

일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점

최성훈, 김희태, 길형배, 오승훈

- ❶ 서론
- ❷ 일본 제조업이 가지는 경쟁력의 원천
- ❸ 일본 제조업의 디지털 전환 사례
- ❹ 일본 디지털 전환의 발전 방향
- ❺ 결론 및 시사점

일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점

최성훈, 김희태, 길형배, 오승훈

- ❶ 서론 / 1
- ❷ 일본 제조업이 가지는 경쟁력의 원천 / 5
- ❸ 일본 제조업의 디지털 전환 사례 / 7
- ❹ 일본 디지털 전환의 발전 방향 / 15
- ❺ 결론 및 시사점 / 22

※ 본 자료는 최성훈(일본 Tomomi Research, Inc.) CTO의 원고를 기반으로 작성함

기계기술정책 원문 찾아보기

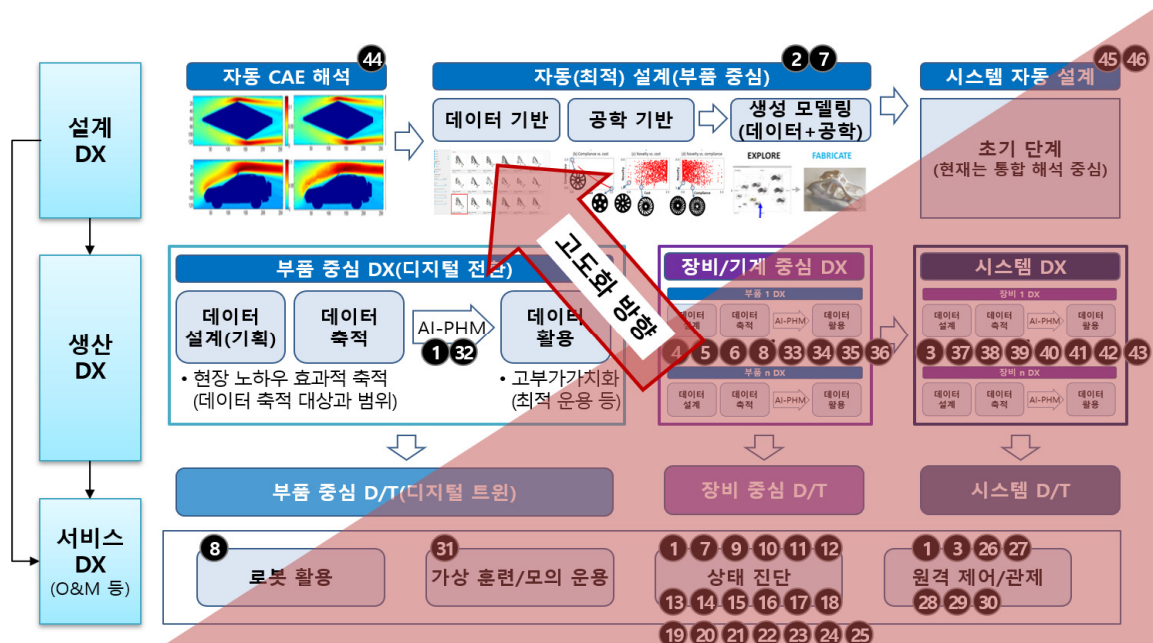
- ☐ 한국기계연구원 홈페이지-새소식-기계기술정책
- ☐ 웹페이지 : https://www.kimm.re.kr/pr_policy

※ 웹페이지에서 다운로드 시, 정기구독을 신청하시면 이메일로 받아보실 수 있습니다.

SUMMARY

- 일본 제조기업은 HW 경쟁력 중심으로 성장해왔으나, SW 내재화의 중요성을 인지하면서 디지털 전환(DX)을 강화하여 산업경쟁력을 제고하고 있음
- 일본 제조기업은 SW 제작을 외주에 의존하는 등 IT 시스템에 대한 이해 부족으로 주요국보다 DX가 더더 경쟁력 소실에 대한 우려가 있었음
 - 하지만 일본 제조업은 2020년 전후로 DX의 성공적인 안착을 위해서는 내재화가 필수요인임을 인식하여, DX 내재화를 강화하고 있음
- 본고는 제조 밸류체인 DX를 중심으로 설계, 생산, 서비스(O&M, 판매)로 나누어 분석
 - 일본 제조기업의 DX는 토요타 생산방식의 의한 무다*가 없는 현장과 공장의 생산설비의 철저한 내재화를 주요 특징으로 함
 - * 무다(むだ): 안 해도 된다는 뜻의 일본어로, Wasteful, Useless, Unnecessary를 합친 개념
 - ICT 기반으로 정형화된 과업을 자동화하여 무다를 최소화하고, 인재를 육성하여 내재화하는 디지털 전환을 추진 중
 - 일본 제조기업의 DX 사례는 서비스 DX 중 상태진단이 가장 많으며, 부품, 장비, 시스템 데이터 축적에 따라 제조 자율화, 가상화, 연결화 진행 전망
 - 기계산업 등 제조업 디지털 전환은 상대적으로 적용이 용이한 서비스-생산-설계 순으로 확산되고 있으며, 이는 고도화 방향이자 신사업 기회이기도 함

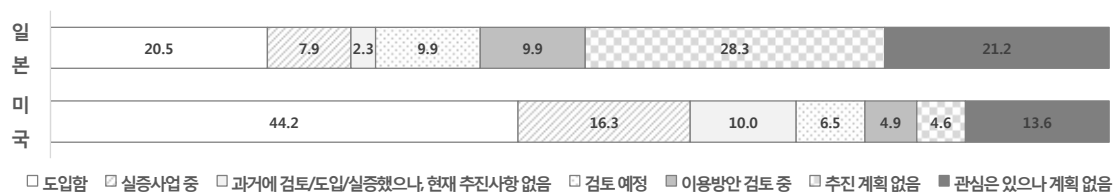
<그림> 일본 기업 DX 사례(46건)별 밸류체인 적용 현황 및 DX 고도화 방향



1. 서론

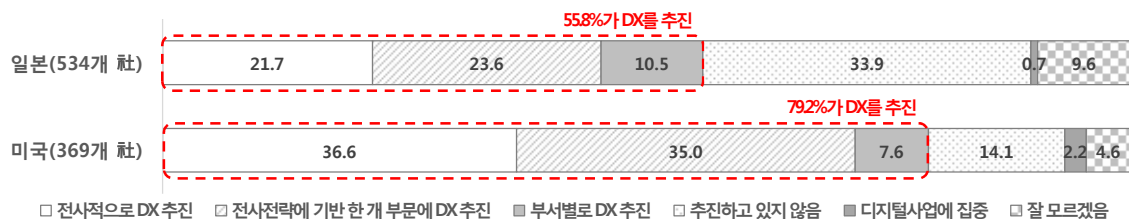
□ 일본 제조업의 디지털 전환(DX) 특징

- 일본 제조업은 소프트웨어를 이용한 생산성 증가가 다른 나라에 미치지 못하여 경쟁력을 소실하였다는 것이 일본 내 중론
 - 20세기에 기계, 전기, 화학, 재료, 반도체 등 제조업 전 분야에서 전성기를 구가했던 일본기업은, 21세기에 들어와서 가전산업과 같이 쇠퇴일로에 섬
 - 대표적으로 미국은 60.5%가 AI 기술을 실증 또는 이미 도입하여 활용하고 있지만, 일본은 절반이 채 안 되는 28.4%만 실증·도입 수준에 이르렀으며,



<그림 1> 일본과 미국의 AI기술 활용 현황 비교¹⁾

- 디지털 전환도 미국은 79.2%가 최소 부서별 디지털 전환을 추진하고 있는 반면, 일본은 55.8%만 진행하며 디지털 경쟁력에서 한 수 아래로 평가됨
 - * 일본은 디지털 전환을 추진하고 있지 않은 기업(33.9%)도 미국(14.1%)보다 두 배 이상의 비중을 차지하기에, 향후 디지털 전환 격차가 더 커질 수 있을 것으로 전망됨

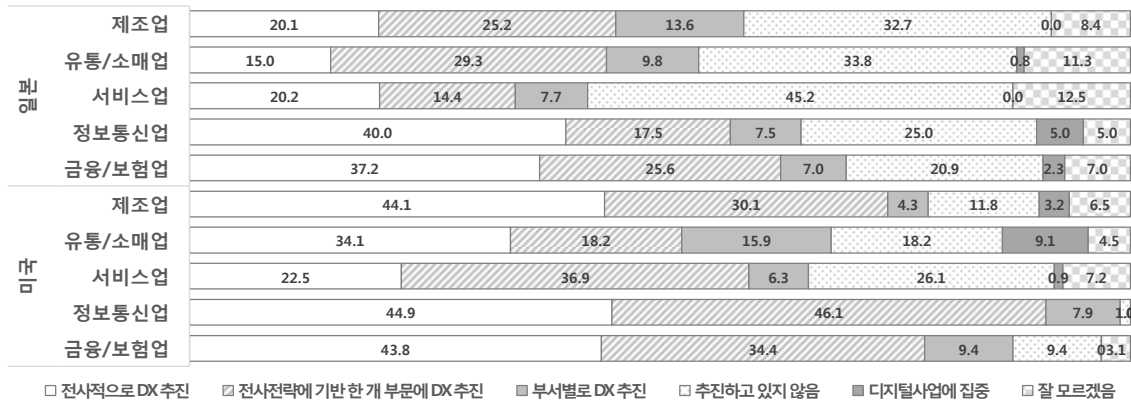


<그림 2> 일본과 미국의 디지털 전환 추진 현황 비교²⁾

- 특히, 업종별로는 일본이 강점을 갖고 있던 제조업에서조차 디지털 전환이 미국에 크게 뒤처졌으며, 유통/소매업도 미국의 절반 이하 수준에 그침
 - * 통상 IT기술을 많이 활용하는 정보통신업과 금융/보험업에서는 그 차이가 적지만, 제조업에서 발생한 미국과의 큰 격차가 일본의 S/W 경쟁력 소실을 대변함

1) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.

2) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.



<그림 3> 일본과 미국의 디지털 전환 추진 현황 비교³⁾

□ 일본 제조업의 IT 경쟁력이 강하지 않은 이유

- 2018년 일본 경제산업성은 ‘2025년의 절벽’⁴⁾이라는 표현을 사용하며, 일본 내 IT 인재 부족과 레거시 시스템이 DX 추진의 주된 저해요소라고 밝힘
 - * 레거시 시스템이란 복잡하고 노후하고 데이터 연계가 되어 있지 않은 시스템을 의미하는데, 일본 제조기업의 80%는 여전히 레거시 시스템에 의존
- 일본 정부는 ‘2025년의 절벽’을 극복하기 위해 5대 주요 정책방향을 제시함

<표 1> 제조업 DX 추진을 위한 주요 정책방향⁵⁾

정책 방향	주요 내용
가시화 지표 및 기업의 자가진단 제도 구축	기업의 자가진단을 위한 DX 추진지표 제정(2019.7.) 경제산업성·도쿄증권거래소 ‘DX 우수종목’ 35개사 선정(2020.8.)
DX 추진 가이드라인 책정	DX 추진지침 제정(2018.12.)
DX 실현을 위한 IT 시스템 구축에 따른 비용 및 리스크 삭감을 위한 대응책	협력 영역에 대한 공동 플랫폼 구축, 커넥티드(connected) 인더스트리 세제 운영(2018.6.~2020.3.)
사용자와 벤더 간 관계 재구축	정보시스템 모델 계약서 제정 및 배포 기술연구조합 활용 검토
DX 인재 육성 및 확보	정보처리 기술자 시험 시행, 4차 산업혁명 스킬 습득 강좌 인증제도(2018.4.)

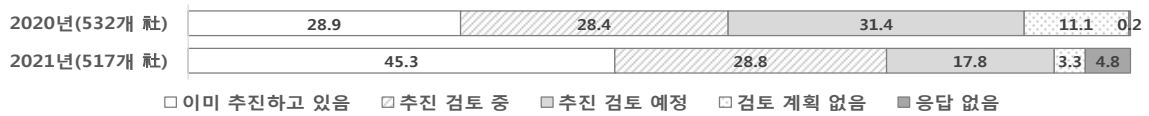
- 일본 제조업의 경영자, 관리자는 기계, 소재 등 하드웨어 분야는 세계 최고 수준이지만, 소프트웨어에 관한 이해는 부족한 것이 주요 원인

3) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.

4) DX 추진의 지연으로 2025년 이후 1년당 최대 12조 엔의 경제적 손실이 발생할 가능성이 있음을 언급함

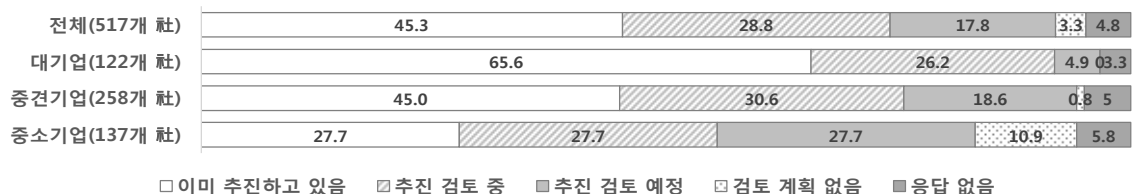
5) KOTRA 도쿄 해외시장뉴스, “일본 제조업의 혁신을 이끄는 디지털 트랜스포메이션(1) 주요동향”, 일본경제산업성

- 특히, 생산성 제고를 위한 IT 시스템에 관한 이해나 활용도는 높지 않은 편
 - 2020년보다 2021년에 더 많은 기업이 이미 디지털 전환을 추진하거나, 추진을 검토 중이기는 하지만 여전히 약 30% 기업은 도입에 미온적



<그림 4> 2020년과 2021년 일본의 디지털 전환 추진 현황⁶⁾

- 대기업(65.6%)보다 중소기업(27.7%)에서 디지털 전환이 지연되고 있으며, 중소기업 중 10.9%는 디지털 전환 추진 계획조차 부재⁷⁾
- 중소기업의 DX 추진이 더딘 이유는 경영진의 DX에 대한 동기 부족, 예산 부족, IT예산 비효율적 배분, IT 인재의 부족 현상 심화 등을 꼽음⁸⁾
 - * 하지만, 일본 정부는 기업의 90%, 근로자의 70% 이상을 차지하는 중소기업의 DX를 정부 정책의 성공과 경제회복의 핵심과제로 인식



<그림 5> 일본의 기업 규모별 디지털 전환 추진 현황⁹⁾

- IT 시스템에 대한 이해가 부족한 원인으로 기업이 소프트웨어 제작을 외주에 의존하거나 과도한 주문 제작 사양을 고수하는 것으로 파악¹⁰⁾
 - 첫째, 소프트웨어 제작을 하청이나 외주에 의존하는 관성이 있었음
 - * 1990년대 이후에 유행한 아웃소싱에 대한 철학과 더불어 경비 절감의 흐름에 맞춘 제조업이 생산성 향상을 위한 IT 시스템의 내재화를 중요시하지 않았음
 - 둘째, IT 시스템을 발주하며 과도한 주문 제작(customize) 사양을 고집하는 일본 기업의 특징이 있음
 - * 발주하는 기업의 담당자가 IT 시스템에 대한 이해도가 부족한 상태에서 IT 벤더에게 무리한 요구를 하며, 결과적으로 낭비가 많은 시스템을 제작하게 됨

6) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.

7) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.

대기업은 종업원 3,000명 이상, 중견기업은 300~3,000명, 중소기업은 300명 미만으로 구분

8) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.

9) 일본능률협회, “DX 착수 현황”, 2020.9.

10) 일본 전문가 인터뷰(히타치 제작소 15년 근무 엔지니어) 및 사례 분석

일본 기업의 외주 및 주문제작 사례(1): 자이오넥스

- (공급기업) 코로나19로 제조현장도 데이터 관리 필요성이 증대되고 있으나, 여전히 외주나 주문제작을 통해 DX를 추진하는 것이 일본 제조기업의 현실
 - 공급망 관리, 제품 생애주기 관리(PLM) 솔루션을 구독형태로 한국 기업에게 납품받고 있으며, 대표적인 DX 외주 및 주문제작 시스템 납품 사례
 - * 기존에는 엑셀 스프레드시트로 데이터를 관리하고, 대면회의를 통해 의사결정을 진행
 - 북미나 유럽기업은 실시간 주문 제작 및 현장에서 사용하는 일본어로 납품이 불가하여 한국기업의 제품을 활용

일본 기업의 외주 및 주문제작 사례(2): 미즈호 은행

- (수요기업) 과도하게 주문 제작된 시스템이 문제를 야기한 대표적인 사례로 일본 은행 업계 3위 규모 미즈호 은행의 시스템 통합 사태가 있음
 - 2000년대 초, 일본 은행 업계의 합병과정에 탄생한 미즈호 은행은 기존 은행들이 가진 기간 IT 시스템을 통합하는데 약 19년을 허비함
 - 2021년에 통합 시스템에서 인터넷 뱅킹과 해외송금 등 중요한 시스템 장애가 10건 이상 발생이 되었는데도, 아직 그 원인을 찾지 못함



<그림 6> 미즈호은행 시스템 통합 19년사¹¹⁾

<그림 7> 2021년 시스템 대규모 장애 발생¹²⁾

11) 미즈호 재시동의 조건, 일본경제신문, 2021.1.

12) 미즈호 재시동의 조건, 일본경제신문, 2021.1.

