イオンビーム照射した炭素担体上の白金ナノ粒子
（１）触媒活性と耐久性の向上

Platinum nanoparticles on an ion-beam-irradiated carbon support
(1) Improvement in the catalytic activity and durability

*八巻 徹也[1]，垣谷 健太[1,2]，木全 哲也[3]，山本 春也[1]，小林 知洋[4]，寺井 隆幸[2]，岩瀬 彰宏[5]
[1]量子科学技術研究開発機構，[2]東京大学，[3]東京工業大学，[4]理化学研究所，[5]大阪府立大学

380 keV Ar^+の照射で予め欠陥導入したグラッシーカーボン基板上に、白金（Pt）ナノ粒子触媒を堆積した。このイオンビームによる担体改質が触媒の酸素還元反応（ORR）活性と耐久性を高めることを見出した。

キーワード：イオンビーム，照射欠陥，白金（Pt）ナノ粒子，酸素還元反応（ORR）触媒，電気化学測定

1. 緒言

固体高分子形燃料電池における ORR の触媒として活性と耐久性に優れた Pt ナノ粒子を得るために、触媒とその担体間に働く界面相互作用の利用が注目されている。本研究では、炭素担体にイオンビーム照射欠陥を導入し、この担体改質が Pt ナノ粒子触媒の ORR 活性および耐久性に及ぼす影響を調べた。

2. 実験

380 keV Ar^+を 1.0×10^{13}～1.0×10^{16} ions/cm^2 のフルエンスでグラッシーカーボン基板に照射した後、スパッタ蒸着により基板上に Pt ナノ粒子を作製した（以下、照射試料）。Ar^+照射のない GC 上に Pt ナノ粒子を堆積し比較試料とした（以下、未照射試料）。ORR 活性は、酸素飽和 0.1 M $HClO_4$ 溶液中で回転ディスク電極法により測定した。耐久性は、窒素飽和の同溶液中での電位サイクル（1.0～1.5 V vs. RHE）に伴う電気化学有効表面積（ECSA）の変化から評価した。

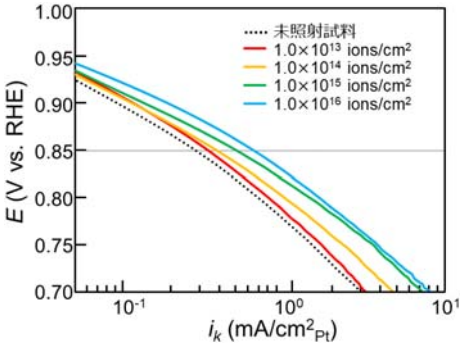

図１： 回転ディスク電極法による測定により取得したターフェルプロット

3. 結果および考察

図１に ORR 活性の指標である活性化支配電流密度 i_k をターフェルプロットで示す。照射試料では、未照射試料よりも右側にシフトしており、すべての電位で高活性を示した。i_k はフルエンスとともに増大し、0.85 V vs. RHE で比較すると、1.0×10^{16} ions/cm^2 の照射試料において未照射試料の最高約 2.5 倍に達した。

ECSA はサイクリックボルタモグラムの水素吸着ピークの面積（図２の挿入図における斜線部）から算出した。それぞれの試料について試験開始前の ECSA を 100%とし、電位サイクル数増大に伴う ECSA の保持率を図２に示す。両試料とも 28000 サイクル終了後に ECSA の減少が確認されたが、未照射試料では保持率 73%であったのに対して、照射試料ではより高い 93%であった。

以上から、イオンビーム照射による担体改質は Pt ナノ粒子の ORR 活性と耐久性を向上させることが明らかになった。この高性能化のメカニズムについては次発表で報告する。

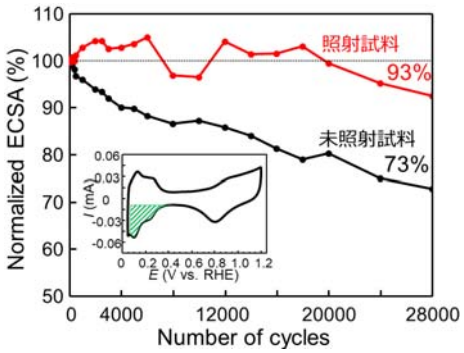

図２：電位サイクルに伴う ECSA 変化（挿入：サイクリックボルタモグラム）

*T. Yamaki[1], K. Kakitani[1,2], T. Kimata[3], S. Yamamoto[1], T. Kobayashi[4], T. Terai[2], and A. Iwase[5]
[1]QST, [2]U Tokyo, [3]Tokyo Tech., [4]RIKEN, [5]Osaka Pref. Univ.