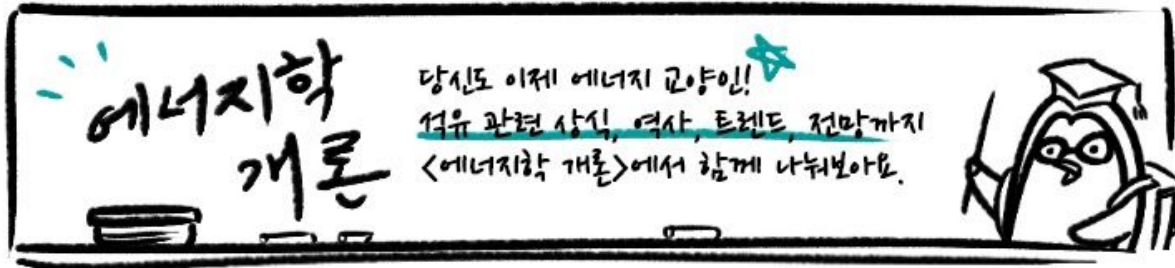


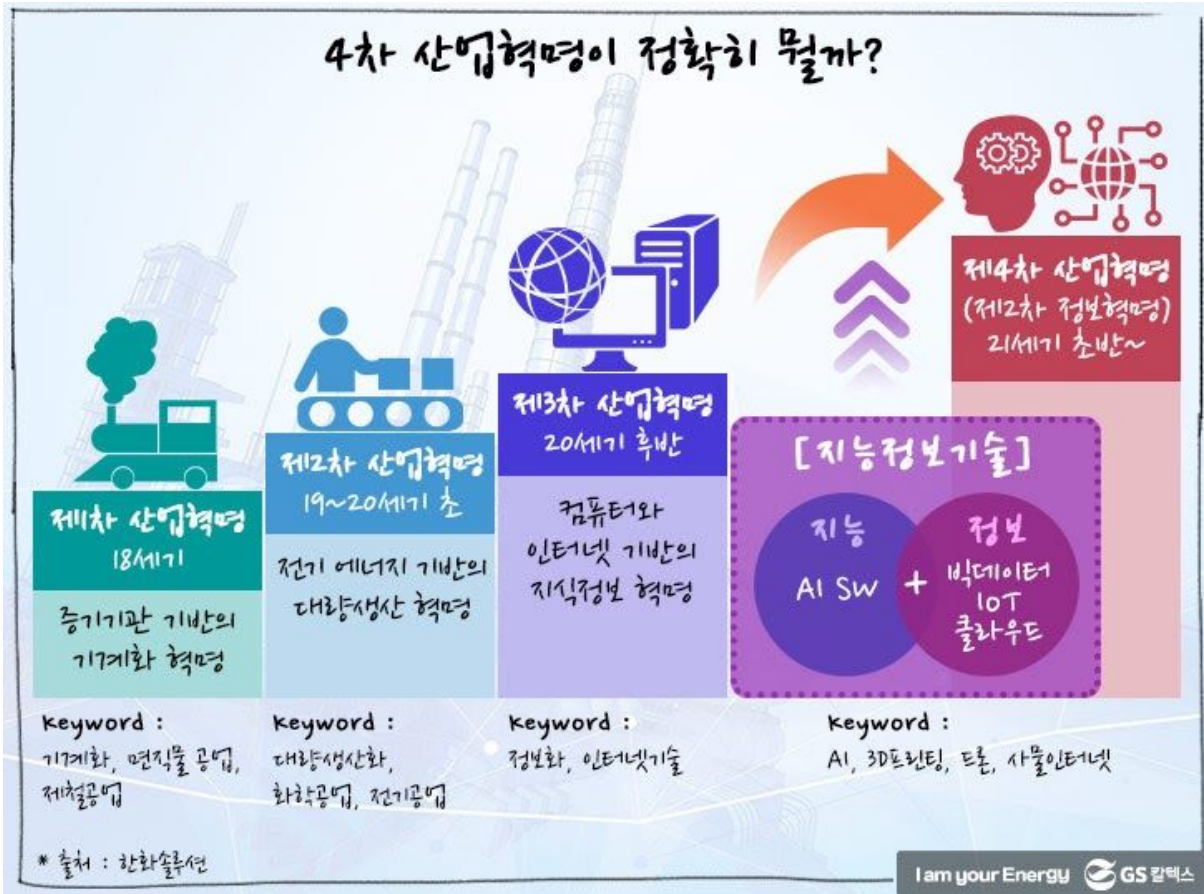
[에너지학개론] 제 29강. 석유화학 산업과 4차 산업혁명의 만남



[목차]

