

디지털 혁신 일본기업

IoT 기술로
제조설비 가동률을 향상한
산유제작소

IoT 기술로 제조설비 가동률을 향상한 산유제작소

기업 개요

☐ 주식회사 산유제작소(이후 산유제작소)는 의료용 분석기기 관련 제품의 제조, 전자현미경 관련 부속품의 제조 및 반도체 고장 해석용 툴을 제조하는 기업. 1946년 이바라키현 히타치오타시에서 창업되었음

주식회사 산유제작소

회사명	주식회사 산유제작소(株式会社 三友製作所)
소재지	이바라키현 히타치오타시(茨城県 常陸太田市)
설립연월	1949년
대표자	가토기 카츠야(加藤木 克也)
자본금	4천5백만엔
직원수	194명
사업내용	의료용 분석기기 관련 제품의 제조, 전자현미경 관련 부속품 제조, 반도체고장해석용 툴 제조

〈그림 1〉 본사 및 공장 전경



- 이바라키현 히타치오타시는 도쿄에서 약 2시간 거리에 있으며 포도, 배 등 특산품이 생산되는 농업지역이자, IT나 전자디바이스 제품을 제조하는 생산활동이 활발한 지역

- 산유제작소는 현재 히타치오타시에 위치하고 있는 본사 공장만이 아니라, 히타치시의 쿠지 철공단지에 있는 공장과 테크노 센터, 그리고 2020년 1월부터 새롭게 조업을 시작한 스마트리 센터 등, 총 4개의 제조 거점에서 각각의 독자성을 유지하면서 고객의 다양한 요구에 대응해 나가고 있음
- 정밀 기계 가공을 중심으로 사업을 해 온 산유제작소는 창업 이후부터 축적된 정밀 가공 기술을 베이스로 기계 가공 부문, 조립 조정 부문, 설계 개발 부문에 배속된 직원들의 역량을 기반으로 의료용 분석 기기, 전자 현미경 관련 부속품, 반도체 고장 해석용 툴 등 설계 및 제조 분야에서 전문성을 발휘
- 최근에는 차세대를 이끌어갈 신기술 개발을 목적으로 「나노 매니퓰레이션 스테이지」¹⁾나 「마이크로 플라즈마 가공장치」²⁾등을 제품화하고 있으며, 직원들이 독자성을 가지고 서로의 장점을 살려, 「고객에게 신뢰감, 직원에게 충실감, 지역에 존재감을 주는」 제품 제조 기업을 목표로 하고 있음
- 산유제작소 테크노센터에서 생산되는 개발품은 나노 오더를 평가하고 이에 대응하기 위해 투과전자 현미경, 주사전자 현미경, 레이저 현미경 등 평가 기기, 클래스 1,000의 클린 룸을 정비하여 초정밀 기기 제조에 대응할 수 있는 환경을 갖추고 있음
- 특히 산유제작소가 제조하는 마이크로 매니퓰레이터(Micromanipulator)는 전자 현미경이라는 광학 현미경보다도 더 작은 세상을 관찰할 수 있는 장치 안에 내장되어 있음. 전자 현미경은 의학이나 생물, 신소재, 반도체 등 분야에서의 연구·신기술 개발에 중요한 역할을 담당하고 있음
- 산유제작소에서는 현재 자사와 관련된 기술들에 대한 혁신속도가 빠르게 변화되고 있음. 앞으로 고객의 요구 조건이 더욱 엄격하고 다양화될 것으로 판단하고 있음. 따라서 변화의 흐름을 정확하게 파악하고, 고객사의 요구에 능동적으로 대응해 나가기 위한 준비를 갖추어 나가고 있음
- 산유제작소에서는 사원 개개인이 최대한 능력을 발휘할 수 있는 근로환경을 만들어 나가기 위하여 노력하고 있으며, 자사의 차세대를 이끌어갈 신기술 개발을 추진하기 위한 새로운 사내 체제의 구축에도 적극적으로 대응해 나가고 있음

