

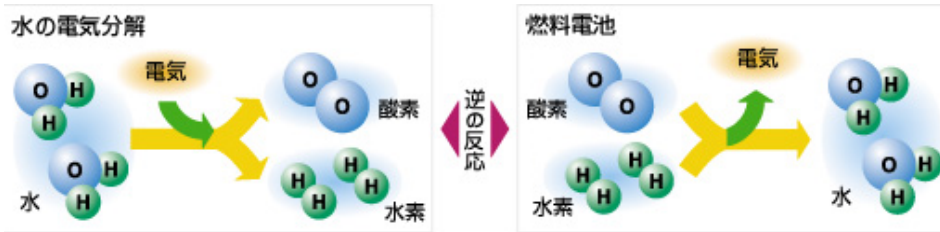
燃料電池の高性能化へ向けた研究

工学部 電気電子工学科
田中僚

燃料電池

水素と酸素を反応させ、電力を得る“**発電装置**”

触媒(白金など)を用いて水素をイオン化させて反応を起こす
(詳細は実験装置の項で説明)



現状

実用化されつつあるが非常に高価であることがネックになっている
高価である要因として触媒の白金使用量が多いことが挙げられる

触媒使用量の低減が求められている

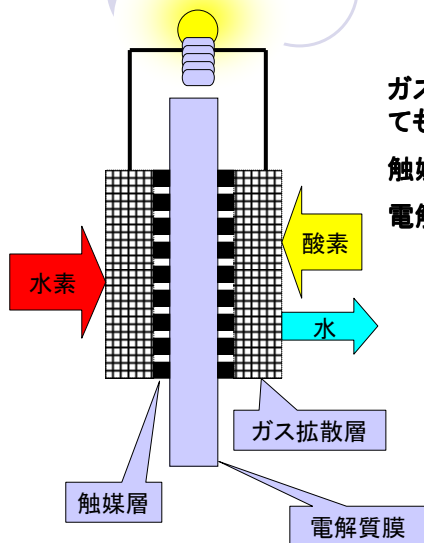


出典 <http://www.honda.co.jp/FCX/>



出典 <http://www.eneos.co.jp/lande/product/fuelcell/point/>

燃料電池の構造



ガス拡散層 : ガスを触媒層に送るとともに電極としても機能する

触媒層 : 化学反応を起こす

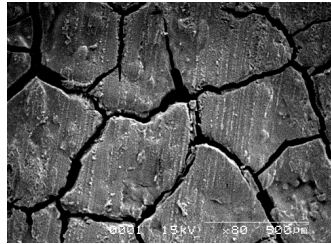
電解質膜 : イオン化した水素を他極へ移送する

触媒層の構成を研究している

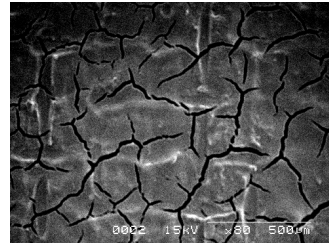
1. 触媒層のひび割れと電池の性能 1/5

— 触媒層の表面状態

- 塗工法(ヘラ塗り)を用いて触媒層を形成していた



塗工法で作った触媒層

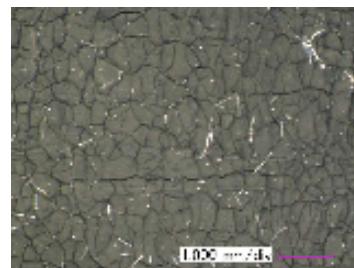
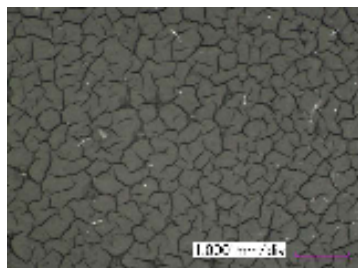
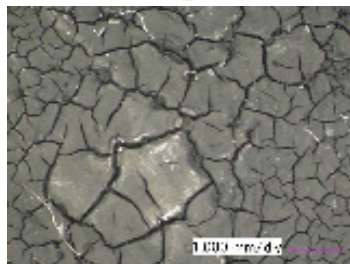


