

発表No. A-50

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/燃料電池の多用途活用実現技術開発
/高压水素タンク及びM E A の全数高速検査を実現する革新的
X線検査技術の開発

発表者名 東レ株式会社

団体名 東レ株式会社

国立研究開発法人産業技術総合研究所

発表日 2022年7月28日

連絡先：
東レ株式会社
<https://www.toray.co.jp/>

1. 期間

開始 : 2021年8月

終了(予定) : 2023年3月

2. 最終目標

燃料電池車(FCEV)関連部材の安全性や耐久性の品質向上に貢献できるX線検査システムを開発し、水素社会構築を牽引する先導的役割であるモビリティの普及拡大に貢献する。

水素タンクライナー及び燃料電池のMEA及び構成部材CP(カーボンペーパー)を短時間、高精度に検査するX線検査技術の開発を行い、製造プロセスにおける検査技術確立を目指す。

3. 成果・進捗概要

22年度末時点で実証機器を用いた検証開始を目標に、

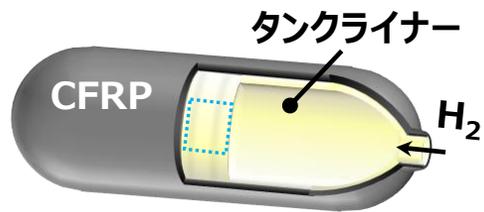
21年度は高解像度X線シンチレータの開発、検出器の小型化開発を進め、検査システムの設計開発にも着手した。概ね予定通り。

NEDO「水素・燃料電池戦略ロードマップ」に、「燃料電池自動車を中心としたモビリティにおける水素需要の拡大を加速する」とされている通り、モビリティは水素社会構築を牽引する先導的役割に位置付けである。

今後の市場拡大及び2030年以降の自立的な普及拡大期（FCV累計80万台）に、検査技術の提供を通して安全性・耐久性向上の後押しをし、水素社会構築に貢献する。

当社はX線検出器の高解像度化に寄与できる独自のシンチレータパネル技術を有しており、この技術を更に進化させ、X線カメラとのマッチング／適切なX線源／検査手法開発により検査システム構築する。当社技術の活かせる対象として、下記2テーマを開発。

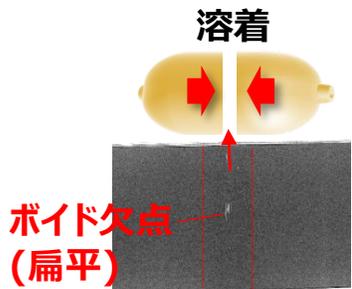
水素タンク検査 樹脂ライナー接合部のボイド検査



軽量化・容量UP・コストダウンでライナー厚は今後薄くなる方向

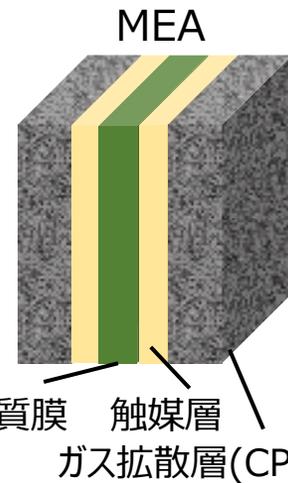
ボイドの検出、不良品排除でリーク、破壊の危険性を低減

【目標】
ボイド検出 $\geq 300 \times 50 \mu\text{m}$
@6分/1タンク



接合部断面画像

MEA(CP等)検査 金属異物検査



Fe等の金属により副生した・OH(ヒドロキシラジカル)が電解質膜を化学的に劣化

金属(Fe)コンタミによる電解質膜劣化
金属コンタミ検出で、不良品排除

【目標】
金属(Fe)異物 $\geq 30 \mu\text{m}$ (球換算) 検出
@ライン速度25m/min
(MEA 1s/cell相当)



