

AR技術で実現するスマートデバイスを活用した現場業務革新

Innovation in Field Operations using Smart Devices with Augmented Reality Technology

● 原 英樹 ● 桑原 博

あらまし

スマートデバイスを活用し、作業品質向上など現場業務の改善を望む企業のニーズが高まっている。これに応えるため、富士通は現実の情報にICTを活用して得られるデジタル情報などを重ね合わせて表示するAR(Augmented Reality：拡張現実)技術を活用し、現場業務を革新するAR統合基盤製品 FUJITSU Software Interstage AR Processing Server (Interstage AR)を提供している。本製品の特長は、操作ガイダンスやマニュアルなど現場業務に必要な情報を、設備などに重ね合わせて表示し直感的かつ視覚的に分かりやすいナビゲーションによる作業精度・品質の向上、申し送り事項などを作業現場で入力できることによる引き継ぎ精度向上と予防保全の実現、そして電波状態が悪い場所やオフライン環境における端末データキャッシュ機能による作業効率の向上、などが挙げられる。これにより、お客様の作業習熟期間の短縮などにおいて、着実に成果を上げている。

本稿では、本製品を適用・実践し、お客様の現場業務の革新に向けた富士通の取り組みを紹介する。

Abstract

There is a growing need in the corporate world for improving operations in the field and raising the quality of work through the use of smart devices. To meet this need, Fujitsu provides the FUJITSU Software Interstage AR Processing Server (Interstage AR), which uses augmented reality (AR) technology to overlay digital information obtained via information and communications technology (ICT) on real-world information displayed on a smart device. This product has a variety of features that foster innovation in field operations. It can improve the accuracy and quality of fieldwork by overlaying information such as operating instructions and manuals needed for on-site operations on screens displaying actual facilities and by providing an intuitive and visually appealing navigation system. In addition, it enables users to input messages while in the field, which improves the accuracy of information passed on to others and facilitates preventive maintenance. Furthermore, it makes work more efficient by incorporating a terminal data cache for offline environments or sites with poor signal reception. These features can produce valuable results for customers, such as shortening work-training periods. This paper introduces Fujitsu's approach to putting this product into actual practice and fostering innovation in customers' field operations.

まえがき

近年、スマートフォンやタブレット端末などのスマートデバイスの普及が加速し、その機能がますます進化する中、企業においてもこれらの業務利用のニーズが着実に拡大しつつある。

例えば、現場業務で従来より使用している紙伝票を電子化し、バックエンドの企業システムと連携することで、作業品質向上やヒューマンエラー（以下、HE）削減、接客品質改善などを実現したいというニーズなどが挙げられる。

これに対応するため、富士通はエンターテインメント業界で利用が急速に拡大しているAR（Augmented Reality：拡張現実）⁽¹⁾ 技術を活用し、現場業務の革新を支えるAR統合基盤製品 FUJITSU Software Interstage AR Processing Server（以下、Interstage AR）の提供を開始した。^{(2)~(4)}

本稿では、お客様の現場業務にInterstage ARを適用し実践することで、その業務革新の実現に貢献する富士通の取組みを紹介する。

富士通の取組み

ここ数年、エンターテインメントの業界で、AR技術を活用したサービスが急速に普及拡大しつつある。例えば、対戦カードにスマートデバイスをかざすだけでモンスターが3D表示され対戦できるARカード、コンサート会場でステージにスマートデバイスをかざすだけでバーチャルなアイドルを鑑賞できるARコンサート、イベント会場で看板など特定の対象物と一緒に写真撮影すると実在しないアイドルが写るAR記念写真などが実用化されている。

