



福岡水素エネルギー戦略会議
水素燃料・安全評価に関する研究分科会
燃料電池要素研究分科会

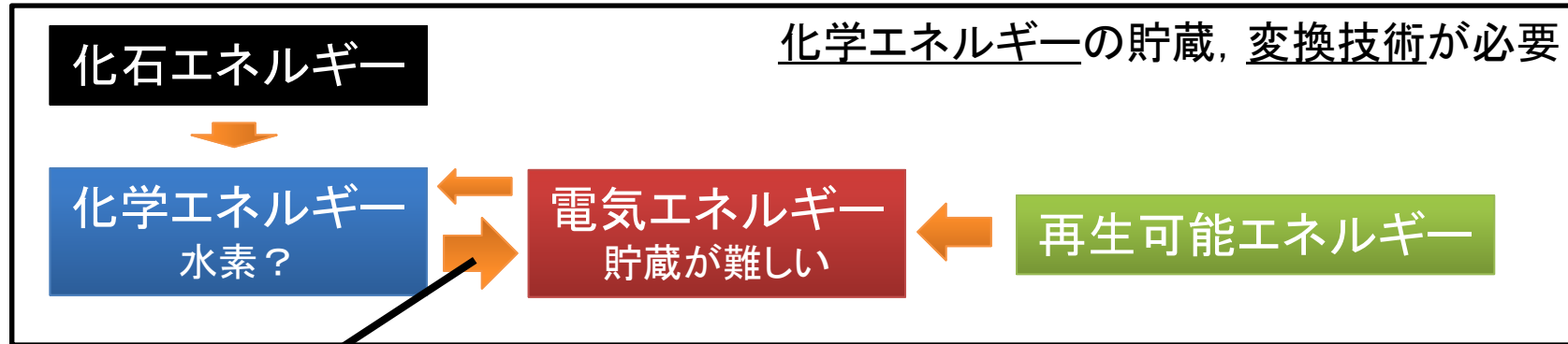
PEFC内in-situ測定用 マイクロ湿度(温度)センサの開発

横浜国立大学 工学研究院, JST さきがけ
准教授 荒木拓人



研究の背景

世界・日本の持続的なエネルギーシステムの確立(の一助となりたい)



燃料電池(PEFC, PEMFC)の実用化

家庭用 ENE-FARM各社合計 40,000台
自動車用 2015年度商用発売予定

導 問題としては..

