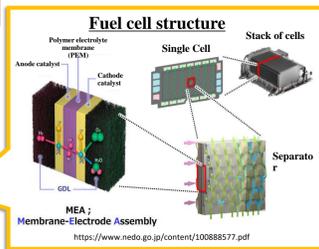


燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業 / 水素利用等高度化先端技術開発 / 交流磁場誘起レーザー変位計を用いた金属異物非接触マイクロ断層検出システムの開発

団体名：名城大学

発表日：2024年7月18日

Introduction



近年、カーボンニュートラルに向けた取り組みとして燃料電池の普及拡大が進められている。燃料電池の膜電極接合体 (MEA) の生産工程において、ガス拡散層 (GDL) にFe等の微小金属異物が混入する事例が発生している。Fe異物は鉄イオンを溶出し触媒反応効率を低下させるだけでなく、電解質膜の菲薄化の要因となるため、燃料電池生産システムの規格化整備が急務となっている。金属異物の検査法としてX線検査が一般的に用いられているが、長い検査時間と高いコストの問題がネックとなっている。そのため、金属異物有無に加え異物位置などの情報をリアルタイム自動検出可能な簡易システムが求められている。

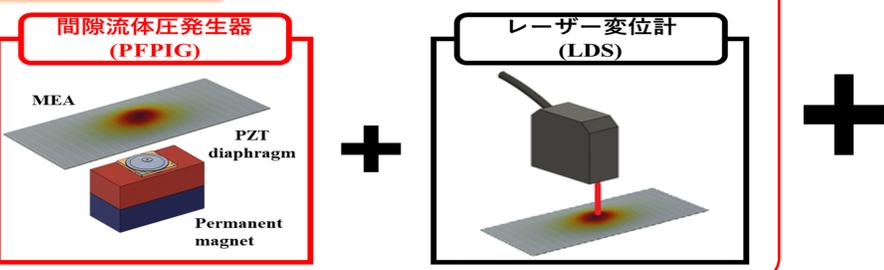
Objectives

間隙流体圧発生器 (PFPIG) とレーザー変位計 (LDS) を組み合わせたPFPA-LDSシステムを提案し、これに機械学習を導入して微小金属異物の情報 (粒子存在確率と粒子位置) をリアルタイム推定する、高速自動検査システムを構築する。

