

## 제조 현장에 VR을 도입한 미즈타니 정기공작소

### 기업 개요

- 주식회사 미즈타니 정기공작소(株式会社 水谷精機工作所, 이하에서는 미즈타니 정기공작소로 표기)는 1939년에 선반·평면 연삭반 메이커로서 창업. 현재는 미에현 구와나시 인근 제조기업들을 대상으로, 무인화·생력화(無人化・省力化)를 제안하는 기계 설비 메이커로서 사업을 전개하고 있음

### 미즈타니 정기공작소

회사명	주식회사 미즈타니 정기작소(株式会社水谷精機工作所)
설립연월	1939년
소재지	미에현 구와나시(三重県桑名市)
자본금	1,200만엔
직원수	50명
대표자	미즈타니 야스로(水谷 康朗)
사업내용	기계장치의 설계·제작, 정밀기계가공, 원격지원

### 〈그림 1〉 회사 전경



- 1) 기업 등의 경영조직체에 있어서 종업원의 과다나 활용 상의 불합리를 개선하고, 작업활동의 기계화·자동화를 통하여 전체적 경영효율을 높이려는 것.

- 에도시대부터 주조(鑄造) 등 공업이 번성한 구와나시에서 창업하여 약 85년의 역사를 쌓아 온 미즈타니 정기공작소는, 창업 때부터 도면을 작성하여 산업용 기계를 제작하는 장인스러운 면모를 강조해 옴. 현재도 정밀도 높은 기계 가공과 기계 설비를 주요 사업으로 함
- 동사의 기술적 특징은 설계부터 제작, 조립·검사까지 한 번에 처리할 수 있는 생산체제가 있다는 점임. 또한 2005년에 ISO9001을 취득하는 등 제품 품질 향상에 의욕적으로 임하고 있음. 특별히 동사에서는 3차원 측정기(1,200×1,000×750)를 사용하여 품질 향상에 힘쓰는 동시에, 입형 연마기(立型研磨機)를 사용하여 진원도(真円度), 동축도(同軸度) 5미크론 이내에서 가공하고 있음
- 미즈타니 정기공작소 현 사장인 미즈타니 야스로 씨는 오랜 세월 키워온 기술력을 바탕으로 제조활동에 VR이나 DX 등 새로운 분야도 도입하고 있음
- 현재 미즈타니 정기공작소는 기계 설비 메이커로 산업 기계의 설계 및 제조를 주된 업무로 하고 있지만, VR사업에도 진출하여 3D CAD 데이터의 입체적 관찰 및 원격작업지원시스템을 개발함
- 원격작업지원시스템이란 고정밀 카메라를 이용하여 숙련자가 현지에 직접 가지 않고 관련 작업 지시를 내릴 수 있는 시스템이라, 코로나19 사태 당시 출장이나 파견이 어려운 환경에서 매우 긍정적인 평가를 받았음
- 미즈타니 정기공작소에서 제작한 부품은 우주 발사 로켓에 활용될 정도로 기술력을 입증받고 있음
- 일본 우주항공연구개발기구(JAXA)의 관측 로켓에 탑재되는 엔진을 데토네이션 엔진시스템(DES)<sup>2)</sup>이라고 하는데, 뛰어난 연소 효율과 콤팩트한 내연기관 개발을 가능하게 하는 차세대 시스템으로 평가받고 있음
- 미즈타니 정기공작소는 이 시스템을 연구 개발하는 나고야대학 공학 연구실의 의뢰를 받아, 2017년부터 시제품 제작에 착수하였음. 링모양의 구리 소재에 직경 0.8mm에 깊이 수십 mm의 사선 구멍을 주상에 수십 개나 관통시켜야 하는 어려운 가공기술로 도중에 드릴이 부러지면 처음부터 다시 시작해야만 함

2) 펄스 데토네이션 엔진(Pulse Detonation Engine)은 산소(혹은 산화제)와 연료 혼합물의 폭발로 발생하는 초음속의 데토네이션 파(detonation waves)를 이용하는 추진 기관의 한 종류이다. 이상적인 설계의 펄스 데토네이션 엔진은 다른 기관(터보제트나 터보팬 기관 등)에 비해 훨씬 높은 효율을 가질 수 있다.

