

#1

탄소중립과 에너지 전환을 가속화 시키는 Digital Transformation



글. 천영호 GS에너지 부장



<<https://taraenergy.com/blog/renewable-energy-need-to-know/>>

기후변화 위기 대응으로 촉발된 탄소중립을 위한 에너지 전환은 디지털 전환으로 가속화되고 있다. 디지털 전환은 에너지 산업의 방향을 바꾸고 미래 사회 모습을 변화시키고 있으며, 5G, 빅데이터, AI, 사물인터넷, 블록체인, VR/AR, 디지털 트윈 등의 디지털 기술을 기반으로 하는 다양한 에너지 신사업 모델과 함께 에너지 산업을 고도화시키고 있다.

2050 탄소중립과 디지털 전환

2016년 발표된 파리협정 이후 121개 국가가 '2050 탄소중립 목표 기후 동맹' 가입, 유엔PCC 총회에서 '지구온난화 1.5°C' 특별 보고서 채택 등 탄소 중립 선언은 전 세계에서 가속화되었다. 이처럼 세계 각국이 탄소, 온실가스 중립을 선언하는 것은 기후 변화에 대한 전 지구적 위기감이 커지고 있기 때문이다.

2020년 10월, 우리나라 정부도 2050년까지 탄소중립을 이루겠다는 '탄소중립 선언'이 있었다. 2020년 12월에는 탄소중립을 위한 에너지 관련 모든 부문, 에너지 공급, 산업, 수송, 건물, 폐기물 등을 포함한 '2050 탄소중립추진전략'이 발표되었다. 2021년 10월에는 2050년 탄소중립 달성을 위하여 석탄발전을 중단하고 신재생 에너지를 이용한 발전, 건축물의 에너지 효율 향상, 무공해차(전기/수소차) 보급 확대, 친환경 해운으로의 전환, 청정수소 활용확대 및 이산화탄소 포집 및 저장·활용(CCUS, Carbon Capture Utilization and Storage) 기술 상용화 등의 내용이 담긴 '탄소중립 시나리오' 2개 안이 발표되었다.

각국의 탄소중립 정책 중 주요 육성 분야에서 볼 수 있듯이, 이러한 에너지 전환은 5G, 빅데이터, AI, 사물인터넷 기반의 4차 산업기술을 이용한 에너지 효율화 및 재생 에너지 디지털트윈 등의 디지털 전환으로 가속화 될 전망이다.

화석연료에서 신재생 에너지로의 전환

경제성이 낮아 사업성이 없다고 하던 태양광 발전, 풍력발전이 기술발전 및 시장 확대로 기존 발전원 대비 국제적인 측면에서는 원가 경쟁력을 확보하고 있다. 재생 에너지의 개발 및 보급을 위해 설립된 국제재생에너지기구(IRENA, International Renewable Energy Agency)에 따르면 2010년부터 2020년까지 태양광, 육상풍력의 균등발전원가(LCOE, Levelized Cost Of Electricity)는 각각 90%, 71% 하락하였다. 태양광과 풍력발전이 석탄발전이나 가스발전보다 저렴한 상황을 맞이하게 된 것

표 1. 주요국의 탄소중립 정책 요지

| 구분 | 우리나라 | 유럽 | 일본 | 중국 | 미국 |
|----------|---|--|---|---|--|
| 목표 | 2050 | 2050 | 2050 | 2060 | 2050 |
| 대표 정책 | 2050 탄소중립 추진계획 | Green Deal | 탈탄소 실현계획 | Zero Carbon China | Clean Energy Revolution |
| 주요 목표 | · 2030년까지 '18대비 GHG 35% 감축 ('21. 8. 탄소중립기본법에서 상향됨) | · 2030년까지 '19대비 GHG 50% 감축 | · 2050년까지 '19대비 GHG 850억 톤 감축 | · 2050년까지 총 에너지 수요의 67%를 전기, 12%를 수소로 대응 | · 2035년까지 제로탄소발전 |
| 주요 특성 분야 | · 풍력, 태양광, ESS · 빅데이터, AI기반에너지 효율화 · 수소/전기차, 이차전지 등 · 건물 에너지 절감, 재활용 · 그린수소, CCUS, 화이트 바이오, 저전력 반도체 등 | · 해상풍력/조력 · 자율 전기자동차, 이차전지 · 재활용/순환경제 · 탄소정보 디지털화 · 그린수소 | · 풍력, 태양광, 지열, 원자력, 바이오 · 수소/전기차, 이차전지 등 · 빅데이터, AI기반 에너지 효율화 · 블루카본 | · 풍력, 태양광, ESS · 수소/전기차, 이차전지 등 · 에너지 공급 디지털화 · 제로탄소발전 · 그린수소, 제로카본스틸 | · 풍력, 태양광, 지열, 원자력, ESS, 제로탄소 발전 · 수소/전기차, 전기차 충전소, 초경 전철 버스, 초고속 철도 · 건물 에너지 절감 · 청정 에너지 인프라 |