2. 일본 제조업이 가지는 경쟁력의 원천

□ 일본 제조업의 근간은 토요타 생산방식, 일본식 디지털 전환 철학도 이에 기반

- 일본 제조업의 강점을 한 줄로 요약하면 ‘토요타 생산방식’이라 할 수 있음
 - 토요타 생산방식은 토요타 자동차가 약 50년 전에 실현한 무다*가 없는 생산방식 의미하며, 현장에서는 철학에 가까운 개념임
 - * 무다(むだ): 안 해도 된다는 의미의 일본어로, 영어의 Wasteful, Useless, Unnecessary를 합친 개념. 낭비로 번역하면 단어의 본질이 전달되지 않아 본고에 무다로 표기함
 - 토요타 생산방식은 고객의 요구에 따라 생산 계획이 정해지는 것이 특징
 - 주문을 받은 이후에 생산계획을 세움으로써 무다가 없이 생산하고, 단기간에 납품하는 시스템을 의미함
 - 필요할 때에 필요한 만큼의 부품만 확보하는 토요타 생산방식을 실현하기 위해 간판방식(看板方式, Just In Time)을 도입함



<그림 8> 토요타 생산방식의 체계¹³⁾

- 토요타 생산방식이 도입된 지 50년이 넘었지만, 현장에는 여전히 무다가 많아 효율성 제고가 필요함
- IoT와 AI 기반의 데이터분석을 통해 현장의 무다를 없애서 물과 같이 흐르는 고수익의 공장을 세우는 것이 일본식 디지털 전환을 의미함

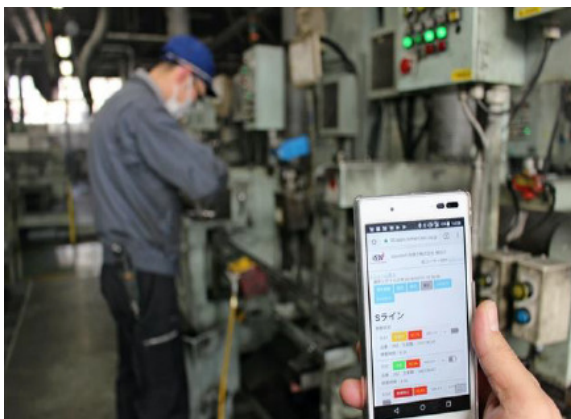
13) 일본 전문가 인터뷰(히타치 제작소 15년 근무 엔지니어) 및 사례 분석

- 일본 제조업은 여전히 경쟁력을 갖고 있으며, 디지털 전환의 성공적인 안착을 위해서는 내재화를 가장 주요한 요인으로 꼽음
 - 취약성을 드러낸 IT 시스템과 달리, 일본의 공장은 경쟁력을 갖추
 - 대기업부터 중소기업까지 다품종 소량생산이 가능하고, 코로나19로 수요가 급감하더라도 생산에 손실이 발생하지 않는 시스템을 구축함
 - * 예: 니이가타현 츠바메산조의 금속공업단지에는 니퍼, 펀치, 플라이어 등의 제조사가 집약되어 있는데, 비슷한 제품을 만들더라도 제조 설비들이 회사마다 독자적으로 내재화·자동화됨
 - 일부 업체는 자체 엔지니어만(in-house)으로 생산설비의 IoT화, 스마트 팩토리화를 추진함
 - 경영자는 내재화로 축적된 노하우와 비용 관련 지식이 기업 경쟁력의 원천이 되기 때문에 생산설비와 시스템의 내재화에 높은 가치를 둠
 - 일본 기업은 IT 시스템의 개발을 외부업체에 통째로 맡기는 관행이 지속되며, 주요국 대비 디지털 전환에 뒤처지는 결과를 낳음
 - 특정 업체에 개발 업무가 종속되는 경향이 짙어지고, 위탁 개발업체는 높은 가격에 IT 시스템을 개발, 공급하며 수익을 창출함
 - 개발을 의뢰하는 기업은 비용을 저감할 수 없는 구조가 고착화됨
 - 외주와 위탁에 의존하며 디지털 기술의 노하우가 축적되지 않아 디지털 전환의 진행이 유럽, 미국, 중국보다 늦어지는 원인이 됨
 - 일본의 기업들도 이런 관행의 폐해에 뒤늦게 깨닫고, 디지털 전환을 위한 시스템 개발을 외부에 맡기지 않고 내재화하는 움직임을 보이기 시작함
 - 사내 IT 엔지니어를 활용한 EC(E-Commerce) 어플리케이션을 개발: 코바야시 제약, 양품계획
 - 사내 DB와 연동하여 영업 지원 어플리케이션을 자체 개발하기도 함: 닛신 식품 홀딩스

3. 일본 제조업의 디지털 전환 사례

□ 아사히철공

- 토요타 계열의 부품메이커로, 단조, 주조를 이용한 엔진 부품을 제조
- 이 회사에는 30년 이상 사용한 단조, 주조 목적의 낡은 설비가 많아, 설비의 가동률을 파악하는 것이 어려웠음
 - 처음에는 사람이 스톱위치를 들고 설비의 가동률을 파악하는 활동을 해왔으나 한계에 봉착
 - 그래서 IoT의 프로젝트를 세워, 외부의 IT시스템 개발업체에 개발을 타진 하였으나, 예산을 넘는 높은 가격에 좌절함
- IT 시스템 활용 목적을 설비의 가동률과 사이클 타임 체크로 한정하고, 아키하바라에서 센서를 구입하여 사내에서 직접 시스템을 제작
 - 한 예로, 설비의 정상 작동여부를 신호등으로 알려주는 패트롤라이트가 있는데, 개당 50엔짜리 광센서를 달고, 라즈베리 파이를 연결하여 패트롤라이트에 이상이 발생하면 서버에 알려주는 간단한 시스템을 구축
 - 이러한 일련의 과정에서, 30-40년 전에 구입한 낡은 설비의 IoT화에 성공하여, 생산라인 전체의 생산성 제고, 노무비 및 설비투자비를 연 수억엔 규모로 절감하는데 성공함



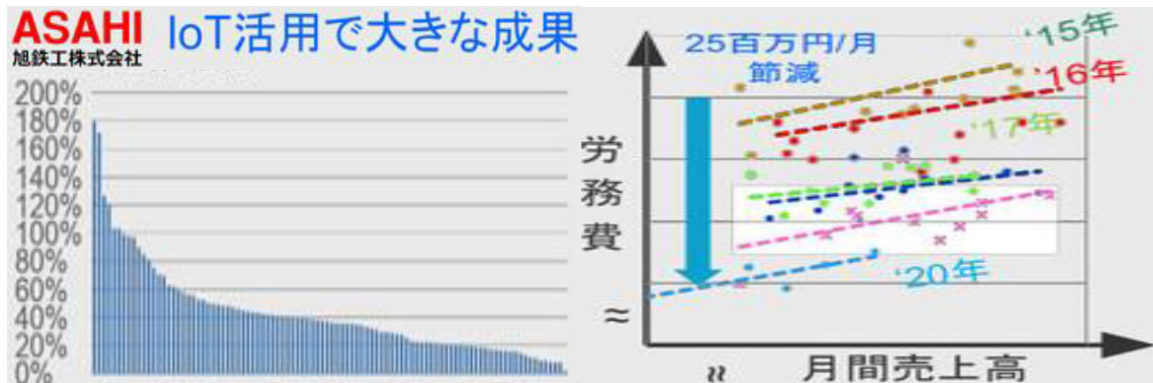
<그림 9> 아키하바라에서 구입한
센서로 구축한 IoT 시스템¹⁴⁾



<그림 10> 50엔짜리 광센서를 활용한
아사히철공 사례¹⁵⁾

14) 토요타 출신의 무토파 사장, DX로 낡은 공장을 개혁, 아사히 신문, 2022.1.

- 내재화를 통한 사내 설비의 IoT화와 가동률의 가시화에 성공을 하여, 보이지 않았던 무다를 삭감할 수 있었음
- 아사히철공의 디지털 전환은 재무상황을 크게 개선한 사례로 일본 내에서도 주목을 받은 바 있음



* 100라인 생산성을 카이젠으로 평균 43% 향상* 노무비 2.5백만엔/월(연 3억원) 절감

<그림 11> IoT 사용으로 큰 성과를 실현: 아사히철공¹⁶⁾

□ 미스미 Meviy

- 한국에도 진출한 미스미는 일본 제조업에 있어 각종 기계 및 전기 부품의 구매 프로세스에 관하여 미국의 아마존과 같은 입지를 점하고 있음
- 절삭·판금을 이용해 가공 부품을 만들 때 조달업무에 걸리는 프로세스에 무다가 많이 발생함
 - 예를 들어, 3D CAD로 작성한 부품을 가공업체에 발주하는 프로세스를 생각해 보면, 3D CAD의 도면을 각종 수치가 기입이 된 2D CAD 도면으로 다시 그린 뒤, 복수의 가공메이커에 견적을 의뢰하고
 - 가공메이커의 영업 담당은 2D 도면을 보고 견적을 낸 뒤 가공비용을 답변하고, 발주자가 가공메이커를 선정하면 가공메이커의 현장 엔지니어는 종이에 인쇄된 도면을 받아, 해당 도면을 보고 가공함
 - 한 업체의 조사에 의하면, 위 조달-가공 과정에서 3D CAD-2D CAD 변환, 담당자간 연락에 걸리는 시간이 총 소요시간의 80~90%를 차지함

15) 토요타 출신의 무토파 사장, DX로 낡은 공장을 개혁, 아사히 신문, 2022.1.

16) 토요타 출신의 무토파 사장, DX로 낡은 공장을 개혁, 아사히 신문, 2022.1.