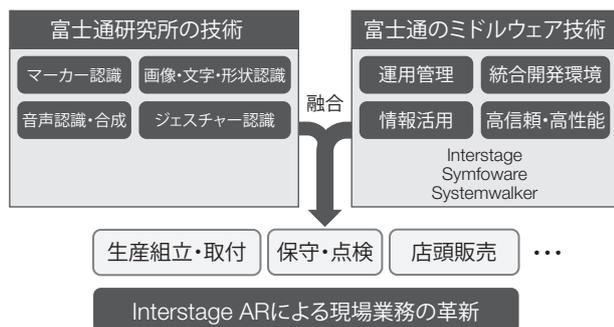


図-1 富士通が目指すAR

富士通は、このAR技術を企業の業務効率化や生産性向上などにも活用できるのではないかと考えた。そこで、富士通研究所が研究開発を進めてきた認識技術と、富士通がホスト・メインフレーム時代より培ってきた高信頼・高可用な技術を融合し、ミドルウェア製品であるInterstage ARを2013年8月に出荷開始した（図-1）。適用業務は、製造業・流通業の生産組立・組付、保守・点検、店頭販売などの現場業務である。特に、後述するメタウォーター様と富士通沼津工場の事例は、保守・点検業務にAR技術を適用・実運用化した世界初の取組みである。

ARの認識・表示方式

ARは、視覚・聴覚・嗅覚など人間の感覚を通じて得られる現実の情報に、装置のメンテナンス情報、在庫管理システムの在庫情報など、ICTを活用して得られるデジタルな情報を重ね合わせて表示することで、人間の感覚を拡張・強化し現場のリアルタイムな判断・アクションを支援する技術である（図-2）。

● ARの認識方式

ARの認識方式は、3種類に大別される。以下にそれぞれの特長と問題点を述べる。

(1) マーカー型画像認識

マーカーと呼ばれる認識目的に特化した特殊な図形を対象物に貼り付け、それをスマートデバイスに搭載されたカメラで認識する方式である。認識の速度と精度の両立を実現するために設計された図形のため、後述するマーカーレス型と比較して、速度、精度、距離、角度の点で優れている。一方で、対象物にマーカーを貼り付けなければならないという制約・不便さがある。



図-2 ARの定義

(2) マーカーレス型画像認識

マーカー型の弱点である「対象物にマーカーを貼り付けなければならない」というデメリットを補足する方式である。スマートデバイスに搭載されたカメラで、あらかじめ撮影した対象物の撮影画像から、特徴点など画像を一意に同定するための識別子を抽出し、カメラに映る画像と突き合わせることで、対象物を認識する方式である。対象物にマーカーを貼り付ける必要がないというメリットがある反面、認識対象物の増加に伴い認識速度が遅延する場合がある。

(3) 位置情報認識

スマートデバイスに搭載されたGPSセンサー、加速度センサー、地磁気センサーを活用することで、スマートデバイスを持つ利用者の位置情報、向き、進む方向を認識する方式である。GPS位置情報が正確に取得できる屋外で有効な方式であるが、高層ビルが立ち並ぶ首都圏などでは、GPS位置情報の精度が低くなるというデメリットがある。また、地下・屋内などGPS位置情報が取得できない場所では利用できないというデメリットがある。最近では、複数の無線Wi-Fiアクセスポイントからの電波の強度により、屋内でも位置情報を認識できる技術の研究、および実用化も進みつつある。

● ARの表示方式

ARの表示方式は、ディスプレイ表示方式、プロジェクションマッピング方式の2種類に大別される。以下に、それぞれの概要を述べる。

(1) ディスプレイ表示方式

ディスプレイ・モニターもしくはヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）に画像を表示する方式で、スマートデバイスの普及拡大に伴い一般化しつつある。両手を使用する作業シーンでは、ハンズフリーでの作業が可能なHMDなどウェアラブル端末の利用を検討するケースが増加傾向にある。

(2) プロジェクションマッピング方式

プロジェクターで対象物に画像を投影する方式である。投影した画像を複数人で共有できる点がメリットであるが、太陽光が当たる屋外の明るい現場ではプロジェクターの輝度が不足し、投影した画像が見にくいというデメリットがある。

お客様の保守・点検業務の課題

富士通は、まず最初にInterstage ARを保守・点検業務に導入した。その理由は、以下に述べる明確な課題があったためである。

● 保守・点検業務の負担軽減・効率化

保守・点検の作業対象となる設備、およびそれを構成する部品数が多いため、作業量が増加している。更に、トラブル発生時はマニュアル類を事務所に取りに戻るなど、現場と事務所の往復回数が多くなるため、作業に掛かる費用・工数・時間が増大する傾向にある。