※目標は FCV課題共有フォーラムやNEDOロードマップFCV累計80万台(30年)参考に設定

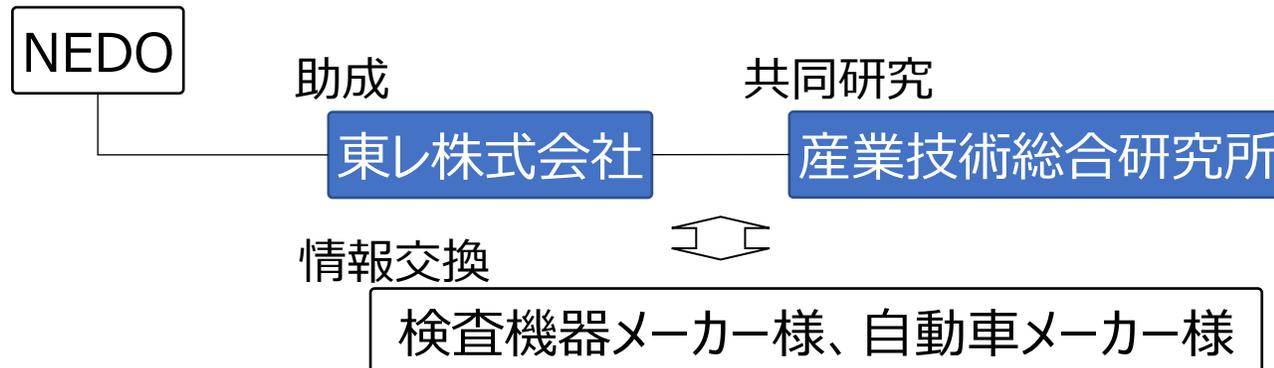
【テーマ】 高圧水素タンク及びM E Aの全数高速検査を実現する革新的 X線検査技術の開発

【計画】

項目	2021年度	2022年度	2023年度(参考)
①要素技術開発 (高速高解像X線カメラ ⇒シンチレータ開発、小型カメラ開発)	★NEDO助成事業開始 基礎設計開発	機器試作・改良	★NEDO助成事業終了予定
②高速検査・処理システム設計開発		検査システム検討	検証・改良
③検査実証機設計・開発		機器設計・準備	検証・改良

水素タンク、M E A向け検査で
共用の開発技術があり、
当計画で並行実施

【開発体制】



- ①-1 シンチレータ開発 : 東レ
- ①-2 小型カメラ開発 : 産総研
- ② 検査・処理システム設計 : 東レ、産総研
- ③ 検査検証機設計・開発 : 東レ、産総研

【高解像度 X 線シンチレータ技術】

マンモグラフィ

FPD(2次元検出器)従来方式

※FPD構造
シンチレータ：
X線を光に変換
センサ：光を検知

課題：可視光が拡散し、画像がぼける

セル方式シンチレータパネル(高解像度化)

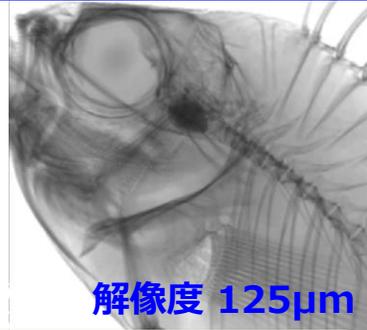
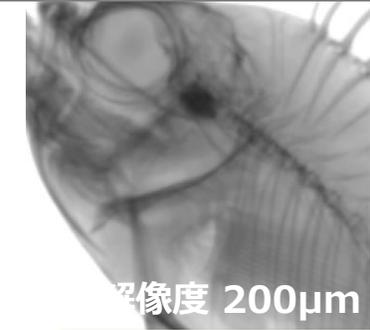
隔壁により、可視光の拡散抑制し、鮮明な画像

10kV X300 50μm 10kV X400 50μm

●解像度比較 (127μm画素FPDによるX線画像例)