1) Nano Manipulation Stage

2) Table-top plasma etching instrument


- 즉 설계로부터 기계 가공, 조립 조정까지 일관된 생산형태를 가지고 있어, 현재 높은 관심을 받고 있는 반도체, 의료용, 나노 테크놀로지와 같은 첨단 기술 분야에서 사용되는 제품은 물론, IT 기술을 적극적으로 도입하여 공장 자동화를 실현한 결과, 최근에는 자동화 로봇에 대한 설계와 제조까지 하고 있음

산유제작소의 디지털 기술을 활용한 업무 개혁

1) 산유제작소의 경영상 과제


- 산유제작소는 이바라키현 히타치오타시라는 지역적 특성도 있어 히타치제작소(株式会社日立製作所)와의 거래가 큰 비중을 차지하고 있음. 고도 경제 성장기에는 이 회사의 화학 플랜트 등에서 사용되는 공업계기를 제조해 사업을 확대해 왔음
- 2000년대를 지나면서 저출산 고령화라는 사회적 현상으로 산유제작소 직원의 평균 연령은 47~48세가 됨. 젊은 직원들의 채용이 어려워지고 채용이 되더라도 바로 퇴사해 버리는 상황들이 발생하기 시작하였음
- 이러한 변화 속에서 산유제작소는 젊은 세대들이 더욱 매력을 느낄 수 있는 직무나 직장으로 만들어 나가지 않으면, 향후 사원 채용에 어려움이 있을 것이라는 판단하에 개선책들을 마련하게 되었음
- 자사의 경쟁력을 창출할 수 있는 제조기업으로 변모하기 위해서는, 기존의 대기업에 의존하는 하청 생산방식에 머무르는 것이 아니라, 자사가 독자적인 능력으로 차별화된 신제품을 개발하지 않으면 안 된다는 교훈을 얻게 되었음
- 난관들을 극복해 나가기 위하여 산유제작소에서는 현대표인 가토기 가츠야 씨가 부친의 뒤를 이어 사장에 취임하면서, 최초로 도전하게 된 것이 전자 현미경 안에 필요한 마이크로 매니퓰레이터의 개발이었음
- 이바라키대학 공학부 교수로부터 제안을 받아 전자 현미경으로 대상물을 보면서, 미세한 작업을 할 수 있는 스테이지 제작 기술 개발에 임하게 되었음

- 그 결과 현재 자사 전체 매출의 대부분을 차지하는 의료용 분석장치의 유닛 제조에서 독자적인 기술력을 나타내는 계기를 마련하게 되었음

 산유제작소에서는 본사 공장과 다른 3개의 공장을 포함하여 총 4곳의 공장을 거점으로 자사 제품을 생산하고 있었음. 동사가 이전부터 운영해 왔었던 기존의 생산관리시스템은 그때까지 공장마다 다른 시스템으로 운용하고 있었기 때문에 연계가 어렵다는 한계점이 있었음


- 자사의 생산관리 및 재고관리와 같은 업무영역에서 비효율적인 방식들이 문제점으로 나타면서, 산유제작소에서는 경쟁사와의 경쟁에 적극적으로 대응해 나가지 않으면 안 된다는 위기감을 느끼게 되었음

2) 산유제작소의 문제점 해결방법

 산유제작소에서는 자사를 둘러싼 내·외부적인 환경변화에 경쟁력을 극대화하기 위한 관점에서, 가토기 대표의 강력한 주도하에 새로운 생산관리시스템의 구축을 추진하기로 결정하였음


- 새로운 프로젝트를 추진하는 과정에서 자사의 젊은 직원들이 적극적으로 참여하면서, 생산 현장에서 나타나는 문제점들을 획기적으로 개선할 수 있는 다양한 의견들을 제시해 주었음
 - 그들이 제시한 의견들은 자사의 생산 효율을 높일 수 있는 것뿐만 아니라, 생산 현장에서의 인력 부족 문제까지도 해소할 수 있는 의미 있는 개선책들을 제안
- 제안 내용들을 구체적으로 살펴보면, 자사내에 있는 생산설비를 IoT화함으로써, 지리적으로 분산되어 있는 생산 거점의 모든 설비의 가동 상황을 실시간으로 가시화할 수 있는 시스템을 구축할 필요성이 있다고 언급
 - 생산설비의 가시화를 바탕으로 자사 공장내 뿐만이 아니라, 자사와 멀리 있는 원격지로부터도 담당자들이 자사 설비의 가동 상황을 파악할 수 있도록 하는 것이었음