● HE削減

経済産業省の調査⁽⁵⁾によれば、産業事故の約8割がHEに起因している。例えば、判断・対処を誤った、マニュアルの記載どおりに操作しなかった、最新の手順が作業手順書に反映されていなかった（マニュアル不備）、熟練者の技能・技術が若手・新人に継承されない、ことなどが挙げられる。更に、2020年には熟練者の大量退職を控えている⁽⁶⁾ことから、問題はますます深刻になりつつある。

● 人間の知覚能力を超えた情報の見える化

例えば、基地局設置作業の現場において、数百本の回線ケーブルを設置する中、誤って結線・断線するミスが発生することがある。これは、人間の能力の限界であり、ICTを利活用することで人間の知覚能力を超えた情報が見える化し、活用する必要がある。

Interstage ARによる課題解決

以下に示すInterstage ARの機能を活用することで、前章の課題を解決できると考えた（図-3）。

● 作業対象に、作業手順・方法を重ね合わせて表示

作業の手順を説明する吹き出しアイコンや、マニュアルを参照するアイコンを対象物に重ね合わせて表示することで、正確かつ確実に作業できるようになる。これにより、現場作業の負担軽減・効率化に貢献できる。

● 過去の保守履歴を重ね合わせて表示

保守作業において、担当者が申し送りせずに次の担当者に引き継いだ結果、事故につながるケースがある。このため、「誰が」「いつ」「何を」「ど

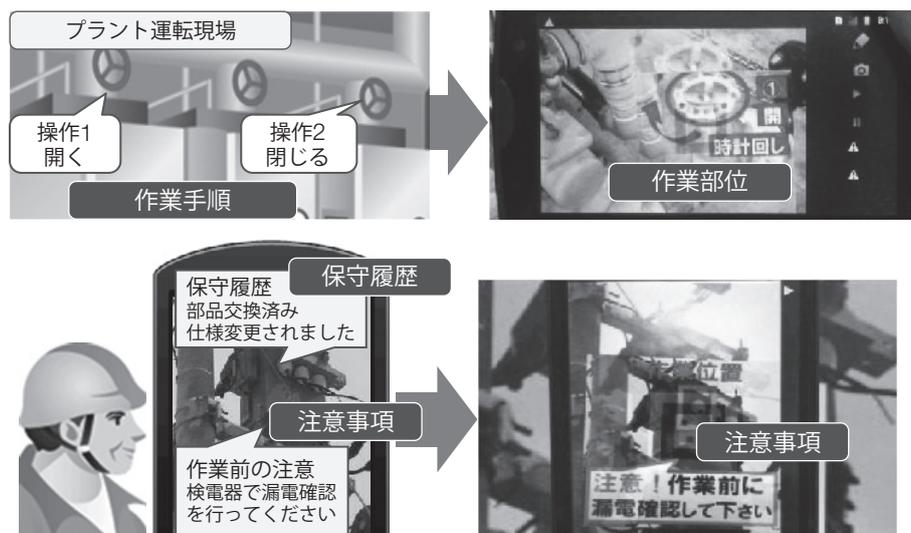


図-3 Interstage ARによる保守・点検業務の一例

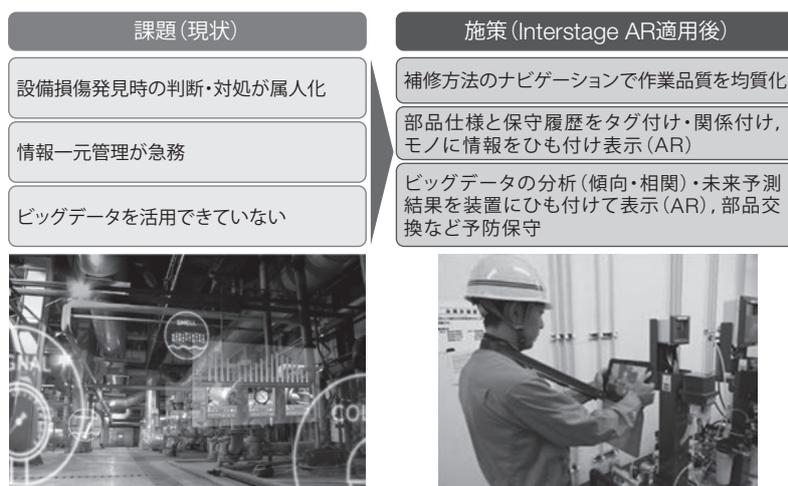


図-4 メタウォーター様 上下水道インフラ保守・点検の事例

のように」操作したか、過去の保守履歴を作業前にタイムリーに表示することでHEを予防し、事故撲滅に貢献できる。

● 注意事項を重ね合わせて表示

新人・若手はもちろん、熟練者でさえ忘れがちな作業前の注意事項、例えば「感電のリスクがあるため濡れた手で触るな」「作業前に検電器で漏電確認を怠るな」などをタイムリーに表示することでうっかりミスを予防できる。

Interstage AR導入効果

Interstage ARをメタウォーター様と富士通沼津

工場の現場業務に導入・適用した事例を紹介する。

● メタウォーター様の事例^{(7),(8)}

メタウォーター様には、インフラ施設の点検業務に Interstage AR をご活用いただいている。従来、現場で部品の故障を発見してもその型番がすぐに分からないため、対象部品の在庫確認、注文処理などを含め修理期間に約2か月かかっていた。Interstage AR導入後は、スマートデバイスをかざすだけで型番情報や過去の保守履歴を現場で即時に確認できるため、この修理期間を最短2週間に短縮できた (図-4)。

