

シリカ被覆炭素担持Pd触媒のPEFCカソード触媒への応用:カソード触媒の非Pt化

九州大学大学院工学研究院 竹中 壮, 薄 直人, 宮本拓明, 松根英樹, 岸田昌浩

概要: 固体高分子型燃料電池(PEFC)の普及に向け電極触媒の非Pt化が求められているが, PEFC作動条件下でほとんどの金属は溶出するため, 非Pt化は困難である. 本研究ではナノスケールのシリカ層で電極触媒を被覆することで電極触媒の非Pt化に成功した. (連絡先: takenaka@chem-eng.kyushu-u.ac.jp)

研究背景: 水素エネルギー社会の実現に向け, 固体高分子型燃料電池(PEFC)の早期実用化が求められる. 現行のPEFCでは, カソード, アノードともに炭素担持Pt触媒が利用されているが, PEFCの本格的普及に向け, **触媒の非Pt化が求められている**. 特にアノードでの水素の酸化に比べ, カソードでの酸素の還元反応速度は遅いため, **カソードで多量のPtが利用されている**. したがって**カソードの非Pt化は急務の課題**である.

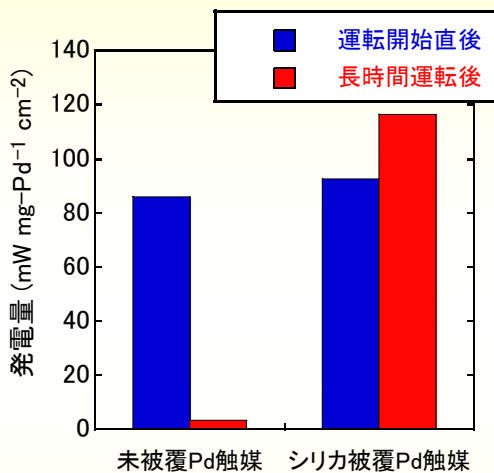
非Pt化が困難な理由: カソード触媒は酸性, 酸化的雰囲気, 高温(80°C), 正電位などの厳しい条件で作動しなければならない. この**カソード条件下では, 金(Au)以外のすべての金属は溶出する**. しかしAuの触媒活性は低いため, 現行のPEFCでは高い触媒活性を示し, 比較的安定なPtがカソード用の触媒として利用されている.

我々が行ってきた研究: 我々は炭素担持Pt触媒をナノスケールのシリカ層で被覆することで, Ptの溶出による触媒失活を抑制することに成功している. Ptを被覆するシリカ層が, Ptのシリカ層外部への拡散を抑制することで, Ptの耐久性が著しく向上した.

本研究: ナノスケールのシリカ層で被覆された非Pt金属をPEFC用カソード触媒に応用した. 本研究では, 燃料電池反応(酸素の還元)に活性を示すものの, 溶出により激しく劣化するPdをシリカで被覆した.

本研究で得られた成果

1. シリカ被覆Pd触媒は**高い触媒活性と優れた耐久性を示すことを実証した**.
2. Pdをシリカで被覆することで**Pdの溶出が抑制されることを実証した**.
3. Pdをシリカで被覆することで, **酸素還元時の過酸化水素の生成が抑制されることを実証した**.

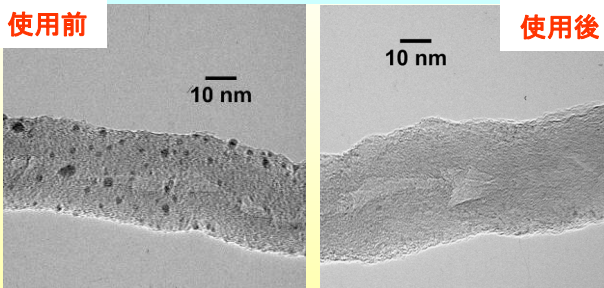


左の図は, 我々が開発したシリカ被覆炭素担持Pd触媒と, シリカ未被覆のPd触媒をカソードに用いたPEFC単セルの発電特性.

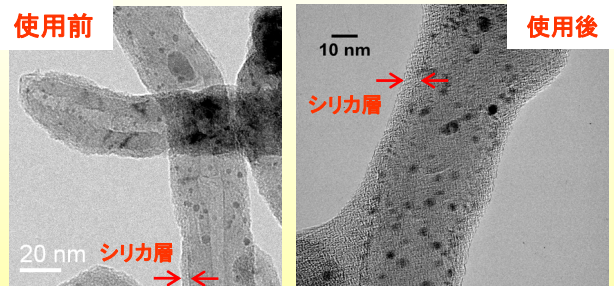
左図の実験で得られた知見

1. Pd触媒をシリカで被覆しても, **高い電池性能が得られる**.
2. Pdをシリカで被覆すると電池性能が向上している. これは**Pdのシリカでの被覆により過酸化水素の生成が抑制されたため**である. (過酸化水素は酸化力が強く, 燃料電池本体を劣化させるため, 過酸化水素の生成は好ましくない)
3. 長時間使用しても, **シリカ被覆Pd触媒は失活しない**.

シリカで被覆されていないPd触媒



シリカで被覆されたPd触媒



PEFCに利用する前のシリカ未被覆Pd触媒では, 多くのPd粒子が存在していたが(左図), PEFCに利用するとすべてのPdが溶出した(右図).

シリカ被覆Pd触媒では, 燃料電池に利用した後でも多くのPd粒子が存在した(右図). 厚さ3 nmのシリカ層がPdの溶出を抑制したことを示している.

今後の展望: Pd触媒をシリカで被覆することで, PEFC作動条件下でのPdの溶出抑制に世界で初めて成功した. シリカ被覆の技術はPd以外の金属にも応用可能であるため, より安価で高活性な非Pt電極触媒を開発する.