1. 석유화학 산업의 새로운 바람
2. 빅데이터를 활용한 비용 절감
3. 스마트 플랜트 전환 가속화
4. 인공지능 활용한 공장생산 효율 증대
5. 인공지능을 통한 기술 혁신

4차 산업혁명 시대에 본격적으로 들어서면서 석유화학 산업에도 새로운 변화의 바람이 불기 시작했다. 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 빅데이터(Big Data), 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 등의 기술은 제품 생산 효율 향상, 공정 최적화, 제품 품질 관리 및 안전사고 예방 등에 활용되고 있다. 석유화학 산업은 다양한 제품의 중간재를 생산하는 기반산업이기 때문에, 이러한 변화는 전방산업의 경쟁력을 결정하는 중요한 요인이 될 것으로 예상된다.



석유화학 산업은 4차 산업혁명 핵심기술의 도입을 통해 가격 경쟁력 확보, 다양한 제품 개발, 품질 관리, 환경 오염 저감 등의 기술혁신을 시도하고 있다. 공장의 운영 목적에 따라 다양한 요소 기술들이 적용 가능하며, 각 요소기술들은 아래의 표에 나타나 있다.

공장 운영 목적에 따른 다양한 요소기술

요소 기술	실시간 운영 모니터링	설비 관리/유지/선수	공정 예지 진단	운영 최적화
3D Digital Twin of Plant	●	●	●	●
Real Time operation Data	●	●	●	
Sensors	●	●	●	
IoT	●	●	●	●
cloud System	●	●	●	●
Process operation Database		●		
Data Analytics		●	●	
Operation Diagnostics Algorithm		●		
Alarm		●		
Problem Solution Provider		●		
Historical operation Database			●	●
Maintenance Manual			●	
Historical Maintenance Database			●	
Operation Failure Detection Algorithm			●	
Maintenance Recommendation			●	
Process Simulation				●
Data Mapping Between process Simulator and digital twin				●

* 출처 : 문일(2018), "4차 산업혁명영과 스마트 플랜트 (Smart Plant)", NICE, 제136권 제1호, 33

빅데이터 활용한 비용 절감

나프타를 원료로 사용하는 석유화학 산업의 특성상, 원유의 가격은 제품의 제조원가 결정에 큰 비중을 차지한다. 이에 따라, 빅데이터를 활용하여 원료 가격을 예측하고 구매 단계의 비용을 절감하는 노력이 이루어지고 있다. 일례로, 국내 석유화학기업(LG화학)은 원유 가격과 환율 데이터를 포함한 총 170여 가지의 변수를 바탕으로 최장 8주간의 나프타 가격을 예측할

수 있는 모델을 개발하였다. 이를 나프타 단기 거래에 활용할 경우, 향후 연간 수백억 가량의 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 이외에도 글로벌 석유화학 기업들은 여러 공급처에 따른 원료의 특성 차이와 가격 및 공정 데이터의 분석을 통해, 최적의 제품 생산을 위한 원료 배합 비율 예측에도 적극적으로 빅데이터를 활용하고 있다. 이는 원료 구입에 대한 비용 절감과 시장에서의 유연한 원료 수급 구조 구축을 가능케 하고 있다.

스마트 플랜트 전환 가속화

석유화학 공장은 원료 투입부터 완제품 생산까지의 공정이 복잡하게 이루어져 있으며 다양한 화학물질이 처리되기 때문에, 많은 공장이 공정 조건 최적화와 제품 품질 유지를 위해 정보통신기술(ICT), 빅데이터, 인공지능 등의 최첨단 기술이 집약된 스마트 플랜트로의 전환을 가속화하고 있다. 국내 석유화학기업(한화토탈)은 공장 단지 내 무선통신망 구축과 실시간 업무 처리가 가능한 방폭형 스마트폰, 이동형 CCTV, 드론 등의 IoT 기기 도입을 통해, 모든 설비의 정보를 실시간으로 조회할 수 있는 시스템을 구축하여 공정 최적화와 설비 관리에 필요한 시간을 최소화하고 있다.

그리고 국내 에너지·석유화학기업(GS칼텍스)은 급변하는 현재 상황에서 디지털 기술을 활용하여 운영 효율성을 높이고 경쟁력을 확보하는 인텔리전트 플랜트(Intelligent Plant)로 발돋움하고 있다. 디지털 트랜스포메이션에 대한 중요성을 인식하고 ‘통합관제’ 시스템을 도입했으며, 이는 ‘통합관제센터’에서 실시간 통합 모니터링을 통해 최적의 운영과 시간적 Loss를 최소화하고 ‘디지털 트윈’에서 디지털상에 생산본부와 동일한 공장 구축을 통해 최적의 솔루션을 도출하는 것이다. 통합관제를 통해 시스템 간의 연결뿐만 아니라 시스템과 사람과의 협업까지 이를 것으로 기대된다.

