

# 스마트 팩토리의 성공적 도입을 위한 고려사항

김승택 이사 Strategy Consulting Group



## 일상화된 스마트

‘스마트(Smart)’라는 단어가 일상을 지배한 지 이미 오래 되었고, 각종 기기뿐만 아니라 거의 모든 대상에 대해 수식어 수준을 넘어 대명사화되는 수준에 이르러 어떻게 보면 다소 무분별하게 적용되고 있다.

이러한 추세는 ‘제조’ 영역도 예외는 아니어서 ‘스마트 매뉴팩처링’, ‘스마트 팩토리’, ‘인텔리전트 팩토리’, ‘스마트 SCM’ 등 그 종류도 많고, 의미와 대상에 대한 정의도 다양한 상황이다. 먼저 깃발을 꽂은 사람이 해당 영역의 주인이 되듯, 제조업의 ‘스마트’화는 아직 구체화된 실체가 부족한 상황에서 어휘로 이슈를 선점하려는 경향마저 보인다.

- 전통적으로 ‘스마트’라는 단어는 감지(Sensing), 통제 및 작동(Control and Actuating) 기능을 가진 객체에 부여되었던 수식어이지만 요즘 시대에서는 그 의미가 퇴색되었다고 할 정도로 남발되고 있음.

이러한 경향은 개별 회사 단위뿐만 아니라 국가 단위의 추진 정책에서도 나타나고 있으며, 그나마 가장 실제적 접근은 ‘제4차 산업혁명’을 표방한 독일의 (플랫폼) 인더스트리 4.0이라 할 수

있다. 독일의 스마트 팩토리는 인더스트리 4.0 체계를 통해 구현하고자 하는 큰 그림 수준의 개념이었으나, 가상물리생산시스템(Cyber Physical Production System, CPPS) 개념을 도입하면서 스마트 팩토리의 미래에 대한 불확실성이 확대된 모양새다.

## 왜 스마트 팩토리를 도입하려고 하는가?

여기서 우리나라, 우리 회사라는 일상의 관점에서 왜 스마트 팩토리를 도입하려고 하는가라는 질문을 해보자. 현재의 상황은 단순히 스마트 팩토리라는 현 시대의 유행어로서의 가치가 현실을 사물인터넷(IoT)이라는 정보기술(IT)로 포장하고, 도입 자체가 목적이 되어 정량적 확대를 부추기고 있는 것으로 보인다. 즉 실제적 효용성보다는 마케팅 수단으로서의 가치가 부각되는 모습이라 할 수 있다.

스마트 팩토리는 내외부 환경 변화에 대해 유연하게 대응하기 위해 생산거점에 능동적 선택 및 실행 체계를 갖춰, 현 운영 수준보다 효율적 운영 환경으로 전환시키는 것을 목적으로 해야 한다. 어떻게 보면 각 회사마다 현재의 운영 환경과 산업 특성이 다르므로 각각의 목표 수준이 같을 수 없는 것이 당연하다.

**스마트 팩토리는 무엇인가?**

스마트 팩토리에 대한 정의는 각 기관, 주체마다 차이가 있으며, 현시점에도 명확한 정의에 대한 공감대가 부족하다. ‘스마트 팩토리’가 지니는 사전적 의미는 ‘영리한’ + ‘공장’이라 할 수 있으나, 이를 다시 풀어보면 ‘생산 전략에 기반을 둔 제조 여건 변화에 유연하게 대응하고, 공급망 관리(Supply Chain Management, SCM) 통합 관점의 QCD(Quality, Cost, Delivery) 및 제약 관리로 생산 운영을 신뢰성 있게 수행하는

공장’이라 할 수 있다.

스마트 팩토리의 정의를 그 특징과 요건을 통해 살펴보면 다음과 같다.

**스마트 팩토리의 특징**

기존의 공장에 비해 스마트 팩토리가 차별화되는 점은 특징을 통해 설명할 수 있는데, 여기서는 스마트 팩토리가 가지는 5가지 특징을 다음과 같이 제시한다.

