

新規ナノ炭素複合材料の合成と 電極触媒担体への応用

東洋大学 理工学部 応用化学科
教授 蒲生西谷 美香

2023年8月29日

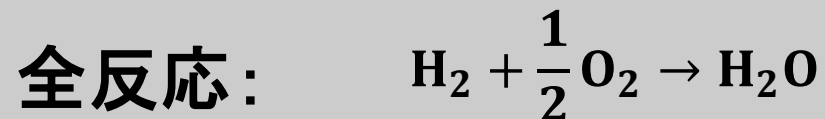
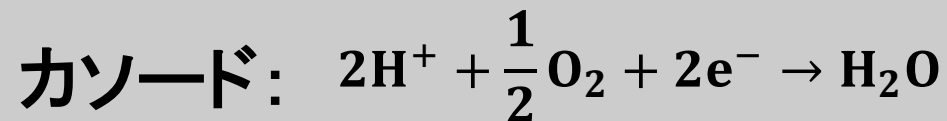
はじめに: 背景

固体高分子形燃料電池 “SDGsの達成に資する創エネルギー技術”
(Polymer Electrolyte Fuel Cell; PEFC)

水素と酸素から水ができる反応のエネルギーを電気として利用する

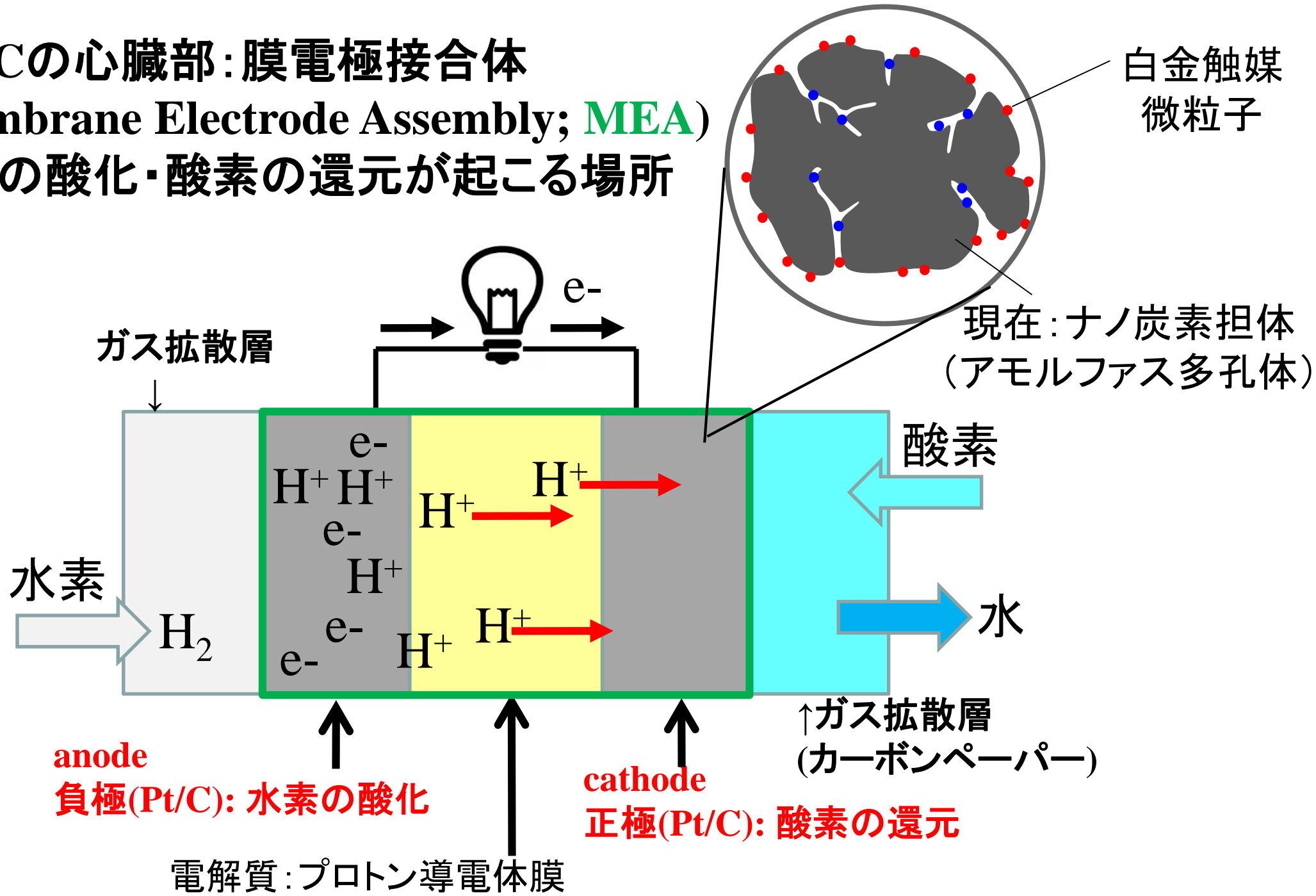
- ★クリーンで環境負荷低い
- ★(熱利用を含め)高効率
- ★(可動部分無し)静か
- ★低温動作可能(室温~100度)
- ★空気中の酸素と燃料供給で連続発電

