromolecules **2022**, 55, 3671



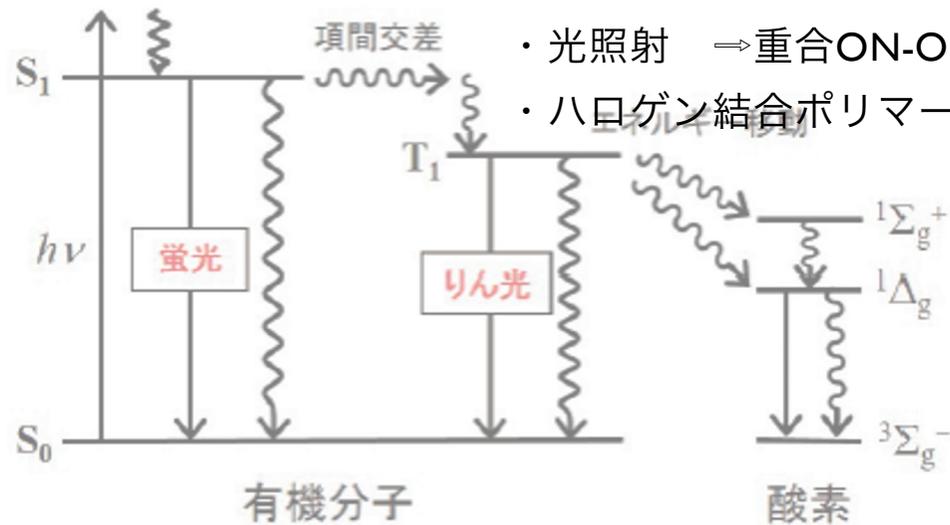
✔ 電気による重合ON-OFF制御

Macromolecules **2024**, 57, 3358

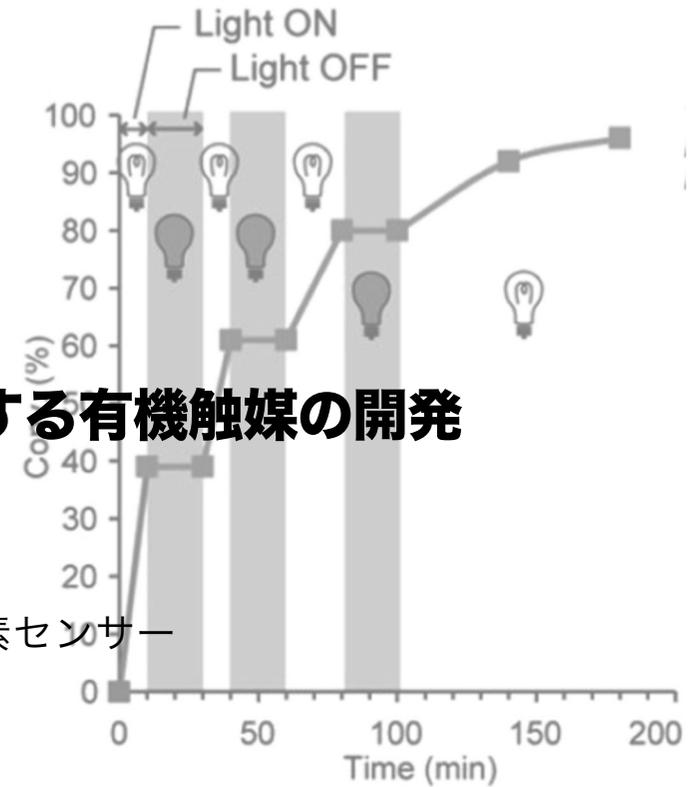




②ビニルモノマーの精密重合を可能にする有機触媒の開発 現在と今後



- ・ 光照射 → 重合ON-OFF制御
- ・ ハロゲン結合ポリマー → 酸素センサー



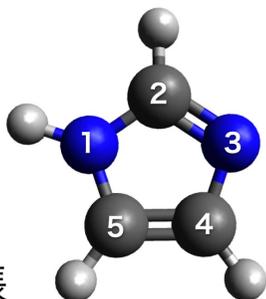
**③イミダゾール骨格を有する発光材料の合成と励起状態解析
これまで**



■ 合成ツールとしてのイミダゾール

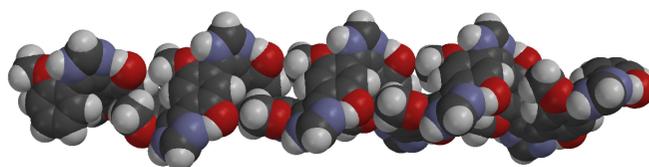
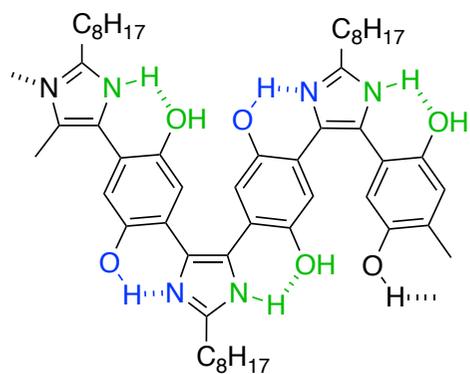
芳香環導入→共役拡張
 脱プロトン化→カルベン生成

