

## BIMプラットフォーム構築に向けた技術の紹介 ～プラントメンテナンスショー出展～

### 1. はじめに

産業構造の変革、就業人口の減少に伴い国を挙げてのDXの推進が加速していく中、プラントエンジニアリングにおいても、従来の仕事のやり方を見直し、効率化と高品質化を同時に達成するための技術の開発、導入が急務となっている。このような中であって、当社としては、これまで培ってきた技術力をベースに、プラントエンジニアリングにおけるあらゆる局面に対応すべく「BIM®プラットフォーム」の構築を進めており（図1）、今般その一部について展示会に出展したため、以下にその内容を紹介する。

### 2. プラントメンテナンスショー

#### 2.1 展示会概要

出展した展示会は、2023年7月26日（水）～28日（金）にかけて東京ビッグサイトで開催された「メンテナンス・レジリエンスTOKYO2023 第49回プラントメンテナンスショー」である。同展示会は、工場設備の維持管理・保全技術を対象にした国内唯一の専門展示会で、新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行後初めての開催ということもあり、会場には同時開催展も含め3日間で延べ50,000人近くの来場者が訪れた。

### 2.2 出展概要

当社からはBIMプラットフォームの一翼を担う技術として、回転機械の遠隔状態監視技術である「電流情報量診断」及び3Dによる事前確認の一つである「MRを活用したエンジニアリング技術」について展示・紹介し、3日間で約1,200人にご来場いただいた。また、会期中に登壇した出展者セミナーでは、「電流情報量診断技術とTM-CLOUD®による回転機械状態の遠隔監視および監視事例の紹介」と題して技術・実績を紹介し、こちらも多くの方に聴講いただいた。

以下に出展内容の詳細を紹介する。

### 3. 電流情報量診断

#### 3.1 電流情報量診断システムT-MCMA®の概要

T-MCMA®は、クランプ式電流センサを用いて電気盤内にある回転機械の動力配線からモータ固定子電流を計測し、得られた電流信号を解析することにより、モータの機械的・電気の状態のみならず、回転機械本体の状態までも一度に診断できるシステムである。（図2）

回転機械に異常が発生すると、磁気ギャップの不均衡、回転子・固定子の電気抵抗の変化、負荷・トルクの変動などの現象が発生し、モータの固定子内で磁界の乱れが引き



図1 BIMプラットフォーム



図2 T-MCMA®構成図

起こされる。この磁界の乱れは微弱な逆起電力を発生させ、その影響を受けることにより誘導電動機固定子電流が変調する。このとき、発生している異常ごとに逆起電力の特徴が異なるため、逆起電力の影響を受けた誘導電動機固定子電流特有の情報量を解析することで、回転機械の状態を解析・診断することができる。

T-MCMA®は、この電流情報量診断における電流の計測からデータの解析による診断までをシステム化したものであり、以下に示すようなメリットがある。

- ① 電流信号を計測するだけで、モータから負荷側および電気系統の異常までを一度に診断できる。(図3)
- ② 電気室内で計測に必要な機器の設置が完結するため、工事が少なく既存設備にも後付けが簡単にできる。
- ③ 計測は回転機械を設置している現場ではなく、電気室の電気盤で行うため、設置現場の環境に左右されない。

検知可能項目	
<b>モータ部</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ロータ異常</li> <li>● ステータ異常</li> <li>● 回転軸偏芯</li> <li>● インバータ制御のモータ異常</li> <li>● コイル絶縁異常</li> </ul>
<b>回転機械本体部</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● カップリング異常 (ミスアライメント)</li> <li>● 回転軸異常 (アンバランス)</li> <li>● 翼異常</li> <li>● インバータ制御の回転機械異常</li> <li>● ベアリング異常</li> <li>● キャビテーション</li> <li>● ベルト・プリー異常</li> </ul>
<b>電源</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電源ノイズ (品質)</li> <li>● インバータ異常</li> </ul>