- 자사 근속 60년 이상인 베테랑 기술자가 중심이 되어 첫 번째 부품을 완성. 그 후 지상에서 연소실험을 할 때도, 부품에 따라 발생하는 난제를 해결하며 높은 기술력을 증명하였음
- 미즈타니 정기공작소는 기술 축적과 자사 제조과정에서 얻은 DX관련 운영 노하우를 새롭게 접목하여 자사의 새로운 비즈니스 모델을 창출함으로써 기업을 지속적으로 성장·발전시키는 모범적인 사례를 보여줌

## 미즈타니 정기공작소의 VR 기술을 활용한 업무 개혁

### 1) 미즈타니 정기공작소의 경영상 과제

- 미즈타니 정기공작소는 선반·평면 연삭기 메이커로 시작하여 설계부터 제작, 조립·검사까지 일괄 생산을 하는 기계 설비 메이커임
- 그러나 최근 자사 근무 숙련공의 고령화로 평면도면을 이해할 수 있는 사람들이 감소. 주문받은 설비를 제작하여도 현장 설치 이후에 다양한 문제점이나 해결과제가 뒤늦게 발견되거나 때로는 설비를 다시 제작해야 하는 상황이 발생하게 됨
- 미즈타니 정기공작소는 이러한 문제를 해결하기 위해 VR기술을 이용하기로 함. 3D CAD 설계 데이터를 VR로 입체화하면 시작(試作) 과정 없이도 직관적으로 세부 설계를 검증할 수 있기 때문임. 그럴 경우 현장에서 작업이 편해질 것이라 판단해 디지털 툴을 본격적으로 개발하게 되었음
- 아직 ‘DX’라는 전문용어도 존재하지 않았던 시대였으나, 창업부터 최신 기술 도입에 적극적이었기 때문에 디지털 산업도 적극적으로 도입함
- 이러한 움직임을 가속화하기 위하여 2022년 4월에 DX사업부를 출범하였고, 신규 졸업자 3명과 경력자를 외부에서 채용하여 조직을 구축하였음
- 미즈타니 정기공작소는 제조·생산과정에서 변혁이 필요한 상황이었음. 이전 방식으로 기계를 제조하면 안 되기 때문에, 제조기업의 핵심 기능은 살리면서 새로운 분야에 도전할 필요가 있다고 판단함

- 이러한 환경변화의 필요성에 대응하기 위하여 동사에서는 DX사업부는 물론, 모든 부서에서 DX 상품에 대응할 수 있도록 구조적인 변화를 추진하게 되었음
- 미즈타니 정기공작소에서는 <그림 2>에서 제시하는 바와 같이, 일괄 생산 체제 아래 전문 스텝이 협력하며 제품을 제조함. 즉 축적된 기술 경험과 모노즈쿠리에 집중하면서 최첨단 기술을 구사하면서 숙련도 높은 제품들을 제조해 오고 있음

<그림 2> 미즈타니 정기공작소의 일괄생산체계 흐름도



## 2) DX 기술의 도입 과정

- 2017년부터 VR기술을 자사의 제조 현장에 본격적으로 도입하기 위해 여러 차례 시행착오 끝에 2021년, 제품화에 성공하게 됨
- VR시스템 이름은 「버추얼 마이스터」로 3D CAD 데이터를 입체 화상으로 변환해주는 시스템임
- VR시스템은 컴퓨터 데스크톱 화면부터 4면 프로젝션(투영 영상)형, 360도 전방위에서 볼 수 있는 버추얼 피라미드형 등으로 활용 영역이 점점 확대 진화되고 있음
- 2022년에는 DX사업부를 재구성하여 ‘DX마이스터’라는 상표도 등록하였으며, ‘머신 마이스터’ 상표도 출원하였음

- 미즈타니 정기공작소는 높은 기술력과 숙련도를 지닌 장인과 시대 변화에 적극 대응하는 유연한 사고, 다년간 누적된 노하우 등 동사가 지닌 장점을 최대한 살리고 지속하기 위해, 유능한 인재를 확보하는 것이 가장 중요하다고 생각함
- 자사 기술을 계승하고, 외부에서 우수한 인재를 영입하여 새롭게 DX사업부를 시작한 이유도 유능한 인재를 확보하기 위함임
- 미즈타니 정기공작소에서는 제조현장을 더욱 편리하게 하기 위해 툴을 개발하기 시작함. 현장 근무자들의 의견을 수렴하여 반복적으로 수정한 결과, 「4면 프로젝션 VR」의 사업화에 성공
- 이와 같이 미즈타니 정기공작소에서는 디지털트윈이나 VR 등 시대를 선점할 수 있는 IT기술을 빠르게 도입해 제조과정에서 터득한 성공경험을 적용하여 새로운 제품을 창출하는 등 DX활용에 적극적인 기업으로 평가받음