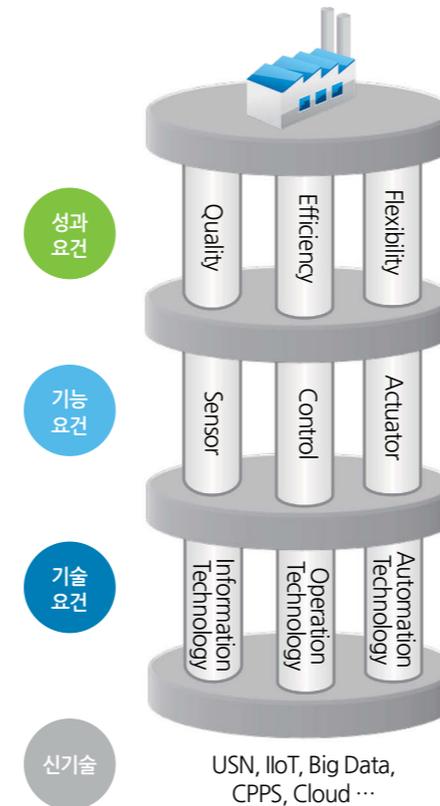


**스마트 팩토리의 요건**

스마트 팩토리를 실질적으로 적용하기 위해서는 스마트 팩토리에 대한 정의와 특징에서 요건을 선결적으로 정의해야 한다. 본고에서는 기존의

스마트라는 단어가 가지는 기능 요건 외에 성과 요건과 기술 요건을 추가적으로 반영해 스마트 팩토리의 요건을 3단계 계층(Layer)으로 제시한다.

그림 1. 스마트 팩토리 구성 요건



출처: Deloitte Analysis

품질 (Quality)	공장의 운영 목표로서 품질 보증 수준과 품질 관리에 대한 지향점
효율성 (Efficiency)	공장의 운영 목표로서 효율적 운영 수준, 제조원가 경쟁력 의존
유연성 (Flexibility)	공장의 운영 목표로서 변화에 대한 민첩한 대응 수준(변경 운영 수준)
센서 (Sensor)	조업 조건 등 제조에 영향을 미치는 인자에 대한 수집 기능(감지력)
통제 (Control)	감지된 데이터에 의거해 정보로 의사결정을 할 수 있는 판단력
작동 (Actuator)	판단의 결과가 생산 운영에서 이행될 수 있도록 수행하는 기능
정보기술 (Information Technology)	정보 처리 IT 기술 즉, HW, SW 및 MW에 대한 기술
운영기술 (Operation Technology)	제조에 필요한 업무 운영기술 (제조기술, 업무 프로세스, 기준 등)
자동화기술 (Automation Technology)	PLC, DCS, SCADA 등 계장과 로봇으로 대표되는 자동화기술

**IT 신기술 위주의 접근에 따른 병폐**

스마트 팩토리에 대한 접근 경향은 최근 대두되는 IT 신기술 위주의 기술적 접근이 주를 이루고 있다. 그러나 이러한 접근이 만들어내는 결과물이 스마트 팩토리라 하기에는 실질적으로 부족한 면을 보여, 공장의 운영 책임자, 담당자 등 실무진 그 누구도

원하지 않는 모습으로 도출될 가능성이 높다. 이는 기술 요건의 중요한 요소인 운영기술(Operation Technology, OT)에 대한 고려가 부족한 점과 계장기술 등 자동화기술(Automation Technology, AT)에 대한 중요성을 간과한 점에서 비롯된다고 볼 수 있다.

