

2022년 1월호

글로벌 에너지 동향 이슈 보고서

글로벌 에너지 산업 및 정책의 주요 화두로 떠오르는 주제를 선정하여
매월 동향 이슈 보고서를 제공합니다

글로벌 발전산업의 디지털화(Digitalization)

〈 목 차 〉

I. 디지털화의 이해	3
II. 글로벌 발전산업의 디지털화 관련 기술	4
III. 글로벌 발전산업의 디지털화 추진 동향	9
III. 글로벌 발전산업의 디지털화 관련 주요뉴스	12

Highlight

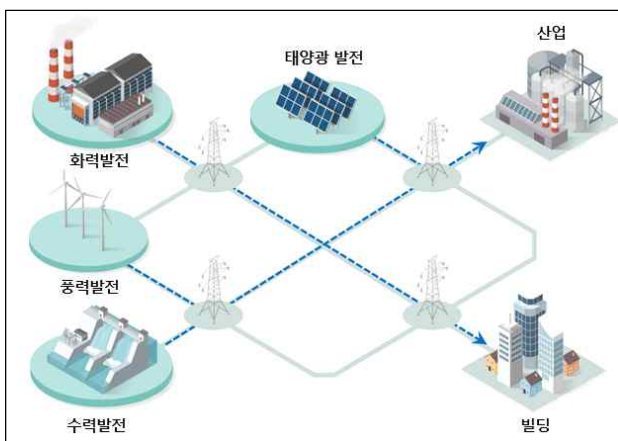


에너지 부문의 디지털화는 최근 몇 년동안 급속도로 가속화되어 전통적인 비즈니스 모델에 변화를 가져왔습니다. 인공지능, 사물인터넷, AR/VR 등 혁신적인 기술과 새로운 유형의 데이터 접근성 덕분에 새로운 수익원과 서비스가 등장했습니다. 발전소 성능 및 발전소와 네트워크 효율성이 개선되었으며, 운영 및 유지관리 향상, 정전 감지 및 가동중지 시간 단축 등 에너지 효율화가 이루어졌습니다. 탈탄소화를 위한 에너지 전환은 디지털 기술과 결합하여 비즈니스 모델이 더욱 확장될 것으로 예상됩니다.

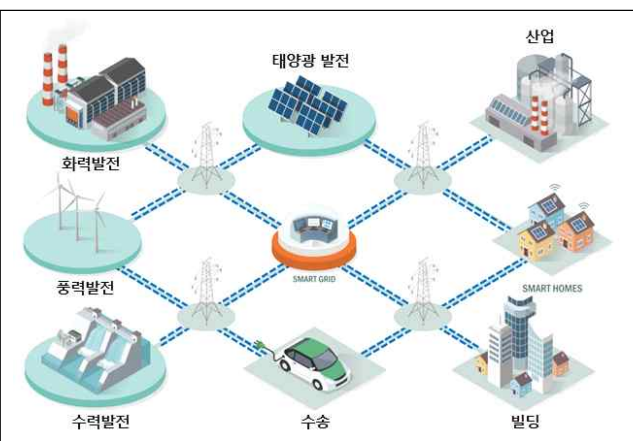
I. 디지털화의 이해

- 디지털화(Digitalization)는 새로운 수익과 가치 창출을 위해 디지털 기술을 사용하는 것으로, 비즈니스 모델 변화에 중점을 둠¹⁾
 - 디지털화의 기본요소
 - 데이터(Data): 디지털 정보
 - 분석(Analytics): 데이터를 사용하여 유의미한 정보를 얻기 위한 과정
 - 연결성(Connectivity): 디지털 통신 네트워크를 통해 인간, 장치, 기계 간 데이터 교환
 - 5G, 로봇, 사물인터넷, 인공지능, 3D 프린팅, AI 등 디지털 기술의 성숙과 기업 경쟁방식 변화에 따라 제조업을 비롯한 다양한 산업 분야에서 디지털의 중요성 급증
- 에너지 분야에서는 디지털 기술을 에너지 시스템에 접목하여 센서를 통해 수집된 정보를 빅데이터화 하여 AI를 활용해 분석하는 등 데이터 수집·분석·연계를 통해 에너지 효율 최적화, 생산성 향상에 기여하고 있음
 - 디지털 이전의 에너지 시스템은 일방적인 흐름과 고유한 역할로 정의되나, 디지털 기술은 다방향 및 고도로 통합된 에너지 시스템으로 변화
 - 디지털 기술은 가상발전소와 같은 새로운 비즈니스 모델로 활용되고 스마트 수요 대응, 다양한 재생에너지원의 통합, 전기차용 스마트 충전 구현, 소규모 분산에너지 발전을 가능하게 하는 등 전통적으로 구분되었던 에너지 공급과 소비가 불명확

