製造現場の多様なニーズに迅速かつ柔軟に応えるXR

XR Technologies to Swiftly and Flexibly Meet Diversified Needs of Manufacturing Sites

原田 浩史 HARADA Hiroshi 中村 麻周 NAKAMURA Mashu

自動車のEV(電気自動車)シフト,若手人材の減少,熟練工の技術継承不足の中,新型コロナ感染拡大をトリガーに,製造業は、従来の手法では次の時代に存続できない状況にある。今までの人数以下で今まで以上の品質にするため、AR(拡張現実)やMR(複合現実)、VR(仮想現実)などのXR(クロスリアリティー)が注目されている。特に製造現場では、目で見て判断する検査や技術が重要で不可欠なため、現実世界にデジタル情報を重ねて表示する表現の作業指示が、検査、研修・教育などの分野へ積極的に導入されている。

東芝デジタルソリューションズ(株)の"Meister AR Suite"や、"Meister MR Link"は、誰でもどこでも使えることが特長のすぐ始められるソリューションとして、現場作業の確実な実施と効率化に貢献できる。

Lately, the manufacturing industry faces various issues including the ongoing transition from gasoline to electric vehicles, a drop in younger staff, and a lack of technical knowledge passed down from skilled engineers. These circumstances make it difficult to survive using conventional approaches since the COVID-19 pandemic. Extended reality (XR), a general term for cutting-edge image processing technologies including augmented reality (AR), mixed reality (MR), and virtual reality (VR), is garnering attention as a way of achieving higher quality with a smaller workforce. Because inspection and visual confirmation techniques are required for improved manufacturing site quality and productivity, superimposing digital information on the real world with XR technologies to facilitate with operating instructions has spread to various fields including inspection, training, and education.

Toshiba Digital Solutions Corporation has developed the Meister AR Suite and Meister MR Link solutions which anyone can use immediately anywhere to efficiently carry out manufacturing work.

1. まえがき

ものづくりにおける省人化や生産性向上は、当たり前になりつつあり、今までの人数以下で今まで以上の納期・品質を求められている。それでも製造現場では、まだ紙の図面で検査を行い、紙のマニュアルを使用するケースがある。効率は上がらず、抜け漏れの発生リスクもある。

そこで注目されているのが、視覚情報を拡張するXRである。XRは、現実の物理空間と仮想空間を組み合わせた表示技術の総称である。スマートフォンやタブレットなどのスマートデバイスの進化や普及、高速通信の実現などを要因として、利用が拡大している。これまでゲームやコンテンツの業界が主流であったXRは、適用範囲を製造業に広げている。紙の図面を3D(3次元)CADに置き換えて実物に直接重畳表示させたり、具体的な操作手順にARを用いたりすることで、直感的に誰でも同じ作業が効率的にできるようになる。しかし、専用のコンテンツを、専用の機器で決められた環境でだけ表示するものが多く、導入までに手間が掛かる問題があった。

東芝デジタルソリューションズ(株)は、専用機器や、環





3D CADデータ活用による検査作業

操作マニュアルによる技術継承

図1. XRソリューション製品の活用イメージ

一般的なスマートデバイスで、XRコンテンツを作成・使用し、誰でも簡単に現場作業でXRを活用できる。

Solutions using XR technologies

境、ノウハウがなくても、誰でも簡単にどこでも使えるXRを、二つのソリューション(図1)として提供している。一般的なパソコン1台とタブレット1台だけでも導入可能である。一つは、現場業務のデジタル化ソリューション Meister AR Suiteで、ARを自分で作成できて、すぐ始められるので技術継承などに活用できる。もう一つは、製造現場の3D CADデータ活用ソリューション Meister MR Linkで、設計部門が作成した3D CADデータと製造現場で実物を比較する検査作業などに活用できる。

ここでは、XRの種類と特徴に触れ、Meister AR Suite、及びMeister MR Linkについて、活用事例とともに述べる。

2. XRに含まれる種類と特徴

XRに含まれる技術の種類 (ただし、用語は通称で、明確な定義はない) には以下がある (\mathbf{Z})。

2.1 AR

ARは、スマートデバイスなどのカメラで撮影した現実の映像に、仮想の情報を重ね合わせて画面に表示し、現実空間に仮想情報を付加できる表示技術である。コンシューマー向けの利用例に、地図のモバイル端末用アプリケーション(以下、アプリと略記)のナビゲーション機能や、位置情報ゲーム、撮影した顔に仮想的な装飾を施すアプリがある。