이다. 산업혁명 이후 상상도 못했던 화석 에너지에 대한 사용 중지가 화두에 오르기 시작하였다. 그 이유는 화석 에너지의 매장량 고갈이 아닌 지구 온난화라는 환경문제로 인해서이다. 석유와 석탄 등 화석 에너지 사용을 줄이고 풍력, 태양광, 수력, 지열, 수소 등의 저탄소/탈탄소 신재생 에너지로의 에너지 시스템의 구조적인 변화를 요구하고 있다.

재생 에너지의 최대 약점이라고 볼 수 있는 간헐성에 따른 저장과 운송의 문제도 분산형 발전, ESS(Energy Storage System) 및 수소 이용으로 해결되고 있다. 기본적으로 전기가 필요한 곳에 재생 에너지 발전소에서 생산되는 전기는 인근에서 소비하도록 유도하고 ESS를 이용하여 수요보다 많은 발전량을 저장해서 공급이 부족할 때 사용할 수 있다. 또한 재생 에너지에서 생산된 잉여전력으로 수소를 생산하고, 이를 저장하고 운송할 수 있다. 이렇게 생산된 수소는 수요처에서 수소차, 수소트럭, 수소배 등에 직접 연료로 이용될 수 있으며, 다시 수소연료전지 발전을 통해 전기로 전환될 수 있다.

태양광, 풍력 그리고 수소

2021년 5월에 발표된 IEA의 특별보고서에 의하면 재생 에너지가 전력발전에서 차지하는 비중은 2020년 29%에서 2030년 60%를 거쳐 2050년 거의 90%까지 높아진다. 태양광 및 풍력발전이 재생 에너지 발전을 리딩하는 것을 알 수 있으며,

2050년 태양광 및 풍력 발전량은 각각 23,000 TWh 이상이 된다. 태양광과 풍력발전 없이는 탄소중립이 불가능함을 알 수 있다.

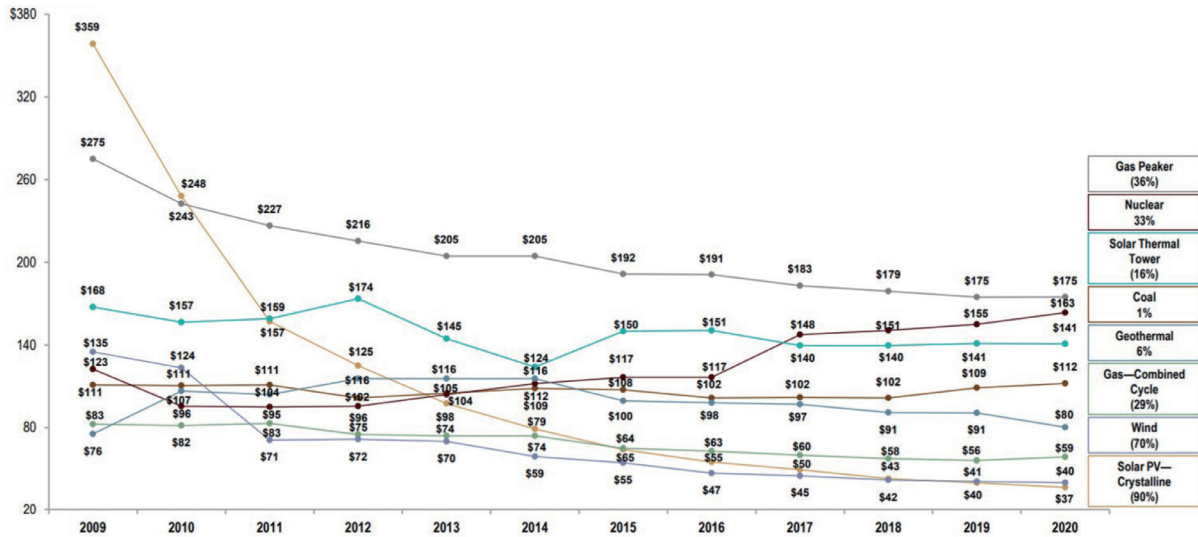
탄소제로로 가기 위한 에너지 전환계획을 살펴보면, 기존의 에너지 수요 중 전력수요가 차지하는 부분을 전기차 수요 등을 합쳐 대폭 상향하고, 그 전력수요의 대부분을 재생 에너지, 수소 및 원자력 발전으로 대체하며 비 전기 에너지 수요 부분을 수소로 대체하는 계획을 가지고 있다.