この取組みは、熟練者の五感に頼っていた設備

管理ノウハウを可視化し、関係者が共有できることが評価され、公益財団法人日本デザイン振興会が主催する総合的なデザインの推奨制度であるグッドデザイン賞を2013年度に受賞している。⁽⁹⁾

● 富士通沼津工場の事例⁽¹⁰⁾

冷凍機や冷却水ポンプなどの工場設備を毎日昼夜に巡回点検を行う業務において、以下のような導入効果を得た。

- (1) 熟練者と若手・新人でトラブル発生時の対処にばらつきがあった。熟練者は、これまでの経験や勘によりトラブルに気付いたり対処したりできる。しかし、若手・新人はトラブルに気付かない場合が多く、たとえ気付いても対処方法が分からない場合があった。この問題に対し、Interstage ARを導入することによって、例えば「凝縮液の出口温度と入口温度の差が小さくなった」という事象が発生した場合は、「チューブの水垢を清掃することで対処した」など、熟練者の過去の保守履歴をタイムリーに表示できる。このため、若手・新人でも現場で判断し対処できるようになった。これにより、作業の標準化と作業品質の底上げ・向上に成功した。
- (2) 現場で水漏れなどを発見した場合、従来は一旦事務所に戻ってホワイトボードに記録するという個人の記憶に頼る運用であった。そのため、正確な報告や引継ぎができていない場合があった。この問題に対し、正確な位置に正確な情報を記録・表示するInterstage ARの特長を活用した。具体的には、あたかも3次元空間上に付箋紙を貼るイメージで「水漏れ発見」という文字列を水漏れ発見箇所に登録することで、正確な引き継ぎ・申し送りができるようになり、作業精度・作業品質の向上に成功した。
- (3) 事務所には、点検結果や部品交換記録を記入した紙が、ファイリング・保管されていただけであり、ほかの作業者が閲覧することが困難であった。そのため、突然の故障発生による事後保全の対処に工数・費用がかさんでいた。この問題に対し、毎日の点検結果をスマートデバイス上のInterstage ARから入力することにした。これにより、点検結果はダッシュボードを使用して1週間の日時推移を確認できる。また、点検対象設備にスマートデバイスをかざすと、該当設備の温度



図-5 富士通沼津工場 巡回点検業務の事例

の1週間の推移傾向が折れ線グラフで表示されるだけでなく、前任者の申し送り・引き継ぎ事項を表示できるようにした(図-5)。例えば、冷却水の温度が徐々に上昇の傾向にあれば、上限値や下限値などしきい値に到達していなくても、現用の冷凍機の冷凍能力が不足していることが分かる。これにより、若手・新人でも現場で大容量の冷凍機への切替え判断ができるようになった。

