

# GBSA ISSUE 브리핑

혁신성장연구단 동그라미 | grami@gbsa.or.kr

## 다크팩토리의 미래, 기술혁신과 산업 양극화 사이에서

### 01. 스마트팩토리의 진화, 다크팩토리

- SF 영화 속에서도 가능할 것 같았던 '사람 없는 공장'이 더 이상 허구가 아닌 현실로 다가오고 있음. 이러한 변화의 중심에는 인공지능(AI)과 자동화 기술로 구현된 다크팩토리(Dark Factory)의 등장이 있음
- 다크팩토리는 인공지능과 로봇 기술을 통해 인간의 개입을 최소화한 무인 공장을 의미함
  - 기존의 스마트팩토리가 사람과 기계의 협업을 전제로 한 부분 자동화에 그쳤다면, 다크팩토리는 인간의 물리적 개입 없이 운영되는 완전 자동화 공정으로 진화한 형태임
  - 이러한 시스템은 생산의 효율성과 정확성을 동시에 높이며, 미래 제조업 혁신의 상징으로 부상하고 있음
  - 특히 고령화와 인력 부족, 고정비 상승 등 복합적인 경제 여건 속에서 지속가능한 제조업의 대안으로 주목받을 수 있음
  - 단순한 자동화를 넘어 산업 구조와 노동시장에 미칠 영향을 고려할 때, 중소 제조업이 변화의 파급 속에서 자생할 수 있는 환경을 조성하는 데 관심이 필요한 시점임
- 다크팩토리의 실현은 인공지능, 로봇기술, 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등 첨단 기술의 융합을 통해 가능해짐. 주요 적용 기술은 다음과 같음
  - (로봇 기술) 산업용 다관절 로봇을 활용해 부품 이송, 조립, 용접 등 반복 작업을 정밀하게 자동 수행
  - (AI 및 머신러닝) 공정 데이터를 기반으로 불량률 실시간 감지하고, 생산 조건을 자동 최적화
  - (IoT) 각종 설비와 센서를 네트워크로 연결하여 공정 상태를 실시간으로 모니터링하고 데이터를 수집
  - (MES, Manufacturing Execution System) 생산 계획, 자재 흐름, 품질 관리 등을 통합해 제조 공정을 제어
  - (빅데이터 분석) 누적된 생산 데이터를 분석해 공정 병목 현상 개선, 설비 고장을 사전에 예측

#### <스마트팩토리와 다크팩토리 비교>

구분	스마트팩토리(Smart Factory)	다크팩토리(Dark Factory)
정의	ICT 기반 지능형 자동화 공장	인력 개입 없이 운영되는 무인 공장
자동화 수준	공정별 부분 자동화	전 공정 완전 자동화
인력 개입	필요(운영·분석 등)	최소화 또는 무인화
가동 시간	2~3교대	24시간 무중단 운영

## 02. 다크팩토리의 운영 사례




### 1. 일본 화낙(FANUC) : 로봇이 로봇을 만드는 다크팩토리 구현

- 화낙(FANUC)은 산업용 로봇 및 CNC(컴퓨터 수치 제어) 장비를 제조하는 글로벌 기업으로, 자사 로봇을 활용해 로봇을 무인으로 생산하는 다크팩토리를 구현함
  - 부품 조립, 이송, 검사, 포장 등 전 공정을 자동화하여 최대 30일 이상 연속 무인 운영이 가능한 시스템을 갖추고 있음
  - 작업자의 개입이 거의 없어 공장 내부는 조명이 꺼진 상태로 운영되며, 이는 다크팩토리의 상징적인 특성을 그대로 보여주고 있음
- 이러한 다크팩토리 운영을 통해 화낙은 자체 로봇 기술의 생산성과 안정성, 우수성을 입증하고 있음
  - 공장 가동률은 95% 이상에 달하며, 글로벌 기준에서도 높은 수준의 자동화 효율을 기록 중임
  - "우리 로봇은 우리 공장에서, 우리 로봇으로 만들어진다"는 메시지를 전달함으로써 기술력에 대한 자부심과 제품 품질에 대한 신뢰를 강화하고 있음
  - 운영 결과 측면에서도 불량률 최소화, 생산 효율 극대화, 운영 비용 절감, 에너지 효율성 향상 등 다양한 부문에서 성과를 거둠

### 2. 중국 샤오미(Xiaomi) : 매초 스마트폰 한 대를 생산하는 다크팩토리

- 샤오미(Xiaomi)는 완전 자동화된 스마트폰 생산 공장을 구축하여 인간의 개입 없이 연중무휴 24시간 운영되는 다크팩토리를 구현함
  - 중국 베이징 창핑(Changping)에 위치한 해당 공장은 자재 취급부터 최종 조립까지 전 공정을 기계가 자동 수행하는 구조로 설계됨
  - 인공지능(AI)과 로봇 기술, 자동 제어 시스템이 결합되어 있어 조명이나 근로시간, 휴식시간 등의 요소를 고려할 필요 없이 지속적으로 무인 운영이 가능함
- 1초에 스마트폰 1대를 생산할 수 있는 능력을 갖추고 있으며, 연간 최대 1,000만 대의 생산이 가능함
  - 이는 기존의 노동 집약적인 제조 방식과 비교할 때 생산성과 작업 효율 측면에서 획기적인 전환을 의미함
  - 공장 내에는 마이크로(μm) 단위의 먼지를 자동 제거하는 시스템이 설치되어 있어, 별도의 청소 인력 없이도 청정한 생산 환경을 유지할 수 있음