【디지털화 이전 에너지 시스템】



【디지털화 이후 에너지 시스템】



※ 자료: IEA(2018)

1) Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril, (Forbes, 2018)

II. 글로벌 발전산업의 디지털화 관련 기술

- 발전소 성능 및 효율성 개선, 자산 수명 연장, 운영 및 유지관리 향상, 분산 에너지 통합 관리 등에서 디지털화가 진행되고 있음
- 주요기술은 발전소의 디지털 트윈(Digital Twins)²⁾, 가상발전소(Virtual Power Plant), 에너지 관리를 위한 인공지능(Artificial Intelligence) 등³⁾

1. 디지털 트윈 (Digital Twins)

- 디지털 트윈은 현실과 동일한 가상세계를 만드는 것으로, 생산 공정은 물론 프로세스 장비, 계측 및 제어를 비롯한 생산 시설의 전체적인 물리적 자산을 소프트웨어 기반으로 가상 복제해 실시간 시뮬레이션을 가능케 한 기술임
- 일하는 방식의 변화, 시공간의 한계 극복, 제품개발의 효율화, 제조업의 서비스화 등 패러다임이 변하고 있으며, 제조·전력·의료·항공·자동차·스마트도시 등 산업 전반에 걸쳐 활용⁴⁾

【디지털 트윈 요소기술 개념도】



※ 자료: “한국판 뉴딜 2.0, 초연결 산업분야의 핵심” 디지털 트윈 활성화 전략 (관계부처 합동, 2021)

- 글로벌 리서치기관 가트너(Gartner)는 매년 제시하는 주요기술 트렌드에서 2017년부터 2019년까지 3년 연속으로 디지털 트윈을 선정하며 디지털 트윈의 성장에 주목함⁵⁾
- 글로벌 시장조사기관 마켓앤마켓스((Markets and Markets)는 '20년 3조 6천억원에서

2) 디지털 트윈(Digital Twin): 생산 공정은 물론 프로세스 장비, 계측 및 제어를 비롯한 생산 시설의 전체적인 물리적 자산을 소프트웨어 기반으로 가상 복제해 실시간 시뮬레이션을 가능케 한 기술

3) European Utilities Lead the Way in Digital Innovation (BNEF, 2021)

4) 포스트 코로나 시대, 4차 산업혁명은 어디로? ② 디지털 트윈 (KOTRA 해외시장뉴스, 2020)

5) 포스트 코로나 시대, 4차 산업혁명은 어디로? ② 디지털 트윈 (KOTRA 해외시장뉴스, 2020)

'26년 55조 4천억원으로 연평균 성장률 57.6% 전망

- 글로벌마켓인사이트(Global Market Insights)는 디지털 트윈 시장규모가 '20년 50억 달러를 초과하여 '27년까지 500억 달러로 2021년~2027년 연평균 35% 성장할 것으로 예측
- 3D 프린팅 · IoT · 인공지능 등 관련기술의 수요증가 및 기술발전, 시스템의 스마트화 요구가 디지털 트윈 시장의 성장요인

□ 글로벌 기업들은 시장 선점을 위해 디지털 트윈을 선제적으로 도입하고 관련 솔루션 및 플랫폼을 제공함

- GE는 자산, 네트워크, 프로세스 세 가지 핵심영역에서 소프트웨어 제공
- 지멘스는 신제품의 효율적인 설계(제품), 제조 및 생산계획(생산), 작동 데이터를 캡처 · 분석 · 조치를 취하는 성능 부분의 소프트웨어 제공

기업명	주요 내용
GE	제조, 판매하는 모든 장비의 센서에서 수집한 데이터를 분석하고 디지털 트윈으로 구현해 가상 모니터링 · 컨트롤 등의 서비스를 제공하는 플랫폼 '프레딕스' 공개
지멘스	공장 자동화 IoT 플랫폼인 '마인드스피어'를 구축하여 제조, 물류 등 공장 내 설비에 부착된 센서를 통해 데이터 수신, 실시간으로 설비를 연결하여 분석
다쏘시스템	제조, 물류, 건설, 도시 등 설계, 생산, 규제, 요구사항 등 제품 전 단계를 3D 모델링 및 시뮬레이션 하는 '3D 익스피리언스' 제공
마이크로소프트	'애저 디지털 트윈스'는 가상 표현인 공간 인텔리전스 그래프에서 물리적 객체와 디지털 객체 간의 관계를 모델링해 모니터링하고 조건적 예측을 통해 물리적 환경개선 및 효율적 기회 제공