このように、Interstage AR導入前は紙と個人の勘とスキルに依存した運用だったが、導入後は、データやマニュアルを全て電子化することで、作業の標準化と品質の底上げに成功した。この結果、ペーパーレスによる作業効率10%向上、トラブル発生時のダウンタイム1/6削減、ヒヤリハット60%削減に成功した。

上述した事例以外にも、次のようなInterstage ARの導入効果が期待できる。

- ・バックエンドシステムで管理している在庫、生産実績、保全履歴を現場でリアルタイムに把握できる。
- ・現場点検結果などフロントエンドで入力された生のデータをバックエンドの企業システムにリアルタイムに反映・フィードバックできる。これにより、フロントエンドとバックエンドの間で、データを双方向かつリアルタイムに活用できる。
- ・従来のICTシステムでは、現場のデータと、バックエンドのICTシステムで管理されるデータが独立の関係にある。このため、現場の作業者は設備管理システム上の情報を検索し、対象設備とひも付ける必要があった。しかし、Interstage ARを活用することにより、対象設備にスマートデバイ

スをかざすだけで必要なデータが取得できるため、データへのアクセス性を向上させられる。

富士通のARの強み

富士通が提供するARの強みと、他社やOSS（Open-Source Software）との差異化ポイントについて、以下に述べる。

(1) 業務・作業手順などコンテキストに応じた最適な情報表示

一般的に、ARは情報をただ重ね合わせ表示するだけのものと理解されている。一方、富士通が提供するInterstage ARは、利用者やその業務内容に応じた最適な情報が表示できる。例えば、点検業務を行う作業員が対象設備のマーカーにスマートデバイスをかざした場合、点検入力フォームを表示し、保守業務を行う作業員が同じマーカーにスマートデバイスをかざした場合は、対象設備の保守操作のガイダンス・ナビゲーションを表示するという切替えができる。

(2) 業務利用に強い認識技術（ARマーカー）

従来、直射日光が当たり白トビが発生する屋外や、露光時間が長く手振れが発生する薄暗い地下工場施設では、バーコードやQRコードの適用が難しかった。富士通独自のARマーカーは、照度条件・認識距離に強いという特長を持っており、このような条件下でもARマーカーを正確に認識できる。また、GPS位置情報認識とARマーカー認識を組み合わせて利用することもできる。

(3) 直感的な操作でコンテンツ作成

従来、AR技術を活用したコンテンツを新規開発する場合、ARの専門業者が数か月・数千万円をかけて開発する必要があった。また、利用者自身がコンテンツを追加・変更することはできなかった。一方、富士通のInterstage ARは、あらかじめ用意されたツール（テキスト文字列、イメージファイル、手書き）を選択して、ピンチイン・ピンチアウトなど直感的な操作で画面上に配置したり、アイコンをタップすることで表示したいドキュメントや動画を簡単な操作で登録したりできる機能を持っている。この機能を利用すれば、専門業者にコンテンツ開発を依頼することなく、作業員自身が現場でコンテンツを容易に追加・変更し、充実させることができる。

(4) オフライン環境での現場業務支援

これまで、数百件に上るお客様の要望に応じてきた実績から、化学プラント、発電施設、地下施設などAR活用ニーズが大きい現場は、機器に誤動作を与えないように3G/LTE公衆回線やWi-Fi無線環境などのネットワーク回線が利用できない場合が多いことが分かっていた。富士通のInterstage ARは、ネットワーク回線が利用可能な事務所などで、サーバのデータをスマートデバイスにキャッシュできる。現場では、このキャッシュしたデータを利用して業務を支援できる端末データキャッシュ機能を提供している。

(5) スマートデバイスに依存しないアプリケーション

従来、モバイルアプリケーション開発は、Android、iOS、Windowsといった主要OSに対応する必要があったため、開発効率・生産性・保守性の低下に懸念があった。富士通のInterstage ARは、開発者が使い慣れているHTML技術を使用してアプリケーション開発できる開発環境・実行プラットフォームを提供している。これにより、異なるOS上で動作するアプリケーションの開発効率・生産性・保守性が飛躍的に向上している。