<다크팩토리의 운영사례 특징 비교>

구분	화낙(FANUC)	샤오미	지멘스
국가	일본	중국	독일
산업군	산업용 로봇	스마트폰	PLC 제어기
자동화 범위	전 공정	전 공정	75% 이상 자동화
운영 방식	30일 이상 무인 가동 가능	24시간 연중무휴 무인 가동	고속·다품종 소량 생산
모습			

### 3. 독일 지멘스(Siemens) : 불량률 0%를 기록한 고도화된 자동화 시스템

- 지멘스(Siemens)의 암베르크(Amberg) 공장은 독일 제조업 특유의 정밀성과 지멘스의 첨단 IT 기술력이 결합된 첨단 자동화 공장의 대표 사례로 평가됨
  - 해당 공장은 지멘스의 핵심 제품 중 하나인 SIMATIC PLC(산업용 컴퓨터 제어장치)를 생산하며, 고속·다품종 소량 생산체계를 기반으로 운영되고 있음
  - 하루 기준 약 1,200여 종의 제품과 1,000만 개 이상의 부품을 생산·조립할 수 있는 시스템을 갖추고 있으며, 이는 고도로 정밀한 공정 제어와 설비 간 실시간 연결을 통해 가능해짐
- 전체 생산 공정의 약 75% 이상이 자동화되어 있으며, 고도화된 디지털 제어 기술과 실시간 데이터 기반의 공정 운영을 통해 구현됨
  - 전체 근무 인원 약 1,200명 중 대다수는 설비 감시, 유지보수, 공정 분석 등 데이터 기반의 고부가가치 업무에 집중하고 있으며, 반복적이고 단순한 작업은 대부분 자동화 장비가 수행함
  - 공장 가동률은 약 99.99885%에 이를 정도로 안정적이며, 불량률은 0.0012%로 사실상 제로에 가까움

## 03. 시사점 : 기술진화와 정책과제

- 다크팩토리는 제조업의 생산성과 효율성을 극대화할 수 있는 혁신적인 시스템이지만, 중소기업의 현실을 고려할 때 몇 가지 도전과제가 존재함
  - 인건비 절감, 품질 향상, 24시간 운영 등 다양한 이점을 제공하며, 고령화와 인력난이 심화되는 산업 환경 속에서 유효한 대안이 될 수 있음
  - 그러나 막대한 초기 투자비용과 높은 기술 진입장벽으로 인해 중소기업의 도입은 제한적임
  - 대기업 중심으로 자동화가 빠르게 확산될 경우, 중소기업은 디지털 전환 흐름에서 소외될 가능성이 있으며, 이는 산업 내 양극화로 이어질 수 있음
  - 기업 간 역량 차이에 따른 기술 수용 격차가 확대될 경우, 제조업 생태계 전반의 불균형을 초래할 수 있음
- 다크팩토리 확산은 단지 생산 현장의 혁신에 그치지 않고, 제조업 기반 노동시장에 큰 영향을 미칠 것으로 예상됨
  - 반복적이고 단순한 작업은 자동화에 의해 점차 대체되며, 전통적인 저숙련 일자리는 감소할 가능성이 높음
  - 반면, 공정 제어, 설비 유지보수, AI 기반 품질 분석, 빅데이터 해석 등 고도화된 기술을 다룰 수 있는 고숙련 디지털 인력에 대한 수요는 급증할 것으로 예상됨
  - 이에 따라 노동시장 내 기술 역량 양극화 현상이 발생할 수 있으며, 기존 제조업 종사자들이 새로운 산업 구조에 적응하지 못할 경우 고용 불안정이 가중될 우려가 있음
- 중소 제조업은 산업 생태계에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 중소 제조업 비중이 높은 경기도는 이들의 디지털 생존 기반에 관심을 기울여 기술 격차와 산업 양극화에 대비할 필요가 있음
  - 경기도는 전체 사업체 중 중소 제조업체가 35% 이상을 차지하는 산업 구조를 갖고 있으며, 다크팩토리 전환이 본격화되는 과정에서 도내 기업들이 기술적 사각지대에 놓일 경우, 공급망 리스크로 이어질 수 있음
  - 기술 수용 격차가 생존 격차로 이어질 수 있는 산업 전환기일수록 중소 제조업에 대한 이러한 관심은 산업 전체의 안정적이고 지속가능한 전환에 기여할 것임