

# ラジカルポリマーのSOMO設計と全有機二次電池の創製

西出 宏之

(早稲田大学・理工学術院・教授)

## 【研究の概要等】

目的・計画・学術研究としての特徴：室温大気下で安定なニトロキシドラジカルの電気化学的に可逆な酸化還元を二次電池の電極反応として初めて利用し、p型およびn型活性の2種ポリマーをそれぞれ正・負極とした「全有機電池」のプロトタイプを試作し動作を実証している。本研究では、安定ラジカル種が関与する電子移動過程の確立を基盤として、SOMO (Singly Occupied MO) のエネルギーレベルと不対電子の非局在化度をバランスさせる設計により、究極の密度でかつ安定にレドックス席を有するラジカルポリマーを合成する。また、物質移動過程の解明と制御に基づく膜抵抗の低減により、ポリマー内での迅速な電子移動過程を達成する。これら基礎的追究から得られる知見を総合し、「次世代有機ラジカル電池」として確立する。

社会的に注目されているテーマとの関連・本研究の位置付け：有機ラジカル種の高速度電子移動に由来するパワー密度と、軽量、成型性、安全性かつ環境適合性をあわせ持つ、他に類例のない電池構成を予備的に実現している。本研究は、有機ラジカル種の電子移動とそれにとまなうポリマー固体のイオン輸送現象の全容解明により、従来成果を発展させた革新的な有機電極材料を創出する。広く有機ラジカル種の基礎化学に立脚した合理的設計により、プロトタイプの電池特性を格段に向上させた次世代型の二次電池として具体化する。

## 【当該研究から期待される成果】

安定ラジカル種の電極反応を中心とする有機電気化学の開拓、SOMOレベルおよび軌道相を制御して電位・エネルギー密度の最適化に役立てるSOMO工学的手法、リチウム電池を凌駕しうる当面唯一の潜在性を有する点に特色がある。重金属や酸化物を用いる既存電池での廃棄手順の難しさと資源の限界は明白であり、高容量・高出力の有機電池の波及効果は極めて大きい。有機高分子の設計・合成を手段とすることにより、無機材料では不可能な電池電圧の実現、レドックス席の高密度化、電極としての賦型性なども期待できる。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Photocrosslinked Nitroxide Polymer Cathode-Active Materials for Application in an Organic-Based Paper Battery, T. Suga, H. Konishi, H. Nishide, *Chem. Commun.*, **17**, 1730-1732 (2007).
- Cathode- and Anode-Active Poly(nitroxylstyrene)s for Rechargeable Batteries: p- and n-Type Redox Switching via Substituent Effects, T. Suga, Y.-J. Pu, S. Kasatori, H. Nishide, *Macromolecules*, **40**, 3167-3173 (2007).
- Room-Temperature High-Spin Organic Single Molecule: Nanometer-Sized and Hyperbranched Poly[1,2,(4)-phenylenevinyleneanisylaminium], E. Fukuzaki, H. Nishide, *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 996-1001 (2006).

【研究期間】 平成19年度－23年度

【研究経費】 24,000,000 円

(19年度直接経費)

【ホームページアドレス】

<http://www.appchem.waseda.ac.jp/~polymer/index.html>