- 이에 미스미는 절삭가공 기술·비용 관련 DB를 구축한 뒤, 사용자가 3D CAD 도면을 시스템에 업로드하면, 즉시 3D CAD 도면을 체크하여 견적을 내는 시스템을 구축하여 조달 프로세스 상의 무다를 해결함
- 또한, 사내에 NC 머신센터를 만들어, 3D CAD 도면을 무인으로 움직이는 NC 가공센터에서 제작함으로써 유저는 복수 견적을 기다릴 필요가 없고, 일주일 이상 걸리던 납기도 3일내로 단축하게 됨
- 가공품 제작 시 조달업무에서 발생하는 시간의 무다를 90%이상 삭감한 사례로, 실제로 미스미 가공 서비스의 시장 점유율은 급증하고 있음



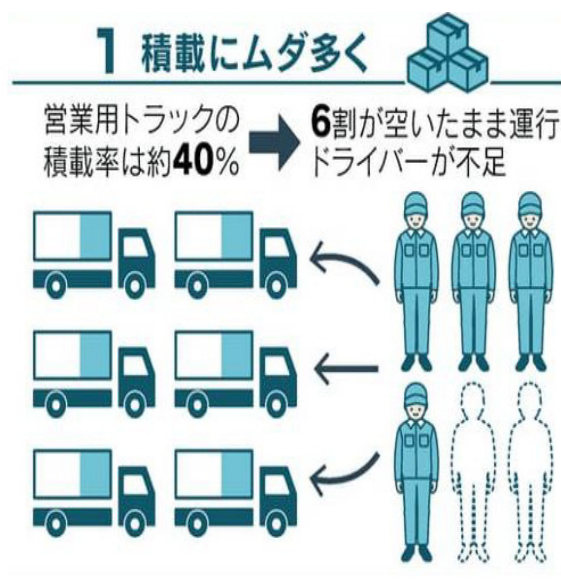
〈그림 12〉 제조업에서의 가공부품 조달에 걸리는 시간을 90% 단축¹⁷⁾

□ 히노 자동차

- 히노 자동차는 일본의 상용트럭의 최대 메이커이며, 일본의 화물운송의 90퍼센트는 트럭 운송이 담당함
- 트럭당 적재효율이 40% 수준에 그치고, 납품을 위해 약 2시간을 대기해야 하는 무다를 제거하기 위해 혼재 패턴을 분석하여 수송루트를 최적화함
 - 일본의 통계조사에 따르면 트럭 1대의 적재효율이 40%에 불과한 무다가 있는데, 이는 60%의 짐칸을 비워둔 채 운행한다는 의미
 - * 최근 코로나19의 영향으로 물류 수요가 급증함에 따라, 트럭 운전기사 부족 문제도 가중
 - 또 다른 무다는 납품을 위한 상하차 업무가 오전에 집중된다는 점인데, 사업소가 8~9시 이후에 창고를 개방하고, 장거리 트럭운송은 야간에 이뤄지므로 8시 이전에 사업소에 도착한 트럭은 대기할 수밖에 없음
 - 통계조사에 따르면 트럭 1대당 평균 대기시간이 1시간 45분으로, 응답자의 30% 이상은 2시간 이상 대기한다고 답변함

17) 미스미의 조달혁명, 3.8억 시간, 2조 엔의 무다를 없앴다, 닛케이 비즈니스, 2021.6.

- 히노 자동차는 트럭 운전기사에게 2대분의 연결 트럭을 운전하게 한 뒤, 데이터 분석을 통해 수송품의 혼재패턴을 분석해서 적재 효율을 제고함
- 예를 들어 식료품 메이커, 음료 메이커와 협력하여, 두 회사의 제품을 혼재하여 운송하고, 수송 루트도 최적화함
- 그 결과 2019년 시범운행을 시작하여 2년 뒤에는 평균 적재율을 40%에서 53%로 개선하였으며, 2025년까지 목표 적재율은 70%달성을 계획



<그림 13> 낮은 트럭 적재율(40%)로 운전 기사 부족 문제가 야기됨¹⁸⁾

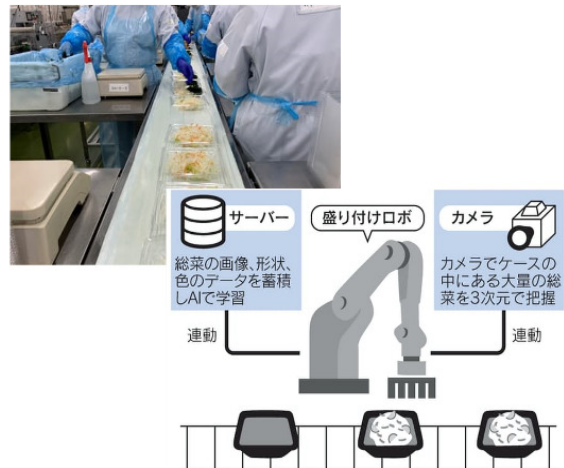
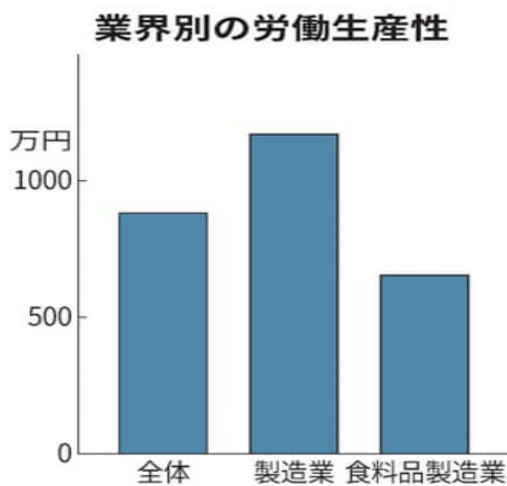
<그림 14> 2대 연결 트럭 이용으로 적재율을 13%p 개선¹⁹⁾

□ 쿠팡 식품제조업체

- 일본에서 생산되는 달걀의 10~15%를 소비하는 쿠팡은 일본 마요네즈 업계의 최대 업체로, 마요네즈 외에 마트에 납품하는 반찬 사업도 진행
- 용기에 담는 마지막 공정에 인력을 집중배치 해야 하는 무다가 발생하자, 화상인식 AI 기술을 도입하여 이를 극복하였으며 기술사업화도 추진 중
 - 일본 식료품 제조업에 종사하는 사람은 약 114만 명으로, 일본의 제조업에서 가장 큰 15%를 차지하지만, 노동생산성은 654만 엔으로, 제조업 평균(1170만 엔)의 약 50% 수준

18) 히노와 이쓰즈, DX로 물류위기를 타개, 데이터 활용에 연계, 닛케이 산업신문, 2021.4.

19) 히노와 이쓰즈, DX로 물류위기를 타개, 데이터 활용에 연계, 닛케이 산업신문, 2021.4.



<그림 15> 식료품 제조업의 생산성은 제조업 평균의 50% 수준²⁰⁾ <그림 16> 병목 현상인 용기에 샐러드를 담는 공정에 AI 기반 자동화 구현²¹⁾

- 식료품 제조업에는 중소기업이 많아, 생산성 향상을 위한 로봇 등을 이용한 자동화가 진행되고 있으나 여전히 생산성이 낮음
- 으깬 감자 샐러드를 납품하는데 용기에 감자 샐러드를 담는 마지막 공정은 형상이 일정하지 않은 감자 샐러드의 특성상 자동화가 진행되지 않음
- 그 결과, 감자 샐러드 제조 공정에 투입된 인원의 60%가 용기에 담는 업무를 하며 경영자원의 배분에 무다가 발생했고, 최종공정을 사람에 의존함으로써 시스템 전반의 생산성 향상이 어려운 상황에 처함
- 이에 큐피는 화상인식 AI를 이용하여 감자 샐러드의 수만 장의 데이터의 AI에 학습시키고, 감자 샐러드의 색깔이 흰색이라 용기와 감자 샐러드 간 경계 구분이 어려울 때는 3D 카메라를 이용
- 그 결과 1개의 용기에 감자 샐러드를 담는 시간을 십수초 이내로 단축하고, 오차는 10그램 이내로 하는데 성공
 - * 경우에 따라선 자동화 시스템이 사람보다 빨리 용기에 담기도 함
- 큐피는 2021년에 실증을 마쳤으며, 2022년에 본사 반찬공장에 이 AI 시스템을 도입할 예정
- 이후 타사 식료품 제조업체에게도 AI 시스템의 판매를 개시하여, 일본 식료품 제조업의 생산성을 개선할 계획

20) 큐피, 로봇도 만든다. 중소기업의 인력부족을 해소, 일본경제신문, 2021.3.

