



支部だより

東北支部

“分散”による高機能化への挑戦

はじめに

筆者は、栗原正人教授とともに錯体化学やナノ材料科学を用いた機能性材料の開発を進めており、不溶性材料の“分散”によって、エネルギー循環に貢献する材料・技術の確立に注力して研究をしている。この場を借りて、当研究室の研究を紹介させていただく。

プルシアンブルー類似体の分散

プルシアンブルー（PB）は鉄と鉄がシアニド基で結合した多孔性配位高分子であり、鉄を他金属に置換した類似体（PBA）も多数報告されている。これら材料は溶媒に不溶であるが、独自手法により分散液の調製に成功した（図1, *Nanotechnology* 2007）。また、精密に金属組成比を制御したPBAの合成・分散化にも成功している（*ChemNanoMat* 2017）。



図1 金属比を制御したNiFe-PBAナノ粒子の水分散液

超高速充放電イオン二次電池開発

PBA分散技術を用いたイオン二次電池開発を進めている。PBAはレドックス活性であり、正極材として利用可能である。負極として亜鉛に注目した。亜鉛は、 $5800 \text{ mAh} \cdot \text{cm}^{-3}$ を超える大きな体積容量を示し、低地政学的リスク、高安全性などのメリットがある。これらを組み合わせた高付加価値な二次電池として、“超高速充放電可能な亜鉛負極二次電池”の作製を目指した。

一般的なイオン二次電池は1C（1Cは1時間に1回放電または充電可能な電流）程度で動作し、高速化により電池容量は低下する。なぜ既存の正極作製法では高速充放電ができないのか。既存法では、活物質、絶縁性バインダー、炭素粉を混練・塗工することで電極が作製されてきた。これでは、活物質の凝集や絶縁バインダーによるイオンや電子の移動阻害が起こる。これを解決するために、事前に分散した活物質粒子とカーボンナノチューブ（CNT）分散液とを混合し、ろ過することで、絶縁性バインダーを含まない新たな電極構造を作製した。CNTの網目状構造内に活物質粒子が均一に固定されていた（図2）。電極内に適度な空隙を有し、電解液の侵入（＝スムーズなイオン脱挿入）が期待できる。この構造は、植物の根（Root）-砂（Sand）-水（water）

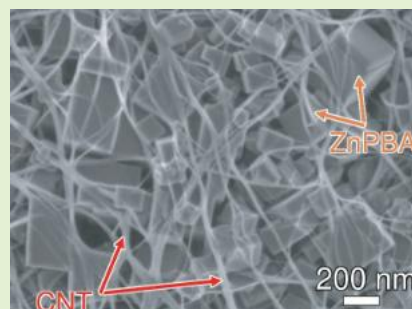


図2 ZnPBA-RSW電極の走査型電子顕微鏡像

の関係に類似することからRSW電極構造と命名した。

亜鉛プルシアンブルー類似体（ZnPBA）を活物質として用いたZnPBA-RSW電極を正極とし、亜鉛箔を負極としたイオン二次電池において、1000C（充電および放電時間＝3.6秒）で動作した。電極構造を制御することで、高速充放電が可能であることを示した（*J. Mater. Chem. A* 2023）。

おわりに

PBA分散技術は二次電池開発だけでなく、高活性な酸素発生反応触媒合成にも利用でき、また、ほかの不溶性無機材料の可溶化・分散化にも成功し、太陽電池や二酸化炭素還元触媒等の開発も進めている。“分散”技術が新たな研究分野を切り開き、社会実装可能な技術に発展させることを目指している。

〔石崎 学（山形大学）〕

© 2026 The Chemical Society of Japan