



ファストデジタルツインで既設プラントのDXを加速する ～3Dビューア「INTEGNANCE VR」～

ブラウンリバーズ株式会社
代表取締役 金丸 剛久 (日揮株より出向)

はじめに

重厚長大なプラントや工場設備を撮影し、自動生成される3Dモデル上に360度写真を配置した3Dマップを保全業務に活用する事例が増えてきた。Googleマップのストリートビューのようにデスクトップでプラント内を自由に視点移動し、何十万点とある保安全管理対象アイテムから、3Dマップに登録した機器や計器の設備情報を3次元的に瞬時に抽出できるので、紙の図面やそもそも図面が整備されていない環境では、メンテナンス業務効率の飛躍的な向上が期待される。

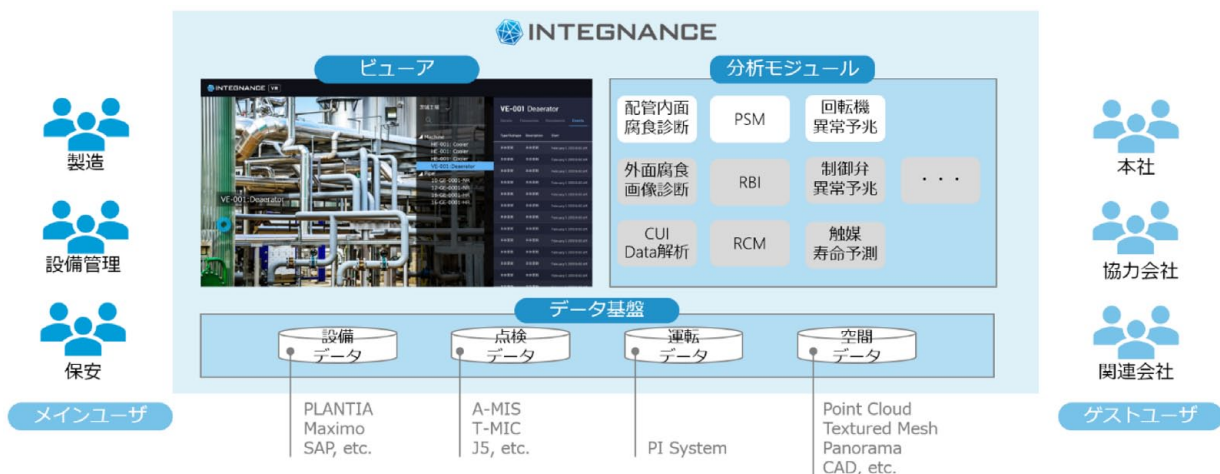
本節では、既設プラントにおける保全業務のDX（デジタルトランスフォーメーション）を実現する上で、デジタルツインの基盤となり取り組みの促進剤ともいえる3Dマップに焦点をあて、実用レベルに達した技術的背景と導入メリット、活用事例や今後の展望について解説する。

1. VR（バーチャルリアリティ）技術を活用したプラント保全について

1. 1 課題解決へのあるべき姿と優先度

日揮株のスマート保全サービスコンセプトINTEGNANCE（インテグナンス）では、操業システムの全体像を「データ基盤」「分析モジュール」「3Dビューア」という大きく3つの機能に分け、保全サービスの統合型プラットフォームのあるべき姿を説明している（第1図）。それぞれの機能は、「データを活用できる形に整理して蓄積する場所」「そのデータを分析し示唆を得る場所」「その示唆を可視化しアクションに落とし込む場所」と位置付けている。

この中でも、施設全体をコンピュータ上に可視化することは、操業上の情報の電子化／データ整理／データ蓄積／データ活用を進める第一歩と言える。3Dビューアで閲覧する施設全体の3Dマップに業務上有用な情報を順次付加していく作業は、白地図から概況マップを作り上げていく作業に似ていて、3Dビューアは新しい保全スタイルを体感するツールとなる。



第1図 INTEGNANCEが提唱するシステム全体像

1. 2 設計ツールから派生した3D CADの活用領域拡大

建築業界ではBIM (Building Information Management)、プラントエンジニアリング業界を始めとした産業界では3D CADが設計ツールとして21世紀に入ってデファクトスタンダード化し、BIMや3D CADで作成した3Dモデルから工事/施工図面を自動出力するなどして、設計業務から施工業務の効率化を図ってきた。