인공지능 활용한 공장생산 효율 증대

석유화학 산업은 공정 설비에 대한 각각의 운전 데이터가 이미 방대하게 쌓여 있어, 인공지능을 활용하기에 매우 유리하다. 따라서 설비에 부착된 센서를 통한 실시간 데이터 수집, 축적된 빅데이터의 분석, 인공지능을 활용한 공정 조건별 운전 결과 학습 등을 통해,

최적 운전조건을 도출하여 석유화학 공장의 생산 효율을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 전후 공정 데이터 간의 상관관계 분석을 통해 제품의 완성도와 불량 발생률 등을 예측하고 제어해, 제품의 품질 균일화에도 도움을 줄 것으로 예상된다. 그 밖에도 운전 상태를 감시하여 문제가 발생할 여지가 있는 설비에 대한 예측을 통해 설비 관리 및 고장 예방에도 크게 기여할 것으로 전망된다.

인공지능을 통한 기술 혁신

석유화학 공장들은 산업에서 발생하는 각종 환경 문제들에 대비하기 위해 인공지능을 활용한 기술 혁신을 이행 중이다. 기존의 폐수 처리시설의 운전은 경험에 의존해왔기 때문에, 갑작스러운 수질 상태의 변화는 대처에 어려움을 야기해 왔다. 국내 석유화학기업(SK인천석유화학)은 폐수에 존재하는 다양한 미생물의 영상 이미지를 수집하여 딥 러닝 기술을 적용해 미생물의 종류와 분포에 따른 수질 변화를 실시간으로 확인함으로써, 이에 대한 빠른 대응이 가능하도록 하였다. 또한 사업장의 질소산화물(NOX) 배출허용기준이 강화됨에 따라, 기준치 이상의 질소산화물 배출을 방지하기 위해 인공지능을 활용하는 연구도 진행되고 있다. 기존의 공정 데이터로부터 운전 조건에 따른 질소산화물 배출량을 학습하여, 이를 예측하는 프레임워크의 구축을 통해 환경 오염을 방지하기 위한 선제적 조치를 취할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 최근에는 이산화탄소를 석유화학제품의 기초원료로 전환하기 위한 친환경 촉매 개발에도 인공지능 기술의 적용이 시도되고 있다. 기존의 촉매 개발 연구는 경험적 지식을 통한 반복적 소재 합성과 성능 평가로 인해, 원하는 물성을 지닌 소재를 개발하기까지 많은 시간과 비용을 필요로 했다. 하지만 머신러닝과 자동화 기술이 적용된 데이터 기반의 소재 개발 방법은 새로운 소재의 물성과 성능 파악에 소모되는 개발 비용과 기간을 대폭으로 줄여, 석유화학 촉매 및 신제품 개발에 유용하게 활용될 것으로 예상되고 있다.

결론

4차 산업혁명 시대의 핵심기술들은 원료 구입 비용 절감, 제품 생산 효율 향상, 제품 품질 관리, 안전사고 예방 등을 위해 석유화학 산업 전반에 걸쳐 다양한 방식으로 적용되어 가고 있다. 더 나아가 에너지 절감, 환경 오염 저감 및 차세대 화학제품 개발을 위한 새로운 기술의 도입이 적극적으로 시도되고 있다. 그동안 축적되어 온 석유화학 산업의 기술적 노하우를 포함한 방대한 데이터와 4차 산업혁명 시대의 새로운 첨단 기술의 만남을 통해, 석유화학 산업은 앞으로도 지속적인 발전을 해나갈 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 산업연구원, 정책자료, 2017-297, 4차 산업혁명이 한국 제조업에 미치는 영향과 시사점
2. 한국화학공학회, 기술정보지(NICE), 2018, 제36권 제1호, 4차 산업혁명과 스마트 플랜트
3. 딜로이트, Chemistry 4.0 : 디지털 트랜스포메이션

함께 보면 더 유익한 에너지학개론 관련글

- [4차 산업혁명과 에너지전환 시대 석유산업의 미래>> 더보기](#)



포스텍 화학공학과 교수 윤용주

본 콘텐츠는 포스텍 화학공학과 윤용주 교수로부터 기고를 받아 재구성한 것입니다.

본 콘텐츠의 IP/콘텐츠 소유권은 GS칼텍스에 있으며 Reproduction을 제한합니다.