

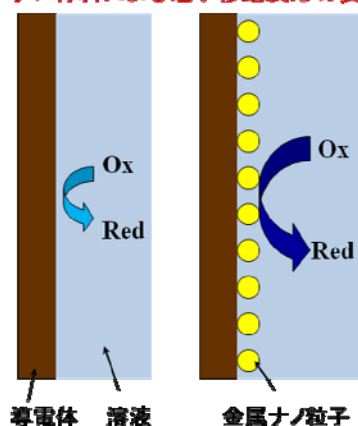
ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	3. 機能材料／工業電気化学
中項目	3-1. 機能材料
小項目	3-1-3. ナノ材料／電極材料

概要（200字以内）

金属ナノ粒子やカーボンナノチューブなどの導電性ナノ材料を電極界面に修飾して機能化を図ろうとする試みが、近年盛んに行われている。多様な表面修飾による電気化学応答の変化が種々報告されている現状であるが、電子移動反応を阻害しない修飾法の開発や、機能的応答が発現する要因を精査して高度な電極表面設計が可能になれば、既存の電極を超える機能性電極が開発でき、貴金属資源の有効利用にも繋がる可能性がある。

ナノ材料による電子移動反応の変化



現状と最前線

電極表面にナノ材料を修飾して機能化を図る試みが、近年、電気分析化学の分野で盛んに行われている。

以前までの有機分子や高分子を用いた機能性電極と比較して、最近の傾向は、金属ナノ粒子やカーボンナノチューブなどの導電性ナノ材料を電極界面に修飾して機能化を図ろうとするものである。金属ナノ粒子では、ナノサイズに特有な電極触媒機能や表面積の増大を利用した電気化学測定が、また、カーボンナノチューブでは導電性を活かした機能化が可能であり、これらはさらに複合化して使用される場合もある。

ナノ材料を電極表面に固定化する方法としては、キャスト法、スパッタ法、電解析出法、化学修飾法など多岐にわたるが、一定のナノサイズを有する粒子を比較的均一に分散して固定化するためには化学修飾法が有効である。電極とナノ粒子の両方に化学結合する架橋試薬や、イオン性のポリマーを用いた固定化法などが知られている。

電気化学応答は、測定する酸化還元種と修飾した導電性ナノ材料との組み合わせでいろいろと変化するので、未修飾のものに比べて応答が改善するという点から、膨大な数の報告があるのが現状である。とにかく電極表面にいろいろ載せてみましたという感じの報告もあり、また、載せ方にしても、単にナノ材料が単層で修飾しているだけでなく、カチオン性・アニオン性のポリマーを多重修飾して、その中でナノ材料を多重積層化している場合もある。

そのような現状の中で留意すべき点は、電子移動反応を促進または阻害する要因を精査し、真に優れたナノ材料修飾機能性電極の構築を行っていくことである。

例えば、金属ナノ粒子の場合、化学的に修飾したものは表面に有機化合物である保護剤が存在しており、また、ナノサイズになると金属的な導電特性も変化してくる。そのため、電子伝導材料としての金属ナノ粒子の応用を考えるためには保護剤の選択も重要であり、またポリマーによる構造化を行う場合には、それが電子移動反応に及ぼす影響も考慮する必要がある。有機物は、酸処理や加熱処理によっても除くことができるが、処理の手間や剥離などの問題もある。そのため、電子移動反応を阻害しない修飾法の開発がひとつの重要な検討事項であろう。

また、ナノ材料の修飾においては、ナノ粒子の大きさや修飾密度さらには形状も電子移動反応に影響を及ぼすほか、電子移動反応が基板の種類や接合法によっても変化することが考えられる。そのため、種々の電気化学応答を解析して、機能的応答が発現する要因や機構も明らかにしていく必要がある。

いずれにしても、現状は、いろいろ違った応答が測定できたので報告を、という段階から、反応系に応じた高度な電極表面設計が必要な段階にきており、作製の手間やコストも含めて真に産業的にも有効なナノ材料修飾電極のみが、従来の固体電極材料に置き換わる可能性を秘めている。燃料電池の分野では炭素に担持したナノサイズの白金がすでに電極触媒として用いられているが、計測用電極の分野でも、基板導電体とナノ材料の多様な組み合わせによって、単なる電子移動媒体という域を越え、反応選択性を有する高度な機能性電極の構築できる可能性がある。その際、安価な導電体を使用し、例えば修飾する貴金属の量をナノサイズ化によって極少量化できれば、資源の有効利用にもつながる。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ・ 測定する酸化還元反応系に応じたナノ材料の選択と機能化
 - ・ 基板とナノ材料の複合化における電子移動反応特性に及ぼす要因の機構解明
 - ・ ナノ材料同士の複合化による電気化学反応解析の高度化と機構解明
 - ・ 安価で大量生産が可能で、かつ、電子移動反応を阻害しないナノ材料の導電体表面修飾法の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ・ 酸化還元反応に応じて高度に選択的応答性を示すナノ材料修飾機能性電極の開発
 - ・ 既存の貴金属電極や高機能炭素電極に代替、または超えるナノ材料修飾機能性電極の開発
 - ・ ナノ材料の複合化によってのみ実現される高度な電極機能の探索

キーワード

金属ナノ粒子・カーボンナノチューブ・表面修飾・電子移動反応・電気化学分析

(執筆者： 小山 宗孝)