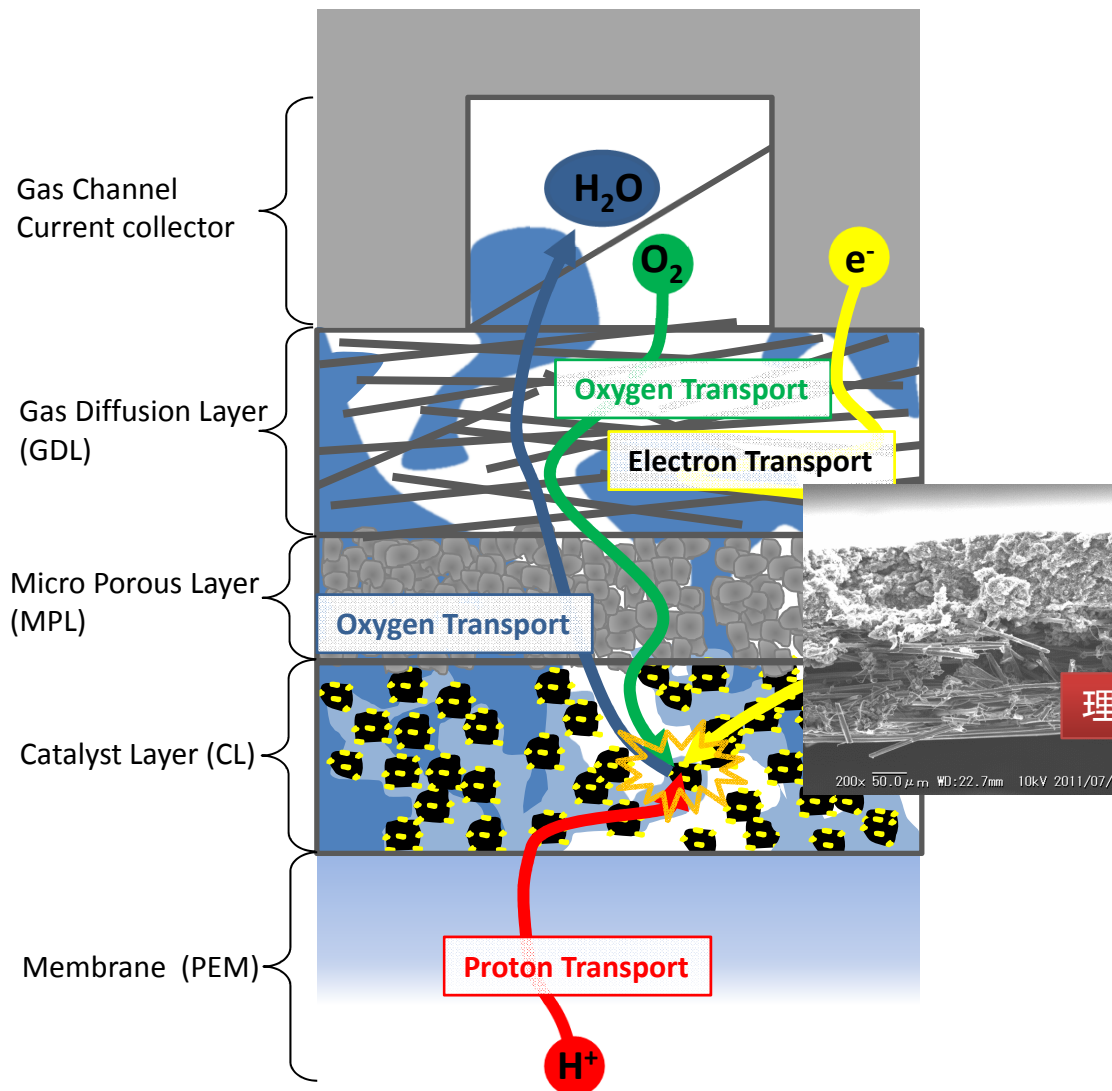
- ✓ インフラ, 法律
- ✓ 部材(白金, 水素タンク)耐久性
- ✓ インバータ, モーター
- ✓ コスト(生産技術, 補器の簡素化, 高電流密度化)

/年)



試行錯誤だけでなく
熱物質輸送の現象理解と
系統的な設計が必要

PEFC内での物質・電荷輸送



PEFCがその性能を発揮するには、
反応サイト(白金表面)に・・・

- ・酸素 → 気相経由, 最後は溶存?
- ・水素イオン → アイオノマー, 液水
- ・電子 → 固相(カーボン, 白金)

