

宇宙開発を加速！AR 活用による並行作業化で作業期間が半減

Halve the Work Time through Parallelization of Tasks Using AR



秋山 亜久里^{*1}
Aguri Akiyama

堀井 聖^{*1}
Satoshi Horii

池田 直人^{*2}
Naohito Ikeda

黒田 圭^{*1}
Kei Kuroda

石上 裕聖^{*1}
Yusei Ishigami

二井 祐二^{*3}
Yuji Nii

宇宙システム製品の艤装作業では、図面や手順書の確認に多くの時間を要している。これを解決するため、2022 年度より DI 本部と連携し、AR(拡張現実)技術の適用に向けた開発を進めてきた。“AR グラスを活用した指示方法の切替え”と“パイプモックアップを用いた模擬作業環境の構築”を組み合わせたアプローチを提案した。結果として、作業時間が半分に削減され、若手でもベテランと同様の作業品質を担保できることを確認した。また、パイプモックアップを用いることで、艤装作業と並行して改善活動・教育を行うことができるようになり、部門間の連携強化や問題点の早期発見・解決が促進された。今後は実用に向けて 3D データ取得、人材育成、AR グラスの入手性といった課題の解決を進めていく。

1. はじめに

宇宙システム製品の艤装作業においては、図面や手順書の確認に多くの時間を要している課題がある。これを解決するため、2022 年度より DI 本部と連携し、AR(Augmented Reality: 拡張現実)技術の適用に向けた開発を進めてきた。DI 本部が保有する基盤ツールをアレンジし、効率的に AR ソフトウェアを活用することで、組立作業の支援を目指す。

本研究では、AR 技術を活用して作業者の作業負担を軽減することを目的とする。これにより、作業効率の向上と品質の安定化を図る。

2. 本取組みの背景

近年、世界的に宇宙市場が急速に拡大しており、三菱重工業株式会社でも H3 ロケット等、宇宙システム機器の増産が強く求められている。しかしながら、ベテラン技術者の退職や少子化などにより、必要な人材の確保が非常に困難な状況にある。このような背景から、限られたリソースの中で効率的に増産を実現するための新たな取組みが必要となっている。

宇宙システム製品の艤装作業、特にワイヤハーネス組立作業は、その特性上、作業難易度が非常に高い。この要因としては、(1)ワイヤハーネスのルートは空中を通る部分が多く、目印がないため、正確な取付けが困難である。(2)ワイヤ自体が柔らかく、組立て時にはルートや形状を整えながら慎重に取り付ける必要がある。(3)クランプによる固定箇所が点在しているため、固定位置の特定や取付け作業にも高い技術が求められる、などがあげられる。これらの要因により、作業者は図面や手順書を頻繁に確認しながら作業を進める必要があり、その結果、確認に要する時間

*1 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 製造・発射整備部

*2 デジタルイノベーション本部 デジタルインテリジェンス研究開発部

*3 防衛・宇宙セグメント 宇宙事業部 製造・発射整備部 主席チーム統括

が多くなってしまっている。こうした背景から、ワイヤハーネス組立作業の効率化及び作業負荷の軽減が強く求められている。

3. 取組み内容

本研究では、ワイヤハーネス組立作業における課題を解決するため、AR 技術の活用による作業支援の可能性を検討し、艤装作業の効率化を目指した。具体的には、従来の図面や手順書による指示から、AR グラスを活用した指示方法への切替え、及び AR に加えてパイプモックアップを用いた新たな模擬作業環境の構築の 2 つのアプローチを提案した。

(1) AR グラスによる指示方法の切替え

製品の 3D データから AR データを作成し、艤装を行う構造体上に表示させる方法を導入した。図 1 に本アプローチによる艤装作業のイメージを示す。これにより、作業者は AR グラスを通じてリアルタイムで指示内容を確認でき、作業効率の向上が期待された。

この方法では、若手作業者の工数を削減できるようになり、一定の効果が得られることを確認することができた。しかしながら、ベテランを含めた作業者全員では、工数削減の効果を十分にえられることができなかった。これは、AR グラスによる指示が作業の細かい部分までカバーできておらず、作業者の経験に依存する部分が依然として大きかったためと考えられる。

具体的には、AR グラスに表示される指示が作業の全体像を把握するには十分であったが、個々の部品の取付け位置や角度などの詳細な指示が理解しづらく、作業者が AR グラスを操作しながら作業を進めても、詳細な指示を理解するために図面や手順書による確認が必要となり、作業の流れが中断されることもあった。