従来方式

セル方式適用FPD



セル方式技術をインラインカメラに展開図る

【開発：①要素技術開発】

高速高解像度インラインカメラ開発

搬送しながら撮影

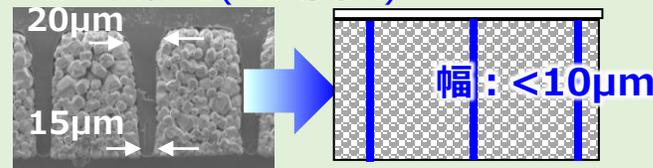
コンベア
ラインカメラ

●課題：解像度と速度の両立

●開発内容

①-1高速高解像度対応シンチレータ 適したセル方式シンチレータの開発

- 高速対応の為の発光量UP開発
⇒隔壁細幅化(材質変更)



- インライン(長時間X線照射)への耐久性向上
⇒シンチレータ輝度劣化1/10に低減
- 高速応答の蛍光体材料適用
⇒残光：1/10分以下に低減

①-2カメラ小型化(タンクライナー検査向け開発)

【開発：②高速検査システム開発 ③検査検証機設計・開発】

要素技術を各検査テーマに展開

タンクライナー接合部検査

X線源
接合部
小型カメラ

- 検査システム設計
- 小型高速高解像ラインカメラ
- 画素サイズに合わせた倍率設定
- 欠点位置特定(バリ/接合部)
- X線源選定
- 画像処理、診断システム

MEA(CP等)異物検査

MEA/CP
搬送
ラインカメラ

- 検査システム設計
- 高速高解像ラインカメラ
- 画素サイズに合わせた倍率設定
- X線源選定
- 画像処理、診断システム

実証機器を準備し、効果を検証、
検査装置・システム設計に反映

項目	2021年度	2022年度	2023年度(参考)
①要素技術開発 ①-1高解像度X線シンチレータの開発	基礎設計(材料・構造設計)	実証機向け作製・改良	
	基礎設計(プロセス)		
①-2小型インライン検出器の開発	基礎設計(配線設計)		
	原型試作・設計見直し	実証機向け作製・改良	
②高速検査・処理システム設計開発	画像処理基礎設計(アルゴリズム検討、データ積み上げ)		
	診断システム基礎設計(基礎検討、原型試作、データ積み上げ)		実証データから改良
③検査実証機設計・開発	検証機設計	機器製作	設備立ち上げ・検証・改良

進捗度

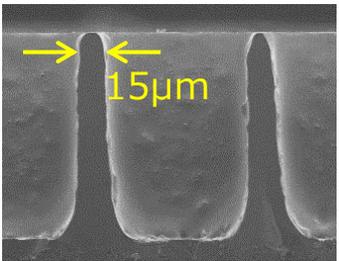
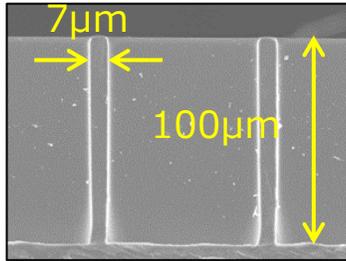
※進捗度：計画比の進捗度

項目		進捗度※
①要素技術開発	①-1高解像度X線シンチレータの開発	セル方式シンチ隔壁細幅化基礎技術構築完了 発光輝度安定化技術開発完了(耐久性向上) 蛍光体特性(残光)見極め・絞り込み、プロセス検討中
	①-2小型インライン検出器の開発	設計・検出器試作開始
②高速検査・処理システム設計開発	タンクライナー検査：新規検査システム原理検証完了 MEA/CP：検査動作・システムを2方式立案し原理検証中	
③検査実証機設計・開発	システムに応じたX線源要求仕様・入手先検討	