加えて

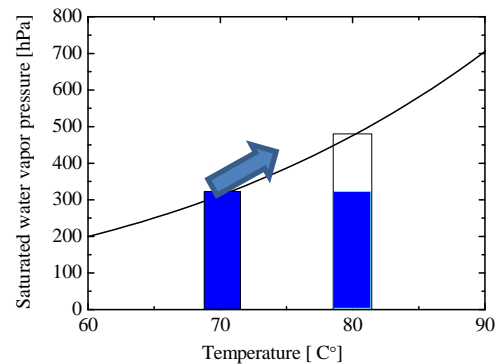
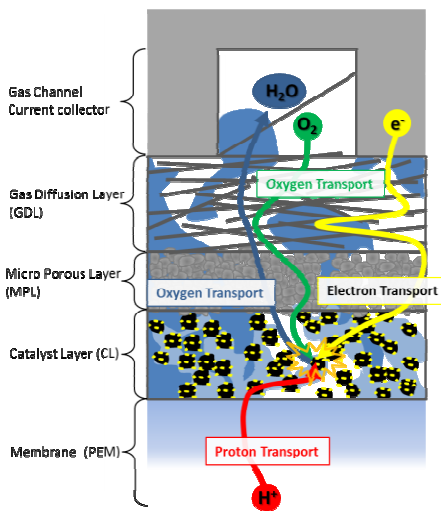
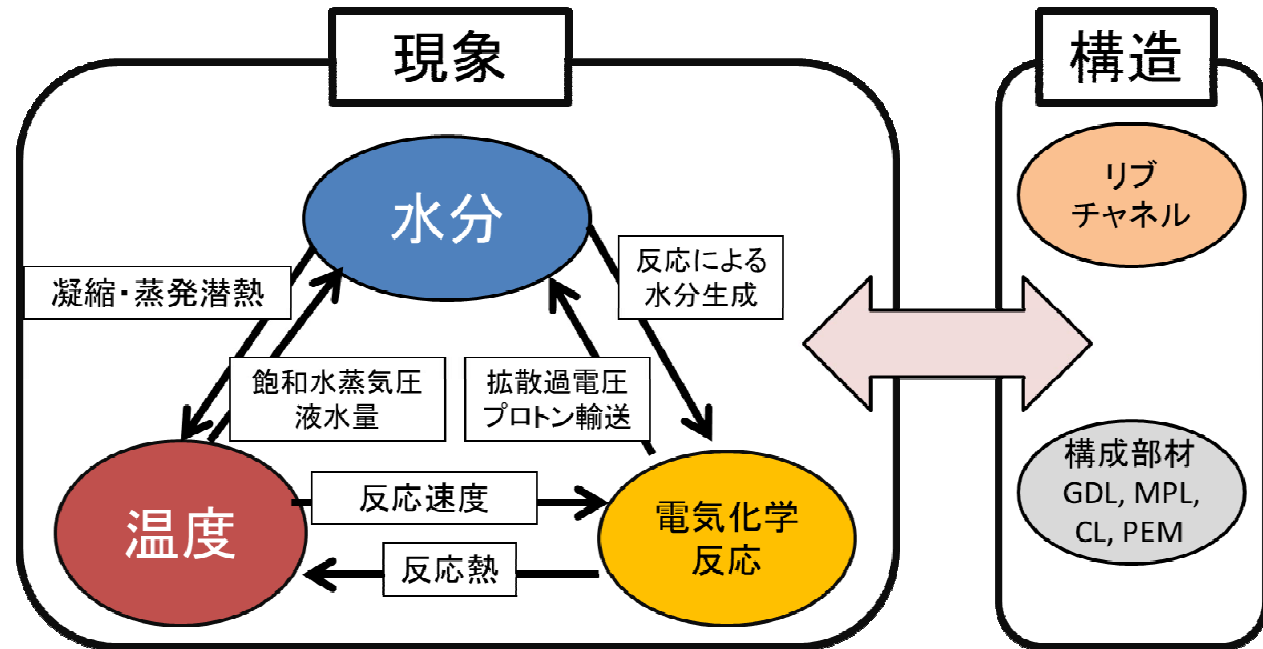
- ・水蒸気・液水 → 適切に保持・排出

理解・最適化すべき点の一例

Micro Porous Layer (MPL)