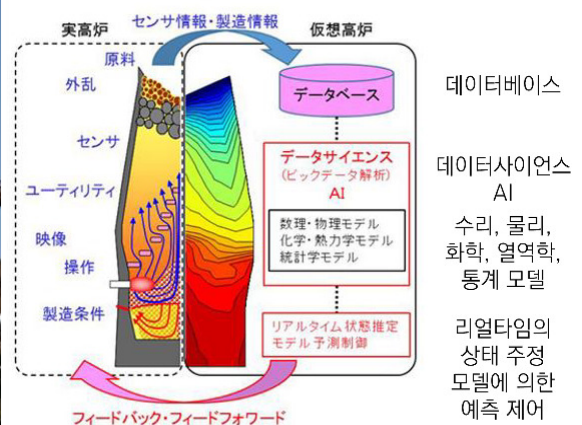
21) 큐피, 로봇도 만든다. 중소기업의 인력부족을 해소, 일본경제신문, 2021.3.

□ JFE 스틸

- 일본 내에서 일본제철에 이어 2위, 세계에서 8위 규모의 철강업체
- 고로(용광로)에 2천여 개의 센서를 통해 확보한 데이터로 기계 학습하여, 일시정지한 고로가 재가동하기까지의 소요 시간을 획기적으로 단축함
 - 철강업계에서 고로가 정지하면, 재가동하는 데만 약 반년의 시간이 걸리는데다가 한 번에 성공한다는 보장도 없어 메이커로서 큰 리스크
 - 고로 내에 철광석이 타다만 찌꺼기가 붙어 제거하기 쉽지 않고, 사람이나 기계가 제거할 수 있게 온도를 낮추는데도 많은 시간이 소요됨
 - 이에 철강업계는 고로를 가동상태로 유지해야 하므로 시장에 철강제품의 공급과잉을 야기하여 시장 상황의 악화나 재고 증가 문제를 야기함
 - JFE 스틸은 약 2천 개의 센서를 고로에 장착하여 열·압력·가스 등 데이터를 수집하고 몇 십년간의 조업실적을 AI에 학습시켜, 멈춘 고로가 재가동하기까지 소요시간을 3개월로 단축하는데 성공
 - JFE 스틸은 디지털 트윈 개념을 고로에 적용하여 그 효과를 실증한 사례로 주목받고 있음



<그림 17> JFE스틸의 고로²²⁾



<그림 18> AI를 이용한 고로 제어시스템²³⁾

22) JFE 고로의 재가동 2배 빠르게, 시장 수요에 재빨리 적응, 일본경제신문 2020.10.

23) JFE 고로의 재가동 2배 빠르게, 시장 수요에 재빨리 적응, 일본경제신문 2020.10.

□ 와이비엠

- 현장의 토질개량기, 탁수처리장치에 특화된 기술을 가진 기계 제조기업
- 구형 생산설비와 태블릿으로 IoT 시스템을 구축하여 생산정보 가시화 실현
 - 2000년대 초반 '팩토리 컴퓨팅 시스템', 2000년대 후반 태블릿을 통한 디지털화에 두 차례 모두 실패
 - 사내 젊은 직원 중심의 TF를 구성하여, 세미나와 기업 탐방 등 IoT가 도입된 현장을 체감하게 하여 TF 구성 반년 만에 독자적 IoT 시스템 구축
 - 구형 NC선반 기계를 사용하고 있음에도 태블릿으로 작업을 실시간 공유하며 연간 16,000시간과 4,700만 엔 상당의 비용을 절감함



<그림 19> Y-SPEAR²⁴⁾



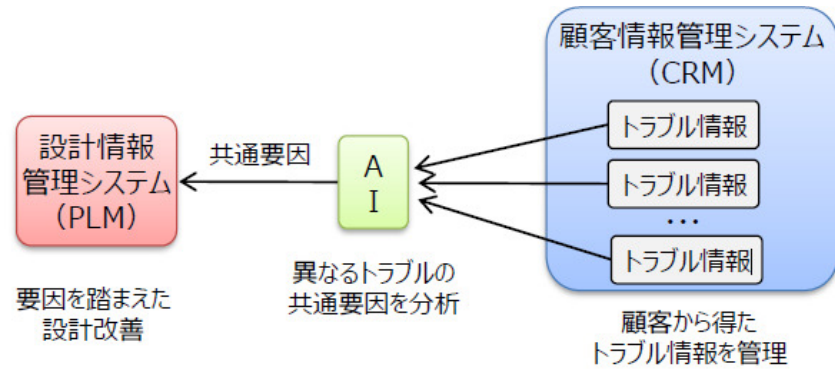
<그림 20> Y-LINK²⁵⁾

□ 가와사키중공업

- 고객정보관리시스템에 DX를 도입하여 제품설계 효율화를 추진하고, AI 기반 최적 작업 노하우를 작업원에게 교육하여 무다를 최소화함
 - 고객의 제품 오류 정보를 수집하여 AI로 분석, 공통 요인을 도출한 후 제품 설계에 반영
 - 제조업계의 효율적이고 전략적인 DX 투자를 통해 관리 비용 최소화, 제품 만족도 제고의 선순환적 가치사슬 구조를 목표로 함
 - 설계, 제조에 이르는 엔지니어링 체인 관리를 케이텍과 연계하여 실시
 - * 케이텍은 디자인 부서가 독립한 형태로 출범했으며, CAE 활용 시뮬레이션 기술 보유
 - 배테랑 인력의 작업 노하우를 인공지능에 반복 학습시켜 최적 조작정보를 작업원에게 교육하는 시스템을 개발 및 운영

24) 해당 사 홈페이지 기술소개

25) 해당 사 홈페이지 기술소개



<그림 21> 가와사키 중공업의 CRM에서의 AI 활용²⁶⁾

□ MELTIN MMI

○ 위험환경, 제조현장에서 사용가능한 아바타 로봇을 개발

- 코로나19 감염확산으로 인한 제조업, 건설업, 전기·가스·석유업계 등에서 활용할 수 있는 아바타 로봇 준비 중
 - * ENEOS(일본 정유회사)의 중앙연구소에서 아바타 로봇을 시험·분석 업무에 투입
- 제조분야부터 무다를 제거하기 위해 반복적·시간 소모적 과업을 아바타 로봇이 대신함으로써 폭넓은 분야에서 활용되는 계기를 마련함



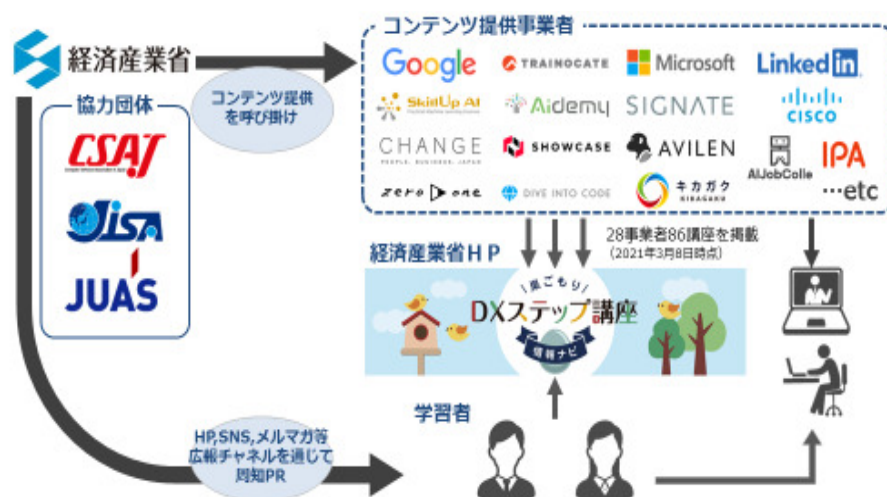
<그림 22> MELMIN MMI 아바타로봇 활용 사례²⁷⁾

26) 일본경제산업성, 2021년판 제조백서, 2021

27) 일본경제산업성, 2021년판 제조백서, 2021

4. 일본 디지털 전환의 발전 방향

- 일본 경제산업성은 디지털 전환을 최종제품-부품-소재-설비로 구분하여 연구하였으나, 본 연구는 설계-생산-서비스의 관점에서 분류
- 일본 경제산업성이 발간한 제조기반 백서에는 일본의 디지털 전환을 최종제품, 부품, 소재, 설비로 구분하여 제시하고 있음²⁸⁾
 - 최종제품은 고객과 접촉을 통한 서비스 솔루션을 제공하며, 엔지니어링 체인의 동시화, 실시간 다품종 소량생산 등을 포함
 - 부품은 부품의 사용자에게 서비스를 제공하고, 발주를 중개하는 비즈니스 모델, IoT 기반의 카이젠 노하우 서비스 제공 등을 포함
 - 소재는 생산 공정의 고도화, 소재의 센서화, 고객 직접 구축 등을 포함
 - 설비는 센서를 통해 축적한 데이터를 분석하여 유지·보수를 위하여 솔루션 형태로 제공하는 서비스 등을 포함함
 - 2020년 전후로, 제조 ICT 융합 R&D 강화, 느슨한 표준화 전략, 보조금 확대 등 산업전반의 DX 재구축 추진
- 일본 경제산업성은 일반인의 DX 능력 배양을 위한 교육사업도 주력
 - 비대면, 재택근무가 확산에 따른 일반인 대상 DX 온라인 강좌 개설