アルキル化→溶解性操作



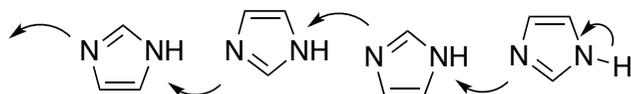
プロトン化→塩基
 四級化→イオン液体

芳香環導入→共役拡張

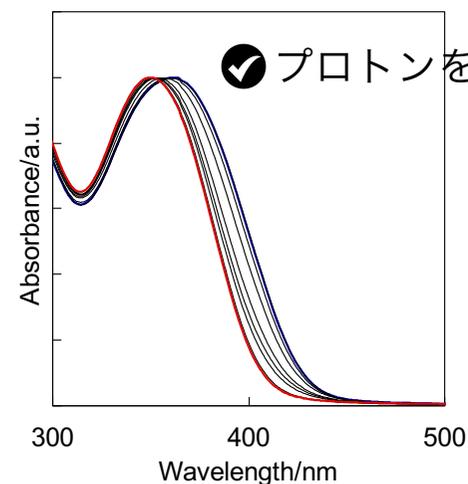


ペプチドのように分子内水素結合で
 らせん構造をとる

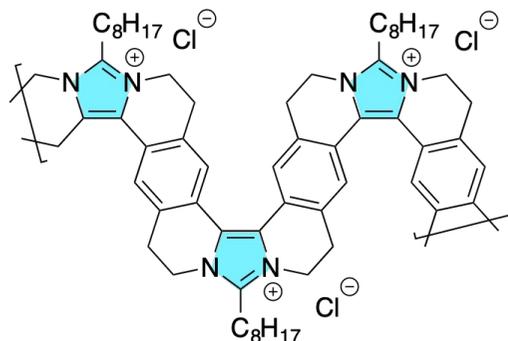
Polym. J. **2019**, *51*, 389



Grötthuss機構



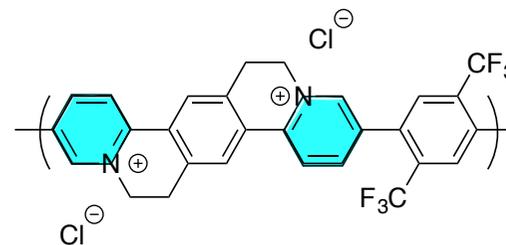
□ 共有結合型らせんポリマー



分子量が伸びずに挫折 😞



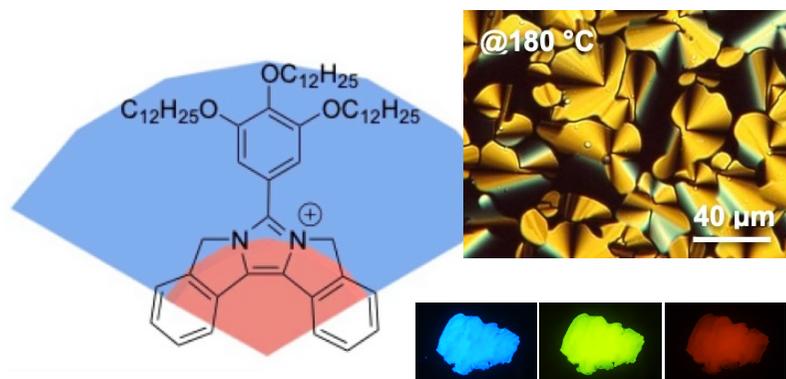