MPLを挿入すると, 水詰まり(Flooding)が抑制され, セル性能が改善する.
しかし, “なぜ良くなるか”が
いまだ不明確.

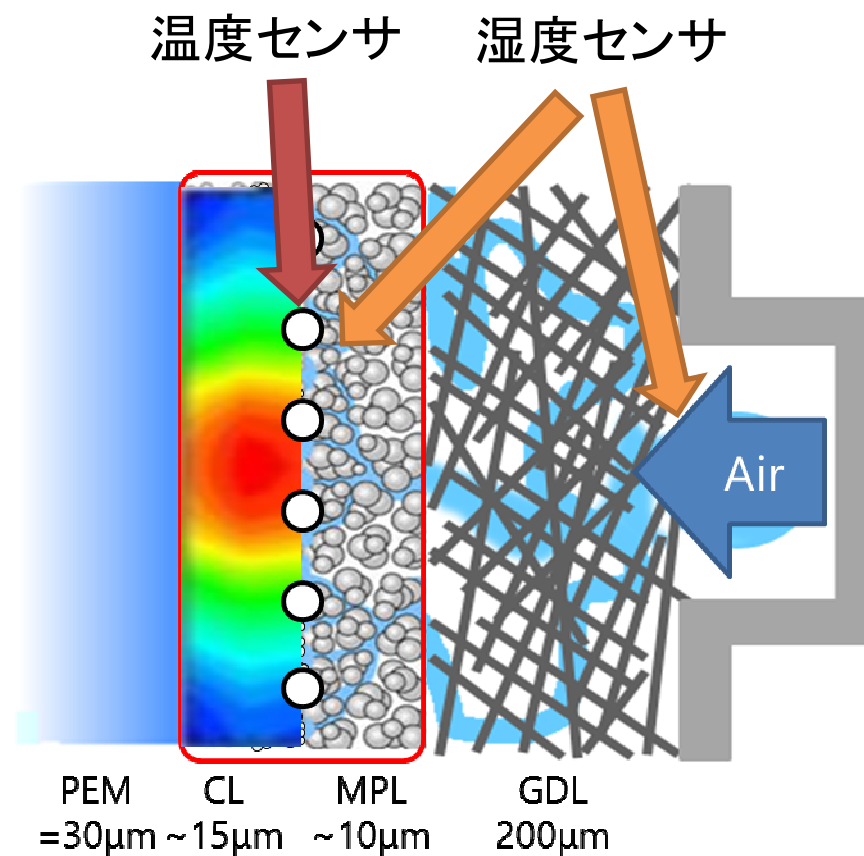
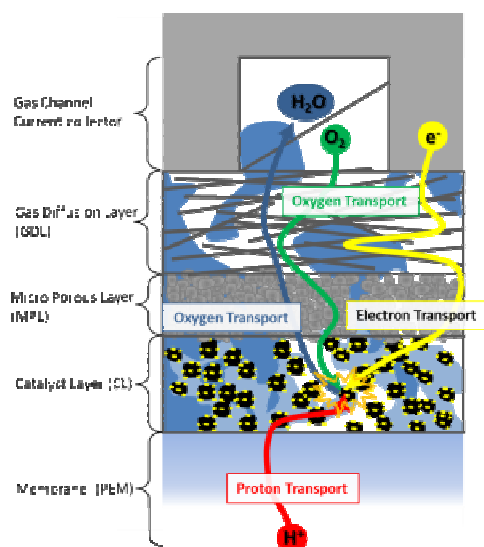
温度，物質輸送，反応，構造の相互作用



