

## VR/AR 技術を用いた公設試のバーチャル化 (第3報)

### 3 熟練技術の継承に関わる取組

佐々木憲吾、後藤孝文、富森崇文、友國慶子

Virtualization of public testing and research institute using VR / AR technology. (3rd Report)

SASAKI Kengo, GOTOU Takafumi, TOMIMORI Takafumi and TOMOKUNI Keiko

As the working population is decreasing, inherit the techniques of skilled workers has become a major problem. On the other hand, it is not progressing in many companies. Therefore, creating an efficient technology transfer system is expected.

"Technology" is a method of manipulating something, and it is expressed systematically and objectively, it can be visualized. On the other hand, "skills" are subjective abilities that can only be inherit through personal experience, and are difficult to visualize.

Hiroshima Prefecture is promoting DX (Digital Transformation) of operations. This report describes work support tools using AR (Augmented Reality) technology.

キーワード: AR, Technology transfer, Dynamic Manual

## 1 緒 言

内閣府公表の高齢社会白書によると、労働力人口の目安となる 15 歳から 64 歳までの人口は、2020 年では 7,509 万人であったことに対し、20 年後の 2040 年には 5,978 万人まで約 30%も減少すると予想されている。企業では新規採用者よりも退職者の方が多くなることはもはや当然となり、熟練者の技術をいかにして継承するかが大きな課題となっている。

一方で技術継承が課題とは認識しているものの、多くの企業で思うように進んでいないのが実態である。その一つの要因として、技術を整理・体系化して伝えるには、多くの時間と費用が必要であることが考えられる。その他にも、初心者には熟練者が行っている作業がよく理解できていないことも考えられる。初めて行う作業を紙に書かれたテキストから読み解くことは非常に困難であり、そのため、より効率良く分かりやすい技術伝承の仕組み作りが期待されている。

広島県では業務の DX (Digital Transformation) 化を推進しており、本研究では、AR (Augmented Reality: 拡張現実) 技術を用いた、技術伝承の課題を解決するための作業支援ツールについて報告する。

## 2 目 的

業務の DX 化を具現化するに当たり、第2報では従来の紙に書かれた資料による作業マニュアルを、AR 技術を用いることにより一層理解しやすい形で表現することを

目的とした。本研究では第2報で対象とした「引張試験機」に続き、「振動試験機」「オートアナライザ」の動的マニュアルを作成したことを報告する。また、遠隔地の熟練技能者が効率的に技能指導を行う手法の検証にも取り組んだ。

AR 最大の特徴は、文字や動画を現実世界の中に重ね合わせる点である。そのため、デジタルコンテンツの良さを最大限に活かしたシステムの開発を行うことを目的とした。

## 3 機器選定

### 3.1 AR 開発環境選定

本報では第2報同様、作業支援ツールの開発に特化した機能を持つ米 PTC 社製 Vuforia プラットフォームを AR 開発環境として選定した。

Vuforia は幾つかの製品群から構成されている。表1は導入した製品ごとの特長である。

**表1 Vuforia 製品と特長**

製品名	特長
Vuforia Expert Capture	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業支援に特化している。</li> <li>・ 空間認識を容易に行うことができる。</li> </ul>
Vuforia Studio	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3D モデルの取込みや、より自由度の高い作業支援を行うことができる。</li> </ul>
Vuforia Chalk	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AR により、熟練技能者と作業者を効果的に結びつけることができる。</li> </ul>

本報では、作業支援に特化した Vuforia Expert Capture を用いて動的マニュアルを2例作成し、Vuforia Studio を用いて 3D モデルを取り込んだ動的マニュアルの作成も行った。さらに、Vuforia Chalk を用いて熟練技能の遠隔指導事例の作成を行った。

### 3.2 AR 開発・実行デバイス選定

Vuforia Expert Capture での動的マニュアル開発・実行に関しては、第2報同様に 3D 空間認識が可能な AR グラスである米 Microsoft 社製 HoloLens 2 を用いることとした。図1は、導入した HoloLens2 である。

Vuforia Studio を利用した 3D モデルを取り込んだ動的マニュアルと熟練技能の遠隔指導の実行環境は、流通量の多い iOS、Android OS 搭載のスマートフォン・タブレットを選定した。