図3 異常検知可能な項目

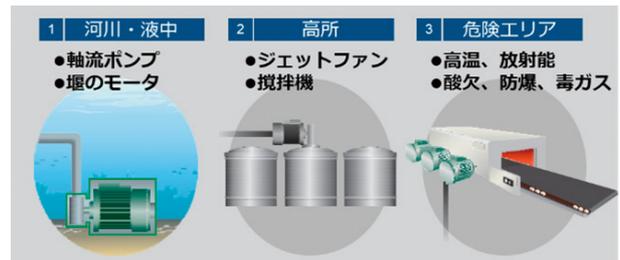


図4 診断可能な様々な場所

これにより、振動診断など従来の診断手法では対応が難しい特殊な現場環境(図4)にある設備の診断にも対応できる。

### 3.2 クラウド型電流情報量診断サービス (TM-CLOUD®)

T-MCMA®とクラウドサービスを融合させたTM-CLOUD®(図5)はBIMプラットフォームの一翼を担い、これからの「スマート保安」に向けた取り組みの中で、ユーザに以下のメリットをもたらすことが可能となった。

- ① 少額の初期投資で導入できる
- ② インターネット利用でいつでも、どこでも診断できる
- ③ クラウド上で回転機械の状態が一元管理でき、異常の発生を捉えた場合にメールで通知される
- ④ 災害など、もしもの際もデータは守られる
- ⑤ 当社診断員による遠隔での診断サポートが受けられる

TM-CLOUD®導入により診断が事務所でもできるようになることで、人手不足の解消・メンテナンスのベストタイミングの把握・メンテナンス費用の削減等の効果が期待できる。また、電力ロスの見える化により、運転コストの削減にもつながる。

### 3.3 TM-CLOUD®の展示内容

本展示会では、TM-CLOUD®をさらに多くのお客様に利用していただけるよう、診断システムのツールとしてだけでなく、デジタルソリューションのツールとしても認知していただくことをコンセプトとした。

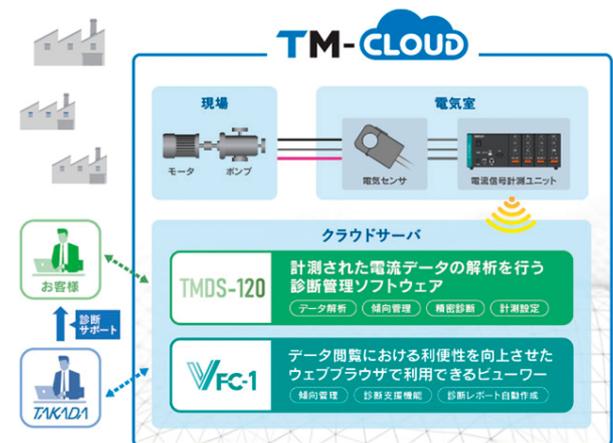


図5 TM-CLOUD®システム構成図

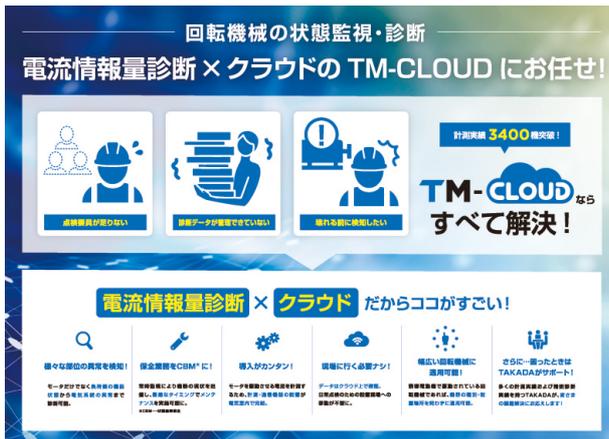


図6 TM-CLOUD®の紹介

### (1) TM-CLOUD®の紹介

DXが加速していく中で、デジタル技術を活用して生産性向上や課題解決に取り組みたいというニーズが高まっている。TM-CLOUD®は、そのようなニーズに応えることができる設備状態把握におけるデジタルソリューションの一つである。