スクリーン印刷で作った触媒層

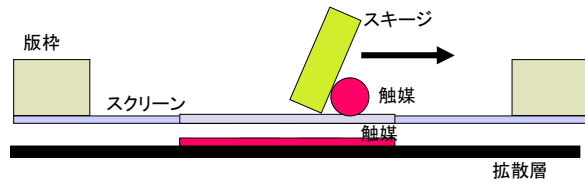
スクリーン印刷によるものが亀裂が多いことが分かる

1. 触媒層のひび割れと電池の性能 2/5

— 塗工法



1. 触媒層のひび割れと電池の性能 3/5 — スクリーン印刷法

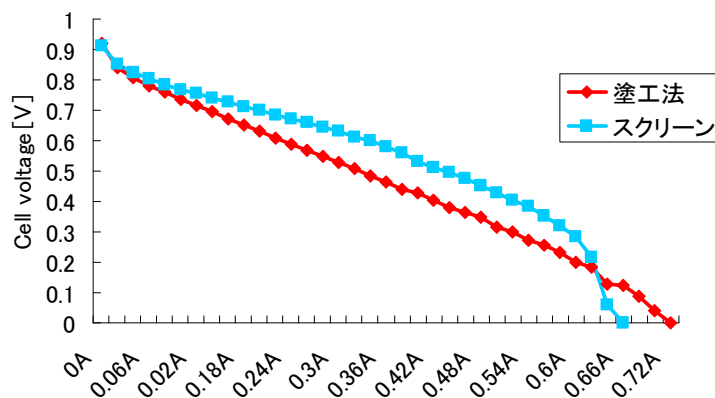


印刷版(スクリーン)の開口部に応じた
大きさに触媒が塗布される

開口部はメッシュである



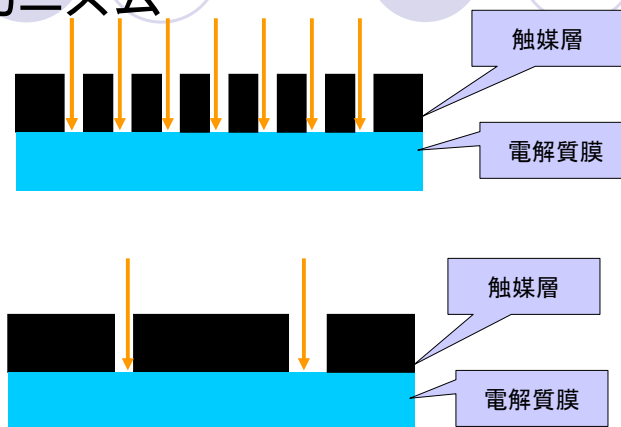
触媒層のひび割れと電池の性能 4/5 — 発電効率



塗工法、スクリーン印刷法とも一長一短である

1.触媒層のひび割れと電池の性能 —メカニズム

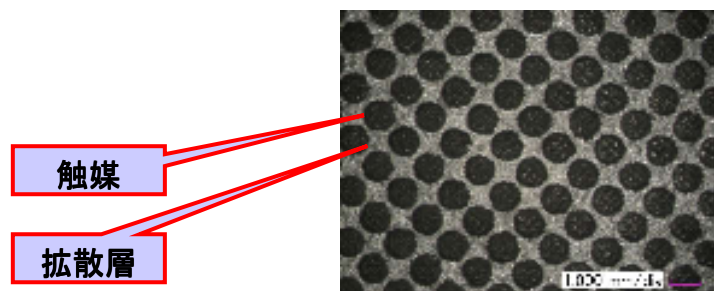
5/5



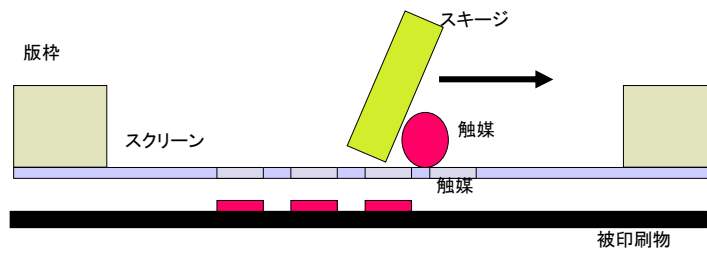
亀裂(開口部)が増加することによりガスの流通が良好になることが予想される

2.触媒のドット化 1/9 —はじめに