- 생산관리 시스템을 통해 축적된 공작기계들의 데이터를 분석함으로써 새로운 가공 계획을 수립하거나, 예산 비교나 가동 일보를 출력할 수 있도록 하였음
- 그 결과 기존 생산 현장에서 발생하였던 다양한 문제점들을 해결하기 위한 개선 활동을 진행함으로써, 설비 가동률이 25%나 향상되게 되었음

 산유제작소에서는 외부 연구기관인 산업기술종합연구소와의 공동연구 등을 통한 차세대 기술 개발과 부가가치 기기의 제품화를 위해 노력하고자 하였음

- 산유제작소에서는 단순한 대기업의 하청기업이 아니라, 자사의 차별화된 제품을 판매할 수 있도록 신제품 개발에 적극적으로 대응해 나가기 위한 목적에서 산업종합연구소와의 공동연구를 추진

- 그 결과 전자기기 대기업의 협력기업으로서 의료용 분석 기기 관련 제품을 제조하는 발판을 마련하고, 「나노 매니플레이션 스테이지」나 「마이크로 플라즈마 가공 장치」 등의 고부가가치 초정밀 기기를 제품화하는 것이 가능. 이러한 초정밀 기기 제품들은 반도체 개발에 필요한 평가기기로서 고객사들로부터 긍정적인 평가를 받고 있음

 산유제작소에서는 자사의 경쟁력을 극대화하는 과정에서 자사 신입사원부터 관리직에 이르기까지 각 계층별로 설정된 교육 프로그램을 마련하여, 인적혁신과 경력개발을 강화해 나가기로 하였음

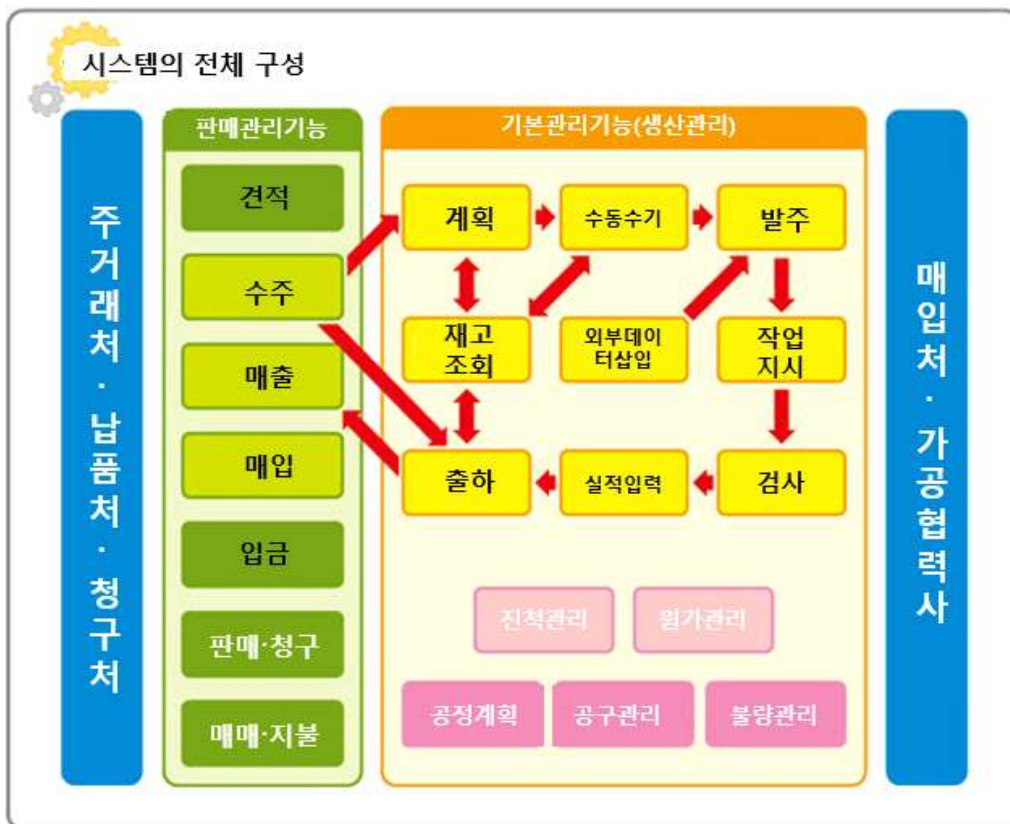
- 이를 위해 신입사원들을 대상으로 설계도면을 보는 방법, 설계 담당에게는 3D-CAD, 관리자에게는 관리직 연수 등 계층별로 세밀하게 설정한 교육 프로그램을 실시해 경력 형성을 도모하게 되었음
- 아울러 기능직 직원들에게는 선반, 머시닝센터 등의 기능연수를 실시하여 전원에게 국가기능검정 2급 이상을 취득하게 함으로써, 고정밀도의 가공 기술 유지·고도화를 추진하게 되었음

