

# 産総研における リチウム電池の研究

## 有機物で二次電池を作る

### — 無機電極材料を代替し、レアメタルフリー電池を目指す —

レアメタル使用量の低減が求められる  
リチウム二次電池

現在、リチウム二次電池には、正極材料としてコバルト酸リチウム ( $\text{LiCoO}_2$ ) に代表されるレアメタル酸化物が通常用いられていますが、資源的制約の観点から、その使用量の低減や材料の代替が必要とされています。さらには、リチウムも産出国が限られていることから、将来的にはより普遍的に存在するナトリウムやマグネシウムといった元素への代替が求められています。

#### 有機二次電池の可能性

元素の置換などでレアメタルの低減が試みられていますが、私たちは視点を変えて、レアメタル酸化物正極を代替する材料の候補として、酸化還元活性を示す有機系材料に着目してきました(図1)。有機系材料に特有の多電子移動反応が電池に利用できれば、現行の無機系正極を超える容量密度をもつ材料となります。具体的には、キノンやインディゴの誘導体を中心に研究を展開しています。最も単純な構造を有するキノン類である1,4-ベンゾキノンは大きい理論容量をもちますが、昇華性が高いことから電極への適用は困難でした。しかし、周辺置換基や構造を工夫することで、電極材料としての機能を引き出すことに成功しました(図2)。例えば、メトキシ基をもつベンゾキノ<sup>[1]</sup>や多環構造をもつペンタセン誘導体<sup>[2]</sup>では、重量当たりにして、現行の正極材料である  $\text{LiCoO}_2$  の2倍以上の放電容量が得られています。

一方、藍染などに用いられるインディゴ類も正極として機能することを見いだしています。特にスルホ基をもつ誘

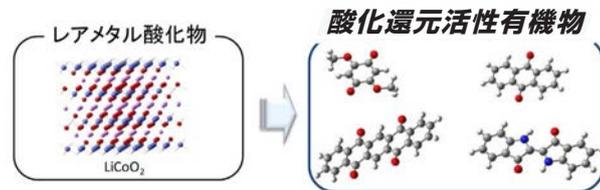


図1 有機物でレアメタル酸化物を代替する本研究のコンセプト

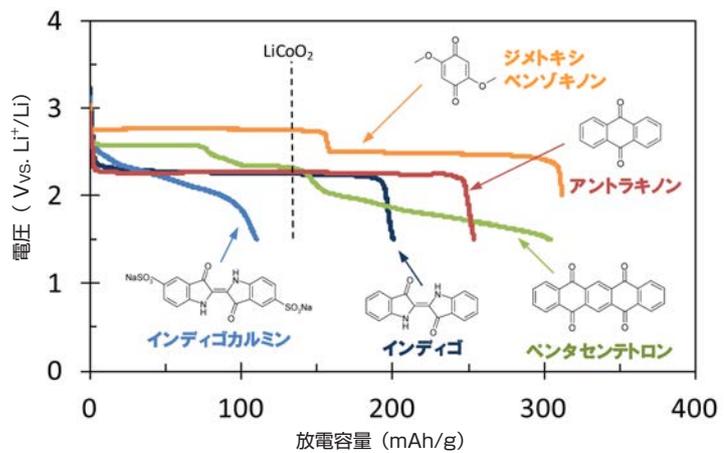


図2 さまざまな有機正極材料の放電曲線 (現行の  $\text{LiCoO}_2$  の容量は点線にて表示)

導体 (インディゴカルミン) は、容量は十分でないものの、充放電1,000サイクル以上の寿命があることが示され<sup>[3]</sup>、耐久性では劣ると考えられがちな有機物であっても、現行の無機材料に遜色ない水準に到達することを示してきました。

さらに、これらの有機材料をポストリチウム二次電池として有望視されるナトリウム二次電池やマグネシウム二次電池に適用することも併せて検討しています。その結果、いくつかの有機物がナトリウム系やマグネシウム系においても機能することを見いだしています。このようなカチオン種に依存しない高い順応性は、一般的な無機系活物質にはあまり見られない特長であり、有機系電極材料の、ポストリチウム二次電池材料としての有用性を示唆しています。

#### 今後の展開

私たちは、リチウム二次電池の正極材料として機能する有機材料を多数見いだしています。さらに、いくつかの有機材料は、ナトリウムやマグネシウムを利用する将来のポストリチウム二次電池材料としての有望性が示されつつあります。これらの有機物は資源的制約からの解放を可能にする上に、電気化学的な性質を分子設計によって制御できるため、次世代の電池材料として大きな可能性を秘めています。

ユビキタスエネルギー研究部門  
新エネルギー媒体研究グループ  
やおまさる  
八尾 勝

#### 参考文献

- [1] M. Yao et al.: *J. Power Sources*, 195, 8336 (2010).
- [2] M. Yao et al.: *J. Electrochem. Sci.*, 6, 2905 (2011).
- [3] M. Yao et al.: *Chem. Lett.*, 39, 950 (2010).