スマートデバイスの画面では、仮想の情報が現実位置に 固定されてリアルタイムに表示され、まるで仮想情報が現実 に存在するように見える。マニュアルやナビゲーションに活 用できる。

2.2 MR

MRは、現実の映像に情報を重ねて表示するだけのARと違い、物体の3D形状などの現実の情報を取得することで、現実の情報と仮想の情報がリアルタイムに影響(干渉)する特徴がある。仮想の情報にアクション(触る、操作する)ができ、現実世界と仮想情報を高度に融合させる技術である。

MRの表示にはセンサー付きデバイスが必要で、ハードウェアの制約はあるが、ARに比べてより正確な重畳表示が可能であり、精細な情報表示が必要な用途で活用できる。

2.3 VR

VRは、専用ゴーグルやヘッドマウントディスプレー(HMD) を装着し、人の知覚 (視覚や聴覚)を仮想空間に没入させ

フィジカル (現実) 現実と仮想を組み合わせる技術の総称 (仮想)







AR Augmented Reality MR Mixed Reality

現実世界に対し、 仮想的に情報を

現実世界に付加した 仮想情報に現実の情報 (3D形状など)が リアルタイムに影響(干渉)

VR Virtual Reality 仮想世界を 現実のように体感

図2. XRに含まれる技術の種類と違い

視覚情報の主体が、現実と仮想のどちらにあるかで区分され、種類はARや、MR、VRなどが含まれる。

Features of three types of XR technologies

て、仮想空間を現実のように知覚させる技術である。ARやMRと違い、現実の映像は使わず、仮想情報だけとするのが一般的である。

現実世界では容易に再現・経験できない事象が仮想的 に体感でき、現場作業の安全教育や技術講習などで活用 できる。

3. Meister AR Suite

3.1 現場作業の課題と解決策

現場作業の課題には、若い人材の減少による人員不足や技術継承不足などへの対応がある。解決策の一つとして、XRを活用し、作業の効率化や、ミス防止、ノウハウのナレッジ化などを図る方法が注目されている。ARは、現実の物体に仮想情報を重畳して表示できるため、位置や方向の直観的な理解が可能で、人の誤認識を防止する効果が見込める。

3.2 現場作業でのAR活用における問題

ARは各種の効果が見込めるが、現状、現場作業での継続的かつ大規模な活用・運用の例はほとんどなく、普及・定着にはまだ多くの問題がある。その一つが、コンテンツ作成の技術的な難易度の高さである。

ARを活用する場合、ARを使ったデジタルコンテンツはカメラ搭載のスマートデバイス上で動作するため、コンテンツ作成には、モバイルOS (基本ソフトウェア)上で動作するアプリの開発など専門的な技術と相応の開発期間が必要になる。しかし、製造現場では、作業手順書や操作マニュアルを作業者が作る場合が多く、アプリ開発の技術があることはまれで、必然的に外部委託となる。マニュアル数は膨大で、更新頻度も高く、作成・更新の度に外部委託では多大なコストと時間が掛かり、コスト面・リードタイム面で継続的な運用が非現実的になる。

3.3 現場作業で活用できる Meister AR Suite

Meister AR Suiteは、ARコンテンツをプログラミング不要で作成できるWindowsアプリケーション(ストーリーデザイナー)と、コンテンツを再生・閲覧するためのモバイルアプリ(ストーリービューアー)から構成されるシステムである(図3)。シンプルなユーザーインターフェースにより、アプリの開発技術はもちろん、ARや画像認識といった専門知識のない作業者でも、先進的なARを使ったデジタルコンテンツを簡単に作成・編集できる。自分で作れて外部委託が不要なだけでなく、新しい設備の導入や業務プロセスの改善といった現場の変化にも柔軟に対応可能である。