**스마트 팩토리 구성 요건을 기반으로 한 적용 접근법**

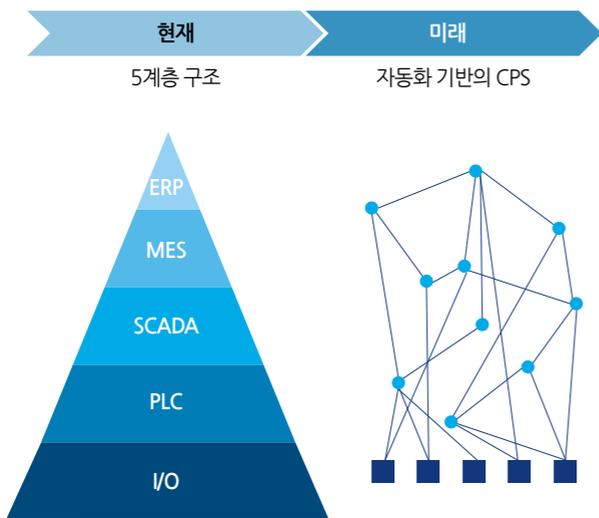
기존의 생산거점인 공장에서 스마트 팩토리로의 성공적 전환을 위해서는 먼저 운영 전략 측면에서 성과 요건을 고려해야 하며, 스마트 팩토리를 통해 이루고자 하는 정량적 성과를 구체적 수준으로 정의해야 한다. 이어서 이를 구현하기 위한 각각의 SCM 단위의 기능 측면에서 어떠한 데이터를 입력값으로 해 출력 값을 도출해야 하는지 논리(Logic) 체계에 대한 사고가 필요하다. 또한 도출된 출력 값을 어떠한 주기로 어떻게 실행하겠다는 방안을 수립해야 한다. 입력 데이터에 대한 정의는 해당 데이터 원천에 대한 신뢰성을 기반으로 해야 하고, 데이터의 생성 방식, 주기, 수집 체계에 대한 사고와 업무 노하우와의 연계성을 고려해야 실질적으로 도움이 되는 정보가 될 수 있다.

- 스마트 팩토리 관련해 독일이 선두에 설 수 있는 중요한 요인으로 지멘스(Siemens), SAP, 보슈(Bosch) 등 이미 널리 알려진 응용업체의 적극적 참여를 무시할 수 없지만, 이보다는 백오프(Beckhoff)와 같은 자동화업체의 기술력과 글로벌 표준 제시 능력이 더 중요했다고 할 수 있다.

**시스템 운영 모델에 대한 사고**

생산 영역에서는 이미 전통적 기능 계층(Hierarchy)을 정의해 왔으며, 최근 들어 구성 단계(Level)에 대한 차이를 부정하는 시도가 산업용 사물인터넷(Industrial Internet of Things, IIoT) 기술의 도입을 통해 확산되고 있다. 그러나 여전히 시스템 간의 단계상 특징은 충분히 무너지지 않았으며, 각각의 단계에 맞는 사용 방식은 시스템의 운용 효율 측면에서 여전히 유효하다고 볼 수 있다.

그림 2. 자동화 기반의 가상물리시스템(CPS)



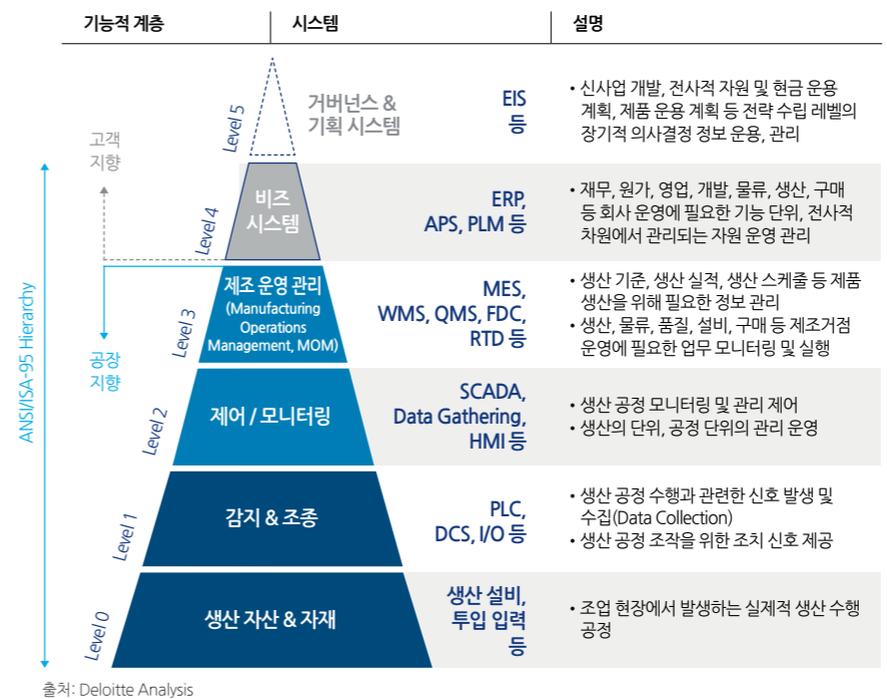
\* CPS 기반의 자동화 체계가 각 계층 간의 정보를 참조, 활용하는 모델이 미래 모델로 제시되고 있다. 그러나 이미 활용 방식에 따라 필요한 데이터는 계층 관계를 초월해서 참조되어 왔으며, 이러한 부분이 전체 사용성 관점에서 효율성은 저하될 수 있다.