気を取り直して計画変更



T. Swager et al
J. Am. Chem. Soc. **2009**, *131*, 17724

✔ 電子輸送性の導電性ポリマー

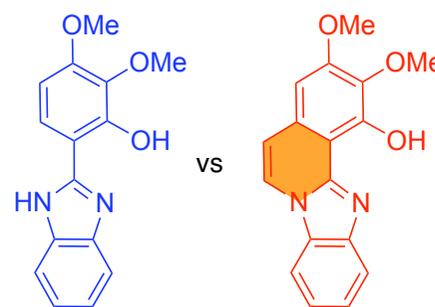
□ 液晶材料



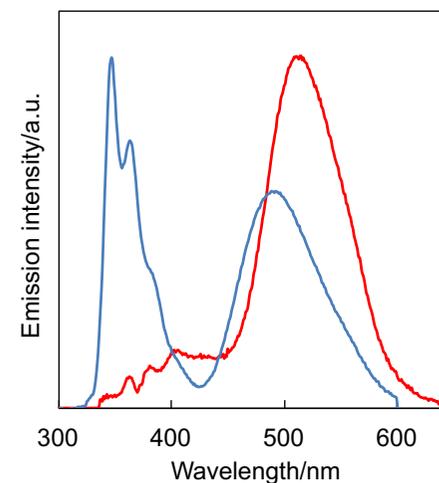
✔ 刺激によって発光色が変化

RSC Adv. **2016**, *6*, 9152

□ 高発光材料(ESIPT発光)



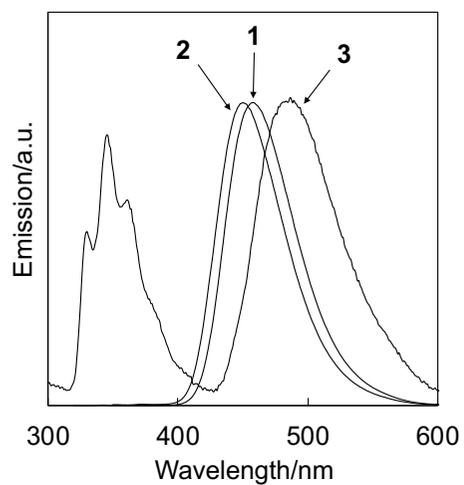
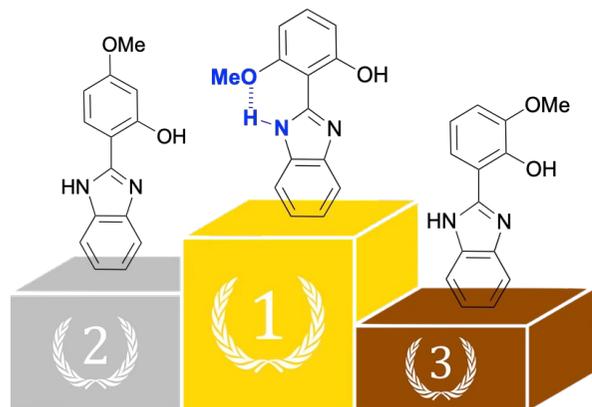
✔ 発光が長波長シフト