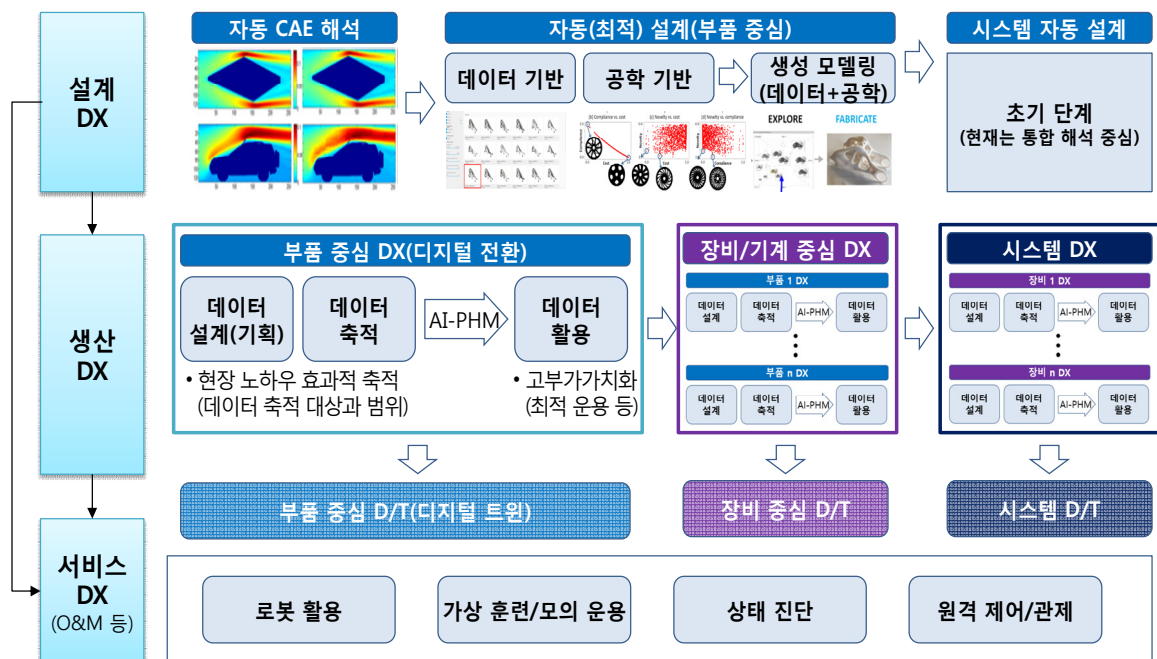


<그림 23> 경제산업성 DX 온라인 프로그램 추진체계(2021년 기준 86개 강좌 개설)²⁹⁾

28) 일본경제산업성, 2017년판 제조기반 백서(모노즈쿠리 백서), 2017

29) 그림 출처(각주), 2021년판 제조백서(경제산업성)

- 청소년층을 대상으로 하는 ‘미래의 교실’ 실증사업이 추진되고 있으며 학습 패턴과 환경에 맞는 학습 최적화가 사업 목표임
 - * 도쿄대생산기술연구소, AIST, NEDO, 브리태니커 재팬이 협력한 STEAM³⁰⁾ 프로그램 운영
- 본 연구는 제조 밸류체인 DX를 중심으로 설계, 생산, 서비스(O&M 및 판매)로 구분하여 분석하고자 함
 - 설계 DX: 데이터 기반과 공학 기반이 하이브리드 된 생성 모델링 등이 개발 초기 단계이며, 이를 통해 비전문가도 부품을 자동 설계하고 시스템 레벨로 자동 설계하는 방향으로 전개되고 있음
 - 생산 DX: 데이터의 기획(설계)·축적 단계와 이를 활용하여 산업을 고부가화시키는 구조로 ‘(1)부품-(2)장비-(3)시스템’ 분야로 연결·고도화
 - * 생산 분야 DX의 고도화를 위해서는 ‘부품-장비-시스템’ 연계 기술체계의 완성도가 중요
 - * 시스템 DX에 집중 투자되는 현재의 R&D체계에서, 부품, 장비 DX 기술 고도화에도 균형적 투자가 이루어지는 R&D체계로의 개선 필요
 - 서비스 DX: 시스템 상태진단, 원격제어, 가상 시뮬레이션(모의 운용/훈련 등) 등의 분야에서 디지털 트윈 및 로봇 기술과 융합하여 진행 중
 - * 설계분야 DX와 서비스분야 DX간 융합을 통해 서비스분야 DX 확장 가능



<그림 24> 디지털 전환 기술개발 방향³¹⁾

30) Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics의 앞글자로 융합교육 프로그램의 일종

31) 한국기계연구원에서 개발한 디지털전환 분석 방법론

□ 밸류체인별 일본 주요기업의 디지털 전환 대응 현황

- 제조 DX 구현은 일반적으로 밸류체인 역순으로 용이하여, 서비스, 생산, 설계 순으로 사례가 많음

- 일본 사례 연구에서도 밸류체인의 역 순으로 사례를 정리하였음

① 서비스의 디지털 전환(O&M, 판매 등)

○ 상태 진단

- (이스즈 자동차) 100개 이상의 차량 내 부품 관련 데이터를 클라우드에서 모니터링하고, 정확한 고장 원인을 특정하거나 고장 예방 실시
- (히타치 건설기계) 제품 내 센서를 활용하여 이상 발견 시 고객에 즉시 통보하며, 데이터 기반 제품 가동정보를 분석하여 새로운 서비스 개발
- (안마) 농기계 내 센서를 활용하여 고객에게 최적 운용 및 유지보수가 가능하도록 서비스를 제공하며, 원격 제어가 가능한 트랙터 개발 중
- (케자 컴프레서) 예지보전 서비스를 통해 가동률 향상 및 비용 절감을 지원하며, 컴프레서를 고객사 대신 운용함
- (다이킨공업) 기기 상태 모니터링에 기반한 예지보전 서비스를 제공하고, 주변 기기 내 센서에서 수집한 데이터를 분석하여 최적 운영 제공
- (코니카 미놀타) 머신데이터를 원격진단에 활용하여 유지·보수의 효율화를 실현하고, 맞춤형 영업 제안 서비스 제공
- (사토 홀딩스) 예지보전 기술을 통해 고객사 프린터에 유지·보수가 필요하면 엔지니어가 신속하게 현장 출동하는 서비스 제공
- (뉴 마인드) 프린터에 탑재된 센서로 데이터를 수집하여 클라우드에 저장한 후, 고장 원인을 사전 검증하여 영업비용 절감
- (노가미기연) 고객의 정밀 금형에 이상 검지가 가능한 센서를 내장하여 금형의 마모 등에 따라 발생하는 결함을 예방
- (아사히) 데이터 기반 예측모델로 배관의 부식속도, 부식배율을 산출하고 배관의 부식을 예측하여 배관 누출 문제를 예방하여 유지비용 최적화

- (태평양시멘트) RFID 기반 자체 센서를 활용하여 구조물 진단 기술을 개발하여 구조물 변형에 의한 열화 정보를 사전에 파악
 - (아마다 홀딩스) 센싱 데이터 및 실행 로그 데이터를 수집·분석하여 유지보수 시점을 제안하거나 원격 지원 도구로 엔지니어 지원
 - (오쿠마) 고객의 스마트 공장화를 지원하기 위한 모니터링 소프트웨어 등을 회사 내 CNC와 연결하여 가동률 향상하는 솔루션 제공
 - (야마자기마작) MTConnect를 통해 수집한 공장 정보를 클라우드에서 관리·분석하여 공장 효율화 및 생산성 향상 지원
 - (시마즈 제작소) 센서에서 발생하는 의료기기 관련 정보와 자가진단 정보에 기반하여 결함 및 고장의 전조를 감지하는 고장예방 서비스 제공
 - (아즈비루) 플랜트 내 센서, 밸브, 제어시스템에서 축적한 빅데이터를 활용하여 장애를 조기 감지하고, 안정적인 가동이 가능한 솔루션 제공
 - (다쓰노) 주유소 급유기에서 데이터를 수집·분석하여 부품 수명을 예측하고 사전에 유지 보수가 가능한 서비스를 제공
- 원격 제어 및 관제
- (쿠보타) 농기계에 ICT를 접목하여 농업경영을 지원하며, GPS를 활용하여 자동 운전할 수 있는 시스템 구축
 - (캐논) 복합기 원격 모니터링 시스템 서비스를 제공하며, 용지와 토너 관련 정보를 제공하여 재고관리의 효율화 지원
 - (옴론 헬스케어) 의료기기로 측정한 데이터 관리와 함께 원격의료 및 예방 의료 지원
 - (교사이 테크노스) 원격지에 있는 장비의 상태를 감시하는 원격모니터링 시스템을 자체 개발하여 고객맞춤형 서비스 제공
- 로봇 운용
- 가상 훈련 및 모의 운용
- (후지필름) CT, MRI 화상데이터를 고정밀 3차원 영상분석기법으로 해석하고, 의사가 고난도 수술을 할 때 시뮬레이션 할 수 있도록 지원

○ 기타

- (코마츠) 건설현장 및 토목공사의 모든 정보를 연결하여, 고효율·고안전 현장 실현을 위한 솔루션 제공
- (미쓰후지) 심전도 파형 데이터 기반 질병 사전 감지 알고리즘 개발

