

# 燃料電池の性能向上を目指したガス拡散層のコンピュータ断層撮影 Computed Tomography of Gas Diffusion Layers for Higher Performance of Fuel Cells

犬飼 潤治、青木 誠、鷹のはし 和弘、柿澤 優、今井 英人  
Junji Inukai, Makoto Aoki, Kazuhiro Takanohashi, Yu Kakizawa, Hideto Imai

山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター、日産アーク  
Fuel Cell Nanomaterials Center University of Yamanashi, NISSAN ARC

固体高分子形燃料電池の発電ために膜電極接合体が用いられ、その最外層に多孔質のガス拡散層 (GDL) が位置する。GDL はガス拡散と液体水排出の役割を担いながら集電も行う。発電性能に対する GDL の影響の大きさが近年明らかになり、活発な研究が行われるようになってきている。本課題では、物理・化学特性の異なった 9 種類 GDL の高分解 X 線 CT 測定を行い、3 次元構造を明らかにした。

キーワード： 固体高分子形燃料電池、ガス拡散層、X 線 CT 測定

## 1. 背景と研究目的

固体高分子形燃料電池は、エネルギー効率および出力密度が高く、汚染物質の排出が無いことから、自動車や定置用コージェネレーションシステムへの利用に向け開発されている。

燃料電池の発電には、膜電極接合体と呼ばれる面積約 100 cm<sup>2</sup>、厚さ約 0.3 mm の構造体を用いられる。中心に厚さ約 20 μm の電解質膜、その両側に厚さ約 10 μm の触媒層が塗布され、最外層に厚さ約 100 μm の多孔質のガス拡散層 (GDL) が存在する。GDL はガス拡散と液体水排出の役割を担いながら、一方では集電も行う。電解質膜や触媒層の重要性は良く知られているが、電子および物質輸送をつかさどる媒体である GDL も両者同様に重要であることが近年明らかになり、燃料電池メーカーを中心に活発な研究が行われるようになってきている。

本課題では、物理・化学特性の異なった市販の 8 種に我々が合成した 1 種、計 9 種類 GDL の高分解 X 線 CT 測定を行い、3 次元構造を明らかにした。これらの GDL を用いた燃料電池特性とともに、我々の開発した GDL 表面[1, 2]および内部[3]の酸素分圧計測装置を用いた発電中の酸素分圧測定を合わせ、GDL の構造と発電性能との関連を明らかにする。こうした取り組みにより、燃料電池用の高効率 GDL 開発に拍車をかける。

## 2. 実験

測定は、BL46XU にて行った。GDL は、幅 1 mm の短冊状に切り抜き、図 1 の通りに配置した。GDL を 0.1° ずつ 0° から 180° まで回転させて CT 用のデータを取得した。空間分解能は、0.4 μm であり、GDL を構築するカーボンファイバーの直径約 10 μm に比べて十分に小さい。取得した GDL データは、判断分析法 (大津法) を用いて分離度が最大になる閾値を自動で求め 2 値化処理を行った。さらに、GDL の 3 次元化を行い、細孔率等のパラメータを算出した。

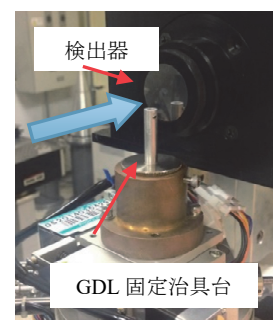


図 1 GDL の配置

### 3. 結果

図2にSDL社のGDLのX線CT像を示す。図2(a)は28BA、図2(b)は29BAの3次元化した画像である。カーボン繊維の1本1本が明瞭に観察された。画像より気孔率を計算したところ、それぞれ69.8%と88.5%であった。本試料以外に、気孔率や試料の厚みが異なったもの、マイクロポーラス層(MPL)のあるもの、さらには新たに合成されたもの等、全9種類のGDLの3次元化に成功している。

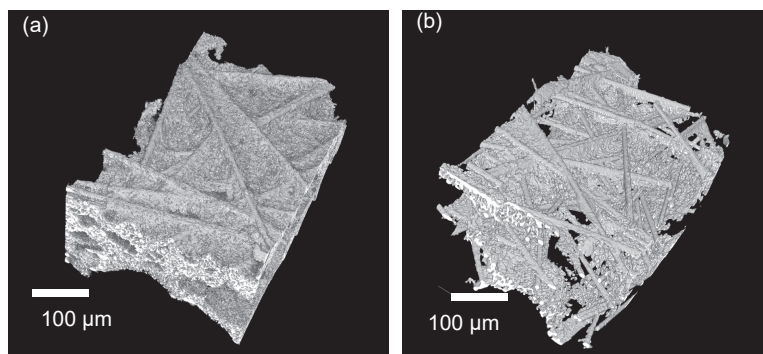


図2 X線CT像。(a):28BA、(b):29BA。

### 4. 今後の課題

- 1) 触媒、二次電池、燃料電池等の多孔質材料の特性や機能評価を最適化できる MATH 2 MARKET GmbH 社が開発したソフトウェア GeoDict(ジオディクト)は燃料電池媒体のシミュレーションに広く使用されている。これを用いて浸透率、流体抵抗、圧力降下、ガス拡散率、屈曲率などの特性を計算する計画である。
- 2) 測定した GDL を用いて、実際に燃料電池で発電を行う計画である。発電性能(出力および安定性)と、1)で得られる数値データとの関連性を明らかにする計画である。
- 3) 山梨大学では、GDL 表面[1]および内部[3]の酸素分圧を測定可能な装置を開発済みであり、既に研究に利用している[2]。2)で求められる数値データとともに発電中の酸素分圧の3次元分布を明らかにすることで、GDLの本質的な役割が明らかになると期待される。

### 参考文献

[1] <http://www.shimadzu.co.jp/products/niche/o2monitor.html>

[2] J. Inukai, K. Miyatake, K. Takada, M. Watanabe, T. Hyakutake, H. Nishide, Y. Nagumo, M. Watanabe, M. Aoki, H. Takano, *Angewandte Chemie international Ed.*, 47, 2792 (2008).

[3] <http://www.shimadzu.co.jp/products/niche/index.html#fc3d>