## VR 기술을 활용한 DX 소개

### 1) 리모트 마이스터(Remote Meister)

- 미즈타니 정기공작소는 ‘리모트 마이스터’라는 원격작업 지원시스템을 2018년에 개발, 2021년 9월 상품화에 성공함. 리모트 마이스터는 인터넷을 통해 먼 거리에 있는 스마트 글라스 장착자와 영상을 보며 대화할 수 있는 시스템임. 1280만 화소의 고화질 소형 카메라와 액정, 마이크 등 일체형으로 구성되어 있음
- 예를 들어 제조업 생산공장에서 공작기계가 고장 나면 A/S 담당자를 불러야 하나, 담당자가 현장에 도착하기까지 며칠 동안 기다려야 하는 경우가 있음
- 그러나 리모트 마이스터를 사용하면 A/S 담당자가 생산공장까지 오지 않아도 고장난 부분을 확인하고 수리할 수 있음
- 지금까지 경험이 별로 없는 작업자와 숙련된 기술자가 함께 고객사를 방문했으나, 리모트 마이스터를 사용하면 작업자가 현장으로 가고 숙련기술자는 자사에서 카메라 영상을 보며 음성과 화상 톨로 지시를 내릴 수 있음

- 해외 생산현장이라도 리모트 마이스터를 현지에 보내고 일본에서 그 영상을 보면서 지시를 내릴 수도 있음. 그럴 경우 해외 출장 비용을 크게 절감할 수 있음

〈그림 3〉 공장 설비 레이아웃 VR 활용 사례 이미지



- 특히 대형 전용기와 같은 실패가 허용되지 않는 일체형 기계에서는 더욱 큰 효과를 발휘하고 있음
- 미즈타니 정기공작소는 같은 시야를 고화질로 공유하면서 핸드프리로 대화할 수 있는 「리모트 마이스터」, 360° 카메라로 공장 레이아웃을 촬영해 3D화·설비 배치 검토나 치수 측정이 가능한 「디지털 트윈 제안 서비스」, 영상의 장기 보존과 간이 검색이 가능한 트레이서빌리티 시스템 「TA 마이스터」 등 연이어 디지털 톨과 디지털 서비스를 개발함
- 특히 리모트 마이스터는 절삭면의 가공 정밀도를 확인할 수 있을 정도로 화질이 좋아 실시간 통신을 할 수 있기 때문에, 거래처와 원격으로 회의 하거나 해외 공장에서 현지 직원들의 기술지도에도 활용 가능

〈그림 4〉 고화질 영상으로 텔레워크 지원이나 원격 영업이 가능



- 미즈타니 정기공작소가 리모트 마이스터를 개발할 때, 특별히 신경 쓴 점이 화질 문제였음
- 일반적인 앱을 사용한 영상통화는 이미지가 깨지고 움직임도 매끄럽지 못했음. 그러나 산업기계는 세세한 부분까지 봐야하기 때문에 1280만 화소의 고화질로 움직임도 매끄럽게 영상을 송출할 수 있는 시스템을 보장해야 했음
- 2021년 3월, 회사 업무에 활용할 수 있을 정도까지 도달하였으며, 이후 추가적인 업그레이드를 통해 외부에 판매할 수 있을 정도가 되었음
- 공작기계 업계에서는 고객이 공장에 오지 않아도, 기계나 절삭물을 볼 수 있는 온라인 미팅이 가능함. 제조 현장만 아니라 다양한 산업에서도 영업 도구로 이용되고 있음
- 예를 들어 패션 디자이너 가츠라 유미는 코로나로 일본에 올 수 없는 해외 고객에게 드레스 영상을 보여주고 쇼룸을 보여주기 위한 목적으로 리모트 마이스터를 도입함. 천의 질감을 전달하는 것이 중요하기 때문에, 리모트 마이스터 화질을 통해 충분히 전달할 수 있음