また、ARだけでなく、画像・動画・音声・テキストなどを含むデジタルコンテンツを、作業工程のシーンごとに手順

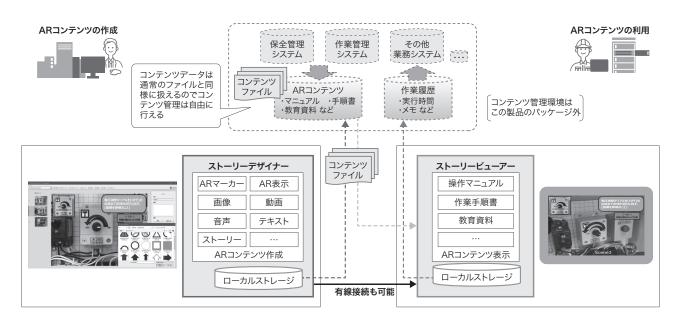


図3. Meister AR Suite のシステム構成

ARコンテンツをパソコンで作成し、スマートデバイスで再生して使用する。 Overview of Meister AR Suite solution



図4. ARコンテンツ作成画面

スライド作成ツールのように、ARオブジェクトや画像、動画などを視覚的・直感的な操作で自由に配置できる。

Example of display for creating AR content

に沿って作成できる。これにより、経験の少ない作業者にも 分かりやすく、作業を安全・確実にサポートするコンテンツ が容易に作成可能となっている(図4)。

更に、ARの表示には、現実世界の中で基準となる箇所を認識する必要があり、多くのARアプリでは基準として白黒の矩形マーカーが使われる。専用のマーカーが必要な場合、全ての対象物にあらかじめマーカーを貼付しておく必要があり、マーカーの作成・貼付・保持にも多くの手間が掛かる。しかしMeister AR Suiteは、メンテナンス対象の写真から、任意の箇所をマーカーとして指定でき、マーカー



図5. ARマーカーの指定

ARを表示する対象物自体をマーカーとして指定でき、ARの活用範囲が広がる。

AR marker designation

の貼付は不要である。屋外設備や製品などマーカーの貼付が難しい対象物にも、ARコンテンツを表示できて、ARの活用シーンを広げることができる(図5)。

加えて、スタンドアローンでも動作可能なため、屋外や地下などのネットワークがつながらない場所や、情報セキュリティーの厳しい環境でも利用できるアプリである。

これらのスモールスタートが可能なソリューションを提供することで、ARの現場活用へのハードルを下げられる。

3.4 活用事例

現場の機器操作にMeister AR Suiteを導入し、ARを

駆使したマニュアル化に取り組むことで、熟練者によるマンツーマン指導と紙のマニュアルから脱却し、より効率的な技術継承と時間創出を実現した。外部委託が不要で作成したデジタルマニュアルにより、作業者は熟練者のサポートなしで試験装置の基本的な操作ができるようになり、習熟度の向上と、効果的かつ効率的な技術継承ができた。これにより技術習得の時間も大きく削減でき、削減した時間は次のステップにつなげる高付加価値の業務に充てることができた。

4. Meister MR Link

4.1 ソリューションの概要

Meister MR Linkは、AR・MRを使い、タブレット上で 現実座標上の実物とCG(コンピューターグラフィックス)座 標上の3D CADデータを同一座標上に重ね合わせて見比べ るソリューションである。システム構成は、3D CADデータ を3Dモデル化するデータ変換ツールと、作成した3Dモデ ルを表示するアプリである(図6)。

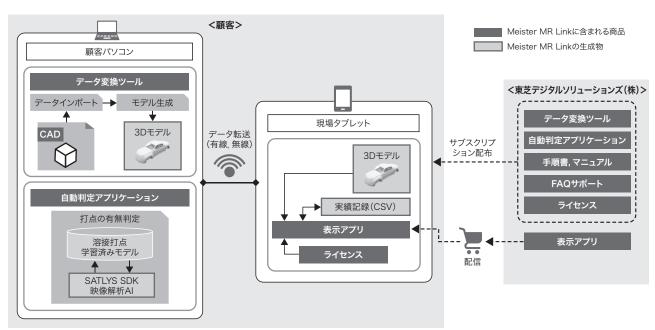
例えば、自動車製造における溶接打点や、プリント基板・製品組み立てにおける取り付け部品などの外観の目視検査作業では、従来、紙の図面や指示書を見ながら部品の取り付け位置や有無を検査している。Meister MR Linkを活用すれば3D CADデータが実物に重なって表示でき、目視検査作業が、タブレット内で完結する。作業効率が上

