

森田 靖

愛知工業大学 工学部 応用化学科
教授

安定な有機ラジカルの蓄電および光電変換材料への応用

§ 1. 研究実施体制

(1)「森田」グループ

- ① 研究代表者: 森田 靖 (愛知工業大学 工学部応用化学科、教授)
- ② 研究項目
 - ・ **TOT** ラジカル多孔質シリカの合成
 - ・ 電子ドナー部位を配した分子内電荷移動型誘導体の合成
 - ・ 電子ドナー・アクセプター部位の導入
 - ・ 導電性一次元 π 積層ポリマーの開発
 - ・ 正極活物質の分子構造の最適化
 - ・ **TOT** ラジカル多孔質シリカを用いた二次電池の作製と評価 (辻グループと共同で実施)
 - ・ 液体電池に用いる可溶性 **TOT** 誘導体の設計・合成
 - ・ **TOT** のポリマー担持と二次電池材料としての活用 (辻グループと共同で実施)
 - ・ 近赤外光応答 **TOT** 薄膜の作製と最適化 (辻グループと共同で実施)
 - ・ **TOT** 薄膜の半導体特性評価 (辻グループと共同で実施)

(2)「辻」グループ

- ① 主たる共同研究者: 辻 良太郎 (株式会社カネカ・R&D 企画部 カネカ基盤技術協働研究所・高度専門研究者)
- ② 研究項目
 - ・ 正極活物質の分子構造の最適化
 - ・ **TOT** ラジカル多孔質シリカを用いた二次電池の作製と評価
 - ・ **CNT/TOT** 分散技術の確立
 - ・ **TOT/CNT** 系二次電池の最適化

- ・ Li イオンプレドープ炭素負極を用いた二次電池の高性能化
- ・ 近赤外光応答 **TOT** 薄膜の作製と最適化
- ・ **TOT** 薄膜の半導体特性評価
- ・ 有機薄膜太陽電池セルの作製・評価
- ・ 全波長領域応答ハイブリッド型太陽電池の作製

(3)「中西」グループ

① 主たる共同研究者:中西 真二 (トヨタ自動車株式会社 東富士研究所、基幹職)

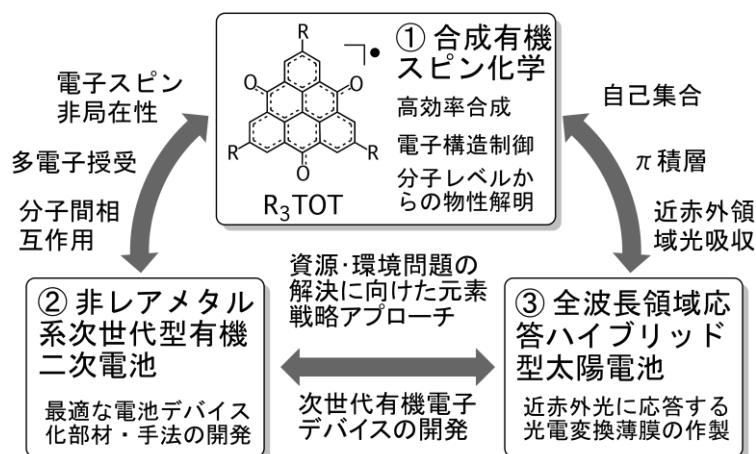
② 研究項目

- ・ Na/Mg 系二次電池の作製・評価と開発
- ・ 液体電池のデバイス構造のコンセプト確立・簡易セル作製と評価・最適化
- ・ 有機二次電池の充放電過程の可視化

§ 2. 研究実施の概要 (公開)

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、本質的に新しく独創性の高い安定有機ラジカルの新機能を探索する基礎研究と、その機能を活かした次世代有機電子デバイスの開発を目指す応用研究の融合により、資源および環境問題の解決に向けた元素戦略アプローチを強力に推進する。



<H27年度の成果>

① 合成有機スピン化学を駆使した新規分子の創出

TOT の酸素原子のうち2つを強い電子受容性基であるジシアノメチレン基を導入した分子について、かさ高い置換基を持たない誘導体の中性ラジカル種の合成・単離に成功し、立体保護した誘導体や **TOT** に匹敵する高い安定性を有することを明らかにした。また、結晶構造解析より高い自己集合能に基づく一次元カラム構造を形成することを明らかにした。キラル置換基を導入した **TOT** 誘導体について、中性ラジカル種の結晶構造解析に成功し、導電経路となる一次元積層構造を構築することを見出した。また、中性ラジカルとアニオン種が共存した混合原子価塩の作製にも成功した。**TOT** を一次元炭化水素鎖と複合化させたオリゴマーを合成し、平均8量体を得た。このオリゴマーを活物質として用いた二次電池を作製し、良好な電池容量・サイクル特性を実現した。

② 非レアメタル系次世代型有機二次電池の開発

H₃TOT 10 wt%を**CNT**と組合せた電極をLiプレドープ炭素負極と組み合わせて電池とし、100 Cの高速充放電条件にてサイクル数 5000 で放電容量 175 mAh/g を達成した。また **H₃TOT** を正極活物質とする電池を用いて 4.3 V 付近に **TOT** カチオン種由来と考えられる充放電をすることを明らかにした。これにより、平均の電池電圧は約 0.5 V 上昇した。**TOT** 誘導体が有機電解液に溶解するという特徴を活かし、**TOT** 誘導体活物質を電解液に溶解した液フロー電池の可能性を検討した。また配向性薄膜を用いた全固体型二次電池の充放電動作を確認した。

③ 全波長領域応答ハイブリッド型太陽電池の開発

各種 **TOT** を用いて薄膜形成を検討し、p 型有機半導体と組合せて光電変換素子を作製した。電流は微弱ながら光電変換特性を確認した。

<H27 年度の代表的な論文>

- 1) 「レアメタルを使わない二次電池の実現に向けた新しい有機電極活物質のサイクル特性向上」, 森田 靖・西田辰介・村田剛志, *MATERIAL STAGE*, 2015 年 8 月号, pp. 56-60
- 2) Koo, J.-Y.; Yakiyama, Y.; Lee, G.-R.; Lee, J.; Choi, H. C.; Morita, Y.; Kawano, M., “Selective Formation of Conductive Network by Radical-Induced Oxidation”, *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 138, No. 6, pp. 1776-1779, 2016
- 3) Kinoshita, K.; Kawakami, T.; Morita, Y.; Saito, T.; Yamanaka, S.; Okumura, M.; Yamaguchi, K., “Magnetic and Conductive Properties of Crystals Containing Open-Shell Trioxotriangulene Radicals”, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, Vol. 89, No. 3, 315-333, 2016