출처: 'Will the industrial internet disrupt the smart factory of the future' - IOT Analytics, 2015.3.

전통적 기능 계층을 수직적 단계라고 본다면 SCM 기능 단위의 기능 영역은 수평적 단계 단계라 볼 수 있으며, 근래 발표되는 스마트

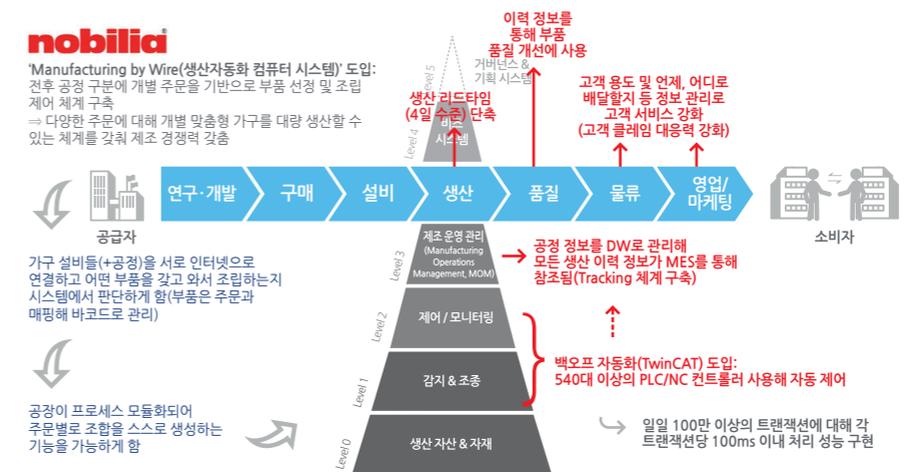
팩토리 관련 사례는 2가지 영역 모두를 포함해 언급되고 있다[스마트 팩토리 BP 사례 중 하나인 노빌리아(Nobilia) 공장 사례 참조].

그림 3. 전통적 제조 시스템 운영 모델



출처: Deloitte Analysis

그림 4. 독일 노빌리아 가구 공장의 스마트 팩토리 도입 사례



출처: '인더스트리 4.0과 제조업 참조경제 전략', 한국정보화진흥원, 2014.5. 'Beckhoff's Intel IoT Solution Boosts Data-driven Manufacturing', Intel, 2016.1. Deloitte Analysis

**스마트 팩토리 도입 시 고려사항**

스마트 팩토리에 대한 바람직한 도입 모델을 구현하기 위해 사전에 운영 현황에 대한 객관적 진단 등 확인 점검할 사항을 체크리스트 형태로

제시했으며, 각 점검 항목별 준비사항이 미흡한 경우 스마트 팩토리의 도입은 형식적 수행 절차로 귀결될 가능성이 높다고 할 수 있다.

**스마트 팩토리 도입 검토 시 사전 체크리스트**

1. 고객 관점에서 서비스 강화가 이뤄지는가?
2. 비용 대비 효과(재무적 효과)가 대안 대비 우수한가?
3. 비효율 개선 영역과 고도화 영역의 구분
4. 운영에 대한 인적 역량은 충족될 수 있는가?
5. 스마트 팩토리여야 하는 이유의 타당성, 왜?
6. 도입 시 예측되는 리스크에 대해 해소 방안이 있는가?
7. 도입의 필요성에 대해 내부 구성원과 공감대를 형성했는가?
8. 지금 도입해야 하는가?
9. 도입을 통해 발생하는 잉여 자원에 대한 대책이 있는가?
10. 현안이 무엇인가?