がるだけでなく、検査用のガバリ(実寸治具)が3D CAD データに置き換わることによる設備コストの抑制も見込める。

4.2 特長

Meister MR Linkは、四つの特長がある。

- (1) 3D CADデータを直接取り込むことが可能 通常は3Dモデル化するために指定された中間フォーマットに変換することが多いが、Meister MR Linkはネイティブの3D CADデータやCADモデルを、データ変換ツール(図6)で直接取り込むことが可能である。そのため、シームレスに変換作業ができる。
- (2) 専用設備や作業前のセッティングが不要 3D モデルを実物に重ね合わせるARマーカーや専用サーバーは不要で、3Dモデルが入っているタブレット1台を作業現場に持って行けば、それで準備は完了する。3Dモデルを作成するプロセスも簡単にできる画面を用意しており、作業者が簡単に作成できる仕組みとなっている。
- (3) バーチャル付箋機能を搭載 独自の証跡(レポート)機能であり、検査工程などで活用できる。
- (4) 当社の映像解析AIを使った自動判定機能を搭載 自動車の溶接工程での溶接打点には,正しい位置 に溶接打点があるかないかの判定機能を搭載してい る。従来,一つ一つ目視検査したものを,十数打点



SATLYS SDK: 東芝アナリティクスAI "SATLYS" オンプレミス用 CSV: Comma-Separated Values FAQ: Frequently Asked Questions

図6. Meister MR Linkのシステム構成

パソコンとスマートデバイスだけで運用が可能なため、機密情報である設計データを安全に活用できる。

Overview of Meister MR Link solution

で数秒^(注1)の短時間にでき、品質判定まで自動的に サポートする。

4.3 活用事例

Meister MR Linkを活用した二つの事例を述べる。

(1) 溶接打点の品質検査 自動車の試作工程で、サプライヤーから受け入れた部品の溶接打点や、溶接

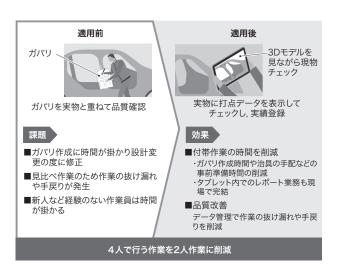
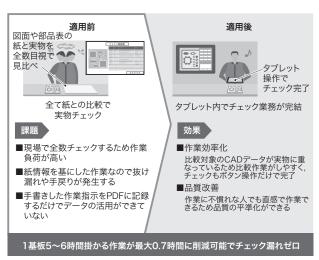


図7. 溶接打点の品質検査でのMeister MR Linkの活用事例

事前作業や治具が不要になり、作業ミスも削減できたため、検査時間の50%削減や経費削減に貢献した。

Application of Meister MR Link to welding point quality inspection



PDF:Portable Document Format

図8. 基板の良品判定でのMeister MR Linkの活用事例

判定の抜け漏れや手戻りを削減でき、目視検査の工数の80%以上を削減し、品質改善に貢献した。

Application of Meister MR Link to inspection of boards for in-vehicle systems

(注1) 当社の検証環境での数値。

ロボットが打点した溶接打点に、ガバリを使って品質検査する作業で活用し、検査時間を50%削減した(図7)。

(2) 基板の良品判定 車載用の基板製造で,ライン変更や設計変更に伴う基板の良品判定において,図面と基板の全数比較を目視検査する作業に代えて活用し,80%以上の工数を削減した(図8)。

5. あとがき

今後のXR市場の命題は、ただCGを重ね合わせるだけでなく、自動で判定・計測することである。Meister MR Linkは、映像解析AIによる溶接打点の自動判定機能を実装済みであり、不良判定(ずれた打点)のずれ量の計測機能を追加する予定である。XRはビジネス分野ではまだ過渡期だが、ほかの技術と組み合わせて更なる適用領域拡大が期待される。

XRはあくまで表示技術であり、人が見るためのものや、現実世界 (Physical) で人の動きをサポートするものであるが、仮想と現実を組み合わせるという意味では、東芝グループが進める CPS (サイバーフィジカルシステム) の一種ともいえる。

東芝グループは、使いやすさや運用性を重視した製品で XRの活用を進めるとともに、他システムとの連携や併用による相乗効果で、現場の更なるデジタル化・高度化を目指していく。

・Windows は、Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録 商標又は商標。



原田 浩史 HARADA Hiroshi 東芝デジタルソリューションズ(株) スマートマニュファクチャリング事業部 スマートマニュファクチャリング技術部 Toshiba Digital Solutions Corp.



中村 麻周 NAKAMURA Mashu 東芝デジタルソリューションズ(株) スマートマニュファクチャリング事業部 自動車ソリューション技術部 Toshiba Digital Solutions Corp.