海外をみると、シンガポール国土を丸ごと3Dモデル化したプロジェクト「バーチャルシンガポール」(2018年に公開)では建築確認申請でのBIMモデル提出が義務付けられている。また海外の大型プラントプロジェクトではエンジニアリング遂行要件としてHEXAGONやAVEVAといった大手3D設計ソリューション適用が事業オーナーから指定され、プラントの引き渡しと共にデジタルツインの基盤となる3D CADモデルと設計属性データの提出が求められることが主流になってきている。

このことは、設計時の3D CADモデルを始めとする設計情報が、設計業務のためだけでなく、操業にも活用していくというのが事業オーナーを主体として考えられるようになってきている。

1. 3 設備管理に3Dモデルを適用するための基本要件

多くの現場では2D図面を中心とした保全が主流だが、既設構造物を管理する限りにおいては2Dに変換、または抽象化して維持管理するよりも、視覚で捉えている世界をそのままコンピュータ上に再現したほうが直感的で直接的なリバーズエンジニアリングであることは疑いもない。設備管理を2Dから3Dで運用するために必要な2つの要件について解説する。

1. 3. 1 管理対象物のタグ付け

設備管理対象となる機器や計器のID(機番/計器番号/配管番号等のユニークな符号)は、設備オーナーの業務システムごとに散在する属性データを関連付ける上で重要なキーとなる。例えば製造課には計器Aの時系列センサーデータがあり、設備課には計器Aの整備記録があるといった場合に、計器AというID/符号をキーに名寄せすることでデータの融合を図ることができる。IDは地図で言うと地名や店名に該当し、基本的に不変であり、これらを3Dモデル上の管理対象物にタグ付けすることが運用上必須である。

1. 3. 2 タグ付けによる3次元座標情報取得

設備管理対象となる機器や計器にID/符号をタグ付けする際にxyz座標を取得し紐づけることによって、事業所内または装置内のどこにあるかの位置情報を担保する。物理的資産が移動しない限り位置情報は不変なので、例えば3Dモデルを更新した、もしくは新たに構築したといった場合でも、位置情報取得済みのID/符号は普遍的に使い続けられる。3次元座標情報は地図で言うと地番や緯度経度高度に該当する。弊社が開発したINTEGNANCE VRIは、タグ付けと同時に自動で座標値を取得するので、ユーザーはxyz座標値を意識することなくID/符号を3次元的に管理することになる。

2. INTEGNANCE VRで新しい保全スタイルを体感する

2. 1 空間表現力の多様化

現実空間をスキャンし、仮想空間に3次元情報を落とし込むのはレーザースキャナーといった計測機器を使って点群データで表現する手法は既に確立されているが、自動車業界の自動運転高度化に伴って空間認識技術が急速に発展した。また、不動産を遠隔で内覧できるように没入感の高いVRが汎用的なカメラデバイスを使って作成できるようになった。現実空間の表現方法は2Dの写像世界から3Dの仮想空間へ着実にシフトしている。

不動産/建設/設備保全系のVRビューアで実績を上げている4製品を比較した(第1表)。レーザ計測を伴わない360°カメラといった汎用的なデバイスでも、誰でもそして迅速にVR環境を構築できるようになった。

第1表 VRビューア製品比較

プロダクト名称	Matterport	IVION	beamo	RICOH360
販売元	Matterport 社	NavVis 社 (構造計画研究所)	3i 社	RICOH
対応計測器	Matterport Pro2 Leica BLK360 360度カメラ スマートフォン	NavVis VLX NavVis M6	360度カメラ	RICOH Theta
ターゲット	不動産/建設	不動産/建設	建設/工場	施設/エンタメ
表示内容	360 画像+メッシュ	360 画像+点群	360 画像	360 画像
ウォークスルー	●	●	●	●
フロア移動	●	●	●	●
2点間測長	●	●	●	—
広域マップ	—	●	●	●
アノテーション	●	●	●	●
データ検索	●	●	●	●
外部インターフェース	●	●		
サイト URL	https://matterport.com/ja	https://www.navvis.kke.co.jp/	https://www.beamo.ai/ja/	https://www.ricoh360.com/ja/projects/