② 생산의 디지털 전환

○ 부품 중심

- (야마모토 금속제작소) 공구 내 센서와 무선 컨트롤러를 탑재하여 실시간 가공 현상을 시각화 및 수치화하여 암묵지를 형식지화 함

○ 장비·기계 중심

- (이부키) 맞춤형 센서로 장인의 직감에 의존하던 분야를 시각화하여 실시간으로 성형기를 제어하는 시스템 개발
* (서비스DX-상태 진단)금형과 튜닝에 필요한 정보를 고객에게 함께 제공하여 예지보전 지원
- (교토기계공구) 작업 품질 향상을 위하여 공구 및 측정기기의 상태를 실시간으로 모니터링하며, 규정된 절차와 피리 발생 시 알림 제공
- (YKK) 전 세계 3만대 생산설비 데이터를 통일적으로 수집·분석하고, ‘설비 종합효율’이라는 공통 지표로 관리차원의 IoT 시스템 구축
- (고메 제작소) 생산 설비의 가동상황을 센서로 감지하여, 금형 제조기능공의 암묵지를 시각화하여 공정 개선에 활용

○ 시스템 중심

- (세이렌) 섬유가공기술에 IT를 융합한 디지털 제작시스템을 개발하여, 가상 피팅을 통해 고객이 원하는 제품 정보를 공장에 전송하여 생산함
- (텐소) 센서 기반으로 전 세계 공장을 네트워크화 하여, 수집된 데이터 기반의 기계학습으로 무다없는 생산체계 구축
- (제이텍트) 개인의 작업 숙련도를 시스템에 통합하여 숙련도에 따른 공정 계획을 수립하고, 작업 숙련도 향상을 촉진함
- (유키정밀) 사용자 정의 제품 증가에 대응하기 위한 품질 관리 및 3D CAM/CAD를 통한 원격 자동생산 시스템 개발 등 프로세스 혁신

- (카미시마 열처리공업소) 숙련공의 작업행위를 DB화하여 매뉴얼을 만들고, 기능공 간 능력 차이에 따른 품질 차이를 최소화함
- (힐탑) 사람의 업무와 기계의 업무를 구분하여 사람이 주체가 되는 24시간 무인 생산현장을 실현함으로써 다품종 단기 납기 가공 실현
- (다이셀) 암묵지로 축적된 설비 운전 노하우를 표준·체계화하여 품질 확보 및 비용·에너지 절약 실현 도모

③ 설계의 디지털 전환

○ 자동 CAE 설계

- (마츠다) 개발 대상(부품·제품), 고객, 시장 환경 등을 모델링한 후 CAE 등 디지털 도구를 사용하여 여러 시뮬레이션을 거쳐 자동차를 개발
* 연비, 출력 등 성능을 비약적으로 개선하는 데 기여함

○ 시스템 자동 설계

- (우치다) 고정밀 금형의 균형판정 알고리즘 연구를 통해 최적의 파라미터를 설정하여 제품 품질의 고도화 실현
- (NEDO) 일본 소재기업 16개사와 협력, 빅데이터와 AI 기술로 고급 재료를 초고속으로 개발하기 위한 기반 기술 구축
* DB 구축-기계학습-통계분석-시뮬레이션을 기반으로 혁신적인 자성·전자·전열제어 재료 탐색 추진

〈표 2〉 일본 기업 디지털 전환 사례 정리

순번	기업명	DX 종류	관련 페이지	순번	기업명	DX 종류	관련 페이지
1	아사히철공	생산/서비스	8	24	아즈비루	서비스	18
2	미스미	설계	9	25	다쓰노	서비스	
3	히노 자동차	생산	10	26	쿠보타	서비스	
4	큐피	생산	11	27	캐논	서비스	
5	JFE 스틸	생산	13	28	옴론 헬스케어	서비스	19
6	와이비엠	생산		29	교사이 네크노스	서비스	
7	가와사키 중공업	설계	14	30	코마츠	서비스	

순번	기업명	DX 종류	관련 페이지	순번	기업명	DX 종류	관련 페이지
8	MELTIN MMI	생산/ 서비스	15	31	후지필름	서비스	
9	이스즈 자동차	서비스	17	32	아마모토 금속제작소	생산	
10	히타치 건설기계	서비스		33	이부키	생산	
11	안마	서비스		34	교토기계공구	생산	
12	케자 컴프레서	서비스		35	YKK	생산	
13	다이킨공업	서비스		36	고메 제작소	생산	
14	코니카 미놀타	서비스	18	37	세이렌	생산	20
15	사토 홀딩스	서비스		38	덴소	생산	
16	뉴 마인드	서비스		39	제이텍트	생산	
17	노가미기연	서비스		40	유키정밀	생산	
18	아사히	서비스		41	카미시마 열처리공업소	생산	
19	태평양시멘트	서비스		42	힐탑	생산	
20	아마다 홀딩스	서비스		43	다이셀	생산	
21	오쿠마	서비스		44	마츠다	설계	
22	아마자기마작	서비스		45	우치다	설계	
23	시마즈 제작소	서비스		46	NEDO	설계	



<그림 25> 일본 기업 디지털 전환 사례별 밸류체인 적용 현황³²⁾

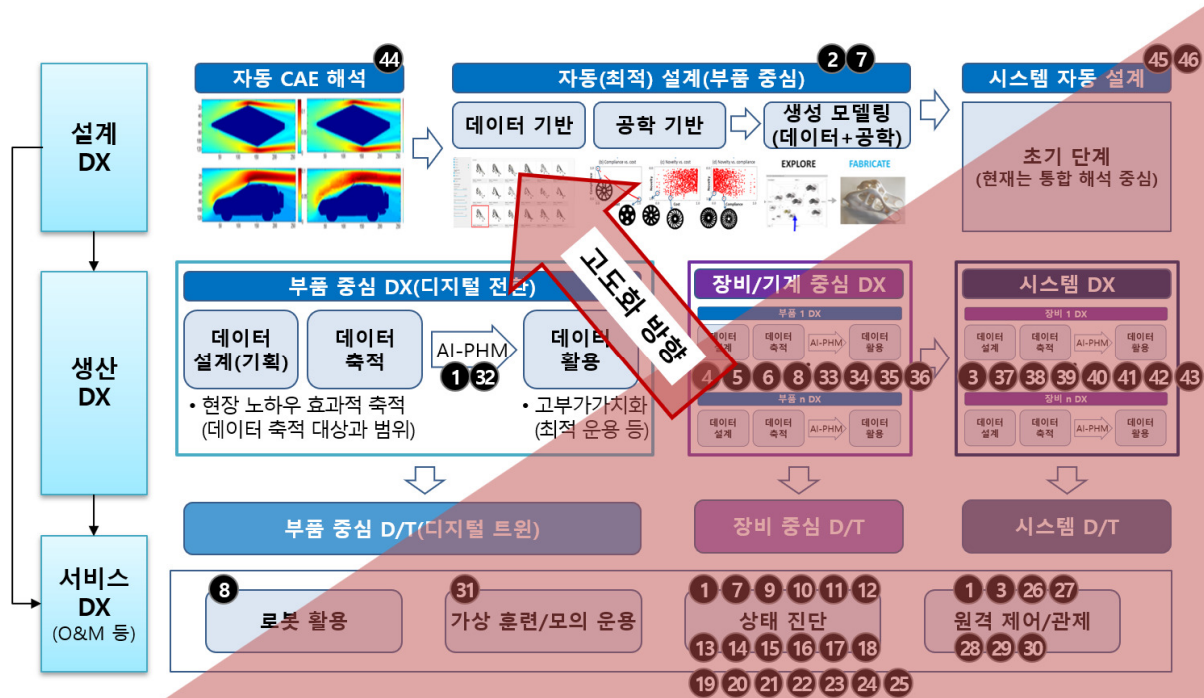
5. 결론 및 시사점

- 일본의 제조기업의 디지털 전환은 토요타 생산방식의 의한 무다가 없는 현장과 공장의 생산설비의 철저한 내재화를 주요 특징으로 함
 - 제조업계는 디지털 전환을 위해 IoT를 이용한 현장 데이터 수집 및 빅데이터 분석 기술이 필요한데, 그간은 외부업체에 IT시스템 개발을 맡김
 - 하지만, 최근 이런 관행에서 벗어나 사내 엔지니어와 리소스를 이용해 IT 시스템을 구축하는 것이 일본의 디지털 전환의 특징으로 꼽힘
 - 디지털 전환에 있어, 내재화를 실천한 기업의 성공사례가 늘고, 외부 컨설팅에 맡긴 케이스는 효과가 적다는 뉴스도 있음
 - 또 다른 특징은 그간 당연히 여겼던 제조 프로세스에서 발생하는 보이지 않던 비용, 시간의 무다를 철저히 삭감하는 것에 집중을 하고 있음
 - 무다를 삭감하여 생산성이 높은 공장을 만드는 것에 관해선 50년 전부터 토요타 생산방식이 일본의 제조업에 침투하여 그 이해도가 높음
 - IoT와 데이터 분석 기술로 토요타 생산방식이 목표로 하는 이상적인 공장을 실현하는 기술적인 배경이 준비됨
 - 일본 내 자체적인 ‘가성비 DX’ 성공사례의 증가는 기존에 높은 초기비용과 효용에 대한 우려로 DX 도입에 애로를 겪던 기업에 방향성을 제시함
 - 저비용 센서, 구글 플랫폼 활용 등의 성공사례는 신기술의 도입이 아닌 어떤 업무를 어떻게 자동화할지에 대한 검토를 중시한 공통점이 있음
 - 신기술을 도입하기 위해 막대한 비용을 쏟기보다는 무다를 없애기 위한 사소한 시도가 성공사례로 이어지고 있음
- 일본 제조기업은 빅데이터, AI 등 ICT 기반으로 정형화된 과업을 자동화하여 무다를 최소화하고, 인재를 육성하여 내재화하는 디지털 전환을 추진하고 있음
 - 정형화된 업무에 대해서는 자동화 기술을 활용함으로써 보유 인력이 창의적 업무에 투입될 수 있는 환경 조성