※ 자료: KOTRA 해외시장뉴스, 2020

2. 가상발전소 (Virtual Power Plant, VPP)

- 가상발전소는 ICT 및 자동제어 기술을 기반으로 다양한 분산형 에너지 자원을 연결 · 제어하여 하나의 발전소처럼 운영하는 시스템임
- 전력 수급과 공급 변수를 사전 예측함으로써 예측 정확성을 향상시키고 효율적으로 에너지를 공급할 수 있어 전력 계통 안정화 자원으로 활용 가능
- 전력 공급량 실시간 조절, 전력중개거래를 통한 전력판매 수익 확대, 발전시설의 효율적 관리와 운영관리 비용 절감 등이 장점
- 스마트그리드, 분산형 에너지 자원, 에너지저장시스템은 가상발전소 구축의 바탕이 되는 3가지 핵심기술⁶⁾

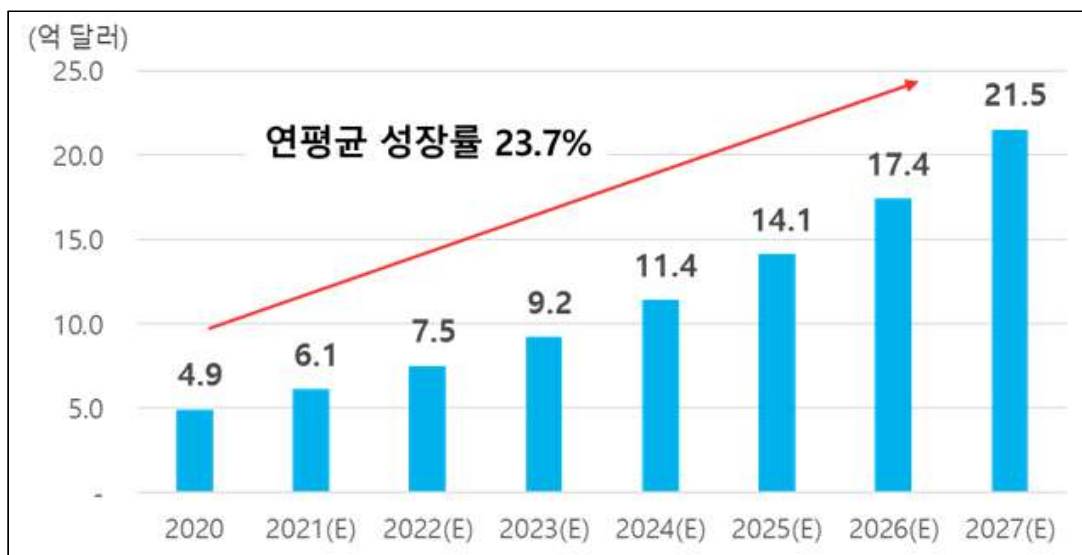
6) 혁신성장 2021-42 '가상발전소'(한국IR협의회, 2021)

- (스마트그리드) 기존 전력망에 정보통신기술(ICT)을 적용하여 전력 생산과 소비 정보를 양방향, 실시간으로 주고받음으로써 보다 효과적으로 전기 공급을 관리할 수 있도록 하고, 에너지 이용 효율을 높인 차세대 전력 인프라 시스템
- (분산형 에너지 자원(Distributed Energy Resources, DER)) 에너지 수요지 인근에서 에너지의 생산 및 저장, 잉여 전력의 해소 등에 기여할 수 있는 자원
- (에너지저장시스템) 생산된 전기를 저장장치(배터리 등)에 저장했다가 전력이 필요한 시기에 공급하여 전력 사용 효율을 높이는 장치

□ 글로벌 전력업체, 에너지기업, IT기반 기업 등은 재생에너지 부품 판매보다 재생에너지원으로 생산한 전력을 구독 서비스로 판매하거나, 부가가치가 더 큰 사업을 추진할 수 있는 VPP 사업에 진출하고 있음

○ MarketWatch의 시장 자료(2021)에 따르면, 2020년 약 4.9억 달러이던 글로벌 가상발전소 시장 규모가 연평균 23.7%로 성장하여 2027년에는 약 21.5억 달러를 달성할 것으로 전망⁷⁾

【글로벌 가상발전소 시장 전망】



※ 자료: 한국IR협의회(2021)

7) 가상발전소 (한국IR협의회, 2021)