산유제작소의 디지털 기술에 대한 소개

1) 생산관리시스템의 구축

- 산유제작소가 새롭게 구축한 자사의 생산관리시스템 구성도를 살펴보면 아래의 <그림 2>와 같음

<그림 2> 산유제작소의 생산관리시스템의 전체 구성도



자료: https://www.assign.co.jp/product/product_sight/index.html

- 산유제작소가 새롭게 구축하여 운영한 생산관리시스템은 자사의 제품생산과 재고관리 업무 등과 같은 영역에서 획기적인 개선을 가져오게 되었음
- 즉 생산관리시스템에 새로운 수주 데이터를 입력하게 되면 부품 제조가 시작되게 되면서 그것을 누가, 어느 협력업체에, 어떤 납기로 만들어졌는지, 누가 언제 검사하고, 어느 상자에 들어가 언제 출하되었는지 등과 같은 다양한 세부 정보들을 등록하여 관리하게 되었음

- 그리고 데이터를 바탕으로 이번 달에는 수천 건의 수주로 매출이 얼마가 발생하게 되었으며, 납기를 맞추지 못한 것은 무엇인지 등, 전반적인 운영 실적이나 문제점을 실시간으로 파악하게 되었음
- 시스템을 통하여 제기되는 문제점들은 산유제작소가 생산관리 및 재고관리, 고객관리와 같은 업무 영역에서의 의사결정에 매우 중요한 요소들이 되었기에, 자사 경영관리에 매우 긍정적으로 작용하게 되었음
- 특별히 재고관리 영역에서 제공되는 「재고 로케이션」 기능은 수천 개가 넘는 다양한 부품들이 재고관리 담당자별 선반에 놓여 있었기에, 해당 담당자가 현장에 없으면 고객에게 전달하는 것이 어렵웠음
 - 이 문제점을 개선하기 위해 해당 업무를 시스템화함으로써 현재는 부품에 할당된 번호를 시스템에 입력하면, 어느 선반의 어느 상자에 들어있는지 표시되게 되었으며, 재고가 있으면 빠르게 전달하는 것이 가능
 - 이전에는 종종 납품 과정에서 현품 차이가 발생하고 했었는데, 이 기능이 구현되게 되면서 문제점을 해결
- 산유제작소가 구축하여 운영하는 생산관리시스템의 주요 특징들을 정리하면 아래와 같음
 - ① 간단명료한 조작기능
 - 바코드를 사용한 간단한 조작으로 자재비, 가공비, 인건비 등 제품과 관련된 모든 원가관리가 가능하게 됨
 - ② 정확한 영리관리 실현
 - 수주 업무에서 출하 업무까지 제조업 표준 업무의 광범위한 영역들을 표준 패키지로 지원해 줌과 동시에, 수주 단위, 거래처 단위로 월별, 기간별, 연별로 이익 관리가 가능함
 - ③ 고품질 관리 실현
 - 공정 계획 기능에 의해 효율성 높은 작업 계획을 책정할 수 있으며, 불량 입력을 실시함으로써 상세한 원인, 요소, 경향 파악과 함께 품질 향상을 전망할 수가 있음