触媒層のひび割れが多いと電池の効率が改善することから触媒層をドット化するとさらに改善すると予想した触媒のドット化は **白金触媒使用量の低減も意味する**

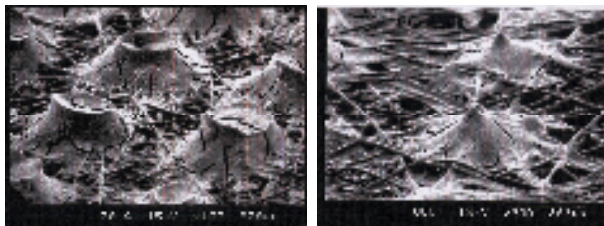


2.触媒のドット化 2/9 —ドット状触媒形成法



触媒が拡散層上に印刷される

2.触媒のドット化 3/9 —ドット状触媒の形状



40線

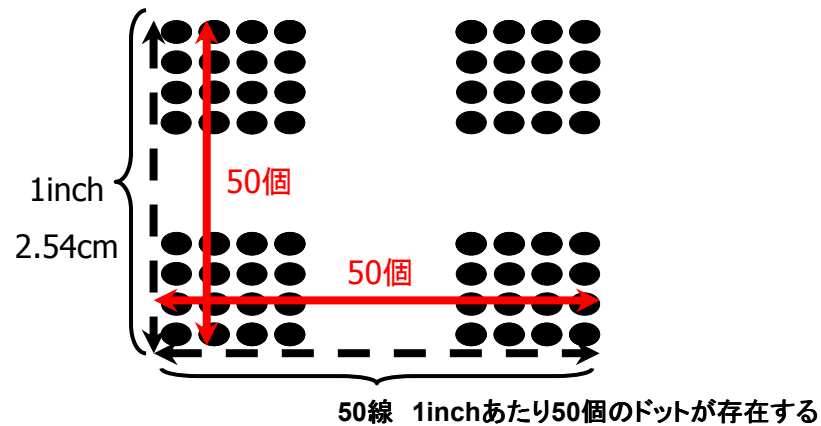
50線

線数が増すほどドットの形成が難しくなる
現時点では50線が最も精緻なドットである

2.触媒のドット化 4/9

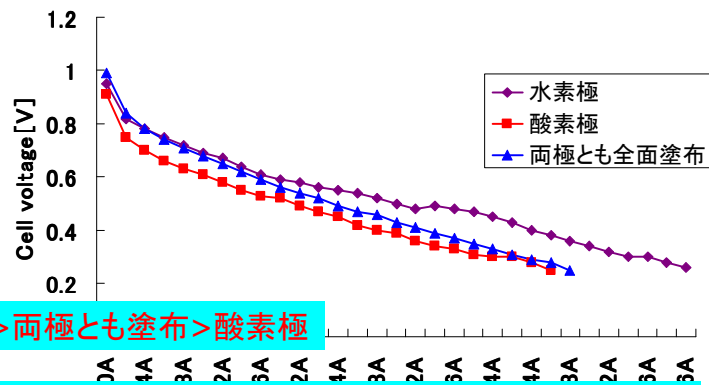
—ドットの精密さを示す指数(線数)

- 1inchに何本の線があるかを示す指数
- 触媒の面積は拡散層の50%とした



2.触媒のドット化 5/9

—発電効率(水素極、酸素極の違い)



水素極 > 両極とも塗布 > 酸素極

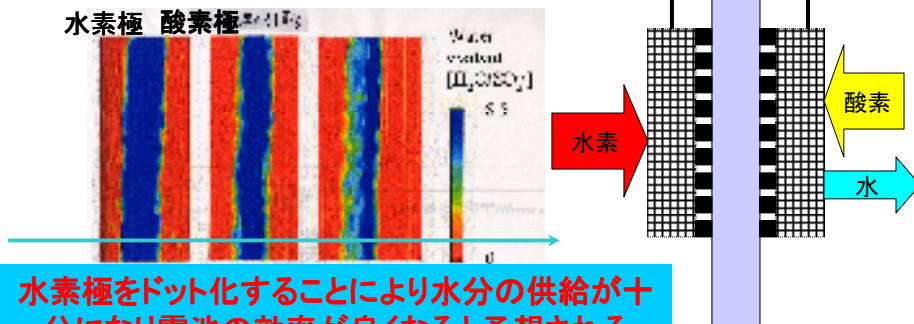
水素極をドット化すると全面塗布するより電池の効率が良いことが分かった

2.触媒のドット化 6/9

一発電効率(水素極、酸素極の違い)