스마트 팩토리에 대한 도입 실패 가능성을 최소화하고, 도입 전 기대 수준과 도입 후 도출 수준과의 일치를 위해 도입 프로젝트 추진 시

접하게 되는 의사결정 사항에 대해 참조 가능한 추진 방향을 제시해 활용할 수 있도록 한다.

**스마트 팩토리 추진 방향성**

- **Benefit** 명분보다 실리(도입이 목적화되는 것 지양)
- **Assess** 현 수준에 대한 인식 기반의 구현 모델 작성
- **Strength** 사람이 잘하는 것은 사람이 하고, 시스템이 잘하는 것은 시스템이 하자
- **Balance** 국부적 최적화 지양: 전체적 기능 간 균형을 고려해 구현
- **Sustainable** 지속적 고도화 기반: 도입 모델이 이벤트화된 종결 지양
- **People** 운영 역량 보강에서 시작: 실질적 운영 노하우 반영을 지향
- **Flexible** 전략과의 연계: 내외부적 환경 변화에 민첩한 대응 체계 구축
- **Simple** 단순한 운영: 모든 복잡한 체계는 결국 운영상 문제를 도출
- **Start Small** 작게 시작: 빅뱅 방식은 리스크로 인해 적합하지 않음

**스마트 팩토리 도입 접근법**

스마트 팩토리의 성공적 도입을 위해서는 성공에 대한 정의를 분명히 하는 것에서 출발해 구현

계획을 상세히 수립해야 하고 스마트 팩토리 구성 요건 구조에 따른 진행을 고려해야 한다.

성과 요건 정의	도입 목적 정의	왜 스마트 팩토리를 도입하고자 하는가? • 도입 목적(Why)을 명확히 해 이루고자 하는 공장의 모습(Where)을 큰 그림으로 정의
	기대 성과 확인	공장의 To-Be 운영 이미지상에서 품질, 효율성, 유연성 등 성과 관점의 균형 확인
	대상 범위 확정	기대 성과 지표상의 균형을 확인하고, 공장의 To-Be 운영 이미지 구현을 위한 대상 범위(물리적 범위뿐만 아니라 논리적 기능 범위도 포함)를 명확히 함
기능 요건 정의	필요 기능 도출	정의된 To-Be 모습에서 스마트 팩토리, 최적화 등 수식어구를 제외한 모습에서 갖추어야 할 필요 기능(What)을 도출하고, 기능 상세화를 통해 기능 트리(Tree)로 작성
	필요 기능 분류	필요 기능별로 비효율 개선과 고도화 영역으로 기능을 구분하고, 각 기능별 운영, 성능 수준을 정의
기술 요건 정의	신기술 영역 도출	필요 기능별 운영 수준을 고려해 기존 기술의 가용성과 비가용성 영역을 구분하고, 신기술 도입 영역을 도출
	구현 가용성 검토	신기술 도입 영역 기능에 대해 기능 구현 가능 여부 검토(벤치마킹, 전문가 의견, 기술 동향 등 참조)
	구현 방식 정의	필요 기능에 대해 OT 부문의 노하우와 운영 방식을 고려해 IT·OT·AT 기술 간 통합 운영 체계를 설계함
	구현 계획 수립	필요 기능 간 선·후행 관계, 투입 가용 자원 등 구현 제약사항을 검토해 이행 계획 수립