【주요기업의 VPP 사업 현황】

기업명	사업 내용
넥스트 크라프트베르케	<ul style="list-style-type: none"> 독일, 프랑스, 이탈리아, 네덜란드 등에서 VPP 사업 진행 다양한 분산전원 설비를 모아 9.8GW 규모의 VPP 구성(전력거래량: 15.1TWh)
소넨 (Sonnen)	<ul style="list-style-type: none"> 독일 가정용 배터리 제조회사인 소넨은 자체 운영하는 전력거래 플랫폼 내 태양광 발전 시스템과 ESS를 보유한 고객을 대상으로 VPP 서비스 제공 VPP를 통해 운영자는 전력망 계통을 안정적으로 운영하고, 고객은 전력사용 요금은 월 가입비 외에 전력사용 요금 전면 면제
한화큐셀	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지 분야 VPP에 특화된 호주 스위치딘社에 투자 ‘넥스트 스트림팀’을 조직하여 분산에너지, VPP, e모빌리티 분야의 사업 구상 및 개발
테슬라	<ul style="list-style-type: none"> 2022년까지 호주에 세계 최대 규모 VPP 구축 계획 발표 8억 달러를 투자하여 남호주 5만여개 주택에 250MW급 태양광 설비를 설치하고 전력 생산 및 판매 예정

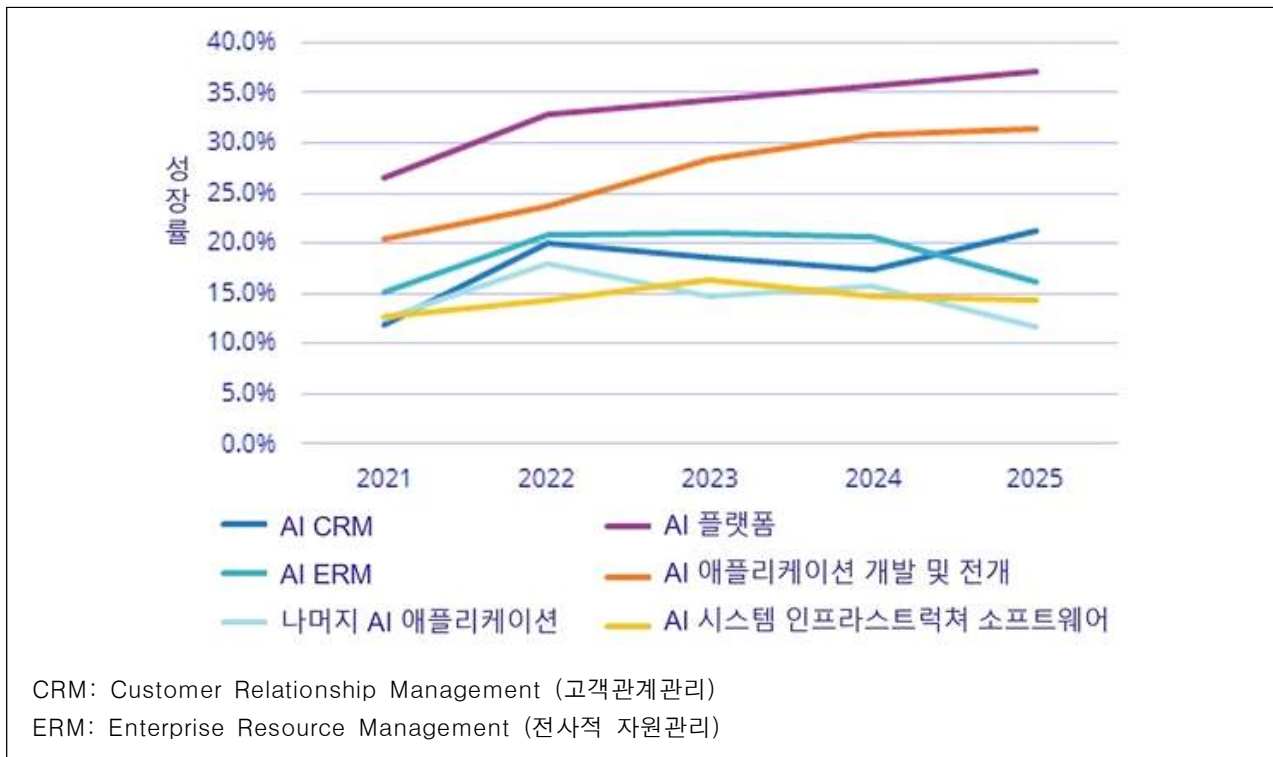
※ 자료: 한화큐셀 홈페이지, 언론보도 취합

3. 인공지능(Artificial Intelligence)