〈그림 3〉 생산관리시스템의 수주입력(재고관리)화면 이미지

The screenshot shows a web-based interface for order input. At the top, there's a header with '受注入力' (Order Input) and a user role 'ログインユーザー: システム管理'. Below this, there are several input fields for order details:

- 受注番号 (Order No.): 380423
- 注文番号 (Order No.): 3-5294
- 受注日 (Order Date): 2012年 3月29日
- 注文締切月数 (Order Lead Time): 3
- 顧客名 (Customer Name): 0012 博覧会0012
- 製品コード (Product Code): 14106
- 製品名 (Product Name): 60-10R12-3PS
- 規格名 (Specification Name): 追加加工
- 受注数量 (Order Quantity): 381
- 受注単価 (Order Unit Price): 125.00
- 受注金額 (Order Amount): 47,625
- 納期 (Delivery Date): 2012年 4月19日

 Below these fields, there's a section for '現在在庫' (Current Inventory) with a table showing monthly production and inventory levels from 2011/10 to 2012/09. The table has columns for '年 月' (Year/Month), '生産数量' (Production Quantity), and '在庫数量' (Inventory Quantity). The data shows a production quantity of 1,089 in 2012/02 and a corresponding inventory quantity of 1,089 in 2012/03. At the bottom, there are buttons for 'OK', 'キャンセル', '印刷', '入力確認', '入力終了', and '終了'.