① 要素技術開発

①-1 高解像度 X 線シンチレータの開発

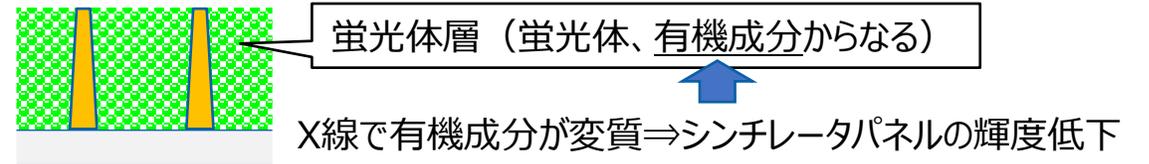
【隔壁細幅化】 ⇒ 材質変更・プロセス開発で目標達成
基礎技術開発を完了した

	既存技術	開発技術
隔壁断面画像		
線幅(目標≤10)	15µm	7µm
相対輝度	100%	120~125%

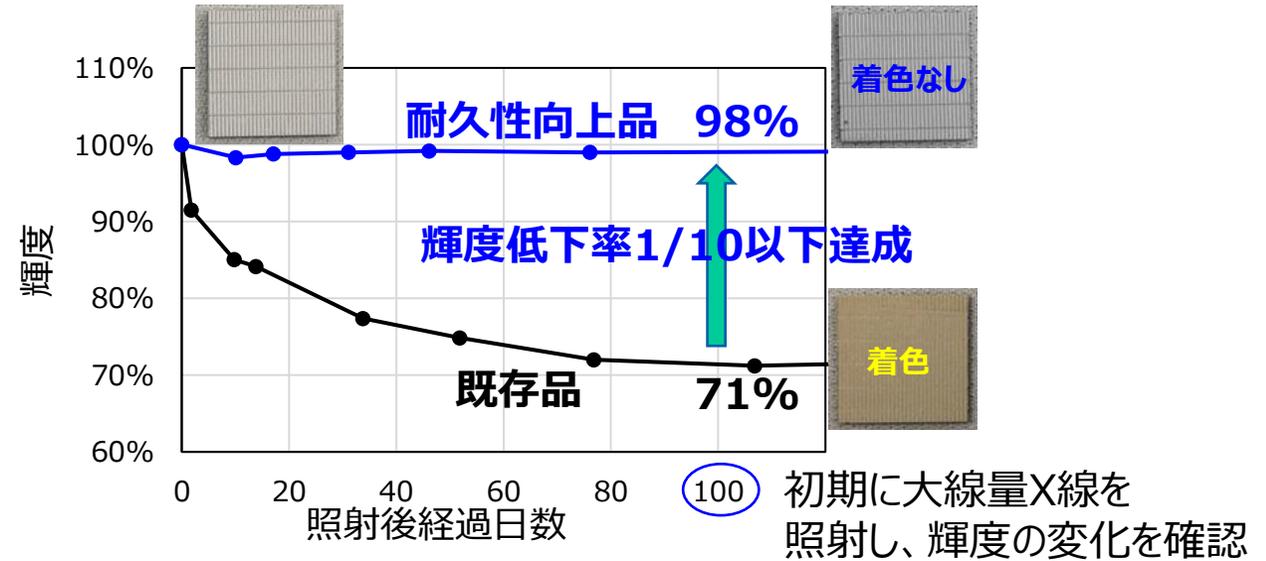
①-2 カメラ小型化(タンクライナー検査向け開発)