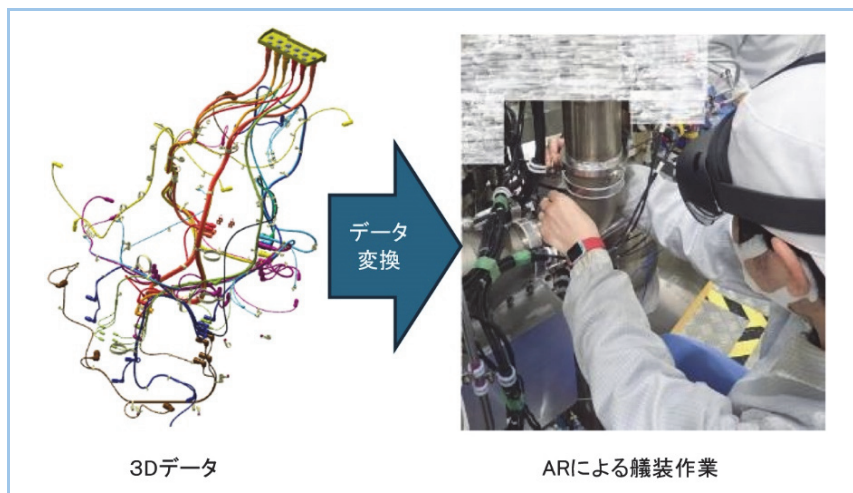


図1 3D データを使った艤装作業(1)

(2) パイプモックアップを用いた模擬作業環境の構築

第二のアプローチとして、AR グラスによる指示に加えてパイプモックアップを用いた新たな模擬作業環境の構築を検討した。具体的には、艤装対象となる構造のパイプモックアップ上に、AR グラスによってワイヤハーネスの艤装ルートを重ね合わせ、作業者は表示されたルートに沿ってワイヤハーネスを取り付けていく。このパイプモックアップには、AR グラスと組み合わせることで、個々の部品の取付け位置や角度などが理解できるような仕掛けを組み込み、図面や手順書を確認しなくても作業を進めることができるようにしている。パイプモックアップ上に艤装したワイヤハーネスは、艤装ルートごとに束にして同じ AR グラスの指示に従って取付け作業を進めていくが、パイプモックアップ上の作業で一度経験している作業であるので、作業者は改めて図面や手順書を確認しなくても作業をすることができる。図 2 にパイプモックアップ上に艤装ルートを重ね合わせた状態を示す。

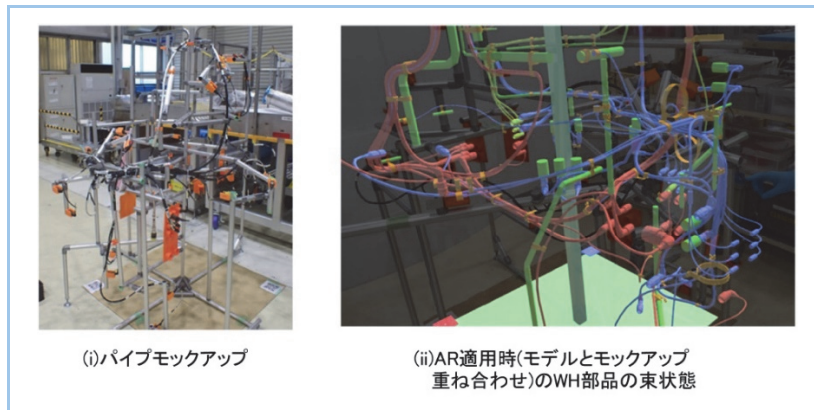


図2 パイプモックアップ上に艤装ルートを重ね合わせた状態

以上の工夫により、AR グラスのみの際に発生していた、詳細な指示が理解しづらいという問題を解決し、作業の流れが中断されることもなくなった。

今回提案するパイプモックアップを使う方法は、先述に加えて3つの作業時間を削減する効果が得られる。

1 つ目は、複数本のキャブタイヤケーブルをパイプモックアップ上で3Dハーネス化することである。具体的には、23本のケーブルを2つの束にまとめることで、製品への艤装作業を大幅に削減できることが期待されている。

2 つ目は製品への取付け時の調整作業を削減することである。パイプモックアップ上の取付けを実施に行った際、空間を3次的にルーティングすること、コネクタの角度がキーとなること、ケーブルの張力が掛かることなどの要因により、多少のズレが生じることが確認された。このズレは、製品に艤装する際に問題となる。ズレが生じていると、製品上で再度バラして調整する必要が生じ、作業効率が低下する可能性がある。そこで、今回その対策として、ハーネスをクランプする個所をパイプモックアップ上ではマジックテープにて固縛することで、製品上での取付けの際にズレを吸収することができ、バラシや無理な張力を掛けることなく艤装ができることを確認できた。この対策により、製品上での調整作業が不要となり、作業時間の短縮と品質の向上が期待できる。また、ケーブルの張力によるストレスを軽減することで、ハーネスの耐久性も向上する可能性がある。図3にパイプモックアップを活用した艤装作業のイメージ図を示す。

