

固体高分子形燃料電池・水電解および酵素型バイオ燃料電池の電極触媒開発

Systematic Material Design for Electrodes of Polymer Electrolyte Fuel Cells, Water Electrolysis and Enzymatic Biofuel Cells

東工大研究院化生研¹, [○] 田巻 孝敬¹

Tokyo Tech.¹, [○]Takanori Tamaki¹

E-mail: tamaki.t.aa@m.titech.ac.jp

電気化学デバイスの高性能化を図るうえで必須となる環境が、構成材料の一つにとっての極限環境になることがある。例えば、固体高分子形燃料電池の酸素還元極(カソード)で触媒として用いられる白金上では水由来の酸素種被毒が起こり、高エネルギー変換効率に直結する高電圧作動を阻害している。筆者が所属する東工大山口研究室では、水の影響を極力排除した極低加湿条件において高電圧作動を実証している(H. Ishikawa, T. Tamaki, T. Yamaguchi *et al.*, *J. Chem. Eng. Jpn.*, 43, 623, 2010)が、極低湿度条件はプロトン伝導性ポリマーにとっての極限環境である。また、酵素を触媒に用いる酵素型バイオ燃料電池は、生体に安全・安心なグルコースなどの燃料を利用できるデバイスとして期待されるが、電極中の導電担体として用いられるカーボン微粒子表面は酵素にとっての極限環境であり、酵素がカーボン表面へ物理吸着する際に容易に変性・失活が起こる。筆者らは、これまでにカーボン微粒子の親水化処理により、酵素の失活が抑制され、高電流密度化が可能であることを示している(T. Tamaki, T. Yamaguchi *et al.*, *J. Electrochem. Soc.*, 16, H3095, 2014)。いずれも、触媒の担持や酵素の固定化で生じる固/固ナノ界面における極限環境での動的挙動は十分理解されているとはいえず、極限環境ナノ界面科学の理解により、研究の進展が期待される。

本講演ではさらに、固体高分子形燃料電池・水電解の電極触媒として導電担体フリーのナノ粒子連結触媒について紹介する。ナノ粒子連結触媒は、Fig. 1に示すように数 nm の大きさの金属ナノ粒子同士が部分的に融着した数珠上のネットワーク構造を取る。金属同士が連結しているため、カーボン等の導電担体を用いなくても導電パスが形成され、また、数 nm のナノ粒子構造が維持されるため、高表面積な担体フリー触媒として利用できる。担体フリーであるために、固体高分子形燃料電池の起動停止や固体高分子形水電解の酸素発生極で問題となっている担体由来の劣化がなく

高耐久である。PEFC カソードとしては PtFe ナノ粒子連結触媒(T. Tamaki, H. Kuroki, T. Yamaguchi *et al.*, *Energy Environ. Sci.*, 8, 3545, 2015)、PEWE アノードとしては Ir ナノ粒子連結触媒(Y. Sugita, T. Tamaki, H. Kuroki, T. Yamaguchi *et al.*, *RSC Adv.*, 4, 27510, 2014)を開発した。

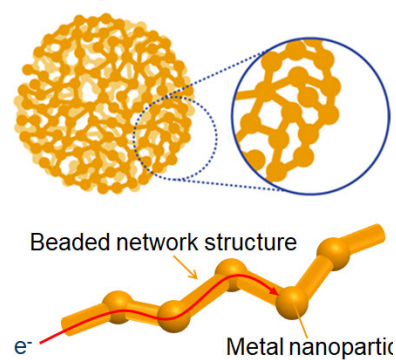


Fig. 1. Schematic illustration of carbon-free connected nanoparticle catalysts.