자료: https://www.assign.co.jp/product/product_sight/index.html

④ 업무 계량화 실현

- 수치를 파악해 자사 개발력을 높여 줌

⑤ 정확한 업무분석 지원

- 공정 계획에 대한 실적, 매출 분석, 부실 관리를 통해 업무 개선을 지원

⑥ 출력장표 활용

- 집계된 자료는 Excel 출력 기능을 탑재하고 있으며, 해당 데이터의 2차 가공 및 이용을 가능케 함

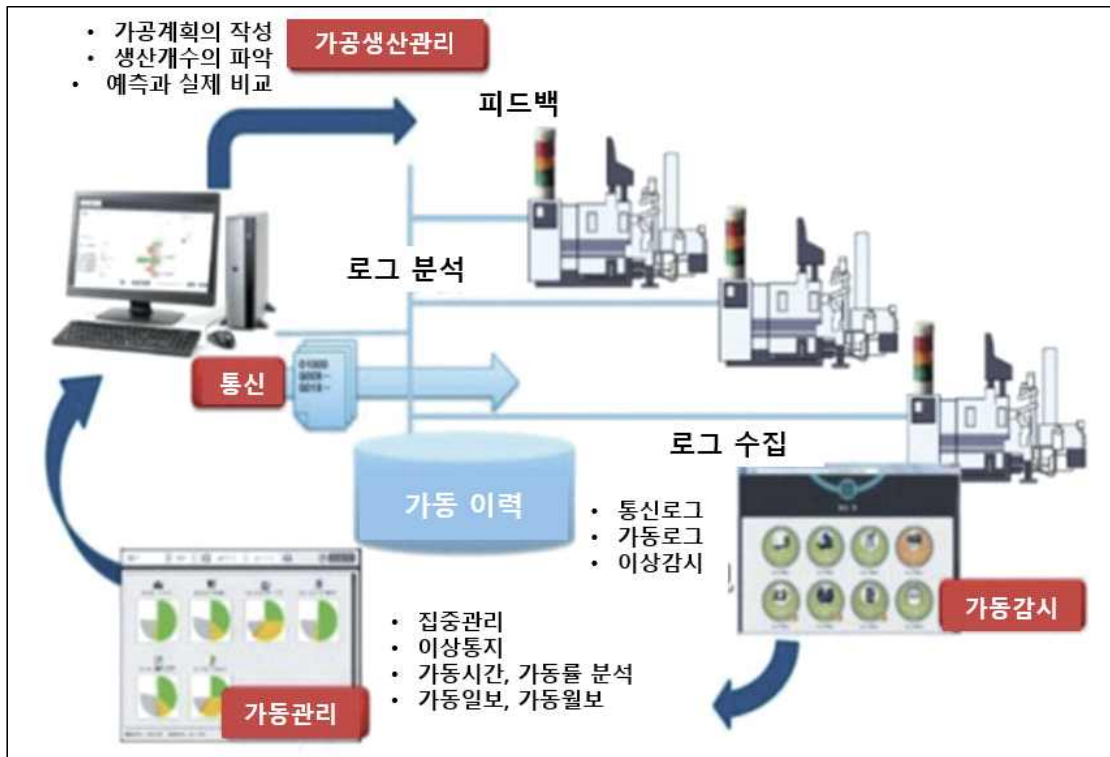
2) IoT 기술을 활용한 제조 거점의 가시화 시스템

- 산유제작소에서는 자사 4지역 제조거점에서 운영되는 제조설비 가동 현황 및 생산된 제품의 생산 현황들을 실시간으로 가시화하기 위해, 〈그림4〉처럼 IoT 기술을 활용해 하나로 연계하는 시스템을 구축

- 이렇게 구축된 가시화 시스템과 새롭게 구축한 생산관리시스템에서 축적된 생산 관련 데이터들을 통합적으로 활용함으로써, 보다 경쟁력 있는 의사결정이 가능해짐

- 이러한 결과들은 궁극적으로 자사의 제품생산 가동률을 대폭적으로 향상시키는 계기를 마련

〈그림 4〉 IoT 기술을 활용한 4가지 거점의 가시화 시스템



자료: https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/monozukuri300sha/2018/seisan021_sanyus eisakusho.pdf

산유제작소의 디지털 기술 도입 효과

1) 제품 생산능력의 향상

- 산유제작소에서 새로운 생산관리시스템을 구축 운영하면서, 자사에서 가동하는 생산설비의 1일 가동 데이터와 시간을 자동으로 정확하게 파악할 수 있게 됨
- 수집된 데이터들을 바탕으로 각 생산설비들이 안고 있는 문제점을 파악할 수 있게 되었으며, 문제점들에 대한 구체적인 개선 방법들을 실시하면서 기존 제조공정 라인을 개선하게 되었음

- 제조 공정라인의 개선으로 기존에는 약 240분이나 소요되었던 제품생산의 공정 작업 시간을 30분 이하로 축소할 수 있게 됨
- 이러한 결과, 기존 생산설비들의 가동시간이 증가하여, 공장 비가동 시간을 1/8로 축소할 수 있게 됨

2) 업무 효율성 향상

- 생산관리시스템의 데이터 및 IoT 기술을 활용한 4개 거점에서 생산설비 운영에 대한 가시화 효과는, 자사 제품 생산과 관련된 업무의 효율성에 커다란 변화를 가져오게 되었음
 - 특히 새롭게 구축된 시스템을 통해 제조 현장의 생산 설비 기계들의 생산능력뿐만 아니라, 제조 운영자들의 작업성과 및 제품 제작 일수의 타당성 등을 검증할 수 있게 되면서, 시스템 도입 이후 개선 효과나 변화에 대한 긍정적인 효과들이 궁극적으로 자사 생산활동과 관련된 업무의 효율성으로 이어지게 되었음
 - 각 작업장의 생산설비에 대한 작업 방법을 타 작업장으로 수평 전개함으로써 생산량 편차 문제도 해결하게 되었음. 이전에는 같은 부품의 가공이라도 기계에 따라 제작 시간에 큰 차이가 발생하고 있었음
 - 예를 들어 공작기계 A는 부품 하나당 가공은 빠르지만 재료 교체에 시간이 많이 필요해 낭비되는 시간이 많이 발생하는 것으로 나타났음. 아울러 공작기계 B는 부품 하나당 가공 속도가 공작기계 A의 1.5배의 시간이 필요하지만, 작업에 낭비가 적고 고가동 상태였었음
 - 각 공작기계들이 안고 있는 문제점을 파악하고 낭비가 적은 작업 방법을 공작 기계 A에 수평 전개함으로써, 재료 고정용 지그를 재검토하고 작업 방법을 개선하여 기존의 가공 일수를 대폭적으로 단축할 수 있게 됨