具体的な目的と手法

MPL, 触媒層付近の情報が極めて乏しい

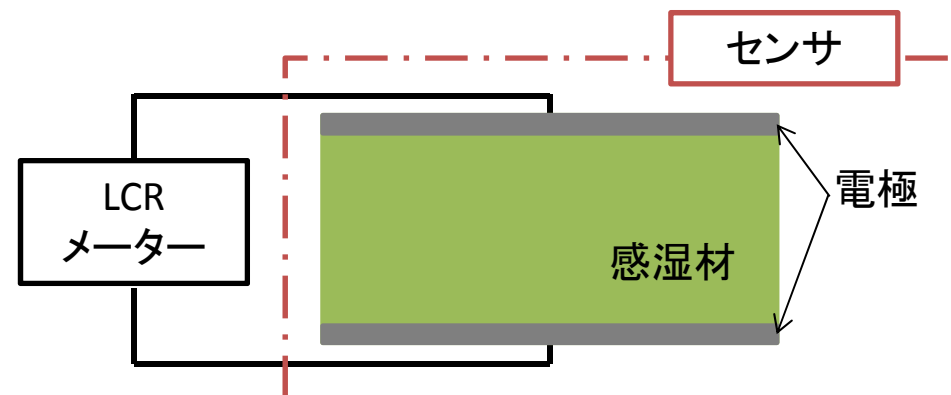
→ MPL, 触媒層付近をセンシングできるセンサ(温度・湿度)を開発



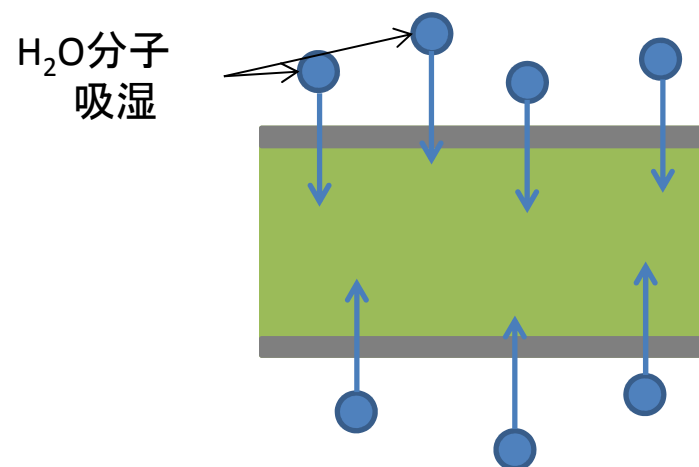
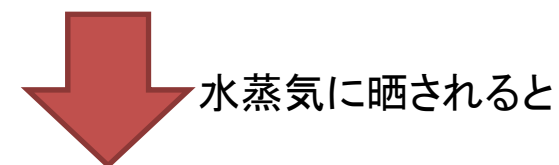
湿度センサの概要

