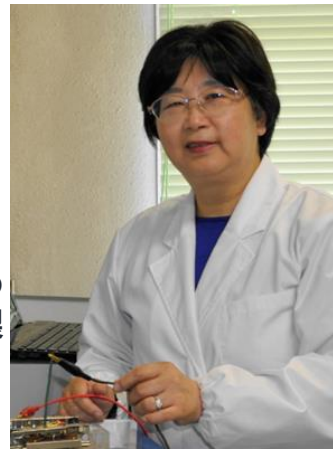


# 先進の成膜技術による 高性能リチウムイオン電池電極材料の創製

研究者：名古屋工業大学大学院工学研究科 物理工学専攻 吳 松竹 教授

電気自動車（EV）や定置型蓄電池など大型のリチウムイオン電池（LIB）の需要が拡大し、より高いエネルギー密度と安全性が求められている。環境調和型の新しい機能性表面処理技術を研究している吳松竹教授は、各種基板材料の表面をナノレベル、マイクロレベルでコントロールし、自動車部品、電子機器、エネルギー変換デバイスなどに応用する機能性薄膜材料を新規創製している。独自の成膜技術を組み合わせ、次世代大容量LIBの負極と正極、それぞれの材料としてそのまま使用できる機能性薄膜材料の開発と、電池特性評価および電極反応メカニズムの解明を目指す。



## ◇「スマートアノード酸化」と「ハイブリッドめっき」。独自開発の二つの先端表面処理技術を組み合わせ、大容量かつ高安全性LIB負極材料を創製

従来型のLIB負極の活物質には黒鉛化した炭素系材料を使用しているが、炭素（C）とリチウム（Li）との電位差がわずかに0.1Vであるので、高速充放電の際、樹枝状のLi金属の析出により短絡・発火事故が起こりやすく、安全性の面で重大な問題がある。

充放電の際の作動電位がLiより約1.7Vと高い二酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）は、Li金属の析出問題を完全に解決できる上、安価で高い熱安定性を有するため、次世代高安全性LIBの負極活物質として大いに期待されているが、導電性に難がある。そこで、チタン（Ti）の酸化反応と窒化反応を同時に起こさせる成膜方法「スマート陽極（アノード）酸化法」を発明し、ナノ細孔を持つ多孔質TiO<sub>2</sub>皮膜を形成すると同時に、高活性の一酸化チタン（TiO）と、高導電性の窒化チタン（TiN）を分子レベルで均一に複合化させることで、導電性の改善と電極反応効率の向上を果たす。硝酸水系電解液を用いたスマートアノード酸化法により、Ti板上に直径30～250nmの円柱状細孔構造を持つ多孔質TiO<sub>2</sub>-TiO-TiN複合膜（図1a参照）を作製する技術を確立した。このTiO<sub>2</sub>系複合皮膜は、高安全性LIB負極材料としてそのまま使用でき、TiO<sub>2</sub>の理論容量より高い放電容量を示すことが分かった。

前述のTiO<sub>2</sub>系複合皮膜を大型の動力源へ展開するためには、さらなる充放電効率およびエネルギー密度の向上が必要。金属の電気化学還元反応と金属酸化物の泳動電着・部分還元を同時に行う「ハイブリッドめっき法」と命名した新しい陰極（カソード）電解の成膜法によって、TiO<sub>2</sub>系多孔質皮膜のナノ細孔中に、大容量かつ高導電性のスズ（Sn）およびモリブデン（Mo）、リチウム（Li）などの金属と酸化物の複合ナノ粒子を析出させ（図1b参照）、その高安全性複合膜の放電容量と導電性を同時に向上させることに成功した。

◇ハイブリッドめっきによる高安定性LIB正極材料の創製

一方、正極材料は、正極集電体のアルミニウム（Al）箔上に、放電容量の大きいバナジウム（V）酸化物を主成分として作動電圧が高いマンガン（Mn）、ニッケル（Ni）酸化物と複合化させ、放電容量、作動電圧でバランスの良い正極活物質を作製する。従来、Al表面への直接めっきは困難であったが、Alの電解エッチングと前述の「ハイブリッドめっき法」によって、正極集電体のAl箔上に、高安定性のバナジウム酸化物系（Li-V-Mn-Ni-O）複合めっき膜を直接成膜することに成功し、Liより4V以上の高い電位で作動することが確認された。電極の製造工程の簡素化によるコスト削減と、LIBの性能向上が期待される。

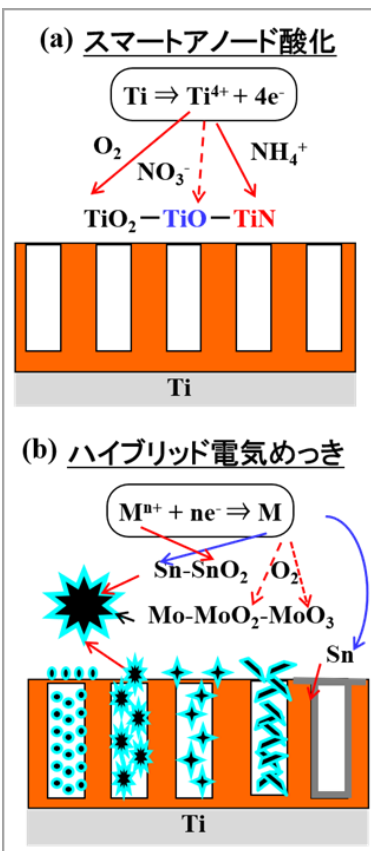


図1 多孔質TiO<sub>2</sub>-TiO-TiN系複合膜の模式図

お問い合わせ先 国立大学法人 名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市

E-mail: c-socc@adm.nitech.ac.jp  
URL: <http://tic.web.nitech.ac.jp>