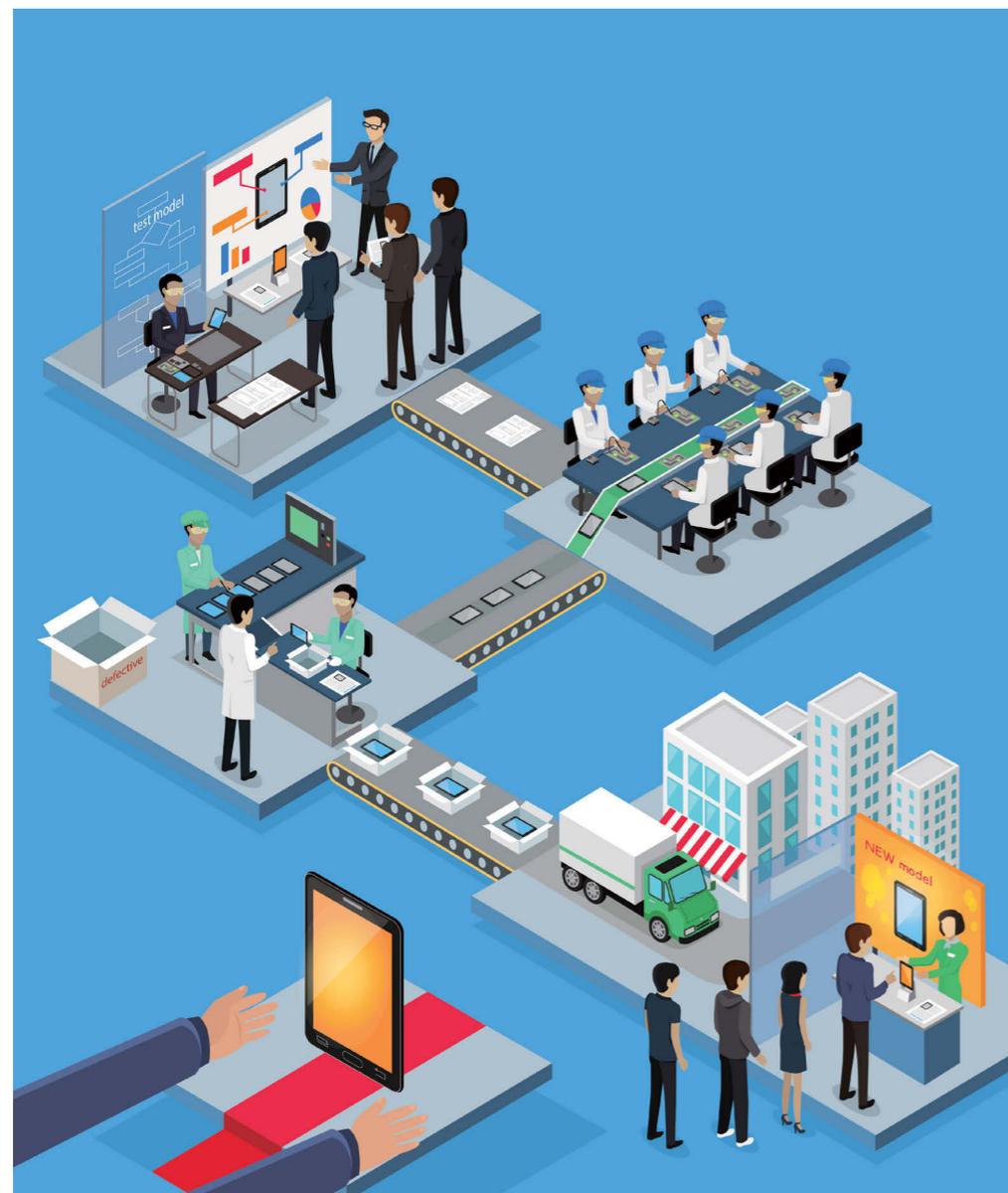
스마트 팩토리는 단순히 IT 신기술을 생산거점 운영 시스템에 도입하는 것이 아니다. 스마트 팩토리의 모습은 앞서 정의한 기능 요건과 기술 요건을 포함하고 있다. 하지만 운영상의 노하우 등 운영기술 측면에서 효율적 의사결정이 이뤄지고

이러한 기능이 재현성과 객관성을 지니고 있다면 IT 시스템의 도입이 없어도 최적화된 생산이 보장되는 모습을 구현하고 있으므로 스마트 팩토리의 모습 중 하나라 할 수 있다.