3 つ目は複数の作業を並行して進めることができることである。まず、パイプモックアップ上で作業の段取りを行うこと(外段取り化)で、製品への艤装作業を並行して進めることができるようになる。これにより作業時間は半減することができた。

また、パイプモックアップを使用することで、製品を使用せずに設計部門や現場、生産技術、品質保証などの関連部門と改善協議を行うことができるようになった。これにより図4に示すように艤装作業と改善作業・教育を並行して行うことができるようになり、部門間の連携強化や問題点の早期発見・解決が促進された。さらに、製品を用いない技能教育訓練も可能となり、現場作業者のスキル向上や教育コストの削減に貢献した。特に、パイプモックアップは実際の製品とほぼ同じ形状やサイズであるため、作業者は実機に近い環境で練習することができ、技能の向上に大きく寄与した。

以上ここまで説明した、AR グラスによる指示+パイプモックアップの活用により、作業者はより直感的に作業を進めることができ、作業ミスの減少や品質の均一化ができ、若手でもベテランと同様の作業品質を担保することができることを確認した。また並行作業化で作業期間が半減させることができた。

今後の展開として、このモックアップ結果を基に、実際の設計・製造プロセスへの適用を検討し、更なる効率化と品質改善を目指すことが重要である。具体的には、この対策を実際の製品に適用し、長期的な効果を確認するとともに、他のケーブルハーネスにも展開することを検討する。

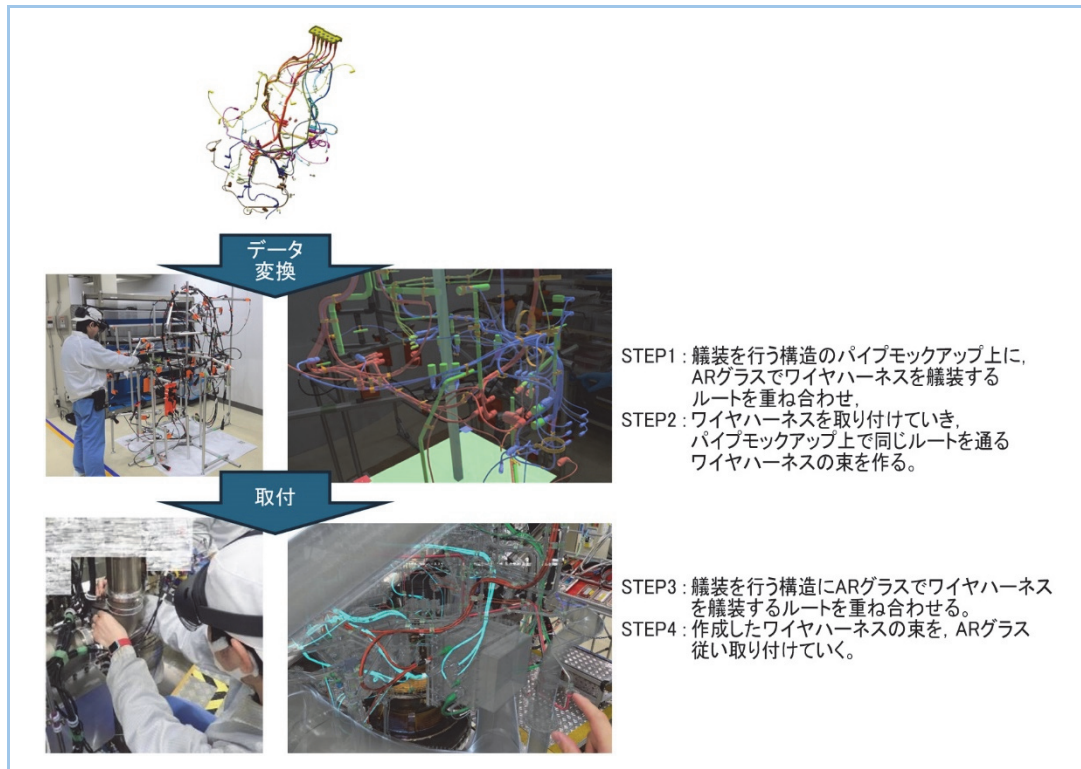


図3 3D データを使った艤装作業(2)