J. Org. Chem. **2017**, *82*, 12173



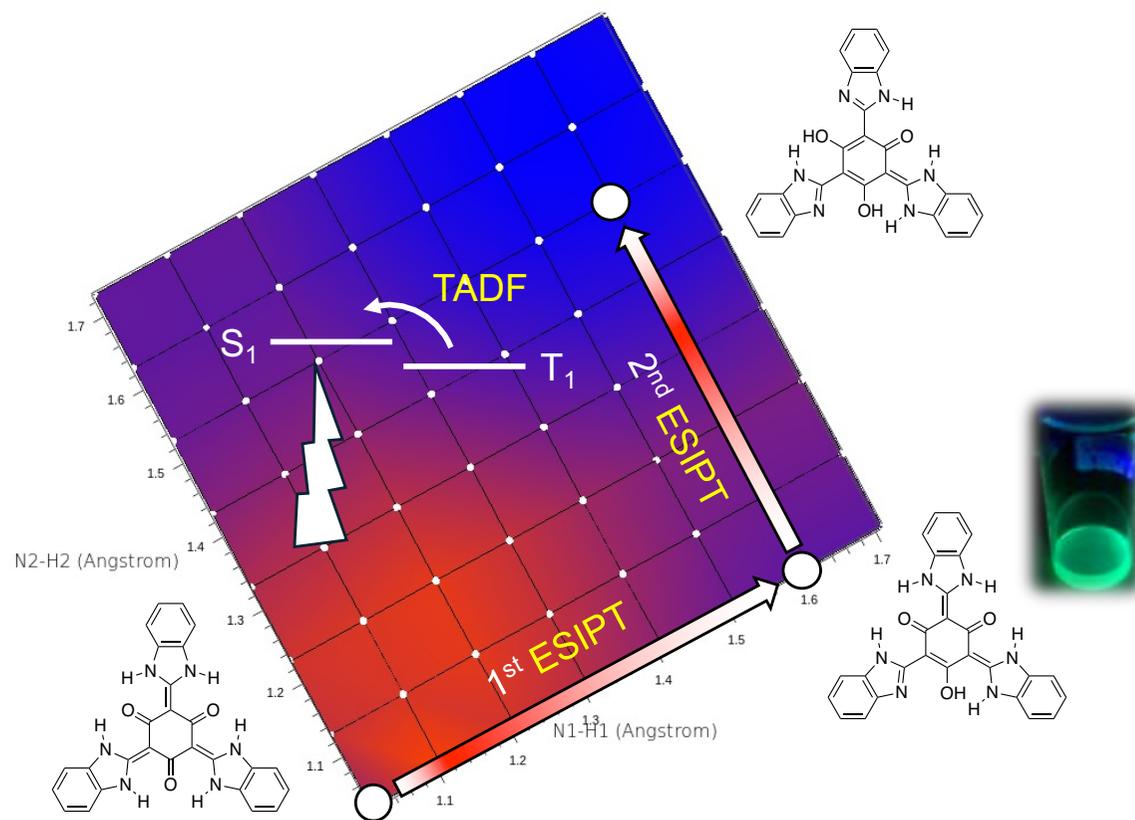
□ 安定したESIPT発光の実現



✔ 頑強な水素結合によるESIPT発光

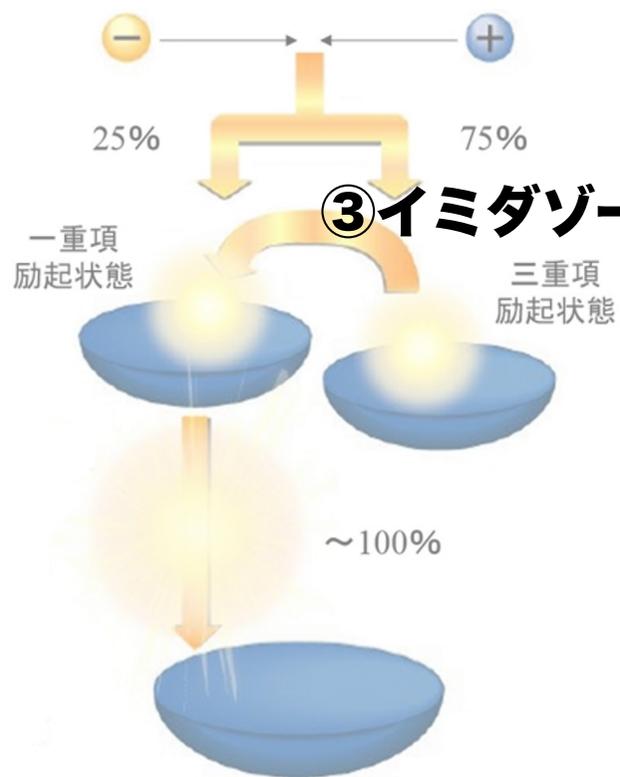
New J. Chem. **2018**, *42*, 5923

□ ESIPTを経由する遅延蛍光



✔ 励起エネルギーを無駄にしない高輝度発光

ChemPhotoChem 投稿



③イミダゾール骨格を有する発光材料の合成と励起状態解析 現在と今後

- ・ 遅延蛍光 ⇒ 内部量子効率100%を目標
- ・ ESIPT発光部位を含むポリマー ⇒ 水分センサー



■ 年間行事

4月 研究室配属
花見&新4年生歓迎会
登山

5月 バーベキュー

7月 院試壮行会

8月 院試
夏休み

12月 高松忘年会
クリスマス会
冬休み

1月 新年会

2月 豆まき大会
修論&卒論発表

3月 卒業式
春休み



↑
研究室ホームページ

研究だけでなく、共同生活を送るなかでお互いに成長することも重要と考えています。
花見、バーベキュー、遠足、登山、院試壮行会、忘年新年会など、みんなで楽しめる企画も歓迎です。



■ 見学案内

2025年度の予定は追って連絡します