ビジネス拡大に向けた更なるチャレンジ

Interstage ARの現場実践により、新たな課題が見えてきた。その一部を以下に紹介する。

化学プラントなどにおけるARを活用した点検では、防爆・防塵・防水規格に準拠したスマートデバイスやウェアラブル端末を提供する必要がある。

製油所など両手を使った作業が発生する現場作業では、作業員の安心・安全を守るためハンズフリー要件が求められる。そのため、ウェアラブル端末上でのAR動作保証を進めていく必要がある。

通信キャリア基地設置業務など、二人一組のダブルチェック体制が求められる危険を伴う作業は、例えば、中央監視室にいる熟練者と現場にいる経験の浅い作業員との間で、画像を共有しながら確認できる後方遠隔支援機能を提供していく必要がある。

食品製造ラインなど、異物混入リスクがある現場や高温多湿の現場では、ARマーカーが貼り付けできない。そのため、マーカーレス型の画像認識

や文字認識、音声認識など、利用シーンに応じて最適な認識手段を利用者が選択できる仕様にする必要がある。

今後は、これらの課題解決のための仕様変更や機能追加に留まらず、BtoBからBtoCへと更なるビジネス拡大に向けてチャレンジしていきたい。

む す び

本稿では、AR技術を活用して現場業務を革新するFUJITSU Software Interstage AR Processing Server (Interstage AR) について述べた。

様々なお客様導入事例を通じて培った現場ノウハウや自社実践をベースに、今後もInterstage ARの現場適用を継続していく。それにより、ビジネスの起点となる現場力を更に高め、お客様の課題を解決し競争力強化と業務革新に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- (1) 富士通：AR (Augmented Reality：拡張現実).
<http://jp.fujitsu.com/solutions/crm/web-integration/column/column012.html?from=c011>
- (2) 富士通：AR統合基盤製品 FUJITSU Software Interstage AR Processing Server.
<http://interstage.fujitsu.com/jp/arprocessserver/>
- (3) 日本経済新聞BPニュースセレクト：富士通、タブレットとARで業務効率化を支援するソフト.
http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2502D_V20C13A4000000/
- (4) YouTube：スマートデバイスによるワークスタイル

変革情報活用ソフトウェア説明会.

http://www.youtube.com/watch?v=mosyD8HMBK4&list=UUAhZBel56tAnwnQYkToJ_vQ&index=1

- (5) 経済産業省：産業事故調査結果の中間取りまとめ(平成15年12月16日).

<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g40129b20j.pdf>

- (6) 厚生労働省：高齢者雇用促進への政府の取組～改正高齢者雇用安定法の施行～ 資料3.

<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000022toc-att/2r98520000022tsy.pdf>

- (7) 富士通：動画～ミドルウェアチャンネル～ AR技術の活用で熟練者の技術を伝承～メタウォーター株式会社様導入事例～.

<http://software.fujitsu.com/jp/middleware/movie/interstage02/>

- (8) 富士通：AR技術の活用で熟練者の技術を伝承 水道インフラ現場の作業品質向上とスキルの平準化を実現.

<http://software.fujitsu.com/jp/middleware/casestudies/metawater/>

- (9) グッドデザイン賞：新世代上下水道インフラプラットフォーム [スマートフィールドサービス].

<http://www.g-mark.org/award/describe/40433>

- (10) 富士通：動画～ミドルウェアチャンネル～ ARでつくる新しい現場のカタチ～富士通社内実践をとおして～.

<http://software.fujitsu.com/jp/middleware/movie/interstage01/>

著者紹介



原 英樹 (はら ひでき)

ミドルウェア事業本部HCCソフトウェアプロジェクト所属
現在、Interstage AR製品の企画・設計・開発に加え、お客様の課題を解決するソリューションの提案・適用支援に従事。



桑原 博 (くわばら ひろし)

ミドルウェア事業本部HCCソフトウェアプロジェクト所属
現在、Interstage AR製品の企画・設計・開発・保守・サポート業務に従事。