- 코로나19 사태로 이동이 어려워진 환경에서도 고화질 영상 통화로 제조 현상이나 해외 영업이 가능해 다양한 산업에서 리모트 마이스터를 도입함

## 2)리모트 마이스터의 특징

### □ 리모트 마이스터의 특징

- ① 원격 지원: 멀리 떨어진 거점 간에서도 실시간 지원 가능
- ② 고정밀 화질: 1,280만 화소 스마트 글라스를 이용한 고정밀 종합 영상전송 시스템
- ③ 기능 전송: 숙련자의 작업 영상을 정지화면 및 동영상으로 고화질 그대로 보존
- ④ 안전 확보: 핸즈프리 작업, 시야 확보, 헬멧 마운트 등 현장 환경에 적합한 선택이 가능
- ⑤ 탈탄소: 사람이나 사물의 이동을 줄여 이산화탄소 배출 감축
- ⑥ 뛰어난 사용성: PC나 태블릿에 URL을 입력하면 세계 어디서나 접속 가능

### □ 리모트 마이스터의 고화질을 활용한 기능

- ①리모트 미팅: 상품을 고화질로 볼 수 있어 온라인으로 확인이 가능해 출장비 절약 가능
- ②리모트 영업: 해외 거래기업 대상으로 한 영업에서 실물을 보여주며 사실적인 영업이 가능
- ③리모트 워크: 담당자가 직접 가지 않아도 동작 불량이나 고장난 기계를 원격으로 확인하며 자사에서 지원이 가능함
- ④기능 전송: 숙련자 눈높이에 최적화된 동영상 메뉴얼 작성이 가능함
- ⑤글로벌 대응: 해외 공장의 모습을 실시간으로 확인이 가능

## <그림 5> 리모트 마이스터를 이용한 리모트 워크 이미지



## 2) 프로젝트 VR

□ 미즈타니 정기공작소는 기계 설비 메이커로서 고객 기업들에게 무인화와 생력화를 제안하며, 첨단기술에도 발빠르게 대응하고 있음. NC가공기는 1970년, CAD는 1990년경으로 중소기업으로서는 비교적 이른 시기부터 시작하였음. 사내 LAN도 1995년에 도입

- VR사업도 미즈타니 사장 주도 하에 자사 업무에 도입하면 편리할 것이란 생각에 2017년부터 시작함
  - CAD로 설계한 내용을 제작하기 전에 가상공간에 영상을 띄워, 입체적으로 보면서 검증하고 싶다는 생각에서 시작하게 됨. 3년 전에 우연히 좋은 하드웨어를 접하고 이를 사용해 보니 긍정적인 결과가 있었음. 사용 후에 고객에게 상품으로 제동해도 좋은 평가를 받을 것이라 판단하여 사업을 추진하게 됨
- 이렇게 시작된 것이 「프로젝션 VR」로, 정면, 좌우, 바닥의 4면을 스크린 위에 영상을 투영시켜 전용 글라스를 쓰면, 공간에 입체 영상이 떠오르는 구조로 되어 있음

- CAD로 설계한 기계를 투영하면 눈앞에 입체적으로 나타나 설계상 문제가 없는지 미리 확인 가능함. 기계 주위를 돌며 전체상을 보거나 기계 영상에 머리를 넣어 기계를 분해하지 않고 내부 부품까지 확인할 수 있음
- 그 이외에 육안으로 볼 수 있는 VR시스템도 완성되었음. 피라미드의 4면에 화상을 투영하면 피라미드 안에 물체가 떠올라 여러 명이 같은 영상을 입체적으로 볼 수 있음

#### □ 버추얼 마이스터(Virtual Meister)

- 본 시스템은 3D 데이터의 새로운 활용 방법으로서 개발되었으며, 기본 목적은 제품을 제작하지 않은 상태에서 시작(試作)을 할 수 있도록 하는 것임
- 제작 전 4면 프로젝션 VR을 사용하여 실물 크기로 입체영상을 부각시켜 확인하는 과정에서 구조나 설계상 문제점 등을 미리 발견함으로써 비용을 절감하고 실제로 해당 제품을 제작했을 시 품질 향상과 시작(試作) 시간을 단축할 수 있는 효과가 있음

#### □ 버추얼 피라미드(Virtual Pyramid)

- 전용 글라스를 사용하지 않고 육안으로도 볼 수 있는 VR시스템임. 투명 피라미드 4면에 화상을 투영하면 피라미드 안에 기계나 절삭물이 보임. 여러 명이 동일한 화상을 입체적으로 확인할 수 있음. 또한 깨끗한 화질을 살려서 3D 디지털 사이니지<sup>3)</sup>로서 사용할 수가 있음

#### □ 가상 마이스터: 제작하지 않는 시작(試作)

- 가상 마이스터란 CAD 데이터, 점군(點群) 데이터를 입체적으로 볼 수 있도록 하여, 제작 전의 사전 검증 도구로 사용할 수 있는 시스템을 의미함. 가상 마이스터에서는 3D CAD 데이터를 여러 하드웨어에서 용도에 맞게 사용할 수가 있음

3) 디지털 사이니지(Digital Signage)란 디지털 정보 디스플레이(digital information display, DID)를 이용한 옥외광고로, 관제센터에서 통신망을 통해 광고 내용을 제어할 수 있는 광고판을 말함.