直径Φ30mm以下となる小型センサー設計完了
 セル方式シンチレータとの組み合わせによる検証に進む

【耐久性向上】 ⇒ 蛍光体層設計変更で耐久性向上
シンチレータパネルの X 線耐性向上技術構築



シンチレータパネル輝度劣化試験

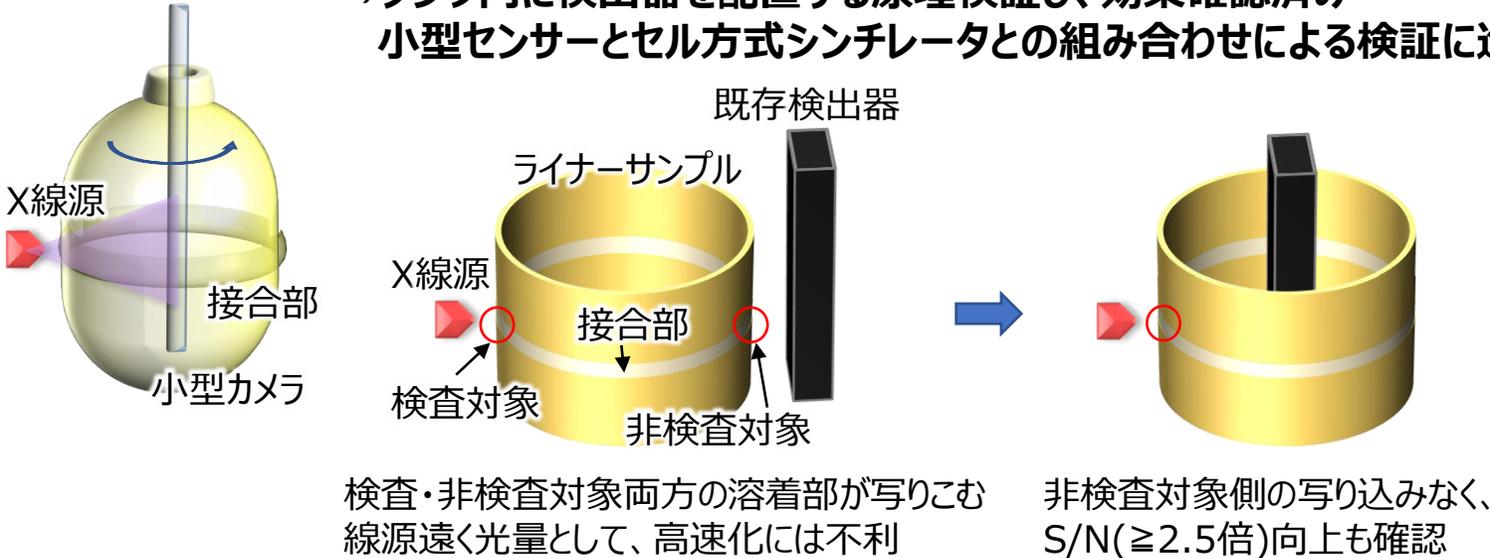


②高速検査システム開発、③検査検証機設計・開発

21年度 特許出願実績

【タンクライナー接合部検査】

⇒タンク内に検出器を配置する原理検証し、効果確認済み
小型センサーとセル方式シンチレータとの組み合わせによる検証に進む



計4件出願

シンチレータパネル：X線耐性向上関連

3件

検査システム：高速検査対応関連

1件

【MEA/CP異物検査】

⇒高速検査対応として、検査システム2種を考案し、原理検証中。

【線源選定】

⇒線源メーカーのデモ機なども利用し、選定作業を実施中。

要素技術・検査システム、選定線源など組み合わせた
実証機器を本年度末準備し、検証を開始する。

- 2030年以降の自律的な普及拡大期（FCV累計80万台）を見据えて、
- 2022年度(助成終了予定)は、検証機器を用いて検証を開始、
- 2023年度は、検証・改良を繰り返し、実用化に向けた検査装置の基本設計完了を準備する。

その後、製造ライン等への実装に向け、各メーカー様との協議の上、基本設計をベースに実機の設計を進める。

タンクライナー接合部検査：自動車メーカー様との情報共有を進めています。
 ライナー設計変更・ライナー製造プロセス検討時の欠点情報の取得に協力、および製造ラインへの実装時は、ライナー・製造ラインに適した形態にカスタマイズし提案していきます。

MEA/CP等の異物検査：東レG内のMEA/CP関連部署と情報共有を進めています。
 既に、一部の社内ライン増設時の実装要望があり、検査装置設計の提出時期も定められています。
 定期的な部署間会議も開催しております。

年度	2021	2022	2023	2024～2030
要素技術開発	★NEDO助成事業開始 ★NEDO助成事業終了予定			
実証機器設計、検証	→ ▼要素技術完		▼検査機基本設計完了	
各社製造ライン向け設計			実機設計	
各社導入 (東レG内製造ライン含む)				→ 導入、稼働