近未来の創エネルギー技術として期待が寄せられている。

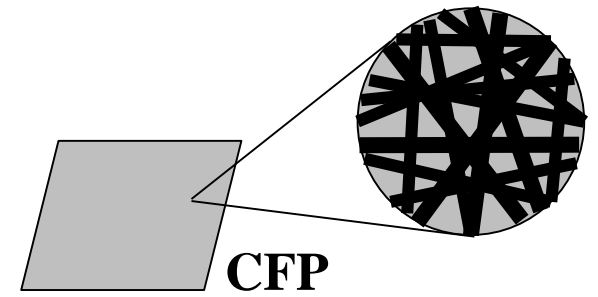


はじめに: 背景

PEFCの心臓部: 膜電極接合体
(Membrane Electrode Assembly; **MEA**)
水素の酸化・酸素の還元が起こる場所

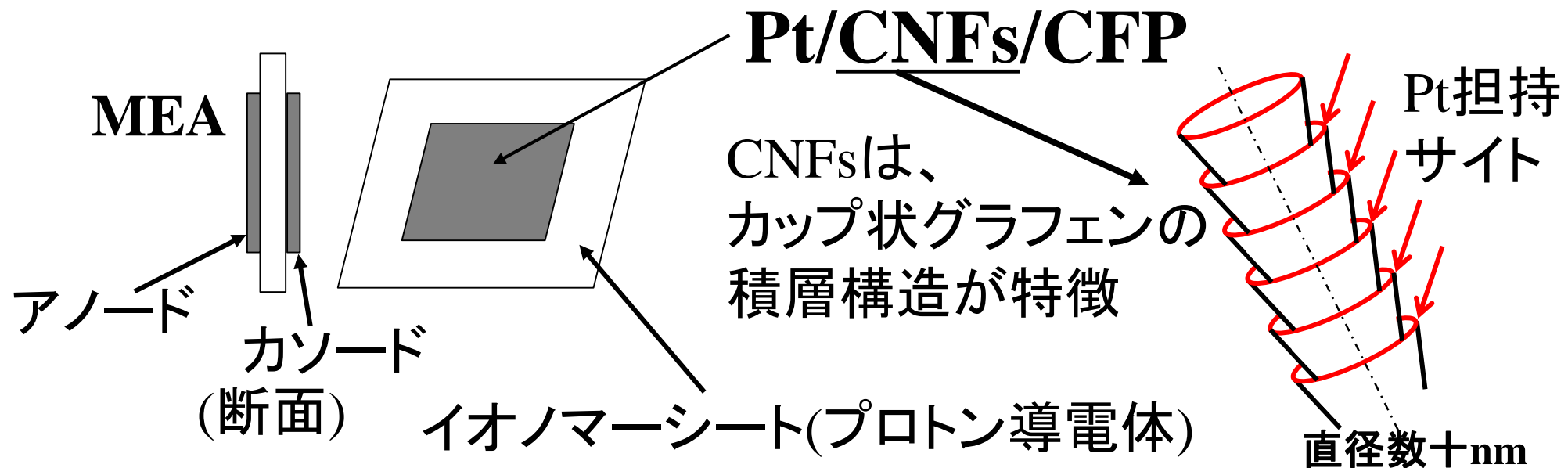


新技術の概要



本技術が提供する、
繊維状ナノ炭素—カーボンペーパー複合材料

(Carbon nanofilaments/Carbon fiber paper; CNFs/CFP) は、
固体高分子形燃料電池(以下PEFCと略記)のガス拡散層材料である
CFPを構成する炭素繊維一本一本の表面に、CNFsを化学気相合成し
たナノ炭素複合材料である。CNFs生成密度およびナノ構造を調整し
て再現性良く合成する技術を確立し、さらにPt微粒子を複合化して
PEFCの電極触媒担体とすることにより、高出力かつ長寿命なPEFCを
実現する膜電極接合体(MEA)の開発に取り組んでいる。