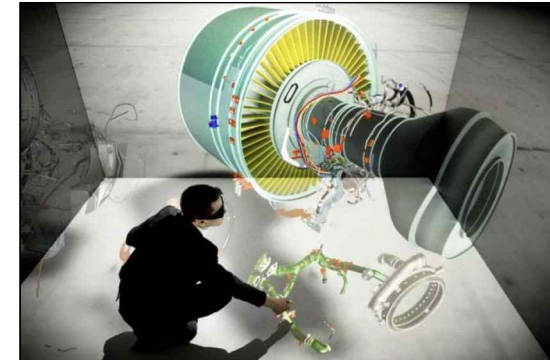
- (데스크톱 VR) 입체적으로 볼 수 있는 3D 모델을 움직이면서 세세한 부분까지 자세하게 확인할 수 있는 하드웨어로서, 스타일러스 펜으로 직감적인 조작이 가능함

〈그림 6〉 데스크톱 VR 작업 이미지



- (4면 프로젝션 VR) 3D 모델이 크더라도 실물 크기로 장치 등을 확인할 수 있으며, 장치 조립 작업의 순서 확인이나 현장에서의 작업성을 확인 가능

〈그림 7〉 4면 프로젝션 VR을 이용한 작업 이미지



#### □ 가상 피라미드

- 육안으로 360° 어디서나 입체영상을 볼 수 있어, 여러 사람이 모델을 동시에 확인할 수 있음. 쇼룸과 같은 공간에서 활용도가 높음

<그림 8> 가상 피라미드를 이용한 이미지



## CAD 데이터 플로우차트

### STEP 1: CAD 데이터 생성

- IRONCAD<sup>4)</sup> 등
- 3D CAD 데이터를 이용

### STEP 2: CAD 데이터 변환

- Blender<sup>5)</sup> 등
- 표면 메쉬 데이터

### STEP 3: 메쉬 데이터 최적화

- 데이터의 조정
- 일부 표시 간소화

### STEP 4: 입체적으로 보기 위한 편집

- 유니티<sup>6)</sup> 등
- 색을 입힘
- 배경, 조명 등의 편집

4) IRONCAD는 주로 Microsoft Windows에서 실행되는 기계 설계 시장에 초점을 맞춘 3D 및 2D CAD(컴퓨터 지원 설계) 설계용 소프트웨어 제품임.

5) 3D 컴퓨터 그래픽 제작 소프트웨어로서, 오픈소스인 GPL 라이선스이며 무료로 사용할 수 있음.

6) 어도비 플래시가 한창 잘나가던 시절 플래시로 구현이 힘든 3D 시장 공략을 노린 3D 타겟 웹미디어 제작물.

### STEP 5: 3D 모델 업무화

- 목적에 맞는 하드 선택
- 입체적으로 살펴봄

## VR 기술을 활용한 DX 도입 효과

### 1) 작업시간 단축 및 비용 절감을 통한 생산성 향상

- 리모트 마이스터는 절삭면 가공 정밀도를 확인할 수 있을 정도의 고화질 영상으로 실시간 통신이 가능하기 때문에 거래처와 리모트 회의나 해외 공장에서 현지 직원 기술지도로 활용되는 등 코로나19 이후 새로운 비즈니스 출로 활용이 가능함
- 기존에는 설계 제작시 도면을 참고하여 3차원 시제품을 만들어야 했는데, 이 시스템을 사용하면 실제 제작 전에 VR기술을 이용해 입체적으로 시제품을 확인할 수 있음. 미즈타니 정기공작소에서는 시작(試作) 전에 해당 제품의 문제점들을 사전에 검증할 수 있게 되면서, 불필요한 시작(試作)과정을 생략할 수 있기에 시간과 비용을 절약할 수 있음
- 데이터 정보를 프로젝트 매핑을 통해 실물 크기의 입체로 영상화함으로써 시작(試作) 과정 없이 세부적인 부분까지 확인할 수 있게 되면서 리드타임과 관련된 비용을 크게 절약할 수 있고, 현장에서 작업성과도 높아지게 됨