図1 導入した HoloLens 2

## 4 動的マニュアルの開発

### 4.1 テンプレート化された動的マニュアルの作成

図2は、Vuforia Expert Capture を用いて開発した振動試験機の動的マニュアルである。表1のとおり、Vuforia Expert Capture は作業支援に特化しており、マニュアル作りがテンプレート化されているため作成しやすい。前報の引張試験機の場合は、本体と PC 間の操作移動が頻繁なため、PC での操作も含め全て AR グラス上に作業指示を表示させた。しかし、AR グラス上に表示される画像が小さいため PC の文字やアイコンが不明瞭であることが問題点であった。振動試験機の場合は、前半の装置本体の操作が終わると、後半は主に PC での操作となる。そこで、振動試験機後半の操作は AR グラスを用いず、タブレット端末上にスライドショー形式で操作方法を表示させることとした。PC の操作画面のキャプチャ画像を用いることにより、手元で鮮明な操作手順を確

認することが可能となった。図3は、タブレットに表示した操作画面である。

同様に、オートアナライザに関する動的マニュアルも作成した。オートアナライザとは、主に農業分野で利用され、土壌の硝酸態窒素とアンモニア態窒素濃度を測る際に、前処理から分析までを自動で行う装置である。

オートアナライザの操作中には部屋を移動する工程がある。部屋間の移動に関しても 3D 空間認識機能を用いた矢印が表示され、移動すべき部屋と部屋内部の作業場まで利用者はナビゲートされる。

オートアナライザに関しても、PC での操作はタブレット端末上に表示させることとした。図4は、AR グラスを



図2 振動試験機の動的マニュアル (AR)

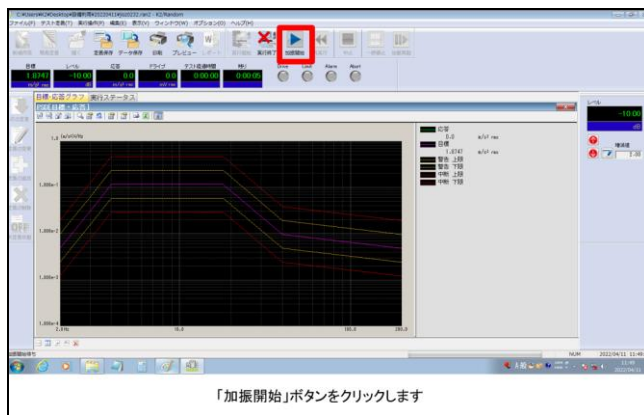


図3 タブレットに表示した操作画面



図4 AR グラスを装着し操作を行う様子

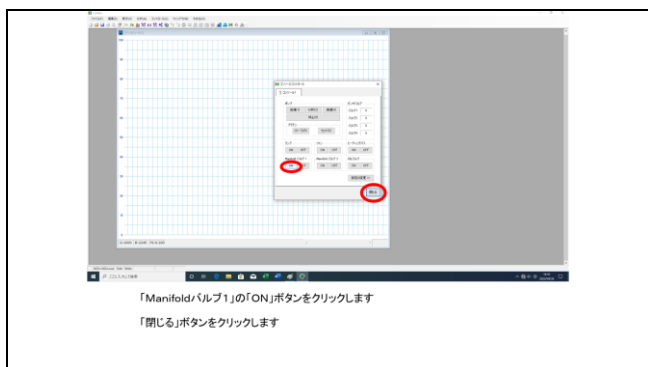


図5 タブレットに表示した操作画面

装着しオートアナライザの操作を行っている様子、**図5**は、タブレットに表示した操作画面である。

被験者でテストしたところ、振動試験機もオートアナライザも、全く操作したことがない初心者が初見で一連の操作を行えることが確認できた。

#### 4.2 自由度の高い動的マニュアルの作成

Vuforia Expert Capture は、作業支援に特化しているため動的マニュアルの作成に適している。空間認識能力にも優れている。一方で、テンプレートにあらかじめ用意されたこと以外を行うことはできない欠点がある。画像や動画を任意の大きさと任意の位置に表示させたり、3D CAD データをアニメーション表示させたりすることはできない。そこで、**表1**の Vuforia Studio を使い、より自由度の高い動的マニュアルの開発を行った。**図6**は、プログラム学習用に作成したコーヒーマーカの動的マニュアル作成画面である。

**図6**で作成した動的マニュアルは、タブレット・スマートフォン上で動作させる仕様とした。文字や画像を自由な位置に自由な大きさと配置することができ、3D CAD データを取り込み、アニメーション表示を行うこともできた。マニュアルの作成し易さや空間認識に関しては Vuforia Expert Capture の方に分があり、用途に応じての使い分けが必要となる。



図6 コーヒーマーカの動的マニュアル

### 5 熟練者による遠隔技能指導

熟練者不足が問題視される中、技能指導を効率的に行う手法の登場が期待されている。そこで、**表1**の Vuforia Chalk を使い、アスパラガスの立茎課題を対象に熟練技能の遠隔指導を試みた。