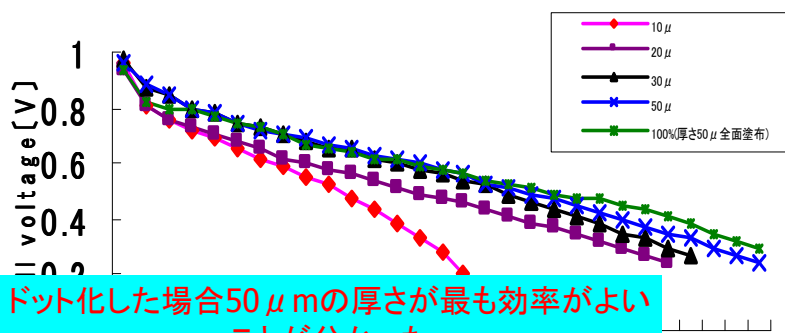
燃料電池は、反応を進めるにあたり水分が必要である

酸素極は反応により生じた水分により、水分は十分であるが、水素極は水分が少ない状態になりがちである



2.触媒のドット化 7/9

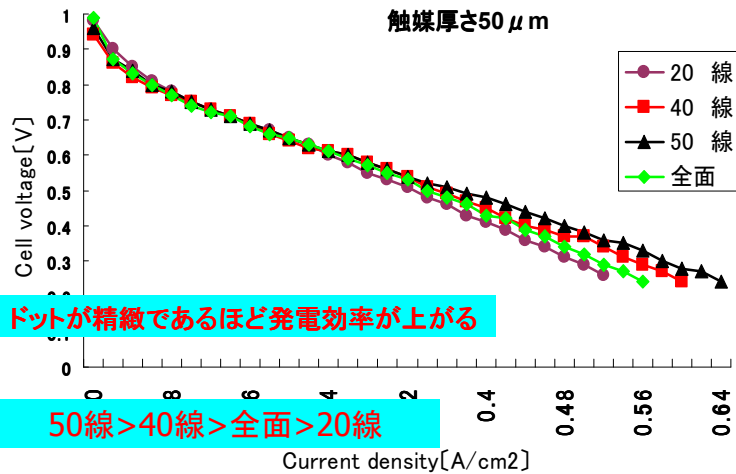
一触媒厚さと効率の検討



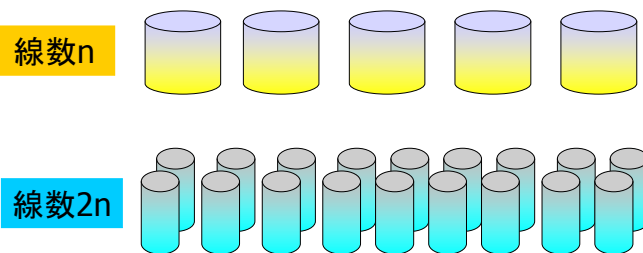
ドット化した場合50 μmの厚さが最も効率がよいことが分かった

50 μm > 30 μm > 20 μm > 10 μm [cm²] 0.48

2.触媒のドット化 8/9 —ドットの精密さと発電効率の関係



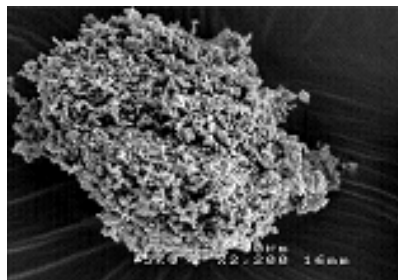
2.触媒のドット化 9/9 —線数が増すことによる触媒表面積の増加



線数が増すことによりドット側面の表面積が増え、触媒の活性が上がる事が予想できる

3.触媒にナノカーボンを混合 2/6 —混合による触媒の活性化

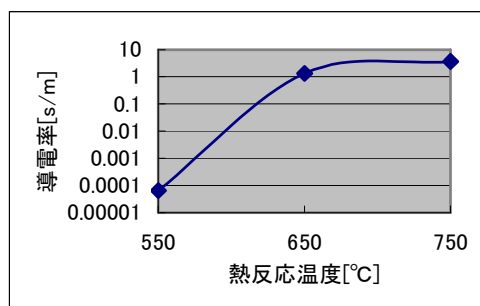
- 使用したナノカーボン(白金非担持)
 - キシレン樹脂を750°CでN₂雰囲気中で焼成
 - 粉碎後63 μmのメッシュを通した



