

発表No.A-73

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/水素利用等高度化先端技術開発／多機能OCT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
(20001299-0)

発表者名	佐伯壮一
団体名	名城大学
発表日	7月29日

連絡先：
名城大学 佐伯壮一
saeki@meijo-u.ac.jp

事業概要

1. 期間

開始 : (西暦) 2020年10月
終了 (予定) : (西暦) 2024年3月

2. 最終目標

燃料電池自動車 (FCV) の普及には燃料電池の生産プロセスの確立が必要不可欠であるが、膜電極接合体 (MEA) の生産において金属異物 (Feコンタミ等) の混入が問題視されており、生産ライン上での検出評価の最適化が産業界のニーズとなっている。そこで本研究開発では、金属異物を低コストで高速に非接触検出するシステムを構築する。これは電磁場誘起ユニットによってMEA内 (カーボン多孔質体) に荷重誘起し検知するシステムであり、これにより磁性の異なる金属コンタミ (FeやSUS) の非接触マイクロ識別検出を可能とし、MEAの耐久性等の品質保証を実現する。

3. 成果・進捗概要

当初の開発システムであった電磁石と光干渉断層可視化装置 (OCT) のハイブリッドシステムから、安価かつ高速検査および生産ラインへの導入を鑑みた簡易システム (電磁場誘起光検出システム: 新4号機) への開発装置変更を行った。異物 (径100マイクロ) 混入有無を検出可能あるなど、科学的根拠を基に以下の項目が定量的に実証された。

- 異物金属 (径40マイクロ) の混入有無を検出可能
- 電磁場誘起から100ミリ秒にて検出可能
- コストは500万円程度 (単価) まで低減可能
- MEAの生産工程 (ロール工程など) にそのまま導入可能性あり

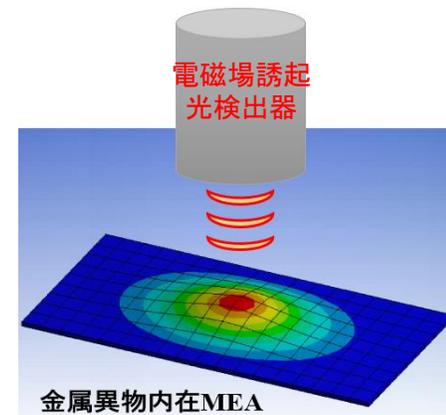
1. 事業の位置付け・必要性

【背景】水素・燃料電池戦略ロードマップを鑑みると、**2025年に累計20万台**、**2030年に累計80万台**、6年間で60万台の生産が必要であり、2030年には 20万台/年 の生産能力が要求されている。燃料電池自動車における膜電極接合体(MEA)の生産プロセスでは金属コンタミが比較的高い頻度で発生する。これは燃料電池の性能を著しく低下させ、その品質保証の根幹に関わるため、金属コンタミの検出を低コスト・高効率に実現し、生産ライン上での実装を目標とする。特に、特に、バスやトラックなどの高温下での運転の場合、異物金属の混入はパフォーマンスの低下だけでなく、品質保証にも大きな問題となる。

現状では、高解像度レントゲン(X線)装置2台を生産ラインに導入し、**0.15cell/sec**程度にて異物検査が実施されている。実際には、ロボットマニピュレータを用いたX線装置へのサンプル移動時間も加わるため、更に検査時間は要している。X線装置の異物金属粒子の検出空間分解能は、装置金額と共に大きく跳ね上がり、一般に**100マイクロ**が限界と考えられている。

【本事業の意義・必要性】電磁場誘起ユニットと検出器をハイブリッド化した異物金属検出システムを開発する。これは電磁場誘起ユニットによってMEA内(カーボン多孔質体)に荷重誘起し検出するシステムであり、これにより金属コンタミ(FeやSUS)の非接触マイクロ識別検出を可能とし、MEAの耐久性等の品質保証を実現する。本研究開発で掲げている最終目標は以下であり、全ての仕様項目において凌駕しており、世界に先駆けて市場導入を開始した我が国の燃料電池技術の競争力を強化し、世界市場において確固たる地位を確立することが可能となる。

- ① 検出粒子径を**100マイクロ以下**
- ② 検出時間を**1cell/sec**程度
- ③ コストをX線検査装置の**10分の1**



2. 研究開発マネジメントについて

【研究開発の目標設定の根拠】水素・燃料電池戦略ロードマップを鑑みると、2025年に累計20万台、2030年に累計80万台、6年間で60万台の生産が必要であり、2030年には20万台/年の生産能力が要求されていると考えられる。1日の生産台数833台/日と試算すると、1台に搭載セル数(250~280cell/台)、生産ライン稼働時間(16Hr/日稼働)を考慮、3.6~4cell/secの生産速度が要求されている。このように、普及台数予測から生産速度の試算として、1cell/sec程度の生産速度が要求されていることから、MEA生産ラインに導入する異物金属検査システムの構築は、産業界ニーズとの合致している。特に、バスやトラックなどの高温下での運転の場合、異物金属の混入はパフォーマンスの低下だけでなく、品質保証にも大きく問題になる。