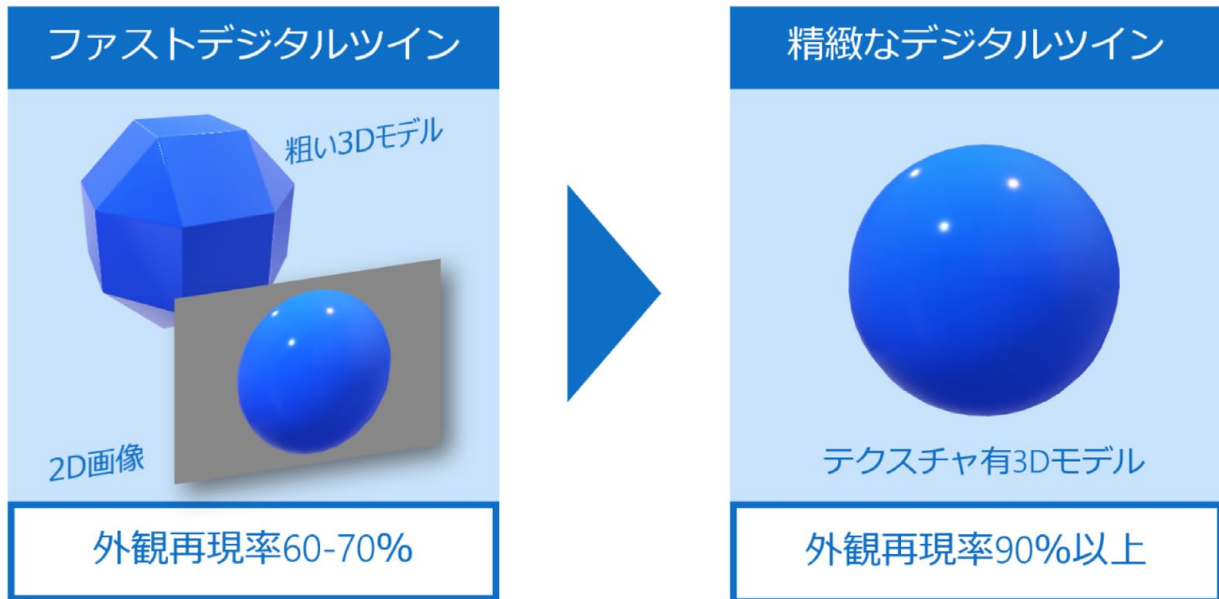
2. 2 高速かつ安価な3Dモデル構築を実現した「ファストデジタルツイン」

スマート保全サービスINTEGNANCEは、主に日本国内製油所や石油化学・化学プラント向けに3Dビューア「INTEGNANCE VR」のプロトタイプ版を2021年11月より提供を開始している。