3) 작업 현장의 분위기 개선

- 새롭게 구축된 생산관리시스템과 IoT시스템을 통해, 직원들이 현장에서의 개선 후의 변화를 확인할 수 있게 되면서, 작업 현장 분위기가 긍정적으로 변화

- 특히 작업 현장에서 공작기계의 1일 가동상황을 데이터로 정확하게 파악할 수 있게 됨으로써, 기존 공정의 과제와 해결 방법을 생각해 가동률을 향상시킬 수 있는 아이디어를 직원끼리 자발적으로 검토하고, 그에 대한 대응책을 마련하는 등 작업 현장 분위기를 개선함
- 이러한 변화들을 PDCA 사이클³⁾을 통하여 명확하게 확인하고 검증할 수 있게 되었음

결론 및 시사점

- 지금까지 살펴본 바와 같이, 산유제작소는 자사 직원의 이직률 증가 및 공장 생산라인에서의 작업 인력 부족문제를 개선하고, 단순한 하청기업이 아니라 자사가 차별화된 신제품을 독자적으로 생산하기 위해, 자사의 제품 생산 활동에 IT 기술을 적극적으로 도입하여 운영하게 되었음
- 그 결과 산유제작소는 자사의 생산 설비 현장에서 발생하는 기존의 문제점들을 새롭게 구축한 생산관리시스템 및 IoT 기술을 활용한 4개 거점에서의 가시화 효과를 극대화함으로써, 자사 제품 생산성 향상과 생산 업무의 효율성에 커다란 변화를 가져오게 됨
- 산유제작소는 현재 설계부터 기계가공, 조립조정까지 일관된 생산체제를 바탕으로, 「나노 매니플레이션 스테이지」나 「마이크로 플라즈마 가공 장치」 등과 같은 고부가가치 초정밀 기기를 제품화함
- 초정밀 기기 제품들은 반도체, 의료용, 나노 테크놀로지와 같은 첨단 기술 분야에서 사용되는 고부가가치 제품들로서, 고객사들로부터 매우 긍정적인 평가를 받고 있음. 이러한 제품들을 고객사들에게 안정적으로 제공함으로써 높은 부가가치를 창출하게 되었음

3) PDCA(plan-do-check-act)는 사업 활동에서 생산 및 품질 등을 관리하는 방법으로서, Plan(계획)-Do(실행)-Check(평가)-Act(개선)의 4단계를 반복하여 업무를 지속적으로 개선하게 됨

- 우리나라의 제조 관련 중소기업들도 전문 인력들의 고령화 및 새로운 신규 인력에 대한 충원율이 점점 감소해 가고 있음. 이 속에서 IoT 기술과 같은 디지털 기술을 제품의 생산라인에 접목·운영하여, 인력난 문제 및 코스트 절감을 통한 수익구조 개선 문제 등을 지혜롭게 대처해 나가고 있는 산유제작소의 사례가 시사하는 바가 크다고 하겠음

□

[참고자료]

<https://sunyou-ss.co.jp/>

https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/monozukuri300sha/2018/seisan021_sanyuseisakusho.pdf

https://www.assign.co.jp/product/product_sight/index.html

<https://www.teldevice.co.jp/dx/column/column-781/>