- 시장분석 및 컨설팅 기관 한국IDC 보고서에 따르면, 2021년 글로벌 AI 솔루션 매출은 전년도 대비 15.2% 증가한 3,418억 달러에 달할 전망으로 2022년에는 18.8%로 성장하여 2024년에는 5천억 달러를 넘어설 것으로 예측함⁸⁾
- 디지털화가 가속화되면서 선제적 상황 예측, 감지, 대응 및 적응을 할 수 있는 AI 기술의 필수적인 적용 필요
- AI 애플리케이션, AI 플랫폼, AI 시스템 인프라스트럭처용 소프트웨어 등 AI 소프트웨어 부문이 전체 AI 시장 매출의 88%를 차지하며 전체 시장을 주도
- 전체 AI 시장 규모가 확대됨에 따라 현재 5% 비중인 AI 하드웨어도 2021년에만 29.6%의 성장률을 기록하며, 향후 5년간 연평균 19.4%로 성장할 전망
- AI 서비스 시장은 소프트웨어, 하드웨어 부문을 제치고 가장 가파른 성장세를 보이며, 향후 5년간 연평균성장률 21%를 기록할 전망

8) 쑥쑥 크는 AI 시장, 2024년 585조 규모 넘는다 (IT조선, 2021.8.26.)

【전 세계 AI 소프트웨어 분야별 성장 전망】



※ 자료: IT조선 2021

- 발전부문에서 인공지능은 에너지시스템의 안전성, 안정성, 효율성, 환경성을 향상시키는 데 활용되고 있음⁹⁾
- 구글의 자회사인 딥마인드(DeepMind)는 미국 중부의 700MW 풍력에 학습 알고리즘을 적용하여 일기예보와 과거 풍력 발전 데이터를 활용하여 전력량을 36시간 사전 예측¹⁰⁾
- 노르웨이 아그데르 에너지(Agder Energi)는 아그데르 대학교와 협력하여 수력 발전소에서 물 사용을 최적화하는 알고리즘 개발
- 동서발전은 AI 딥러닝 기술을 활용해 클링커¹¹⁾ 생성과 같은 발전소 설비 이상을 조기감지하는 시스템 및 발전소 설비 건전성 감시시스템 개발

9) 에너지부문 인공지능 활용과 과제 (에너지경제연구원, 2021)

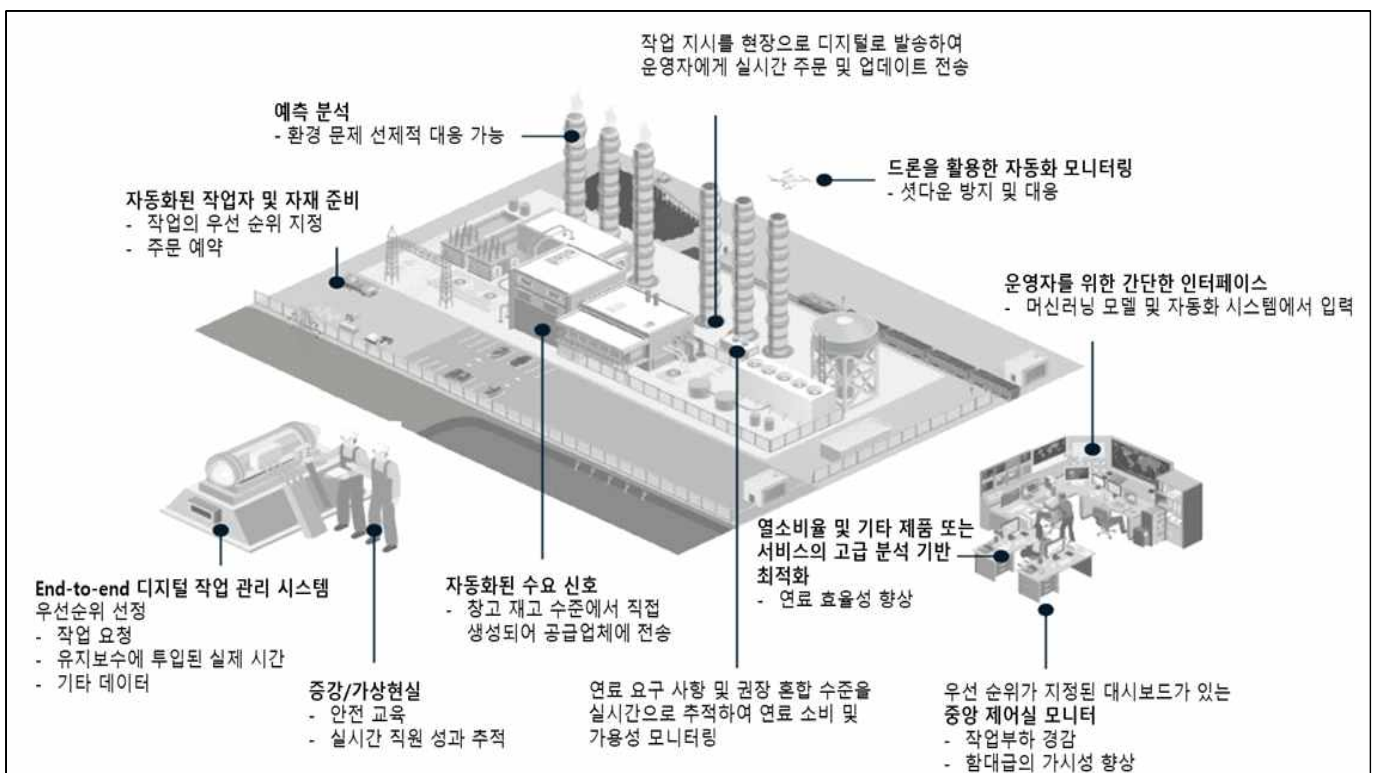
10) Artificial Intelligence in the Power Sector (IFC, 2020)