또한 수소는 최종 에너지 수요 중 재생 에너지 등으로 공급 측면에서의 전기화와 전기차 사용 등으로 인한 수요 측면의 전기화를 제외한 전기화가 어려운 에너지 수요 부문을 담당할 것으로 보인다. 현재 세계 수소 생산량 7,000만 톤의 90% 이상은 화석연료를 사용하여 생산하는 부생 및 추출수소로 생산과정에서 탄소가 발생하는 그레이 수소이나, 2050년 예상되는 수소 사용량은 5억 3천만 톤으로 대부분 블루수소와 그린수소로 구성되는 청정수소로 생산될 예정이다.

디지털 전환 이끄는 에너지 전환의 가속화

디지털 트랜스포메이션은 정보통신기술을 활용하여 기존 전통적인 구조에서 디지털의 구조로 전환하는 과정으로 '초지능·초연결·초융합'으로 대변되는 4차 산업혁명 유망 기술이 모여서 형성된다. 에너지 전환에 사용되는 4차 산업혁명 주

그림 1. 주요 재생 에너지원들의 균등발전원가(LCOE, \$/MWh) 변화



〈Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis〉

요 기술의 종류로는 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 5G 네트워크, 블록체인, 디지털 트윈, 자율주행 전기차, 가상현실(VR, Virtual Reality), 증강현실(AR, Augmented Reality), 사이버보안 등이 있다. 이러한 기술들이 에너지 전환 시대에 맞추어 에너지 산업의 변화를 이끌고 있다.

빅데이터를 통해 건물에서 사용하는 에너지를 효율적으로 관리하고 재생 에너지로 생산된 전력을 스마트 기술을 통해 적절히 분배하고 조절하는 등 에너지 산업과 디지털의 융합은 활발히 이루어지고 있다. 또한, 태양광과 풍력과 같은 재생 에너지원은 기존의 화석 에너지원에 비해 간헐성이라는 단점을 가지고 있기 때문에 기상분야 빅데이터를 이용하는 등 디지털 기술과 접목되면서 단점들이 상쇄되고 있다. 클라우드 기반의 소프트웨어를 이용하는 소규모 신재생 에너지 발전 설비와 ESS는 이미 상용화 되어 사용되고 있고, 가상발전소(VPP, Virtual Power Plant)기술로 이들 분산형 전원을 하나의 발전소처럼 운영하고 있다. 또한 인공지능과 빅데이터 기술로 많은 분산형 전원 현황을 실시간으로 확인하고 수집하며 분석에 활용하고 있다. 에너지의 소유에 있어서는 과거의 독점적 방식에서 벗어나 분산전원과 마이크로그리드 등으로 생산과 소비를 동시에 하는 에너지 프로슈머 시대를 열었다. 드론의 경우에도 태

양광, 풍력발전 현장을 신속하고 광범위하게 활용할 수 있게 되면서 발전 효율 향상과 안전성을 확보해준다.

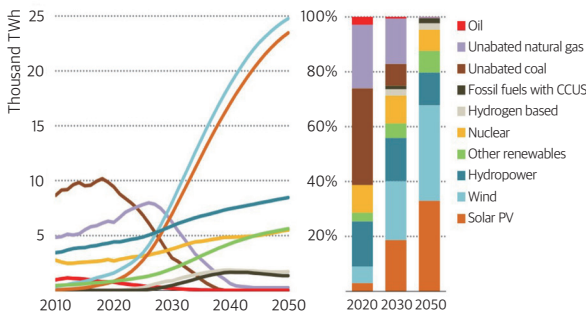
이러한 디지털 전환은 에너지 산업의 방향을 바꾸고 미래 사회 모습을 변화시키고 있으며, 블록체인, VR/AR, 디지털 트윈 등의 디지털 기술을 기반으로 하는 다양한 에너지 신사업 모델과 에너지 기술이 발전하면서 에너지 산업의 고도화가 이루어질 것으로 예상된다.

에너지 산업에 사용되는 디지털 전환 기술들

인공지능(Artificial Intelligence)

태양광과 풍력의 경우 인공지능을 기상예측에 활용하는데, 지능형 튜닝 메카니즘을 태양광·풍력 발전기에 통합하여 기상 변화에 따른 수익 최적화를 추구할 수 있다. 발전량 증대 못지 않게 중요한 것이 예방적 정비 분야(Predictive Maintenance)이다. 자연재해에 취약한 전력설비와 오지·험지에 위치한 전력설비의 경우 시간절약과 근로자 사고위험 감소를 위해 드론이나 각종 센서 등을 활용해서 설비를 점검할 수 있는데, 딥러닝 알고리즘으로 무장한 드론은 문제를 자동적으로 파악하고 전력망 운영을 방해하지 않으면서 고장 예측이 가능한 수준에 와 있다.

