

# 今月の 新技術

## 1

### スマートグラスを用いた 解析結果と実機との重畳

株式会社荏原製作所  
技術・知的財産統括部  
戦略技術推進部 xR技術推進課

村瀬 太郎 平田 和也

#### 1. はじめに

仮想現実 (Virtual Reality : VR) に関して、エンターテインメント分野を中心に活用が進んでいます。VRに用いるヘッドマウントディスプレイは、装着者の視覚を仮想空間の世界へと没入させます。また、2010年代後半に一世を風靡したポケモンGO<sup>[1]</sup>のように、ビデオシースルー状態で画面に映し出された現実世界に、架空のオブジェクトを載せる拡張現実 (Augmented Reality : AR) も活用が進んでいます。なお、ARにおいては画面上に2Dのオブジェクトが表示されます。

VRとARのそれぞれの特徴を併せ持つのが、複合現実 (Mixed Reality : MR) と呼ばれる技術です。MRにおいてはビデオシースルー、もしくは光学シースルー状態のスマートグラスを装着し、現実空間に3Dのオブジェクトを立体視することによって、実在するように見せることが可能です。スマートグラス装着者は現実空間上に配置された3Dオブジェクトを覗き込んだり、後ろに回り込んだりすることができます。

VR、AR、及びMRを総称してxRと呼び、荏原製作所 (以下、荏原) では産業応用への取り組みを進めています。一方で、荏原では流体機械の作り出す流動の数値解析結果に対して、xR技術を用いた三次元的評価を試みています。ポンプ内の流動は、非定常な流動を呈します。また、ポンプ内の空間は曲面が多く、その流動は三次元性が高く複雑です。このような非定常かつ複雑なポンプの内部流動に対する解析評価としては、二次断面に切断し表示することを余儀なくされていました。また、解析結果に対して、時間平均を取るなど非定常性の



写真1 Microsoft社 HoloLens 2

検討が十分ではありませんでした。これらの評価法では、高い三次元性や非定常性を有する流れ場に対して、重要な流動現象を見逃すことが懸念されます。そこで、xR技術を用いて三次元的に可視化を行うことにより、複雑な流動現象をより詳細に認識することが重要です。

流動解析の可視化をMRで行う事例としては、室内の空調設備が作り出す流動解析の可視化などへの活用が進められています。しかし、ポンプなどの流体機械の内部流動の可視化に対して、MRを活用している事例はまだ少ないです。そこで本研究では、スマートグラスを用いて流体の数値解析データを三次元的に可視化し、実機ポンプに重畳表示した事例を紹介します。

今回、スマートグラスとしてMicrosoft社HoloLens2 (写真1) を使用しました。スマートグラスでのMR可視化を可能にするシステム (以下、MRシステム) を構築し、荏原製作所藤沢事業所のショールームに設置している遠心ポンプとの重畳可視化を行いました。