- 静電容量型湿度センサ
感湿材が吸湿することにより
静電容量、位相角が変化

⇒ 静電容量を測定することで
相対湿度を算出



- 静電容量型の利点
 - ① **薄膜化**が可能
 - ② 応答速度が速い

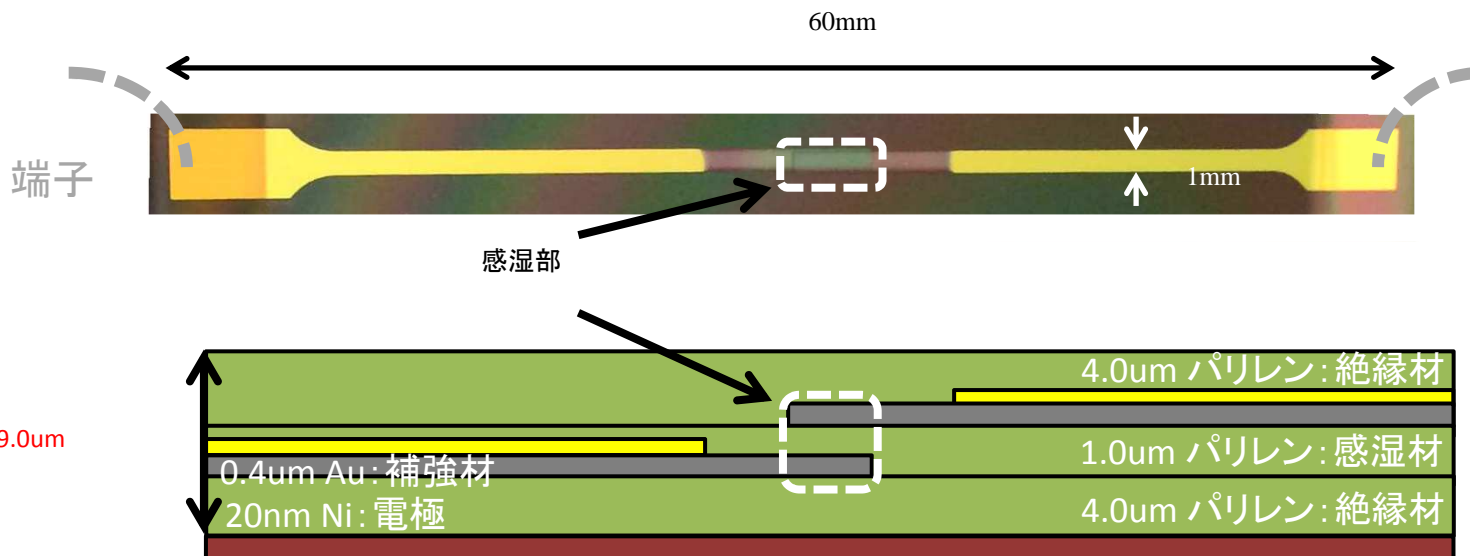


静電容量、位相角が変化

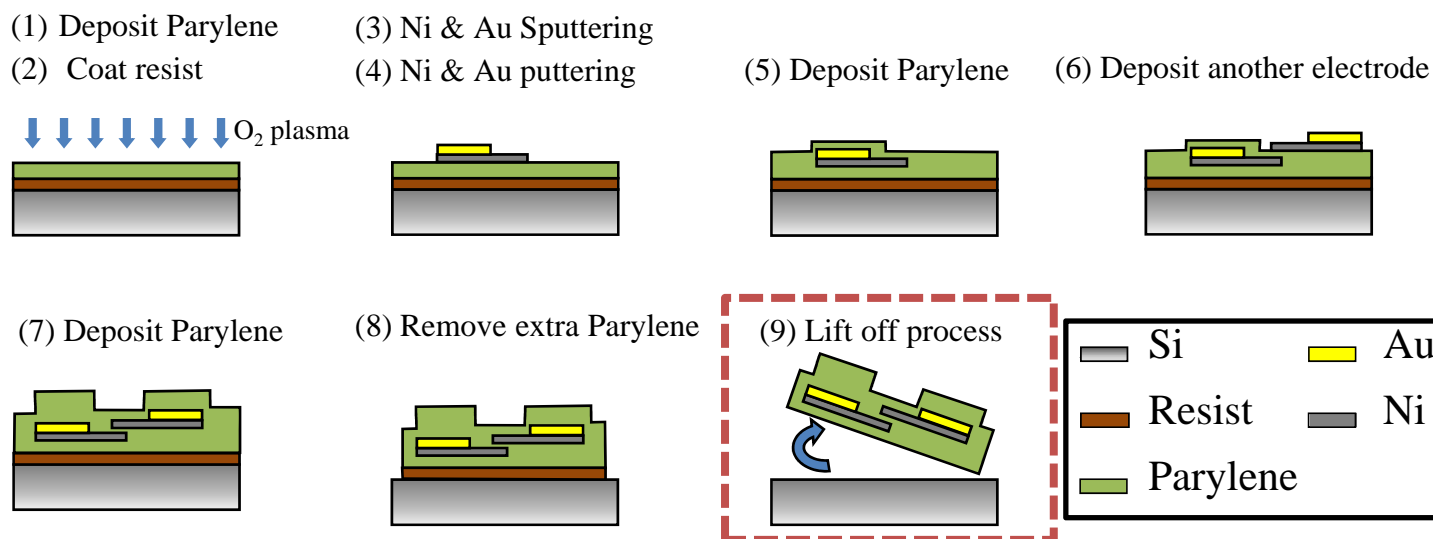
湿度センサの製作工程 (9)