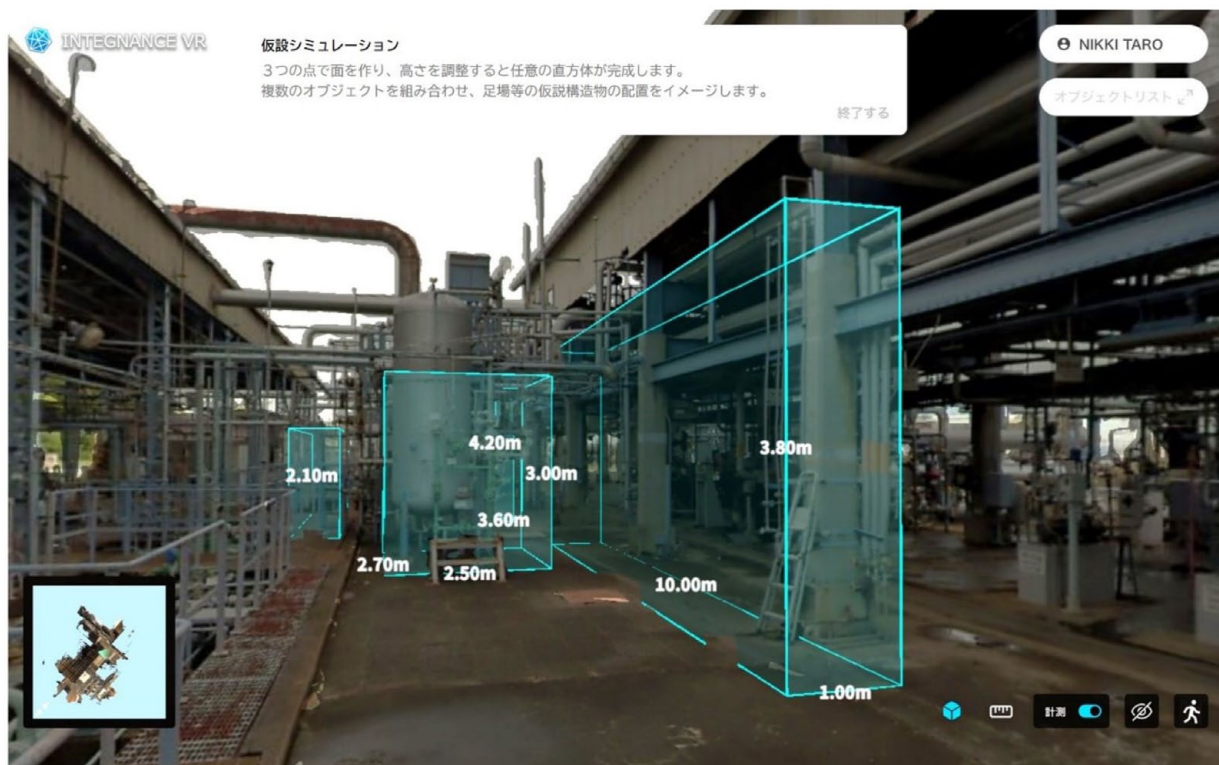
INTEGNANCE VRは「ファストデジタルツイン」というコンセプトを掲げ、低コスト・短期間で運用開始することを提案している。緻密で重厚長大なデジタルツインを最終的なアウトプットとして見据えつつ、まずは全体を掌握することを主眼に置いた簡易的な3Dモデルでいち早く新しい保全スタイルを体感し、メリットを享受し定着させていくアプローチが変化の持続性を促すと考えている。

最初から満点の精緻な3Dモデルを求めず、まずは及第点の3Dモデルからスタートする。3Dモデルの粗さは360度写真のリアリティで補っているため、エンドユーザーにとってはモデルの不完全さは運用上さほど気にならない(第2図)。例えば、のべ床面積1万平米の施設で精緻なデジタルツインを構築しようとした場合、3D CADモデル作成に700万円、60日ほどかかることを、ファストデジタルツインでは100万円で3日目には運用を開始できる。

360度写真に3D情報を組み合わせているため、リアリティがあるばかりでなく、画面上で3次的に2点間の測長や任意の直方体を配置する空間シミュレーションが可能で、現場で測らなくても資材搬入や足場組立といった工事作業計画がリモートで遂行できる。(第3図)



第2図 ファストデジタルツインの仕組み



第3図 INTEGNANCE VRの画面イメージ

2. 3 3Dモデル活用ユースケース

ここでは設備オーナーの役割に応じた活用事例（設備管理、製造、保安）について、実際の業務を想定して解説する。

2. 3. 1 ユースケース① 協力会社との工事前打合せ（登場人物：設備管理者／協力会社）

WEB会議で3Dビューア画面を協力会社へ画面共有し打合せを実施する場面。図面を持ち寄り現場で実施していた工事前の協力会社との打合せが、遠隔で実施可能となり、工事前調整（打合せ日調整・紙図面出力・測量）等の稼働を大幅に削減することが可能となる。（第4図）