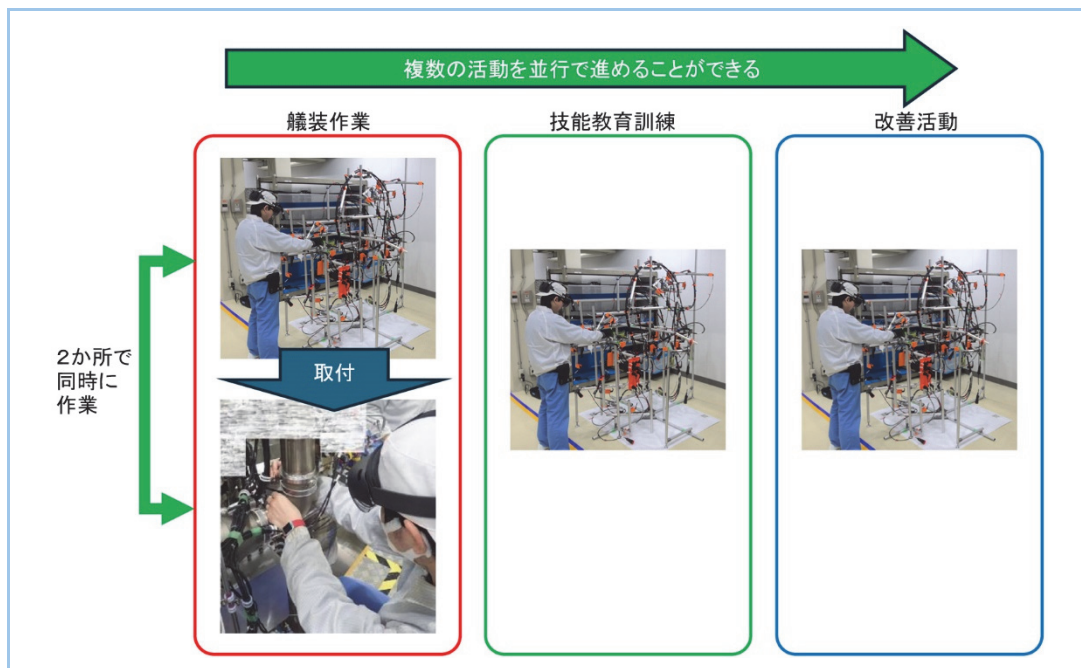


図4 パイプモックアップ導入後の並行作業のイメージ

4. 結果

図3に示す手順により、艤装作業を実施した結果、一部の作業において作業時間が半分(3日⇒1日)に削減され、若手でもベテランと同様の作業品質を担保できることを確認した。この成果は、AR技術とパイプモックアップの組合せが作業効率と品質の両面で大きな効果をもたらすことを示している。また、本提案を通じて抽出された課題と対応策を以下に示す。

(1) 3Dデータ取得

現在のシステムでは、図面から3Dデータを抽出するプロセスが手動で行われており、多くの時間を要している。これに対して、今後図面管理システムの自動化などを行う。

(2) AR データ作成のための人材

AR データの作成には、専門的な知識と技術が必要であり、そのような人材が不足している。これに対して、社内で進められている XR 標準プラットフォームへの対応により、対応可能な人材を増やしていく。

(3) AR グラス入手性

市場での AR グラスの供給が不安定であり、特に本作業に適したモデルの入手が困難となっている。これに対して、安定供給される新規 AR グラスを検討・評価し、その導入を検討していく。

5. まとめ

本報では、作業期間短縮と品質向上を目的に、従来の図面指示から AR グラスを用いた指示へ切り替える手法を提案した。この手法は、作業者が図面を頻繁に確認する必要をなくし、AR グラスを通じてリアルタイムで指示内容を確認できるようにすることで、作業効率の向上を図るものである。具体的には、製品の 3D データから AR データを作成し、艤装を行う構造体上に表示させることで、作業者は直感的に作業を進めることができる。これにより、指示確認時間が大幅に削減され、作業ミスの減少や品質の均一化が期待されたが、期待するほどの効果を得ることができなかった。

AR グラスを用いた指示に加えて、パイプモックアップ上に AR でワイヤハーネスの艤装ルートを重ね合わせることで、効率的かつ正確な作業を実現するとともに、指示確認時間の削減と作業品質の向上に寄与できることを確認した。パイプモックアップは、実際の製品とほぼ同じ形状やサイズであるため、作業者は実機に近い環境で練習することができ、技能の向上に大きく寄与した。また、パイプモックアップを使用することで、製品を使用せずに設計部門や現場、生産技術、品質保証などの関連部門と改善協議を行うことができ、部門間の連携強化や問題点の早期発見・解決が促進された。さらに、製品を用いない技能教育訓練も可能となり、現場作業者のスキル向上や教育コストの削減に貢献した。

今後、パイプモックアップの活用範囲を拡大し、他の作業にも適用することで、組織全体の生産性と技術力の向上が図られる。これにより、本研究で提案した手法が、より広範な業務に適用され、持続可能な成長を実現するための基盤となることを期待している。

参考文献

- (1) 志村 康治ほか, 進化を続ける H3 ロケット 世界で選ばれる打上げ輸送サービスの実現に向けて, 三菱重工技報, Vol.62 No.4 (2025)