11) 클링커(Clinker): 석탄화력발전 연소과정에서 발생하는 석탄재가 보일러 내부에 싸이면서 생성된 것

III. 글로벌 발전산업의 디지털화 추진 동향

- 에너지 시스템 전반에 걸쳐 디지털화가 가속화되고 있으며, 에너지 기업은 운영비용 개선, 새로운 수익원 창출, 안전 강화를 도모하는 디지털 기술에 대한 투자를 지난 몇 년 동안 급격히 확대함¹²⁾
- 발전부문 디지털화는 연간 약 800억 달러를 절감할 수 있는 잠재력 보유하고 있으며, 이는 연간 총 발전 비용의 5% 정도¹³⁾
- 신재생에너지 발전이 확대에 따른 계통연계 및 전력망 현대화와 기존 발전소의 운영 효율성 증대를 위한 데이터 기반 사전예측·모니터링·자동화 가속화¹⁴⁾
- 디지털 전력 인프라 및 소프트웨어에 대한 전 세계 투자는 '14년 이후 매년 20% 이상 증가하였고, '16년 디지털 투자는 470억 달러로 전 세계 가스 화력 발전에 대한 투자(340억 달러)보다 약 40% 높았으며 인도 전력 부문에 대한 총 투자(550억 달러)와 비슷

【 디지털 발전소 예시 】



※ 자료: 맥킨지&컴퍼니(2021)

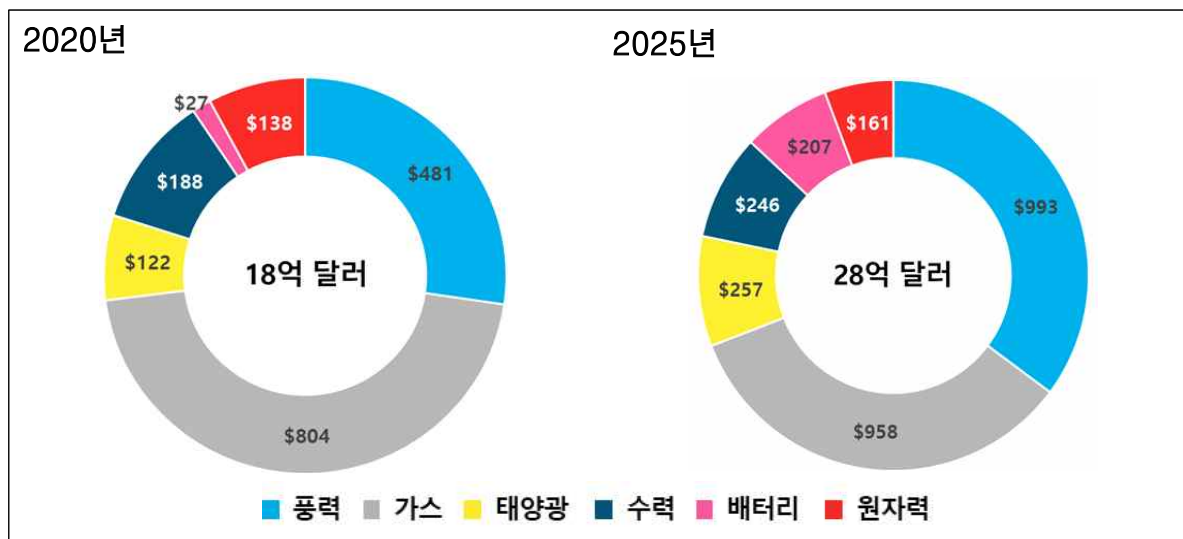
12) Digitalization: A new era in energy? (IEA, 2017)

13) Digitalization & Energy, IEA(2079)

14) KEMRI 전력경제 REVIEW 2020년 제2호 (한전경영연구원, 2020)