[1] ポケモンは任天堂・クリーチャーズ・ゲームフリークの登録商標です。

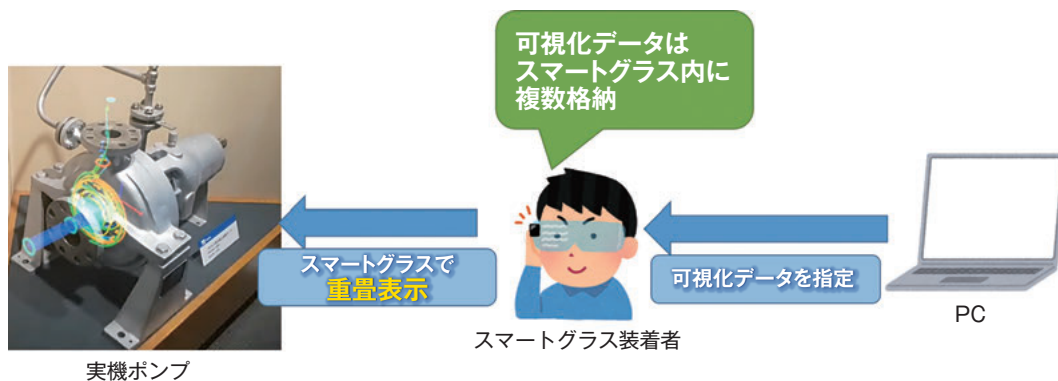


図1 PCからスマートグラスに格納されている可視化データの変更が可能

## 2. ポンプを対象としたMR可視化

### (1) MRシステムの特徴

可視化に用いたMRシステムの特徴について具体的に説明します。本MRシステムでは数値解析結果をスマートグラスに実装し、実機の流体機械に重畳表示するものです。

本MRシステムで用いられる数値解析結果は、一般的な可視化フォーマットであるEnSight CASEに変換した後、Advanced Visual Systems Inc.の可視化ソフトウェアであるAVS/Expressの専用プラグインを用いて読み取り、スマートグラスでの可視化に適した専用のフォーマットに変換します。一連の変換を経て作成された可視化用のデータ（以下、可視化データ）をスマートグラスにあらかじめ格納します。本システムにおいては計算対象の外形線、指定された点からの流跡線、等値面、及び断面の表示と色付けによる可視化が可能です。システム起動後はスマートグラス上に表示される操作メニューにより可視化データの入れ替えが可能です。

スマートグラス上で本システムを起動した後に、二次元コードを読み込むことによって可視化データをあらかじめ指定した位置へ表示させます。つまり、二次元コードは位置合わせ及び可視化データの指定に用いられます。スマートグラス装着者は、可視化対象のポンプ近傍で二次元コードを読み取ることで、それに対応した可視化データを適切な位置に表示させ、実機と重畳させることができます。

また、当MRシステムではスマートグラスと無線LAN通信により接続されているPCからの指示により、スマートグラス上に保存されている別の可視化データへ変更することが可能です（図1）。

### (2) MR可視化結果

今回の可視化に際して用意した解析対象は当社製の遠心ポンプ（図2）であり、数値解析の条件を表1に示します。ポンプの最高効率点において、非定常解析を行いました。ソルバーはAdvanced Visual Systems Inc. CFX2021R2を使用しており、得た数値解析結果を可視化データに変換の上、スマートグラスに格納しました。

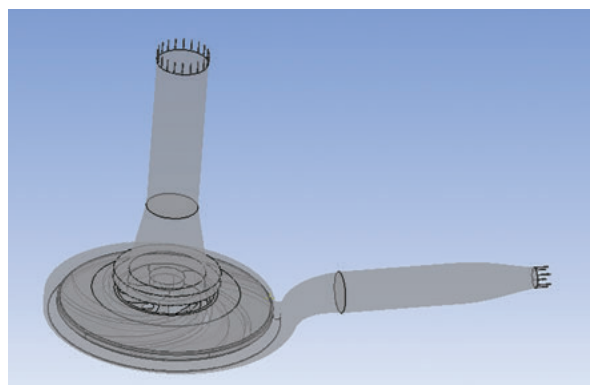


図2 解析対象のUCW型ポンプ

表1 解析条件

解析条件	
計算規模	513万ノード/1,710万エレメント
乱流モデル	SST
精度	空間2次精度、時間2次精度
境界条件	静圧（入口）、流量（出口）
インペラの回転数	2,950rpm

図3は本システムを使用したスマートグラス装着者の視点でのポンプ流動の実機との重畳表示の様子です。(a)はポンプ吸込口から見る装着者の視点、(b)は吸込口の反対側からの視点です。2つの写真が示すとおり、装着者の視点が変わってもMRで表示されている可視化データは、空間上に位置矛盾なく表示されます。図中の青色の線はポンプ吸込口からの流跡線を表しており、流動の様子が実機と重畳された状態で