形状

- 絶縁材 パリレン
- 電極 Ni
- 補強材 Au
- 感湿材 パリレン



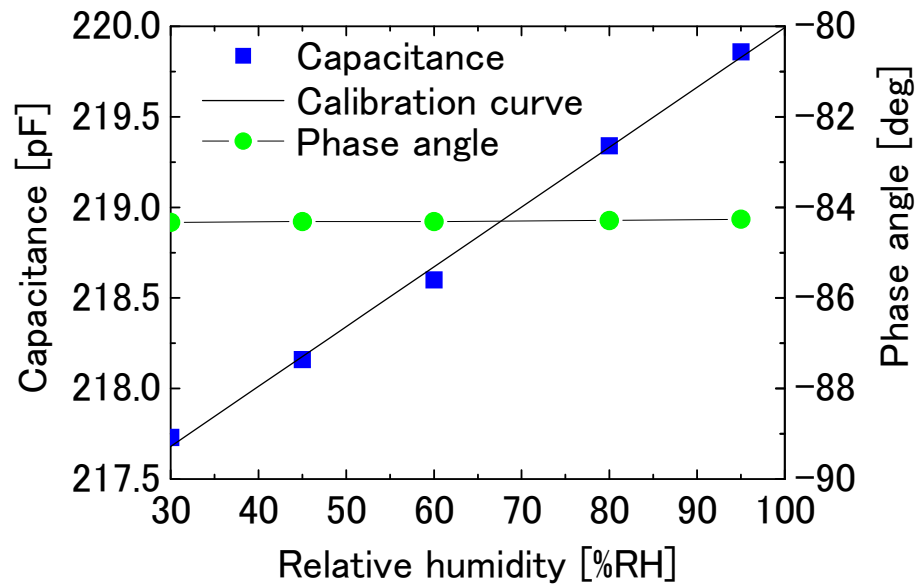
製作工程



湿度センサーの較正

相対湿度較正

霧囲気温度70°Cの条件下で
相対湿度を30%RHから95%RHまで上昇

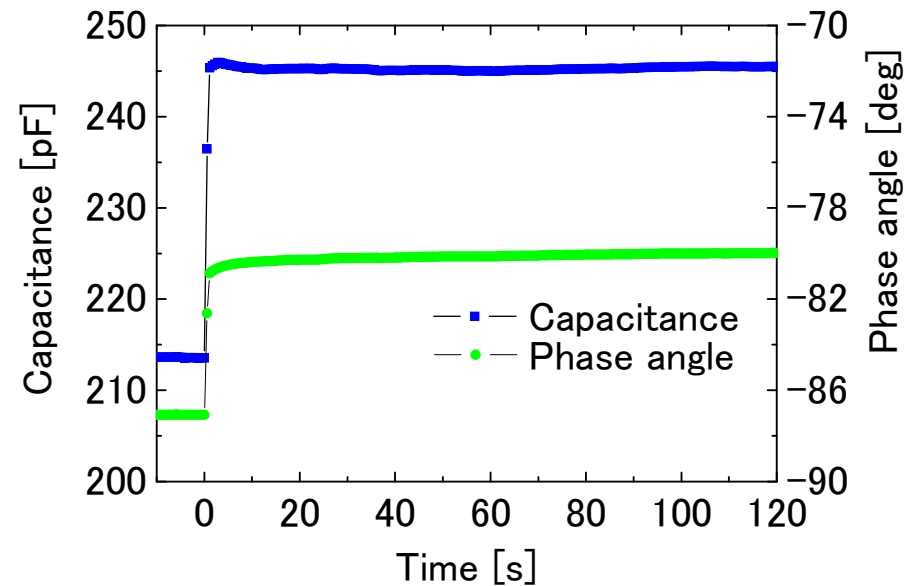


30-95%RHの範囲で

- 相対湿度と静電容量の関係は線形
- 静電容量の変化量は検知可能な大きさ
- 位相角は相対湿度に依らずほぼ一定

液滴の検知

常温で感湿部に液滴を投下

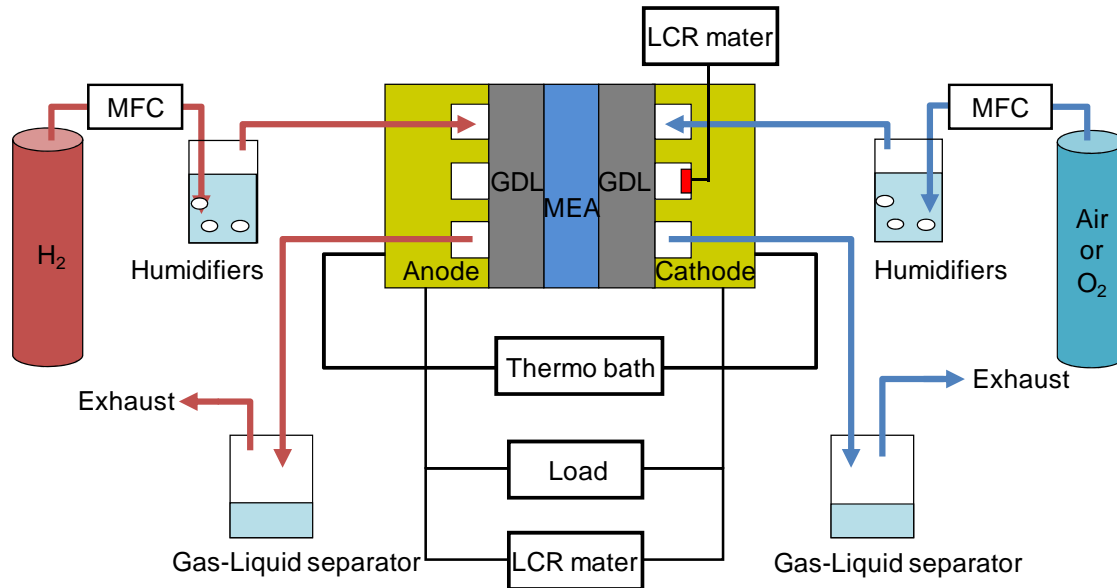


• 静電容量と位相角共にステップ状に上昇

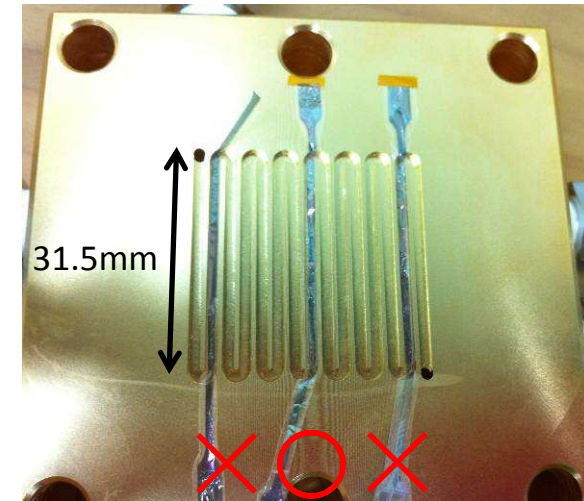
- 静電容量から水蒸気
 - 位相角から液水
- } を検知可能?