デジタルソリューションを求めるお客様のニーズを特に意識し、ブース内に掲載した展示資料(図6)では以下の点を重視した。

#### ① 技術的な説明はせず、シンプルに表現する

電流情報量診断の原理などよりも、TM-CLOUD®が果たす役割や利用して得られるメリットに焦点を当てて、詳細を説明した。

#### ② 利用者目線でのメリットがわかる

イラストやアイコンを用いてTM-CLOUD®を利用して得られるメリットを視覚的にイメージしやすくした。

#### ③ クラウドを通じて提供するサービスであることを伝える

クラウドサービスであることを強調し、デジタルソリューションを求めている来場者の目を引くようにした。

### (2) デモユニットを用いたプレゼンテーション

TM-CLOUD®の実際の利用イメージを掴みやすくするために、キャビテーションが発生するデモユニットをブース内に設置した。

キャビテーションとは液体の流れの中で圧力差により短時間に泡の発生と消滅が起きる物理現象である。振動診断では検出しづらいが、電流情報量診断では電流波形の乱れ度合いを示す [KI] というパラメータを用いることでキャビテーションを検出することができる。

プレゼンテーションでは、このデモユニットを使用しキャビテーションを発生させ、その前後で [KI] に変化が現れることを紹介した。紹介の際にはデータ閲覧用



図7 プレゼンテーションの様子 (TM-CLOUD®)

ビューワー「VFC-1®」を用いて、振動診断では検出しづらいキャビテーションを捉えることができるという電流情報量診断の有効性を示し、TM-CLOUD®を用いた状態監視・診断がどのように行われるのかを実演した。(図7)

### 3.4 TM-CLOUD®の出展結果

TM-CLOUD®の出展結果として当展示会来場者全体の業種別割合(上位8位)と、当社TM-CLOUD®ブースへの来場者割合の比較を表1に示す。

TM-CLOUD®ブースでは化学・食品・医薬業界からの来場者が最も多く、来場者全体の業種別割合と比較しても特に多い結果となった。

特に化学業界ではクラウドでの設備状態把握という保全のDXとしての注目度が高く、食品・医薬業界では衛生の観点から機器の設置現場に立ち入ることなく診断が行えるという電流情報量診断の注目度が高かった。

このほかにも機械関係や電機業界など、設備状態把握のニーズがある業界からの来場者割合が高く、それら業界から実際にデジタルソリューションを求める声があることを確認できた。

表1 業種別来場者割合の比較

業種	ブース来場者	全体来場者
化学・食品・医薬	21.6%	4.7%
土木・建設・建設コンサル	15.5%	29.5%
機械・精密機械	15.5%	9.8%
商社・卸・小売	9.5%	10.8%
電機	8.1%	4.8%
情報・通信・ITソフトウェア	7.4%	7.8%
メーカー	3.4%	7.2%
電力・ガス	3.4%	5.3%

## 4. MRを活用したエンジニアリング技術

### 4.1 DXにおけるMRの活用

これまでDXの一環として、BIMを活用した業務効率化を進めてきた。具体的には、各種の3DモデルをBIMに集約することによりモデルレビューにおいて安全性や操作通行性、メンテナンス性、美観の確認を行ってきた。これらにより、設計段階では干渉物による後戻りや変更がなくなる等、一定の効果は見受けられるものの、設計だけの活用に限定されているのが現状である。3Dデジタル資産を有効に活用し、DXによるプラント全体のトータルソリューションを目指すためには、営業部や製造部等他の関連部門への展開なくしては成し得ない。これらを解決するための糸口として有効な手段の一つがMixed Reality技術（以下、MR）を用いることである。その有効性を理解し、いち早く取り入れることにより変化の激しいデジタル技術活用の流れにあっても、優位に業務を遂行することが期待できる。