- 블룸버그뉴에너지파이낸스(BNEF)에 따르면, 2020년 발전자산 성능 향상과 최적화 소프트웨어에 32억 달러 지출하였고, 탈탄소화 흐름에 따라 2025년까지 50억 달러를 지출할 것으로 전망함¹⁵⁾
- 전력 수요 예측, 거래 플랫폼 등 발전소와 시스템 운영을 위한 소프트웨어 중심의 투자가 예상되며, 초기 하드웨어 구축, 서비스 요금 등까지 포함한 총 디지털화 비용은 소프트웨어 지출 대비 약 두 배 규모로 추정
 - IoT 센서 및 통신 네트워크의 가격 하락에 따라 자산성과관리(APM)¹⁶⁾와 같은 고급 분석 및 증강현실 등 현장 디지털 도구 사용이 확대되고 있으며, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능의 성장으로 예측 유지관리(PdM)¹⁷⁾ 및 컴퓨터 비전¹⁸⁾의 대중화 도래
- 2020년 발전자산 유지관리 소프트웨어는 18억 달러 규모지만, 재생에너지 발전 확대와 도매시장 변화에 따라 2025년까지 60% 성장한 28억 달러 규모로 예상됨
- 글로벌 발전 소프트웨어 시장은 중국과 유럽이 각각 26%, 24% 차지
- 중국은 원자력 발전소의 현대화를 위한 국가 전략으로 공격적인 디지털화 추진 중
- 유럽 전력회사는 대규모 해상 풍력발전소를 기반으로 풍력 부문의 디지털화 선도
- 대규모 가스 발전소를 보유하고 있는 미국은 전력시장에 유연성 제공을 위한 발전소 디지털화에 투자

【부문별 유지관리 소프트웨어 시장규모】



※ 자료: BNEF(2020)

15) Power Sector to Spend \$5 Billion on Software by 2050, (BNEF, 20)

16) 자산성과관리(Asset Performance Management, APM)는 알고리즘과 머신 러닝 모델을 사용하여 자산의 장애 발생 시기를 예측하고, 이를 선제적으로 효율적·경제적으로 문제를 해결할 수 있는 인력, 비즈니스 프로세스, 톨을 규범적으로 배치

17) 예측 유지관리(Predictive Maintenance, PdM): 기계 상태 모니터링에 따른 사전 유지보수

18) 컴퓨터 비전(Computer vision): 인공 지능의 한 분야로 컴퓨터를 사용하여 인간의 시각적인 인식 능력 일반을 재현하는 연구 분야

- **원격 모니터링 소프트웨어**는 풍력, 태양광, 가스, 배터리 부문에서 가장 널리 사용되는 소프트웨어 응용 프로그램임
- 예측 유지관리, 컴퓨터 비전 및 증강현실을 포함한 고급 분석시장은 향후 5년 동안 50% 성장할 것으로 예상
 - 2025년에는 풍력이 가스부문을 제치고 가장 큰 자산 소프트웨어 시장으로 성장할 것
 - 풍력 발전 용량의 78%가 모니터링 소프트웨어가 적용되어 있고, 풍력발전단지의 40%가 결함 진단을 위한 APM 및 이미지 분석을 사용할 것
 - 가스부문의 소프트웨어 채택률은 원격 모니터링의 경우 63%, APM은 20%로 낮지만 용량은 2025년에도 풍력보다 70% 더 크게 유지될 것
 - 유틸리티 규모의 태양광은 향후 5년 동안 가장 빠르게 성장하겠지만, 모니터링 및 관리를 위한 소프트웨어는 비교적 간단하고 저렴하여 가스나 풍력에 비해 낮은 잠재력
- 글로벌데이터 자료를 바탕으로 분석한 발전산업의 디지털화 관련하여 마이크로소프트, 구글, 에머슨, GE 등 IT·소프트웨어 솔루션·통신 기업이 주도하고 있음

【발전산업의 디지털화 관련 주요기업】

기업명	데이터 관리	데이터 통신(Connectivity)	인공지능	증강현실
마이크로소프트			v	v
구글			v	v
에머슨	v			
GE	v			
하니웰	v			
ABB	v			
아마존			v	
IBM			v	
슈나이더 일렉트릭	v			
지멘스	v			
로크웰	v			
멧초	v			
알루비움			v	
릴레이(Relayr)			v	
매직리프				v
오토데스크				v
레노버				v
스냅				v
보다폰		v		
AT&T		v		
버라이즌		v		
텔레노		v		
시스코		v		
화웨이		v		
HPE		v		
ABB Wireless		v		