第4図 VRを活用した協力会社との工事前打合せの流れ

2. 3. 2 ユースケース② 協力会社との作業環境安全対策（登場人物：安全管理者／協力会社）

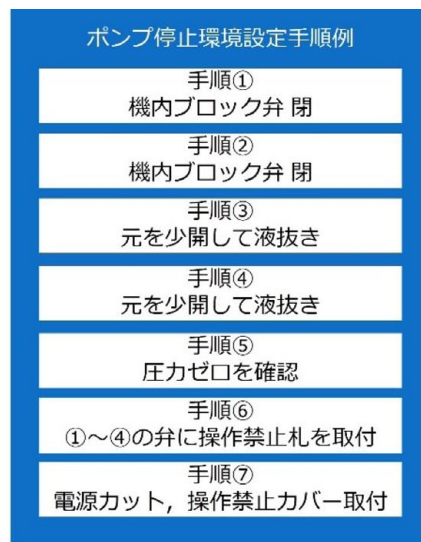
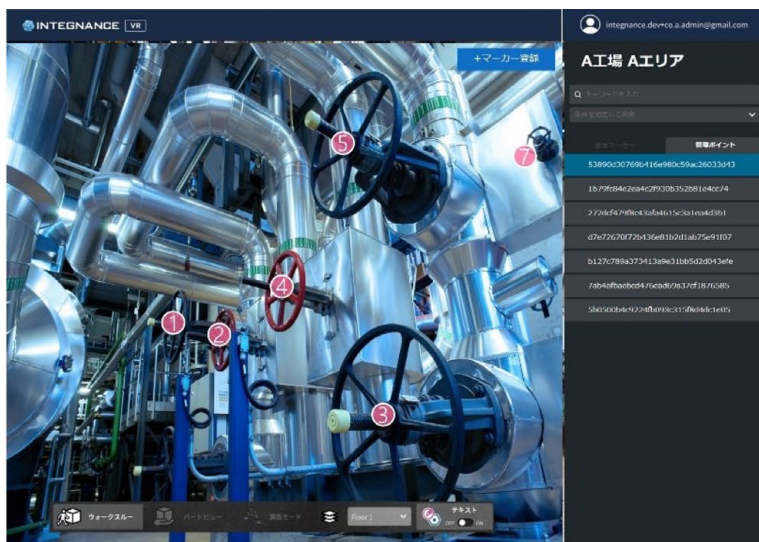
定修工事に関わる特殊作業が発生する場面で、仮設シミュレーション機能により、窒素エリアや放射線エリア等を協力会社への確かな安全喚起が可能となり、安全管理の質が向上する。（第5図）



第5図 設置したイメージを見ながら協力会社との作業環境安全対策を検討

2. 3. 3 ユースケース③ 操作手順を早くわかりやすく伝える・学ぶ（登場人物：教育担当者／被教育社員）

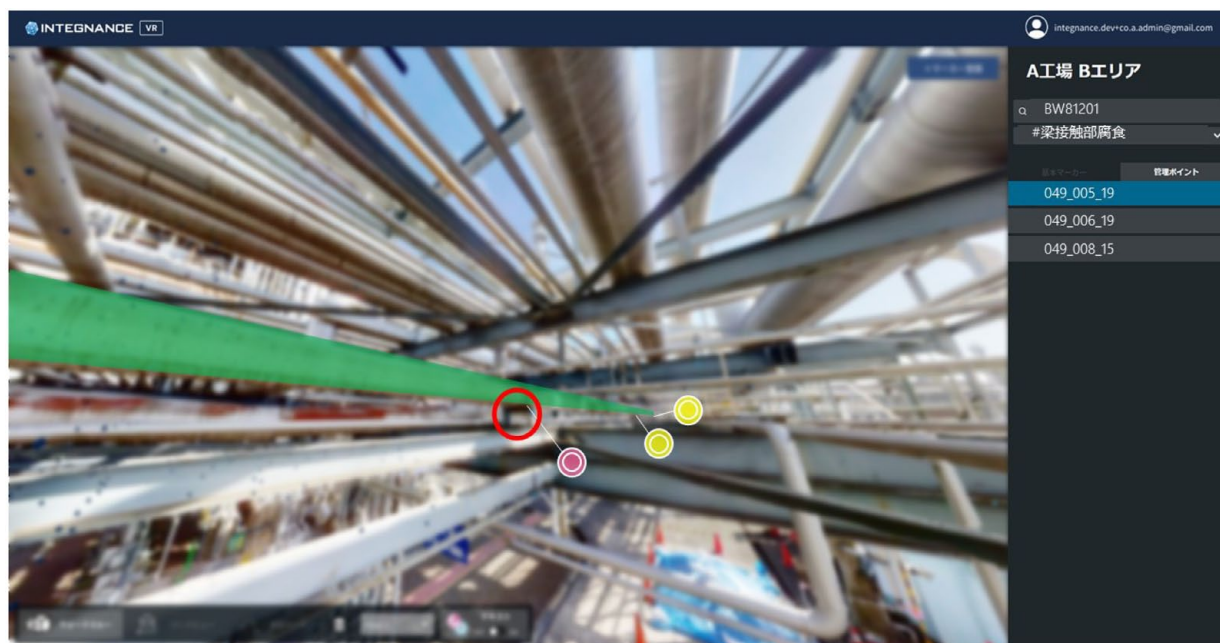
各種手順（起動/切替/停止操作、工事順序、検査順序）を忠実に再現または予行することで、KY（危険予知）活動やベテランの動線形式知化に活用する。（第6図）