3.触媒にナノカーボンを混合 2/6 —混合による触媒の活性化

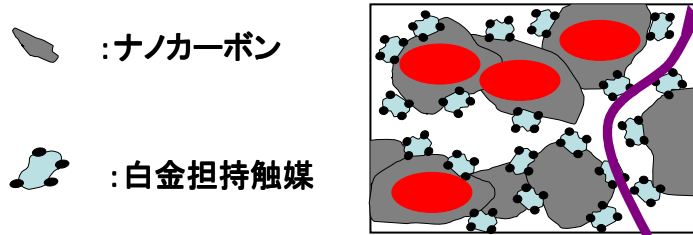
- 焼成温度によって導電率が異なる
- 導電率の高いものを今回の検討に用いた

内径6cmのガラス管に
サンプルを入れ、両端
から銅棒を7.62Mpaで
押し当てて測定した



3.触媒にナノカーボンを混合 2/6 —混合による触媒の活性化

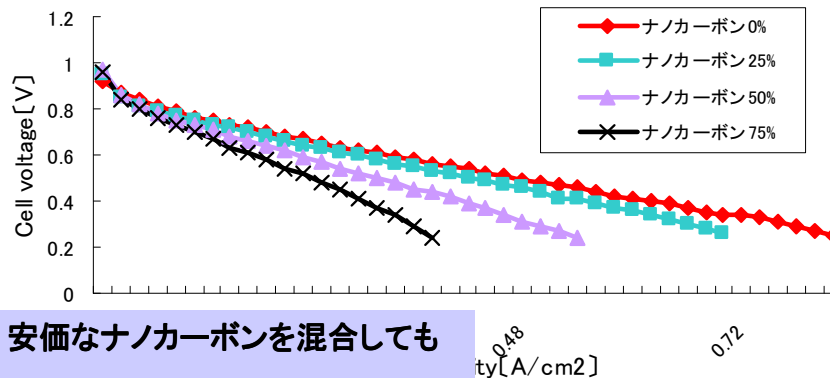
- 水分、燃料ガスの流れがよくなる
- 触媒が効率よく配置される
- 表面にナノサイズの細孔が分布しておりこれが白金触媒を固定する効果があるものと思われる



ナノカーボンは良導体である

3.触媒にナノカーボンを混合 2/6 —ナノカーボン混合割合と発電効率

- 水素極のみをドット化 50線



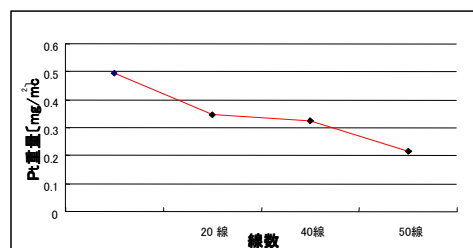
安価なナノカーボンを混合しても
発電効率はあまり劣化しない

白金使用量の見積もり

ナノカーบอนを25%混合したサンプルの8時間乾燥後の重さを量った

白金使用量 =
全体の重量 - ナノカーบอนの重量 - カーボンブラックの重量 - 電解質の重量

Pt使用量は50線の場合、触媒全面塗布でナノカーบอนを混合しない場合の40%程になっている

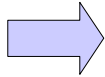


ドット化まとめ

- 発電効率の多少の劣化を許容すれば酸素極、水素極両方ともドット化して触媒の使用量を半分にすることができる
- 酸素極、水素極の触媒層に、後に述べるナノカーบอนを50%混合すればTotalで白金使用量を75%削減することができる

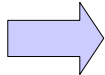
まとめ

- 触媒をドット状に印刷し、触媒使用量を減らしても電気的特性はやや向上した



燃料電池の低価格化と性能の向上

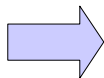
- 触媒にナノカーボンを混合して触媒の使用量を削減しても電気的特性の劣化は限られていた



燃料電池の低価格化

今後の予定

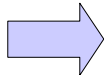
- 最適なドットの大きさを調査



ナノカーボンと混合し、性能を維持しつつ最も安価な構成を調査する

- ナノカーボンの混合比とドットの最適化

- 上記の連続運転試験



性能を維持できる耐久時間をもとめる1000hrs程