

既存のリチウムイオン電池の長寿命化と高容量化

Keyword: conventional lithium-ion battery, life-time and capacity enhancement

研究の概要

大切なことは既存の製造設備をそのまま使える改良であること。新製造設備のための新たな投資は不要となる。現在、「金属-空気電池」、「全固体電池」等々の次世代蓄電池の輪郭が見えつつあるが、これらはすべて製造設備の刷新をとまなう。ここでいう「長寿命化」とは、充放電サイクルを繰り返しても電池容量が低下しないことを指し、「電池容量」とは、一回の充電でどれくらい使えるかという意味である。長寿命化と高容量化を目的とする新規電解質添加剤の開発を試みる。

既存のリチウムイオン電池の模式図をに示した (Fig.1)。正負極で充放電反応が繰り返される (正極: $2\text{LiCo(III)O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Li}_{0.5}\text{Co(IV)}_{0.5}\text{Co(III)}_{0.5}\text{O}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^-$, 負極: $\text{C}_6 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6 \cdot \text{Li}$, \rightarrow : 充電)。

Fig.2に想定している作用機構を示した。電解質添加剤 (●) は、正極表面 (■) で電解質 (■) より先に酸化分解 (★) を受け、酸化分解生成物が正極表面に「Li⁺透過性の被膜 (■)」を形成する。この被膜は正極表面での電解質分子の酸化分解を妨げることで容量低下を抑制し、結果として長寿命化と容量低下を達成しようとする試みである。われわれはすでに上記の考え方のもと、含ヘテロ原子添加剤を提案している (Fig.3)。

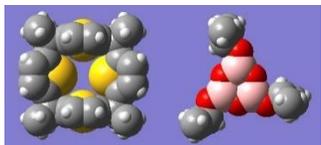


Fig.3 提案している含ヘテロ原子添加剤分子のDFT計算による最安定構造

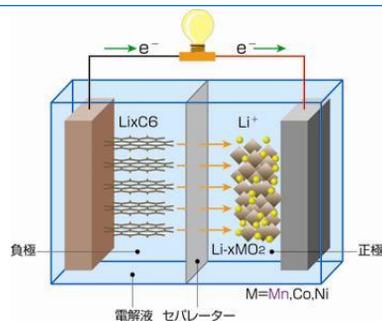


Fig.1 既存のリチウムイオン電池の模式図

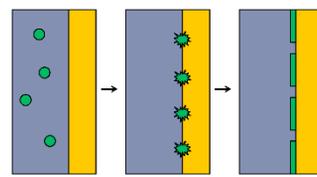


Fig.2 電解質添加剤 (●) の正極表面 (■) での作用機構, ■ は電解質, ★ は添加剤の酸化分解,

・特筆すべき研究ポイント:

既存の電池製造設備を使う改良。新規な添加剤分子を電解質に加えるだけで、電池の長寿命化と容量維持を達成しようという試み。添加剤分子は量子化学計算により酸化電位や還元電位を予測して設計・合成。

・新規性・優位性等:

電解質添加剤は数多く存在するが、正極で機能するものは極めて限られている。

・利用・応用:

用途は極めて狭い。既存のリチウムイオン電池の電解質添加剤としての利用。

・特許等出願状況:

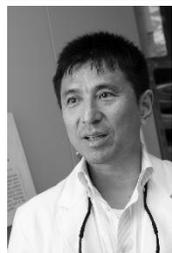
- ・「非水電解液蓄電素子」特許公開 (米国) _16042US, 出願公開 (欧州) _16042EP, 特許出願手続き完了 (中国) _16042CN (株式会社リコーと共願)
- ・「非水電解液蓄電素子」特願2017-097100 (株式会社リコーと共願)
- ・「リチウム二次電池、リチウム二次電池用電解液、及び、リチウム二次電池の電解液用添加剤」、特願2015-029190 (株式会社日立製作所と共願)
- ・「デュアルイオン電池のための高電位電解質」(株式会社リコーと共願)

■ 技術相談に応じられる関連分野

- ・有機化学一般
- ・電気化学一般
- ・量子化学計算
- ・核磁気共鳴分光

■ その他の研究紹介

- ・分子認識化学
- ・ホスト-ゲストの化学
- ・超分子化学



田中 康隆

工学部
電子物質科学科
准教授