第6図 熟練者の動線をわかりやすく伝える・学ぶ

2. 3. 4 ユースケース④ オフサイトにおける外面腐食箇所の管理（登場人物：設備管理者／検査員）

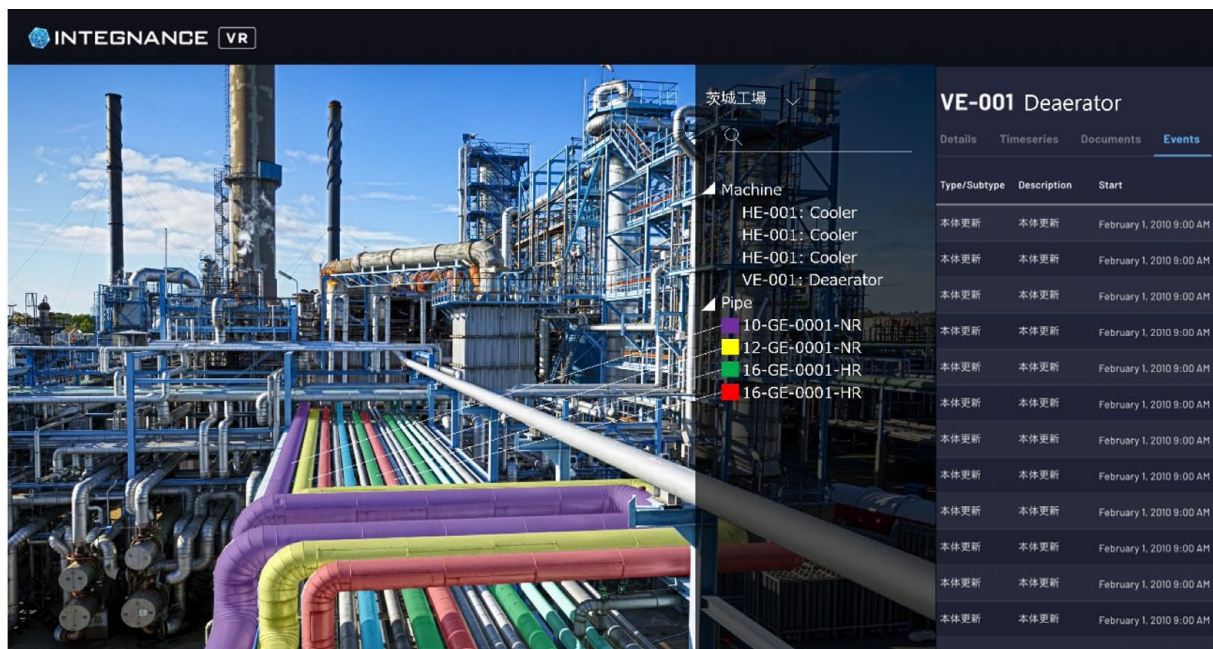
検査員がオフサイトのラック配管の外面腐食検査をする場面で、紙の図面やスケッチに記録していた検査対象箇所を3Dビューア上に記録・表示することで、図面作製や図面更新作業といった付帯作業が不要となり、本来注力すべき検査計画と検査報告に集中できる。（第7図）



第7図 オフサイト配管の外面腐食箇所管理画面イメージ

2. 3. 5 ユースケース⑤ 管理対象を目的別に色分け表示（登場人物：設備・運転管理者／協力会社）

複数の配管が入り混じる作業現場において、目的に応じ管理対象の配管（コロージョンループ・油種・短寿命箇所など）を色分け（23年3月実装予定機能）して3Dビューアに表示することで、現場でタブレット画面を見ながら関係者間の認識一致を図り、作業を早期に着手することが可能となる。（第8図）



第8図 目的別に配管を色分け表示イメージ

3. INTEGNANCE VRを入口としたその先のデジタルツイン

3. 1 導入直後のポジティブな変化

次世代の保全スタイルは、デジタルツインをベースとした情報管理を指向するため、旧態依然とした紙図面中心の業務フローからの脱却を促す。また、設備管理データをどこからでも必要な時に取得できるようになるので、組織横断的に情報のアクセス頻度が高まり、多くの場面で業務効率化が図られていく。