32) 한국기계연구원에서 개발한 디지털전환 분석 방법론

- 반복 업무에 대한 부담을 경감하고, 창의성이 필요한 업무에 집중할 수 있는 여건 조성
 - * 소프트뱅크는 법무 관련하여 동일한 패턴이 보이는 질의에 대해 로봇 왓슨을 활용
- ICT 기술경쟁력 우위를 점하기 위하여 빅데이터 확보·분석 역량 강화
 - 디지털 전환 경쟁력을 확보하려면 데이터가 매우 중요하므로, 데이터를 얻을 수 있는 현장에서 계획, 실행, 검증, 개선을 반복하는 것이 필요
 - 여전히 기계·장비, 시스템 단위의 디지털 전환에 그치고 있지만, 전 부품의 디지털 전환을 통해 빅데이터 확보가 가능할 것으로 전망됨
- 제조 현장의 효율성 제고를 위하여 SW기업과 적극 협력
 - 제조 현장의 시스템을 분석하여 디지털 전환을 접목하기 위해서는 기존의 틀을 깨뜨릴 수 있는 SW기업과의 협업이 필요
 - * 토레이는 도쿄대 내 SW기업과 AI 기반 검사기기를 개발하여 공장 조업 관리방안을 수립함
- 디지털 전환 역량의 내재화를 위하여 중장기적 인재 양성 프로그램 필요
 - 데이터와 인공지능 기술에 능한 조직을 만들어 디지털 전환에 대응하기 위해서는 꾸준한 인력 양성이 중요함
 - * 파나소닉은 코딩 능력을 갖고 소프트웨어의 개발·운영이 가능한 인재를 자사에 보유
- 일본 기업의 디지털 전환 사례는 서비스 DX 중 상태진단이 가장 많으며, 부품, 장비, 시스템 데이터 축적에 따라 제조 자율화, 가상화, 연결화 진행 전망
- 일본 기업의 디지털 전환 대응 현황 요약
 - 설계-생산-서비스 분야 중 서비스 분야에서 가장 많은 28개의 디지털 전환 사례가 있으며, 생산(16개), 설계(5개) 순(중복 포함)으로 존재
 - (서비스) 상태 진단과 원격 제어/관제 분야에 디지털 전환 사례가 집중되며, 로봇 활용과 가상 훈련/모의 운용 분야도 1개 사례가 존재함
 - (생산) 개별 장비 수준과 시스템 전체에 대한 디지털 전환 사례가 중심을 이루며, 개별 부품을 모두 디지털 전환하는 데까지는 이르지 못함
 - (설계) 가장 적은 디지털 전환 사례가 존재하며, 해당 사례들도 초기 단계에 그침

- 기계산업이나 제조업 디지털 전환은 서비스-생산-설계 순으로 적용이 어려우며, 이는 고도화 방향이자 신사업 기회이기도 함
- 일본 사례에서도 알 수 있듯이, 대부분의 주요국들도 서비스-생산-설계 순으로 적용 사례가 적으며, 시스템-장비-부품 순으로도 DX 확장 국면임
- 이는, 핵심 부품들이 데이터의 원천 소스 역할을 수행하며 장비/기계, 시스템 순으로 DX가 파급되면서 고도화됨을 의미



<그림 26> 일본 기업 DX 사례(46건)별 밸류체인 적용 현황 및 DX 고도화 방향

참고문헌

- 노구치 유키오, 갈라파고스화 되어 곧 패퇴, 동양경제신문, 2011년10월 17일
- 넷케이 비지니스, 미스미의 조달혁명, 3.8억시간, 2조엔의 무다를 없앤다. 2021년 6월 18일
- 넷케이 산업신문, 히노와 이스즈, DX로 물류위기를 타개, 테이터 활용에 연계, 2021년 4월 29일
- 아사히 신문, 토요타 출신의 무토파 사장, DX로 낡은 공장을 개혁, 2022년 1월 25일
- 오노데라 타타시, 나의 이력서 소프트웨어의 힘, 일본경제신문, 2020년 10월 28일
- 오오노 타이이치, 토요타 생산계획, 1979년
- 일본경제산업성, 2017년판 제조기반 백서(모노즈쿠리 백서), 2017년
- 일본경제산업성, 2021년판 제조백서, 2021년
- 일본경제신문, 미즈호 재시동의 조건, 2021년 1월 19일
- 일본경제신문, 시스템개발의 통째로 맡기는 것으로부터 탈출, 코바야시 제약과 양품계획, DX를 서두른다. 2021년 11월 27일
- 일본경제신문, 큐피, 로봇도 만든다. 중소기업의 인력부족을 해소, 2021년 3월 17일
- 일본경제신문, JFE 고로의 재가동 2배 빠르게, 시장 수요에 재빨리 적응, 2020년 10월 21일
- 일본능률협회, DX 착수 현황, 2020년
- KOTRA, 도쿄 해외시장뉴스, 일본 제조업의 혁신을 이끄는 디지털 트랜스포메이션(1) 주요동향

기계기술정책 발간 목록

제 목	작성 연월
72. 독일 기계산업 경쟁력 분석과 시사점	2013.11.
73. 기계산업 2013년 성과 및 2014년 전망	2013.12.
74. 2014년 기계산업이 주목해야 할 트렌드 분석과 시사점	2014.02.
75. 우리나라 기계산업 품목별 수출 시장 점유율 분석과 시사점	2014.04.
76. 우리나라의 TPP 참여에 대비한 기계산업 품목별 관세 전략 수립	2014.09.
77. 2014 미래기계기술포럼코리아 주요 내용과 시사점	2014.11.
78. 기계산업 2014년 성과 및 2015년 전망	2014.12.
79. 최근 기계산업 대일무역역조 개선의 원인과 시사점	2015.06.
80. 기계산업의 빅데이터 활용 동향 분석과 시사점	2015.10.
81. 우리나라 해양플랜트 산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2015.12.
82. 기계산업 2015년 성과와 2016년 전망	2016.01.
83. 건설기계산업의 문제점 진단과 경쟁력 강화 방안	2016.05.
84. 4차 산업혁명과 기계산업의 미래	2016.11.
85. 기계산업 2016년 성과와 2017년 전망	2017.02.
86. 신기후체제에 대응한 농촌 바이오가스플랜트 사업의 기회	2017.07.
87. 해외 선도 기관과의 기계기술 연구 분야 비교 분석	2017.11.
88. 산업용 로봇 시장 동향과 대응	2017.12.
89. 기계산업 2017년 성과와 2018년 전망	2018.01.
90. 새로운 시대 소통 역량: 4차 산업혁명 연계기술	2018.07.
91. 국방분야 생존성 향상 기술 동향	2018.08.
92. 차세대 디스플레이 마이크로 LED 기술의 부상과 시사점	2018.09.
93. 기계산업 2018년 성과와 2019년 전망	2019.02.
94. 중국제조 2025 주요 제조장비 개발 계획과 대응 전략	2019.06.
95. 한·중·일 공작기계 및 기계요소 수출경쟁력 분석 및 제언	2019.07.
96. 미국 반도체 장비 기업의 성장과 시사점	2019.12.
97. 기계산업 2019년 성과와 2020년 전망	2020.01.
98. 글로벌 농기계산업 동향 분석	2020.02.
99. 포스트 코로나(Post COVID-19), 유망 기계기술 및 제언	2020.06.
100. 우리나라 제조장비기업의 성장·혁신·수익 패턴 분석과 시사점	2020.08.
100(특집호). 기계산업 데이터 활용 및 분석 방법 제언	2020.08.
101. 탄소중립 글로벌 동향과 기계기술 제언	2021.01.
102. 기계산업 2020년 성과와 2021년 전망	2021.01.
103. 수소 산업의 글로벌 기술동향 및 정책 전망	2021.05.
104. 인체 증강 기계의 동향과 전망	2021.08.
105. 미국 바이든 정부의 기후변화 정책과 기계산업 시사점	2021.12.
106. 기계산업 2021년 성과와 2022년 전망	2022.02.
107. 일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점	2022.04.

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 107 일본 제조기업의 디지털전환 특징과 시사점

| 발행인 | 박상진

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2022.04.

| 기획·편집 | 기계기술정책센터

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7682