### 2) 유능한 젊은 신입사원들의 업무 스킬 향상

- 미즈타니 정기공작소가 VR과 같은 디지털 기술을 적극적으로 도입하게 되면서, 최근에 대학생 등 젊은 인재들이 많이 지원하는 효과도 가져옴
- 일본 중소기업에 유능한 인재가 많이 지원하지 않는 경향이 있음. 그러나 미즈타니 정기공작소에는 유능하고 젊은 인재가 지원하며, 베테랑 사원과 신입사원이 서로 협력하며 신규 사업에 적극적으로 임하여 경쟁력을 키워 나가고 있음

- 미즈타니 정기공작소는 자사의 전통 제조분야에서의 장점을 계승하고 IT 관련 新 사업에도 선제적으로 대응하여 우수 중소기업으로 평가받고 있음

### 3) 출장업무의 효율성 및 만족도 향상

- 원격 지원 시스템인 리모트 마이스터를 활용하여 출장비 절약도 가능함. 지금까지는 경험이 별로 없는 작업자가 숙련자와 함께 현장에 갔지만 리모트 마이스터를 사용하면 숙련자가 본사에 있으면서 지원이 가능하여, 출장 인원을 줄일 수 있음
- 영업처에서 기술적인 지식이 필요할 경우, 리모트 마이스터를 활용해 그 자리에서 본사 기술자와 의견을 교환하며 확인할 수 있기에 담당 기술자와 함께 다시 방문하지 않아도 됨
- 현장 작업원 관점에서 영상을 보면서 영상통화를 할 수 있어 원격으로 기술 지도가 가능

### 4) 새로운 비즈니스모델을 통한 부가가치 창출

- 미즈타니 정기공작소에서는 공작기계의 일괄생산은 물론 자사가 독자적으로 구축한 원격지원시스템인 리모트 마이스터의 운영 노하우를 동일 업종인 중소기업들에게 서비스할 수 있는 새로운 비즈니스모델을 구축하여, 새로운 수익을 창출할 수 있는 통로를 마련
- 리모터 마이스터의 활용도에 대한 타사의 긍정적인 평가를 바탕으로, 현재는 동일 업종만이 아니라 타업종의 기업들로부터 서비스 수주를 받고 있음

## 결론 및 시사점

- 지금까지 살펴본 바와 같이 미즈타니 정기공작소에서는 자사제품의 생산성을 극대화하기 위해 무인화·생력화를 추구하여 경쟁력을 강화해 나가고 있음
- DX 관련 기술을 오늘날 중소 제조기업 현장에 도입해 더 높은 생산성 효과를 추구하고 있음. 미즈타니 정기공작소도 VR기술을 도입해 개발한 리모트

마이스터를 기반으로 보다 신속하게 생산활동을 하여 생산성 향상을 추구함으로써 매우 긍정적인 효과를 발휘하고 있음을 확인할 수 있었음

- 또한 자사가 개발한 리모트 마이스터로 지금까지 거래하지 않았던 다른 기업이나 타업종에 서비스를 제공하는 등 새로운 부가가치를 창출하고 있음
- 예를 들어 대형 건설사가 기술전승과 사후검증을 위해 건설현장의 작업자 모습을 고화질로 저장하고 싶다는 요청이 들어와 신규 거래로 이어지게 됨. 또한 온라인 쇼핑몰이나 관광·전시회 등 컨벤션 업계 및 교육 분야, 음식점계에도 서비스를 제공함
- 미즈타니 정기공작소는 제조활동에 VR기술을 도입해 주력 제품을 개량하거나 신제품 개발에 적극적으로 활용해 나가고 있음. 현재는 DX사업에 새롭게 진출하여 새로운 비즈니스 수익모델을 창출해 내는 효과를 가져오게 되었음
- 자사의 VR기술 홍보를 강화하기 위해, 제품 제조과정을 쇼룸화함. 또한 다른 중소기업들이 쉽게 VR기술을 도입할 수 있도록, 지속적으로 자사의 대응 현황을 알려 나가고 있음



**[참고자료]**

岩本晃一 編著、中小企業がIoTをやってみた、日刊工業新聞社、2019.

<http://www.mizutani-seiki.com/>

<https://www.chubu.meti.go.jp/b21jisedai/chubudx/efforts/detail/8/>

<https://ab.jcci.or.jp/article/52325/>

<https://www.nc-net.or.jp/company/20993/product/>