

研究論文

放射状 TiO_x の固体高分子形燃料電池カソード担体への応用

†高橋伊久磨*, 岩松京吾*

Exploring the Potential of Radial TiO_x Support for Cathodes
in Polymer Electrolyte Fuel Cells

by

†Ikuma TAKAHASHI*, Kyogo IWAMATSU*

(Received Jun. 26, 2025; Accepted Sep. 5, 2025)

Abstract

In this study, we explored the application of radial TiO_x (r- TiO_x) as a novel cathode support for polymer electrolyte membrane fuel cells. A 30 wt% Pt/r- TiO_x catalyst exhibited an electrochemically active surface area (ECSA) of approximately 42 m^2/g , nearly twice that of conventional Pt/ TiO_x catalysts. This improvement is attributed to the unique radial morphology and high surface area of the support, which enabled uniform Pt dispersion. Under load cycling conditions, Pt/r- TiO_x demonstrated superior ECSA retention compared to commercial Pt/C, underscoring the excellent durability of r- TiO_x . However, during start-up/stop tests, increased resistance was observed due to TiO_x oxidation at high potentials. Further enhancement of electronic conductivity through defect engineering and elemental doping is needed to overcome this limitation.

Keywords: PEMFCs, Cathode catalyst, TiO_x support, Durability

1. 緒言

水素を燃料とした固体高分子型燃料電池 (PEMFC) は、発電時に水しか排出しないクリーンな電源であることから、電動車や家庭用の電源として開発されている。現在の PEMFC のカソードには、高比表面積で電気伝導性をもつカーボンに Pt ナノ粒子が高分散担持された白金担持カーボン (Pt/C) 触媒が使用されている。Pt/C カソード触媒の性能評価の重要な指標の一つに、酸素還元反応の反応場となる Pt の重量あたりの電気化学表面積 (ECSA) があり、大きい値ほど高性能触媒といえる。この Pt/C カソード触媒においては、PEMFC 使用時の負荷変動や起動停止時の電位サ

イクルによる劣化が課題となっている^{1),2)}。電位サイクルによる劣化の要因の一つに、カーボン担体の劣化による ECSA の低下が挙げられる³⁾。ECSA 低下の一つの要因に Pt 粒子の脱離があり、高電位に曝されることでカーボンの腐食が起こり、Pt が物理的にカーボンから脱離する機構が報告されている⁴⁾。また、他にも Pt の凝集機構が提案されている。凝集機構は、Pt ナノ粒子がカーボン担体上を表面拡散することで粒子同士が凝集することで粗大化し、ECSA の低下が引き起こされる^{4),5)}。以上から高耐久カソードの担体には、高い耐酸化性を持ち、Pt の固定化できる材料が求められている。耐酸化性担体としては、高電位かつ強酸性でも安定な金属酸化物を用いる検討が行われている⁶⁾⁻¹⁴⁾。その中でも TiO_2 は、高電位かつ酸性電解質での耐腐食性に優れていること、資源としても豊富であることから有望な代替担体として期待されている。しかしながら、 TiO_2 はカーボン担体と比較して比表面積が小さいためファイバー化による

令和 7 年 6 月 26 日受付

* 千葉工業大学大学院工学研究科：習志野市津田沼 2-17-1
ikuma.takahashi@p.chibakoudai.jp
Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology:
2-17-1 Tsudanuma Narashino, Chiba, 275-0016, Japan

† :連絡先/Corresponding author