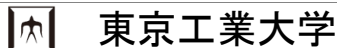


## 1-1 MEA性能解析・特性予測モデル開発

### 1-1-2 電極内酸素・水輸送・プロトン移動抵抗と材料・構造パラメータの紐づけと定量化

#### 1-1-2-6 MEA内部液水定量化による燃料電池性能の解析



東京工業大学

#### □最終目標

MEA内の液水滞留箇所を特定するとともに、液水滞留時に燃料電池の電流電圧曲線などの電気信号(電圧変化、インピーダンス変化など)がどのような影響を受けるかを定量的に明確にする。

#### □研究開発項目: 本研究では高空間・時間分解能のX線顕微鏡を用いた以下の研究を行った

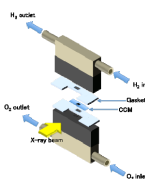
- 平行ビーム型X線を用いることにより触媒層を含むMEA内部の詳細な液水分布を定量化した
- GDL内の局所構造と液水滞留との相関関係を調査するためCT撮影を用いた解析を行った
- 高時間分解能での計測により、液水挙動と電気信号との相関関係を確かめた
- 高圧運転下での液水挙動を調査し圧力と液水滞留量との依存性とメカニズムを明らかにした
- 液水滞留分布データを用いた数値シミュレーションを行い、液水滞留が燃料電池内部のガス輸送にどのように影響を与えているかを調査した

## 研究成果

### X線液水可視化解析技術概要



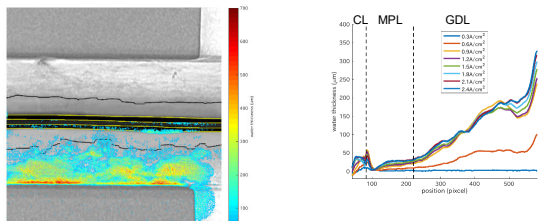
図. X線顕微鏡(左) 燃料電池セル(右)



平行X線ビームを用い、燃料電池内の高精度・非定常in-situ液水可視化を行う。

### ◆X線液水可視化解析技術の高精度化

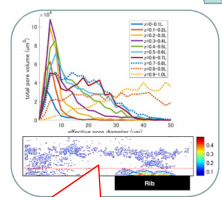
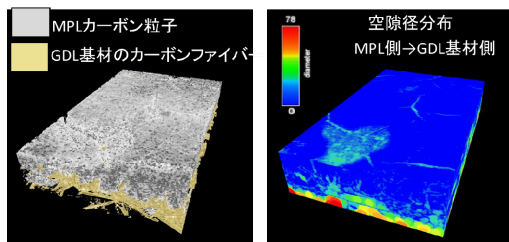
平行X線装置の導入により薄膜・界面での液水挙動を正確に計測した



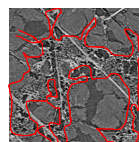
各層での液水分布を定量化

### ◆GDL局所構造と液水発生との相関関係

3次元CTデータと2次元in-situ計測で得られた動的液水挙動データより液水の滞留しやすいGDLの局所構造を特定



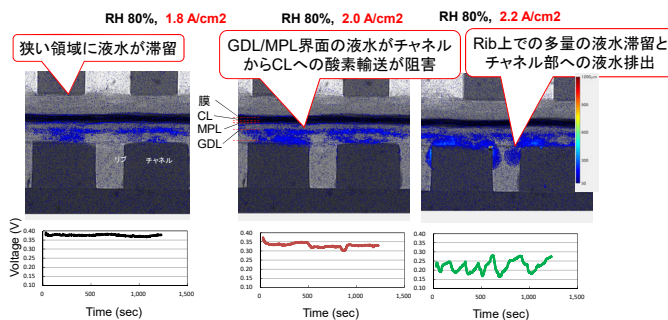
空隙径の分布と液水分布との相関関係より液水の発生し始める局所構造を特定



カーボンバインダーで形成される小さな空隙構造で液水が発生

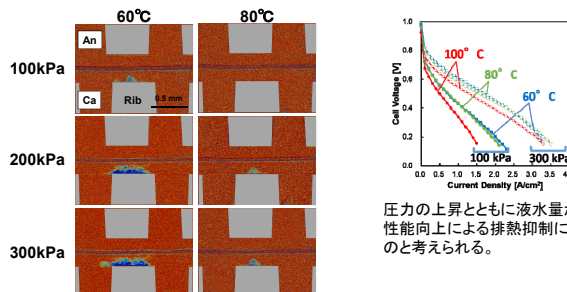
### ◆MEA内液水滞留と電気信号の相関関係

燃料電池内での液水挙動と電気信号の明確な応答関係を観察



### ◆高圧運転環境での液水計測

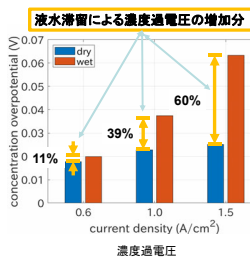
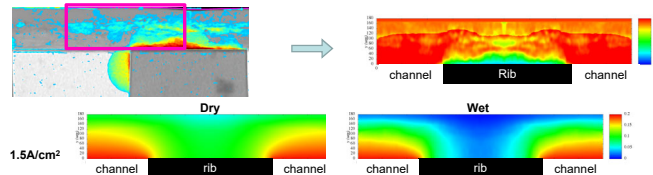
高圧運転環境での液水挙動を観察



圧力の上昇とともに液水量が増加性能向上による排熱抑制によるものと考えられる。

### ◆MEA内のガス輸送数値シミュレーション

X線で得られた液水分布を用い、ガス輸送のシミュレーションを行った



数値シミュレーションの結果から、液水滞留量の多い高電流密度では濃度過電圧の大部分が液水によるガス輸送の阻害に起因するものと考えられる。

#### □まとめ

高空間・時間分解能平行ビーム型X線顕微鏡を用い、燃料電池内部の液水滞留の定量化、滞留する局所構造の特定、電気信号と液水滞留との相関、高圧運転化での液水挙動、数値シミュレーションによるガス輸送構造の解明に関する研究を行った。これらの研究により燃料電池内部の液水挙動に関する理解は大きく進展したものの、実在の燃料電池を想定した様々な運転条件に適用できる、より一般的な知見が必要とされる。