### 스마트 팩토리 특성과 요건의 활용

지금까지 스마트 팩토리의 특성, 요건, 그리고 어떠한 접근 절차를 적용할 것인지에 대해 간략히 기술했다. 이런 특성과 요건에 대한 기술이 실제 업무에 도움이 되려면 활용성을 보다 구체화해야 할 필요성이 있다. 예를 들어 스마트 팩토리의 5가지

특성을 기준으로 현실 세계의 공장 수준에 대한 평가를 수행해 그 결과를 진단 수준으로 규정할 수 있다. 기존의 IT 기술 성숙도를 중심으로 하는 평가 방식은, 현재의 신기술도 향후 미래에는 과거의 기술이 되어 그 성숙도에 따른 평가가 무의미해질



수 있기 때문에 지속적 보편성을 유지하기 어려울 수 있다. 따라서 IT 신기술 기반의 평가보다는 앞서 언급한 특성을 기반으로 평가를 진행하면 시간이 지나도 일관된 평가 결과를 도출할 수 있을 것이다. 즉 스마트 팩토리 특성과 요건을 활용해 보다 보편적이고 타당한 진단 수준을 확보할 수 있을 것이다. 이는 향후 10년, 20년 후 미래에도 같은 기준을 사용할 수 있음을 의미한다. 따라서 과거와 대비해 타임라인상의 상대적 수준도 비교할 수 있을 것이다.

스마트 팩토리의 요건은 스마트 팩토리를 통해 얻고자 하는 목표, 이를 구현하기 위해 필요한 기능 사이클, 그리고 실제 기능의 구현을 구체화하기 위한 기술 영역이라 정리할 수 있다. 스마트 팩토리를 기능 요건 관점에서 사람과 비교하자면, 피부, 눈 등 변화를 인지하는 감각 기능, 감지된 정보를 통해 반응을 보이도록 하는 뇌의 역할인 판단 기능, 그리고 신체의 근육처럼 판단의 결과에 따라 이를 수행하는 실행 기능으로 비유할 수 있다. 사람이 실행 결과를 다시 받아들여 새로운 감지-판단-실행의 사이클을 일생 동안 계속해서 수행하듯, 스마트 팩토리도 일회성이 아닌 해당 사이클 체계를 지속적으로 수행하고 운영하는 모델이라 할 수 있다. 기술 요건 측면에서 보면 IT는 기능 요건의 구현을 담당한다고 볼 수 있다. 그런데 IT는 과거에 매우 힘들게 구현했던(할 수 없던 것이 아닌) 것을 보다 수월하게 만들어주는 수단임에는 틀림없으나, 지금처럼 모든 관심을 홀로 받을 만큼의 중요성을 가지고 있진 않다고 판단된다.

실제로 가장 먼저 시도되어야 하고, 중요도도 가장 높다고 할 수 있는 OT 영역은 아무리 강조해도 지나치지 않은 영역이고, 실제 일의 본질에 충실한 것이 실패를 최소화하는 지름길이라 생각된다.

그리고 기능 요건 중 AT는 실제 구현 측면의 기반이자 시작점이고 최종점일 수도 있는 중요한 영역이다. 이 3가지 기술 요건 간에는 조화가 이뤄져야 하고, 이것이 간과된다면 스마트 팩토리는 기존 수준에 머무를 수 밖에 없는 이벤트성 감가상각 기능으로 남을 것이다.

### 스마트 팩토리 도입에 대한 제언사항

스마트 팩토리 도입 시, 먼저 도입 자체를 목적으로 삼을 것이 아니라 실제로 구현하고자 하는 공장 모습을 구체화해 시도하는 것이 필요하다. 그리고 기술적인 측면에서 IT에 너무 무게중심을 두지 말고, OT와 AT에도 충분히 관심을 분산해야 한다. 최근 들어 다양한 형태의 스마트 팩토리 프로젝트를 접하며 드는 생각은 해당 프로젝트명에서 '스마트 팩토리'라는 문구를 빼야 실제에 보다 가까워지는 느낌이다. 스마트 팩토리 도입 시 초기(투자 심의 시)에 기대했던 수준에 근접하기 위해서는 현실에 대한 처절한 고민과 반성에서 출발하는 것이 필수적이라 생각한다.



Contact  
 김승택 이사  
 Strategy Consulting Group  
 02-6676-3797  
 seungtkim@deloitte.com