※ Thematic Research: Predictive Maintenance in Power (글로벌데이터, 2018) 자료 기반 저자 편집

IV. 글로벌 발전산업의 디지털화 관련 주요뉴스

- [공기업, 미래 대전환] AI·빅데이터와 만난 발전소, 새로운 먹거리 찾는다, 뉴시스, 2022/01/17
 - 탄소중립 달성 및 안정적인 에너지 수급을 위해 발전업계의 디지털화가 강조됨에 따라 한국전력, 발전 자회사는 ‘지능형 디지털 발전소(IDPP)’ 기술 사업화를 위한 공동 연구 진행
 - IDPP는 AI, 빅데이터 분석을 통해 발전소를 운영·점검하고 설비 상태를 사전에 예측하는 기술로, 고장 예방과 자산 운용 효율 향상 등을 통해 발전 비용 최소화 가능
 - AI 지능형 앱에 기반한 ‘조기경보 시스템’ 실증을 완료하였고, 빅데이터 플레이스·디지털 트윈 등은 지속적으로 지원 중
 - 안전사고를 근절하기 위해 각종 안전 센서, AI 영상, 드론 운영, 로봇 공법 등 첨단기술 활용

- 에너지 산업 전환에 따라 AI 차세대 기회, EnterpriseAI, 2022/1/3
 - 재생에너지 발전 확대에 따라 2040년 전력 시스템 비용이 613% 증가할 것으로 예측됨에 따라 AI를 활용한 관리 시스템 및 배터리 최적화로 비용 절감 가능
 - 재생에너지 발전은 간헐적이고 예측하기 어려워 시스템을 불안정하게 할 수 있기 때문에 수요와 공급 균형을 조정하고 에너지 시스템의 복잡성을 줄이기 위해 AI 기술 활용 가속화 필요
 - 네트워크 제어 시스템에서 발전소에 이르기까지 자동화되고 복잡성이 존재하는 곳에서 AI 기술로 디지털화를 폭넓게 구현 가능

- 안전하고 효과적인 원자력시설 해체를 지원하는 디지털화, IAEA, 2021/9/21
 - 폐로는 수명이 다한 원자력발전소의 원자료를 처분하는 것으로 부지와 부근의 물리적·방사선학적 특성화, 발전소 및 건물 구조물 오염제거 및 해체 등의 활동을 포함하는 데, 전문가들은 혁신적인 디지털 기술이 폐로 기간을 단축할 것으로 예상
 - 핵시설의 디지털 트윈은 효과적인 설계·운영·유지보수 지원과 폐로의 계획 및 이행 지원을 위한 ‘As-Built’로 사용될 수 있으며, 다양한 해체 시나리오 분석을 통해 가장 안전한 해체를 선택할 수 있는 안전성 강화에 도움

<참고자료>

관계부처 합동(2021), “한국판 뉴딜 2.0, 초연결 신산업분야의 핵심” 디지털 트윈
활성화 전략

삼정KPMG(2019), ISSUE MONITOR 제100호 “에너지 산업의 디지털화(Digitalization)가
가져올 미래”

에너지경제연구원(2021), 에너지부문 인공지능 활용과 과제

한국에너지기술평가원(2021), 글로벌 에너지 동향 이슈보고서 제4호 ‘마이크로그리드’

한국전력공사 경제경영연구원(2017), KEMRI 전력경제 Review 제19호 (2017.9.18.)

한국IR협의회(2021) 신성장 2021-42 ‘가상발전소’

KOTRA(2020), 포스트 코로나 시대, 4차 산업혁명은 어디로? ② 디지털 트윈

조선일보(2021.4.19.), 미래 전력망 책임질 ‘가상발전소’ 가 뭐길래… 테슬라·한화도 투자

IFC(2020), Artificial Intelligence in the Power Sector

IEA(2017), Digitalization & Energy

<참고사이트>

한화큐셀 웹진 (new-q-cells.com/)

BNEF (www.bnef.com)

Forbes (www.forbes.com)

GE (www.ge.com)

IEA (www.iea.org)

Mckinsey (www.mckinsey.com)

글로벌 에너지 동향 이슈 보고서

발 행 처 ■ 한국에너지기술평가원 글로벌협력실
서울특별시 강남구 테헤란로 114길 14
Tel. 02-3469-8400 Fax. 02-555-2430
www.ketep.re.kr

발 행 일 ■ 2022년 1월

집 필 자 ■ 한국능률협회컨설팅 김봉주, 이한나



한국에너지기술평가원
Korea Institute of Energy Technology
Evaluation and Planning

*"본 글로벌 에너지 동향 이슈 보고서의 분석 결과는 연구진 또는 집필자의 개인 견해로,
한국에너지기술평가원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀 둡니다."*