新しい保全スタイルによって体感・定着する変化：

- ・ 図面の代替 - 検査位置や結果をVR上に入力できるため、2D図面の新規作成・保守が不要。3Dモデルの保守は計測機により自動化へ。
- ・ 準備の省力化 - 必要な情報へのアクセスおよび自由な視点操作や測長機能を使って現場作業の事前準備を省力化。
- ・ 協力会社と円滑なコミュニケーション - 作業指示／報告をVR上で実施することで伝達資料が集約され、作業内容の誤認が減少。
- ・ スマート化機会の促進 - 熟練者ノウハウ形式知化、トラブル事例の集約など、VRを活用したナレッジの蓄積が進む。

3. 2 保全スタイルの今後の展望

2021年がINTEGNANCE VRによるファストデジタルツイン元年とすると、この2、3年で緻密で重厚長大なデジタルツインに向かって進化していく。多くの製油所や化学プラントにおいて2025年までには真の予知保全が社会実装できると予想する。デジタルツインは以下のような要素技術との融合によってさらなる進化を遂げる。

3. 2. 1 視覚的／時間的に同期するリアル3Dモデル

現実空間をスキャンして作成した3Dモデルは、時間経過とともに過去の情報となっていく。改造や更新工事があれば撮り直しが生じ、写真データで外面腐食状況を判定しようとするれば、厳密には現場状況の「今」とは一致しない。このような現実空間と仮想空間のギャップが設備管理上問題となる場合、空間スキャンからのVR化を容易かつ自動化する技術開発が進み、究極的には両者空間がリアルタイムでシンクロする。時系列で管理される生産データのように3Dモデルも時系列で保持されるようになり、自由に過去の外観に遡ることができ、やがては未来の外観を予測する機能が実装されていく。

3. 2. 2 ロボティクスの本格運用

前述の3Dモデル更新頻度を上げるためには、空間スキャンとVR化の「自動化」がキーとなる。近年、無人化を目的とした洋上プラットフォームで試行されている四足歩行ロボットやドローンの実証実験を経ると、導入コストおよび運用コストがこなれてきたところで陸上プラントでの活用が現実となり、ロボティクスによる所内定期巡回で空間スキャンがルーティンとなっていくと考えられる。

3. 2. 3 画像データや作業行動データの分析深化

現実空間と仮想空間との境界が薄れるにつれて、画像解析による外面腐食箇所の一次スクリーニングといった簡易な活用から、時系列画像の経年変化から外面腐食を予測するといった高度な活用が進むことが予想される。また、現場に出向くことが実作業を伴うことに限定され、それ以外の業務はコンピュータ上で完結するようになる。仮想空間では、どのユーザーが何に対してどれだけの稼働をかけたかのログを分析することによって、業務の実態が明らかになり、さらなる効率化や品質向上に向けたPDCAがシステムチックに回せるようになる。

3. 2. 4 仮想現実 (VR : Virtual Reality) から複合現実 (MR : Mixed Reality) へ

ディスプレイやスクリーンといった画面上に映し出される仮想空間は、拡張現実 (AR : Augmented Reality) そして複合現実MRへと利用シーンが広がっていく。例えば、現場の設備管理対象物に対してスマートフォンやタブレットのカメラをかざすと被写体の形状を認識して画面上に関連する属性データが表示されるようになる。また、スマートグラス越しに自己位置が特定され、現場周囲状況の注意喚起がされる、作業手順が表示されるといった支援ツールが現場で適用されるようになると確実かつ安全に作業を実施していけるようになる。

おわりに

本節では、次世代の予知保全を実現する上で、デジタルツインの基盤となり設備保全のスマート化の促進剤ともいえるVRに焦点をあて、デジタルツイン基盤を迅速に構築するためのアプローチと導入のメリットなどを解説した。高度成長期時代から進化が鈍化した2D図面から3Dマップによる設備管理業務にトランスフォームすることは、Googleマップがマップル(道路地図本)に取って代わり、ルート検索、混雑情報、レストラン評価、ホテル予約、タクシー配車まで我々の日常生活を便利にするサービスを次々に展開しているように、今はまだ誰も想像もしていないような新たなサービスと価値を創出する起点となるだろう。