【使用環境・条件・競合技術】現状では、高解像度レントゲン(X線)装置2台を生産ラインに導入し、0.15cell/sec程度にて異物検査が実施されている。実際には、ロボットマニピュレータを用いたX線装置へのサンプル移動時間も加わるため、更に検査時間は要している。X線装置の異物金属粒子の検出空間分解能は、100マイクロを限界とされており、X線装置2台のコストは約8000万円とされている。

【優位性・革新性】本研究開発で掲げている最終目標は以下の3項目であり、全ての仕様項目において凌駕していることから、最新のニーズに基づく使用環境・条件で致命的な弱点が見当たらず、将来の産業界ニーズに対応している。電磁場誘起によるMEA内(カーボン多孔質体)に混入する異物金属検出システムは、世界初の革新的な技術である。

【実施体制】自動車メーカーとの連携に基づき、燃料電池膜電極接合体(MEA)および標準サンプルにて実証試験を実施し、生産ラインへの導入も含め、検証体制を整えている。

【知的財産戦略】提案する「電磁場誘起光検出システム」の特許明細書を作成中である。

- ① 検出粒子径を100マイクロ以下
- ② 検出時間を1cell/sec程度
- ③ コストをX線検査装置の10分の1

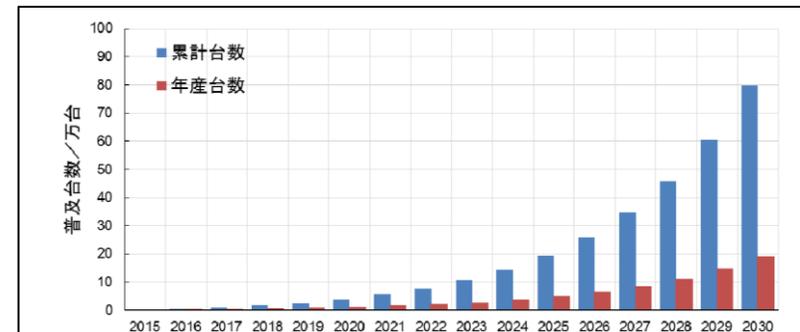


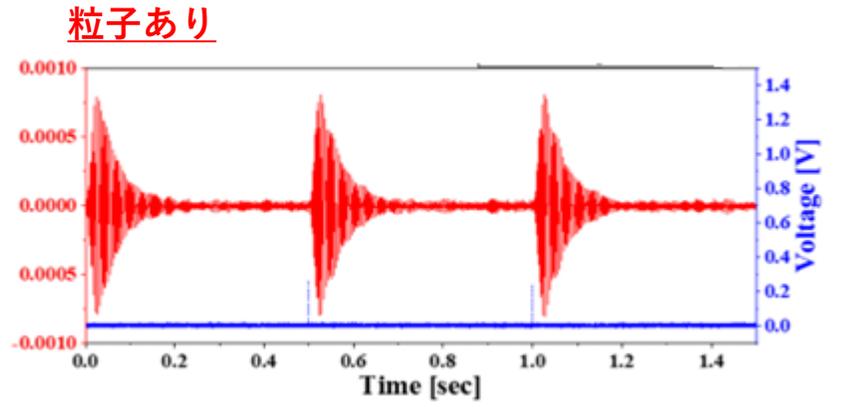
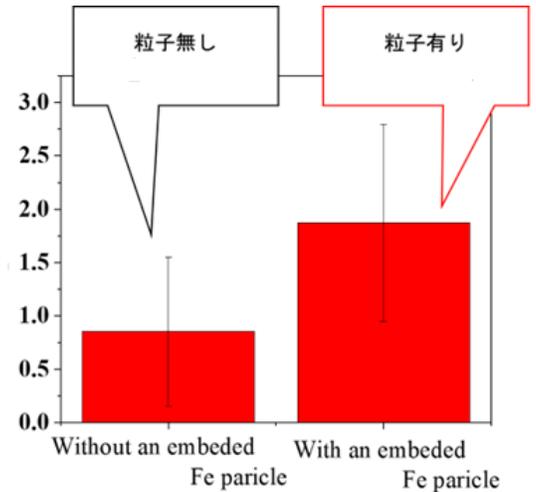
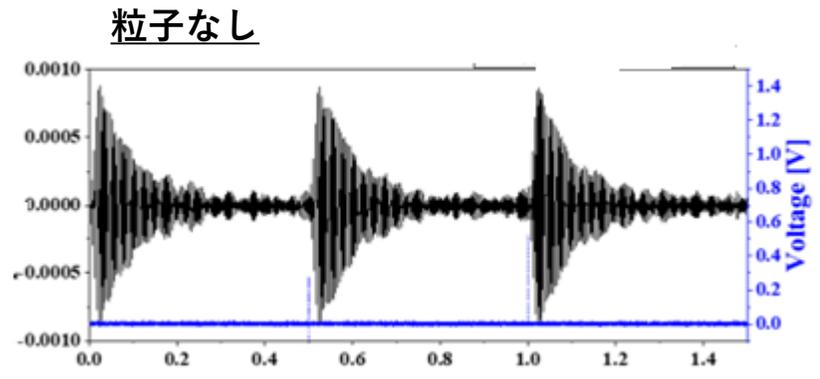
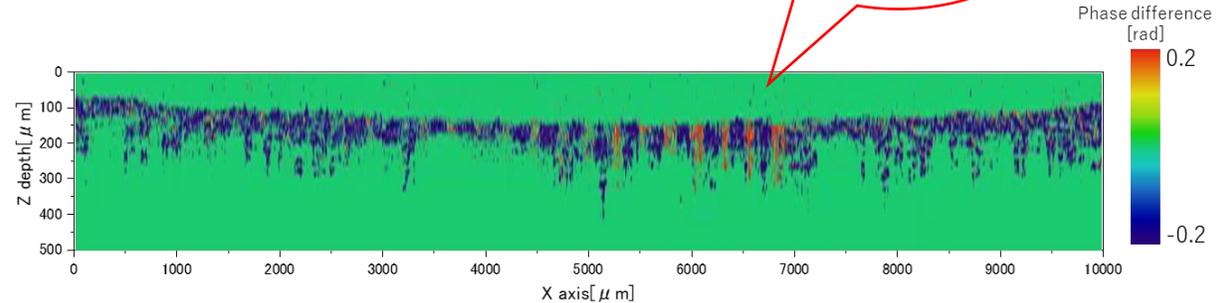
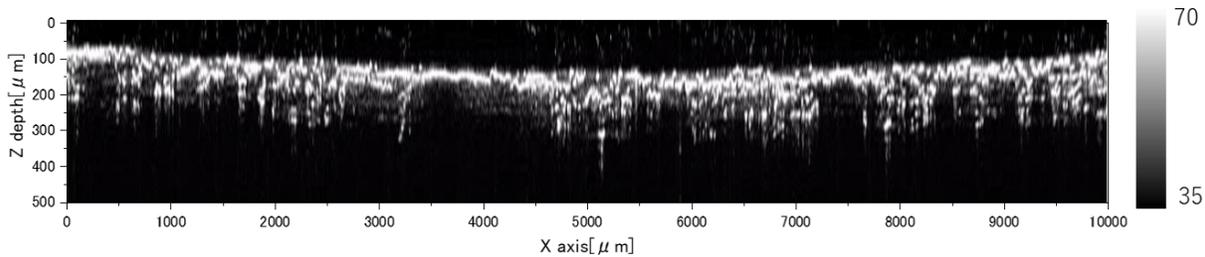
図 2-7 水素・燃料電池戦略ロードマップ普及台数目標から算出した普及台数予測