流路内湿度・液水の測定

実験装置



挿入箇所



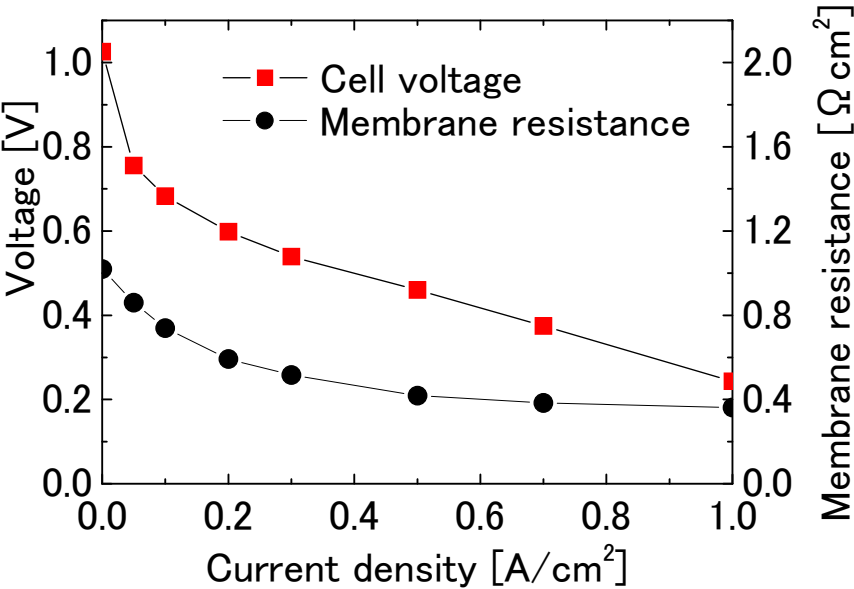
カソード流路底面に湿度センサーを設置



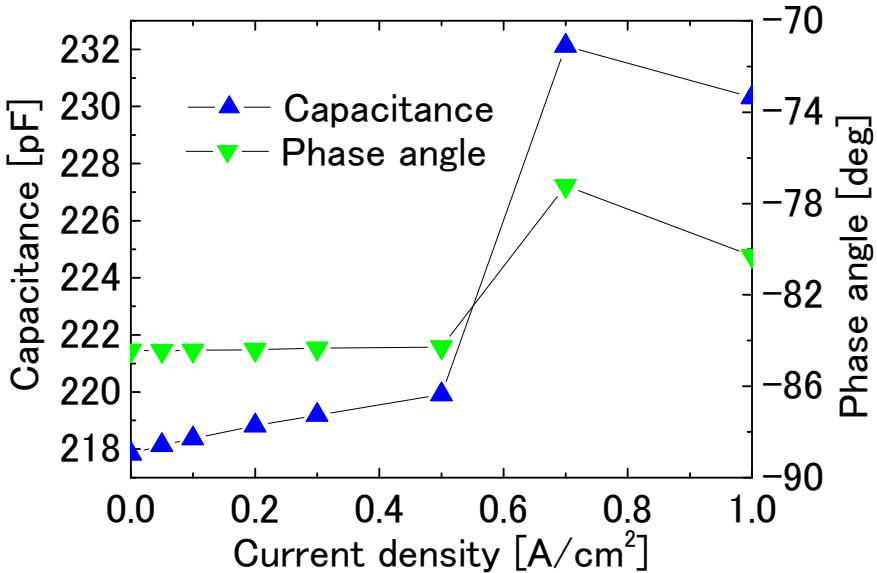
組込時に上流と下流のセンサーが破断した為、**中流のセンサー**で湿度測定

湿度測定結果

セル電圧と膜抵抗



静電容量と位相角



•発電性能の大きな低下はない

0-0.5A/cm²

- 静電容量は線形増加
- 位相角はほぼ変化無し



水は**蒸気**として流路に排出されている

0.7-1.0A/cm²

- 静電容量は大きく増加
- 位相角は大きく変化



カソード流路の中流に**液水**が発生

まとめ

固体高分子形燃料電池内，特に触媒層-MPL界面に挿入可能な湿度センサの開発を行った。

- ・ 較正の結果，相対湿度に対し十分な感度および線形なキャパシタンス変化が得られた。
- ・ 液水がセンサに接触した場合には主に位相の変化が観察された。
- ・ 流路において，湿度測定および液水の検知が可能であった。
- ・ CL-MPL界面の湿度測定に成功した。液水も検知している可能性がある。
- ・ ただし，現在のセンササイズは1mm前後と大きく，空間分解能は十分とは言えない。
また，物質や電子輸送も阻害しておりセンサ挿入による擾乱は無視できないと考えられる。
- ・ 今後はセンサのさらなる小型化，高感度化に取り組みたい。