

「元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出」
平成 24 年度採択研究代表者

H26 年度
実績報告書

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

(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・幹部職)

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
- ・ 近赤外光応答 **TOT** 薄膜の作製と最適化
- ・ n型半導体特性評価
- ・ 有機薄膜太陽電池セルの作製・評価

(3)「中西」グループ

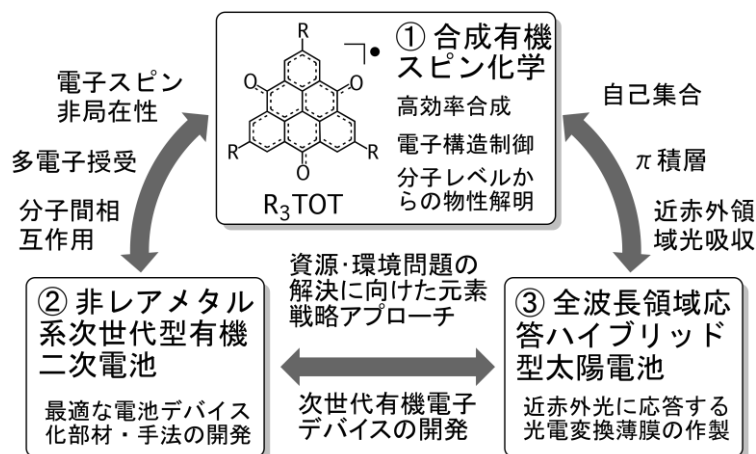
① 主たる共同研究者:中西 真二 (トヨタ自動車株式会社・東富士研究所・基幹職)

② 研究項目

- ・ **TOT** 誘導体を用いたポストリチウムイオン二次電池の開発

§ 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。



<H26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 ラジカルを構成要素とした多孔質シリカについて細孔構造を評価し、大きな比表面積を持ち、周期的かつ高密度な細孔構造を持つことを明らかにした。電子供与性の置換基であるアミノ基を持つ **TOT** 誘導体の基礎物性測定を行い、電子スピン構造や自己集合能についての知見を得た。また、高い電子受容性を有するジシアノメチレン骨格を導入した分子について、炭素骨格上の置換基を変えた誘導体の合成を検討した。かさ高い置換基を持たない無置換体について、二つのジシアノメチレン骨格の導入に成功し、その電気化学的挙動を明らかにした。**TOT** の導電性一次元π積層ポリマーの新機能付与に挑戦し、キラル置換基を導入した誘導体の合成に成功した。

② 非レアメタル系次世代型有機二次電池の開発

TOT を電極活物質とした二次電池について電圧範囲の検討を行い、フッ素置換体を用いた電池デバイスが 3.7 V 以上でも充放電することが分かった。また、無置換体を用いた電池の in-situ X線回折測定より、充放電の時の **TOT** の構造変化を明らかにした。**TOT** ラジカル多孔質シリカを正極活物質とする電池デバイスを作製し、その充放電特性を調べた。**TOT** とカーボンナノチューブのコンポジット化により、導電助剤およびバインダーを含まない正極シートを作製した。分散方法を最適化し、臭素置換体を 40 wt%含有する電極を用いて作製したリチウムイオン二次電池において、初回放電容量が理論容量の 100%、100 サイクル後の容量保持率 60%を達成した。さらに **TOT** 含有量を 95 wt%まで増量しても充放電可能であることを確認した。

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。

<H26年度の代表的な論文>

- 1) 森田 靖、西田辰介、朝倉典昭、信国浩文, “ポストリチウムイオン二次電池への挑戦:有機化合物が持つ多電子レドックス能の活用”, *Electrochemistry*, Vol. 82, No. 8, pp. 667-681, 2014.
- 2) Y. Morita, M. Kitagawa, *et al.* “Room Temperature Hyperpolarization of Nuclear Spins in Bulk”, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, Vol. 111, No. 21, pp. 7527-7530, 2014.
- 3) Y. Yakiyama, Y. Morita, M. Kawano, *et al.* “Formation of Nanometer-Thick Water Layer at High Humidity on Dynamic Crystalline Material Composed of Multi-Interactive Molecules”, *Chem. Commun.*, Vol. 51, No. 31, pp. 6828-6831, 2015.