### 4.2 MRの紹介

MRとは、現実世界に仮想的なオブジェクトを重ね合わせる技術である。また、現実世界に仮想的な情報を表示することも可能である。このMRの技術にはスマートフォンやタブレット等のデバイスを利用するものと専用のヘッドマウントディスプレイを利用するものがある。ヘッドマウントディスプレイを利用する場合、現実世界を見ることができる透明なディスプレイを装着し、その上に仮想的なオブジェクトを表示することができる。このような装置の中の一つにHoloLens2<sup>®</sup>（図8）がある。HoloLens2<sup>®</sup>はMicrosoft社によって開発された「自己完結型ホログラフィック」デバイスである。このデバイス内にはWindows<sup>®</sup>が搭載されており、専用のアプリケーションと併用することによりスタンドアロンで利用できる点が特徴として挙げられる。



図8 HoloLens2<sup>®</sup>

### 4.3 MR技術の活用事例

作成した3DモデルをHoloLens2<sup>®</sup>内にデータとして取り込み、そのモデルを現実空間に映し出せる（図9）。

従来は配管、機器等の実物と現場の位置関係の確認は施工者が想像する必要があった。しかし、MRを活用することで施工者は具体的な完成形イメージを認識したうえで作業を行うことができ、干渉確認や問題点の事前抽出等に活用することができる。また、現場にいるHoloLens2<sup>®</sup>使用者と事務所で相互通信し、マーキング等で互いに注意喚起を行える。これにより業務の効率化が図れ、事務所と現場の両方の負担を軽減することができる（図10）。



図9 配管と電気盤の干渉



図10 事務所と現場の相互通信

#### 4.4 展示・紹介したMRの概要について

本展示会では、MRを来場者に認知していただけるよう配慮した。具体的にはMRの技術を理解するには体験していただくのが最も分かりやすいと考え、MRブースには以下の項目を展示・紹介した。

- ・HoloLens2<sup>®</sup>：1台
- ・iPad mini：6台
- ・MR実演及びPR動画用モニター（65inch）：1台
- ・パネル1（BIM+MR技術）：1枚
- ・パネル2（BIMプラントエンジニアリング）：1枚
- ・マーカー及び原点用罫書（床面）：1式

また、メインモニター（80inch）を使用してナレーターによるプレゼンテーションを1日に3回実施した（図11）。ナレーターによる動画の説明に加えHoloLens2<sup>®</sup>を装着した実演も同時に行うことで、来場者が興味をもたれ見学される姿も散見された。MRブースには3日間で約120名の方にご来場していただいた。来場者には積極的にMRの実体験をしていただくようにした（図12）。MR体験が初めての方が大多数を占めていたが、「没入感がすごい」との感想をいただいた。

また、「精度や通信の安定性は大丈夫なのか」といった意見に加え、「遠隔地にいるベテラン施工者による溶接施工法の教育や技術伝承等に有効に活用できそうだ」、「施工前に確認ができるのは非常に興味深い」といった意見や感想をいただいた。



図11 プレゼンテーションの様子（MR）



図12 MR体験

#### 4.5 まとめ

MRを取り入れることは、BIMプラットフォーム構築に向けて有効な手段の一つになると期待できる。そのためには、精度や通信安定性等の問題及びデータ管理の安全性をしっかりと見極めながら、この技術を活用していくことが重要であると考えます。

#### 5. おわりに

新型コロナウイルス感染症の流行による影響も薄まり、今回の展示会のように、直接、広く多くの方に当社の技術をPRできる機会が増えてきている。今後もこのような機会を通じて積極的に情報を発信し、当社技術の活躍の場が広がるよう、努めていきたい。

須本 賢太郎（診断ソリューション部）  
齋藤 奏（診断ソリューション部）  
永田 智徳（設計技術センター）  
柳 尊士（設計技術センター）

#### 用語解説

- ① BIM：Building Information Modelingの略で、「コンピュータ上に作成した主に3次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築するシステム」と定義されている。