アスパラガスは、根に蓄えられた養分を使って芽生える。この養分が次第に減少していくために一株当たり数本の親茎を収穫せずに成長させなければならない。収量を増やすには、親茎には良質のものを均等に残すことが良いとされ、どの芽を残すかの判断には経験が必要とされている。初心の生産者は立茎のノウハウを熟練者に問

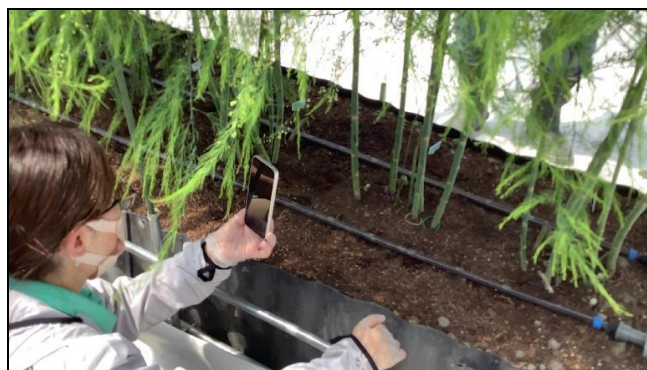


図7 遠隔地から熟練者の指導を受けている様子

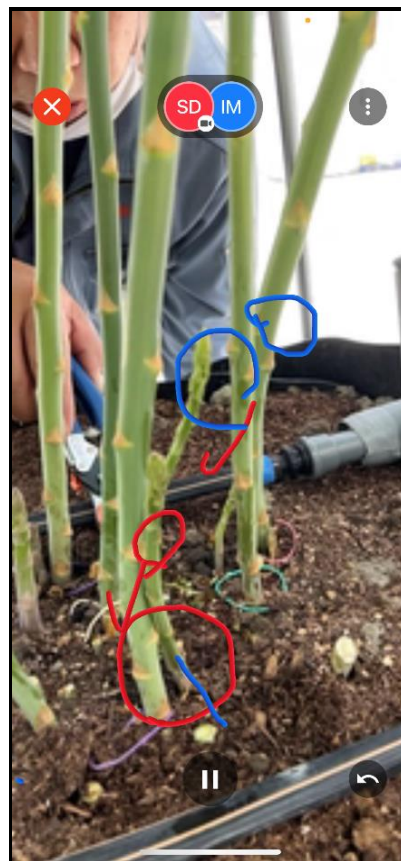


図8 スマートフォンの表示画面

うことが多く、従来は熟練者が直接指導に訪れていた。この指導を遠隔地から行うことができれば効率の大きな改善が見込まれる。

図7は、スマートフォンを用い、実際に初心生産者が遠隔地の熟練技能者から指導を受けている様子である。

図8は、この時スマートフォンに表示されていた画面である。図8のとおり、Vuforia Chalk を用いれば音声と画像だけの単なるビデオ通話とは異なり、スマートフォンに表示された画面に指で印を付けることができる。

図8では、赤色は生産者が画面上に描いたマーク、青色はそれに対して熟練者が指導を行ったマークである。いずれも通話を行いながらリアルタイムにマーキングできるため、初心生産者と熟練者間の意思疎通は飛躍的に向上し、どの芽を立茎に使うかを容易に指示・理解することが可能となった。互いに AR 機能に対応したスマートフォンを用いれば、空間上の位置を記憶させることができるため、表示画面が動いても、つまり会話中に手が動いても記入した印も追従して動き、指示対象から離れることはない。

## 6 結 言

本報では以下の技術開発を行った。

1. 動的マニュアル
  - ・振動試験機
  - ・オートアナライザ
2. 熟練技能の遠隔指導技術

「技術」とは人が何かを操作する手法であり、系統立てて客観的に表現し得るものであるため、可視化が可能である。一方、「技能」とは人と人との間で体得することでのみ伝承ができる主観的能力のため、可視化が困難である。「技術」と「技能」の特徴を理解し、第2報に引き続いて動的マニュアルを作成し「技術」を効果的に継承する技術展開を行った。「技能」に関してはマニュアル化が困難なため、熟練技能者が効率的に技能指導を行う手法の検証に取り組んだ。

労働者不足が進む中で多品種少量生産を続けるには、ローンチタイムの短縮が課題となる。これを解決するためには、初心者が早期に習熟するまでの適切な「技術」「技能」の支援が必須と言える。今後、可視化可能な技術は共有知化するべきであり、AR デバイス等の進化に伴い動的マニュアルや遠隔指導ツールの役割は、ますます重要になるものと考察する。