確認できます。羽根車外形を示す多数のリングは、静圧で色付けをしています。これにより三次元的で複雑な流動が、実機ポンプに重畳された状態で確認することが可能です。

図4では軸方向断面の静圧コンターを表示しています。実機ポンプと重畳することで、断面の位置や方向の直感的な理解が可能となります。

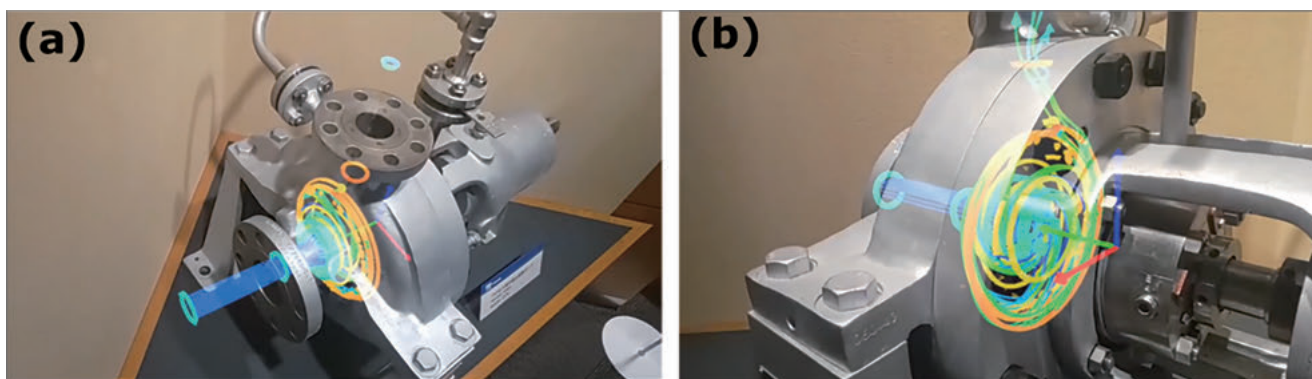


図3 MRシステムを使用した流線と外形線の重畳可視化の様子

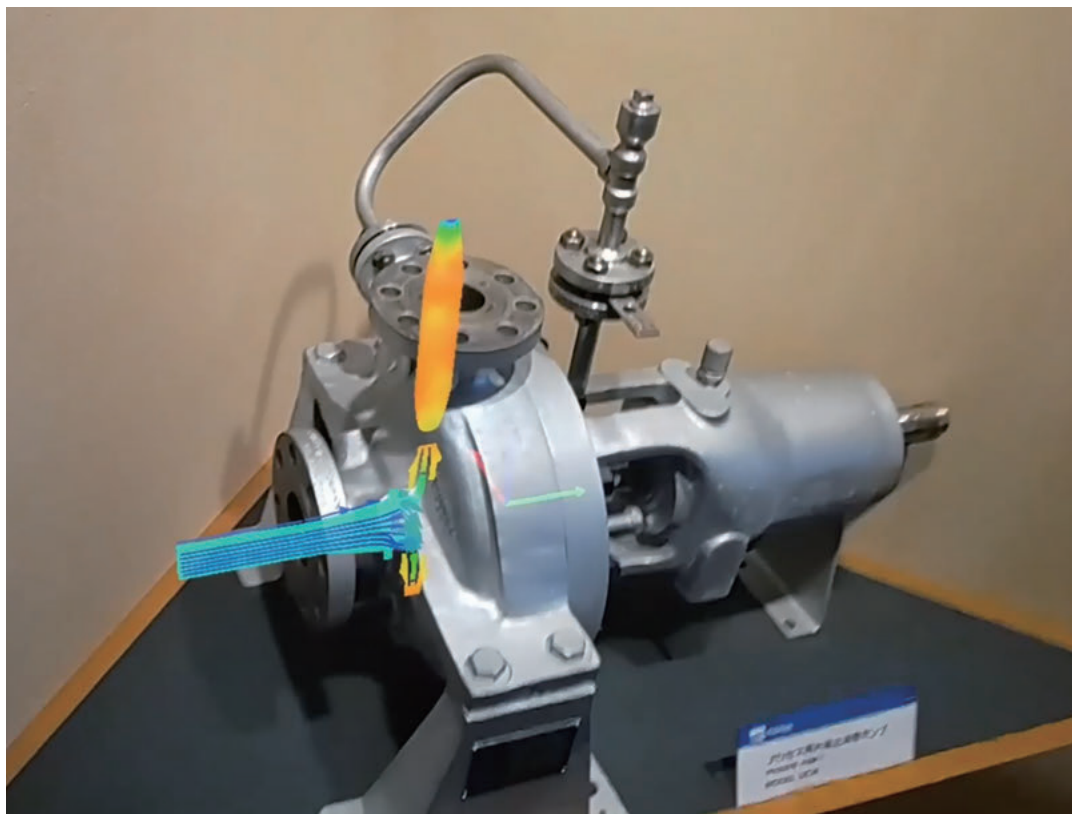


図4 MR可視化システムを利用した断面の可視化の様子。色付けは静圧を表す

### 3. 今後の展開

今後の展開として、次の2つのステップを考えています。

第一のステップとして、当システムを使用して運転中の実機の運転状況に対応した数値解析結果をスマートグラスでMR可視化します(図5)。運転中の実機ポンプに流量計や入口、及び出口の静圧を測定するセンサを配置し、得られた情報をPCに送信します。PCからスマートグラスに、センサ情報に対応した可視化データの表示を指示する信号を送信します。これにより実機の流動状況に即した可視化データによるMR可視化をリアルタイムで行うことができます。