3. 研究開発成果について

【研究開発の進捗状況】 電磁場誘起光検出システムの結果を以下に示す。MEA内部に荷重負荷応答の検出ができています。また、MEAサンプルの金属粒子混入有無によって、検出信号に変化が現れ、その変化を検出することによって、金属粒子の有無を検出できることが確認された。この結果から、

①検出粒子径100マイクロ以下、②検出時間1cell/sec程度、③コストをX線検査装置の10分の1、の目標達成を成し遂げた。電磁場誘起によるMEA内(カーボン多孔質体)に混入する異物金属検出システムは、世界初の革新的な技術である。最終目標の仕様項目において凌駕しており、世界市場において確固たる地位を確立することが可能と考えている。

荷重誘起
検出



4. 今後の見通しについて

【技術課題と対応策】 課題は以下の4実施項目であり、主な課題は検査システムやシステム導入の最適化にある。その対策は科学的根拠に基づいており、その取り組み計画は論理的かつ具体的および明確になっている(知財に関係するため記載不可)。ただし、実機MEAを用いた検証試験共に、MEA生産ライン導入最適化も含め、自動車メーカーとの連携開発体制を更に強化する事は必要不可欠である。

①システムの最適設計、②異物金属位置検出アルゴリズム、③MEA生産ライン導入方法(導入工程など)の最適化、④検出感度・精度の向上および検証

【実用化・事業化のイメージ】 MEA生産ライン導入システムは別途設計製作の期間が必要と考えている(下記スケジュール参照)。開発装置は非常に安価であることから、自動車メーカーのMEA生産ラインへの導入だけでなく、MEA材料メーカー(サプライヤ)への波及展開も重要であり、多角的な波及方針を展開を活性化させる必要がある。また、車載用PEFCだけでなく、家庭用燃料電池コージェネレーションシステムなど、地上固定用PEFCの生産技術への展開も重要となるため、多角的な波及方針を展開する。