그림 2. 2050년까지 에너지원 별 전력발전 변화



(IEA 특별보고서, 2021.5.)

빅데이터(Big Data)

에너지 분야 빅데이터는 계절별, 날씨별, 발전원별 발전량, 송배전 데이터 및 산업용, 빌딩용, 운송용, 주택용 에너지 및 전력 소비 데이터, 위치 데이터 등이 있을 수 있겠다. 재생 에너지 보급 확대의 가장 큰 걸림돌 중 하나는 에너지 공급의 안정성이다. 풍력, 일사량, 열 등을 이용하는 신재생 에너지는 자연을 에너지 생산 원천으로 삼는다. 날씨, 조수간만의 차, 위성, 산림 정도를 분석해 풍력 발전원에 적합한 지리를 추천할 수 있으며, 기후, 발전원 상황 등의 정보를 기반으로 에너지 생산 패턴을 추출한 후, 신재생 에너지 발전원의 에너지 생산량을 예측하여 에너지 공급의 안정성을 높일 수 있다.

사물인터넷(Internet of Things)

IoT는 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술로, 무선통신을 통하여 각종 사물을 연결하는 기술을 의미한다. 인터넷으로 연결된 사물들이 데이터를 주고받아 스스로 분석하고 학습한 정보를 사용자에게 제공하거나 사용자가 이를 원격 조정할 수 있는 인공지능 기술이다. 사물인터넷은 가까운 가전제품에서부터 에너지 효율화를 위한 스마트홈, 스마트리테일, 스마트팩토리 등과 무인 발전소 운영, 전력 플랫폼 운영 등에 다양하게 이용된다.

5G 네트워크(5G Network)

재생 에너지 발전 변수인 날씨와 자연환경 변화자료를 이용한 발전량 예측, 전력수요 데이터 분석을 통한 발전량 조절, 분

산전원 운영, 발전소 간 정보교류, 송배전 운영 관련 빅데이터의 수집 및 처리 등 심화되는 전력 사용에 따른 전력 Network 관리에 초연결을 가능하게 한다. 또한 전기차의 핵심 기능인 자율주행을 위해서도 실시간 교통상황 분석을 위한 차량 인근 데이터의 빠른 수집 및 분석을 위해서도 5G 네트워크는 없어서는 안 될 핵심 기술이라 하겠다.

블록체인(Block Chain)

신재생 에너지로 발전한 전력을 블록체인 기반으로 개인 건물 간에 거래할 수 있게 함으로써 거래비용을 줄이고, 신뢰할 수 있는 거래 정보를 공유하기 위해 새로운 전력 P2P 거래 비즈니스 모델이 개발될 수 있다. 중앙집중형 전력 거래방식에서 블록체인 기반 분산형 전력 거래방식으로 전환되면 전력거래 중개자 역할을 했던 한국전력과 전력거래소의 역할이 축소될 것이고 에너지 프로슈머의 역할은 커지게 될 것이다.

디지털트윈(Digital Twin) - 가상실증인프라

디지털 트윈이란 현실 세계에 존재하는 자산, 프로세스, 시스템의 디지털 버전으로 수명주기 전체에 걸쳐 대상 요소들이 어떻게 작동하는지 묘사하는 가상의 모델이다. 에너지 분야에서는 디지털 발전소, 에너지 소비 최적화 분석 업무 등에 적용하여 업무개선에 성과를 보이고 있다. 전라북도 새만금 산업단지에서는 태양광, 수소 등 미래 친환경 에너지를 한국에서 실증할 수 있는 공간으로, 재생 에너지 디지털트윈 및 친환경교통 실증연구 기반 구축사업을 본격 추진한다고 밝혔다. 전기, 열, 가스, 수송 분야가 시장가격을 바탕으로 최적으로 생산·전환·저장되어 거래, 소비되는 '미래 통합 스마트 재생 에너지 시스템'을 운영하기 위해서는 디지털트윈을 이용하여 사전에 시스템을 모델링하고 가상으로 운영 및 실증해 보는 것이 필요하다. 또한 실제 시스템 운영에 필요한 작업들을 현장과 모델과의 연계로 실시간 모니터링 및 제어하여 안전 운영에도 도움을 줄 수 있다.

| ... | 저자소개 | ↗ |
|-----|--|---|
| | 천영호 GS에너지 부장은 서울대학교 지구환경시스템공학부에서 박사 학위를 받고, 유전/가스전/LNG 사업 투자, 관리, 운영 등 해외 에너지 프로젝트 업무를 국내외에서 25년 이상 수행한 에너지 분야 전문가이다. 『2050 에너지 레볼루션』, 『2050 수소에너지』 사적의 저자로 참여했으며, 현재 GS에너지에 재직 중이다. | |