従来技術とその問題点

- 現在主流のナノ炭素担持Pt触媒は、PEFCの寿命とPt触媒利用量に課題
 - = 担体材料によるところ大
- ナノ炭素は多孔質アモルファス微粒子；
 - ① 長時間使用による構造変化あり
 - Pt触媒微粒子の安定な担持状態維持に影響
 - ② 多孔質内部にもPt微粒子が担持
 - 酸化還元反応に寄与しない余分なPt担持
 - ③ ナノ粒子同士の凝集
 - 生成水の排水ルート確保が困難

新技術の特徴・従来技術との比較

- CNFs/CFPをPEFCのPt触媒微粒子担体とすることで、ナノ炭素担体の課題であった、以下3点の改良に目途が立った。
 - ① CNFs/CFPは結晶性が高く耐久性が高い
→ 長時間使用時にもPt触媒微粒子は安定
 - ② CNFs1本1本の表面がPt担持サイト
→ Pt微粒子は必要最小限担持され、機能できる
 - ③ CNFs相互に作る空間の維持
→ 生成水の排水ルートは確実に確保、物質移動が発電反応の律速にならない

新技術の特徴・従来技術との比較

さらに、

- CNFs/CFPをPEFCのPt触媒微粒子担体とすることで、電極触媒がガス拡散層を兼ねるため、MEA作製工程の簡略化、厚み低減（低抵抗化）、および高出力化が期待できる。
- 本技術の適用により、MEA作製プロセスの簡略化に加え、Pt使用量が1/3程度まで低減できることが見込まれるため、コストの削減が期待される。

想定される用途

- 本技術によるCNFs/CFPの特徴を生かすため、PEFCのMEA製造に適用することで、製造プロセスの簡略化に加え、発電性能向上のメリットが大きいと考えられる。
- CNFs/CFPと様々な材料との複合化による機能性素子の開発も期待される。
- CFP一本一本の表面に、直径や表面のグラフェンエッジ数を調整したCNFsを合成すること、およびエッジへの簡便なPd微粒子担持法を実現したことから、水素センサに展開することも可能と思われ、検討中である。

実用化に向けた課題

- 現在、CNFs/CFP(2cm角)の合成については、制御性および再現性の高い技術の確立に目途が立った。Pd微粒子との複合化については、簡便な手法でほぼ確立できた。しかし、Pt微粒子の担持については、方針は立っているが担持状態の制御性の点でもう少し検討の余地がある。
- 今後、Pt微粒子担持法について実験データをさらに取得し、MEA(1cm角)を試作・単セル評価して、材料としての可能性を明確化する。
- 実用化に向けて、CNFs/CFPの量産化は大学では行うことができない。

企業への期待

- 制御性の高いPt微粒子の担持法については、還元法を基礎とした触媒調製技術の改良により克服したいと考えている。
- 実用レベルのMEA評価技術ノウハウを持つ企業に当方の材料を評価していただき、将来性に対する見解を得たい。
- CNFs/CFPの量産化に興味を持つ企業を探し、将来的に特許ライセンス契約を締結できるよう、合成技術の移管を検討したい。

本技術に関する知的財産権①

- 発明の名称 :
水素センサ用組成物およびその製造方法
- 出願番号 : 特願2019-129058
- 出願人 : 学校法人東洋大学
- 発明者 : 蒲生 美香、相沢 宏明

本技術に関する知的財産権②

- 発明の名称：
金属触媒担持カーボン材料の製造方法
- 出願番号：特願2023-008881
- 出願人：学校法人 東洋大学
- 発明者：蒲生 美香

お問い合わせ先

東洋大学 産官学連携推進センター
(研究推進部 産官学連携推進課)

T E L 03-3945-7564

F A X 03-3945-7906

e-mail ml-chizai@toyo.jp