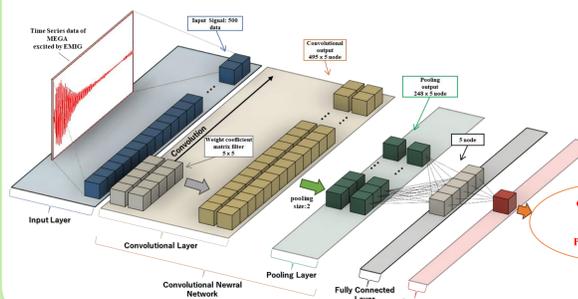
PFPA-LDS (PFPIG + LDS) + 機械学習

Proposed Method

PFPA-LDS

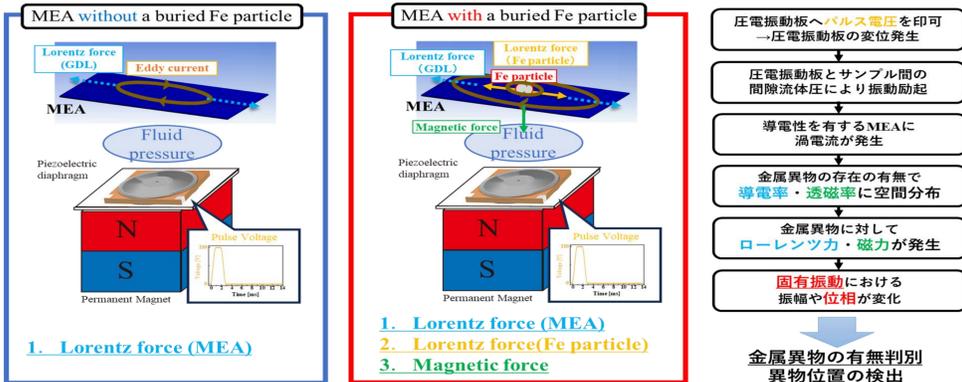


Machine Learning

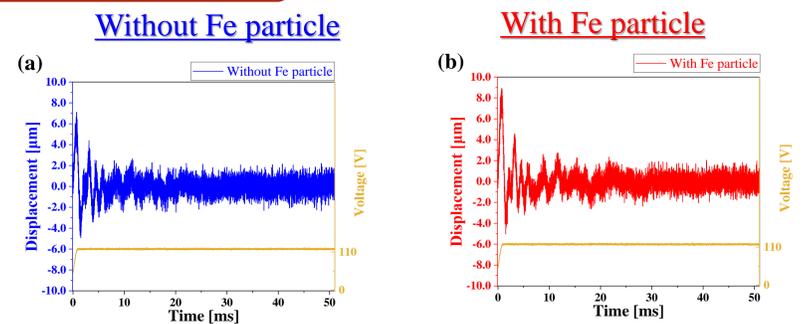


CNNベースの機械学習モデルを用い、振動変位時系列データを入力とし、金属異物情報 (粒子存在確率と粒子位置) に対応させて学習させる。教師データには、異物混入の有無に対してはそれぞれ1と0を、異物位置に対しては異物の座標をラベル付けし、誤差逆伝播法を用い重みの最適化を行った。

Diagnostic Mechanism



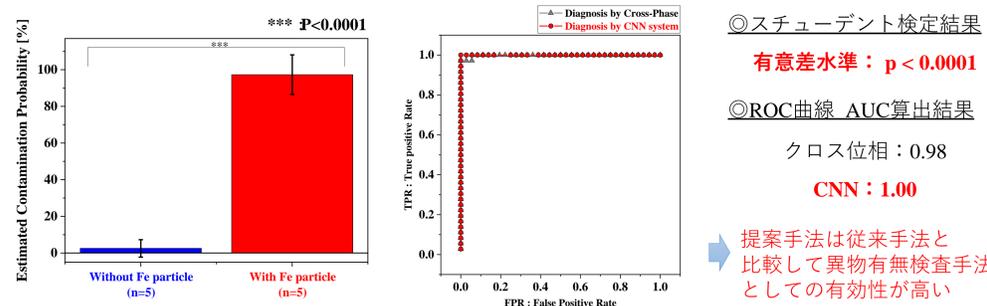
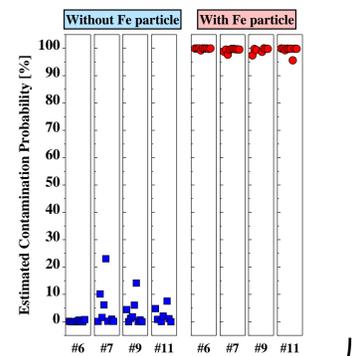
Result & Discussion



上図は異物無しとFe異物有りMEAの振動変位時系列データの一例である。異物有無にかかわらず、MEAにステップ間隙流体圧を印加した直後から振動が励起され、20ms程度で減衰している。これらを機械学習の入力データとする。以下に推定された異物金属混入確率の結果を示す。異物金属の有無に応じて、混入確率が0%と100%に分離できていることが分かる。

Estimated Contamination Probability

Without Fe particle	With Fe particle
平均異物混入確率	平均異物混入確率
2.5 %	97.3 %
標準偏差	標準偏差
4.8 %	10.8 %



Conclusions

金属異物情報をリアルタイム自動検出可能な簡易システムの構築を目的として、機械学習を導入したPFPA-LDSシステムによって、MEA内に混入したFe異物の検査が可能であることが確認された。

提案手法は微小金属異物の情報を検出するリアルタイム自動検査システムとして有効であることが示された。

- Non-contact
- Real time diagnosis
- Metallic micro-particle diagnosis
- Lower cost than Xray diagnosis