さらに第二ステップとして将来的には、複数のスマートグラス装着者による運転中ポンプのリアルタイムな流動状況の確認を目指します(図6)。実機ポンプの複数のセンサ情報からデータ科学に基づき流れ場を構築し、高速通信によりスマートグラスに転送しMR可視化を行います。データ科学を用いることで、計算されていない条件であってもリアルタイムな流動状況の把握が可能に

なります。スマートグラス装着者は、複数人で同じ可視化データを共有することにより、装着者同士で流動に関する議論を運転中のポンプの眼前で行うことができます。これにより実運用現場での異音や振動などのトラブルの原因を突き止めたり、今まで重要視していなかった物理現象への理解を深められます。これによりポンプの性能改善が期待されます。

### 4. おわりに

本研究ではスマートグラスを用いたMR技術を用いて、数値解析結果と実機ポンプとの重畳を行いました。この技術を用いることで実機ポンプ内の流動の様子を直感的に理解することが可能となりました。将来的には実機ポンプ運転状態において、流動状況の可視化を重畳させて行います。さらに複数人で運転中のポンプ内部の流動を可視化するシステムを構築することにより、流動に関する議論が一層深まり、荏原のみならず業界の発展につながることを期待しています。

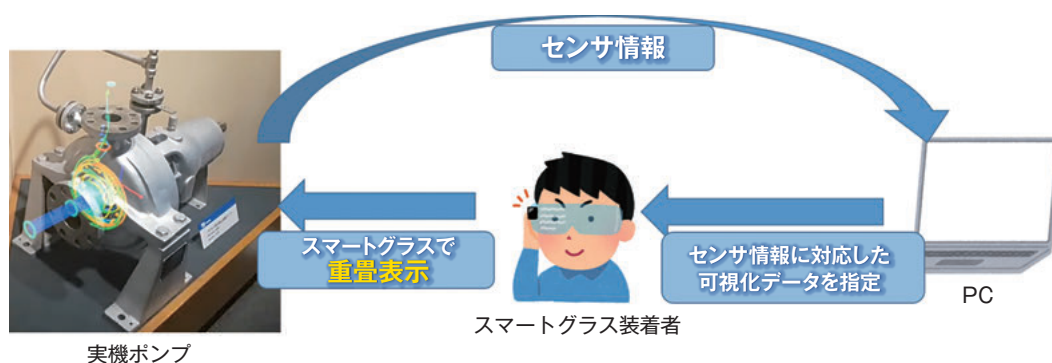


図5 今後の発展に関する第一ステップの概念図

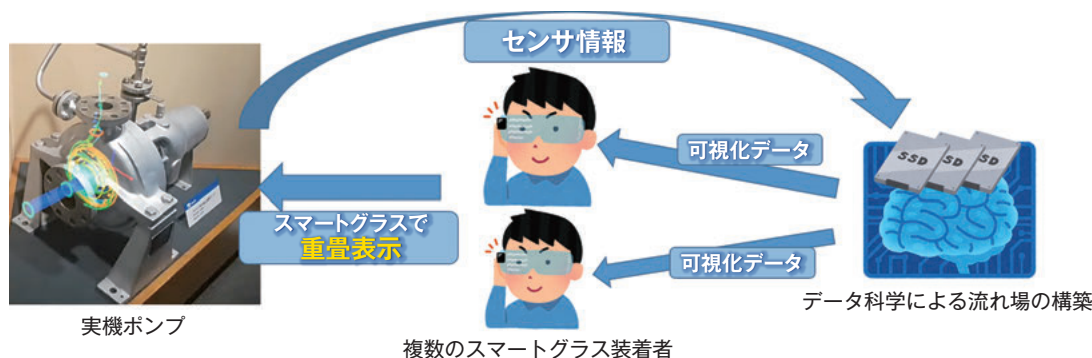


図6 今後の発展に関する第二ステップの概念図

#### 〈参考文献〉

- [1] 對馬、平田、"xR技術を用いたポンプ補器類・配管配置の確認、及び流動状況の把握"、エバラ時報、260・261号、pp.3-6、2021。  
 [2] Zhu, Y.H., Fukuda, T., Yabuki, "N. Integrating Animated Computational Fluid Dynamics into Mixed Reality for Building-Renovation Design."、Technologies 8, 4, 2020.